

Comunicação partilhada do alerta de cheia na bacia hidrográfica do rio Vez Shared flood warning communication in the basin of the Vez River

Glória Gonçalves

Centro de Estudos Geográficos da Universidade de Lisboa; Faculdade de Ciências da Universidade do Porto
goncalves.gloria@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-3627-5404>

Artigo recebido a 28 de julho de 2020 e aprovado a 14 de março de 2022

Resumo

Os telemóveis são meios de comunicação para trocar informações entre os utilizadores através de chamadas, serviço de mensagens curtas e acesso à Internet, onde se incluem as redes sociais. As formas de comunicação fornecem dados das coordenadas, essenciais para prestar auxílio quando necessário. Os meios de comunicação social acompanham as sociedades, publicando as notícias sobre as cheias, assim como as respetivas consequências. Como as notícias existem impressas, maioritariamente nos acervos das bibliotecas, o projeto eBDRegister foi desenvolvido para registo de eventos em base de dados. Após identificar os cidadãos localizados nos centroides das cheias¹, propomo-nos resolver um problema que é saber como e quem pode e deve comunicar o alerta do perigo a esses cidadãos. É proposto um serviço de comunicação partilhado por quem possui os dados dos cidadãos. Utilizámos os registos do histórico das notícias na bacia hidrográfica do rio Vez, desde 1900 até 2015, para delimitar o raio máximo dos centroides das cheias, com 635.9 m, e o raio de 90% dos dados com 290.2 m. A validade das fontes da imprensa periódica foi testada pelo modelo Logit e pelo percentil noventa. O estudo dos centroides e respetivos raios de distância ao rio mais próximo serve de prova para a aplicação do sistema de comunicação partilhado entre os organismos da imprensa periódica, as seguradoras, a Autoridade Tributária e Aduaneira e os cidadãos identificados.

Palavras-chave: alerta partilhado, redes móveis, SMS, cheias, regressão logística.

Abstract

Mobile phones are means of communication to exchange information between users through calls, short message service and Internet access, including social networks. The forms of communication provide data of the coordinates which are essential to provide assistance when necessary. The media follow society, publishing the news about the floods, as well as its respective consequences. As there is news in print, mostly in the collections of libraries, the eBDRegister project was developed to register events in a database. After identifying the citizens located in the flood centers, we propose to solve a problem which is to know how and who can and should communicate the danger alert to these citizens. A communication service is proposed, shared by those who have the citizens' data. The records of the history of news in the basin of the Vez River, from 1900 to 2015, are used to delimit the maximum radius of the flood centroids, with 635.9 m, and the radius of 90% of the data, with 290.2 m. The validity of the sources of the periodic press was tested by the Logit model and by the ninety percentiles. The study of centroids and their respective distance rays to the nearest river, serves as proof for the application of the communication system shared between the periodical press organizations, insurance companies and the Tax and Customs Authority and the identified citizens.

Keywords: shared warning, mobile networks, SMS, floods, logistic regression.

1. Introdução

A falha dos sistemas de comunicação pode causar danos catastróficos à vida humana e às atividades económicas, quando as pessoas são

incapazes de se comunicar umas com as outras sem a conveniente qualidade do serviço (El-Khaled & Mcheick, 2019). Ao mesmo tempo, com as redes sociais, a partilha de informação tem aumentado cada vez mais, sendo possível a análise de impacto do número de dispositivos ligados em rede a emitir dados em tempo real (Bahga & Madisetti, 2014; Eschenfelder et al., 2019; Henstra, Minano, &

¹ Os centroides são os pontos georreferenciados pelo sistema de coordenadas Hayford-Gauss, Datum 73, para identificar cada ocorrência de cheia.

Thistlethwaite, 2019; Moreno et al., 2019). O acesso à informação digital é imediato, desde que esteja operacional. Medir a vulnerabilidade ao perigo, que corresponde a analisar e a avaliar as situações que podem afetar negativamente o ser humano (Mendes, Tavares, Cunha, & Freiria, 2011) e comunicá-lo pode significar mais ou menos investimento, contribuindo para o desenvolvimento sustentável dos serviços (Ramachandran, Gelb, & Bue, 2019).

A tecnologia de prevenção através de detetores por ondas ultrassónicas dos níveis do caudal dos rios (Lo-Shi-Wei, et al., 2015) permite monitorizar as cheias (termo utilizado no sentido lato, incorporando as inundações), pela altura da água, da sua velocidade e da determinação da distância de um elemento exposto (Marin-Perez, García-Pintado, & Gómez, 2012; Moreno et al., 2019). Entende-se como exemplos de elementos expostos, o edificado, as infraestruturas ou um ser humano. Apesar de esta tecnologia poder ser implantada nas propriedades públicas e nas privadas, fica limitada a uma restrita área e ao modelo de registo de dados, podendo ser ineficaz em situações de perigo elevado à escala local, para além de não registar as consequências. No entanto, existem defensores, como Shah, Arif, Shahrin & Hassan (2018), da monitorização automática de cheias, com a tecnologia *Internet of Things* (IoT). Este sistema recolhe informação do nível da altura e da velocidade da água do rio e envia as informações para um local da Internet, fazendo chamadas de alerta para os habitantes através do Sistema Global de Comunicação Móvel (Global System for Mobile Communication [GSM]). Segundo os investigadores desta tecnologia, o risco do conflito com notícias falsas é evitado (Shah et al., 2018).

Tendo em conta o exposto, decidimos propor um sistema de comunicação controlado, através do serviço de mensagens curtas (SMS) para alerta das cheias, assunto que pode ser considerado sob diversos pontos de vista: o social, o económico e de sustentabilidade. O serviço SMS geral foi introduzido pela primeira vez na Europa em 1991 pelas operadoras de rede sem fio (Allison & Marsico, 2006). Atualmente, o problema que se coloca é: para quem enviar o alerta por SMS, o que escrever e quem o faz. Enviar para todos os cidadãos em geral, não é solução, podendo mesmo levar à banalização da mensagem, em detrimento da adoção de medidas de proteção e autoproteção. A partilha e a adesão dos cidadãos ao serviço de proteção leva à compreensão dos factos

e a comportamentos responsáveis e de satisfação perante os resultados. Consequentemente, evita perdas económicas e de vidas humanas, além de facilitar o trabalho da Administração Pública na aplicação das políticas. Com o tempo, a base de dados criada/construída sobre os eventos fica mais rica, por incluir informações do SMS partilhado e dos utilizadores recetores. Mais tarde, com esta informação, podemos efetuar a análise estatística dos dados para melhoria das ações humanas e de intervenção.

O Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA) poderá emitir avisos e alertas meteorológicos sempre que se preveem ou se observam fenómenos meteorológicos adversos. Estes dirigem-se à população em geral e às Autoridades de Proteção Civil quando há previsão de ocorrência de situações meteorológicas de risco, como probabilidade de ocorrência de um acontecimento danoso, regra geral, nas 24 horas seguintes. Podemos dizer que o risco de cheia está latente e o perigo é uma hipótese em caso de manifestação desse risco (Lourenço & Almeida, 2018). Os critérios para emissão de avisos dependem de as situações meteorológicas poderem causar danos ou prejuízos a diferentes níveis, conforme a sua intensidade. Entendemos que o estado de alerta determina o grau de prontidão dos agentes de Proteção Civil e entidades com especial dever de cooperação, para adotarem medidas de antecipação e de preparação da resposta para mobilizar meios, caso necessário. O alerta destina-se a ajudar a evitar o perigo ou a mitigar o seu impacto, como já testado na Polónia (Goniewicz & Burkle, 2019) ou o alerta antecipado, referido por Phengsuwan et al. (2019). O sistema de aviso e alerta pode evitar perdas humanas, reduzindo as consequências das cheias até 10% por cada hora (Selvaraju, Ramani, & Valarmathy, 2019). Os organismos ligados à segurança nacional têm sido insuficientes. Destes, destacam-se os Agentes de Proteção Civil (APC), o Sistema Integrado de Operações de Proteção e Socorro (SIOPS) e o Sistema Integrado de Redes de Emergência e Segurança de Portugal (SIRESP).

O primeiro objetivo pretende confirmar se a comunicação partilhada dos serviços de aviso e de alerta do perigo de cheia pode ser dirigida à população (cidadãos e organismos da Proteção Civil local) afeta às áreas dos centroides das cheias. O segundo objetivo presume que quem tem os dados dos cidadãos afetos ao perigo pode e deve informá-

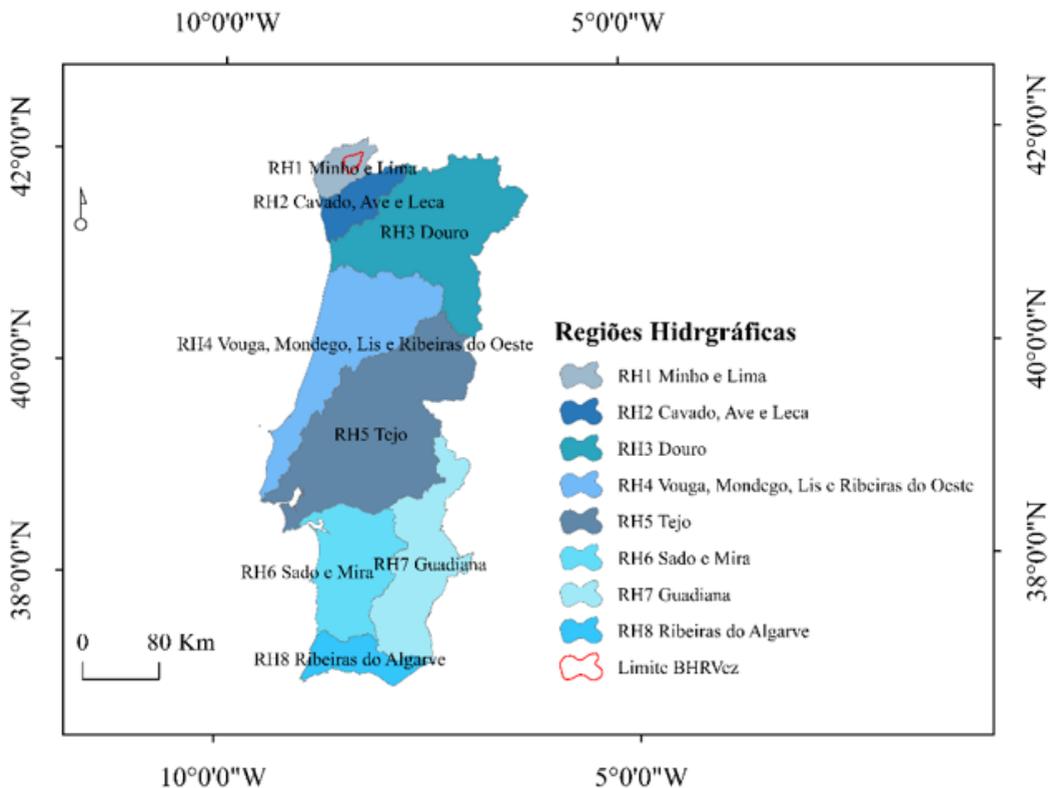


Figura 1
Localização da BHRVez.

