

Apólice de seguro contra cheias para a sustentabilidade dos investimentos Flooding insurance policy for investment sustainability

Glória Gonçalves

Centro de Estudos Geográficos da Universidade de Lisboa; Estudante de Pós-graduação em Estatística Computacional e Análise de Dados - Faculdade de Ciências da Universidade do Porto
goncalves.gloria@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-3627-5404>

Artigo recebido a 15 de janeiro de 2020 e aprovado a 29 de novembro de 2020

Resumo

A localização das cheias, a tipologia das consequências, a responsabilidade das seguradoras e a confiança dos cidadãos, induzem ao debate sobre as políticas para os investimentos sustentáveis. A interpretação dos factos é justificada com dados da imprensa periódica, entre 1900 e 2015 e com uma aproximação à realidade testada em 84,3%, para a Bacia Hidrográfica do rio Vez. A inovação desta investigação tem a ver com a atribuição do valor da apólice do seguro, tendo em conta a distância entre o centroide do elemento exposto e o curso do rio mais próximo, nos meses mais chuvosos. A metodologia permite ainda avaliar e reajustar, ao longo do tempo, os efeitos dos fatores e das políticas sobre o valor das propriedades e/ou dos imóveis. Estes fatores contribuem para a poupança dos investimentos públicos, das seguradoras e dos segurados. Propõe-se um reajuste da apólice do seguro contra as cheias. Com a metodologia, pode ser atribuído um valor da apólice mais justo para as partes interessadas, readaptando-o à sustentabilidade hidrológica e dos investimentos.

Palavras-chave: Rio Vez, riscos hidrológicos, cheias, consequências, apólice de seguro.

Abstract

Flooding location, its consequences as well as insurers responsibility and citizens' trust, lead to a debate on policies for sustainable investments. The facts' interpretation is supported by periodical press data from 1900 to 2015 with a tested 84.3% approximation to reality concerning the Hydrographic Basin of the river Vez. This research's innovation as to do with the value of the insurance policy, taking into account the distance between the point of the exposed element and the nearest river course in the rainiest months. The methodology allows yet to evaluate and readjust, throughout time, the effects of the factors and the policies on property value and/or real estate. These factors contribute to public investments savings, both of insurers and insured. A readjustment to insurance policy's membership rate is proposed. With this methodology a fairer insurance policy's value can be offered to the interested parties, adapting it to hydrological and investment sustainability.

Keywords: Rio Vez, hydrological risks; floods, consequences, insurance policy.

1. Introdução

Uma cheia representa o valor de caudal que dá origem ao transbordamento do leito normal, provocando a inundação em áreas normalmente não ocupadas por água (Ramos, 2013). A oferta da apólice contra as cheias, enquanto processo perigoso, tem sido um entrave para os segurados e enquanto não for revista, a situação irá persistir. A preocupação das seguradoras é a de que a perda de seguro influencie os lucros (Zhang, Su, Ke, & Chen, 2018). Este facto justifica-se devido a uma lacuna: a quantidade

de dados empíricos que as investigações apresentam para justificar os factos. A partir do momento em que exista uma investigação dos prejuízos com dados rigorosos e exatos é oportuno rever a apólice para um valor mais justo à vista das partes interessadas.

O aumento na adesão ao seguro contra cheias diminui o valor do capital em perigo, nomeadamente das propriedades, empreendimentos e imóveis (Koning, Filatova, & Bin 2019). Com isso concede-se segurança para a economia e para a vida das pessoas, por equilibrar o risco financeiro (Ghorbani & Farzai, 2018). Esse risco relaciona-se com o efeito da proximidade

dade com a água que, por sua vez, influencia o preço das propriedades (Cohen, Danko, & Yang, 2019). Parte-se da premissa que o capital em perigo varia com a frequência das cheias, exigindo mecanismos económicos que estabilizem os factos ligados à dinâmica dos eventos (Koning et al., 2019). Tendo em conta a cada vez maior frequência das cheias, devido às alterações climáticas e suas consequências, bem como aos erros de ordenamento do território, propõe-se rever o valor da apólice e os fatores de risco a contemplar (Pralle, 2019). Para que o seguro cumpra essas funções com sucesso, o preço da política e as opções da apólice devem ser baseadas em informações precisas das evidências (Rumson & Hallett, 2019). Ao existirem dados sobre o histórico das ocorrências de cheias, isso permite que as seguradoras reavaliem as classificações do processo perigoso (Koning et al., 2019; Rumson & Hallett, 2019; Zêzere et al., 2014). As fontes da imprensa periódica (IP) são vistas como essenciais para as seguradoras reavaliarem a apólice do seguro (Grosso, Dias, Costa, Santos, & Garrett, 2015) por conterem os dados sobre as consequências. A prevenção e a transferência do risco através de instrumentos financeiros, como os seguros é uma forma de minimizar as perdas (Tsai & Chen, 2011).

A partir desta investigação, as seguradoras têm à sua disposição dados que permitem reavaliar o valor da apólice do seguro contra as cheias por aproximação à realidade hidrológica local, tomando como referência dois fatores principais: a distância entre o centroide que identifica o elemento exposto com a linha de água mais próxima e o número de meses do ano mais propensos a cheias. Pretende-se explorar a associação entre os dados da frequência das cheias, a distância à rede hidrográfica e os meses do ano mais chuvosos para demonstrar que o valor da apólice de seguro pode ser reajustado. Pode afirmar-se que os seguros contra as cheias, ao serem calculados pela incorporação dos fatores referidos, contribuem para a sustentabilidade hidrológica e dos investimentos; existe uma distância máxima e/ou recomendada baseada nos centroides de cheia, conforme a localização do elemento no território, sendo assim, mais recomendável e mais equitativa do que a apólice atual. Assim, trata-se de examinar ou verificar a relação entre os centroides das cheias, a distância destes ao rio e o período do ano mais chuvoso, para sustentar a necessidade da reformulação da apólice, de forma a que esta manifeste a confiança das partes

pela sua viabilidade e aplicabilidade do método, prevenindo-se mais adesão de segurados. As ações políticas permitem uma poupança pública com o aumento da responsabilidade privada, sendo as seguradoras as mediadoras de todo o processo.

