

UNIVERSIDADE ABERTA



**AS CHEIAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VEZ
DURANTE OS SÉCULOS XX E XXI E A
SUSTENTABILIDADE**

Maria da Glória Salgado Gonçalves

**Doutoramento em Sustentabilidade Social e
Desenvolvimento**

2018

UNIVERSIDADE ABERTA



**AS CHEIAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VEZ
DURANTE OS SÉCULOS XX E XXI E A
SUSTENTABILIDADE**

Maria da Glória Salgado Gonçalves

**Doutoramento em Sustentabilidade Social e
Desenvolvimento**

**Tese orientada pelo Professor Doutor Jorge Trindade e coorientada pela
Professora Doutora Catarina Ramos**

2018

RESUMO

O conhecimento da frequência e magnitude das cheias numa bacia hidrográfica é fundamental para o estudo dos perigos hidrológicos e conseqüentemente, para o uso sustentável do território. É uma prática comum pelos investigadores a utilização de dados de precipitação, escoamento e de referências de eventos de cheia em periódicos, para reconstruir a história local, num curso de água e/ou em bacias hidrográficas.

Este estudo investiga os registos históricos das cheias na bacia hidrográfica do rio Vez (BHRVez) entre 1900 a 2015. As principais fontes de informação utilizadas foram: os dados dos Censos, do Instituto Nacional de Estatística; os valores diários do caudal medido na estação hidrométrica de Pontilhão de Celeiros e de precipitação da estação udográfica de Casal Soeiro, para o período compreendido entre 1959 e 1990, ambas localizadas na BHRVez; a imprensa periódica regional, especificamente da região de Arcos de Valdevez; cartografia militar do Centro de Informações Geoespaciais do Exército foi usada para georreferenciar "pontos de cheia". O concelho de Arcos de Valdevez ocupa 247,16 km² de um total de 262,03 km² da BHRVez, que inclui também os municípios de Paredes de Coura, Ponte de Lima, Ponte da Barca, Monção e Melgaço.

Este estudo levou em conta o histórico de cheias no BHRVez. Os registos foram construídos com informações da imprensa periódica regional e validados com os dados de fluxo (Q) e precipitação (P) (método percentual P 90 e P 95). O valor do Q mínimo calculado segundo o método P 90 do mês de maior fluxo (fevereiro), $Q = 43,5 \text{ m}^3/\text{s}$, foi considerado ligeiramente superior ao P 95 de toda a série de valores ($40 \text{ m}^3/\text{s}$). O valor da precipitação, $P \geq 38,6 \text{ mm}$ (maior que P 90), foi considerada como o menor valor para eventos de cheia. Estes valores foram validados contra a imprensa periódica. Foram aplicados 67 questionários correspondentes a 3 % da população de áreas urbanas de oito paróquias.

A probabilidade de cheia / ano para a BHRVez foi determinada pela distribuição de Poisson. A mesma distribuição foi aplicada a um dis locais críticos, a Valeta. Desenvolvera-se três modelos para obter indicadores hidrológicos de cheia determinados por regressão linear e validados pelo teste Qui-quadrado: o modelo de alerta de cheia baseado nos dados do limiar de fluxo ($Q \geq 43,5 \text{ m}^3/\text{s}$); o modelo de suscetibilidade física simplificada a cheias, baseado na ordem hierárquica de Strahler (1951) e na ordem de magnitude Shreve (1966); e o modelo de sustentabilidade hidrológica. Verificou-se que as Freguesias/União de Freguesias mais próximas do canal principal do rio Vez foram mais afetadas de acordo com a suscetibilidade às cheias e menos sustentáveis. As Freguesias/União de Freguesias montanhosas mostraram-se mais sustentáveis.

Os indicadores de alerta de cheia, suscetibilidade e sustentabilidade, bem como a base de dados de eventos de cheia (eBd), são considerados ferramentas cruciais para a tomada de decisões.

Palavras-chave

Cheias, BHRVez, imprensa periódica, alerta, suscetibilidade, perigo, sustentabilidade.

ABSTRACT

The frequency and magnitude of river basin floods are critical to the study of hydrological threats; consequently, it is fundamental for sustainable land use. It is common practice for researchers to use rainfall, runoff, and flood event references gathered from journals to reconstruct local history in a watercourse and river basin. This study investigates the historical records of floods in the River Vez basin (BHRVez) between 1900 and 2015. The main sources of information were: data from the Census of the National Statistics Institute; the daily values of the flow measured at the Celeiros Pontilhão hydrometric station, and the precipitation of the Casal Soeiro rain station for the period from 1959 to 1990, both located at BHRVez; the regional periodic press, specifically the journals from the region of Arcos de Valdevez; cartography from the Army Geospatial Information Center for geo-referencing "flood points". The municipality of Arcos de Valdevez occupies 247,16 km² of a total of 262,03 km² of BHRVez (the remaining area belongs to municipalities of Paredes de Coura, Ponte de Lima, Ponte da Barca, Monção and Melgago).

This study took in account the flood history in the BHRVez. The records were built with information from the regional periodical press and they were validated against the flow (Q) and precipitation (P) data (percentile method P 90 and P 95). The value of the minimum Q calculated according to the P 90 method of the month of greatest flow (February), $Q = 43,5 \text{ m}^3/\text{s}$, was considered to be slightly higher than the P 95 of the whole series of values ($40 \text{ m}^3/\text{s}$). Precipitation $P \geq 38,6 \text{ mm}$ (higher than P 90) was considered as the lowest precipitation value for flooding events. These values were validated against the periodic press. It was applied 67 questionnaires corresponding to 3 % of the population of urban areas of eight parishes.

The probability of floods/year for the BHRVez was determined by the Poisson distribution. The same distribution was applied for the urban area of Valeta, the most basin flooded area. Three models were developed to obtain hydrological flooding indicators determined by linear regression and valued by the Chi-square: the flood alert model based on the flow threshold data ($Q \geq 43,5 \text{ m}^3/\text{s}$); the model of simplified flood physical susceptibility based on the hierarchical order of Strahler (1951) and the order of magnitude Shreve (1966); the model for determining the danger to floods; and the model of hydrological sustainability. It was found that parishes closer to the main channel of the Vez River were more affected according to the simplified susceptibility to floods and less sustainable. The mountain parishes showed the highest value.

Flood alert, susceptibility, hazard and sustainability indicators, as well as the flood event database (eBd) are seen as crucial tools for decision-making.

Keywords:

Flood, BHRVez, periodic press, alert, susceptibility, danger, sustainability.

DEDICATÓRIA

Ao meu sobrinho Roberto Salgado Arnone (18 de abril de 2017 - 16 de outubro de 2017), pelas brincadeiras e pela saudade.

À Professora Catarina Ramos (1958 - 2018) pela saudade que cá ficou.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Aberta pela disponibilização do acesso ao vpn.uab.pt, disponibilização do Software Microsoft Office e Moodle.

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.

À Biblioteca Municipal do Porto.

À Câmara Municipal de Arcos de Valdevez.

À Fundação para a Ciência e a Tecnologia, I. P.

A todos os Professores que fazem parte da equipa do curso de Doutoramento, em Sustentabilidade Social e Desenvolvimento, pela disponibilidade manifestada sempre que solicitada.

Uma referência muito especial à Professora Doutora Catarina Ramos, da Universidade de Lisboa, por todo o tempo que dispensou na co-orientação dos trabalhos.

Ao Professor Doutor Jorge Trindade, a quem ficarei grata pela permanente disponibilidade e pela sua exigência nas orientações do trabalho e pela oportunidade de fazer parte da equipa do CEG, que muito contribuiu para esta investigação.

À Alice Gonçalves e Cláudia Henriques pelas “dicas” de estatística.

À Doutora Maria Augusta Fernandez, de nacionalidade Equatoriana, investigadora dos riscos à escala mundial, pelo entusiasmo permanente em ouvir as novidades dos resultados da investigação e pelo seu acompanhamento nos trabalhos de campo.

A todos aqueles, que sendo fonte de inspiração, sentiram a ausência de atenção durante estes tempos.

A terminar, aos colegas de curso de Doutoramento da Universidade Aberta, pelo trabalho de colaboração durante as atividades.

ÍNDICE GERAL

RESUMO	I
ABSTRACT	III
ÍNDICE GERAL	IX
ÍNDICE DE TABELAS	XIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XVII
ÍNDICE DE ANEXOS	XXIII
LISTA DE ACRÓNIMOS.....	XXV
CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO E OBJETIVOS.....	1
1.1 Introdução	1
1.2 Pertinência da investigação.....	3
1.3 Objetivos.....	5
1.3.1 Problemáticas e questões de partida.....	6
1.3.2 Hipóteses de investigação	9
1.4 Estrutura da investigação	10
CAPÍTULO 2 – INFORMAÇÃO SOBRE CHEIAS PARA SUSTENTAR O SEU ESTUDO EMPÍRICO.....	13
2.1 Questões gerais relacionadas com as cheias	13
2.1.1 Conceitos e critérios da terminologia utilizada.....	20
2.1.2 Fatores condicionantes e desencadeantes.....	29
2.1.3 Tipologia de informação sobre as cheias	32
2.1.4 O contributo empírico para a investigação.....	39
2.1.4.1 Inventários criados a partir da imprensa periódica e outras fontes documentais descritivas	40
2.1.4.2 Dados associados a inquéritos	52

2.1.4.3 Registos físicos	53
2.1.5 Perigo de cheia e a sua sustentabilidade hidrológica	55
CAPÍTULO 3 - METODOLOGIA.....	63
3.1 Dados do enquadramento da bacia hidrográfica do rio Vez	65
3.2 Procedimentos para obter as variáveis de caracterização	66
3.3 Procedimentos para a determinação de eventos de caudal de cheia e de precipitação extrema.....	74
3.4 Processo de criação de base de dados	78
3.4.1 Definição das categorias	79
3.4.2 Seleção dos periódicos e respetivas notícias	81
3.4.3 Algumas considerações sobre o preenchimento da base de dados	86
3.4.4 Validação de dados da imprensa	89
3.5 Obtenção de indicadores através de inquérito por questionário.....	90
3.6 Seleção e aplicação de modelos hidrológicos	92
3.6.1 Distribuição de Poisson	94
3.6.2 Severidade das cheias	97
3.6.3 Suscetibilidade às cheias	103
3.7 Definição de indicadores para um modelo de sustentabilidade hidrográfica	109
CAPÍTULO 4 - CARATERÍSTICAS DO TERRITÓRIO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VEZ.....	117
4.1 Enquadramento	117
4.2 Base física do território na BHRVez	130
4.3 Precipitação.....	138
4.4 Parâmetros influentes do sistema de drenagem da BHRVez.....	143
4.5 Uso e ocupação do solo	147
4.5.1 Cobertura vegetal.....	149
4.5.2 Demografia	153
4.5.3 Edifícios.....	171
CAPÍTULO 5 – AS CHEIAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VEZ COM BASE NOS DADOS DA IMPRENSA PERIÓDICA E A SUA PERCEÇÃO.....	187
5.1 Imprensa periódica.....	187
5.2 Eventos de cheia	190

5.2.1 Notícias sobre eventos de cheias	190
5.2.2 Frequência dos eventos de cheia	192
5.2.3 Tipologia de eventos relatados nas notícias	193
5.3 Ocorrências relatadas nas notícias	196
5.3.1 Frequência das ocorrências associadas às cheias	196
5.3.2 Distribuição espacial das ocorrências associadas às cheias	198
5.4 Consequências das ocorrências associadas às cheias.....	200
5.4.1 Tipologia de consequências	200
5.4.2 Pontos críticos associados às ocorrências	205
5.5 Ações de mitigação de cheias no território da BHRVez	210
5.5.1 Frequência das ações humanas.....	212
5.5.2 Distribuição espacial das ações humanas.....	213
5.5.3 Tipologia das ações humanas.....	215
5.5.4 Agentes associados às ações humanas	236
5.6. Validação dos dados empíricos da imprensa periódica	238
5.6.1 Eventos da imprensa periódica.....	240
5.6.2 Ocorrências	242
5.6.3 Eventos de caudal de cheia	243
5.6.4 Eventos de precipitação extrema.....	245
5.6.5 Resultado da validação da informação da imprensa periódica	246
5.7 Percepção de perigo devido a cheias obtida por questionário	254
CAPÍTULO 6 – ANÁLISE E AVALIAÇÃO DAS CHEIAS	263
6.1 Segmentos mais suscetíveis à ocorrência de cheias.....	267
6.2 Distribuição das cheias e modelo para alerta de cheia.....	268
6.2.1 Indicadores para a modelação da suscetibilidade às por unidades territoriais em função das suas características comuns	270
6.2.2 Avaliação da suscetibilidade a cheias	274
6.2.3 O caso particular da Valeta face ao perigo de cheia	286
6.2.4 Medidas adotadas para mitigar as cheias	288
CAPÍTULO 7 – AS CHEIAS E A SUSTENTABILIDADE	293
7.1. Indicadores para o modelo de sustentabilidade	295
7.1.1 Dimensão hidrológica	297

7.1.2 Dimensão ambiental.....	298
7.1.3 Social.....	300
7.2 Modelo de avaliação da sustentabilidade hidrológica	302
7.3 Aplicação e resultados do modelo de sustentabilidade.....	304
CAPÍTULO 8 - DISCUSSÃO.....	317
CONCLUSÕES	325
BIBLIOGRAFIA.....	331
ANEXOS	- 1 -

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1.1 - Questões de investigação e respetivos objetivos.....	9
Tabela 2.1 – Principal bibliografia publicada sobre eventos de cheia na BHRVez.	36
Tabela 2.2 - Principias artigos como referência para a criação de bases de dados, tratamento e análise dos mesmos.	42
Tabela 3.1 – Aplicação do teste de assimetria e de Kolmogorov-Smirnov ^a aos valores da TCA obtidos para as 41 Freguesias/União de Freguesias.	73
Tabela 3.2 – Escoamento mensal e caudal médio diário (dados da estação hidrométrica de Pontilhão de Celeiros, SNIRH, 1959/1990).	76
Tabela 3.3 – Percentil por mês para valores de caudal (dados da estação hidrométrica de Pontilhão de Celeiros, SNIRH, 1959/1990).	76
Tabela 3.4 – Maior caudal e respetivo percentil.	77
Tabela 3.5 – Categorização e respetivas variáveis para processamento da informação da imprensa periódica regional.	80
Tabela 3.6 – Listagem de jornais regionais consultados e efetuada a sua leitura em papel, por periodicidade da existência, tiragem e local onde estão em arquivo entre 1900 e 2015 (Imprensa Periódica, 1900/2015).	85
Tabela 3.7 – Resultados do modelo de distribuição de probabilidade de cheia e teste de aderência do χ^2 , para o caso particular da BHRVez, para $N_{total} = 116$ anos de estudo.	95
Tabela 3.8 – Resultados do modelo de distribuição de probabilidade de cheia e teste de aderência do χ^2 , para o caso particular da área da Valeta, para $N_{total} = 116$ anos de estudo.....	96
Tabela 3.9 – Valores estatístico para o Q: média, mínimo e máximo (SNIRH, 1959/1990).	98
Tabela 3.10 – Coeficientes hidroclimáticos (SNIRH, 1959/1990).....	98
Tabela 3.11 – Grau de severidade das cheias (SNIRH, 1959/1990).	99
Tabela 3.12 – Dados para a construção do modelo de classificação de cheia para diferentes níveis de alerta (SNIRH, 1959/1990).	99
Tabela 3.13 – Estatística descritiva.	100
Tabela 3.14 – Resultados dos pressupostos do modelo de regressão linear para determinar a classificação de cheia.	100
Tabela 3.15 – Estatística de resíduos ^a para verificar a presença de <i>outliers</i>	101
Tabela 3.16 – Escala de classificação de cheia obtida pela equação da reta (SNIRH, 1959/1990).	103
Tabela 3.17 – Estatística descritiva para as variáveis do modelo da suscetibilidade.	106
Tabela 3.18 – Resultados dos pressupostos do modelo de regressão linear para determinar a suscetibilidade a cheias.	107

Tabela 3.19 – Estatística de resíduos a para verificar a presença de outliers.....	107
Tabela 3.20 – Indicadores para a obtenção do índice de sustentabilidade para a BHRVez, por Freguesia/União de Freguesias.....	111
Tabela 3.21 – Correlação de Pearson entre as variáveis (Censos, 2011; Imprensa periódica, 1900-2015).	112
Tabela 3.22 – Pressupostos do modelo de regressão linear.	113
Tabela 4.1 – Principais rios de Portugal Continental (SNIRH, 2017).....	119
Tabela 4.2 – Parâmetros gerais da BHRLima em território nacional (Azevedo, 2010).....	122
Tabela 4.3 – Parâmetros para alguns exemplos de bacias hidrográficas de pequena a média dimensões (Santos, 2015; Ferreira, 2011; Leal, 2011).....	125
Tabela 4.4 – Identificação das localidades com registos de cheias nas BHRLima (SNIRH, SNPC; IGOT-CEG, UL/ <i>Disaster</i> (1900/2010).	129
Tabela 4.5 – BHRvez: área ocupada em cada concelho (IGeoE, 1996, 1997; CAOP, 2014)...	131
Tabela 4.6 – Quantidade máxima de precipitação em 5, 30 e 90 dias consecutivos (adaptado de Santos, 2009).....	141
Tabela 4.7 – Ocupação do solo Continental Português (CLC, 1990, 2000).	148
Tabela 4.8 – Classes de ocupação do solo (CLC, 2006, 2012).	149
Tabela 4.9 – Áreas classificadas e protegidas.....	150
Tabela 4.10 – Floresta (CLC, 2012).....	151
Tabela 4.11 – Densidade populacional das Freguesias/União de Freguesias da BHRVez, classificação urbana (U) (BGRI, 2011).....	156
Tabela 4.12 – Densidade populacional das Freguesias/União de freguesias da BHRVez, classificação rural (R) (BGRI, 2011).	157
Tabela 4.13 – Densidade populacional das Freguesias/União de freguesias da BHRVez, classificação montanhosa (M), (BGRI, 2011).....	158
Tabela 4.14 – Densidade populacional das Freguesias/União de Freguesias da BHRVez (BGRI, 2011).	158
Tabela 4.15 - Indivíduos residentes com idade entre 0 e 13 anos; 14; 64 anos e mais de 65 anos (BGRI, 2011).....	163
Tabela 4.16 - Escolaridade (BGRI, 2011).....	164
Tabela 4.17 – Número de edifícios por época de construção segundo os dados publicados na BGRI, INE, Censos, 2011.	172
Tabela 4.18 - Evolução da densidade média de edifícios (número de fogos/km ²) na BHRVez (Censos do INE, 1900-2001; BGRI, 2011).	172
Tabela 4.19 – Número máximo de edifícios por Freguesia/União de Freguesias (F/UF) (Censos do INE, 1900-2001; BGRI, 2011).....	173
Tabela 4.20 – TCA de edifícios por Freguesia/União de Freguesias dentro do limite da BHRVez para diferentes períodos temporais: 1920 - 1970;1920 – 1991; 1981 – 1991; 1991 - 2011.....	176
Tabela 4.21 – TCA de edifícios por Freguesia/União de Freguesias, dentro do limite da BHRVez, para o período temporal entre 1920 e 1970.....	176

Tabela 4.22 – TCA de edifícios por Freguesia/União de Freguesias, dentro do limite da BHRVez, para o período temporal entre 1920 e 1991.....	177
Tabela 4.23 - TCA de edifícios Freguesia/União de Freguesias, dentro do limite da BHRVez, para o período temporal entre 1981 e 1991.....	177
Tabela 4.24 - TCA de edifícios Freguesia/União de Freguesias, dentro do limite da BHRVez, para o período temporal entre 1991 e 2011.....	178
Tabela 4.25 – Alojamentos familiares clássicos de residência habitual com estacionamento (BGRI, 2011).....	181
Tabela 4.26 – Área (m ²) dos alojamentos familiares clássicos de residência habitual (BGRI, 2011).	183
Tabela 4.27 – Estatística descritiva relativa ao número de alojamentos com água canalizada, residências com sistema de esgotos (BGRI, 2011).	185
Tabela 5.1 – N.º de palavras da notícia integral por artigo de notícia, para os eventos registados de 1900 a 2015 (Imprensa Periódica, 1900/2015).....	191
Tabela 5.2 – “Origem” da cheia (Imprensa Periódica, 1900/2015).	195
Tabela 5.3 – Localização das ocorrências associadas aos periódicos (Imprensa Periódica, 1900/2015).	199
Tabela 5.4 – Frequência da afetação dos bens de primeira necessidade (Imprensa Periódica, 1900/2015).	201
Tabela 5.5 – Tempo (horas) de afetação das vias de circulação (Imprensa Periódica, 1900/2015).	202
Tabela 5.6 – Pontes destruídas como consequência de eventos de cheia (Imprensa Periódica, 1900/2015).	202
Tabela 5.7 - Açudes, Ínsua do rio Vez e árvores arrancadas e arrastadas na corrente (Imprensa Periódica, 1900/2015).	204
Tabela 5.8 – Localização das ações no território: edificado (1900/2015), Imprensa Periódica.214	
Tabela 5.9 – Tipologia das intervenções no edificado (Imprensa Periódica, 1900/2015).....	216
Tabela 5.10 – Túnel da Valeta (Imprensa Periódica, 1900/2015).....	218
Tabela 5.11 – Primeira notícia sobre ações de reivindicação para a construção de novas pontes (Imprensa Periódica, 1900/2015).	221
Tabela 5.12 – Construção de novas pontes por data de notícia (Imprensa Periódica, 1900/2015).	222
Tabela 5.13 – Ações humanas: açudes, ínsua do rio Vez e mini-hídrica (Imprensa Periódica, 1900/2015).	223
Tabela 5.14 - Ações sobre infraestruturas ligadas à água, incluindo os respetivos investimentos (Imprensa Periódica, 1900/2015).	226
Tabela 5.15 – Principais ações de intervenção no território ligadas à eletrificação, instalação de telefonia e gás natural (Imprensa Periódica, 1900/2015).	230
Tabela 5.16 - Ações de intervenção na BHRVez ligadas às praias fluviais (Imprensa Periódica, 1900/2015).	234
Tabela 5.17 – Particularidades de elementos expostos com ligação direta e/ou indireta a eventos (Imprensa Periódica, 1900/2015).	235

Tabela 5.18 – Concordância das cheias da imprensa periódica com os dados de Q e P, entre 1959 e 1990 (Imprensa Periódica, 1959/1990; SNIRH, 1959/1990).	247
Tabela 5.19 - Coincidência de duas fontes de dados próximas, imprensa e estações udométricas, com P ≥ 38,6 mm (Imprensa Periódica, 1959/1990; SNIRH, 1959/1990).	248
Tabela 5.20 – Eventos de cheia entre 1959 e 1990 (Imprensa Periódica, 1959/1990; SNIRH, 1959/1990).	249
Tabela 5.21 – Classificação dos eventos de cheia entre 1959 e 1990 1960 (Imprensa Periódica, 1959/1990).	254
Tabela 5.22 - Homogeneidade e independência das variáveis obtidas por questionário.	257
Tabela 5.23 – Perceção dos inquiridos sobre as cheias.	259
Tabela 5.24 - Perceção dos inquiridos sobre a magnitude de futuras cheias.....	259
Tabela 5.25 – Perceção dos inquiridos quanto a ações no território da BHRVez.....	259
Tabela 5.26 – Perceção dos inquiridos quanto a ações de defesa contra as cheias.	259
Tabela 6.1 – Índice de alerta de cheias com base no caudal de cheia (Q), baseado na série de dados de Q de 1959 a 1990 1960 (Imprensa Periódica, 1959/1990; SNIRH, 1959/1990).	269
Tabela 6.2 – Caudal menor que 46,0 m ³ /s (extraído da Tabela 5.20).	270
Tabela 6.3 – Indicadores da rede hidrográfica para a BHRVez: ordem hierárquica segundo a classificação de Strahler e ordem de magnitude segundo a classificação de Shreve para a BHRVez.	277
Tabela 6.4 – Ocupação do solo: fatores demográficos (BGRI, 2011).....	282
Tabela 6.5 – Uso e ocupação do solo: edifícios (BGRI, 2011).	283
Tabela 7.1 – Frequência das ocorrências de cheia na BHRVez para cada Freguesia/União de Freguesias (Imprensa Periódica, 1900/2015).	297
Tabela 7.2 - Frequência das ações humanas na BHRVez para cada Freguesia/União de Freguesias (Imprensa Periódica, 1900/2015).	299
Tabela 7.3 - Frequência da ocupação do solo pela população na BHRVez para cada Freguesia/União de Freguesias (BGRI, 2011).	302
Tabela 7.4 – Índice de sustentabilidade hidrológica por classes para as Freguesias/União de Freguesias.....	303
Tabela 7.5 – Comparação dos resultados entre indicadores: ocorrências, ações e população (Imprensa Periódica, 1900/2015; BGRI, 2011).....	305
Tabela 7.6 – Comparação dos resultados entre índices: suscetibilidade e sustentabilidade (“proposta” de um modelo de gestão sustentável do território).	306
Tabela 7.7 – Alguns dos prejuízos (Euros) devido a situações meteorológicas extremas (Imprensa Periódica, 1900/2015).	314
Tabela 8.1 - Resposta às questões de investigação sobre a carência de estudos e respetivos temas para a área da BHRVez.	317
Tabela 8.2 – Resultados da qualidade dos modelos criados para a BHRVez, avaliada pelo coeficiente de ajustamento R ²).	321
Tabela 8.3 – Comparação da quantidade de dados eventos/ocorrências de cheias na BHRVez, em trabalhos publicados.....	323

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 – Organização da estrutura da investigação.....	11
Figura 2.1 – Tendência linear da variável ocorrências de cheias fluviais/rápidas na Europa de 1980 a 2015 (EMDAT, 2017).	16
Figura 2.2 - Relação entre os componentes do risco, adaptado (Zonensein, 2007: p. 7).	26
Figura 3.1 – Sintetização do desenho metodológico.....	64
Figura 3.2 – BHRVez: localização das estações meteorológicas (udométrica/udográfica) e hidrométrica (Atlas do Ambiente, 1998; Carta Militar de Portugal, IGeoE, 1996, 1997; SNIRH, 2016).	68
Figura 3.3 – Histograma dos resíduos do modelo.....	101
Figura 3.4 – Gráfico P-P normal de regressão de resíduos padronizados.	102
Figura 3.5 – Diagrama de dispersão de resíduos para verificar a homocedasticidade.	102
Figura 3.6 – Regressão linear simples.....	103
Figura 3.7 – Histograma dos resíduos do modelo.....	108
Figura 3.8 – Gráfico P-P normal de regressão de resíduos padronizados.	108
Figura 3.9 – Diagrama de dispersão de resíduos para verificar a homocedasticidade.	109
Figura 3.10 – Histograma de normalidade dos resíduos.	114
Figura 3.11 – Distribuição dos resíduos.....	114
Figura 3.12 – Homocedasticidade.....	115
Figura 4.1 - Localização geográfica da BHRVez no contexto da Península Ibérica extraído em ambiente ArcMap, limites da Península Ibérica (disponível em http://www.hidrografico.pt/ ; e limites da BHRVez (Carta Militar de Portugal, IGeoE, 1996, 1997); bacias hidrográficas em http://snirh.apambiente.pt	118
Figura 4.2 - Enquadramento geral da BHRVez: regiões hidrográficas (RH) portuguesas (disponível em http://mapas.dgterritorio.pt/ ; Carta Militar de Portugal, IGeoE, 1996, 1997)..	120
Figura 4.3 - Enquadramento geral: precipitação máxima diária (mm) para o período compreendido entre 1897/98 e 1994/95 (MDT, SNIRH; Carta Militar de Portugal, IGeoE, 1996, 1997).	121
Figura 4.4 - Enquadramento da BHRVez na RH1. Fonte: http://snig.dgterritorio.pt ; Carta Militar de Portugal, IGeoE, 1996, 1997.	126
Figura 4.5 – Marcas físicos de duas cheias na Valeta, com nível superior das cheias de dia 21/22 de setembro de 1999 e a placa com nível inferior das cheias de 24/25 de outubro de 1987 (fotografia tirada em 2014).	127
Figura 4.6 – Enquadramento da BHRVez na RH1: distribuição de marcas de eventos extremos registados no SNPC e no SNIRH: obtido em http://snirh.apambiente.pt ; IGOT-CEG,	

UL/ <i>Disaster</i> , 1965/2010: http://riskam.ul.pt/disaster/ ; Carta Militar de Portugal, IGeoE, 1996, 1997).	128
Figura 4.7 – Enquadramento da BHRVez: galeria ripícola, obtido em http://snirh.pt	130
Figura 4.8 – Concelhos ocupados pela BHRVez (Carta Militar de Portugal - IGeoE, 1996, 1997; CAOP, 2014).	131
Figura 4.9 – Codificação e identificação das unidades político-administrativas da BHRVez: Freguesia/União de Freguesias (UF) (Carta Militar de Portugal, IGeoE, 1996, 1997; CAOP, 2014).	133
Figura 4.10 – Altitude da BHRVez (IGeoE, 1996, 1997).	134
Figura 4.11 – Declive 3D (MDT, Carta Militar de Portugal, IGeoE, 1996, 1997).	135
Figura 4.12 – Litologia geral com base na Carta Geológica de Portugal (IGM, 1995), (1) significa complexo vulcano-sedimentar: calcários, xistos de borra de vinho, vulcanitos ácidos e básicos.	136
Figura 4.13 – BHRVez: rede hidrográfica (Carta Militar de Portugal - IGeoE, 1996, 1997; CAOP, 2014).	144
Figura 4.14 – Precipitação total por mês entre 01/10/1960 e 30/09/1990 (estação udográfica de Casal Soeiro, SNIRH).	146
Figura 4.15 – Principais usos e ocupação do solo (CLC, 2012).	149
Figura 4.16 – Enquadramento geral da BHRVez nas áreas de interesse nacional e regional: Sítios de Importância Comunitária e da Lista Nacional (SIC), Zonas de Proteção Especial (ZEP) (ICN, 2015) e Áreas protegidas (AP) (ICN, 2017).	150
Figura 4.17 – Evolução da população entre 1900 e 2011 com uma periodicidade de 10 anos: a) Portugal Continental e b) BHRVez (Censos do INE, 1900-2001; BGRI, 2011).	154
Figura 4.18 – Densidade populacional (população presente/km ²) por Freguesias/União de Freguesias (BGRI, 2011; Carta Militar de Portugal, IGeoE, 1996, 1997; CAOP, 2014).	155
Figura 4.19 - Classificação das Áreas com Características Comuns (ACC) (BGRI, 2011; Carta Militar de Portugal, IGeoE, 1996, 1997; CAOP, 2014).	156
Figura 4.20 – N.º de famílias clássicas por Freguesia/União de Freguesias (BGRI, 2011; Carta Militar de Portugal, IGeoE, 1996, 1997; CAOP, 2014).	159
Figura 4.21 – N.º famílias clássicas com pessoas com idade igual ou superior a 65 anos (BGRI, 2011; Carta Militar de Portugal, IGeoE, 1996, 1997; CAOP, 2014).	160
Figura 4.22 – N.º de núcleos familiares residentes por Freguesia/União de Freguesias (BGRI, 2011; Carta Militar de Portugal, IGeoE, 1996, 1997; CAOP, 2014).	161
Figura 4.23 – N.º de núcleos familiares residentes por Freguesia/União de Freguesias em 2011: a) com idade inferior a 6 anos, b) com idade entre 6 a 15 anos e c) com idade igual ou superior a 15 anos (BGRI, 2011; Carta Militar de Portugal, IGeoE, 1996, 1997; CAOP, 2014).	162
Figura 4.24 – Escolaridade por Freguesia/União de Freguesias: a) número de habitantes sem ler/escrever, b) número de habitantes com formação superior concluída (BGRI, 2011; Carta Militar de Portugal, IGeoE, 1996, 1997; CAOP, 2014).	165
Figura 4.25 – Número de residentes empregados (BGRI, 2011; Carta Militar de Portugal, IGeoE, 1996, 1997; CAOP, 2014).	166
Figura 4.26 – Número de habitantes (hab) por setor de atividade profissional nas Freguesias/União de Freguesias (BGRI, 2011; Carta Militar de Portugal, IGeoE, 1996, 1997; CAOP, 2014).	168

Figura 4.27 – N.º de habitantes residentes sem atividade profissional nas Freguesia/União de Freguesias (BGRI, 2011; Carta Militar de Portugal, IGeoE, 1996, 1997; CAOP, 2014).	169
Figura 4.28 – Número de habitantes reformados nas Freguesia/União de Freguesias (BGRI, 2011; Carta Militar de Portugal, IGeoE, 1996, 1997; CAOP, 2014).	170
Figura 4.29 – Evolução da densidade de edifícios (número edifícios/km ²) (Censos do INE, 1900-2001; BGRI, 2011).	172
Figura 4.30 – N.º de edifícios construídos por Freguesia/União de Freguesias (F/UF) dentro dos limites da BHRVez (LBHRVez) para diferentes épocas (BGRI, 2011; Carta Militar de Portugal, IGeoE, 1996, 1997; CAOP, 2014).	174
Figura 4.31 – Taxa de crescimento anual (TCA) de edifícios por Freguesia/União de Freguesias (F/UF) dentro do limite da BHRVez (LBHRVez) para diferentes períodos temporais entre 1920-2011 (Censos, 1920-2001; BGRI, 2011; Carta Militar de Portugal, IGeoE, 1996, 1997; CAOP, 2014).	175
Figura 4.32 – Densidade de edifícios clássicos nas Freguesias/União de Freguesias da BHRVez (BGRI, 2011; Carta Militar de Portugal, IGeoE, 1996, 1997; CAOP, 2014).	178
Figura 4.33 – N.º de edifícios por tipologia de pisos nas Freguesia/União de Freguesias (BGRI, 2011; Carta Militar de Portugal, IGeoE, 1996, 1997; CAOP, 2014).	179
Figura 4.34 – Distribuição espacial da densidade de alojamentos com estacionamento (estac/km ²) de famílias clássicas em 2011 (BGRI, 2011; Carta Militar de Portugal, IGeoE, 1996, 1997; CAOP, 2014).	181
Figura 4.35 – Espacialização do número de alojamentos clássicos (residência habitual) segundo tipologias de área construída, em 2011: a) < 50 m ² , b) de 50 m ² a 100 m ² , c) de 100 m ² a 200 m ² e d) > 200 m ² (BGRI, 2011; Carta Militar de Portugal, IGeoE, 1996, 1997; CAOP, 2014).	182
Figura 4.36 – Densidade de alojamentos familiares de residência (res.) habitual com sistema de abastecimento de água (BGRI, 2011; Carta Militar de Portugal, IGeoE, 1996, 1997; CAOP, 2014).	184
Figura 4.37 - Densidade de alojamentos familiares de residência habitual com sistema de esgotos (BGRI, 2011; Carta Militar de Portugal, IGeoE, 1996, 1997; CAOP, 2014).	184
Figura 5.1 – Distribuição temporal dos periódicos analisados (Imprensa Periódica, 1900/2015).	188
Figura 5.2 – Número de datas de edições com notícias consideradas por década (Imprensa Periódica, 1900/2015).	189
Figura 5.3 – Número de palavras recolhidas nas notícias da imprensa periódica (Imprensa Periódica, 1900/2015).	189
Figura 5.4 – Número de eventos/ano entre 1900 e 2015 (Imprensa Periódica, 1900/2015).	192
Figura 5.5 – N.º total de eventos/mês entre 1900 e 2015 (Imprensa Periódica, 1900/2015). ...	193
Figura 5.6 – Tipologia do fenómeno desencadeante dos eventos, entre 1900 e 2015 (Imprensa Periódica, 1900/2015).	194
Figura 5.7 – Dados da imprensa sobre a tipologia dos eventos, entre 1900 e 2015 (Imprensa Periódica, 1900/2015).	194
Figura 5.8 – Registo da hora do evento, entre 1900 e 2015 (Imprensa Periódica, 1900/2015). 196	
Figura 5.9 – N.º de ocorrências entre 1900 e 2015 (Imprensa Periódica, 1900/2015).	197

Figura 5.10 – Número total de ocorrências/mês entre 1900 e 2015 (Imprensa Periódica, 1900/2015).	197
Figura 5.11 – Pontos das ocorrências de cheia associados a eventos (Carta Militar de Portugal, IGeoE, 1996, 1997; CAOP, 2014; Imprensa Periódica, 1900/2015).	200
Figura 5.12 – Aproximação da localização do evento de dezembro de 2000 em Frades, relativamente à linha de água próxima, Portela (Carta Militar de Portugal, IGeoE, 2003).	207
Figura 5.13 – Aproximação da localização do evento de dezembro de 2000 em Frades, Portela e sinalização da “escoada” relativamente ao nível médio das águas do mar obtido da imagem de satélite do Google Earth Pro, coleção de imagens históricas, 21/02/2004.	208
Figura 5.14 – Aproximação da localização do evento de dezembro de 2000 em Frades, Portela e sinalização da “escoada” relativamente ao nível médio das águas do mar, obtido da imagem satélite do Google Earth Pro datada de 28/08/2013.	208
Figura 5.15 – Ações referidas na imprensa periódica entre 1900 e 2015 (Imprensa Periódica, 1900/2015).	212
Figura 5.16 – Registo de ações no território/mês (Imprensa Periódica, 1900/2015).	213
Figura 5.17 – Densidade dos pontos de ações e ocorrências (CAOP, 2014; Carta Militar de Portugal, IGeoE, 1996, 1997; Imprensa Periódica, 1900-2015).	215
Figura 5.18 - Ações de intervenção em pontes e número de pontes/ano referidas nas notícias (Imprensa Periódica, 1900/2015).	220
Figura 5.19 – Ações de eletrificação por Freguesia/União de Freguesias (CAOP, 2014; Carta Militar de Portugal, IGeoE, 1996, 1997; Imprensa periódica, 1900-2015).	229
Figura 5.20 – Distribuição dos jornais entre 1959 e 1990.	240
Figura 5.21 – Quantificação das edições dos jornais entre 1959 e 1990.	240
Figura 5.22 – Eventos referidos na imprensa periódica entre 1959 e 1990.	241
Figura 5.23 – N.º total de eventos/mês entre 1959 e 1990 (Imprensa Periódica, 1959/1990). ..	241
Figura 5.24 – Frequência das ocorrências/ano entre 1959 e 1990 (Imprensa Periódica, 1959/1990).	242
Figura 5.25 – Número total de ocorrências/mês entre 1959 e 1990 (Imprensa Periódica, 1959/1990).	243
Figura 5.26 – Número de eventos de Q de cheia/ano entre 1959 e 1990 (SNIRH, 1959/1990).	244
Figura 5.27 - Número total de eventos de Q de cheia/mês entre 1959 e 1990 (SNIRH, 1959/1990).	244
Figura 5.28 – Número de eventos de P (mm) extrema/ano entre 1959 e 1990 (SNIRH, 1959/1990).	245
Figura 5.29 - Número total de eventos de P (mm) extrema/ano entre 1959 e 1990 (SNIRH, 1959/1990).	246
Figura 5.30 – Classes etárias dos indivíduos que responderam ao questionário (Questionário, 2007/2008).	255
Figura 5.31 – Indicador demográfico do grau de escolaridade (Questionário, 2007/2008).	255

Figura 5.32 – Perceção do risco e do perigo de cheia, por densidade de pontos que identificam o local das ocorrências (CAOP, 2014; Carta Militar de Portugal, IGeoE, 1996, 1997; Questionário, 2007/2008).	258
Figura 6.1 - Rede de drenagem da BHRVez: a) ordem hierárquica segundo a classificação de Strahler e b) ordem de magnitude segundo a classificação de Shreve (Carta Militar de Portugal, IGeoE, 1996, 1997).	276
Figura 6.2 – Suscetibilidade física simplificada (FS) às cheias (Carta Militar de Portugal, IGeoE, 1996, 1997).	278
Figura 6.3 – Suscetibilidade simplificada às cheias e ocorrências na BHRVez (Carta Militar de Portugal, IGeoE, 1996, 1997); Imprensa Periódica, 1900-2015).	280
Figura 6.4 – Suscetibilidade simplificada a cheias por troços fluviais, ocorrências e áreas com características comuns [ACC] (CAOP, 2014; Carta Militar de Portugal, IGeoE, 1996, 1997; Imprensa Periódica, 1900-2015).	281
Figura 6.5 - Suscetibilidade física simplificada por Freguesia/União de Freguesias (CAOP, 2014; Carta Militar de Portugal, IGeoE, 1996, 1997).	284
Figura 6.6 – Número de ocorrências por Freguesia/União de Freguesias (CAOP, 2014; Carta Militar de Portugal, IGeoE, 1996, 1997; Imprensa Periódica, 1900-2015).	285
Figura 6.7 – BHRVez: área urbana mais afetada pelas cheias (ortofotomapas, IGeoE, 2005/2006).	287
Figura 6.8 – BHRVez: localização do Meandro (Carta Militar de Portugal, IGeoE, 2013).	288
Figura 7.1 – Ações no território (CAOP, 2014; Carta Militar de Portugal, IGeoE, 1996, 1997; Imprensa Periódica, 1900-2015).	299
Figura 7.2 – Índices de sustentabilidade a cheias simplificado (CAOP, 2014; Carta Militar de Portugal, IGeoE, 1996, 1997; Imprensa Periódica, 1900-2015).	303
Figura 8.1 – Eventos obtidos das diversas fontes de dados: SNIRH, ANPC, Disaster, eBd (1900 – 2015).	322

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 – Questionário.....	- 1 -
Anexo 2 – Locais afetados devido a ocorrências de cheias na BHRVez (Inquérito 2007/2008).- 3 -	-
Anexo 3 – Ações de defesa contra cheias no território da BHRVez (Inquérito 2007/2008). ...	- 8 -

LISTA DE ACRÓNIMOS

A_c - Área de drenagem acumulada
 D_c - Declive médio
 E_i - Valor correspondente esperado
 O_i - Número de elementos da amostra contida no intervalo
 P_i - Probabilidade de cada intervalo
 P_r = Permeabilidade relativa
A – Área
ACA - Agência de Água Catalão
ACC - Áreas com Características Comuns
adm - adimensional
AH - Hipóteses
Amáx - Altitude máxima
AMC - *Antecedent moisture conditions*
Amín - Altitude Mínima
AML - Área Metropolitana de Lisboa
ANPC - Autoridade Nacional de Proteção Civil
AP - Área Protegida
APS - Associação Portuguesa de Seguradores
AS - Avaliação da Sustentabilidade
B - Largura média
BD – Base de dados
BDC-N - Base de dados de cheias da região norte
BGRI - Base Geográfica de Referenciação de Informação
BHRLima - Bacia Hidrográfica do Rio Lima
BHRVez - Bacia Hidrográfica do Rio Vez
CAOP - Carta Administrativa Oficial Portuguesa
CBO - Carência Bioquímica de Oxigénio
CEE - Comunidade Económica Europeia
CH - coeficiente hidroclimático
CIGeoE - Centro de Informação Geoespacial do Exército
CIRAC - Carta de Inundação e Risco de Cheia em Cenários de Alterações Climáticas
CIRC - Código do Imposto sobre o Rendimento das Pessoas Coletivas
CIRS - Código do Imposto sobre o Rendimento das Pessoas Singulares
CL - Comp. Total dos cursos de água
CM - Caminho Municipal
Cm - Coeficiente de massividade
cmc - Coeficiente mensal do caudal
Co - Coeficiente orográfico
Ct - Coeficiente de torrencialidade
CTT - Correios e Telecomunicações de Portugal

D - Amplitude altimétrica
 Dc - Declive do canal principal
 Dd - Densidade de drenagem
 Dens - Densidade
 Dh - Densidade de Horton
 Doc – Documento
 DS - Desenvolvimento Sustentável
 eBd – Eventos em Base de dados
 Edf - Edifícios
 E-SHDI - Índice de Desenvolvimento Humano Eco sustentável
 ETA – Estação de Tratamento de Águas
 ETAR - Estação de Tratamento de Águas Residuais
 EU – União Europeia
 EUA – Estados Unidos da América
 F/UF – Freguesia/ União de Freguesias
 FCT – Fundação da Ciência e da Tecnologia
 FEDER - Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional
 FS – Física simplificada
 GNR - Guarda Nacional Republicana
 H – Altitude média
 Hab – Habitantes
 i. e. – Isto é
 Ia - abstração inicial
 Ia – Índice de alongamento ou Índice de alongamento de Schumm
 IA - Índice da Capacidade de Adaptação
 Ic - Índice de circularidade de Miller
 IDH - Índice de Desenvolvimento Humano
 IDI - Índice de dependência de idosos
 IDJ - Índice de dependência de jovens
 IdR - Índice de declive de Roche
 IE - Índice de Exposição
 IGeoE - Instituto Geográfico do Exército
 IGM - Instituto Geológico e Mineiro
 INE – Instituto Nacional de Estatística
 IP – Imprensa Periódica
 IPMA - Instituto Português do Mar e da Atmosfêra
 Ir - Índice de rugosidade
 IS - Índice de Sensibilidade
 ISH - Índice de Sustentabilidade Hídrica
 IVA - Imposto de Valor Acrescentado
 Kc - Índice de Gravelius
 Kf - Fator Forma de Horton
 KS – Kolmogorov-Smirnov
 L - Comp. Curso de água principal
 Lb - Comprimento da bacia
 LBHRLima – Limite da Bacia Hidrográfica do rio Lima
 LBHRVez – Limite da Bacia Hidrográfica do rio Vez
 Lda - Limitada

loc. oco. - Localização da ocorrência
 MDE - Modelo Digitais de Elevação
 N - Número de elementos da amostra
 $n.^{\circ} \text{ c/km}^2$ - número de cursos de água por quilómetro quadrado
 NGRIP - Projeto Norte Greenland Ice Sheet
 O - Ocorrências
 ODM - Objetivos para o Desenvolvimento do Milénio
 ODS - Objetivos do Desenvolvimento Sustentável
 OMM - Organização Meteorológica Mundial
 p - Função de Probabilidade de Poisson
 P - Precipitação
 p - Significância
 P 90 - Percentil noventa
 P 95 - Percentil noventa e cinco
 PBHRL – Plano da Bacia Hidrográfica do rio Lima.
 PDM - Plano Diretor Municipal
 Per - Perímetro
 PNPG - Parque Nacional Peneda/Gerês
 PNUD - Programa de Desenvolvimento das Nações Unidas para o Desenvolvimento
 Pop - População
 PPRCB - Paisagem Protegida Regional de Corno de Bico
 PRISMA - Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses
 Q - Caudal
 $Q_{\text{médio}}$ – caudal médio
 R – Rural
 R^2 – Coeficiente de ajustamento
 RH - Região hidrográfica
 Rr - Relação Relevo
 S*S - Strahler*Shreve
 Sc - Suscetibilidade a cheias
 SCS - Soil Conservation Service
 SH - Shapiro-Wilk
 SI - Sistema Internacional
 SI - Unidades no Sistema Internacional
 SIC – Sítios de Importância Comunitária e da Lista Nacional
 SNIRH - Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos
 SWAT - Avaliação do Solo e da Água
 T - Tipos de tempo
 T_c - Tempo de concentração
 TCA_i - Taxa de crescimento anual do número de edifícios
 Temp – Temperatura
 TIN - Triangulated Irregular Network
 Tx - Taxa
 U - Urbano
 UF - União de Freguesias
 USDA - Serviço de Pesquisa Agropecuária
 USDA - Serviço de Pesquisa Agropecuária dos EUA
 ν - Graus de liberdade

X - Número de vezes que se repete
 χ^2 - Qui-quadrado
Z - Altitude Média
ZEP – Zona de Proteção Especial
 r - Correlação de Pearson
 γ - Intervalo de tempo entre duas cheias consecutivas (anos)
 λ – Valor médio

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

1.1 Introdução

Um dos impactos das *alterações climáticas* está relacionado com o ciclo hidrológico, manifestando-se em eventos de cheias causadoras de transtornos na vida da população (Zhang et al., 2012). À semelhança do que se passa no resto do mundo, nos vários países da Europa, incluindo Portugal, as cheias têm originado diversos prejuízos em áreas específicas sendo um dos motivos defendidos a forma de uso do território (Feyen et al., 2012). Verifica-se uma tendência para o aumento da frequência e severidade da ocorrência das cheias, originando crescentes preocupações acerca da exposição e vulnerabilidade das populações (Coelho et al., 2004). Este ponto de vista pode ser explicado ou refutado com a investigação do historial de cheias nas unidades territoriais de uma bacia hidrográfica. Sendo o risco de cheia o produto da probabilidade de um evento de cheia acontecer, a exposição da população e dos bens e a sua vulnerabilidade (Feyen et al., 2012), cujas consequências mais preocupantes são os danos e as perdas de vidas humanas (Tsai & Chen, 2011). Os aglomerados pequenos (áreas edificadas) podem ter um efeito significativo sobre a mitigação do risco de cheia, ao contribuir para uma impermeabilização localizada reduzida (Chen et al., 2013). O produto da organização social dá a perceção do perigo e do risco, onde existe um cumulativo de processos obtidos pela experiência (Tavares et al., 2011). Para os autores, a perceção e a construção social do perigo estão associadas. Estes factos resultam das ações humanas, como por exemplo, a construção em áreas mais suscetíveis a cheias (Novelo-Casanova & Suárez, 2012).

Ao efetuar uma análise contextual dos estudos sobre as cheias, verifica-se que existe uma grande diversidade de conceitos associados e definições, descrições ou explicação dos termos, sobretudo sinónimos. Portanto, as definições e conceitos adotados, para cada investigação, são imprescindíveis ao bom entendimento do trabalho em si. A modo de exemplo, *caudal de retorno* é utilizado em contextos relacionados com cheias e também

em áreas como a hidrologia, a hidrogeologia e a gestão e o desenvolvimento dos recursos hídricos (Almeida, 2006).

De acordo com Lavery & Donovan (2005), sustentar uma gestão de cheias baseada na informação empírica, projetada para um intervalo de 100 anos, pode contribuir para melhorar a sustentabilidade de uma bacia hidrográfica. Para tal, é necessário obter informação sobre as cheias de dada bacia hidrográfica. O impacto do perigo das cheias locais, descrito nas diversas fontes bibliográficas, incluindo a empírica, carece de estudos sobre a quantificação exata das ocorrências, dos valores sobre os danos e das perdas e, também das ações humanas sobre o território. A informação existe dispersa, por um lado, na memória dos habitantes (que pode ser obtida por inquérito), por outro, nos relatos dos vários documentos escritos da comunicação social, em especial na imprensa periódica regional, nas várias edições publicadas durante os séculos XX e XXI (que podem ser consultados nos fundos/espólios das bibliotecas públicas municipais e nacionais).

O estudo dos processos perigosos baseados em eventos de cheia requer, na maioria das vezes, resultados de modelação em todo o espectro da intensidade e duração do fenómeno, focados em dados da precipitação e do escoamento, além de requer outros dados, como por exemplo as características do coberto vegetal (Dunne, 1991), sendo estes, fatores importantes para conhecer a resposta hidrológica de uma bacia hidrográfica (Guida et al., 2016).

A análise empírica pode suportar a hipótese de que o rendimento e o valor a pagar por um seguro para proteção de bens vulneráveis a cheias são exemplos de alguns fatores que influenciam a decisão social e o comportamento humano (Browne & Hoyt, 2000). Para estas situações, a prevenção e a transferência do risco através de instrumentos financeiros, como os seguros, é uma forma de minimizar as perdas (Tsai & Chen, 2011). Não obstante, o recurso a seguros nem sempre é possível, pois é necessário ser assegurado aceite pelas seguradoras. Outra alternativa, é visível nas ações sociais e políticas ao atribuir subsídios que minimizem as perdas aos afetados contemplados pelas instituições governamentais. Este facto tem sido debatido quando as perdas, devidas a cheias em áreas agrícolas, comerciais e habitacionais, são elevadas.

Os estudos sobre as cheias ganham relevância ao permitirem compreender em que medida os habitantes localizados na planície de inundação têm adotado comportamentos

necessários para lidar de forma adaptativa com um futuro evento, incluindo-se nesta abordagem a forma como estas populações percebem situações de periculosidade e se previnem (Miceli et al., 2008). O conhecimento da percepção do perigo provocado pelas cheias é considerado um aspeto fundamental para a sua gestão ao contribuir para o desenvolvimento de estratégias eficazes e eficientes de mitigação e atenuação das consequências (Kellens et al., 2011).

1.2 Pertinência da investigação

A investigação proposta é pertinente na medida em que apresenta dados sobre as cheias, nunca recolhidos e analisados até ao momento em que se iniciou esta investigação. O estudo é à escala da Bacia Hidrográfica do Rio Vez (BHRVez), segmentada por Freguesia/União de Freguesias e ainda por setores de curso de água. Foca as características hidrogeomorfológicas, as cheias e a sustentabilidade. Toda a investigação reúne um conjunto de originalidade porque se efetuou uma base de dados aberta tão completa à escala local, com dados da imprensa periódica regional e principalmente local, com o histórico das ocorrências das cheias, para além de incorporar as ações humanas sobre o território que permitiram identificar a evolução dos elementos expostos e caracterizar a sustentabilidade da bacia hidrográfica. Adicionalmente, as consequências foram evidenciadas. Oferece um conjunto de contributos mais alargado sobre os registos de cheias no rio Vez, em função da ocupação urbana, para (1) caracterização do (não)perigo, (2) determinação da suscetibilidade às cheias, (3) delimitação e caracterização de unidades territoriais por cenários de perigo, (4) indexação do índice de sustentabilidade nas unidades territoriais localizadas, e (5) contributos para a gestão sustentável do território e proteção da população, em especial, a afeta ao perigo. Ao mesmo tempo, reúne uma quantidade de informação processada e sistematizada digitalmente, que só existia (na sua maioria) em formato impresso, nas bibliotecas portuguesas com a inevitável falta, em muitos casos, de publicações e números consultados. Desde a existência da periódica escrita, está-se a contribuir para a preservação, devido ao estado de degradação que alguns exemplares se encontram. Muitos destes documentos encontram-se em avançado estado de degradação tonando-se indisponíveis para consulta do público em geral.

A imprensa periódica acompanhou a evolução das tecnologias digitais e como sabemos, os documentos da era pré-digital existem, sendo urgente a sua preservação. Compreende-se que a criação de conhecimento científico com a reunião de documentos empíricos, neste caso, seja de extrema relevância. Mais ainda, com as recomendações da carta de princípios de orientação, tema desenvolvido nos últimos parágrafos deste ítem, os eventos em base de dados (eBd) para a área de estudo vê-se como um exemplo de inovação e contributo para o desenvolvimento económico, na medida em que futuramente o acesso aos dados será rápido, evitando perdas de tempo e permitindo uma melhor gestão da periculosidade a cheia para uma melhor sustentabilidade territorial. Acresce que em termos futuros facilitará o acesso à informação aos responsáveis locais pela toma de decisões, aos investigadores, aos empresários e ao público em geral. É um conceito diferente de um “e-software”, condensado numa só plataforma, não relacional, desenvolvido para o efeito.

A base de dados, eBd, vê-se como um avanço devido à necessidade de uma plataforma única simples e aberta, disponível, que permita a inserção de dados de ocorrências de cheias com a evolução dos elementos históricos expostos, as ações humanas no território.

Apesar do Banco Internacional de Dados (EM-DAT) disponibilizar uma base de dados mundial com informação sobre cheias, também para Portugal. Os registos a uma escala local não existem com o pormenor da informação recolhida que esclareça melhor o que acontece na natureza, permitindo aplicar uma metodologia de cruzamento de dados qualitativos com quantitativos. Em Portugal, têm sido efetuados esforços para reunir a informação, criar bases de dados e efetuar o seu tratamento e disponibilização aos cidadãos. O projeto *Disaster*, iniciado em 2010 e financiado pela Fundação da Ciência e da Tecnologia (FCT) deu um contributo para a sistematização da informação em base de dados a nível regional e para o Continente Português. Na verdade, os estudos a nível local, com informação detalhada transformados em base de dados, são praticamente inexistentes. Só com dados poderá perceber-se a relação do homem com os fenómenos naturais compreendendo a sua sustentabilidade de forma a poderem ser adaptadas medidas às situações de forma sustentável. É de relevo salientar que as bases de dados ou metadados, disponibilizados, de acesso aberto, com ou sem restrições, devem dar alguma garantia no que diz respeito à certificação.

A *Carta de Princípios* da política de dados abertos é um bom instrumento de ajuda à certificação de dados empíricos. Em Portugal, a Carta de princípios de orientação para a FCT é exemplo disso. A este propósito, um dos princípios orientadores da FCT é preservar o património científico e tecnológico e estimular a prática sistemática de preservação e valorização do mesmo. A *Organization for Economic Co-Operation and Development* (OECD) publicou em 2004 o documento intitulado *Declaration on Access to Research Data from Public Funding*, que foi assinado por governos de 34 países. Na declaração, reafirma-se a importância da comunicação dos dados para o desenvolvimento da ciência e para aperfeiçoar os investimentos públicos (Costa & Leite, 2016, *cit in Organization for Economic Co-Operation and Development*, 2004). Os dados devem estar acompanhados de uma declaração clara e explícita sobre as permissões de uso (licença adequada), baseada em normas jurídicas apropriadas. A gestão da informação digital tem progredido de forma inovadora, incluindo a disponibilização de acesso aberto a alguns dos dados. Os Estados Unidos tiveram um papel importante na iniciativa com a definição e estabelecimento formal de uma política governamental de obrigatoriedade de depósito no repositório de acesso aberto, sirva como exemplo a *PubMed* (Silva & Alcará, 2009). A maioria dos repositórios de dados são temáticos, focados no armazenamento de textos e imagens, com pouca representatividade no que diz respeito a certificação e padrões de metadados (Costa & Braga, 2016).

1.3 Objetivos

Este trabalho tem como objetivo principal o estudo das cheias na bacia hidrográfica do rio Vez (BHRVez) para o período alargado ao último século, para identificar áreas com características comuns, quer a nível de caracterização física e humana, quer a nível da perceção do perigo criado socialmente. Como objetivos parcelares pretende-se:

1. Caracterizar em termos físicos a hidrogeomorfologia, hidroclimática e ocupação do solo, em função das variáveis territoriais de diferente distribuição e que influenciam na dinâmica das cheias da BHRVez.
2. Delimitar em termos humanos, por unidades territoriais, identificando indicadores que aumentam o perigo de cheia, como problema social e não físico, comparando a densidade de ocupação do território.

3. Analisar a forma como a comunicação social, os jornais regionais, retrataram o fenómeno, extraindo informação de frequência das ocorrências e da distribuição espacial dos pontos de cheia relatados.
4. Estudar a perceção do perigo de cheia por parte da população urbana.
5. Aplicar uma metodologia para determinar a suscetibilidade às cheias recorrendo ao conceito de unidades territoriais de análise, as Freguesias/União de Freguesias.
6. Construir um índice da sustentabilidade do uso do território para a BHRVez.

1.3.1 Problemáticas e questões de partida

O território da BHRVez é suscetível a cheias, sendo necessário conhecer a sua frequência e magnitude para uma gestão sustentável do território. A análise considera dados sobre os elementos expostos, trata-se de um índice de sustentabilidade hidrológica (Chaves & Alipaz, 2007; Cortés et al., 2012; Mititelu-Ionuș, 2017; Naubi et al., 2017) que incorpora, conforme denominam Ramos & Reis (2001) e Santos & Reis (2017), indiretamente, a suscetibilidade a cheias. Portanto, pretende-se identificar as cheias e indiretamente os elementos expostos com uma organização à escala da bacia hidrográfica, à escala da Freguesia/União de Freguesias, agrupadas por áreas com características comuns (ACC) obtidas pelo estudo demográfico, com destaque para a densidade populacional. O desenvolvimento da investigação baseia-se em três ideias chave, as cheias, o perigo e a sustentabilidade do território, ou seja, a sustentabilidade da resposta hidrológica:

[1] As cheias. Para conhecer a predisposição da bacia hidrográfica à ocorrência do fenómeno estudado:

1. Estudar alguns parâmetros hidrogeomorfológicos que podem apontar para uma maior ou menor predisposição da bacia para a ocorrência de cheias.
2. Identificar as Freguesias/União de Freguesias mais suscetíveis às cheias com base nas tendências de variação da ocorrência de eventos de cheia.
3. Verificar as tendências de variação da frequência de cheias ao longo do tempo em termos espaciais.

[2] Perigo relativamente às cheias. Consideram-se as diferentes conceções do perigo, nomeadamente as que são assumidas por investigadores e especialistas (mais associadas à probabilidade de ocorrência e suas consequências) por distinção às que são admitidas

pela população (mais associadas aos fenómenos já ocorridos e às áreas afetadas). Neste sentido, distinguimos duas visões, numa primeira fase e seguidamente tentamos classificar a perceção do perigo de cheia pela população da BHRVez, com uma clara distinção entre população de montanha, rural e urbana.

[3] Sustentabilidade do uso do território. Procuraram-se respostas a questões decorrentes dos vários pilares de sustentabilidade territorial (Chaves & Alipaz, 2007; Cortés et al., 2012; Mititelu-Ionuș, 2017), por Freguesia/União de Freguesias, para obter o índice de sustentabilidade de resposta hidrográfica tendo em conta os indicadores seguintes:

- a. Hidrológico: associado ao fluxo da bacia hidrográfica por segmentos ou respetivos troços de rio. Aqui as “ocorrências” tomam lugar de destaque.
- b. Ambiental: associados à biodiversidade, em particular o coberto vegetal, fatores ligados à água, de poluição (tratamento de águas residuais) e de abastecimento da população, à energia (fornecimento de energia), aos troços de cheia, e ao uso e ocupação do solo, na perspetiva da sua classificação, da pressão urbanística e da impermeabilização e não do seu valor económico. Obtido pelo agrupamento ou combinação de indicadores, as ações humanas.
- c. Social: associados à componente “demografia”, de atividades económicas (nos setores primário, secundário ou terciário). Acresce, de forma direta e indireta, o edificado, as questões associadas ao uso do solo, na perspetiva do valor desse uso. Obtido pela densidade populacional, que indiretamente contempla os restantes fatores referidos.

Com o estudo das cheias na BHRVez pretendeu-se através de um desenvolvimento metodológico aumentar a consciência situacional (Vieweg et al., 2010) necessária à prevenção contra cheias. A análise do perigo para a escala da BHRVez é entendida como subsidiária da análise nacional. Portanto, a sustentação da problemática justifica-se porque a BHRVez:

- i. Carece de estudos de investigação sobre a frequência das cheias ocorridas no último século por forma a conhecer com pormenor a dinâmica do fenómeno às escalas da bacia hidrográfica e da Freguesia/União de Freguesias:

Como se caracteriza o território da bacia hidrográfica, no que respeita aos fatores que podem condicionar ou determinar a ocorrência?

Qual a frequência das ocorrências?

Quais são as áreas / “pontos” de cheia *historicamente* mais afetadas?

- ii. Carece de estudos de investigação sobre a percepção do perigo de cheia num período alargado no tempo, estudos importantes para a sua mitigação e para a compreensão da dinâmica dos processos perigosos:

Como é percecionada a exposição a fenómenos de cheias pela população residente?

Qual a distribuição das ocorrências que permitiram obter indicadores de percepção de perigo?

Qual a relação entre a densidade de ocorrências distribuídas espacialmente obtidas pela percepção do perigo e a identificada pela fonte de dados da imprensa periódica?

- iii. Carece de uma modelação a cheia baseada em dados empíricos e apoiada por informação hidrogeomorfológica local:

O cruzamento de dados da rede de drenagem com dados conjunturais fruto da informação recolhida na imprensa periódica e entre a população residente validam as ocorrências de cheias?

Podemos aplicar e melhorar o conceito Unidades Territoriais sujeitas ao perigo em áreas propensas a cheias?

Qual o modelo de suscetibilidade a cheias e o modelo de sustentabilidade, por unidades administrativas, a propor para os diferentes níveis de perigo não físico, mas relacionado com a coesão social?

Que vantagens existem numa abordagem diferente do território para a gestão futura e a sustentabilidade do mesmo?

A recolha de dados empíricos foi crucial para a sistematização do conhecimento. A colaboração é a base essencial para lidar com os perigos (Waugh & Streib, 2006). Quando existe a participação pública local como estratégia no processo de gestão de desastres, o resultado é uma mitigação sustentável dos perigos (Pearce, 2003).

1.3.2 Hipóteses de investigação

As hipóteses de investigação foram ajustadas ao objeto de estudo, incluem a caracterização da BHRVez, nomeadamente os fatores que influenciam cheias fluviais, tendo em conta a riqueza de recursos documentais que fazem parte do último século. Como tal, pretendeu-se responder às questões enumeradas na Tabela 1.1.

Tabela 1.1 - Questões de investigação e respetivos objetivos.

Questões de Investigação	Objetivos
1. Quais as características físicas e humanas da BHRVez que foram afetadas pelas cheias no último século?	<ul style="list-style-type: none">▪ Definir os conceitos para estudo das cheias na BHRVez.▪ Caracterizar fisicamente a BHRVez, de forma a conhecer e compreender a dinâmica hidrogeomorfológica, hidroclimática e ocupação do solo, por áreas com características comuns e que influenciam na dinâmica das cheias.▪ Conhecer quais as ocupações do solo em locais sujeitos a cheia e quais as suas características e influência para as consequências do evento.▪ Caracterizar os aspetos sociais por áreas com características comuns (homogéneas).▪ Identificar “pontos” de ocorrências de cheias em toda a bacia do Vez.▪ Verificar se os “pontos” de ocorrências de cheia são reincidentes.
2. As informações documentadas pela imprensa periódica escrita em termos de limiar de registos e do nível do conhecimento sobre as cheias na BHRVez permitiram reconstruir os eventos de uma forma precisa?	<ul style="list-style-type: none">▪ Completar o inventário existente para recolher o máximo de documentos com informação sobre a frequência de cheias.▪ Com base nos documentos escritos, as experiências vividas ou relatadas e dados de caudal e precipitação, validar os dados para reconstruir eventos de cheias cartografando-os.
3. É vantajoso trabalhar a informação empírica escrita para a definição de estratégias sustentáveis na BHRVez?	<ul style="list-style-type: none">▪ Descrever as vantagens dos documentos inventariados como estratégia de ordenamento sustentável do território.▪ Recorrer à análise do conteúdo trabalhar os dados das notícias.
4. Existe o hábito de publicar informação sobre o perigo das cheias fluviais, por parte da população, como forma de reforçar a capacidade de adaptação e resposta?	<ul style="list-style-type: none">▪ Conhecer, de forma geral, por questionário, a perceção da população local sobre o perigo das cheias.▪ Conhecer os hábitos de divulgação da informação sobre o perigo das cheias, por parte da população de Arcos de Valdevez, como forma de reforçar a capacidade de adaptação.▪ Verificar se as pessoas após as cheias de 1909, 1987, 1999, 2000 ficaram mais atentas às notícias sobre alerta de cheias.▪ Perceber a forma como as pessoas percecionam as cheias, como podem ser categorizadas.
5. Quais as áreas administrativas da BHRVez e os indicadores que permitiram delimitar cada uma delas?	<ul style="list-style-type: none">▪ Definir os indicadores por unidades territoriais.
6. O número de cheias históricas documentadas para a BHRVez tem influência na perceção da população perante o risco de cheias?	<ul style="list-style-type: none">▪ Compreender a perceção do risco e do perigo com informação do passado para gerir o futuro.

1.4 Estrutura da investigação

“A água é um elemento essencial para a vida e para o desenvolvimento sustentável das sociedades” (Hipólito & Vaz, 2013: p. xv). Ao estudar uma bacia hidrográfica a água é um elemento chave. Quando a qualidade desta se mantém, é uma mais valia para a sociedade especialmente quando as ações humanas apontam o caminho para a sustentabilidade hidrográfica. O percurso para concretizar os fundamentos sobre a investigação das cheias na BHRVez esquematiza-se na Figura 1.1.

Para identificar os parâmetros e os indicadores sobre as cheias, a suscetibilidade e a sustentabilidade, o presente trabalho estruturou-se em duas partes: a primeira compreende dois capítulos e a segunda cinco, num total de sete. Portanto, a primeira parte contempla uma apresentação geral dos fundamentos dos objetivos da investigação relativamente à questão das cheias. Faz uma visão geral sobre a problemática das cheias no mundo, na Europa e particularmente em Portugal. A informação é útil para comparar e fundamentar a realidade da BHRVez em contexto nacional. Segue-se a caracterização das variáveis que influenciam os processos hidrológicos e conseqüentemente as cheias. A segunda parte, apresenta a metodologia, as fontes de dados e a respetiva análise. Compararam-se os parâmetros de algumas das bacias hidrográficas nacionais com os da BHRVez. Analisou-se a evolução demográfica e do edificado na BHRVez. Fez-se o estudo da frequência dos eventos e das ocorrências, assim como das ações humanas. Identificaram-se os elementos expostos, por tipologia, mais afetados pelas cheias. Como forma do ordenamento do território da bacia hidrográfica estudada, criaram-se dois modelos principais: a suscetibilidade física simplificada às cheias e a sustentabilidade hidrológica. Finalmente, vem a discussão e as respetivas conclusões.

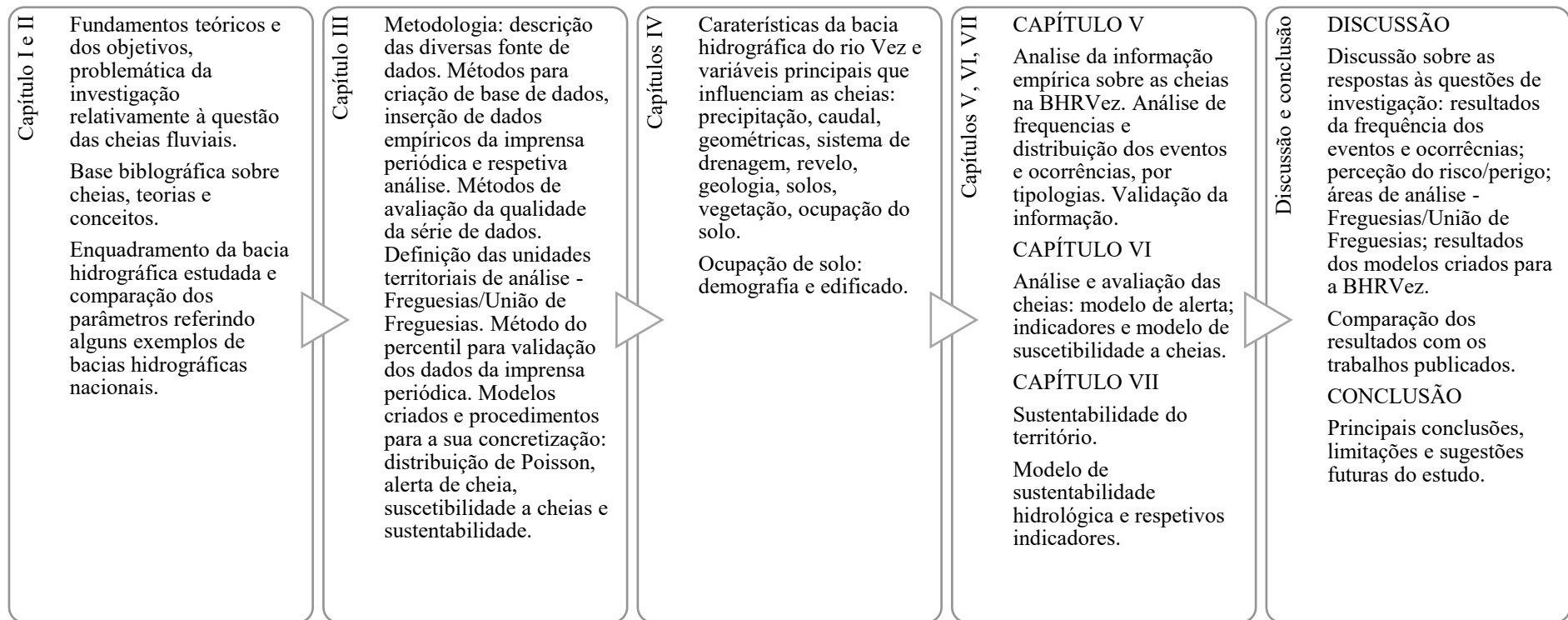


Figura 1.1 – Organização da estrutura da investigação.

CAPÍTULO 2 – INFORMAÇÃO SOBRE CHEIAS PARA SUSTENTAR O SEU ESTUDO EMPÍRICO

2.1 Questões gerais relacionadas com as cheias

A disponibilidade alargada de dados melhora a compreensão dos processos perigosos, na medida em que esclarece melhor os cidadãos quanto à ameaça de cheias. Podemos ainda procurar respostas nas teorias que contribuem direta ou indiretamente para aprofundar os estudos sobre perigos de cheia. Em primeiro lugar podemos referir a *Teoria da Crise*, como prática vocacionada para um futuro sustentável (Shrivastava, 1993). Segundo o autor, assim, podemos integrar diversas descobertas e, cumulativamente, construir o conhecimento com base no passado, onde o conceito de desenvolvimento sustentável fornece um motivo centralizador. A *Teoria da Crise* possui um carácter muito mais abrangente, face às problemáticas ambientais, do que as teorias associadas às catástrofes devidas às cheias. Leia-se o descrito por Draibe & Henrique (1988) quando se referem à parte económica e à (in)capacidade de intervenção do Estado. Fazendo uma analogia, a crise devido a uma cheia “espalha-se” como uma crise económica, ou seja, afeta aqueles que estão próximos. Ao analisar a situação de crise causada por uma cheia podemos acrescentar algum contributo para um melhor entendimento quando esta é efetuada a pequenas escalas, regional e/ou local.

A *teoria de catástrofes naturais* e a sua dinâmica evoluiu com a *Teoria da Investigação de Desastres e sua Prática*, publicada em 1991 e a *Teoria e Prática de Estudo de Desastres*, publicada em 1996 (Pei-Jun, 2002). A teoria das catástrofes permite descrever e analisar os “sintomas” de uma eventualidade, a catástrofe (Lefebvre et al., 2009). Além disso, Pei-Jun (2002) referiu que a teoria do sistema de catástrofe regional tem vindo a ser aperfeiçoada. Porém, alguns autores consideram como procedente, a *Teoria do Caos*, que teve a sua origem em 1907 com Hurst (Bruni & Famá, 1998) e a abordagem à análise de todo o sistema de comunicação de crise em situação de desastre. Consequentemente, materializa as condições e as decisões que conduziram o desastre e as reações

subsequentes em situação de resiliência (Sellnow et al., 2002). A *Teoria da Difusão da Informação* aplicada na análise do risco de cheia e do perigo como sua componente é um modelo utilizado para estimar a probabilidade da intensidade, usando a difusão da informação como nova tentativa de análise do risco (Feng & Luo, 2008). Segundo Barredo & Engelen (2009), o resultado dos estudos sobre cheias irá confirmar que a principal força motriz no aumento da vulnerabilidade reside nas novas urbanizações construídas em áreas propensas ao perigo.

O risco de cheia compreende três fatores: o perigo, que é a probabilidade de ocorrência do fenómeno adverso, a exposição que se relaciona com os elementos expostos, os humanos e o edificado, e a vulnerabilidade devida à exposição (Barredo & Engelen, 2009). O aumento de um destes fatores implica o aumento do perigo. As modificações antropogénicas, como a urbanização, reforçaram a frequência e a magnitude de certos perigos como cheias e deslizamentos de terra (Kometa & Akoh, 2012). Podemos dizer que estamos perante a *Teoria do Risco* analisada sob uma perspetiva geográfica (Rebelo, 1999). Quanto mais interação ser humano-ambiente, maior pode ser o risco (Lima & Faisca, 1994). As cheias rápidas (Cunha & Dimuccio, 2002) são um bom exemplo para aplicar a *Teoria do Risco*.

Segundo a *Teoria da Motivação de Proteção*, o comportamento de autoproteção por parte dos habitantes de áreas urbanas suscetíveis a cheias pode reduzir os danos e reduzir a necessidade de gestão de perigo público (Grothmann & Reusswig, 2006). A análise realizada através desses pressupostos permite o estabelecimento de inter-relação entre os factos, os registos escritos e as ações dos indivíduos, o que possibilita uma compreensão mais abrangente dos significados construídos socialmente na relação dos sujeitos com o meio (Souza & Zioni, 2003). As teorias para a perceção do perigo também têm ocupado o centro das preocupações de diversos investigadores, em especial quando os dados são recolhidos por questionário (Kellens et al., 2013). Neste sentido, referimos a *Teoria da Decisão Comportamental* para objeto de investigação empírica sobre a tomada de decisão da sociedade perante o perigo (Slovic et al., 1984). Estas teorias estudam a capacidade individual de lidar com o perigo (Kellens et al., 2013).

A preocupação com as questões do perigo e desastres naturais é global. O Quadro de Ação de Hyogo de 2005 apareceu como estratégia internacional para a redução dos riscos

de desastre (Djalante et al., 2012; Enia, 2013; Manyena, 2006; Schipper & Pelling, 2006). Dando ênfase ao tema, Rodrigues (2010) fez questão de relembrar a Primeira Conferência Mundial sobre a Prevenção de Desastres Naturais que decorreu em 1994. No entanto, as explicações sobre desastres devem considerar as consequências das mudanças tecnológicas, que alteraram a nossa perspectiva e interpretação dos mesmos (Mendes & Tavares, 2011).

As cheias, tendo como principal fator desencadeante a precipitação, são fenômenos hidrológicos causadores de perigo, dependendo da magnitude atingida (altura da água e caudais), da velocidade com que progridem e da frequência com que ocorrem (Ramos, 2013). No entanto, segundo a mesma autora, só provocam situações de perigo se houver elementos a elas expostos. As estatísticas demográficas mais recentes têm vindo a confirmar que a maior parte da população vive em espaços urbanos, intensificando fluxos de toda ordem onde a natureza atinge as suas potencialidades máximas (Mendonça, 2017).

O registo de cheias na imprensa periódica e/ou nas diversas fontes documentais têm como resultado um aumento significativo de artigos científicos. Na verdade, existem vários estudos sobre a dinâmica das cheias em períodos alargados. A modo de exemplo ilustrativo cite-se o estudo sobre a frequência de cheias entre 1160 a 1210 de Benito, Díez-Herrero & Villalta (2003) para a bacia hidrográfica do rio Tejo da Península Ibérica. As cheias mais dramáticas, com milhares de vítimas, ocorreram fora da Europa, nomeadamente no Sul da Ásia (Kundzewicz et al., 2013). Contudo, a Europa não ficou imune. O velho Continente tem enfrentado crescentes riscos de cheia devido à urbanização associada aos efeitos das alterações climáticas, ou seja, da precipitação intensa (Hegger et al., 2014). No território Europeu, as décadas posteriores a 1990, foram proficuas em cheias que causaram graves danos (Kundzewicz et al., 2013). Embora as perdas humanas tenham diminuído praticamente em todo o mundo, as perdas materiais têm aumentado (White et al., 2001).

Tendo por base os dados da The Emergency Events Database (EMDAT), disponíveis em www.emdat.be, na Europa, para a variável ocorrência de cheias (cheias fluviais e rápidas), referentes à janela temporal compreendida entre 1980 a 2015, verificou-se que os dados se ajustaram aos parâmetros normais, com um ajustamento de Kolmogorov-Smirnov

(KS) significativo ($p > 0,05$; $p = 0,15$) para a variável ocorrências, com $N = 36$ (EMDAT, 2017). A normalidade dos dados foi testada para confirmar a tendência destes dados, sem intenção de aplicar outro tipo de testes estatísticos.

Até 1980 os registos de ocorrências de cheia na Europa, segundo a EMDAT, foram poucas por ano, comparativamente aos dados posteriores a essa data, sendo nove vezes superior entre 1980 a 2015. A tendência linear representa-se na Figura 2.1, constatando-se que o número de ocorrências de cheias “fluviais e as rápidas” aumentaram, confirmando-se pelo coeficiente de ajustamento, R^2 , igual a 58,8 %.

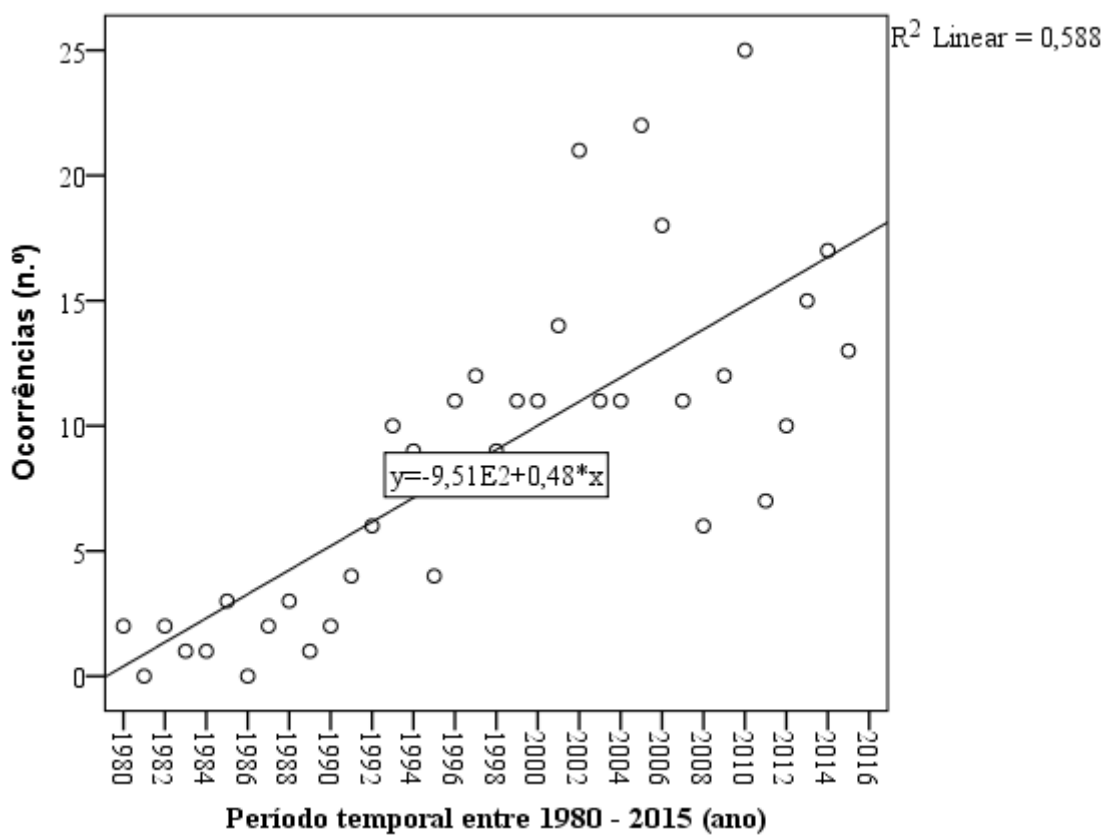


Figura 2.1 – Tendência linear da variável ocorrências de cheias fluviais/rápidas na Europa de 1980 a 2015 (EMDAT, 2017).

De acordo com Sdao et al. (2012), a *vulnerabilidade sistêmica* mede a relação entre a magnitude extrema do evento e as consequências diretas e indiretas no sistema territorial. As consequências resultantes das cheias podem ser descritas em função de diversos níveis de gravidade. A perda de vidas humanas é a consequência mais dramática. É salientado

por Tucci (2003) o facto de existirem perdas humanas em consequência das cheias desde tempos imemoriais.

Em Portugal, segundo registos identificados na EMDAT, as cheias fluviais provocaram a perda de 60 pessoas e, devido a cheias sem tipologia identificada perderam a vida 554 indivíduos, sendo que 462 referem-se ao ano de 1967. À escala do nosso País o número de mortes provocadas pelas cheias atingiu um nível consideravelmente elevado.

Porém, na Europa, os desalojados em consequência de cheias fluviais/cheias rápidas também constituem uma realidade significativa. No total, entre 1970 a 2015, registaram-se 365 704 desalojados, sendo 298 relativos a Portugal (EM-DAT, 2017). No nosso país, na cheia de 1979 sem classificada pela EMDAT quanto à tipologia, os desalojados foram 1 000.

O valor mais elevado de desalojados, devidos a cheias fluviais/cheias rápidas, foi de 196 293 correspondente ao ano 1997: com 122 320 na Roménia, 62 000 na Polónia e 11 973 na República Checa (EMDAT, 2017). Tendo por base a mesma série de dados, constatou-se que foi a partir dos anos 90 que o número de desalojados/ano na Europa aumentou.

Existem desalojados devido ao impacto negativo das cheias, afetando as necessidades básicas dos habitantes: comida, habitação, educação e instalações sanitárias (Tshilunga, 2014), daí a necessidade de realojamento. Nestas circunstâncias, as grandes cheias tiveram efeitos devastadores sobre a vida e os meios de subsistência dos habitantes (Tshilunga, 2014).

O aumento do número global de catástrofes é diretamente proporcional ao aumento da riqueza populacional (White et al., 2001). Ao mesmo tempo, de forma geral, as consequências dos eventos de cheia, são notícias dramáticas, especialmente nos meios televisivos, porém com uma rápida perda de interesse (White et al., 2001).

Além dos danos humanos, as cheias implicam danos materiais, com os consequentes custos públicos e privados. Regra geral, as habitações, áreas comerciais e áreas de circulação, são muitas das vezes afetadas por cheias. Quando isso acontece torna-se necessário recuperar dos danos, com consequentes gastos públicos, nas áreas de circulação, e privados, nos respetivos bens privadas (Boardman, 2010). Outros exemplos, como o terreno “enlameado” em áreas florestais e agrícolas também podem causar transtornos e perigos nos acessos àqueles locais em dias de cheia. Além disso, sabe-se

que este tipo de eventos, causaram muitas das vezes a perda de colheita, com as subsequentes dramáticas dificuldades provocadas aos meios familiares cuja subsistência dependia da agricultura, o chamado ano de fome.

Quanto à tipologia dos dados, verifica-se, conforme White et al. (2001) que os custos e benefícios dos eventos quando incompletos, tornam-se difíceis de comparar pela falta de precisão.

As causas das cheias danosas podem estar relacionadas com um conjunto de condicionantes, cujo fator principal não se pode relacionar apenas com a precipitação mas deverá considerar também a localização de núcleos habitacionais a um baixo declive, onde a água se acumula (Tshilunga, 2014). As consequências das cheias podem ser agravadas, conforme o já referido, o aumento da impermeabilização, particularmente, na sub-bacia a montante (Adnan & Atkinson, 2011). Daí o evidente aumento dos danos materiais (White et al., 2001). Para proteger as planícies densamente povoadas das cheias, soterraram-se e/ou canalizaram-se muitos rios (ou segmentos de rios) (Hesselink et al., 2003). Tradicionalmente, os diques foram e são uma medida popular amplamente adotada para o controle de cheias (Mazzoleni et al., 2014). Por vezes, falhas nos sistemas de diques, em dias de cheia, podem agravar a situação, aumentando a perda de vidas e danos patrimoniais (Davar et al., 2001; Mazzoleni et al., 2014; Merz et al., 2010; Sewell & Foster, 1977).

As alterações climáticas e a crescente urbanização têm dado lugar a uma reflexão sobre as infraestruturas de drenagem sustentáveis em meio urbano devido aos seus impactos negativos aquando dos extremos de precipitação e do meio ambiente dessas áreas (Zhou, 2014). Portanto, para White et al. (2001), as perdas parecem ser devidas ao crescimento da vulnerabilidade das populações em expansão.

A história mostra que as populações tentam conviver com todo o tipo de cheias, desde as mais frequentes às mais pontuais (Tucci, 2003). Ao longo do último século, a percepção do perigo de cheia por parte da população tem vindo a evoluir devido às condições de vida atuais, bem diferentes das existentes cinquenta anos atrás. Esta informação é útil para obter mais conhecimento sobre os processos do perigo (Becker et al., 2014). Os problemas relacionados com os recursos naturais e financeiros representam a maior fonte de perigo para a subsistência das famílias sendo a percepção do perigo de cheia

influenciada por fatores de caráter socioeconômicos (Bunting et al., 2013). Neste sentido, Bunting et al. (2013) estipulam cinco categorias para a percepção do perigo, de acordo com os bens de capital de que os meios de subsistência dependem: natural, físico, financeiro, humano e social. Todavia, independentemente das causas da ocorrência de cheia, a percepção do perigo é importante para elaborar uma síntese de fatores potencialmente importantes ao solicitar medidas para evitar danos causados por estas (Tucci, 2003). Ainda mais, a reconstrução de cheias com base em informação obtida por questionário, da imprensa periódica e dos registros das autoridades locais, tem tido algum sucesso para a análise da frequência das cheias, mas ainda existem diferenças consideráveis em relação aos dados (Boardman, 2010).

Resulta evidente a construção de instrumentos de gestão com base em registros históricos sobre cheias locais. Ora, para entender completamente os eventos de cheia com baixa probabilidade de ocorrência precisa-se de construir uma série temporal longa, recorrendo à observação de registros dos seus níveis, por exemplo em arqueologia e sedimentologia, associada a um conjunto de dados instrumentais (Li-Yongfei et al., 2013). Contudo, segundo os mesmos autores, existe a possibilidade de reconstruir cheias do passado, onde os dados de magnitude não estão disponíveis e têm relevância para a previsão de futuras cheias, com possíveis impactos socioeconômicos.

Compreender a importância relativa das interações entre as mudanças no uso do solo, o clima e os problemas gerados, pode contribuir para uma melhor compreensão da dinâmica dos ecossistemas e para a tomada das decisões mais adequadas de gestão do perigo (Kulakowski et al., 2011). Paralelamente, a compreensão refinada da sensibilidade da resposta hidrológica para o uso do solo é importante para a tomada de decisão sobre a gestão dos perigos de cheia (Shaw et al., 2014). Para além do perigo, existem os benefícios, particularmente quando as cheias são fundamentais para a sobrevivência e prosperidade da flora e da fauna, em especial das comunidades em ecossistemas de várzea e de terras húmidas (Huang et al., 2014), ou para a prática agrícola.

A relação de “conflito” com as alterações climáticas está intimamente ligada ao uso do território (Benjaminsen et al., 2012) e os impactos das cheias podem agravar a situação das populações, nomeadamente, induzir à migração de indivíduos ou famílias (Dun, 2011). As investigações devem considerar o papel das instituições e processos legais em

relação à agitação social (Eck, 2014). As relações entre as alterações climáticas, a segurança humana e os conflitos violentos devem ser controladas pelos governos (Barnett & Adger, 2007). Normalmente, os conflitos acontecem entre grupos concorrentes (Millar, 2012), à espera de uma oportunidade. As causas específicas dos mecanismos que ligam a alteração climática ao conflito, podem estar relacionadas com o regime de chuvas, desastres naturais e crescimento económico (Gleditsch, 2012). De facto, os fluxos populacionais aumentam a pressão sobre os recursos hídricos disponíveis (Jackson et al., 2001; Meyer & Turner, 1992). Por outro lado, os recursos hídricos renováveis serão afetados por mudanças projetadas nos padrões de precipitação, temperatura e as restantes variáveis climáticas (Schewe et al., 2014).

Os instrumentos de gestão e de ordenamento do território e a mitigação do perigo de cheia são vistos como uma mais-valia (Hooijer et al., 2004). Os mapas de vulnerabilidade a cheias a nível local (Adnan & Atkinson, 2011), com projeções de áreas assinaladas com diferentes escalas de perigos, são potencialmente úteis para os gestores públicos responsáveis pelo ordenamento do território.

O sistema de alerta precoce pode reduzir significativamente o número de mortes e danos devidos a cheias, pode melhorar a eficiência dos esforços de redução do perigo de desastres, desempenhando um papel importante no fortalecimento da resiliência (Hoedjes et al., 2014). O alerta à população começa a ser uma realidade (Amorim et al., 2014).

À semelhança de outros países, em Portugal, em matéria de seguros contra riscos e perigos naturais, em particular, as cheias, continua a provocar aversão relativamente a abrangência da gestão deste risco (Aliagha et al., 2014). Sente-se a necessidade de uma nova abordagem para a gestão do perigo de cheia (Hegger et al., 2014) e para as diferentes áreas ou unidades territoriais com diferentes graus de perigo. O que ocorre em consequência da relação população-ambiente é a delimitação de intervenções sem considerar como é que as populações concebem, de facto, a respetiva situação (Marandola & Hogan, 2004). As estratégias de desenvolvimento municipal devem ter em atenção a periculosidade natural, a vulnerabilidade e a exposição social (Tavares & Cunha, 2008).

2.1.1 Conceitos e critérios da terminologia utilizada

As cheias de um modo geral são um fenómeno hidrológico com origem predominante em precipitação intensa ou de duração potencialmente prolongada numa determinada bacia

hidrográfica (ou parte dela) originando um aumento do caudal que excede a capacidade do leito do rio (Hipólito & Vaz, 2013; Rocha, 1995). Ferguson & Ashley (2017) consideram o estudo das cheias como um perigo geofísico proeminente, à superfície da terra, dependentes do fenómeno atmosférico desencadeante: a precipitação. A hidrologia, ciência que estuda as cheias, engloba, segundo Lencastre & Vaz (2013), o conceito de cheia, por vezes quantificado em um caudal 3 a 5 vezes superior ao caudal modular. As vertentes e microbacias hidrográficas definem-se a partir da dinâmica hidrogeomorfológica e da interação e complexidade dos processos (Santos, 2009) e a superfície terrestre é a expressão espacial dos processos geomórficos atuando no tempo e resultando em formas de relevo geradas por mecanismos hidrológicos (Guida et al., 2016). Entende-se que, conforme,

cit in Okunishi (1991, 1994) a hidrogeomorfologia pesquisa as interações entre os processos hidrológicos e geomorfológicos. Para Okunishi os sistemas fluviais e de vertentes são exemplos de sistemas hidrogeomorfológicos. Destaca que as interações hidrogeomorfológicas ocorrem numa escala temporal entre 10^1 e 10^5 anos, sendo que para tempos maiores predominam os processos geológicos. Na escala de tempo inferior a 10 anos os processos hidrológicos e geomorfológicos ocorrem simultaneamente.

(Santos, 2009: p. 21)

Os fenómenos hidrológicos definem os mecanismos de armazenamento e transporte entre as diversas fases do ciclo da água (Naghetini & Pinto, 2007). O movimento da água define o traçado das bacias hidrográficas. Assim sendo, “a bacia hidrográfica é uma área definida topograficamente, drenada por um curso de água ou por um sistema interligado de cursos de água de modo que todos os caudais afluentes sejam descarregados através de uma única saída, que é a seção de referência da bacia” (Lencastre & Franco, 2010: p. 27).

A hidrogeomorfologia contempla o estudo de formas de relevo causadas pela ação da água, conforme o definido por Scheidegger em 1972 (Ebel et al., 2010; Ghosh & Guchhait, 2014; Scheidegger, 1973) e relacionando-se com os processos das interações geomórficas no tempo e no espaço (Sidle & Onda, 2004). Facto de extrema importância para estimar fluxos, água ou sedimentos que atravessam as bacias hidrográficas (Ebel et al., 2010), mantendo um equilíbrio dinâmico entre processos fluviais e processos antropogénicos (Ghosh & Guchhait, 2014).

As bacias hidrográficas “capturam” a precipitação recebida em diferentes períodos e descarregam a água como escoamento superficial ou águas subterrâneas (Hipólito & Vaz, 2013).

O contorno de uma bacia hidrográfica é definido pela linha de separação de águas que divide as precipitações que caem na bacia das que caem em bacias vizinhas, e que encaminha o escoamento superficial resultante para um ou outro sistema fluvial. A linha de separação das águas segue pelas linhas de cumeada em torno da bacia, atravessando o curso de água somente na seção de referência, passando pelos pontos de máxima cota entre bacias, o que não impede que existam picos isolados, dentro da bacia, com cota superior.

(Lencastre & Franco, 2010: p. 28)

A ordem dos cursos de água consiste num processo que estabelece a classificação de determinado curso de água no conjunto total da bacia hidrográfica (Prochmann, 2014) refletindo o grau de ramificação ou bifurcação (Lencastre & Franco, 2010). Permite estabelecer uma hierarquização das drenagens dentro da bacia e da própria bacia, estabelecendo a sua magnitude (Lencastre & Franco, 2010; Prochmann, 2014). Por sua vez, “o sistema de drenagem é formado pelo rio principal e seus tributários” (Teodoro et al., 2015: p. 244).

Entende-se por integridade de uma bacia hidrográfica, a sua capacidade para manter os processos e funções ecológicas, essenciais para a sustentabilidade da biodiversidade e dos recursos e serviços para a sociedade (Flotemersch et al., 2016).

Em termos gerais, entende-se por delimitação de áreas inundáveis a determinação das áreas cobertas pelos valores máximos suscetíveis de serem atingidos pelos caudais de cheia (Lencastre & Franco, 2010).

As cheias são definidas como incidentes causados por chuvas intensas durante as quais o transbordo de partes específicas da rede hidrográfica ou a drenagem de águas pluviais provoca a inundação temporária de uma área normalmente seca, fora dos limites das margens do rio (Diakakis, 2013). As cheias acontecem com chuvas particularmente intensas e/ou prolongadas onde o escoamento superficial, ao exceder a capacidade de vazão das linhas de água, transborda do leito (Lencastre & Franco, 2010). Quando devidas a precipitação de curta duração e de elevada intensidade podem chegar a saturar partes/troços/segmentos de uma bacia hidrográfica (Diakakis, 2014). Portanto, são o resultado do escoamento de áreas saturadas de partes da bacia, onde as intensidades de precipitação excedem a capacidade de infiltração e do escoamento subsuperficial rápido (Merz & Blöschl, 2003). As chuvas influenciadas pelo relevo terrestre (Lencastre &

Franco, 2010), com intensidade moderada a forte, e as condições antecedentes de tempo húmido aumentam a magnitude deste tipo de eventos (Merz & Blöschl, 2003). Dependendo dos padrões da chuva, uma cheia e a consequente inundação, podem atingir uma escala local ou regional (Merz & Blöschl, 2003). De referir que a magnitude de cheia está relacionada com o grau da gravidade (relacionada à sua frequência), a duração e a área afetada (Kundzewicz et al., 2013). Podemos ainda chamar áreas inundáveis às contíguas na margem das linhas de água, ao longo de uma centúria, acontecendo quer em áreas urbanas quer em áreas rurais, isto é, solos que habitualmente estão “enxutos” (Tavares & Cunha, 2008).

As cheias rápidas acontecem quando a precipitação é intensa, principalmente de origem convectiva, com rápido escoamento, e geralmente acontecem em âmbito local, ocorrendo em pequenas bacias hidrográficas (Merz & Blöschl, 2003).

As cheias que causam consequências são as mais preocupantes. Entende-se por análise de estatísticas de extremos quando: considera sucessivamente a seleção de uma entre diversas distribuições teóricas de probabilidades de valores extremos, a especificação ao ajustamento da distribuição, com a determinação dos respetivos parâmetros, a avaliação do ajustamento através de testes como o de Qui-quadrado (X^2) ou o de Kolmogorov-Smirnov (K-S), e finalmente a utilização da distribuição para a previsão de valores para períodos de retorno elevados (Hipólito & Vaz, 2013). O escoamento de uma bacia hidrográfica forma-se a partir da precipitação que cai sobre a mesma (Hipólito & Vaz, 2013).

Pontos críticos de escoamento superficial, identificam locais com: (1) edifícios ou conjunto de edifícios em áreas inundáveis ou alagáveis a que se associam danos materiais; (2) edifícios com desenvolvimento subterrâneo em que devido ao escoamento superficial ou variações do nível freático tenham necessitado de ações de bombagem adicionais; (3) locais naturais ou artificiais de estrangulamento do escoamento superficial ou sub-superficial com refluxo para montante; (4) locais em que a inundação ou alagamento provoca interrupção de vias de comunicação; (5) locais em que o caudal escoado ou a velocidade de escoamento desencadeiam processos de instabilidade (exemplo da erosão, movimentos de massa, impulsos em muros e edifícios).

(Tavares & Cunha, 2008: p. 95)

Existem várias terminologias adotadas nos estudos sobre cheias, como o exemplo de áreas alagáveis, que representam os terrenos onde estão registadas ou documentadas evidências de extravasamento rápido dos cursos de água, com permanência inferior a 6 horas ou em que não é ultrapassada uma altura de 15 cm de espessura da coluna de água acima da cota

a partir da superfície do terreno (Tavares & Cunha, 2008). Neste contexto, surge o termo evento (Diakakis, 2014), que pode ser definido como sendo:

a data ou período temporal continuado em que se verificou um acontecimento ou uma sucessão de acontecimentos representando condições hidrogeomorfológicas características, e para os quais estão noticiadas ocorrências singulares ou continuadas, resultantes de cheias e inundações (...).

(Tavares et al., 2013)

Tendo em consideração os dados instrumentais, o evento de cheia é denominado em termos de caudal, quando os valores são superiores a “x m³/s” diários (Gibbs & Maher, 1967). A sua frequência como eventos de cheias (quando causam consequências) no Inverno é maior em bacias impermeáveis (Ferguson & Ashley, 2017).

Um *hazard* não é natural em si, mas trata-se de um evento que ocorre na interface sociedade-natureza, extremos que rompem um ciclo ou um ritmo de ocorrência dos fenômenos naturais, como o caso dos atmosféricos (Marandola & Hogan, 2004).

Ocorrências de um evento têm em consideração a identificação do local e as respetivas consequências danosas, na data respetiva (dia e hora, quando possível) (Tavares et al., 2013). Ocorrências, segundo Mirza (2002) dizem respeito a um evento de cheia associado ou não a inundação, que pode desencadear várias ocorrências, suscetíveis de serem estimadas segundo os parâmetros físicos afetados. Simultaneamente, Tavares et al. (2013) definem a ocorrência como o local geograficamente identificável afetado por acontecimento de origem hidrogeomorfológicas para o qual estão reportadas perdas e danos resultantes dos processos de cheia e inundação. O tempo de ocorrência é o vetor dos estados do sistema (Haines, 2009) que Tavares et al. (2013) ainda subdividem por níveis: Nível 1 (N1) – ocorrências principais que cumprem pelo menos um dos critérios, existência reportada de vítimas mortais, feridos, evacuados, desaparecidos ou desalojados. Nível 2 (N2) – todas as outras ocorrências em que se registaram perdas ou danos materiais, outros pessoais ou funcionais sem que se cumpra algum dos critérios definidos em N1.

Todas as ocorrências trazem consigo as respetivas consequências, quer sejam positivas ou negativas para o território. Neste sentido, as manifestações físicas visíveis são consideradas como consequências danosas. Consideram-se manifestações que afetam as pessoas, bens (naturais, socio-naturais e sociais) e atividades económicas. Como exemplos de manifestações naturais temos os casos da afetação das praias fluviais e do

ecossistema ribeirinho. As manifestações sociais as que se manifestaram no edificado, nas construções públicas e nas construções privadas. Na regulamentação nacional (Decreto-Lei n.º 115/2010: p. 4758), embora seja informação empírica, também se define o termo consequências -, quando provocam:

(...) potenciais consequências prejudiciais... para a saúde humana, o ambiente, o património cultural, as infraestruturas e as atividades económicas, que tenha em conta as especificidades de cada região hidrográfica ou unidade de gestão ou de cada parte de região hidrográfica internacional situada no território nacional.

(Decreto-Lei n.º 115/2010: p. 4759, 1760)

As consequências são o *output* resultante da ameaça como *input* (Haimes, 2009). Portanto, as consequências são os impactos, incluindo a capacidade adaptativa após evento (Füssel & Klein, 2006). Ameaça são os perigos não controláveis e não riscos propriamente ditos (Raji et al., 2014). O problema surge quando o perigo passa a ser desastre (White et al., 2001). A intensidade de uma cheia caracteriza o nível de perigo (Boudou et al., 2014). Os perigos são reais, surgem introduzidos pelo homem e podem transformar-se em riscos, são construções sociais (Douglas & Wildavsky, 1982) portadores de incerteza e insegurança (Marandola & Hogan, 2004). Entende-se por incidente temporal a distribuição das ocorrências de cheias ao longo do período considerado, segundo a tipologia do processo do perigo (Tavares et al., 2013). Estar em risco, portanto, é estar suscetível à ocorrência de um *hazard* (Marandola & Hogan, 2004). O risco de cheia é mais do que uma estimativa. É uma medida da probabilidade e extensão de perda relacionada a danos e destruição impulsionados por cheias (Raji et al., 2014). O risco de cheia pode ser intensificado pela ação humana, aumentando a carga e diminuindo a resistência do sistema (Kundzewicz et al., 2013). Risco é uma medida da probabilidade e gravidade dos efeitos adversos, isto é, das consequências (Haimes, 2009; Mendonça, 2017; Tavares & Cunha, 2008). A relação entre as componentes que formam o risco, tendo por base Zonensein (2007), esquematiza-se na Figura 2.2.

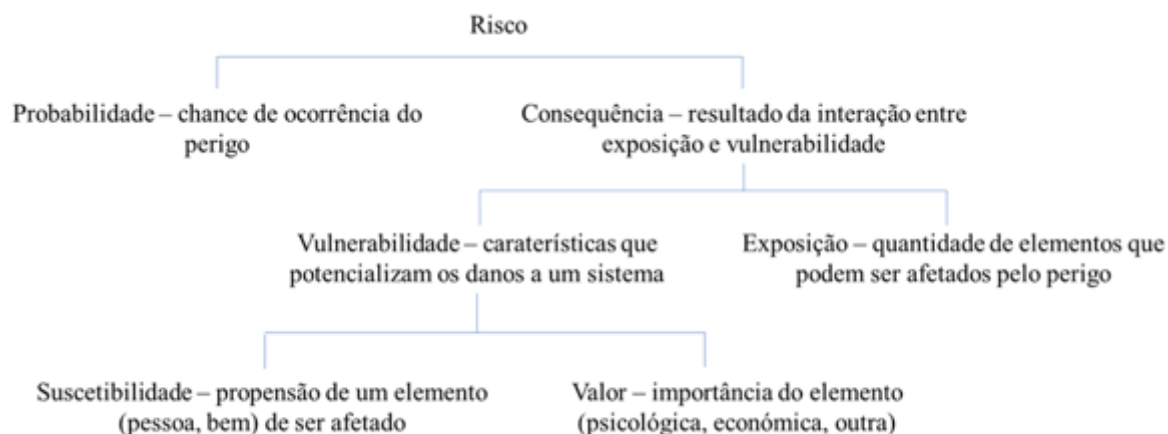


Figura 2.2 - Relação entre os componentes do risco, adaptado (Zonensein, 2007: p. 7).

Os cinco princípios que originam o risco formam um vetor com as mesmas unidades (dimensões), tendo como efeito as consequências que segundo Haimes (2009: pp. 1651, 1652) dependem: (i) do tempo, (ii) da probabilidade da ameaça (de início do evento) e a sua especificidade (*input*), (iii) da probabilidade das consequências, dada a ameaça, (iv) do vetor dos estados do sistema (incluindo a sua capacidade de desempenho, vulnerabilidade e resiliência) e (v) do vetor das consequências resultantes. Os estados de um sistema dependem do tempo, das incertezas e conhecimento dos respetivos atores intervenientes no território (Haimes, 2009).

As componentes de risco de cheia para a BHRVez relacionam-se com os dados sobre: parâmetros morfométricos, os valores determinados acima do caudal mínimo de cheia e de precipitação extrema (para indicar o liminar – evento extremo de precipitação, a partir do valor da precipitação intensa que originou uma cheia), a frequência de ocorrências de cheias, coberto vegetal, as pontes sobre o rio e vias de circulação rodoviária e pedonais, açudes, praias fluviais, a densidade demográfica e de edificado por Freguesia/União de Freguesias e da quantidade dos restantes elementos expostos.

A vulnerabilidade aos riscos de cheia combina tanto o grau de exposição quanto a sensibilidade a uma ameaça e a capacidade de adaptação para responder a tais ameaças (White et al., 2001). A vulnerabilidade é uma função do caráter, magnitude e taxa da variação a que um sistema está exposto, a sua sensibilidade e a sua capacidade de adaptação (Giupponi et al., 2013). É possível conhecer as alterações de vulnerabilidade, desde o passado ao presente, usando fontes históricas e informações atuais (Boudou et

al., 2016). Uma variante da vulnerabilidade é a sensibilidade a múltiplas situações de “stress” de diferentes eventos perigosos (White et al., 2001). O perigo pode ser relativo ao fenómeno estudado e o risco a perspetiva em que se coloca a abordagem do problema (Marandola & Hogan, 2016).