Fonte: Elaboração a partir da Carta Militar de Portugal, IGeoE, 1996, 1997, 2013.

dos dos eventos perigosos. Este estudo tem em vista a análise do histórico das cheias na bacia hidrográfica do rio Vez (BHRVez), para servir de base à delimitação do raio dos centroides das cheias que identificam a localização dos cidadãos em perigo, para lhes enviar o alerta através de SMS. Define-se como primeira hipótese saber se existe a possibilidade de implementar um sistema de comunicação partilhado pela imprensa periódica (IP) escrita (ou mesmo a rádio local), as seguradoras e a Autoridade Tributária e Aduaneira (AT). A segunda hipótese é saber se a utilização dos números de contribuinte, da apólice e do telemóvel são suficientes e se servem como critérios para identificar quem vai receber uma mensagem de alerta de cheia.

2. Material e métodos

2.1. Bacia Hidrográfica do rio Vez

A BHRVez localiza-se no noroeste de Portugal e tem 263 km² (Figura 1). O rio Vez é o principal

afluente do rio Lima e pertence, por isso, à Região Hidrográfica 1 (RH1). Situa-se na margem direita do Lima e confluí a jusante com a Vila de Ponte da Barca. Embora pertença aos concelhos de Monção, Melgaço, Ponte de Lima, Ponte da Barca, Paredes de Coura e Arcos de Valdevez, é este último que integra 94% do seu total. As uniões de freguesias/ freguesias² que fazem parte desta bacia são 41 (Direção Geral do Território [DGT], 2017). Apresenta relevo montanhoso, embora com paisagens rural e urbana, quer nas vertentes ou na planície. Na bacia hidrográfica, a construção de edifícios aumentou nas últimas décadas: em 1900 a densidade média era de 22.0 edifícios/km² e em 2011, 42.5 edifícios/km² (Instituto Nacional de Estatística [INE], 1900/2011). Ao mesmo tempo, a densidade demográfica ronda os 55.6 habitantes/km², sendo mais elevada na sede do concelho, com 331.0 habitantes/km² (INE, 2011).

A extensão da rede hidrográfica é de 1000.3 km e o curso principal do rio Vez tem 41.4 km (IGeoE,

² A União de Freguesias é uma estrutura que existe desde 2013, após a reorganização administrativa do território.

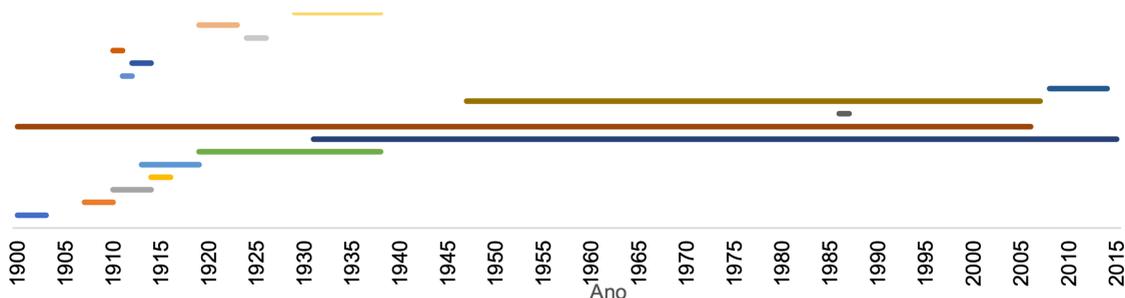


Figura 2

Distribuição temporal dos periódicos analisados.

Fonte: Elaboração a partir da IP, 1900/2015: eBDRegister, 2018.

1996, 1997), apresenta um declive elevado, com média de 33.9 m/km (Bellu et al., 2016). A altitude média atinge 525.6 m, a máxima com 1410 m, e a mínima com 23 m (Instituto Geográfico do Exército [IGeoE], 1996, 1997). A litologia é essencialmente granítica, com 90.3%, e favorece o escoamento superficial, além da tectónica visível na fracturação dos materiais (Moreia & Simões, 1998; Ramos-Pereira & Ramos, 2000).

A pluviosidade é das mais elevadas do nosso País, especialmente durante os meses mais chuvosos, de outubro a março (Ramos-Pereira & Ramos, 1998, 2000). Existem também muitos episódios de neve durante o inverno (Gonçalves, 2018). O valor médio diário da precipitação em forma de chuva é de 17 mm, e o máximo de 168.5 mm, dados estes, registados na estação udoográfica de Casal Soeiro, do Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos ([SNIRH], 1959/1990). O percentil 90 (P^{90}) da precipitação superior a 1 mm é de 38.6 mm, sendo próximo do dobro do valor médio diário (Gonçalves, 2018). A altura de água resultante da precipitação por eventos de 24h é um indicador da intensidade (Born & Klein, 2019). Quando a precipitação é intensa, a probabilidade de ocorrer uma cheia é maior. A intensidade e a duração em 24h são critérios para estimar o número de eventos no período de análise. Tendo em conta estes critérios, na BHRVez, de 1959 a 1990, identificaram-se 271 eventos de precipitação intensa.

O caudal do rio Vez depende em grande parte da precipitação. O valor médio diário para dias com chuva é de 15 m³/s, e o máximo de 1100 m³/s, valores obtidos dos registos na estação hidrométrica de Pontilhão de Celeiros (SNIRH, 1959/1990). O P^{90} diário do mês de maior caudal resultou em fevereiro, com 43.5 m³/s (Gonçalves, 2018). Este valor aproxima-se da média para 24 h. Identificaram-se 198 eventos

com caudal de cheia igual ou superior a 43.5 m³/s. O percurso do caudal não é influenciado por barragens, por serem inexistentes, mas sim por alguns açudes e praias fluviais. A Praia da Valeta, localizada na sede do concelho, é aquela que acumula mais água e areia.

2.2. Dados

As cheias são apresentadas por número de eventos. Em um evento podem existir uma ou mais ocorrências de cheias. Os dados instrumentais da precipitação e do caudal permitem obter dados da altura da água a partir da qual se dá uma cheia. As consequências das cheias são obtidas das fontes de informação da IP. Estas fontes utilizam-se como critério para o alargamento do conhecimento sobre determinada bacia hidrográfica e sobre os eventos de cheias (Boudou, Danière, & Lang, 2016; Phengsuwan et al, 2019; Turconi, Nigrelli, Guido, & Conte, 2014). As fontes de informação (quer sejam primárias e/ou secundárias) podem corresponder a notícias de jornais nacionais, regionais e locais (Boorstin, 1971; Bosompra, 1989; Gasher et al., 2007; Gonçalves, 2018; Rilo, Freire, Santos, Tavares, & Sá, 2015). Para este estudo, o registo das cheias na BHRVez por eventos em base de dados (eBDRegister), de 1900 a 2015, foi recolhido por amostragem não probabilística racional na IP regional e local, no acervo da Biblioteca Municipal da Câmara do Porto. Recolheram-se todas as observações detetadas e disponíveis. Descobriram-se 31 jornais com informação sobre a bacia hidrográfica estudada durante a consulta das 11078 edições disponíveis. Todas as notícias relacionadas com o tema foram transcritas para um documento de texto e ordenados por data. Destes jornais, identificaram-se 17, com registos de interesse e por isso fazem parte dos eBDRegister. Pela ordem

Quadro 1

Tabela de Classificação^{a,b}.

Observado		Predito		
		Ocorrências (n.º)		Percentagem correta (%)
		Sim	Não	
Passo 0	Ocorrências	0	970	0.0
		0	2401	100.0
Percentagem global		71.2		

a. A constante está incluída no modelo.

b. O valor de recorte é 0,500.

Fonte: Elaboração a partir da IP, 1900/2015: eBDRegister, 2018.

de leitura inferior-superior da Figura 2 são: *Notícias dos Arcos*, *Vanguarda*, *Notícias Arcuenses*, *A Voz do Minho*, *O Povo da Barca*, *Concórdia*, *O Arcoense*, *Alvorada do Vez*, *O Vez*, *Jornal dos Arcos*, *Alvorada*, *Regionalista*, *Notícias da Barca*, *A Semana*, *O Realista*, *Echos do Vez* e *Noticioso*. Os restantes 14 não foram considerados para efeitos de eBDRegister, com distribuição praticamente limitada a 1 ou 2 anos, com poucas edições acessíveis, e por esse motivo sem notícias sobre cheias. Na IP identificaram-se 293 eventos de cheia, com 970 ocorrências. No período estudado, 32.9% das ocorrências pertencem à primeira metade do tempo, seguida por 67.1% na restante.