2. Material e métodos

2.1. A Bacia Hidrográfica do rio Vez

A Bacia Hidrográfica do rio Vez (BHRVez), é a que, em território nacional, apresenta mais dados recolhidos sobre a ocorrência das cheias, logo a que detém uma aproximação mais exata da realidade hidrológica local (Gonçalves, 2018). Todo o território cobre 263 km², como mostrado na Figura 1. A bacia localiza-se no noroeste português e ocupa parte dos concelhos de Monção, Melgaço, Ponte de Lima, Ponte da Barca, Paredes de Coura e Arcos de Valdevez. Com 94% da área integrada no concelho de Arcos de Valdevez, agrega, na totalidade ou parcialmente, 41 uniões de freguesias/freguesias (Direção Geral do Território [DGT], 2017). As que se localizam junto ao canal principal do rio Vez ocupam 107 km² (Figura 1). Localizada no setor de jusante do rio Vez, a sede do concelho de Arcos de Valdevez e centro económico local, integra duas uniões de freguesias com 10 km²: Arcos de Valdevez - São Paio e Giela; e Arcos de Valdez - São Salvador, Vila Fonche e Parada. Mais afastado do centro fica parte do Parque Nacional da Peneda-Gerês.

A BHRVez contempla 1000.3 km de extensão de linhas de água (IGeoE, 1996, 1997), com 576.9 km classificados segundo a hierarquia de Strahler (1953, 1957), onde o comprimento do curso do rio mais longo tem 41.4 km. Exibe uma altitude média de 525.6 m (Instituto Geográfico do Exército [IGeoE], 1996, 1997), sendo a Serra da Peneda, o ponto do relevo mais alto com 1410 m e o mais baixo nas proximidades do troço da planície do rio Vez, com 23 m (IGeoE, 1996, 1997). O relevo é montanhoso, com declive médio do canal principal de 33.9 m/km (Bellu, Fernandes, Cortes, & Pacheco, 2016). O rio Vez e os afluentes principais são perenes, sendo as restantes linhas de água intermitentes e algumas efémeras. A litologia caracteriza-se por granitos hercínicos, 90.3% de duas micas e com características de permeabilidade reduzida (Moreia & Simões, 1998).



Figura 1
Área de estudo.
Fonte: Elaboração a partir da Carta Militar de Portugal, Instituto Geográfico do Exército [IGeoE], 1996, 1997).

Em termos demográficos, a bacia apresenta uma densidade média de 55.6 habitantes/km² (Instituto Nacional de Estatística [INE], 2011). Junto ao canal principal do rio Vez a densidade demográfica apresenta valores máximos na sede de concelho: 312 habitantes/km² em Arcos de Valdevez (São Paio e Gela) e 450 habitantes/km² em Arcos de Valdevez (São Salvador, Vila Fonche e Parada; Quadro 1) [INE, 2011].

Quadro 1	
Principais dados demográficos	
Localização	Densidade média (habitantes/km ²)
BHRVez	55.6
Arcos de Valdevez - São Paio e Gela	312.0
Arcos de Valdevez - São Salvador, Vila Fonche e Parada	450.0
Fonte: Elaboração a partir do INE, 2011.	

Esta bacia hidrográfica não tem barragens em todo o seu percurso, mas tem alguns açudes. De 1900 a 2011, a ocupação por edifícios aumentou 49.9%, em 1900 com 22.0 edifícios/km² e em 2011, com 42.5 (Quadro 2) [INE, 1900/2011].

Quadro 2	
Evolução do edificado	
Ano	Densidade do edificado (edifícios/km ²)
1900	22.0
2011	42.5
Fonte: Elaboração a partir do INE, 2011.	

A taxa de crescimento anual de edifícios superior a um, foi máxima entre 1981/1991, ocupando 28 das uniões de freguesias/freguesias onde a densidade de habitações servidas com sistema de abastecimento de água e esgotos é superior a 87 habitações/km² (com valor máximo 172 habitações servidas/km²), acompanhadas pela evolução do crescimento do edificado e da necessidade de infraestruturas de apoio, como a rede viária (INE, 2011).

2.2. Principais fatores que desencadeiam as cheias

A precipitação é um dos fatores naturais que desencadeia as cheias, ao aumentar o caudal nas linhas de água. Portanto, para estudar a precipitação na BHRVez consideraram-se os valores diários superiores a 1 mm (Hipólito & Vaz, 2013), da estação udográfica de Casal Soeiro pertencente ao Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos ([SNIRH], 1959/1990). O valor médio diário correspondeu a 17.0 mm, e o máximo a 168.5 mm, sendo este último registado no dia 30/03/1962 (Quadro 3). Os valores médios mensais diários máximos corresponderam aos meses de dezembro-fevereiro, com 9.0 mm, seguindo os meses de outubro-novembro, com 7.0 mm e março com 6.0 mm, sendo que nos restantes meses os valores foram inferiores. Pelo percentil 90 (P 90) o limiar mínimo de precipitação que afeta o caudal de cheia (Q) resultou em 38.6 mm, correspondendo a quase o dobro do valor médio diário (Gonçalves, 2018).

Sendo o caudal afetado pela quantidade da precipitação, estudou-se também aquela variável. Os dados obtiveram-se da estação hidrométrica de Pontilhão de Celeiros (SNIRH, 1959/1990). O valor médio diário do caudal para valores superiores a zero foi 15.0 m³/s. O valor máximo de caudal foi de 1100.0 m³/s, registado no dia 18/01/1968, observado

Quadro 3			
Precipitação diária			
Anual	Precipitação diária (mm)		Mês
	média	17.0	-
Mensal	máxima	168.5	-
	média máxima	9.0	dezembro-fevereiro
	média máxima	7.0	outubro-novembro
	média máxima	6.0	março
Fonte: Elaboração a partir do SNIRH, 1959/1990.			