A capacidade de adaptação é definida como a aptidão dos recursos naturais para adaptar-se a um ambiente em mutação provocada pelas alterações de uso do solo (Boori & Voženílek, 2014). Os mecanismos sociais, tendo como base as práticas tradicionais, incluem uma série de adaptações de geração para geração, com a conseguinte acumulação e transmissão de conhecimentos (Berkes et al., 2000). O conhecimento tradicional proporciona experiência prática de vida e responde às mudanças dos ecossistemas (Berkes et al., 1998). Da mesma forma, se pode dizer que os ecossistemas são sistemas adaptativos complexos que respondem às características ambientais (Olsson et al., 2004). Existe o ajuste na interação entre as dimensões humana e ecossistémica em sistemas sócio-ecológicos que estão integrados (Folke et al., 2007).

A mudança no uso do solo é uma manifestação espacial das atividades humanas, associadas ao planeamento regional, ordenamento do território e desenvolvimento económico (Boori & Voženílek, 2014). A gestão adaptativa implica uma dimensão espacial em recursos naturais e economia ambiental (Folke et al., 2007).

Alteração climática abrupta representa um impacto catastrófico quando constitui uma alteração perigosa do clima e impõe custos sociais inaceitáveis que podem atingir a economia mundial (Hulme, 2003).

A escala local e a temporal identificam-se na sustentabilidade hidrológica (Loucks, 2000), o que permite observar o território a várias escalas. O termo rural ou ruralidade pode ser visto desde três perspetivas dimensionais:

(1) comportamental (que realça fatores individuais e socio-antropológicos, tais como a cultura e as suas implicações para o comportamento dos atores sociais no meio rural, visto sobretudo numa perspetiva estática). (2) funcional (que destaca a função económica, aspetos ocupacionais e questões de dimensão ligadas à estrutura fundiária e o uso da terra; adota uma perspetiva dinâmica, e defende uma visão predominantemente holística). (3) ecológica que frisa o ambiente (natural, social, cultural), ou seja, as ligações dialéticas entre a natureza e todos os aspetos da vida rural; defende uma análise holística).

(Diniz & Gerry, 2005: p. 537)

A área urbana oferece opções de meios de vida para as pessoas da periferia e também lhes proporciona um melhor acesso aos serviços e infraestrutura urbanas (Banu & Fazal,

2013). Uma estrutura deste tipo caracteriza-se por uma configuração da distribuição das sedes de concelho e sedes de freguesia segundo o “tamanho” da população, na qual sobressai um centro entre os demais (Gama, 1992), esperando, segundo uma proporção crescente, que acompanhe a diminuição do tamanho populacional (Diniz & Gerry, 2005: p. 537).

Urbanização é o processo de concentração da população e, sem lugar a dúvidas, um dos desafios globais da atualidade e das próximas décadas (Bandusena, 2014). Portanto, áreas densamente povoadas são: “o conjunto contínuo de freguesias, apresentando cada uma densidade populacional superior a 500 habitantes por quilómetro quadrado e possuindo, no seu conjunto, uma população total de, pelo menos, 50 000 habitantes” (Decreto-Lei n.º 115/2010: p. 4758).

“A paisagem é constituída por um conjunto de elementos, dos quais fazem parte os processos naturais e a utilização que deles fazem os grupos humanos, apresentando determinada organização e estrutura espacial” (Castro et al., 2008: p. 139).

O espaço pode ser definido como um produto e produtor de relações sociais, evidenciando limiares que a sociedade vai superando à medida da própria compreensão e da sua capacidade transformadora (Gama, 1992).

Os registos com período comum, entendido como o espaço temporal em que maior número de estações hidrométricas e meteorológicas possuem registos que correspondam a bacias hidrográficas em condições próximas do natural. Portanto, segundo o INE (2011): período de referência, é o período temporal a que a informação se refere. Pode ser pontual (um dia específico) ou abranger um intervalo de tempo maior (por exemplo, ano fiscal, ano de calendário, mês, dia).

Para as variáveis hidrológicas e hidrometeorológicas a sua variabilidade está registada, regra geral, por séries temporais, ou seja: “as séries hidrológicas podem incluir todas as observações disponíveis, coletadas em intervalos de tempo regulares ao longo de vários anos de registos, ou apenas alguns de seus valores característicos como, por exemplo, os máximos anuais ou as médias mensais” (Naghetini & Pinto, 2007: p. 8).

A área de recolha de dados numa estação hidrométrica é designada tendo em conta uma secção de um curso de água com registo periódico de níveis, com curva de cheia definida para conversão dos valores em caudais (Lencastre & Franco, 2010).

As categorias “são os elementos chave do código do analista” (Vala, 1989: p. 110). O indicador, é uma ferramenta que permite a obtenção de informações sobre uma dada realidade e que comunica eficientemente o estado do fenómeno observado (Mitchell, 2006). O índice revela o estado de um sistema ou fenómeno (Shields et al., 2002). Um índice é o valor agregado final de todo procedimento de cálculo onde se utilizam indicadores como variáveis que o compõem (Agostinho et al., 2007), como uma alternativa na construção de cenários no caminho da sustentabilidade. Os índices de sustentabilidade estáticos fornecem informações para um ponto específico no tempo, sem considerar as mudanças ou relacionamentos ao longo de um determinado período (Mori & Christodoulou, 2012). Portanto, as categorias são pré-definidas tendo em conta os diversos fatores sujeitos a análise para obter os respetivos indicadores.

Sustentabilidade “vem do latim *sustentare* que significa suster, sustentar, suportar, conservar em bom estado, manter, resistir. Dessa forma, sustentável é tudo aquilo que é capaz de ser suportado, mantido” (Agostinho et al., 2007: p. 140). A sustentabilidade para uma pequena escala evita uma interpretação ampla do desenvolvimento sustentável (Loucks, 2000). O autor vai mais longe e refere que assim é difícil de determinar o progresso, ignoram-se atributos únicos locais, ambientais, económicos, ecossistemas e substituição de recursos. Compreender padrões e interações em escalas espaciais locais e temporais é fundamental para reduzir o desajuste entre ecossistemas e instituições (Folke et al., 2007). A sustentabilidade de uma bacia hidrográfica resulta da harmonização entre o comportamento do sistema hidrológico e as oportunidades ambientais, económicas e sociais em benefício das gerações presentes e futuras (Sidle et al., 2013). O conjunto dos processos que se identificam numa bacia hidrográfica e a relação entre eles, permite a avaliação dos impactos cumulativos da sustentabilidade hidrológica do passado, do presente e do futuro. Com o desenvolvimento sustentável tenta-se conciliar o desenvolvimento económico e o equilíbrio ecológico (Freitas & Freitas, 2016; Silva, 2016).

2.1.2 Fatores condicionantes e desencadeantes

O conjunto de dados que condiciona as cheias está dependente de vários fatores: altitude, declive, curvatura das vertentes, índice de velocidade da corrente, índice de humidade

topográfica, distância ao rio, geologia, uso/cobertura do solo, tipo de solo e escoamento superficial (Tehrany et al., 2015). Partindo destes fatores principais derivam outros que merecem de igual modo atenção nos estudos das cheias. As bacias hidrográficas respondem a episódios de precipitação em função de fatores de predisposição (geometria da bacia, rede de drenagem, relevo, substrato geológico e solos) e a fatores variáveis (uso e evolução do solo) (Leal & Ramos, 2013). A forma de uma bacia hidrográfica é um fator importante para determinar o tempo de concentração (Lencastre & Franco, 2010; Prochmann, 2014). Por outro lado, a permeabilidade das formações geológicas tem sido estudada também como variável na influência do escoamento (Leal & Ramos, 2013; Santos & Reis, 2017), e estas características são alteradas em função do uso e ocupação do solo (Prochmann, 2014). A ordem e a magnitude dos cursos de água, tal como definidas pelos índices de Strhaler e Shreve, dão-nos o conhecimento da forma com que a água circula no canal (Zavoianu, 2011). Da mesma forma, as características de drenagem constituem igualmente parâmetros da tendência da ocorrência de cheias (Lencastre & Franco, 2010).

O coberto vegetal de uma bacia hidrográfica, como a presença de áreas florestais, favorece a infiltração e reduz a velocidade do escoamento superficial, contribuindo para a redução de ocorrência de grandes cheias (Lencastre & Franco, 2010). Com os eventos climáticos extremos a incidência das investigações aumentou, particularmente em relação aos efeitos da vegetação (Lloret et al., 2012). A desflorestação e o abandono dos campos agrícolas são também fatores que contribuem para o aumento do perigo de cheia a jusante de uma bacia hidrográfica.

Contrariamente, em bacias urbanas, onde a cobertura é substituída pelas construções do edificado, a ocorrência do escoamento superficial é antecipada o que resulta num aumento do volume do escoamento superficial e do pico de cheia (Prochmann, 2014). As cheias registadas durante a última década nos países europeus foram desencadeadas ou agravadas pelas atividades antrópicas, levando a um aumento do perigo de cheia (Bronstert, 2003). O uso inadequado da gestão do solo, aumenta os desastres naturais no território (Cirella et al., 2014). Consequentemente, a liberdade de espaço (que pode basear-se na amplitude do meandro) e a frequência das cheias estão em simbiose (Biron et al., 2014).

As planícies de inundação são áreas planas e propícias à ocupação humana (Tucci, 2003). A ocupação do território é um dos principais fatores do perigo, que contribui para o desencadear de cheias, devido à impermeabilização do solo. Quanto mais expressiva a área urbana maior probabilidade de transbordamento do leito. Segundo Bronstert (2003) o conjunto de ações humanas sobre o território são as causadoras das cheias. Na mesma linha de pensamento, para Barredo (2009) foram os fatores sociais das décadas de 1970 a 2006 que impulsionaram o aumento das cheias. A modo de exemplo podemos referir a construção de diques, canais e barragens, grandes transformadoras do traçado natural de uma bacia hidrográfica. Estes elementos, quando esgotam a capacidade de represa, com a precipitação, levam ao transbordo do leito com manifestações no território. Com chuvas intensas e/ou sobrecargas, na capacidade do sistema de águas pluviais surgem as cheias (Kundzewicz & Kowalczak, 2014). Este facto é ainda mais importante considerando as chuvas de curta duração (Lencastre & Franco, 2010).

As alterações climáticas podem contribuir para um aumento das cheias no território europeu (Cirella et al., 2014). Os aumentos de gases de efeito de estufa induzidos pelo homem têm contribuído para a intensificação de eventos de precipitação (Min Seung-Ki et al., 2011). As características da precipitação, altura, densidade e duração, são determinantes para desencadear cheias (Naghetini & Pinto, 2007). A precipitação extrema (os valores extremos em trabalhos de engenharia são mais importantes do que os valores médios) e a acumulada sobre uma região ou bacia hidrográfica proporcionam caudais de cheia, que podem levar a ocorrências locais, por transbordo das linhas de água (Branco, 1947; Lencastre & Franco, 2010; Naghetini & Pinto, 2007; Organização Mundial de Meteorologia [OMM], 2009).

O fator data é a chave de ligação entre os fatores condicionantes e desencadeantes de cheias. As estações do ano e os respetivos meses condicionam os episódios de precipitação extrema (limiar) que desencadeiam as cheias. O período temporal permite estudar e identificar as ocorrências acumulativas ou esporádicas no tempo e no espaço. Quanto à tipologia da origem das cheias podem ser devidas a: precipitação de longa duração, precipitação de curta duração, precipitação em neve (neve e precipitação) e cheias causadas pelo degelo (Merz & Blöschl, 2003). As cheias de elevada magnitude baseadas numa avaliação das características hidrológicas e meteorológicas, podem deixar marcas sociais, políticas e económicas (Boudou et al., 2014).

Para conhecer os fatores condicionantes e desencadeantes ao longo do tempo é necessário o recurso às fontes documentais. Porém, a consideração da documentação disponível sobre cheias deixa sempre alguma margem de incerteza (Barredo, 2009). Em muitos casos, o estado de conservação dos documentos, assim como a falta deles, em outros casos, o que provoca lacunas de informação, que impedem a análise completa de determinado território. Consequentemente, este lapso informativo poderá impedir uma potencial diminuição do perigo previsto. Sendo a maior parte da informação recolhida de caráter empírico, necessita ser testada sob critérios científicos.

2.1.3 Tipologia de informação sobre as cheias

A informação que permite caracterizar cheias pode ser obtida a partir de diversas fontes. A este respeito, destacam-se alguns autores e tipologias de fontes de dados abordadas: (i) dados instrumentais que são numericamente modelados (Benito et al., 2004; Brázdil et al., 2006; Camuffo et al., 2010; Kaempf et al., 2012; Llasat et al., 2005); (ii) fontes de dados da imprensa periódica, os jornais (Boorstin, 1971; Bosompra, 1989; Gasher et al., 2007; Van-Leuven et al., 2013); (iii) informação na literatura (Bellu et al., 2016; Čermák et al., 1982; Pavese et al., 1992); (iv) dados de registos sedimentares (Arnaud et al., 2005; Bellu et al., 2016; Benito et al., 2004); (v) registos físicos em fachadas de edifícios ou locais assinalados com a altura das águas atingida (Amirebrahimi et al., 2016) e registos em pontes, identificando fluxos destrutivos (Thouret et al., 2014); (vi) informação arqueológica (Walker et al., 1997); (vii) narrativas e/ou relatos bibliográficas de histórias de vida (Stiros, 1996); (viii) dados de perceção obtidos por questionário (Y.-R. Che et al., 2011; Fekete, 2009) e (ix) dados identificáveis nos anéis das árvores locais (Jacoby, 1997; Scott et al., 1997).

A inexistência de registo de dados instrumentais favoreceu a análise de dados não instrumentais ou indiretos sobre as cheias, em especial quando nos referimos às mais antigas. Já no caso dos registos de dados instrumentais favorece-se a análise de dados quantitativos associados a estações hidrometeorológicas. Com base em Diakakis (2013), os dados quantitativos e qualitativos têm utilidade para desenvolver um banco de dados sistemático e usá-lo como uma ferramenta para analisar a sazonalidade, evolução temporal e a distribuição espacial de “pontos” de cheia de uma bacia hidrográfica.

As bases de dados ou bancos de dados têm contribuído como fonte de busca de informação para várias investigações. No entanto, estas precisam ser criadas e mantidas ao longo do tempo. As variáveis escolhidas para cada base de dados são deixadas ao critério dos analistas. Os bancos de dados, obtidos da informação de vários canais de comunicação, compilam para uma série temporal, por exemplo, a gravidade das cheias que se manifesta em danos económicos, repercussões sociais e políticas, número de mortes ou eventuais falhas de aviso de cheias (Boudou et al., 2014). Por exemplo, as autoridades italianas valorizam a criação de um banco de dados confiável e consistente, com os impactos de cheias identificadas durante a fase de emergência e recuperação e ao mesmo tempo a compensação aos cidadãos afetados, por seguradoras ou pelas autoridades locais (Molinari et al., 2014).

Para obter informação sobre cheias em forma digital e acessível ao utilizador, existem os suportes tecnológicos como os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) que fornecem uma avaliação detalhada dos impactos devidos ao perigo de cheia, em diferentes escalas (Neubert et al., 2014). Ainda segundo o mesmo autor, através da análise espacial de alta resolução (a nível do edifício), obtém-se um meio adequado para uma reflexão de incertezas futuras de ocorrência de cheias. Por outro lado, as variáveis utilizadas como entrada para a modelação espacial multicritério através dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG) para recolha, análise ou tratamento de dados sobre cheias podem ser: ambientais em microescala de uso do solo, cobertura do solo, precipitação, declive, formação geológica e densidade populacional (Raji et al., 2014). De acordo com Merz & Blöschl (2008) devemos combinar dados sobre cheias locais com outros tipos de informação, informação temporal histórica, informações espaciais sobre bacias vizinhas, e informações sobre as causas dos processos de cheia. Esta combinação de informação pode superar a incerteza causada por esses pressupostos (Viglione et al., 2013). Uma característica que distingue a distribuição da precipitação numa bacia hidrográfica a partir de modelos é a capacidade de representar a variabilidade espacial explícita da precipitação (Lobligeois et al., 2014). Porém, o padrão de edifícios para habitação, em planícies de inundação, difere consoante a comunidade local considerada, principalmente, devido a condições geográficas e à configuração cultural (Kaushik & Kaushik, 2014). Estes dados são importantes para a análise do contexto da tipologia de informação sobre as cheias e os consequentes danos. A possibilidade do alerta para diferentes tipos de cheia,

está implicada com a gravidade dos efeitos e a mortalidade por falta de evacuação atempada (Jonkman & Vrijling, 2008).

Quando há falta de dados em estações de medida, pode-se recorrer a sistemas participativos de informação geográfica (PGIS) ou *participatory geographic information systems*, ou a dados coletados por meio de entrevistas, com a posterior triangulação dos dados e espacialização de áreas propensas a cheias (Chingombe et al., 2014). A abordagem por PGIS é importante para o desenvolvimento de opções e cenários da política de gestão dos perigos de cheia (White et al., 2010).

Por conseguinte, quanto a informação disponível sobre cheias, esta é dispersa, desorganizada e incompleta, dificulta chegar a conclusões de análise mais próximas da realidade para justificar a sustentabilidade de um determinado território.

Para o caso da BHRVez, recolheram-se os dados das diversas investigações e fontes de dados, sabendo-se que a bacia hidrográfica conta com um historial de eventos e ocorrências de cheias. Todavia, as investigações efetuadas são recentes e os dados sobre eventos e ocorrências foram abordados pelos autores nos diversos trabalhos com algumas divergências quanto ao número de eventos e ocorrências para janelas de tempo iguais. Veja-se a revisão sistemática sobre o assunto, na Tabela 2.1, sobre os principais trabalhos publicados até ao momento que esta investigação iniciou.

Repare-se que Bellu et al. (2016), para a BHRVez, de 1959 a 1990, contabilizam 10 eventos (fonte: literatura histórica); Santos (2015), de 1865 a 2011, contabilizou 9 eventos de cheia (fonte: relatos da imprensa periódica nacional); Gonçalves (2009) e Gonçalves & Trindade (2014), entre 1900 e 2007, 46 eventos de cheia (fonte: imprensa periódica regional); SNIRH, de 1909 a 1999, 2 eventos de cheia (fonte: não identificada); ANPC, de 1995 a 2000, 4 eventos (fonte: PBH Lima, *Jornal de Notícias e Público*) e na base de dados da *Disaster*, de 1900 a 2011, 9 eventos (fonte: imprensa periódica nacional¹)². Dos trabalhos publicados sobre esta bacia hidrográfica, diversos autores (Bellu et al., 2016;

¹ Mesma fonte de dados utilizados por Santos (2015), sendo uma das investigadoras do projeto nacional *Disaster* “Desastres naturais de origem hidro-geomorfológica em Portugal: base de dados SIG para apoio à decisão no ordenamento do território e planeamento de emergência” concluído em 2014. Atualmente, vigora o Projeto FORLAND – Riscos hidro-geomorfológicos em Portugal: forçadores e aplicações ao ordenamento do território (GEO/1660/2014), desde 1 de junho de 2016 e prolonga-se durante 36 meses (disponível em <http://www.ceg.ulisboa.pt/forland/>).

² A informação sobre os eventos de cheia (data) pode ser consultada nos trabalhos originais e nas entidades públicas: SNIRH e ANPC.

Carvalho-Santos et al., 2015; Gonçalves, 2011; Santos, 2009, 2015) recorrem a dados de precipitação, caudal, uso e ocupação do solo e da imprensa periódica para justificar/validar as ocorrências.

Os locais da BHRVez propensos a cheias mais referidos, tendo em conta as diversas fontes foram: à escala do Concelho - Arcos de Valdevez (Bellu et al., 2016; Disaster, 2016; Gonçalves, 2011; Santos et al., 2014; Santos, 2009, 2015; Santos et al., 2013), à escala da Freguesia - Arcos de Valdevez São Salvador (Disaster, 2016; SNIRH, 2016), e Sabadim, Guilhadeses, São Cosme e São Damião (*Disaster*, 2016), e à escala local – Portela, Frades (ANPC, 2016) e a Valeta (edificado com habitações, comércio e vias de circulação - incluindo ruas, largos, pontilhão e praia), Azenha Bar na outra margem do rio da Valeta, o Trasladário, incluindo a Ínsua do Vez, Ponte Velha sobre o rio Vez, EN 101, o hotel localizado junto à Ponte Velha do rio Vez. Nesta sequência, os investigadores são unânimes ao considerar a sede do Concelho de Arcos de Valdevez como a área mais propensa a cheias, especificamente, a que apresenta uma maior concentrada urbana (Gonçalves, 2009, 2011; Gonçalves & Trindade, 2014; Lucy et al., 2016; Santos, 2009; Santos et al., 2013). A área da Valeta foi a que se destacou como local crítico (Gonçalves, 2009; Gonçalves, 2011; Santos et al., 2014; Santos, 2009, 2015; Santos et al., 2013; SNIRH, 2016).

Tabela 2.1 – Principal bibliografia publicada sobre eventos de cheia na BHRVez.

Autor	Local	T	Fonte	Intervenção/Método	Medições	Resultados	Conclusões
Bellu et al. (2016).	BHRVez.	1959-1990.	SNIRH, estação hidrométrica de Pontilhão de Celeiros, Literatura.	Determinação das descargas (Q). Contagem do n.º de eventos.	Média da descarga diária. Eventos de inundação relatados.	Contabilizou 10 eventos entre 1959 a 1990: 1. fev. 1966 (320 m ³ /s), 2. mar. 1969 (560 m ³ /s), 3. jan. 1970 (400 m ³ /s), 4. jan. 1970 (520 m ³ /s), 5. fev. 1972 (138 m ³ /s), 6. dez. 1978 (185 m ³ /s), 7. jan. 1979 (240 m ³ /s), 7. fev. 1979 (414 m ³ /s), 9. out. 1987 (162 m ³ /s), 10. jan. 1090 (195 m ³ /s).	Os eventos relatados sobre cheias corresponderam a dias de caudal superiores a 120 m ³ /s.
Carvalho-Santos, et al. (2015).	BHRVez.	1999-2008: P. 2003-2008: Q. 1984-1989: Q.	P: dados das estações dentro e fora da BHRVez. Estação de Pontilhão de Celeiros.	Correlação e regressão linear, recorrendo a dados diários e mensais (P e Q).	Registos de P em relação à altitude. Validação do modelo das descargas de 1984-1989 contra a descarga diária observada. Previsão de descargas mensais do Q.	O regime de fluxo de inundação na bacia hidrográfica do rio Vez não apresentou diferenças significativas para os cenários de cobertura do solo. Nenhum dos cenários de cobertura do solo levou à secagem do rio durante o verão. A cobertura do solo com floresta e agro-vitivinícola influencia nos picos de cheia. As florestas de folha caduca, como o carvalho, constituem um contributo positivo para regular áreas de inundações de dezembro a maio. A cobertura agro-vitivinícola com maiores picos de cheia.	Entre 2021 e 2040, a P média anual deverá aumentar ligeiramente (1,20 %), com variabilidade entre as estações. Com um aumento importante durante o inverno (7,88 %) e maiores quedas na primavera e no verão (14,5 %). De 2041-2060 os padrões persistirão, exceto para a P anual que deverá diminuir 3,86 %, devido à diminuição no Verão (-24,5 %).
Santos (2015).	Norte de Portugal.	1865-2011. P:1931-1960. T: 1871 e 2011. S: 1990-2006. Q: 1959-1990.	Imprensa nacional - BDC-N Disaster. NOAA: SNIRH. Q- Pontilhão de Celeiros.	Estatísticos e espacialização de dados: interpolação espacial, evolução temporal das cheias e da P anual e sazonal.	P e Q que desencadearam de ocorrências de cheia. Tipos de tempo - padrões de circulação atmosférica.	Com 9 eventos, 20 ocorrências e dados hidrométricos. Ocorrências de cheia segundo os relatos BDC-N (1900 a 2011): 20. Anos com mais que 1 registo de ocorrências: 1909 (2), 1929 (4), 1994 (2) e 2000 (2). Inverno com 14 cheias, das quais 9 foram em dezembro. Dia, mês, ano, n.º ocorrências e tipos de tempo (p. 314): 11/12/1914 (1) C, 23/11/1929 (2) C, 25/11/1929 (1) C, 04/12/1929 (1) C, 11/02/1936 (1) AA, 05/06/1939 (1) E, 30/12/81 (1) C, 15/10/1987 (1) C, 20/12/1989 (1) C, 09/01/1994 (2) C, 21/09/1999 (1) C, 07/12/2000 (2) C, 05/01/2001 (1) C, 26/12/2002 (1) C e 24/03/2006 (1) C. [Tipos de tempo: anticiclónicos (A), anticiclónicos	A bacia hidrográfica do rio Vez localizada nas montanhas do Noroeste, com valores de P elevados, favorece a ocorrência de cheias. Apenas 3 ocorrências de cheias rápidas e as restantes (17) cheias progressivas. Na Valeta concentra 11 das 20 ocorrências.

Autor	Local	T	Fonte	Intervenção/Método	Medições	Resultados	Conclusões
						dual (AA), circulação ciclónica (C) e, vento (E)]-	
Gonçalves (2009); Gonçalves & Trindade, (2014).	Arcos de Valdevez – área urbana.	1900-2007.	Relatos na imprensa regional. INE. SNIRH.	Análise de conteúdo. Estatística descritiva.	P e evolução da ocupação populacional.	Com 46 eventos (por data da notícia ou data do evento entre 1900 e 2001): 37 com data conhecida e 12 sem data. Cheias com magnitude muito grande (6), grande a muito grande (5), grande (9), pequena a grande (7) e pequena (10). Janeiro: 03/01/1915; 31/01/1937; 07/01/1940; 07/01/1990; 23/01/1994; 07/01/2001. Fevereiro: 20/02/1910; 27/02/1912; 20/02/1966; 13/02/1972 e 27/02/1972; 01/02/2001. Março: 13/03/1910; 21/03/1937; 31/03/2001. Abril: 17/04/1910. Maio: 07/05/1903; 26/05/1907. Junho: 25/07/1907; 13/07/1939 e 26/06/1939. Setembro: 26/08/1901; 28/07/1999. Outubro: 15/10/1939; 06/10/1940; 14/10/1976; 30/10/1994; 29/10/1995. Novembro: 27/11/1902; 01/11/1908; 12/11/1915; 14/11/1987; 30/11/1994; 29/11/1995. Dezembro: 26/12/1909; 13/12/1914; 01/12/1929 e 08/12/1929; 15/12/1934; 11/12/1938; 07/12/1992; 07/12/2000 e 21/12/2000.	As classes de magnitude, pequena a muito grande, baseadas nas descrições da altura da água nos espaços sociais (exemplo do edificado). Os dados estão representados por dadas (ano/mês) o que facilitou a análise por número de eventos em cada mês.
Gonçalves (2011).	Arcos de Valdevez – área urbana.	1900-2007.	Relatos na imprensa regional. INE (Pop). SNIRH (P).	Análise de conteúdo. Estatística descritiva.	P e ocupação populacional. Altura da água dentro de edifícios.	Com 8 registos acima dos 0,5 m de altura de água dentro de edifícios (ocorreram em 1909, 1929, 1987, 1990, 1994, 2000, 2001).	A cheia de 1999 com maior altura da água nos edifícios da Valeta. Ainda as cheias de: 1987, 2000 e 2001, atingindo níveis acima de 1,5 m de altura.
SNIRH.	BHRVez	1909-1999.	SNIRH (BD online em Excel).	Espacialização geográfica: cota e georreferenciação.	Cota e georreferenciação.	Destaca 2 datas: 21/09/1999 e 14/10/1987, de cotas 31,13 m e 33,49 m, localizados na Valeta.	Apenas regista 2 eventos de cheia para a área da BHRVez. Comparativamente, para Ponte da Barca, bacia hidrográfica do Lima, regista 2 eventos de cheia.
ANPC.	BHRVez	1995-2000.	ANPC com fontes PBH Lima, <i>Jornal de</i>	Identifica como causa a P intensa. Espacialização por georreferenciação.	P por severidade.	Destaca 4 datas (anos) com eventos: Casal/Arcos de Valdevez (1995), Valeta/Arcos de Valdevez (1989/95/97), Arcos de Valdevez (2000), Portela/Arcos de	P por grau de severidade: severo, frequente e severo, pouco frequente e severo, frequente, sem dados. Para

Autor	Local	T	Fonte	Intervenção/Método	Medições	Resultados	Conclusões
			<i>Notícias e Público</i> (BD online em Excel).			Valdevez (2000), Frades/Portela/Arcos de Valdevez (2000).	Casal e Valeta, Arcos de Valdevez não apresenta georreferenciação.
Disaster.	BHRVez	1865-2011.	Disaster (BD).	Consulta de relatos na imprensa nacional - criou BD.	Identificação da data, espacialização por georreferenciação.	Destaca 9 datas apresentadas para cada evento: Ázere (20/04/1944), Carralcova (23/02/2010), Sabadim (11/02/1936 e 13/12/2000), Portela (07/12/2000), Arcos de Valdevez S. Salvador (23/11/1929), Gondoriz (21/03/2001), Guilhadeses (31/12/1981) e São Cosme e São Damião (20/12/1989).	A informação está sistematizada na BD, e identificadas as ocorrências por fonte, data, hora e georreferenciação, mas também por consequências humanas.

P: Precipitação; Pop: População; Q: Caudal; T: Tipos de tempo; BD: Base de dados; ANPC: Autoridade Nacional de Proteção Civil; BDC-N: Base de dados de cheias da região Norte.

2.1.4 O contributo empírico para a investigação

Os dados empíricos permitem conhecer a dinâmica hidrológica de uma bacia hidrográfica, desde que recolhidos e efetuado o respetivo tratamento. Os dados empíricos sobre a vulnerabilidade, custos e benefícios, quando aplicadas medidas de redução de perigos de cheia, são de extrema importância para o desenvolvimento sustentável (Lasage et al., 2014).

A gestão do território e a estratégia para a prevenção e a redução de perigos naturais são prejudicadas quando há falta de conhecimento científico sobre os processos, tempos de ocorrência e magnitude dos eventos suscetíveis de acontecer (Turconi et al., 2014). A informação empírica sobre cheias históricas informa sobre a população exposta às características da cheia (Jonkman & Vrijling, 2008).

A análise das consequências de uma cheia é essencial para avaliar a vulnerabilidade da sociedade à data do desastre (Boudou et al., 2014). Através de fontes históricas é possível avaliar, em parte ou totalmente, a extensão do impacto de eventos de cheia (Turconi et al., 2014). Algumas incertezas aquando da reconstrução de eventos para diferentes períodos do tempo podem ser colmatadas pela evolução da ocupação do ambiente urbano (Diakakis, 2013). Por este motivo, entre outros, o envolvimento dos cidadãos é primordial (Schelhorn et al., 2014). Todavia, o diagnóstico para avaliar o perigo de cheia numa rede fluvial em múltiplas escalas, na ausência de dados hidrometeorológicos históricos, pode basear-se em modelos de análise espacial (Cunha et al., 2011).

A tarefa de previsão de cheias é dificultada porque as bases de dados disponíveis, em muitas regiões, são limitadas para a geração de um modelo de previsão adequado (Shahzad & Plate, 2014). Por conseguinte, uma revisão detalhada das diretrizes, para estimar a frequência de cheias de diferentes países, mostra que o valor de dados históricos ou mesmo os contemporâneos é geralmente reconhecido, mas os métodos práticos para a inclusão sistemática e rotineira deste tipo de dados para a análise de perigo, na maioria dos casos, não estão disponíveis (Kjeldsen et al., 2014). O uso de dados históricos tem uma vantagem potencial sobre o uso de dados recentes. Os dados históricos permitem a avaliação de um modelo de cheias reais que têm períodos de retorno longos e, oportunamente, não ocorreram nos tempos modernos (Hesselink et al., 2003). Portanto, o contributo empírico é válido, para além dos fatores sociais ligados às cheias, para obter os dados validados e transformá-los em informação científica que permita criar modelos hidrológicos com as características de uma bacia hidrográfica. Os dados espaciais para cada evento têm de ser

cruzados com duas fontes independentes de dados locais, e questionado o método, correspondentes para a cheia em questão (Diakakis, 2013).

2.1.4.1 Inventários criados a partir da imprensa periódica e outras fontes documentais descritivas

Os registos históricos de cheias são um meio valioso no estudo e análise de eventos extremos raros. Muitos dos trabalhos elaborados em relação às cheias, reúnem informação de um inventário exaustivo sobre eventos com base em bancos de dados e documentários (Diakakis, 2013). A rápida identificação dos elementos em perigo disponíveis num banco de dados geográficos atualizado, aberto aos cidadãos, na prática, pode melhorar o planeamento de ações para a redução de perigos e implementar medidas de resposta, bem como para melhorar o processo de tomada de decisão dos gestores do território (Schelhorn et al., 2014).

O banco de dados de um inventário, incluindo a classificação e a rotulagem de informações relacionadas com a localização e o tipo de danos causados por cheias, fornece informações valiosas sobre o potencial destrutivo de um dilúvio podendo ser uma ferramenta útil para a compreensão do comportamento dos processos naturais (Turconi et al., 2014). A falta de orientações práticas e o acesso fragmentado às informações, incluindo, bancos de dados, são barreiras práticas de utilização mais operacional destas fontes para apoiar os atuais esforços de mapeamento e problemas de tomada de decisão (Kjeldsen et al., 2014).

Complementarmente, a informação espacial é utilizada para identificar os segmentos da rede de drenagem que transbordaram em cada um destes episódios de cheia (Diakakis, 2013). A informação espacial está dependente da adequação das fontes de informação selecionadas. Cada banco de dados tem objetivos definidos. Por exemplo, em Atenas, os investigadores recorreram ao *software* SIG para desenvolver um banco de dados de armazenamento de informações espaço-temporais, de 1880 a 2010, com dados locais e o momento de incidentes relacionados com as cheias (Diakakis et al., 2014). Segundo os mesmos autores, o banco de dados foi usado para determinar e quantificar as mudanças espaço-temporais de alagamento da área urbana da cidade. Com efeito, revela-se necessário o desenvolvimento de um conjunto de práticas para o tratamento da incerteza de dados associados a registos históricos (Kjeldsen et al., 2014).

Em Portugal foi constituído um inventário de cheia (*Disaster*), tendo como fonte de dados a imprensa periódica nacional, sendo vários os trabalhos publicados, com uma considerável quantidade de informação metodológica e com resultados locais para as várias regiões do País

(*Disaster*, 2016; Leal & Ramos, 2017; Santos & Reis, 2017; Santos et al., 2013; Soares, 2006; Zêzere et al., 2014; Zêzere et al., 2010). Ao longo dos anos, as cheias históricas afetam distintas áreas adjacentes de uma bacia hidrográfica. A dispersão gradual dos danos causados pelas cheias (humanos e materiais) normalmente acompanham o crescimento urbano (Diakakis et al., 2014).

Um inventário sobre cheias pode ser ampliado e atualizado à medida que novos eventos acontecem ou que novas fontes históricas são descobertas. A recolha de dados pode ser vantajosa, motivando o cidadão a contribuir, podendo esta tarefa passar pela utilização de equipamentos como os *smartphones* e *Internet* a relatar novas cheias (Wan et al., 2014). Ora, a construção de inventários de cheias/banco de dados/bases de dados, tem tido diversas utilizações permitindo obter resultados suficientemente seguros para poder formular algumas conclusões.

Quanto à informação empírica e o seu contributo para o estudo das cheias, sistematizam-se os diversos trabalhos publicados quer internacionais, quer nacionais, ver Tabela 2.2, com a descrição da fonte de dados e tipo de tratamento como mais valia na cimentação do conhecimento a várias escalas espaço-temporais e para diversos locais do território. Para além disso, na mesma tabela encontram-se as recomendações dos vários autores quanto à forma de construção das bases de dados e a preservação da autenticidade das fontes de informação.

Tabela 2.2 - Principais artigos como referência para a criação de bases de dados, tratamento e análise dos mesmos.

Autor	Local	T	Dados	Intervenção/Método	Medições	Resultados	Conclusões
Toonen (2015).	Baixo Reno, na Holanda.	1350-2011	Estações de monitorização de descarga ao longo do rio Reno.	Análise da frequência de cheia - Regressão linear simples e correlação. Para incorporar incertezas e distribuições de probabilidade de dados medidos e reconstruídos, foram utilizadas simulações de Monte Carlo (n = 1000 simulações).	1901-2011 dados de Lobith; 1817 e 1900 dados da Cologne; 1772-1866 os dados foram reconstruídos para Lobith a partir das estações de Emmerich, Pannerden e Nijmegen - correlação; máximos anuais de Emmerich, Pannerden, e Nijmegen foram retificados e correlacionados com Lobith com uma regressão-análise em períodos de tempo sobrepostos (1866-1942); após 1942 dados do nível de água foram excluídos para a construção da regressão, devido à acelerada degradação morfológica. Medições de níveis de água e registos históricos. 1350-1772 - Descargas foram convertidas em pontuações, com base na estatística de recorrência por classes; 1772-2011 - descarga associada a cheias, relação magnitude e recorrência.	Durante os conflitos bélicos algumas estações foram destruídas, daí a incerteza dos dados -, assim recorre-se a outra estação mais próxima, a de Cologne. A média das previsões de locais alternativos foi usada para estimar o nível de água para Lobith e calcular o intervalo de incerteza associado. A relação níveis de água (QH) para o máximo anual no período 1817-1942 foi baseada em descargas a partir de previsões de Colónia (1817-1900) e medidas diretas em Lobith (1901-1942), e os níveis de água dos vários locais de pesquisa alternativos (1817-1865) e Lobith (1866-1942). Os dados após 1942 foram excluídos, devido à degradação acelerada e geomorfológica do canal. Os Anos que com valores atípicos de relação QH foram investigados. Dependendo da causa possível os valores isolados foram excluídos. Anos com elevadas descargas não foram removidos a partir da correlação já que estes são valores extremos naturais da relação QH.	Os registos [1350-1772] são fontes assumidas como confiáveis. Existem vários eventos de grande magnitude e que reportam a extensão de danos e custos. Com base na informação histórica [1772-2011], a simulação de Monte Carlo não foi bem-sucedida, recorreu a uma janela de tempo. A determinação da intensidade de cheias a partir de registos históricos continua a ser um desafio. Os registos históricos não permitem uma classificação muito detalhada, especialmente para as pequenas cheias porque a documentação geralmente é menos extensa do que para eventos catastróficos. Os registos históricos são mais importantes para a análise da frequência de extremos de cheias. Existe falta de dados para cheias de pequena magnitude.

Autor	Local	T	Dados	Intervenção/Método	Medições	Resultados	Conclusões
Barredo (2007).	25 Estados Membros da União Europeia (UE) mais a Bulgária e a Roménia.	1950-2005	EM-DAT e NATHAN.	Análise de tendência - Georreferenciação (GIS).	Critérios utilizados pela EM-DAT, quando pelo menos um dos critérios se cumpres: (1) Acidentes: 10 ou mais pessoas mortas; (2) pessoas afetadas: 100 ou mais pessoas afetadas / ferido / sem abrigo; (3) desastre significativo e piores desastres; (4) Danos significativos; (5) Apelo Internacional: declaração de estado de emergência e, ajuda internacional.	O número de eventos que satisfazem um ou ambos os critérios (i. e. contém informação completa) é de 47 num total de 240 durante o período 1950-2005. Nem EM-DAT, nem NATHAN contém referências geográficas detalhadas dos eventos relatados. EM-DAT fornece informações geográficas em apenas dois campos de dados, ou seja, localização e bacias hidrográficas afetadas.	Na EM-DAT falta de informação georreferenciada da área inundada e uma descrição do facto gerador do tempo do desastre. A informação mais completa registada na EM-DAT para cheias está relacionada com os campos de dados: n.º de vítimas, n.º de feridos e afetados e perdas monetárias. Existe falta de registo de dados para pequenas inundações.
Santos et al. (2014).	Norte de Portugal.	1865-2010	Artigos de imprensa publicados em jornais nacionais e regionais (Disaster); Dados meteorológicos da estação da Serra do Pilar.	Análise da distribuição temporal da BD desenvolvida em GIS. Calcularam a P média anual, o n.º de dias de chuva no ano e dias mais chuvosos. Tendência de longo prazo de ocorrências - testes de Mann-Kendall; magnitude da tendência - teste de Theil e Sen.	Apenas consideraram ocorrências que causaram danos pessoais, incluindo mortes, feridos, desaparecidos, desalojados e pessoas deslocadas, independentemente do n.º de pessoas afetadas e o valor económico dos danos.	Estimaram o tamanho médio das famílias afetadas; não obtiveram dados exatos com base nos Censos do INE; por conseguinte, em alguns casos, os resultados consideraram n.ºs aproximados. Entre 1865 e 2010, no Norte, ocorreram 499 inundações - cheias nos rios (66 %), inundações rápidas (16 %) e inundações urbanas (18 %). Pela técnica da classificação dos danos por pausas naturais, identificaram 3 períodos: até 1927, 1928-1970 e 1971-2010. Até 1927, o número de ocorrências / ano foi, regra geral, < 5 (exceto 1909 e 1910), depois desta data há um aumento significativo, particularmente, em 1962, 1966, 1978, 1979, 1996 e 2001, com ocorrências > 20 /ano. A maioria das ocorrências de cheias (74 %) foi localizada em áreas onde a precipitação anual média é >1000 mm.	Os jornais nem sempre são precisos quanto à hora e local da ocorrência. Outro problema surge quando a notícia sobre a ocorrência não faz alusão ao n.º exato de pessoas afetadas. Para Portugal existe informação no INE sobre a pop. a partir de 1864 que permitiu estimar a taxa de mortalidade devido às cheias. No Norte, a estação meteorológica com os dados de precipitação mais antigos data de 1908 a 2005 e está localizada perto da cidade do Porto. Os eventos de baixa magnitude ou aqueles que não causaram danos podem não aparecer nos jornais. Cada ocorrência foi caracterizada pelo tipo de evento e georreferenciada, assinalado o fator que o desencadeou, a fonte e as consequências.

Autor	Local	T	Dados	Intervenção/Método	Medições	Resultados	Conclusões
Barriendos & Rodrigo (2010).	Espanha (14 rios)	Séries distintas onde 1203 é o ano mais antigo e 2002 o mais recente.	Dados documentais históricos. Precipitação de 1961-1990. Mudanças na natureza da paisagem recorreram a bibliografias.	Identificação por datas os eventos de inundação e classificação segundo a gravidade da frequência das cheias.	Catastróficas e características topográficas. Escala de tempo sazonal (meses de maior P, Inverno - dezembro a fevereiro) em vez de temporal (mensal). Valor médio de precipitação mensal durante o período de referência de 1961-1990. O n.º total de inundações registadas nos rios da Bacia do Atlântico, independentemente do tipo (extraordinário ou catastrófico) e da sazonalidade do dilúvio. Foi calculada a média para cada década, a fim de obter uma visão geral sobre a frequência das cheias. Correlação de Pearson e coeficiente de não-paramétrico de Spearman.	Resultaram 2249 unidades de informação sobre cheias, pequenas cheias, eventos sem identificação clara e descrições diferentes para o mesmo evento. Em 1422 cheias: 589 catastróficas e 833 extraordinárias, em 17 bacias hidrográficas. A cobertura espacial cronológica disponível considerada aceitável. Para a bacia do Guadiana, na região da Galiza, e outras pequenas bacias foram consideradas sem cronologia de dados disponíveis. A bacia do Rio Segre tem cronologias com mais de 500 anos. A bacia do Douro tem três cronologias com duração considerável, mas com diferentes datas de início e fim. Obteve 55,5 % inundações extraordinárias, e 44,4 %, catastróficas. Para o Rio Douro (Zamora) e 2 dos seus principais afluentes, o Pisuerga (Valladolid) e do Tormes (Salamanca) a frequência de inundações extraordinárias é 56,0, 64,5 e 56,2 %, e as cheias catastróficas 44,0, 35,5 e 43,8 %, para Zamora, Valladolid e Salamanca. Registos de Toledo e Sevilha são mais completos, pelo menos desde as primeiras décadas do século XV. A % de inundações sem uma data precisa é inferior a 20 % nos dois locais, e a frequência de cheias catastróficas é de 21,1 %, em Toledo e 31,6 % em Sevilha. Frequência de cheias, sem especificação sazonal exata: 25 %. A % de cheias extraordinárias, rondou 70 %, é > do que a de cheias catastróficas em todos os casos.	Analisam os eventos de cheias de grande gravidade e os efeitos extensivos. P torrencial e ou persistente são as principais causas de cheias em Espanha. O período entre esses dois picos, de 1591-1600 e 1781-1790, com uma ausência de cheia em duas décadas, 1661-1670 e 1711-1720, corresponde ao período mínimo de Maunder, sugerindo uma relação interessante entre a atividade solar e a frequência das cheias na Península Ibérica. A frequência de cheias mostrou uma tendência decrescente durante o século XIX. Provas documentais incompletas sobre as cheias podem, em parte, diminuir a validade dos resultados, e pode ser difícil obter conclusões a partir de uma análise estatística mais completa das tendências e flutuações na ocorrência de cheia. O escoamento de uma bacia hidrográfica e os eventos de cheia são muito influenciados pelas mudanças na paisagem e modificações antrópicas, particularmente importantes durante o século XX. Para o período de 1501-1900 os dados foram limitados. O património documental é capaz de fornecer informação suficiente para uma série de cheias.

Autor	Local	T	Dados	Intervenção/Método	Medições	Resultados	Conclusões
Barriendos et al. (2014).	Calalunha, Espanha.	1035-2013	Prediflood database - Catalunya. Dados da topografia e P torrencial. Concentra fontes documentais administrativas e jornais locais.	Criar/melhorar banco de dados, métodos historiográficos modernos. Construções hidráulico-hidrológicas e reconstruções meteorológicos sinópticos. Proposta de uma estrutura aberta da BD em digital (publicações, relatórios técnicos, trabalhos acadêmicos, e dados instrumentais) com (1) gestão de erro positivo: aberta permite rápida detecção, correção e substituições erradas; (2) rastreabilidade (cada cheia com referência completa de fontes), confiável (melhorias sucessivas e correções); Arquivo Factual: materiais em diferentes formatos físicos - preservados em arquivos, fotografias, pintura, cartografia; e, marcas epigráficas (edifícios antigos e pontes) e, testemunhos de transmissão oral (fitas cassete antigas); Arquivo Textual:	Análise, + 2700 casos de cheias catalogadas, e + 1100 eventos de cheia na Prediflood. Últimos 500 anos exigido por lei para definir áreas de cheia devidas a eventos extremos. A informação foi singularizada aos locais onde uma cheia é descrita ou documentada. Para a localização geográfica, o procedimento ACA não foi utilizado: 1. Bacia; 2. Rio; 3. Cidade; 4. Elemento. Ajustes de calendário quando necessários. As piores determinações são encontradas em fontes bibliográficas - justifica o esforço para chegar a fontes documentais históricas. A imprensa local forneceu informação rica, muito útil nas reconstruções hidrologia e meteorologia. As datas foram o elemento-chave. Registaram por datas (AAAAMMDD), n.º de ordem e evento, para eventos no mesmo mês). Classificaram por tipo de cheia (se extravasou ou não devido à capacidade destrutiva). Usaram dois critérios básicos: transbordamento e impactos.	O histórico de eventos nem sempre é completo e detalhado, às vezes tem referências cruzadas com eventos anteriores. Unidades mais pequenas não foram previstas devido à grande diversidade do nível descritivo dos diferentes registos de cheias. Preferiram manter a informação em estado bruto para eventual análise específica quando necessário. Todos os detalhes foram preservados com nomes originais e descrições. Consideraram que a maioria dos locais teria de ser examinada com novas fontes de dados. Em abril de 2014, o banco de dados "Prediflood" tinha a seguinte estrutura e conteúdo: - 2711 casos de cheias na Catalunha, organizado em 1103 cheias; - Período coberto: 1035-2013; - Acumulação de materiais textuais: 1246 páginas; - Material de outras bacias da Península Ibérica, sem exaustividade acumulado: - Bacias peninsulares: 873 casos de cheias, - Bacias Insular (Ilhas Baleares): 111 casos de cheia, - Bacias em Roussillon (SE França): 250 casos de cheia, - Total de absoluta: 3945 casos de cheias. O n.º de casos de cheia em relação aos eventos identificáveis revela algumas questões interessantes: - Um caso para cada evento: 756 eventos de cheias, - Entre 1 e 10 casos por evento: 306 eventos de cheias, - 10 ou mais casos por evento: 41 eventos de cheias. Proposta de reconstrução hidráulica, hidrológica e meteorológica.	Compilações de cheias históricas em Espanha com baixa qualidade, devido à falta de métodos historiográficos adequados, inúteis na avaliação dos riscos. As primeiras tentativas para reunir informações sobre as cheias históricas em Espanha começaram na segunda metade do século XIX. As primeiras obras não têm objetivos científicos para além da mera compilação de dados. Informação histórica (consulta sistemática confiável) como complemento de dados instrumentais a fim de produzir séries de dados consistentes e confiáveis. Sugerem aplicar uma abordagem sistemática para fontes bibliográficas para a obtenção de uma identificação completa de fontes primárias (fontes documentais históricas com total confiabilidade: objetividade, testemunha ocular em tempo real, e assim sucessivamente) -, uma melhor compreensão da mesma, diminuindo a incerteza e a precisão. O único problema é a possibilidade da gravação da duração de alguns eventos. Em rios maiores, a datação precisa do início das cheias e do seu pico podem ser muito úteis para o conhecimento dos fluxos. Os

Autor	Local	T	Dados	Intervenção/Método	Medições	Resultados	Conclusões
				construção de uma nova BD com todas as informações descritivas de todos os documentos.			efeitos sobre a população. Considerações de eventos físicos com aspetos humanos importantes. Coletar informações urbanísticas e demográficas dos municípios (demografia, edifícios), gerar índices de vulnerabilidade.
Rilo et al. (2015).	Estuário do Tejo, Lisboa.	1865-2013	Disaster, bancos de dados e arquivos fotográficos; banco de dados da ANPC e uma BD geográfica do INE; Carta militar do IGeoE. Ortofotomapas da DGT. Nomes de ruas antigas e locais consultados na Hemeroteca digital.	Construção de uma geodatabase (entre Oeiras e Vila Franca de Xira) de ocorrências, e considerando as perdas, danos e fatores desencadeantes de cheia. Excel e ArcGis. Distribuição de Poisson (apenas para a categoria d, ver na coluna seguinte desta tabela). Sobreposição da informação.	Organizou o banco de dados em 4 categorias: a) dados relevantes básicos para eventos, tais como data e local; b) impactos de cheias, incluindo vítimas, outras perdas humanas e danos materiais e morais de infraestrutura ou serviços, interrupção e suas características c) cheias como a respetiva extensão, profundidade, duração e velocidade e d) fatores desencadeantes de cheias, i. e., chuva, características das ondas, pressão atmosférica, características da maré, descarga fluvial, drenagem e fatores antropogénicos identificados em jornais.	As cheias registam uma maior incidência entre outubro e fevereiro e associadas a múltiplos fatores, nomeadamente às chuvas, combinadas com condições deficientes de drenagem urbana. Consultados 147 jornais e revistas individuais, em conjunto com o geodatabase fornecido pela ANPC e 21 fotografias fornecidas por arquivos históricos APL. Analisados 11 municípios da área metropolitana de Lisboa, entre Oeiras e Vila Franca de Xira. Relatados 236 ocorrências que compreende 46 eventos. A probabilidade da ocorrência de um ou mais eventos de cheia em um ano foi de 27,4 %. Nos anos de 1937, 1945 e 2010, registou-se o maior número de ocorrências. Quase todos os eventos tiveram mais do que um fator desencadeante associado (P, descarga, drenagem, maré, pressão atmosférica).	"Ocorrência" designa um lugar geograficamente definido afetado pelas cheias estuarina, independentemente da sua gravidade, que é descrito ou aparece em fontes de dados selecionados. Todas as ocorrências com a mesma data ou identificadas nas descrições dos jornais como sendo parte do mesmo evento são classificadas como um evento. A frequência de ocorrências e eventos de cheia foram maiores entre 1930-1946.
Ruiz-Villanueva et al. (2013).	Espanha - Leste, Serra de Gredos, província de Ávila, bacia do	1849-2005	Dados instrumentais, (precipitação diária e descarga) - série curta de dados, registros	Avaliação do perigo de cheias com base em reconstrução histórica - séries temporais. Avaliação empírica da chuva-vazão, bem como estocástica e	Analisados registros em anéis de 114 árvores, Pinus Pinaster, 269 amostras, ao longo de 2,5 km do rio Pelayo a montante da Vila de Guisando, para detetar perturbações do	Dados de P de séries temporais a partir da década de 1950 ou até mais tarde. No início do século 21 muitas estações foram retiradas, reposicionadas ou deixaram de operar. Para Pelayo a idade das árvores pode chegar até ~ 100 anos.	Grande parte dos dados instrumentais correspondem a um período demasiado curto para produzir informação fiável e representativa, acrescentando assim uma incerteza considerável para a

Autor	Local	T	Dados	Intervenção/Método	Medições	Resultados	Conclusões
	rio Tiétar, afluente do rio Tejo.		documentais (sistemáticos por parte do governo - Proteção Civil), arquivos religiosos ou relatórios de jornais, artigos científicos, estação de medida de corrente (fluxo), n.º de habitantes, registos em anéis de árvores.	Bayesian Markov Chain Monte Carlo. Os dados recolhidos foram transformados em índices numéricos para derivar dados sobre o tipo, intensidade, duração e data dos eventos. Registos em anéis de árvores (dendrogeomorfologia - para estimar a frequência e data, mas não a magnitude). Regressão linear. Média e desvio padrão para as descargas/escoamento. Teste de Kolmogorov-Smirnov - estimar o escoamento. R (funções de verosimilhança). Simulações, Monte Carlo (500) – estimou o escoamento. A homogeneidade hidrologia da região foi testada com o método Hosking e Wallis. Teste Anderson-Darling por ajuste de K.	crescimento (GD) induzida por cheias - "dendrogeomorphic". Dados comuns disponíveis de P diária para estimar o pico de cheia. Combinação empírica de uma avaliação chuva-escoamento com uma abordagem estocástica de modo a transformar os dados diários em pico de escoamento e tempos de concentração variando de 1 a 24 h para cada evento. Relacionaram os eventos classificados como sendo de alta e média intensidade com o escoamento. Como cheias, classificaram com base nos danos a infraestrutura (pontes e estradas) e não em vítimas.	Cicatrizes ou ferimentos foram apenas ocasionalmente encontrados (10 %). Ao longo do rio Arenal, a idade das árvores alcançou até ~ 50 anos. Um total de 147 lesões em 24 anos diferentes, foram detetadas nas 84 plantas. A cicatriz mais antiga reportada ao ano 1953. Várias amostras continham mais do que 2 lesões. O maior número de cicatrizes foi 16 (11 %) e corresponderam a 1997. Com base no n.º de árvores afetadas ao mesmo tempo (mesmo evento), e para a reconstrução de cheias foi considerado muito fiável para 12 eventos. A comparação de registos de anéis de árvores das 2 bacias hidrográficas mostrou evidências "dendrogeomorphic" devidas a cheias em 34 anos, que coincidiu em 2 rios, em 14 desses anos. As fontes documentais forneceram informações sobre 41 eventos desde o século XIX. O evento de 1936 destacou-se como o mais importante. Obtiveram um erro de 17 %, que é relativamente pequeno para as reconstruções de cheias (estimativas de descarga de pico de cheias históricas através de cálculos hidráulicos têm erros de até 25 %, de acordo com Ries e Stedinger, 2005). Para o período anterior (1849-1935), o escoamento não pode ser estimado, tendo sido comparado com trabalhos publicados sobre a bacia do rio Tejo.	determinação dos grandes períodos de retorno de eventos catastróficos. Os métodos utilizados não foram os mesmos para todas as áreas das bacias em estudo. Os 14 anos de eventos com os registos de anéis de árvores nos rios Pelayo e Arenal foram contrastados com eventos identificados em fontes documentais, a fim de atribuir a cada um uma data de ocorrência. O banco de dados contém 41 eventos e está restrito a cheias registadas em fontes documentais e séries de anéis de árvores. Existe falta de documentos entre 1870-1900 e também entre 1936-1940. O aumento aparente da ocorrência de cheias desde 1950, por um lado, deveu-se principalmente ao aparecimento de informações em diversos jornais e à contribuição dos dados extraídos dos anéis das árvores. A datação de eventos foi possível em 36 casos. Registos instrumentais de fluxo não existem para os rios Pelayo e Arenal -, reconstrução a partir de dados históricos e observação. Interpretação e valor dos dados documentais provaram ser uma boa aproximação às condições de cheias.

Autor	Local	T	Dados	Intervenção/Método	Medições	Resultados	Conclusões
Retsö (2015).	Suécia	1400–1800	Fontes documentais de 1400-1800 (período pré-instrumental), Apêndice 1 do artigo original; de 1200–1600 em apêndice; P, Cartas impressas, agendas, notas de viagem, anais e crônicas, fontes secundárias: descrições topográficas regionais. Outros em jornais para o século VIII e dados da NAO.	Doc. escritos. Combinação de três fatores - a mineração, a localização das minas perto de rios sujeitos a cheias na primavera e a localização da cidade - série de dados hidrológicos em fontes históricas contemporâneas. Classificou as cheias por categorias de magnitude regional ou suprarregional, gravidade dos danos materiais e/ou a duração. Comparou dados com os da NAO. A correlação entre as frequências de cheias e a chamada Pequena Idade do Gelo também foi observado para outras áreas da Europa.	Cheias na Primavera e Cheias de Verão/Outono com registo do número de eventos. Comparou os resultados com as tendências obtidas para a Europa para poder explicar alguma deficiência da falta de documentação na Suécia.	Podem ser considerados dois subperíodos de registo de cheias, 1590-1670, e no início do século XVIII. Hipoteticamente, clima, i. e. P e Temp, principal motor impulsor de qualquer mudança de regime de cheia observável antes de 1800. Um total de 157 cheias ou eventos extremos de chuva foram encontrados para 1400-1800, dos quais 107 foram definidos de forma precisa como cheias. Foi possível identificar períodos ricos em cheias e períodos sem registos. Clara tendência a cheias mais frequentes nos séculos XVII e XVIII em geral. Dois períodos destacaram-se pelo n.º de cheias: 1591-1670 com dois subperíodos intermediários com menos cheias nos anos 1610 e 1650 e início do século XVIII. Numa escala de tempo de décadas o maior n.º de cheias foi na década de 1640 (12 eventos), 1700 e 1720 (11 eventos cada), seguido da década de 1630 (10) e 1620 (9). Os anos com cheias significativas graves foram 1649 (6 eventos), 1622 e 1780 (5 cada), e 1596, 1640, 1661, 1677, 1707, 1709 e 1728 (4 cada). Particularmente grave foi a cheia na província de Östergötland em agosto 1649 e também a de 1650. Não obteve nenhuma ligação clara entre as reconstruções NAO com a frequência das cheias na Suécia. A NAO pode explicar os padrões de P, principalmente no Inverno, mas não todos os picos de cheia, enquanto o	A quantidade de fontes documentais na Suécia é escassa para a Idade Média. Os dados hidrológicos estão limitados a declarações sobre cheias extremas ou caracterizações gerais para um determinado ano (magnitude absoluta percebida e não em relação à magnitude real). Com a falta de dados fiáveis a avaliação do escoamento não foi efetuada. As cheias mais graves levaram as autoridades a iniciar obras de alargamento em Estocolmo, e também investigar as possibilidades de alargar a saída através do Canal Södertälje. Era altamente improvável que os eventos com grandes cheias passassem despercebidos aos cronistas. A NAO, juntamente com outros, padrões de circulação atmosférica é normalmente visto como a principal explicação para a variabilidade climática no Norte da Europa. Cheias de Primavera foram especialmente devidas a fusão de grandes quantidades de neve. Não existem dados fiáveis sobre as cheias em fontes medievais Suecas antes do século XV, apenas crônicas noutros países da Europa com possíveis referências a alguma ocorrência no país nórdico.

Autor	Local	T	Dados	Intervenção/Método	Medições	Resultados	Conclusões
						clima desempenha o papel principal para a frequência de cheias. Em muitos casos, a magnitude das cheias no início do período moderno esteve relacionada com os danos nas culturas.	
Carvajal & Enciso (2016).	Colômbia - rio Cauca.	1985-2011	Dados meteorológicos das estações de Pan de Azúcar, Juanchito, Mediacanoa e Victoria. Estação de Juanchito período de 1985-2011, Mediacanoa e La Victoria dados de 1965-2011.	Identificação de fatores hidrometeorológicos, análise de frequência de eventos máximos de P diária registados em 108 estações situadas na bacia, e os fluxos máximos diários registados nas mesmas estações. Considerou o efeito da barragem em Salvajina. Funções de distribuição Gumbel, distribuição Log-Normal, distribuição Log-Pearson III, Coeficiente de Dispersão Correlação, e o erro padrão de ajuste. Identificou janelas de fluxo.	Análise dos fatores hidrometeorológicos. A caracterização hidrológica geral da bacia do alto rio Cauca relativa à P ao comportamento do fluxo do rio em 4 pontos estratégicos das estações hidrométricas: Pan de Azúcar, Juanchito, Mediacanoa e La Victoria e seus principais afluentes. P acumulada de 1, 3 e 6 dias. Identificaram-se as áreas com $P > 60$ mm/dia, 90 mm para cada 3 dias, e 120 mm para cada 6 dias.	As oscilações do “El Niño” influenciam a hidroclimática da Colômbia. Para diminuir as áreas de cheia, a Corporação Autônoma Regional do Valle del Cauca criou o regulamento Projeto Cauca Rio em 1985; construção da barragem Salvajina, para controlar as cheias e diluir ou limpar a poluição do rio. A barragem só regula 22 % da área drenada, enquanto a área restante recebe contribuições dos afluentes que aumentam o fluxo do rio. A análise de frequências reforça a necessidade de considerar a não estacionariedade na modelação estatística de fluxo máximo, que é representado na distribuição não-linear dos dados. Foram identificadas 9 janelas de fluxo representativo entre 1988 e 2011, 2 fluxos por ano, em 1999, 2008 e 2011. 44 % dos fluxos ocorreram nos primeiros 6 meses do ano, de janeiro a junho, e 56 % de outubro a dezembro; exceto para o fluxo que ocorreu em 1997, sendo todos associados ao fenômeno “La Niña”. As cheias foram fortemente influenciadas por “La Niña”.	O rio Cauca é a principal fonte de água de superfície do Valle del Cauca. Nos últimos 25 anos (ver data de publicação desta investigação) existiram registros de fluxos relevantes que causaram cheias como as que ocorreram entre 2010 e 2011, cujos efeitos deram origem a perdas econômicas para a região. Durante a cheia, as taxas máximas de fluxo foram gravadas com uma frequência de 10, 20, 30 e 40 ocorrência/ano, em La Victoria, Pan de Azucar, Mediacanoa e estações Juanchito. Na última estação, o fluxo máximo mais representativo foi gravado durante a cheia do rio Cauca, ao ser comparado com as taxas de pico de fluxo registados em outras estações (ver artigo original), que não excedeu um período de retorno de 10 anos.
Benito et al. (2015).	Europa	1100-2000	Dados históricos - 46 estudos de caso em toda a	Quantitativos históricos para frequência de cheias. Fases: (1) compilação	O levantamento por GPS nos locais referidos nos documentos históricos (localização dos edifícios,	Na revisão bibliográfica o autor escreveu que um projeto de infraestruturas sensíveis a cheias foi altamente melhorado quando	A prova documental tem vindo a ganhar reconhecimento científico como um método para alongar registros de

Autor	Local	T	Dados	Intervenção/Método	Medições	Resultados	Conclusões
			Europa com reconstrução de descargas em situações extremas e comparação com fontes bibliográficas. Fontes documentais (observações humanas não-instrumentais).	e avaliação das datas e os níveis de água; (2) classificação; (3) estimativa da magnitude de inundação, geralmente associados a pico de cheia, documentados e observados no local, recolher provas; e, (4) dados de cheias históricas para análise de frequência de cheias. Frequência para determinar as descargas associadas a quantis. Revisão dos vários métodos de cálculo do escoamento ao longo de várias épocas. A análise envolveu o uso de arquivo-histórico, modelagem hidrológica e análise de frequência estocástica.	ruas, pontes, portas e paredes), para determinar as altitudes dos estágios de cheia previstos ou níveis. Recorreu a revisão bibliográfica para conhecer a frequência dos vários tipos de cheias com base na classificação de Barriendos (catastróficas e extraordinárias).	considerados os dados históricos de cheias. No século XIX os cálculos de descarga com base em marcas de cheia foram a única fonte de dados hidrológicos, mais tarde foram deixados de lado em favor de registos de calibre sistemático e procedimentos hidrológicos convencionais. Documentos chineses sobre cheias históricas remontam, em alguns casos, a 2000 anos atrás, com descrições detalhadas sobre os últimos 600 anos e os dados completos e homogêneos ao longo dos últimos 200 anos. Registos mais antigos foram encontrados no Nilometer do Egito, os níveis de cheia foram observados e medidos desde 3000 aC. Na Europa (1780-1860) envolveu observações humanas das leituras do nível de água, nem sempre eram contínuas ao longo do ano. O período instrumental na Europa começou por volta do século XVIII e compreende as observações de cheias a nível ocular e calibração humana e tem sido considerada parte da hidrologia histórica.	eventos de cheia raros e extremos. As leituras do nível de água sistemáticas nas bitolas não começaram antes do final do século XVIII, ou seja, na Alemanha, França, Áustria e República Checa. A revisão da história das leituras por bitola do nível de água na Europa foi compilada e publicada por Brazdil et al. (2012). Outras conclusões e resultados, a consultar no artigo original p. 3532.
Barrera-Escoda & Llasat (2015).	Catalunha, Noroeste de Espanha.	1301–2012	Banco de dados de cheias históricas da Catalunha, atualizado até 2012 - Medidos a partir do século XIV até 2002, fonte: projeto SPHERE.	Construção de série de índice de cheias e análise estatística. Cheias, data e danos. Relação da atividade solar e a frequência de cheia. Séries de cheias normalizadas, 1901-2000. Para mostrar as alterações no índice de cheia, valores	Examinaram e identificaram a longo prazo as tendências ou anomalias, e analisaram a potencial relação com fatores climáticos e não climáticos. O critério para a classificação de cheias: - ordinárias ou pequenas, sem transbordo do rio, alguns danos; cheias	As chuvas fortes normalmente são convectivas. Algumas das cheias na cidade podem ter sido devido a chuva local. Para cada tipo de cheia e localização, foi compilado um índice de frequência das cheias para mostrar a escala anual. As cheias ordinárias não foram consideradas devido à heterogeneidade. A distribuição de cheias sazonais mostrou que o outono foi a estação com > n.º de cheias (54	A classificação dos 3 tipos de cheias permitiu comparar cheias históricas e as documentadas com os registos instrumentais. Combina critérios ou metodologias utilizadas em outros países europeus, como nos estudos de Sturm et al semelhantes (2001), Glaser et al. (2010) ou Petrucci et al. (2012). Os grandes

Autor	Local	T	Dados	Intervenção/Método	Medições	Resultados	Conclusões
			<p>Dados de P e a atividade solar e circulação, e fontes documentais, jornais e relatórios técnicos. Dados instrumentais de P: mensal (de 1786 em diante) e diárias (de 1854 em diante) séries para Barcelona. Completou-se com série média anual de P para o nordeste da Península Ibérica, registos > 100 anos. A atividade solar com medições de 600 anos (1389-1994) do NGRIP.</p>	<p>suavizados por filtros (passa-baixa/low-pass) de Gauss de 11 e 31 anos. As tendências temporais foram calculadas utilizando a série de índice de cheia (suave/not smoothed), regressão linear, método de Monte Carlo. Correlações de Pearson. A análise espectral, recorrendo a Tukey. Os períodos anómalos tiveram uma elevada frequência de ocorrência de cheia, que foram estimados a partir do valor médio mais o desvio padrão da série temporal.</p>	<p>extraordinárias ou intermediárias (EXT) causaram o galgamento das margens e transtornos diários, torrente e possibilidade de destruição parcial; catastróficas ou grandes cheias (CAT) causaram o galgamento das margens dos rios e sérios danos ou destruição de instalações hidráulicas, infraestruturas, caminhos e estradas, edifícios, gado e culturas.</p>	<p>%), seguido de verão (21 %), com o > n.º de out. (21 %), seguido de set. (20 %). As cheias CAT estão concentradas principalmente entre set. e nov., ago. Também regista uma alta frequência de cheias EXT (23 % das cheias CAT no verão). O possível aumento de cheias EXT pode ter a ver com o correspondente da P convectiva, ou as mudanças urbanas notáveis da cidade. A expansão da cidade para os flancos do rio, mas especialmente a demolição das paredes que frequentemente atuavam como barreiras de proteção contra cheias, aumentou a vulnerabilidade de cheia e exposição na nova e antiga cidade durante um período de aumento da frequência de eventos de alta pluviosidade. A construção da rede de drenagem e a cobertura dos barrancos, séc. XIX e início do séc. XX diminuiu novamente a vulnerabilidade.</p>	<p>reservatórios construídos para gerar eletricidade e abastecimento de água para a agricultura nas principais bacias de drenagem na Catalunha durante a segunda metade do século XX (1960 a 1970) devem ter diminuído os riscos de cheia. A análise espectral aplicada à série de índice cheia catastrófica anual para Catalunha mostrou duas principais periodicidades significativas: ciclo solar Gleissberg e oscilação quase-bienal (QBO). A P de Verão geralmente associada a trovoadas e chuva forte, causou cheias. Os padrões de chuva por si só não podem explicar a mudanças nas cheias na região. As cheias EXT foram relacionadas com a vulnerabilidade e o uso do solo. Cheias CAT foram associadas a fatores climáticos. A correlação entre NAO com a P na região do Mediterrâneo no verão foi muito baixa e não significativa, devido ao papel importante na evolução dos convectivos locais.</p>

QH - níveis de caudal anual-máximos. ACA - Agência de Água Catalão. Doc. – Documentos. Pop.- População. P. - Precipitação. NGRIP - Projeto Norte Greenland Ice Sheet. Temp – Temperatura. Tx – Taxa. Set. – setembro, out. – outubro. Nov. - novembro.

2.1.4.2 Dados associados a inquéritos

Os indivíduos que têm experiência direta com os fenômenos atmosféricos extremos, no seu ambiente físico, serão mais propensos a se preocuparem com a questão, sendo mais sensíveis à percepção do perigo e da sustentabilidade (Lorenzoni & Pidgeon, 2006; Wachinger et al., 2013; Weber, 2010). É importante ressaltar que existem diferenças de percepção (Spence et al., 2011), e que estas dependem das experiências diretas e indiretas dos indivíduos (Wachinger et al., 2013). Por este motivo, para Wachinger a comparação é imprescindível entre dados históricos de eventos de cheias para análise dos eventos mais recentes e previsão dos futuros.

Os inquéritos por questionário são ferramentas simples e fundamentais para a aquisição de informações sobre o conhecimento público e a percepção dos perigos (Bird, 2009). É necessário um modelo que apoie uma rápida troca de informações entre os participantes na organização de dados sobre um desastre devido às cheias (Leskens et al., 2014). Daí ser importante explicar as técnicas utilizadas para o seu desenvolvimento e aplicação, registrando as variáveis que melhor descrevam as características do evento. A aplicação de um questionário, pode ajudar a desenvolver uma cultura de resistência através de estratégias coletivas, uma maior sensibilização da opinião pública e um sistema de informação de gestão de cheias (Akmalah & Grigg, 2011). As cheias podem provocar a saída da população de suas casas por um determinado período, temporário ou permanente (Milojevic et al., 2014). A informação sobre os “deslocamentos” da população devido a cheias, que quantificam a frequência, tempo e duração dessas famílias, desde os danos, áreas comerciais, citando apenas estes exemplos, pode ser obtida através de questionário.

Para além da recolha de informação por questionário, os dados podem ser obtidos mediante pesquisas e inquéritos por entrevistas. A fonte de dados obtida por entrevista favorece, por exemplo, as novas perspectivas de gestão hidrográfica (Whitmarsh, 2008) ou por exemplo reforçam o comportamento auto-protetor dos moradores em áreas de cheia (Grothmann & Reusswig, 2006). Outro trabalho, por entrevista, procurou desvendar as perspectivas teóricas relacionadas com o seguro na gestão do perigo de cheias (Dávila et al., 2014).

Perspetiva-se que, em situações onde as áreas são de alto risco às cheias e quando existe falta de experiência pessoal direta por parte dos indivíduos aí residentes na altura, incutir medidas de proteção pessoal é uma necessidade (Grothmann & Reusswig, 2006; Turner et al., 2010). Concomitantemente, as redes sociais são fontes locais importantes de registos de informação por parte da população em geral, muitas vezes mais importantes do que as fontes oficiais (Harvatt et al., 2011). Este canal de comunicação é um meio de distribuição dos questionários e/ou entrevistas destinados à recolha de dados. Por exemplo, o índice do perigo tem em conta a informação quantitativa e qualitativa podendo ser obtida, entre outras, a partir de diversas pesquisas e entrevistas (Bowering et al., 2014).

Um caso de estudo localizado no Continente Africano, permitiu uma aproximação à perceção que as famílias da área estudada tinham acerca destes fenómenos. Constatavam, efetivamente, uma diminuição da precipitação média e um aumento das cheias ao longo dos anos (Bola et al., 2014). Segundo os mesmos autores, a análise à variabilidade da precipitação média recebida no período compreendido entre 1988 e 2011 não revelou alterações significativas, em contrapartida, os dados relativos às cheias revelaram um aumento considerável. Com este estudo descobriu-se que as famílias adotaram uma série de estratégias para lidar com as cheias, como o cultivo de vegetais e a produção vegetal na planície de inundação. Algumas famílias inquiridas também recorreram à emigração numa base diária para a Zâmbia ou Moçambique. Por conseguinte, a aplicação de inquérito por questionário à população ribeirinha é uma boa forma para obter informação sobre os fenómenos de eventos de precipitação extrema, eventos de cheia e respetivas ocorrências.

2.1.4.3 Registos físicos

Os registos físicos complementam os restantes dados empíricos. O diagnóstico para avaliar as mudanças no perigo de cheias através de múltiplas escalas na rede fluvial na ausência de dados hidrometeorológicos combina modelos hidrológicos com informação empírica (Cunha et al., 2011). Melhor: vejamos de que forma podem ser obtidos esses dados e os tipos de suporte possíveis para processar a respetiva informação.

As cheias podem afetar diretamente as superfícies de edifícios (Siedel, 2010). Os edifícios inundados podem ser afetados exterior e interiormente. Exteriormente: quando a força

física da água incide sobre a estrutura do edifício e quando a altura da água da cheia é de alguns metros, causando danos nos materiais de construção por imersão (Blong, 2004; Luino et al., 2009). Interiormente: quando a madeira ou outros materiais são afetados; os equipamentos elétricos causam curto-circuito; quando se verifica no interior a existência de lama, sedimentos e contaminantes na água da inundação que pode causar corrosão ou outra deterioração; bolor devido à humidade onde os fungos proliferam em qualquer objeto (Blong, 2004; Kreibich et al., 2005; Luino et al., 2009; Merz et al., 2010). Contudo, os efeitos são sensíveis ao método de construção (Schubert & Sanders, 2012). A manifestação de cheia exteriorizada em edifícios é uma fonte de informação muitas vezes única que permite medir a altura da água, nos casos em que existam marcas. Não obstante, o material de construção dos edifícios, como a madeira, pode ser uma forma benéfica e de controlo das perdas e custos da estrutura em áreas sujeitas a cheias (Taggart & Van de Lindt, 2009). A ocupação do território e a sua forma são registos físicos que nos permitem tirar algumas conclusões. Para além dos edifícios, nas outras infraestruturas (Ettinger et al., 2014) como pontes, pontilhões, bancos de jardim, por citar só estes exemplos, também podemos obter registos físicos decorrentes das cheias.

Assim, ao processo de inventariação dos dados, após a ocorrência da cheia aquando a coleta de dados, por inventário, a imagem sobre o mapeamento das características do canal (declividade, seção molhada, sinuosidade, tipo de margens de rios, rugosidade, por citar só alguns exemplos), e o estudo de edifícios, pontes e muros de contenção potencialmente expostos a cheias (Ettinger et al., 2014), constituem parâmetros que nos permitem conhecer os índices de vulnerabilidade. Uma análise da vulnerabilidade, identificada com dados físicos dos elementos expostos permite estratégias eficazes na redução do perigo hidrológico (Mazzorana et al., 2014). Para os diferentes elementos, edifícios, estradas, veículos, tipos de uso do solo, como propriedades comerciais, industriais ou agrícolas (Neubert et al., 2014), potencialmente expostos ao perigo, os indicadores de vulnerabilidade são muitas vezes previsivelmente muito limitados (Albano et al., 2014).

A vegetação arbórea dos parques, floresta ou em área agrícolas e outros locais nas margens do rio, podem constituir um elemento adicional de perigo e colocam em risco pessoas e bens. Em dias de cheia, os detritos arrastados pelas águas, ou seja, troncos de árvores partidos e ramos, aumentam a carga sólida e a força de arrasto, colocando mais pressão sobre pontes ou edifícios (Yagisawa & Tanaka, 2013). Paralelamente, também as

cheias, nomeadamente as de alta frequência, causam danos significativos nas espécies arbóreas originando, em casos extremos, a morte destas, segundo o estudo de Yeager (1949). As espécies vegetais são entidades que permitem identificar a magnitude das cheias (Aishan et al., 2015; Mark et al., 2014).

Os ciclos de cheias periódicas influenciam processos e padrões ecológicos relativamente aos níveis de metais pesados nos rios, em especial os poluídos. Estes níveis de metais pesados nos rios podem representar perigos de acumulação em cadeias alimentares e efeitos toxicológicos sobre a flora e a fauna (Kooistra et al., 2005; Umlauf et al., 2005; Wildi et al., 2004). Portanto, poder-se-á assumir que a exposição de pequenos mamíferos a contaminação de metais pesados nas planícies aluviais está significativamente influenciada pelo tempo de exposição a esses resíduos, o que por sua vez, está relacionado com a idade, e com a dispersão e mudanças dos padrões de forragens e alimentação sob a influência de cheias periódicas (Wijnhoven et al., 2007). É possível calcular os perigos para as espécies de determinadas unidades ecológicas ou várzeas (Kooistra et al., 2005; Umlauf et al., 2005).

A quantidade de informação obtida determinará as variáveis a estudar e seus respetivos indicadores. Daí a necessidade de modelos para avaliar a suscetibilidade às cheias e a sustentabilidade, de uma determinada bacia hidrográfica.

2.1.5 Perigo de cheia e a sua sustentabilidade hidrológica

O perigo de cheia é uma evidência e a sustentabilidade do uso do território uma obrigatoriedade e um requisito para as gerações futuras (Kundzewicz, 2002). Para tal, é essencial a obtenção de informação fidedigna que permite um conhecimento, o mais completo possível, do local, de modo a poder orientar devidamente as intervenções para o ordenamento do território (Adger, 2003; Dankelman, 2002; Kates et al., 2001; Kundzewicz, 2002).

Alguns sistemas ribeirinhos, devido à sua vulnerabilidade, podem precisar de intervenção, quando a adaptação ao ambiente não é suficiente (Kates et al., 2012). Mais de dois terços das cidades do mundo estarão expostas a cheias nos próximos 30 anos devido a diversos fatores, como os atmosféricos, o desbravamento de terras, o aumento do nível do mar e o desenvolvimento socioeconómico (Ward et al., 2013). A vegetação

substituída por superfícies impermeáveis aumenta o escoamento superficial e reduz a infiltração, com a conseqüente alteração do transporte de escoamento de fluxos (Lan Cuo et al., 2008; Shuster et al., 2005). A existência de um maior volume de escoamento num período mais curto, favorece o aumento de picos de cheias, o que representa uma séria preocupação (Wheater & Evans, 2009).

As políticas governamentais em matéria de cheias têm um papel mais vocacionado para a adaptação aos fatores atmosféricos e à época do ano (Ward et al., 2013). Portanto, especialmente ao nível local, os planos especiais de ordenamento contêm um conjunto de regulamentos de zonamento, com restrições e incentivos que permitem a formulação de cenários plausíveis de como o uso do território irá evoluir no futuro e avaliar os seus efeitos ambientais. É o caso dos Planos Diretores Municipais (PDM), cuja informação pode ser utilizada no processo de avaliação das conseqüências futuras (Geneletti, 2012).

O conceito de sustentabilidade foi usado pela primeira vez em 1987 no Relatório Brundtland (McManus, 1996; Redclift, 2005). Desde essa data existe um esforço acrescido, em especial, por parte das entidades governamentais, direcionado para a sustentabilidade social e o desenvolvimento (SSD). Ao ser um conceito recente, a grande maioria dos trabalhos publicados surgem nas últimas três décadas. De aí que, a bibliografia utilizada para a elaboração deste capítulo faça parte do levantamento da mais relevante publicada até ao momento, ao campo da re(construção) de pensamentos e conceitos que trilham o caminho e que articulam fontes obtidas em diversas bases de dados, das publicações das últimas décadas, permitindo identificar e analisar os indicadores de sustentabilidade em áreas inundáveis e os lucros obtidos para o desenvolvimento sustentável (DS) destas áreas. A este propósito, e tendo em consideração a gestão sustentável das bacias hidrográficas, existem as diretrizes da Organização Mundial de Meteorologia (OMM, 2009) compiladas no capítulo da gestão de recursos hídricos. Assim, nas revisões de artigos originais, por palavras-chave (sustentabilidade, cheias, indicadores e índices) dá-se relevo a estudos sobre o tema em questão, para contribuir na atualização e construção de novas diretrizes para a atuação sustentável de um território específico. A sustentabilidade é um dos objetivos mais importantes da agenda política à escala mundial, europeia, nacional e local, e constitui um dos principais desafios das sociedades contemporâneas.

Interpreta-se a noção de desenvolvimento sustentável no contexto dos recursos hídricos, enfrentando as crescentes pressões demográficas. Discute-se como extremos hidrológicos que provocam cheias, comprometem o desenvolvimento sustentável (Kundzewim, 2001). Porém, em Portugal Continental, a grande variabilidade temporal da precipitação leva a eventos extremos de precipitação que potencialmente resultam em cheias, algumas das quais danosas para as populações locais (Lima et al., 2014). As áreas afetadas continuam ocupadas pelas mesmas pessoas ao longo de décadas.

A sustentabilidade de uma bacia hidrográfica é maior quando as incertezas são minimizadas (Bathrellos et al., 2016; Ouma & Tateishi, 2014). Além disso, engloba a forma como os riscos, perigos e incertezas afetam várias comunidades urbanas e grupos urbanos (Jabareen, 2013). O *design* de uma cheia superficial para várias ocorrências permite a construção e a identificação dos parâmetros do risco de cheia, do ordenamento e da sustentabilidade do território.

A análise bibliográfica concentrada nas avaliações de sustentabilidade empírica permite identificar, em vários trabalhos, o uso de indicadores de sustentabilidade, associações científicas de destaque entre os métodos analíticos e os seus respetivos resultados. Investigadores como Weinbaum et al. (2013) demonstraram que a incerteza e a falta de uniformidade na ciência da sustentabilidade são uma evidência, por isso a melhoria da informação através dos indicadores é indispensável. Os esforços que tornam a sociedade e os seus processos mais sustentáveis exigem a avaliação da sustentabilidade (Kaivo-oja et al., 2014).

A sustentabilidade está diretamente relacionada com a qualidade de vida para a preservação dos ecossistemas, o que pode ser relevante para a discussão da sustentabilidade forte (avaliação a três níveis: económico, social e ambiental) e fraca (considerando os impactos e dependências externas, as áreas urbanas dependentes das suburbanas) (Mori & Christodoulou, 2012). Por estarmos perante uma investigação sobre bacias hidrográficas, acresce-se à avaliação dos três níveis referidos, o hidrológico ou junta-se este com o ambiental. Paralelamente, no seguimento de Carvalho-Santos et al. (2014) os serviços hidrológicos contemplam diversos benefícios para os cidadãos: (a) fornecimento do abastecimento de água, (b) e mitigação de danos causados pela água (cheias e controle de erosão do solo) e abordagem que se encaixa na avaliação do nível

hidrológico. Para Mori & Christodoulou (2012), a sustentabilidade forte concentra-se na manutenção do capital natural.

A abordagem às questões das cheias a uma escala funcional permite a análise a dois quadros teóricos: o conceito de "ajuste funcional" entre a escala dos problemas ecológicos e as instituições responsáveis por essas questões; e o conceito de "política de escala", em que a escala representa o resultado dos processos históricos (Guerrin et al., 2014). Desta forma, a escala de um problema tem a sua origem na história. À semelhança de Müller et al. (2011), podemos chamar de multi-escala: individual, familiar, municipal, ou ainda no âmbito da freguesia, do polígono, da rua ou propriedade pública/privada. É a partir desta base que se defende que a sustentabilidade dos fatores naturais que são influenciados pelos fatores antrópicos permitem determinar quais os indicadores de sustentabilidade de um território sujeito a cheias, considerando como base a história dessa área determinada, à escala local. No entanto, o local, para ser sustentável, está dependente do global como um todo. Basta pensar nos centros urbanos. A nível hidrológico e de acordo com Galloway (1997) o termo sustentabilidade aparece cada vez com mais frequência na literatura da especialidade.

O conhecimento da sustentabilidade hidrológica resulta possível graças ao estudo dos indicadores dos índices de sustentabilidade. Os indicadores de sustentabilidade (IS) são ferramentas úteis para a gestão do território e para o desenvolvimento sustentável (Weiland et al., 2011). Na sequência da bibliografia consultada depreende-se que o índice de sustentabilidade funciona como um sinal de alarme para revelar a situação do sistema avaliado (Biron et al., 2014), como se se tratasse de uma fotografia instantânea, na forma de dados estáticos.

Sabendo que a natureza e a economia são sistemas dinâmicos, os índices não captam certos fenômenos que ocorrem no sistema, como a mudança tecnológica ou a adaptabilidade dos sistemas sociais. A maioria dos índices e indicadores de sustentabilidade são considerados como informações essenciais que nos auxiliam na avaliação do sistema em estudo no presente momento, e uma alternativa na construção de cenários no caminho da sustentabilidade.

(Agostinho et al., 2007: p. 143)

Existem várias ferramentas que nos permitem conhecer, a partir dos indicadores, o grau de sustentabilidade de um determinado território. Os indicadores são meios importantes para a tomada de decisões a nível da gestão do território das bacias hidrográficas (Walmsley et al., 2001). Segundo Hezri & Dovers (2006), os IS permitem avaliar a

eficácia das políticas. Os indicadores desenvolveram-se a partir da compreensão dos processos que ligam a atividade humana às mudanças ambientais e a resposta política (Crabtree & Bayfield, 1998). Os IS aplicados à gestão do território têm vindo a apresentar melhorias desde a aplicação do Programa de Desenvolvimento das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), com o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), durante os anos 90 (Hezri & Dovers, 2006). Um dos indicadores para obter o índice de sustentabilidade hidrológica é o IDH, utilizado para avaliar o desenvolvimento socioeconómico (Tamasauskas et al., 2016; Grub & Neckel, 2009; Mititelu-Ionuș, 2017; Vollmer et al., 2016). Alguns investigadores propuseram o Índice de Desenvolvimento Humano Eco sustentável (E-SHDI) para medir com mais rigor o IDH (Türe, 2013). Ao medir o IDH também devemos considerar o indicador “governança de desastres” como um conceito emergente, que está intimamente relacionado com o risco de governabilidade ambiental (Tierney, 2012). O IDH é uma das variáveis para medir o índice de sustentabilidade hidrológica (Chaves & Alipaz, 2007; Mititelu-Ionuș, 2017; Vollmer et al., 2016).

As mudanças temporais do número de cheias acima dos limites fixos de severidade ou magnitude também podem ser analisadas (Kundzewicz et al., 2013). Alguns trabalhos comparativistas, abrangendo os anos de 1991, 2001 e 2013, consideram a quantificação do Índice de Exposição (IE), Índice de Sensibilidade (IS) e Índice da Capacidade de Adaptação (IA). O IE é baseado na intensidade das alterações no uso do solo; IS e IA são baseados em fatores naturais, tais como elevação, declive, vegetação e uso e ocupação do solo. Tendo em conta os fatores naturais, os vários indicadores servem para definir e medir a sensibilidade e a capacidade de adaptação (Boori & Voženílek, 2014). De forma geral e ao longo do tempo as populações que ocupam as planícies de inundação desenvolveram mecanismos para reduzir os impactos negativos das cheias aproveitando os seus efeitos positivos (Tran et al., 2010).

Os indicadores hidrometeorológicos são essenciais nos estudos de sustentabilidade hidrográfica devido à capacidade da variabilidade dos fatores atmosféricos para intensificar componentes do ciclo hidrológico, incluindo a precipitação, infiltração, evapotranspiração e escoamento (Jung et al., 2014). Para Junge et al., essa variabilidade agrava ainda mais as condições naturais mais extremas, aumenta a frequência destas e

limita o funcionamento do ecossistema e das atividades humanas. As ações antrópicas na área de uma bacia hidrográfica devem contribuir para o uso do solo de forma sustentável.

Um dos indicadores propostos para a sustentabilidade são as ações humanas. Por exemplo, para episódios hidrológicos extremos mais frequentes, existe uma maior probabilidade de que a água venha a fluir sobre diques ou coletores já existentes, podendo chegar à destruição dos mesmos (Hipólito & Vaz, 2013). A destruição é sinal de que a construção de diques é insuficiente para o escoamento das águas. Assim, propondo melhorias em relação à gestão das cheias e problemas de escala, contribui para a sustentabilidade do território. Com efeito, quando a precipitação passa, a água continua o seu percurso para o coletor, cada vez mais lentamente, até à secagem completa (Hipólito & Vaz, 2013). Com base nos trabalhos de Carter et al. (2009), depreendemos que a Avaliação da Sustentabilidade (AS) tem um papel a desempenhar no reforço dos planos espaciais e de pormenor do ordenamento no contexto dos eventos de cheias. Segundo Guerrin et al. (2014) o ajuste funcional da várzea e as políticas de escala são a base para a resolução utilizada por qualquer ator para representar um processo com dimensões espaciais e entendê-lo a diferentes escalas. Objetivamos que as estratégias de sustentabilidade para estas áreas sejam dependentes do percurso histórico de um determinado lugar.

De acordo com Emery & Hannah (2014) a hidrologia e as ciências sociais complementam-se no explorar das interações entre o conhecimento científico (social), as conceitualizações da sustentabilidade e da distribuição desigual dos impactos sobre as comunidades afetadas, os efeitos físicos e humanos e a escala. O grau de incerteza está patente na variação espacial e temporal do perigo de cheia (Ahmad & Simonovic, 2011). Nas mesmas circunstâncias, as potenciais consequências atuam como fontes de experiência na prática de ações para mitigar os danos originados pelas cheias (Spence et al., 2011). De acordo com Mori & Christodoulou (2012) a chave para uma análise do sistema reside no carácter insustentável das áreas urbanas consideradas isoladamente. Por este motivo, estimar a sustentabilidade da ocupação futura da densidade demográfica e do edificado é essencial (Sakieh et al., 2015). Existe uma necessidade crescente de estimativas populacionais espaço-temporais, que permitem uma avaliação precisa da exposição da população aos perigos de cheia (Smith et al., 2016).

A implementação de práticas de gestão pode afetar a sustentabilidade, como por exemplo a ecológica. Algumas evidências vieram demonstrar que as cheias catastróficas foram devidas essencialmente à precipitação e, entre outros fatores, ao aumento da construção de vias de circulação e infraestruturas, e diques nas áreas mais baixas da bacia hidrográfica (Tran et al., 2010). A remoção de represas e/ou barragens, altera a distribuição dos sedimentos (Draut & Ritchie, 2015; Fuller et al., 2016; Peter et al., 2017), e pode, conseqüentemente, alterar a magnitude das cheias a jusante. Com base em Abbona et al. (2007) o mesmo acontece com as atividades agrícolas. Outro exemplo claro encontra-se nas cheias catastróficas do rio Huong, no Vietnam, que têm sido cada vez mais associadas ao uso do solo e à alteração da cobertura florestal nas terras altas (Tran et al., 2010). Para os investigadores as práticas de alteração da cobertura florestal das comunidades de montanha começaram a ser percebidas como uma das principais causas de cheia catastrófica a cotas baixas. Em contrapartida, as políticas e programas de gestão florestal, que indiretamente causaram a sua degradação, são as principais causadoras das cheias catastróficas a jusante (Tran et al., 2010).

Emami (2014) valoriza especialmente a criatividade para atingir a sustentabilidade. Como exemplo ilustrativo apresenta o caso da barragem de *Kurit Dam*, no Irão, que tem regulado o Rio Kurit, construída há mais 650 anos - para irrigação durante 600 anos, e pode ser considerado um símbolo de sustentabilidade. A referida barragem é especialmente notável pela sua extraordinária altura: 60 m, recorde mundial para qualquer tipo de barragem em funcionamento desde 1350 até o início do século XX. Contudo, o desenvolvimento dessas estruturas pode ser atingido ou afetado por impactos biofísicos, socioeconómicos e geopolíticos negativos, muitas vezes através da perda de serviços ecossistémicos fornecidos por sistemas aquáticos em pleno funcionamento (Beck et al., 2012). Para análises custo-benefício, que visam o desenvolvimento sustentável, a análise dos custos das barragens deve considerar as perdas associadas com a redução da agricultura na várzea, a perda da pesca, perda de fornecimento de água, eventuais custos de compensação para a população obrigada a deslocar-se, custos de funcionamento e eventual remoção da represa (Jackson & Sleigh, 2013; Jim & Yang, 2006). De outra forma, seguindo a interpretação mais comum do desenvolvimento sustentável, as políticas de proteção das cheias que podem ser classificadas pelas gerações futuras como opções inadequadas de defesa contra cheias, devem ser evitadas (Abbona et al., 2007).

Uma questão importante tem a ver com as ajudas económicas para fazer face a perdas e danos devidas a cheias (Emery & Hannah, 2014). Os incentivos/compensações que muitas das vezes são atribuídos a produtores de áreas rurais e florestais devem ser oferecidos para encorajar usos do solo com práticas de gestão que alinhem os interesses privados com o bem público (Tran et al., 2010).

Em caso de isolamento de comunidades devido às cheias, o resultado poderia desempenhar um papel poderoso no aumento da capacidade dos moradores para a necessária adaptação local, de modo a lidar com os efeitos das mesmas. Para muitas comunidades os antecedentes históricos e de transmissão oral poderiam ser um valioso contributo para uma adaptação bem-sucedida das mesmas (Himes-Cornell & Kasperski, 2015).

A sustentabilidade é um sistema inovador, operacional, de suporte à decisão. O desenvolvimento sustentável, em termos gerais, combina exposição ou valores económicos, sociais e ambientais em risco e resiliência, isto é, a proteção das principais funções de equilíbrio dos sistemas humanos e físicos (Zagonari & Rossi, 2013).

CAPÍTULO 3 - METODOLOGIA

A metodologia torna possível a aplicação de métodos utilizados no estudo das ciências naturais e também no âmbito das humanidades a partir de sistemas e teorias explicativas comparáveis (Schutz, 1962).

Nesta investigação procedeu-se a uma revisão bibliográfica em que os métodos indutivo e dedutivo encontram as suas bases nas conclusões comuns derivadas das respetivas investigações efetuadas, como nos exemplos de diversos autores: Neuman & Lawrence (2005), Pinto & Silva (1986), Tranfield et al. (2003). Portanto, estudaram-se as cheias baseadas no histórico da série temporal entre 1900 a 2015. Fez-se uma breve resenha do histórico dos problemas vivenciados pelas populações, na Europa, de forma geral e em Portugal e de forma particular com especial incidência na BHRVez.

A variável demografia foi considerada fundamental para o estudo, na medida em que o objeto em risco são os habitantes. Consequentemente, as necessárias condições humanas de qualidade de vida estão à mercê, principalmente, dos eventos de precipitação que desencadeiam os eventos de cheia.

Foram recolhidos dados sobre as cheias a partir da imprensa periódica regional, respeitantes à área da BHRVez. Os dados foram selecionados, recolhidos e processados por eventos numa base de dados para a BHRVez (eBd), digital e aberta, delineada para o efeito com as categorias definidas para o objeto da investigação. Esta abordagem para a criação de eBd, em parte, foi construída, tendo como princípio a revisão sistemática da compilação da informação da análise de vários artigos, na sequência do método recomendado por Liberati et al. (2009). As ações humanas sobre o território, as benéficas e as que têm colocado os bens económicos e as pessoas sob perigo de cheia, foram também consideradas. Uma das variáveis principais, considerada como elemento exposto, foi o edificado por tipologias (descritas num dos pontos seguintes deste capítulo e analisadas em pormenor no capítulo 5).

Considerou-se que as características da bacia hidrográfica são fundamentais para conhecer como o fenómeno da precipitação, transformada em escoamento, desencadeia eventos de cheia com consequências. Ora, a precipitação é uma das variáveis estudadas. Sendo as cheias um problema para as populações, em especial em áreas urbanas localizadas a uma baixa cota relativamente ao nível do mar.

No contexto deste trabalho, foram definidas diferentes unidades espaciais, área de captação – a bacia hidrográfica, áreas com características comuns, embora baseada apenas na densidade populacional (urbana, rural e de montanha) e unidades político administrativas – as Freguesias/União de Freguesias e, troço de rio, tendo em conta o “alcance” das águas do rio, lateral e vertical em dias de cheia e elementos expostos. Para a sua delimitação e caracterização estudaram-se os atributos hidrológicos e geomórficos para a BHRVez, conforme o exemplo que pode ser observado em Tánago et al. (2015).

Desta forma esquematizam-se as fases do processo metodológico na Figura 3.1: recursos bibliográficos para sustentar o caso de estudo e a criação da base de dados (BD), seleção de indicadores e análise da sua frequência.

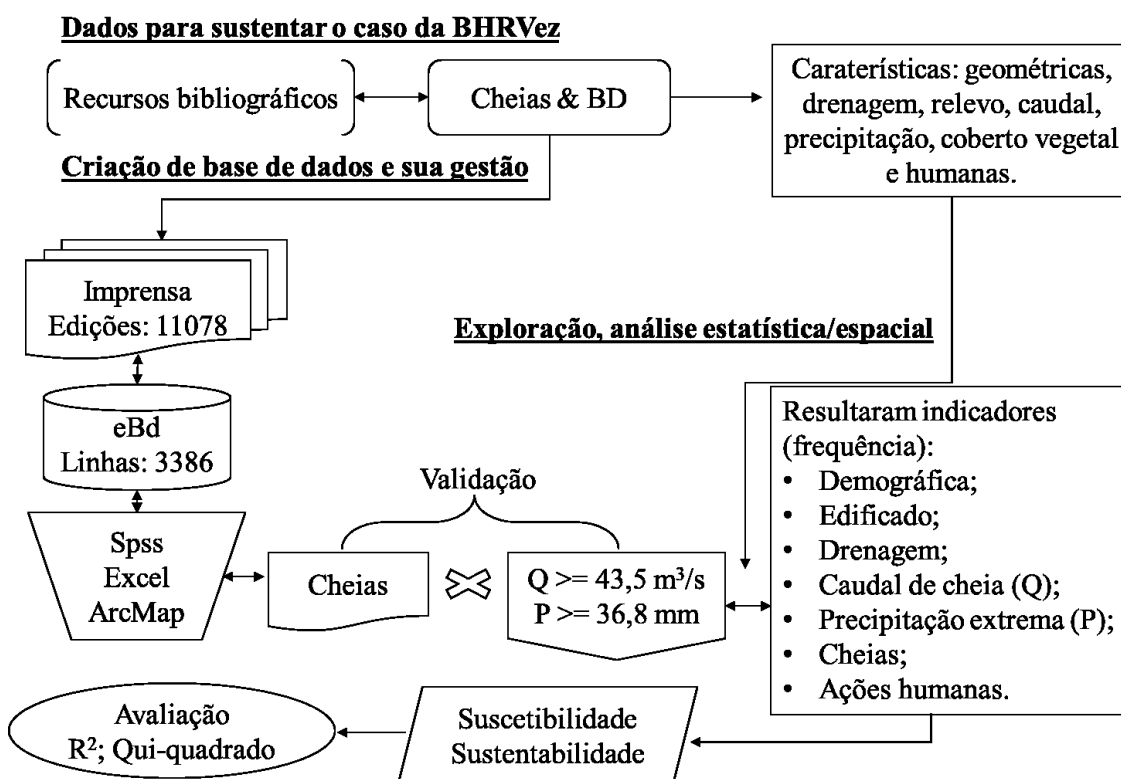


Figura 3.1 – Sintetização do desenho metodológico.

A importância da compilação de toda a informação é o agregado final que permite obter indicadores e índices. Ora, de acordo com Siche et al. (2007) um índice é o valor agregado final de todo um procedimento de avaliação onde se utilizam, inclusivamente, indicadores como variáveis que o compõem. O estudo sobre cheias na BHRVez mereceu a comparação dos diversos indicadores que permitiram determinar a suscetibilidade a cheias e a sustentabilidade hidrológica.

3.1 Dados do enquadramento da bacia hidrográfica do rio Vez

O enquadramento da área de estudo, a BHRVez, foi realizado tendo em conta algumas das bacias hidrográficas na Península Ibérica, comparando-se alguns indicadores e referindo os que se consideraram mais importantes: área e comprimento (em território português e/ou espanhol), densidade populacional e precipitação e caudal. As principais fontes de dados foram: o Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos (SNIRH), para obter as características das bacias hidrográficas; Agência Portuguesa do Ambiente, para obter informação georreferenciada das bacias hidrográficas; e Direção Geral do Território (DGT), para identificar e delimitar as regiões hidrográficas.

Para conhecer a propensão a cheias compararam-se alguns dos parâmetros: físicos, geométricos e de relevo. Optou-se por selecionar os parâmetros em conformidade com os trabalhos selecionados nas diversas bibliografias que descrevemos, fazendo menção à medida que o estudo avança. A informação sobre a exploração estatística e análise dos dados faz parte do capítulo 4.

Especificamente, obtivemos alguns dos parâmetros para a Bacia Hidrográfica do rio Lima (BHRLima): área (A), perímetro (Per), largura média (B), comprimento máximo da bacia (L), coeficiente de compacidade de Gravelius (Kc), fator forma de Horton (Kf), densidade de drenagem (Dd), declive médio (Dm), altitude máxima (Amáx) e altitude média (Z). Optou-se em salientar a BHRLima por ser ibérica e porque a BHRVez é uma das sub-bacias. Sendo a BHRVez de dimensão média a pequena, compara-se com outras bacias com características próximas. Portanto, compararam-se diversos parâmetros para médias a pequenas bacias hidrográficas das regiões hidrográficas: RH1 a RH5. Os parâmetros, para estes casos, foram vinte e seis: área (A), perímetro (Per), comprimento do curso de água principal (L), comprimento da bacia (Lb), fator forma de Horton (Kf), índice de compacidade Gravelius (Kc), índice de circularidade de Miller (Ic), índice de

alongamento de Schumm (Ia), hierarquia Strahler, magnitude Shreve, comprimento total dos cursos de água (CL), densidade de drenagem (Dd), densidade hídrica de Horton (Dh), coeficiente de torrencialidade (Ct), altitude mínima (Amín), altitude máxima (Amáx), altitude média (Z), altura média (AH), amplitude altimétrica (D), coeficiente de massividade (Cm), coeficiente orográfico (Co), índice de rugosidade (Ir), relação relevo (Rr), índice de declive de Roche (IdR), declive médio do canal principal (Dc) e tempo de concentração (tc).

As bacias hidrográficas para comparação dos parâmetros tendo em conta a respetiva fonte bibliográfica, são vinte e sete: rio Vez, rio Este, Corgo e Távora (Santos, 2015); Arunca Limite Norte do Concelho, Arunca Norte do Perímetro Urbano, Arunca Sul do Perímetro Urbano, Anços, Carnide, Ribeira do Outeiro Galegas, Ribeira Valmar, Riberira do Vale, Ribeira do Travasso e Ribeira Degolaçô (Ferreira, 2011) e Barcarena, Caparide, Colares, Jamor, Laje, Vinhas, Alpriate, Fanhões, Loures, Póvoa, Trancão (Sub-bacia) e Trancão (Bacia) (Leal, 2011). A informação sobre os parâmetros e respetivos cálculos conferiu-se nas diversas bibliografias: Santos (2015), Alonso et al. (2014), Hipólito & Vaz (2013), Leal (2011), Ferreira (2011) e Lencastre & Franco (2010). A representação das unidades de medida para todas as variáveis e parâmetros desta investigação seguem o recomendado no Sistema Internacional de unidades (SI) de acordo com os Decreto Lei 238/94 (19/9), Decreto Regulamentar 2/95 (3/1) e Decreto Lei 254/02 (22/11), do *Diário da República*.

3.2 Procedimentos para obter as variáveis de caracterização

Em primeiro lugar procedeu-se à delimitação da BHRVez recorrendo à Carta Militar de Portugal em modo ArcMap (*software ArcGIS Spatial Analyst 10.4 da Esri*), seguindo as curvas de nível e pontos de cota.

As características morfológicas e o comportamento hidrológico, essenciais nos estudos das cheias locais (Hipólito & Vaz, 2013) foram identificadas e registadas. A fonte de informação base para as características de relevo foram extraídas do Centro de Informação Geoespacial do Exército (CIGeoE), sucessor em 2015 do Instituto Geográfico do Exército (IGeoE). Neste documento mantém-se como fonte de dados a identificação “IGeoE”, sendo que as fontes da informação têm data anterior a 2015.

Para a caracterização litológica da BHRVez utilizou-se a Carta Geológica de Portugal, à escala 1: 50 000 (1985), do Instituto Geológico e Mineiro (IGM).

De forma geral, no respeitante ao uso e à ocupação do solo, foram considerados os dados relativos ao projeto Corine Land Cover 2012 (CLC 2012) obtidos da Direção Geral do Território (DGT), sendo a bibliografia mais recente conseguida sobre o assunto. A nomenclatura Corine consta de 44 classes, agrupadas numa hierarquia de 3 níveis, sendo as categorias principais: territórios artificializados, áreas agrícolas e agroflorestais, florestas e meios naturais e seminaturais, zonas húmidas e corpos de água.

Uma outra variável considerada foi a precipitação na BHRVez. As estações hidrometeorológicas, para a caracterização da pluviometria, foram as estações do Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos (SNIRH). Referimos a investigação de Santos (2009) por ter estudado as diversas estações desta região, tendo a autora analisado 17 estações: Aveleiras, Bouça dos Homens, Britelo, Cabreiro, Casal Soeiro, Cerdeira, Extremo, Outeiro, Peneda, Ponte da Barca, Ponte de Lima, Portela do Homem, Portelinha, Sistelo, Tibo da Gavieira, Seixas e Fonte Boa. Considerou-se que para o caso particular da BHRVez, as mais importantes são as estações de Casal Soeiro (udográfica), Cabreiro (udométrica), Sistelo (udométrica) e Pontilhão de Celeirós (hidrométrica), porque estão na posse de uma considerável quantidade de dados relativos a um período mínimo de 30 anos³ (SNIRH, 1995/2018). Tenha-se em conta que estas estações hidrometeorológicas locais existem com uma maior disponibilidade de dados desde 1959 (SNIRH, 2016).

A estação hidrométrica de Pontilhão de Celeirós está localizada aproximadamente 2 km a montante da sede da Vila de Arcos de Valdevez e a montante da foz do rio Vez (Bellu et al., 2016), isto é, a cerca de 8,4 km da foz do rio Vez (Santos, 2015). A estação de Casal Soeiro está localizada na Freguesia de Prozelo e a de Pontilhão de Celeirós na Freguesia de Couto, muito próximas uma da outra e na planície do canal principal do rio Vez, uma vantagem relativamente à qualidade dos dados, ao poderem ser confrontados dados de precipitação com os de caudal (Figura 3.2).

³ Para mais informação sobre as estações *vide* em: SNIRH (1995-2018). Proposta de reestruturação das redes de monitorização de recursos hídricos. Bacias hidrográficas a Norte do rio Douro. Rede meteorológica – SNIRH, 39-120. <http://snirh.pt/snirh/download/relatorios/redes_texto2_norte.pdf>, (Consulta a 7 de abril de 2018).

Considere-se ainda que as precipitações intensas, a partir de certo limiar (eventos extremos de precipitação), entre outros fatores, estão na origem das cheias.