2.2.1 Validação qualitativa pela aplicação do modelo *Logit*

A validação dos dados é um critério para prosseguir a análise sobre as cheias deduzidas da IP (Bayliss & Reed, 2001; Belmonte & Bescós, 2004). Para o efeito, aplica-se o método da regressão logística (*Logit*), binária e multinomial (Pestana & Gameiro, 2014). O *Logit* utiliza-se para estimar eventos raros, especialmente devido ao enviesamento, explicado pelo desvio padrão e intervalos de confiança (King & Zeng, 2001; Theofilatos, Yannis, Kopelias, & Papadimitriou, 2016). Pela ponderação entre os eventos raros e o valor total das observações, o enviesamento pode ser corrigido (King & Zeng, 2001; Theofilatos et al., 2016). Para informações detalhadas sobre a função *Logit* recomenda-se consultar, por exemplo, Bittencourt (2003), Freitas, et al. (2013) e Pestana & Gameiro (2014). Considera-se que uma única variável de resultado Y_i ($i = 1, \dots, n$) segue uma função de probabilidade de Bernoulli que assume o valor 1 com probabilidade π_i e 0 com probabilidade $1 - \pi_i$ (King & Zeng, 2001; Theofilatos et al., 2016).

Para este estudo, com dados da série

Quadro 2

Variáveis não presentes na equação.

Variáveis/fatores		Score	gl	Sig.
Distribuição (1)	Jornal Semanário	123.910	1	0.000
Nome	Jornal	572.040	16	0.000
(1)	Notícias dos Arcos	305.843	1	0.000
(2)	O Arcoense	25.693	1	0.000
(3)	Alvorada do Vez	16.761	1	0.000
(4)	Regionalista	9.913	1	0.002
(5)	Concórdia	44.184	1	0.000
(6)	Jornal dos Arcos	29.809	1	0.000
(7)	O Povo da Barca	19.051	1	0.000
(8)	Notícias da Barca	7.432	1	0.006
(9)	Vanguarda	183.393	1	0.000
(10)	Alvorada	17.491	1	0.000
(11)	Echos do Vez	2.476	1	0.116
(12)	A Semana	4.175	1	0.041
(13)	O Vez	37.295	1	0.000
(14)	Noticioso	2.476	1	0.116
(15)	O Realista	2.104	1	0.147
(16)	A Voz do Minho	54.935	1	0.000
Época do ano	Mês	127.180	11	0.000
(1)	Jan	0.433	1	0.510
(2)	Fev	6.904	1	0.009
(3)	Mar	2.803	1	0.094
(4)	Abr	54.535	1	0.000
(5)	Mai	22.465	1	0.000
(6)	Jun	5.454	1	0.020
(7)	Jul	10.216	1	0.001
(8)	Aug	1.612	1	0.204
(9)	Set	4.893	1	0.027
(10)	Out	0.098	1	0.754
(11)	Nov	11.652	1	0.001
Estatísticas globais		665.148	28	0

Fonte: Elaboração a partir IP, 1900/2015: eBDRegister, 2018.

1900/2015, o $Y = 1$ corresponde às cheias e $Y = 0$, a seleção aleatória das observações, ou seja, as ações. Portanto, identificamos a presença ou ausência de informação, cheias ou ações humanas. A informação sobre as ações humanas no território da BHRVez influencia, direta ou indiretamente, as ocorrências de cheias. Este é um dos critérios que permitiu categorizar as notícias. As variáveis independentes que entraram no modelo são politômicas, com escala de três ou mais fatores. Como variáveis tem-se: a distribuição (data) da IP, nome do jornal, época do ano (mês), localização da ocorrência, fator

Quadro 3

Testes de Omnibus de Coeficientes do Modelo.

		Qui-quadrado	gl	Sig.
Passo 1	Passo	680.592	28	0.000
	Bloco	680.592	28	0.000
	Modelo	680.592	28	0.000

Fonte: Elaboração a partir IP, 1900/2015: eBDRegister, 2018.

desencadeante, bens de primeira necessidade e edificado.

Iniciamos com a avaliação das fontes da IP e o mês do ano. Com o procedimento do modelo *Logit* mostramos (Quadro 1) que a introdução dos fatores aumenta a percentagem da classificação da variável ocorrência de cheias em cerca de 71.2%.

A estatística qui-quadrado dos resíduos com 665.15 valores e significativa para $p < 0.05$, informa que os coeficientes para as variáveis que não estão no modelo são significativamente diferentes de zero, ou seja, que a adição de mais variáveis ao modelo irá afetar significativamente a previsão dos fatores que influenciam as cheias (Quadro 2). No mesmo quadro mostramos que as ocorrências estão relacionadas significativamente com as variáveis/fatores que apresentaram $p < 0.05$. Cada contribuição está representada pelo *Score*. Pelo valor de prova, a confiança em vigiar o registo de cheias é mais influenciada pelo jornal *Semanário* comparativamente ao *Quinzenário*. Os jornais que mais contribuíram significativamente para os registos foram: *Notícias dos Arcos*, *Vanguarda* e a *Voz do Minho*.

A linha bloco, do Quadro 3, contém o teste da razão de verossimilhança para avaliar o efeito dos fatores na variável ocorrências, observando-se um efeito significativo, com valor $p = 0.00$, < 0.05 . O teste Omnibus de Coeficientes do modelo apresenta como hipóteses: H0 - as variáveis independentes não explicam a dependente; H1 - existe pelo menos uma das variáveis independentes que explica a dependente. Com valor $p = 0.00$ e um erro de $p < 0.01$, mostra que pelo menos uma das variáveis independente é relevante na interpretação das cheias.

Em comparação com o modelo binário, o *output* do multinomial permite obter as percentagens. Para cada variável representam-se os fatores inseridos no modelo logístico multinomial (Quadro 4). Este procedimento efetua-se por partes e para as diferentes variáveis, combinadas e em separado, conforme se explana nos diferentes quadros. No primeiro procedimento, verificamos que a maioria

Quadro 4

Resumo de processamento de casos.

Variáveis e fatores		N	Percentagem marginal (%)	
Ocorrências	Sim	970	28.80	
	Não	2401	71.200	
Distribuição	Jornal Semanário	2657	78.80	
	Jornal Quinzenal	714	21.20	
	Notícias dos Arcos	2280	67.60	
	O Arcoense	38	1.10	
	Alvorada do Vez	16	0.50	
	Regionalista	4	0.10	
	Concórdia	45	1.30	
	Jornal dos Arcos	12	0.40	
	O Povo da Barca	145	4.30	
	Notícias da Barca	3	0.10	
	Imprensa periódica	Vanguarda	385	11.40
		Alvorada	12	0.40
		Echos do Vez	1	0.00
		A Semana	4	0.10
		o Vez	15	0.40
		Noticioso	1	0.00
		O Realista	3	0.10
A Voz do Minho		191	5.70	
Notícias Arcuenses		216	6.40	
Mês		Janeiro	517	15.30
	Fevereiro	389	11.50	
	Março	307	9.10	
	Abril	275	8.20	
	Maio	181	5.40	
	Junho	172	5.10	
	Julho	93	2.80	
	Agosto	88	2.60	
	Setembro	278	8.20	
	Outubro	286	8.50	
	Novembro	325	9.60	
	Dezembro	460	13.60	
	Válido	3371	100.00	
Omisso	0			
Total	3371			
Subpopulação	99a			

Fonte: Elaboração a partir IP, 1900/2015: eBDRegister, 2018.

dos jornais da IP são semanários, 78.8% (Quadro 4). Os 17 jornais correspondem às 3386 entradas por eBDRegister. Os jornais que contribuíram com 95% da informação foram cinco: *Notícias dos Arcos*, *Vanguarda*, *O Povo da Barca*, *Notícias Arcuenses*, e *A Voz do Minho*. Destaca-se o *Notícias dos Arcos*,

Quadro 5

Sumarização do modelo.

Passo	Log da Verossimilhança -2	R ² Cox & Snell	R ² Nagelkerke
1	3365.440 ^a	0.183	0.262

^a. Estimação finalizada no número de iteração 20 porque o máximo de iterações foi atingido. Não é possível encontrar a solução final.

Fonte: Elaboração a partir IP, 1900/2015: eBDRegister, 2018.

Quadro 6

Resumo do processamento de casos para a variável localização.

Localização	N	Percentagem marginal (%)
Centroide do Concelho	524	15.60
Centroide da Freguesia	420	12.50
Aproximada (com base em descrições e morfologia)	197	5.80
Aproximada (com base em toponímia)	596	17.70
Exata (coordenadas)	1626	48.30
Sem Georreferenciação	6	0.20

Fonte: Elaboração a partir IP, 1900/2015: eBDRegister, 2018.

Quadro 7

Sumarização do modelo.

Passo	Log da Verossimilhança -2	R ² Cox & Snell	R ² Nagelkerke
1	3869.302 ^a	0.051	0.073

^a. Estimação finalizada no número de iteração 4 porque as estimativas de parâmetro mudaram foram alteradas para menos de 0.001.

Fonte: Elaboração a partir IP, 1900/2015: eBDRegister, 2018.

com 67% dos dados. Os três primeiros meses do ano civil (janeiro, fevereiro e março) mais os três últimos (outubro, novembro e dezembro) ocupam 67.6% das notícias, contra 32.4% para os restantes.

Existem diversas medidas de associação que limitam a análise do coeficiente de determinação R², o que devem ser interpretadas como uma variação aproximada (Pestana e Gameiro, 2014). Essas medidas são conhecidas como *pseudo* R² e quando os valores estão entre 0.2 e 0.4 denotam uma boa validação cruzada, tendo em conta os diversos fatores analisados. A estatística do R² Nagelkerke mostra que as variáveis explicativas, neste caso, as fontes de informação e meses do ano, permitem reduzir a incerteza quanto às ocorrências de cheias em 26.2%, daí que, introduzir mais fatores diminuiu a incerteza da informação da IP sobre as cheias.

Quanto à localização dos centroides das cheias,

prevaleceu a aproximada e a exata, com 71.8%, sendo que a exata ocupa 48.3% (Quadro 6). A localização no centroide do concelho torna-se redundante relativamente ao detalhe. A identificação da localização, pela estatística do R² Nagelkerke mostra que se permite reduzir a incerteza em 7.3%, considerando-se satisfatório (Quadro 7).

Conforme seria de esperar, a precipitação é o fator principal que desencadeia as cheias na BHRVez, contando com 59.10% da informação para a variável fenómeno e 61.90% para o tipo de fatores por eBDRegister (Quadro 8). O fator que mais prevalece é a cheia, com 39.8%. Acresce a contribuição sísmica em dias de cheia, com 0.1% -, embora haja a possibilidade de rotura das represas da água, raramente um sismo provoca fratura com rebentamento em represas. Tendo em conta estes registos, a estatística do R² Nagelkerke mostra que permite reduzir a incerteza em 51.6%, denotando-se uma boa validação (Quadro 9).