Quadro 4

Valores médios mensais máximos dos caudais, por ordem decrescente

Mês	Valores médios mensais máximos (m ³ /s)
janeiro	26
fevereiro	25
dezembro	21

Fonte: Elaboração a partir do SNIRH, 1959/1990.

como valor excecional pelo facto de os restantes se apresentarem muito inferiores. Os valores médios mensais máximos foram: janeiro, 26.0 m³/s, fevereiro, 25.0 m³/s, e dezembro, 21.0 m³/s. Nos restantes meses os valores foram inferiores (Quadro 4).

Pelo P 90 o limiar mínimo do caudal de cheia correspondeu a 43.5 m³/s (Gonçalves, 2018), mais do que o dobro do valor médio diário e quase o dobro da precipitação diária dos valores médios mensais máximos.

2.3. Base de dados do inventário das cheias

Os eventos em base de dados (eBD) das cheias na BHRVez abrangem a série de registos entre 1900 e 2015 (eBD, 2018). A amostra aleatória foi recolhida na IP regional e local. Selecionaram-se as notícias que explicam o fenómeno das cheias: cheias, tempestade, precipitação, inundações e neve. Dos 31 jornais consultados, totalizando 11078 edições, 14 deles de tiragem limitada praticamente a 1 ou 2 anos e com poucas edições acessíveis, resultaram 17 identificados para efeitos das 3386 entradas na eBD. Identificaram-se 293 eventos, responsáveis por 970 ocorrências de cheia. Em 116 anos de estudo, na primeira metade identificaram-se 32.9% das ocorrências. Na restante metade as ocorrências praticamente duplicaram, com 67.1%. Os eventos da IP foram validados: utiliza-se a data como chave da relação para o cruzamento dos dados dos eventos das notícias com os dados dos limiares de precipitação e do caudal ($P = 38.6$ mm e $Q = 43.5$ m³/s), validando-se, assim, 84.3% dos dados. Considerando-se um bom índice de validação de conteúdo quando a percentagem de acordo entre as observações for de, pelo menos, 80% (Fortin, 2009). Esta percentagem é representativa daquilo que se pretendeu medir: as cheias. Identificou-se o número de registos por tipologia de espaço geográfico, obtendo-se para o urbano: 396; agrícola: 179; montanhoso: 44; leitos: 232; sem especificação:

as restantes. Para a tipologia espaço geográfico conseguiu-se classificar 87.0% dos registos noticiados. Identificaram-se, também, as consequências, especificamente por tipologia: edificado (habitações, comércio, indústria, serviços), com 109; vias de circulação, 235; infraestruturas, 98; sendo as restantes 528 sem identificação. As consequências classificadas para as três primeiras tipologias, correspondem a 46.0%. Por conseguinte, estes dados estimulam o critério consequências, para serem consideradas na eBD e neste estudo.

2.4. Combinação de fatores e respetivos critérios

2.4.1. Distância de proximidade

Para efeitos da medição da distância entre os centroides de cheia e as linhas de água consideraram-se aqueles em que foi possível identificar nas notícias a localização exata, resultando em 632 registos. Classificaram-se os cursos de água quanto à suscetibilidade a cheias, recorrendo à escala natural de Jenks entre 1 e 5, obtida pelo produto da ordem de hierarquia de Strahler pela magnitude de Shreve. Com a rede de drenagem resultante do procedimento anterior, calculou-se a distância para cada centroide de cheia da IP e o curso de água mais próximo. Aplicou-se ainda o P 90 e o P 95 a todos os dados das distâncias entre os centroides e as linhas de água. Foi considerado o P 90 de toda a série por apresentar uma distância menor de 290.2 m, permitindo conhecer padrões espaciais das mesmas. Seguiu-se uma segunda experiência com apenas a rede de drenagem pertencente à escala de suscetibilidade a cheias entre 3 e 5, que permitiu identificar uma distância máxima de 3823.5 m (Freguesia de Riba de Mouro). O resultado desta experiência determinou o seu abandono, por se considerar excessiva. Tanto uma distância como a outra, serviram de critério para o modelo de aplicação de análise que se segue, assegurando a utilidade prática no campo da revisão do estabelecimento de apólices.

2.4.2. Unidades territoriais

Pela regressão linear múltipla, testaram-se várias hipóteses relacionadas com a distância dos centroides de cheia para servir de base às decisões de reformulação da proposta do valor da apólice. Das 41 uniões de freguesias/freguesias, identifica-

ram-se em 31 delas ocorrências de cheia, por se localizarem nas proximidades de cursos de água. Seguidamente, calculámos a *taxa inversa* da apólice (Y) pela relação entre a distância média do centroide de cheia à linha de água e a distância máxima. Portanto, a variável Y obtida pela equação (1), diz respeito ao valor máximo médio da distância identificada nas uniões de freguesias/freguesias, que foi de 620.5 m.

$$\text{Taxa inversa} = \left(\frac{D_{pl} x_1 \dots x_n (m)}{D_{ml} x_1 \dots x_n (m)} \right) \times 100\% \quad (1)$$

Onde D_{pl} , é a distância média do centroide de cheia à linha de água, desde x_1 a $x_{n=41}$; D_{ml} , é a distância máxima identificada de um centroide de cheia ao curso de água, desde x_1 a $x_{n=41}$.

As ocorrências (x_i) e a distância média (z_i) obtidas para as uniões de freguesias/freguesias ao curso de água mais próximo foram também convertidas na escala de Jenks, de 1 a 5. Posteriormente, aplicou-se a regressão linear múltipla (2), sendo cumpridos todos os pressupostos descritos em Naghettini e Pinto (2007). O coeficiente de ajustamento R^2 de 65% é significativo segundo o critério por comparação do pressuposto de Cohen de 1988 (Faul, Erdfelder, Buchner, & Lang 2009), confirmando que a taxa pode sofrer os efeitos da distância e das ocorrências. Neste caso, o teste de ajuste do R^2 valida principalmente a relação forte entre as variáveis.