A intensidade média da precipitação: $I = \text{razão entre a quantidade de precipitação e a duração do intervalo de tempo em que ocorreu}$, é traduzida por termos como chuvisco e aguaceiro, precipitação ligeira ($I < 1 \text{ mm h}^{-1}$), precipitação moderada ($1 \text{ mm h}^{-1} \leq I \leq 4 \text{ mm h}^{-1}$) ou precipitação intensa ($I > 4 \text{ mm h}^{-1}$).

(Hipólito & Vaz, 2013)

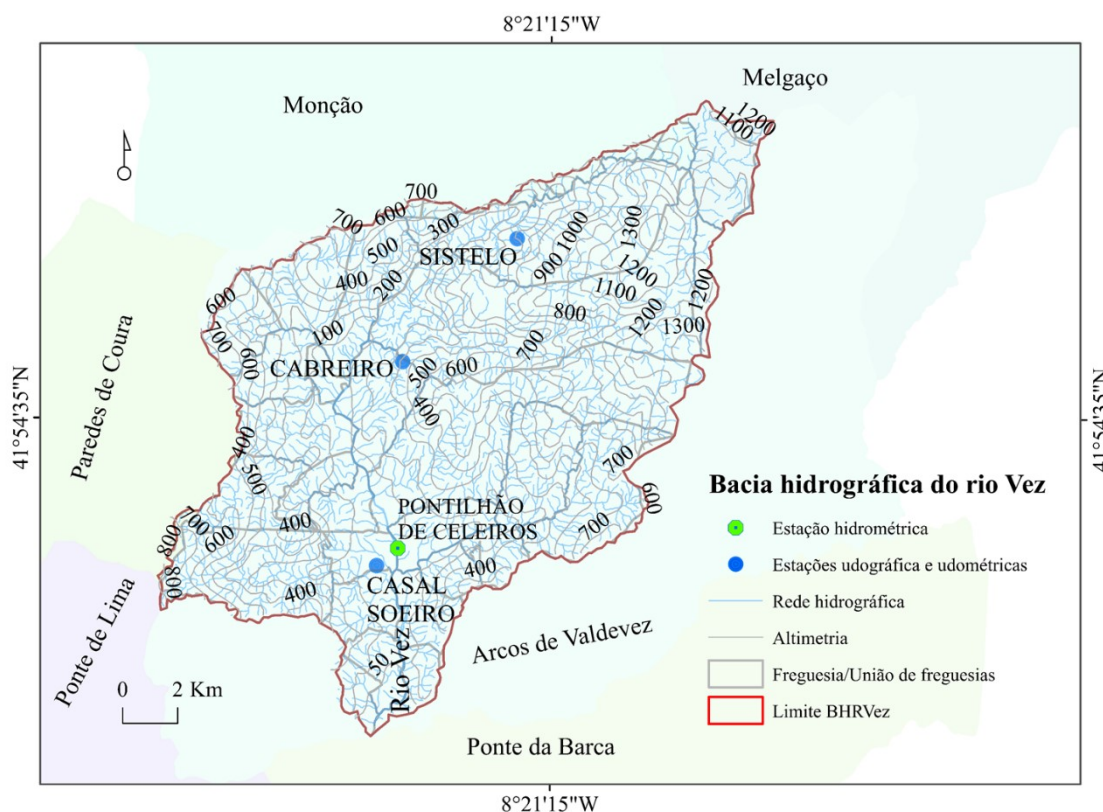


Figura 3.2 – BHRVez: localização das estações meteorológicas (udométrica/udográfica) e hidrométrica (Atlas do Ambiente, 1998; Carta Militar de Portugal, IGeoE, 1996, 1997; SNIRH, 2016).

Em termos específicos, para a caracterização da BHRVez, a fonte de dados sobre a demografia e do edificado é a dos Censos, obtida no Instituto Nacional de Estatística (INE), para o período temporal entre de 1900 a 2011, principal fonte de informação das dinâmicas populacionais em Portugal e respetivas regiões, o que permitiu com isto a sua comparação. Para o período compreendido entre 1900 e 2001 teve como fonte os dados os Censos do INE, e 2011 a BGRI também do INE. De 1900 até 1930 os registos dizem respeito à população total e a partir de 1940 utilizaram-se os registos da população presente e eventualmente a residente, termos dos Censos à data das publicações.

Verificaram-se falta de dados sobre os fogos/edificado nos anos: 1930 e 1950 (indisponíveis em <http://censos.ine.pt/>)⁴. A este propósito sabe-se que foi a partir do começo do Século XIX que os diversos governos criaram organismos oficiais para a realização dos Censos (D’Ancona, 2001). Antes tinha-se imperado a recolha de informação nas paróquias. Ainda segundo D’ Ancona foi em 1801 que se concretizou o primeiro Censo populacional, efetuado em Inglaterra e França.

Para a ilustração de dados em mapas, quando necessário, optou-se pela escala com intervalos manuais, uma das escolhas exequíveis em <https://doc.arcgis.com/pt-br/maps> pela Esri (Esri, 2016).

A densidade demográfica na BHRVez representou-se espacialmente por Freguesias/União de Freguesias (unidades político-administrativas). Como a bacia hidrográfica ocupa parte de algumas das Freguesias/União de Freguesias, procedeu-se à ponderação (por percentagem de ocupação) dos dados recolhidos no INE (Censos), um método que já foi aplicado a outras áreas do país, como foi o caso da investigação desenvolvida por Padeiro (2015). Ao mesmo tempo, detetaram-se as áreas com vazios demográficos e de edificado, nas áreas mais periféricas e/ou montanhosas. A observação efetuou-se através do software *Google Earth Pro*. De referir que as Freguesias/União de Freguesias com uma franja mínima, integradas parcialmente na BHRVez, não têm significado relevante em termos de habitantes presentes/residentes, por encontrarem-se nos limites/periferias da bacia, daí o valor zero resultante da observação.

Para as Freguesias/União de Freguesias foi efetuada uma classificação (agrupamento) por Áreas com Caraterísticas Comuns (ACC), tendo em conta a densidade da população presente por freguesia e integradas na BHRVez. A classificação ACC baseou-se em dados dos Censos de 2011 a três escalas: urbana, rural e de montanha. A escala ACC concilia o regional, local, bairro ou aglomerado populacional e rua e, ao igual a outros

⁴ Sobre os dados de recenseamento de fogos para os anos 1930 e 1950, num pedido de esclarecimentos ao INE, a resposta foi: “Agradecemos o seu pedido n.º PED-322580744. No seguimento deste, informamos que o primeiro recenseamento da habitação foi em 1970. Existem, contudo, inventários feitos em recenseamentos anteriores que se encontram compilados no volume de 1960 para os anos disponíveis (1911,1940 e 1960)”. Respeitando conforme o descrito: INE, via email: info@ine.pt (16/03/2018): “A informação disponibilizada pelo Instituto Nacional de Estatística, I.P. é da sua exclusiva responsabilidade estando-lhe reservados todos os direitos os direitos de acordo com o código da Propriedade Industrial - D.L. n.º 36/2003 de 5 de março e o código do Direito de Autor e dos Direitos Conexos - Lei n.º 50/2004 de 24 de agosto” (Alves, 2018).

investigadores sentimos a necessidade de recorrer a Glatron & Beck (2008), uma unidade espacial ligada a dados estatísticos e a dados político-administrativos. De acordo com Gama (1992), geralmente, a dimensão dos lugares e a densidade populacional podem servir como critério de classificação por áreas. Porém, o mesmo autor (1992) refere que poderá existir dificuldade em distinguir ou classificar áreas mistas (nem claramente rurais, nem urbanas), especialmente nas suas formas sociais e espaciais.

Em termos gerais, a avaliação do perigo de cheias requer informação agrupada e com as variáveis para a criação de um modelo. As unidades territoriais são distribuições no espaço em que os fenómenos ocorrem (Pinto, 2013), *modelo preditivo* (Almeida et al., 2005) que envolve a variável tempo.

As classes e respetivos parâmetros para as Unidades territoriais por ACC foram definidas da seguinte forma: 1. Urbano - Sede do concelho ou Freguesia/União de Freguesias com mais de 150 habitantes/km². 2. Rural - Com povoamentos urbanos concentrados, com habitações rurais mais concentradas, campos agrícolas, com povoamentos dispersos, com mais de 50 habitantes/km² e menos de 150 habitantes. 3. De montanha - Habitações rurais dispersas, desagregadas ou distanciadas, com menos de 50 habitantes/km².

A caracterização por unidades territoriais permite avaliar as incertezas espacial e temporal associadas aos perigos de cheia local (Ahmad & Simonovic, 2011). A classificação por unidades administrativas, Freguesia/União de Freguesias resulta útil na identificação das áreas de estudo à escala da paisagem, em conformidade com outros trabalhos que também distinguem as diferenças ocupacionais por áreas (Marzluff et al., 2001). À semelhança do que refere Castro et al. (2008), podemos encontrar nas várias freguesias da BHRVez elementos comuns e característicos das populações.

Na área urbana à medida que avançamos a partir do centro (sede do concelho), a população diminuiu (Banu & Fazal, 2013). Lugar urbano é a classificação do Diário da República (DR), 1.^a série — N.º 105 — 30 de maio de 2012. Nível 3: município com densidade populacional entre 100 e 1 000 habitantes/km² e com população inferior a 25 000 habitantes, bem como densidade populacional inferior a 1 000 habitantes/km² (Lei n.º 22 DR, 2012). Portanto, para o caso da BHRVez e tendo em conta a densidade populacional, considerou-se como “urbana” as Freguesias/União de Freguesias com densidade populacional igual ou superior a 150 habitantes/km², encaixando-se

perfeitamente nos valores distinguidos pelo DR. Além disso, as Freguesias/União de Freguesias com valores de densidade de indivíduos presentes inferior a 150 e superior a 100 habitantes/km², apenas foram quatro, encontrando-se afastadas do principal centro urbano, sendo elas: Rio de Moinhos com 123 habitantes/km², Couto com 102 habitantes/km², Monte Redondo com 125 habitantes/km², Oliveira com 103 habitantes/km².

Segundo Marzluff et al., (2001) as terras urbanas são principalmente ocupadas a nível multifamiliar. No trabalho de George (2001) subdivide-se urbano em *áreas centrais* (normalmente com alguma história), *áreas consolidadas* (com fraca qualidade urbana) e, *áreas suburbanas periféricas* (já consolidadas e que se desenvolveram nos últimos 40 anos).

Os tipos de comunidade, com aglomerados urbanos, parecem enquadrar-se no tipo de comunidade protegida, pelas características de vinculação ao local e pelas relações com a vizinhança (Gama, 1992). Na análise dos padrões de movimentos populacionais locais, tendo como base os dados do INE, conforme (Pinto & Kondolf, 2016), conseguimos traçar padrões de ocupação urbana, especialmente junto a linhas de água.

Às mudanças populacionais, Baptista (2006) denomina a *ruralidade do nosso tempo* como sendo o lugar cada vez mais central que, segundo Diniz & Gerry (2005) evolui com o tempo. Rural são territórios fisicamente periféricos relativamente ao centro urbano. Nas paisagens ruais de cada freguesia podemos encontrar indivíduos com características semelhantes através das relações estabelecidas entre diferentes variáveis caracterizadoras da paisagem (Castro et al., 2008).

O número de classes criadas foi com base no recomendado na bibliografia: classificação padrão seguida de ajustes necessários (Esri, 2016), o número de elementos semelhantes e o conhecimento sobre os dados (Rosa, 2011). Para a caracterização demográfica focamos em cinco classes, que geralmente revelam padrões de distribuição nos dados facilitando a leitura (Jiang, 2013; Rosa, 2011).

Quanto ao edificado e à evolução das construções ao longo do período estudado (dados do INE entre 1900 a 2011), procedeu-se à espacialização também por Freguesias/União de Freguesias. Estes dados foram ponderados para as unidades administrativas em função da percentagem da área ocupada pela bacia hidrográfica. Verificou-se ainda para as

Freguesias/União de Freguesias periféricas o número de edifícios, as que não apresentaram ocupação considerou-se o valor zero edifícios. As Freguesia/União de Freguesias com edificado (maior que zero), conforme o observado nos dados do INE e no Google Earth, resultaram com N = 34 e, para as restantes os valores são apresentados a zeros (N = 7), sendo estas últimas ocupadas por vegetação (floresta).

Com base em Padeiro (2015), existem algumas limitações para a variável data de construção dos edifícios recenseados, devido aos seguintes fatores: i) não é possível cruzar a idade dos edifícios com outros elementos de caracterização dos mesmos -, número de alojamentos, regime de ocupação, número de pisos, ii) não se pode deduzir, do número de cada período, um crescimento absoluto ou relativo, pois a base não identifica as demolições, iii) não permite saber se os edifícios foram construídos, dentro de cada secção, em frentes de urbanização ou por preenchimento de vazios intersticiais, iv) não se pode distinguir os edifícios construídos para alojamento ou para atividades económicas. No entanto, “para além de constituir uma boa aproximação à dinâmica das secções estatísticas, os dados do INE permitem comparações entre períodos próximos em escalas finas” (p. 13).

A evolução do número de edifícios na BHRVez foi medida por Freguesia/União de Freguesias, determinando-se a TCA_i , definida como a Taxa de Crescimento anual do número de edifícios, expressa em percentagem anual e calculada pela Equação 3.1, utilizada por Padeiro (2015, p: 13).

$$TCA_i = \left[\left(\frac{Edif_{ax1} + Edif_{x1-x2}}{Edif_{ax1}} \right)^{\frac{1}{n.^{\circ} \text{anos}}} - 1 \right] \times 100 \text{ (\%/ano)} \quad (3.1)$$

Entende-se por $Edif_{ax1}$ como sendo o número de edifícios recenseados no ano que se pretende analisar, $Edif_{ax2}$ o último ano de análise e a $Edif_{x1-x2}$ o número de edifícios recenseados nesse período. Como o número de edifícios corresponde apenas aos recenseados nos respetivos anos, por este motivo a TAC não corresponde a uma taxa exata real de crescimento do edificado.

Testou-se a normalidade dos resultados da TCA para as Freguesias/União de Freguesias para os quatro períodos temporais analisados, os referidos na Tabela 3.1. Verificou-se que a distribuição é normal com assimetria com Z-score de -0,27, encontrando-se dentro dos

parâmetros recomendados: entre -2 a 2 e gráficos Q-Q com pontos ajustados à reta (Field, 2005b), sendo o ajustamento significativo pelo teste de Kolmogorov-Smirnova com correlação de Significância de Lilliefors (para $N = 41$ e $p > 0,05$) para os períodos 1920 – 1991, com $p = 0,07$ e 1981 – 1991, com $p = 0,06$. Estes resultados mostraram-se úteis para conhecer a qualidade dos dados, os seja, a normalidade.

Tabela 3.1 – Aplicação do teste de assimetria e de Kolmogorov-Smirnov^a aos valores da TCA obtidos para as 41 Freguesias/União de Freguesias.

TCA (período temporal em anos)	Kolmogorov-Smirnov ^a		
	Assimetria (Z-Score)	Estatística	Significância (ρ)
1920 - 1970	0,25	0,15	0,02
1920 - 1991	-0,03	0,13	0,07
1981 - 1991	-0,27	0,13	0,06
1991 - 2011	1,71	0,24	0,00

^a Correlação de Significância de Lilliefors.

Os resultados da TCA para os quatro períodos analisados foram representados em mapas por Freguesia/União de Freguesias e efetuada a respetiva análise, que consta no capítulo 4.

Ainda relativamente ao edificado. Caracterizou-se e espacializou-se por tipologia em termos de altura, lugares de estacionamento por habitação, área ocupada por habitação e, ainda, os alojamentos com ligação à rede de abastecimento de água e com sistema de esgotos. As redes públicas de abastecimento de água e de tratamento de águas residuais (rede de esgotos) têm particular relevo nos estudos da suscetibilidade a cheias e sustentabilidade hidrológica. É necessário conhecer as áreas habitacionais que estão ligadas à rede de abastecimento de água e rede de saneamento de modo a criar áreas prioritárias para a resolução de problemas específicos em caso de eventuais falhas.

Os dados demográficos e de edificado serviram de base quer como variáveis experimentais de entrada nos modelos de suscetibilidade e sustentabilidade delineados para a BHRVez, quer como dados para comparação dos resultados obtidos para cada Freguesia/União de Freguesias.

3.3 Procedimentos para a determinação de eventos de caudal de cheia e de precipitação extrema

Os dados de caudal e precipitação (dados diários) foram obtidos no SNIRH (da Agência Portuguesa do Ambiente - APA), sendo utilizadas as séries de dados de 1959 a 1990. Os dados pertencem à estação udográfica de Casal Soeiro e à estação hidrométrica de Pontilhão de Celeiros. Para este propósito, consideraram-se as recomendações sobre a densidade de estações hidrometeorológicas, numa rede básica, para uma bacia hidrográfica dita de montanha que corresponde de 500 a 1000 km² por estação e muito montanhosa com 300 a 500 km² por estação (Lencastre & Franco, 2010). Os autores referem ainda que, se à bacia hidrográfica pertencerem muitas pequenas bacias independentes e heterogéneas, a densidade de estações de recolha de dados instrumentais deverá ser maior do que se a bacia for homogénea e uniforme.

A amostra de dados das séries de caudal e de precipitação têm como pré-requisito atributos de estacionariedade, homogeneidade e representatividade, passo inicial de qualquer aplicação da hidrologia estatística (Naghetini & Pinto, 2007). A lei de Gauss ou distribuição assintótica tendente para a normal adapta-se bem a um grande número de parâmetros hidrológicos, como o caso do caudal e da precipitação para valores diários. A afirmação como tese de um dos teoremas fundamentais da teoria das probabilidades - teorema do limite central (Lencastre & Franco, 2010), aplica-se também e de forma geral às variáveis hidrológicas (Naghetini & Pinto, 2007). Para os dados hidrometeorológicos foi aplicado o teste da distribuição normal (teste de Kolmogorov-Smirnov) à série de dados diários, recorrendo ao *Statistical Package for Social* (Spss). Constatou-se para os dados diários, o dito pela OMM, que não reúne condições de utilização adequadas, por distarem bastante do normal. Para obter um conjunto de dados ajustados à normal pode aplicar-se aos dados anuais sendo a prova relativamente robusta para os extremos, visto que os dados originais não têm um ajuste à distribuição normal (OMM, 2009). Deste modo testou-se a normalidade para os valores médios diários por ano de toda a série e da mesma forma para os valores médios das ocorrências por ano de toda a série.

Às falhas da série hidrometeorológica foi dada especial atenção e conforme o trabalho de Lima et al. (2013) adotou-se como critério um número de falhas de observação inferior a 1 % para dados diários contíguos.

Recorreu-se ao método dos percentis, já utilizado por outros investigadores (Alexandre et al., 2014), aplicado aos dados diários, para determinar os valores mínimos dos eventos do caudal (Q) de cheia e de precipitação (P) extrema, na secção de referência das estações hidrométrica de Pontilhão de Celeiros e udográfica de Casal Soeiro.

Com base no percentil noventa (P 90) foi calculado o Q mínimo de cheia a partir dos dados do mês de maior Q: fevereiro, com $Q_{\geq 43,5} m^3/s$.

Portanto, para os valores de Q entre 1959/60 e 1989/90 efetuou-se a média mensal e a partir desse valor calculou-se o caudal para cada mês ($Q_{\text{médio}} = \text{média mensal} / \text{número de segundos}$), considerando meses com 28 dias, 30 dias, 31 dias, dados importantes para o cálculo do Q diário de cada mês (em segundos), ver Tabela 3.2.

Da série dos valores de Q para os meses de maior $Q_{\text{médio}}$, janeiro e fevereiro, obteve-se o valor correspondente ao P 90 do elemento da série, ou seja, o valor do 9.º decil, onde janeiro contou com 38,9 m^3/s e fevereiro com 43,5 m^3/s .

Calculou-se ainda o percentil noventa e cinco (P 95) a partir dos valores de toda a série (meses de outubro a setembro, entre 1959 a 1990), com um resultado de 40 m^3/s .

O cálculo do P 90 e P 95 para toda a série e meses por ano hidrológico podem ainda ser observados e comparados, ver Tabela 3.3.

Tabela 3.2 – Escoamento mensal e caudal médio diário (dados da estação hidrométrica de Pontilhão de Celeiros, SNIRH, 1959/1990).

Ano Hidrológico (1959/60 - 1989/90)	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
N (n.º de valores)	24	24	20	24	23	24	24	25	26	22	13	19
Mínimo mês (dam ³)	484,0	1000,0	2471,0	487,0	6991,0	4540,0	4130,0	1517,0	1568,0	539,0	400,0	116,0
Máximo mês (dam ³)	101686,0	136523,0	245690,0	400282,0	298340,0	199795,0	96891,0	119654,0	47964,0	12980,0	52313,0	9060,0
Média/mês (dam ³)	18654,9	32627,7	53400,0	67698,4	61159,8	48047,1	33734,6	29418,2	12564,3	3811,0	5960,0	3111,1
Qmédio diário (m ³ /s)	7,0	12,6	19,9	25,3	25,3	17,9	13,0	11,0	4,8	1,4	2,2	1,2

Tabela 3.3 – Percentil por mês para valores de caudal (dados da estação hidrométrica de Pontilhão de Celeiros, SNIRH, 1959/1990).

Mês (1959/1990)	Q (m³/s)		
	N	P 90	P 95
out/set	9287	25,9	40,0
jan	802	48,3	82,6
fev	702	50,9	80,1
mar	702	50,9	80,1
abr	774	26,2	42,3
mai	773	20,1	32,2
jun	780	9,9	13,5
jul	806	2,4	3,2
ago	805	1,3	1,7
set	777	2,2	5,3
out	780	18	31,4
nov	742	27,7	43,6
dez	761	45,3	86,0

Os valores referentes à determinação do caudal diário para os meses de janeiro e fevereiro correspondente ao percentil do elemento para a série 1959/1990 podendo ser observados na Tabela 3.4.

Tabela 3.4 – Maior caudal e respetivo percentil.

Ano hidrológico ¹	Elementos entre 1959/1990 (n.º)	Janeiro		Fevereiro	
		Escoamento/mês (dam ³)	P 90 do Q diário (m ³ /s)	Escoamento/mês (dam ³)	P 90 (Q diário) (m ³ /s)
1960/61	1	487	0,2	6991	2,9
1961/62	2	6090	2,3	9323	3,9
1962/63	3	8370	3,1	12525	5,2
1963/64	4	8960	3,3	14304	5,9
1964/65	5	15960	6	21860	9
1965/66	6	21650	8,1	22190	9,2
1966/67	7	21960	8,2	30050	12,4
1967/68	8	34266	12,8	32130	13,3
1968/69	9	43692	16,3	33340	13,8
1969/70	10	47500	17,7	36520	15,1
1970/71	11	49258	18,4	39620	16,4
1971/72	12	56004	20,9	42718	17,7
1972/73	13	61710	23	45157	18,7
1978/79	14	62750	23,4	58787	24,3
1979/80	15	63838	23,8	58975	24,4
1980/81	16	64404	24	62280	25,7
1981/82	17	64798	24,2	62450	25,8
1982/83	18	71580	26,7	71060	29,4
1983/84	19	72530	27,1	73924	30,6
1984/85	20	84340	31,5	79094	32,7
1985/86	21	93300	34,8	105258	43,5
1986/87	22	104208	38,9	189779	78,4
1987/88	23	166825	62,3	298340	123,3
1988/89	24	400282	149,4	-	-

¹ Foram excluídos os anos com falha de dados.

Para eventos de P extrema também se utilizou o P 90, a partir dos valores da precipitação (P) diária superior a 1 mm obtendo uma $P_{\geq 38,6}$ mm. Da mesma forma pelo P 95 obtivemos P = 51,3 mm.

Tivemos preferência pelo valor mais elevado de Q de cheia ($Q_{\geq 43,5}$ m³/s) por ser ligeiramente superior ao P 95 de toda a série de valores, 40,0 m³/s, e pelo valor de P extrema, P ≥ 38,6 mm, porque o valor de P mais baixo relativo às cheias das notícias foi exatamente 38,6 mm.

Os dados da precipitação diária do dia X são o somatório da precipitação ocorrida desde o dia X-1 às 9 h até ao dia X às 9 h (24 h de registo total), de acordo com as orientações

da OMM seguido também pelo SNIRH, o que pode dividir por dois dias um único evento de precipitação. Portanto, para o dado diário de precipitação (como dia da cheia) foram considerados os dois dias seguidos devido à hora de registo.

Os dados diários de $Q \geq 43,5 \text{ m}^3/\text{s}$ e $P \geq 38,6 \text{ mm}$ alternados e consecutivos permitiram decifrar o número de eventos ocorridos. Para dias consecutivos considerou-se um evento, e para dias alternados contabilizou-se como sendo um novo evento.

Este valor de $P \geq 38,6 \text{ mm}$ diários é utilizado também quando o registo de precipitação na estação de Casal Soeiro foi inferior ao valor extremo, mas nas estações meteorológicas próximas foi superior ao extremo (estações de Cabreiro, Cabana Maior 1) ao confrontar com a data da notícia, embora sejam em quantidades residuais relativamente ao volume de dados totais. Quando se recorreu a outras estações próximas, como o exemplo da de Cabreiro, aplicaram-se os testes do percentil e de normalidade (sendo que os resultados se encontram no capítulo respetivo, deste documento), testando-se a “qualidade” dos mesmos, conforme as recomendações que temos vindo a descrever, nomeadamente de Hipólito & Vaz (2013).

Para os dados instrumentais, os valores diários de $Q \geq 43,5 \text{ m}^3/\text{s}$ foram 422 dias (com 9 287 de dados) e os valores de $P \geq 38,6 \text{ mm}$ foram 349 dias (10 957 dias de dados) no total de 11 337 dias. A partir deste ponto, para a BHRVez, representam-se os eventos do caudal de cheia por $Q \geq 43,5 \text{ m}^3/\text{s}$ e a precipitação extrema por $P \geq 38,6 \text{ mm}$.

3.4 Processo de criação de base de dados

Os dados empíricos requerem uma análise cuidada. Com o suporte empírico os testemunhos escritos mantêm a sua validade para o aumento do conhecimento sobre as cheias na BHRVez e para um melhor entendimento dos fenómenos naturais futuros através da reconstrução dos eventos passados. As evidências empíricas na análise da cobertura efetuada pelos jornalistas permitem conhecer a opinião pública e a implementação de políticas que mitiguem o perigo associado a condições de eventos de precipitação extremos (Reusswig, 2010). A este respeito, as abordagens para a comunicação de crise são cada vez mais relevantes na sociedade (Falkheimer & Heide, 2006).

A estratégia de tratamento dos dados de eBd obedeceu a um conjunto de regras de segurança para garantir a autenticidade e a preservação dos mesmos, mantendo sempre a originalidade dos documentos, conforme já se referiu.

3.4.1 Definição das categorias

As categorias associadas às variáveis que compõem os indicadores foram estruturadas e ordenadas com base no método expresso por Vala (1989), adaptadas à BHRVEz e tendo em conta exclusivamente os elementos expostos neste território. As categorias selecionadas para os eBd são as do arquivo aberto digital não relacional (distribuídos em linhas e colunas) e com o suporte de autenticidade de informação em texto editável e factual (fotografias), conforme o recomendado por Barriendos et al. (2014), facilitando, sempre que necessário, a consulta, utilização, análise e tratamento estatístico e cartográfico.

Vários estudos recentes apontam as fontes jornalísticas como elementos essenciais para a elaboração dos seus respetivos trabalhos (Benito et al., 2004; Grosso et al., 2015; Llasat et al., 2005; Susana et al., 2014; Tavares et al., 2017; Trigo et al., 2016), incluindo outros estudos que recorrem à revisão bibliográfica (Benito et al., 2015). A avaliação e controlo da qualidade dos dados recolhidos nos relatos da imprensa são considerados fundamentais para a publicação dos indicadores apurados. Assim, apresentam-se as categorias e respetivas variáveis pré-estabelecidas para a sistematização da informação da imprensa periódica por eventos em base de dados (eBd), conforme a Tabela 3.5. Foi criado um campo adicional “observações” de modo a poder incluir eventuais esclarecimentos relativos aos dados.

As categorias escolhidas neste estudo basearam-se nas já utilizadas na base de dados *Disaster*, criada em 2010 e disponível em <http://riskam.ul.pt/disaster/>. No entanto foram ajustadas quer ao caso de estudo quer ao tema da tese, adicionando-se uma categoria “sustentabilidade”, descrita por várias subcategorias (Tabela 3.5). Em particular, codificou-se orientando a investigação para a sustentabilidade ou desenvolvimento económico, como já o fizeram os investigadores Wei et al. (2015).

Tabela 3.5 – Categorização e respetivas variáveis para processamento da informação da imprensa periódica regional.

Categorias	Variáveis
Fontes de informação	1. Fonte do registo (periodicidade)
	2. Fonte do registo (nome)
	3. Data da fonte
	4. Fiabilidade da notícia
	5. Tamanho da notícia integral (n.º de palavras)
	6. Tamanho da notícia desastre (n.º de palavras)
	7. Página da notícia
	8. Precisa ser verificado com outras fontes
Referenciação espaço temporal	9. Data de início
	10. Data de fim
	11. Hora da ocorrência
	12. Coordenadas X e Y
	13. Código INE
Tipologia do fenómeno	14. Tipo de georreferenciação (inexistente, exata, aproximada)
	15. Tipo de georreferenciação (dimensão: local, freguesia, concelho)
	16. Fenómeno: sem especificar, precipitação sem vento, tempestade, que corresponde à precipitação com vento.
	17. Tipo de Incidente/ocorrência: sem especificar, cheia, inundação, precipitação, tempestade, neve, sismo, outro.
	18. Fator desencadeante: precipitação intensa e de longa duração, [\geq 1 dia e \leq 2 dias]; precipitação intensa e de curta duração, [$<$ 1 dia]; precipitação pouco intensa e de longa duração, [$>$ 2 dia]; descarga de barragem.
Consequências	19. Subtipo da ocorrência: cheia rápida, [poucas horas $<$ 1 dia]; cheia progressiva, [várias horas \geq 1 dia]; inundação urbana, [áreas urbanas adjacentes ao leito de cheia]; inundações do edificado, [dentro de edifícios e fachas exteriores com danos]; outras inundações, [queda de árvores, “outros”].
	20. Indivíduos envolvidos: sem especificar, bombeiros, Camara Municipal, Junta de Freguesia, Governo Central, Populares e ou “outros”
	21. N.º de mortos
	22. N.º de feridos
	23. N.º de evacuados
	24. N.º de desalojados
	25. N.º de desaparecidos
	26. N.º sobreviventes sem ajuda
	27. Bens de 1.ª necessidade: sem especificar, água, alimentos, luz ou telefone, alojamento, via de comunicação.
	28. Estruturas superficiais
	29. Estruturas funcionais
	30. Estruturas estruturais
31. Danos superficiais em vias	
32. Corte de circulação rodoviária	
33. Duração da interrupção em minutos	
34. Outros danos funcionais	
35. Danos indiretos	
36. Tipo de edificado afetado: sem especificar, habitação, comércio, indústria, serviços, ponte ou pontilhão, moinho ou azenha, outros [rega, açude, esgotos, abastecimento, ...], vários de todo o tipo, vias [caminhos, largos, vias de circulação, ecovia].	
37. Número de edificados afetados	
38. Altura da água no edificado: em especificar, \geq 1 m, $>$ 0,5 m e $<$ 1 m, $<$ 0,5 m, = 0 no interior, inundação urbana e alagamento apenas no exterior.	

Categorias	Variáveis
Sustentabilidade	39. População: sem especificar, saúde, atividades, participação, satisfação, outros.
	40. Habitação e edifícios: sem especificar, desativada, mantém, nova, intervenção.
	41. Comércio, indústria, serviços e agrícolas: sem especificar, desativada mantém, nova, intervenção.
	42. Estruturas e vias de comunicação: sem especificar, desativada mantém, nova, intervenção.
	43. Áreas inundáveis: sem especificar, escoamento, inertes, intervenção, local referido como inundado, vários.
	44. Tipo de uso do solo: sem especificar, urbano [pode ou não ser em leito de cheia], parques de lazer e estacionamento, agrícola, floresta, leitões e “outros”.
	45. Agentes: sem especificar, administrações, empresas, organizações, cidadãos, “outros”.

Realizaram-se várias operações experimentais, com diversos testes de desenho e organização de eBd de modo a identificar oportunidades de melhoria que facilitassem a inserção de dados e a sua respetiva análise / extração dos *outputs*.

3.4.2 Seleção dos periódicos e respetivas notícias

A seleção das notícias da imprensa periódica regional foi realizada por etapas. Fez-se a recolha das notícias e atribuição do código por data de periódico (para a mesma data podem existir vários artigos pertencentes ao mesmo jornal ou jornais distintos). Esta fase foi levada a cabo, maioritariamente, na Biblioteca Municipal do Porto (BMP), no catálogo digital (<http://bibliotecas.cm-porto.pt>) com base em periódicos/títulos e cotas. Efetuou-se o rastreio à grande parte do acervo jornalístico existente na BMP, respeitante a área político-administrativa ocupada pela BHRVez, isto é, Arcos de Valdevez.

Também foram consideradas algumas publicações periódicas de Ponte da Barca, por conter informações úteis sobre a BHRVez, devido à sua localização geográfica. Deste modo, atuam como informação complementar, no seguimento de uma recolha anterior, de considerável relevância, iniciada em 2007.

Alguns dos fundos foram retirados do acesso ao público devido ao mau estado de conservação dos documentos. Estes são submetidos a um programa de recuperação e preservação, não sendo conhecidas medidas para estes documentos voltarem a estar disponíveis para consulta. Foram consideradas todas as publicações, - independentemente do mês, do ano ou da estação e artigos relacionados com os aspetos meteorológicos

adversos, alguns relatos de deslizamentos de terras e outros sobre sismos, e ainda os referentes às ações humanas no território.

Entre os diversos aspetos noticiados que mereceram a nossa atenção destacam-se alguns dos exemplos referentes ao estado do tempo, cheias, implicação de obras devido à ocorrência de precipitação, apelos, recordações sobre eventos de cheia, limpeza do rio Vez, pedidos de ajudas devido às consequências da precipitação intensa e extrema, subsídios atribuídos devido aos prejuízos económicos resultantes de fenómenos de precipitação e sobre o valor da paisagem em função das suas características. Portanto, as notícias foram seleccionadas pelas principais palavras-chave, facilmente identificadas com a leitura que ao final de algum tempo dessa pesquisa/tarefa memorizou-se, sendo as mais frequentes: ‘cheia’, ‘tempestade’ ‘inundação’, ‘tempo’, ‘chuva/s’, ‘chuvas torrenciais’, ‘inverno’, ‘neve’, ‘caraterização do clima’, ‘trovoadas’, ‘ciclone’ ‘águas selvagens’, ‘lampreia’, ‘pontilhão’, ‘rio na Valeta’, ‘tormenta’, ‘avolumou e ‘obras’.

Os documentos identificados e/ou localizados contêm informação dactilografada e, em alguns casos imagens (fotografias). Todas as fotografias que foram possíveis de se obter são adicionais à base de dados (eBd_BHRVez).

No processo de recolha, efetuaram-se as transcrições integrais em forma de texto e imagens e, por sua vez, estes dados foram transformados em registos de ocorrências por eBd.

Os documentos foram analisados “in situ”, quer o conjunto de jornais encadernados por séries anuais quer as coletâneas e os soltos em arquivos de papelão. Algumas falhas, devido a edições indisponíveis foram colmatadas com os jornais disponíveis nas bibliotecas municipais de Arcos de Valdevez e Ponte da Barca. A recolha efetuou-se em diversas visitas às bibliotecas, durante um período alargado compreendido entre 2008 e 2017, tendo sido interrompido entre 2009 e 2014. O processamento utilizado beneficiou do “Know how” adquirido com a experiência dos trabalhos de mestrado de 2008 a 2009, nomeadamente, na consulta da imprensa periódica regional, resultando numa melhor qualidade de informação.

Todas as ações de consulta ficaram registadas para controlo, mediante o número de leitor e os respetivos talões de requisição, leitor número U2LZ90005034.

Todos os fluxos de informação recolhida na imprensa periódica regional, desde o reconhecimento por georreferenciação até à validação final, foram controlados através de diversos testes (controlo de falhas de periódicos nas diversas séries consultadas) que permitiram corrigir e validar a informação, observando os relatos da imprensa transcritos para o formato de texto, Word, incluindo as respetivas imagens. A data de publicação foi anotada para colmatar e melhorar as incógnitas/subjetividades quanto à falta de data de ocorrência de alguns dos eventos e também para controlo da contagem de edições consultadas.

Efetuiu-se a consulta e a transcrição de artigos dos periódicos regionais que se referem à BHRVez e alguns referentes à foz do rio Vez, rio Lima (limite da BHRVez). A BHRVez partilha problemas de água semelhantes com outros experimentados pela bacia hidrográfica do rio Lima, nomeadamente relacionados com os sistemas ecológicos e biofísicos, quantidade e qualidade da água ou incertezas quanto à abertura das barragens em dias de eventos de precipitação extrema / dias de cheia. As bacias hidrográficas, conforme o defendido por Wei et al. (2015) “embarcam” trajetórias para a sustentabilidade dos recursos hídricos.

Os artigos selecionados da imprensa periódica contêm informação sobre fenómenos meteorológicos com precipitação de chuva e de neve, associadas ou não a vento; fenómenos litológicos, principalmente as cheias e inundações e os sismos, para conhecer a causa principal de alguma das ocorrências que cause incerteza, e as ações humanas, suscetíveis de interferirem com as cheias. Todos estes dados foram transferidos para o respetivo ficheiro, em Word, por ordem cronológica, a data.

Sempre que foi encontrado algum artigo de interesse, principalmente sobre o tempo e as ações, procedeu-se à respetiva transcrição, no próprio local da consulta. A recolha foi efetuada seguindo a estrita ordem cronológica ano/dia de publicação, abrangendo quer os periódicos ainda em circulação quer os que cessaram o inter rompimento, por diversos motivos, a sua atividade.

Durante o trabalho de arquivo, procedeu-se à leitura de um número considerável de publicações periódicas relativas à região de Arcos de Valdevez, a maioria dos quais

pertencentes ao espólio da Biblioteca Municipal do Porto (BMP)⁵. Para colmatar lapsos de existências nas coleções de *O Povo da Barca* e o *Notícias dos Arcos*, fez-se um levantamento adicional, que incluiu os fundos de periódicos existentes na Biblioteca Municipal de Arcos de Valdevez (BMAV) e na Biblioteca Municipal de Ponte da Barca (BMPB).

Sobre os dados recolhidos na imprensa periódica mostra-se na tabela 3.6 quais foram os jornais, datas para o período temporal compreendido entre 1900 e 2015 e respetiva periodicidade. Praticamente todos os documentos apresentam-se datilografados e impressos, à exceção do jornal *A Zebra de Gondoriz* que é manuscrito.

Entre 1904 e 1906 não conseguimos dados em nenhum dos periódicos da região de Arcos de Valdevez, apenas o jornal *O Povo da Barca* do Concelho de Ponte de Barca.

Ao efetuar o registo dos periódicos à medida da consulta (início dos jornais e do término – descontinuado), na BMP detetaram-se mais falhas do que as registadas no catálogo online⁶.

⁵ As edições de periódicos referente aos concelhos Paredes de Coura, Melgaço, Monção e Ponte de Lima também disponíveis a consulta, com os títulos em catálogo online e presencialmente, na Biblioteca Municipal do Porto, no endereço <http://bibliotecas.cm-porto.pt/> - fontes de dados que por apenas serem consideradas franjas de pequenas áreas dentro da BHRVez, não foram considerados neste estudo. Portanto, os periódicos de Paredes de Coura, Melgaço, Monção e Ponte de Lima ficaram fora do corpus de estudo. Os motivos que justificam a escolha da área geográfica a que a imprensa pertence: (1) Paredes de Coura, Melgaço e Monção – carecem de periódicos com edições consecutivas (sem edições representativas para o período de estudo), e para além disso a área ocupada pela BHRVez é muito reduzida (quase insignificante). (2) Ponte de Lima - apesar de existirem inúmeras edições de periódicos para período em estudo, a área dentro da BHRVez é 0,06 %, o que não é significativo, embora a imprensa da região de Ponte de Lima, talvez faça por várias vezes referência às cheias no rio Vez, devido à importância deste. (3) Ponte da Barca - tem edições para o período em estudo e sem interrupções de maior importância; apesar de não pertencer à BHRVez tem muitos artigos sobre as cheias no rio Vez devido à sua localização geográfica, local onde desagua o rio Vez na bacia do Lima. Para o *Notícias da Barca* apenas consideramos os anos 1986 e 1987 por estarem já registados na base de dados eBd, apesar do seu período de atividade ser mais alargado [1976-2007; 2012]. Para estes periódicos a segunda revisão não se efetuou.

⁶ *Notícias dos Arcos*: Faltas na BMP: n.º 1233 de 1969.

N.º 1414 10 de junho de 1979, passa para o mês de outubro de 1979 n.º 1421. Daqui passa para 20 janeiro de 1980, n.º 1426. De 3 de fevereiro de 1980, n.º 1427, passa para 30 de março de 1980, n.º 1431. De 17 de julho de 1983, n.º 1508, passa para 9 novembro de 1983 n.º 1512. De 17 junho de 1983, n.º 1508 passa para 9 de novembro de 1983, n.º 1512. N.º 1601 - não tem o dia, aparece outubro 1987, mas é dia 18 outubro (nota - o n.º 1600 é da data 11 out 1987); Na BMP passa para o n.º 1603, dia 29 novembro de 1987. Na BMP falta a data 15 de novembro de 1987, n.º 1602 – recolhida colmatada com a pesquisa e transcrição na Biblioteca Municipal dos Arcos de Valdevez (BMAV).

[entre o n.º 1602 e n.º 1603 existe uma edição com data de 18/10/1987 com folhas de cor verde e sem n.º, que pode pertencer ao de 1601 (sem certeza)].

De 21 fevereiro de 1988 n.º 1608, passa para n.º 1610, de 20 de março de 1988. De 11 de junho de 1989, n.º 1637 passa para 31 agosto de 1989, n.º. 1641. Daqui, n.º 1641 passa para 26 novembro de 1989, n.º

Tabela 3.6 – Listagem de jornais regionais consultados e efetuada a sua leitura em papel, por periodicidade da existência, tiragem e local onde estão em arquivo entre 1900 e 2015 (Imprensa Periódica, 1900/2015).

	Início e fim da publicação/jornal	Periodicidade¹	Utilizados em eBd²
1	<i>Jornal dos Arcos</i> [1900-1903]	Semanário	x
2	<i>O Arcoense</i> [1907-1910]	Quinzenário	x
3	<i>Alvorada</i> [1910-1914; 1925]	Semanário	x
4	<i>Alvorada do Vez</i> [1914-1916]	Semanário	x
5	<i>Regionalista</i> [1913; 1914-1919]	Semanário	x
6	<i>A Concórdia</i> [1919-1938]	Semanário	x
7	<i>Notícias dos Arcos</i> [1931-2015]	Semanário	x
8	<i>O Povo da Barca</i> [1900-2006]	Semanário	x
9	<i>Notícias da Barca</i> [1986-1987]	Quinzenário	x
10	<i>Vanguarda</i> [1947-2007]	Quinzenário	x
11	<i>Notícias Arcoenses</i> [2008 - 2014]	Quinzenário	x
12	<i>Galhofa</i> [1914]	Quinzenário	
13	<i>A Semana</i> [1911-1912]	Semanário	x
14	<i>O Ferrão</i> [1913]	Quinzenário	-
15	<i>A Troça</i> [1913]	Semanário	-
16	<i>O Zé Pouza</i> [1914]	Eventual	-
17	<i>O Evolucionista</i> [1915] *	Semanário	-
18	<i>A Campanha</i> [1914-1915]	Semanário	-
19	<i>O Vez</i> [1912-1914]	Semanário	x
20	<i>Echos do Vez</i> [1910-1911]	Semanário	x
21	<i>Voz dos Arcos</i> [1911]	Semanário	-
22	<i>Avante</i> [1910-1911]	Semanário	-
23	<i>Correio dos Arcos</i> [1910]	Semanário	-
24	<i>O Concelho</i> [1913-1915]	Semanário	-
25	<i>A Voz de Soajo</i> [1975-2009]	Mensal	-
26	<i>Noticioso</i> [1919-1923]	Semanário	x
27	<i>O Realista</i> [1924-1926]	Semanário	x
28	<i>A Voz do Minho</i> [1929-1938]	Semanário	x
29	<i>Ecos da Nossa Terra</i> [2001-2002]	Mensal	-
30	<i>A Zebra de Gondoriz</i> [1992]	Eventual	-
31	<i>Credo</i> [1929-1934]	Semanário	-

* Sucessor *Campanha*. ¹ *O Povo da Barca* de 2010 e 2011 passou de quinzenal para mensal no ano de 2011. Ao que parece, desde 2011 circula descontinuadamente ² – informação da Biblioteca Municipal dos Arcos de Valdevez (BMAV). O *Notícias da Barca* tem um período mais alargado de edições (1976-2012), além dos anos referidos neste estudo: 1986/1987.

1644. Na BMP o ano 1990 inicia com data de 7 de janeiro, n.º 1646, daqui, passa para 4 de fevereiro de 1990, n.º 1648.

[Na BMP, ano 1990 o último n.º é 1667].

Para os anos 1904 a 1906 a consulta apenas abrange o periódico *O Povo da Barca*, sendo o único disponível na referida biblioteca.

Acreditamos ter conseguido recolher os dados de praticamente a totalidade das publicações periódicas respeitantes à BHRVez.

De acordo com Wei et al. (2015), os estudos com cronologias mais recuadas permitem uma melhor cobertura da evolução dos ciclos hidrológicos e políticos.

Quanto aos jornais e respetivos artigos recolhidos e transcritos e os selecionados para inserção na base de dados (eBd) a descrição detalhada faz parte do capítulo 5 deste documento.

Apesar de tudo, é de extrema relevância ter em conta as restrições condicionantes encontradas durante a análise dos fundos documentais. Essa localização advém-se, sobretudo, com documentos na seriação cronológica ou inacessíveis devido, entre outras causas, ao mau estado de conservação, o que resulta em algumas lacunas de informação impossíveis de contabilizar no estado final.

Como tarefa preventiva efetuou-se ainda uma segunda verificação das fontes, de modo a detetar possíveis falhas de leitura e garantir o total rigor da recolha dos respetivos dados.

Outra restrição condicionante está associada às normas da BMP para a consulta deste tipo de documentos: máximo quatro exemplares em arquivo e os “soltos” com um máximo de quatro grupos de dez edições individuais, o que deu lugar a um considerável número de horas de arquivo para proceder à total recolha e posterior conversão em formato digital.

3.4.3 Algumas considerações sobre o preenchimento da base de dados

Procedeu-se à leitura cuidada e atenta de cada artigo e inclusão da informação sistematizada por eBd para a BHRVez (Spss). Cada linha de registo de eBd corresponde a uma ocorrência identificada para cada evento pela data de publicação no periódico.

Preencheram-se os dados tendo em consideração as variáveis das cinco categorias “fontes de informação”, “referenciação espaço-temporal” dos eventos e ocorrências, “tipologia do fenómeno”, “consequências” e “sustentabilidade”, já referidas na Tabela 3.5.

A localização das ocorrências para georreferenciação, ou seja, por pontos (sistema de coordenadas Hayford-Gauss militares do CIGeoE / IGeoE, Datum 73 para o território de Portugal) foi processada com o menor erro possível de distância, algo inerente às observações efetuadas.

O conjunto de informação forma a base de dados geográfica que foi construída por pontos, cujas coordenadas, x e y, são conhecidas. Para esse efeito, foi utilizada a aplicação do Google Earth, a aplicação *Web* do portal das estradas (<http://www.estradas.pt>), a Carta Militar de Portugal, à escala 1: 25 000, em formato raster e a Carta Administrativa Oficial de Portugal (CAOP) da Direção Geral do Território (DGR), sendo as duas últimas colocadas em ambiente ArcMap para recolher as coordenadas geográficas que identificam os pontos de ocorrências. A georreferenciação obedeceu à consulta das coordenadas para cada local registado em cada linha, verificando os factos reais, como recomendado por Azevedo & Azevedo (2008). A identificação por um único par de coordenadas foi direcionada para fornecer a localização mais precisa (Peduzzi & Herold, 2005), no sentido da resolução de problemas e da reconstrução de eventos, com o inconveniente de não identificarem a extensão dos eventos. Para colmatar esta lacuna, a extensão dos eventos e os elementos expostos está garantida pela informação englobada nas categorias.

Sem detalhar as tipologias conforme o descrito na Tabela 3.5, justificam-se alguns dos critérios. Assumi-se que o principal fator desencadeante das cheias estudadas para a BHRVez é a precipitação que origina a acumulação de água. Assim sendo, para um evento de cheia relatado na imprensa periódica considerou-se toda a informação noticiada, por tipologia, o que permitiu perceber que nessa data as condições atmosféricas e eventualmente algum sismo, manifestaram-se em simultaneidade: “chuva”, “neve”, “vento”, “sismo” e “não especificado”. Como “sismo”, “neve” e/ou “não especificado”, utiliza-se nos casos em que a notícia não dá conta de precipitação, mas que aponta consequências de cheias no local. O seu registo em eBd e o eventual cruzamento com dados instrumentais permitiu conhecer se a data esteve ou não próxima de algum dos eventos de precipitação em geral.

Outro fator relevante foi o registo do local por tipologia onde se deu a ocorrência. Discriminou-se sempre que foi possível o detalhe pelo respetivo nome: “caminho”, “estrada”, “largo”, “rua”, “ponte” / “pontilhão” e ainda “habitação”, “comércio”, citando alguns dos exemplos. Referenciou-se posteriormente ao respetivo concelho, freguesia ou localidade.

Outra inovação no processamento de registo dos dados foi o acréscimo da categoria das ações humanas que foram levadas a cabo e aquelas que não ultrapassaram o limite da intenção. Devemos salientar que os estudos sobre ações no território, elaborados com base nas fontes jornalísticas, não são desconhecidos, a julgar pela existência de trabalhos publicados nesse sentido, como o de Wei et al. (2015). A cada ação também corresponde uma linha de registo de dados. As ações referem-se à intenção e/ou à intervenção na área da BHRVez, podendo ser ações de carácter estrutural e não estrutural. Dentro das ações estruturais referiremos a reparação do edificado, as novas construções e a intervenção física nos espaços naturais e humanizados. Para as ações não estruturais consideramos as ações dos residentes, as reuniões dos responsáveis governamentais (nacionais, regionais e/ou locais), a criação de associações, as petições e outras eventualmente viáveis e que as destacamos no capítulo 5 deste documento.

Salienta-se que os métodos utilizados formam já aplicados com sucesso em estudos dedicados às cheias, como os dos seguintes autores: Barredo (2007), Barrera-Escoda & Llasat (2015), Barriandos et al. (2014), Barriandos & Rodrigo (2010), Benito et al. (2015), Carvajal & Enciso (2016), Retsö (2015), Rilo et al. (2015), Ruiz-Villanueva et al. (2013), Santos et al. (2014) e Toonen (2015).

Pretendeu-se que o resultado correspondesse a uma estrutura aberta de dados (eBd 1900 a 2015), com acesso às transcrições originais, tal como apontado por Barriandos et al. (2014).

Após a fase das correções procedeu-se à contabilização das categorias e especialização da informação, de eBd entre 1900 e 2015, por tipologias conforme as respetivas categorias. Para espacialização de dados, utilizou-se o ArcGIS Spatial Analyst (especificamente, o ArcMap)⁷. Para análise descritiva e inferencial recorreu-se ao Excel, versão online do Microsoft Office⁸ e ao Spss⁹.

A análise realizada através desses pressupostos analíticos permitiu o estabelecimento de uma inter-relação entre os factos, os registos escritos e as ações humanas, o que deu lugar a uma compreensão mais abrangente dos significados construídos socialmente na relação

⁷ Versão estudante e cedido gentilmente pelo Centro de Estudos Geográfico (CEG) da Universidade de Lisboa.

⁸ Cedido a estudantes da Universidade Aberta.

⁹ Cedido nos mesmos moldes pelo CEG.

do ser humano com o meio (Souza & Zioni, 2003). As análises estatísticas através de representações gráficas (Beh, 2004) permitiram estabelecer uma relação entre os dados. Para este propósito, e seguindo o procedimento de outros investigadores, foram analisados os eventos de cheia de grande gravidade e os efeitos extensivos das suas consequências (Barriendos et al., 2014; Barriendos & Rodrigo, 2010; Benito et al., 2015). Tiveram-se em conta, também, os trabalhos de Carvajal & Enciso (2016); Santos (2015) relacionados a eventos de precipitação extrema, como causa das cheias.

3.4.4 Validação de dados da imprensa

Por triangulação de dados (D'Ancona, 2001) validou-se a informação da imprensa periódica cruzando os eventos com os de caudal de cheia e os de precipitação extrema. Os valores quantitativos, caudal e precipitação, foram coletados na secção de referência da BHRVez, em Casal Soeiro. Para a validação destes dados documentais (imprensa periódica), utilizaram-se os dados referentes ao período que se sobrepõe aos dados instrumentais existentes e selecionados para o efeito, período de 1959 a 1990.

Efetuiu-se a sobreposição dos *outputs* dos eBd (eventos de cheia da imprensa periódica), com os dados instrumentais, sendo que a data do evento constitui a chave de relação. A reconstrução dos eventos quando possível, foi realizada a partir do jornal. Nos casos em que o documento não especifica a data, foi construída a partir dos dados hidrometeorológicos. As ocorrências comprovam-se nos locais identificados e com elementos expostos onde existem linhas de água. Portanto, a identificação dos elementos expostos das transcrições das notícias validou-se por georreferenciação na Carta Militar.

Para isso foram considerados os valores mínimos diários para eventos de caudal de cheia, $43,5 \text{ m}^3/\text{s}$ e o de precipitação extrema, $38,6 \text{ mm}$, determinados pelo método do percentil conforme já se referiu no ponto 3.3. A data do evento de cheia referida no jornal é comparada com as datas dos limiares hidrometeorológicos mínimos calculados. Sempre que a data do dia do evento referida no jornal diferia das datas dos valores mínimos de $Q_{43,5} \text{ m}^3/\text{s}$ e/ou $P_{38,6} \text{ mm}$ considerados, verificaram-se os dias próximos. Porém, os valores acumulados diários estão dentro dos intervalos de tempo recomendados por Hipólito & Vaz (2013), quando referem que, os períodos de 3 a 6 meses são mais adequados para o teor de humidade no solo; e os períodos de 6 meses a 1 ano são os mais adequados para

o escoamento superficial, a chamada precipitação padrão. Ora, todos os valores datados na imprensa estão dentro do intervalo para valores de escoamento superficial validando, temporalmente, todas as notícias para os eventos de cheias locais. Contudo, salienta-se que, para o estudo em causa os intervalos entre as datas do evento referido no jornal e as datas de dados hidrometeorológicos são as consideradas no dia (data do dia do evento e na falta desta considera-se a data do dia da publicação do jornal) e/ou dias próximos ao evento (data do dia anterior, data do dia seguinte, data mais próxima), conforme já se referiu. A comparação por datas foi objeto de uma “checklist” de registo. Estes resultados são os constantes no capítulo 5 deste documento.

Tendo em conta do número de dias de $Q \geq 43,5 \text{ m}^3/\text{s}$ e/ou $P \geq 38,6 \text{ mm}$, classificaram-se os eventos de cheia da imprensa periódica, em função dos dias consecutivos: como rápida ($Q \geq 43,5 \text{ m}^3/\text{s} = 1 \text{ dia}$ e/ou $P \geq 38,6 \text{ mm} = 1 \text{ dia}$) ou lenta ($Q \geq 43,5 \text{ m}^3/\text{s} > 1 \text{ dia}$ e/ou $P \geq 38,6 \text{ mm} > 1 \text{ dia}$). Se considerarmos este critério, para o período compreendido entre 1959 e 1990 foram registadas 41 % de cheias rápidas e 39 % lentas, para $N = 82$.

3.5 Obtenção de indicadores através de inquérito por questionário

A perceção do risco e do perigo de cheia pode ser encarada enquanto fator que tenta explicar (Sjöberg, 2000) e como forma de preparação em caso de desastre e que pode ser estudado com base em inquéritos por questionários (Bird, 2009; Ludy & Kondolf, 2012; Miceli et al., 2008; Siegrist & Gutscher, 2006).

Em Portugal, o recurso a questionários para obter informação sobre a perceção do risco e do perigo de cheia é uma prática comum, como o demonstrado nos exemplos seguintes: o trabalho de Tavares et al. (2011) aplicado à população de Portugal Continental; o trabalho aplicado à escala regional, da autoria de Figueiredo et al. (2009), onde os investigadores verificaram uma tendência clara, por parte da população, para lidar e aceitar o perigo de cheia no município de Águeda (Hawkes & Rowe, 2008); aplicado a uma escala mais reduzida, o trabalho de Gonçalves & Trindade (2014) teve por base uma avaliação da perceção do perigo de cheia por parte dos inquiridos associado às obras contra cheias efetuadas em 2006 na área da Valeta de Arcos de Valdevez. Salienta-se mais uma vez que a utilização de questionários constitui um método importante para a avaliação da perceção do perigo de cheia e a análise das experiências e dos padrões de

comportamento ou das próprias atitudes (Hawkes & Rowe, 2008; Glatron & Beck, 2008; Smit et al., 1999; e Sjöberg, 2000).

O campo de pesquisa diversifica-se, fazendo a análise dos dados obtidos por questionário aplicado à população local, com perguntas que foram respondidas segundo as escalas de atitudes e a de Likert (Likert, 1932, 1967).

Com o auxílio do Spss, para efetuar testes de homogeneidade dos dados e independência, aplicaram-se os testes de Levene e o Teste-t, conforme o recomendado por Field (2005a) e Gigliotti (2007), verificando-se a relação entre os dados e entre os grupos.

Com a informação obtida por questionário fez-se a análise da percepção do risco e do perigo de cheia na área urbana da BHRVez, sendo também uma forma de obter informação sobre a adição de um fator de "perigo não natural" (Sjöberg, 2000). Obtiveram-se dados sobre a percepção relativa a cheias: 1) a memória das cheias, 2) a magnitude, 3) locais afetados e danos 4) se se iriam repetir; 5) e 6) se existiram ações/obras no sentido de controlo. Resumidamente, as variáveis principais recolhidas resultaram: idade e escolaridade dos inquiridos (residentes), cheias, locais afetados, obras realizadas.

O questionário foi preparado para aplicação direcionada à área geográfica urbana da BHRVez. No trabalho de campo o questionário aplicou-se aleatoriamente durante o período de 2007/2008; amostra previamente estratificada em função do número de domicílios, para que a probabilidade de uma unidade administrativa urbana escolhida seja proporcional ao número de domicílios existentes em cada uma delas, seguindo o recomendado por Tavares et al., (2011). O questionário é o que foi aplicado por Gonçalves (2009) a um estudo sobre cheias nas bacias hidrográficas do rio Vez e Lima (ver guião no Anexo 1), um dos fatores que condicionaram a escolha da área de estudo e a utilização da respetiva informação para melhorar os resultados e incentivar debates. Para o presente estudo utilizamos os dados relativos à BHRVez, extraídos da amostra principal, resultando uma nova amostra parcial com 67 questionários respondidos. O inquérito por questionário diz respeito a uma amostra de 3 % da população total das Freguesias/União de Freguesias classificadas como urbanas (oito) da BHRVez. Assumimos que as características homogêneas sociodemográficas dominantes incluídas nas freguesias urbanas seriam uma base aceitável para a representação

dominante de perigos socio-espaciais, conforme o método adotado por Glatron & Beck (2008).

Foram inquiridos habitantes e comerciantes da Valeta, por ser aquela que apresenta uma maior densidade populacional, o que a torna mais vulnerável num evento de cheia. Relativamente ao comércio foram considerados estabelecimentos: restauração, hotéis (a pensão Flor do Minho e o Hotel Ribeiro junto à Ponte Velha). Na altura da recolha de dados por questionário foram inquiridos comerciantes junto ao Trasladário, além dos da Valeta.

Para as duas questões de desenvolvimento do questionário aplicado, criaram-se diversas variáveis de análise. Para a primeira questão - ocorrências, foram: “data”, “tipologia da afetação”, “idade”, “afetados”, “mortes”, “altura da água” e “local”; para a segunda questão – ações no território, foram: “data”, “intervenção”, “tipo de medição/avaliação” e “local”. Quer para a primeira quer para a segunda acrescentou-se ainda uma coluna para destacar alguns relatos de imperial relevância e outros com algumas conclusões.

Estas variáveis foram estrategicamente criadas ao permitir cruzar a informação de alguns dos indicadores obtidos no questionário e os obtidos na imprensa periódica regional.

3.6 Seleção e aplicação de modelos hidrológicos

Através de triangulação multimétodo, recomendado em D’Ancona (2001), foram analisados e modelados os dados de eBd relativos ao período 1900 - 2015. A bibliografia complementar foi utilizada para apoiar a seleção de indicadores hidromorfológicos de componentes específicos do rio, como por exemplo do regime de fluxo (Richter et al., 1996) assim como os dados sobre os impactos humanos (Gergel et al., 2002).

O método Delphi, desenvolvido nos Estados Unidos em 1952 (Landeta, 2006; Piola et al., 2002), é uma técnica (de pesquisa social) popular para a previsão e apoio na tomada de decisão (Santos et al., 2010), sendo também aplicado aos perigos de cheia. A probabilidade de acontecer de eventos semelhantes (Santos et al., 2010), é importante para o conhecimento futuro. O perigo em cada unidade territorial corresponde entre outros fatores à periodicidade das cheias (Moreno, 2013). O conhecimento desse perigo reverte na gestão do território.

Os modelos criados para a BHRVez contemplam: (1) registos de ocorrências de diversos eventos de cheia e das ações humanas, obtidos na imprensa periódica, compreendendo um âmbito temporal alargado: 116 anos; (2) os dados diários estimados com valores de eventos de caudal ($Q_{\geq 43,5m^3/s}$) e de precipitação ($P_{\geq 38,6 mm}$), com um âmbito temporal mínimo de 30 anos de estudo; (3) a ordem e a magnitude dos cursos de água; (4) densidade de edifícios (edifícios/km²) aí construídos e demografia (habitantes/km²) por Freguesia/União de Freguesias.

Foi aplicada a distribuição de Poisson o que determinou a probabilidade da frequência do número de cheias por ano para a área da BHRVez e para a Valeta.

Aplicou-se a regressão linear para classificar as cheias, tendo em conta o caudal mínimo de cheia. Criou-se um modelo de classificação de cheia através da regressão linear múltipla.

Ora, segundo Lencastre & Franco (2010) a regressão linear é muito utilizada em hidrologia e de acordo com Naghettini & Pinto (2007) ocupa um lugar de destaque pelo facto da facilidade com que se determinam os seus parâmetros. A regressão é uma extensão da correlação e permite saber se uma variável prevê o valor da outra, para além de estarem relacionadas. Para os pressupostos do modelo consideram-se os pré-requisitos que são as principais hipóteses de análise, segundo o recomendado por Naghettini & Pinto, 2007 (*vide* em cap. 9: pp. 357 a 374):

- a. Número de elementos na amostra (N) com um mínimo de 20 elementos (para as duas variáveis).
- b. Valores independentes, isto é, os dados de cada linha sejam independentes, não se repitam.
- c. A relação entre as variáveis independente e depende é linear.
- d. Resíduos independentes, verificado pelo teste de Durbin-Watson, para averiguar que não existe autocorreção entre os resíduos (diferença entre o valor observado e o valor previsto), com valores aceitáveis no intervalo entre 1,5 e 2,5.
- e. Ausência de *outliers*, quando os valores residuais se situam entre -3 e + 3, para os valores previstos e para o resíduo da variável dependente (fora desse intervalo existem valores discrepantes).
- f. Normalidade dos resíduos.
- g. Homocedasticidade (variâncias homogêneas), condicional à variável explicativa, a variância do erro, u , é constante, caso seja verdade o formato do gráfico é

aproximadamente retangular, caso contrário o padrão apresentado seria cônico e diz-se heterocedasticidade. Para incremento de conhecimento sobre a hipótese de homoscedasticidade dos resíduos, *vide* em pp. 367 e 368. Como a análise dos resíduos por observação do gráfico é um método subjetivo, a verificação da independência pode ser feita também através do teste de Durbin-Watson à correlação entre resíduos sucessivos (pressuposto referido da alínea d).

De acordo com os investigadores Hipólito & Vaz (2013) *cit in* Chow (1964) sugerem que se pode usar a regressão linear quando $|r| > 0,60$, o que permite explicar cerca de um terço da variância de Y através da regressão. Segundo os pressupostos de Cohen (1988) os valores de correlação de Pearson (r) entre 0,10 e 0,29 considera pequenos; entre 0,30 e 0,49 médios; e valores entre 0,50 e 1 grandes (Faul et al., 2009).

3.6.1 Distribuição de Poisson

Um modelo estatístico ajuda a decidir sobre o problema do perigo e por sua vez, os processos de Poisson auxiliam no apoio da decisão o que Hipólito & Vaz (2013) e Lencastre & Franco (2010) consideram dos mais importantes processos estocásticos. Por sua vez, Naghettini & Pinto (2007) e a OMM (2009) consideram estes processos um caso extremo, resultado do trabalho desenvolvido por Bernolli numa escala de tempo. A propósito desta abordagem, e para o caso particular da BHRVez, foi aplicado o processo de Poisson, o que permitiu, partindo da informação extraída da imprensa periódica, obter respostas para as hipóteses (H) seguintes:

H0: O número anual de cheias segue uma distribuição de Poisson?

H1: O número anual de cheias não segue uma distribuição de Poisson?

Na distribuição, a massa de probabilidades ou Função de Probabilidade de Poisson (p) é dada por:

$$p(x) = \frac{\lambda^x e^{-\lambda}}{x!}, \lambda > 0, (x = 0, 1, \dots \infty) \quad (3.2)$$

Esta probabilidade traduz a distribuição do número de acontecimentos aleatórios de pequena probabilidade.

Ou $p(x) = 0, (x \neq 0, 1, \dots \infty)$

Onde, a Função de Probabilidade de Poisson¹⁰ obteve-se recorrendo ao spss:

$$P(X = x) = PDFPoisson(x, \lambda) \quad (3.3)$$

$$\text{onde, } \lambda = \sum \frac{x_i f_i}{f_i}, x_i > 0, \text{ é respetivo valor médio} \quad (3.4)$$

$$\lambda = \frac{186}{116} = 1,6 \text{ (média)}$$

$$\gamma \sim \xi = 1/\lambda = 0,6 \quad (3.5)$$

Sendo o γ o intervalo de tempo entre duas cheias consecutivas (anos).

No teste do Qui-quadrado (X^2), para verificar o ajustamento da distribuição, sendo a estatística do teste é definida por:

$$X^2 = \sum_{i=1}^M \frac{O_i - E_i}{E_i} \quad (3.6)$$

Onde, para cada M intervalos O_i é o número de elementos da amostra contida no intervalo, E_i é o valor correspondente esperado, de acordo com o modelo de distribuição a testar ($E_i = NP_i$, em que N é o número de elementos da amostra e P_i a probabilidade de cada intervalo, dada pelo modelo) e X é o número de vezes que se repete (Hipólito & Vaz, 2013). Deste modo, obtém-se os resultados do modelo com a qualidade de aderência pelo X^2 (Tabela 3.7). Com base em Lencastre & Franco (2010) este pode ser um teste de rejeição ou não, dependendo dos resultados usualmente adotados em hidrologia.

Tabela 3.7 – Resultados do modelo de distribuição de probabilidade de cheia e teste de aderência do X^2 , para o caso particular da BHRVez, para $N_{\text{total}} = 116$ anos de estudo.

X	O	Prob. Poisson (P)	E (P * N _{total})	((O - E) ²) / E
0	23	0,16	18,6	1,06
1	27	0,30	34,8	1,75
2	15	0,27	31,3	2,81
>= 3	51	0,16	18,6	4,56
				$X^2 = 10,18$

¹⁰ Pode ser consultada na tabela de Função de Probabilidade de Poisson acessível nos manuais de estatística. O valor da média λ também pode ser descrita pela letra μ e os graus de liberdade pelas letras x, v ou até Z , dependendo ao autor.

A estatística definida por X^2 tem assintoticamente a distribuição com $\nu = M - 1$ graus de liberdade, no caso de os parâmetros serem fixados de forma independente da amostra (Lencastre & Franco, 2010). Em Lencastre & Franco (2010) consultaram-se os valores da estatística X^2 para diversos níveis de significância α e graus de liberdade ν [Quadro A.4, p. 430]. Sendo os valores estatísticos de X^2 dependentes do número de intervalos, o resultado obtido foi $X^2 = 10,18 < X^2_{0,05}(\nu = 3) = 12,838$, não sendo de rejeitar o ajustamento dos valores da amostra à distribuição de Poisson para o nível de confiança considerado, isto é, o número anual de cheias na BHRVez segue uma distribuição de Poisson.

Devemos salientar que foi aplicado o mesmo procedimento, probabilidade de Poisson, para intervalos de 8 e 5 graus de liberdade (ν), não se verificando pelo X^2 , o seguimento da distribuição de Poisson.

Da mesma forma, optou-se também por aplicar o modelo a um caso particular da BHRVez, a Valeta, por ser um dos casos em área urbana mais referido nas notícias. Portanto, o x corresponde ao número de vezes que as cheias repetem num ano e O é o valor observado, tomando como fonte de dados a imprensa periódica de 1900 a 2015. Na distribuição, a Função de Probabilidade de Poisson (p) é dada por:

$$\lambda = \frac{24}{116} = 0,21 \quad (3.7)$$

$$\gamma \sim \xi = 1 / \lambda = 4,8 \quad (3.8)$$

Deste modo foram obtidos os resultados do modelo com a qualidade de aderência pelo X^2 (Tabela 3.8).

Tabela 3.8 – Resultados do modelo de distribuição de probabilidade de cheia e teste de aderência do X^2 , para o caso particular da área da Valeta, para $N_{total} = 116$ anos de estudo.

x	O	Prob. Poisson (p)	E (P * N _{total})	((O-E) ²) / E
0	97	0,82	94,969	0,043
1	14	0,16	18,989	1,311
>= 2	5	0,02	1,902	5,044
N	116			X² = 6,389

No caso particular da Valeta o resultado obtido foi: $X^2 = 6,389 < X_{0,05}^2 (v = 2) = 7,879$ [valor consultado em Lencastre & Franco (2010), no Quadro A.4 da p. 430], não sendo de rejeitar o ajustamento dos valores da amostra à distribuição de Poisson, para o nível de confiança considerado, o que mostra que o número previsto de eventos de cheias na Valeta segue uma distribuição de Poisson.

3.6.2 Severidade das cheias

A amostra contém 27 casos, e os valores referem-se à média do caudal diário para cada ano, considerando os valores de $Q \geq 43,5 \text{ m}^3/\text{s}$, da série de 1959 a 1990. Os anos 1959, 1974 a 1977, devido à ausência de registos na série temporal¹¹ foram excluídos por considerar não afetarem o modelo, uma vez que o resultado quando, preenchidas as células vazias de Q com o valor médio de toda a série, foi muito aproximado quando calculado com a exclusão das células vazias. O ano de 1971 tem registos de $Q < 43,5 \text{ m}^3/\text{s}$, por este motivo é zero. A classificação do grau de severidade de uma cheia obteve-se por ponderação para evitar a ocorrência de correlações espúrias (uma correlação aparente entre duas variáveis, um cuidado que se deve tomar na análise das mesmas), segundo as recomendações de Naghettini & Pinto (2007).

A escala por classe de cheias determinou-se tendo em conta os coeficientes hidroclimáticos (CH) de Probst e Tardy (1985)¹² obtidos para a série de dados referida do Q (todos os valores da série $\geq 43,5 \text{ m}^3/\text{s}$; N = 422). Portanto, este coeficiente é determinado pela expressão:

$$\text{O coeficiente hidroclimático (CH)} = \frac{Q \text{ médio} - Q \text{ mínimo}}{3} \text{ (m}^3/\text{s)} \quad (3.9)$$

Os dados estatísticos para o Q representam-se na Tabela 3.9. De referir que além do valor máximo ($680 \text{ m}^3/\text{s}$) existiu um valor extremo (*outlier*) com $1100 \text{ m}^3/\text{s}$.

Obteve-se um CH = $22,16 \text{ m}^3/\text{s}$, sendo este valor de Q que acresce ao Q mínimo, para obter os intervalos das classes, Tabela 3.10.

¹¹ O ano 1959 apenas apresentou dados do mês de outubro, sendo excluído para este modelo.

¹² Vide pp. 82-83 em: Ramos, C. (2005). Programa de Hidrogeografia. *Atmosfera*, 12, 0-001. <http://slif.info.ul.pt/uploads/1/1/8/7/11874636/livcapliv_2005_13_programa_hidrogeografia.pdf>, (consulta a 28 de abril de 2018).

Tabela 3.9 – Valores estatístico para o Q: média, mínimo e máximo (SNIRH, 1959/1990).

Estatística	Q diário (m³/s)
Média	109,97
Mínimo	43,50
Máximo	680,00

N = 422

Para o coeficiente hidroclimático obtiveram-se as classes definidas na Tabela 3.10.

Tabela 3.10 – Coeficientes hidroclimáticos (SNIRH, 1959/1990).

Coeficiente hidroclimático	Classes de cheia (m³/s)
0	43,50 a 65,66
20	65,66 a 87,82
40	87,82 a 109,97
60	109,97 a 299,98
80	299,98 a 489,99
100	489,99 a 1100,00

Atribuiu-se uma escala de magnitude de caudal de cheia diário, utilizou-se o grau 1 para Pequenas > 43,5 e < 110,0 m³/s, e o grau 2 para Médias 110,0_300,0 m³/s, conforme a Tabela 3.11, por o valor de Q médio máximo anual corresponder a 187,8 m³/s.

Tabela 3.11 – Grau de severidade das cheias (SNIRH, 1959/1990).

Cheias	Coefficiente hidroclimáticos	Caudais (m ³ /s)	Nº de dias de $Q \geq 43,5 m^3/s$
(1) Pequenas	0, 20, 40	< 110	304
(2) Médias	60	110_300	93
(3) Grandes	80	300_490	19
(4) Muito grandes	100	490_680	5
(5) Extremas		> 680	1

Para valores médios de Q anual, o máximo obtido foi de 187,8 m³/s e o mínimo maior que zero foi de 62,3 m³/s (Tabela 3.12). Na Tabela 3.13 representa-se a média para as classes de cheia e caudal, assim como o desvio padrão. Os dados para a determinação do modelo de alerta de cheia são os representados na Tabela 3.12, obtidos pela média anual dos valores de $Q \geq 43,5 m^3/s$.

Tabela 3.12 – Dados para a construção do modelo de classificação de cheia para diferentes níveis de alerta (SNIRH, 1959/1990).

Ano	Média (m ³ /s)	Classificação atribuída (adimensional)	Classificação ponderada (adimensional)	Mínimo (m ³ /s)	Máximo (m ³ /s)
1959	-	-	-	-	-
1960	73,62	1	0,67	44,75	246,60
1961	62,33	1	0,57	44,75	120,00
1962	78,56	1	0,71	54,75	138,00
1963	101,20	1	0,92	44,75	680,00
1964	102,12	1	0,93	44,75	320,00
1965	111,85	2	0,75	43,80	525,00
1966	98,58	1	0,90	43,80	320,00
1967	102,93	1	0,94	43,80	149,00
1968	147,74	2	0,98	44,75	400,00
1969	162,29	2	1,08	44,75	1100,00
1970	187,77	2	1,25	44,75	537,00
1971	0,00	1	0,00	0,00	0,00
1972	66,99	1	0,61	44,75	138,00
1973	66,61	1	0,61	45,70	160,00
1974	0,00	-	0,00	-	-
1975	0,00	-	0,00	-	-
1976	0,00	-	0,00	-	-
1977	0,00	-	0,00	-	-
1978	147,56	2	0,98	59,95	240,43
1979	145,68	2	0,97	44,55	414,24

Ano	Média (m ³ /s)	Classificação atribuída (adimensional)	Classificação ponderada (adimensional)	Mínimo (m ³ /s)	Máximo (m ³ /s)
1980	112,23	2	0,75	44,54	185,98
1981	106,77	1	0,97	45,42	354,11
1982	121,68	2	0,81	57,38	312,73
1983	75,66	1	0,69	43,50	134,86
1984	94,06	1	0,86	44,60	254,51
1985	86,19	1	0,78	43,57	187,40
1986	74,48	1	0,68	45,42	147,45
1987	87,71	1	0,80	44,07	230,49
1988	78,44	1	0,71	46,81	230,49
1989	83,02	1	0,75	43,58	195,20
1990	105,45	1	0,96	51,85	183,74

“-” falta de dados na série. Eliminando as falhas, considerou-se N = 27.

Aplicou-se o teste da regressão linear simples para criar o modelo e testar os pressupostos já referidos no ponto 3.6 deste capítulo, dando origem aos resultados apresentados nas Tabela 3.14 e Tabela 3.15 e Figura 3.3 até à Figura 3.5.

Tabela 3.13 – Estatística descritiva.

Variáveis	Média	Desvio Padrão	N
Classificação_cheia (adimensional)	0,8	0,3	27
Q (m ³ /s)	99,3	37,3	

Tabela 3.14 – Resultados dos pressupostos do modelo de regressão linear para determinar a classificação de cheia.

Dados	Resultados	Significância
Correlação de Pearson (r) alta e significativa:	0,908	0,000 < 0,05
$R^2 =$	0,825	
R^2 ajustado =	0,818	
Durbi-Watson =	1,823	
ANOVA: H0 – o ajuste do modelo sem Alerta_cheia = ao ajuste do modelo com Alerta_cheia. H1 - o ajuste do modelo sem Alerta_cheia \neq ao ajuste do modelo com Alerta_cheia.	Aceitar H1 é melhor do que simplesmente usar a média.	0,000 < 0,005
Obtenção dos coeficientes α e β : $y = \alpha + \beta x$, correspondendo $y = \text{Alerta_cheia}$, $\alpha = a$; $\beta = b$; $x = Q$	Alerta_cheia = 0,253 + 0,06 * Q	a: 0,000 < 0,005 Q: 0,000 < 0,005
Teste t de student: H0: $\beta = 0$ (não existe relação linear); H1: $\beta \neq 0$ (existe relação linear)	a: 4,717 Q: 10,869	0,000 < 0,05

Tabela 3.15 – Estatística de resíduos ^a para verificar a presença de *outliers*.

	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
Valor previsto	0,253	1,288	0,801	0,206
Resíduo	-0,253	0,129	0,000	0,095
Valor Previsto Padrão	-2,662	2,370	0,000	1,000
Resíduo Padronizado	-2,624	1,334	0,000	0,981

a. Variável Dependente: Alerta_cheia.

Os resíduos encaixam numa distribuição normal aceitável, mas não perfeita (Figura 3.3 e Figura 3.4) verificando-se a homocedasticidade (Figura 3.5).

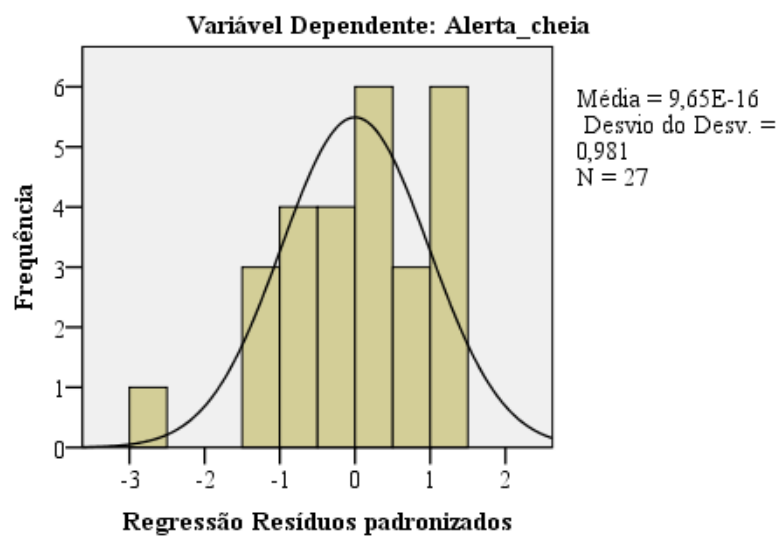


Figura 3.3 – Histograma dos resíduos do modelo.

Gráfico P-P Normal de Regressão Resíduos padronizados

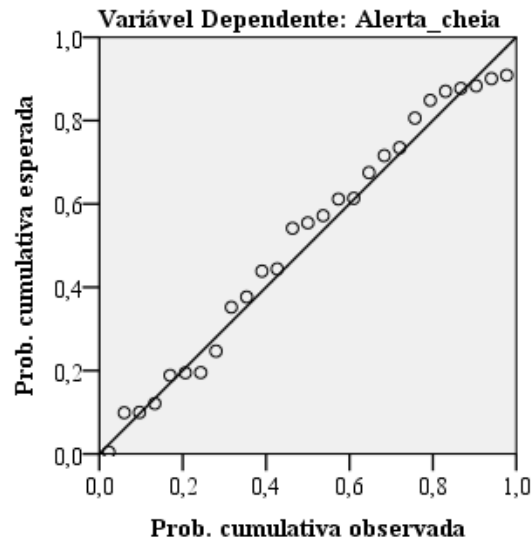


Figura 3.4 – Gráfico P-P normal de regressão de resíduos padronizados.

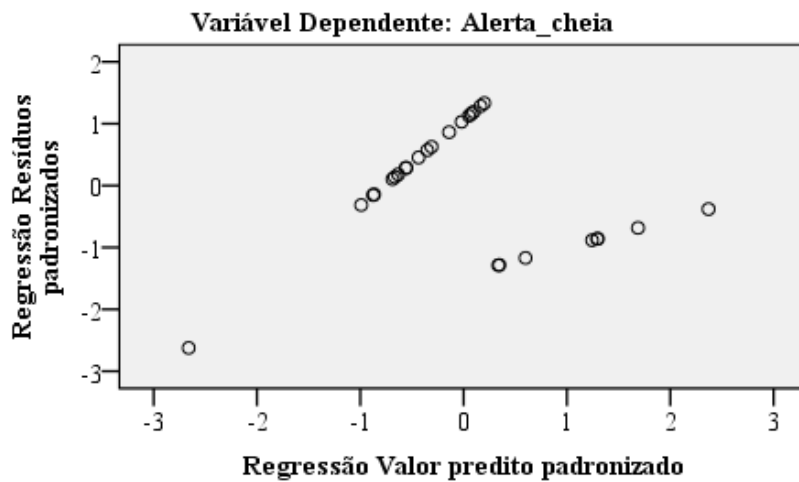


Figura 3.5 – Diagrama de dispersão de resíduos para verificar a homocedasticidade.

Em resumo, constata-se que o modelo atende a todos os pré-requisitos da regressão linear. Ainda, pela ANOVA verificou-se que o modelo é relevante. A regressão linear simples mostrou que o “Alerta_cheia” pode ser previsto pelo Q: [F (1,26) = 118,15, $\rho = 0,000$; < 0,005, $R^2 = 82,5\%$], onde identifica o F da ANOVA (118,15) e os graus de liberdade (1 e 26). O “Alerta_cheia” previsto corresponde à expressão $0,253 + 0,00551 * (Q \text{ medido em } m^3/s)$, conforme a Figura 3.6.

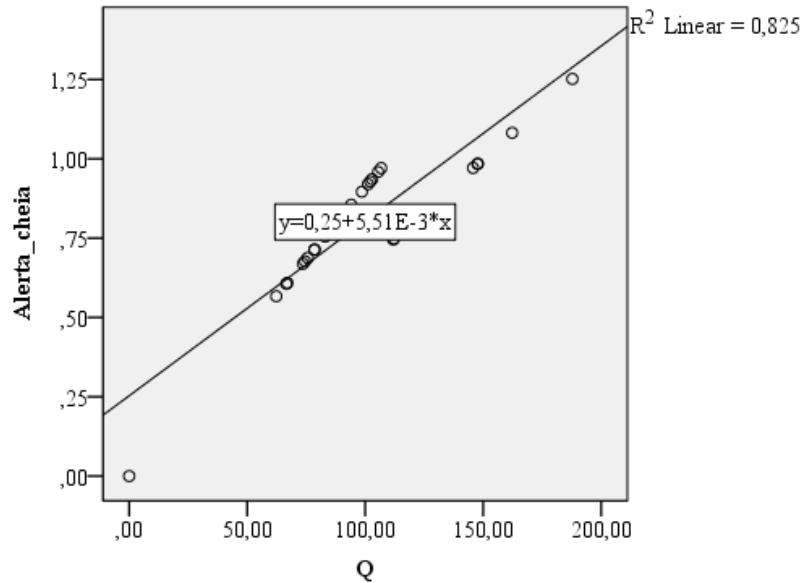


Figura 3.6 – Regressão linear simples.

Pela equação da reta obtida $\text{Alerta_cheia} = 0,253 + 0,00551 * (Q)$, estimou-se a escala atribuída para o caudal correspondente, inserindo valores de Q até encontrar o valor mínimo para cada grau de alerta (Tabela 3.16).

Tabela 3.16 – Escala de classificação de cheia obtida pela equação da reta (SNIRH, 1959/1990).

Grau de aleta	Q diário (m³/s)
1	46 - 226
2	227 - 407
3	408 - 589
4	590 - 770
5	≥ 771

Sendo a probabilidade de ocorrerem cheias uma evidencia, classificar as cheias localmente é uma ferramenta de apoio útil à gestão por parte do Poder Local, para além de funcionar como um alerta para a população em geral.

3.6.3 Suscetibilidade às cheias

A escolha do modelo hidrológico foi oportunamente refletida após a leitura de alguns artigos e trabalhos publicados sobre a suscetibilidade das bacias hidrográficas a cheias,

nomeadamente, Alves & Cunha (2016); Ascenso (2011); Cunha et al. (2012); Santos et al. (2011, 2012); e Santos (2015), que tiveram como suporte o trabalho de Reis (2011). Outros estudos também foram objeto de atenção, como sejam: Ávila et al. (2017) e Prochmann (2014).

Procedeu-se à criação de um modelo hidrológico simplificado, construído com base noutros raciocínios e modelos já publicados e, entretanto, melhorados, referentes à determinação das características do sistema de drenagem por hierarquia, seguindo os critérios de ordem da ramificação de Strahler e da magnitude das redes de drenagem com base em Shreve.

De acordo com Hipólito & Vaz (2013) o critério de Strahler (1957) é uma simplificação a partir da classificação de Horton (1945) e este, por sua vez, também uma simplificação a partir do critério de ordenação de Gravelius (1914). De acordo com Sah (2015), trata-se de um método de drenagem automática, a partir da área acumulada em fluxo sem o uso de limiar, que conserva a geometria de drenagem na escala escolhida do modelo de elevação digital (DEM), o que o torna eficaz, na medida em que permite controlar dois aspetos básicos das características de drenagem: o número e a extensão do fluxo.

Criou-se um Triangulated Irregular Network (TIN), ou seja, rede triangular irregular. De acordo com o recomendado por Valeriano (2003) e Santos & Shiraiwa (2012) ressalvaram-se as imprecisões geradas por todo o processamento digital. Estas imperfeições, referem-se à escala e à resolução espacial dos Modelos Digitais de Elevação (MDE's) ao interferirem na hierarquia hídrica propostas por Strahler. Os testes de modelação consistiram na geração de mapas interpretativos para observação e comparação de segmentos hierarquizados, que cruzamos com os pontos de cheias (ocorrências) obtidos da imprensa periódica da série temporal entre 1900 a 2015.

O MDE raster da área da bacia hidrográfica efetuou-se a partir das curvas de nível e pontos cotados das cartas militares de Portugal. Recorreu-se aos comandos do ArcGIS Spatial Analyst 10.3 (ArcMap), descritos seguidamente. Utilizou-se o comando Fill para preencher pequenas imperfeições da imagem raster. A função Conditional (VALUE > 1000) para determinar um teste lógico para valores dos pixels do raster Flow Accumulation se for superior a 1000, deve-se substituí-los pelo valor 1, isto é, todas as células do raster com valor superior foram consideradas durante a criação de um novo

mapa raster (caso contrário, todas as restantes células seriam transformadas em um valor de pixel nulo ou que seria omitido na nova imagem). Para obter o escoamento acumulado que se fez por meio da função Flow Accumulation utilizando a direção de escoamento, Flow Direction, seguiu-se o mesmo procedimento de acordo com os exemplos de Ramos et al. (2007) e Santos & Shiraiwa (2012). Após a obtenção dos limiares da área acumulada máxima determinou-se a hierarquia das linhas de água, efetuada pelo comando Stream Order, utilizando o modelo Strahler (1957), o mesmo procedimento efetuado por Santos & Shiraiwa (2012). Recorreu-se ao comando Stream to Feature para passar de formato matricial, para o formato vetorial. O mesmo procedimento foi efetuado para a magnitude do fluxo, o modelo Shreve (1966), que soma a ordem dos rios confluentes, no sentido montante-jusante (Charneca, 2013; Strahler, 1957). Portanto, a magnitude de Shreve é responsável por todas as ligações na rede hidrográfica (Wang et al., 2010). Esta, de acordo com Wang et al., expressa que cada ligação exterior tem magnitude 1 e cada ligamento interior tem magnitude 1-n.

A construção do índice de susceptibilidade simplificada resultou da multiplicação direta entre os dois modelos de Strahler e Shreve. Como já se referiu, Strahler (1957), propôs uma simplificação da teoria de Horton (a ordem mais alta é o rio principal) mostrando que o rio principal pode constituir segmentos de ordens diversas (Hipólito & Vaz, 2013). O critério de Strahler é muito utilizado em estudos de morfologia fluvial, especialmente no estudo de cheias. As pequenas sub-bacias contribuem com os seus fluxos para o ramo do rio principal da bacia (Darama & Seyrek, 2016).

Para a representação da distribuição geográfica dos dados resultantes do modelo hidrológico simplificado e posterior índice de susceptibilidade simplificada, optou-se pela escala de leitura natural com divisão em 5 classes pelo método das quebras naturais (Fernández, 2017). Diferentes trabalhos também utilizaram a mesma escala, como o de Vörösmarty et al. (2000) para a ordem de Strahler. Para a distribuição geográfica das ocorrências da imprensa periódica optou-se pela escala natural e por manter as cinco classes em conformidade com as obtidas naturalmente para a susceptibilidade física simplificada, variável criada e denominada por “Strahler*Shreve”, o que nas próximas fases do modelo iria facilitar a comparação de dados.

Adotou-se também a escala natural de cores, seguindo algumas das recomendações bibliográficas (Oliveira & Nascimento, 2011; Stauffer et al., 2015), sendo o mesmo procedimento aplicado por Grosso et al. (2015) e Tavares & Cunha (2008).

Esta metodologia de representação e de divisão de classes foi adoptada tanto para os temas associados aos troços dos canais da rede fluvial bem como para os ligados às Freguesias/União de Freguesias.

Para Ascenso (2011) existe a necessidade de avaliação do modelo, sendo que as ocorrências de cheias são fundamentais para sua confirmação. Da mesma forma, Eusébio Reis (2009) referiu que a validação dos resultados do modelo pode ser efetuada com base em diversa informação histórica e geomorfológica, e observações de campo.

Para avaliar o modelo da suscetibilidade física simplificada a cheias para a BHRVez com o cruzamento das ocorrências da imprensa periódica recorreu-se aos resultados da regressão linear simples e ao Qui-quadrado (χ^2).

Deste modo, a aplicação do modelo deu origem aos resultados apresentados nas Tabela 3.17 até Tabela 3.19 e Figura 3.7 até Figura 3.9.

Tabela 3.17 – Estatística descritiva para as variáveis do modelo da suscetibilidade.

Variáveis	Média	Desvio Padrão	N
Strahler_Shreve	2,54	1,468	41
Ocorrências	2,29	1,146	

Tabela 3.18 – Resultados dos pressupostos do modelo de regressão linear para determinar a suscetibilidade a cheias.

Dados	Resultados	Significância
Correlação de Pearson (r) moderada e significativa:	0,573	0,000 < 0,05
$R^2 =$	0,329	
R^2 ajustado =	0,311	
Durbi-Watson =	2,296	
ANOVA: H_0 – o ajuste do modelo sem as ocorrências = ao ajuste do modelo com ocorrências. H_1 - o ajuste do modelo sem ocorrências \neq ao ajuste do modelo com Ocorrências.	Aceitar H_1 é melhor do que simplesmente usar a média.	0,000 < 0,05
Obtenção dos coeficientes α e β : $y = \alpha + \beta x$, correspondendo $y = \text{"Strahler * Shreve"}$, $\alpha = a$; $\beta = b$; $x = \text{Ocorrências (O)}$	$Y = 0,852 + 0,735 * O$	
Teste t de student: H_0 : $\beta = 0$ (não existe relação linear); H_1 : $\beta \neq 0$ (existe relação linear)	a: 1,983 O: 4,370	0,000 < 0,05

Tabela 3.19 – Estatística de resíduos a para verificar a presença de outliers.

Resíduos	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
Valor previsto	1,59	4,53	2,54	0,842
Resíduo	-2,791	2,678	0,000	1,203
Valor Previsto Padrão	-1,128	2,363	0,000	1,000
Resíduo Padronizado	-2,291	2,199	0,000	0,987

a. Variável Dependente: "Strahler*Shreve".

Os resíduos encaixam numa distribuição normal aceitável (Figura 3.7e Figura 3.8) verificando-se a homocedasticidade (Figura 3.9).

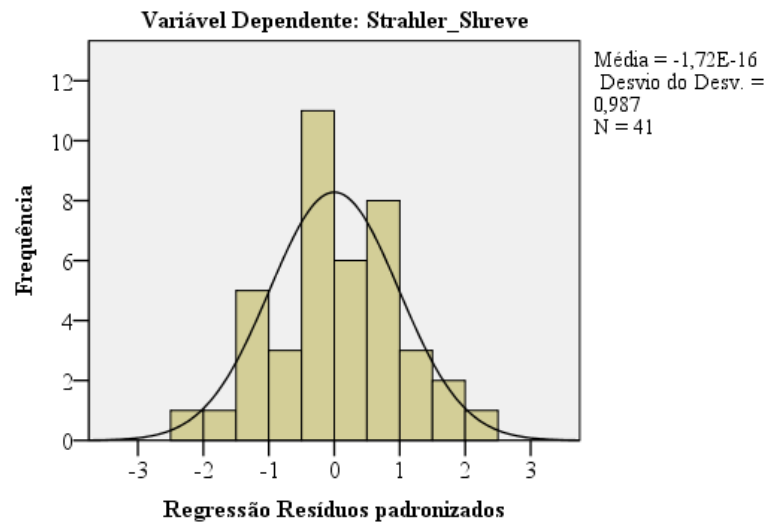


Figura 3.7 – Histograma dos resíduos do modelo.

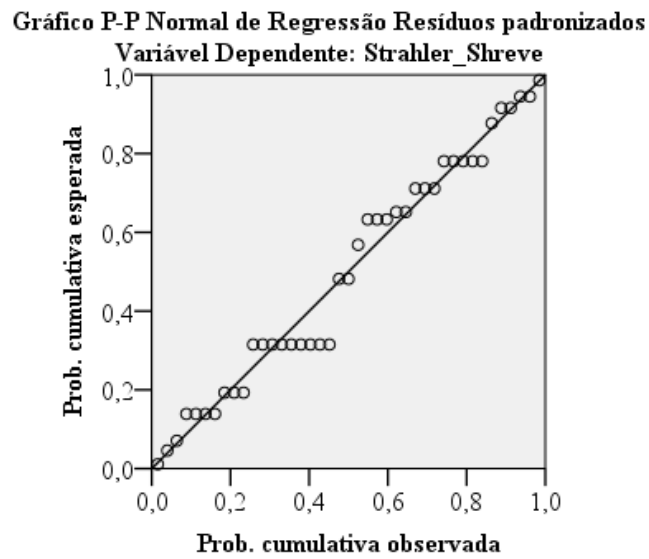


Figura 3.8 – Gráfico P-P normal de regressão de resíduos padronizados.

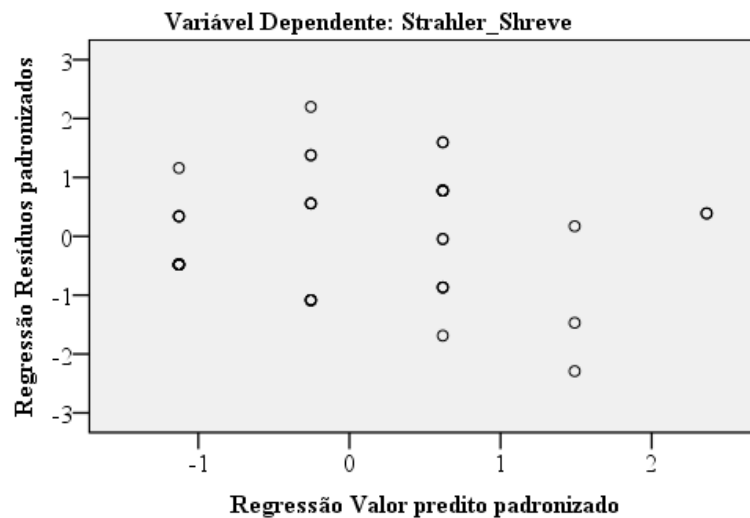


Figura 3.9 – Diagrama de dispersão de resíduos para verificar a homocedasticidade.

O modelo de suscetibilidade física simplificada foi avaliado por um dos testes de ajustamento mais utilizado (Hipólito & Vaz, 2013), o Qui-quadrado (X^2), obtendo-se um valor de $X^2 = 22,1 < X^2_{0,05} (v = 40) = 66,77$, o que, conforme Lencastre & Franco (2010), não se deve rejeitar o ajustamento dos valores da amostra para o nível de confiança considerado, de 95 %.

Embora seja um modelo de suscetibilidade simplificado e aplicado além dos troços da rede de drenagem à escala da Freguesia/União de Freguesias, considerou-se que o mesmo possuía validade com base no cruzamento das ocorrências e nos testes de avaliação.

3.7 Definição de indicadores para um modelo de sustentabilidade hidrográfica

O desenvolvimento de Indicadores de Sustentabilidade (IS) propostos para o uso do território da BHRVez são baseados nos mesmos indicadores recomendados para o Continente Europeu, direcionados para áreas hidrográficas sujeitas a cheias, desde que existam dados disponíveis no território em estudo. Os indicadores combinam estratégias de modelagem, medição, validação e avaliação (Gobin et al., 2004). À semelhança da metodologia utilizada por alguns investigadores como Weinbaum et al. (2013), também mobilizamos uma revisão bibliográfica e a respetiva análise comparativa entre os métodos analíticos e os seus resultados de avaliações de sustentabilidade com suporte empírico, de modo a quantificar o uso de indicadores hidrológicos.

Foi partir de 1980 e até aos nossos dias que o conceito de desenvolvimento sustentável evoluiu em direção à consideração de três pilares da sustentabilidade: social, económico e ambiental (Moldan et al., 2012). Para o caso em estudo considerou-se que o modelo de sustentabilidade tem em conta um conjunto de três dimensões de sustentabilidade que integram as variáveis referentes à BHRVez: hidrológico, social e ambiental. Opção estrategicamente centrada na ponderação da leitura da bibliografia específica (Belmar et al., 2011; Brown & Matlock, 2011; Tamasauskas et al., 2016; Gergel et al., 2002; Tánago et al., 2015; Pompêo, 2000; Sakieh et al., 2015; Siche et al., 2007; Walmsley et al., 2001), acreditando que, para além de outros fatores, simplifica o entendimento do conhecimento e incorpora a vulnerabilidade e a suscetibilidade como componentes da sustentabilidade, quer explicitamente quer implicitamente.

Acreditamos que a determinação dos indicadores e dos índices de sustentabilidade consideram-se como padrões relevantes para tomada de decisões políticas, estratégicas e/ou comerciais (Siche et al., 2007). Uma análise para a gestão dos recursos hídricos permite considerar os indicadores que incluem o crescimento da população, o envolvimento da comunidade, a disponibilidade de água, o uso da água, as tendências da qualidade da água, a avaliação das espécies, as mudanças na vegetação, o impacto agrícola, o acesso a oportunidades de lazer e a saúde do ecossistema (Walmsley et al., 2001).

As três dimensões para a BHRVez com os respetivos indicadores resumem-se conforme a Tabela 3.20. Agruparam-se indicadores, combinando-os, conforme o conceito operativo de Quivy et al. (1998). Os primeiros três, hidrológicos, ambiental e social, contêm os indicadores utilizados no modelo da sustentabilidade da BHRVez, por cumprirem todos os pressupostos da regressão linear múltipla.

Tabela 3.20 – Indicadores para a obtenção do índice de sustentabilidade para a BHRVez, por Freguesia/União de Freguesias.

Dimensões	Recursos e critérios	Reconhecimento/tema	Avaliação
Hidrológico	Número de ocorrências.	Frequência das ocorrências de cheia por Freguesia/União de Freguesias.	Sustentabilidade hidrológica. O número de ocorrências numa unidade territorial pode ser confrontado com os resultados da suscetibilidade a cheias. Além disso, indiretamente depreende-se a maior ou menor quantidade de elementos expostos. O escoamento fluvial também pode ser confrontado com os dados da imprensa periódica.
Ambiental	Número de ações humanas no território.	Frequência das ações sobre o território da BHRVez por Freguesia/União de Freguesias. As ações no território refletem, indiretamente, a dimensão das condições ambientais, por exemplos as relativas à habitação e as questões ligadas à água, para a qualidade de vida e bem-estar.	A frequência do número de ações é um valor indicativo da “necessidade” de intervenção, a modo de exemplo referindo-nos às mais-valias habitacionais, as ETAR’s, sistema de saneamento, sistema de escoamento de águas pluviais.
Social	Demografia.	Dados de densidade populacional por Freguesia/União de Freguesias. Movimento dos grupos populacionais: densidade de habitantes/núcleos familiares por divisões administrativas. Grupos etários para ter a perceção da capacidade de resposta a situações de cheia. Grau de escolaridade de forma a identificar o capital intelectual perante a perceção frente a ocorrência de cheias. Grau de adaptação perante as situações de cheia. Maior densidade de “localização” das residências populacionais.	Densidade de habitantes e/ou número de indivíduos. A densidade populacional engloba indiretamente a informação sobre grupos familiares nucleares, número de jovens dependentes e idosos, habilitações escolares, situação face ao emprego. Além disso, permitir identificar a área de residência e mesmo as condições de habitabilidade: localização, idade, divisões, área, parque automóvel, com energia elétrica, telefone, gás natural, com água e saneamento.

Conforme já se referiu, o índice de sustentabilidade, à semelhança do modelo de suscetibilidade foi determinado por Freguesia/União de Freguesias (N = 41) recorrendo à regressão linear. Portanto, criou-se um modelo de sustentabilidade para a BHRVez e selecionaram-se as variáveis mais representativas e que apresentaram melhores resultados estatísticos, tendo em conta o método escolhido. No entanto, todos os indicadores são de imperial relevância quando a escala de análise é ao nível de cada elemento exposto ou do indivíduo, e quando o detalhe da informação é necessário para avaliar e/ou descrever situações específicas.

O, Y é o Índice de sustentabilidade (simplificado), ou seja, construída a partir das ações humanas, como variável dependente e as seguintes, as independentes/explicativas, sendo X_1 as ocorrências da imprensa periódica e X_2 a densidade de habitantes (habitantes/km²). Processo semelhante ao utilizado por Naubi et al. (2017).

À semelhança do utilizado nos modelos anteriores, como o exemplo da suscetibilidade utilizaram-se os valores adimensionais obtidos da escala natural, facilitando a comparação entre as variáveis, além do modelo oferecer resultados mais significativos relativamente à relação entre as variáveis e aos pressupostos da regressão múltipla.

Os resultados da correlação de Pearson representam-se na Tabela 3.21 e os resultados dos pressupostos do modelo de regressão linear múltipla são os ilustrados na Tabela 3.22.

Tabela 3.21 – Correlação de Pearson entre as variáveis (Censos, 2011; Imprensa periódica, 1900-2015).

Varáveis para a escala adimensional de 1 a 5	Ocorrências	Densidade populacional
Ações humanas	0,76** (0,000)	
Densidade populacional	0,47** (0,001)	0,63** (0,001)

Tabela 3.22 – Pressupostos do modelo de regressão linear.

Fator	Hipóteses	Resultados	Justificação dos resultados	Decisão
R ²		0,675	Porcentagem da variável independente que explica a variável dependente.	Moderada
R ² ajustado		0,658	Avaliação da qualidade do ajuste do modelo.	Moderado
Mudança do R ²		0,920	Incluir os previsores no modelo melhorou a capacidade de prever a Suscetibilidade.	Modelo melhorado
ANOVA	H0 – o ajuste do modelo atual = ao ajuste do modelo sem previsores. H1 - o ajuste do modelo atual ≠ ao ajuste do modelo sem previsores.	$p = 0,000$	Aceitar H1 é melhor do que simplesmente usar a média: $0,000 < 0,005$. Incluir os previsores (variáveis) melhora a qualidade do modelo, i. e., explica melhor os dados. Melhorou a qualidade do modelo.	Aceitar
Durbin-Watson		1,620	Os resíduos (diferença entre o valor previsto e o observado) são independentes.	Aceitar
Coefficientes padronizados: β		$\beta_{\text{Ocorrências}} = 0,600$ $\beta_{\text{Densidade populacional}} = 0,340$	Verificou-se que a variável previsora “ocorrências” é mais forte do que a variável previsora “Densidade populacional”.	
Estatística do teste t		Ocorrências: $p = 0,000$ Densidade populacional: $p = 0,002$	Verificar-se que $\beta \neq 0$, se $p < 0,005$.	Aceitar
Estatísticas de colinearidade		Tolerância: “Ocorrências”: 0,780; VF: 1,280 “Densidade populacional”: 0,780; VF: 1,290	$> 0,1$ (multicolineariedade inexistente).	Aceitar
Resíduos padronizados		Valor Predito Padrão: -1,30; 2,70 Resíduo Padrão: -2,40; 1,9	Ausência de outliers.	Aceitar
Distribuição dos resíduos		Figura 3.10 e Figura 3.11.	Resíduos com distribuição aproximadamente normal.	Aceitar
Homocedasticidade		Figura 3.12.	Pontos dispersos de forma aleatória, aproximadamente retangular.	Aceitar

A constatação dos pressupostos sobre a normalidade dos resíduos ilustra-se nas Figura 3.10 e Figura 3.11, a da homocedasticidade na Figura 3.12. Constatou-se que as variáveis

apresentaram uma distribuição normal dos resíduos. Verificou-se ainda que a homocedasticidade existe e as variáveis apresentaram uma relação linear (Figura 3.12).

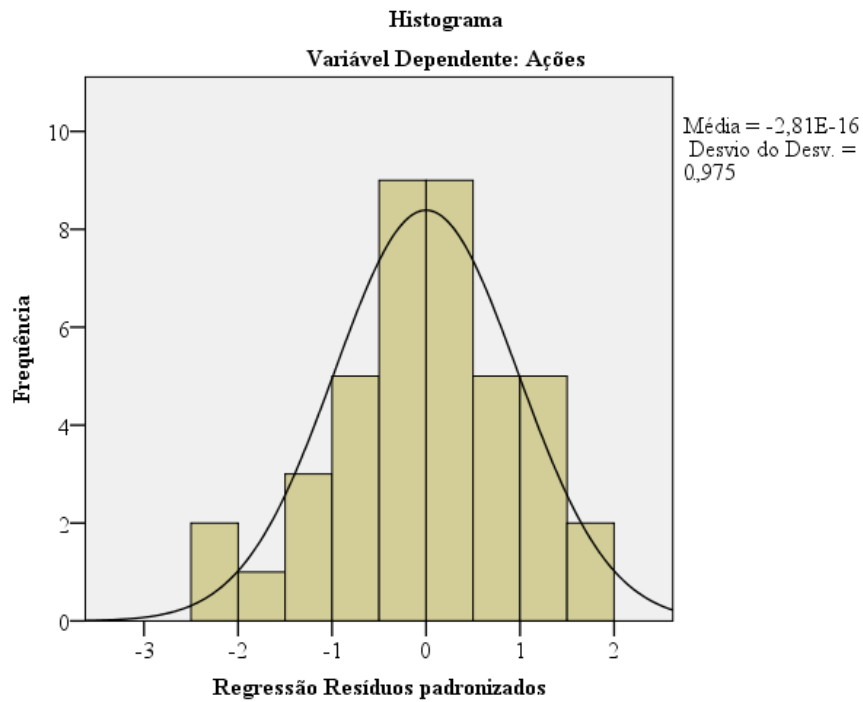


Figura 3.10 – Histograma de normalidade dos resíduos.