A variável bens de primeira necessidade foi estrategicamente registada para poder ser analisada. Identifica-se que 15.8% dos dados foram considerados como bens de primeira necessidade: água, alimentos, energia ou telefones, alojamento, vias de circulação, destacando-se, separadamente, as pontes (Quadro 10). No mesmo quadro, podemos verificar que, quanto às consequências no edificado, afetou 5.2% as habitações, 3.3% o comércio ou indústria, 9.5% as pontes e em 25.5% as restantes vias de circulação. Para este caso, tendo em conta os bens de primeira necessidade e o edificado, a estatística do R² Nagelkerke mostra (Quadro 11) que permite reduzir a incerteza em 8.3%.

2.2.2 Validação quantitativa pela aplicação do percentil e correlação de Pearson

Além da validação qualitativa das variáveis por eBDRegister, procedemos à validação quantitativa. Validámos os dados para a série comum (precipitação e caudal) de 31 anos: 1959/1990. Considerámos a data como sendo a chave da relação, para sobreposição entre os eventos de cheias da IP, da precipitação (*P*) e do caudal (*Q*). Os limiares da relação são dados diários com valores iguais ou superiores ao $P^{90} \geq 38.6$ mm e $Q^{90} \geq 43.5$ m³/s. Um evento pode perdurar mais que um dia, desde que seja contínuo³. O índice de validade de conteúdo da

³ Por questões de espaço não é apresentada o quadro com a relação dos eventos.

Quadro 8

Fatores desencadeante das cheias.

Variáveis e fatores		n	Porcentagem marginal (%)
Ocorrências	Sim	970	35.6
	Não	1755	64.4
	Não especificado	1110	40.7
Fenómeno	Chuvadas s/ vento	651	23.9
	Tempestades	895	32.8
	Neve	65	2.4
	Sismo	4	0.1
	Não especificado	1022	37.5
	Cheia	1085	39.8
	Inundação	88	3.2
Tipo	Precipitação	145	5.3
	Tempestade	309	11.3
	Outro	10	0.4
	Neve	64	2.3
	Sismo	2	0.1
	Válido	2725	100.0
Omisso	646		
Total	3371		
Subpopulação	25a		

Fonte: Elaboração a partir IP, 1900/2015: eBDRegister, 2018.

Quadro 9

Sumarização do modelo.

Passo	Log da Verossimilhança -2	R ² Cox & Snell	R ² Nagelkerke
1	2264.260 ^a	0.376	0.516

a. Estimação finalizada no número de iteração 20 porque o máximo de iterações foi atingido. Não é possível encontrar a solução final.

Fonte: Elaboração a partir IP, 1900/2015: eBDRegister, 2018.

IP foi bom ao representar 84.3%, estando de acordo com Fortin (2009). Os dados não validados, com 15.7%, não se explicam pelos limiares da P^{90} e/ou Q^{90} . No entanto, podem justificar-se pela falta de consequências efetivas ou pela forma como o jornalista as percecionou. Também, a correlação de Pearson entre IP, P^{90} e Q^{90} com coeficiente de correlação $r > 0.7$, considera-se boa e significativa para $p < 0.05$ (Quadro 12).

2.3. Centroides das cheias

O raio dos centroides das ocorrências ao rio mais próximo obteve-se pela escala natural de Jenks para a hierarquia de Strahler (1951) e a magnitude da rede de drenagem Shreve (1966) (Figura 3). Os

centroides das cheias com raio máximo de 635.9 m correspondem a 100% dos dados e com raio de 290.2 m, correspondem ao P^{90} . A distância média dos centroides ao rio mais próximo é de 112.09 m. Este valor ultrapassa os 100 m da linha de margem do rio. Os centroides de 100% das cheias ocupam 59.7 km² ($A = \pi r^2$), sendo cerca de 23% da BHRVez. A coroa circular apresenta um raio parcelar de 345.7 m, direcionado para o exterior a seguir ao raio 290.2 m. Assim, temos dois níveis de perigo para os centroides das cheias, o primeiro corresponde ao interior do círculo, com maior proximidade ao rio, e o segundo à coroa do círculo, mais afastado do rio.

É nas proximidades das margens do rio Vez, onde os cursos de água são de maior hierarquia e magnitude, que se identificaram 60% das ocorrências, nos afluentes, 21% e as restantes sem especificar o local, 19%. Os centroides das cheias estão mais concentrados nas margens do rio Vez da sede do concelho de Arcos de Valdevez [AV], ocupando as União das Freguesias Arcos de Valdevez (São Paio) e Guela, e São Salvador, Vila Fonche e Parada, com 236 (24%), seguidamente as freguesias de Couto, 37 (4%), Prozelo, 21 (2%), Ázere, 13 (1%) e Aguiã, 5 (0.5%).

2.4. Relação dos fatores e respetivos critérios

Procedemos à análise dos dados empíricos relacionando-os com a necessidade de implementar serviços de comunicação via SMS, seguindo os princípios da relação enumerados em Fortin (2009). Assim, certificamos o valor da proposta desta investigação sobre o serviço de alerta partilhado para comunicação do perigo por SMS, para a segurança dos cidadãos e dos bens. Trata-se de inovar, usufruindo das tecnologias digitais e dos sistemas de comunicação por telemóvel, onde o alerta é dirigido aos cidadãos que se encontram nas áreas dos centroides das cheias.

2.4.1. Sistema de alerta partilhado

O sistema de alerta partilhado visa a cooperação na comunicação de informações e respostas de alerta (EL-Khaled & Mcheick, 2019). O sistema de partilha protege a concorrência pelos organismos que detêm a informação e a livre escolha por parte dos cidadãos, evitando colocar em causa a lei da proteção dos dados pessoais. Nesta investigação propomos o envio

Quadro 10

Resumo de processamento de casos.

Variáveis e fatores		N	Porcentagem marginal (%)
Ocorrências	Sim	970	28.80
	Não	2400	71.20
Bens de primeira necessidade	Não especificado	2839	84.20
	Água	6	0.20
	Alimentos	20	0.60
	Energia ou telefones	173	5.10
	Alojamento	36	1.10
	Ponte ou via de circulação	296	8.80
	Não especificado	1470	43.60
	Habituação	174	5.20
	Comércio, indústria ou serviços	112	3.30
	Ponte ou pontilhão	321	9.50
Edificado	Moinho	28	0.80
	Outro	381	11.30
	Vários de todo o tipo	24	0.70
	Vias	860	25.50
	Válido	3370	100.00
Omisso	1		
Total	3371		
Subpopulação	27a		

Fonte: Elaboração a partir IP, 1900/2015: eBDRegister, 2018.

Quadro 11

Sumarização do modelo.

Passo	Log da Verossimilhança -2	R ² Cox & Snell	R ² Nagelkerke
1	3844.417 ^a	0.058	0.083

^a. Estimação finalizada no número de iteração 5 porque as estimativas de parâmetro mudaram foram alteradas para menos de 0.001.

Fonte: Elaboração a partir IP, 1900/2015: eBDRegister, 2018.

Quadro 12

Relação entre os eventos: IP, Q⁹⁰ e P⁹⁰.

Correlação de Pearson	Q ⁹⁰	P ⁹⁰
IP	0.774 (0.00)	0.692 (0.13)
Q ⁹⁰	--	0.863 (0.00)

**. A correlação é significativa no nível 0.01 (bilateral).

Fonte: Elaboração a partir IP, 1900/2015: eBD, 2018.

Fonte: Elaboração a partir da IP, 1959/1990: eBDRegister, 2018; SNIRH, 1959/1990.

de SMS via telemóvel: aos cidadãos identificados e aos aderentes do serviço de proteção contra cheias

(segurados), aos utilizadores assinantes dos principais jornais locais e ainda aos selecionados pela AT. O canal gera um SMS e faz a entrega direcionada através de um método dinâmico. Quando a mensagem é recebida por um dispositivo móvel, o mesmo dispositivo pode usar a mensagem de alerta para gerar uma segunda mensagem de alerta (Hammad & Carlson, 2019). Tendo em conta o contexto para a implementação do plano proposto (Figura 4), os serviços da IP, por serem locais, podem ser o primeiro organismo a efetuar o registo das cheias, identificando locais mais perigosos, assim como os cidadãos localizados nos centroides. As seguradoras e a AT recebem/acedem à informação que foi registada. Já com um nível de perigo classificado (baixo a elevado e à escala local) pelos serviços da IP, pela observação das consequências, aciona-se um aviso de alerta por SMS dirigido aos cidadãos identificados.

O sistema partilhado fornece uma solução que pode salvar vidas humanas em circunstâncias perigosas, além de contribuir para diminuir perdas ou danos nos bens. A iniciativa permite a notificação antecipada a moradores e comerciantes de uma área específica em perigo, nos dias de cheia (Goniewicz & Burkle, 2019; Phengsuwan, et al., 2019). Tendo já estes investigadores verificado a validade da notificação de cidadãos localizados em áreas específicas, é verdade que medir o perigo torna-se adequado para a respetiva notificação. A falta de consciência do risco de cheia por exemplo em habitantes junto ao rio às vezes é explicada pela falta de informação sobre o perigo ou pela invisibilidade da ameaça (Bunningham, Fielding, & Thrush, 2008). O procedimento deteta a diferença entre os sujeitos em perigo que são necessários contactar e aqueles que não há essa necessidade. Como as vias de circulação são das infraestruturas mais afetadas em dias de cheias, além do serviço SMS, os condutores em perigo podem receber, via digital, indicação para mudar da rota, através do sistema de navegação de emergência atualizado em tempo real.