$$Y = 0.3 + 0.1 (xi) - 0.1 (zi) \quad (2)$$

A equação (2), aplicada por União de freguesias/freguesia, dá a taxa de seguro para um determinado centroide de cheia, substituindo os valores de x_i e z_i . Para que os resultados para as uniões de freguesias/freguesias não se desviem da realidade hidrológica devido à forma geométrica e à área ocupada pelas mesmas, tendo em conta a localização dos centroides das cheias, consideraram-se duas distâncias com raios de alcance pré-estabelecidos, clarificando a situação. Testou-se a delimitação por círculo das distâncias entre um ponto de cheia a um curso de água, pelos limiares, a máxima e a obtida pelo P 90. Estas marcam a georreferenciação em torno do raio da proximidade exata, tendo como critério testar qual das duas enquadra, de forma mais abrangente, a realidade hidrológica da tendência da afetação pelas cheias em termos futuros. A distância 635.9 m

corresponde a 100% dos centroides de cheia. A distância de 290.2 m corresponde a 90%. Para a suscetibilidade a cheias, na escala natural entre 3 e 5, a distância dos centroides de cheia a um dos principais cursos de rio teve um valor médio de 796.2 m, um desvio padrão de 945.8 m e um valor máximo de 4197.3 m. Como valores médios por união de freguesias/freguesia tem-se um máximo de 3823.5 m, em Rio de Moura e, um mínimo de 26.5 m, em Ázere. O P 90 dos dados das distâncias correspondeu a 2513.4 m. Este valor considerou-se excessivo para a realidade hidrológica local.

2.4.3. Meses agravantes

Os meses de maior frequência de cheias podem verificar-se na Quadro 5, onde, entre 1900 e 2015, a IP reporta 293 eventos, sendo que entre outubro e março estão 235 deles (80.2%). Considerando a totalidade dos eventos, o coeficiente de variação (Ferreira & Amaral, 2001) obtido para os dados a 12 meses, é de 72.6%, sendo superior ao obtido para os eventos contabilizados entre outubro e março, com apenas 31.6%.

Foi realizado o mesmo procedimento, comparando as ocorrências a 12 meses (outubro a setembro), com 970, com as ocorrências a 6 meses (outubro a março), com 760 (78.4%). Como se pode verificar na Quadro 6, os valores do coeficiente de variação são igualmente superiores, quando considerados os dados a 12 meses.

Quadro 5

Distribuição de eventos a 12 e a 6 meses

Eventos IP	out/set	out/mar
Média (n.º)	24.4	39.2
Desvio Padrão (n.º)	17.7	12.4
Coeficiente de variação (%)	72.6	31.6
	n = 293	n = 235

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

Quadro 6

Distribuição das ocorrências a 12 e a 6 meses

Ocorrências	out/set	out/mar
Média (n.º)	24.4	126.7
Desvio Padrão (n.º)	17.7	33.5
Coeficiente de variação (%)	72.2	26.4
	n = 970	n = 760

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

Esta combinação determinou a escolha do período entre outubro e março como referência para toda a análise das cheias. Além disso, este critério confere o já apresentado sobre as médias mensais da precipitação e do caudal, vindo a confirmar-se a relação entre as variáveis para a maioria dos eventos e consequentes ocorrências, que aconteceram entre outubro e março. Portanto, a relação entre as variáveis enquadra-se no P 90 que determinou os limiares de P e de Q para este estudo.

3. Resultados

Para a BHRVez, a distância das ocorrências de cheia ao curso de água mais próximo tem um valor médio de 112.1 m, um desvio padrão de 124.8 m e um valor máximo 635.9 m. O P 90 dos dados das distâncias correspondeu a 290.2 m, enquanto o P 95 correspondeu a 375.1 m. O valor médio das distâncias por união de freguesias/freguesia apresentou um máximo de 620.5 m (Oliveira) e um mínimo de 17.3 m (Rio Frio). As ocorrências tanto aconteceram em sectores da bacia hidrográfica com cota baixa (entre 23 e 90 m), como em cotas elevadas (superiores a 90 e, mesmo, a 450 m). Nas cotas mais baixas os troços de rio são mais largos, com maior caudal,

o que confere a evidência da maior distribuição de centroides das ocorrências nestes locais (Figura 2).

A maioria das ocorrências localiza-se entre as distâncias 127.02 m e 444.20 m: correspondendo a 65% (Quadro 7). A escala do perigo permite a análise por estratos de segurados. Para distâncias superiores a 444.21 m a representação das ocorrências foi 11%. Os centroides de cheia tanto se identificaram nas proximidades do canal principal do rio Vez, de maior magnitude Strahler-Shreve, como nos canais afluentes. A maior concentração de centroides verifica-se em torno do principal meandro do rio Vez, na Valeta, correspondendo a uma das principais manchas do edificado urbano (Figura 3).

A média das distâncias, tendo em conta as ocorrências por União de freguesias/freguesias (Quadro 8), foi outro dos resultados que permitiu fazer a análise por unidades político-administrativas. Para distâncias de proximidade menores encontram-se as quatro uniões de freguesias/freguesia representadas mais próximas do curso principal do rio Vez: como Rio Frio (17.3 m), Arcos de Valdevez São Paio e Giela (35.4 m), Guilhadeses e Santar (45.9 m), Ázere (51.5 m). As quatro com distâncias mais longínquas são: Oliveira (620.5 m), Monte Redondo (515.3 m), Miranda (395.0 m) e Vale (362.9 m). É de salientar que estes resultados são em função de uma média e

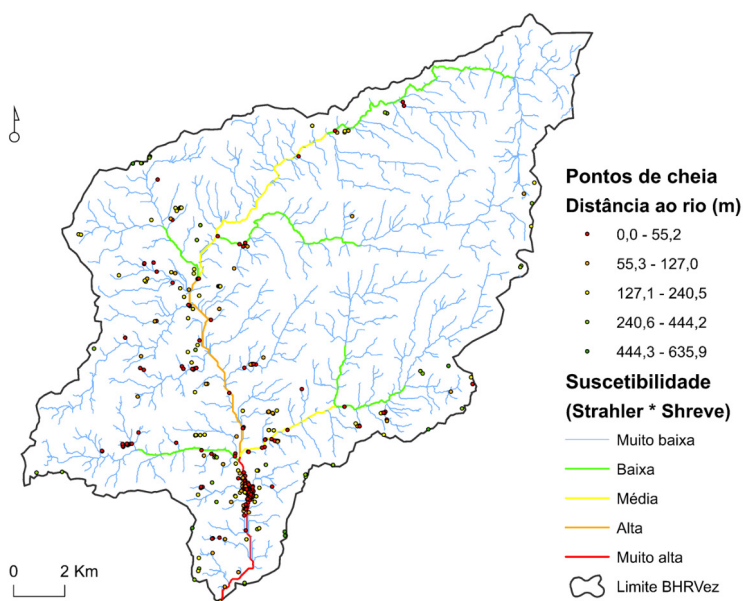


Figura 2

Distribuição da frequência das ocorrências e a sua distância à linha de água mais próxima.