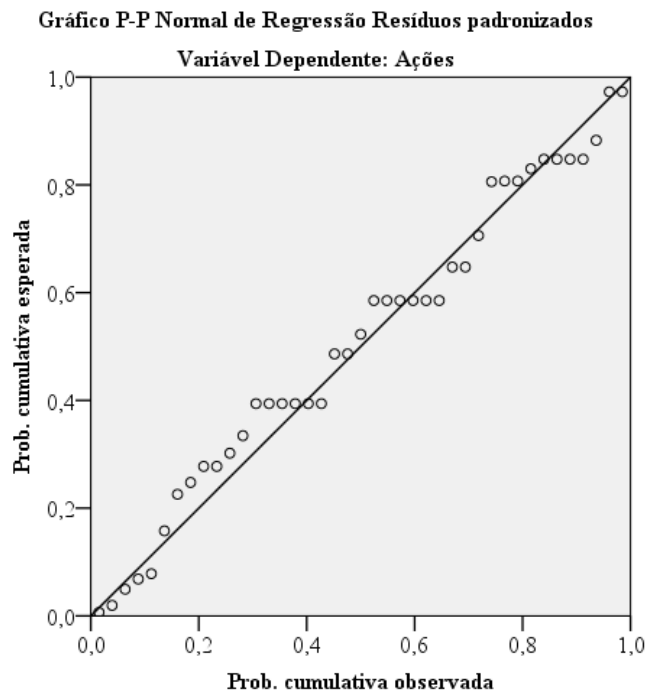


Figura 3.11 – Distribuição dos resíduos.

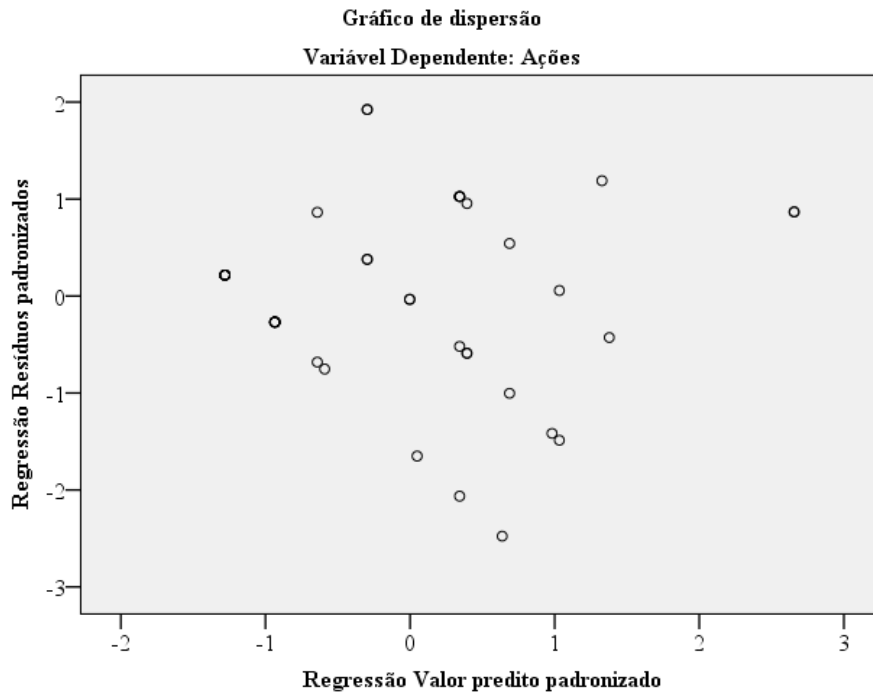


Figura 3.12 – Homocedasticidade.

Portanto, pela regressão linear múltipla obteve-se a equação da reta e respectivos parâmetros:

$$Y = + (-0,34) + (0,581 * X_1) + 0,314 * (X_2) \quad (3.10)$$

Constata-se que o modelo de sustentabilidade atendeu a todos os pré-requisitos da regressão linear. Utilizou-se a regressão linear múltipla para verificar se as “ocorrências” e a “densidade populacional” foram capazes de prever as “ações”. Ao conjunto destas variáveis denominamos modelo de sustentabilidade hidrológica para a BHRVez. Resultados: $[F(2,40) = 39,43; \rho = 0,000 < 0,001, R^2 = 67,5 \%,]$ onde identifica o F (Z) da ANOVA e os graus de liberdade. Pela ANOVA constatou-se que os valores do modelo resultaram melhor que o acaso.

O modelo foi ainda avaliado por um dos testes de ajustamento mais utilizado (Hipólito & Vaz, 2013), o Qui-quadrado (X^2), obtendo-se um valor de $X^2 = 12 < X^2_{0,05} (v = 40) = 66,77$, o que, conforme Lencastre & Franco (2010) deve ser aceite o ajustamento dos valores da amostra, para o nível de confiança considerado de 95 %.

CAPÍTULO 4 - CARACTERÍSTICAS DO TERRITÓRIO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VEZ

4.1 Enquadramento

A Bacia Hidrográfica do rio Vez (BHRVez) localiza-se na Península Ibérica a Noroeste de Portugal Continental (Figura 4.1), estando integrada numa das bacias hidrográficas internacionais de menores dimensões, a bacia hidrográfica do rio Lima (BHRLima).

O rio Lima nasce em Espanha, no maciço da serra de São Mamede, a cerca de 950 m de altitude, com a sua foz no Oceano Atlântico, em Viana do Castelo (Cardoso, 1993). A altitude média da bacia é de 447 m, sendo as Serras da Peneda e Amarela os setores mais elevados, com 1 416 m e 1 361 m, respetivamente (Costa et al., 2017). De acordo com o Plano da Bacia Hidrográfica do Lima, a bacia ocupa 2518 km², dos quais 1193 km² (47 % de toda a bacia) em território Português (Tabela 4.1), sendo uma bacia hidrográfica alongada (Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território [MAOT] & Instituto da Água, 2001). Ocupa 3 % do território Português Continental, obtido da razão da área ocupada e da área total do País (CAOP, 2017; SNIRH, 1989).

A BHRLima, orientada de Nor-nordeste para Sul-sudoeste (Azevedo, 2010), está limitada pelas seguintes bacias internacionais: a Norte a do rio Minho (17 081 km²); a Leste a do rio Douro (97 667 km²); a Sul e a Este pelas bacias de menor dimensão dos rios Cávado (1589 km²) e Âncora (77 km²); pela bacia do rio Neiva (242 km²) (Azevedo, 2010; Costa et al., 2017; Mendes, 2009; SNIRH, 2017).

A BHRLima engloba total ou parcialmente as áreas de jurisdição de 10 concelhos: Viana do Castelo, Ponte de Lima, Ponte da Barca, Arcos de Valdevez, Melgaço, Monção, Caminha, Esposende, Barcelos e Vila Verde (Mendes, 2009).

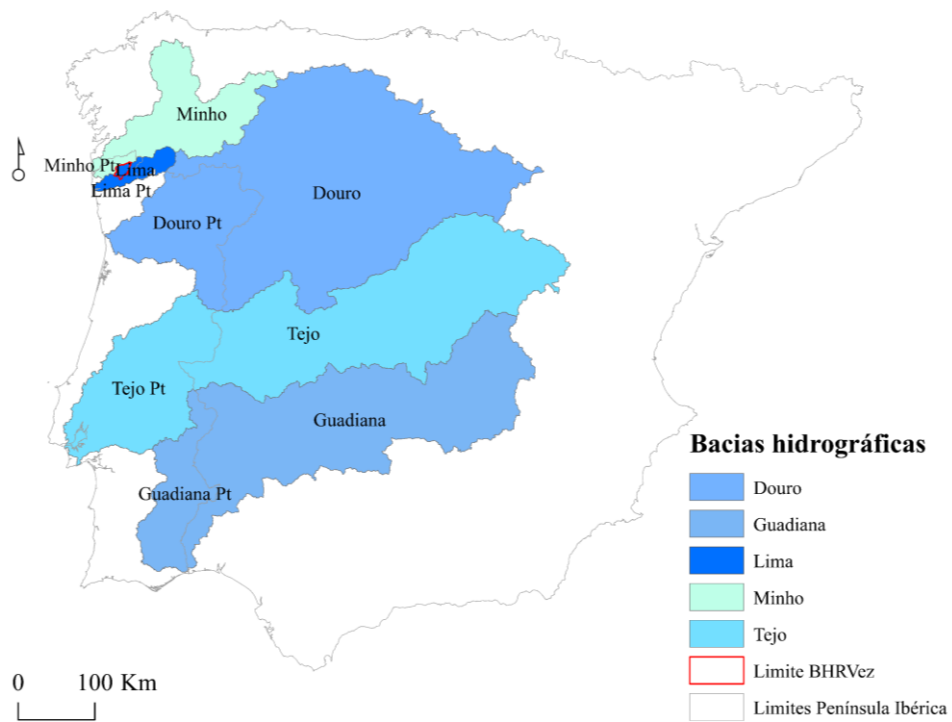


Figura 4.1 - Localização geográfica da BHRVez no contexto da Península Ibérica extraído em ambiente ArcMap, limites da Península Ibérica (disponível em <http://www.hidrografico.pt/>; e limites da BHRVez (Carta Militar de Portugal, IGeoE, 1996, 1997); bacias hidrográficas em <http://snirh.apambiente.pt>.

Tabela 4.1 – Principais rios de Portugal Continental (SNIRH, 2017).

BH	Comp. do rio principal (km)	Comp. rio princ. em Espanha (km)	Área total (km²)	Área em Espanha (km²)	Declive médio (%)	Q médio anual (m³/s)	P média anual (mm)	Densidade pop. (hab/km²)	Região
Alviela	51,2	0,0	329,0	0,0	9,3	3,8	805,0	170,0	Centro
Arade	66,3	0,0	980,0	0,9	15,4	*	691,0	68,9	Sul
Ave	90,9	0,0	1388,0	0,0	13,0	30,6	1522,0	480,5	Norte
Cávado	122,0	0,0	1588,0	0,0	18,1	70,5	1637,0	161,9	Norte
Douro	927,0	597,0	97667,0	79422,0	9,4	903,0	908,0	90,7	Norte
Guadiana	720,0	450,0	67254,0	55200,0	6,6	90,9	597,0	18,8	Sul
Isna	45,5	0,0	305,0	0,0	15,7	*	886,0	26,0	Centro
Lima	135,0	68,0	2518,0	1325,0	16,5	63,6	1780,0	108,5	Norte
Lis	39,5	0,0	850,0	0,0	9,6	2,7	855,0	187,1	Centro
Minho	376,0	297,9	17100,0	15180,0	19,6	294,2	1708,0	85,6	Norte
Mira	123,5	0,0	1575,3	0,0	10,4	2,9	668,0	14,6	Sul
Mondego	229,3	0,0	6653,0	0,0	14,2	80,3	1132,0	94,9	Centro
Nabão	61,5	0,0	1053,0	0,0	9,25	11,6	967,0	91,5	Centro
Sado	176,0	0,0	7734,0	0,0	4,0	8,7	669,0	35,9	Sul
Sorraia	155,0	0,0	7730,0	0,0	4,5	*	688,0	20,5	Centro-Sul
Tâmega	184,0	24,0	3310,0	673,0	17,4	70,3	1336,0	92,7	Centro
Tejo	891,0	660,0	80906,0	55000,0	9,9	315,2	799,0	124,9	Centro
Vouga	143,3	0,0	3632,0	0,0	10,7	32,3	1501,0	176,4	Norte
Zêzere	248,0	0,0	5062,0	0,0	16,4	42,0	1089,0	54,8	Norte-Centro

*Dados indisponíveis. Q – Caudal. P – Precipitação. Pop. – População.

O rio Vez é o principal afluente do rio Lima em Portugal e pertence à Região Hidrográfica 1 (RH1) com uma área da bacia hidrográfica de 24 0397,19 km², conforme o Decreto-Lei n.º 347/2007 de 19 de outubro (Figura 4.2). Fica situado na margem direita e conflui ligeiramente a jusante de Ponte da Barca.

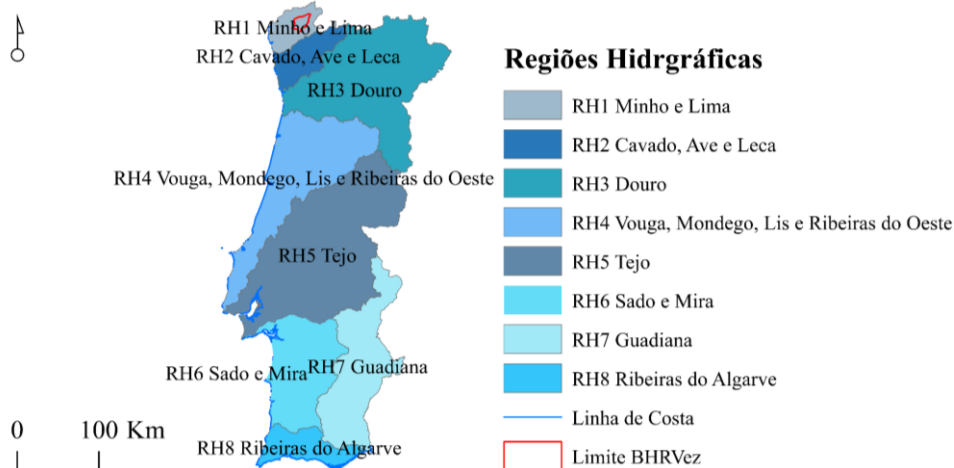


Figura 4.2 - Enquadramento geral da BHRVez: regiões hidrográficas (RH) portuguesas (disponível em <http://mapas.dgterritorio.pt/>; Carta Militar de Portugal, IGeoE, 1996, 1997).

A densidade populacional da BHR Lima é uma das mais elevadas, se comparada com os restantes rios internacionais em território Português, contando com 108,7 habitantes/km². A título de exemplo podem citar-se as algumas bacias hidrográficas de rios internacionais em território nacional como a do rio Minho com 85,6 habitantes/km² (RH1), a do rio Douro com 90,7 habitantes/km² (RH3), a do rio Tejo com 124,9 habitantes/km² (RH5) e a do rio Guadiana com 18,8 habitantes/km² (RH7) (valores obtidos em <http://snirh.apambiente.pt>).

Comparando a densidade populacional de algumas das bacias hidrográficas exclusivamente portuguesas localizadas na região Norte, verifica-se que a do rio Ave (RH2) é densamente povoada com 480,5 habitantes/km², e com menores densidades a do rio Vouga com 176,4 habitantes/km² e a do rio Cávado com 161,9 habitantes/km², respetivamente a mais baixa.

As bacias hidrográficas que apresentaram uma precipitação média anual mais elevada foram as localizadas a Noroeste de Portugal: as da RH1 - Minho (1 708,9 mm), Lima (1

780,0 mm) e as da RH2 – Cávado (1 637,0 mm), Ave (1 522,0 mm). A Nordeste, a bacia hidrografia do rio Douro com uma precipitação média anual de 908,0 mm (Tabela 4.1).

A BHRLima caracteriza-se por estar inserida numa região de elevada pluviosidade (Figura 4.3), com uma precipitação média anual que oscila entre os 1 300 mm e os 4 200 mm (Costa et al., 2017). Comparativamente, a região do Porto apresenta uma precipitação total anual dos valores mensais médios de 1 215,3 mm; Coimbra 966,96 mm e Lisboa 705,1 mm (Lencastre & Franco, 2010).

O Norte de Portugal se caracteriza por uma forte heterogeneidade espacial na precipitação média anual, oscilando entre os 500 mm, no Vale do Douro, e os 3 500 mm nas Montanhas Peneda-Gerês (Santos et al., 2018). Segundo os mesmos investigadores, o clima na região Noroeste é influenciado pelo Oceano Atlântico enquanto o Nordeste recebe influencia continental.

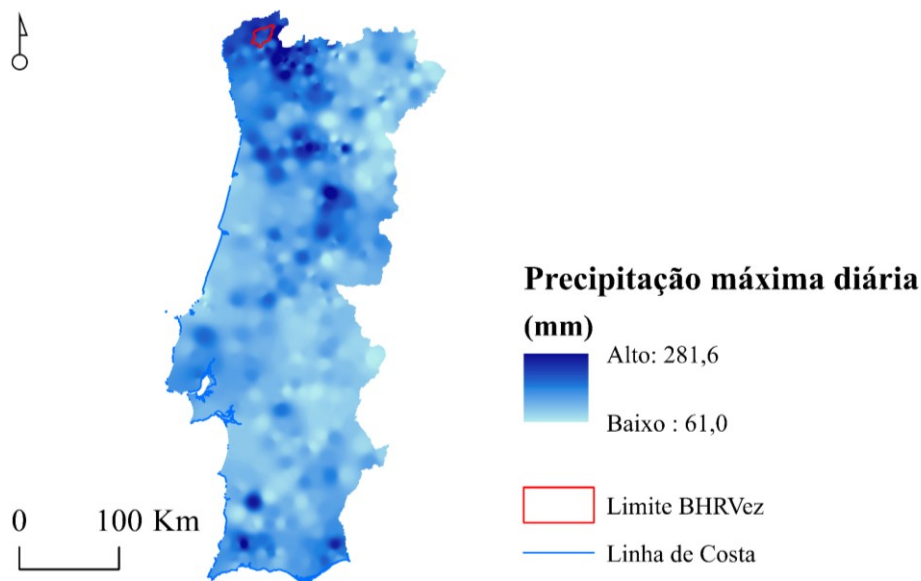


Figura 4.3 - Enquadramento geral: precipitação máxima diária (mm) para o período compreendido entre 1897/98 e 1994/95 (MDT, SNIRH; Carta Militar de Portugal, IGeoE, 1996, 1997).

Com base em Hipólito & Vaz (2013) o escoamento médio anual distribuído por regiões hidrográficas em Portugal (34 km³/a acrescidos pelos 43 km³/a provenientes das bacias hidrográficas ibéricas) diminui de Norte para Sul, com valores mais elevados no Norte (15,9 km³/a) e valores mais baixos no Algarve (0,8 km³/a).

A BHRLima apresenta o caudal médio anual mais baixo comparativamente aos restantes rios ibéricos em território Português (Tabela 4.1). A BHRLima caracteriza-se por um escoamento perene e padrões de drenagem dendrítica em alguns setores (Alonso et al., 2014). Apresenta um caudal médio anual de 63,6 m³/s. Ainda relativamente à BHRima, representam-se alguns parâmetros na Tabela 4.2.

Tabela 4.2 – Parâmetros gerais da BHRLima em território nacional (Azevedo, 2010).

Variáveis	Parâmetros	Unidades (SI)	Observações
Área (A)	1172,2	km ²	
Perímetro (P)	241,3	km	
Largura média (B)	18,1	km	
Comprimento máximo da bacia (L)	64,7	km	
Coefficiente de compacidade (K_c)	2,0	Adim.	Bacia hidrográfica alongada compacta.
Fator forma de Horton (K_f)	0,3	Adim.	Alta tendência a cheias.
Densidade de drenagem (Dd)	3,8	km/km ²	Bem drenada.
Declive médio (Dm)	28,3	%	
Altitude máxima (Am)	1416,0	m	
Altitude média (Z)	447,0	m	

Restringindo a escala e aproximando a análise à BHRVez podemos considerar como exemplos quatro bacias hidrográficas dos rios Este, com 244 km², Corgo, 469 km², Távora, 533 km² e Vez, 263 km² (Santos, 2015). Valores altos de fator forma de Horton (K_f) revelam uma maior tendência para as cheias. O contrário, uma menor tendência a estes eventos, é refletido por valores de coeficiente de compacidade (K_c) mais baixos. A bacia hidrográfica do Corgo, comparativamente às restantes, é aquela que apresenta uma maior tendência para os eventos a cheias (Tabela 4.3). Contudo, comparando o rio Corgo com o rio Vez, os valores de K_f e K_c são muito próximos. Podemos ainda compará-los com a BHRLima constatando uma maior propensão às cheias ($K_f = 0,2$) relativamente às restantes.

Comparando outros parâmetros como a densidade de drenagem (Dd) e a densidade de Horton (Dh), para as quatro primeiras bacias hidrográficas da Tabela 4.3, verifica-se que os rios Corgo e Távora apresentaram valores mais elevados comparativamente aos restantes (rio Corgo a: Dd = 3,8 e Dh = 8,7; rio Távora: Dd = 4,2 e Dh = 8,4). Portanto, para densidades de drenagem inferiores a 3,5 km/km² considera-se baixa, podendo variar

entre 0,5, drenagem pobre e 3,5 km/km², bem drenada (Alonso et al., 2014; Cardoso et al., 2006; Teodoro et al., 2007). Quanto à densidade de Horton (Dh), esta fornece indicadores relativos à eficiência da drenagem natural das bacias, sendo estas tanto mais bem drenadas quanto maior for o seu valor, estando, porém mais sujeitas às cheias (Ferreira, 2011). Pegando no exemplo referido, das quatro bacias hidrográficas, obtém-se uma Dh baixa para o rio Este, com 4,2 de cursos de água/km² e uma Dh elevada para o rio Corgo, com 8,7 cursos de água/km².

Para além de outros fatores, como o exemplo da área total, este é um dos que justifica a menor tendência às cheias das bacias hidrográficas. No entanto, estes mesmos rios, Távora e Corgo, são os que apresentam um maior coeficiente de torrencialidade (Ct). A altura máxima (Amáx) e o tempo de concentração (tc) são outros indicadores/parâmetros a ter em conta, permitindo verificar que a maior altura corresponde um menor tempo de concentração. Veja-se o exemplo do rio Vez, com Amáx de 1 410 m e Tc de 9,64 h.

Podemos ainda comparar a rede de drenagem de várias bacias hidrográficas. Se considerarmos a ordem segundo Strahler (1957) e a magnitude de Shreve (1966) e compararmos com outros rios Portugueses, nomeadamente da Área Metropolitana de Lisboa (AML) ou da região hidrográfica RH5 (Tejo), podemos constatar que esta apresenta uma ordem mínima de Strahler 4 e uma magnitude mínima de Shreve de 48 segmentos, como a bacia hidrográfica Caparide com área de 20,5 km² (Leal, 2011). Leal obteve para a mesma área um valor máximo da ordem de Strahler de 7 com uma densidade de Shreve de 1 411 para a bacia hidrográfica de Trancão com área de 104,7 km². No entanto, as duas bacias hidrográficas apresentam valores de densidade de Horton de 2,9 km/km², a de Caparide e 3,3 km/km² a de Trancão, isto é, ambas bem drenadas. É importante não esquecer que a precipitação da AML apresenta contrastes significativos a nível dos valores anuais, podendo atingir valores médios entre 600,0 mm e 1 000,0 mm (Leal, 2011; Pereira, 2009).

A torrencialidade de uma bacia será tanto maior quanto mais elevado for o valor do índice (Ferreira, 2011). Os rios são torrenciais quando a sua água não tem volume constante (Branco, 1947). Retomando os exemplos das 4 bacias hidrográficas relativaente ao índice de torrencialidade (Ct) (Tabela 4.3), os valores mais elevados registam-se nas bacias

hidrográficas do Corgo e do Távora, as mesmas que apresentaram maiores valores de densidade (Dd e Dh).

O índice de rugosidade (I_r) entre as bacias hidrográficas varia consideravelmente - resultado das diferenças na amplitude altimétrica (D) – apresentando valores mais elevados para o rio Vez ($D = 1\,401\text{ m}$; $I_r = 5\,201,8$), o que nos permite afirmar com Hott, Furtado & Ribeiro (2007), que este facto não estará relacionado de forma direta com a área específica de cada bacia. O I_r é tanto maior quanto mais acidentada for uma bacia e mais dissecada estiver pela erosão fluvial (Ferreira, 2011). O tempo de concentração (t_c) mais elevado registou-se na bacia hidrográfica do rio Távora, com uma maior área e comprimento ($A = 533,1\text{ km}^2$ e $L = 72,5\text{ km}$) e o mínimo na de Alpiatre ($A = 17,3\text{ km}^2$ e $L = 7,5\text{ km}$). No entanto, existem outros fatores que também influenciam o parâmetro (t_c), como o declive, a cobertura vegetal ou as características pedológicas e geológicas (Lencastre & Franco, 2010).

Quanto ao coeficiente orográfico (C_o), todas as bacias hidrográficas apontam para um relevo acentuado (Lencastre & Franco, 2010). Santos (2015) comparou o C_o com o declive médio do canal principal (D_c) e verificou que a BHRVez apresenta os valores mais elevados, com $C_o = 1\,024,8$ e $D_c = 33,9\text{ m/km}$.

A relação relevo (R_r) é um indicador da inclinação da bacia, que influencia a velocidade do escoamento (Ferreira, 2011) ao estabelecer a relação entre a diferença de altitudes (máxima e mínima) e o comprimento total do canal principal (Alves & Castro, 2003). De acordo com Ferreira (2011), quanto maior for a relação relevo de uma bacia hidrográfica, mais rápida será a chegada das águas à sua confluência. O relevo pode atuar como atenuante de caudais máximos de cheia (Ramos & Reis, 2001), refletindo algumas propriedades do terreno, como a infiltração e o escoamento das águas da chuva (Pissarra et al., 2004).

Tabela 4.3 – Parâmetros para alguns exemplos de bacias hidrográficas de pequena a média dimensões (Santos, 2015; Ferreira, 2011; Leal, 2011).

Variáveis / parâmetros	Este	Corgo	Távora	Vez	Arunca Limite Norte do Concelho	Arunca Norte do Perímetro Urbano	Arunca Sul do Perímetro Urbano	Anços	Carnide	Ribeira O. Galegas	Ribeira Valmar	Ribeira do Vale	Ribeira do Travasso	Ribeira Degolaçô	Barcarena	Caparide	Colares	Jamor	Laje	Vinhas	Alpriate	Fanhões	Loures	Póvoa	Trancão (Sub-bacia)	Trancão (Bacia)	Unidades (SI)	
Área (A)	243,9	468,6	533,1	262,8	308,7	179,6	129,1	63,0	156,7	4,5	51,9	10,2	4,1	6,6	34,5	20,5	50,4	43,8	41,7	27,7	17,3	25,6	81,3	45,2	104,7	290,8	km ²	
Perímetro (Per)	146,3	176,4	211,5	122,5	81,5	57,0	53,0	29,5	54,5	11,7	31,5	17,0	14,0	12,5	42,9	28,5	33,4	39,3	39,7	30,2	19,7	24,4	55,1	36,1	66,1	95,0	km	
Comp. Curso de água principal (L)	55,5	54,5	72,5	41,4	33,0	22,0	19,5	7,0	22,0	5,6	15,0	8,4	6,7	5,3	19,2	12,5	15,4	16,3	17,5	11,6	8,6	8,7	21,5	14,4	27,6	33,5	km	
Comprimento da bacia (Lb)	55,5	54,5	72,5	41,4	30,0	19,5	17,0	10,0	23,0	4,8	11,0	6,4	6,3	7,1	14,5	11,0	10,0	13,9	13,2	9,3	7,5	6,7	14,4	9,2	15,9	20,3	km	
Fator Forma de Horton (Kf)	0,1	0,2	0,1	0,2	0,3	0,5	0,4	0,6	0,3	0,2	0,4	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,5	0,2	0,2	0,3	0,3	0,6	0,4	0,5	0,4	0,7	adm.	
Índice de Compacidade Gravelius (Kc)	2,6	2,3	2,6	2,1	1,3	1,2	1,3	1,0	1,2	1,5	1,2	1,5	2,0	1,4	2,0	1,8	1,3	1,7	1,7	1,6	1,3	1,4	1,7	1,5	1,8	1,6	adm.	
Índice de circularidade de Miller (Ic)	0,1	0,2	0,2	0,2	0,6	0,7	0,6	0,9	0,7	0,4	0,7	0,4	0,3	0,5	0,2	0,3	0,6	0,4	0,3	0,4	0,6	0,5	0,3	0,4	0,3	0,4	adm.	
Índice de alongamento de Schumm (Ia)	0,3	0,5	0,4	0,4	0,7	0,8	0,8	0,9	0,6	0,5	0,7	0,6	0,4	0,4	0,5	0,5	0,8	0,5	0,6	0,6	0,6	0,9	0,7	0,8	0,7	1,0	adm.	
Hierarquia Strahler	6	7	8	6	5			4	4	3	4	3	2	2	4	4	5	5	4	5	4	4	6	4	6	7	ordem	
Magnitude Shreve	1188,0	2478,0	3563,0	1329,0	1295,0	1080,0	950,0	187,0	902,0	72,0	202,0	76,0	9,0	9,0	139,0	48,0	211,0	188,0	136,0	182,0	55,0	61,0	380,0	142,0	748,0	1411,0	n.º seg.	
Comp. Total dos cursos de água (CL)	861,6	1755,7	2241,9	974,9	916,5	618,5	555,0	161,0	570,5	18,0	129,0	57,5	10,9	11,3	97,5	59,3	165,8	128,8	115,3	106,9	56,6	65,7	251,1	115,1	428,8	949,4	km	
Densidade de drenagem (Dd)	3,5	3,8	4,2	3,7	3,0	3,4	4,3	2,6	3,6	1,1	2,5	5,7	2,7	1,7	2,8	2,9	3,3	2,9	2,8	3,9	3,3	2,6	3,1	2,5	4,1	3,3	km/km ²	
Densidade Hídrica de Horton (Dh)	4,3	8,7	8,4	4,4	4,2	6,0	7,4	3,0	5,8	5,6	3,9	7,5	2,2	1,4	4,0	2,3	4,2	4,3	3,3	6,7	3,2	2,4	4,7	3,1	7,1	4,9	n.º c/km ²	
Coefficiente de torrencialidade (Ct)	15,1	32,5	35,3	16,3	12,4	20,7	31,6	7,5	20,9	5,8	9,7	42,0	5,9	2,3	11,4	6,8	13,8	12,6	9,0	26,2	10,4	6,1	14,4	8,0	29,3	15,8	adm.	
Altitude Mínima (A _{mín})	6	49	80	8	19	55	68	25	38	58	68	62	67	59	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	m	
Altitude Máxima (A _{máx})	570,0	1416,0	1000,0	1410,0	342	342	342	440	198	360	302	276	175	160	328	528	528	343	262	528	351	409	431	353	442	442	m	
Altitude Média (Z)	152,3	655,2	6706,5	526,9											157	144	156	172	125	172	104	154	202	117	203	172	m	
Altura média (AH)	146,3	606,2	626,5	518,9											157	144	156	172	125	172	104	154	202	117	203	172	m	
Amplitude altimétrica (D)	564,0	1367,0	920,0	1401,0	323	287	274	415	160	302	234	214	108	101	328	528	528	343	262	528	351	408	431	351	442	442	m	
Coefficiente de massividade (Cm)	0,6	1,3	1,2	2,0											4,55	7,02	3,10	3,93	3,00	6,21	6,01	6,02	2,48	2,59	1,94	0,59	adm.	
Coefficiente orográfico (Co)	87,8	784,2	736,3	1024,8											714	1012	483	675	374	1085	626	915	502	285	394	101	adm.	
Índice de rugosidade (Ir)	1992,7	5122,4	3868,9	5201,8	956,0	988,1	1177,7	933,7	582,4	317,1	685,8	453,7	48,9	67,3	925,0	1526,0	1732,0	1008,0	523,0	2059,0	1151,0	1049,0	1331,0	870,0	1812,0	1437,0	adm.	
Relação Relevo (Rr)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,4	0,1	0,1	0,3	0,4	0,2	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	adm.
Índice de declive de Roche (IdR)	17,1	35,7	19,4	54,1	10,6	15,1	13,7		8,4	64,4	21,2	30,4	17,0	20,5	16,7	42,0	41,4	20,2	15,1	40,7	46,3	43,1	17,9	23,7	15,0	11,0	m/km	
Declive médio canal principal (Dc)	10,2	25,1	12,7	33,9	1,0	1,3	1,4	5,9	0,7	1,6	2,6	3,3	1,0	0,9	15,1	18,4	16,2	18,8	14,3	32,8	32,7	27,6	17,2	16,7	10,5	8,7	m/km	
Tempo de concentração (tc)	15,2	12,6	17,1	9,6	10,4	7,1	6,3	2,2	8,2	3,2	3,1	2,2	3,0	2,4	3,4	2,3	2,6	3,3	3,4	2,3	2,0	2,1	4,6	2,3	5,1	13,4	h/min.	

Unidades no Sistema Internacional (SI), n.º seg – número de segmentos; n.º c/km² - número de cursos de água por quilómetro quadrado; adm - adimensional.

No que diz respeito às bacias hidrográficas, para além das características geométricas, de drenagem e de relevo, as barragens constituem outro dos fatores que influenciam as cheias. Durante a década de 1990 foram construídas na BHRLima duas barragens: Alto Lindoso (1992) – com uma capacidade de 379 a 109 m³ - e Touvedo (1993) – com uma capacidade de 15,5 a 106 m³ - segundo mostra a Figura 4.4. Ambas fazem parte do conjunto das 236 albufeiras portuguesas, de acordo com a informação disponível em <http://snirh.pt>. Estas construções para além da produção de energia elétrica, contribuem para a regularização das cheias na BHRLima.

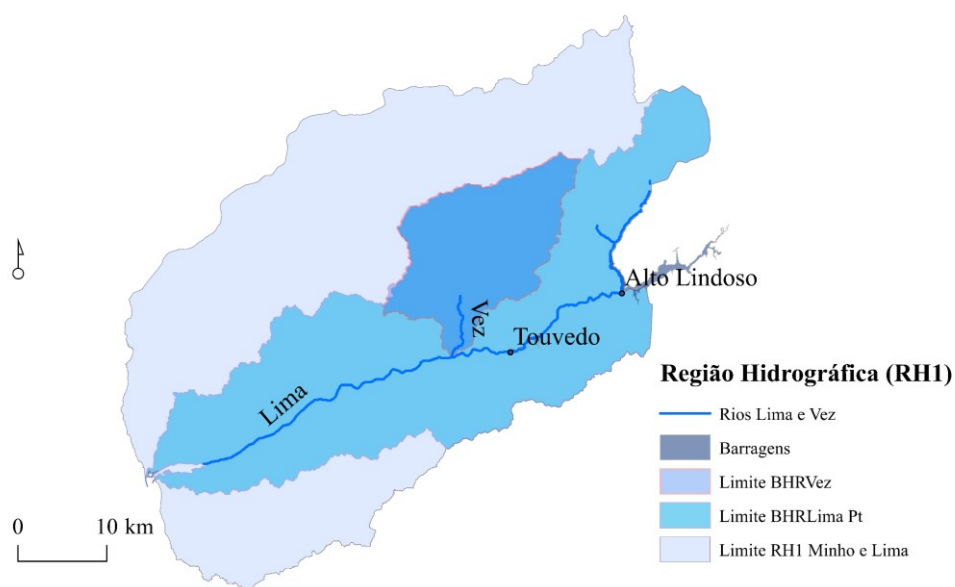


Figura 4.4 - Enquadramento da BHRVez na RH1. Fonte: <http://snig.dgterritorio.pt>; Carta Militar de Portugal, IGeoE, 1996, 1997.

A distribuição de marcas de cheia inventariadas e georreferenciadas pela Autoridade Nacional de Proteção Civil (ANPC) conta, em Portugal Continental, com 401 registos, entre 1909 a 2001. O SNIRH por sua vez totaliza 211 para o mesmo período temporal (obtido do Atlas do Ambiente, disponível em www.apambiente.pt/).

Na BHRLima podem ser encontradas várias marcas de cheias. Segundo a ANPC contabilizam-se 7, e segundo o SNIRH registam-se 10 (uma das marca desapareceu em 1992).

Na BHRLima, segundo os dados obtidos da ANPC, SNIRH, Instituto Geográfico e Ordenamento do Território, Centro de Estudos Geográfico, Universidade de Lisboa

[IGOT-CEG, UL]: *Disaster*, tiveram lugar 41 ocorrências em 35 eventos de cheia, para o período temporal entre 1900 e 2010, a primeira aconteceu em 1909 e a última 2001.

Já no caso da BHRVez (Figura 4.6) existem algumas marcas de eventos locais de cheias (Figura 4.5 a e b com ampliação, fazendo parte dos pontos da Figura 4.6). Marcas de cheia mais populares, as localizadas na Valeta, datadas nos dias 14 e 15 de outubro de 1987 e nos dias 21 e 22 de setembro de 1999 (Figura 4.5 a e b). Ainda com registos localizados em Frades/Portela, Valeta/Arcos de Valdevez São Salvador (Tabela 4.4).

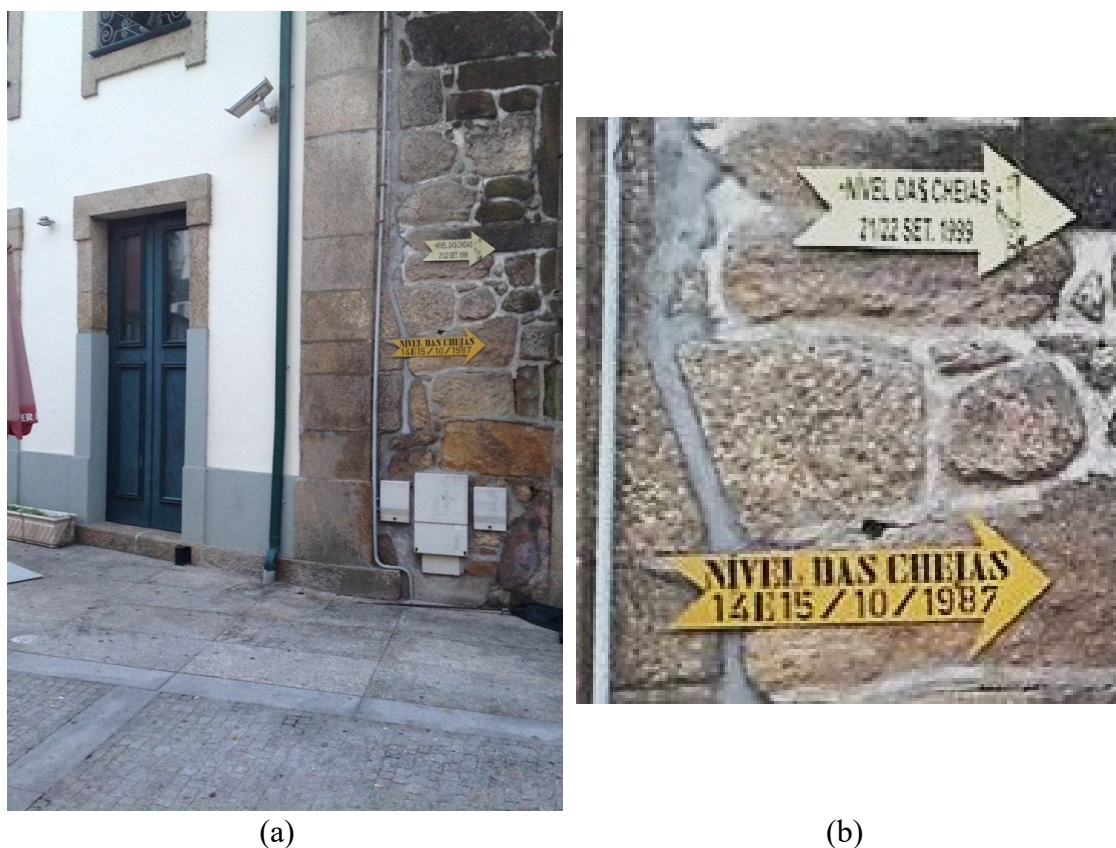


Figura 4.5 – Marcas físicos de duas cheias na Valeta, com nível superior das cheias de dia 21/22 de setembro de 1999 e a placa com nível inferior das cheias de 24/25 de outubro de 1987 (fotografia tirada em 2014).

As marcas têm sido objeto de interesse por parte de investigadores de forma a poder dimensionar modelos hidrogeomorfológicos de limites máximos atingidos pelas cheias em diversos locais do nosso País. Alguns exemplos relevantes para o caso português (Cunha et al., 2012; Gomes & Costa, 2004; Isidoro et al., 2010; Vieira & Costa, 2017) utilizaram registos da ANPC e informação extraída da imprensa periódica. A Carta de Inundação e Risco de Cheia em Cenários de Alterações Climáticas (CIRAC) foi elaborada

em 2014 e aceite pela Associação Portuguesa de Seguradoras (APS) como documento de referência na análise do risco de cheias com índice de vulnerabilidade nacional conhecido.

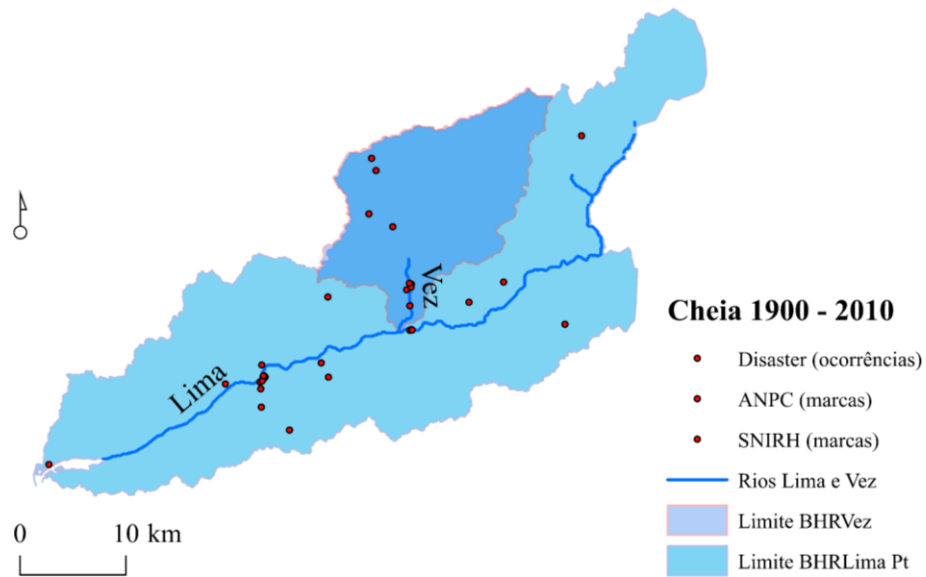


Figura 4.6 – Enquadramento da BHRVez na RH1: distribuição de marcas de eventos extremos registados no SNPC e no SNIRH: obtido em <http://snirh.apambiente.pt>; IGOT-CEG, UL/*Disaster*, 1965/2010: <http://riskam.ul.pt/disaster/>; Carta Militar de Portugal, IGeoE, 1996, 1997).

Tabela 4.4 – Identificação das localidades com registos de cheias nas BHRLima (SNIRH, SNPC; IGOT-CEG, UL/*Disaster* (1900/2010).

Organismos	Localidades	Ano	Ocorrências (n.º)
ANPC	Entre-os-Rios	1962	1
	Ponte da Barca	1987	1
	Ponte da Barca	1996	1
	Arcos de Valdevez (Salvador)	1989	1
	Arcos de Valdevez (Salvador)	1995	1
	Arcos de Valdevez (Salvador)	1997	1
	Vale/Arcos de Valdevez	1995	1
	Ponte de Lima	1909	1
	Ponte de Lima	1985	1
	Ponte de Lima	1987	1
	Ponte de Lima	2001	1
	Viana do Castelo	2000	1
	Arcos de Valdevez	2000	1
	Bertiandos/Ponte de Lima	até 1992	1
	Frades/Portela/Arcos de Valdevez	2000	1
	Portela/Arcos de Valdevez	2000	1
SNIRH	Ponte de Lima, Caudal máximo histórico	sem/data	1
	Ponte de Lima - parede da muralha (2); Arcos de Valdevez - casa no Largo da Valeta (1) *	1987	3
	Ponte de Lima - parede da muralha	1909	1
	Ponte da Barca - casa imediatamente a montante da ponte	1909	1
	Arcos de Valdevez - Largo da Valeta	1999	1
IGOT-CEG, UL: <i>Disaster</i>	Miranda	1921	1
	Rebordões (Souto); Feitosa; Gemieira; Gondufe	1939	4
	Feitosa	1944	1
	Ponte de Lima	1909	1
	Sabadim	1936	1
	Gavieira	1947	1
	Ponte de Lima	1978	1
	Ponte de Lima	2001	1
	Ermelo; Arcos de Valdevez (S. Salvador)	1929	2
	Ponte de Lima	1962	1
	Guilhadeses	1981	1
	Ponte de Lima	1968	1
	Arcozelo	1909	1
	São Cosme e São Damião	1989	1

*Distribuição das ocorrências.

A galeria ripícola é um dos fatores atenuantes das cheias, encontrando o nível de proteção em casos de cheias, mediante a interação da vegetação com o solo e com a própria água.

Além disso, contribui para a manutenção dos ecossistemas fluviais e para a qualidade ambiental (Ceolin, 2010). Ainda, segundo o mesmo investigador, a galeria ripícola faz parte do contorno do canal em que a intervenção humana deve ser evitada. Observando a Figura 4.7, podemos constatar a existência de uma área ripícola na BHRLima de 1,02 km² (obtido em <http://snirh.pt>).

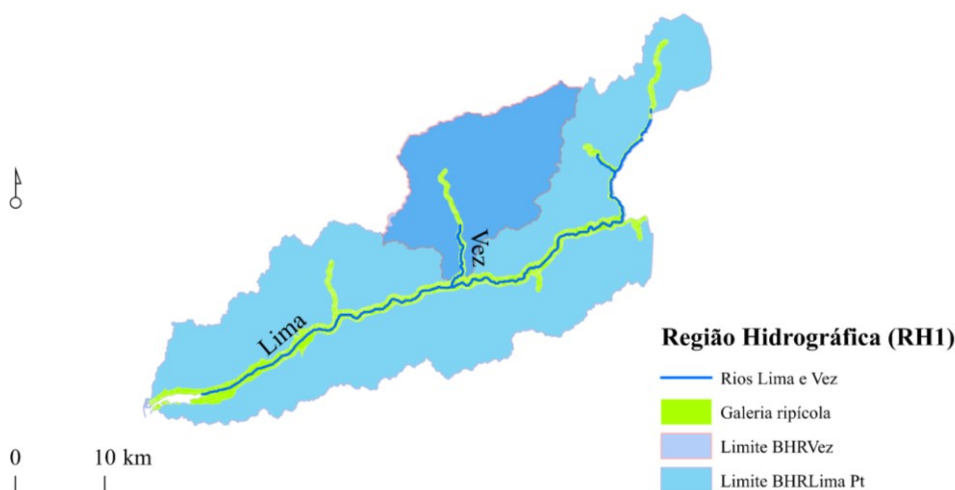


Figura 4.7 – Enquadramento da BHRVez: galeria ripícola, obtido em <http://snirh.pt>.

4.2 Base física do território na BHRVez

A BHRVez tem uma área 263 km², o que corresponde a 10 % da BHRLima. Trata-se duma bacia hidrográfica arredondada (SNIRH, 2014), cujo curso principal de água é o rio Vez, um curso de água perene, sem barragens no seu percurso. O rio Vez nasce na Serra da Peneda, acima de 1 300 m de altitude, percorre uma fratura de alinhamento Norte-Sul perpendicular ao rio Lima até aos 15 m de altitude onde desagua.

A BHRVez está entre seis concelhos (Figura 4.8) do distrito de Viana do Castelo, região Norte e sub-região do Minho-Lima. Ocupa cerca de 59 % do Concelho de Arcos de Valdevez (a área total deste concelho é de 44 759,64 ha).



Figura 4.8 – Concelhos ocupados pela BHRVez (Carta Militar de Portugal - IGeoE, 1996, 1997; CAOP, 2014).

A BHRVez tem 94 % no Concelho de Arcos de Valdevez e os restantes 6 % nos restantes (Tabela 4.5).

Tabela 4.5 – BHRvez: área ocupada em cada concelho (IGeoE, 1996, 1997; CAOP, 2014).

Concelhos	Área (Km ²)
Arcos de Valdevez	247,16
Melgaço	8,63
Monção	6,31
Paredes de Coura	0,91
Ponte da Barca	0,00
Ponte de Lima	0,01
Total	263,03

Segundo os dados do Instituto Nacional de Estatística (INE), em 1801 o Concelho de Arcos de Valdevez, estava constituído por 52 freguesias. A partir de 1849 desapareceram os registos relativos à Freguesia de Vilar do Monte, como pertencendo a Arcos de Valdevez, passando então a ter 51 freguesias, cifra que se manteve até à reestruturação administrativa em 2013. Após a união de algumas das freguesias, conforme podemos constatar na Carta Administrativa Oficial Portuguesa [CAOP, 2013] (“...obrigação de

reorganização administrativa do território das freguesias constante da Lei n.º 22/2012, de 30 de maio”, Lei n.º 11 DR, 2013, p. 552) o Concelho ficou reduzido a 36 Freguesias/União de Freguesias, segundo informação obtida da DGT (2013). Contudo, o território da BHRVez compreende um total de 41 regiões político-administrativas (Figura 4.9).

As Freguesias/União de Freguesias (F/UF) que ocupam uma área maior são as de Cabreiro, com 41,68 km²; a de Gondoriz, com 33,8 km² e a de Sistelo, com 26 km², segundo os valores calculados e obtidos da fonte de dados da DGT. Todas elas são áreas montanhosas (Vieira, 2011). A área da BHRVez ocupa ainda, parcialmente, as freguesias de Gavieira e Soajo, partes do limite Este da bacia (Figura 4.9).

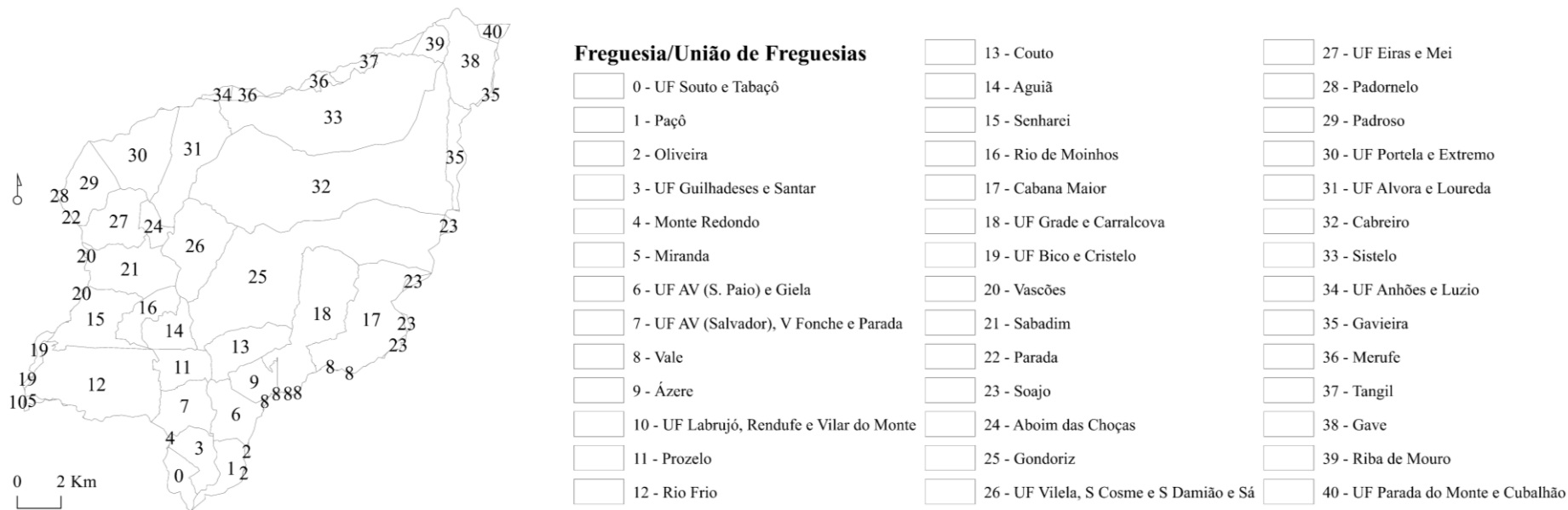


Figura 4.9 – Codificação e identificação das unidades político-administrativas da BHRVez: Freguesia/União de Freguesias (UF) (Carta Militar de Portugal, IGeoE, 1996, 1997; CAOP, 2014).

A BHRVez apresenta uma altitude máxima de 1 410 m (Figura 4.10). A área ocupada pela bacia nos concelhos limítrofes apresenta uma altitude elevada como na área de Melgaço, com um intervalo de declives mais baixo nos restantes concelhos. No limite da BHRVez, nas áreas ocupadas pelos restantes concelhos, localizam-se alguns afluentes do rio Vez com uma menor ramificação.

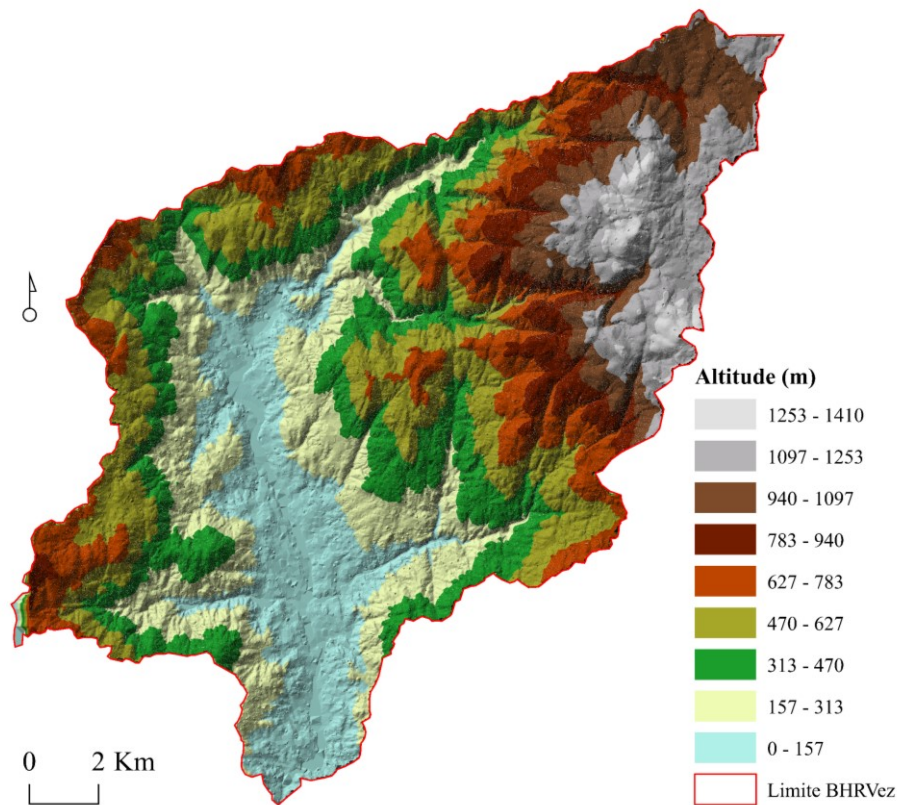


Figura 4.10 – Altitude da BHRVez (IGeoE, 1996, 1997).

A BHRVez tem um declive médio elevado (Figura 4.11), mais acentuado na parte montanhosa sendo que em 1 000 m de desnível percorre 15,6 km, desde a Serra da Peneda até Sistelo (PMDFCI, 2007).

O declive médio do leito é 35,5 m/km, obtido pela diferença entre as cotas máxima e mínima e o comprimento do rio [$D = (1\ 300 - 20) / 36$].

Os declives acima de 25 % formam 58 % da bacia hidrográfica (Carvalho-Santos et al., 2015). Para Santos (2015), o declive do canal principal do rio Vez é de 33,9 m/km, sendo nos declives mais elevados onde predominam os granitos (Santos, 2015). Junto

às linhas de água o declive é mais suave, embora, em seu redor, e à medida que a altitude aumenta em direção à montanha, a tendência seja para declives mais pronunciados (Bellu et al., 2016).

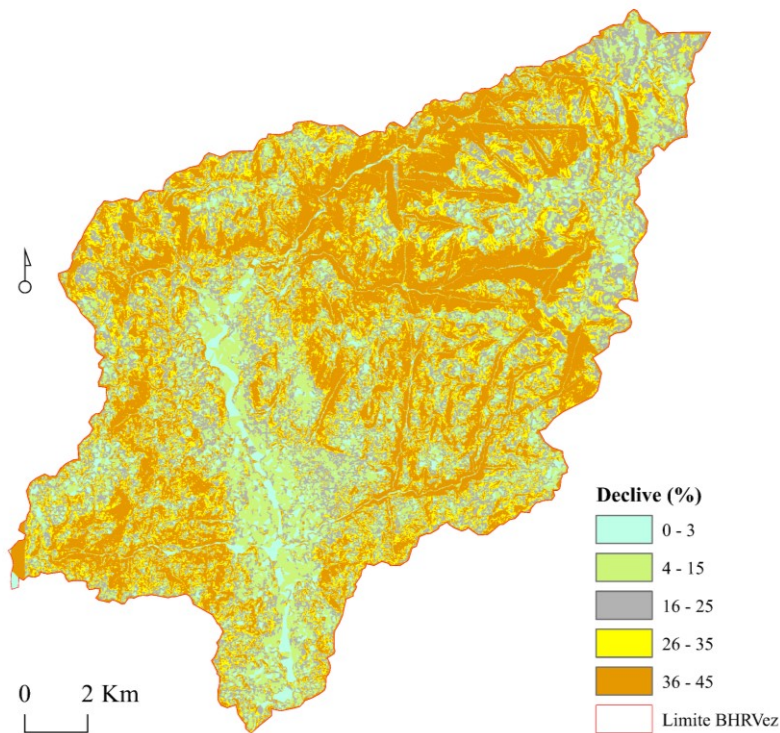


Figura 4.11 – Declive 3D (MDT, Carta Militar de Portugal, IGeoE, 1996, 1997).

Em termos geológicos a BHRVez está formada, essencialmente, por granitos hercínicos (90,3 %) de duas micas (Moreira & Simões, 1998), que contribuem de forma para alimentar o escoamento dos rios e para a maior ou menor permeabilidade do solo (Hipólito & Vaz, 2013). A geologia regional se caracteriza por granitos e alguns xistos (Carvalho-Santos et al., 2015). Uma grande percentagem da área ocupada por granitos de duas micas, indiferenciado, com pouca permeabilidade, contribui para um escoamento rápido do fluxo (Ferguson & Ashley, 2017), o caso do rio Vez que escoar em direção ao rio Lima.

A BHRVez está localizada numa região com topografia acidentada (Bellu et al., 2016). Com base na nota explicativa da Carta Geológica de Portugal e da Carta Geológica (2006) do Instituto Geográfico do Exército (IGeoE) à escala 1: 50 000 (1974), sabemos que a BHRVez está constituída, predominantemente por rochas graníticas, com granito

porfiroide de grão grosseiro (Cabral et al., 1992). Estes dados podem ser observados na Figura 4.12.

Os maciços fraturados são geralmente caracterizados por um número limitado de rochas, principalmente granitóides, com pequenos afloramentos de metassedimentos distribuídos ao longo das cabeceiras do Noroeste (Bellu et al., 2016). Os mesmos investigadores fazem questão de salientar as extensas faixas de rochas metassedimentares que se desenvolvem na parte ocidental.

Os solos são predominantemente de origem granítica (rochas magmáticas intrusivas), sendo visíveis afloramentos rochosos, de acordo com a Carta Geológica de Portugal (IGeoE, 2006). Tendo em conta a natureza física do terreno granítico grosseiro a percentagem de água é aproximadamente 0,37 % (Branco, 1947). O caráter impermeável das rochas propicia a rápida reação do fluxo (Ferguson & Ashley, 2017). O substrato é impermeável (Bellu et al., 2016; Branco, 1947).

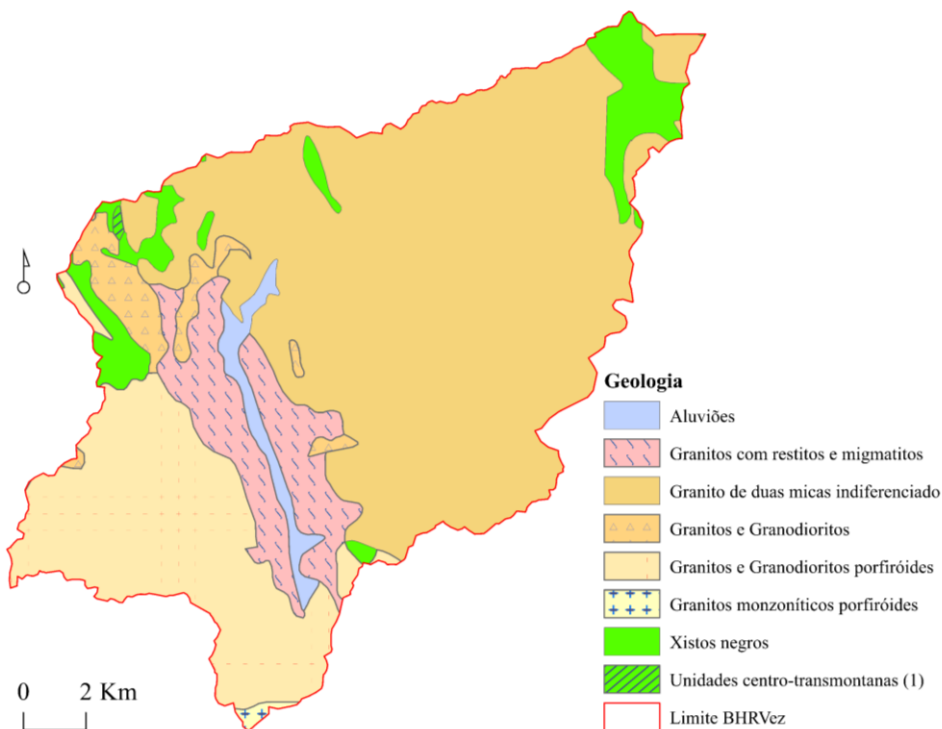


Figura 4.12 – Litologia geral com base na Carta Geológica de Portugal (IGM, 1995), (1) significa complexo vulcano-sedimentar: calcários, xistos de borra de vinho, vulcanitos ácidos e básicos.

Nos canais do rio onde este tem maior velocidade devido à relação largura/profundidade do canal reflete-se na dimensão das aluviões (Oliveira & Alves, 2014). “As aluviões do Rio Vez ocultam uma falha que se encontra ao longo do seu percurso, com uma orientação aproximada de Norte/Sul, desde o limite Sudeste da área de estudo até às proximidades da Freguesia do Couto, onde assume uma direção Nor-noroeste/Sul-sudeste” (Pereira, 2009: p. 272). A rede de drenagem representa um acentuado encaixe, com as vertentes íngremes (Neves, 2002).

No alto do vale do rio Vez e na Serra da Peneda existem depósitos de origem glacial como moreias, blocos erráticos e outros depósitos da mesma origem (Ferreira et al., 2000). Segundo estes investigadores, o gelo ter-se-á acumulado de forma mais significativa na área aplanada que se desenvolve no alto do vale do rio Vez, entre os 1 000 e os 1 150 m de altitude. Referem ainda a existência de inúmeras moreias laterais, representativas dos sucessivos períodos de glaciação (Pedrosa & Martins, 2011).

“Os solos atuam na fase terrestre do ciclo hidrológico como reservatórios de regulação, controlando a alimentação dos aquíferos e atrasando a descida das águas que neles penetram e, portanto, amortecendo o caudal drenado superficialmente” (Hipólito & Vaz, 2013: p. 241). Consequentemente, o solo contém essencialmente cambissolos húmicos (Cardoso, *et al*, 1971; Atlas do Ambiente, 1971) associados a rochas eruptivas, e em menor percentagem, leptossolos associados a luvisolos xistos (Cardoso et al, 1971). Na BHRVez podemos distinguir cinco principais tipos de solo: regossolos húmicos, 67 %; leptossolos, 9 %, nos planaltos; antrossolos dístricos, 22 %, fluvisolos, 1 % e solo urbano, 0,56 %, nas planícies (Carvalho-Santos et al., 2015). De acordo com a classificação do Instituto da Conservação da Natureza [ICN] (1995), a área referida apresenta uma homogeneidade pedológica significativa.

A área da BHRVez apresenta evapotranspiração real elevada, comparativamente às restantes áreas do País, segundo os dados disponíveis em <http://snirh.apambiente.pt>. A evapotranspiração efetiva está diretamente influenciada pelo próprio solo da bacia hidrográfica, por fatores meteorológicos e pela vegetação, com culturas cujo albedo, por regra geral, é de 0,25 quando verdes, diminuindo com o efeito da secagem (Hipólito & Vaz, 2013; Lencastre & Franco, 2010).

4.3 Precipitação

A Organização Meteorológica Mundial (OMM) recomenda um período mínimo de 30 anos para efetuar as necessárias medições, de modo a obter dados mais fiáveis que possam ser representativos do sistema climático de uma determinada região. Deste modo, segundo Martins et al. (1992), existem condições para a obtenção de valores normalizados.

A determinação do período mínimo de medição de dados de precipitação constitui uma boa alternativa para a seleção de estações meteorológicas, como fornecedoras de dados para o estudo da precipitação (Martins et al, 1992).

Para a caracterização da precipitação intensa em determinado local recorre-se a estatísticas de séries de máximos anuais (Hipólito & Vaz, 2013). A precipitação é de vital importância, sendo uma variável primária na maioria dos modelos hidrológicos (Santos et al., 2005).

De acordo com Frei et al. (2006) a análise de extremos de precipitação é muitas das vezes efetuada tanto em estudos de âmbito regional como numa escala mais alargada, como por exemplo, para o Continente Europeu. Estes valores por serem indicadores de potenciais aumentos do risco de cheias, são de particular importância, especialmente, em prevenção ou mitigação das consequências desastrosas – sociais, ambientais e económicas (Voss et al., 2002).

Enquanto a maioria dos episódios de precipitação extrema do século XXI em Portugal se encontram documentados, o mesmo não acontece para a maioria dos eventos que tiveram lugar durante o século XX (Lima et al., 2013).

A uma escala regional, o Continente Português é considerado uma região de transição entre o anticiclone subtropical e as zonas de depressão subpolar, entre as latitudes 36 ° 56' e 42 ° 09' N e as longitudes 6 ° 10' e 9 ° 34' Oeste (Lima et al., 2013). Em Portugal Continental, geralmente, a distribuição espacial da precipitação difere marcadamente entre as regiões Norte e Sul, com uma forte sazonalidade e uma grande variabilidade inter-anual, sendo mais pronunciadas no Sul (Lima et al., 2013). Para os investigadores, algumas variáveis climáticas exibem fortes gradientes Norte-Sul e Leste-Oeste, especialmente para a precipitação. De referir que, os padrões da

distribuição média anual de precipitação são claramente influenciados pela orografia da Península Ibérica (Belo-Pereira et al., 2011). Em todo o território nacional continental a precipitação anual média varia entre os 3 000,0 mm, no Norte, e os aproximadamente 500,0 mm no Sul (Lima et al., 2013), sendo no Noroeste do País onde se registaram os valores mais elevados (Belo-Pereira et al., 2011). A altura média anual de chuva nas bacias hidrográficas do País, no período de 1954/1955 a 1976/1977, foi de 953,9 mm (Lencastre & Franco, 2010). Porém, em Portugal os índices de precipitação regionais anuais mostraram que existem tendências decrescentes, não significativas (ao nível de 5 %), no período 1941/2007 (Lima et al., 2007). Entre 1941 e 2000 o local mais húmido de Portugal foi a região Norte, com uma precipitação média anual de 2 386,0 mm, 41 % da mesma registou-se entre os meses de novembro e janeiro, trimestre mais húmido (Lima, et al., 2007). A maioria dos dias chuvosos, do regime Oscilação Norte Atlântico (NAO), está ligada a ciclones localizados a Norte de Portugal (Santos et al., 2005).

Quanto às tendências dos extremos de precipitação em Portugal, Lima et al. (2013) apresentaram alguns resultados cronológicos, em diversos períodos: a) entre 1945 e 1975 foi decrescente, de -3,0 mm/década. b) entre 1976 e 2007 a tendência do índice regional foi de +1,2 mm/década. c) entre 1941 e 2007 foi de -0,9 mm/década (Lima et al., 2013).

Nas montanhas do Noroeste de Portugal, nenhum mês pode ser considerado seco, sendo a única área continental nacional não abrangida pela secura característica do período estival mediterrânico (Ribeiro et al., 1988).

O clima da BHRVez vem determinado, fundamentalmente, pela altitude e pela influência Atlântica no Norte litoral, considerando que a bacia está encaixada a Noroeste de Portugal Continental. O clima Atlântico temperado (Lima et al., 2013; Mesquita & Sousa, 2009), com um regime sub-mediterrânico (Mesquita & Sousa, 2009) apresenta um regime de pluviosidade do tipo mediterrânico nas planícies, com alguma sazonalidade nos planaltos.

As precipitações anuais na BHRVez variam entre os 1 000,0 mm/ano, nas terras baixas, e os 3 000,0 mm/ano nas terras altas, nos anos mais pluviosos (Mesquita & Sousa, 2009). Diversos investigadores também concluíram que a referida bacia

hidrográfica apresenta valores de precipitação elevados (Bellu et al., 2016; Lencastre & Franco, 2010; Santos, 2015) concentrando-se com valores de precipitação médios anuais entre os 2 000,0 mm e os 2 400,0 mm (PMDFCI, 2007). Portanto, as precipitações anuais são concentradas principalmente nos meses de outubro a fevereiro (Mesquita & Sousa, 2009).

Na BHRVez, segundo Carvalho-Santos et al. (2015), as limitações dos recursos hídricos não têm constituído um problema, sendo a precipitação sazonal, mas suficiente para suportar a gestão do abastecimento de água e irrigação. Os investigadores preveem um futuro com um aumento dos fluxos elevados para os meses de novembro, fevereiro e abril (entre 1 % e 10 %). Carvalho-Santos et al. acrescentam ainda que no final da estação chuvosa, os solos já estão saturados e a capacidade de retenção da água da chuva fica diminuída (Carvalho-Santos et al., 2015) influenciando o aumento do número de cheias.

Na BHRVez a escassez de água é algo praticamente desconhecido, incluso na época estival (Carvalho-Santos et al., 2016).

O valor máximo diário de precipitação, para o período compreendido entre 1960/1990, foi verificado em 30/03/1962 e foi obtido na estação udoográfica de Casal Soeiro. Segundo os dados desta estação, no período compreendido entre 01/10/1960 e 30/09/1990, o número de dias com precipitação \geq a 1,0 mm ascendeu a 3 556 (32 %), do total de 10 957 dias. Em relação aos dias mais pluviosos verificou-se um valor máximo mensal de precipitação no mês de janeiro (444,0 mm), um valor mínimo no mês de agosto (91,0 mm) e um valor médio de 296,0 mm. O valor máximo de precipitação diário foi de 168,5 mm registado em 30/03/1962.

Em relação à precipitação na BHRVez fazemos referência ao trabalho de Mónica Santos (2009). À semelhança de outros estudos, como o de Frei et al. (2006) e Santos (2009, 2015), considerou-se que o período mínimo de medição climática seria de 1,0 mm/dia, de forma a poder discriminar entre dias húmidos, incluindo os pluviosos e secos. Este valor também é o recomendado pela OMM (2009). Santos (2009) apontou uma precipitação abundante diária acima dos 60,0 mm/estação, verificando que no período compreendido entre 1960/61 e 1992/93 registaram-se 155 dias com

precipitação superior a 100,0 mm, 29 dos quais no mês de dezembro e 27 no mês de novembro.

Santos (2009) para conhecer os índices de extremos da precipitação diária, à semelhança de outros autores, como Frei et al., 2006; Lima et al. (2013), recorreu ao *RClimdex* (Zhang & Yang, 2004), analisando os valores máximos de precipitação, em várias estações (duas dentro da BHRVez e outras próximas) para um número determinado de dias (Tabela 4.6). Os resultados mostraram que Rx5 representou as precipitações mais intensas, de maior magnitude, porventura, menos frequentes. Os dados recolhidos por Santos, relativamente à quantidade máxima de precipitação, processados em períodos de 5, 30 e 90 dias (ver Tabela 4.6) evidenciaram a possibilidade de um índice de pluviosidade maior num período de três meses do que em doze meses.

Tabela 4.6 – Quantidade máxima de precipitação em 5, 30 e 90 dias consecutivos (adaptado de Santos, 2009).

Estações	N.º de dias e Precipitação (mm)		
	Rx 5	Rx 30	Rx 90
Aveleiras	540,0	16015,5	2997,1
Britelo	318,1	765,9	1562,3
Cabreiro	445,5	1311,4	2348,7
Caldelas	373,2	802,0	1549,5
Casal Soeiro	448,7	1142,5	2157,2
Cerdeira	470,6	1439,9	2643,0
Extremo	581,4	1141,9	2198,6
Outeiro	576,6	1483,2	2929,6
Ponte da Barca	299,0	933,1	1729,4
Ponte de Lima	313,8	670,8	1400,5
Portela do Homem	655,7	1480,6	2976,7
Portelinha	366,0	943,3	1997,5
Sezelhe	355,0	896,2	1518,8

Quanto à precipitação máxima diária, Santos (2009) concluiu que não existe uma tendência clara, no entanto reconhece a BHRVez como uma das regiões mais pluviosas do país. É nesta bacia hidrográfica que se registaram os maiores quantitativos de precipitação diária comparativamente a outras regiões do país (Santos, 2015).

A propósito de limiares de precipitação associados a cheias na BHRVez fez-se referência à investigação de Santos (2015), que os determinou pela Lei de Gumbel (1958). Em relação aos valores limiares de precipitação antecedente acumulada para um dia verificaram-se: mínimos com 83,7 mm, máximos com 118,9 mm e de pré-aviso com 75,3 mm. Para quatro dias de precipitação antecedente acumulada os valores que obteve foram - mínimos: 142,8 mm; máximos: 299,2 mm e de pré-aviso: 128,6 mm.

Para o período temporal entre 01/10/1960 e 30/09/1990 os valores de precipitação diária iguais ou superiores ao limiar de pré-aviso foram 60 dias (Santos, 2015).

Como referência a situações extremas, assinala-se o exemplo referido por Pereira et al. (2010), o ano de 2000/2001. Para esse ano, verificou-se, a 22/11/2000, um valor máximo de precipitação diária de 114,3 mm. Segundo Santos (2000) e a ANPC, o evento em Frades, Portela, Arcos de Valdevez aconteceu no dia 07/12/2000. Nesse mesmo dia, a precipitação registada (estação udográfica de Casal Soeiro) foi de 92,8 mm, ultrapassando o limiar de pré-aviso e, no dia 08/12/2000, foi de 14,9 mm. Santos para este caso em concreto, obteve um período de retorno mais elevado para a precipitação acumulada antecedente (40 dias), com uma recorrência de 9 anos¹³.

Apresentam-se mais dois exemplos de extremos para um local específico na BHRVez, a Valeta, em Arcos de Valdevez. Considerando as marcas de cheia, obtidas do SNIRH, localizadas no Largo da Valeta, com datas de 14/10/1987 e 21/09/1999 e cruzando com os valores da precipitação no dia seguinte à data da cheia (pelo facto da medição da precipitação se efetuar às 9 h de cada dia) obteve-se para o dia 15/10/1987, 149,0 mm e para o dia 22/09/1999, 145,0 mm.

Portanto, é possível que, a maioria do número de ocorrências de cheias, com danos, noticiadas se tenham concentrado nos primeiros dias de acumulação de precipitação. Este facto será aprofundado no capítulo 5 ao confrontar os eventos com dados da imprensa periódica e com os valores instrumentais.

¹³ A investigadora considerou que: “as ocorrências do dia 7 de dezembro de 2000 estão associadas à intensidade da precipitação do dia juntamente com a precipitação dos dias anteriores” (Santos, 2015: p. 405).

4.4 Parâmetros influentes do sistema de drenagem da BHRVez

A caracterização das bacias hidrográficas passa também por conhecer o seu comportamento hidrológico. Este é uma função das características climáticas da região e das fisiográficas (Hipólito & Vaz, 2013).

A BHRVez da Nascente, no Norte, para a foz, no Sul, tem como afluentes mais importantes do rio Vez o rio Cabreiro, com 34,8 km², o ribeiro de Frades, com 18,3 km², o ribeiro de São Mamede, com 13,0 km², o rio Ázere, com 52,4 km² e o rio Frio, com 17,8 km² (Vieira, 2011). Portanto, as cinco sub-bacias referidas anteriormente ocupam 136,3 km² do total de 263 km² da BHRVez. A diferença relativamente à área total, pertence às restantes sub-bacias. A Carta Militar de Portugal (IGeoE, 1996, 1997) fornece-nos mais informação. Apresenta como sendo as principais linhas de água afluentes do rio Vez trinta sub-bacias: Azenha do Franço, Corga da Saramagueira, Corga das Cavadas, Corga das Forçadas, Corga das Lamelas, Corga de Lourenço, Corga de Maogão, Corga do Porto Novo, Corga dos Cortelhos, Porto Cavado, Regato dos Bostelinhos, Ribeira de Berzavo, Ribeira de Cambela, Ribeira de Frades, Ribeira de Padrosa, Ribeira de Rio de Moinhos, Ribeira do Arroio, Ribeiro de Cabanas, Ribeiro de Porto Avelar, Ribeiro de S. Mamede, Ribeiro de Torres, Ribeiro de Vilela, Ribeiro do Frango, Rio Ázere, Rio Cabreiro, Rio de Porta Cova, Rio do Couço, Rio do Outeiro, Rio do Ramiscal e Rio Grande. A BHRVez apresenta uma rede de drenagem densa, localizando-se o canal principal no Concelho de Arcos de Valdevez (Figura 4.13).



Figura 4.13 – BHRVez: rede hidrográfica (Carta Militar de Portugal - IGeoE, 1996, 1997; CAOP, 2014).

Na sua paisagem dominam relevos elevados e vales alinhados, ocupados pela drenagem fluvial adaptada a fraturas (Moreira & Simões, 1988). Normalmente, os cursos de água da encosta são íngremes e fluem através de regiões de topografia escarpada (Bellu et al., 2016), com uma altitude que varia entre 30 e os 1 400 m (Carvalho-Santos et al., 2015). O rio Vez a partir do lugar de Loureda corre em vale quase retilíneo em direção Norte/Sul (Moreira & Simões, 1988) como se pode confirmar na Carta Geológica, folha 16, de Arcos de Valdevez (Medeiros et al., 1975). Santos (2015) traçou o perfil longitudinal para a BHRVez mostrando, através da curva hipsométrica, que cerca de 60 % da área drenante da bacia se encontra, a uma altitude de até 600 m. No entanto, 18 % da área da bacia encontra-se em altitudes superiores a 900 metros (Santos, 2015).

O território tem fortes precipitações associadas a fortes declives prestando-se ao escoamento superficial. A rede de fracturação favorece a infiltração, correndo concentrada no fundo dos vales, mais ou menos profundos, constituindo os cursos de água (Hipólito & Vala, 2013).

Caso o escoamento sofra influências que provocam regolfos importantes para montante, como acontece com pontes, aquedutos, contrações da secção transversal ou confluências com tributários, apenas os modelos de escoamento completos reproduzem esse efeito. “Se o escoamento apresentar armazenamentos importantes no leito de cheia, então estes deverão ser também modelados” (Hipólito & Vaz, 2013: p. 375).

Os parâmetros que apresentamos para a BHRVez correspondem aos mesmos usados por Santos (2015) e Bellu et al. (2016), representando-se na Tabela 4.3, e sendo os recomendados por Hipólito & Vaz (2013).

A densidade de Kernel para a BHRVez, com $3,5 \text{ km/km}^2$, obtida a partir da rede hidrográfica (ArcMap), está dentro dos parâmetros de densidade de drenagem, com $Dd = 3,7 \text{ km/km}^2$, obtida pela razão entre o comprimento total dos cursos de água (magnitude de Shreve) e a área da referida bacia.

De acordo com Teodoro et al. (2015) cabe lembrar que nenhum dos índices deve ser entendido, isoladamente, como capaz de simplificar a complexa dinâmica da bacia, que inclui a magnitude temporal.

Alguns parâmetros das bacias hidrográficas indicam uma maior ou menor propensão para picos de cheia, quando a relação entre o caudal e a altura hidrométrica atinge o valor máximo (Lencastre & Franco, 2010). Estes factos comprovam-se para a BHRVez: o Índice de Conformação (Fc) próximo de 1 indica que a bacia hidrográfica tem a forma aproximada de um quadrado e um alto potencial de picos de cheia (Branco, 1947). Segundo Carvalho-Santos et al. (2016) no caso da BHRVez, o problema é a ocorrência de cheias, associadas a episódios de chuva, e o rápido fluxo de água, típico de bacias montanhosas.

Embora a BHRVez seja uma bacia de pequenas dimensões, podemos compará-la com outras bacias hidrográficas próximas. Devemos salientar que as bacias do Noroeste e da Cordilheira Central, com áreas de drenagem superiores a 300 km^2 , apresentaram picos de cheia com valores de caudal máximo de $50 \text{ m}^3/\text{s}$ e um caudal médio anual de $60 \text{ m}^3/\text{s}$, para o período temporal compreendido entre 1960/61 e 1989/90 (Ramos, 1994). No trabalho da citada autora, podemos encontrar os valores de caudais máximos para outras bacias nacionais. Todavia, a relação entre caudais e pontas de cheia,

caudais máximos locais e a precipitação que lhes dá origem pode ser complexa, porque pode depender do mês do ano, conforme o provado por Hipólito & Vaz (2013) para outras bacias hidrográficas nacionais.

Na BHRVez tendo como base os dados obtidos na estação hidrométrica de Pontilhão de Celeiros para o período compreendido entre 1959 e 1990, pelo método do percentil 95 (P 95), dos 9 287 dias com registo de caudal, 422 dias foram de cheia. Acima de 43,5 m³/s (caudal mínimo de cheia calculado segundo o método do 9º decil do mês de maior caudal: fevereiro = 43,5 m³/s) obteve-se um valor médio de 109,97 m³/s, mínimo de 43,5 m³/s e máximo de 680 m³/s, sendo que existiu um fenómeno extremo (*outlier*) com 1 100 m³/s.

De acordo com Carvalho-Santos et al. (2015), para o período 2003/2008, a razão de geração de escoamento/precipitação mostrou que cerca de 70 % da precipitação se transformou em descarga (*discharge*). Este facto pode ser justificado pelo forte declive (Santos, 2015) e pela fraca permeabilidade da litologia na maioria da bacia (Bellu et al, 2016; Branco, 1947), o que potencia, conseqüentemente, o escoamento superficial em detrimento da infiltração ao longo de toda a bacia.

A Figura 4.14 apresenta a precipitação obtida de cada mês do ano durante o período compreendido entre 1960 e 1990, com base em dados da estação meteorológica de Casal Soeiro, o que permite verificar em que medida as chuvas contribuíram para incrementar o caudal da BHRVez.

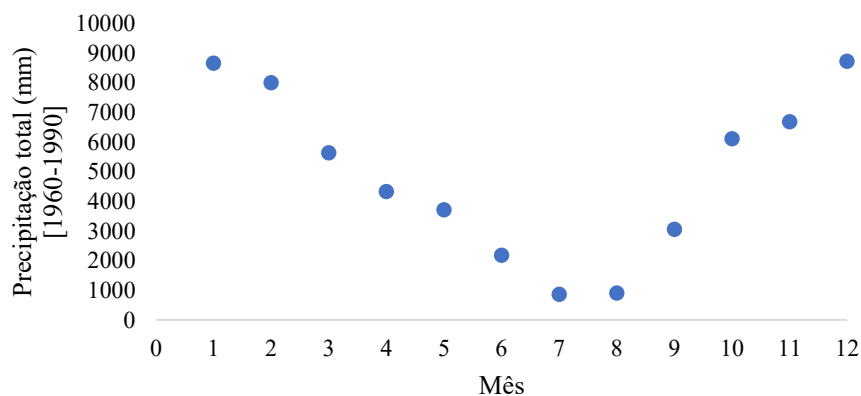


Figura 4.14 – Precipitação total por mês entre 01/10/1960 e 30/09/1990 (estação udográfica de Casal Soeiro, SNIRH).

A BHRVez possui um caudal médio anual de 11,64 m³/s (dados obtidos da estação de Pontilhão de Celeiros de 1959 a 1990), embora a média do caudal devido aos meses em que este é maior deve prevalecer.

Com base no cruzamento de informações sobre as cheias com dados hidrométricos associados (estação de medição de Pontilhão de Celeiros) para o período temporal entre outubro de 1959 e setembro de 1990, a descarga máxima diária foi de 120 m³/s. Este pico de descarga verificou-se no mês de fevereiro de 1972, com um score $Q = 138 \text{ m}^3/\text{s}$ (Bellu et al., 2016). Comparativamente, Santos (2015) destacou os meses de janeiro com o coeficiente mensal do caudal (cmc) mais elevado, seguidos pelos meses de dezembro e fevereiro:

O período de abundância de escoamento, ou seja, com os cmc superiores ao módulo anual (> 1), tem a duração média de 5 meses, de dezembro a abril. O regime mensal fluvial é bastante variável de ano para ano. Deste modo, enquanto o módulo não ultrapassa os 800 m³/s em janeiro, nos anos em que se ultrapassa o percentil 99, este valor sobe para cerca de 4 000 m³/s. É interessante verificar que o mês em que se atinge o percentil 90 mais elevado é dezembro e o mês com o percentil 95 mais elevado é fevereiro.

(Santos, 2015: pp. 272 e 273)

O valor de caudal máximo diário, que estatisticamente é considerado um outlier, foi atingido em 11/11/1963, com 680 m³/s para o período temporal da série 1959/1990 (SNIRH, 1959/1990), a mesma série utilizada por Bellu et al. (2016). O estudo de Santos (2015) considera que “o regime mensal do rio Vez é marcado pela forte variação estacional” (p. 271). A distribuição anual do escoamento é semelhante à da precipitação, com máximos locais na vizinhança das grandes elevações do terreno (Hipólito & Vaz, 2013).

4.5 Uso e ocupação do solo

O conhecimento das mudanças no uso e ocupação do solo são relevantes para o desenvolvimento sustentável e segundo Sil et al. (2016), os fatores que levaram à mudança exigem uma análise atenta dessas diferenças para um adequado controlo das mesmas. Neste sentido, os programas de governo podem ser concretizados ao abrigo das estratégias da União Europeia para 2020 que contemplam a proteção das florestas e a criação de serviços florestais de diversa índole destinados à regularização das cheias (Carvalho-Santos et al., 2016).

As vulnerabilidades devidas a mudanças sócio ambientais são evidentes, em particular no que diz respeito ao uso do solo, o que pode promover a degradação dos ecossistemas, com os consequentes danos na biodiversidade (Thuiller et al., 2005).

De forma geral, segundo Bellu et al. (2016), e atendendo aos dados disponíveis do Corine Land Cover (CLC) de 2006, na BHRVez prevalecia um mosaico de vegetação seminatural. Porém, com base na Cartografia CLC de 2012 tivemos oportunidade de constatar a pouca variabilidade registada desde 2006 (Tabela 4.7 e Figura 4.15).

A área florestal, incluindo a vegetação esparsa e as charnecas/matos, predominava em 2006 (74 %), dados do CLC (Santos, 2015), ocupando mais de metade da área total (Lomba et al., 2012; Thuiller et al., 2005). Comparativamente a todo o País, a maioria das áreas eram agrícolas e florestais em 1986, 49 % e 2000, 47,9 %¹⁴ (ver também Tabela 4.7).

Tabela 4.7 – Ocupação do solo Continental Português (CLC, 1990, 2000).

Classes CLC / Total da área em cada ano (nome e % / ano)	1985	2000	2006
1 - Territórios artificializados	1,9	3,2	3,5
2 - Áreas agrícolas e agroflorestais	49,0	47,9	47,3
3 - Florestas e meios naturais e seminaturais	48,2	48,0	48,0
4 - Zonas húmidas	0,3	0,3	0,3
5 - Corpos de água	0,6	0,7	0,9

As Uniões de Freguesias da sede do concelho, embora os seus limites não estejam delimitados no mapa da Figura 4.15, apresentam uma ocupação urbana demograficamente densa, nomeadamente, em Arcos de Valdevez (São Paio) e Giela, Arcos de Valdevez (São Salvador), Vila Fonche e Parada e, Paçõ. As restantes freguesias apresentam uma demografia dispersa, de baixa densidade, ao longo das principais linhas de água e vias de comunicação. Ver ainda a Tabela 4.8.

¹⁴ Segundo os dados disponíveis em <https://www.apambiente.pt/>, obtidos a partir do portal do <https://www.ine.pt/>.

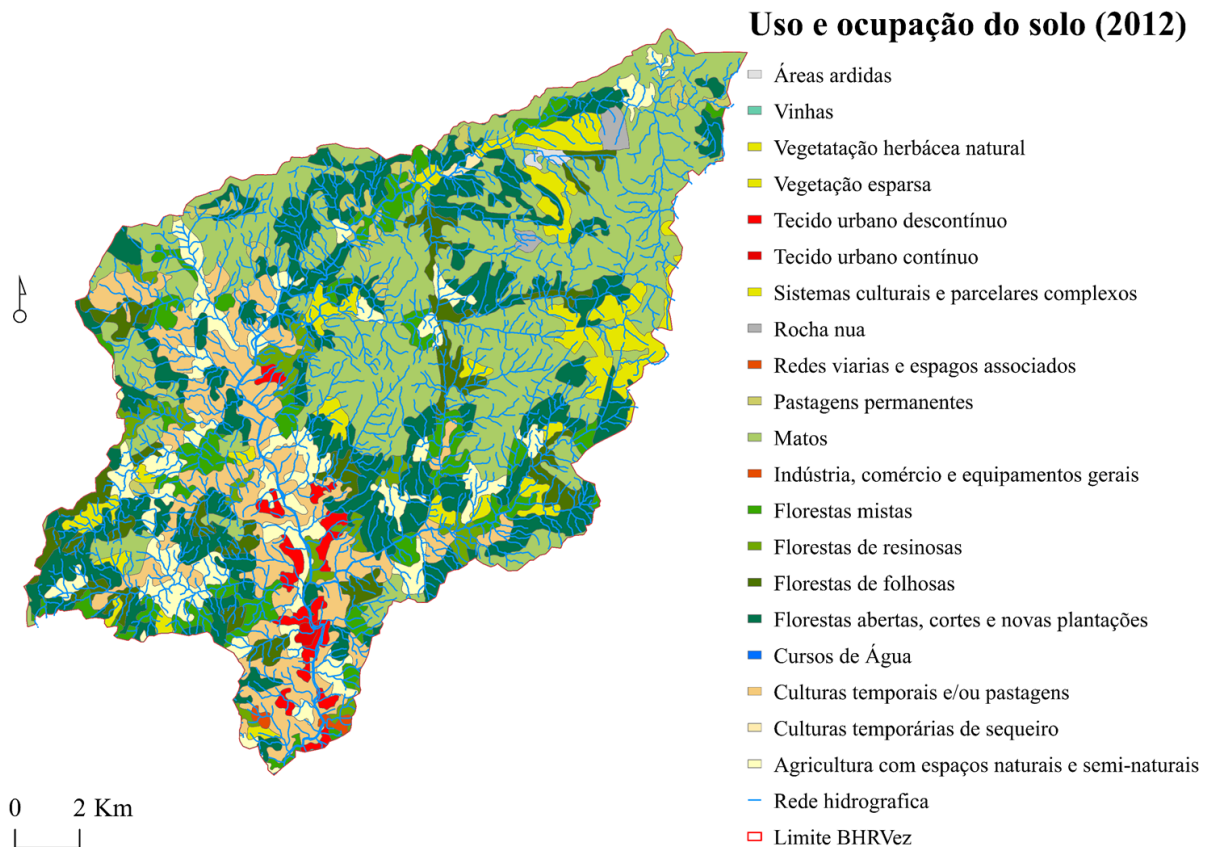


Figura 4.15 – Principais usos e ocupação do solo (CLC, 2012).

Tabela 4.8 – Classes de ocupação do solo (CLC, 2006, 2012).

Classes de ocupação criadas a partir do CLC (nome e % / ano)	2006	2012
Vegetação seminatural e rocha nua	63,0	62,3
Florestas	34,5	35,3
Urbano	2,5	2,1

4.5.1 Cobertura vegetal

Quanto aos recursos do património de biodiversidade, a BHRVez é considerada de interesse nacional e regional - contempla as áreas da lista nacional identificadas como Sítios de Importância Comunitária (SIC), Zonas de Proteção Especial (ZPE) e Áreas Protegidas (AP), segundo as fontes de dados disponíveis em <http://www.icnf.pt>. Estas são o Parque Nacional da Peneda Gerês (PNPG), a Paisagem Protegida Regional de

Corno do Bico (PPRCB) e o rio Vez (Figura 4.16; Tabela 4.9). O PNPG é uma das mais importantes áreas naturais da bacia hidrográfica. Aproximadamente 23,44 ha está incluída nas áreas de interesse nacional e regional, abrangendo, a rede Natura 2000 da União Europeia, com o PNPG localizado na parte superior da bacia hidrográfica, apontado também por Carvalho-Santos et al. (2016).

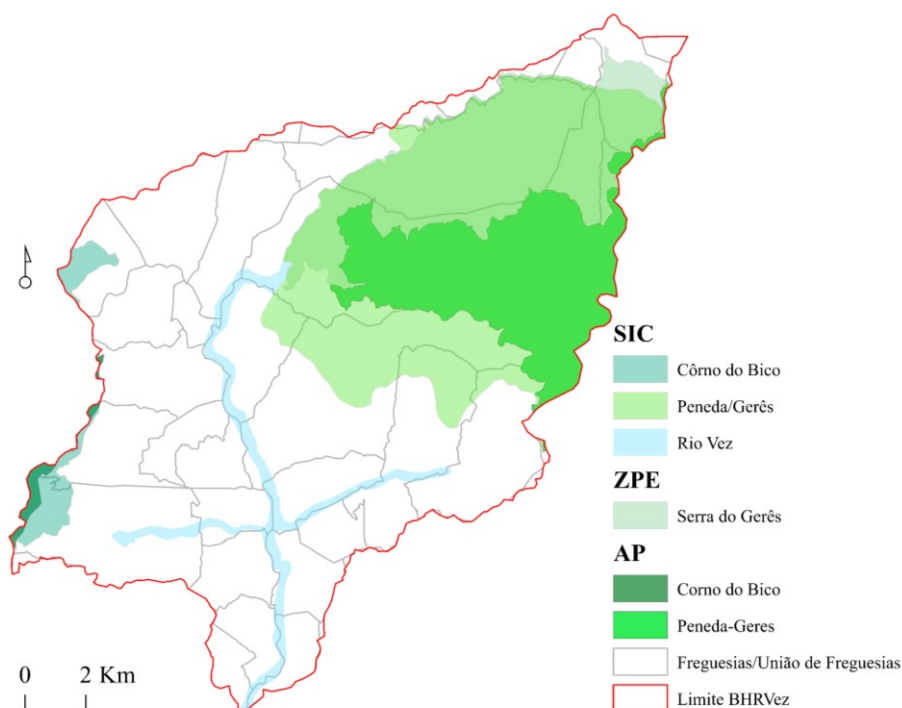


Figura 4.16 – Enquadramento geral da BHRVez nas áreas de interesse nacional e regional: Sítios de Importância Comunitária e da Lista Nacional (SIC), Zonas de Proteção Especial (ZEP) (ICN, 2015) e Áreas protegidas (AP) (ICN, 2017).

Tabela 4.9 – Áreas classificadas e protegidas.

Áreas Protegidas, Rede Natura	Área (ha)	Observações
SIC Peneda/Gerês	88,8	Resolução do Conselho de Ministros n.º142/97, de 28 de agosto.
SIC Corno do Bico	5,1	
SIC Rio Vez	5,4	
ZEP Serra do Gerês	63,4	Decreto-Lei n.º 384-B/99 de 23 de setembro
AP Parque Nacional Peneda/Gerês (PNPG)	69,6	DL 187/71, de 8 de maio.
AP Corno do Bico (PPRCB)	2,1	DL Reg. n.º 21/99, de 20 de setembro.

De uma maneira geral, a vegetação oferece resistência ao escoamento superficial, retardando-o, absorve parte da energia cinética das gotas de chuva, aumenta a interseção da precipitação e evita a desagregação do solo. O sistema radicular favorece a infiltração e influencia o fenómeno da evapotranspiração (Hipólito & Vaz, 2013). Paralelamente, a cobertura vegetal tem funções importantes, para além das hidrológicas, produz biomassa e armazenamento de Carbono (Carvalho-Santos et al., 2016). A interseção tem efeitos significativos nas grandes cheias fluviais, mitigando o seu desenvolvimento (Lencastre & Franco, 2010). As áreas florestais, em particular, também são importantes para os ecossistemas e para a biodiversidade.

Em aproximadamente uma década e meia, entre 1990 e 2006 (dados do CLC, 2012), as mudanças no uso do solo estiveram principalmente relacionadas com cortes de floresta, com 9,3 % ou replantações, com 3,6 % (Bellu et al., 2016).

Quanto às espécies florestais autóctones, predominam os carvalhais galaico-portugueses, encabeçados pelo Carvalho Alvarinho (*Quercus robur*) um dos mais importantes (Pereira & Queiroz, 2009) e o Carvalho Negral (*Quercus pyrenaica Willd*) ambas bastante extensas e bem conservadas a nível nacional (Ribeiro, 2014) favorecedoras da infiltração. Espécies como o pinheiro (*Pinus pinaster*) e o eucalipto (*Eucalyptus globulus*) são comuns nas terras baixas (Carvalho-Santos et al., 2016). Em 2012, baseando-nos no CLC, 73 % da BHRVez estava ocupada por massa florestal, com uma maior percentagem de matos (33 %). Os restantes 26,7 % com rocha nua e área urbana e 0,3 % com cursos de água (Tabela 4.10). Estas áreas também ocupadas por urzais, tojais higrófilos de *Erica tetralix* e *Ulex minor* e tojais mesófilos, *Ulex europaeus subsp. latebracteatus* e/ou *Ulex minor* (Ribeiro, 2014).

Tabela 4.10 – Floresta (CLC, 2012).

Floresta	%
Folhosas	6
Resinosas	3
Mistas	7
Matos	33
Abertas, cortes e novas plantações	20
Vegetação esparsa	4

Na área montanhosa, a que Carvalho-Santos et al. (2016), chamam de sub-bacia de alta montanha, verificam-se os valores mais elevados de conservação de biodiversidade, ao coincidir em grande parte com a rede Natura 2000 e o Parque Nacional de Peneda Gerês. Para os referidos investigadores, os valores mais elevados correspondem a manchas de floresta de carvalho europeu (*Quercus robur*), na zona de proteção total. Denominaram sub-bacia do vale (com menor altitude), ao espaço onde se situam as aldeias e as áreas agrícolas. Como seria de esperar, apresenta o menor valor de preservação da biodiversidade. No extremo Sudoeste, a Área Protegida do Corno do Bico, onde há cobertura de floresta de carvalho comum, parcialmente incluída na Rede Natura 2000 (Carvalho-Santos et al., 2016; ICN, 2015, 2017). As manchas de carvalhal e pinhal, associadas a encostas suaves, contribuem para diminuir o escoamento superficial, para o controle de erosão e para a regularização das cheias (Carvalho-Santos et al., 2015; Carvalho-Santos et al., 2016). Biron et al. (2014), secundam esta opinião, reconhecendo uma menor propensão a erosão nas bacias hidrográficas com áreas arborizadas.

O maior perigo inerente às áreas florestais é o de incêndio que traz consigo alterações significativas, fruto da devastação. Este facto, verificou-se em vários anos, sendo um dos exemplos o fogo que deflagrou em 15 de julho de 1991, na região de Arcos de Valdevez, que durante dez dias devastou 0,03 ha (Pereira et al., 2011). O potencial de risco de incendio deve ser diminuído, favorecendo espécies de carvalho autóctone em detrimento do eucalipto e do pinheiro (Carvalho-Santos et al., 2016).

A vegetação ripícola do rio Vez está dominada por bosques ripícolas de amieiro (Ribeiro, 2014). Para Vieira (2011) a ocupação agrícola desenvolve-se com maior intensidade em terrenos aplanados, adjacentes à bacia hidrográfica. A agricultura desenvolve-se maioritariamente na parte central e oriental da BHRVez (observado no Google Earth Pro). Um caso particular é a Freguesia de Sistelo, localizada a Este do rio Vez, onde no início do Século XX os meios de subsistência foram associados à agricultura em socalcos e às áreas de pastagem (silvo pastorícia). Sistelo é uma das freguesias caracterizada por uma paisagem de socalcos que deu origem à expansão da cultura do milho, com uma herança cultural e natural única (Pereira & Queiroz, 2009), onde os prados de feno são elementos da paisagem, com moreias de palha erguidas, ao

igual que outras áreas do Norte de Portugal, caracterizadas no trabalho de Thuiller et al. (2005), ou pela observação, quer no local quer no Google Earth Pro via satélite.

Nos últimos 50 anos, Sistelo tem experimentado um abandono progressivo das atividades agrícolas e silvo-pastoris tradicionais (Pereira & Queiroz, 2009). Foi uma das áreas serranas que sofreu uma maior desertificação humana devido ao empobrecimento das relações seculares entre o homem e o ecossistema (Lopes, 1993; Pereira et al., 2005). Porém, Sistelo, tem 84 % da sua área incluída na Rede Natura 2000 como Zona de Proteção Especial, Serra do Gerês, e Sítio de Importância Comunitária (Pereira & Queiroz, 2009). Devido a inigualável qualidade ambiental e natural, Sistelo foi classificado como monumento nacional em 22/02/2017 (Câmara Municipal de Arcos de Valdevez [CMAV], 2017).

4.5.2 Demografia

No último século a população portuguesa duplicou. Em 1900 a população ascendia a 5 423 132 habitantes passando a 10 047 621 em 2011 (Figura 4.17 a e b) (INE, 1900-2001). Segundo o Programa Nacional de Política de Ordenamento do Território [PNPOT] (2014), a densidade populacional de Portugal Continental em 1999 foi de 110,5 habitantes/km² e em 2011, foi 112,93 habitantes/km² (INE, 2011). O declínio do crescimento populacional na área da BHRVez torna-se evidente a partir de 1960 (Figura 4.17). Segundo o INE (2011), os principais fatores associados a esta dinâmica são: (i) a emigração, com interrupções devidas aos períodos de decréscimo da emigração, (ii) a diminuição da natalidade e, (iii) a migração rural-urbano em direção aos grandes centros urbanos (Santos, 2008; Zhang & Song, 2003).

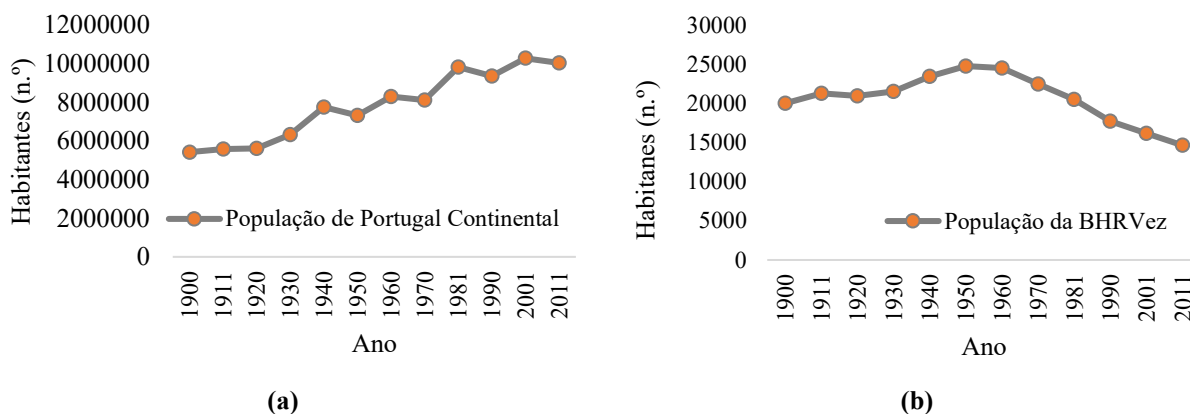


Figura 4.17 – Evolução da população entre 1900 e 2011 com uma periodicidade de 10 anos: a) Portugal Continental e b) BHRVez (Censos do INE, 1900-2001; BGRI, 2011).

A população que ocupava a área da BHRVez em 2011 correspondia a 0,1 % da população total do Portugal Continental. Em 1900 existiam 20 030 habitantes (Censos, 1900) e uma densidade de 76,2 habitantes/km²; em 2011 existiam 14 644 indivíduos presentes (BGRI, 2011) com uma densidade de 55,6 habitantes/km² (BGRI, 2011). Como se verifica na Figura 4.18 a densidade populacional por Freguesia/União de Freguesias atinge pontualmente valores superiores a 200 habitantes/km² (em 3 das Freguesias/União de Freguesias, nomeadamente, União das freguesias de Arcos de Valdevez (São Paio) e Giela; União das freguesias de Arcos de Valdevez (Salvador), Vila Fonche e Parada e Prozelos). O número oscila com alguma frequência aos 30 habitantes/km² (em 26 das 41 Freguesias/União de Freguesias).

A compreensão das características demográficas, tendo em conta a urbanização de cada aglomerado populacional requer uma abordagem que inter-relacione o espaço e a sociedade, tendo em conta a sua permanência (Gama, 1992). Para Padeiro (2015) a expansão demográfica urbana tende a ser definida pela soma das distâncias diárias em analogia com as necessidades dos indivíduos.

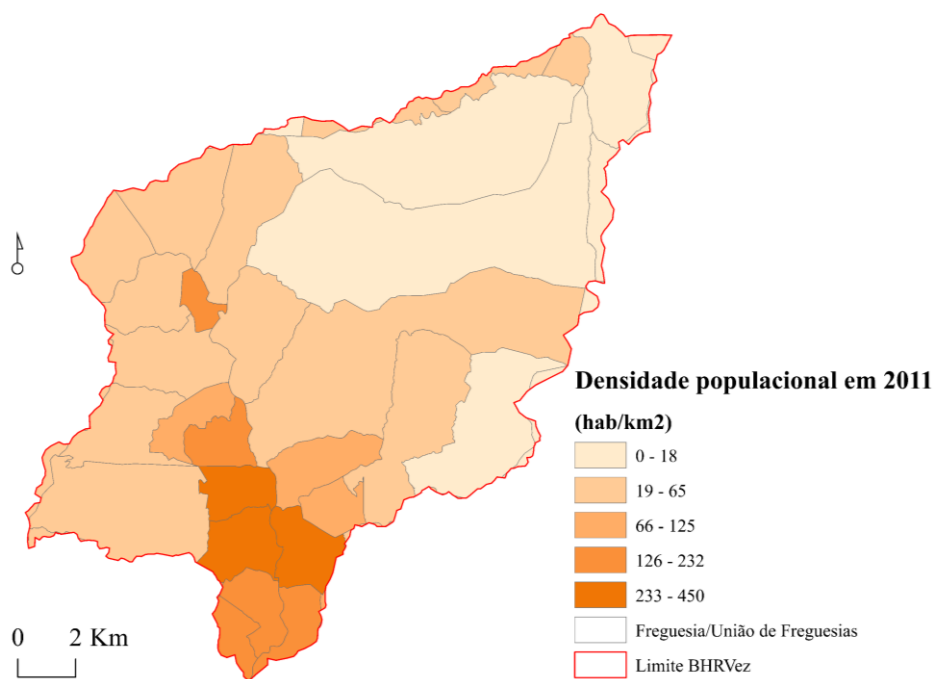


Figura 4.18 – Densidade populacional (população presente/km²) por Freguesias/União de Freguesias (BGRI, 2011; Carta Militar de Portugal, IGeoE, 1996, 1997; CAOP, 2014).

Na BHRVez distinguimos três áreas diferenciadas, tendo em conta a densidade populacional e que se podem assemelhar a: urbana (densidade demográfica alta), rural (densidade demográfica média) e de montanha (densidade demográfica baixa), que designamos áreas com características comuns (ACC). Esta divisão foi com base nos valores demográficos obtidos dos Censos (BGRI, 2011). Desta forma estaremos em condições de aplicar a teoria de regularização dos fenómenos sociais, preconizada por Quételet (1796/1874) e referenciada por D’Ancona (2001)¹⁵, como um dos pioneiros na aplicação da análise estatística nos estudos sociológicos.