2.4.1.1 Autoridade Tributária

O governo pode ser corresponsabilizado pela falta da aplicação de medidas preventivas que atenuem os riscos climático-meteorológicos, como as cheias. Delegar competências nos órgãos de que dele fazem parte, como a AT, é uma forma de controlo e de gestão das políticas públicas. Podem ainda,

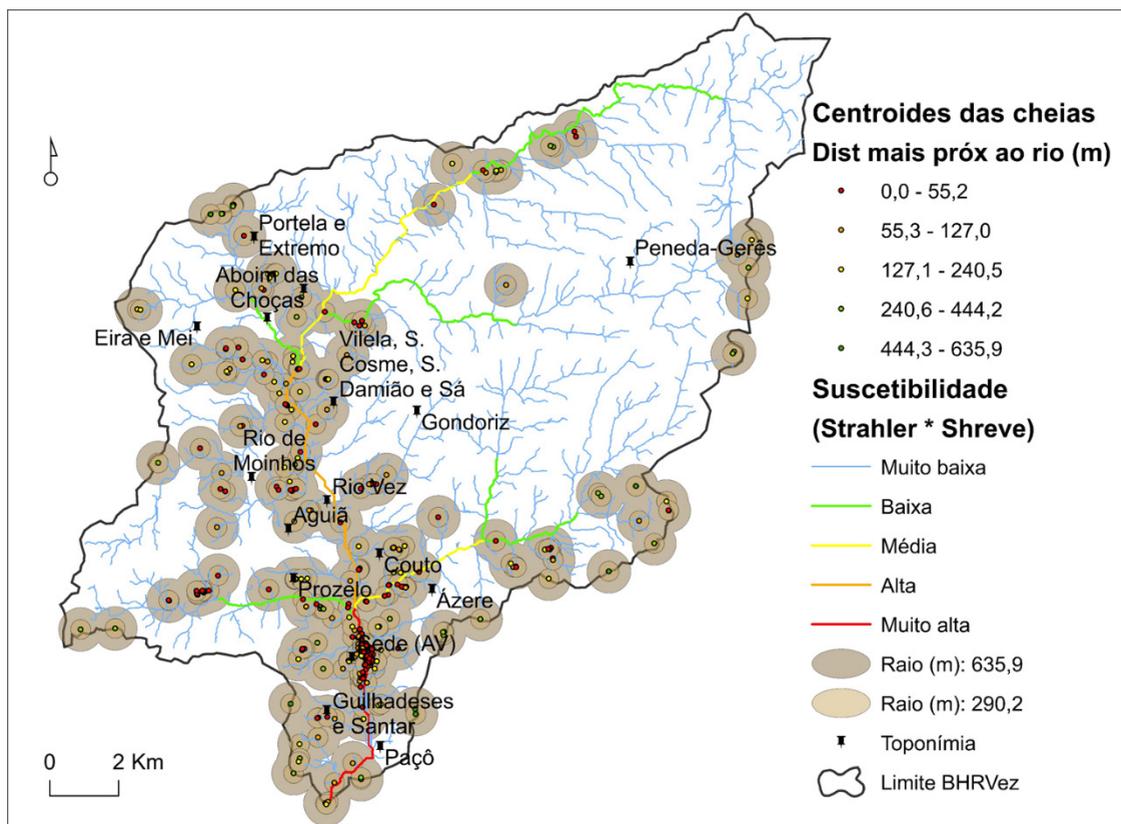


Figura 2

Raio de distância (dist.) máxima (máx) ao rio.

Fonte: Elaboração a partir da Carta Militar de Portugal, IGeoE, 1996, 1997, 2013; IP, 1900/2015: eBDRRegister, 2018.

transferir alguma responsabilidade pela gestão do perigo das cheias, ao incentivar os privados a adquirirem seguros e a adotarem medidas privadas de proteção (Thistlethwaite et al., 2018). As perdas de vidas humanas e/ou de bens podem contribuir para a evasão fiscal e os prejuízos económicos podem ser calculados, sem o fazer nesta investigação. Sabe-se que, em termos económicos e sociais, o valor do custo médio estimado por vítima mortal por acidente, tendo em conta a esperança média de vida, em Portugal, em 2008, era cerca de 624.8 mil euros, com tendência positiva nos anos seguintes (Donário & Santos, 2012). Igualmente, podem aumentar ainda mais os problemas demográficos no país. Baseando-nos no defendido por alguns autores (Cheng et al., 2019), o Estado tem regulamentação pois possui, além da legislação de taxas estabelecidas, os arquivos rigorosos com dados que lhe permite medir e avaliar cada situação. Caso haja essa necessidade, Hoopes et al. (2012) e Smith & Whitmore (2019) defendem que através dos impostos, o governo controla os

contribuintes, revertendo-se no imposto sobre o rendimento de pessoas singulares (IRS). Os contribuintes declaram o rendimento, as despesas e o seguro, anualmente no IRS. Estes fatores permitem identificar as características das necessidades dos sujeitos localizados nos centroides das cheias (Linnerooth-Bayer et al., 2018; Cheng et al., 2019; Smith & Whitmore, 2019).

2.4.1.2 Seguradoras

A expansão dos seguros contra o perigo das cheias, se feita adequadamente, torna-se benéfica para o bem-estar e interesse público (Born & Klein, 2019). Dentro das medidas empregues para fomentar a taxa de adesão ao seguro contra as cheias, uma delas é a inclusão de benefícios no IRS, podendo o serviço prestado de alerta incentivar os contribuintes à adesão, por se sentirem mais protegidos.

O seguro, como um dos vários instrumentos de financiamento do risco, fornece reembolso em troca do pagamento da apólice de tal forma que os

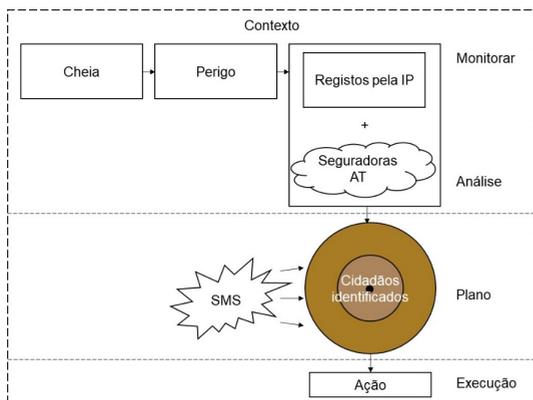


Figura 4

Protótipo para implantação do plano.

Fonte: Elaboração própria.

municípios, as empresas e as famílias possam recuperar dos danos causados por eventos extremos (Linnerooth-Bayer et al., 2018; Schäfer et al., 2018). O mercado atual do seguro contra os riscos das cheias possui várias limitações (Schäfer et al., 2018). As seguradoras têm de constituir reservas financeiras para fazer face às perdas quando os segurados acionam a apólice para indemnizações. Quando a informação é registada digitalmente, a extensão do dano pode ser avaliada, diminuindo a probabilidade de fraude por parte dos envolvidos (Scott, 2019). A captação de imagens e vídeos permite obter informações para as seguradoras e os segurados, podendo estes serem utilizados no processo indemnizatório da perda e no controlo dos valores tributados (Davis et al., 2019). Na diversidade de exemplos e utilidades da tipologia da informação que justifica os factos, a identificação do local torna-se essencial. O método do sistema recetor do Serviço de Posicionamento por Satélite (GPS) num dispositivo móvel circunscreve a latitude e a longitude exatas da localização do utilizador e/ou infraestruturas na planície de cheia, tendo como referência os 100 anos, e correlaciona a latitude/longitude para aplicar de taxa do seguro contra o perigo de cheia (Catalano & Paneque, 2019).

Os seguros constituem uma parte significativa da economia (Cheng et al., 2019). Incluir cláusulas para aumentar a subscrição da apólice é uma possibilidade (Born & Klein, 2019; Unterberger et al., 2019). As seguradoras detentoras dos dados dos segurados, nomeadamente, o contacto móvel, têm todo o interesse em fazer o aviso ao público-alvo, aos proprietários nesses locais e também aos

condutores que circulem nas vias dos centroides das cheias.

2.4.1.3 Imprensa

A IP possui os dados de registos dos cidadãos assinantes digitais. Para os aderentes e com a assinatura atualizada, é positiva a implementação de um serviço de comunicação via SMS para aviso e de alerta de eventos meteorológicos que requerem atenção por parte desta população-alvo localizada em áreas de perigo. Os utilizadores assinantes dos principais jornais regionais e locais podem ser contactados via SMS com informação dos perigos eminentes das ocorrências das cheias. O *Notícias dos Arcos* pode ser um dos pioneiros a prestar este serviço de alerta aos leitores assinantes, por ser o jornal que mais contribuiu para o registo local e documental das cheias.

2.4.2 Redes de comunicações móveis

De acordo com EL-Khaled e Mcheick (2019), as aplicações instaladas nos telemóveis com Internet, como as redes sociais, o Facebook e o Twitter, podem ser utilizados para coordenar as operações de auxílio. O SMS ajuda a localizar humanos em perigo. Os mapas, como os da Google Earth e OpenStreetMap, permitem compartilhar necessidades e fornecer informações atualizadas sobre os perigos das cheias.

A tecnologia da Internet em conjunto com o sistema de informações geográficas (GIS), hoje em situações de perigo, permite que as informações geoespaciais provenientes de múltiplas fontes sejam integradas em tempo real, acessíveis e consultadas de forma interativa (Bhatt & Karnatak, 2019). Geram informações precisas e rápidas de ação. As equipas de resposta de emergências coordenam a resposta de auxílio, caso necessário.

As operadoras de serviços de comunicação móvel precisam adotar as tecnologias que evitem redundância e reduzam o risco de falhas na rede durante eventos extremos, em que as suas infraestruturas são danificadas (EL-Khaled & Mcheick, 2019). Os investigadores defendem que para resolver o risco da falência do sistema de comunicação, deve-se construir em alguns locais estratégicos, torres de telecomunicações resilientes. Evitar ainda, o congestionamento da rede, aumentando os seus recursos, diversificar os meios de comunicação, reduzir os tempos de espera de chamadas e de som. O SMS é uma ferramenta que pode chegar ao seu

destino durante o congestionamento devido à baixa largura de banda necessária, possibilitando compartilhar a localização (EL-Khaled & Mcheick, 2019).