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

Quadro 7					
Distribuição das ocorrências em função da distância à linha de água mais próxima					
Escala natural de Jenks, para o grau de perigo (m)	< 55,22	55,23 - 127,01	127,02 - 240,45	240,46 - 444,20	> 444,21
(%)	10	14	30	35	11
Fonte: Elaboração a partir dos dados da IP, 1900/2015.					



Figura 3
Localização do principal meandro do Rio Vez.
Fonte: Elaboração com dados da Carta Militar de Portugal do IGeoE, 2013.

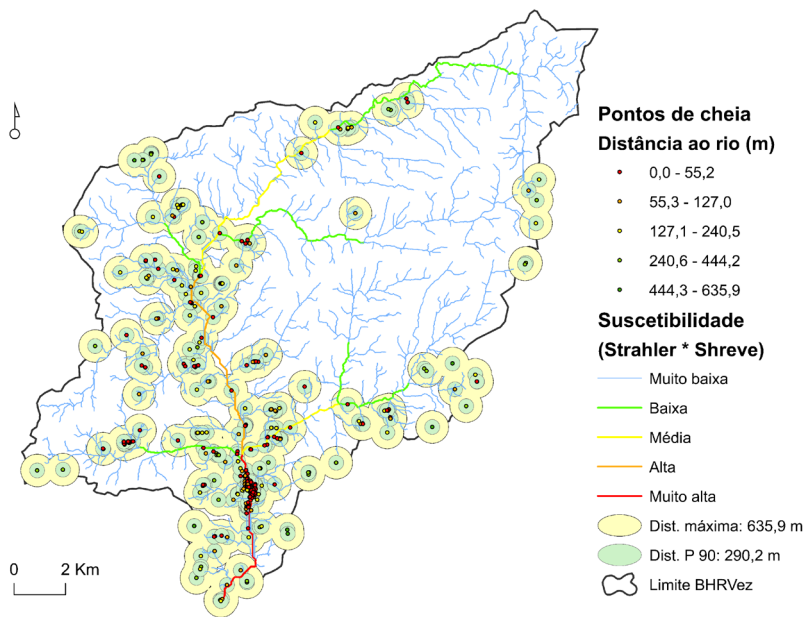


Figura 4
Distância (dist.) em torno dos centroides das cheias, para 100% e 90% dos casos inventariados.
Fonte: Elaboração com dados da Carta Militar de Portugal do IGeoE, 1996, 1997, 2013; IP, 1900/2015).

Quadro 8

Média da distância das ocorrências ao curso de um rio próximo por união de freguesias/freguesias afetadas

União de Freguesias/freguesias	Média da distância ao rio mais próximo (m)	Ocorrências (n.º)
Rio Frio	17.3	27
Arcos de Valdevez (São Paio) e Giela	35.4	118
Guilhadeses e Santar	45.9	10
Ázere	51.5	13
Rio de Moinhos	67.1	18
Arcos de Valdevez (Salvador), Vila Fonche e Parada	70.7	118
Senharei	70.7	5
Gondoriz	74.5	22
Couto	75.7	37
Cabreiro	76.6	7
Aboim das Choças	82.9	9
Grade e Carralcova	83.2	6
Sabadim	89.4	14
Eiras e Mei	90.9	16
Prozelo	102.3	21
Vilela, São Cosme e São Damião e Sá	119.3	21
Sistelo	128.7	21
Cabana Maior	135.8	19
Aguiã	136.6	5
Souto e Tabacô	171.3	18
Padroso	192.6	4
Portela e Extremo	204.4	22
Gavieira	217.6	4
Paçô	242.2	14
Vascões	252.7	1
Alvora e Loureda	258.7	10
Soajo	319.4	26
Vale	362.9	14
Miranda	395.0	2
Monte Redondo	515.3	2
Oliveira	620.5	8

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

do número de ocorrências por unidades político-administrativas.

O ponto de cheia mais distante foi identificado a 635.9 m, sendo esse, o raio máximo de medida para todos os pontos ilustrados na Figura 4. O segundo raio de ação contém os centroides das cheias na distância do P 90, com 290.2 m. Em qualquer das situações, verifica-se que a maior incidência dos

centroides se localiza, conforme já referido, junto ao canal principal do rio Vez, devendo incorporar situações de suscetibilidade alta para alguns dos centroides com proximidade da confluência do curso de água de menor hierarquia com o rio principal. Portanto, todos os elementos físicos no espaço geográfico localizados a estas distâncias e a população que dele faz parte podem ser afetados por cheias. Por conseguinte, cada círculo tem um centroide localizado num espaço suscetível a cheias. Quanto maior for a densidade de edificado junto à rede hidrográfica de maior suscetibilidade, maior a impermeabilização e maior a probabilidade de consequências. A distância do P 90 circunscreve mais os centroides das cheias. A fidelidade e a validade das duas distâncias em torno dos centroides, veem-se como a escolha de uma ou de outra, ou daquela que representa melhor a extensão que uma ocorrência pode tomar.