A área urbana, com oito unidades administrativas, apresentou uma maior densidade populacional, bastante concentrada (ver Figura 4.19; Tabela 4.11). O valor máximo da densidade de habitantes diz respeito à União de Freguesias de Arcos de Valdevez (Salvador), Vila Fonche e Parada com 450 habitantes/km², seguindo a União de

¹⁵ Para um conhecimento mais aprofundado a este respeito veja-se: D’Ancona (2001: p. 24).

Freguesias de Arcos de Valdevez (São Paio) e Giela, com 312 habitantes/km². A densidade média populacional para a área urbana resultou 241 habitantes/km².

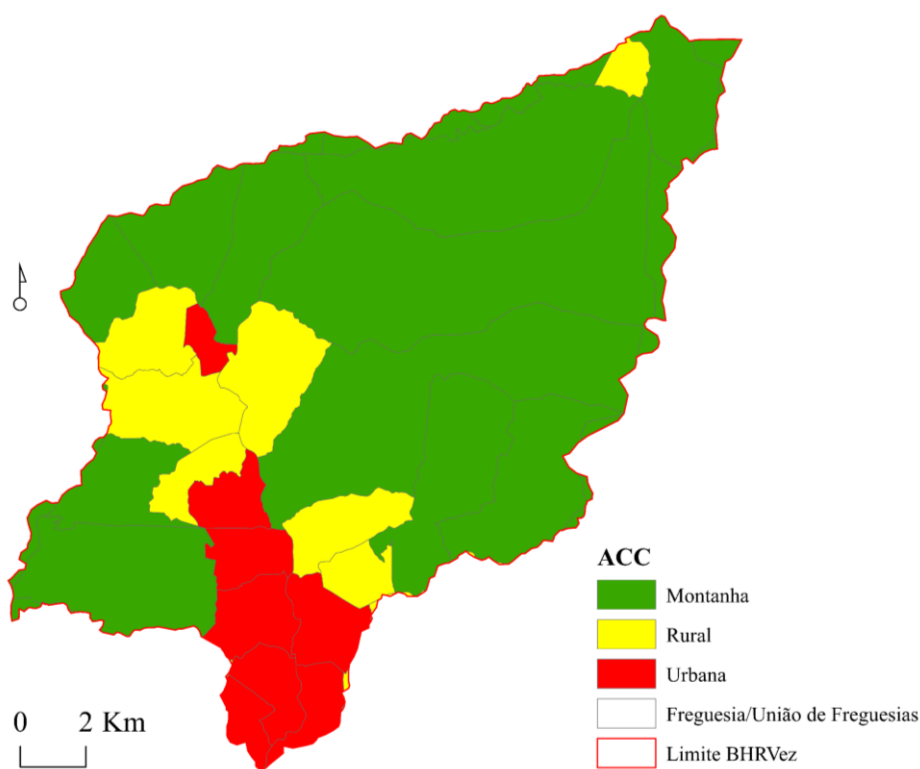


Figura 4.19 - Classificação das Áreas com Características Comuns (ACC) (BGRI, 2011; Carta Militar de Portugal, IGeoE, 1996, 1997; CAOP, 2014).

Tabela 4.11 – Densidade populacional das Freguesias/União de Freguesias da BHRVez, classificação urbana (U) (BGRI, 2011).

Unidades Territoriais por Freguesia/União de Freguesias	Hab/km ² (> 150)
União de Freguesias de Souto e Tabaçô	190
Freguesia de Paçô	191
União de Freguesias de Guilhadeses e Santar	194
União de Freguesias de Arcos de Valdevez (São Paio) e Giela	312
União de Freguesias de Arcos de Valdevez (Salvador), Vila Fonche e Parada	450
Freguesia Prozelo	233
Freguesia de Aguiã	179
Freguesia de Aboim das Choças	180
MÉDIA	241

N = 8.

Dez freguesias foram classificadas como rural, tendo-se verificado uma média na densidade populacional de 82 habitantes/km² (Tabela 4.12). Para Castro et al. (2008) e Medeiros (2005) as áreas rurais com densidade populacional baixa apresentam uma grande fragilidade demográfica e social. Porém, este facto contribuirá para uma diminuição na frequência das cheias favorecida com cobertura vegetal em detrimento da construção de edificado.

Tabela 4.12 – Densidade populacional das Freguesias/União de freguesias da BHRVez, classificação rural (R) (BGRI, 2011).

Unidades Territoriais por Freguesia/União de Freguesias	Hab/km² (50 e 150)
Freguesia de Oliveira	103
Freguesia de Monte Redondo	125
Freguesia de Vale	51
Freguesia de Ázere	76
Freguesia de Couto	102
Freguesia de Rio de Moinhos	123
Freguesia de Sabadim	55
União de Freguesias de Vilela, São Cosme e São Damião e Sá	58
União de Freguesias de Eiras e Mei	63
Freguesia de Riba de Mouro	65
MÉDIA	82

N = 10.

Conforme se constatou, a maioria das unidades administrativas territoriais apresentaram-se montanhosas, com uma densidade populacional mais baixa (Tabela 4.13). De forma Particular, a Freguesia de Sistelo distingue-se pelos singulares socalcos de montanha. Um dos motivos que reforça as formulações de diversos autores quando consideram uma bacia hidrográfica de montanha (Bellu et al., 2016; Carvalho-Santos et al., 2014).

Porém, à semelhança do que acontece no resto do país (Lomba et al., 2012), na BHRVez, as montanhas albergam uma população dispersa nas aldeias ou lugatejos, normalmente em planaltos e/ou nos vales abrigados (Lomba et al., 2012; Thuiller et al., 2005).

Tabela 4.13 – Densidade populacional das Freguesias/União de freguesias da BHRVez, classificação montanhosa (M), (BGRI, 2011).

Unidades Territoriais por Freguesia/União de Freguesias	Hab/km² (< 50)
Freguesia de Miranda	33
União de Freguesias de Labrujó, Rendufe e Vilar do Monte	0
Freguesia de Rio Frio	35
Freguesia de Senharei	30
Freguesia de Cabana Maior	17
União de Freguesias de Grade e Carralcova	37
União de Freguesias de Bico e Cristelo	0
Freguesia de Vascões	35
Freguesia de Parada	0
Freguesia de Soajo	0
Freguesia de Gondoriz	27
Freguesia de Padornelo	0
Freguesia de Padroso	29
União de Freguesias de Portela e Extremo	35
União de Freguesias de Alvora e Loureda	42
Freguesia de Cabreiro	10
Freguesia de Sistelo	10
União de Freguesias de Anhões e Luzio	18
Freguesia de Gavieira	0
Freguesia de Merufe	37
Freguesia de Tangil	0
Freguesia de Gave	12
União de Freguesias de Parada do Monte e Cubalhão	19
MÉDIA	19

N = 23.

Da análise das unidades administrativas territoriais (Tabela 4.14) depreende-se que a área de montanha é a mais representativa em termos dimensionais (195,8 km²) e com uma reduzida densidade populacional, de 26,6 habitantes/km².

Tabela 4.14 – Densidade populacional das Freguesias/União de Freguesias da BHRVez (BGRI, 2011).

Classificação das ACC (Hab/km²)	N	Média geral	Mínimo (> 0)	Máximo	Área total*(km²)
		(Hab./km²)			
Urbana (> 150)	8	241	179	450	29,31
Rural (50 e 150)	10	82	51	125	37,77
Montanha (< 50)	16	27	10	42	195,80
Total	34				262,88

ACC = Áreas com características comuns. N = total de Freguesias/União de Freguesias. *Área com n.º de população presente = 0 perfaz área = 7,86 km², observado no *google Earth* a % da área verifica-se sem ocupação de habitantes.

A circulação de indivíduos (incluindo as vias de circulação rodoviária e pedonal) na BHRVez é um fator importante no estudo do perigo que são as cheias, por vários motivos, estes têm que se deslocar de casa para o trabalho e do trabalho para casa, para além das diversas atividades do dia-a-dia que lhes são exigidas. Os locais com maior número de pessoas a circularem devem ser aqueles que mais atenção exigem relativamente ao perigo.

A maior concentração de famílias clássicas em 2011 (BGRI) localizaram-se na área urbana, com um valor máximo de 904 indivíduos (Figura 4.20).

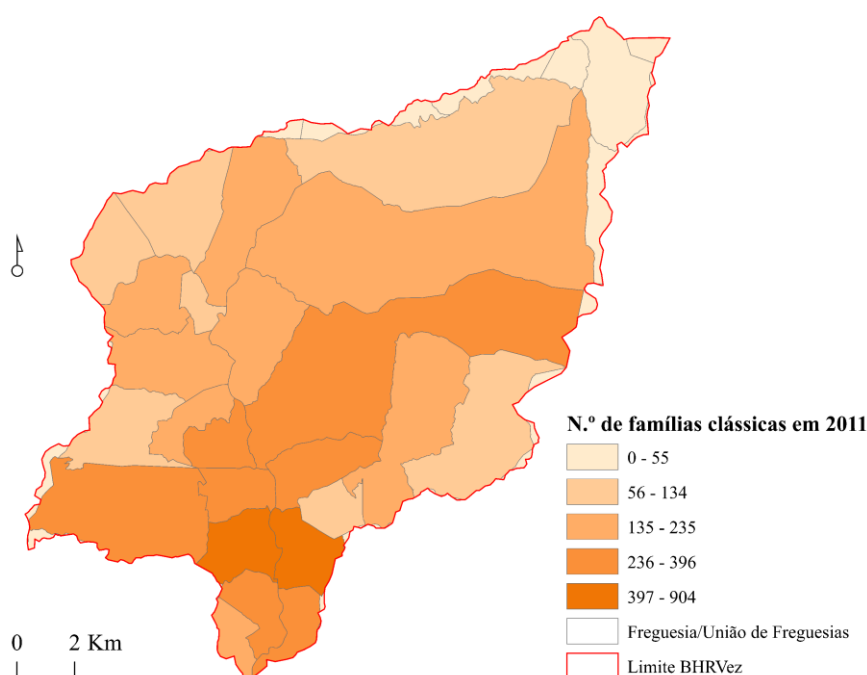


Figura 4.20 – N.º de famílias clássicas por Freguesia/União de Freguesias (BGRI, 2011; Carta Militar de Portugal, IGeoE, 1996, 1997; CAOP, 2014).

Em 2011 as Freguesias/União de Freguesias com maior número de habitantes residentes, com idade igual ou superior a 65 anos (BGRI) são: (1) São Salvador, Vila Fonche e Parada, (2) Arcos de Valdevez (São Paio) e Giela, (3) Guilhadeses e Santar, (4) Prozelos, (5) Souto e Tabaçô, (6) Rio de Moinhos e (7) Aboim das Choças (Figura 4.21). Do número total de famílias clássicas (Figura 4.21), 52 % têm idosos a seu cargo (idade \geq 65 anos). O Índice de dependência de idosos (IDI) para a BHRVez, 50 %,

calculou-se pela razão populacional (IDI = população com 65 anos ou mais/população 15 - 64 anos).

A idade é um dos fatores que pode aumentar a vulnerabilidade a situações de risco desta população, como os idosos (Cutter, 2011). Para Medeiros (2000), prevalece uma população envelhecida, que se relaciona, em parte, com as melhorias das condições de vida dos habitantes, que condiciona o aumento da duração média de vida e a diminuição da natalidade. A população idosa é mais vulnerável ao risco de cheias e a sua avaliação fornece uma estrutura para detetar as ameaças potenciais, explorando a natureza do perigo, bem como as condições políticas, económicas e sociais que, regra geral, afetem a capacidade das comunidades para lidar ou se adaptarem a esse perigo (Tehrani, 2014).

O fator idade também tem vantagens. A experiência individual deve ser considerada, como por exemplo no envolvimento político para concretização dos objetivos da agenda relacionados com as bacias hidrográficas, contribuindo para o benefício comum (Soetanto et al., 2017). As pessoas com mais idade estimam melhor os riscos a que estão expostas (Hakes & Viscusi, 2004). Todavia, as pessoas com mais idade e experiência, apercebem-se e tem um comportamento mais resiliente ao tomarem medidas mitigadoras do perigo de cheia (Soetanto et al., 2017).

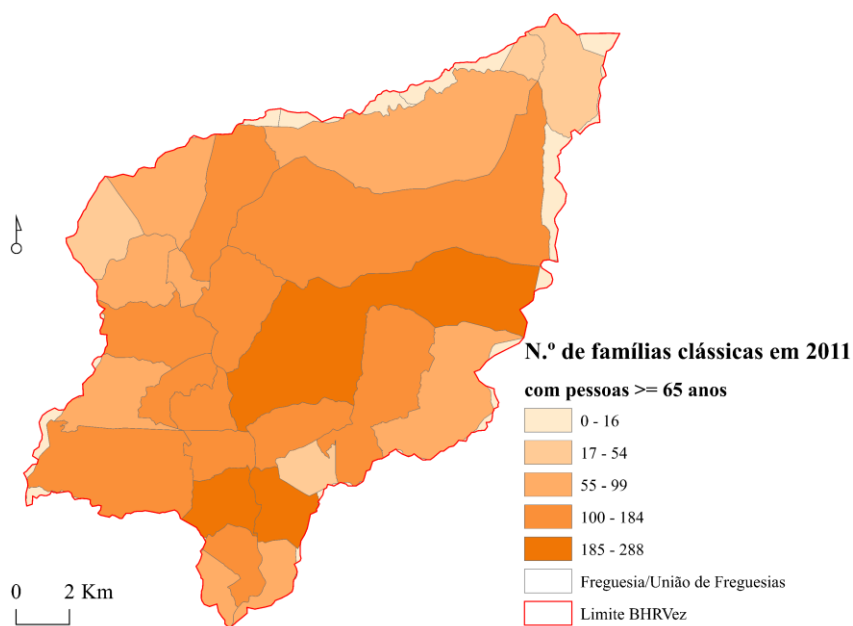


Figura 4.21 – N.º famílias clássicas com pessoas com idade igual ou superior a 65 anos (BGRI, 2011; Carta Militar de Portugal, IGeoE, 1996, 1997; CAOP, 2014).

Os núcleos familiares são fatores importantes de apoio e interajuda, nomeadamente, aos indivíduos mais vulneráveis, como jovens e crianças. Na BHRVez a grande maioria dos núcleos familiares localizam-se nas áreas urbana e rural (Figura 4.22). Quanto ao fator idade, a experiência com cheias (Soetanto et al., 2017), a segurança e a saúde dos cidadãos (Burton et al., 2016) são variáveis importantes que permitem identificar a vulnerabilidade.

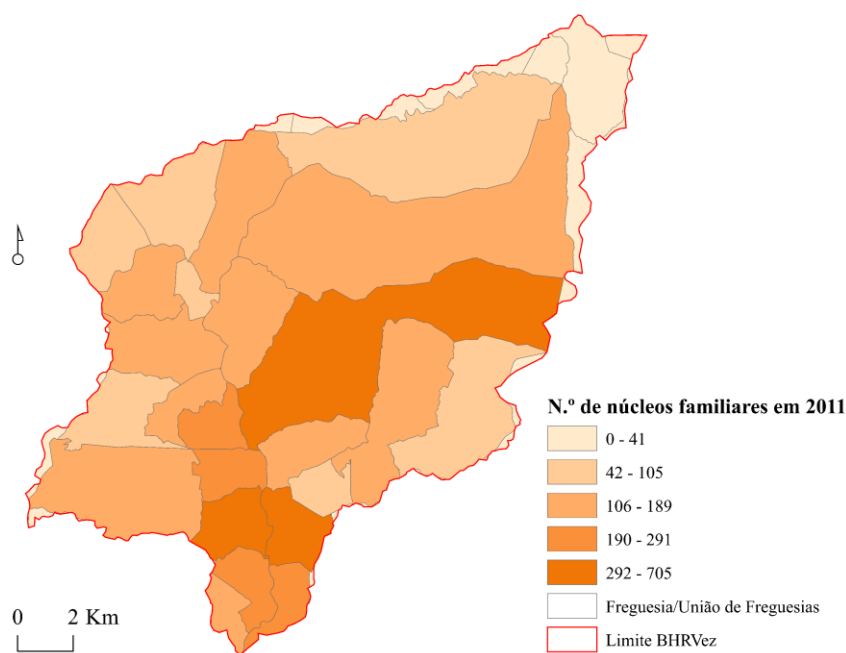


Figura 4.22 – N.º de núcleos familiares residentes por Freguesia/União de Freguesias (BGRI, 2011; Carta Militar de Portugal, IGeoE, 1996, 1997; CAOP, 2014).

Do total de indivíduos residentes, o grupo maioritário correspondia a indivíduos entre os 0 e os 13 anos de idade. A grande maioria dos núcleos familiares residentes, com filhos de idade inferior a 6 anos e entre 6 e 15 anos, localizavam-se nas Freguesias/União de Freguesias de Arcos de Valdevez (São Salvador), Vila Fonche e Parada; Arcos de Valdevez (São Paio) e Giela; Guilhadeses e Santar (Figura 4.23 a e b). A maioria das famílias com filhos de idade superior a 15 anos habitavam na União de Freguesias em Arcos de Valdevez (São Salvador), Vila Fonche e Parada, Arcos de Valdevez (São Paio), como se pode apreciar na Figura 4.23 c.

As crianças podem ser ainda mais vulneráveis ao risco de cheia pela falta de perceção do perigo (Cutter, 2011). Os dois grupos, crianças e jovens em vez de vítimas de cheia,

podem ser considerados como agentes de mudança dentro das suas comunidades, praticando atos de cidadania (partilhando conhecimento sobre cheias dentro dos seus grupos ou ambientes de vivência), como desafio à governança (Mort et al., 2017). Para estes investigadores, as crianças desempenham um papel importante na resposta às cheias e no posterior processo de recuperação, ajudando ativamente as respetivas famílias, aos vizinhos e a comunidade em geral (na proteção de bens, no acompanhamento de cidadãos para lugar seguro, por citar apenas dois exemplos).

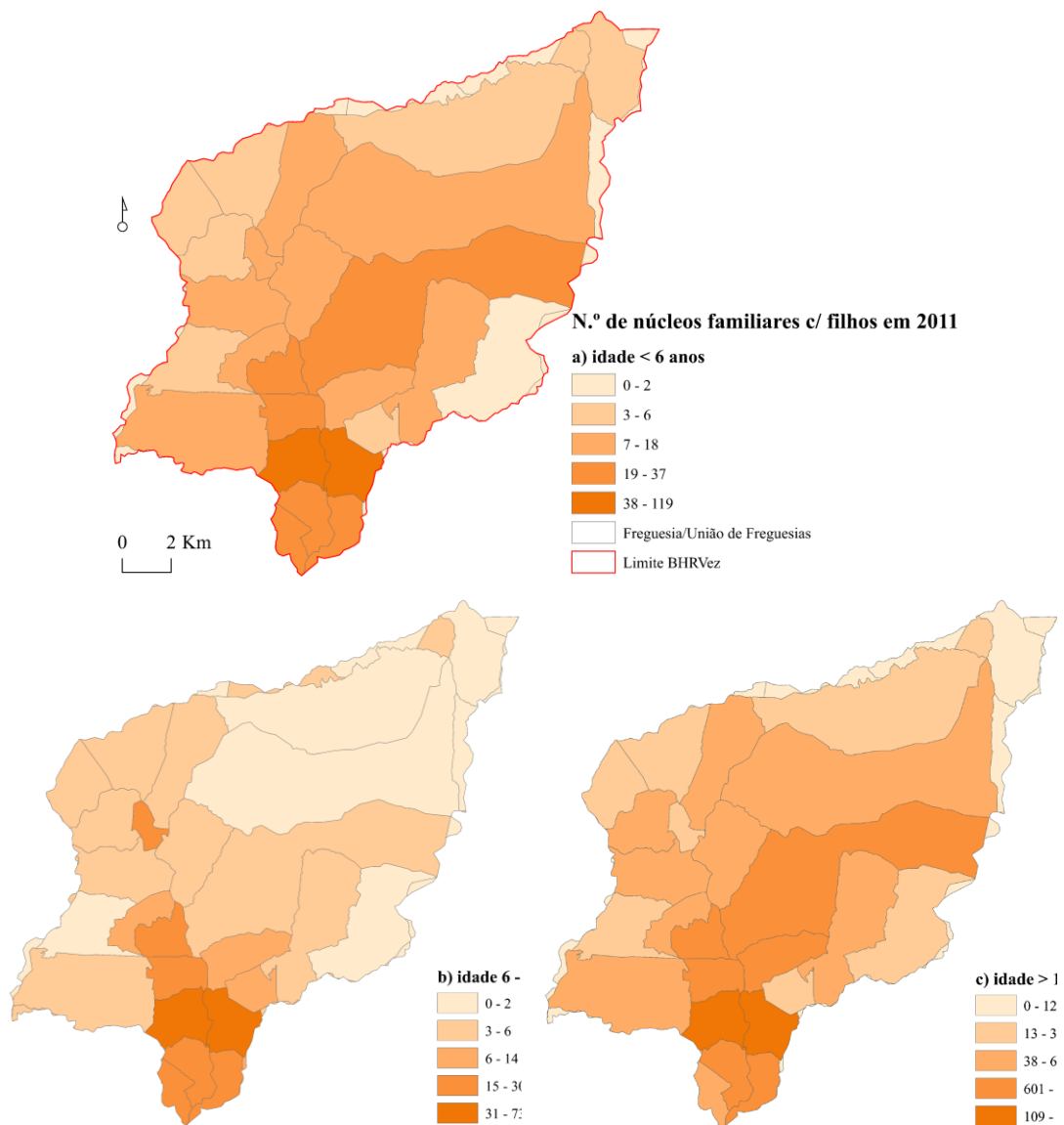


Figura 4.23 – N.º de núcleos familiares residentes por Freguesia/União de Freguesias em 2011: a) com idade inferior a 6 anos, b) com idade entre 6 a 15 anos e c) com idade igual ou superior a 15 anos (BGRI, 2011; Carta Militar de Portugal, IGeoE, 1996, 1997; CAOP, 2014).

O Índice de dependência de jovens (IDJ) para a BHRVez de 16 %, foi obtido pela razão entre grupos populacionais, IDJ = população 0 - 14 anos/população 15 - 64 anos. Estes grupos etários, mais vulneráveis, condicionam as tarefas de auxílio em dias de cheia devido ao local em que se encontrarem. Tenha-se em conta a frequência escolar dos indivíduos com mais de 6 anos de idade, assim como as infraestruturas – mais ou menos preparadas – das respetivas instituições de ensino.

Sintetizando, ilustra-se na Tabela 4.15 os três grandes grupos de indivíduos habitantes e respetiva percentagem por classes de idades. A grande maioria dos indivíduos residentes situava-se no intervalo de idades entre 14 a 64 anos (BGRI, 2011). Seguidamente, os indivíduos com idades superiores a 65 anos.

Tabela 4.15 - Indivíduos residentes com idade entre 0 e 13 anos; 14; 64 anos e mais de 65 anos (BGRI, 2011).

Classe de idades	N.º de habitantes	Percentagem (%)
0 - 13	1552	10
14 - 64	8998	60
>= 65	4494	30
Total	15044	100

N = 34.

A escolaridade é outra variável que se recomenda nos estudos de perceção de cheias (Soetanto et al., 2017). O conhecimento ou grau de instrução académica contribui para a diminuição da vulnerabilidade, mas em contrapartida aumentada devido à frequência das cheias, do aumento da densidade populacional, da riqueza e da pobreza (White et al., 2001). A este propósito, merecem ser referidos outros aspetos importantes, como o acesso ao espaço escolar que, em dia de tempestade pode ficar interdito durante vários dias, como medida preventiva (Pazzi et al., 2016). O impacto que estes eventos causam nos indivíduos jovens pode ser direcionado, de forma pedagógica, para a consciencialização deste tipo de desastres (Nifa et al., 2017).

A população, na sua maioria, possui um grau de instrução ensino médio (Tabela 4.16). Os indivíduos analfabetos ou iletrados ocupam, na sua maioria, as Freguesias/União de Freguesias fora da sede do Concelho de Arcos de Valdevez (Figura 4.24 a) e, contrariamente, os indivíduos com formação superior, na sua maioria, vivem na sede do Concelho, conforme a Figura 4.24 b (BGRI, 2011). De acordo com Nifa et al.

(2017) a taxa de analfabetismo constitui um dos sinais de pobreza de uma determinada área urbana. Este resultado constatou-se no contraste entre a população dos centros urbanos e a população rural, com menos estudos.

Tabela 4.16 - Escolaridade (BGRI, 2011).

Grau de ensino	População (%)
Sem ler/escrever	12
Ensino básico ao pós-secundário (concluídos)	66
Superior (concluído)	7
Ensino básico – superior (a frequentar)	15
Total	100

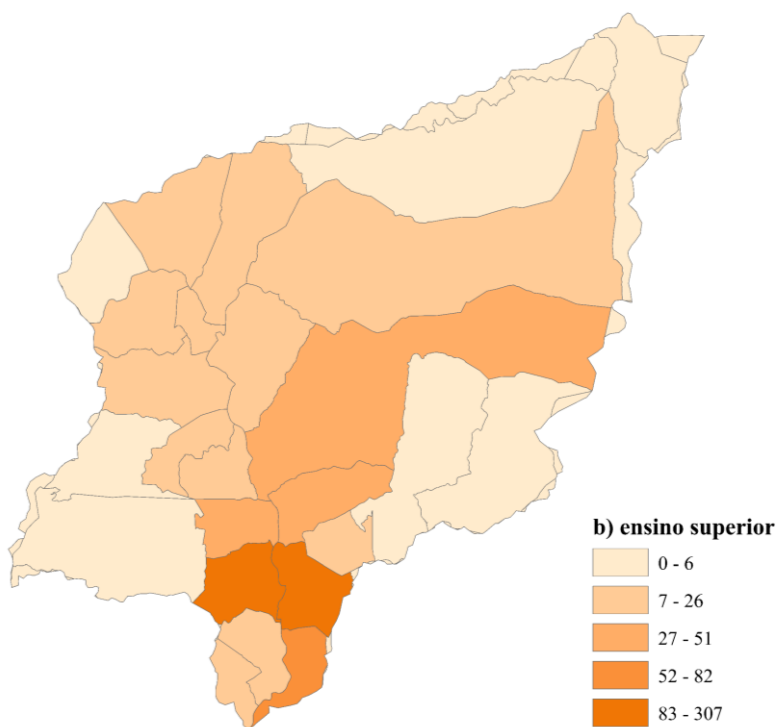
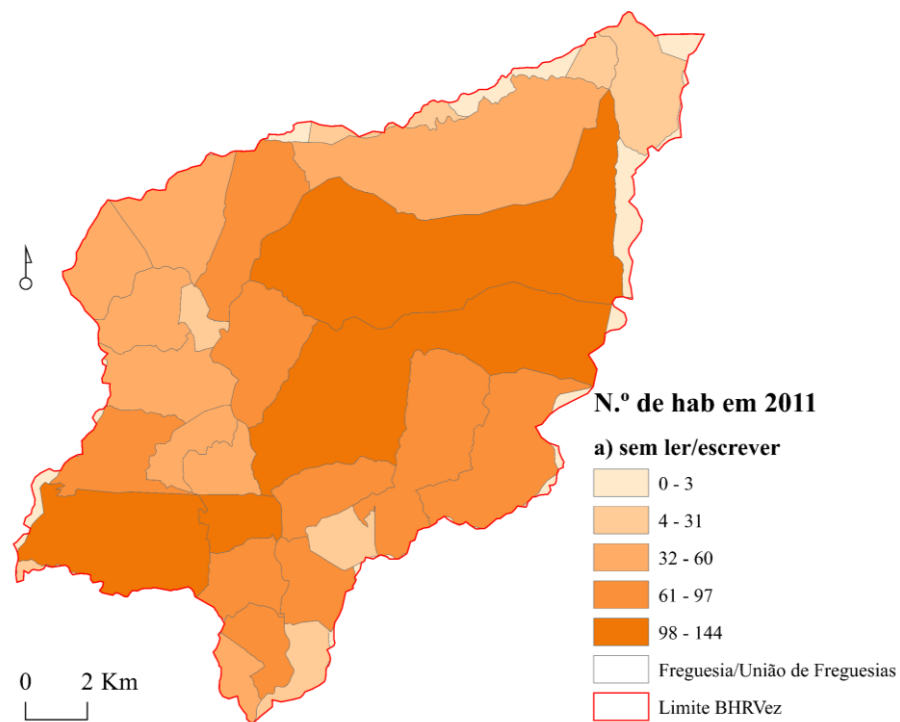


Figura 4.24 – Escolaridade por Freguesia/União de Freguesias: a) número de habitantes sem ler/escrever, b) número de habitantes com formação superior concluída (BGRI, 2011; Carta Militar de Portugal, IGeoE, 1996, 1997; CAOP, 2014).

A idade, o grau de escolaridade e a atividade económica dos indivíduos locais caracterizam as famílias e respetivos núcleos familiares, que vivem em áreas com maior ou menor concentração populacional, segundo nos foi possível identificar. Ora, é na área urbana que se concentra a grande maioria da população e riqueza económica da BHRVez, contrastando com as áreas rural e de montanha, menos humanizadas (Figura 4.25). Os grupos comunitários, chefes de família e pequenas empresas, em conjunto com o governo manifestam ações de fortalecimento da resiliência (Pitt, 2008).

Conforme Lambin et al. (2001) as respostas das pessoas às oportunidades económicas e de emprego, mediadas por fatores institucionais (criadas por mercados e políticas locais e nacionais), levam à ocupação do solo em áreas específicas. Os autores vão mais longe ao referir que a sustentabilidade está ligada aos caprichos do mercado (Lambin et al., 2001).

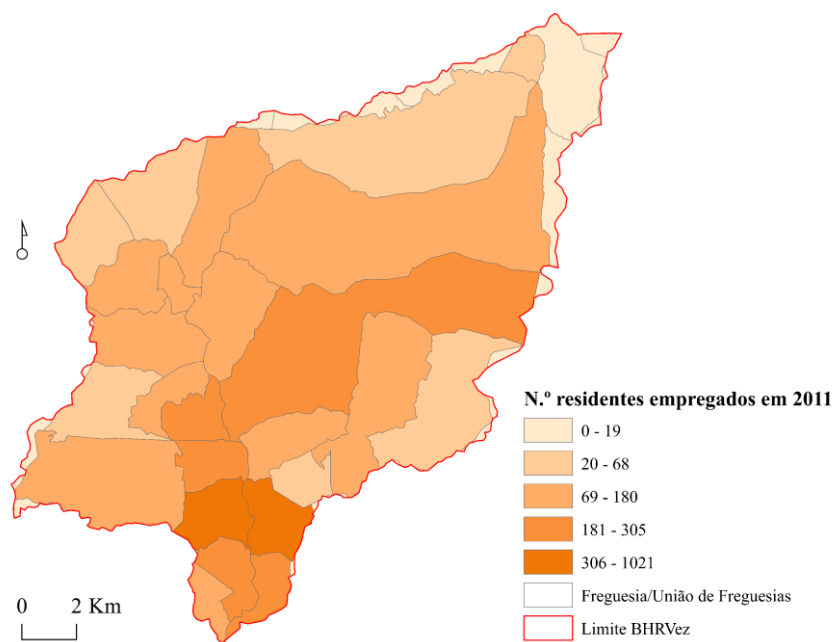


Figura 4.25 – Número de residentes empregados (BGRI, 2011; Carta Militar de Portugal, IGeoE, 1996, 1997; CAOP, 2014).

A grande maioria dos trabalhadores pertence aos setores secundário e terciário, localizados, maioritariamente, nas unidades político administrativas urbanas, como ilustrado na Figura 4.26 a - c. Os trabalhadores do setor primário foram localizados, essencialmente, nas Freguesias de Gondoriz, Cabreiro, Grade e Carralcova.

A atividade agrícola forma as paisagens locais (Van Berkel & Verburg, 2014). Todavia, quando nos referíamos a atividades agrícolas, segundo Lambin et al. (2001) os mercados de produtos e/ou programas de subsídios por vezes provocam mudanças nos sistemas de produção e os incentivos podem dar origem à experimentação de novas culturas e produtos. Para além disso, os incentivos/subsídios à população também podem influenciar a atividade profissional de alguns indivíduos residentes locais, umas com mais impacto no uso do solo do que outras, dependendo da atividade em questão. Algumas áreas, como praias fluviais, espaços agrícolas e/ou naturais, urbanas podem, conforme Padeiro (2015), contribuir para a polarização induzida pela proximidade e pelas características sociais e profissionais das áreas já urbanizadas. Além disso, o valor económico das atividades no setor, como o exemplo do agrícola, é um parâmetro importante para a quantificação dos danos provocados pelos eventos de cheia.

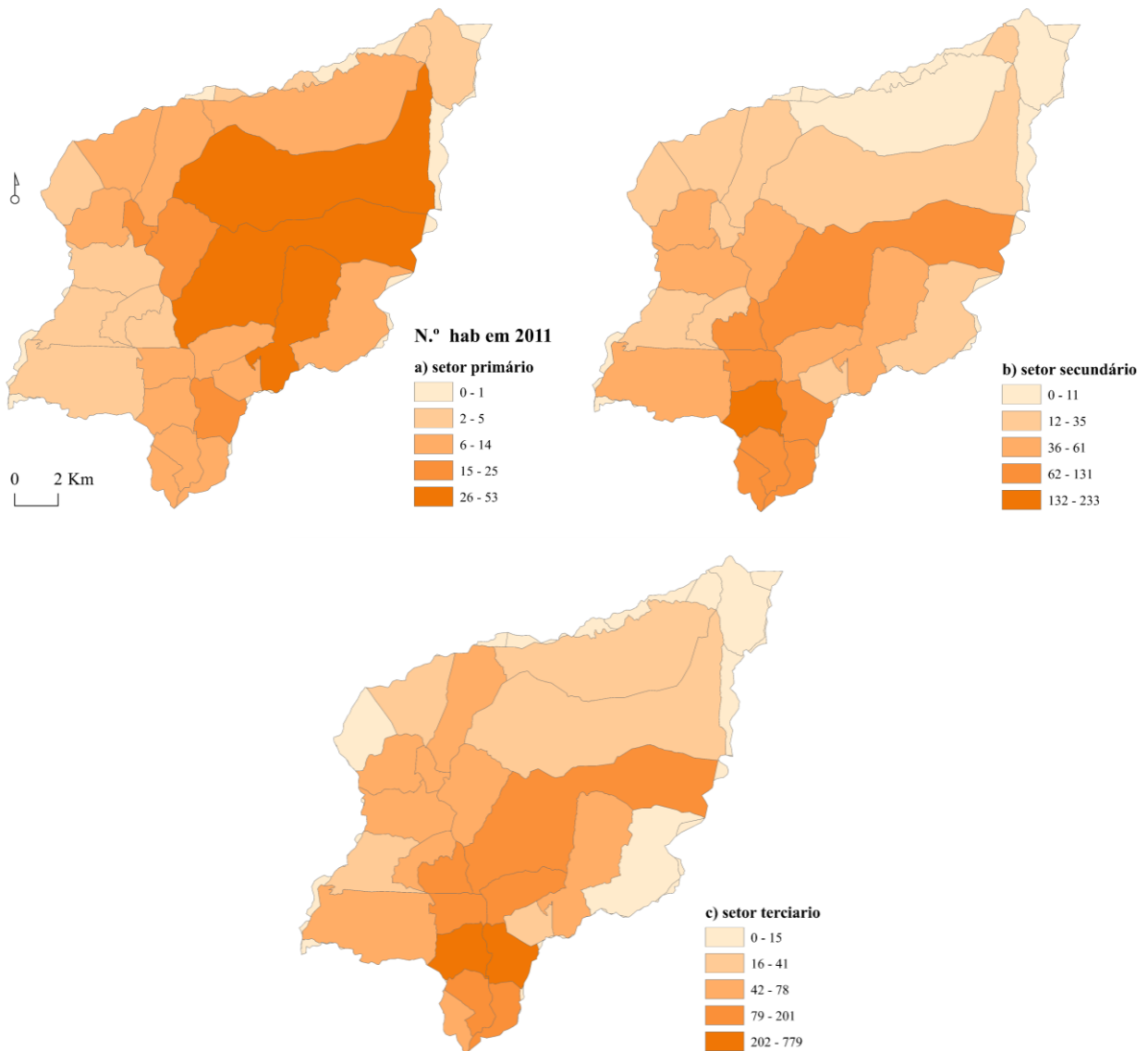


Figura 4.26 – Número de habitantes (hab) por setor de atividade profissional nas Freguesias/União de Freguesias (BGRI, 2011; Carta Militar de Portugal, IGeoE, 1996, 1997; CAOP, 2014).

O modelo atual do território baseia-se nos modos de vida individuais e dos núcleos familiares (Woodcock et al., 2011). Para os investigadores referidos, a população adapta-se às novas formas de viver, isto é, às exigências de planeamento geridas pelos departamentos governamentais e políticos. O mesmo se aplica ao caso dos aparcamentos em áreas industriais.

A taxa de desemprego é um indicador de vulnerabilidade às cheias, como sinal de pobreza de uma região (Nifa et al., 2017). Para os investigadores, a falta de transporte

público pode ser um dos motivos pela falta de emprego, logo o governo deve investir recursos nesse sentido. Para estes casos denota-se que os fatores económicos individuais/familiares associados a fatores de índole de governança pública contribuem para maior ou menor de qualidade de via, além dos problemas com as cheias que o território lhes propícia.

Os habitantes sem atividade profissional conhecida (Figura 4.27) distribuem-se pela BHRVez onde a maior concentração diz respeito às áreas urbana e rural.

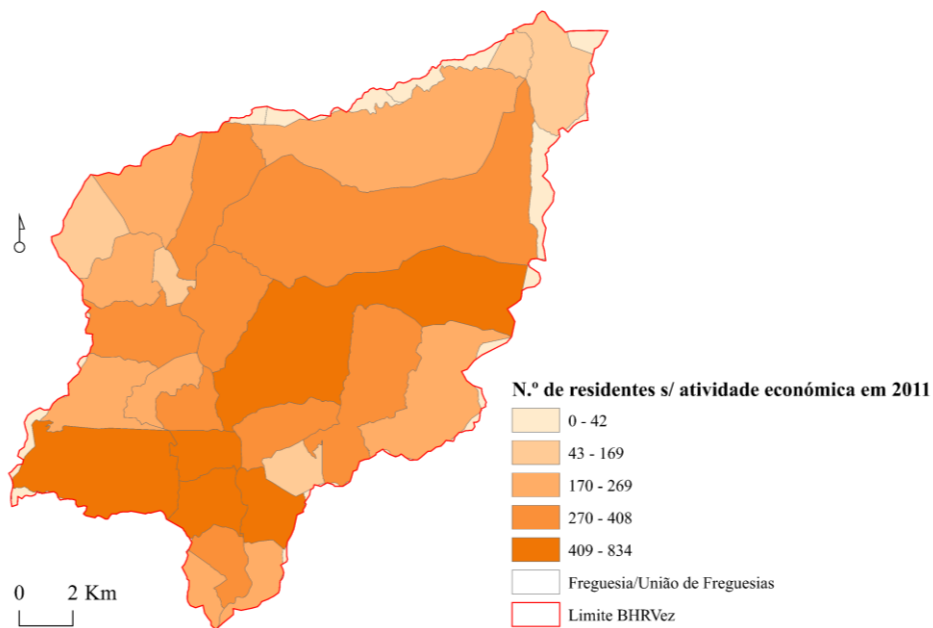


Figura 4.27 – N.º de habitantes residentes sem atividade profissional nas Freguesia/União de Freguesias (BGRI, 2011; Carta Militar de Portugal, IGeoE, 1996, 1997; CAOP, 2014).

Os reformados concentram-se especialmente nas Freguesias/União de Freguesias da sede do Concelho de Arcos de Valdevez (Arcos de Valdevez S. Paio e Giela e Arcos de Valdevez S. Salvador, Vila Fonche e Parada), além da Freguesia de Gondoriz (Figura 4.28).

Inativos, reformados e analfabetos são os indivíduos mais vulneráveis, devido, entre outras razões, às limitações económicas que lhes dificultam as ações posteriores de recuperação ao desastre.

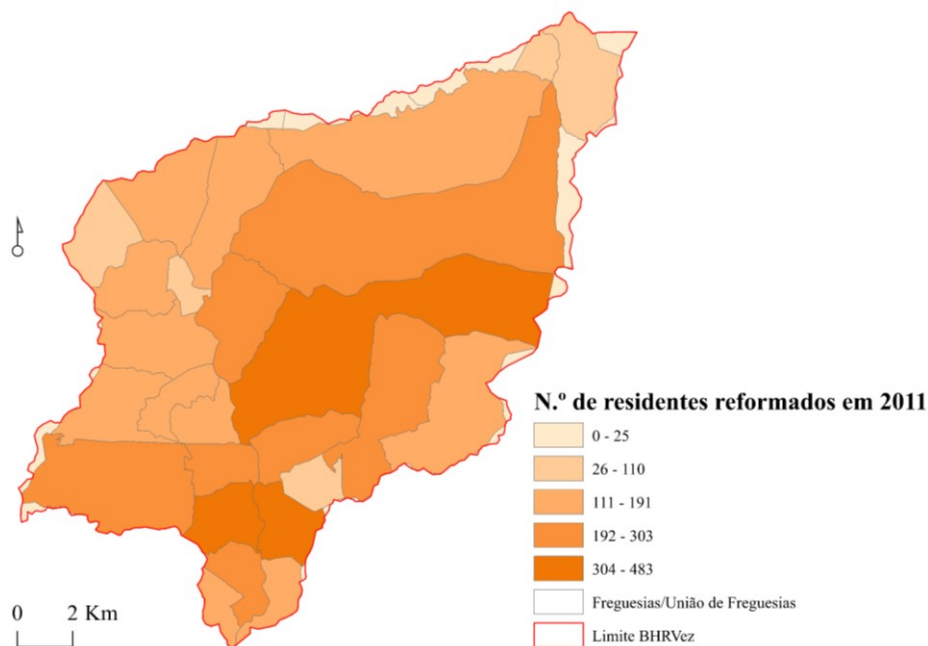


Figura 4.28 – Número de habitantes reformados nas Freguesia/União de Freguesias (BGRI, 2011; Carta Militar de Portugal, IGeoE, 1996, 1997; CAOP, 2014).

Ferguson & Ashley (2017) fazem parte do grupo de investigadores que nos últimos anos têm vindo a concluir nos seus estudos os dados de recenseamento, complementados com o estudo e a análise de dados recolhidos durante a última centúria, de modo a ter elementos que permitam determinar o grau de exposição às cheias das respetivas edificações, numa determinada área. A importância do conhecimento da evolução do edificado prende-se com a necessidade de conhecer a sua vulnerabilidade aos fenómenos extremos, ao contribuir para o aumento da área impermeabilizada aquando da formação dos centros urbanos (Lima et al., 2013). Este aumento implica um reforço das estruturas de esgoto e drenagem, que podem modificar a drenagem da bacia hidrográfica (Leopold, 1968). Quanto maior a área impermeabilizada, derivada da alteração das características hidrogeomorfológicas, mais frequentes serão os eventos extremos de cheias (Ferguson & Ashley, 2017). A posição dos edifícios face ao leito de cheia e a tipologia da sua construção como fator de resistência são elementos que aumentam o perigo e a vulnerabilidade. A maioria das construções apontam padrões de localização situados maioritariamente na parte Sul, tendentes a atingir valores mais elevados no eixo central da BHRVez, mantendo-se ao

longo do tempo. Em áreas propensas a inundar, com perigo iminente de subida das águas dentro dos edifícios, particularmente em residências e comércio (Gonçalves, 2011) é necessário tomar decisões (Wallace et al., 2016).

4.5.3 Edifícios

Com base nos Censos de 1900 verificamos a existência de pouco mais de cinco mil edifícios (fogos = 5 378). Com base nos dados publicados em 2011, na BGRI, os edifícios construídos antes de 1919 perfazem um total de 773. Estas cifras consideram tanto os edifícios recuperados de 1919 como as novas construções. Segundo o Censo de 1801, o número de fogos no Concelho de Arcos de Valdevez ascendia a 5631. Parece existir concordância nos dados, quando comparados com períodos diferentes. Observando a Tabela 4.17 verifica-se, efetivamente, um aumento acima dos mil edifícios, para o mesmo período temporal. Contudo, devemos ter algumas reservas na utilização dos dados, conforme também Padeiro (2015) entendeu no seu estudo para a área Metropolitana de Lisboa.

Quanto ao número de edifícios construídos por época, verifica-se que o valor foi mais expressivo durante o período de 1971 a 1990 (Tabela 4.17). Entre os diversos fatores que terão contribuído para este facto, podemos destacar a política de construção de habitação social promovida após o 25 de abril de 1974 assim como o acesso facilitado ao crédito habitacional, o que acabou por provocar um crescimento considerável do setor da construção urbana (Medeiros, 2000). A época de construção do edifício é o período que pode corresponder à construção do edifício propriamente dito, à construção da parte principal deste (quando diferentes partes de um edifício correspondem a épocas distintas) ou à sua reconstrução, sofrendo uma transformação completa, quando foi parcialmente demolido, tendo resultado a manutenção ou reconstituição da estrutura da fachada ou do número de pisos (INE, 2011, anexo III).

Tabela 4.17 – Número de edifícios por época de construção segundo os dados publicados na BGRI, INE, Censos, 2011.

Edifícios construídos por épocas (n.º)	Antes de 1919	1919 - 1945	1946 - 1960	1961 - 1970	1971 - 1980	1981 - 1990	1991 - 1995	1996 - 2000	2001 - 2005	2006 - 2011
	773	720	787	972	1543	1788	809	804	730	665
Total										9552

A densidade de edifícios aumentou de 20,2 fogos/km² em 1900 para 42,5 fogos/km² em 2011 (INE, 2011). Foi a partir dos anos 70 que se verificou um aumento mais expressivo da densidade do edificado/década (Tabela 4.18 e Figura 4.29). O aumento do edificado também se verificou nas restantes regiões do país e, conforme o constatado por Padeiro (2015), nas principais áreas metropolitanas a distribuição dos edifícios concluídos alterou-se significativamente.

Tabela 4.18 - Evolução da densidade média de edifícios (número de fogos/km²) na BHRVez (Censos do INE, 1900-2001; BGRI, 2011).

Ano / n.º fogos/km ²	1900	1911	1920	1940	1960	1970	1981	1991	2001	2011
	20,2	21,1	20,6	25,2	27,7	29,8	30,3	37,4	40,2	42,5

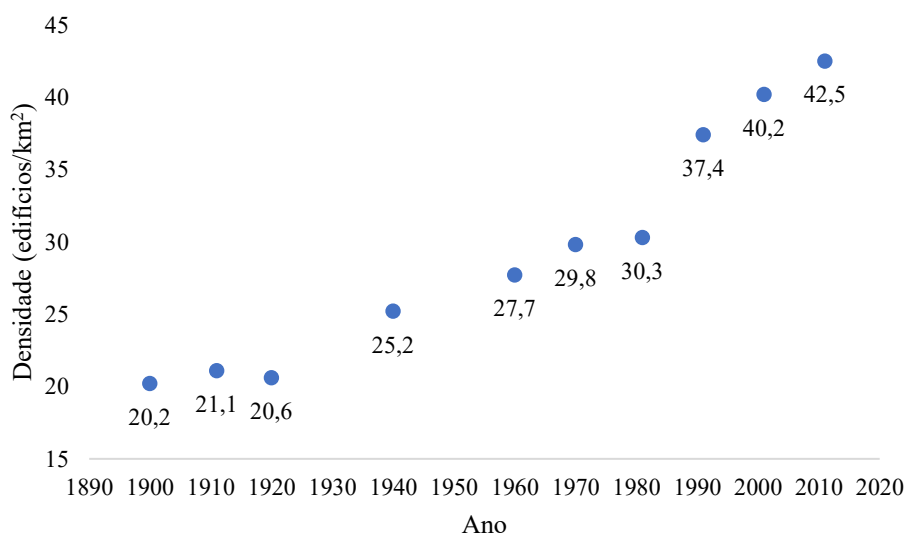


Figura 4.29 – Evolução da densidade de edifícios (número edifícios/km²) (Censos do INE, 1900-2001; BGRI, 2011).

De referir que o valor máximo, de edifícios/unidades político-administrativas (Freguesias/União de Freguesias), alterou-se durante as décadas de 1960 a 1981 (Tabela 4.19). Portanto, constatou-se que na Freguesia de Gondoriz, para o período referido, o número de edifícios recenseados foi o mais elevado.

Tabela 4.19 – Número máximo de edifícios por Freguesia/União de Freguesias (F/UF) (Censos do INE, 1900-2001; BGRI, 2011).

A no	1900	1911	1920	1940	1960	1970	1981	1991	2001	2011
N.º máximo	434	449	441	493	562	585	613	449	1288	1665
F/UF	União de Freguesias de Arcos de Valdevez (Salvador), Vila Fonche e Parada						União de Freguesias de Arcos de Valdevez (Salvador), Vila Fonche e Parada			

Das Freguesias/União de Freguesias que fazem parte da BHRVez, no período temporal compreendido entre 1900 e 2011, 27 apresentaram uma densidade superior a 20 edifícios/km² e as restantes inferior ou igual a 20 edifícios/km². Em toda a área da bacia, entre 1990 e 2006 verificou-se um exíguo aumento das áreas urbanizadas: 1,1 % (Santos, 2015). Este resultado verificou-se também na densidade do edificado, tendo por base os dados de 1991 (INE, 1991) e 2011 (BGRI, 2011). Para Santos (2015) o tecido urbano em 2006 era descontínuo e representava apenas 1,4 %.

Os edifícios construídos antes de 1919 na BHRVez localizavam-se em maior número nas Freguesias/União de Freguesias de montanha (Figura 4.30 a), apesar da menor densidade de edifícios/km² (BGRI, 2011). Verificou-se ainda que foi especialmente entre 1971 e 1980 e seguintes que o número de edifícios construídos aumentou na área urbana e rural (Figura 4.30 b). O número de edifícios expostos aumentou e de forma concentrada. Este facto foi constatado em outras áreas que não a BHRVez por outros investigadores, como Ferguson & Ashley (2017) que procederam ao cálculo da densidade de edifícios de habitação por unidades administrativas para conhecer à escala regional o nível de exposição.

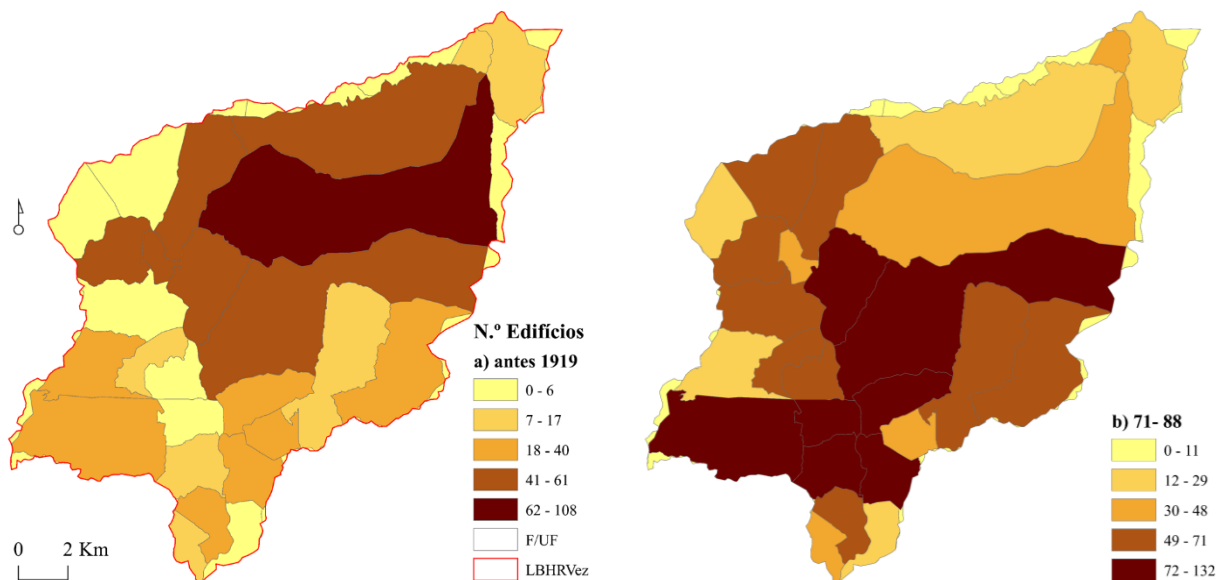


Figura 4.30 – N.º de edifícios construídos por Freguesia/União de Freguesias (F/UF) dentro dos limites da BHRVez (LBHRVez) para diferentes épocas (BGRI, 2011; Carta Militar de Portugal, IGeoE, 1996, 1997; CAOP, 2014).

As intervenções antropogénicas no território fornecem a base para novas análises de edifícios residenciais expostos e seu desenvolvimento ao longo do tempo (Zischg, 2016).

Das Freguesias/União de Freguesias com Taxa de Crescimento Anual (TCA) de edifícios negativa (< 0) foram diversas para os quatro períodos analisados: 1920 – 1970: 10; 1920 – 1991: 8; 1981 – 1991: 10; 1991 – 2011: 26. As restantes Freguesias/União de Freguesias contaram com uma TCA positiva, algumas com valores intermédios de crescimento (> 0 e < 1) e outras com uma maior TCA (≥ 1). Os resultados para cada período temporal são os ilustrados na Figura 4.31 a - d e na Tabela 4.20. Constatou-se que para a grande maioria das Freguesias/União de Freguesias a TCA foi positiva intermédia (observar o número total para TCA > 0 na Tabela 4.20). Uma maior TCA foi observada para os quatro períodos com um número mínimo de Freguesias/União de Freguesias de 5, entre o período temporal 1991 e 2011 e um número máximo de 28, entre o período temporal 1981 a 1991. Assim, pode afirmar-se que o período temporal onde se verificou uma maior TCA foi entre 1981 e 1991, ou seja, construíram-se mais edifícios.

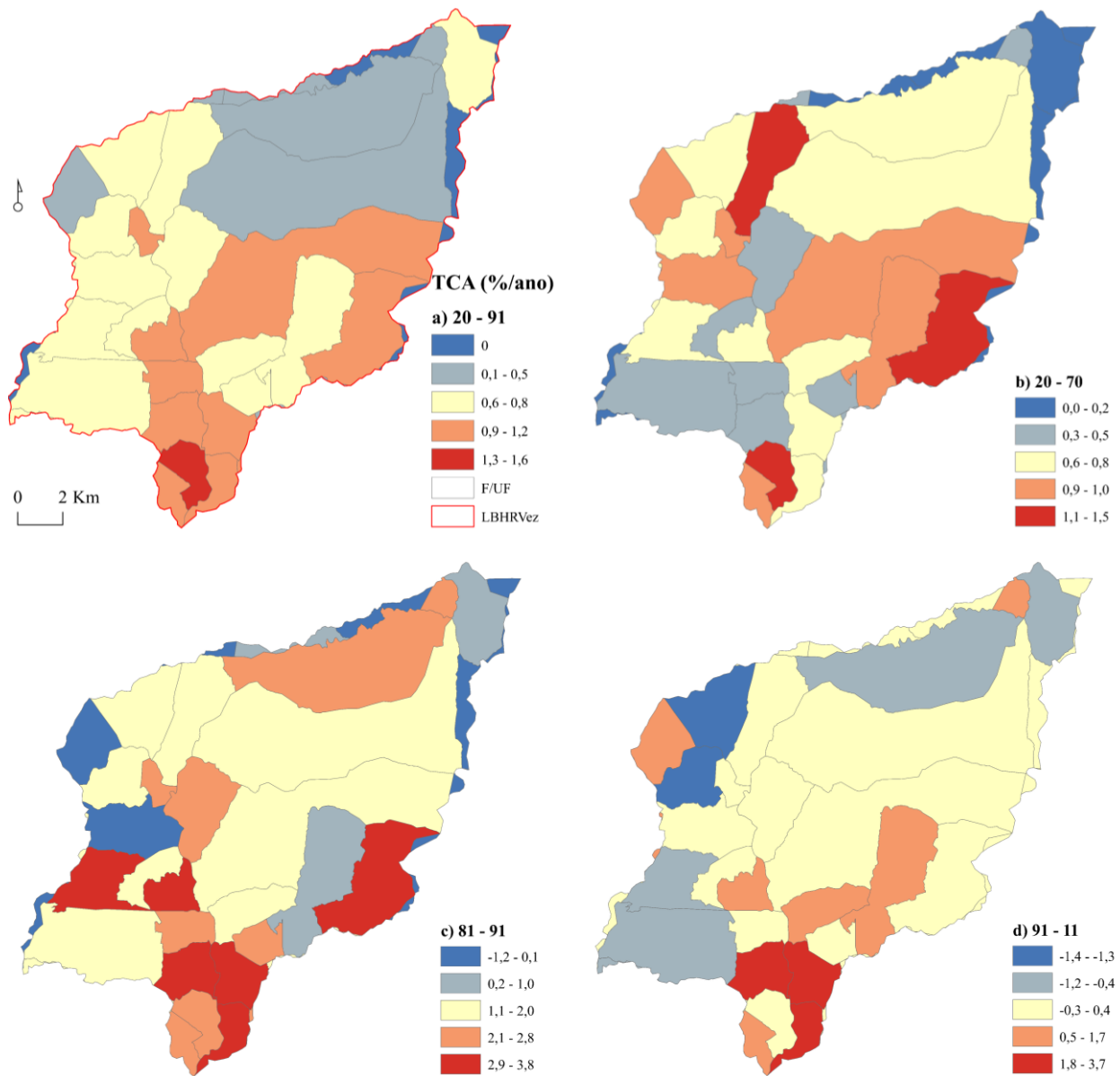


Figura 4.31 – Taxa de crescimento anual (TCA) de edificios por Freguesia/União de Freguesias (F/UF) dentro do limite da BHRVez (LBHRVez) para diferentes períodos temporais entre 1920-2011 (Censos, 1920-2001; BGRI, 2011; Carta Militar de Portugal, IGeoE, 1996, 1997; CAOP, 2014).

Tabela 4.20 – TCA de edifícios por Freguesia/União de Freguesias dentro do limite da BHRVez para diferentes períodos temporais: 1920 - 1970; 1920 – 1991; 1981 – 1991; 1991 - 2011.

TCA	Período temporal (anos)/Freguesias/União de Freguesias (n.º)			
	20_70	20_91	81_91	91_11
≤ 0,00	10	8	10	26
> 0,00	31	33	31	15
≥ 1,00	7	9	28	5

Seguidamente, para cada período temporal analisado, representa-se detalhadamente o resultado das frequências e respetivo número de Freguesias/União de Freguesias que ocupou cada valor da TCA (Tabela 4.21 - Tabela 4.24). Verificou-se que os períodos temporais analisados que ocuparam valores de TCA negativos em algumas das Freguesias/União de Freguesias foram entre 1981 e 1991, ocupando 2 delas (Tabela 4.23); e entre 1991 e 2011, ocupando 9 (Tabela 4.24).

Tabela 4.21 – TCA de edifícios por Freguesia/União de Freguesias, dentro do limite da BHRVez, para o período temporal entre 1920 e 1970.

TCA 20_70	Frequência (n.º Freguesias/União de Freguesias)	Percentagem (%)
0,00	10	24,4
0,20	1	2,4
0,30	1	2,4
0,40	3	7,3
0,50	6	14,6
0,60	2	4,9
0,70	7	17,1
0,80	2	4,9
0,90	2	4,9
1,00	4	9,8
1,20	1	2,4
1,40	1	2,4
1,50	1	2,4
Total	41	100,0

Tabela 4.22 – TCA de edifícios por Freguesia/União de Freguesias, dentro do limite da BHRVez, para o período temporal entre 1920 e 1991.

TCA 20_91	Frequência (n.º Freguesias/União de Freguesias)	Percentagem (%)
0,00	8	19,5
0,30	1	2,4
0,40	4	9,8
0,50	2	4,9
0,60	5	12,2
0,70	7	17,1
0,80	2	4,9
0,90	3	7,3
1,00	3	7,3
1,10	3	7,3
1,20	2	4,9
1,60	1	2,4
Total	41	100,0

Tabela 4.23 - TCA de edifícios Freguesia/União de Freguesias, dentro do limite da BHRVez, para o período temporal entre 1981 e 1991.

TCA 81_91	Frequência (n.º Freguesias/União de Freguesias)	Percentagem (%)
-1,20	1	2,4
-0,90	1	2,4
0,00	8	19,5
0,10	1	2,4
0,40	1	2,4
0,60	1	2,4
1,00	1	2,4
1,30	1	2,4
1,40	2	4,9
1,50	1	2,4
1,60	1	2,4
1,70	4	9,8
1,90	1	2,4
2,00	2	4,9
2,10	1	2,4
2,20	2	4,9
2,30	1	2,4
2,40	1	2,4
2,50	2	4,9
2,60	1	2,4
2,80	1	2,4
2,90	2	4,9
3,10	1	2,4
3,30	1	2,4
3,40	1	2,4
3,80	1	2,4
Total	41	100,0

Tabela 4.24 - TCA de edifícios Freguesia/União de Freguesias, dentro do limite da BHRVez, para o período temporal entre 1991 e 2011.

TCA 91_11	Frequência (n.º Freguesias/União de Freguesias)	Percentagem (%)
-1,40	1	2,4
-1,30	1	2,4
-0,80	1	2,4
-0,70	1	2,4
-0,60	2	4,9
-0,40	1	2,4
-0,30	1	2,4
-0,20	2	4,9
-0,10	6	14,6
0,00	10	24,4
0,10	1	2,4
0,20	3	7,3
0,40	1	2,4
0,70	2	4,9
0,80	3	7,3
1,10	1	2,4
1,70	1	2,4
2,00	1	2,4
2,60	1	2,4
3,70	1	2,4
Total	41	100,0

Em 2011, o edificado da BHRVez forma centros urbanos em Freguesias/União de Freguesias próximas, diminuindo a densidade na periferia (Figura 4.32).

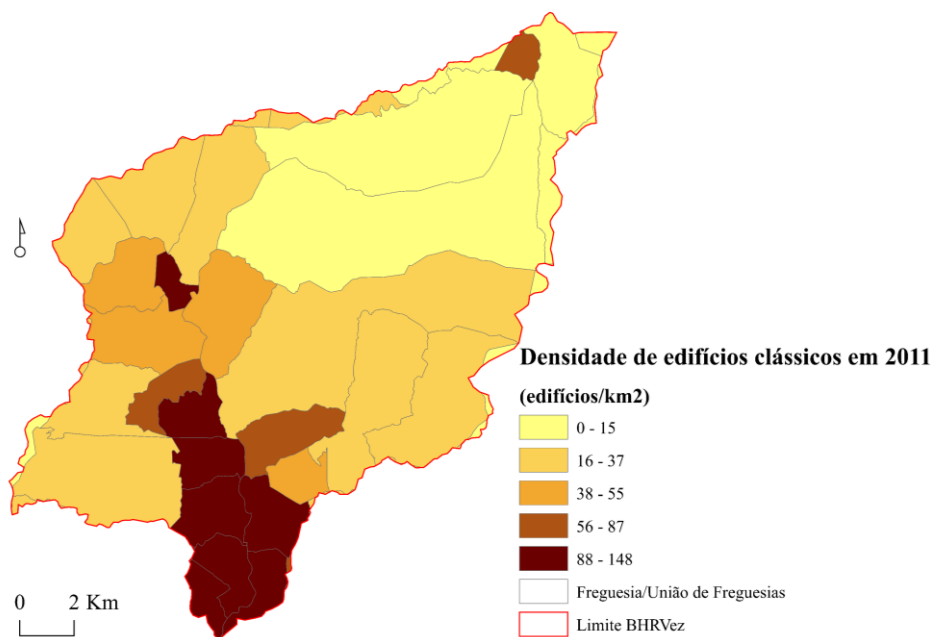


Figura 4.32 – Densidade de edifícios clássicos nas Freguesias/União de Freguesias da BHRVez (BGRI, 2011; Carta Militar de Portugal, IGeoE, 1996, 1997; CAOP, 2014).

Na sua maioria, os edifícios têm um ou dois pisos e estão localizados, principalmente, nas áreas urbanas de maior densidade de edificado, prevalecendo edifícios com poucos pisos. As áreas de maior concentração de construção em altura localizam-se a Sul da BHRVez, sede de Concelho, com povoação densa (Figura 4.33 a - c).

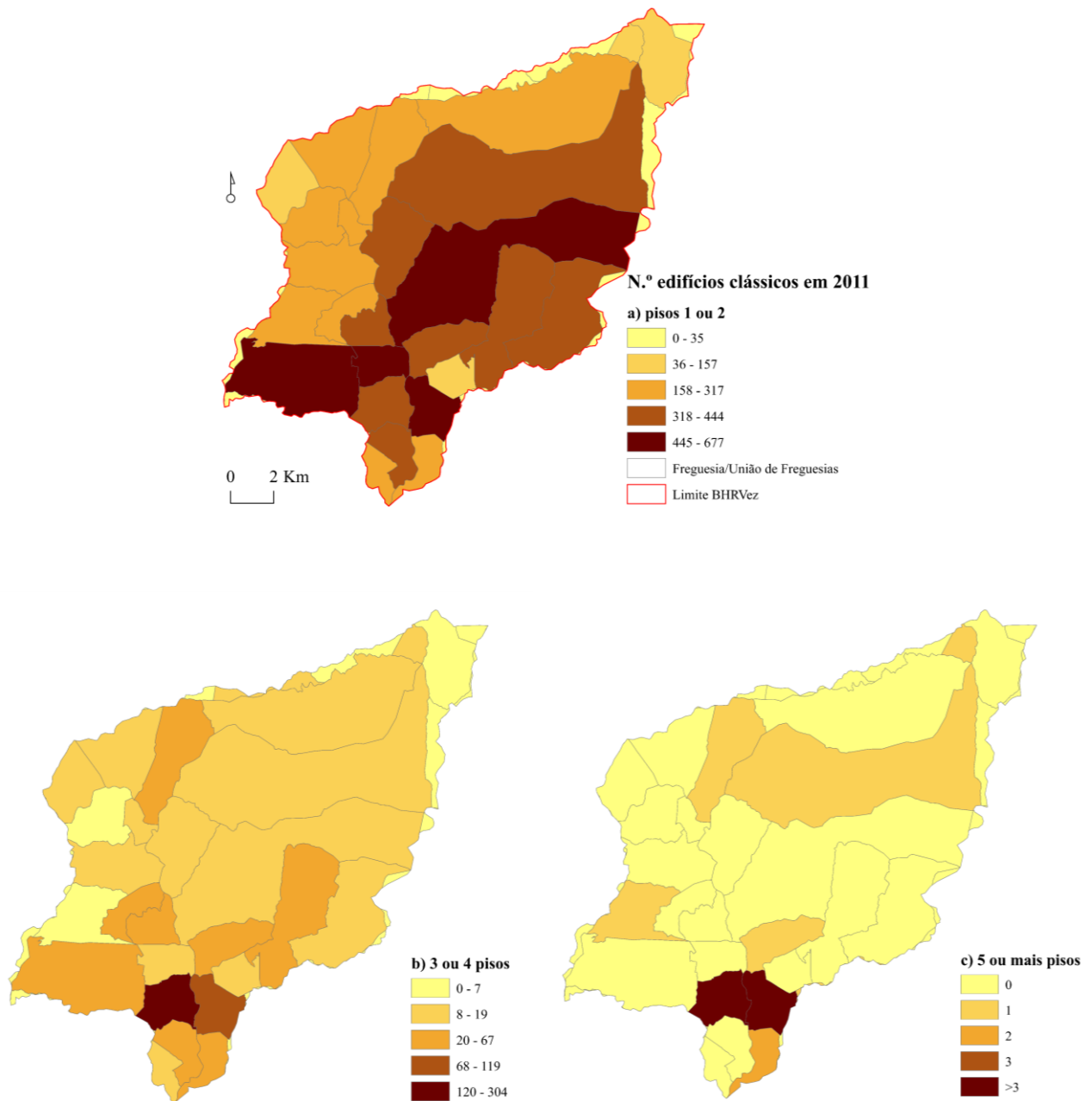


Figura 4.33 – N.º de edifícios por tipologia de pisos nas Freguesia/União de Freguesias (BGRI, 2011; Carta Militar de Portugal, IGeoE, 1996, 1997; CAOP, 2014).

Nas áreas de montanha, os edifícios clássicos aparecem isolados no total de 8 166 edifícios. Como todas as áreas administrativas nacionais, e a da BHRVez não é exceção, esta é ocupada por alojamentos coletivos localizados principalmente na sede do Concelho, em particular, na União de freguesias de Arcos de Valdevez São Salvador, Vila Fonche e Parada. Quando os centros urbanos atingem determinada dimensão surge a necessidade de investimento em diversos serviços de utilidade pública, como por exemplo os centros de saúde, de modo a dar atenção às necessidades dos cidadãos (Carruthers, 2002; Waddell et al., 2007).

Em 2011, segundo os Censos, os alojamentos familiares com estacionamento para 1 automóvel ou mais viaturas totalizavam 3 473 (estacionamentos privados), prevalecendo 1 estacionamento por família (Figura 4.34; Tabela 4.25). A maioria dos lugares de estacionamento/habitação estão distribuídos nas Freguesias/União de Freguesias com maior densidade de edifícios. Quanto a estacionamentos públicos, em parques e/ou na via pública, em 2005 estavam disponíveis 1938 lugares (Ribeiro et al., 2005).

Quanto a lugares de estacionamento como valências relativas ao alojamento, nos dados do INE (BGRI, 2011) a área ocupada para estacionamento privado está ainda por identificar de modo a conhecer o grau de impermeabilização.

A grande maioria dos lugares de estacionamento por família localizam-se a Sul da BHRVez (Figura 4.34 a - c).

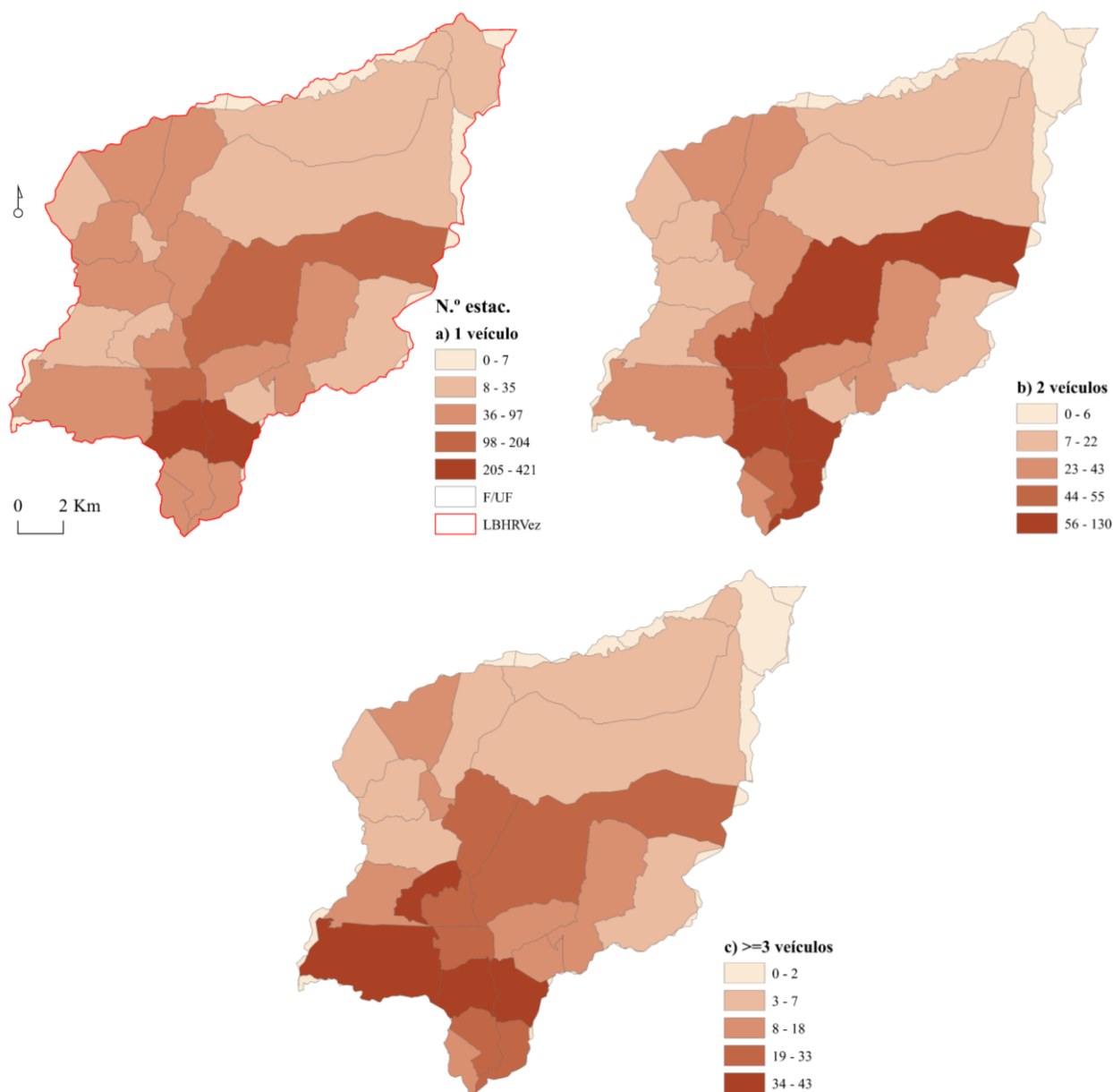


Figura 4.34 – Distribuição espacial da densidade de alojamentos com estacionamento (estac/km²) de famílias clássicas em 2011 (BGRI, 2011; Carta Militar de Portugal, IGeoE, 1996, 1997; CAOP, 2014).

Tabela 4.25 – Alojamentos familiares clássicos de residência habitual com estacionamento (BGRI, 2011).

Valências	Máximo	N.º total	%
Para 1 veículo	372	1 920	57
Para 2 veículos	116	951	28
Para 3 ou mais veículos	43	476	14
Total		3 347	100

Outra das valências dos alojamentos clássicos de residência habitual é a área total privada (m²) que ocupam. A grande maioria destes alojamentos em 2011 ocupavam uma área entre os 100 m² e os 200 m², sendo uma grande parte localizadas em área urbana e outros em rural e montanhosa (Figura 4.35 a - d; Tabela 4.26).

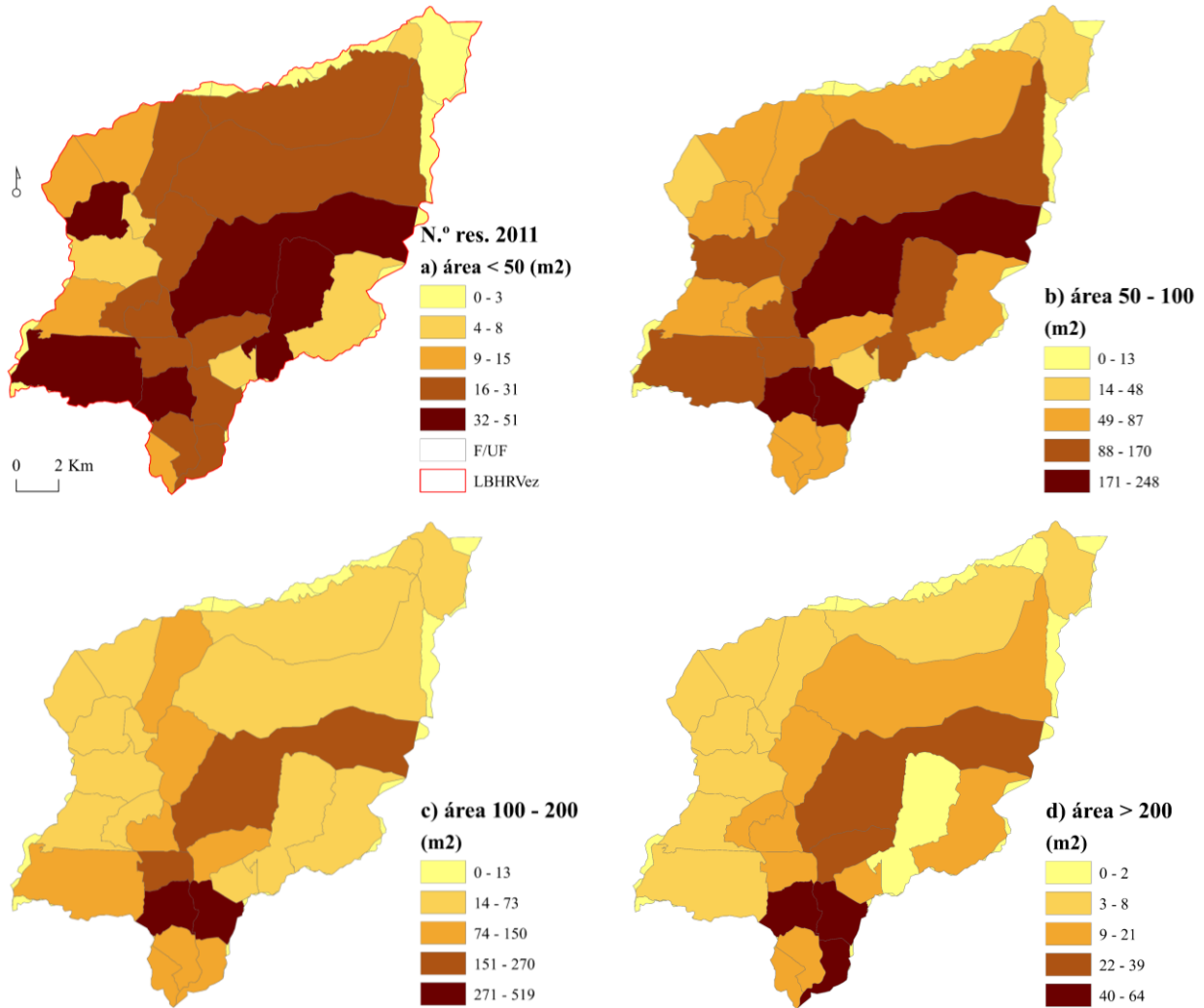


Figura 4.35 – Espacialização do número de alojamentos clássicos (residência habitual) segundo tipologias de área construída, em 2011: a) < 50 m², b) de 50 m² a 100 m², c) de 100 m² a 200 m² e d) > 200 m² (BGRI, 2011; Carta Militar de Portugal, IGeoE, 1996, 1997; CAOP, 2014).

Em 2011 a área impermeabilizada de propriedade privada continha 5 921 residências/alojamentos familiares de utilização habitual (Tabela 4.26).

Tabela 4.26 – Área (m²) dos alojamentos familiares clássicos de residência habitual (BGRI, 2011).

Área ocupada pelos alojamentos familiares clássicos de residência habitual	N.º máximo de residências	N.º total residências	Percentagem (%)
Até 50 (m ²)	50	558	9
De 50 a 100 (m ²)	248	2 406	41
De 100 a 200 (m ²)	519	2 550	43
Maior que 200 (m ²)	64	407	7
TOTAL		5 921	100

Na bacia hidrográfica, o fator densidade do edificado deve ter em conta a cobertura do sistema de esgoto para diminuir o potencial de poluição das linhas de água nos locais densamente povoados (Bellu et al., 2016). Na BHRVez, segundo os Censos de 2011, a grande parte dos alojamentos para residência habitual contam com água canalizada - com ligação à rede pública e/ou privada - e com sistema de esgotos da rede pública ou, em alguns casos, da rede privada, na forma de fossas sépticas (Figura 4.36; Figura 4.37; Tabela 4.27). Quanto ao número de residências com água canalizada e com sistema de esgotos para as 34 Freguesias/União de Freguesias verificaram-se, como cabia de esperar, valores mais elevados na área urbana.

Um dos instrumentos que procura a sustentabilidade ecológica dos rios é a Diretiva-Quadro da Água Europeia (2000), que veio exigir aos gestores responsáveis contributos para atingir as metas ambientais estabelecidas na referida Lei (Carre et al., 2014). As infraestruturas de uso coletivo, como o abastecimento de água e o saneamento públicos, devem ser geridos de forma a evitar consequências desastrosas para os ecossistemas de um rio, mantendo a qualidade da água, conforme adverte o autor já referido, Carre et al. (2014). Por estes motivos, a distribuição das populações urbanas exige investimento em redes de água e saneamento e, no respetivo tratamento (Carruthers, 2002; Waddell et al., 2007).

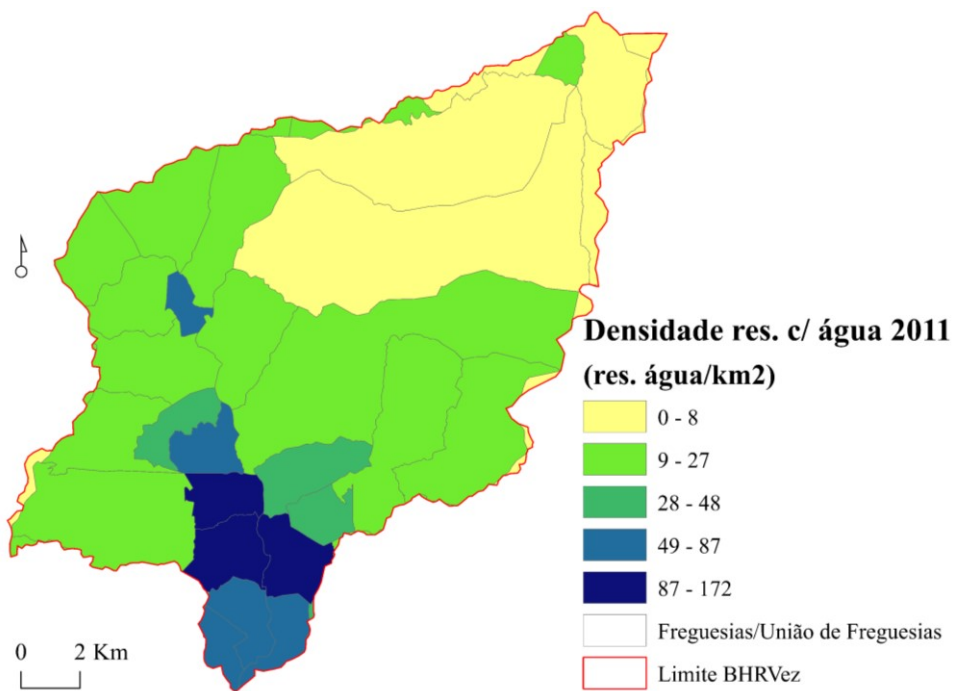


Figura 4.36 – Densidade de alojamentos familiares de residência (res.) habitual com sistema de abastecimento de água (BGRI, 2011; Carta Militar de Portugal, IGeoE, 1996, 1997; CAOP, 2014).

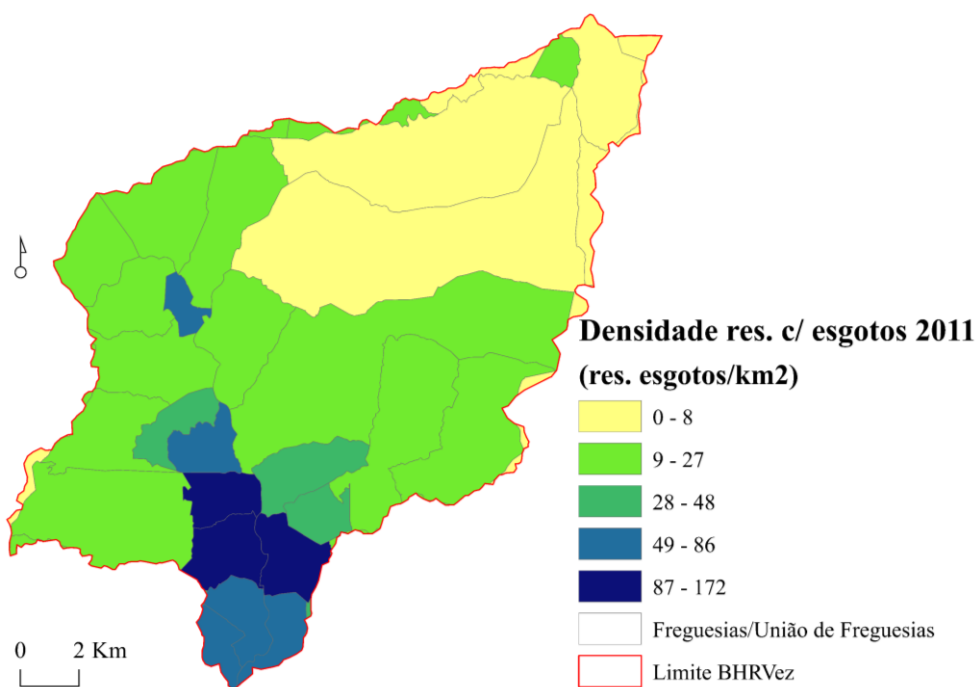


Figura 4.37 - Densidade de alojamentos familiares de residência habitual com sistema de esgotos (BGRI, 2011; Carta Militar de Portugal, IGeoE, 1996, 1997; CAOP, 2014).

Tabela 4.27 – Estatística descritiva relativa ao número de alojamentos com água canalizada, residências com sistema de esgotos (BGRI, 2011).

Valências	N.º máximo	N.º total
Residência habitual com água	873	5743
Residência habitual com esgotos	873	5771
Alojamentos residência habitual	874	5928
Alojamentos	1 665	11 198
Alojamentos vagos	182	996

Os dados mostram que durante os últimos 100 anos a cobertura do solo impermeabilizado sofreu um aumento considerável, nomeadamente, dos alojamentos construídos com parques de estacionamento. Para Lambin et al. (2001) a urbanização contribui para a alteração dos modos de vida, em última instância, associados com as transições demográficas, aumentando as expectativas sobre o consumo. Reveja-se o trabalho de Wasige et al. (2013), dando especial atenção à cobertura do solo e à sua dinâmica, devido às implicações ambientais em termos de qualidade ambiental local. Os fatores que proporcionam a mudança do uso e ocupação do solo são vários. De acordo com Lambin et al. (2001) nem a população nem a pobreza constituem, por si só, as únicas e principais causas subjacentes à mudança da cobertura do solo, mas sim as forças globais (políticas) que se tornam as principais determinantes das mudanças locais do território.

É de salientar que a ocupação da BHRVez está aliada a fenómenos de concentração de equipamentos coletivos com diferentes usos, sujeitas aos efeitos do tráfego de atravessamento (Ribeiro et al., 2005). Os acessos de circulação à BHRVez são diversificados: ruas, complementadas pelos parques, caminhos, estradas, ciclovias, complementadas por pontes e pontilhões. De acordo com Ribeiro et al. (2005) esta área é servida, essencialmente pelas Estradas Nacionais EN 101 e EN 303, e pelo Itinerário Complementar (IC28).

Não obstante, de acordo com Padeiro (2015), é habitual a comodidade económica sustentável de divisão relativamente aos investimentos para expansão urbana: individuais e coletivos. Por outro lado, povoações urbanas reclamam investimento nas diversas infraestruturas públicas (Carruthers, 2002; Waddell et al., 2007), como por

exemplo, a rede tratamento de resíduos, incluindo as vias de comunicação e rede elétrica de distribuição de energia. Paralelamente, com o tempo, e contrariamente aos melhoramentos locais das vias de circulação, a acessibilidade tende a degradar-se (Metz, 2008) e são necessárias obras de reparação e conservação para manter a qualidade de vida das populações locais e, conforme Pedreiro (2015), atingir a sustentabilidade repartida. Tem-se em conta os custos de concentração, a cargo dos proprietários – no caso de imóveis privados – e a cargo do Estado, no caso dos públicos.

Concordamos com Ribeiro et al. (2005) quando afirma que “o desenvolvimento sustentável de áreas urbanas de pequena dimensão depende em grande parte da capacidade que elas possuem de atrair investimento e simultaneamente preservar o passado histórico, sociocultural e natural intrínseco desse local” (p. 157).

Os elementos expostos na bacia hidrográfica estudada, estão sujeitos a que, conforme Gampe et al. (2016) um único evento de cheia afete diferentes locais ao longo da sua duração, a que corresponde ao risco coletivo de inundação. Paralelamente, as ações de ocupação podem manifestar-se pelas formas construtivas de muros, levadas, calçadas, pontões, espigueiros, fojos, moinhos, azenhas, lagares de azeite, abrigos de pastor, ou outros (Rodrigues, 2012). Estes elementos são passíveis de serem afetados, dependendo da sua localização e com perigo, que depende da probabilidade de cheia.

CAPÍTULO 5 – AS CHEIAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VEZ COM BASE NOS DADOS DA IMPRENSA PERIÓDICA E A SUA PERCEÇÃO

Os estudos sobre cheias sustentados por dados históricos têm como objetivo colmatar a insuficiência de informação existente para a BHRVez, nomeadamente a interpretação avançada da sua dinâmica e das suas consequências. Estes têm sido escassos (Bellu et al., 2016). Porém, nos últimos anos, concretamente a partir de 2009 (Gonçalves, 2009) começaram a surgir alguns trabalhos neste campo. A partir daí outros investigadores mostraram interesse por esta temática e pela bacia hidrográfica, nomeadamente: Santos (2009); Pereira (2009); Carvalho-Santos et al. (2014) e Carvalho-Santos et al. (2016).

Conforme já referido no capítulo 3, o inventário eBd contém os registos de eventos e estes resultaram de relatos que permitiram identificar o aumento do caudal na rede hidrográfica e as consequências das cheias na BHRVez. Apesar de ser uma bacia hidrográfica de média a pequena dimensão, as preocupações sobre as cheias e respetivos danos estarão em igualdade com as grandes bacias hidrográficas, conforme o defendido por Barriendos & Rodrigo (2010).

5.1 Imprensa periódica

Conforme foi referido na metodologia (capítulo 3), identificaram-se 31 jornais entre 1900 e 2015, sendo que para efeitos de eBd foram considerados de interesse apenas 25. O período com mais jornais considerados de interesse encontra-se entre 1900 e 1930, com um total de 13 periódicos. Para o restante período de análise foi possível obter 4 jornais em todas as décadas. A distribuição temporal de todos os periódicos analisados representa-se na Figura 5.1.

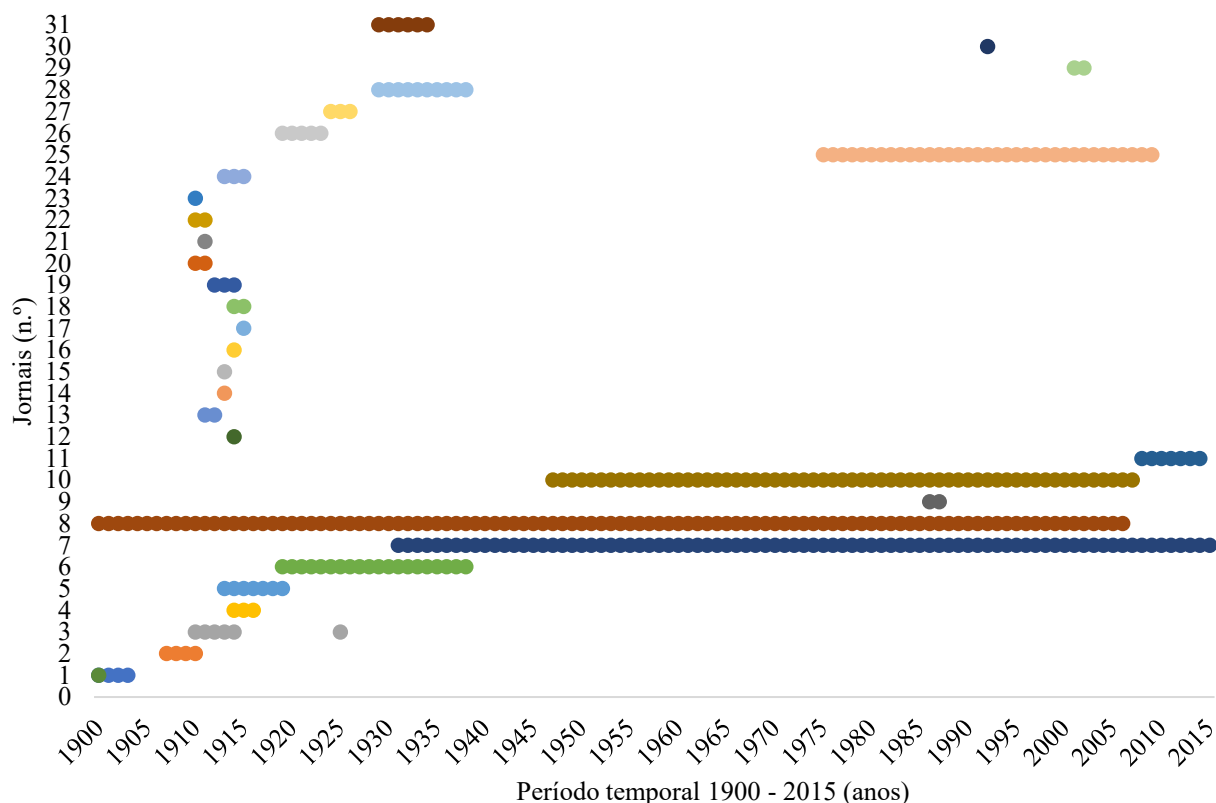


Figura 5.1 – Distribuição temporal dos periódicos analisados (Imprensa Periódica, 1900/2015).

A elevada concentração e publicações no início do século XX - devida, em especial ao rápido desenvolvimento de novos meios técnicos - deu lugar, a partir de 1930, a uma significativa redução de jornais disponíveis para análise (conforme se mostrou na Tabela 3.7 do cap. 3), tendo permanecido em ativo por exemplo: *Notícias dos Arcos* [1931-2015] para o concelho de Arcos de Valdevez e o *Povo da Barca* para o concelho de Ponte da Barca [1900-2006] que se extinguiu em 2012. Um dos periódicos de igual importância e que se manteve durante um longo período foi o *Vanguarda* [1947-2007].

A grande quantidade de jornais disponíveis nas primeiras décadas do século XX não significou uma maior quantidade de informação, quer para as transcrições quer para os artigos registados por eBd (Figura 5.2). Quanto ao total de edições de periódicos, e para os diferentes intervalos de tempo, contabilizados por datas, são os descritos na Figura 5.2. O número total de edições consultadas correspondeu a 11 078 exemplares. Portanto, foram transcritas 1 427 edições, das quais 766 (54 %) foram consideradas para efeitos de eBd. O valor justifica-se pela recolha tendo em conta o local de edição dos jornais (região

de Arcos de Valdevez), o que não significa que todos os locais pertencessem à BHRVez ou que contivessem dados que merecessem o seu registo. Os restantes foram excluídos.

O maior número de transcrições corresponde ao período 1951 – 1960, 196 datas, sendo o das edições em eBd entre 1981 e 1990, 119 datas. O menor número de transcrições obtidas foi 58, correspondentes a 1911 - 1920 e 1941 - 1950. Para as edições por eBd obteve-se um valor mínimo de 14, entre 1941 e 1950. Estes resultados estão relacionados com o número de notícias publicadas.

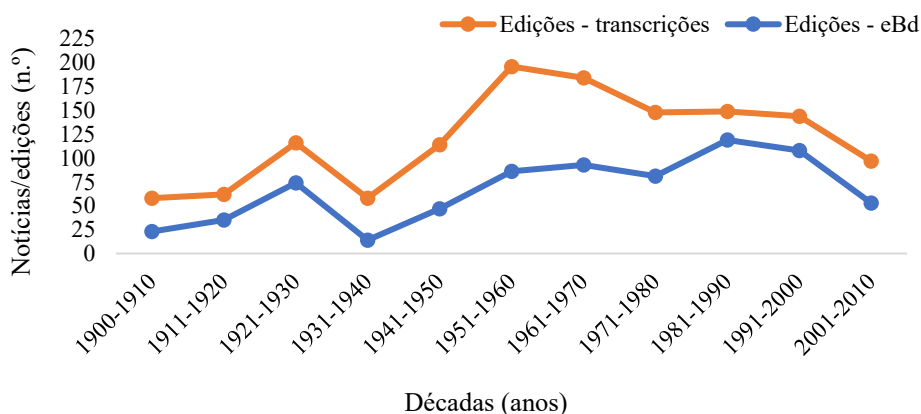


Figura 5.2 – Número de datas de edições com notícias consideradas por década (Imprensa Periódica, 1900/2015).

Quanto aos artigos recolhidos e transcritos, somam um total de 316 952 palavras. O valor máximo obtido corresponde ao período compreendido entre 1991 e 2000, com 69 618 palavras, o mesmo período com mais notícias inseridas por eBd. O valor mínimo encontra-se entre 1941 e 1950 (Figura 5.3).

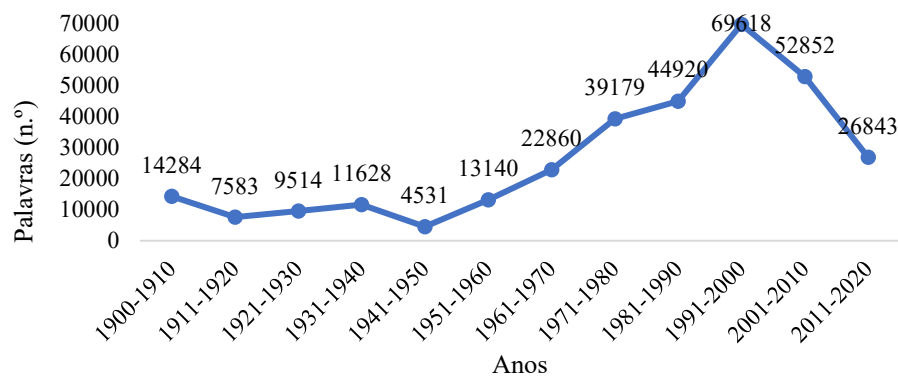


Figura 5.3 – Número de palavras recolhidas nas notícias da imprensa periódica (Imprensa Periódica, 1900/2015).

A informação recolhida na imprensa é o resultado do trabalho jornalístico, propriamente dito, da informação fornecida pelos elementos da população, fruto das deslocações e da observação local dos próprios profissionais que vivem na região e/ou fora da mesma, por cartas enviadas pela população para a redação da imprensa, telefonemas efetuados por diversos habitantes, por consulta de outras notícias noutros jornais concorrentes, presença e recolha da informação em reuniões da Assembleia Municipal e Assembleia de Freguesia, e/ou tipologia meios descritos noticiados.

Quanto a informação disponível através de cartas enviadas pelos cidadãos aos diversos jornais da região, Wei et al. (2015) consideram ter um peso relativamente pequeno no conjunto.

5.2 Eventos de cheia

Os jornais, como fonte de reconstrução de eventos, fornecem uma ampla e abrangente representação dos tópicos relatados (Wei et al., 2015). Um dos exemplos de representação retrata a descrição da tipologia do fenómeno. Para Barrera-Escoda & Llasat (2015), Barriendos et al. (2014) e Barriendos & Rodrigo (2010), a localização geográfica de uma bacia hidrográfica caracteriza a propensão a diversos fenómenos climáticos causadores de cheia: tempestades severas, eventos associados à chuva, incluindo processos de degelo de neve. Este último, a neve, de forma menos relevante por não ser o objeto principal da investigação, permitem certificar se as cheias na BHRVez estão ligadas principalmente a fenómenos naturais meteorológicos como a precipitação em forma de chuva.

5.2.1 Notícias sobre eventos de cheias

Os eventos de cheia foram registados em 319 edições. Destas, oito eventos corresponderam a relatos em mais do que um jornal, sendo, na sua maioria, semanários (66 %) e os restantes de periodicidade quinzenal.

Dos artigos da imprensa analisados, 73 % faziam uma breve referência aos eventos (< 200 palavras) e os restantes uma descrição detalhada (Tabela 5.1), prevalecendo artigos com poucas palavras.

Tabela 5.1 – N.º de palavras da notícia integral por artigo de notícia, para os eventos registados de 1900 a 2015 (Imprensa Periódica, 1900/2015).

< 50	>= 50 e < 100	>= 100 e < 200	>= 200 e < 300	>= 300 e < 500	>= 500	Total
79	73	66	34	24	24	300

Na maior parte dos periódicos consultados, a generalidade das notícias sobre os eventos aparece nas primeiras páginas, com especial incidência para a primeira, segunda e terceira páginas das edições, o que deixa a evidência a importância que se concedia a estes relatos. Wei et al. (2015) também tiveram em conta nos seus estudos a localização da página dos desastres.

Quanto à imprensa, os artigos, as datas, o número de palavras e a página têm sido cada vez mais valorizados, como nos mostram os trabalhos de Harris & Lanfranco (2017) e Wei et al. (2015), por citar só alguns exemplos.

Os relatos noticiosos refletem as preocupações locais oferecendo uma base realista que permite conhecer o valor concedido a um determinado assunto, assim como a incidência que teve na população ao longo do tempo (Wei et al., 2015; Xiong et al., 2016).

Todas estas considerações permitem constatar a importância dos meios de comunicação para as sociedades contemporâneas, como sistema interpretativo central (Schmidt et al., 2013). A recolha de dados durante um período temporal dilatado permite conhecer, como no caso da BHRVez, a repercussão que este tipo de ocorrências teve ao longo do tempo, assim como a relação em importância destas notícias entre os outros assuntos noticiados (Xiong et al., 2016).

A sistematização de critérios de classificação das notícias em estudos direcionados para as cheias ou para o risco de cheia (Harris & Lanfranco, 2017; Wei et al., 2015) têm permitido colmatar as lacunas de dados instrumentais, transformando o conhecimento registado da dinâmica dos cursos de água de séries decenais para séries seculares (Xiong et al., 2016).

Os eventos históricos fornecem informação valiosa para o conhecimento das características das cheias e os seus impactos (Rilo et al., 2015). Essas evidências ganharam reconhecimento científico como método de registo de cheias de eventos raros e extremos

(Benito et al., 2015). Conforme referido na metodologia, a utilização de notícias jornalísticas tem vindo a ser incorporada aos estudos das cheias, como provam os trabalhos de Barrera-Escoda & Llasat (2015), Barriendos et al. (2014), Barriendos & Rodrigo (2010) e Santos (2015), por citar só estes exemplos. A reconstrução de dados numa série temporal permite aumento o grau de rigor (Ruiz-Villanueva et al., 2013).

5.2.2 Frequência dos eventos de cheia

Para o período compreendido entre 1900 e 2015 (116 anos) foram registados 300 eventos. A classificação como evento pode não corresponder estritamente à referência a cheia nas notícias. Esta questão é clarificada no ponto em que é validada a informação empírica recolhida na imprensa periódica, no final deste capítulo.

Ao longo do período em análise (116 anos), a ausência de eventos (sem notícias) apenas se verificou em 21 anos, dispersos ao longo da escala temporal de análise. Este facto significa que em 81 % dos anos considerados houve registo de consequências de cheias na área em estudo. O valor máximo de eventos/ano, 8, foi atingido duas vezes (1910 e 2001). O valor médio corresponde a 3 eventos/ano. Na Figura 5.4 ilustra-se a frequência dos eventos/ano.

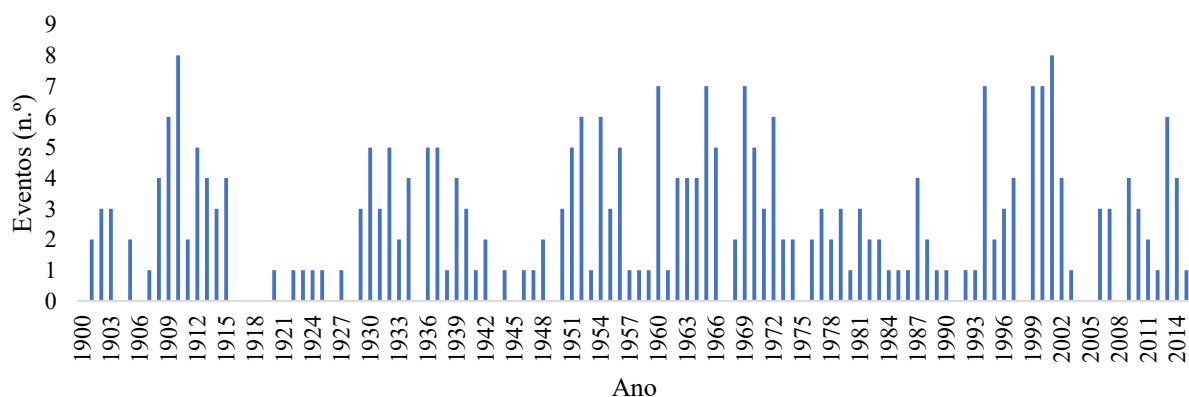


Figura 5.4 – Número de eventos/ano entre 1900 e 2015 (Imprensa Periódica, 1900/2015).

Para o mesmo período de análise, os meses mais destacados em termos de eventos localizaram-se entre outubro e março (240 eventos em 300). Os meses com mais eventos foram janeiro e fevereiro, sendo o mês de agosto o que apresentou um menor número (Figura 5.5).

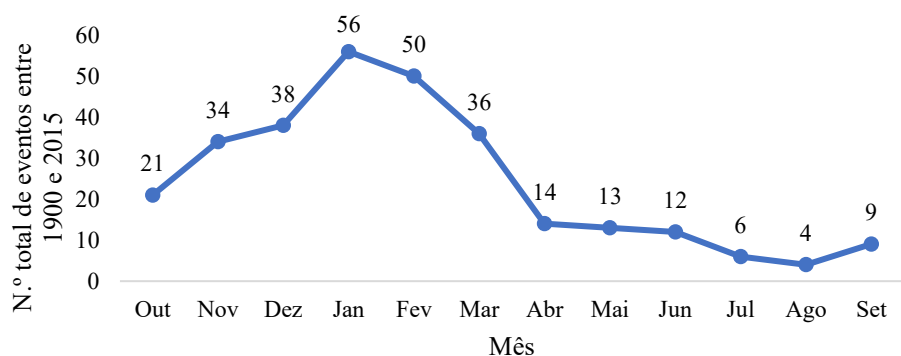


Figura 5.5 – N.º total de eventos/mês entre 1900 e 2015 (Imprensa Periódica, 1900/2015).

Consta-se que os eventos obtidos a partir da imprensa periódica registam uma maior frequência anual nos meses de maior precipitação já definidos no capítulo 4.

5.2.3 Tipologia de eventos relatados nas notícias

A tipologia de cada evento foi construída conforme as categorias apresentadas no capítulo da metodologia (ver capítulo 3 - Tabela 3.5), podendo os eventos resultantes das notícias expressar-se com referência direta ou indireta à cheia correspondente. No caso em que um evento é relatado mais do que uma vez, em mais do que uma edição e em mais do que um periódico, optamos pela descrição mais gravosa. Este facto verificou-se em 23 das edições, onde foi observada uma divergência na caracterização do evento em função da notícia e/ou do jornal.

No inventário, o fator “chuva sem vento” atinge 44 % dos dados e o fator “tempestades” (chuva com vento) 38 %, ou seja, 82 % do total dos dados. Os restantes: “neve”, “sismos” e “não especificados” ocupa 12 %, 0 % e 6 %, respetivamente no volume dos dados (Figura 5.6). Assim sendo, resulta evidente que, na sua maioria, o fator desencadeante do evento de cheia foi a precipitação. A escala o “não especificado” inclui 17 dos fenómenos noticiados sem qualquer tipo de referência à origem do mesmo. Constatou-se ainda que, em dia de tempestade ocorreram sismos relatados em 22/03/1964 e 13/03/1969. Registou-se ainda um terceiro sismo, no dia 15/06/1997, mas sem relatos de tempestade ou chuva sem vento a ele associados.

Relativamente à neve, foram registadas 41 notícias, 36 das quais sem qualquer coincidência com outros fenómenos.

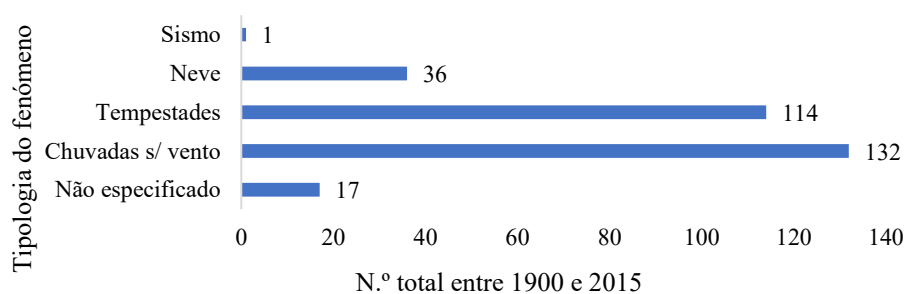


Figura 5.6 – Tipologia do fenômeno desencadeante dos eventos, entre 1900 e 2015 (Imprensa Periódica, 1900/2015).