Na Polónia foram introduzidas novas leis que estabelecem a obrigação das empresas operadoras de redes móveis enviarem mensagens de texto a todos os clientes que estejam dentro da área onde há um sério risco de uma catástrofe (Goniewicz & Burkle, 2019). Segundo os investigadores, tais mensagens são na forma de um pequeno alerta, para serem enviadas apenas em situações extraordinárias, quando há uma ameaça imediata à saúde ou à vida.

A Autoridade Nacional das Comunicações (ANACOM) é a autoridade reguladora em Portugal das comunicações postais e eletrónicas. Nesse contexto, para proceder a alguma intervenção, precisa do histórico de dados registados. Até ao momento nenhum organismo ou estudo de investigação recolheu dados suficientes que caracterizam a realidade hidrológica, em termos de número de ocorrências, como se fez neste estudo para o caso da BHRVez. Este facto tem limitado o desenvolvimento de ações sustentáveis ligadas ao sistema de comunicação em caso de perigo. Assim sendo, um dos critérios para o SMS é **conhecer o histórico das áreas normalmente atingidas pelas cheias**.

3. Resultados

O modelo *Logit* mostra que a introdução dos fatores aumenta a percentagem de classificação da variável ocorrência da IP em cerca de 71.2%. A validade da informação recolhida da IP aumentou com a sobreposição dos dados diários de P^{90} e de Q^{90} , passando a 84.3%. Segundo o modelo *Logit*, a maioria dos jornais são semanários, 78.8%. Destaca-se o *Notícias dos Arcos*, com *Score* 305.843, significativo para valor $p < 0,05$, contribuindo com 67% dos dados. Em segundo lugar, o *Vanguarda* com *Score* 183.393, também significativo, ocupando 11.40%. Os seis meses com mais notícias foram: janeiro, fevereiro e março, outubro, novembro e dezembro. Estes seis ocupam 67.6% das notícias, contra 32.4% para os restantes meses.

Ao estarem identificados os locais, os centroides das ocorrências funcionam como uma medida de segurança. A ideia é que seja possível ativar um alerta SMS móvel, que informe quando um cidadão

ou um condutor se encontra dentro do raio de 635.9 m. Por enquanto, propõe-se testar na BHRVez esta novidade de serviço de comunicação por SMS. Um sistema eficiente de alerta permite preservar as comunidades populacionais, vidas humanas e infraestrutura (EL-Khaled & Mcheick, 2019). O aviso de alerta antecipado permite reduzir os riscos associados (Goniewicz & Burkle, 2019). É fundamental para salvar vidas humanas que um serviço de comunicação se torne robusto contra falhas. Para isso existe o papel partilhado e portátil que permite detetar a falha mais atempada e participá-la aos organismos em funções, como por exemplo ao SIRESP.

3.1 Confirmação dos centroides das cheias

A validação dos dados das cheias obtidos da IP em 84.3%, com $r > 0.7$ significativo, considera-se um bom resultado. Os valores de P^{90} e de Q^{90} explicam os centroides das ocorrências da IP para os dois raios de distância ao rio, com 635.2 m e 290.2 m. As construções a pouca distância de troços de rios são as primeiras a serem afetadas pelas cheias, consequentemente, são notícia. Na BHRVez, a densidade de edifícios, entre 1900 e 2011, aumentou 49.9%. As ocorrências das cheias também aumentaram aproximadamente o dobro, a partir de 1958, mais 34.2%. Admitimos uma associação dependente e positiva entre a construção de edifícios e as ocorrências, embora sem verificar a tendência linear do teste de Mantel Haenszel.

3.2 Aviso e alerta por SMS

A relação entre os principais conceitos estudados, cheias, aviso, alerta, partilha, comunicação, SMS, consequências (danos e/ou perdas), demonstra que é possível um serviço de comunicação partilhado, onde as operadoras das redes móveis devem garantir o bom funcionamento da rede juntamente com o SIRESP, enquanto o serviço de envio de SMS fica a cargo da IP, das seguradoras e da AT. Portanto, recomenda-se que a IP, as seguradoras e a AT fiquem encarregues do aviso e do alerta via SMS aos utilizadores localizados na área dos centroides das ocorrências da cheia. O utilizador é identificado por um ID e pelo nome, para ser validado no sistema de roteamento de mensagens. Pretende-se criar e aumentar a interoperabilidade

entre os sistemas de informação e a portabilidade, diminuir a fragmentação da mensagem, aumentar a qualidade dos dados, tornando os sistemas mais homogêneos com um mecanismo padronizado, minimizando erros, com informações demográficas de um determinado local, tais como: evento, nível do perigo, morada, local, e dia e hora (Allison & Marsico, 2006; Selvaraju, Ramani, & Valarmathy, 2019). Padronizar os termos e conceitos das mensagens vê-se como a resolução de uma lacuna no sistema, através da semântica e a sintaxe soluciona-se com um padrão codificado. Com este modelo de SMS, recomendamos que as composições textuais sejam utilizadas para alimentar um arquivo único e bem estruturado com dados dos eventos, incluindo o aviso e o alerta. Um modelo com nó de roteamento de envio de mensagens sobre episódios de cheias já foi patenteado (Allison & Marsico, 2006). A novidade da nossa proposta são os principais organismos fornecedores do SMS. Em termos de organismos fornecedores da IP, tendo em conta a quantidade de dados sobre cheias do jornal *Notícias dos Arcos*, e por estar mais próximo dos acontecimentos, este deverá ser escolhido e convidado como um dos pioneiros a fornecer o serviço de comunicação por SMS dos futuros eventos. Para implementar a tecnologia SMS nas três grandes organizações referidas há muito *software* de código aberto que pode atender ao sistema de *design* pretendido (Selvaraju, Ramani, & Valarmathy, 2019).

Para a gestão da informação sustentável, económico-financeira público-privada, com uma economia mais equitativa para os cidadãos, existem custos e benefícios. Neste estudo, como resultado dos esforços, propomos manter o equilíbrio através da aplicação de uma *Taxa alerta SMS* para utilizadores que se encontram nos raios delimitados dos centroides das cheias. O resultado da taxa é, em parte, controlado pela tributação da AT, fazendo parte dos contratos obrigatórios de adesão aos serviços. Portanto, o retorno económico e social nesta matéria pode ser medido conforme a Equação 2, adaptada da taxa para medir a exposição à regulação das seguradoras (Grace & Leverty, 2012). A *Taxa alerta SMS* e a aplicação da lei podem ser suportadas pela economia pública, e a *Taxa reguladora* pelas seguradoras e contribuintes segurados. Os benefícios fiscais são salvaguardados no IRS perante a AT.

Equação 2: Taxa alerta SMS = Σ adesão aos serviços \times Σ aplicação da lei

A média das ocorrências nos 116 anos e por mês é de 3.6, sendo o máximo observado para os meses de maior precipitação, entre outubro e março, no mês de dezembro com 4.5 (Quadro 13). O total das ocorrências médias por ano perfaz 45. A adesão aos serviços resulta em 4.34 € por ano e por cidadão. Por simulação, por exemplo, para a IP local da BHRVez, caso os habitantes localizados na área dos centroides das cheias aderissem todos ao serviço, a rentabilidade com *Taxa alerta SMS*, excederia os 28000 €/ano com o Imposto sobre o Valor acrescentado (IVA) [tendo como referência os valores da adesão aos serviços, a área afetada e o número de habitantes]. Ao atribuir a *Taxa alerta SMS*, a previsão dos investimentos económicos da responsabilidade do governo deve ser calculada tendo em conta a frequência média dos eventos do passado da IP e as ocorrências por mês, sem descorar a sua relação com os meses de maior precipitação. Só com dados recolhidos é que se tornou possível chegar a estes valores de previsão para a BHRVez.

A proposta de uma taxa por número de contribuinte assinante da IP e/ou segurado vê-se como uma possibilidade de gestão de recursos e de controlo pela AT. Conforme o já referido, os dados permitem o cruzamento da informação, e em caso de indemnizações por perdas, esta é mais justa e a fraude fica minimizada. A *Taxa alerta do SMS* pode ter um valor estimado médio igual ou superior à adesão ao serviço, nunca inferior para efeitos da sustentabilidade económica pública. O sistema de comunicação de alerta por SMS é usado como recurso das atividades básicas e essenciais para evitar consequências. O baixo custo do sistema de comunicação proposto, por exigir poucos recursos, pode ser facilmente implantado. Ao mesmo tempo, faz com que os cidadãos se sintam mais seguros pelo facto de estarem sinalizados pela IP, as seguradoras e a AT.

4. Discussão

Neste estudo o quadro conceptual permitiu recolher dados para fazer a ligação da IP com a distância dos centroides das ocorrências ao rio, os cidadãos, as seguradoras, a AT e a comunicação

Quadro 13

Estimativa da Taxa do alerta SMS.

	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Eventos [E] (n.º)	21	34	38	56	50	36	14	13	12	6	4	9
Ocorrências [O] (n.º)	80	120	170	155	134	101	26	24	63	13	20	64
Média = E/O (n.º)	4	4	5	3	3	3	2	2	5	2	5	7
Adesão aos serviços = [Média (n.º) * preço SMS em vigor (€)]	0.38	0.35	0.45	0.28	0.27	0.28	0.19	0.18	0.53	0.22	0.5	0.71
Aplicação da lei	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Taxa alerta SMS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

- Valores a estimar pelos organismos.

Fonte: Elaboração a partir da IP, 1900/2015: eBDRegister, 2018.

móvel. Na análise de eventos raros, a coleta de dados tem sido fonte de dificuldade (King & Zeng, 2001). Atendendo a que as ocorrências das cheias observadas na IP para a BHRVez se aproximaram da realidade hidrológica, existe uma relação entre estas e os limiares de P^{90} e de Q^{90} , o que leva a afirmar que a recolha desta informação permitiu confirmar que se pode resolver o problema de comunicação do alerta: Como? Quem? e A quem?