3.1. Cálculo do fator a aplicar à apólice

O cálculo da apólice do seguro tem em conta a distância ao curso de água principal, resultando da proporção da relação entre o valor máximo das distâncias. A maior distância deve corresponder à contemplação recomendada como segurado. A taxa de proporção do valor a pagar pelo segurado com uma propriedade ou imóvel mais distante deve corresponder ao menor valor do seguro, comparativamente à propriedade localizada a uma menor distância relativamente a cursos de rio. O centroide da cheia mais distante de um curso de água identificou-se a 635.9 m, ao qual pode ser atribuído o valor mais baixo da apólice, ou sem acréscimo da taxa do fator distância. A é tanto menor quanto maior for a distância do ponto de cheia à linha de água próxima é máxima, identificada no modelo. Para o fator meses do ano com maior propensão a cheias para o território específico, de outubro a março, a taxa é a proporção entre os 6 meses em 12 meses do ano. Portanto, a corresponde a uma constante, sendo igual a 0.5, para o território estudado, conforme a exemplificação da proposta, equação 3.

$$\text{Taxa direta} = \left(\frac{\text{Meses com mais cheias (outubro a março: 6)}}{\text{Número total dos meses do ano (12)}} \right) \times 100\% = 0.5 \quad (3)$$

A apólice, com as duas taxas proposta, descreve-se na equação 4.

$$Taxa\ anual_{Apólice} = \left(\frac{D_{pl} x_1 \dots x_n (m)}{D_{ml} x_1 \dots x_n (m)} \right) \times 100\% + 0.5 \quad (4)$$

Onde D_{pl} , é a distância mais próxima (ou a média) do centroide de cheia ao curso de água; D_{ml} , é a distância máxima identificada de um ponto de ocorrência ao curso de água.

A partir da equação 4 obtém-se o Y (incluindo os meses agravantes) para a constante (0.5). Reparando na equação 5 o que alterou foi o declive corrigido (comparativamente à equação 2). Por exemplo, para Arcos de Valdevez (São Paio) e Guela, o valor de Y assume um valor de 1.1 (Quadro 9). Assim considera-se um ajusto mais conveniente porque todos os valores de Y resultaram positivos.

$$Y = 0.8 + 0.1 (xi) - 0.1 (zi) \quad (5)$$

4. Discussão

Os meses do ano hidrológico com maior propensão a eventos de precipitação que desencadeiem cheias foram os meses entre outubro e março. Existe uma relação entre os meses mais chuvosos e as cheias. Associado a estes, existem outras variáveis já referidas, a localização, o relevo montanhoso, o declive acentuado e a litologia essencialmente granítica com reduzida permeabilidade, que favorecem o escoamento superficial nos cursos de água (Ferguson & Ashley, 2017; Hipólito & Vaz, 2013; Moreira & Simões, 1998; Ramos-Pereira & Ramos, 1998). Por consequência, a área em estudo apresenta características onde a pluviosidade é das mais elevadas do país (Ramos-Pereira & Ramos, 1998). Estes factos vieram confirmar a hipótese de investigação sobre a influência das condições climáticas, a relação da localização dos centroides das cheias e os padrões do raio de distância entre estes e um curso de água e a espacialização, tudo em torno da geometria da rede hidrográfica principal na direção de jusante da BHRVez. É certo que existem incertezas quanto aos padrões futuros da precipitação diária, tendo em vista as alterações climáticas, daí que incluir as projeções para o país e por região, poderá dar a perceber os seus efeitos na dinâmica hidrológica.

Quadro 9

Resultados da proposta da apólice (Y) por união de freguesias/freguesias afetadas

União de Freguesias/freguesias	Taxa anual da apólice	Y
Rio Frio	0.8	0.8
Arcos de Valdevez (São Paio) e Guela	0.9	1.1
Guilhadeses e Santar	1.5	0.8
Ázere	0.6	0.8
Rio de Moinhos	1.3	0.8
Arcos de Valdevez (Salvador), Vila Fonche e Parada	1.1	1.0
Senharei	0.6	0.8
Gondoriz	0.6	0.8
Couto	1.1	0.9
Cabreiro	0.6	0.7
Aboim das Choças	0.7	0.7
Grade e Carralcova	0.5	0.8
Sabadim	0.6	0.8
Eiras e Mei	0.7	0.7
Prozelo	0.6	0.8
Vilela, São Cosme e São Damião e Sá	0.6	0.8
Sistelo	0.7	0.6
Cabana Maior	0.6	0.6
Aguiã	0.9	0.7
Souto e Tabaçô	0.6	0.6
Padroso	1.0	0.6
Portela e Extremo	0.6	0.7
Gavieira	0.6	0.5
Paçô	0.7	0.6
Vascões	0.7	0.4
Alvora e Loureda	0.8	0.5
Soajo	0.8	0.4
Vale	0.9	0.4
Miranda	0.6	0.4
Monte Redondo	0.7	0.3
Oliveira	0.9	0.3

A investigação de Grosso et al. (2015) estudou e analisou a questão dos valores das apólices aplicados a cheias, apresentando dados por municípios e por uniões de freguesias/freguesias para o continente Português e tendo como fonte principal de dados, a imprensa nacional diária entre 1865 e 2010, recolhida e publicada pelo projeto *Disaster 2010/2014* (Zêzere et al., 2014). Para a área em estudo o número de observações em que os autores se basearam foi de apenas 2% das observações que constam no presente estudo. Este é um motivo suficiente para existir ambiguidade quanto à representatividade da

amostra, limitando certos fatores explicativos que têm a ver com as relações entre as variáveis. O motivo da discrepância na quantidade de observações recolhidas explica-se, em parte, pelo conceito que aplicámos de “evento de cheia” publicado na imprensa (recolheram-se todas as notícias que reportavam o estado do tempo com precipitação e compararam-se com os limiares de caudal e de precipitação, assinalando cada notícia como um caso de cheia ou de não cheia). Explicando de outra forma: da literatura que saiu do projeto Disaster a base de dados foi desenvolvida em função de um conceito principal, o de cheia e, particularmente, das cheias que “afectaram um local geograficamente identificável afectado, com mortos, ou feridos, ou desaparecidos, ou evacuados ou desalojados, independentemente do número de afectados” (RISKAM, 2017), enquanto neste artigo trata-se da recolha de todas as notícias referentes a cheias, mas também das notícias envolvendo outros conceitos como os de tempestades, precipitação e neve, devido à sua afinidade com os centroides de cheias, o que permitiu obter mais dados.

Este trabalho, com a interpretação dos factos noticiados pela imprensa periódica e validados pelos limiares do Q e da P e com um modelo alternativo de aproximação mais exata, surge como uma nova proposta para o desenvolvimento de um novo modelo.