Para a tipologia dos eventos relatados nas notícias verificaram-se divergências nas descrições em 12 edições, pelos motivos já referidos anteriormente. Nestes casos considerou-se o evento de maior intensidade. Citemos um exemplo: entre a classificação “cheia” e “precipitação”, optou-se pela “cheia”; entre “inundação” e “precipitação” optou-se pela “inundação”.

Identificaram-se 42 % de cheias, enquanto os restantes correspondem a outro tipo: sismo, neve, tempestade, precipitação, inundação (Figura 5.7).

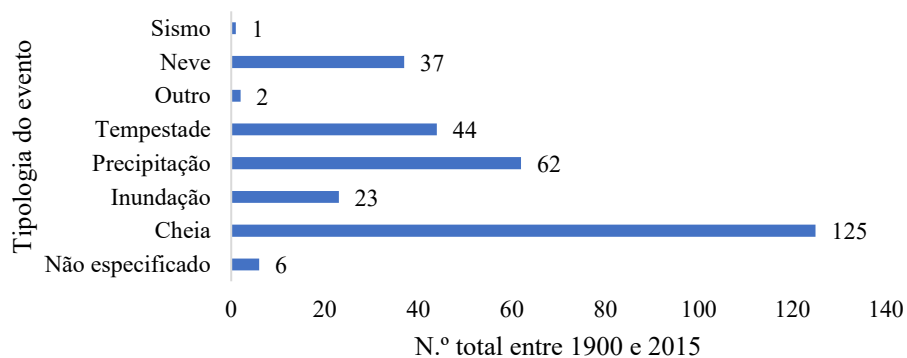


Figura 5.7 – Dados da imprensa sobre a tipologia dos eventos, entre 1900 e 2015 (Imprensa Periódica, 1900/2015).

A neve e os sismos (por “rebetamento” de locais específicos, contentores de águas ou açudes, por citar apenas estes exemplos) têm uma representação irrelevante para o estudo dos eventos de cheia na BHRVez.

Aplicando-se também ao caso da BHRVez concordamos com a opinião de Tabora (2006) quando refere que, a existência de notícias com extensão aos diferentes locais, permitem apreciar a abrangência espacial do evento meteorológico.

Os relatos das notícias mostram que 77 % dos eventos tiveram “origem” relatada no curso do rio Vez (18 %), nos afluentes (19 %) e/ou em ambos - rio Vez e afluentes (40 %) (Tabela 5.2). Recordemos que a tipologia “outras” na mesma tabela refere-se a acontecimentos relatados de acumulação de água originada pela precipitação em locais afastados das linhas de água. A tipologia “escoamento”, embora tendo como fenómeno também a precipitação, refere-se a situações relatadas onde o escoamento das águas causou algum tipo de ocorrência, como por exemplo a queda de muro, em locais afastados de linhas de água.

Os eventos recolhidos que tiveram lugar simultaneamente no mesmo dia, no rio Vez e no rio Lima, ocupam 11 % dos dados (Tabela 5.2). Este resultado foi possível devido ao registo de dados de algumas das cheias no rio Lima, podendo verificar se as cheias no rio Vez, a jusante, sofreram efeitos de refluxo do rio Lima sobre o escoamento do rio Vez, à semelhança de outras bacias hidrográficas representadas no exemplo do estudo de Tavares & Cunha (2008) que retratam o refluxo. No entanto, este trabalho centra-se nos eventos da BHRVez e não nos ocorridos no rio Lima.

Tabela 5.2 – “Origem” da cheia (Imprensa Periódica, 1900/2015).

Não especificado	Vez	Afluentes	Escoamento	Vez + afluentes	Outras	Lima	Vez + afluentes + Lima
9	58	60	5	128	11	34	14
3 %	18 %	19 %	2 %	40 %	3 %	11 %	4 %

De acordo com Barriendos et al. (2014) a imprensa local fornece informações ricas, com indicações cronológicas e temporais muito úteis na reconstrução dos comportamentos hidrológicos e meteorológicos.

Para o caso da BHRVez, os eventos relatados e as respetivas consequências tiveram lugar em todos os períodos do dia ou noite. Porém, em 53 % dos casos o evento prolongou-se ao longo do dia e também durante a noite (Figura 5.8). Em 28 % dos casos, a imprensa não especifica a hora exata.

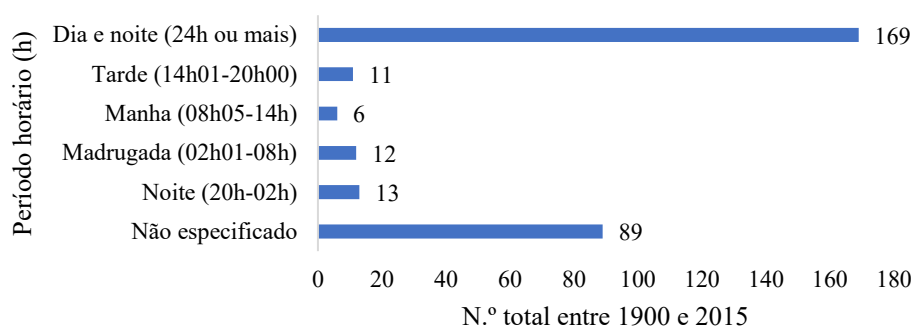


Figura 5.8 – Registro da hora do evento, entre 1900 e 2015 (Imprensa Periódica, 1900/2015).

A uma primeira fase de chuva torrencial pode suceder a um período de calma (Barriendos & Rodrigo, 2010). Os autores referiram ainda que as datas de início e de conclusão de um evento também permitem conhecer o tempo de duração de uma cheia. A catalogação permite ser testada imediatamente e os eventos graves e de grande magnitude podem ser facilmente identificados e classificados (Barriendos et al., 2014).

5.3 Ocorrências relatadas nas notícias

A contabilização das ocorrências é uma prática corrente em diversas investigações relacionadas com as cheias, como demonstram os trabalhos de: Barriendos et al. (2014), Barriendos & Rodrigo (2010), Bellu et al. (2016) e Santos (2015), por citar só alguns dos mais recentes.

Como já foi referido na metodologia, o nosso objetivo foi a identificação das ocorrências na BHRVez compreendido entre 1900 e 2015.

Com já se referiu, o número de eventos apurados resulta da análise de 300 edições, no entanto as ocorrências registadas resultam da consulta de 319 edições periódicas. Esta discrepância é devida à repetição de alguns eventos, onde foram localizadas outras ocorrências.

5.3.1 Frequência das ocorrências associadas às cheias

Foram registadas um total de 970 ocorrências na BHRVez (Figura 5.9), com uma média de 8 ocorrências/ano. O valor máximo anual foi registado em 1929, com 84 ocorrências.

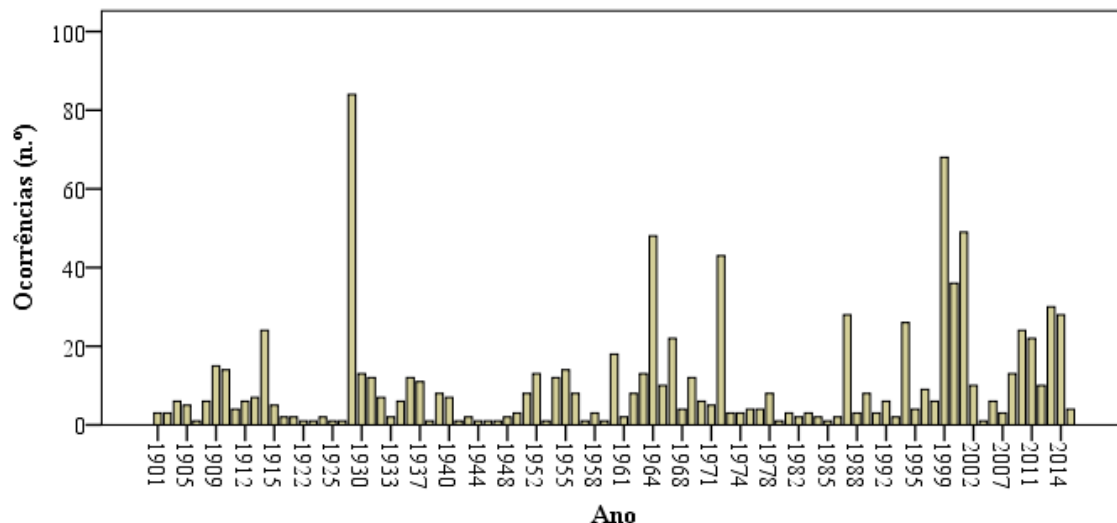


Figura 5.9 – N.º de ocorrências entre 1900 e 2015 (Imprensa Periódica, 1900/2015).

Os meses que apresentaram mais ocorrências, novembro e dezembro, correspondem às estações de Outono e Inverno (Figura 5.10), sendo os meses de julho e agosto os que apresentaram menos incidentes.

No gráfico, Figura 5.10, verifica-se que no mês de junho, registaram-se 63 ocorrências, 32 delas dizem respeito a um dos eventos (outlier), cuja notícia foi publicada em 28/06/1964.

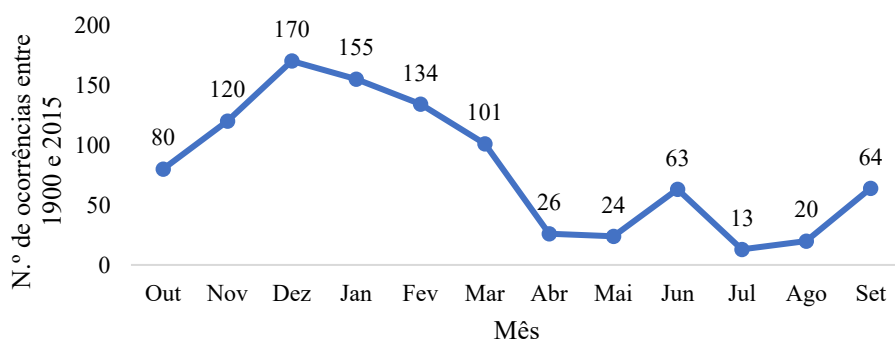


Figura 5.10 – Número total de ocorrências/mês entre 1900 e 2015 (Imprensa Periódica, 1900/2015).

O valor máximo diário correspondeu ao dia 28/09/1999, com 46 ocorrências. O valor máximo para o mês de janeiro foi atingido em 04/01/2001, com 16 ocorrências e no mês de fevereiro foi em 13/02/1972, com 28 ocorrências.

Como já foi referido por Bergier & Resende (2010), para dados relativos a um longo período, a frequência da periodicidade dos eventos de cheia pode ser um mero acaso. Este facto se verifica quando comparamos as ocorrências de cheia com o impacto da notícia emitida.

5.3.2 Distribuição espacial das ocorrências associadas às cheias

A representação espacial das ocorrências associadas às cheias pode ajudar os habitantes e restantes indivíduos envolvidos a melhorar o nível de consciencialização em relação aos riscos inerentes (Glatron & Beck, 2008). Como já foi referido na metodologia, as ocorrências foram identificadas e registadas na sua totalidade com recurso a coordenadas exatas (Hayford-Gauss militares do IGeoE, Datum 73 para o território de Portugal) e, sempre que possível, pela identificação do local exato ou, em alternativa, coordenadas aproximadas seguindo os critérios expressos na Tabela 5.3.

A localização dada pelas notícias foi considerada boa para a maioria das ocorrências. Em 79 % dos casos foi possível determinar a localização de forma exata, aproximada ou associada ao centroide da Freguesia. Os restantes 21 % das localizações referiram-se ao centroide do Concelho, correspondendo a notícias com descrições gerais. O tipo de localização predominante foi a exata (Tabela 5.3).

Nos casos da localização exata das ocorrências salientam-se os edifícios e as vias de circulação (pontes e vias de circulação rodoviária e/ou pedonal): com 16 nas habitações, 18 no comércio, indústria e/ou serviços, 2 em moinhos, 39 em pontes ou pontilhões e 77 nas restantes vias de circulação. Como se poderá constatar, as vias de circulação são os pontos predominantes das ocorrências com localização exata.

Tabela 5.3 – Localização das ocorrências associadas aos periódicos (Imprensa Periódica, 1900/2015).

	Não especificado	Habitação	Comércio, indústria e/ou serviços	Ponte ou pontilhão	Moinho	Outro	Vários de todo o tipo	Vias	Total
Sem Georreferenciação	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Exata (coordenadas)	134	16	18	39	2	9	1	77	296
Aproximada (com base em toponímia)	74	17	8	6	12	18	0	34	169
Aproximada (com base em descrições e morfologia)	55	2	2	0	3	8	0	17	87
Centroide da Freguesia	132	11	0	1	1	31	4	36	216
Centroide do Concelho	133	12	3	6	1	25	2	19	201
Total	528	58	32	52	19	91	7	183	970

Durante o período de análise, para todas as freguesias do Concelho de Arcos de Valdevez, à exceção da Freguesia de Parada, obtiveram-se registos de ocorrências, sendo possível constatar que a distribuição espacial das ocorrências aparece concentrada nos aglomerados populacionais mais importantes da bacia hidrográfica. Assim, esta concentração de pontos resulta particularmente evidente em Arcos de Valdevez São Salvador e São Paio, Vila Fonche, Parada e Giela, totalizando 236 ocorrências (Figura 5.11). Este facto pode ser justificado pela localização destas freguesias nas proximidades do canal principal do rio Vez, e onde a densidade populacional e a concentração de edifícios são mais elevadas, conforme se referiu no capítulo 4.

Em dez das Freguesias/União de Freguesias, situadas nos limites da BHRVez, os registos de ocorrências foram nulos: Labrujó, Rendufe e Vilar do Monte; União das freguesias de Bico e Cristelo; Parada; Padornelo; União das freguesias de Anhões e Luzio; Merufe; Tangil; Gave; Riba de Mouro e União das freguesias de Parada do Monte e Cubalhão.

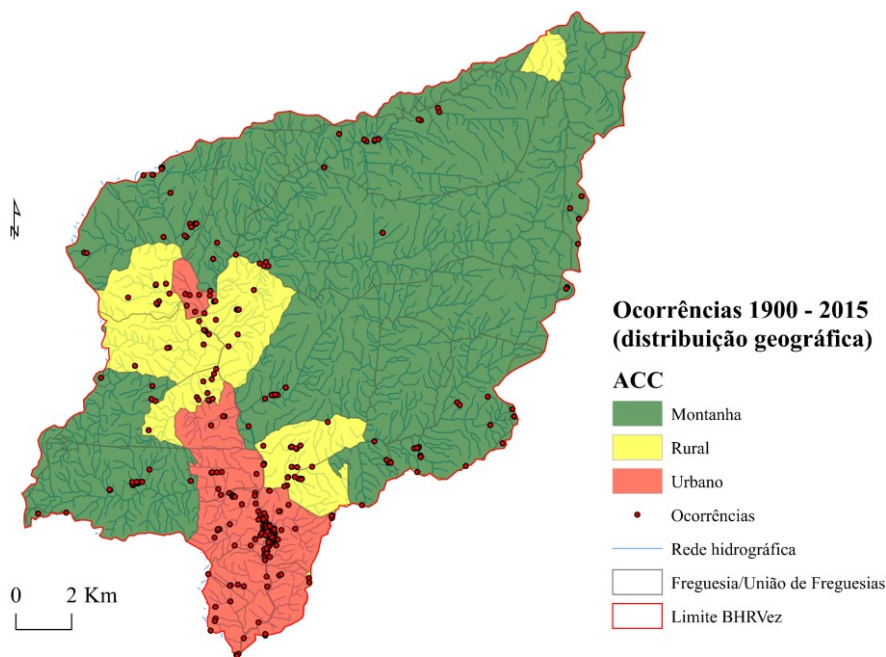


Figura 5.11 – Pontos das ocorrências de cheia associados a eventos (Carta Militar de Portugal, IGeoE, 1996, 1997; CAOP, 2014; Imprensa Periódica, 1900/2015).

5.4 Consequências das ocorrências associadas às cheias

As consequências resultantes das cheias repercutiram nas pessoas, nas construções públicas, nas construções privadas e no ambiente. Como foi referido na metodologia, a variável “consequências” também foi categorizada por diferentes tipologias, visíveis na Tabela 3.5 do referido capítulo: as referentes às pessoas e as referentes às estruturas. O impacto humano, ambiental e económico deu lugar a uma nova problemática devido aos custos inerentes e à necessidade de determinar os responsáveis pela cobertura dos mesmos. Têm sido desenvolvidos alguns trabalhos sobre o assunto, destacando-se o da Associação Portuguesa de Seguros [APS] (2014), trabalho de grande valor para as seguradoras e para os segurados do nosso país.

5.4.1 Tipologia de consequências

As consequências mais gravosas durante o período em análise causaram a morte a 7 pessoas devido às cheias, das quais 3 por afogamento e as restantes 4 devido a uma derrocada de terras (aguada). Estes casos são descritos com mais pormenor mais adiante.

Das diversas consequências, os bens de primeira necessidade foram colocados em causa por diversas vezes. Em 970 ocorrências de cheia, 85 dizem respeito aos bens de primeira necessidade (Tabela 5.4), tal como se descrevem: (i) interrupção temporária do sistema de abastecimento de água que impediu as atividades diárias dos habitantes; (ii) o abastecimento de alimentos agrícolas posto em causa, principal sustento de alguns dos grupos familiares; (iii) os alojamentos afetados, obrigaram ao realojamento dos seus moradores; (iv) as pontes e vias de circulação rodoviária e pedonal por afetação da mobilidade local.

Tabela 5.4 – Frequência da afetação dos bens de primeira necessidade (Imprensa Periódica, 1900/2015).

Bens de primeira necessidade	Frequência (n.º)
Água	3
Alimentos	17
Energia ou telefones	29
Alojamento	9
Ponte ou via de circulação	27
Total	85

Das várias estruturas afetadas, as vias de circulação foram as mais referidas nas diversas notícias. Em 970 das ocorrências, 92 corresponderam a cortes de circulação rodoviária (por tempo prolongado). Quanto ao tempo de interrupção em vias de circulação em geral obtiveram-se registos em 10 das ocorrências, enquanto que para as pontes ou pontilhões foram 8 interrupções (Tabela 5.5).

Quanto à tipologia do edificado afetado constatou-se que em 970 ocorrências identificadas, 58 foram em habitações, 32 no comércio, indústria e/ou serviços, destacando-se mais 19 referentes a moinhos, 52 em pontes e/ou pontilhões e 183 em outras vias de circulação (Tabela 5.5).

Tabela 5.5 – Tempo (horas) de afetação das vias de circulação (Imprensa Periódica, 1900/2015).

Tipologia	Não especificado	>= 30 min e < 2 h	>= 2 h e < 5	>= 5 h e < 10	>= 10 h	Total
Não especificado	526	0	1	0	1	528
Habitação	57	0	1	0	0	58
Comércio, indústria ou serviços	32	0	0	0	0	32
Ponte ou pontilhão	44	0	1	1	6	52
Moinho	10	9	0	0	0	19
Outro	91	0	0	0	0	91
Vários de todo o tipo	7	0	0	0	0	7
Vias	173	5	3	0	2	183
Total	940	14	6	1	9	970

A destruição total e/ou parcial das pontes, assim como a sua desativação foi uma das consequências económicas mais graves (Tabela 5.6). A ocorrência datada em 2001 aconteceu durante os trabalhos de construção da Ponte de Celeiros, entre Couto e Prozelo, causando danos estruturais.

Tabela 5.6 – Pontes destruídas como consequência de eventos de cheia (Imprensa Periódica, 1900/2015).

Data da notícia	Identificação da ponte
19/06/1930	Sistelo
03/07/1930	Ponte de Vilela de Grade
11/10/1987	Pontão, sobre rio Azere
07/01/1990	Pontilhão que liga as freguesias de Couto e Prozelo
04/01/2001	Ponte de Celeiros, entre Couto e Prozelo

Além do edificado, Wei et al. (2015) acrescentam os vários setores de atividade. Por exemplo, no setor primário, as hortas representavam grandes perdas, sobretudo quando a atividade predominante era a agricultura. Nos setores secundário e terciário os danos devidos a cheias podem ter sido menos evidentes comparativamente aos provocados no setor primário, motivado pelas características montanhosa e rural da BHRVez. No entanto, é de considerar danos indiretos que podem ter ocorrido devido à circulação condicionada em dias de cheia, provocando atraso no comportamento dos horários laborais com a consequente perda de produtividade.

Na tabela 5.5 podem ainda ser descritas consequências em “outros” elementos. Esta categoria abrange: captações de água, reservatórios, estações de abastecimento de água,

rede de adução e distribuição de água (incluindo os pontos de correção de condutas/tubagem), rede de rega, estações de tratamento de água (ETA), estações de tratamento de águas residuais (ETAR), rede de drenagem de águas residuais, pontos de descarga, açudes, canais/túneis/galerias ou condutas, extração de inertes fluviais, empreendimentos de lazer (como o exemplo das ocupações de praia), ocupação de terrenos agrícolas, trabalhos e culturas agrícolas. Além das já referidas, sistematizam-se consequências em: Vias - caminhos, ecovia, praça/largo, rua, estrada, via rápida; infraestruturas diversas – muros/estruturas de suporte, mobiliário urbano, condutas, açudes/presas, sistema de abastecimento de energia elétrica, sistema de telecomunicações, sistema de abastecimento de água; agrícolas - sistema de rega de Lima, estábulos, estufas, armazéns. Além destas, registaram-se outras consequências que afetaram as atividades diárias: agrícolas, culturais (impossibilidade de realizar feiras e atividades religiosas), industriais (fábrica de serração inundada), transporte (correios atrasados e autocarros de transporte de passageiros, táxis), serviços fechados (escolas por precaução, Junta de Freguesia de Arcos São salvador devido a inundação dentro do edifício).

Outro exemplo que pode ser descrito é o que se refere à Ínsua do Vez, no Campo do Trasladário (Tabela 5.7), com corredores arbóreos de grande porte que contribuem, em dias de cheia, para aumentar o material lenhoso levado pela corrente e para a destruição do piso, além de outros danos nas infraestruturas aí existentes (Tabela 5.7).

Foram ainda identificadas consequências em vários açudes, conforme se apresenta na Tabela 5.7.

Tabela 5.7 - Açudes, Ínsua do rio Vez e árvores arrancadas e arrastadas na corrente (Imprensa Periódica, 1900/2015).

Jornal	Data da notícia	Consequência	Local	Conclusões
<i>Concórdia</i>	23/11/1929	Árvores arrastadas.	Rio Vez.	Cheia arrastou árvores na sua corrente.
<i>Vanguarda</i>	04/10/1999	Vários açudes foram arrastados na corrente.	Açudes do Concelho de Arcos de Valdevez.	Como consequência de um evento de cheia.
<i>Vanguarda</i>	02/04/2000	Destruído pela corrente.	O açude de Ázere.	Durante as cheias de setembro. A CMAV e o ICN tiveram que intervir para reparar os danos.
<i>Vanguarda</i>	16/04/2000	Destruído.	Açude a jusante da Ponte Velha.	Em dia de evento de cheia; teve que ser intervencionado.
<i>Vanguarda</i>	05/11/2000	Destruído.	O açude de Coedro, em Vilela.	Com as cheias, impedindo a rega de 4 km de terreno, prejudicando a agricultura; para obras de recuperação intervieram a Junta de Freguesia de Vilela e Comissão de Regadio do Coedro.
<i>Vanguarda</i>	17/12/2000	Destruídos.	Açudes e moinhos.	Com a cheia, os mesmos açudes de moinhos e regadios, novamente destruídos.
<i>Notícias dos Arcos</i>	07/10/2010	Árvores arrastadas.	Na Mata das Cortinhas e na Freguesia de Portela.	Várias árvores caíram com a força das águas em dia de cheia.
<i>Notícias dos Arcos</i>	15/12/1934	Estrutura arrastada pelas águas.	Ínsua o Vez.	Em dia de cheia, uma “retrete” de madeira foi arrastada na sua corrente.
<i>Notícias dos Arcos</i>	04.01.2001	A força das águas arrastou mobiliário urbano.	Ínsua do Vez.	Incluindo os projetores de iluminação que tiveram que ser intervencionados.
<i>Notícias dos Arcos</i>	21/06/2007	Piso destruído.	Ínsua do Vez.	As chuvas torrenciais desmantelaram parte do piso.

5.4.2 Pontos críticos associados às ocorrências

A avaliação de pontos críticos é representada tendo em conta a repetição espacial, o grau de importância das notícias verificado na repetição do assunto e nas ocorrências e pela quantidade de palavras, salientando os locais destas com ou sem vítimas mortais e os respetivos danos.

A perda de vidas humanas dentro da BHRVez em dias de eventos de cheia para o período em estudo totalizou sete vítimas mortais (já referido anteriormente), tendo como causa da morte o afogamento e/ou derrocada.

Os pontos críticos mais comuns, pela relevância dada nas notícias, foram as vias de circulação rodoviária e pedonal: estradas, caminhos, praças, ciclovia/ecovia, ruas e largos. Nestas vias de circulação em dia de cheia as ocorrências manifestaram-se de diversas formas: dificuldade em transitar, trânsito interrompido (podendo também estar associado simultaneamente a dias com queda de neve), destruição total ou parcial, atrasos nos trabalhos das obras de abertura de novas vias, bermas e canteiros destruídos, transtornos para os habitantes e comerciantes da Valeta, queda de árvores, muros destruídos, penedos que rolaram e se depositaram nas vias, entulho, insuficiência na canalização de esgotos, caminhos enlameados, queda de postos de eletricidade nas vias, ecovia ainda em construção foi inundada, carros submersos, aluimentos de terras, alagamentos, pisos degradados, caudais de detritos nas estradas, pequenos acidentes rodoviários devidos a óleo nas estradas em dias de precipitação extrema.

Em particular, identificou-se que a área de circulação na Valeta (ruas, largo e túnel) sempre foi a mais mencionada nas notícias, com várias ocorrências publicadas, passando a considerar-se como sendo um dos pontos críticos. Devemos salientar que, para o período temporal em estudo, existem notícias sobre afetação da Valeta desde a data inicial até à final. A Valeta situa-se na área histórica da Vila de Arcos de Valdevez, está localizada a Norte, no meandro do rio Vez, a uma cota baixa (30 m).

Com base na imprensa, as consequências mais comuns em pontes, em dias de cheia foram: destruição (umas ruíram, outras foram arrastadas pelas águas), danos estruturais, circulação automóvel interrompida por submersão e/ou precaução, piso danificado, transtornos na circulação de peões e ramos de árvores que caíram obstruindo a passagem.

Para Biron et al. (2014), as pontes que estão longe da linha central do vale, são particularmente propensas a criar erosão nas proximidades e a resposta dos meandros a cheias é particularmente distinta. Este assunto revela particular interesse devido à estabilidade e à segurança das estruturas das pontes, onde os danos e/ou a sua queda podem resultar em perdas de vidas humanas, sendo a consequência mais gravosa (Araújo, 2016; Poças, 2009).

Na BHRVez as consequências mais gravosas, em pontes/pontilhões devido às cheias foram as mortes aí decorrentes. Registaram-se duas mortes por afogamento, uma delas no Pontão de Pogido, em Gondoriz, quando 2 pessoas circulavam num trator (evento datado em 20/12/1989, durante a manhã). As duas vítimas foram advertidas, pelos populares que se encontravam nas proximidades, em relação à falta de estabilidade da estrutura. Fazendo caso omisso do aviso, os dois indivíduos continuaram a viagem (*Notícias dos Arcos*, 1988; *Vanguarda*, 1989). Para este dia obteve-se $Q = 116,1 \text{ m}^3/\text{s}$ e $P = 41,0 \text{ mm}$.

A outra vítima mortal, também por afogamento (datada em 07/01/1990, sem data do evento, de madrugada), sucumbiu quando ia atravessar o mesmo Pontão de bicicleta motorizada (*Notícias dos Arcos*, 1990). Nesta ocorrência houve outra vítima, mas que se salvou pelos seus próprios meios. Para este evento de cheia com data aproximada de 25/12/1989, resultaram valores de $Q = 116,1 \text{ m}^3/\text{s}$ (estação hidrométrica de Pontilhão de Celeiros) e de $P = 41,9 \text{ mm}$ (estação udoográfica de Casal Soeiro).

Outro exemplo de ocorrência gravosa foi relatado na notícia de 29/12/1907 no jornal *O Arcoenses*. Uma habitação ruiu na Freguesia de Giela em dia de cheia. Consequentemente, esta habitação foi desativada por precaução. O fenómeno que deu origem à derrocada foi a precipitação associada a outros fatores que contribuíram para o desfecho, mas que pelos relatos da notícia não foram possíveis de identificar claramente. Também associado a derrocadas de habitações pode referir-se o exemplo de uma vítima mortal no Lugar da Igreja, em Sistelo. Aconteceu de madrugada, em dia de precipitação e sismo, datado em dia 05/02/1988 e data das notícias em 09/02/1988 no jornal *Notícias dos Arcos* e em 14/02/1988 no jornal *Vanguarda*. A vítima mortal foi um reformado que estava acompanhado do neto de 17 anos, que passava as noites com o avô de forma habitual. O neto salvou-se ficando registado como desalojado, em eBd. No dia do evento

resultou um $Q = 58,8 \text{ m}^3/\text{s}$ (estação hidrométrica de Pontilhão de Celeiros) e no dia seguinte um valor de $P = 41,5 \text{ mm}$ (estação udográfica de Casal Soeiro).

Por fim, a modo de exemplificação, mais quatro vítimas mortais devido a derrocada nas habitações. Na cheia entre os dias 07/12/2000 e 08/12/2000 morreram 4 pessoas devido a derrocada das habitações, em Frades, Portela (*O Povo da Barca, 2000; Vanguarda, 2000*). As vítimas mortais estavam em casa quando foram surpreendidas por uma escoada ou fluxo de detritos que arrastou as vivendas. No dia 07/12/2000 resultou um valor da $P = 92,8 \text{ mm}$ (estação udográfica de Casal Soeiro).

Descrevendo o contexto local em que se deu esta ocorrência, pode afirmar-se que as habitações estavam localizadas a meia vertente, mas no enfiamento de uma pequena linha de água, que desagua na ribeira de Frades (Figura 5.12). A linha de água apresenta uma cota de 594 m a montante e 350 m a jusante, com um declive que ronda os 30° . Acredita-se que nesse dia e local a linha de água contribuiu para uma escoada, cuja morfologia ainda hoje permanece no território (ver o local em diferentes datas nas Figura 5.13 e seguinte). Esta escoada na vertente contribuiu para que as construções cedessem, entre os 500 e os 400 m, arrastando os imóveis (habitações) e as pessoas.

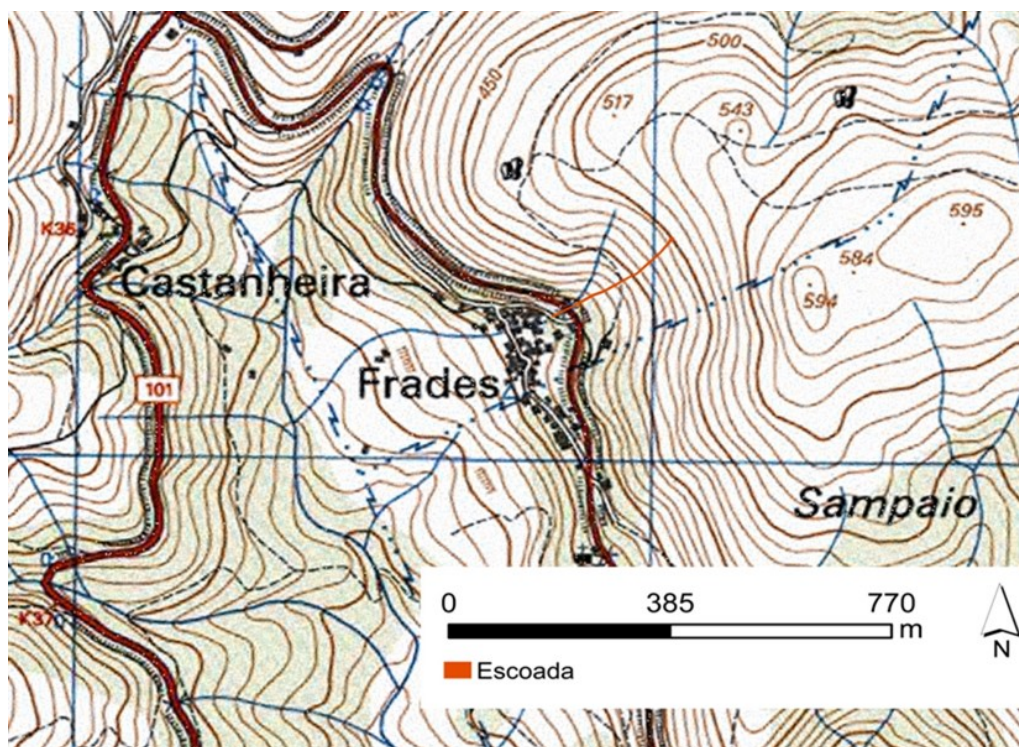


Figura 5.12 – Aproximação da localização do evento de dezembro de 2000 em Frades, relativamente à linha de água próxima, Portela (Carta Militar de Portugal, IGeoE, 2003).



Figura 5.13 – Aproximação da localização do evento de dezembro de 2000 em Frades, Portela e sinalização da “escoada” relativamente ao nível médio das águas do mar obtido da imagem de satélite do Google Earth Pro, coleção de imagens históricas, 21/02/2004.



Figura 5.14 – Aproximação da localização do evento de dezembro de 2000 em Frades, Portela e sinalização da “escoada” relativamente ao nível médio das águas do mar, obtido da imagem satélite do Google Earth Pro datada de 28/08/2013.

Outra perda humana foi registada no evento de cheia ocorrido entre os dias 19 e 21 de março de 2001 (*O povo da Barca* de 22/03/2001). A causa da morte foi uma derrocada na Freguesia de Gondoriz, desconhecendo-se a localização exata referida nos relatos. Obtiveram-se os seguintes valores para a precipitação: $P = 40,5$ mm no dia 19/03/2001, $P = 67,6$ mm no dia 20/03/2001, $P = 112,0$ mm no dia 21/03/2001 e $P = 48,3$ mm no dia 22/03/2001 (estação udográfica de Casal Soeiro).

O segundo desalojado resultou de uma derrocada da habitação, em Rio Frio, no Lugar de Fonte Branca, com notícia datada no dia 09/02/1988 e com data de evento na imprensa no dia 05/02/1988. Nesse dia observou-se um valor de $Q = 58,8$ m³/s (estação hidrométrica de Pontilhão de Celeiros) e do dia seguinte com $P = 41,5$ mm (estação udográfica de Casal Soeiro).

Outras potenciais vítimas humanas estiveram em perigo, no entanto, conseguiram salvar-se pelos seus próprios meios e/ou com a ajuda de amigos, familiares e/ou vizinhos. Vejamos a continuação algures dos casos de autossalvamento registados pela imprensa periódica analisada.

Na cheia de 25/12/1959 (sem dados de Q nem P nas estações referidas) várias pessoas estiveram em perigo, no Lugar de Aldeia, Rio de Moinhos. O perigo foi iminente devido à instabilidade de um muro. Uma família levantou-se da cama durante a noite ao sentir, momentos antes, qualquer movimento estranho na parede da habitação (*Notícias dos Arcos*, 1960).

Na cheia de 31/12/1981, dois pescadores encontravam-se junto à Ínsua, em plena atividade piscatória, quando, ficaram encurralados devido à subida repentina das águas do rio Vez, subiram para as árvores para evitar o afogamento (*Notícias dos Arcos*, 1982). Nesse evento obteve-se um valor com $Q = 101,0$ m³/s (estação de Pontilhão de Celeiros) e um valor com $P = 41,2$ e no dia anterior à data do evento, $P = 55,5$.

No evento com data de cheia entre os dias 07/01/1994 e 09/01/1994, os moradores da Valeta, tiveram de levar os pertences para o piso superior, devido a inundações dentro dos edifícios (*Notícias dos Arcos*, 1994). Obtiveram-se os seguintes valores de precipitação: $P = 142,6$ mm no dia 06/01/1994, $P = 65,5$ mm no dia 09/01/1994 e $P = 53,4$ mm no dia 10/01/1994 (estação udográfica de Casal Soeiro).

Na cheia entre os dias 14/10/1987 e 15/10/1987, na Valeta, o nível das águas atingiu quase o nível do primeiro andar. Veja-se uma destas marcas no capítulo 4. Obteve-se valores de $Q = 162,2 \text{ m}^3/\text{s}$ no dia 16/10/1987 e $P = 149,00 \text{ mm}$ no dia 15/10/1987 e $P = 81,5 \text{ mm}$ no dia 16/10/1987.

Na cheia dos dias 21/09/1999 e 22/09/1999, na Valeta, os vizinhos tiveram de ajudar os habitantes em perigo a acautelarem-se e a resguardar os pertences, evitando aumentar os danos. No dia 22/09/1999 obteve-se um valor de $P = 145,0 \text{ mm}$. Esta foi uma das piores cheias registadas naquele local, onde a água atingiu o nível do primeiro andar. Esta cheia de elevada magnitude, que correspondeu à segunda marca de cheia, já foi referida para este local.

As marcas físicas deixadas pela população local, correspondem a marcas de cheia, quase sempre datadas e consideradas pela população como sinais de cheias extraordinárias.

5.5 Ações de mitigação de cheias no território da BHRVez

As ações humanas levadas a cabo e as de intenção são indicadores valiosos, na medida em que nos permitem conhecer a reação dos afetados perante as cheias. Podem corresponder a ações de reação a estragos provocados pelas cheias ou ações de mitigação e/ou adaptação, configurando quer notícias de intervenções no território, quer orientações para a intervenção com financiamento atribuído. Assim, entende-se por ações de intenções, aquelas que por diversos motivos não foram concretizadas ou implementadas no território; as ações executadas, aquelas que se concretizaram e implementaram; as ações de apelo correspondem a diversas solicitações; as ações de insistência, aquelas em que os pedidos se repetiram. As ações de insistência revelaram o grau de importância dado nas notícias, repetindo-se no mesmo jornal ou nos restantes em várias datas distintas.

As ações foram levadas a cabo durante o tempo do evento (de momento) ou posteriormente.

As ações tiveram em conta vários fatores, conforme também defende Wei et al. (2015), de índole prioritária, económica, política e/ou privada. Portanto, as ações, direta ou indiretamente, contribuíram para diminuir ou aumentar o perigo a cheias, quer para as pessoas, quer para os bens e infraestruturas.

O levantamento das ações permitiu também dar a conhecer o índice de participação pública nos processos de decisão da população, em geral (principais ações informais) e do Poder Local (ações formais), em particular.

Como informais entende-se as ações dos participantes com consentimento informado, esclarecido e livre sobre a sua publicação na imprensa local (Vries, 2017). Como formais entende-se as autoridades, intervenientes eleitos pelo sistema de partidos como governantes, incluindo as instituições por setores específicos (públicas, privadas, associações e grupos ativistas), assim como os párocos adstritos às respetivas paróquias.

Relativamente às ações/intervenções, os investigadores Lavery & Donovan (2005) fizeram questão de salientar a importância das parcerias e o espírito de cooperação entre as partes envolvidas, o que denominam como *Stakeholders*.

De acordo com Almeida (2003), a responsabilidade na partilha durante a gestão dos riscos inclui também a participação dos media (imprensa), que pode funcionar como mais um ato público, na medida em que os meios de imprensa tornam públicas as ações realizadas para cada dimensão geográfica. Segundo Wei et al. (2015), a preocupação sobre os processos físicos e sociais relacionados com as bacias hidrográficas, em especial, a gestão da água, passou a ser descrita na imprensa com relatos que permitiram caracterizar a sustentabilidade desde 1994 para a área que estudaram. No trabalho dos investigadores, os eventos extremos surgem como oportunidades e a inclusão de partes interessadas como estratégia. As partes interessadas são as pessoas e as organizações envolvidas na política.

As ações humanas podem estar relacionadas direta ou indiretamente com o índice de risco de cheia determinado para um local específico. A modo de exemplo, o índice do risco de cheia foi calculado para a Europa baseando-se nos danos de alguns investigadores (Arnell & Gosling, 2016; Feyen et al., 2012). Todavia, os danos recaem sobre elementos expostos e a ambiguidade diminui se a base com a informação for o mais completa possível. Por estes e outros motivos existem as ações no território, quando os danos devidos às cheias tenham atingido maiores proporções.

As ações humanas podem ter sido notícia uma única vez ou diversas vezes, ou seja, acumulando repetições sobre a mesma informação e/ou informação adicional, o que indica o grau de importância dada. A repetição de notícias tem importância, na medida em que umas notícias validam as outras ou, conforme (Vala, 1989), contribuem para a

validação e a legitimação da informação, o que traz vantagens na análise de conteúdo. Os diversos investigadores, referindo-nos a Wei et al. (2015) e Napolitano et al. (2018), especializaram as ações sobre o estudo que efetuaram para a água, com base na informação recolhida na imprensa.

As consequências nos elementos expostos devidas a eventos de cheia foram a força, para muitas das ações no território. Estas, também nos permitiram uma melhor análise sobre os elementos expostos, para o período estudado. Assim, as consequências e as respetivas ações de intervenção naqueles elementos, foram uma forma de saber se estes se mantiveram, se “desapareceram”, e/ou se foram reconstruídos.

5.5.1 Frequência das ações humanas

O número de ações humanas na BHRVez que se estenderam ao longo do período temporal compreendido entre 1900 e 2015, recolhidas na imprensa periódica (9 jornais regionais) foram 1 452. As ações neste território tiveram maior incidência durante os anos 30 e a partir da década de 60 (Figura 5.15). Resultou um valor médio de 13 ações/ ano.

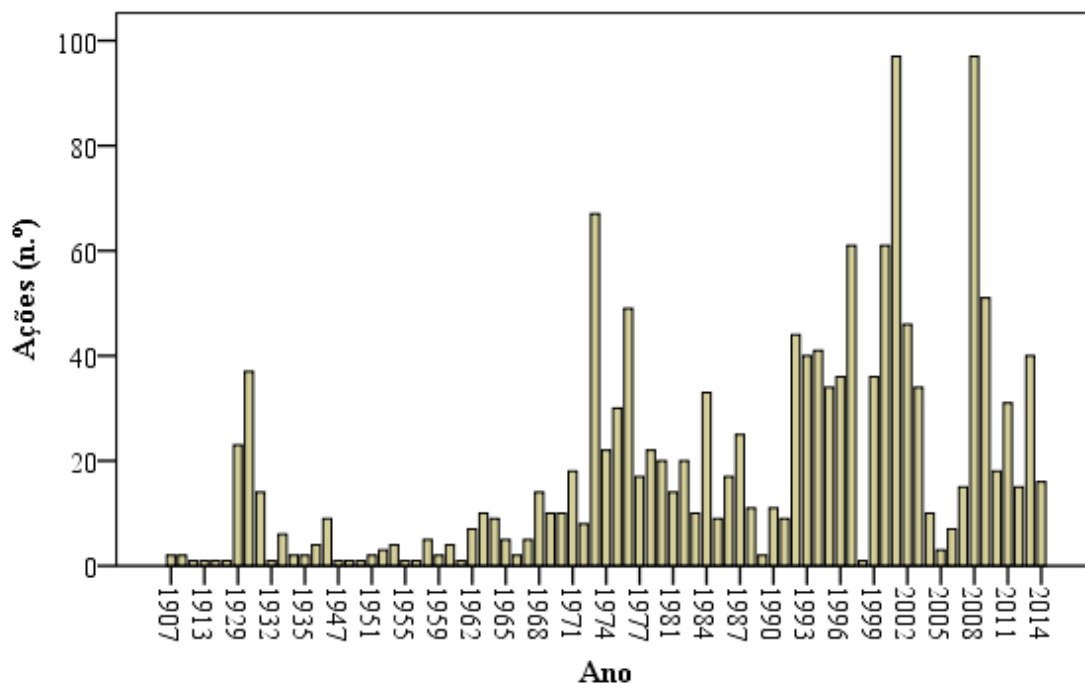


Figura 5.15 – Ações referidas na imprensa periódica entre 1900 e 2015 (Imprensa Periódica, 1900/2015).

O mês de janeiro registou o número mais significativo de ações humanas: 201. Este valor diminuiu nos meses de julho e agosto (Figura 5.16). À semelhança do que aconteceu nos resultados da frequência total das ocorrências em cada mês para o período entre 1900 e 2015, as ações concentraram-se na sua maioria entre outubro e março, perfazendo 60 %. Considera-se assim que existe uma relação entre o número total de ocorrências e as ações no território.

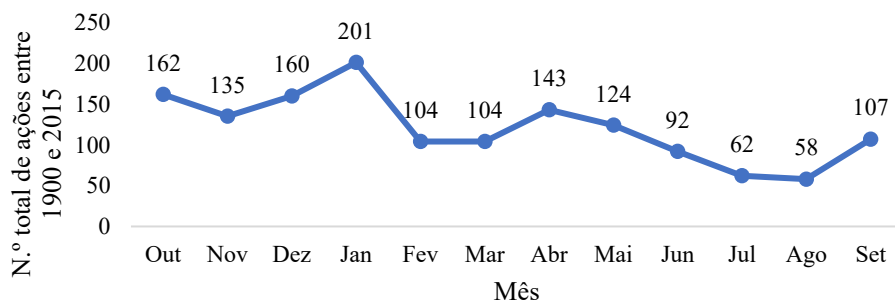


Figura 5.16 – Registo de ações no território/mês (Imprensa Periódica, 1900/2015).

O valor máximo diário de ações no território foi atingido em 28/09/1999 (data das notícias), com 28 ações. Recordamos que, conforme o já referido na análise sobre as ocorrências, nesse mesmo dia registou-se o maior número de ocorrências: 46. Neste caso, as ações tiveram uma forte ligação com as ocorrências de cheia, sendo necessário apoio aos habitantes e comerciantes sujeitos ao perigo. Esta cheia, com data do evento entre os dias 21/09/1999 e 22/09/1999, foi uma das mais gravosas, conforme se tem vindo a referir nesta investigação.

5.5.2 Distribuição espacial das ações humanas

As ações sobre o território espacializaram-se cingindo-se as categorias descritas no capítulo da metodologia. A localização exata foi aquela que se revelou com mais ações, 729 do total de 1 452, sendo na sua maioria em vias de circulação, com 319 e em pontes e pontilhões, com 140. A localização aproximada, com base na toponímia, ficou em segundo lugar, contando com 338 ações, também na sua maioria em vias de circulação, 178 e pontes/pontilhões, 14, como se poderá observar na Tabela 5.8 e Figura 5.17.

Obteve-se um maior número de ações com localização exata, o mesmo sucedido para as ocorrências, ambas para a mesma tipologia de edificado, as vias de circulação e pontes/pontilhões. Este resultado revela um número diretamente proporcional entre o número de ocorrências e as ações desenvolvidas no território.

Tabela 5.8 – Localização das ações no território: edificado (1900/2015), Imprensa Periódica.

Tipologia	Não especificado	Habitação	Comércio, indústria ou serviços	Ponte ou pontilhão	Moinho	Outro	Vários de todo o tipo	Vias	Total
Sem Georreferenciação	0	0	0	2	0	2	0	2	6
Exata (coordenadas)	160	22	16	140	3	61	12	315	729
Aproximada (com base em toponímia)	41	10	4	14	0	87	4	178	338
Aproximada (com base em descrições e morfologia)	14	1	1	0	0	10	0	21	47
Centroide da Freguesia	80	4	0	2	0	60	1	45	192
Centroide do Concelho	78	17	2	3	3	18	0	19	140
Total	373	54	23	161	6	238	17	580	1452

Comparativamente, a quantidade de pontos relativos às ações na BHRVez resultaram mais numerosas, com 1 452, do que os relativos às ocorrências, com 970, como se pode verificar na Figura 5.17.

Verificou-se, como seria de esperar, uma maior concentração de pontos nas áreas com maior densidade populacional (espaço urbano e rural), o que também se aplica ao número de pontos de ocorrências.

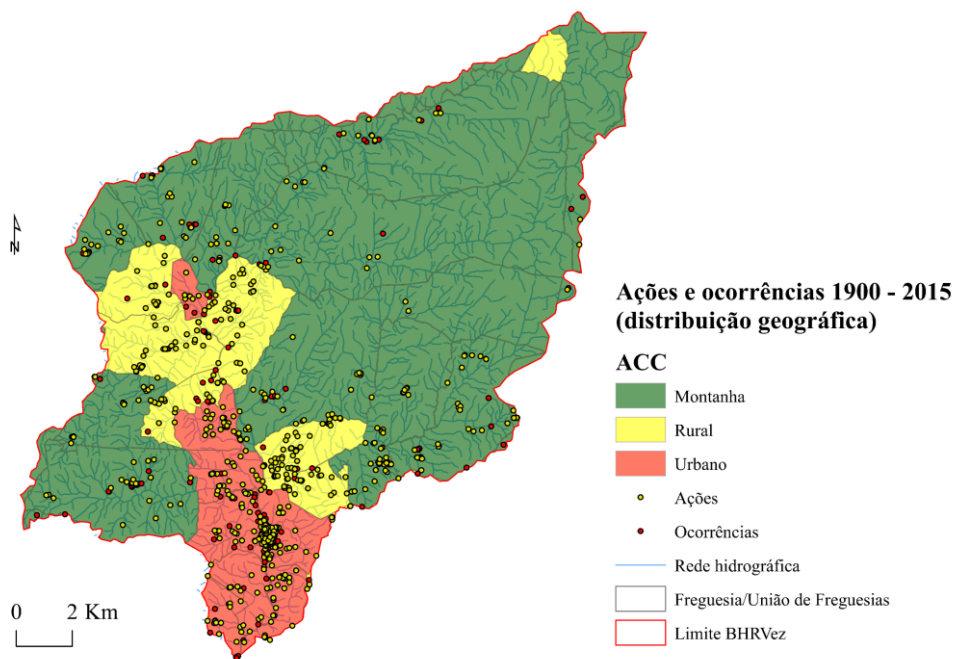


Figura 5.17 – Densidade dos pontos de ações e ocorrências (CAOP, 2014; Carta Militar de Portugal, IGeoE, 1996, 1997; Imprensa Periódica, 1900-2015).

Poderemos ainda associar as ações humanas às consequências nas diversas ocorrências, indicando uma necessidade mais acentuada das intervenções no território, sendo que a referência a um determinado local, por parte da imprensa, não significa que o evento não tenha provocado estragos em outros locais próximos.

A recolha de informação sobre as ações no território permite acompanhar as mudanças, sendo imprescindível para a compreensão e valorização dos elementos que o compõem (Oliveira, 2013).

5.5.3 Tipologia das ações humanas

Conforme já se referiu, a tipologia das intervenções/ações na BHRVez pode estar indireta ou indiretamente relacionadas com as cheias. Conforme as categorias pré-estabelecidas e conforme o já referido e descrito na metodologia, foi realizada uma identificação das ações humanas mais representativas que foram recolhidas nas notícias. Destas, referimo-nos às ações “no edificado” que são aquelas que foram objeto de uma maior atenção por parte da imprensa periódica.

Constatou-se que as ações com uma maior proporção foram respeitantes a intervenções nas vias de circulação, com 415 e nas pontes/pontilhões, com 107.

As ações sobre as novas construções foram objeto de registo, sendo mais numerosas nas vias de circulação, com 159 e nas pontes/pontilhões, com 53.

Estes resultados foram sistematizados conforme as categorias referidas no capítulo 3 da metodologia, podendo ser observados, neste caso, na Tabela 5.9.

Tabela 5.9 – Tipologia das intervenções no edificado (Imprensa Periódica, 1900/2015).

Tipologia	Não especificado	Desativada	Nova	Intervencionada	Outras	Total
Não especificado	106	0	109	157	1	373
Habitação	27	0	0	27	0	54
Comércio, indústria ou serviços	9	1	3	10	0	23
Ponte ou pontilhão	1	0	53	107	0	161
Moinho	4	0	0	2	0	6
Outro	3	1	50	179	5	238
Vários de todo o tipo	0	0	0	17	0	17
Vias	5	1	159	415	0	580
Total	155	3	374	914	6	1452

Sistematiza-se a intervenção nas vias de circulação, recorrendo aos termos mais utilizados nas notícias: calcetamento / pavimentação (alcatroamento) / “cascalhamento”, ao mesmo tempo, com a instalação da rede de abastecimento de água e a colocação de tubos de água, sistema de saneamento e de drenagem de águas pluviais; beneficiação; retificação; requalificação; prolongamentos; terraplanagem; alargamento; reparação de caminhos; abertura de novas vias; concertação de calçada; reparação de troço de vias em mau estado (como o exemplo - do troço até Melgaço, Sabadim muito necessitava de uma estrada que a ligasse à Igreja); área de circulação da Valeta calcetada; compra de terreno para abertura de vias de circulação; construção de via rápida; obras para a defesa da Valeta contra cheias; obras para escoamento de águas pluviais; fecho de túnel na Valeta e reabertura do mesmo túnel.

O túnel da Valeta tinha sido construído em 1963, mais tarde, o Poder Local juntamente com alguns cidadãos residentes defenderam o seu encerramento, acreditando que era uma barreira de defesa contra fluxos fluviais extremos (obras 2002/2003). Mais tarde, em 2011, chegaram à conclusão de que reabrir o túnel seria uma solução mais adequada. Em

poucos anos, o Poder Local e a população envolvida nas ações públicas concluiriam que a sua reabertura era uma necessidade. As ações humanas que se prendem com o túnel da Valeta sintetizam-se na Tabela 5.10.

Tabela 5.10 – Túnel da Valeta (Imprensa Periódica, 1900/2015).

Jornal	Data da notícia	Intervenção	Medições	Local	Conclusões
<i>Notícias dos Arcos</i>	19/05/1963	Construiu-se o túnel.		Valeta.	Interferiram órgãos da Câmara Municipal e o Ministro das Obras Públicas.
<i>Notícias dos Arcos</i>	02/06/1963	Projeto para a construção de via.		Variante 101 (junto ao Vez até à EN 202).	Devido a cheias.
<i>Notícias dos Arcos</i>	01/02/2001	Apelo a obras.		Túnel da Valeta.	Projeto para instalação de comportas no túnel ou para que este seja aterrado.
<i>Notícias dos Arcos</i>	31/03/2001	Águas sujas entram pelo túnel.		Túnel da Valeta (em direção à Valeta).	Em dia de cheia. Nesse dia os cidadãos locais questionaram quando tapar o túnel para evitar a entrada das águas do rio Vez.
<i>Notícias dos Arcos</i>	30/09/2001	Limpeza do ribeiro	Investimentos.	Ribeiro de Vila Fonche.	Serviço efetuado pela CMAV.
<i>Notícias dos Arcos</i>	10/02/2002	Decisão de integração de rearranjo total.	Investimentos.	Ribeiro de Vila Fonche. Largo da Valeta. Túnel.	A CMAV informou à Comissão da Valeta da intenção. Comissão da Valeta está satisfeita com o projeto no ribeiro para a defesa da Valeta contra as cheias. Preparação do enceramento do túnel
<i>Notícias dos Arcos</i>	10/07/2003	(1) Retificação do ribeiro. (2) Intervenção na praia.	Investimentos	(1) Ribeiro de Vila Fonche. (2) Praia da Valeta.	Com a interferência do Secretário de Estado do Ambiente. No ribeiro construiu-se uma conduta retangular e na praia da Valeta um novo Açude.
<i>Notícias dos Arcos</i>	02/09/2003	Continuidade dos trabalhos de retificação do referido ribeiro.		Ribeiro de Vila Fonche.	Ribeiro de Vila Fonche foi canalizado num pequeno troço.
<i>Notícias dos Arcos</i>	13/01/2011	Transbordou.		Ribeiro de Vila Fonche.	Com as sarjetas obstruídas e a circulação viária interrompida.
<i>Notícias Arcuenses</i>	22/07/2011	Foi reaberto o túnel.		Túnel da Valeta.	Com a interferência da CMAV, Junta, Comerciantes e moradores.
<i>Notícias Arcuenses</i>	30/09/2011	Manifestada preocupação pela falta de comportas do túnel.		Túnel da Valeta.	Por parte de Comerciantes e moradores.
<i>Notícias Arcuenses</i>	20/12/2012	Afetada a circulação rodoviária e pedonal.		Valeta.	Em dia de cheia. Transtorno para os habitantes e comerciantes da valeta.
<i>Notícias Arcuenses</i>	06/06/2013	Satisfação dos cidadãos devido à abertura do túnel.		Túnel da Valeta.	Em época balnear, que também contribuiu, segundo os mesmos, para a segurança da passagem de pessoas.

A área da Valeta desde muito cedo foi urbanizada aumentando localmente a impermeabilização dos solos, quer pela construção de vias rodoviárias quer com habitações, parques de estacionamento, indústria e comércio. De referir que a Estrada Nacional (EN) 101, que separa a Valeta urbana do rio Vez e que dá passagem para a praia fluvial pelo túnel, foi uma das vias construídas no início dos anos 60 (denominada como variante, que esteve em obras, segundo a notícia do dia 29/04/1962 no jornal *Vanguarda*).

A concretização das intervenções em vias de circulação teve várias situações que mereceram referência devido ao destaque dado nas notícias. Estas foram o resultado das manifestações da população em geral e do Poder Local, nomeadamente: luta pela abertura de caminho (ou estradas), pedido para terminar obras antes do Inverno, apelo à construção de vias devido ao isolamento local, abertura de concurso para adjudicação de obra, envio de ofício apelando a obras, aprovada a consignação de blocos de obras, orçamentação para obras, pedido de ajuda financeira ao Estado, participação monetária (verbas públicas), promoção de uma subscrição (angariação de fundos), ajudas monetárias por parte de alguns populares (com donativos de emigrantes e benfeitores), libertação da caução a empresa responsável pelas obras, oferta de terrenos por particulares para a construção de vias de circulação e inauguração de obras concluídas.

Ao longo das décadas estudadas existiram várias intervenções em pontes na BHRVez. A localização das pontes que existiram e/ou existem na BHRVez pode ser visualizada na cartografia, como por exemplo, na Carta Militar de Portugal 1: 25 000 ou através de imagens via satélite no Google Earth Pro. No entanto, torna-se necessário verificar a data da construção das pontes a observar verificando a sua contemporaneidade com os eventos descritos.

As pontes em que foram realizadas ações de intervenção ilustram-se na Figura 5.18. Segundo os dados da imprensa analisados, isto acontece entre 2000 e 2009 altura em que se efetuaram mais intervenções nas pontes.

Constatou-se, pela imprensa periódica, que em todas as décadas existiram intervenções em pontes, à exceção da década dos anos 40 (Figura 5.18).

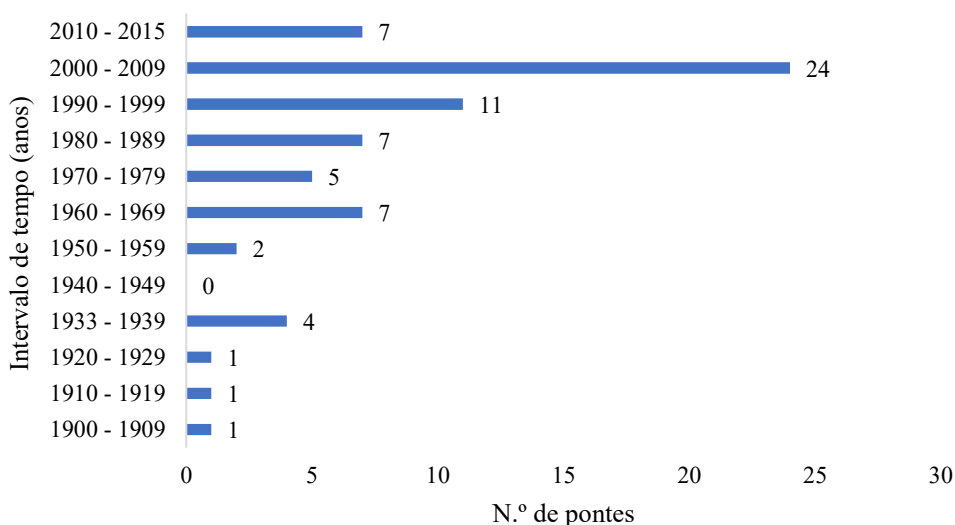


Figura 5.18 - Ações de intervenção em pontes e número de pontes/ano referidas nas notícias (Imprensa Periódica, 1900/2015).

Constatou-se pelas notícias que a população reivindicou a construção de 19 novas pontes (Tabela 5.11). A ponte sobre o rio Vez, a Sul da Vila de Arcos de Valdevez foi um projeto cuja concretização se prolongou de 1969 até 1989, isto é, por um período de duas décadas (Tabela 5.12).

Estas ações humanas podem ser entendidas como sinais indiretos da dinâmica hidrológica, não descartando que em alguns casos possa haver ambiguidade e a recuperação esteja associada, por exemplo, ao desgaste associado ao uso ou, ainda, à necessidade de construção de novas pontes devido ao desgaste das mais antigas. O aumento do fluxo de circulação automóvel com o conseguinte aumento da trepidação, nos últimos anos também contribuiu para o desgaste das pontes colocando em causa a segurança destas estruturas, especialmente em dias de cheia.

Tabela 5.11 – Primeira notícia sobre ações de reivindicação para a construção de novas pontes (Imprensa Periódica, 1900/2015).

Ano n+1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1900										
1910										
1920										1; 1
1930	1; 1; 1									
1940										
1950			1							
1960										1
1970						1				
1980			1							
1990			1		1	1		1		
2000				1					1; 1; 1; 1	
2010				1						

1	Grade, ponte de Carrascal
2	Pontilhão do Pogido
3	Ponte entre Requeijo e Piolho
4	Lugar da Igreja, Carralcova
5	Nova Ponte entre Vilela e Aboim das Choças
6*	Nova Ponte sobre o Lima, dá acesso a Arcos de Valdevez pela EN101
7	Nova Ponte sobre o rio Vez; para ligar a EN 101, Paçô e a EN 202, Guilhadeses
8	Nova Ponte sobre o Vez, nas Pedrosas
9	Nova Ponte, Vilela
10	Passadiço que liga às Piscinas
11	Passagem sobre o ribeiro, Caminho das Pousinhas, Mó, Grade
12	Ponte de Vilela de Grade
13	Ponte do Ramiscal, em Cabreiro
14	Pontilhão do Cachão, no Couto
15	Pontilhão do Cornêdo, Loureda
16	Pontilhão de Celeiros, Couto-Prozelo
17	Pontilhão na Valeta
18	Ligação futura Ponte sobre o Vez e ligação à E.N. 202-Giela
19	Ponte entre Sobreiro e Campo do Trasladário

* Fora da área da BHRVez, mas que influenciou o quotidiano da população da bacia hidrográfica quando era uma das vias de acesso principal.

A grande maioria das pontes de nova construção surgiram na sequência de danos provocados por fenómenos de cheia, sendo necessário, corte de circulação rodoviária e/ou pedonal temporário, reconstruir e reparar este tipo de construção. Contatou-se, segundo as notícias que, entre 1929 e 2008 construíram-se 10 novas pontes na BHRVez (Tabela 5.12).

Tabela 5.12 – Construção de novas pontes por data de notícia (Imprensa Periódica, 1900/2015).

Data da notícia	Ponte no Lugar da Igreja, Carralcova	Nova Ponte entre Vilela e Aboim das Choças	Nova Ponte sobre o rio Vez, ligação à EN 101 (Paçô) e EN 202 (Guilhadeses)	Ponte Nova sobre o Vez, Pedrosas	Nova Ponte, Vilela	Ponte de Vilela de Grade	Ponte do Ramiscal, Cabreiro	Pontilhão do Cachão, Couto	Pontilhão de Celeiros, Couto-Prozelo	Pontilhão do Pogido
26/09/1929										
03/07/1930										
12/10/1930										
14/04/1932										
27/04/1969										
18/05/1975										
02/04/1978										
15/10/1978										
11/05/1980										
08/06/1980										
21/12/1980										
15/02/1981										
14/02/1982										
11/04/1982										
29/08/1982										
04/12/1983										
02/02/1985										
10/03/1985										
12/04/1985										
14/06/1985										
25/04/1986										
09/06/1986										
02/11/1986										
26/04/1987										
03/05/1987										
25/12/1988										
02/04/1989										
11/06/1995										
07/01/1996										
04/02/1996										
06/04/1997										
24/01/2008										
01/02/2008										
17/04/2008										
18/07/2008										

Identificaram-se outras ações humanas sobre os açudes e a ínsua do rio Vez, assim como a intenção da construção de uma mini-hídrica, representadas na Tabela 5.13. Salienta-se que a mini-hídrica ficou apenas pela intenção, devido às ações movidas por populares e alguns elementos do Poder Local, contra a construção da mesma.

Tabela 5.13 – Ações humanas: açudes, ínsua do rio Vez e mini-hídrica (Imprensa Periódica, 1900/2015).

Jornal	Data da notícia	Intervenção	Local	Conclusões
<i>A Voz do Minho</i>	12/04/1934	Intervenção.	Açude situado no rio Vez.	Efetuar-se-iam obras de intervenção em açude.
<i>A Voz do Minho</i>	24/05/1934	Início das obras de intervenção.	Açude referido anteriormente.	
<i>Notícias dos Arcos</i>	28/03/1991	Intervenção.	Açude junto à Ponte Velha, no Couto.	Ocorreu intervenção no açude do Couto.
<i>Notícias dos Arcos</i>	07/10/1993	Reconstruído.	Açude da Lamela, no Vez.	O açude da Lamela foi reconstruído.
<i>Vanguarda</i>	04/10/1999	Os vários açudes (já referidos) arrastados na corrente foram intervencionados.	Açudes do Concelho de Arcos de Valdevez.	Como consequência de um evento de cheia.
<i>Vanguarda</i>	11/11/2001	(1) Foi anunciada intervenção. (2) Apelo.	No açude da Azenha, junto à Valeta.	(1) Como medida para minimizar as cheias na Valeta foi sugerida a abertura e destruição de parte do açude. (2) A Comissão da Valeta apelou à Administração pública para a necessidade de investimentos.
<i>Notícias dos Arcos</i>	10/07/2003	Obras previstas.	Açude e passadiço pedonal (área da Valeta).	Estava previsto novo açude com passadiço pedonal.
<i>Notícias dos Arcos</i>	20/06/1993	Intenção da construção de uma Mini-hídrica.	Abrangia o ribeiro de Agrela em Ázere, o ribeiro de Porto Avelar e o ribeiro de Bostelinhos.	Os cidadãos manifestaram-se contra a obra, contanto com diversos apoiantes: Clube de Caça e Pesca de Arcos de Valdevez, CMAV e algumas das Juntas de Freguesias. A empresa responsável da proposta do projeto foi a Sociedade Hidrocentrais Reunidas, SA.
<i>Notícias dos Arcos</i>	28/07/1993	Intenção da construção de uma Mini-hídrica.	Ribeiro de Agrela em Ázere, ribeiro de Porto Avelar e ribeiro de Bostelinhos.	A população de Carralcova também se manifestou contra a obra, justificando-se com os prejuízos agrícolas que daí adviriam.
<i>A Voz do Minho</i>	27/06/1935	Deram início aos trabalhos de arruamento.	Ínsua do Vez.	Obras para arruamentos na Ínsua do Vez.
<i>Notícias dos Arcos</i>	14/06/1985	Efetuar-se-iam obras de embelezamento.	Ínsua do Vez.	
<i>Vanguarda</i>	24/11/1986	Conclusão das obras acima referidas.	Ínsua do Vez.	As obras estabelecidas para a Ínsua concluíram.

Jornal	Data da notícia	Intervenção	Local	Conclusões
<i>Vanguarda</i>	11/05/1986	Intervenção.	Canteiros na Ínsua	Para o mesmo local, ao mesmo tempo, apela-se a obras para iluminação pública.
<i>Notícias dos Arcos</i>	16/07/1994	Apela-se a obras.	Ínsua do Vez.	Ínsua do Vez “abandonada”.
<i>Notícias dos Arcos</i>	09/07/1995	Obras de arranjo urbanístico.	Ínsua do Vez.	
<i>Notícias dos Arcos</i>	29/05/1996	Sugere-se o desassoreamento.	Na ínsua, junto à Ponte Velha.	
<i>Notícias dos Arcos</i>	28/09/1999	Obras efetuadas.	Área ribeirinha	Reparação dos danos devido a cheias.

Conforme se constatou na imprensa periódica existiu um forte investimento para a implementação e melhoria dos sistemas de abastecimento de água e saneamento, em especial a partir dos finais dos anos 80 (Tabela 5.14).

Esta tipologia de projeto tem um grande impacto político ao nível local, nomeadamente na sustentabilidade do território. Existem situações em que os partidos políticos influenciam através dos meios de comunicação quando utilizados para comunicados de imprensa (Lawrence, 2000; Wei et al., 2015).

O sistema de abastecimento de água à população e o sistema de esgotos são fatores a ter em consideração em estudos sobre cheias, conforme o recomendado por Barreiros et al. (2009).

Tabela 5.14 - Ações sobre infraestruturas ligadas à água, incluindo os respetivos investimentos (Imprensa Periódica, 1900/2015).

Jornal	Data da notícia	Intervenção	Medições ⁽¹⁾	Local	Conclusões
<i>Voz do Minho</i>	26/09/1929	Saneamento e reservatórios de água.	Notícias sobre as primeiras ações.		
<i>Voz do Minho</i>	23/01/1930	Canalização da água.		Largo da Carreira.	
<i>Vanguarda</i>	31/08/1958	Saneamento.		Sede do Concelho (Vila de Arcos de Valdevez).	
<i>Notícias dos Arcos</i>	04/04/1975	Estação elevatória.	Investimento: 214 617,8 €.	Vila.	
<i>Notícias dos Arcos</i>	18/03/1979	Estação de Tratamento de Esgotos.	Investimentos económicos.		
<i>Notícias dos Arcos</i>	08/02/1987	(1) Renovação de coletores, elevatório, Estação de Tratamento de Águas Residuais (ETAR). (2) Rede de abastecimento de água.	(1) Investimentos: cerca de 395 047,9 € só no ano de 1987. (2) Cerca 592 571,9 € (valor repartido).		Apoiado pelo Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional (FEDER).
<i>Notícias dos Arcos</i>	12/07/1987	(1) Rede de abastecimento de água. (2) ETAR. (3) Saneamento de águas residuais.	Investimento: (1) 161 311,2 € (2) 164 603,3 € e (3) 7 900,96 €.		
<i>Notícias dos Arcos</i>	16/09/1990	Central elevatória manual.	Necessita de investimentos.		
<i>Notícias dos Arcos</i>	26/01/1992	(1) Rede de saneamento (ETAR), estação elevatória e (2) Rede de Abastecimento de água.	Investimento: 1 089 375 €.		Investimento com várias fases de projeto.
<i>Notícias dos Arcos</i>	31/05/1992	Abastecimento de água – captação.	Investimento: 12 450 €.		
<i>Notícias dos Arcos</i>	14/06/1992	(1) Reservatório de Abastecimento de Água e para a ETAR.	Investimento: (1) 933 749,7 € e (2) 1 400 624 €.	Freguesia de Vila Fonche (1) e Guilhadeses (2).	
<i>Notícias dos Arcos</i>	31/05/1992	(1) Reservatório de Abastecimento de Água.	Propostas: 250 174,9 € e 274 911,5 €.	Abastecer 12 freguesias ao Sudoeste da Vila.	
<i>Notícias dos Arcos</i>	17/01/1993	Sistema de Abastecimento de Água.	Investimento: 3 447 267,0 €.	Freguesias: S. Cosme e S. Damião, Gondoriz, Couto, Aguiã, Rio de Moinhos, Prozelo, Senharei, Sabadim, Aboim das Choças, Loureda, Alvora, Eiras, Padroso, Extremo, Portela e Vilela.	
<i>Notícias dos Arcos</i>	26/11/1995	Abastecimento de água.	Investimento: 2 321 904,21 €.	Freguesias: Guilhadeses, Tabaçô e Souto.	

Jornal	Data da notícia	Intervenção	Medições ⁽¹⁾	Local	Conclusões
<i>Vanguarda</i>	14/01/2001	Abastecimento de água.	Investimento: 743 487,41 €.	Concelho de Arcos de Valdevez	
<i>Notícias dos Arcos</i>	10/04/2002	Estação elevatória de esgotos e os problemas causados.	Investimentos.	Valeta.	Defesa contra cheias
<i>Vanguarda</i>	04/03/2007	Escoamento de águas pluviais.	Investimento: 5 794,00 € - orçados em 6 437,50 €.	Souto, Largo de Souto, no lugar de Milhundos e Real.	
<i>Notícias dos Arcos</i>	20/06/2007	Escoamento de águas “bravas”.	Investimentos	EM 1301 em Rio de Moinhos numa extensão de 1 km.	
<i>Notícias dos Arcos</i>	17/04/2008	Rede de abastecimento de água.	Investimento: (1) 90 958,00 € e (2) 38 021,63 €.	para Monte Redondo, Padreiro, Parada Rio Cabrão (1) e Vila Fonche e para Grade e Cabana Maior (2).	
<i>Notícia dos Arcos</i>	24/04/2008	Rede de saneamento básico.	Investimento: 502 883,28 €. Financiamento conjunto.	Freguesias: Azere, Cabana Maior, Grade, Aguiã, Prozelo, Parada, Vila Fonche, Tabaçô, Paçô, Mesio, Cabana Maior.	Programa INTERREG III (programa de Iniciativa Comunitária) - Medida 1.1, Requalificação Ambiental (uma %)
<i>Notícias Arcuenses</i>	09/05/2008	Saneamento.		Largo da Valeta	
<i>Notícias Arcuenses</i>	26/09/2008	Abastecimento de água (instalação de condutas).	Investimento: 72 945,00€ sem Imposto de Valor Acrescentado (IVA).	localizado no caminho municipal (CM) 1300 (Capela de Sto. António) ao CM 1300 (junto ao cemitério), Sabadim e Carralcova.	
<i>Notícias Arcuenses</i>	10/10/2008	Ampliação do sistema de saneamento básico.	Investimento: 285 406,84 € com IVA.	Freguesias: Lugar da Igreja em Vila Fonche, Aguiã, Guilhadeses, Paçô, Parada, Prozelo, Tabaçô.	Financiado pelo INTERREG III
<i>Notícias Arcuenses</i>	21/11/2008	Desvio de águas pluviais.	Investimento: mais de 6 000 €.	Em Real, Souto.	Com financiamento protocolado com o Município.
<i>Notícias Arcuenses</i>	29/05/2009	Ampliação e beneficiação da rede de abastecimento de água.	Investimento: 100 296,00 €.	Freguesia de Rio Frio.	
<i>Notícias Arcuenses</i>	21/08/2009	Abastecimento de água e saneamento.		Rio de Moinhos, Mei, Eiras, Lugar da Igreja em Paçô	

Jornal	Data da notícia	Intervenção	Medições ⁽¹⁾	Local	Conclusões
<i>Notícias Arcuenses</i>	04/05/2012	Ampliação e beneficiação da rede de abastecimento de água.	Investimento: 828 938,06 €.	Cabreiro: Vilar, Avelar e S. Sebastião.	
<i>Notícias Arcuenses</i>	25/01/2013	Ampliação da rede de abastecimento de água.	Investimento: 93 949,02 €.	S. Cosme e S. Damião (Cerca, Gerei) e Sá (Nogueira, Feteira e Vale).	
<i>Notícias Arcuenses</i>	31/05/2013	Ampliação da rede de abastecimento de água.	Investimento: 75 748,32 €	Paçô, Gondoriz.	
<i>Notícias Arcuenses</i>	22/11/2013	Ampliação da rede de abastecimento de água.		Freguesias de S. Cosme e S. Damião.	
<i>Notícias dos Arcos</i>	31/12/2013	Horas de trabalho a desentupir sarjetas.			Devido a inundações.

⁽¹⁾ Valores monetários fora do Euro: Teve-se em consideração a Portaria n.º 429/2006 de 3 de maio, Anexo: quadro de atualização dos coeficientes de desvalorização da moeda, referidos nos artigos 44.º do Código do Imposto sobre o Rendimento das Pessoas Coletivas (CIRC) e 50.º do Código do Imposto sobre o Rendimento das Pessoas Singulares (CIRS).

A luz elétrica e o telefone dependeram do investimento público nos setores da energia elétrica e das telecomunicações, essencialmente, como bens de primeira necessidade. Na época atual estes bens são fundamentais para a vida quotidiana dos cidadãos. Quer o edificado público quer o privado têm iluminação artificial. Foi necessário investir em estruturas públicas para que o setor privado passasse a ser consumidor destes bens.

Para as populações do centro da Vila de Arcos de Valdevez, estes bens chegaram em primeiro lugar, comparativamente às povoações rurais e de montanha. Com base no histórico da BHRVez, publicado na imprensa, foi elaborada uma descrição das ações relativas à eletrificação e à instalação de telefonia (apenas rede fixa), uma das primeiras formas de comunicar à distância. Estes projetos, para as várias freguesias, tiveram lugar essencialmente durante os anos 70, 80 e 90 do século XX (Figura 5.19), conforme se constatou pelas fontes de imprensa periódica, que se valida com as descrições da Tabela 5.15. A Figura 5.19, permite-nos uma visão global da eletrificação mais significativa na BHRVez a partir dos anos 70, o que é perfeitamente coincidente com o respetivo aumento do edificado, conforme se descreveu no capítulo a ele dedicado. As primeiras notícias sobre a falta de energia elétrica devida a ocorrências de cheia, inseridas por eBd, foram publicadas nos jornais *Voz do Minho* e *Vanguarda*, nos seguintes dias e locais: 28/11/1929 (Vila), 14/01/1932 e 02/01/1936 (Concelho de Arcos de Valdevez), 31/01/1960 (Soajo) e 17/11/1963 (Rio Frio).

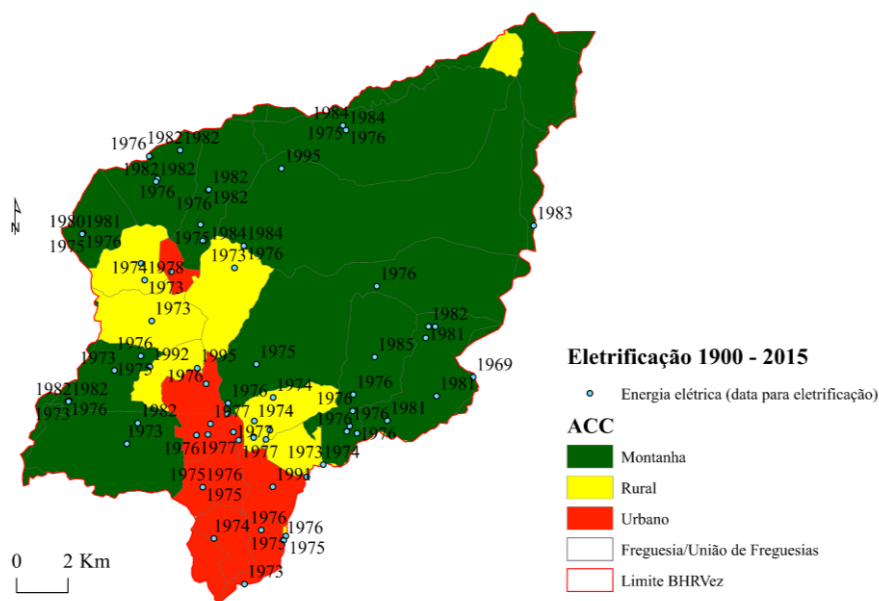


Figura 5.19 – Ações de eletrificação por Freguesia/União de Freguesias (CAOP, 2014; Carta Militar de Portugal, IGeoE, 1996, 1997; Imprensa periódica, 1900-2015).

Tabela 5.15 – Principais ações de intervenção no território ligadas à eletrificação, instalação de telefonia e gás natural (Imprensa Periódica, 1900/2015).

Jornal	Data da notícia	Intervenção	Medições ⁽¹⁾	Local	Conclusões
<i>Notícias dos Arcos</i>	11/05/1969	Pedido da eletrificação.		Freguesias do Soajo e Senharei.	
<i>Notícias dos Arcos</i>	29/03/1970	Serviços de telefone já existentes.		Mamede e Travassos em Senharei.	
<i>Notícias dos Arcos</i>	26/09/1971	Prevê-se a eletrificação.	Investimentos: (1) 680,11 € e (2) 201 413,04 €.	(1) Rio de Moinhos. (2) Aguiã.	
<i>Notícias dos Arcos</i>	10/10/1971	Apelo: (1) eletrificação e/ou (2) instalação de telefones.		(1) Cabana Maior e Senharei (exceto Travassos) e (2) Cabana Maior.	
<i>Notícias dos Arcos</i>	13/02/1972	Falhas no fornecimento de energia elétrica e serviços telefónicos.		Concelho.	Falha de energia causada pela cheia.
<i>Notícias dos Arcos</i>	27/02/1972	Ficou sem luz.		Freguesia de Vila Fonche.	Reposição.
<i>Notícias dos Arcos</i>	14/01/1973	Energia elétrica.	Investimentos.	Aguiã e Rio de Moinhos.	
<i>Notícias dos Arcos</i>	21/10/1973	Energia elétrica.	Investimentos.	S. Mamede e Travassos em Senharei.	
<i>Notícias dos Arcos</i>	21/10/1973	Apelo: a investimentos no setor da energia elétrica.		Rio Frio.	
<i>Notícias dos Arcos</i>	18/11/1973	Energia elétrica.	Inauguração.	Aboim das Choças, Álvora, Eiras, Loureda, Mei, Portela, Sá, Sabadim e Vilela.	
<i>Notícias dos Arcos</i>	20/12/1973	(1) eletrificação e (2) destacam-se os trabalhos de eletrificação em curso.	Investimento: 577 907,24 €.	(1) Prova, Paçô, Oliveira, Vale, Aguiã e (2) Rio de Moinhos.	Valor repartido por vários locais.
<i>Notícias dos Arcos</i>	13/01/1974	Missiva com pedido de eletrificação.		Todos os locais da freguesia de Mei.	
<i>Notícias dos Arcos</i>	16/06/1974	Energia elétrica.	Investimento: 16 251,83 € por cada particular.	Pinheiro, Porta, Bouça, Aldeia da freguesia de Couto.	Financiada por habitantes interessados.
<i>Notícias dos Arcos</i>	11/08/1974	Trabalhos de eletrificação.		Vale.	
<i>Notícias dos Arcos</i>	06/10/1974	Trabalhos de eletrificação.		Rio de Moinhos.	
<i>Notícias dos Arcos</i>	19/12/1974	(1) Há 10 anos que a população reclama a luz. (2) Reclamam luz para alguns lugares que falta eletrificar.	Investimento: 147,74 €.	(1) Grade. (2) Aguiã.	Habitantes que investiram os 5,54 € já tinham luz.

Jornal	Data da notícia	Intervenção	Medições ⁽¹⁾	Local	Conclusões
<i>Notícias dos Arcos</i>	18/05/1975	Diversos lugares foram eletrificados.		Monte Redondo, Vila Fonche, Parada e Prozelo.	
<i>Notícias dos Arcos</i>	19/10/1975	Houve eletrificação.		Rio de Moinhos, Aguiã, Pogido, Prozelo, Parada, Vila Fonche, Monte Redondo, Paçô, Oliveira, Vale, Sistelo, Gondoriz, Portela, Alvora, Padroso, Senharei, Extremo.	
<i>Notícias dos Arcos</i>	15/12/1975	Eletrificação eminente.		Prozelo.	
<i>Notícias dos Arcos</i>	07/03/1976	Alguns trabalhos de eletrificação foram concluídos; outros em vias de conclusão.		Rio de Moinhos, Travassos em Senharei, Bouça em Couto, Rio de Moinhos, Aguiã, Pogido, Paçô, Oliveira, Vale, Prozelo, Parada, Vila Fonche e Monte Redondo.	
<i>Notícias dos Arcos</i>	16/12/1976	Abastecimento de energia elétrica.	Investimento: 2 748 077,13 €.	Cabana Maior, lugares de Vilela, Costa, Carreira, Pousada e Mó em Grade, Sistelo, Cabreiro, Padroso, Extremo, Frades em Portela, Barbeitos em Alvora, Lombadinha em Gondoriz e Senharei.	
<i>Notícias dos Arcos</i>	13/11/1977	Reforço no setor da energia elétrica.		Granda Nova, Coto Moledo, Breia, Estanque, Cima de Vila na freguesia de Prozelo.	
<i>Notícias dos Arcos</i>	27/08/1978	Foi ligada a luz.		Mei.	
<i>Vanguarda</i>	17/12/1978	Energia elétrica esteve interrompida.		Souto.	Devido a uma cheia. Reposição.
<i>Notícias dos Arcos</i>	12/10/1980	Trabalhos de eletrificação estiveram parados.		Padroso.	
<i>Notícias dos Arcos</i>	10/05/1981	Fornecimento de energia elétrica.	Inauguração.	Padroso.	
<i>Notícias dos Arcos</i>	25/10/1981	Fornecimento de energia elétrica.	Inauguração.	Lugares de Boimo, Bouça Donas e Igreja em Cabana Maior.	
<i>Notícias dos Arcos</i>	07/11/1981	A eletrificação agendada.		Bostelinhos, Cabana Maior.	
<i>Notícias dos Arcos</i>	03/01/1982	Falhas e interrupção no fornecimento de energia elétrica.		Concelho de Arcos de Valdevez	Devido a um evento de cheia. Necessidade de reposição.
<i>Notícias dos Arcos</i>	28/02/1982	Eletrificação.		Lugar de Bouça Donas, Cabana Maior.	

Jornal	Data da notícia	Intervenção	Medições ⁽¹⁾	Local	Conclusões
<i>Notícias dos Arcos</i>	11/04/1982	Fornecimento de energia elétrica.	Inauguração.	Travassos, Senharei, Gondião e Vila Franca em Rio Frio e Mourisca, Barbeitos, Frades em Portela.	
<i>Notícias dos Arcos</i>	25/04/1982	Fornecimento de energia elétrica.	Inauguração.	Mourisca, Barbeitos, Frades em Portela.	
<i>Notícias dos Arcos</i>	27/03/1983	Fornecimento de energia elétrica.	Inauguração.	Gavieira	
<i>Notícias dos Arcos</i>	01/01/1984	Fornecimento de energia elétrica.	Inauguração.	Grade, Cabana Maior, Cabreiro, Lugar da Igreja em Sistelo, Cabreiro, Sistelo, Cabreiro e Sistelo.	
<i>Notícias dos Arcos</i>	20/10/1985	Chegada da luz elétrica.	Festejou-se.	Carralcova.	
<i>Notícias dos Arcos</i>	18/10/1987	Faltou a energia elétrica durante quatro dias e ocorreram falhas, nas comunicações telefónicas.	Falhas.	Concelho de Arcos de Valdevez.	Devido a um evento de cheia. Reposição.
<i>Vanguarda</i>	25/10/1987	Faltou a energia elétrica durante quatro dias e falhas nas comunicações telefónicas.	Falhas.	Concelho de Arcos de Valdevez.	Devido a um evento de cheia. Reposição.
<i>Notícias dos Arcos</i>	25/12/1988	Estação telefónica.	Inauguração.	Sabadim.	
<i>Vanguarda</i>	31/12/1989	Danos nas estruturas de fornecimento de energia elétrica e nos telefones.	Danos.	Concelho.	Devido a um evento de cheia. Reposição.
<i>Notícias dos Arcos</i>	21/10/1991	Iluminação pública e privada	Inauguração	Vila de Arcos de Valdevez.	
<i>Notícias dos Arcos</i>	06/09/1992	Apelo/pedido para eletrificação.	Necessidade de electricidade.	Algumas casas em Soutelo.	
<i>Notícias dos Arcos</i>	06/03/1994	Estudo para a instalação de um sistema de fornecimento de gás natural.	Necessidade de gás.	Concelho de Arcos de Valdevez.	Interesse em gás natural.
<i>Notícias dos Arcos</i>	19/03/1995	Falta de projeto de eletrificação.	Falhas.	Rio de Moinhos.	
<i>Notícias dos Arcos</i>	02/04/1995	Falta de projeto de eletrificação.	Falhas.	Porta Cerdeira em Cabreiro.	
<i>Vanguarda</i>	17/12/2000	Falhas de energia.	Falhas.	Concelho em geral, e em Vilela em particular.	Devido a um evento de cheia. Reposição.
<i>Notícias dos Arcos</i>	06/02/2009	Falhas de energia.	Falhas.	Concelho.	Devido a um evento de cheia. Reposição
<i>Notícias dos Arcos</i>	04/03/2010	Falhas de energia.	Falhas.	Concelho.	Devido a um evento de cheia. Reposição.
<i>Notícias dos Arcos</i>	25/08/2011	Falhas de energia.	Falhas.	Concelho.	Devido a um evento de cheia. Reposição.
<i>Notícias dos Arcos</i>	13/02/2014	Falhas de energia.	Falhas.	Vilela e Grade.	Devido a um evento de cheia. Reposição.

⁽¹⁾ Valores monetários fora do Euro: Teve-se em consideração a Portaria n.º 429/2006 de 3 de maio, Anexo: quadro de atualização dos coeficientes de desvalorização da moeda referidos nos artigos 44.º do CIRC e 50.º do CIRS.

Outros bens comuns identificados na imprensa periódica foram as sete praias fluviais noticiadas e registadas na base de dados (eBd), sendo localizadas na BHRVez (Tabela 5.16). Na Valeta existe uma das maiores e mais populares praias fluviais a nível local, sendo a mais referida na imprensa periódica. Algumas das ações humanas realizadas nas praias fluviais da BHRVez estão assinaladas na referida tabela.

Em dias de cheia as atividades de lazer nas praias fluviais ficam restringidas (Costa & Carvalho, 2009). Ao mesmo tempo os problemas de limpeza das areias da praia são indicadores da degradação ambiental (Costa, 1998).

Tabela 5.16 - Ações de intervenção na BHRVez ligadas às praias fluviais (Imprensa Periódica, 1900/2015).

Jornal	Data da notícia	Intervenção	Medições	Local	Conclusões
<i>Notícias dos Arcos</i>	22/06/1969	Obras de beneficiação.		Praia das Pedrosas, na Valeta.	
<i>Notícias dos Arcos</i>	16/10/1977	(1) Foi desativada uma pequena barragem que servia uma azenha. (2) Considerou-a de boa qualidade.		(1) Praia à entrada de Requeijo. (2) Praia junto à ponte no rio Azere, no Toural.	
<i>Notícias dos Arcos</i>	28/03/1991	Falta de limpeza.		Praia do Couto.	
<i>Notícias dos Arcos</i>	26/06/1994	Programa para a valorização da praia.		Praia da Valeta.	
<i>Vanguarda</i>	16/04/2000	Apelo à reparação de danos.		Praia do Couto.	
<i>Notícias dos Arcos</i>	30/09/2001	Alerta: extração de inertes na praia e alerta para a necessidade de limpeza da praia.		Praia da Valeta.	Ações da Comissão da Valeta (intervenção antes da época das chuvas - no projeto para defesa da Valeta contra as cheias), Junta de Freguesia de Salvador e CMAV.
<i>Notícias dos Arcos</i>	10/02/2002	Propostas de projeto de defesa contra as cheias.		Valeta.	Trabalho da Comissão da Valeta.
<i>Notícias dos Arcos</i>	20/05/2003	Trabalhos de limpeza e reposição de areia		Praia da Valeta.	
<i>Notícias dos Arcos</i>	10/07/2003	Obras.	Investimento: 825 000 €	Praia da Valeta.	
<i>Notícias Arcuenses</i>	28/08/2008	Praias fluviais.		S. Cosme e S. Damião, Couto, Pontilhão do Pogido, Seixal em Gondoriz e no local da Presa das Choças em Aboim das Choças.	Identificação da localização de outras praias, além da localizada na Valeta, de menor dimensão, mas também importantes.
<i>Notícias Arcuenses</i>	10/07/2009	Praias fluviais para lazer.		Praia da Valeta.	
<i>Notícias Arcuenses</i>	15/07/2011	Intenção para desassoreamento.		Praia da Valeta.	
<i>Notícias dos Arcos</i>	26/07/2012	Atividades de desassoreamento.		Praia da Valeta.	
<i>Notícias Arcuenses</i>	28/06/2013	Existiu outra possibilidade para a criação de mais uma praia fluvial.		Praia fluvial de N.ª S.ª da Madre de Deus, em Prozelo.	

Acrescenta-se ainda, conforme o recomendado por Barriendos et al. (2014), o registo sempre que possível, da identificação pormenorizada dos elementos que foram afetados pelas cheias, todos eles importantes mesmo os de menor visibilidade. Estes, registados na base de dados eBd como fator “outro”, que corresponde a outro tipo de edificado e como fator “não especificado”, correspondem a áreas com uso antrópico e fora do grupo edificado, como o exemplo das áreas agrícolas. Estas particularidades que fazem parte da BHRVez estão ilustradas por palavras-chave na Tabela 5.17 e permitiram tirar algumas ilações sobre a sua afetação pelas cheias.

Tabela 5.17 – Particularidades de elementos expostos com ligação direta e/ou indireta a eventos (Imprensa Periódica, 1900/2015).

Utilidade pública	
Piscinas	Sistemas de drenagem
Infraestruturas (bancos de jardim, retrete de madeira, canteiros, candeeiros, caixotes de lixo públicos, <i>outdoors</i> publicitários)	Escoamento das águas pluviais (beirais, caleiras, canos, sarjetas)
Canalização de ribeiro (ribeiro de Vila Fonche)	Regadio secular obstruído e destruído (levadas de regadio)
Barraca do atlético	Açudes (em geral, dos moinhos e regadios)
Campo da feira (espaço da feira quinzenal)	Represa
Campo de Futebol	Ínsua do Vez (área verde e não de circulação)
Central de Camionagem	Fontanário
Parques (estacionamento, atividades, outros)	Socalcos
Matadouro	Taludes
Túnel	Tapumes
Estação de Tratamento de Águas Residuais (ETAR), ramais, caixas de esgotos	Praia
Sistema de Abastecimento de Água (rede, captação, reservatório, canalizações, outras)	Poça (com ou sem lavadouros) ou tanques
Rede de abastecimento de energia elétrica	Posto de Abastecimento de Combustível
Rede de abastecimento de gás natural	Muros
Propriedade privada	
Propriedades agrícolas (Quinta de Requeijo)	Telhados
Arrecadações agrícolas	Alpendre de lenha
Conduta para rega automática	Muros
Espigueiros	Coberturas
Estufas	Paredes
Latadas ou ramadas (vinhas)	Barraquinha junto ao rio Vez
Corte de animais	
Intenção/sem consentimento local	
Mini-hídricas	

O registo de dados efetuado por data de edição dos jornais permitiu atestar se as infraestruturas se mantêm na BHRVez, se foram desativadas, destruídas, reconstruídas e/ou se foram construídas de novo. Só assim é possível validar as notícias e quantificar as consequências relativamente aos danos, conhecendo o impacto que provocou na vida quotidiana das pessoas e por quanto tempo se prolongou. Neste sentido, foi o nosso propósito identificar, através dos metadados, a evolução da regeneração das infraestruturas e/ou a construção de novas infraestruturas, estas últimas integradas na evolução do meio natural.

A representação espacial das ocorrências e das ações humanas podem influenciar positivamente a perceção, sendo parte da vulnerabilidade social e resiliência da sociedade (Glatron Beck, 2008). O território surge como o mecanismo de integração para as ações públicas do governo, que desempenham um papel fundamental no desenvolvimento territorial contemporâneo (Silva, 2015) e estas dependem de uma genealogia de práticas, conhecimentos, discursos, regulamentos, performances e representações articuladas complexas, porém, legíveis ao longo do tempo (Elden et al., 2011).

5.5.4 Agentes associados às ações humanas

Wei et al. (2015) na investigação que levaram a cabo contabilizaram as instituições referenciadas nos artigos recolhidos da imprensa. Para o caso da BHRVez, categorizaram-se os agentes envolvidos, conforme a menção no capítulo 3.

Os agentes envolvidos nas diversas ações são de carácter público e privado. Sobre as ações destacam-se os que deram o aviso em caso de perigo iminente de cheia, os que fizeram apelos, os que prestaram auxílio, os que contrataram os serviços, os responsáveis pelos concursos de empreitada de obras e os que as executaram.

O levantamento da informação sobre a BHRVez envolveu vários tipos de agentes como os que se podem associar à administração pública, às empresas, às organizações não governamentais e aos cidadãos.

Neste ponto, orientou-se a investigação sobre a BHRVez no sentido de saber quais os agentes, as instituições e as organizações que estiveram envolvidas em projetos de intervenção na bacia hidrográfica associados direta ou indiretamente às cheias e à

dinâmica do rio. Foi possível constatar que os principais responsáveis foram o poder político local e os órgãos da administração municipal, com equipas integradas por elementos da Câmara Municipal de Arcos de Valdevez, da Assembleia Municipal e das Juntas de Freguesia/União de Freguesias.

Ainda a nível local, a população contou com o apoio dos Serviços de Proteção Civil, Serviços de Saúde – Centro de Saúde, Cruz Vermelha - Bombeiros, Mergulhadores municipais e distritais, Guarda Nacional Republicana (GNR), assim como os responsáveis pelas respetivas paróquias.

Os projetos de obras públicas foram adjudicados a diversas empresas envolvidas, identificadas na imprensa periódica. A saber:

1. Aparício & Filhos, Lda.
2. Banco Espírito Santo e Comercial de Lisboa.
3. Betominho, S.A.
4. Campos Silva.
5. Construções Artur Alves de Freitas II, Lda.
6. Duque e Duque – Terraplanagem, Lda.
7. EDP.
8. Artur Alves de Freitas.
9. J.S. Gomes.
10. Parcil – Paredes & Vilaverde, Lda.
11. Vimel.
12. Amândio de Carvalho, S.A.
13. Gonçalves e Cachadinha, S.A.
14. Habimonção, Construções Lda.
15. Hidroelétricas de Ponte da Barca, Lda.
16. José Ferraz & Associados.
17. Manuel da Silva Pereira & Filhos, Lda.
18. Martins & Barbosa, Lda.
19. Martins Prestige II – Construções, Lda.
20. Martins e Filhos, S.A.
21. Monteadriano – Eng.^a e Construções, S.A.
22. MRG, Engenharia e Construção, S.A.
23. Novopca - Construtores Associados, S.A.
24. Sebastião da Rocha Barbosa, Lda.

A existência de parcerias público-privadas manifesta o compromisso de colaboração das intervenções das entidades públicas e empresas privadas, com repercussões no investimento (Condessa et al., 2009). Uma consequência importante deste envolvimento é o reflexo positivo que a intervenção política transmite aos cidadãos.

Na imprensa periódica referiu ainda os órgãos da administração, tais como: o Governo Central, os respetivos Ministérios e a Comissão Europeia.

De acordo com a fonte citada, constituíram-se, localmente, grupos de cidadãos com objetivos bem definidos, para apelar/reivindicar ações de melhorias no território local, assim como a implantação de medidas de defesa contra as cheias. Destes, de acordo com a mesma fonte de informação, identificamos diversas comissões e organizações, formais e/ou informais, que foram sendo constituídas e cuja duração das mesmas coincidiu com as decisões dos diversos órgãos dirigentes de as extinguir quando os objetivos das ações contestadas foram conseguidos. São elas:

1. Comissão de Melhoramentos do Lugar de Portela
2. Comissão de Melhoramentos do Lugar da Aldeia
3. Comissão de Regadio
4. Comissão de Melhoramentos de Selim
5. Comissão de Regadio do Coedro
6. Comissão de defesa contra cheias na Valeta
7. Comissões paroquiais
8. Clube de Caça e Pesca de Arcos de Valdevez
9. Amigos do Rio Vez
10. Rotários Arcuenses.

O nível de participação pública pode ser aferido pelo número de cidadãos envolvidos nos procedimentos formais previstos na Lei (Condessa et al., 2009). Esta informação pode ser obtida na imprensa periódica e reflete o nível de motivação da população e das organizações representativas nos projetos de discussão.

As grandes cheias na BHRVez têm sido motivo de preocupação constante para os habitantes locais das áreas atingidas, o que deu lugar à constituição de grupos cívicos empenhados na criação de meios de defesa adequados.

5.6. Validação dos dados empíricos da imprensa periódica

A validação dos dados empíricos baseou-se na comparação entre os dados resultantes do processo de análise de conteúdo, para identificar os eventos através dos relatos nas notícias (eBd), com os dados de caudal e os de precipitação. Processo efetuado conforme o recomendado na literatura: Barrera & Rigo (2005); Barriandos et al. (2014); Barriandos & Rodrigo (2010); Napolitano, et al (2018) ; Wei et al. (2015); e Santos (2009, 2015).

No capítulo da metodologia foram descritas de forma mais pormenorizada as etapas necessárias para a concretização e validação dos dados empíricos da imprensa periódica.

As séries obtidas nas estações hidrométrica do Pontilhão de Celeiros e udográfica de Casal Soeiro (1959/1990) foram as escolhidas, por vários motivos: possuem dados diários para os mesmos anos; seguem a estacionariedade (Santos, 2009, 2015); ao aplicar o teste de homogeneidade através do teste de Levene às séries dos dados de caudal (Q) e precipitação (P) os resultados foram significativos (significância $\rho \geq 0,05$); os dados seguem a normalidade segundo a teoria do limite central para dados diários (Lencastre & Franco, 2010); foi também o escolhido por Bellu et al. (2016), Lima et al. (2015), Santos et al. (2011) e Santos (2015) nas investigações que levaram a cabo sobre rio Vez.

O teste de normalidade baseia-se na lei de Gauss ou de distribuição normal e pode adaptar-se bem a um grande número de parâmetros hidrológicos como o caso da P e do Q, resultantes da soma de um elevado número de variáveis aleatórias.

Das mais divulgadas em estatística, pode ser deduzida teoricamente. Sendo Z_n , a soma de n variáveis aleatórias X_i independentes, a função de distribuição de Z_n tende para a distribuição normal quando n aumenta indefinidamente, qualquer que seja a função de distribuição de cada uma das variáveis X_i . Esta afirmação é a tese de um dos teoremas fundamentais da teoria das probabilidades, o teorema do limite central.

(Lencastre & Franco, 2010: p. 419)

De acordo com Lencastre & Franco (2010) diversos autores apresentaram várias funções de distribuição (ou leis da probabilidade) para procurarem descrever a frequência dos resultados. Uma destas funções corresponde ao teste de Kolmogorov – Smirnov (KS), utilizado para estudar a série de dados diários instrumentais e para conhecer as distribuições contínuas.

Pelo teste da normalidade, a assimetria resultou com distribuição positiva à direita, significando que a média é superior a mediana. Porém, quando o coeficiente de assimetria se situa entre -2 e 2, podemos assumir que a distribuição é normal. Este pressuposto verificou-se para a grande maioria dos valores de P e Q. Os resultados obtidos podem ser concordantes com a generalidade dos estudos produzidos nesta área (Lencastre & Franco, 2010; Vieira et al., 2010), que aplicaram o teste de normalidade a dados hidrometeorológicos mensais, anuais e/ou extremos (não diários) com o cálculo da função de distribuição através dos testes KS e ou Shapiro-Wilk (SH).

A validação da imprensa periódica refere-se ao período compreendido entre 1950 e 1990, conforme o já descrito. Entre 1959 a 1990, foram identificados quatro periódicos locais para o processo de validação, nomeadamente: *O Povo da Barca*, *Notícias dos Arcos*, *Vanguarda* e *Notícias da Barca* (Figura 5.20).

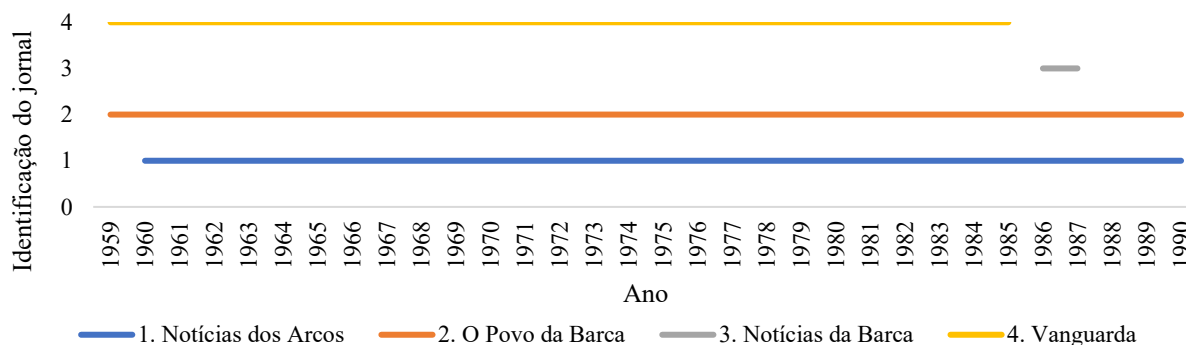


Figura 5.20 – Distribuição dos jornais entre 1959 e 1990.

Para o mesmo período, identificaram-se 98 edições registadas, por eBd (datas correspondentes a eventos, a eventos repetidos e/ou a ocorrências publicadas fora da data do evento), sendo que em quatro destas, a data de edição foi a mesma para mais do que um jornal (Figura 5.21).

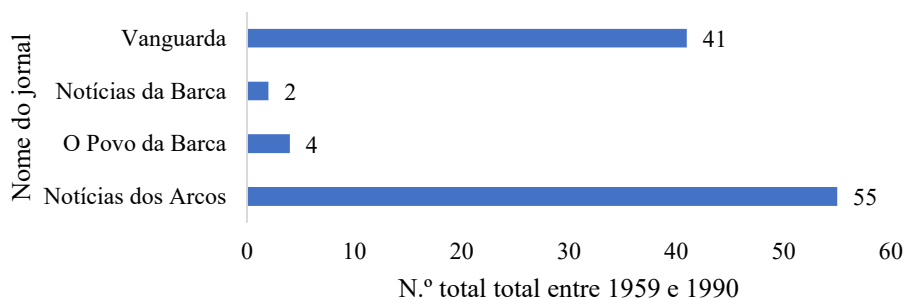


Figura 5.21 – Quantificação das edições dos jornais entre 1959 e 1990.

5.6.1 Eventos da imprensa periódica

Ao todo são 89 as edições da imprensa periódica que publicaram eventos entre 1959 e 1990. Verificou-se que a média foi 3 eventos/ano, sendo o valor máximo de eventos 7/ano. Apenas se obtiveram dois anos sem eventos, 1967 e 1975 (Figura 5.22).

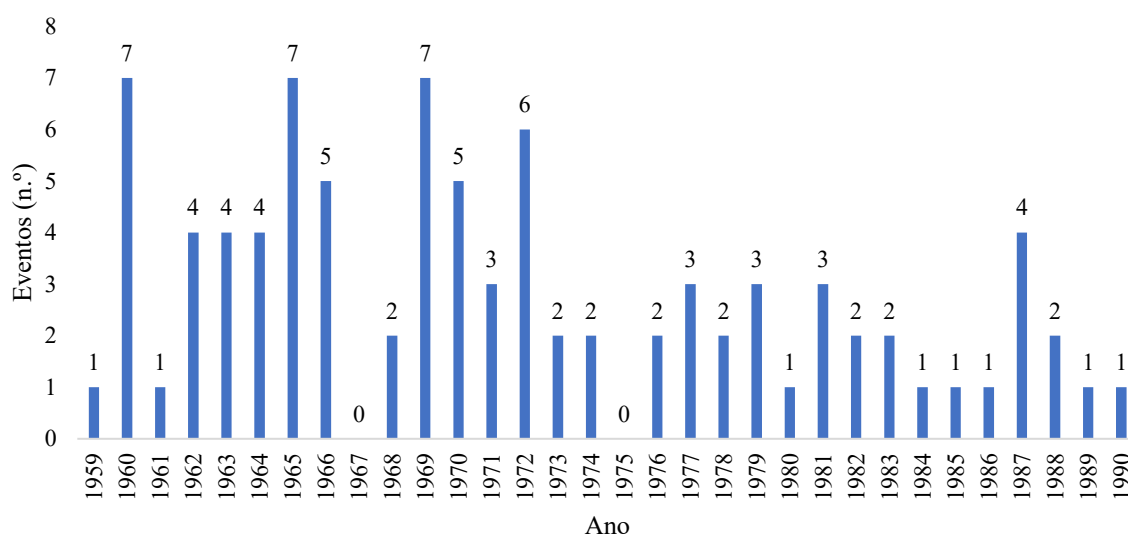


Figura 5.22 – Eventos referidos na imprensa periódica entre 1959 e 1990.