O trabalho da IP está comprovado neste estudo, pois as notícias referem as consequências das cheias. Os dados da IP não são possíveis de obter através das séries instrumentais, o que a valoriza ainda mais. Além do mais, a IP local para eventos locais regista e emite o aviso e o alerta via SMS mais rapidamente do que as seguradoras e/ou a AT, embora se recomende um sistema sincronizado. Para fornecer recompensas positivas pelas ações sociais da IP, os regulamentos podem incluir alterações no sentido de valorizar essa informação (Unterberger et al, 2019). As ações políticas podem ajudar e apoiar ações humanas destinadas a estimular a redução dos perigos nas infraestruturas públicas, com impacto notável monetário, rondando os 50% (Unterberger et al., 2019). Motivo que justifica um trabalho sistemático partilhado com a IP, a AT e as seguradoras, para poder reduzir as consequências.

Testar o modelo do sistema comunicação de alerta antecipado e partilhado, permite contabilizar as SMS enviadas, identificar os locais, os contribuintes, as datas e horários, além do nível do perigo devido aos eventos. Esta informação, com o tempo, permite ampliar a base de dados digital, sempre disponível, quando necessário.

Investigações anteriores já tinham estabelecido a existência das relações entre os fenómenos meteorológicos e os serviços de comunicação de aviso

e alerta. O modelo que propomos apresenta melhorias comparativamente ao implantado na Polónia (Goniewicz & Burkle, 2019), o defendido Phengsuwan, et al. (2019) ou o modelo IoT de Shah et al. (2018). Este último, com sensores a medir a água do rio e a enviar automaticamente mensagens móveis é insuficiente por diversos motivos - em termos hidrológicos e ao longo do tempo, por exemplo, as cheias podem ser identificadas em locais diversos, onde a colocação de equipamento tecnológico em todas as linhas de água se tornaria quase impossível e insustentável, além das informações não serem precisas quanto às consequências. Há mais fatores a considerar à escala local, como a litologia, localização e identificação das infraestruturas públicas e privadas por tipologia, habitantes e comerciantes. Além destes fatores, Shah et al. (2018) recomendam a necessária manutenção periódica para detetar falhas no equipamento instalado com os sensores. Todavia, as aplicações baseadas em sensores trazem outras vantagens, as de reunir vários tipos de dados de acordo com a configuração destes equipamentos. Portanto, não sendo de descorar a tecnologia por sensores, a nossa proposta torna-se mais fiável quando associada ao sistema de partilha entre os organismos para informar os cidadãos identificados, com dados obtidos pela observação humana. Apresenta-se como um sistema de notificação, baseado especificamente no SMS por partilha. Os conceitos utilizados neste estudo permitiram explicar como a partilha se pode efetuar. Phengsuwan, et al. (2019) apontou o benefício da IP, como um potencial mecanismo de aviso e alerta, mas não explicou como o processo se poderia organizar. Outra diferença é que apenas os cidadãos identificados nos centroides das cheias recebem o SMS e não toda a população. Além de estarem envolvidas,

indiretamente, as operadoras das comunicações móveis, estão organismos selecionados, privados e do governo que partilham os dados, certificando o aviso de alerta a cidadãos selecionados.

Conclusões

A fonte documental da IP foi validada em termos qualitativos e quantitativos, pela combinação de variáveis e respetivos fatores, através do modelo *Logit* com a análise do R^2 Nagelkerke, e pelo percentil. Essencialmente, foram as diversas fontes da IP, os meses do ano e os fatores atmosféricos que mais explicaram a informação documental sobre as cheias. As consequências manifestaram-se na afetação dos bens de primeira necessidade e do edificado. As vias de circulação foram as mais afetadas, com 850 ocorrências. As ocorrências aumentaram em 34.2% entre a primeira metade do período estudado, com 32.9% e a restante metade, com 67.1%.

Este estudo permitiu demonstrar que sem dados não se podem ter estudos fiáveis, problema este, que se tem vindo arrastar, limitando a implantação de ações humanas que contribuam para a inovação digital social e para a sustentabilidade económica. A recolha de grande quantidade de dados de eventos raros permitiu utilizar uma diversidade de variáveis e respetivos fatores explicativos. Esta situação observa-se neste estudo, que inclui as cheias e as ações humanas, permitindo avaliar a IP e chegar a conclusões mais próximas da realidade hidrológica. Com os mais dados recolhidos e com a implementação da proposta podemos evitar muitas das consequências, como a perda de vidas humanas, devidas aos riscos ligados ao clima. A quantidade de dados recolhidos por eBDRegister é um dos principais resultados que permitiu identificar e criar necessidades de garantia quer para os cidadãos, quer para o Governo e organismos privados (IP e seguradoras). Assim, exploramos como poderá a partilha de informação via SMS sobre o nível do perigo, salvar humanos e evitar prejuízos económicos, além de permitir reunir de forma automática informação digital em base de dados.

Como qualquer nova proposta, há preocupações levantadas às suas limitações: uma delas é a necessidade de implantar o sistema de comunicação por SMS, garantindo o compromisso e a concordância das partes envolvidas, incluindo a sua coordenação.

A segunda limitação é a definição e a aplicação da taxa efetiva aos utilizadores aderentes ao sistema de proteção contra as cheias, incluindo um plano de comunicação e de educação para a autoproteção. Estas questões estão dependentes das decisões ao nível da Administração Pública, onde terão de ser discutidas e legisladas, relacionar o clima e incorporar as deliberações. Falta ainda, recolher dados do histórico das ocorrências nos restantes concelhos do país, para a validade externa das variáveis, incluindo a implantação da proposta a nível nacional, adaptando a proposta às diferentes realidades locais.

A segurança de pessoas e de bens contra os fenómenos climáticos é melhorada, o sistema de comunicação por SMS é verificado e partilhado pela IP, seguradoras e AT. Os cidadãos localizados nos centroides das cheias recebem o aviso a alertar para o perigo. A IP para eventos locais tem um papel primordial relativamente às seguradoras e à AT, uma vez que a nível nacional e regional nem todos os eventos podem ser previstos e exige a necessidade de estar próximo em dias de cheia, para obter a informação o mais real possível. A proposta, em nada invalida os sistemas de alerta em algumas bacias hidrográficas nacionais, para que as autoridades possam agir em conformidade em função das suas competências. O serviço por SMS pode ser alargado a todos eventos perigosos relacionados com os fatores do clima. Perante eventos aleatórios relacionados com o clima, garantir o aviso de alerta do perigo, e a reposição dos bens afetados em tempo útil, exige um sistema de comunicação móvel eficaz, dirigido a cidadãos sinalizados. As consequências das cheias podem colocar em causa os bens de primeira necessidade: habitação, circulação, energia elétrica, água ou mesmo as comunicações móveis. Neste sentido, é urgente a aplicação do serviço proposto e a afetação da legislação para melhorar o futuro do ser humano contra as cheias.

Agradecimentos

Um agradecimento especial ao Professor Doutor Jorge Trindade por me ter orientado no doutoramento, concluído a 18 dezembro de 2018, e pelo incentivo em realizar este trabalho que procura minimizar o perigo do impacto das cheias. O trabalho passou em dois das três fases do concurso português: Call for Papers - Telecomunicações e Digitalização (2019), do

Gabinete de Estratégia e Estudos do Ministério da Economia, após revisão (GEE). Agradeço ainda, ao Instituto de Geografia e Ordenamento do Território (IGOT), em especial ao Centro de Estudos Geográficos (CEG) da Universidade de Lisboa, pela disponibilização do Software: ESRI - ArcGIS Spatial Analyst 10.x for Desktop Advanced Student Trial e IBM - SPSS.

Bibliografia

- Allison, R. L., & Marsico, P. J. (2006). *U.S. Patent No. 7,145,875*. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office. <https://patents.google.com/patent/US7145875B2/en>
- Bahga, A., & Madiseti, V. (2014). *Internet of Things: A hands-on approach*. Atlanta: VPT/Create Space Inc.
- Bayliss, A. C., & Reed, D. W. (2001). *The use of historical data in flood frequency estimation*. Wallingford, UK: Centre for Ecology and Hydrology (NERC).
- Bellu, A., Fernandes, L. F. S., Cortes, R. M., & Pacheco, F. A. (2016). A framework model for the dimensioning and allocation of a detention basin system: The case of a flood-prone mountainous watershed. *Journal of Hydrology*, 533, 567-580. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2015.12.043>
- Belmonte, A. M. C., & Bescós, A. (2004). La creciente ocupación antrópica del espacio inundable y el aumento de la vulnerabilidad en las poblaciones del bajo Arga (Navarra). *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 37, 101-118. <http://roderic.uv.es/handle/10550/39758>
- Bhatt, C. M., & Karnatak, H. C. (2019). Geoweb services and open online data repositories for North West Himalayas studies including disaster monitoring and mitigation. In R. Navalgund, A. Kumar, & S. Nandy (Eds.), *Remote Sensing of Northwest Himalayan Ecosystems* (pp. 501-536). Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-13-2128-3_23
- Bittencourt, H. R. (2003). Regressão logística politômica: revisão teórica e aplicações. *Acta Scientiae*, 5(1), 77-86. <http://www.periodicos.ulbra.br/index.php/acta/article/view/146/136>
- Boorstin, D. J. (1971). From news-gathering to news-making: A flood of pseudo-events. *The process and effects of mass communication*, 11650. <http://www.irfanerdogan.com/dergiweb2008/24/14.pdf>
- Born, P., & Klein, R. W. (2019, February 8). Privatizing flood Insurance in the United States: Options, Challenges, and Pitfalls. *Challenges, and Pitfalls*. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3337700>
- Bosompra, K. (1989). African news in the world press: A comparative content analysis of a North and a South newspaper. *Africa Media Review*, 3(3), 58-69.
- Boudou, M., Danière, B., & Lang, M. (2016). Assessing changes on urban flood vulnerability through mapping land use from historical information. *Hydrology and Earth System Sciences*, 12, 161-173. <http://dx.doi.org/http://dx.doi.10.5194/hess-20-161-2016>
- Burningham, K., Fielding, J., & Thrush, D. (2008). 'It'll never happen to me': understanding public awareness of local flood risk. *Disasters*, 32(2), 216-238.
- Catalano, B. P., & Paneque, L. (2019). U.S. Patent Application No. 16/043,061. <https://patents.google.com/patent/US10210577B1/en>
- Cheng, J., Chow, T., Lin, T. T., & Ng, J. (2019). *The effect of SSAP 101 on loss provisioning by property-casualty insurers*. https://ink.library.smu.edu.sg/soa_research/1791
- Davis, T. J., Engelhorn, A., & Kornelis, C. S. (2019). *U.S. Patent Application No. 10/210,577*. <https://patents.google.com/patent/US10210577B1/en>
- Direção Geral do Território [DGT]. (2006). *Regiões hidrográficas portuguesas*. <http://mapas.dgterritorio.pt>. Regiões Hidrográficas do INAG em 2006, Hayford Gauss Datum Lisboa Militar (EPSG: 20790).
- Direção Geral do Território [DGT]. (2017). *Carta Administrativa Oficial de Portugal (CAOP)*.
- Donário, A. A., & dos Santos, R. B. (2012). Custo económico e social dos acidentes de viação em Portugal. *económica*, 500, 6.
- eBDRegister. (2018). *Eventos em base de dados para a BHRVez entre 1900/2015*. Hayford Gauss Datum Lisboa Militar: Imprensa periódica regional. Obra autónoma.
- EL-Khaled, Z., & Mcheick, H. (2019). Case studies of communications systems during harsh environments: A review of approaches, weaknesses, and limitations to improve quality of service. *International Journal of Distributed Sensor Networks*, 15(2), 1550147719829960. <https://doi.org/10.1177/1550147719829960>
- Eschenfelder, K. R., Shankar, K., Williams, R. D., Salo, D., Zhang, M., & Langham, A. (2019). A nine dimensional framework for digital cultural heritage organizational sustainability: A content analysis of the LIS literature (2000-2015). *Online Information Review*, 43(2), 182-196. <https://doi.org/10.1108/OIR-11-2017-0318>
- Fortin, M.-F. (2009). *Fundamentos e etapas do processo de investigação*. Lusodidacta.
- Freitas, L. R., Martins Filho, S., & Júnior, J. I. R. (2013). Comparação das funções de ligação logit e probit em regressão binária considerando diferentes tamanhos amostrais. *Enciclopédia Biosfera*.
- Gasher, M., Hayes, M., Hackett, R., Gutstein, D., Ross, I., & Dunn, J. (2007). Spreading the news: social determinants of health reportage in Canadian daily