Embora a eficácia da metodologia tenha sido confirmada por uma concordância muito boa entre os centroides de cheia e a distância aos canais do rio de maior suscetibilidade, para além dos meses mais chuvosos entre outubro e março, devem ser discutidas possíveis limitações e fontes de incerteza. A primeira questão discutível é o declive entre o centroide da ocorrência e a linha de água próxima. Este deve ser escolhido para melhor explicar as características físicas que determinam a propensão a cheias dos centroides mais distantes dos cursos de rio, especialmente para explicar aqueles que se encontram com um raio de alcance mais distante. Em contrapartida, para efeitos de taxa da apólice, a distância ao curso de água assume-se como uma aproximação absoluta, por georreferenciação, o que pode tornar mais justa a sua aplicação. As distâncias para os dois raios de alcance apresentados são fator de reflexão quanto à abrangência da aplicação da taxa. A proximidade do elemento a assegurar e o histórico dos centroides das cheias veem-se como critérios para a atribuição da taxa de seguro pelas seguradoras. A metodologia, ao ser considerada pelas

seguradoras como forma de cálculo dos prémios, deve ser objeto de mais testes antes de ser colocada em prática, sem descuidar as projeções das alterações climáticas ou mesmo das mudanças no uso e ocupação do solo.

5. Conclusões e limitações

Esta proposta estabelece um modelo preditivo para explorar os fatores que têm influenciado as prudências das seguradoras em aceitarem segurados contra cheias, problema que se tem mantido, evidenciando-se a necessidade da readaptação da apólice. Os dados empíricos que foram recolhidos na IP aproximam-se da realidade do regime hidrológico do rio Vez. A distância das ocorrências aos cursos de rio é vista como um dos fatores que permitirá atribuir um valor de apólice mais justo, quer para as seguradoras quer para os segurados, garantindo compensações financeiras razoáveis, ajudando, ao mesmo tempo, a adaptação das políticas à sustentabilidade dos investimentos. Além disso, a segurança das pessoas e dos bens contra as cheias é melhorada quando se tem informação sobre a localização dos centroides onde se deram as ocorrências. Portanto, a localização absoluta é vista como um fator que reforça a ideia da revisão do valor da apólice. A apólice de seguro contra intempéries, como as cheias, favorece particulares, empresas e organizações privadas e públicas, na medida em que a responsabilidade de fazer face aos danos fica assegurada ao cliente pelas seguradoras. Todos os bens localizados no raio de ação de uma das distâncias aqui descritas podem e devem ser segurados. No caso de bens públicos, como as vias rodoviárias, os danos da responsabilidade dos municípios ou das estradas de Portugal poderão também ser contemplados num seguro. Assim, parte da responsabilidade do estado passaria a ser assegurada pelas empresas de seguros, evitando com isso, o auxílio a subsídios para fazer face às perdas e aos danos. Este trabalho revela uma extensa quantidade de dados e as técnicas analíticas contribuem para a revisão da apólice, facilitando a tomada de decisão baseada em evidências, aumentando a probabilidade de este ser, socialmente justo. Além disso, a investigação pode dar mais resultados aplicando um questionário já com as novas condições contratuais da apólice, para prever e reconhecer as conjecturas, e comprovar a adesão de segurados,

reconhecendo os benefícios. Tendo como fonte a IP, verifica-se que as consequências descritas pormenorizadamente corresponderam a 46% dos dados verificados, o que nos leva a concluir que mais dados seriam necessários. Para isso, os proprietários serão os mais indicados para a divulgação confirmada desses factos. Propõe-se que os segurados tenham a obrigatoriedade de facultar os factos às seguradoras, vendo-se como uma mais-valia para a sustentabilidade de todo o processo.

É um facto que na segunda metade do período estudado, as ocorrências de cheia duplicaram, deduzindo-se que no futuro continuarão a aumentar, o que exige mais instrumentos de defesa contra as suas consequências, devido ao aumento continuado da densidade do edificado e das infraestruturas resultarem na impermeabilização do solo e consequente aumento do escoamento superficial. Com base no histórico das ocorrências, reduz-se o desvio, ao considerar o raio das distâncias, a máxima e a obtida pelo P 90, que circunscrevem uma taxa da apólice mais equitativa a aplicar aos elementos do território. A previsibilidade dos resultados, a localização dos centroides e a sua densidade que, manifestamente repercutiu no aumento das cheias e respetivas consequências, são factos que garantem a necessidade da revisão da taxa da apólice, com um aumento considerável dos segurados, e com mais garantias para as partes. Esta é uma solução prioritária a criar, que procura modificar ou melhorar, e que permite validar, nos futuros pedidos da apólice, a distância e a abrangência do raio de ação, sem esquecer os meses onde a frequência se revelou mais incidente. Os estudos por concelho e/ou por uniões de freguesias/freguesia, devido aos seus limites geométricos, o desvio da localização dos centroides das cheias com um curso de água, favorecem o método: raio de distância. Por este e outros motivos, tendo em conta as investigações do passado, a apólice não se readaptou às necessidades atuais. Vemos neste trabalho o impulso à mudança de atitude e de motivação que reportam, sobretudo, nos benefícios em matéria de sustentabilidade dos investimentos, com o já conhecimento do padrão das cheias para um longo período. Assim, o seu controlo evidencia-se. Existe uma relação direta entre os centroides de cheia e a distância às linhas de água e, indireta entre a taxa da apólice e a relação anterior, suscitando reações positivas de confiança perante as consequências futuras das cheias. A recorrência dos centroides de cheia, embora

neste estudo não se tenha desenvolvido este ponto, pode constar nos contratos e ainda, fazer parte do cálculo do prémio futuro do seguro. Assim, as incertezas perante as alterações climáticas ficam acauteladas para as partes interessadas. Os eventos atmosféricos muito raros, como uma cheia catastrófica (não prevista no modelo), podem sempre ficar a cargo do estado e da ajuda externa, se necessário. A extensão do estudo denota-se na influência e facilidade com que pode ser replicado às restantes bacias hidrográficas do território nacional, após a recolha dos dados, com o mesmo detalhe a nível nacional, onde as seguradoras, progressivamente, dão resposta a esta necessidade, garantindo segurança para as partes. Importa, ainda, dizer que o adiamento do processo de readaptação da apólice, resulta na continuação das perdas (principalmente económicas e de vidas humanas), notória nos locais do território onde se prevê que a impermeabilização favoreça a ocorrência das cheias.