Efetuada uma análise do número total de eventos por mês, para o mesmo período de estudo, verificou-se que fevereiro foi o que apresentou um valor mais elevado, com 21. Foi entre os meses de outubro a março que se registaram a maioria dos eventos, com 74, para o período analisado: 31 anos (Figura 5.23).

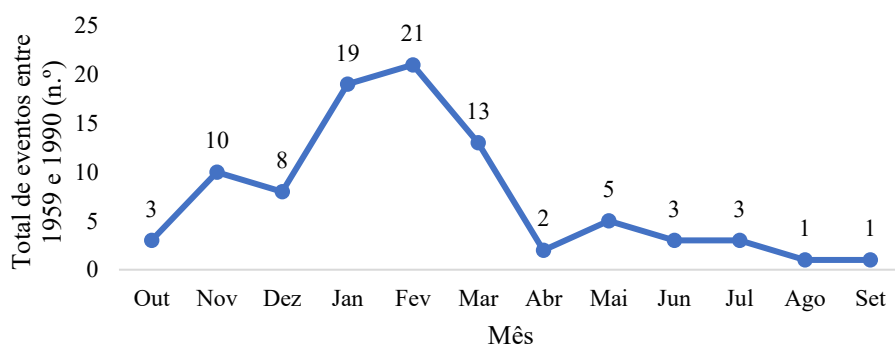


Figura 5.23 – N.º total de eventos/mês entre 1959 e 1990 (Imprensa Periódica, 1959/1990).

Constatou-se que nos 31 anos de estudo os eventos tiveram uma alta frequência anual. À semelhança do que se mostrou para o período entre 1900 e 2015, verificou-se ainda que os meses com maior frequência de eventos, entre 1959 e 1990, correspondem, também, aos meses de maior precipitação.

5.6.2 Ocorrências

O número total de ocorrências da imprensa periódica ascende a 270 (distribuídas nas 97 edições). Conforme já referimos, as edições correspondentes às ocorrências podem ser mais do que as obtidas para os eventos, pelo facto de o evento ser repetido em datas posteriores, mas com ocorrências que ainda não tinham sido notícia. Conforme a Figura 5.24 verificou-se que se obteve um maior número de ocorrências nos anos 1964, com 38, 1972, 43 e 1987, 28.

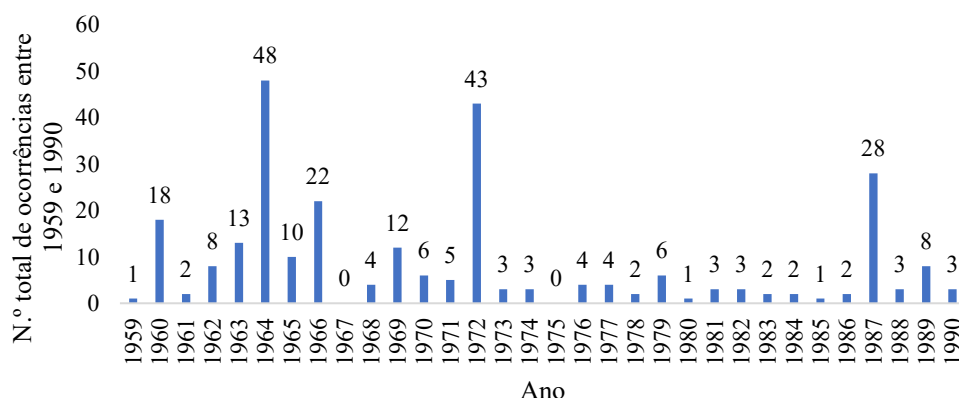


Figura 5.24 – Frequência das ocorrências/ano entre 1959 e 1990 (Imprensa Periódica, 1959/1990).

A frequência mensal das ocorrências indica que o mês de fevereiro foi o que apresentou um valor mais elevado, com 69. Comparando o período compreendido entre 1959 e 1990 com o período compreendido entre 1900 e 2015 verificou-se que o mês com mais ocorrências divergiu, ou seja, no primeiro intervalo de tempo (31 anos) foi o mês de fevereiro que prevaleceu e no segundo intervalo de tempo (116 anos) foi o mês de janeiro. Os meses com mais ocorrências manteve-se entre outubro e março (Figura 5.25). Obteve-se, ainda, um outlier no dia 28/06/1964, com 43 ocorrências - mês de junho, pouco suscetível a ventos por ser Verão.

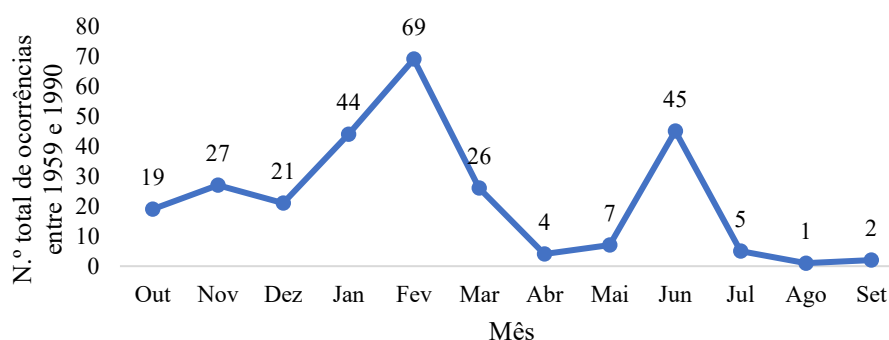


Figura 5.25 – Número total de ocorrências/mês entre 1959 e 1990 (Imprensa Periódica, 1959/1990).

O valor máximo diário obtido para o mês de janeiro foi no dia 10/01/1960, com 7 ocorrências, com uma média de 2 ocorrências/dia. Para o mês de fevereiro o máximo diário foi obtido no dia 13/02/1972, com 28 ocorrências e uma média de 3 ocorrências/dia. Com os três tipos de fontes de dados, imprensa periódica, de caudal e de precipitação, foi possível contabilizar o número de eventos registados nas notícias entre 1959 e 1990.

5.6.3 Eventos de caudal de cheia

Os valores de caudal entre 1959 e 1990 foram utilizados para validação posterior dos eventos da imprensa e respetivas ocorrências. Recorre-se, como limiar, ao valor diário de $Q \geq 43,5 \text{ m}^3/\text{s}$, obtido pelo método dos percentis, conforme o descrito na metodologia (capítulo 3).

Identificaram-se 199 eventos de Q de cheia ($Q \geq 43,5 \text{ m}^3/\text{s}$) entre 1959 e 1990 tendo por base os dados de caudal da estação hidrométrica do Pontilhão de Celeiros. O número de eventos refere-se aos dias com $Q \geq 43,5 \text{ m}^3/\text{s}$, que podem ser de um dia ou mais que um, desde que em dias consecutivos. Obteve-se uma média de 6 eventos/ano, sendo o valor máximo anual 14 (Figura 5.26).

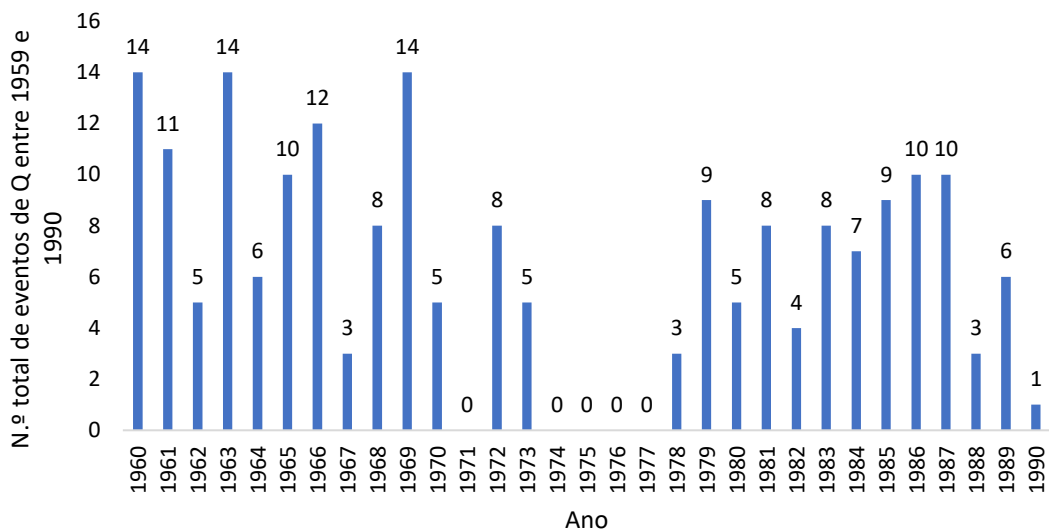


Figura 5.26 – Número de eventos de Q de cheia/ano entre 1959 e 1990 (SNIRH, 1959/1990).

Para o mesmo período de tempo, os meses que apresentaram mais eventos situaram-se entre outubro e abril, sendo os meses de dezembro e janeiro que apresentaram valores mais elevados, conforme se pode observar na Figura 5.27.

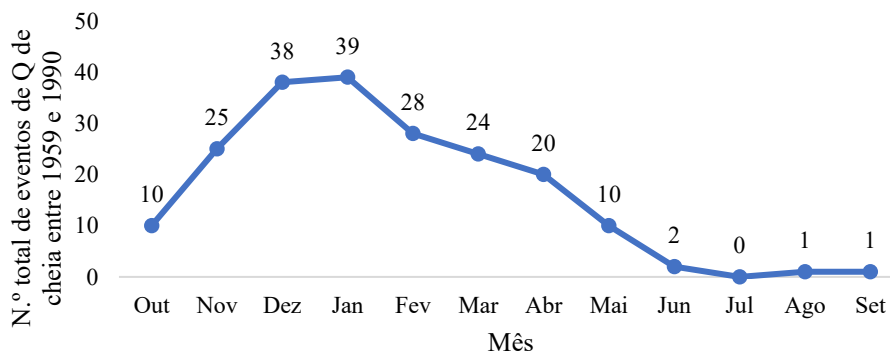


Figura 5.27 - Número total de eventos de Q de cheia/mês entre 1959 e 1990 (SNIRH, 1959/1990).

O valor máximo diário de Q foi obtido no dia 18/01/1969, com 11000 m³/s.

Com notícia datada em 28/06/1964, verificou-se um Q = 208,0 m³/s para o dia do evento, dia 20/06/1964, constatando-se que o mês de junho é suscetível ao acontecimento de cheias, embora com menor frequência do que nos meses de Inverno.

Os eventos de caudal de cheia obtidos na estação hidrométrica do Pontilhão de Celeiros revelaram-se adequados para serem confrontados com a informação obtida da imprensa periódica.

5.6.4 Eventos de precipitação extrema

À semelhança do referido para o caudal, recorreu-se aos valores da precipitação extrema, obtida também pelo percentil para o período temporal compreendido entre 1959 e 1960, dados da estação udográfica de Casal Soeiro. À precipitação extrema capaz de desencadear cheias correspondeu um valor de $P_{\geq 38,6} \text{ mm}$.

Identificaram-se 171 eventos de $P_{\geq 38,6} \text{ mm}$. Os eventos de P vieram colmatar as falhas obtidas para o Q, em especial entre 1974 e 1977 para um posterior cruzamento com os dados da imprensa periódica e a sua respetiva validação.

Os anos que apresentaram maior número de eventos foram: 1961, 1963, 1966, 1977 e 1979 (Figura 5.28). O valor médio obtido foi de 9 eventos de precipitação/ano. O valor mínimo obtido foi em 1992, com 2 eventos/ano, permitindo afirmar que foi um ano pouco chuvoso.

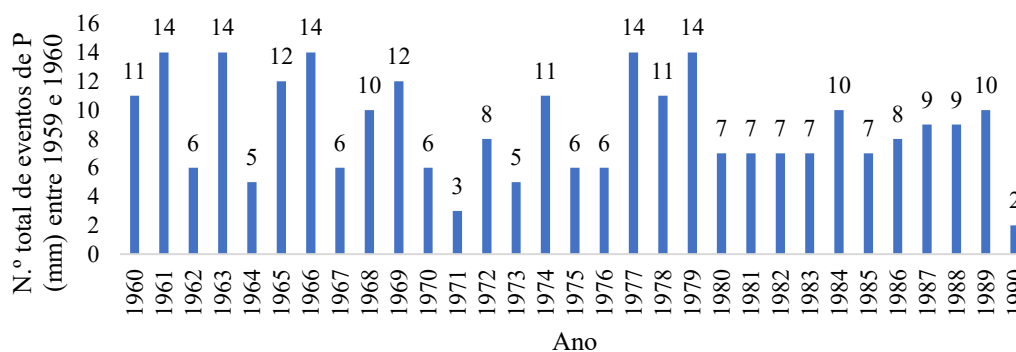


Figura 5.28 – Número de eventos de P (mm) extrema/ano entre 1959 e 1990 (SNIRH, 1959/1990).

A distribuição mensal dos eventos com $P_{\geq 38,6} \text{ mm}$ ilustra-se na Figura 5.29. Verificou-se que a grande maioria dos eventos se situou entre os meses de outubro a março. Os meses com mais eventos de P extrema corresponderam aos de dezembro e janeiro, sendo janeiro o mês que atingiu o valor máximo. Nos meses de Verão verificou-se muito pouca

incidência destes eventos, no entanto, todos os meses foram suscetíveis a eventos de precipitação extrema.

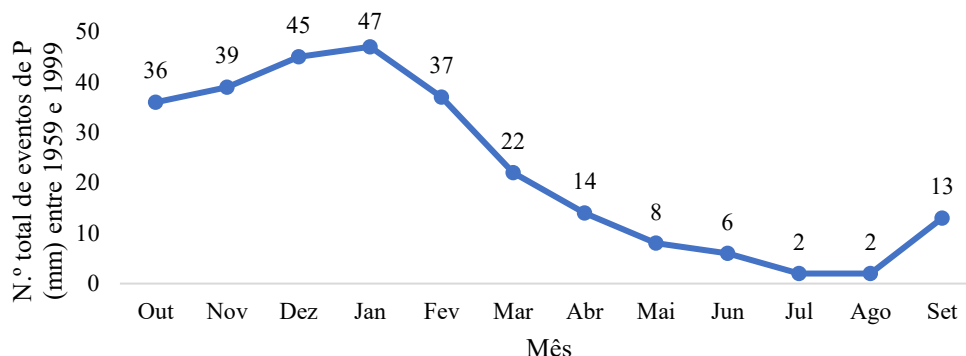


Figura 5.29 - Número total de eventos de P (mm) extrema/ano entre 1959 e 1990 (SNIRH, 1959/1990).

O valor máximo diário foi obtido em 30/03/1962, correspondendo a 168,5 mm/dia.

Considera-se que os resultados para a precipitação extrema mostraram uma boa relação para com os eventos de caudal de cheia, além dos eventos de cheia da imprensa periódica.

Verificou-se que existiram meses do ano que apresentam temperaturas mais elevadas, e, por conseguinte, com maior secura, com incidentes de eventos de cheia. Este facto verificou-se nos meses de junho e julho com datas das notícias em 11/07/1965, com $P = 56,6$ mm no dia do evento em 04/07/1965 e 26/06/1983, com $P = 57,2$ mm no dia do evento, 12/05/1983.

Para Bergier & Resende (2010) o ritmo das cheias está diretamente relacionado ao regime das chuvas, embora outros fatores possam estar envolvidos direta ou indiretamente.

5.6.5 Resultado da validação da informação da imprensa periódica

A metodologia para a validação hidrometeorológica dos eventos de cheias registados na imprensa periódica baseou-se, numa primeira fase, na determinação dos limiares Q e P, pelo método dos percentis já descrito no capítulo 3 sobre a metodologia. Os valores obtidos foram: $Q \geq 43,5$ m^3/s e $P \geq 38,6$ mm.

Um determinado evento da imprensa periódica pode ter sido relatado por um ou mais artigos e/ou diversos jornais. Os eventos das diversas notícias de um ou mais jornais foram relatados com uma ou mais tipologias: “cheia”, “inundação”, “precipitação”,

“tempestade”, “neve” e “sismo”. Este facto pode estar relacionado com os locais das ocorrências. Neste ponto foi necessário ter em conta a diferença dos conceitos e dos termos publicados nas notícias, reavaliando o termo mais apropriado e próximo da realidade concreta da BHRVez.

Relembramos que foram obtidos 89 eventos da imprensa periódica para o período 1959/1990 (Tabela 5.18). Destes eventos, 69 justificaram-se com dados de Q e P das estações hidrométrica de Pontilhão de Celeiros e udográfica de Casal Soeiro; 6 justificaram-se com dados de outras estações udométricas próximas; as restantes 14 sem correspondência a dias com $Q \geq 43,5 \text{ m}^3/\text{s}$ e $P \geq 38,6 \text{ mm}$, por ter ocorrido apenas neve e/ou precipitação com valores inferiores aos limiares referidos (Tabela 5.18).

Tabela 5.18 – Concordância das cheias da imprensa periódica com os dados de Q e P, entre 1959 e 1990 (Imprensa Periódica, 1959/1990; SNIRH, 1959/1990).

Identificados	Eventos (n.º)	
	Sem correspondência direta	Considerados
Imprensa periódica	Não cheia	Cheia
89	20	69

Quando os valores de Q e de P se apresentaram baixos nas estações de Pontilhão de Celeiros e de Casal Soeiro, investigaram-se os valores das estações meteorológicas de Cabreiro, Bouça dos Homens e Aveleiras, localizadas na BHRVez e nas suas proximidades (estações udométricas de Cabreiro, Aveleiras e Bouça dos Homens), que continham registos diários de P. Constatou-se que 6 eventos também se justificaram com dados de $P \geq 38,6 \text{ mm}$ obtida nas estações de Cabreiro, Aveleiras e Bouça dos Homens (Tabela 5.19).

Tabela 5.19 - Coincidência de duas fontes de dados próximas, imprensa e estações udométricas, com $P_{\geq 38,6}$ mm (Imprensa Periódica, 1959/1990; SNIRH, 1959/1990).

N.º evento	Data da notícia	Estações udométricas	Data do evento de P	P (mm)
1	21/05/1961	Cabreiro	25/04/1961	P = 45,4 mm
2	10/03/1963	Cabreiro,	06/02/1963	P = 51,0 mm
3	10/01/1965	Bouça dos Homens	05/10/1965	P = 59,0 mm.
4	28/07/1971	Aveleiras	a) 23/07/71; b) 24/07/1971	a) P = 47,0 mm; b) P = 49,9 mm.
5	12/03/1972	Aveleiras	a) 04/03/72; b) 05/03/72; c) 06/03/73	a) P = 42,40 mm; b) P = 43,0 mm; c) P = 61,5 mm)
6	02/11/1980	Aveleiras	15/10/1980	P = 39,5 mm.

Com o cruzamento da informação obtida em três fontes de dados, ou seja, imprensa periódica, caudal com $Q_{\geq 43,5} m^3/s$ da estação hidrométrica de Pontilhão de Celeiros e precipitação com $P_{\geq 38,6} mm$ da estação udográfica de Casal Soeiro, identificaram-se 82 eventos de cheia justificados por uma ou mais das três fontes de dados, ver Tabela 5.20, considerando-se que se trata de um valor que pode apontar para a validação dos testemunhos associados às notícias. Comparando os dados da imprensa periódica com os valores de Q e de P verificou-se que nem todos os valores de $Q_{\geq 43,5} m^3/s$ e/ ou $P_{\geq 38,6} mm$ foram eventos divulgados pelos jornais consultados ou os eventos divulgados não foram de forma tão clara que permitisse a contagem real desse número, daí termos obtido 82 eventos.

Na referida tabela apresenta-se uma coluna com a data aproximada para os eventos de cheia, onde nenhuma das datas se repete, de forma a identificar todos os eventos no período analisado.

Tabela 5.20 – Eventos de cheia entre 1959 e 1990 (Imprensa Periódica, 1959/1990; SNIRH, 1959/1990).

N.º eventos	Data aproximada (Imprensa / Q / P)	Data da notícia	Data da notícia evento: início	Data da notícia evento: fim	Q-dia	Q - Próximo máximo	Data - Q Próxima	P- Dia anterior	Data P - Dia anterior	P- Dia	P- Dia seguinte	Data – P dia seguinte	P- Próxima máxima	Data – P próxima	Imprensa ⁽¹⁾
1	27/12/1959	27/12/1959		27/12/1959	?					?	?		?		C
2	25/12/1959	03/01/1960	25/12/1959	26/12/1959	?					?	?		?		C
3	02/01/1960	10/01/1960		10/01/1960	44,8			?		?	?				C
4	25/01/1960	31/01/1960		31/01/1960	49,5			?		?	?				T
5	05/02/1960	07/02/1960				73,0	05/02/1960	?		?	?				T
6	17/02/1960	28/02/1960		20/02/1960		74,9	17/02/1960	?		?	?				P; Neve
7	31/10/1960	06/11/1960	01/10/1960	06/11/1960		60,0	31/10/1960						49,2	31/10/1960	P
8	13/01/1962	14/01/1962		14/01/1962		75,6	13/01/1962						47,3	10/01/1962	T
9	03/03/1962	04/03/1962		04/03/1962		54,8	03/03/1962						64,0	03/03/1962	Neve
10	07/03/1962	14/03/1962			84,7	60,0	08/03/1962		07/03/1962	38,6	45,5	08/03/1962			C
11	31/03/1962	29/04/1962			138,0			168,5	30/03/1962	166,4	52,7	01/04/1962			C
12	15/02/1963	24/02/1963			129,0					38,7	71,1	16/02/1963			Neve
13	11/03/1963	24/03/1963			182,0	58,1	09/03/1963	44,0	10/03/1963	88,9					T
14	11/11/1963	17/11/1963			680,0	58,1	10/11/1963	59,8	10/11/1963	63,8	38,7	11/11/1963			T; C
15	15/11/1963	17/11/1963		17/11/1963	54,8					65,0					T; C
16	23/02/1964	23/02/1964			62,6	84,7	18/02/1964			85,5	49,7	24/02/1964	90,2	16/02/1964	T
17	19/03/1964	22/03/1964			320,0								43,5	11/03/1964	P; S
18	20/06/1964	28/06/1964	20/06/1964	20/06/1964	208,0										C
19	19/01/1965	24/01/1965								48,8					P
20	29/01/1965	21/02/1965			171,0					51,7					T
21	04/07/1965	11/07/1965	03/07/1965	04/07/1965						56,6					In
22	20/11/1965	28/11/1965		28/11/1965	45,7	49,5	18/11/1965			48,5			38,7	17/11/1965	T

N.º eventos	Data aproximada (Imprensa / Q / P)	Data da notícia	Data da notícia evento: início	Data da notícia evento: fim	Q-dia	Q - Próximo máximo	Data - Q Próxima	P- Dia anterior	Data P - Dia anterior	P- Dia	P- Dia seguinte	Data - P dia seguinte	P- Próxima máxima	Data - P próxima	Imprensa ⁽¹⁾
23	10/12/1965	11/12/1965		11/12/1965		51,6	10/12/1965								P
24	21/12/1965	28/12/1965			525,0								62,0	27/12/1965	C
25	04/10/1965	23/01/1966	01/10/1965	22/01/1966	60,0					74,9					T; P
26	12/11/1965	23/01/1966	01/10/1965	22/01/1966						41,4					T; P
27	18/11/1965	23/01/1966	01/10/1965	22/01/1966	49,5			38,7	17/11/1965						T; P
28	06/12/1965	23/01/1966	01/10/1965	22/01/1966	43,8										T; P
29	26/12/1965	23/01/1966	01/10/1965	22/01/1966	55,8						62,0	27/12/1965			T; P
30	02/01/1966	23/01/1966	01/10/1965	22/01/1966	55,8										T; P
31	13/01/1966	23/01/1966	01/10/1965	22/01/1966	66,7			43,5	11/01/1966						T; P
32	18/01/1966	23/01/1966	01/10/1965	22/01/1966	48,6					60,7					T; P
33	22/01/1966	23/01/1966	01/10/1965	22/01/1966		52,7	21/01/1966	48,4	22/01/1966	43,2	49,5	23/01/1966			T; P
34	24/01/1966	23/01/1966		23/01/1966	62,6	54,8	25/01/1966	49,5	23/01/1966				48,4	21/01/1966	T
35	31/01/1966	06/02/1966	01/10/1965	05/02/1966	87,6	83,4	30/01/1966	43,2	22/01/1966				49,5	23/01/1966	T; P
36	20/02/1966	20/02/1966	01/10/1965	20/02/1966	70,4	166,6	17/02/1966			70,0			49,5	18/02/1966	C; T; P
37	25/02/1966	28/02/1966	01/10/1965	27/02/1966	129,0	290,0	24/02/1966						70,0	20/02/1966	T
38	05/11/1966	13/11/1966	05/11/1966	05/11/1966						104,3					P
39	31/10/1968	10/11/1968	30/10/1968	31/10/1968		47,6	28/10/1968			51,5			49,1	24/10/1968	T
40	12/01/1969	12/01/1969		12/01/1969	73,0					81,0	49,3	13/01/1969			T
41	19/01/1969	19/01/1969		19/01/1969	54,8	1100,0	18/01/1969	105,5	18/01/1969	40,5					P
42	13/03/1969	13/03/1969			73,0	480,0	12/03/1969			74,0	76,8	14/mar/69			P, S
43	16/03/1969	16/03/1969			560,0			60,9	15/mar/69	64,6	61,0	17/mar/69			C
44	23/03/1969	23/03/1969			73,0	120,0	18/03/1969						61,0	17/03/1969	C
45	18/03/1969	30/03/1969			120,0	560,0	16/03/1969	61,0	17/03/1969	42,5					P
46	23/11/1969	14/12/1969								41,8					P
47	24/01/1970	25/01/1970	05/01/1970	24/01/1970	107,40	360,0	21/01/1970				95,2	25/01/1970	91,3	18/01/1970	P

N.º eventos	Data aproximada (Imprensa / Q / P)	Data da notícia	Data da notícia evento: início	Data da notícia evento: fim	Q-dia	Q - Próximo máximo	Data - Q Próxima	P- Dia anterior	Data P - Dia anterior	P- Dia	P- Dia seguinte	Data - P dia seguinte	P- Próxima máxima	Data - P próxima	Imprensa ⁽¹⁾
48	07/01/1970	08/02/1970	05/01/1970	07/02/1970	49,5	400,0	05/01/1970						76,3	05/01/1970	P
49	15/05/1970	17/05/1970			537,0										T
50	05/01/1971	10/01/1971		10/01/1971									42,2	05/01/1971	Neve
51	19/01/1971	24/01/1971	14/01/1971	24/01/1971							39,0	19/01/1971			Neve
52	12/01/1972	13/02/1972			49,5	138,0	11/02/1972				50,0	13/01/1972			T; P
53	05/02/1972	13/02/1972	05/02/1972	05/02/1972	60,0	66,5	03/02/1972						52,4	02/02/1972	T; P
54	10/02/1972	13/02/1972	05/02/1972	10/02/1972	73,0	44,8	08/02/1972				74,0	11/02/1972	52,4	02/02/1972	T; P
55	27/10/1972	05/11/1972								100,0					C
56	20/11/1972	26/11/1972			86,0										P
57	21/01/1973	21/01/1973			73,0	45,7	19/01/1973						66,0	17/01/1973	T
58	13/02/1974	17/02/1974		17/02/1974	?					49,5					P
59	15/02/1974	24/02/1974		24/02/1974	?					46,6					P
60	28/10/1976	14/11/1976			?					71,5					P
61	05/04/1977	08/05/1977			?					39,0					C
62	09/10/1977	13/11/1977			?			40,0	08/10/1977	38,6					C
63	12/12/1978	17/12/1978			180,3	178,7	11/12/1978	56,00	11/12/1978	76,5					T
64	04/02/1979	04/02/1979		04/02/1979	289,3	266,9	03/02/1979			59,5	85,5	05/02/1979			P
65	11/02/1979	11/02/1979		11/02/1979	151,7	330,8	10/02/1979	58,0	10/02/1979	39,0			104,0	07/02/1979	C
66	09/02/1979	11/02/1979		09/02/1979	414,2	321,1	08/02/1979	39,0	08/02/1979		58,0	10/02/1979	104,0	07/02/1979	C
67	14/02/1979	18/02/1979			89,4			46,5	13/02/1979	38,5			58,0	10/02/1979	C
68	27/02/1981	08/03/1981	06/03/1981	06/03/1981	354,1					114,5					C
69	11/05/1981	31/05/1981			54,2										P
70	26/09/1981	11/10/1981								97,0					In
71	31/12/1981	03/01/1982	31/12/1981	03/01/1982	100,0	95,2	29/12/1981	55,5	30/12/1981	41,2					C
72	12/05/1983	26/06/1983	01/06/1983	25/06/1983	78,9	65,2	11/05/1983	39,0	11/05/1983	57,2					P
73	19/12/1983	01/01/1984			102,4	123,7	20/12/1983	83,0	19/12/1983	40,0					T
74	09/04/1985	12/04/1985			46,1	254,5	03/04/1984								In
75	21/04/1986	04/05/1986			147,5					44,0					P; In
76	13/12/1986	25/01/1987	14/01/1987	14/01/1987	72,6										Neve

N.º eventos	Data aproximada (Imprensa / Q / P)	Data da notícia	Data da notícia evento: início	Data da notícia evento: fim	Q-dia	Q - Próximo máximo	Data - Q Próxima	P- Dia anterior	Data P - Dia anterior	P- Dia	P- Dia seguinte	Data – P dia seguinte	P- Próxima máxima	Data – P próxima	Imprensa ⁽¹⁾
77	15/10/1987	18/10/1987	15/10/1987	15/10/1987	?	162,2	16/10/1987	81,5	16/10/1987	149,0					C
78	20/10/1987	25/10/1987	20/10/1987		99,1	46,8	20/10/1987						81,5	16/10/1987	C; T
79	16/10/1987	20/12/1987	15/10/1987	16/10/1987	162,2	44,1	17/10/1987	149,0	15/10/1987	81,5					C; T
80	05/02/1988	09/02/1988	05/02/1988	05/02/1988	58,8	230,5	27/01/1988				41,5	06/02/1988	54,5	29/01/1988	P; S
81	25/12/1989	31/12/1989	20/12/1989	31/12/1989	116,1	195,2	20/12/1989			41,0			64,0	22/12/1989	C; T
82	18/12/1989	07/01/1990	18/12/1989	18/12/1989	85,5	113,6	14/12/1989	44,5	17/12/1989	39,0			58,0	16/12/1989	C

Entende-se por “?” falha de dados na série. C: cheia; T: tempestade; P: precipitação; In: inundação; S: sismo.

Exemplificando, pela notícia datada em 23/01/1966, sabemos que houve uma cheia com início em 01/10/1965 e fim em 22/01/1966. Confrontando com os dados diários de $Q_{\geq 43,5} m^3/s$ verificaram-se 10 eventos de cheia.

Pensamos que os dados apresentados clarificam a subjetividade dos relatos quanto ao número de eventos e quanto ao tempo máximo de dias (ou horas) que um evento pode abranger acima do valor de Q de referência ($43,5 m^3/s$).

Uma das vantagens da comparação dos eventos da imprensa com eventos de Q e/ou de P foi conhecer o número de eventos que realmente existiram, mas que só com os dados relatados nas notícias acabariam por revelar alguma subjetividade, ou seja, impossibilitaria a quantificação exata dos eventos.

A ocorrência de eventos de cheia identificados através do Q ou da P podem justificar-se pelos seus valores diários recorrendo ou não aos valores acumulados de mais de um dia (Paço, 2008).

Neste estudo dedicado à BHRVez, e para o período de dados compreendido entre 1959 e 1990, identificou-se um valor máximo com 16 dias consecutivos de $Q_{\geq 43,5} m^3/s$ (16/01/1970 a 31/01/1970) e outro de 6 dias consecutivos de $P_{\geq 38,6} mm$ (13/03/1969 a 18/03/1969).

O número consecutivo de dias de $Q_{\geq 43,5} m^3/s$ e/ou $P_{\geq 38,6} mm$ pode não corresponder ao número de dias que demorou uma cheia relatada na imprensa, que normalmente provocou consequências em termos de danos locais, conforme o relatado nas diversas ocorrências. No entanto, os dados consideraram-se sempre com concordância das datas para as três fontes de dados.

Com base nos valores $Q_{\geq 43,5} m^3/s$ e/ou $P_{\geq 38,6} mm$, para dias consecutivos (cheia progressiva ou lenta) e para dias isolados/alternados (cheia rápida) verificou-se que a maioria das cheias foi rápida (Tabela 5.21). Para quatro dos eventos noticiados nos dias 17/02/1974, 17/02/1974, 17/02/1974 e 08/05/1977 verificou-se alguma ambiguidade, devido à falha de dados na série de Q e por apenas se ter obtido um dia com dados de $P_{\geq 38,6} mm$, considerando para estes casos como cheias rápidas. Estes dados vieram confirmar os dados já referidos para a BHRVez no capítulo 4, sendo uma bacia montanhosa, com um declive do leito médio a elevado de $35,5 km/m$, com

graníticos hercínios de duas micas de elevada impermeabilidade associada a precipitações elevadas, contribuindo para um escoamento rápido do fluxo.

Tabela 5.21 – Classificação dos eventos de cheia entre 1959 e 1990 1960 (Imprensa Periódica, 1959/1990).

Rápida (n.º)	Progressiva (n.º)	Sem dados de Q / P (n.º)	Total (n.º)
41	39	2	82

Tendo em conta os dados, pode-se afirmar que as cheias relatadas na imprensa foram validadas pelos dados hidrometeorológicos de Q e/ou de P, sendo que a causa (fator desencadeante) foi sempre a precipitação, principalmente em forma de chuva e/ou em menor representatividade em forma de neve.

5.7 Perceção de perigo devido a cheias obtida por questionário

A perceção de cheia na BHRVez foi aferida por questionário, cujo guião se encontra em anexo, tendo sido necessário considerar as diversas formas de manifestação do perigo, com especial atenção para os danos causados em edifícios e vias de circulação rodoviária e pedonais.

A leitura da imprensa revelou-se como a primeira fonte de informação sobre a ocorrência do perigo de cheia para os cidadãos. Parte-se do princípio que os cidadãos confiam nos meios de comunicação associados à da imprensa (Levinsen & Wien, 2011).

A maioria das respostas, 70 %, foi dada por indivíduos do sexo masculino e com idade superior a 54 anos (Figura 5.30).

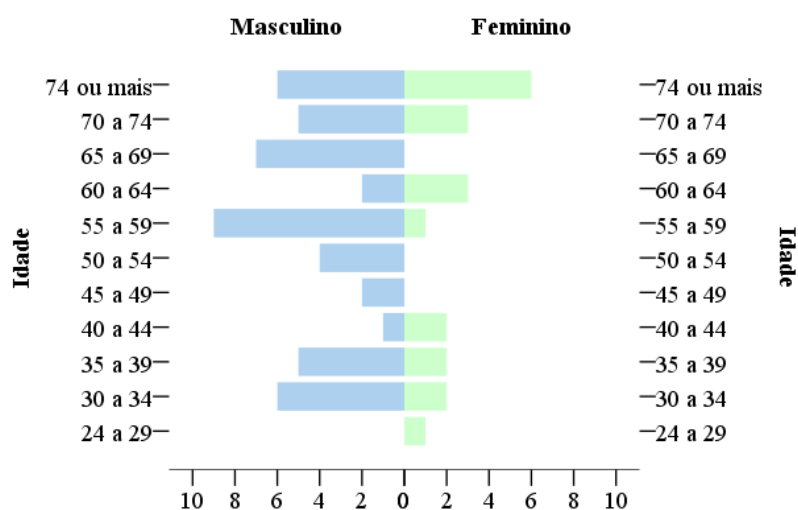


Figura 5.30 – Classes etárias dos indivíduos que responderam ao questionário (Questionário, 2007/2008).

O nível de escolaridade da grande maioria da população que respondeu ao questionário é baixo (Figura 5.31).

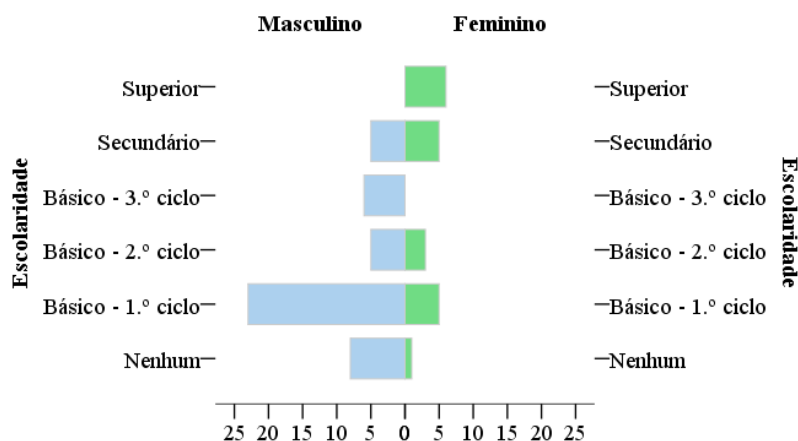


Figura 5.31 – Indicador demográfico do grau de escolaridade (Questionário, 2007/2008).

A idade e o local de residência dos inquiridos foram fatores importantes como critério para obter informação, pois os locais tiveram mais oportunidades de conviverem com as cheias, o que, possivelmente, permitiu obter mais detalhe nas narrativas expressadas por cada indivíduo que participou no estudo.

Tendo por base uma escala, a de Likert, definida de 1 = nenhuma a 5 = muito grande percepção, sobre as cheias apresentado por Tavares et al. (2011), obtiveram uma média de 2,3 para Portugal e 2 no Norte do País onde se localiza a BHRVez.

Para testar a homogeneidade das variâncias aplicou-se o teste de Levene verificando que as mesmas são homogêneas (ao nível da significância $p > 0,05$) à exceção da relação entre opinião sobre cheias futuras após obras e grupos de escolaridade (nenhuma e nível superior), sendo então adequado o uso do Teste T-student. Portanto, pelo teste foi possível constatar que a média dos desvios das variâncias foi a mesma para todas as variáveis já referidas, à exceção da variável sobre a opinião relativa a obras no território da BHRVez para o grau de escolaridade considerado.

Pelo teste-t, verificou-se que não existe diferença entre os dois grupos (ao nível da significância $> 0,05$), à exceção das variáveis “obras no futuro” contra cheias e “escolaridade” (nenhuma e nível superior), ou seja, aqui obteve-se diferença entre os grupos para a distribuição com variâncias iguais não assumidas. Verificou-se que a percepção sobre o risco e o perigo de cheia entre os indivíduos habitantes com diferentes graus de escolaridade revelou a mesma sensibilidade em relação à realidade local, praticamente, sem diferenciação entre grupos (Tabela 5.22). O grau de escolaridade pode surgir como variável explicativa de algumas diferenças nas respostas, conforme o constatado no estudo sobre a percepção de cheias de Tavares et al. (2011). A média dos diferentes valores é o índice mais relevante, dando uma tendência geral dos resultados, mas também pode ocultar a heterogeneidade dos mesmos (Glatron & Beck, 2008).

Tabela 5.22 - Homogeneidade e independência das variáveis obtidas por questionário.

Variáveis (obtidas das várias questões colocadas aos inquiridos)	Homogeneidade Teste de Levene (Significância)	Teste de amostra independente Teste-t (Significância)	
		Variâncias iguais assumidas	Variâncias iguais não assumidas
Mais ações de proteção contra cheias e escolaridade por grupos (nenhuma e superior).	0,796	0,163	0,152
Género com escolaridade por grupos	0,880	0,111	0,111
N.º de cheias vivenciadas e escolaridade por grupos (nenhuma e superior).	2,268	0,742	0,733
Continuação futura de ocorrências de cheias na mesma magnitude após obras de defesa e escolaridade por grupos (nenhuma e superior).	0,014	0,213	0,289
Magnitude de cheias futuras e escolaridade por grupos (nenhuma e superior).	0,528	0,056	0,056
Mais ações de proteção contra as cheias e escolaridade por grupos (nenhuma e superior).	0,566	0,050	0,030

A componente espacial dos perigos parece ser de grande importância na perceção do perigo e, portanto, na vulnerabilidade social (Glatron & Beckm, 2008). Quanto a locais afetados, todos os inquiridos referenciaram a Valeta, nomeadamente as inundações no comércio e nas habitações, os 43. Porém, alguns referiram também a Estrada Nacional (EN 101) e outras áreas de circulação, nomeadamente, o Pontilhão na Valeta e o Campo do Trasladário.

Os principais locais que sofreram cheias, segundo as informações operadas através do questionário, foram os representados na Figura 5.32. Na figura transparece uma perceção na área urbana localizada junto ao rio principal, o Vez, em especial junto ao meandro nas Freguesias/União de Freguesias de Arcos de Valdevez (Salvador), Vila Fonche e Parada e Arcos de Valdevez (São Paio) e Giela. Estes dados locais evidenciaram um nível de perigosidade mais elevado devido à sua localização geográfica, se considerarmos e compararmos com o método aplicado por Tavares et al. (2011) e com o método aplicado por Glatron & Beckm (2008) que verifica a vulnerabilidade de cada área.

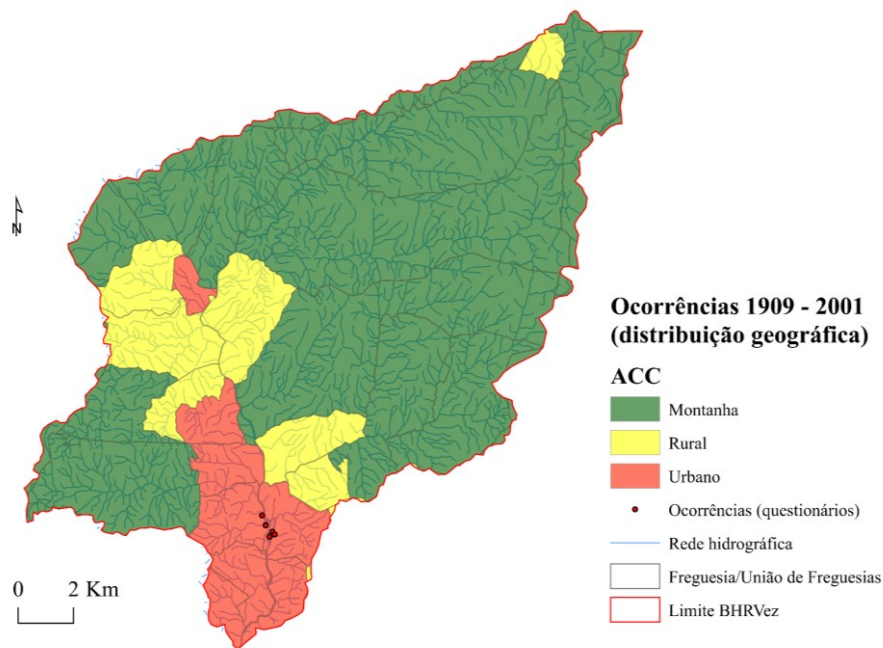


Figura 5.32 – Perceção do risco e do perigo de cheia, por densidade de pontos que identificam o local das ocorrências (CAOP, 2014; Carta Militar de Portugal, IGeoE, 1996, 1997; Questionário, 2007/2008).

Quanto a anos com cheias e ao total de indivíduos inquiridos que as referiram foram: 1909 (1), 1987 (57), 1999 (57), 2000 (6) e 2001 (8). Os inquiridos que não se recordavam de nenhuma data ou não responderam foram 6. Constatou-se que existiu uma cheia extrema há mais de 100 anos e que ainda permanecia na memória de um dos inquiridos. Este pressuposto, supõe o grau de violência/magnitude de que terá sido alvo este evento.

Afastando-se da cheia mais antiga de que há memória, relacionando os perigos de distância (Glatron & Beck, 2008), as cheias dos últimos 30 anos são as mais lembradas. Este facto foi constatado na análise dos inquiridos, ao serem referidos pelo menos quatro dos anos mais húmidos.

A familiaridade com os fenómenos, o perigo ameaçador e a influência da memorabilidade de um evento (Glatron & Beck, 2008) foram apurados com a aplicação do questionário. Veja-se a resposta dos inquiridos quanto à peceção das cheias na BHRVez, Tabela 5.23/Tabela 5.24.

Tabela 5.23 – Percepção dos inquiridos sobre as cheias.

Questão/percepção (%)	Sim	Não	Talvez
“Acha que no futuro poderão ocorrer mais cheias como as anteriores?”	28,4	32,8	24

Tabela 5.24 - Percepção dos inquiridos sobre a magnitude de futuras cheias.

Questão/ percepção (%)	Maior	Igual	Restantes sem opinião
“Se ocorrerem, a sua intensidade será: menor, maior ou igual?”	13,4	13,5	73,1

A grande maioria dos inquiridos demonstrou conhecer as medidas de segurança contra as cheias adotadas a nível local, confirmando-se o dito por Glatron & Beck (2008), o conhecimento dos procedimentos de segurança é um ponto chave para reduzir a vulnerabilidade e o número de acidentes em caso de um evento extremo acontecer. Para o caso da BHRVez, as ações levadas a cabo foram outro dos objetivos do questionário, verificando-se que a Valeta foi a mais “valorizada”Tabela 5.25.

Tabela 5.25 – Percepção dos inquiridos quanto a ações no território da BHRVez.

Questão/ locais apontados (%)	Requalificação do Largo da Valeta e área ribeirinha, o encerramento do túnel e a canalização do Ribeiro de Vila Fonche	Requalificação do Largo da Valeta
“Tem ideia se foram realizadas obras para recompor os locais afetados e evitar no futuro a ocorrência de inundações (a nível particular, entidades públicas, Junta de Freguesia ou Câmara Municipal)?”	86,6	13,4

Quanto a ações futuras para proteção contra as cheias, alguns dos inquiridos da BHRVez responderam que podem sempre ser tomadas medidas, 49,3 %, outros entenderam que não se pode fazer nada, 47,7 %, conforme a se ilustra na Tabela 5.26.

Tabela 5.26 – Percepção dos inquiridos quanto a ações de defesa contra as cheias.

Questão/ percepção (%)	Sim	Não	Sem opinião
“Sendo a vila atravessada por linhas de água, como o rio Vez, em seu entender, poderá ser feito mais alguma coisa para proteger contra possíveis cheias no futuro?”	49,3	47,7	3,0

Das respostas afirmativas surgiram propostas como: aumentar a largura do ribeiro de Vila Fonche, desviar o leito do rio, limpar das linhas de água, reabrir o túnel com um sistema de comportas, reconstruir o Pontilhão, implementar um modelo eficaz de planeamento e ordenamento do território e continuar as obras em curso de requalificação da Valeta. Portanto, confirma-se o defendido por Kundzewicz (1999) que a atitude: "conviver com cheias" parece uma atitude mais plausível do que o esforço desesperado para "combater cheias".

Tendo em conta o volume de informação obtida por questionário, as fontes de informação da imprensa e as fontes instrumentais, validaram-se, desta forma, as respostas dos inquiridos. Portanto, a informação revelou que a população se centrou mais na Valeta como foco de ocorrências de cheias do que nos restantes locais da BHRVez, referindo, no essencial, problemas com inundações dentro dos edifícios, nas habitações e no comércio. Referem-se a título de exemplo alguns relatos: “Máquinas e motores avariados tiveram de ser reparados e as portas rebentaram com o peso da água. A mercadoria foi com a água. Na Valeta, a água chegou até às escadas do túnel, as pessoas andaram de barco, no Café onde hoje é a Casa do Benfica chegou ao meio da porta (cerca 1,5 m), as casas ao lado do Xeias bar em 1999 ainda eram habitadas”; “Na Junta de Freguesia de Salvador (edifício que antes foi ocupado com a Pensão Rainha do Vez) situada na Valeta, onde foram danificados 16 computadores, documentos, livros da biblioteca que ali se encontravam. Arruamentos alagados, casas comerciais com 1,5 m da altura de água ficaram com os seus haveres completamente destruídos. A água atingiu uma altura máxima no Largo da Valeta até ao marco dos correios. No Trasladário a água chegou à EN 101”. A listagem completa de relatos encontra-se em anexo (Anexo 2).

Conclui-se que a maioria dos locais afetados pelas cheias situavam-se na área ribeirinha, junto ao rio Vez, sendo a Valeta o local mais referido pelos inquiridos. Quanto à tipologia de afetação, constatou-se que foram essencialmente: no comércio, nas habitações e em pontes. Na Valeta, as águas das cheias ultrapassaram por algumas vezes a altura do primeiro andar dos edifícios. O tempo máximo de desalojamento devido às cheias foi de dois meses (casa n.º 151). Segundos os dados, os inquiridos ainda mantinham na memória a morte de um indivíduo (Anexo 2).

Para além da precipitação como fator desencadeante das cheias, alguns inquiridos também fizeram referência à fusão da neve.

Quanto às ações no território da BHRVez, constatou-se que as grandes obras de defesa contra as cheias decorreram na Valeta, manifestando-se em duas vertentes, a primeira em obras públicas: requalificação urbana, canalização da Ribeira de Vila Fonche, encerramento do túnel e posterior reabertura, renovação da estação elevatória, algumas pontes e/ou pontilhões; a segunda em obras privadas: comércio e habitações. Para além destes dados, os inquiridos manifestaram algumas opiniões sobre as obras efetuadas contra as cheias, uns mostraram mais confiança outros mantiveram o receio a futuras cheias no local da Valeta. Aproveitaram, ainda, para relembrar alguns apelos e opiniões sobre as obras, assim como também manifestaram algumas preocupações relativamente ao risco de cheia (Anexo 3).

A perceção do perigo de cheia foi identificada pelo conhecimento dos locais afetados por parte da população, pelas obras realizadas e pelos danos causados. Conforme o recomendado por Barriendos et al. (2014) e Barriendos & Rodrigo (2010) as transcrições originais devem ser conservadas e arquivadas quando se estudam riscos de cheia e sempre que necessário devem ser consultadas para verificar alguma ambiguidade que possa existir.

No que se refere às opiniões dos inquiridos quanto a ações humanas na BHRVez (Anexo 3), constatou-se que os inquiridos mostraram conhecimento sobre a problemática das cheias nas áreas mais afetadas, como o exemplo da Valeta, ao mesmo tempo consideraram que as obras neste local se relacionaram com as cheias.

Identificou-se também que a população tem alguma perceção do perigo que correu e que correrá no futuro ao ocupar as áreas onde esse período é mais pronunciado. A participação dos habitantes foi manifestada por algumas competências percetivas relativamente ao fenómeno quando apontam medidas de defesa contra cheias.

CAPÍTULO 6 – ANÁLISE E AVALIAÇÃO DAS CHEIAS

Nas últimas décadas têm-se destacado alguns estudos sobre as cheias na BHRVez (Bellu et al., 2016; Carvalho-Santos et al., 2014; Carvalho-Santos et al., 2015; Carvalho-Santos et al., 2016; Santos, 2015). A reunião de informação das diversas investigações sobre aquele território, física, social e ambiental, foi essencial para idealizar uma análise hidrológica para a bacia hidrográfica, por indicadores diretos de escoamento que permitiram construir um indicador de suscetibilidade a cheias física simplificada. A construção do indicador de suscetibilidade encontra-se dentro das recomendações no plano de uma bacia hidrográfica, ao considerar indicadores que permitam monitorizar a sua gestão (Hipólito & Vaz, 2013). Na continuação envolveremos alguns dos estudos referidos, que permitirão obter alguns indicadores para a área em questão.

Bellu et al. (2016) procederam a uma avaliação preliminar para a criação de um projeto de construção de barragens/mini-hídricas na BHRVez, com o intuito de implantar uma área de retenção do escoamento durante o período das cheias. De acordo com os investigadores, nesta região, a qualidade da água tem-se mantido boa. As fontes de informação utilizadas pelos investigadores para obter os eventos de cheia, foram além da bibliografia em geral, o inventário do projeto *Disaster* sobre cheias (disponível em <http://riskam.ul.pt/disaster/en>), o estudo de Gonçalves & Trindade (2014), e os dados de caudal da série hidrométrica da estação de Pontilhão de Celeiros. Com o modelo para a construção de mini-hídricas, Bellu et al. defendem que a retenção da maior cheia no rio Vez seria resolvida com uma represa de grandes dimensões ou várias represas descentralizadas.

Carvalho-Santos, realizou para a mesma bacia hidrográfica um modelo sobre o estudo do coberto vegetal dando o seu contributo quanto à relação deste com as cheias (Carvalho-Santos et al., 2014; Carvalho-Santos et al., 2015; Carvalho-Santos et al., 2016). Os investigadores, primeiro autor e co-autores, fizeram uso de fontes de dados: da estação hidrométrica de Pontilhão de Celeiros e da estação udográfica de Casal

Soeiro (precipitação) localizadas dentro da BHRVez, assim como dados da estação meteorológica de Ponte da Barca (dados climáticos), localizada fora da bacia hidrográfica, do SNIRH e, ainda, dados das estações sedimentológica e da qualidade da água. Os investigadores constataram que a taxa de erosão deve aumentar para o período de 2021 a 2041 (3,3 % da área está sob risco de erosão do solo), devido ao aumento da precipitação nos meses de Inverno e ao declínio da biomassa. Este facto pode ser revertido com a existência de uma cobertura vegetal densa como meio eficaz de reduzir a erosão (Lencastre & Franco, 2010). Portanto, Carvalho-Santos et al. (2015), no estudo realizado para a bacia hidrográfica, com recurso a uma ferramenta de Avaliação do Solo e da Água (SWAT), constaram que a cobertura vegetal contribuiu para a diminuição do impacto das cheias, com especial referência ao carvalho, favorecedor da biodiversidade (Carvalho-Santos et al., 2016).

No nosso trabalho, propõem-se indicadores diretos de escoamento fundamentados nos pressupostos da base bibliográfica e do cruzamento de dados obtidos na imprensa periódica com as características do relevo da bacia hidrográfica e, ao encontro do recomendado por Hipólito & Vaz (2013), ajustados às novas circunstâncias e objetivos sociais, ambientais e económicos. Pelo cruzamento de dados com o histórico da imprensa periódica realizou-se uma análise da frequência de troços ou canais mais suscetíveis a serem afetados pela precipitação que origina aumento do caudal. Com base na OMM (2009), a informação do histórico das ocorrências deve ser incluída na análise das suas frequências anual, mensal e diária.

O planeamento atual está muito dependente da utilização de modelos computacionais de predição de impactos (Hipólito & Vaz, 2013). A combinação de condições hidrometeorológicas excecionais e de teor de humidade no solo podem determinar a ocorrência de uma grande cheia, com um caudal superior ao valor modal (OMM, 2009). Segundo a mesma fonte, bastam algumas das grandes cheias para se verificar a forma assimétrica do polígono de frequências dos caudais máximos anuais e, conseqüentemente, dos valores positivos para o coeficiente. Deste modo, conforme Lencastre & Franco (2010) procurou-se descrever as frequências dos resultados observados.

Os pressupostos essenciais para a escolha do modelo estão diretamente relacionados com a impermeabilização do solo e a sedimentação, conforme o recomendado pela OMM (2009), do que se depreende que a modelização fluvial é um elemento chave na planificação e gestão de bacias hidrográficas, mais propriamente do perigo perante eventos extremos de cheia (Hipólito & Vaz, 2013).

Carvalho-Santos et al. (2016) no modelo que criaram para a BHRVez subdividiram-na em sub-bacias, por características homogéneas, ou seja, em termos de elevação. Portanto, o estudo para as sub-bacias hidrográficas por áreas com características homogéneas tem sido aplicado pelos diversos investigadores. A análise também pode ser efetuada por segmentos da rede de drenagem, conforme os métodos utilizados por Strahler (1951) e Shreve (1966) já descritos na metodologia.

Os métodos utilizados por Strahler e Shreve, englobam, embora de forma indireta, as variáveis hidrológicas em que a OMM (2009) dá destaque: a interpolação meteorológica, a acumulação e fusão de neve, evapotranspiração, a contabilização da humidade do solo, a geração da escorrência e, por último, a propagação através dos rios.

Para Rennó (2004) o método de Strahler traz informação da complexidade da rede de drenagem e o de Shreve indica o número de nascentes que contribuem para a formação da mesma rede de drenagem. Rennó defende que podem ser definidos diversos índices para descrever as propriedades lineares, como por exemplo o comprimento dos segmentos do rio.

Na bibliografia a atenção virada para as partes de uma bacia hidrográfica por segmentos do canal com características específicas é uma prática recorrente, onde o critério de Strahler se aplica perfeitamente (Thomas et al., 2012).

Nas regiões montanhosas sujeitas a nevões, a fusão da neve é uma componente importante do escoamento e geralmente pode representar mais de 50 % do fluxo total do rio (Willis et al., 2002; OMM, 2009). Segundo a OMM, em algumas bacias montanhosas, a neve derretida representa até 95 % do escoamento. As sondagens de acumulação e fusão de neve deverão ser efetuadas durante o Inverno de modo a perceber de que forma contribuem para o escoamento. Nesta investigação fez-se referência à neve essencialmente na área montanhosa, com base na imprensa periódica

e no questionário aplicado, como um contributo possível para a acumulação de água e/ou consequente escoamento. Portanto, para a BHRVez, considerou-se este parâmetro (neve) “agrupado”, quando aplicados os métodos estatísticos observados para o Q diário.

A velocidade da onda de cheia num reservatório é maior do que em um canal (Clague & Evans, 2000; OMM; 2009). O atraso da sua saída em relação ao fluxo de entrada não implica necessariamente um atraso em relação ao valor máximo que teria sido alcançado, por exemplo, antes da construção do reservatório. Referimos este facto por para a BHRVez existirem notícias sobre os problemas com cheias provocadas pela ribeira de Vila Fonche, que passa pela Valeta. Parte da ribeira foi canalizada, durante um projeto de defesa contra as cheias na Valeta. Esta informação pode ser consultada no capítulo anterior deste documento.

Com base na OMM (2009), a construção de um reservatório por vezes pode agravar as condições das cheias a jusante, apesar do efeito de redução dos fluxos máximos. Logo, a OMM afirma que se deve evitar partir do pressuposto que a construção de um reservatório de retenção melhorará os efeitos das cheias a jusante. Seguindo os princípios da OMM, o projeto proposto por Bellu et al. (2016) para a construção de bacias de retenção (pequenas barragens / mini-hídricas) deve ser evitado.

As previsões de cheias em tempo real causadas pela rutura de uma represa, dique, açude e/ou uma barragem têm como resultado o aumento repentino do fluxo da água. Para questões de planeamento dos planos preventivos excepcionais, os tipos de falhas podem ter um papel relevante na análise das implicações de desenvolvimento a jusante (OMM, 2009).

Na BHRVez, com as cheias, vários açudes foram arrastados na corrente, sendo notável nas descrições das notícias nos dias 04/10/1999 e 02/04/2000 (*Vanguarda*), por citar apenas estes exemplos, embora já referidos no capítulo anterior. Portanto, a possibilidade de rebentamento e/ou destruição deste tipo de estruturas são fatores que devem estar previstos.

A construção de sistemas de análise do escoamento são ferramentas de trabalho na gestão dos recursos hídricos, desde que se disponha das informações necessárias para aplicá-las com sucesso. “Os modelos fornecem uma via eficiente para uma análise de

informação com vista à predição, em termos de espaço e tempo, das interações e impactos das várias componentes da bacia hidrográfica, para diversas alternativas de projetos e regras de exploração” (Hipólito & Vaz, 2013: p. 698). Para tal, é necessário assegurar que os resultados sejam os mais rigorosos e o mais representativos possível.

6.1 Segmentos mais suscetíveis à ocorrência de cheias

Os segmentos mais suscetíveis à ocorrência de cheias têm em conta critérios hidrológicos para a área da bacia hidrográfica estudada como a linha de água principal e a influência dos tributários. Com base em Ávila et al. (2017) estes critérios estarão relacionados, entre outros, com as características morfométricas representativas da geometria do relevo da bacia hidrográfica, que contribuem para o escoamento e condicionam a ocorrência de cheias associadas a fenómenos meteorológicos extremos.

A suscetibilidade morfométrica pode servir como um indicador de regionalização das cheias, sobretudo onde não houver dados hidrológicos adequados e disponíveis (Ávila et al., 2017). Porém, para determinar a suscetibilidade a cheias é possível incorporar/adicionar diversos parâmetros, como os impactos das modificações do uso do solo (Leal & Ramos, 2013) que afetam o comportamento hidrológico. Para os segmentos mais suscetíveis a cheias, a hierarquia da ordem dos cursos de água (Lencastre & Franco, 2010), assim como a sua magnitude, determinam as características da rede de drenagem. Não tendo sido possível incluir algumas variáveis descritas na bibliografia decidiu-se considerar uma abordagem simplificada da suscetibilidade incluindo alguns critérios de hierarquia e magnitude da rede de drenagem propostos por Strahler (1951) e Shreve (1966).

Os investigadores Alves & Cunha (2016) entendem que a suscetibilidade a cheias está baseada nos condicionantes físicos do território, como por exemplo, a geologia, a geomorfologia e as categorias de uso e ocupação do solo. Acrescentaram a esta informação os registos “históricos” de cheias utilizando imagens como testemunhos das ocorrências, o que permitiu identificar a cota máxima de cheia. Segundo os investigadores, os testemunhos fotográficos validam a manifestação deste tipo de evento perigoso na área abrangida pelo estudo. “(...) O tamanho e a hierarquia das bacias também são cruciais no seu enquadramento, nas classes de suscetibilidade, uma

vez que tais características estão intrinsecamente relacionadas com diversos parâmetros morfométricos, tanto geomorfológica quanto estatisticamente” (Ávila et al., 2017: p. 178).

Na avaliação da suscetibilidade simplificada às cheias, foram identificados os locais mais sensíveis, permitindo, segundo Ávila et al. (2017) e Hipólito & Vaz (2013) alocar recursos como ferramentas de planeamento e gestão ambiental e de sustentabilidade. De acordo com a investigação de Cunha et al. (2012), os locais com suscetibilidade a cheias invocam a necessidade de identificar as áreas de elevada perigosidade e os elementos vulneráveis em áreas residenciais, industriais, comerciais e de serviços, equipamentos e infraestruturas. Os autores, quanto às infraestruturas potencialmente afetadas, enumeraram aqueles troços da rede viária nacional e municipal que, geralmente, ficam submersos e, por vezes, intransitáveis, embora sem causar problemas de isolamento da população. Enumeraram ainda alguns problemas em estações de tratamento de águas residuais (ETAR). Estes problemas também foram detetados na BHRVez.

6.2 Distribuição das cheias e modelo para alerta de cheia

Os passos utilizados para a determinação da distribuição das cheias segundo Poisson e a criação do modelo de alerta às cheias está descrito no capítulo 3, portanto neste ponto apresentamos os resultados.

O número anual de cheias na BHRVez e na Valeta segue uma distribuição de Poisson. Obtivemos para a BHRVez um intervalo de tempo entre duas cheias consecutivas $\gamma = 0,6$ anos e uma média de 1,6 cheias/ano. Para o caso particular da Valeta obtivemos um intervalo de tempo $\gamma = 4,8$ anos e uma média de 0,2 cheias/ano. Portanto, as cheias distribuem-se por vários pontos da BHRVez, incluindo o da Valeta. Este resultado pode ser melhorado ao incluir os dados dos eventos em locais próximos, como a sede de concelho.

Quanto ao modelo de alerta a cheias pode concluir-se que constitui uma ferramenta importante na medida em que permite às autoridades da proteção civil emitirem o alerta de perigo em dias de cheia na BHRVez, considerando os diferentes graus de alerta devido ao Q (m^3/s), obtidos pela equação da reta do modelo testado (Tabela 6.1).

O número de eventos/ano da imprensa periódica para o “Q-dia”, compreendido entre 1959 e 1990, foi obtido da Tabela 5.20, servindo para validar este modelo com os dados empíricos.

O número total de eventos no “Q-dia” foi 57, sendo que as restantes células estavam vazias ou apresentaram falha de dados na série, 25. De referir que o “Q - Próximo máximo” do “Q-dia” de toda a série de dados foi no dia 18/01/1969, com 1 100 m³/s (outlier), podendo também ser incluído no modelo para validar o mesmo.

Tendo em conta o modelo de alerta de cheia, constatou-se que a maioria dos eventos noticiados aconteceram para Q entre 46 e 226 m³/s, ou seja, alerta “amarelo” (grau 1), no entanto as cheias de maior magnitude também são previsíveis, embora com uma menor periodicidade.

Tabela 6.1 – Índice de alerta de cheias com base no caudal de cheia (Q), baseado na série de dados de Q de 1959 a 1990 1960 (Imprensa Periódica, 1959/1990; SNIRH, 1959/1990).

Alerta	Grau de Alerta (Alerta cheia = $0,253 + 0,06 * Q$)	Q diário (m ³ /s)	N.º eventos de Q-dia:	
			1959	1990
Amarelo	1	46 - 226	49	
Laranja	2	227 - 407	3	
Vermelho	3	408 - 589	4	
Vermelho Alto	4	590 - 770	1	
Vermelho Extremo	5	≥ 771	0	

O grau de alerta foi atribuído tendo em conta a escala de 1 a 5. Ao comparar com a média diária do Q mínimo ($\neq 0$, utilizado no modelo) por ano verificou-se um valor de 62,3 m³/s, o que encaixa perfeitamente na escala dos valores de grau 1. No total dos dados referentes ao Q mínimo ($\neq 0$) a maioria dos eventos aconteceram quando o $Q \geq 69,0$ m³/s (média diária). Comparando com os eventos de cheias registadas nas fontes jornalísticas, obtidas para cada ano e para a mesma série (excluídos os 4 anos em falha, ou seja, contabilizados apenas uma série de 27 anos), 7 % dos anos registaram um número eventos igual a zero (= 0) sendo o restante 93 % o número de eventos igual ou superior a um (≥ 1), com um número máximo de 7/ano (ver número de eventos/ano referido no capítulo anterior).

Comparando o valor de caudal mínimo de alerta de cheia, $Q = 46,0$ m³/s, com o limiar para desencadear uma cheia, $Q = 43,5$ m³/s e os resultados obtidos das cheias da

imprensa periódica, verifica-se que para valores inferiores a 46,0 m³/s aconteceram três cheias em 31 anos. Logo, o modelo de alerta de cheia considera-se bom tendo em conta os dados da BHRVez (Tabela 6.2).

Tabela 6.2 – Caudal menor que 46,0 m³/s (extraído da Tabela 5.20).

Data aproximada (Imprensa / Q / P)	Data da notícia	Data da notícia evento: início	Data da notícia evento: fim	Q-dia
02/01/1960	10/01/1960		10/01/1960	44,8
20/11/1965	28/11/1965		28/11/1965	45,7
06/12/1965	23/01/1966	01/10/1965	22/01/1966	43,8

Este sistema permite que o alarme seja acionado para níveis de água detetados no sensor, já com altura de Q crítica (OMM, 2009). Este modelo de alerta foi delineado para a BHRVez, sendo que os valores são os obtidos a partir dos dados de Q do rio Vez. Devendo salientar que também é possível obter o grau de alerta com base em dados de precipitação, conforme assinalam Amorim et al. (2014) quando apresentam valores de precipitação (mm/h) indicativos, por município, onde recomendam acionar o alarme.

No nosso caso, o grau de alerta é geral por os dados de Q corresponderem apenas a um ponto, o da estação de Pontilhão de Celeiros.

6.2.1 Indicadores para a modelação da suscetibilidade às por unidades territoriais em função das suas características comuns

O conceito das unidades territoriais suscetíveis às cheias em função das suas características físicas e humanas obedece a critérios pré-estabelecidos, sendo os indicados no capítulo da metodologia (capítulo 3 deste documento), dos quais fazem parte, direta ou indiretamente, três dimensões principais: hidrológico, ambiental e social.

Conforme o definido no capítulo 2 (Figura 2.2), o risco abarca: a chance de ocorrência do perigo, as consequências, a vulnerabilidade, exposição, suscetibilidade e o valor ou importância atribuído a cada elemento com propensão a ser afetado (Zonensein, 2007). Portanto, as consequências resultam da interação entre a exposição e a vulnerabilidade;

a vulnerabilidade, sendo as características que potenciam os danos a um sistema, englobam a suscetibilidade e o valor.

Assim, avaliou-se a suscetibilidade a cheias recorrendo às características da urbanização, ou seja, do edificado associado à proximidade dos troços mais suscetíveis, conjugados com o número de ocorrências obtido da imprensa periódica, para cada Freguesia/União de Freguesias. Para a avaliação da suscetibilidade a cheias incluir o uso e a ocupação do solo tem sido praticado por alguns investigadores. Prochmann (2014) incluiu na avaliação da suscetibilidade às cheias algumas das características de uso e ocupação do solo, sendo uma delas a urbanização, por citar apenas este exemplo.

Rodrigues (2017) na metodologia que utilizou no estudo da perigosidade associada ao risco de cheia fluvial, a partir do mapa de perigosidade simples e do mapa de suscetibilidade simplificada, produziu o mapa de perigosidade total, simulada para diferentes períodos de retorno (10, 25, 50 e 100).

Os perigos têm a ver com a ameaça e não os riscos propriamente ditos (Raji et al., 2014). Quando o perigo passa a desastre é que surgem os problemas (White et al., 2001). Estes são induzidos pelo homem e pelas condições de suscetibilidade dos elementos expostos (APS, 2014).

Quanto aos perigos, faz-se referência a algumas das ocorrências que aconteceram na BHRVez. A modo de exemplo relembramos a ocorrência de cheia no dia 20/12/1989. Nesse dia, quando duas pessoas circularam num trator pelo Pontão de Pogido em Gondoriz, que oferecia perigo estrutural agravado pela cheia, acabaram por morrer. O aviso do perigo foi dado por cidadãos que se encontravam naquele local no momento, mas sem sucesso (*Notícias dos Arcos*, 1988; *Vanguarda*, 1989).

Quanto ao valor da importância dada ao elemento exposto (pessoa ou bem) que pode ser de índole psicológica e/ou económica remete-se para os factos relatados nas notícias (capítulo 5), considerando-se que quanto mais importância dada mais noticiado foi.

O conceito para as unidades territoriais suscetíveis a cheias e o perigo, contemplam várias componentes:

Freguesia /União de Freguesias: trata da área mínima considerada para a análise. A cada unidade territorial definida para a BHRVez corresponde uma Freguesia /União de Freguesias, podendo ser ainda decompostas/fragmentadas para uma escala ainda mais pequena, dependendo do detalhe que se pretende mostrar relativamente aos pontos críticos ou parâmetros aí existentes (exposição e elementos expostos). Para Ramos et al. (2012) é possível distinguir diferentes unidades territoriais de risco à escala regional, que resultam da integração dinâmica de componentes, relativamente homogêneos, de suporte e cobertura, compreendendo elementos físicos, biológicos e antrópicos. Para esta investigação optou-se pelos indicadores de índole hidrológica, ambiental e social, por áreas político-administrativas. Assim, a nossa perspetiva centra-se, sem observação direta de todos os critérios, na vulnerabilidade e na exposição dos respetivos elementos expostos à escala local segundo as características homogêneas das áreas. Neste domínio, o perigo do conjunto dos elementos expostos para cada Freguesia/União de Freguesias também é avaliado pelos resultados históricos obtidos nas fontes jornalísticas.

Elementos expostos: existem vários tipos de sujeitos em perigo numa bacia hidrográfica podendo ser identificados pelas características das Freguesias/União de Freguesias, sendo necessário priorizá-los visto que, aquilo que pode representar um fator de perigo para alguns, para diferentes cidadãos poderá transformar-se numa oportunidade. O território terá uma valoração de perigo por cada escala da unidade territorial requerida e respetiva suscetibilidade (APS, 2014).

O perigo é o processo ou ação suscetível de produzir perdas ou danos (Ramos et al., 2010). A suscetibilidade social, é entendida como sendo a propensão humana e do edificado, podendo incluir também as infraestruturas, ao dano devido às cheias (Grosso et al., 2015; Prochmann, 2014), ou seja, a incidência espacial ao perigo (Ramos et al., 2010).

A nível do desenvolvimento urbano, a densidade do edificado constitui um parâmetro digno de consideração na modelação de um sistema de drenagem urbana (OMM, 2009), sendo este um fator condicionante importante para o escoamento das águas em

dias de eventos de P extrema e dias de Q de cheia. Assim sendo, a densidade de edifícios (número de edifícios/km²) em cada Freguesia/União de Freguesias (já caracterizada no uso e ocupação do solo – capítulo 4) será o indicador de maior importância na hora de provocar a impermeabilização e está na base que motivou a modelação da suscetibilidade a cheia na BHRVez.

A planificação também passa por considerar a densidade populacional (número de habitantes/km²) num plano urbano geral (OMM, 2009) e o conjunto de todos os componentes que dão lugar ao risco, sendo o perigo um desses.

Como já se efetuou no capítulo 4 a caracterização demográfica, neste capítulo faz-se uma análise comparativa da suscetibilidade com os vários fatores demográficos e do edificado, tendo por base os resultados obtidos para as Freguesias/União de Freguesias. A nível demográfico, como elementos expostos diretos tem-se o número de indivíduos; indiretamente: a idade, núcleos familiares, educação e ocupação/atividade profissional. A nível de edificado como elementos expostos tem-se, diretamente o número/densidade de edifícios (obtidos dos censos) e indiretamente a rede viária (obtida na imprensa periódica). Estas são características que devido aos processos ou às ações são suscetíveis a potenciar perdas, como as humanas e as económicas; e danos nos edificado, por citar apenas estes exemplos.

Analisa-se, de forma geral, a quantidade de elementos expostos a serem afetados pelo perigo, tendo em consideração a sua localização relativamente aos troços do rio mais suscetíveis às cheias. Portanto, considera-se que cruzar as variáveis, edifícios (censos), suscetibilidade às cheias (obtido no modelo Strahler e Shreve) e, posteriormente as ações (imprensa periódica), está-se a incluir indiretamente, as vias de circulação rodoviária e pedonal (incluindo as pontes/pontilhões) ao considerar os dados das ações humanas e os habitantes por serem os ocupantes dos edifícios.

Suscetibilidade às cheias: trata de um fator comum para todos os elementos identificados em perigo. Além da precipitação, as cheias são consequência de uma série de outros condicionantes. A este propósito, Leal (2013) propõe uma metodologia que conjugue os fatores que condicionam as cheias, com a suscetibilidade física: rede de drenagem, relevo, substrato geológico e geometria da bacia. Esta metodologia

impõe a necessidade de contar com dados relativos ao nível da sub-bacia, que, como explica Leal, outorga à análise a devida consistência.

Eusébio Reis (2011) propõe um método de avaliação automática, que efetua um diagnóstico das condições da bacia de uma forma simplificada e expedita, a partir das potencialidades dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG). Segundo o investigador, com o modelo simplificado, considera a “área acumulada”, a permeabilidade e o declive. No entanto, recomenda que se acrescentem as variáveis como a distribuição espacial das chuvas, a permeabilidade, a influência da ocupação do solo, o tempo de concentração, por citar só alguns. Para a validação do modelo, Reis utilizou a concordância (cruzamento) espacial com os registos históricos das cheias recolhidos na imprensa. De referir que a proposta de Leal (2013) foi baseada em Eusébio Reis.

6.2.2 Avaliação da suscetibilidade a cheias

A construção de um modelo - simplificado de suscetibilidade a cheias, a partir da rede de drenagem da BHRVez e utilizando uma abordagem hierárquica (Strahler, 1951) conjugada com a magnitude da rede de drenagem (Shreve, 1966) permitiu obter um indicador de suscetibilidade a cheias classificado a três escalas: da bacia, da Freguesia/União de Freguesias e dos troços.

A classificação do território da BHRVez, recorrendo à hierarquia de Strahler e à magnitude de Shreve revelou uma série de aspetos relativos à morfometria dos segmentos e dos troços (com a mesma ordem) do rio, dependentes da sua ordem de fluxo (Belmar et al., 2011; Enea et al., 2014). A este propósito, a ordem de Strahler torna útil a seleção da ordem dos modelos nacionais e regionais, desde que as limitações sejam explicitamente reconhecidas (Hughes et al., 2010). A ordem de Strahler é de fácil extração, a partir de dados de elevação digital (MDT) e de conjuntos de dados hidrográficos (Hughes et al., 2010).

A BHRVez e as respetivas sub-bacias de drenagem (sem delimitar as sub-bacias) resultaram numa classificação de Strahler com ordem de um a seis (Figura 6.1 a). Obtendo, à semelhança de outros investigadores como o Wang et al. (2010), a direção do fluxo do escoamento superficial para a bacia hidrográfica.

As seis ordens de Strahler resultantes para a BHRVez integram 1 328 segmentos. Originando o segmento de ordem mais comum (ordem 1). O segmento de maior ordem (6) foi aquele que apresentou menos elementos (Tabela 6.3), sendo a ordem hierárquica superior com capacidade para gerar grandes caudais.

Obteve-se para a classificação da ordem de magnitude de Shreve, com o número de segmentos 1 328 (Figura 6.1 b), com uma densidade hidrográfica (segmentos) de 5 canais/km², uma densidade de drenagem (λ) de 2,19 km/km² (obtida pela razão entre o somatório da extensão e a área total da BHRVez) e um percurso médio sobre o terreno (L_p) de 0,23 km, dado por $L_p = 1/2\lambda^{16}$. Para a capacidade de drenagem, de acordo com Cardoso et al. (2006) *cit in* Villela & Mattos (1975), o índice pode variar entre 0,5 km/km² em bacias com drenagem pobre e os 3,5 km/km², ou mais, em bacias bem drenadas. Quando λ alto e L_p baixo, segundo Hipólito & Vaz (2013) o escoamento superficial é em seguida canalizado concentrando-se mais rapidamente na secção de referência da bacia hidrográfica. “A densidade de drenagem e o percurso médio sobre o terreno são também indicadores da tendência para a ocorrência de cheias numa bacia hidrográfica” (Hipólito & Vaz, 2013: p. 72). A densidade de drenagem é considerada uma característica importante da paisagem (Kar et al., 2015). “O escoamento numa bacia hidrográfica é tanto maior quanto maior o número de cursos de água” (Ascenso, 2011: p. 78).

¹⁶ As fórmulas empíricas de cálculo podem ser consultadas em Ramalho & Farias (2012) ou também por exemplo em Cardoso et al. (2006) e Teodoro et al. (2015).

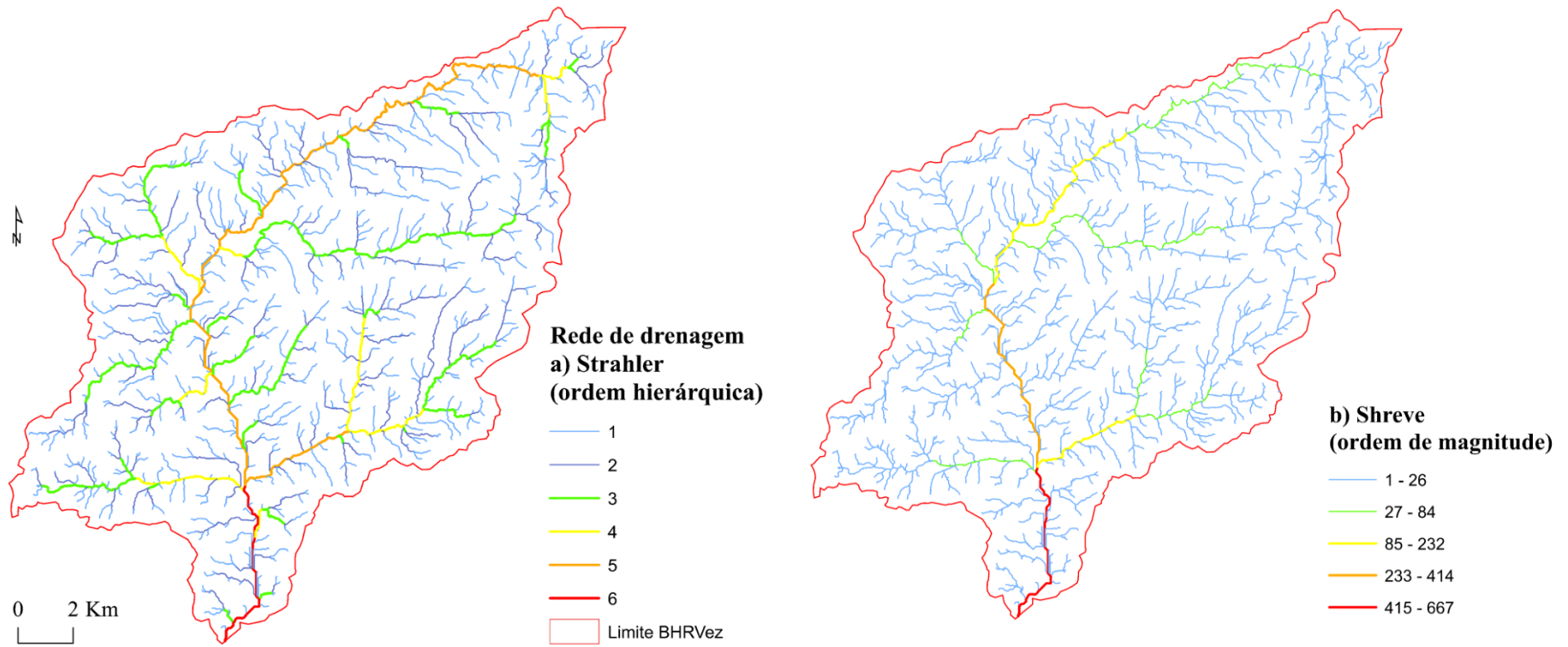


Figura 6.1 - Rede de drenagem da BHRVez: a) ordem hierárquica segundo a classificação de Strahler e b) ordem de magnitude segundo a classificação de Shreve (Carta Militar de Portugal, IGeoE, 1996, 1997).

Pela quantificação do número de segmentos por cada classe, constatou-se que as mais expressivas apresentaram uma menor suscetibilidade e as menos frequentes uma maior suscetibilidade. As classes com um número e segmentos menos frequentes condizem com o principal centro urbano da BHRVez (Tabela 6.3).

Tabela 6.3 – Indicadores da rede hidrográfica para a BHRVez: ordem hierárquica segundo a classificação de Strahler e ordem de magnitude segundo a classificação de Shreve para a BHRVez.

Ordem hierárquica (escala)	Strahler		Ordem de magnitude	Shreve	
	Segmentos (n.º)	Extensão (m)		Segmentos (n.º)	Extensão (m)
1	671	307 185	1 - 26	1 133	510 903
2	308	143 905	27 - 84	107	37 216
3	164	64 106	85 - 232	44	13 852
4	69	22 510	233 - 414	25	8 175
5	97	32 440	415 - 667	19	6 797
6	19	6 797			
Total	1 328	576 942		1 328	576 942

A suscetibilidade física simplificada a cheias foi calculada pela multiplicação entre os resultados do indicador da hierarquia do curso de água de Strahler e os valores obtidos pelo indicador de magnitude de Shreve, ou seja, sempre que existe junção de duas linhas multiplicou-se o valor de hierarquia de Strahler com o valor da magnitude de Shreve (Figura 6.2).

Como se pode verificar na Figura 6.2, grande parte dos cursos de água da área de estudo estão classificados com níveis muito baixos de suscetibilidade.

Os resultados alcançados permitem afirmar que existe uma suscetibilidade natural ao desenvolvimento de cheias do rio Vez e os principais afluentes Ribeira Frio, Rio Ázere, Ribeira Vilela, Ribeira Frades, e rio Cabreiro. O rio Vez, em diversos troços com vários segmentos, apresentou suscetibilidade a cheias, desde muito baixa a muito elevada. O rio Ázere apresentou suscetibilidade muito baixa a média. Os restantes afluentes referidos, apresentaram uma suscetibilidade muito baixa a baixa. Todos os restantes afluentes sem ilustrar a sua toponímia/denominação, por serem bastantes, apresentaram uma suscetibilidade muito baixa.

Todas as confluências com suscetibilidade igual ou superior média potencializam pontos de perigo na BHRVez quando a precipitação é elevada.

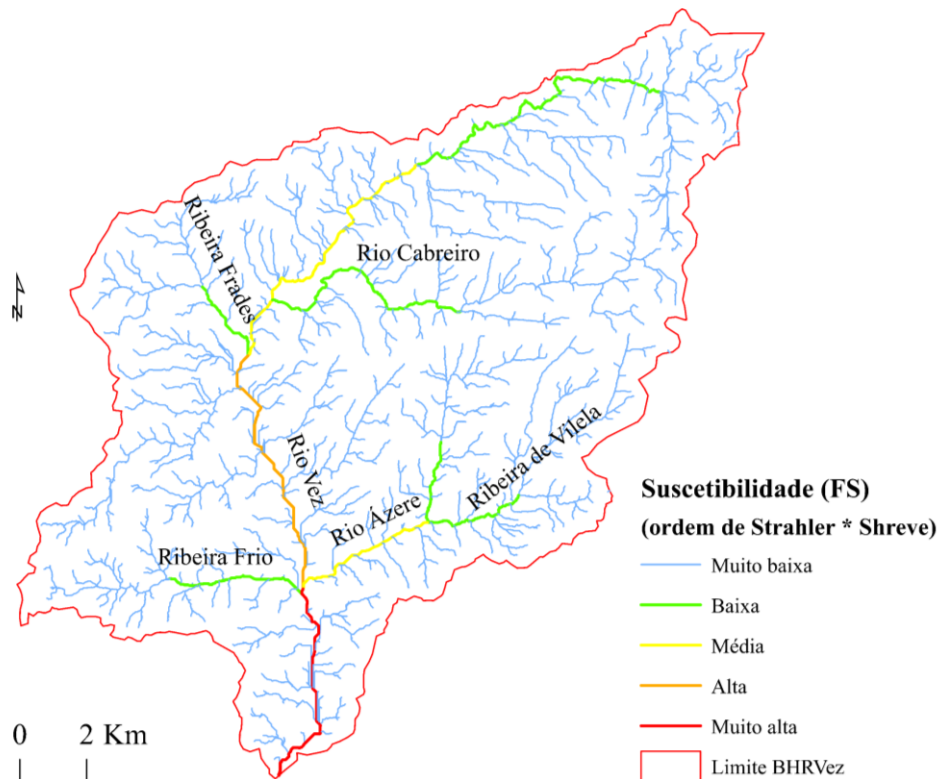


Figura 6.2 – Suscetibilidade física simplificada (FS) às cheias (Carta Militar de Portugal, IGeoE, 1996, 1997).

Na Figura 6.3 representa-se a sobreposição das ocorrências com a suscetibilidade física simplificada, permitindo analisar a distribuição geográfica de eventos de cheia e de resposta hidrológica de acumulação de fluxo, concordando com Sahoo & Jain (2017). Antes, salienta-se que para o cruzamento dos dados, as ocorrências pertencentes à tipologia “centroide do Concelho” foram desconsideradas, por a sua localização ser redundante e representando valores como que fossem “outliers” (desconsideraram-se 201 ocorrências), ou seja, por causa da escala e respetivas de classes.

Pode observar-se que para os troços de muito baixa suscetibilidade a quantidade de ocorrências próximas registadas por eBd é igualmente reduzida. Pelo contrário, os setores mais suscetíveis são aqueles onde se encontram mais frequentemente ocorrências nas suas proximidades. A maior concentração de ocorrências associadas a eventos de cheias e a

classificação de elevada suscetibilidade conjugadas no setor terminal do rio Vez, junto de Arcos de Valdevez deixa antever a elevada vulnerabilidade que estas populações possuem face às cheias.

Os resultados permitem confirmar que para valores do troço com suscetibilidade muito elevada obtêm-se mais pontos com ocorrências de cheia. É nas proximidades dos troços de maior suscetibilidade que os pontos das ocorrências são observados com mais frequência, no entanto, os troços dos rios Vez e seus afluentes com suscetibilidade muito baixa não estão isentos da possibilidade de se manifestarem ocorrências.

A densidade de distribuição geográfica de “pontos” de cheias (obtidos da imprensa periódica) é maior nas proximidades do troço do rio Vez de maior magnitude/ordem de “Strahler*Shreve”, numa extensão de 14,98 km até à foz. A densidade de “pontos de cheia” corresponde a eventos que, conforme Biron et al. (2014) se alastraram para fora do canal principal do fluxo hidrológico, especialmente nas áreas urbana e rural da bacia hidrográfica, segundo a classificação atribuída e descrita no capítulo 3 deste documento (Figura 6.3).

Quanto a ocorrências identificadas em pontos da bacia hidrográfica mais afastadas do canal principal, Al-Wagdany & Rao (1997) consideram que este facto poderá estar relacionado com a resposta hidrológica de uma bacia, dependente de fatores geomorfológicos e também da precipitação.

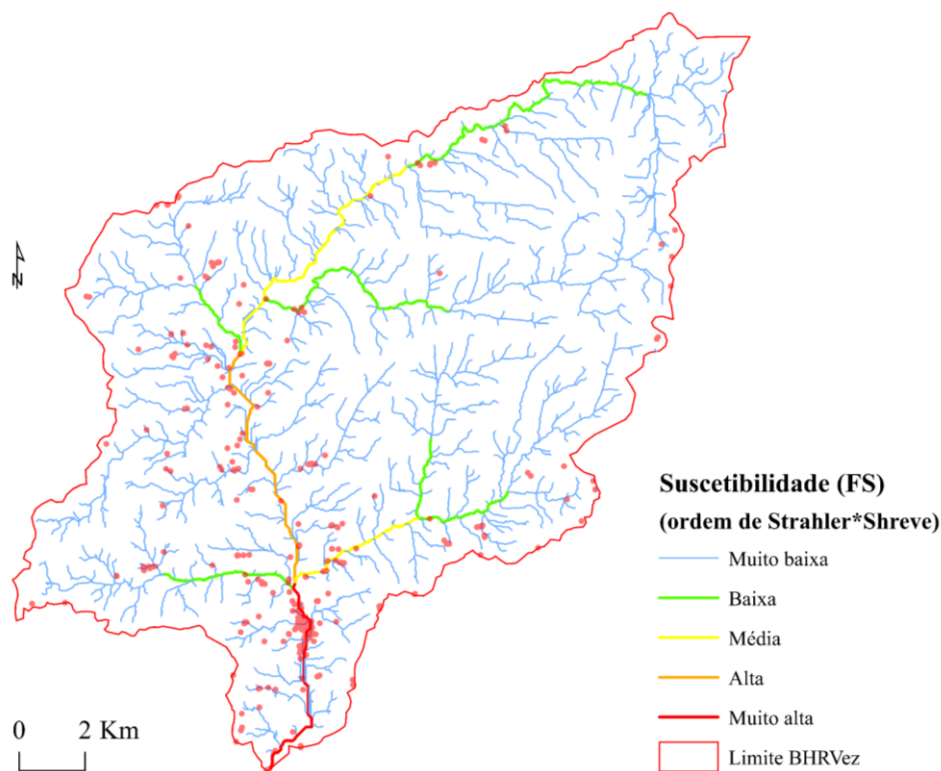


Figura 6.3 – Suscetibilidade simplificada às cheias e ocorrências na BHRVez (Carta Militar de Portugal, IGeoE, 1996, 1997); Imprensa Periódica, 1900-2015).

O uso do solo sem observação dos critérios geomorfológicos de ocupação contribui fortemente para agravar o problema das cheias, uma vez que potencia a suscetibilidade dos elementos do meio físico e aumenta a vulnerabilidade das populações (Franco et al., 2015).

Conforme se pode averiguar na Figura 6.4 as unidades/áreas mais sensíveis à suscetibilidade a cheias são a urbana e rural (segundo a classificação por ACC), por serem as mais próximas do rio Vez, e as que apresentam maior vulnerabilidade social justificada pelos dados demográficos da BHRVez. Portanto, de acordo com a Tabela 6.4 (obtido da classe mais elevada dos dados constantes no capítulo 4), é especialmente nas unidades urbana e rural que existem mais habitantes/km². Além disso, é nestas áreas que se localizaram a maioria dos indivíduos mais suscetíveis por apresentarem mais idade, ≥ 65 anos, logo mais dificuldade em termos de “mobilidade ou meios de defesa individual” e os mais novos, < 15 anos, por serem dependentes dos seus pais/núcleos familiares, por citar apenas estas características dos indivíduos. A grande maioria dos trabalhadores,

localizados na BHRVez, pertencem aos setores secundário e terciário, distribuindo-se pelas unidades urbana e rural. Este facto pode ser agravado devido ao problema das cheias, quando os danos afetarem o exercício das atividades, tendo como consequência perdas económicas.

A área urbana apresenta vantagens na medida em que é onde se localizam mais indivíduos com habilitações ao nível do ensino superior, o que permite concluir que podem ajudar os menos formados, ou seja, com menos habilitações literárias, ao surgirem oportunidades, de informar sobre o perigo evitando perdas e/ou danos, citando apenas este exemplo.

A área de montanha, por ser a menos suscetível a cheias, apresenta vantagens, embora, seja onde se localizam a maioria dos trabalhadores do setor primário e os indivíduos sem saber ler ou escrever. Uma das vantagens é serem habitantes na área menos suscetível às cheias, montanhosa, onde a probabilidade do perigo de cheia é menor.

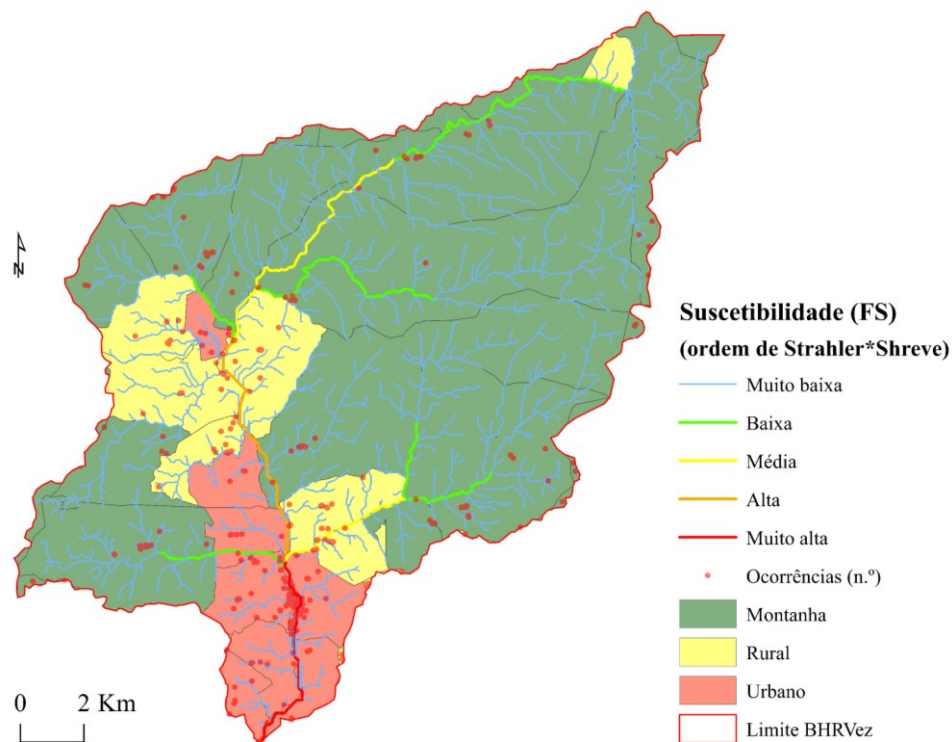


Figura 6.4 – Suscetibilidade simplificada a cheias por troços fluviais, ocorrências e áreas com características comuns [ACC] (CAOP, 2014; Carta Militar de Portugal, IGeoE, 1996, 1997; Imprensa Periódica, 1900-2015).

Tabela 6.4 – Ocupação do solo: fatores demográficos (BGRI, 2011).

Fatores demográficos (n.º)	Habitantes: classe mais elevada	Localização da classe
Famílias clássicas com pessoas com idade ≥ 65	185 - 288	U, M
Núcleos familiares	292 - 705	U, M
Núcleos familiares com filhos: idade < 6 anos	38 - 119	U
Núcleos familiares com filhos: idade > 6 e < 15 anos	31 - 73	U
Núcleos familiares com filhos: idade > 15 anos	109 - 272	U
Sem ler/escrever	98 - 144	M
Ensino superior	83 - 307	U
Empregados	306 - 1021	U
Setor primário	26 - 53	M
Setor secundário	132 - 233	U
Terciário	202 - 779	U
Sem atividade	409 - 834	U, R, M
Reformados	304 - 483	U, M

Áreas com características comuns (ACC): Urbana (U) > 150 habitantes/km²; Rural (R) $50 - 150$ habitantes/km²; Montanha (M) < 50 habitantes/km².

Um fator que contribuiu para o agravamento das cheias foi a impermeabilização do solo. Constatou-se que para as diversas variáveis relativas aos edifícios, descritas na Tabela 6.5, é na área urbana que estão localizados a maioria destes. Na área urbana prevalecem os edifícios com: mais de um piso; mais parques privados para estacionamento automóvel; maior área construída; maior densidade de residências com ligação ao sistema de abastecimento de água e ao sistema de esgotos.

Dada a ocupação urbana, é evidente que a ligação das residências aos sistemas de abastecimento de água e de esgoto sejam estruturas recomendadas como medidas estruturais e indispensáveis.

As áreas densamente ocupadas foram aquelas que mais ocorrências apresentaram, portanto, sem observar critérios diretos detalhados de vulnerabilidade e de exposição, pode afirmar-se que contribuem para o aumento da suscetibilidade a cheias.

Conforme Franco & Dal Santo (2015) recomenda-se uma escala de detalhe para obter respostas menos generalistas sobre o problema das cheias relativamente a elementos expostos específicos.

A área de montanha é considerada como atenuante das cheias, por apresentar uma baixa densidade de habitantes/km², de edifícios/km² e densa cobertura vegetal. É na área de

montanha que se localizam as áreas denominadas Sítios de Importância Comunitária da Lista Nacional (SIC), Zonas de Proteção Especial (ZEP) e Áreas protegidas (AP) da Peneda/Serra Gerês e as áreas SIC e AP do Corno do Bico (já descrito no capítulo 3).

Tabela 6.5 – Uso e ocupação do solo: edifícios (BGRI, 2011).

Diversidade do edificado	Edifícios: na classe mais elevada	Localização da classe
Densidade de edifícios (edifícios/ km ²)	88 - 148	U, R
Edifícios por tipologia de pisos (n.º):		
a) 1 a 2 pisos	445 - 677	U, R, M
b) 3 ou 4 pisos	120 - 304	U
c) 5 ou mais pisos	> 3	U
Alojamentos com estacionamento (estac/km ²):		
a) Para 1 veículo	205 - 321	U
b) Para 2 veículos	56 - 130	U, M
c) Para 3 ou mais veículos	34 - 43	U, R, M
Tipologias de área construída (n.º):		
a) < 50 m ²	32 - 51	U, R, M
b) de 50 m ² a 100 m ² ,	171 - 248	U, M
c) de 100 m ² a 200 m ²	271 - 519	U
d) > 200 m ²	60 - 64	U
Residência (res.) habitual com sistema de abastecimento de água (res. c/ água/km ²)	87 - 172	U
Residência habitual com sistema de esgotos (res. c/ esgotos/km ²)	87 - 172	U

Áreas com características comuns (ACC): Urbana (U) > 150 habitantes/km²; Rural (R) 50 – 150 habitantes/km²; Montanha (M) < 50 habitantes/km².

O modelo de avaliação da suscetibilidade física simplificada a cheias para a BHRVez foi aplicado aos limites territoriais das Freguesias/União de Freguesias, tendo sido classificadas pela classe de suscetibilidade mais elevada verificada no seu território (Figura 6.5).

Comparando a suscetibilidade física simplificada obtida por Freguesia/União de Freguesias, Figura 6.5 com a Figura 6.4, ACC, verifica-se que, além das áreas urbana e rural, parte da área de montanha, nomeadamente na Freguesia de Gondoriz e na União das Freguesias de Vilela, São Cosme e São Damião e Sá, apresentaram uma suscetibilidade elevada. Esta análise ao nível da Freguesia/União de Freguesias, embora de carácter geral, é importante na medida que vai chamar a atenção autárquica para o facto de algumas das Freguesias/União das Freguesias serem mais suscetíveis às cheias do que outras, sendo que a medição foi pelos troços concordantes devendo ter-se em

consideração o proposto no modelo, que numa fase permite uma avaliação da gestão hidrológica sustentável a esta escala.

Assim, a propensão do elemento, pessoa ou bem, ser afetado é maior nas Freguesias/União de Freguesias onde a suscetibilidade é mais elevada. Nas Freguesias/União de Freguesias onde a suscetibilidade é elevada e muito elevada considera-se que há liberdade de ação na implementação de medidas não estruturais de controlo das cheias, sendo fundamentais para evitar agravar as cheias a jusante.

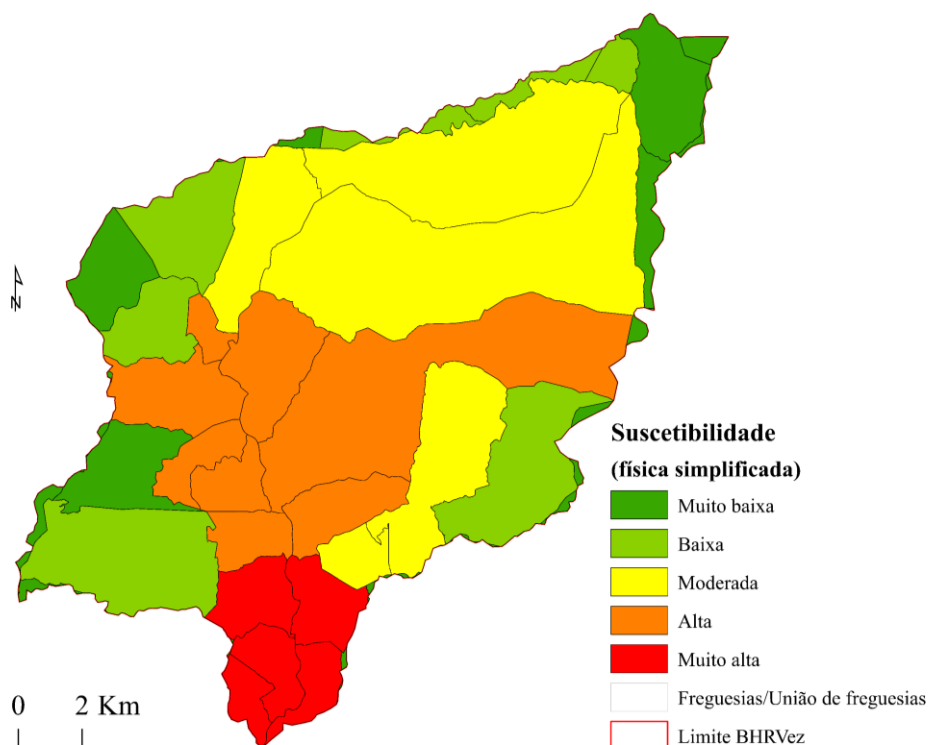


Figura 6.5 - Suscetibilidade física simplificada por Freguesia/União de Freguesias (CAOP, 2014; Carta Militar de Portugal, IGeoE, 1996, 1997).

Torna-se claro na cartografia de suscetibilidade simplificada que as freguesias localizadas nos limites da BHRVez e afastadas da sua foz possuem menos condições para sofrerem os efeitos das cheias, enquanto que as freguesias centrais e próximo da foz do rio Vez são as que se apresentam com maior propensão para as cheias.

Um outro resultado foi o número de ocorrências por Freguesia/União de Freguesias, como ilustra a Figura 6.6. As ocorrências da tipologia “centroide do concelho” foram desconsideradas, ou seja, não fazem parte da contagem por Freguesia/União de Freguesias, conforme já se referiu. Nota-se uma maior frequência de ocorrências na sede

do Concelho, no entanto, não deixa de ser interessante verificar que algumas freguesias localizadas no setor central da BHRVez, antes classificadas com suscetibilidades médias e elevadas, possuam baixos quantitativos de ocorrências. São disso exemplo as freguesias e respetivo número de ocorrências: União das Freguesias de Souto e Tabaçô, com 18, Paço, 14, Ázere, 13, Prozelos, 21, Rio de Moinhos, 18, Gondoriz, 22, Sabadim, 14, União das Freguesias de Vilela, S. Cosme e S. Damião e Sá, 21, União das Freguesias de Eiras e Mei, 16 e União das Freguesias de Portela e Extremo, 22.

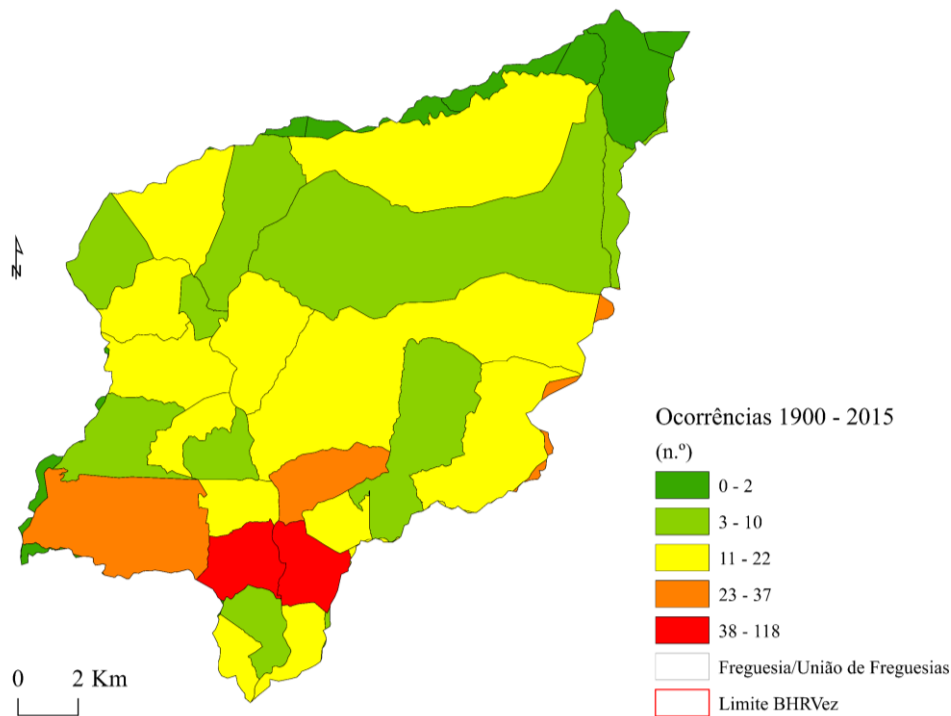


Figura 6.6 – Número de ocorrências por Freguesia/União de Freguesias (CAOP, 2014; Carta Militar de Portugal, IGeoE, 1996, 1997; Imprensa Periódica, 1900-2015).

A metodologia aplicada, “Strahler-Shreve-ocorrências”, mostrou-se adequada e de fácil utilização, podendo ser aplicada a estudos sobre outras localidades. Efetuou-se e o procedimento de validação de dados recomendado pela OMM (2009), que consistiu na comparação dos variáveis introduzidas no modelo com os valores da prova. Segundo Santos & Reis (2017) o fluxo é crucial na avaliação da suscetibilidade às cheias ao representar a área total que contribuiu para o acumulado a montante da bacia. Este fluxo está dependente da área de receção da precipitação média diária, que escorre com a saturação do solo (Kar et al., 2015).

O agravamento das cheias dá-se onde a expansão urbana acompanha a impermeabilização do solo, que coincide com o troço onde a suscetibilidade a cheias é mais elevada.

Quanto maior o declive dos terrenos, maior será a velocidade com que se dá o escoamento superficial e, conseqüentemente, menor será o tempo que a água leva a atingir o sistema de drenagem, facilitando o aparecimento de maiores pontas de cheia. Para tal contribui também o facto de um maior declive corresponder a uma menor infiltração de água no solo.

(Hipólito & Vaz, 2013: p. 75)

O modelo de suscetibilidade física simplificada às cheias validou-se de forma empírica com o cruzamento das ocorrências das notícias. Para uma melhor consistência do mesmo, após aplicar a regressão linear, aplicou-se o teste do X^2 às duas variáveis “Strahler*Shreve” (valores observados) e “ocorrências” (valores esperados), obtendo-se um valor de $X^2 = 28,9 < X^2_{0,05} (v = 40) = 66,77$, o que, conforme Lencastre & Franco (2010) não se deve rejeitar o ajustamento dos valores da amostra, para o nível de confiança considerado de 95 %. Portanto, o modelo é aceite para caracterização e previsão da suscetibilidade às cheias, sendo um dado indicativo da potencialidade de cada Freguesia/União de Freguesias ser afetada.