- newspapers. *Canadian journal of communication*, 32(3/4), 557. <https://doi.org/10.22230/cjc.2007v32n3a1724>
- Goncalves, M. G. S. (2018). *As cheias na bacia hidrográfica do rio Vez durante os séculos XX e XXI e a sustentabilidade* (Tese de Doutoramento). Universidade Aberta. <https://repositorioaberto.uab.pt/handle/10400.2/7981>
- Goniewicz, K., & Burkle, F. M. (2019). Disaster early warning systems: the potential role and limitations of emerging text and data messaging mitigation capabilities. *Disaster medicine and public health preparedness*, 1-4. <https://doi.org/10.1017/dmp.2018.171>
- Hammad, A., & Carlson, M. (2019). *U.S. Patent Application No. 16/232,706*. <https://patents.google.com/patent/US20190130400A1/en>
- Henstra, D., Minano, A., & Thistlethwaite, J. (2019). Communicating disaster risk? An evaluation of the availability and quality of flood maps. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 19(1), 313-323. <https://doi.org/10.5194/nhess-19-313-2019>
- Hoopes, J. L., Mescall, D., & Pittman, J. A. (2012). Do IRS audits deter corporate tax avoidance?. *The accounting review*, 87(5), 1603-1639. <https://doi.org/10.2308/accr-50187>
- Instituto Geográfico do Exército [IGeoE]. (1996, 1997). *Carta Militar de Portugal*. Folhas: 3, 4, 8, 9, 16, 16, 28 e 29. www.igeoe.pt. Escala 1:25 000.
- Instituto Nacional de Estatística [INE]. (1900-2011). *Recenseamento da população e habitação*.
- King, G., & Zeng, L. (2001). Logistic regression in rare events data. *Political analysis*, 9(2), 137-163. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.pan.a004868>
- Linnerooth-Bayer, J., Surminski, S., Bouwer, L. M., Noy, I., & Mechler, R. (2018). Insurance as a response to loss and damage?. In *Loss and Damage from Climate Change* (pp. 483-512). Springer, Cham. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-72026-5>
- Lo-Shi-Wei., Wu, Jyh-Horng, Lin, Fang-Pang, & Hsu, Ching-Han (2015). Cyber surveillance for flood disasters. *Sensors*, 15(2), 2369-2387. <https://doi.org/10.3390/s150202369>
- Lourenço, L., & Almeida, A. (2018). Alguns conceitos à luz da teoria do risco. In L. Lourenço, & A. Amado (Coords.), *Riscos e crises: da teoria à plena manifestação* (pp. 17-77). Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra. https://doi.org/10.14195/978-989-26-1697-1_1
- Marin-Perez, R., García-Pintado, J., & Gómez, A. S. (2012). A real-time measurement system for long-life flood monitoring and warning applications. *Sensors*, 12(4), 4213-4236. <https://doi.org/10.3390/s120404213>
- Mendes, J. M., Tavares, A. O., Cunha, L., & Freiria, S. (2011). A vulnerabilidade social aos perigos naturais e tecnológicos em Portugal. *Revista Crítica de Ciências Sociais*, (93), 95-128. <https://doi.org/10.4000/rccs.90>
- Moreno, C., Aquino, R., Ibarreche, J., Pérez, I., Castellanos, E., Álvarez, E., ... & Edwards, R. (2019). RiverCore: IoT device for river water level monitoring over cellular communications. *Sensors*, 19(1), 127. <https://doi.org/10.3390/s19010127>
- Pestana, M. H., & Gameiro, J. N. (2014). *Análise de dados para ciências sociais. A complementaridade do Spss*. Edições Sílabo.
- Phengsuwan, J., Shah, T., James, P., Thakker, D., Barr, S., & Ranjan, R. (2019). Ontology-based discovery of time-series data sources for landslide early warning system. *Computing*, 1-19. <https://doi.org/10.1007/s00607-019-00730-7>
- Ramachandran, V., Gelb, A., & Buehler, M. R. (2019). Service performance guarantees for public utilities and beyond. <http://hdl.handle.net/10986/31201>
- Ramos, C. (1987). A influência das situações anticiclónicas no regime da precipitação em Portugal. *Finisterra*, XXII(43), 5-38.
- Ramos-Pereira, A., & Ramos, C. (1998). Avaliação da diversidade biofísica do território (base administrativa). *Inforgeo*, (1213), 47-55.
- Rilo, A., Freire, P., Santos, P., Tavares, A., & Sá, L. (2015). Historical flood events in the Tagus estuary: contribution to risk assessment and management tools. In L. Podofillini at al. (Eds.), *Safety and reliability of complex engineered systems, natural hazards*. (pp. 4281-4286). London: CRC Press, Taylor and Francis Group. http://www.lnec.pt/fotos/editor2/dha/DHA%20PDFs/534_rilo_et_al_2015_historical_flood_events_esrel.pdf
- Schäfer, L., Warner, K., & Kreft, S. (2018). Exploring and managing adaptation frontiers with climate risk insurance. In M. Reinhard, L. Bouwer, J. Linnerooth-Bayer, T. Schinko, & S. Surmiski (Eds.), *Loss and Damage from Climate Change* (pp. 317-341). Basel: Springer, Cham. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-72026-5>
- Scott, J. B. (2019). *U.S. Patent Application No. 16/194,905*. <https://patents.google.com/patent/US20190087909A1/en>
- Selvaraju, S., Ramani, R., & Valarmathy, S. (2019). Flash flood measurement and early warning system to remote perilous locations based on global system for mobile and embedded system. *Journal of Computational and Theoretical Nanoscience*, 16(2), 621-626. <https://doi.org/10.1166/jctn.2019.7780>
- Shah, W. M., Arif, F., Shahrin, A. A., & Hassan, A. (2018). The implementation of an IoT-based flood alert system. *International journal of advanced computer science and applications*, 9(11), 620-623. <https://pdfs.semanticscholar.org>

- org/77e6/1942964a03e33f7bb5304ae750bed8ed01d3.pdf
- Shreve, R. L. (1966). Statistical law of stream numbers. *Journal of Geology*, 74, 17- 37. <https://doi.org/10.1086/627137>.
- Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos [SNIRH]. (1959/1990). *Dados sintetizados*. Agência Portuguesa do Ambiente. <http://snirh.apambiente.pt>
- Smith, V. K., & Whitmore, B. (2019). Amenities, risk, and flood insurance reform (No. w25580). *National Bureau of Economic Research*. <https://doi.org/10.3386/w25580>.
- Strahler, A. N. (1953). Hypsometric (area-altitude) analysis and erosional topography, *Geological Society of America Bulletin*, 63, 1117-1142. [https://doi.org/10.1130/0016-7606\(1952\)63\[1117:HAAOET\]2.O.C.O;2](https://doi.org/10.1130/0016-7606(1952)63[1117:HAAOET]2.O.C.O;2)
- Strahler, A. N. (1957). Quantitative analysis of watershed geomorphology. *Eos, Transactions American Geophysical Union*, 38(6), 913-920.
- Theofilatos, A., Yannis, G., Kopelias, P., & Papadimitriou, F. (2016). Predicting road accidents: a rare-events modeling approach. *Transportation research procedia*, 14, 3399-3405. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2016.05.293>
- Thistlethwaite, J., Henstra, D., Brown, C., & Scott, D. (2018). How flood experience and risk perception influences protective actions and behaviours among Canadian homeowners. *Environmental management*, 61(2), 197-208. <https://doi.org/10.1007/s00267-017-0969-2>
- Turconi, L, Nigrelli, Guido & Conte, R. (2014). Historical datum as a basis for a new GIS application to support civil protection services in NW Italy. *Computers & Geosciences*, 66, 13-19. <https://doi.org/10.1016/j.cageo.2013.12.008>
- Unterberger, C., Hudson, P., Botzen, W. W., Schroeer, K., & Steininger, K. W. (2019). Future public sector flood risk and risk sharing arrangements: an assessment for Austria. *Ecological Economics*, 156, 153-163. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2018.09.019>