Agradecimentos

Ao Professor Doutor Jorge Trindade da Universidade Aberta e do Centro de Estudos Geográficos não agradeço apenas pela orientação durante o doutoramento concluído a 18 dezembro de 2018, agradeço também pela ideia e incentivo em realizar este trabalho direcionado para os seguros. O trabalho passou no concurso: *Call for Papers - Poupança e Financiamento da Economia Portuguesa* (2019), do Gabinete de Estratégia e Estudos do Ministério da Economia, após revisão. 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

- 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>

- Cohen, J. P., Danko III, J. J., & Yang, K. (2019). Proximity to a water supply reservoir and dams: Is there spatial heterogeneity in the effects on housing prices?. *Journal of Housing Economics*, 43, 14-22. <https://doi.org/10.1016/j.jhe.2018.09.010>
- Direção Geral do Território [DGT]. (2017). Carta Administrativa Oficial de Portugal (CAOP). Consultado em <http://mapas.dgterritorio.pt/> a 5 de junho de 2018.
- eBD. (2018). Eventos em base de dados para a BHRVez entre 1900/2015. Hayford Gauss Datum Lisboa Militar. Imprensa periódica regional. *Obra autónoma*.
- Faul, F., Erdfelder, E., Buchner, A., & Lang, A.-G. (2009). Statistical power analyses using G*Power 3.1: Tests for correlation and regression analyses. *Behavior Research Methods*, 41(4), 1149-1160. <https://doi.org/10.3758/BRM.41.4.1149>
- Ferguson, A. P., & Ashley, W. S. (2017). Spatiotemporal analysis of residential flood exposure in the Atlanta, Georgia metropolitan area. *Natural Hazards*, 87(2), 989-1016. <https://doi.org/10.1007/s11069-017-2806-6>
- Ferreira, M. A. M., & Amaral, I. (2001). *Probabilidades e estatística*. Formulário. Edições Sílabo.
- Fortin, M.-F. (2009). *Fundamentos e etapas do processo de investigação*. Lusodidacta.
- Ghorbani, A., & Farzai, S. (2018). Fraud detection in automobile insurance using a data mining-based approach. *Int. J. Mechatron. Electr. Comput. Technol.*, 8(27), 3764-3771. <https://doi.org/10.225163/IJMEC/10.225163>
- 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>.
- Grosso, N., Dias, L., Costa, H. P., Santos, F. D., & Garrett, P. (2015). Continental Portuguese Territory Flood Social Susceptibility Index. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 15(8), 1921-1931. <https://doi.org/10.5194/nhess-15-1921-2015>
- Hipólito, J. R., & Vaz, Á. C. (2013). *Hidrologia e Recursos Hídricos* (2.ª). Instituto Superior Técnico de Lisboa.
- 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*.
- Koning, K., Filatova, T., & Bin, O. (2019). Capitalization of Flood Insurance and Risk Perceptions in Housing Prices: An Empirical Agent-Based Model Approach. *Southern Economic Journal*. <https://doi.org/10.1002/soej.12328>
- Moreira, A., & Simões, M. (1998). Notícia explicativa da Folha 1-D. Arcos de Valdevez. Serviços Geológicos de Portugal.
- Naghettini, M., & Pinto, E. J. de A. (2007). *Hidrologia estatística*. CPRM. Obtido de <http://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/handle/doc/454>.
- Pralle, S. (2019). Drawing lines: FEMA and the politics of mapping flood zones. *Climatic Change*, 152(2), 227-237. <https://doi.org/10.1007/s10584-018-2287-y>
- Ramos, C. (1987). A influência das situações anticiclónicas no regime da precipitação em Portugal. *Finisterra*, XXII(43), 5-38.
- Ramos, C. (2013). Perigos naturais devidos a causas meteorológicas: o caso das cheias e inundações. *e-LP Engineering and Technology Journal*, 4. Consultado em <https://revistas.ulusofoa.pt/index.php/revistae-lp/article/view/3320> a 24/10/2020.
- Ramos-Pereira, & Ramos, C. (1998). Avaliação da diversidade biofísica do território (base administrativa). *Inforgo*, (1213), 47-55.
- RISKAM (2017) - Websig Disaster. Notas sobre origem dos dados e tipos de utilização aconselhadas. Website disponível em: http://riskam.ul.pt/disaster/index.php?option=com_content&view=article&id=10&Itemid=11
- Rumson, A. G., & Hallett, S. H. (2019). Innovations in the use of data facilitating insurance as a resilience mechanism for coastal flood risk. *Science of the Total Environment*. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.01.114>
- Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos [SNIRH]. (1959/1990). *Dados sintetizados*. Agência Portuguesa do Ambiente. <http://snirh.apambiente.pt>.
- 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\[1117:HAAOET\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1130/0016-7606(1952)63[1117:HAAOET]2.0.CO;2)
- Strahler, A. N. (1957). Quantitative analysis of watershed geomorphology. *Eos, Transactions American Geophysical Union*, 38(6), 913-920. <https://doi.org/10.1029/TR038i006p00913>
- Tsai, C.-H., & Chen, C.-W. (2011). The establishment of a rapid natural disaster risk assessment model for the tourism industry. *Tourism Management*, 32(1), 158-171. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2010.05.015>
- Zêzere, J. L., Pereira, S., Tavares, A. O., Bateira, C., Trigo, R. M., Quaresma, I., & Verde, J. (2014). DISASTER: a GIS database on hydro-geomorphologic disasters in Portugal. *Natural hazards*, 72(2), 503-532. <https://doi.org/10.1007/s11069-013-1018-y>
- Zhang, W., Su, Y., Ke, R., & Chen, X. (2018). Evaluating the influential priority of the factors on insurance loss of public transit. *PloS one*, 13(1), e0190103. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0190103>