6.2.3 O caso particular da Valeta face ao perigo de cheia

A Valeta é o local que mais ligação teve com as cheias, apresenta uma suscetibilidade elevada ao nível da União de Freguesias e ao nível do troço, sendo aquela que tem mais história ao ser a mais relatada nas notícias. Por várias vezes neste documento se fez referência à Valeta, por ser o local mais noticiado relativamente à questão das cheias, quer em termos de ocorrências quer em termos de ações humanas. O zoom da localização da Valeta pode ser observado na Figura 6.7.

Quanto à consequência mais gravosa, neste local não é conhecida nenhuma morte por afogamento, apenas alguns desalojados por um período máximo de dois meses (conforme se referiu no capítulo 5).

Os principais danos noticiados foram no edificado, nomeadamente nas habitações, no comércio e nas vias de circulação rodoviária e pedonal, incluindo as pontes/pontilhões. Estes foram descritos com mais detalhe no capítulo anterior, embora se aproveite para fazer uma abordagem a alguns pormenores, como o meandro onde se situa a praia fluvial.

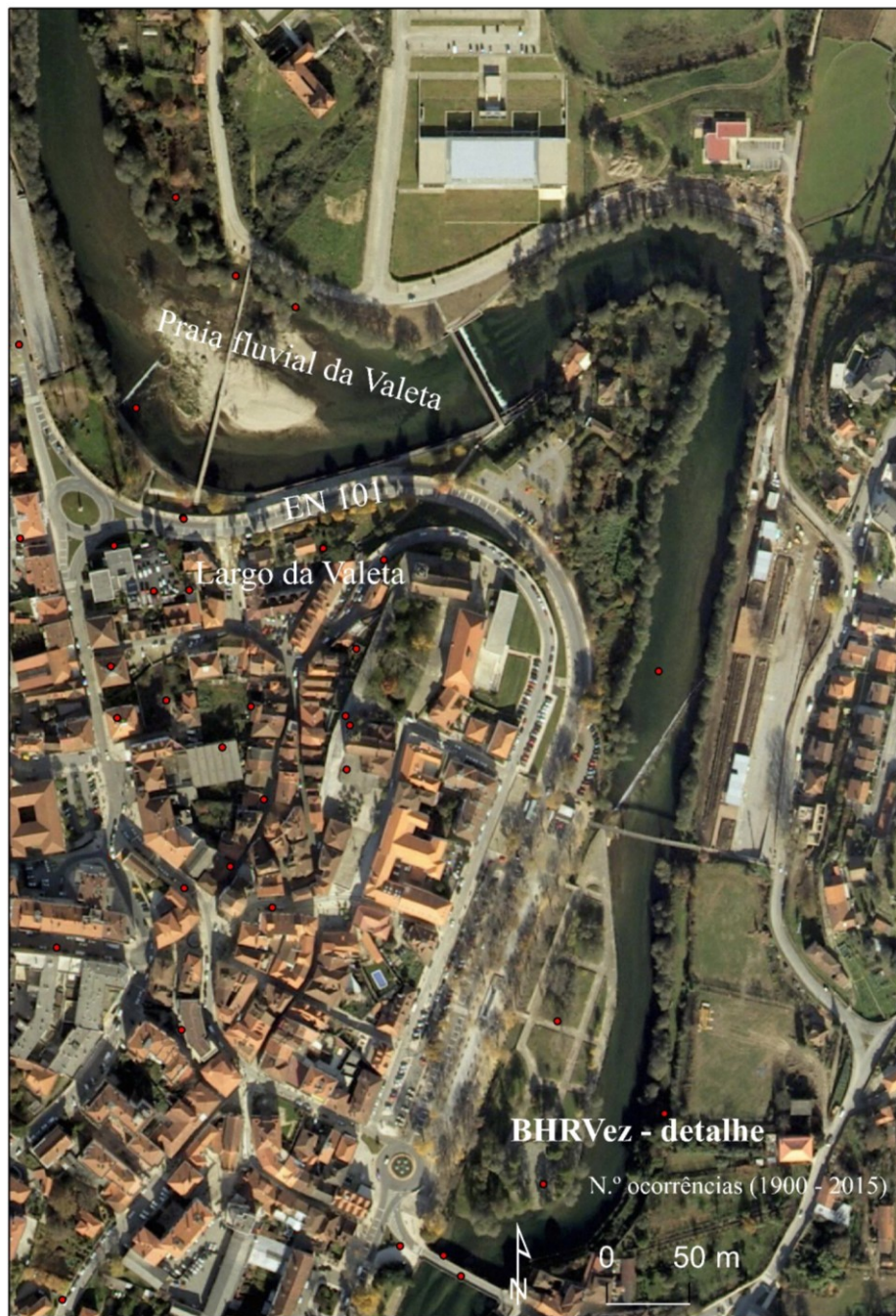


Figura 6.7 – BHRVez: área urbana mais afetada pelas cheias (ortofotomapas, IGeoE, 2005/2006).

Os leitos de cheia nos cursos de água naturais formam canais que variam irregularmente, dependendo da periodicidade da precipitação. Este fenómeno é o resultado da tentativa de cada rio, como sistema, de alcançar o equilíbrio dinâmico, onde um dos componentes de troca é o declive e a formação de meandros (OMM, 2009).

Na BHRVez um dos meandros mais pronunciados, localizado na União de Freguesias das Arcos de Valdevez (Salvador), Vila Fonche e Parada e União de Freguesias de Arcos de Valdevez (S. Paio) e Giela, é o da área da Valeta, do lado Sul da praia da Valeta, como parte integrante do traçado natural do rio Vez. Ora, esta é uma das características do troço do rio, que permite a identificação particular de um local do território, como o exemplo do meandro, e que representa um parâmetro geométrico local característico daquela paisagem (Figura 6.8).

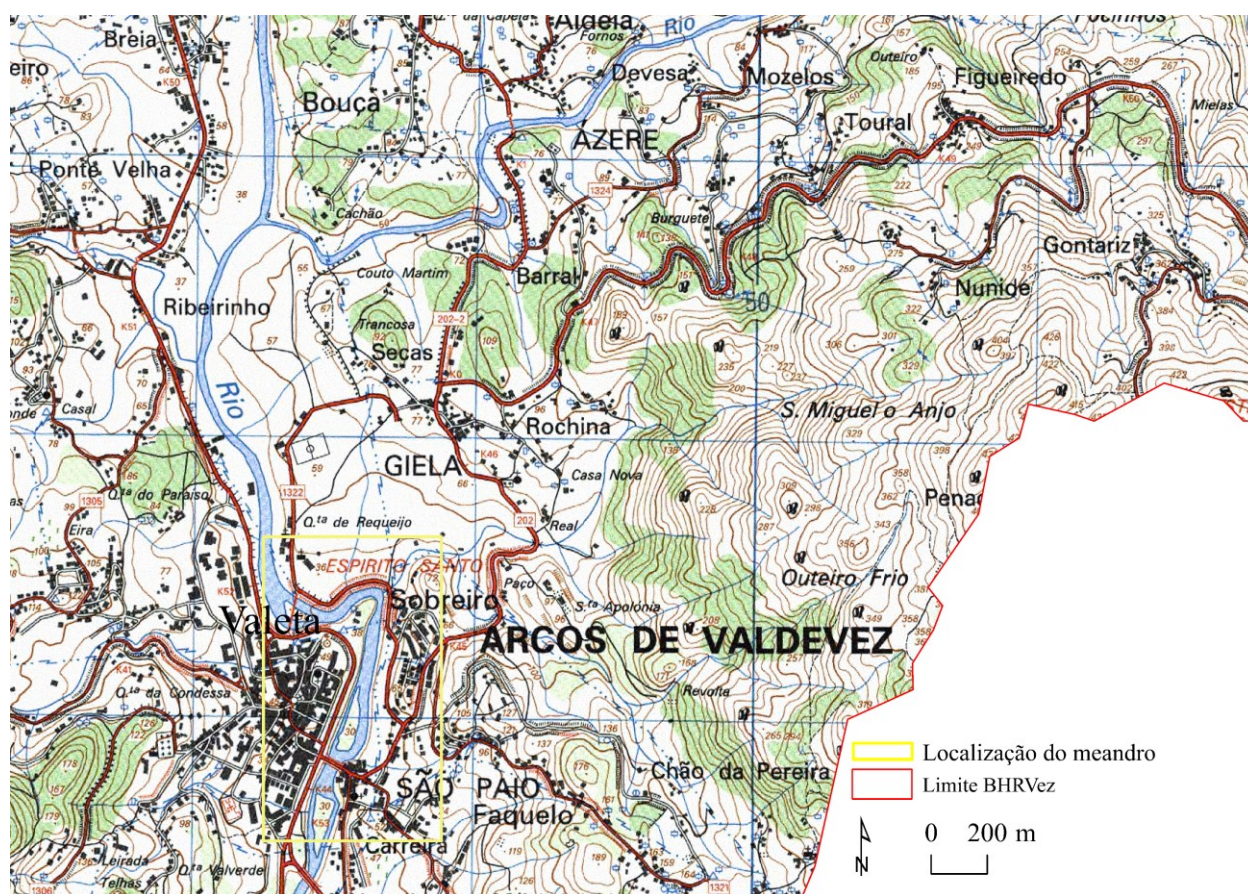


Figura 6.8 – BHRVez: localização do Meandro (Carta Militar de Portugal, IGeoE, 2013).

6.2.4 Medidas adotadas para mitigar as cheias

O rápido desenvolvimento científico e tecnológico das últimas décadas, aliado à crescente preocupação das comunidades com as questões do território, configuram a criação de bases de dados que possibilitam, segundo Naghettini & Pinto (2007), o estudo e tratamento da informação obtida e, ao mesmo tempo, a sua aplicação e divulgação, contribuindo para um maior e um melhor conhecimento sobre o assunto.

O papel/ações das Juntas de Freguesia, das paróquias, da população e da imprensa local, dos serviços de recolha e disponibilização de dados hidrometeorológicos, e Censos, como informação empírica, foi fundamental para a obtenção da informação e sua análise.

Os habitantes convivem com os fenómenos meteorológicos, que desencadeiam as cheias, como parte integrante da sua experiência de vida. Um exemplo é a área da Valeta, localizada a uma cota baixa, na área urbana e na planície do rio Vez. A povoação sendo muitas vezes afetada por cheias, tem sabido adaptar-se a conviver com o perigo. Foram efetuadas algumas obras de defesa contra eventos de cheia. Localmente, continuam a serem feitas melhorias, com investimentos em obras públicas e privadas, nos acessos e no edificado, de modo a diminuir a vulnerabilidade e o perigo de cheia, especialmente durante o Outono e o Inverno.

Por outro lado, a perceção de oportunidades e de ameaças são independentes, o que sugere que elas não representam necessariamente os polos de uma mesma construção (Krueger & Dickson, 1994; Wijkman & Timberlake, 1984). Refere-se o exemplo da Valeta, afetada com as cheias de 1987, 1999, 2000 e 2001. Os habitantes e comerciantes, juntamente com uma Comissão para Defesa da Valeta localizada na Freguesia de Arcos de Valdevez S. Salvador - criada para o efeito, e encabeçada pelo Presidente da referida Junta de Freguesia, fizeram parte das forças reivindicadoras que reclamavam a construção de defesas adequadas contra as cheias. Esta foi uma oportunidade para se fazerem obras de requalificação das vias de circulação rodoviária e pedonal assim como a restauração de alguns edifícios degradados, tendo sido financiadas em grande parte por fundos públicos, nomeadamente União Europeia, Governo central e Câmara Municipal. Assim, a forma como, a partir do território local, se interpreta o binómio perigo-oportunidade constitui um desafio para os investigadores, influenciados pelas condições do sujeito e do perigo.

Portanto, ao observar o território com uma abordagem sistémica, podemos desmontá-lo em subsistemas, a que chamaremos unidades territoriais afetadas ao perigo. Retomando o exemplo da Valeta, podemos dizer que sofreu danos de forma diferenciada, em função das condições próprias do perigo.

Outras ações humanas, como as de limpeza do rio por grupos organizados para o efeito, como a Associação dos Amigos do Rio Vez, o Rotário Arcuense, alunos e professores das escolas locais que se dispuseram a recolherem o lixo depositado nas margens

ribeirinhas (*O Povo da Barca*, 14/06/1998), foram medidas determinantes em relação à percepção do perigo de cheia e, por conseguinte, a diminuição do mesmo. Os parâmetros de qualidade da água também foram favorecidos com as práticas de limpeza fluvial.

Outro exemplo que pode ser referido é o Posto de Abastecimento de Combustível da Shell localizado na margem do rio Vez. Este foi notícia a 10/10/1954, no jornal *Vanguarda*, devido às obras realizadas no largo onde se situava, no Trasladário. A 12/01/1992, segundo o *Notícias dos Arcos*, sobre o mesmo Posto de Abastecimento de Combustíveis, já localizado no Tournal, Piolho, decorreu uma ação de apelo a localização desacetada, onde intervieram cidadãos, Escola Secundária, CMAV e Junta de Freguesia Arcos S. Salvador. A 03/03/1996, o mesmo jornal, esclarece que o pedido de retirada do posto de abastecimento foi uma ação que envolveu a CMAV, Associação de Pais, os Conselhos Diretivos das Escolas Secundária e Básica 2 e 3, a Junta de Freguesia de Arcos-Salvador, a Shell e a Junta Autónoma das Estradas (JAE). Conforme se constatou, com informação empírica, as ações sociais são determinantes relativamente ao perigo que é criado localmente. O local é periodicamente afetado com as cheias e o posto de abastecimento de combustível além de ficar inacessível em dias de cheia, poderia derramar combustível e poluir as águas do rio Vez.

Outro aspeto a referir é a correção do rio. Esta consiste em aprofundar e retificar o canal para navegação e/ou controlo de cheias. Aqui, faz-se referência, ao ribeiro de Vila Fonche, alongado e canalizado no troço que percorre a Valeta até à foz no rio Vez. Conforme se tem vindo a referir, um dos assuntos mais abordados na imprensa periódica foi o relativo às cheias na Valeta. É de salientar que o ribeiro de Vila Fonche em dias de cheia faz efeito de refluxo com o rio Vez, onde desagua, contribuindo para a acumulação de água, o que significa que apesar dos projetos de intervenção local, a mitigação dos efeitos danosos pode não ter sido eficaz, o suficiente.

Para além de outros fatores, as represas de água numa bacia hidrográfica têm um efeito retardador da cheia, mas ao mesmo tempo podem multiplicar o dano causado em caso de rutura (OMM, 2009). Vejamos alguns exemplos. Um lago que faz parte de uma praia fluvial, como a da Valeta ou, também, locais onde o açude faz parte da paisagem e com represa de água, dependerá do desenho e do funcionamento da presa. Ainda mais, a BHRVez é conhecida também por ter vários açudes. Vale a pena voltar à fonte de

informação da imprensa periódica para descrever as informações relativas às represas ou açudes na BHRVez.

De acordo com Carvalho-Santos et al. (2016) o plano para a construção de uma “minibarragem”, na parte superior da bacia hidrográfica, foi seguido por protestos dos habitantes e organizações, que queriam preservar a paisagem e os valores de biodiversidade da BHRVez. Neste sentido, um dos trabalhos de investigação mais recente é o elaborado por Bellu et al. (2016), já referido.

Em toda a rede de fluxos da rede hidrográfica, todas essas variáveis determinam a taxa do próprio fluxo, dos sedimentos e dos restos lenhosos. Por várias vezes a imprensa relatou, em dia de eventos de cheia, a queda de árvores e o arrastamento de resíduos lenhosos pela força das águas do rio Vez (Tabela 5.7).

A ínsua do Vez, na sede do Concelho, constitui outro exemplo. Com corredores arbóreos de grande porte que em dias de cheia contribuem para aumentar o material lenhoso levado pela corrente. Destacam-se algumas das notícias sobre a construção do perigo na ínsua, no capítulo anterior.

Ao analisar a suscetibilidade às cheias, numa perspetiva de responsabilidade partilhada na ocupação do território, através de uma leitura ampla e inclusiva, procurou-se compreender as interações que evidenciam as incertezas relativas às componentes principais. O desenvolvimento e a evolução sustentável dos sistemas hidrológicos não podem ser alcançados sem os conhecimentos de âmbito local (Loucks, 2000). Ora, conhecer e sistematizar as ações sobre o território ao longo de um período alargado, que mitigam o perigo que uma cheia pode provocar é uma inovação facilitadora do acesso a esses dados, que de outra forma dificultaria em tempo útil este conhecimento, imprescindível à mitigação do perigo a cheias.

As componentes natural e antrópica do território são elementos dinâmicos, com caráter instável e de probabilidade aleatória, que sofrem alterações através do tempo e do espaço onde estavam inseridos. De aí a necessidade de identificar estes componentes mediante o estado apropriado das suas especificidades a nível local. Neste sentido, todos os casos resultantes de fenómenos naturais e/ou antrópicos – valores de precipitação extrema ou ação, no primeiro caso; consequências da intervenção agrícola e florestal, no segundo -, assim como injeção de recursos que promovam a construção, devem ser objeto de registos

georreferenciais cronológicos, isto é, ao longo do tempo. Só assim se justificam as metodologias mais adequadas aplicadas localmente para estimativas de frequência de cheias. Ora, é ao longo do tempo, que se vão gerando novas condições de estabilidade e de incerteza. E é, com o trabalho dos intervenientes locais que os registos se tornam históricos ou com séries de possível análise. A intensidade das ocorrências e a frequência só se aproxima da realidade com séries de fontes de dados a uma escala local, como o exemplo da imprensa local, sendo um complemento à imprensa nacional.

Os dados locais vêm preencher uma lacuna significativa no “Estado de Arte” sobre eventos de cheia, que fazem parte do sistema hidrológico. Estes são fundamentais para poderem ser aplicados métodos e modelos estatísticos e cartografar resultados, essenciais para a prática do conhecimento hidrológico a nível nacional, de modo a conhecer e investigar as variáveis do meio físico como atributos de utilidade comum. Sendo, estas ações também importantes de mitigação indireta do perigo a cheias.

As bases de dados internacionais sobre catástrofes, resultantes do trabalho da EM-DAT ou a da Cruz Vermelha Internacional, e as nacionais, como a Disaster, por citar apenas estes exemplos, apresentam, geralmente, descrições de um evento para cada fenómeno natural que afetou o país ou uma região, dando a ideia de que todo o país ou região é uma grande área de desastre, e, portanto, de perigo. Esta interpretação constitui uma leitura da suscetibilidade às cheias, do perigo e do risco completamente afastada da realidade. Só com dados locais podemos ver que se trata não só de um evento, mas sim de muitos com várias ocorrências, resultantes da realidade do perigo de cada subsistema que compõe o território.

Podemos dizer que cada Freguesia/União de Freguesias tem o seu próprio nível de suscetibilidade às cheias, determinado pelas especificidades próprias daquele território e consequentemente, as ações em cada uma delas divergiram ou aproximaram em função das necessidades e de objetivos comuns.

CAPÍTULO 7 – AS CHEIAS E A SUSTENTABILIDADE

A Terra é o único planeta habitado conhecido até ao momento. É esta habitabilidade que deu origem ao conceito de desenvolvimento sustentável, cuja abrangência inclui, também, a drenagem urbana (Pompêo, 2000).

A Agenda - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável de 2015 e 2030, das United Nations, inclui diretrizes específicas neste sentido, de modo a garantir a proteção ambiental, o bem-estar, a prosperidade económica e a proteção ambiental (Pradhan et al., 2017).

Entre as várias unidades territoriais da bacia hidrográfica, o uso sustentável dos recursos hídricos requer um conhecimento do sistema hidrogeomorfológico (Guida et al., 2016). Quanto ao estudo da sustentabilidade de bacias hidrográficas, a abordagem de Biron et al. (2014) baseia-se na hipótese de que as tendências futuras possam ser estimadas partindo de dados do passado. Nesta linha de pensamento, a construção do inventário eBd pode incorporar um conjunto de ferramentas que darão origem a medidas preventivas de ordenamento do território, na medida em que permite registar e estudar o histórico das cheias num quadro de ausência parcial de dados hidrométricos, bem como, permite abordar e sistematizar as consequências associadas a ocorrências de episódios antigos. Assim, o estudo da evolução de território sujeito ao perigo de cheias permitirá reavaliar a ocupação do solo no quadro da diminuição da exposição de pessoas, bens, infraestruturas e serviços e por sua vez do ordenamento territorial. Conforme a OMM (2009): “a criação de bases de dados adequadas que reflitam o controlo dos sistemas hidrológicos é um pré-requisito fundamental para avaliar e gerir os recursos hídricos” (p. II.3-1). A partir da combinação de diversos registos podemos identificar as cheias de maior magnitude (Bayliss & Reed, 2001) e estudar a frequência e gravidade das ameaças à sociedade (Loucks, 2000). No capítulo 5 deste documento tem o levantamento das cheias e sua análise para o caso da BHRVez.

A pertença de Portugal na União Europeia (EU), faz com que a gestão das bacias hidrográficas beneficie do apoio para a sua gestão sustentável, em conformidade com os requisitos atuais da Diretiva-Quadro da Água da União Europeia (Euler & Heldt, 2018; Jager et al., 2016; Van Rijswick & Wuijts, 2016).

Para determinar em que medida se pode manter o desenvolvimento sustentável é necessário o controlo da quantidade e a qualidade da água nos sistemas naturais (rios, lagos, águas subterrâneas e neve) durante largos períodos (OMM, 2009). Portanto, devido aos efeitos do desenvolvimento e para evitar a degradação das bacias hidrográficas, sempre que necessário são aplicados investimentos em ETAR's, procedendo à reciclagem das águas residuais provenientes das atividades agrícolas; à irrigação controlada, para o aproveitamento racional, utilizando entre outros os Planos de Bacias Hidrográficas (PBH) como forma de ordenamento. Além disso, o reflorestamento extensivo das cabeceiras da bacia aumentaria a evapotranspiração e reduziria o escoamento (Bellu et al., 2016). A questão do uso e da cobertura do solo, com vegetação arbórea, é de relevo quando se considera o atual enfoque da União Europeia quanto ao investimento estratégico de adaptação às alterações climáticas (Carvalho-Santos et al., 2015). Eventualmente, isto expandiria as alternativas para a mitigação das cheias, nomeadamente, através da construção de bacias de retenção de cheias sustentáveis (Bellu et al., 2016). Porém, segundo OMM (2009) a intervenção humana incide significativamente nos sistemas hidrológicos, especialmente com: (i) a construção de represas e desvios (afetam o fluxo, o transporte de sedimentos, e os sistemas ecológicos das restantes bacias da rede hidrográfica); (ii) as alterações do uso do solo (afetam consideravelmente os regimes hidrológicos com a desflorestação, a drenagem de áreas húmidas, a construção de vias de comunicação e circulação, as práticas agrícolas e a urbanização); (iii) os resíduos industriais, urbanos e derivados de práticas agrícolas (uso de fertilizantes e pesticidas), que afetam negativamente a qualidade da água; (iv) a emissão de gases com efeito de estufa, que induzem as alterações climáticas e, por último, o transporte de poluentes atmosféricos em longas distâncias, que podem causar danos ecológicos em pontos distantes do local da emissão.

Os projetos de gestão hídrica podem responder a objetivos concretos: abastecimento de águas municipais, gestão das águas subterrâneas, rega, abastecimento de águas industriais, gestão de cheias, navegação, recreação e embelezamento da paisagem local,

controle da salinidade e sedimentos, diminuição da contaminação, conservação da fauna e da flora, produção de energia, entre outras considerações do meio ambiente (OMM, 2009). Os perigos de cheia, que têm como consequência as perdas, prolongam-se ao longo do tempo e dependem de diversos fatores: da magnitude do evento (frequência e severidade), da exposição das atividades humanas e da vulnerabilidade dos elementos expostos (OMM, 2009). Logo, para a OMM os dados sobre as atividades humanas e os elementos expostos são a chave da informação que justificam o modelo de sustentabilidade para uma determinada bacia hidrográfica. Paralelamente, é necessário ter em conta que o escoamento anual varia de ano para ano e os níveis dos fluxos nem sempre têm a mesma intensidade e duração.

As tendências atuais de uso do solo, juntamente com áreas urbanas situadas em planícies aluviais, permitem auxiliar na definição do nível do perigo. As áreas ribeirinhas são áreas potenciais para o desenvolvimento das sociedades. O desenvolvimento urbano em áreas fluviais não deve ser desmesurado e sem qualquer preocupação quanto aos perigos de cheia (Rosa, 2011). Para Alberti (1999), a massificação urbana afeta os sistemas ecológicos, onde devem ser calibradas as interações às escalas mundial, regional e local, para a caracterização do desempenho ambiental. O aumento da precipitação poderá produzir um aumento das cheias o que terá profundas implicações na economia, no desenvolvimento sustentável e incluso sobre a saúde humana nas áreas afetadas (Barredo & Engelen, 2009).

7.1. Indicadores para o modelo de sustentabilidade

Os indicadores são ferramentas úteis para a gestão do uso do solo, especialmente no contexto do desenvolvimento urbano sustentável, como base de informação para a tomada de decisões, e para as ações de sensibilização (Weiland et al., 2011). Segundo Weiland et al (2011), para a gestão dos recursos hídricos existem indicadores que incluem o crescimento da população, o envolvimento da comunidade, a disponibilidade de água, o uso da água, as tendências da qualidade da água, a contaminação do solo, o impacto das atividades agrícolas, a não-conformidade, as espécies em perigo, a mudança na cobertura vegetal, o acesso a oportunidades de lazer e à “saúde” do ecossistema. Quanto à avaliação da sustentabilidade de uma bacia hidrográfica e respetivos indicadores, muitos trabalhos

foram surgindo a partir da investigação de Chaves & Alipaz (2007), que definiram o Índice de Sustentabilidade Hídrica (ISH) considerando as dimensões hidrológica, ambiental, social e de gestão (Brown & Matlock, 2011; Chaves & Alipaz, 2007; Tamasauskas et al., 2016; Mititelu-Ionuș, 2017; Vollmer et al., 2016; Wiek & Larson, 2012). Para Cortés et al. (2012) o ISH é uma boa ferramenta de avaliação desde que aplicada regularmente, por exemplo, cada 5 anos, de modo a fornecer uma descrição adequada da evolução das condições da bacia em termos de sustentabilidade. A sustentabilidade de uma bacia hidrográfica vê-se afetada por diversos fatores, sociais, econômicos e ambientais devendo ser tratados em conjunto, como um processo integrado (Chaves & Alipaz, 2007).

Na BHRVez foram utilizadas três dimensões de indicadores, conforme se referiu no capítulo 3 da metodologia: (i) hidrológica (ocorrências); (ii) ambiental (ações humanas que indiretamente incorporam as intervenções a nível ambiental); e social (demografia).

A seleção dos indicadores e respetivas variáveis fundamenta-se na informação do passado/bibliografia. A modo de comparação recorre-se a diversos trabalhos de investigadores sobre a criação de índices de sustentabilidade hidrológica, as três dimensões referidas e as respetivas variáveis. Veja-se, de seguida, para cada dimensão os vários exemplos e no final a sua combinação que originou o índice de sustentabilidade (considerou-se que quanto maior a dimensão hidrológica, ambiental e a social, a sustentabilidade é menor, ou seja, requer mais atenção).

7.1.1 Dimensão hidrológica

Na BHRVez, a variável “ocorrências” obtida da imprensa periódica define o indicador “hidrológico”. Esta variável resulta da contagem do número de ocorrências por Freguesia/União de Freguesias, sendo posteriormente convertida numa escala natural de 1 a 5 (Tabela 7.1), conforme se descreveu no capítulo referente à metodologia. Esta é uma variável abrangente na medida em que reflete a inadaptação que localmente as várias formas de ocupação do território possuem face às cheias.

Tabela 7.1 – Frequência das ocorrências de cheia na BHRVez para cada Freguesia/União de Freguesias (Imprensa Periódica, 1900/2015).

Ocorrências (escala natural)	Frequência (n.º de Freguesias/União de Freguesias)	Percentagem (%)
1	13	31,7
2	10	24,4
3	13	31,7
4	3	7,3
5	2	4,9
Total	41	100,0

Quanto à variável “ocorrências” é de relevo salientar que no capítulo anterior, cruzaram-se estas com o indicador de suscetibilidade física simplificada a cheias “Strahler*Shreve” e constatou-se que existe uma relação entre as mesmas (correlação de Pearson $r = 0,57$; significância $\rho = 0,000$; coeficiente de ajustamento $R^2 = 31,1 \%$). Embora existam diversas variáveis que influenciaram as ocorrências, como os exemplos já referidos, considerou-se que as ocorrências satisfazem a condição tendência ao longo de período de tempo e a frequência em determinados locais. Estes pressupostos, período temporal e frequência, são os mencionados pelos autores Knieper et al. (2010); Naubi et al. (2017) e Loucks (2000). A magnitude dos fluxos salientada por Tánago et al. (2015), pode ser observada na BHRVez na escala natural das ocorrências por Freguesia/União de Freguesias.

7.1.2 Dimensão ambiental

A sustentabilidade ambiental concentra-se em aspetos biofísicos (Moldan et al., 2012). As pressões ambientais podem ameaçar a sustentabilidade de uma bacia hidrográfica (Chaves & Alipaz, 2007). A proteção do ambiente e da saúde está contemplada nos objetivos para o Desenvolvimento sustentável (ODS). Segundo Dora et al. (2014), destacam-se duas áreas temáticas integradas nas políticas de desenvolvimento sustentável: a água e o saneamento. Estas temáticas são também referidas para o ODS pelas Nações Unidas (2015).

A variabilidade do clima (em alternativa às alterações climáticas) é um fator a considerar na tomada de decisões quanto à gestão da água, de forma a potenciar a adaptação a um futuro variável, em especial às cheias (Haasnoot et al., 2012). A bacia hidrográfica como unidade natural é amplamente reconhecida como meio de gestão (OMM, 2009). Daí que, em relação aos índices de sustentabilidade hídrica, a percentagem da bacia hidrográfica com cobertura vegetal, como a florestal, tenha um peso importante, nomeadamente, quando se trata de cheias (Tamasauskas et al., 2016).

Tomando os critérios adotados por Tamasauskas et al. (2016) idênticos aos de Chaves & Alipaz (2007). A escala utilizada pelos investigadores foi: 0, quando a ocupação é $< 5\%$ e 1, quando a cobertura por floresta é $> 40\%$. Logo, verifica-se, para a bacia hidrográfica em questão, um peso elevado com 0,075, ou seja, uma boa cobertura vegetal. As políticas de reflorestação são ações eficazes que contribuem para o aumento da cobertura vegetal.

Na BHRVez a variável “ações” obtida da imprensa periódica define o indicador “ambiental”. Esta variável é abrangente na medida em que reflete as ações no território durante o período de tempo estudado (1900 a 2015). Além disso, apesar de ser uma única variável engloba uma série de fatores, descrevendo-se alguns exemplos: ações não estruturais de limpeza do rio Vez e seus afluentes, as ações estruturais de defesa contra as cheias, as ETAR's, o sistema de abastecimento de água à população e o setor energético. Estes exemplos também foram os enumerados por Dora et al. (2014).

As ações recolhidas da imprensa periódica foram um dos resultados de investigação para a BHRVez, a partir da qual foi obtida a distribuição espacial do número de ações à escala da Freguesia/União de Freguesias (Figura 7.1; Tabela 7.2).

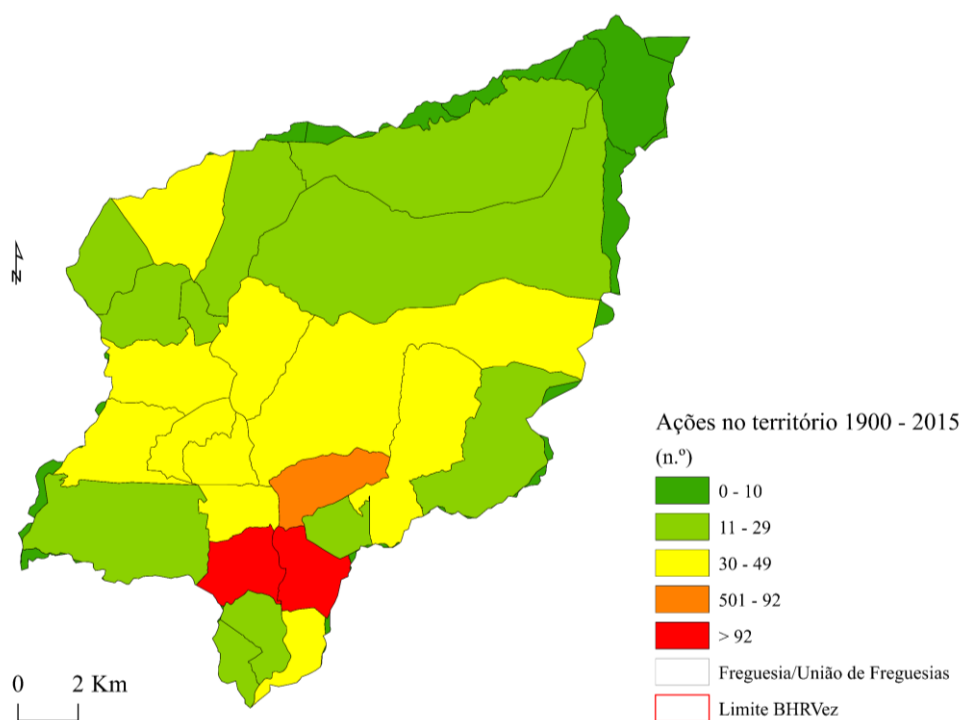


Figura 7.1 – Ações no território (CAOP, 2014; Carta Militar de Portugal, IGeoE, 1996, 1997; Imprensa Periódica, 1900-2015).

Quanto à frequência das ações na BHRVez, na escala natural estabelecida, ocuparam na sua maioria os valores baixos da escala entre 1 e 3, contando com 38 das 41 Freguesias/União de Freguesias. O valor máximo, 5, contou com 2 Freguesias/União de Freguesias, sendo o mínimo ocupado por 17 delas (Tabela 7.2).

Tabela 7.2 - Frequência das ações humanas na BHRVez para cada Freguesia/União de Freguesias (Imprensa Periódica, 1900/2015).

Ações (escala natural)	Frequência (n.º de Freguesias/União de Freguesias)	Percentagem (%)
1	17	41,5
2	11	26,8
3	10	24,4
4	1	2,4
5	2	4,9
Total	41	100,0

A sede do Concelho, conforme o que se previa, registaram valores mais elevados. Portanto, constatou-se que as ações no território da bacia hidrográfica aconteceram principalmente, ao longo do período estudado, nas Freguesias/União de Freguesias

próximas do canal, acentuando-se o número de intervenções na área urbana principal, a sede do Concelho. Este facto já se previa devido à maior densidade populacional apresentada por estas Freguesias/União de Freguesias.

7.1.3 Social

O indicador social permite avaliar a vulnerabilidade das comunidades e das populações relativamente aos desastres naturais (King & MacGregor, 2000). O desenvolvimento de um modelo local, que relacione a vulnerabilidade da comunidade com base em indicadores de estrutura social, contribui para a necessária sensibilização e para uma preparação mais adequada frente ao desastre. Os cidadãos em áreas de perigo de cheia precisam de informações sobre o nível do perigo, tais como os dados de precipitação e o nível do caudal do rio (Hiroi & Yamagata, 2014). Informação esta, segundo os mesmos autores, que pode contribuir para a diminuição dos danos causados pelas cheias.

Conjuntamente com o indicador social podemos associar o indicador económico, como parte integrante do parâmetro de IDH. Desta forma temos em conta os atributos individuais e as infraestruturas sociais. Neste indicador, os parâmetros ou variáveis a considerar podem ser diversos para uma determinada área de perigo, onde deve ser considerada, também, a densidade de edifícios das diversas infraestruturas. Em particular, a evolução do edificado é um bom indicador para caracterizar a sustentabilidade do território porque incorpora todos os restantes: económicos, ambientais e sociais. Além disso, Grub & Neckel (2009) acrescentam ainda um conjunto de subsistemas suscetíveis de atuarem como parâmetros, a saber: sistemas de energia, comunicação, viários, abastecimento de água, drenagem pluvial e esgotos.

Como indicadores económicos, no sentido geral, tendo como fonte de informação a imprensa periódica, referem-se, ainda os investimentos locais ao longo do período estudado, quer sejam como mais-valias locais (bens) quer tenham sido utilizados na reparação de danos provocados pelas cheias. Estes investimentos são o resultado da evolução social e urbana, dando lugar a estruturas de escoamento de águas pluviais, abastecimento de água, saneamento, telefone e energia elétrica. Para além disso, ainda são contemplados os investimentos em vias de comunicação e circulação, entre diversas estruturas de utilidade comum. As situações de cheia causam com frequência falhas,

como por exemplo no sistema energético, com o conseqüente congestionamento na circulação (Hiroi & Yamagata, 2014).

Na BHRVez a variável “população” obtida da BGRI (2011) define o indicador “social”. De forma indireta a vulnerabilidade das comunidades e da população relativamente às cheias está contida na variável “população”, por observação dos resultados, sem a determinação da vulnerabilidade. Os resultados dos parâmetros relativos à variável “população” foram: o número de famílias com pessoas de idade maior ou igual a 65 anos; o número de núcleos familiares; número de núcleos familiares com filhos menores (< 15 anos) e com filhos de idade adulta (> 15 anos); número de indivíduos sem saber ler ou escrever, os que possuem o ensino superior; número de empregados por setor de atividade (primário, secundário e terciário); e o número de reformados. Segundo os resultados, a grande maioria da população localiza-se na área urbana e de montanha, sendo que na área montanhosa localizam-se os indivíduos mais vulneráveis em termos de idade, sem saber ler ou escrever, trabalhadores do setor primário, sem atividade económico e os reformados. No entanto, a área de montanha é aquela que apresentou uma menor suscetibilidade e um menor perigo às cheias (ver estes resultados no capítulo 6 deste documento - Figura 6.4). Sendo este resultado relevante para o estudo do índice hidrológico, mais propriamente para a dimensão social, considerou-se para a variáveis “população” a densidade populacional (n.º habitantes/km²), facto este que reflete a maior “vulnerabilidade” nas Freguesias/União de Freguesias classificadas como urbanas e rural. À semelhança das restantes variáveis, esta foi convertida para a escala natural entre 1 e 5.

Obteve-se a frequência de ocupação do solo por Freguesia/União de Freguesias tendo em consideração a escala referida. A maioria das Freguesias/União de Freguesias ocupou os valores da escala mais baixos, entre 1 e 3, com 33 das 41 Freguesias/União de Freguesias, sendo que o valor mais elevado da escala foi ocupado por 3 e o mais baixo com 11 (Tabela 7.3).

Os resultados da frequência para os valores da graduação da escala natural obtidos por Freguesia/União de Freguesias vão ao encontro do recomendado pelos investigadores citados neste ponto, ao referir que os indicadores de estrutura social contribuem para a necessária sensibilização da comunidade e da população (Hiroi & Yamagata, 2014).

Tabela 7.3 - Frequência da ocupação do solo pela população na BHRVez para cada Freguesia/União de Freguesias (BGRI, 2011).

População (escala natural)	Frequência (n.º de Freguesias/União de Freguesias)	Percentagem (%)
1	11	26,8
2	17	41,5
3	5	12,2
4	5	12,2
5	3	7,3
Total	41	100

7.2 Modelo de avaliação da sustentabilidade hidrológica

De acordo com Pompêo (2000), a drenagem apenas é tida em conta em três situações: aquando a execução da pavimentação de vias de circulação públicas, durante as cheias e durante o breve momento da especulação sobre as causas e as soluções para tais inconvenientes.

Quando a ameaça ocorre num local não habitado, não haverá ninguém vulnerável, isto é, quando um elemento estiver ausente não haverá situação de perigo, embora exista um perigo latente (Guerra & Zacharias, 2016).

Obtivemos um índice de sustentabilidade elevada para a BHRVez com um valor médio de 1,7 (adimensional). O índice de sustentabilidade hidrológico resultante para as Freguesias/União de Freguesias diverge entre elas de forma gradual, apresentando-se, como se previa, mais baixo nas unidades urbanas e rurais e mais elevado nas montanhosas.

A grande maioria das Freguesias/União de Freguesias contou com uma sustentabilidade elevada, 14; moderada, 12; e muito baixa, 2 (Figura 7.2). Portanto, segundo o modelo, em 34,1 % das Freguesias/União de Freguesias a sustentabilidade observada foi muito elevada (Tabela 7.4).

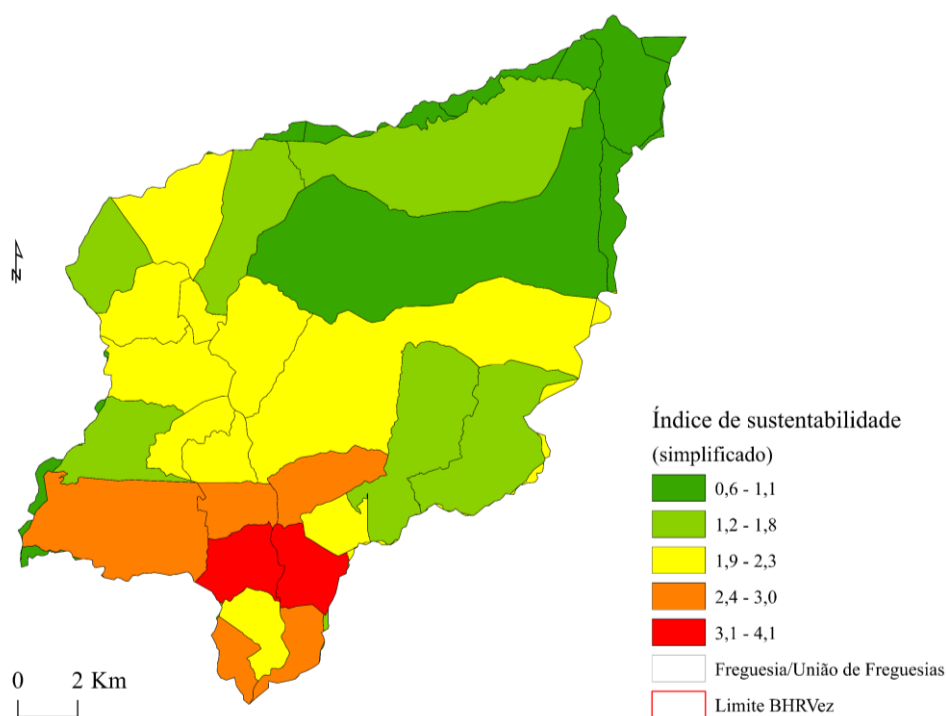


Figura 7.2 – Índices de sustentabilidade a cheias simplificado (CAOP, 2014; Carta Militar de Portugal, IGeoE, 1996, 1997; Imprensa Periódica, 1900-2015).

Tabela 7.4 – Índice de sustentabilidade hidrológica por classes para as Freguesias/União de Freguesias.

Índice de sustentabilidade	N.º Freguesias/União de Freguesias para classe	Percentagem (%)
Muito alta: 0,6 – 1,1	14	34,1
Alta: 1,2 – 1,8	8	19,5
Moderada: 1,9 – 2,3	12	29,3
Baixa: 2,4 – 3,0	5	12,2
Muito baixa: 3,1 – 4,1	2	4,9
N	41	100

Para o modelo de sustentabilidade o coeficiente de correlação ajustado (R^2) foi de 65,8 % e pela avaliação através do Qui-quadrado (X^2) deve ser aceite o ajustamento dos valores da amostra, para o nível de confiança de 95 %, conforme já descrito na metodologia.

O modelo foi delineado e aplicado para medir a sustentabilidade a duas escalas, à da bacia hidrográfica e ao nível da Freguesia/União de Freguesias. Este, à semelhança de diversos modelos hidrológicos (Oxley & Mays, 2017) é suscetível de ser aplicado a outras bacias hidrográficas, sempre que reunirem dados de entrada necessários. Logo, o resultado é

uma proposta como método de decisão para os gestores do poder local, conforme o refletido em Ouma & Tateishi (2014).

A vantagem da estrutura modular deste índice é que reflete a “vulnerabilidade” territorial potencial às cheias (APS, 2014). Tendo em consideração o critério de seleção das variáveis para os três indicadores, o desempenho de sustentabilidade fornece cenários demográficos para o perigo de cheias tendo como critério a ocupação humana em áreas propensas a inundar. Sendo assim, o desenvolvimento sustentável integra uma série de componentes para além dos hidrológicos e dos recursos hídricos: os recursos demográficos, por citar só um exemplo (Kundzewicz, 1997). Conforme o defendido por Oxley & Mays (2017), a sustentabilidade define-se para minimizar os perigos a longo prazo e para fornecer e manter a integridade ecológica, ambiental e hidrológica fluvial.

7.3 Aplicação e resultados do modelo de sustentabilidade

A aplicação e os resultados da modelação dos indicadores de sustentabilidade para a BHRVez e respetivo índice analisaram-se em conjunto e em três dimensões: “hidrológico”, “ambiental” e “social”. Confrontou-se a informação obtida da imprensa periódica, as ocorrências e as ações no território, com a dos Censos, nomeadamente a população, por utilizar apenas estas variáveis.

Ora, para a BHRVez, na escala natural que caracteriza os indicadores resultaram 3 Freguesias/União de Freguesias que requerem mais atenção por se encontrarem no valor máximo da referida escala (Tabela 7.5). As restantes Freguesias/União de Freguesias com uma menor densidade populacional requerem também atenção por parte do Poder Local, embora sejam as que apresentaram menor intervenção do homem comparativamente às restantes.

Tabela 7.5 – Comparação dos resultados entre indicadores: ocorrências, ações e população (Imprensa Periódica, 1900/2015; BGRI, 2011).

Escala /resultados	Indicadores / Freguesias/União de Freguesias (n.º)		
	Ocorrências	Ações	População
1	13	17	11
2	10	11	17
3	13	10	5
4	3	1	5
5	2	2	3
Total	41	41	41

Salientado que o conjunto dos dados que permitem dar a conhecer o estado de segurança numa bacia hidrográfica conta com a altura da água (Norman et al., 2013). Esta é influenciada pela rede de escoamento natural (obtido pela ordem hierarquica de Strhler e ordem de magnitude Shreve); pela quantidade de precipitação e respetivo caudal (limiares diários para $Q \geq 43,5 \text{ m}^3/\text{s}$ e $P = 38,6 \text{ mm}$); pelas características geomorfológicas (ocupação com granitos de duas micas, indiferenciado, com pouca permeabilidade), acrescidas da impermeabilização do solo devida à construção do edificado, especialmente nas áreas de planície de cheia; citando apenas estes exemplos.

Aludindo aos resultados da suscetibilidade física simplificada e aos da sustentabilidade (Tabela 7.6) verifica-se que para uma suscetibilidade elevada, obtém-se uma menor sustentabilidade. As Freguesias/União de Freguesias com “tendência” a uma menor sustentabilidade hidrológica requerem mais atenção no plano de gestão territorial, onde a política tem um papel fundamental (Chaves & Alipaz, 2007), por serem estes que canalizam a decisão por parte do Poder Local.

Ainda mais, a capacidade adaptativa (Engle & Lemos, 2010) e os processos de aprendizagem (Pahl-Wostl et al., 2010) podem ser compensados através de programas de formação e informação à população.

Tabela 7.6 – Comparação dos resultados entre índices: suscetibilidade e sustentabilidade (“proposta” de um modelo de gestão sustentável do território).

Índices / Freguesias/União de Freguesias (n.º)					
Escala		Suscetibilidade	Sustentabilidade	Escala	
Muito baixa	1	15	14	1	Muito alta
Baixa	2	7	8	2	alta
Moderada	3	6	12	3	Moderada
Alta	4	8	5	4	Baixa
Muito alta	5	5	2	5	Muito baixa
N =		41	41		

A aplicação do modelo de sustentabilidade encaixa nos Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável (ODS) que pretendem ser atingidos até 2030, ao apresentar os indicadores hidrológico, ambiental e social a várias escalas, a da bacia hidrográfica e da Freguesia/União de Freguesias, para além de troços do rio do canal principal que foram avaliados no modelo anterior, o de suscetibilidade a cheias.

Vale a pena relembrar que conforme Siche et al. (2007) a ideia do desenvolvimento de indicadores para avaliar a sustentabilidade surgiu na Conferência Mundial sobre o Meio Ambiente – Rio 92 - sendo uma mais valia na definição de padrões de sustentabilidade e desenvolvimento.

Com os ODS, sucessores dos Objetivos do Desenvolvimento do Milênio, perspetiva-se a ampliação da cooperação internacional e o apoio às atividades e programas relacionados com a água e com o saneamento; apoiar e fortalecer a participação das comunidades locais para melhorar a gestão da água e do saneamento (ONU, 2015). De acordo com a ONU, com um dos ODS pretende-se a implementação de medidas indispensáveis ao combate das alterações climáticas e os seus impactos, em particular, reforçar a resiliência e a capacidade de adaptação aos perigos. Além deste, com um dos ODS pretende-se assegurar o acesso à energia confiável, sustentável, moderna e a um preço acessível para todos (ONU, 2015; Schroder, 2015).

A importância dos ODS e as investigações que apontam no sentido do estipulado nos mesmos, quer diretamente, quer indiretamente, vão ao encontro do combate ou controlo dos impactos causados pelas ditas “alterações climáticas”, mitigando os perigos para os núcleos populacionais mais vulneráveis. Concordamos com as constatações dos diversos

autores, nomeadamente, da ONU (2015), Schroder (2015) e Siche et al. (2007), ao desenvolverem uma investigação que vá ao encontro da sustentabilidade hidrográfica, como o exemplo do caso de estudo sobre as cheias na BHRVez.

Deu-se relevo, ao impacto da notícia, sendo muitas das vezes visto como influenciador das políticas dos agentes interessados, a mesma opinião de Wei et al. (2015). Ora, estamos perante a teoria da agenda das prioridades relativa aos assuntos lidos (*agenda-setting theory deals with the salience of issues*), geralmente aplicada a assuntos como as notícias (De Vreese, 2005).

À medida que se deu o crescimento do edificado, teve-se a necessidade de reestruturar, implementar e/ou alargar os sistemas de esgotos e abastecimento de água, citando estes como exemplos.

O crescimento do edificado deu-se essencialmente durante o período de 1981 a 1991, com uma Taxa de Crescimento Anual (TCA) mais elevada (≥ 1), ocupando 28 das 41 Freguesias/União de Freguesias (resultado obtidos no capítulo 4). Este facto vem ao encontro do resultado obtido para a sustentabilidade da BHRVez por Freguesia/União de Freguesias. Aquelas com um índice de sustentabilidade mais baixo são aquelas com maior densidade populacional (habitantes/km²) e maior densidade de edifícios (edifícios/km²) e consequentemente foram aquelas onde se registaram maior número de ações humanas no território e mais ocorrências. Repare-se que, pelo resultado do modelo de sustentabilidade, o número de Freguesias/União de Freguesias com um índice de sustentabilidade muito baixa a elevada foram 27 das 41, ou seja, as que apresentaram melhores resultados foram 14, sendo as de montanha, correspondentes às de menor intervenção humana.

Pegando num dos exemplos constatado para a BHRVez e já referido, as fontes da imprensa periódica (eBd) permitiram ter uma perceção mais clara em relação à preocupação com o abastecimento e saneamento da água devido às datas bastante recuadas das notícias registadas. Foram medidas necessárias ou mesmo “obrigatórias” devido ao crescimento urbano. Vejamos que a opinião de duas fontes bibliográficas sobre o mesmo assunto é a mesma. A ligação do edificado habitacional, comercial e industrial aos sistemas de redes de abastecimento de água e de saneamento é uma exigência necessária para a sustentabilidade (Hipólito & Vaz, 2013; OMM, 2009). O

dimensionamento da rede de abastecimento de água à população e da rede de saneamento e respetivo tratamento também carece de avaliação e escolha de modelos para o bom funcionamento, em especial, em dias de grandes cheias.

A afetação destes bens públicos e privados (referentes, neste caso, ao edificado) em dias de eventos de cheias, as ações de intervenção necessárias para a “reposição da normalidade”, contando que fazem parte dos componentes do perigo, foram objeto de análise no capítulo 5 deste documento. Por diversas vezes foram noticiadas informações sobre as falhas, causadas pelas cheias, no corte do abastecimento de água à população e no sistema de esgotos.

Citando mais exemplos sobre os factos apurados para a BHRVez, apontou-se, no capítulo 5 deste documento, a resenha histórica das ações relativas à eletrificação e instalação de serviços de telefonia. A sua afetação em dias de cheia também foi objeto de registo e análise no capítulo referido.

Conforme se constatou, a BHRVez tem evoluído em termos de construções, essencialmente edifícios habitacionais e vias de comunicação e circulação, as primeiras constatadas e analisadas no capítulo 4 deste documento e as segundas obtidas e analisadas apenas com base na informação da imprensa periódica (ocorrências e ações). A urbanização, por sua vez, reduz a infiltração, motivada pelas áreas impermeabilizadas e pela redução das depressões com capacidade de retenção, o que aumenta ainda a velocidade de escoamento. Motivos que justificaram a sua análise quando nos preocupamos com a determinação da sustentabilidade de uma determinada área ou conjunto de áreas.

Voltando a mais exemplos, o dimensionamento de coletores pluviais é fundamental em áreas urbanizadas, de forma a conhecer o armazenamento num determinado coletor e num determinado intervalo de tempo. Os métodos utilizados consideram, geralmente, as seguintes grandezas: intensidade e frequência estatística da precipitação, precipitação útil, volume armazenado, tempo e regime de escoamento nos coletores e respetiva capacidade de vasão (Lencastre & Franco, 2010). A validade de cada um dos métodos prende-se com o bom funcionamento das obras projetadas por seu intermédio. Para a rede de escoamento superficial das águas pluviais deve considerar-se uma rede de coletores só quando a rede natural se mostrar insuficiente (Lencastre & Franco, 2010). Este é o caso das

Freguesias/União de Freguesias da sede do Concelho da BHRVez, onde o crescimento da urbanização obrigou a afetar investimentos em coletores (podendo ser observado nos dados analisados no capítulo 4), além das diversas ocorrências causadas pelas cheias que se referiram no capítulo 5.

Faz-se ainda uma sugestão à menção a algumas medidas contra as cheias para o edificado mais vulnerável. Os edifícios, quer isolados ou aglomerados, localizados em áreas sujeitas a cheias, requerem materiais de construção que isolem a passagem de água para o seu interior. Desta forma, a defesa de um edifício pode passar por portas e janelas estanques à entrada de água perante situações emergentes. As aberturas, em especial de portas e janelas, normalmente são concebidas tendo em conta a entrada e a saída de pessoas, e a proteção contra eventuais roubos. Já no caso das janelas, têm-se em conta aspetos como o controlo da temperatura, a ventilação dos edifícios ou a entrada da luz natural. Em função do local onde está implantado o edifício, podem existir vidros duplos de isolamento contra ruídos excessivos. Contudo, o dimensionamento destas aberturas pode não manifestar resistência a eventos de cheia, que normalmente são raros. O fechar de portas e janelas com resistência a situações emergentes à entrada de água, poderia evitar inundar o seu interior, evitando danos físicos, prejuízos económicos ou mesmo perda de vidas humanas por afogamento.

Em áreas urbanas consolidadas, os edifícios devem sofrer reforços estruturais (isolamento adaptado) contra a humidade e a entrada de água, assim como também nos espaços abertos, portas, janelas e aberturas para ventilação. Do mesmo modo, o fecho de aberturas para quando for necessário proteger o piso suscetível a inundar e aberturas quando necessário escoar a água por ter inundado o interior do edifício. Um dos problemas referidos por uma proprietária e inquirida por questionário (2007/2008) foi que as obras de defesa contra as cheias na Valeta obrigaram a tapar uma das saídas das águas quando inundava o interior da sua habitação, casa número 151, agravando a situação, porque a água não escoava, segundo a proprietária.

Em áreas com elevado índice de pluviosidade, as construções estão suscetíveis às fragilidades quanto à durabilidade devida à ação da água da cheia quando entra pelas aberturas (portas ou janelas), por capilaridade de ascensão vertical, por infiltração através de fendas, fissuras ou poros.

A humidade pode levar ainda a transformação do material (fendas, fissuras, eflorescência), corrosão ou desprendimento¹⁷. Fatores ambientais, como a humidade são causadores da deterioração nas estruturas dos edifícios a nível exterior e interior. “Há infinitos casos que comprovam que extremos de humidade causam danos gravíssimos” (Pereira, 2012: p. 43). Quanto mais valor existir dentro de um edifício mais investimento na proteção deve existir. As obras de interesse público e cultural, como sejam, museus, são alguns dos exemplos. No entanto, o homem desde a antiguidade sempre desenvolveu algum tipo de estratégia (Eires et al., 2014) para proteger as construções contra as cheias. Atualmente tem existido algum esforço no sentido de implementar algumas estratégias arquitetónicas que permitam a estabilização do material (como construções flutuantes), aplicadas com sucesso, promovendo a sua durabilidade e resistência. Como na BHRVez os edifícios não são flutuantes o estudo e a sua análise tem em conta o que existe, normalmente: edifícios imóveis fixos. Sobre edifícios flutuantes recomenda-se consultar alguns artigos, salientando o exemplo do Brasil¹⁸, onde os habitantes ribeirinhos tentam estabelecer uma relação com a água. Para as propriedades privadas, o investimento em modelos flutuantes é uma decisão condicionada por opções pessoais, em função do poder económico de cada pessoa/família.

Quanto aos fatores referidos sobre as particularidades das construções, como as portas, as janelas, os materiais de construção, casas flutuantes, na BHRVez não são conhecidas atenções a estes aspetos, apenas notícias sobre a reparação de danos causados pelas cheias. Destacam-se alguns delas: a pintura de paredes habitacionais e comerciais e a transferência de serviços e comércio para locais menos propensos a inundar, por citar estes em detrimento de outros. Como transferência de serviços, tem-se o exemplo da Junta de Freguesia de Arcos S. Salvador (denominação anterior à reestruturação administrativa de Freguesias em 2013) que devido às cheias de 1999 e aos prejuízos causados foi deslocada para outro edifício mais afastado do rio, informação obtida na imprensa periódica. Como comércio, refere-se o exemplo de uma loja de candeeiros que foi

¹⁷ A este respeito veja-se Moura (2012: pp. 33, 34).

¹⁸ Souza, L. J. B. (2010). Cidade flutuante: uma Manaus sobre as águas (1920-1967). (Tese de Doutoramento), Universidade Católica de São Paulo, São Paulo. <<https://tede.pucsp.br/handle/handle/13222>>, (Consulta a 15 de setembro de 2015).

deslocada para outra rua da Valeta menos propensa a ser afetada pelas cheias, informação obtida no inquérito à população local.

Para além disso, existe ainda a resistência do edifício ao arrastamento pelas águas e materiais transportados no escoamento, tema mais orientado para os estudos sobre deslizamentos de terras, causados ou não pelas cheias. Evitar desabamentos de estruturas edificadas causados por tempestades e pelas cheias implica que o sistema de drenagem seja eficiente para evitar força de pressão contra uma determinada estrutura. Vale a pena lembrar o desastre em Frades, onde morreram 4 pessoas soterradas pelas suas próprias habitações que desabaram em dia de cheia entre os dias 07/12/2000 e 08/12/2000, já referido no capítulo 5 deste documento como um dos pontos críticos. Desde essa data, não são conhecidas notícias com autorização para a “reconstrução” de novas habitações nesse local, medida tomada como acertada devida à instabilidade hidrológica oferecida.

Os edifícios foram construídos com vários tipos de estruturas, betão, com placa, sem placa ou rocha/granito (pedra), conforme a informação da BGRI (INE, 2011). Em Portugal a regulamentação através de diplomas legais tem vindo a sofrer alterações de forma a impor mais rigor nas construções e mais resistência aos perigos naturais.

A rocha (pedra natural), como material de construção para estruturas e edifícios, pode ser afetada com as cheias. As mudanças das propriedades físicas da pedra devidas à saturação de água são fundamentais para a avaliação da estabilidade dos prédios em caso de cheias (Weber, 2002).

Com base em alguns trabalhos (Becker et al, 2010), sabemos que o impacto das cheias no interior dos edifícios ainda não foi objeto de atenção pormenorizada por parte dos legisladores. O tipo de estrutura das construções formula algumas conclusões úteis para as diferentes situações de cheias.

As cheias urbanas locais muitas das vezes têm como causa a inadequada drenagem de águas pluviais (OMM, 2009). Porém, os meandros têm um papel importante como reservatórios naturais de acumulação de água, minimizando o impacto de cheias e contribuindo para a sustentabilidade hidrográfica (Biron et al., 2014). Este facto está patente no meandro da Valeta, localizado na BHRVez, sendo o local de acumulação de água e também de “amortecimento” do impacto das cheias. É no meandro que se localiza a praia fluvial da Valeta.

Manifestamente claro e que também se verificou para o caso da BHRVez é o referido por Paul & Mahmood (2016), quando o congestionamento da drenagem aumenta durante as cheias, o constrangimento das pessoas é visível. Para Wei et al. (2015) a análise das notícias da imprensa periódica oferece uma imagem muito clara da influência que as principais reformas governamentais e os principais eventos naturais tiveram em algumas variáveis selecionadas no estudo. Tomando como exemplo os eventos de cheias, os referidos autores salientam a importância das variáveis obtidas a partir dos relatos da imprensa periódica, como fator fortemente influenciável da opinião pública. Para isso seria necessário avaliar a sua significância, conforme se efetuou para as variáveis que foram utilizadas para a BHRVez, as quais foram todas significativas ($p < 0,05$), conforme o descrito no capítulo 4, sendo que a opção pela metodologia aplicada para a criação do respetivo modelo seria a mesma.

Quando as obras têm caráter protetor e não agravam a situação, nesta circunstância, os eventos extremos podem ser vistos pela opinião pública como oportunidades positivas (Wei et al., 2015). Este facto poderia ser uma variável da dimensão “económica” a acrescentar ao modelo de sustentabilidade, embora para o caso da BHRVez se tenha optado pela sua “exclusão” pelo facto de os dados económicos recolhidos das notícias exigirem a sua validação com dados por exemplo da contabilidade do respetivo município, Câmara Municipal de Arcos de Valdevez, por citar um dos organismos financiadores dos projetos públicos. Relativamente à dimensão “económica” acrescenta-se a referência a alguns dos dados de índole agrícola e florestal.

A caracterização agrícola e florestal da BHRVez por serem as áreas que influenciam, regra geral, positivamente a diminuição do impacto das cheias, o estudo detalhado não se efetuou, valorizando mais o estudo da demografia e do edificado, contudo faz-se referência a algumas das situações mais relatadas na imprensa periódica. Como fatores que contribuem para minimizar o impacto das cheias, as áreas agrícolas e florestais funcionam como auxiliares da infiltração e do escoamento da chuva além de fornecerem rendimento económico para os proprietários. A vegetação absorve energia cinética da chuva. Os solos com grande quantidade de matéria orgânica e com quantidades adequadas de argila e cálcio parecem dispor de uma estrutura mais resistente ao efeito de dispersão das gotas de água (Lencastre & Franco, 2010).

Os campos agrícolas e floresta da bacia hidrográfica são fundamentais como contributo para o escoamento e infiltração das águas da chuva, em especial em dias de precipitação extrema. No entanto, para a sustentabilidade destas áreas e para as atividades dos agricultores, muitas das vezes foram necessárias obras de reparação de danos devidos a intempéries (reparações de muros, vias de circulação, sistema de rega de Lima, por citar estes dois exemplos), e em alguns casos, sendo requeridos subsídios para fazer face aos prejuízos. Os danos e a quantificação económica dos prejuízos agrícolas, mais relevantes por serem noticiados na imprensa periódica, podem ser apreciados na Tabela 7.7.

O escoamento superficial é tanto maior quanto mais intensa for a precipitação, tendo impacto das gotas um certo poder erosivo, que aumenta com o escoamento e com o declive (Lencastre & Franco, 2010). Os indicadores de resposta à erosão do solo (Gobin et al., 2004) são um dos exemplos que podem ser medidos ou calculados. Uma das consequências das cheias é a erosão, sendo outro dos problemas que se deve considerar nos estudos sobre as cheias.

Esta investigação sendo constituída por uma forte componente de dados oriundos das fontes da imprensa periódica, canalizou-se para uma análise da tipologia edificado, por ter obtido mais notícias sobre ocorrências nestes locais; e demografia, por serem os principais ocupantes do edificado, constituindo a principal preocupação o humano, habitante na BHRVez.

Os eventos de cheias ocorridas na BHRVez e as respetivas consequências são fontes de informação que nos permitem compreender e apreender o perigo local, como agiram (ações) e quais foram as consequências. Para além do edificado, já abordado neste trabalho, foi elaborada uma descrição dos principais agentes, assim como, de forma mais sucinta, da afetação de áreas agrícolas e florestais, tendo como fonte de informação a imprensa local. Estes fatores podem ser comparados com os valores do índice de sustentabilidade obtido para cada uma das Freguesias/União de Freguesias, podendo já depreender que factualmente foram mais pronunciados naquelas com menor sustentabilidade, as mais urbanizadas, mais populosas e com maior confrontação com os troços do rio da rede de drenagem com maior suscetibilidade às cheias. A localização dos factos observa-se pela localização das ocorrências, das ações humanas, do edificado, da população, nas 41 Freguesias/União de Freguesias.

Tabela 7.7 – Alguns dos prejuízos (Euros) devido a situações meteorológicas extremas (Imprensa Periódica, 1900/2015).

Jornal	Data da notícia	Intervenção	Valores envolvidos ⁽¹⁾	Local	Conclusões
<i>Vanguarda</i>	26/11/1950	Perda de sementeiras, sementeiras atrasadas, trabalhos agrícolas em atraso, campos completamente alagados (cúmulo de água por causa dos problemas de drenagem), muros de suporte derrubados e/ou levados pelas águas.	Prejuízos: 54 378,95 €.	Gavieira.	Dia de cheia.
<i>Vanguarda</i>	06/07/1952	Prejuízos nos olivais, vinha (ramadas) e pomares, morte de animais, socalcos danificados, árvores florestais arrancadas, medas derrubadas, campos agrícolas férteis e sementeiras arrasados, perda de frutos, obstrução de algumas das seculares linhas de água.	Prejuízos: (1) 132 979 519 358,35 €. (2) 26 595,90 €.	(1) Extremo. (2) Portela.	Necessidade de ajudas para fazer face aos prejuízos agrícolas dos particulares.
<i>Vanguarda</i>	15/02/2001	Aquedutos entupidos, estufas destruídas com perda das culturas, telhados das arrecadações agrícolas danificados. Casas de habitação destruídas e outros.	Ajudas: 1 738 510,19 €.	Frades (Portela), Cestães (Sabadim), Valeta, Concelho.	Devido a intempéries, grandes cheias de caráter generalizado.
<i>Notícias Arcuense</i>	25/01/2013	Em vias de circulação de acesso a terrenos agrícolas.	Investimento: 233 058,00 €.	Paçô, Caminho agrícola.	

⁽¹⁾ Valores atualizados, tendo em conta o coeficiente da Portaria n.º 429/2006 de 3 de maio, para valores anteriores ao Euro.

Quanto ao grau de sustentabilidade, permanecem ainda algumas controvérsias em relação à sua força ou fraqueza, segundo Veiga (2010) o que deu lugar a um processo destinado à procura de correções e extensões que permitissem estabelecer os parâmetros do indicador de *bem-estar económico sustentável*, depois rebatizado como *indicador de progresso genuíno*. Baseando-nos também noutras abordagens (Mueller, 2005) podemos referir ainda: a. visão da *sustentabilidade fraca - economia ambiental neoclássica*, b. visão da Guerrin - prevalecer nas abordagens da *economia ecológica*. No meio das diversas hipóteses ambientais existentes surge a controvérsia entre a sustentabilidade fraca *versus* sustentabilidade forte.

Considerando o facto referido para a dimensão do indicador “económico”, a necessária validação dos valores monetários obtidos das notícias com valores da contabilidade, conforme já se salientou, e ainda as abordagens dos diversos investigadores (Loucks, 2000; Mueller, 2005; Veiga, 2010) têm permanecido algumas dificuldades na avaliação deste indicador a nível da sustentabilidade “fraca/forte”, servindo de motivos para a necessidade da investigação canalizada nesse sentido.

A integração da componente ambiental no âmbito económico estabelece a distinção entre o capital natural de “stock” e o dos serviços ambientais básicos, forçando a alterar a visão em relação à sustentabilidade. É aqui que se produz o “choque” entre o âmbito “meio ambiente” e o âmbito “económico”, cuja máxima prioridade será encontrar um ponto de equilíbrio entre ambos (Mueller, 2005). Os sistemas de recursos hidrográficos contribuem plenamente para os objetivos da sociedade, agora e no futuro, desde que mantenham a sua integridade ecológica, ambiental e hidrológica (Loucks, 2000).

Os dados da série da imprensa periódica são valiosos para conhecer a evolução da sustentabilidade ao longo do tempo, podendo assim, ser projetada para as previsões no futuro, independentemente das dimensões a considerar no modelo para a determinar. Tendo como referência a investigação de Wei et al. (2015), existem temas que durante um certo período fizeram parte da cobertura dos diversos jornais em vários artigos, podendo constatar-se a relevância da notícia.

Uma das grandes estratégias de gestão para a redução do perigo de cheia é diminuir a suscetibilidade dos cidadãos aos danos (OMM, 2009). Ainda segundo a OMM, tais medidas têm implicado a regulamentação dos usos do território e proteção e avisos de

alerta de cheia. Um dos exemplos é a regularização do escoamento artificial quando o escoamento natural resulta insuficiente para a densidade de edifícios existente num território, por reforçar com mais exemplos, além dos que se tem vindo a referir.

Sendo que as cheias são de carácter aleatório o seu estudo é primordial, de modo a poder contribuir na minimização dos perigos (Lencastre & Franco, 2010). A sustentabilidade hidrológica de áreas sujeitas a cheias passa por conhecer os componentes do risco (como os exemplos da suscetibilidade e o perigo perante as cheias), para a gestão dos sistemas fluviais, incluindo o funcionamento dos sistemas de alerta.

CAPÍTULO 8 - DISCUSSÃO

As respostas obtidas às questões de partida retratam a problemática identificada para o caso de estudo, a BHRVez, que abrangeu um período entre 1900 e 2015, sendo que para a validação da informação empírica o período considerado foi compreendido entre 1959 e 1990. Tendo em consideração as respostas às questões de investigação destacam-se alguns dos detalhes para discussão, descrevendo sucintamente os resultados (Tabela 8.1).

Tabela 8.1 - Resposta às questões de investigação sobre a carência de estudos e respetivos temas para a área da BHRVez.

i. Estudos de investigação sobre as cheias ocorridas durante os séculos XX e XXI.																
Quais os fatores que podem condicionar ou determinar a ocorrência de cheias?	Precipitação extrema; caudal de cheia; características geométricas; relevo; sistema de drenagem; geologia, solos, coberto vegetal e tipo de ocupação do solo; e tempo. Citando alguns dos exemplos para a BHRVez: precipitação varia entre os 1 000,0 mm/ano, nas terras baixas, e os 3 000,0 mm/ano nas terras altas, obtendo-se com um valor mensal máximo de precipitação no mês de janeiro (444,0 mm), um valor mínimo no mês de agosto (91,0 mm) e um valor médio de 296,0 mm, sendo que o valor máximo de precipitação diário foi de 168,5 mm registado em 30/03/1962; caudal, conta com um médio anual de 11,64 m ³ /s e um caudal de cheia mínimo de 43,5 m ³ /s; fator forma de Horton (Kf), com 0,2 sendo uma bacia hidrográfica bem drenada e um índice de Compacidade Gravelius (Kc) 2,1; Densidade de drenagem (Dd) de 3,7 km/km ² ; altura máximo (Amáx) 1 410 m; tempo de concentração (Tc) 9,6 h; um valor máximo da ordem hierárquica de Strahler de 6 e de ordem de magnitude de Shreve 5; um coeficiente orográfico (Co) acentuado com valor de 1 024,8; declive médio canal principal (Dc) 33,9 m/km, por citar alguns exemplos. Quanto ao coberto vegetal em 2012 (CLC) predominava 35,3 % de floresta, 62,3 % vegetação seminatural e rocha nua. Quando ao tipo de ocupação do solo descreve-se com detalhe nas conclusões.															
Qual a frequência?	<p>Obteve-se a frequência de cheias a nível local e à falta de descrição do local exato, a nível de freguesia ou concelho, conforme o apurado nos relatos.</p> <p>Descreveram-se em primeiro lugar as frequências para o período temporal compreendido entre 1900 e 2015.</p> <p>Do total de 300 eventos, os meses entre outubro e março ocuparam 240 eventos.</p> <p>Os meses com mais eventos foram janeiro (57) e fevereiro (51), sendo o mês de agosto o que apresentou um menor número, com 4 eventos apenas. Portanto, a distribuição dos eventos destacou-se pelos seguintes valores (n.º):</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">N.º de eventos (1900/2015)</th> <th rowspan="2">Médio/ano (n.º)</th> <th rowspan="2">Máximo/ano (n.º)</th> <th colspan="2">Meses com mais eventos</th> </tr> <tr> <th>Janeiro (n.º)</th> <th>Fevereiro (n.º)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>300</td> <td>3</td> <td>8</td> <td>57</td> <td>51</td> </tr> </tbody> </table> <p>Segundo a distribuição de probabilidades de Poisson ocorrem 2 cheia /ano na BHRVez.</p>				N.º de eventos (1900/2015)	Médio/ano (n.º)	Máximo/ano (n.º)	Meses com mais eventos		Janeiro (n.º)	Fevereiro (n.º)	300	3	8	57	51
N.º de eventos (1900/2015)	Médio/ano (n.º)	Máximo/ano (n.º)	Meses com mais eventos													
			Janeiro (n.º)	Fevereiro (n.º)												
300	3	8	57	51												

O número de ocorrências e a respetiva frequência foi a seguinte:

N.º ocorrências (1900/2015)	Médio/ano (n.º)	Máximo (n.º)	Meses com mais ocorrências	
			Dezembro (n.º)	Janeiro (n.º)
970	8	84	170	155

Para a tipologia do “local”, 201 das ocorrências registaram-se como “centroide do Concelho”, sendo que as restantes, 769, apresentaram mais detalhe quanto à sua localização, embora 216 corresponderam ao “centroide da Freguesia”. As ocorrências georreferenciadas como sendo “centroide do concelho” apresentaram redundância quando à sua localização.

Evidenciou-se que a concentração de “pontos” das ocorrências nas Uniãos de Freguesias Arcos de Valdevez S. Salvador, Vila Fonche, Parada e Arcos de Valdevez S. Paio e Giela, totalizaram 236. Este facto pode ser justificado pela localização destas freguesias nas proximidades do canal principal do rio Vez, onde a densidade populacional e de edifícios se apresentaram mais elevadas.

Ainda sobre as cheias, registaram-se as “ações”. A sua frequência destaca-se pelos seguintes valores:

N.º ações (1900/2015)	Médio/ano (n.º)	Máximo/ano (n.º)	Meses com mais ações	
			Dezembro (n.º)	Janeiro (n.º)
1 452	13	28	160	201

Tendo em conta a tipologia, 580 das ações foram em vias de circulação rodoviária e pedonal e 161 em pontes/pontilhões.

Quais as áreas historicamente mais afetadas?

Em todas as Freguesias/União de Freguesias do Concelho de Arcos de Valdevez foram identificadas ocorrências de cheia, tendo como fonte de dados a imprensa periódica.

Em dez das Freguesias/União de Freguesias, situadas nos limites da BHRVez, os registos de ocorrências foram nulos: Labrujó, Rendufe e Vilar do Monte; União das freguesias de Bico e Cristelo; Parada; Padornelo; União das freguesias de Anhões e Luzio; Merufe; Tangil; Gave; Riba de Mouro e União das freguesias de Parada do Monte e Cubalhão.

As áreas mais afetadas pelas cheias foram a Valeta, Trasladário e, eventualmente, as áreas confinadas próximas às margens do rio. Nos trabalhos desenvolvidos para a BHRVez, pelos diversos investigadores, constavam ocorrências exclusivamente na área mais densamente urbanizada, como os exemplos de Santos (2015) e Bellu, et al. (2016), por citar apenas estes dois exemplos.

As principais áreas afetadas por ocorrências foram descritas nas notícias, sendo uma grande maioria o resultado do trabalho jornalístico da região. Outras foram conhecidas pelas cartas de habitantes enviadas à redação dos editores dos jornais. Existia o hábito por parte dos particulares de enviarem cartas sobre “mau tempo” para a redação dos jornais onde um dos motivos principais prendia-se com a agricultura; boa colheita quando bom tempo ou perda de colheita quando mau tempo. Outras ocorrências foram conhecidas no texto de ações publicadas (devido aos pedidos de obras de reparação de infraestruturas que foram afetadas por cheias, obras e defesa contra cheias) relataram algumas ocorrências nunca anteriormente noticiadas. Também se conseguiu registos de ocorrências em notícias sobre ações não estruturais, quando equipas ou grupos formais e/ou informais (associações, escolas, população local, organizações locais) se organizaram em defesa do rio Vez efetuando a limpeza das suas margens. Ainda mais, notícias com relatos de danos e pedido de ajuda financeira ao governo para fazer face aos prejuízos; várias foram as notícias de comerciantes, habitantes e agricultores. Notícias com “peditório” para angariação de fundos para obras de reparação, onde muitas das vezes o líder da recolha de receita foi o pároco da freguesia ou o Presidente da Junta de Freguesia.

	Quer as notícias sobre ocorrências quer as notícias sobre ações no território permitiram identificar os diversos locais afetados, sendo os representados por “pontos” em que são conhecidas as suas coordenadas geográficas.
--	--

ii. Estudos de investigação sobre a percepção de perigo devido a cheias num período alargado do tempo.

Como é percecionada a exposição a fenómenos de cheias pela população residente?	Identificação de: datas de cheias, marcas físicas assinaladas ou não no terreno (cheia de 1987 e a cheia de 1999), obras de defesa contra as cheias, histórias de vida (o caso da Valeta). Verificou-se que a percepção de perigo de cheia entre os indivíduos habitantes com diferentes graus de escolaridade revelou a mesma sensibilidade em relação à realidade local, praticamente, sem diferenciação entre grupos. Todos os inquiridos referenciaram a Valeta, nomeadamente as cheias no comércio e habitações (43). Porém, alguns referiram também a Estrada Nacional (EN 101) e diferentes áreas de circulação, nomeadamente, o Pontilhão na Valeta e o Campo do Trasladário. Transpareceu uma percepção de perigo na área urbana junto ao rio principal, o Vez, em especial junto ao meandro da Valeta, nas Freguesias/União de Freguesias de Arcos de Valdevez (São Paio) e Giela e União de Freguesias de Arcos de Valdevez (Salvador), Vila Fonche e Parada.
Quais as categorias / variáveis para obter a percepção do risco de cheia?	Idade, escolaridade, local da habitação e/ou comércio (por Freguesia/União de Freguesias), data das cheias, locais afetados, magnitude das cheias e obras.
Qual a distribuição no território?	Área urbana (a mais afetada) - Freguesias/União de Freguesias com densidade populacional acima dos 150 habitantes/km ² . Principal troço do rio Vez, os 14,98 km.
Qual a relação entre a distribuição espacial?	Constatou-se concordância na identificação de pontos de cheia (locais afetados) e reincidentes apontados pela população local (habitantes e comerciantes) e o troço do rio Vez com nível mais elevado de suscetibilidade a cheias.

iii. Validação de cheias baseada em dados empíricos e apoiada por informação hidrogeomorfológica local.

As ocorrências da imprensa periódica foram validadas?	<p>A validação da informação empírica teve em conta o período de análise 1959/1990. Portanto, consideraram-se três fontes de dados: imprensa periódica regional, caudal ($Q \geq 43,5 \text{ m}^3/\text{s}$) e/ou precipitação ($P \geq 38,6 \text{ mm}$).</p> <p>As frequências obtidas para este período descrevem-se seguidamente.</p> <p>Eventos da imprensa periódica (IP):</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">N.º eventos IP (1959/1990)</th> <th rowspan="2">Máximo/ano (n.º)</th> <th rowspan="2">Médio/ano (n.º)</th> <th colspan="2">Meses com mais eventos</th> </tr> <tr> <th>Janeiro (n.º)</th> <th>Fevereiro (n.º)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">89</td> <td style="text-align: center;">7</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">19</td> <td style="text-align: center;">21</td> </tr> </tbody> </table> <p>Ocorrências da imprensa periódica (IP):</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">N.º ocorrências IP (1959/1990)</th> <th rowspan="2">Máximo/ano (n.º)</th> <th rowspan="2">Médio/ano (n.º)</th> <th colspan="2">Meses com mais ocorrências</th> </tr> <tr> <th>Janeiro (n.º)</th> <th>Fevereiro (n.º)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">270</td> <td style="text-align: center;">48</td> <td style="text-align: center;">9</td> <td style="text-align: center;">49</td> <td style="text-align: center;">69</td> </tr> </tbody> </table> <p>Eventos de caudal ($Q \geq 43,5 \text{ m}^3/\text{s}$):</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">N.º eventos Q (1959/1990)</th> <th rowspan="2">Máximo/ano (n.º)</th> <th rowspan="2">Médio/ano (n.º)</th> <th colspan="2">Meses com mais eventos</th> </tr> <tr> <th>Dezembro (n.º)</th> <th>Janeiro (n.º)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">199</td> <td style="text-align: center;">14</td> <td style="text-align: center;">6</td> <td style="text-align: center;">38</td> <td style="text-align: center;">39</td> </tr> </tbody> </table>	N.º eventos IP (1959/1990)	Máximo/ano (n.º)	Médio/ano (n.º)	Meses com mais eventos		Janeiro (n.º)	Fevereiro (n.º)	89	7	3	19	21	N.º ocorrências IP (1959/1990)	Máximo/ano (n.º)	Médio/ano (n.º)	Meses com mais ocorrências		Janeiro (n.º)	Fevereiro (n.º)	270	48	9	49	69	N.º eventos Q (1959/1990)	Máximo/ano (n.º)	Médio/ano (n.º)	Meses com mais eventos		Dezembro (n.º)	Janeiro (n.º)	199	14	6	38	39
N.º eventos IP (1959/1990)	Máximo/ano (n.º)				Médio/ano (n.º)	Meses com mais eventos																															
		Janeiro (n.º)	Fevereiro (n.º)																																		
89	7	3	19	21																																	
N.º ocorrências IP (1959/1990)	Máximo/ano (n.º)	Médio/ano (n.º)	Meses com mais ocorrências																																		
			Janeiro (n.º)	Fevereiro (n.º)																																	
270	48	9	49	69																																	
N.º eventos Q (1959/1990)	Máximo/ano (n.º)	Médio/ano (n.º)	Meses com mais eventos																																		
			Dezembro (n.º)	Janeiro (n.º)																																	
199	14	6	38	39																																	

	<p>Eventos de precipitação ($P \geq 38,6 \text{ mm}$):</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">N.º eventos P (1959/1990)</th> <th rowspan="2">Máximo/ano (n.º)</th> <th rowspan="2">Médio/ano (n.º)</th> <th colspan="2">Meses com mais eventos</th> </tr> <tr> <th>Dezembro (n.º)</th> <th>Janeiro (n.º)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>171</td> <td>14</td> <td>9</td> <td>45</td> <td>47</td> </tr> </tbody> </table> <p>Da validação resultaram 82 eventos de cheia, cumprindo um dos critérios, ou seja, uma ou mais das três fontes de dados, imprensa periódica, valores de $Q \geq 43,5 \text{ m}^3/\text{s}$ (estação hidrométrica de Pontilhão de Celeiros) e/ou $P \geq 38,6 \text{ mm}$ (estação udoográfica de Casal Sociro).</p> <p>Nem todos os eventos de Q e/ou de P originaram notícias. Ao mesmo tempo, a ambiguidade de algumas das notícias quanto ao número de eventos, colmatou-se com o cruzamento dos dados de Q e/ou P.</p> <p>Há eventos de $Q \geq 43,5 \text{ m}^3/\text{s}$ e $P \geq 38,6 \text{ mm}$ que não foram contemplados pela imprensa periódica:</p> <p>Em 80 dos casos foi possível associar às cheias o caudal ($Q \geq 43,5 \text{ m}^3/\text{s}$) e a precipitação extrema ($P \geq 38,6 \text{ mm}$). Duas cheias, em 82 eventos, ficaram sem associação por falhas de dados nas séries hidrometeorológica, para as datas das notícias dos dias 27/12/1959 e 03/01/1960.</p> <p>Constatou-se que para a mesma tipologia do evento de “cheia” a imprensa periódica pode ter relatado como sendo de diversas tipologias: “cheia”, “inundação”, “tempestade”, “precipitação”, “neve”, “sismo”. Confrontando os dados com o Q e/ou P verificou-se que os eventos em muitos dos relatos corresponderam à tipologia “cheia”, obtendo-se 25 em 82.</p>	N.º eventos P (1959/1990)	Máximo/ano (n.º)	Médio/ano (n.º)	Meses com mais eventos		Dezembro (n.º)	Janeiro (n.º)	171	14	9	45	47
N.º eventos P (1959/1990)	Máximo/ano (n.º)				Médio/ano (n.º)	Meses com mais eventos							
		Dezembro (n.º)	Janeiro (n.º)										
171	14	9	45	47									
Podemos aplicar e melhorar o conceito unidades territoriais suscetíveis às cheias?	A sistematização da informação por área urbana, rural e de montanha, integradas por Freguesia/União de Freguesias permitiu obter indicadores estatísticos conhecidos. Obtiveram-se limiares de classificação de cheias pela magnitude do Q. Para a suscetibilidade a cheias, fez-se a representação por segmentos de rio e por Freguesia/União de Freguesias. Avaliou-se ainda a sustentabilidade, também, por Freguesia/União de Freguesias. O resultado, da qualidade destes modelos, representa-se na Tabela 8.2. Para o modelo de suscetibilidade física simplificada a cheias, obteve-se um R^2 ajustado mais baixo (31,1 %) comparativamente aos restantes modelos, facto este que pode estar relacionado com as variáveis, a distância da rede de drenagem por canais e as ocorrências por Freguesia/União de Freguesias, permitindo concluir que existem mais fatores que influenciam as cheias. Além disso os modelos foram avaliados pelo Qui-quadrado (X^2), considerando-se que os ajustamentos das variáveis devem ser considerados.												
Qual o modelo por unidades administrativas a propor para os diferentes cenários de perigo não físico, mas sim relacionado com a coesão social?	Freguesia/União de Freguesias, sendo áreas político-administrativas cartografadas, com direitos e deveres políticos, que normalmente também estão representadas pelo Presidente da Junta de Freguesia e que respondem perante o município, a Câmara Municipal, e em termos mais amplos “respondem” pelo “Vale do Lima”, “região Norte do País”, e o “próprio País”, Portugal (o Governo Central). Outra justificação prende-se com o Pároco da Freguesia – outra forma de obter fundos económicos - figura importante para a população, em especial antes dos anos da adesão à União Europeia, antiga Comunidade Europeia. O Pároco administrava os donativos, quando muitas obras de utilidade pública eram pagas pelos populares. Resultava praticamente impossível angariar dinheiro fora deste âmbito. Além disso, foi possível obter dados por freguesia, como sejam: ocorrências, ações, dados humanos.												
Que vantagens nos traz uma abordagem diferente do território para a gestão futura e a	A necessidade urgente de coleta de dados a nível local, nomeadamente, da imprensa periódica regional, a sua transformação em base de dados digital de fácil acesso, evitando com isso a perda de informação (quando muitos jornais já se encontram em mau estado de conservação). A reconstrução dos eventos e respetivas ocorrências permite “identificar” e validar o “troço” do rio Vez com maior suscetibilidade às cheias. Permite ainda comparar e determinar a sustentabilidade hidrológica do território de uma bacia hidrográfica. Esta pode												

sustentabilidade do mesmo?	ser inversamente proporcional à suscetibilidade a cheias. Obter a informação melhora a governança por parte do Poder Local.
----------------------------	---

Os resultados da avaliação dos modelos pelo coeficiente de ajustamento, R^2 , permitem dizer que para o modelo de suscetibilidade física simplificada, como esta não considera a questão da distância entre as ocorrências e a rede de drenagem, o $R^2 = 31,1 \%$, foi baixo. No entanto, caso este coeficiente fosse maior, então as pessoas teriam de deslocar as suas construções/edifícios para locais mais afastados do rio. Este modelo pode ser melhorado, adicionando a variável distância dos elementos expostos com os canos do rio. Quanto ao modelo de sustentabilidade hidrológica o resultado do $R^2 = 65,8$, consideram-se bom.

Tabela 8.2 – Resultados da qualidade dos modelos criados para a BHRVez, avaliada pelo coeficiente de ajustamento R^2).

Modelos	R^2 (%)	R^2 ajustado (%)
Classificação de cheias (alerta de cheia)	82,5	81,8
Suscetibilidade física simplificada a cheias	31,9	31,1
Sustentabilidade hidrológica	67,5	65,8

Este estudo é o primeiro que aborda os problemas relacionados com a bacia hidrográfica, sustentado em dados empíricos obtidos em fontes jornalísticas regionais, com um levantamento de informação que compreende mais de um século, nomeadamente, 116 anos. Comparativamente, Wei et al. (2015) fazem uma abordagem na sua investigação a que chamam pioneira para o estudo empírico, com informação da imprensa sobre os problemas de água, para um período de 169 anos.

O estudo para a BHRVez distingue-se porque a abrangência a uma escala local, para além de incluir os fatores referidos por Wei et al. (2015), acrescenta outros elementos, com destaque para as “ações” ao longo do tempo que se relacionaram com a intervenção na paisagem, os bens de primeira necessidade, as obras que afetaram a drenagem e a afetação do edificado por tipologia, citando apenas estes exemplos. Os dados são mais precisos comparativamente aos já publicados, devido à sua quantidade. Mesmo a Carta de Inundação e Risco de Cheia em Cenários de Alterações Climáticas (CIRAC), publicada recentemente (2014), ficou limitada às fontes bibliográficas. Somos da mesma opinião de Ferreira et al. (2014), as investigações sobre vulnerabilidade às cheias ou avaliação de suscetibilidade em Portugal carecem de estudos.

A fonte de dados da imprensa periódica convertida em eBd reflete um significativo de precisão quando se trabalha à escala local e, portanto, faz a diferença comparativamente a outras bases de dados de nível internacional, nacional e/ou regional. Isto reflete-se no número de eventos identificados (eBd), que é muito superior, 99,8 %, quando comparados com os eventos divulgados por outros investigadores, apontando os mais relevantes, como o de Bellu et al., (2016); Carvalho-Santos et al. (2015); Gonçalves (2009, 2011) e Santos (2009, 2015) (Tabela 8.3), ou com fontes de dados das entidades nacionais, referindo-nos ao SNPC, SNIRH, para a mesma área, a BHRVez. A comparação de vários trabalhos publicados quanto ao número de eventos/ocorrências ilustram-se na Figura 8.1 e Tabela 8.3.

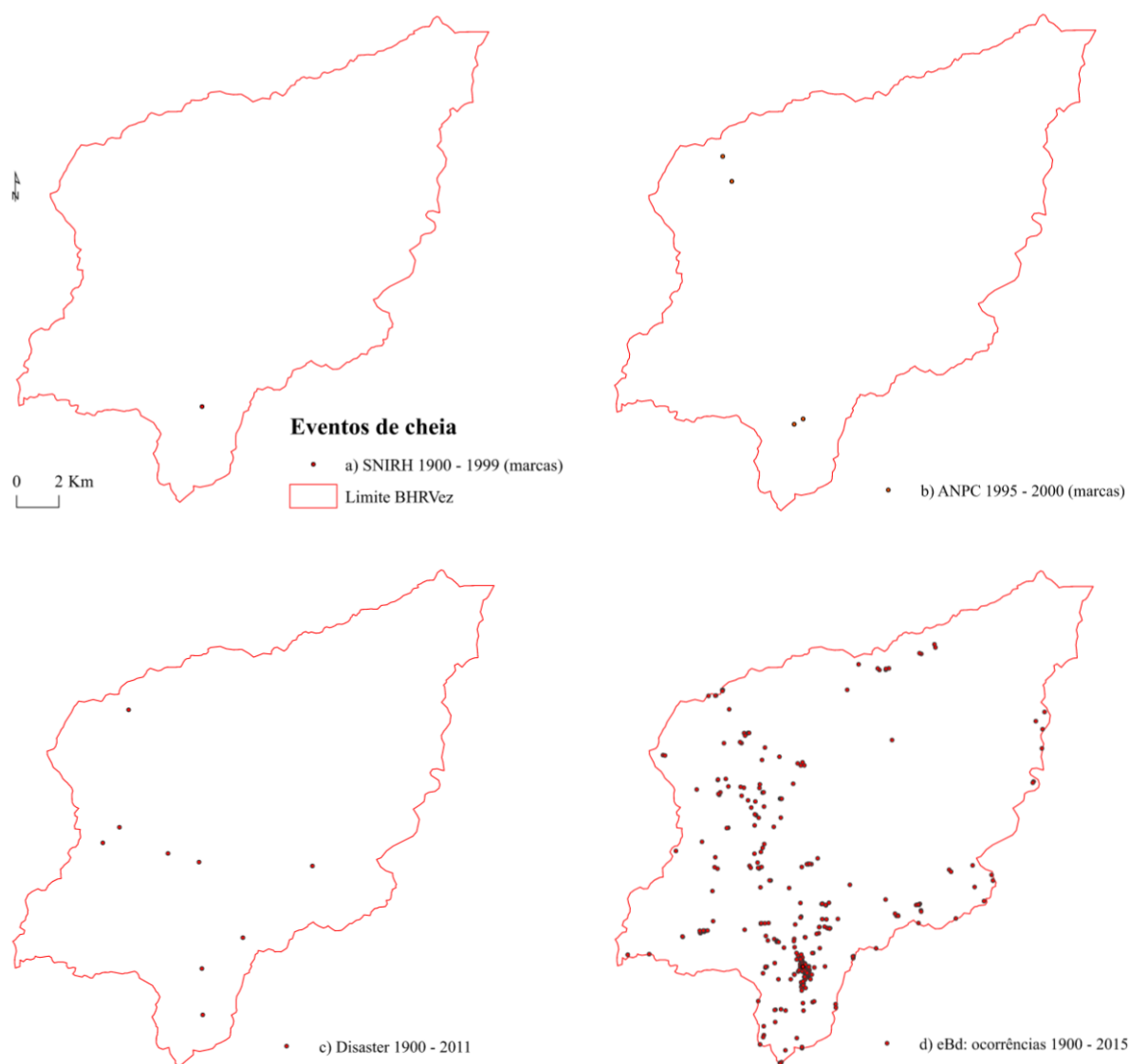


Figura 8.1 – Eventos obtidos das diversas fontes de dados: SNIRH, ANPC, Disaster, eBd (1900 – 2015).

Tabela 8.3 – Comparação da quantidade de dados eventos/ocorrências de cheias na BHRVez, em trabalhos publicados.

Fontes de dados/autores	Série temporal (anos)	Eventos (n.º)	Fonte de dados	Observações
SNIRH	1909 - 1999	2	-	Marcas
ANPC	1995 - 2000	4	PBHL e imprensa periódica nacional	Marcas
Bellu et al. (2016)	1959 - 1990	10	Bibliográfica	-
<i>Disaster</i> ; Zezere et al. (2010); Santos (2009, 2015)	1900 - 2011	9	Imprensa periódica nacional	Mesma fonte de dados: Projeto <i>Disaster</i> .
Gonçalves (2009, 2011); Gonçalves & Trindade (2014)	1900 - 2007	49	Imprensa	-
Gonçalves et al. (2017)	1959 - 1990	21	periódica regional	-

PBHRL – Plano da Bacia Hidrográfica do rio Lima.

A disponibilidade dos dados permitiu apresentar um modelo de sustentabilidade para a BHRVez. A sustentabilidade hidrográfica proposta é válida quando o índice é conhecido e a abordagem contempla as ações humanas ao longo do tempo, permitindo identificar a localização das infraestruturas, a densidade populacional e os espaços livres que funcionam como reservatórios naturais de acumulação de água recebida hierarquicamente conforme o indicado no modelo de Strahler e Shreve.

Com o aumento do edificado na BHRVez, os projetos de saneamento e abastecimento de água, escoamento das águas pluviais, alargamento, beneficiação e alcatroamento das vias de comunicação e circulação são uma realidade e uma necessidade que obrigou a grandes investimentos públicos nas últimas décadas, como se fez questão de salientar neste estudo.

Contextualizado, o exemplo das cheias nos Invernos de 1987 e 1999 na BHRVez funcionou como elemento catalisador, além de outros fatores, para a intervenção da regeneração ribeirinha da área da Valeta (projeto da Câmara Municipal de Arcos de Valdevez que se desenvolveu com mais intensidade em 2001, prolongando-se pelos anos seguintes), considerada como uma forma de “sustentabilidade económica” que concorre com a sustentabilidade hidrológica neste município.

Para contrariar a deteiorização de uma rede hidrográfica é necessária uma gestão sustentável racional. Um corredor fluvial com um alto nível de integridade ecológica deverá reforçar as condições originais do lugar, em particular, a presença de todos os elementos apropriados de espécies autóctones e processos socio-naturais, como as cheias.

Os indivíduos com experiência direta e conhecimentos sobre os fenômenos climáticos extremos são mais propensos a preocupar-se com a questão e, praticar comportamentos sustentáveis (Spence et al., 2011). Este enfoque aplica-se à população de uma dada região com ligações a eventos meteorológicos locais. Se considerarmos a população da BHRVez inquirida, pelos resultados verificou-se que a maioria das respostas, 70 %, foi dada por indivíduos com idade superior a 54 anos, demonstrando conhecimento sobre as cheias, nomeadamente, as da Valeta. Como comportamentos mais sustentáveis, os inquiridos apontaram a limpeza das linhas de água, outras que podem ser chamadas de “menos sustentáveis” foram as obras de requalificação da área da Valeta.

CONCLUSÕES

A caracterização da bacia hidrográfica do rio Vez (BHRVez) foi um dos primeiros objetivos propostos para esta investigação. Da recolha da informação e respetiva análise apresentaram-se algumas das conclusões consideradas de relevo. A BHRVez tem uma área 263 km², o que corresponde a 10 % da área da bacia hidrográfica do rio Lima (BHRLima), é arredondada, com declive médio do leito de 35,5 km/m, montanhosa e é suscetível a cheias com consequências.

A densidade populacional da BHRVez diminuiu entre o ano de 1900, com 76,2 habitantes/km², (INE, 1900) e o ano de 2011, com 55,7 habitantes/km² (BGRI, 2011). A densidade populacional é baixa comparativamente a Portugal Continental. A densidade populacional por Freguesia/União de Freguesias atingiu pontualmente valores superiores a 200 habitantes/km², em 3 das Freguesias/União de Freguesias, nomeadamente, União das freguesias de Arcos de Valdevez (São Paio) e Giela; União das freguesias de Arcos de Valdevez (Salvador), Vila Fonche e Parada e Prozelos. O número oscila com alguma frequência aos 30 habitantes/km², em 26 das 41 Freguesias/União de Freguesias (BGRI, 2011). Considerando a densidade populacional da BHRVez, fez-se a caracterização por áreas com características comuns (ACC), resultaram 8 Freguesias/União de Freguesias que se assemelham, embora tendo por base apenas a densidade populacional, à área urbana com 29,31 km² (> 150 habitantes/km²); 10 em rural com 37,77 km² (entre 50 e 150 habitantes/km²); e 23 de montanha com 195,8 km² (< 50 habitantes/km²).

Os edifícios construídos antes de 1919 na BHRVez localizavam-se em maior número nas Freguesias/União de Freguesias de montanha (BGRI, 2011), sendo especialmente entre 1971 e 1980 e seguintes que o número de edifícios construídos aumentou nas áreas urbana e rural. Os dados de 2011 demonstram que o centro urbano ocupa as Freguesias/União de Freguesias próximas do canal principal do rio Vez, diminuindo a densidade na periferia. A densidade de edifícios na BHRVez aumentou de 1900 com 21,1 edifícios/km² (INE, 1900) para 2011, com 42,5 edifícios/km² (BGRI, 2011).

De referir que o valor máximo de edifícios por Freguesias/União de Freguesias alterou-se durante as décadas de 1960, 1970 e 1981. Na Freguesia de Gondoriz, para o período referido, o número de edifícios recenseados foi o mais elevado, ultrapassando a União de Freguesias de Arcos de Valdevez (Salvador), Vila Fonche e Parada, que para as restantes décadas sempre se manteve com valores superiores.

A Taxa de Crescimento Anual (TCA) de edifícios por Freguesias/União de Freguesias analisou-se para quatro períodos: 1920/1970; 1920/1991; 1981/1991; 1991/2011. Uma maior TCA $\geq 1,0$ % por Freguesias/União de Freguesias foi observada entre o período compreendido entre 1991 e 2011, em 5 delas; e entre o período temporal 1981 a 1991, em 28. Assim, pode afirmar-se que o período temporal onde se verificou uma maior TCA foi entre 1981 e 1991, ou seja, construíram-se mais edifícios.

O crescimento urbano (edifícios) foi acompanhado por investimentos públicos em infraestruturas de uso coletivo, como o abastecimento de água e o saneamento, ações humanas de relevo para a sustentabilidade hidrológica.

Da constituição das fontes de dados que deram suporte a este trabalho de investigação fazem parte a criação da base de dados (eBd), a inventariação dos dados locais – com a respetiva georreferenciação – e a frequência das cheias e ações humanas. Estes dados permitiram a avaliação hidrológica das cheias através de três modelos: classificação das cheias (alerta), suscetibilidade física simplificada e sustentabilidade hidrológica. Esta informação foi obtida às escalas da BHRVez e da Freguesia/união de Freguesias. Para a suscetibilidade física simplificada a cheias obteve-se ainda a informação à escala da rede hidrográfica, por troços de rio, sendo que o canal principal do rio Vez foi o que apresentou uma maior suscetibilidade.

A preservação dos dados obtidos das fontes da imprensa periódica foi garantida ao ser criado um ficheiro com as respetivas transcrições e, sempre que foi possível, com cópia das fotografias. Tenha-se em conta o estado de eventualidade degradação de alguns documentos. Considere-se ainda a opinião de Kjeldsen et al. (2014), ao afirmar que existe um potencial considerável para melhorar a confiabilidade das avaliações de cheia atuais, continuando a colher informações valiosas sobre os eventos com consequências contidos nos conjuntos de dados históricos. A continuação dos registos da informação em base de dados é manifestamente importante.

As categorias e as variáveis criadas para a base de dados da BHRVez, seguiram uma ordem e é vista como uma mais valia para o seu preenchimento e consequente clareza relativa a outras bases de dados menos consistentes na quantidade dos mesmos, quer internacionais quer nacionais. Portanto, tem-se uma descrição o mais exaustiva possível dos acontecimentos, os eventos de cheia e das ações humanas, numa estrutura aberta, não relacional, eBd, em digital, com sugestões especialmente enumeradas por Barriendos et al. (2014) e outros, como Pereira et al. (2016). Ao criar as categorias para a variável sustentabilidade, ou seja, aquela que contemplou as “ações” diferencia a base de dados de qualquer outra, melhorando o conhecimento a nível hidrográfico. A modo de exemplo destaca-se a informação sobre as pontes destruídas com as cheias, muitas delas foram notícia fora da data noticiada como evento. Outros exemplos são as infraestruturas, como o abastecimento de água à população e o tratamento de águas residuais, ou incluso as obras de defesa contra as cheias. Estes são dados que enriqueceram a base de dados e, consequentemente, o conhecimento da dinâmica da BHRVez. A não recolha destas notícias sobre as ações no território, peca na riqueza do conhecimento local, o que foi precisamente o contrário.

Salientamos o trabalho de Wei et al. (2015) e o de Napolitano et al. (2018), como sendo uma referência no campo dos estudos sobre ações no território conexos a bacias hidrográficas, com base em fontes periódicas.

As cheias na BHRVez explicaram-se não só pelos valores diários de $Q \geq 43,5 \text{ m}^3/\text{s}$ e $P \geq 38,6 \text{ mm}$, mas também pela acumulação ao longo de um período dado, daí considerar dados de Q e P dos dias mais próximos aos da data do jornal. Considere-se o período de análise entre 1959 e 1990 referente à BHRVez. A observação dos dados do $Q \geq 43,5 \text{ m}^3/\text{s}$ e da $P \geq 38,6 \text{ mm}$ permitem excluir alguns dos eventos noticiados como sendo de cheia e a identificação/inclusão de outros. Existiram mais eventos de cheia do que os 69 registados na imprensa periódica, contando com 199 de $Q \geq 43,5 \text{ m}^3/\text{s}$ e 181 de $P \geq 38,6 \text{ mm}$. Com o cruzamento das três fontes de dados, imprensa periódica, $Q \geq 43,5 \text{ m}^3/\text{s}$ da estação de Pontilhão de Celeiros e $P \geq 38,6 \text{ mm}$ da estação de Casal Soeiro, identificaram-se 82 eventos como sendo de cheia.

Para os parâmetros hidrológicos de perigo de cheia conclui-se que para a BHRVez, o Q mínimo de cheia foi de $43,5 \text{ m}^3/\text{s}$ e a P mínima extrema, de $38,6 \text{ m}$ (valores diários).

Porém, o alerta amarelo pode ser dado para o intervalo de Q diário entre 46,0 e 226,0 m³/s e o alerta vermelho quando o Q atingir valores superiores a 407,0 m³/s. A grande maioria das cheias aconteceram para o nível de alerta amarelo, obtendo-se 49, para o período entre 1959/1990, correspondentes ao cruzamento de dados de $Q \geq 43,5$ m³/s do dia da cheia com os eventos da imprensa periódica.

Para o mesmo período de análise, 1959/1990, o número de dias de $Q \geq 43,5$ m³/s correspondeu a 422 dias de cheia, sendo 302 “pequenas” (< 110,0 m³/s), 93 “médias”, as restantes 25 contaram com magnitudes superiores, encontrando-se entre as “grandes” a “extremas”. Ao considerarmos a relação entre o número de eventos de Q e o número de dias com $Q \geq 43,5$ m³/s, obteve-se 47 % de eventos de cheia. Comparando os resultados obtidos para os níveis de alerta com o número dos dias de cheia de $Q \geq 43,5$ m³/s, verifica-se que, a grande maioria se encontrou nos níveis mais baixos.

A função de probabilidade de Poisson permitiu constatar que a média das cheias na BHRVez ocorre num intervalo de 0,6/ano, ou seja, uma média de cerca de 2 cheias/ano. Com uma densidade de drenagem de 2,19 km/km², conforme o referido no capítulo 6 deste documento, podendo-se afirmar que a bacia em estudo apresenta uma dinâmica fluvial do canal principal perene, em função da sua elevada pluviosidade.

Salienta-se que a análise de conteúdo foi baseada na imprensa periódica regional, dados semanais e/ou quinzenais, contrariamente aos dados da imprensa nacional que são diários. Portanto, para além de outros fatores já apontados, conseguiu-se identificar mais eventos do que os identificados na imprensa nacional pelos investigadores referidos na Tabela 8.3, o que permitiu uma melhor cobertura temporal e espacial. Ora, os dados permitirão uma melhor gestão e ordenamento daquele território e o seu uso sustentável, com uma identificação mais clara de perigo e da suscetibilidade a cheias.

O volume de informação obtida sobre as ocorrências foi consideravelmente mais significativo nas fontes periódicas, se comparada com a informação obtida por questionário. A população inquirida deu relevância às cheias localizadas na Valeta, sendo também a destacada nas notícias.

Conclui-se que a informação empírica foi imprescindível como instrumento para reforçar a teoria de que nem todas as cheias que ocorrem na BHRVez causam danos e por este motivo nem todas foram notícia. Além disso, permitiu concluir que as ações no território

sempre foram uma prática habitual, quer por parte do Poder Local quer por parte do cidadão comum. Podendo-se comparar historicamente os distintos estádios consecutivos de intervenção para o período analisado, uma visão histórico-evolucionista da ocupação humana, conforme o denominado por Comte (1798/1857) ao querer diferenciar a nova ciência física social (D'Ancona, 2001).

Verificou-se que nas Freguesias/União de Freguesias urbanas a suscetibilidade a cheias é elevada por serem aquelas que se localizam nas proximidades do troço do canal do rio Vez, as mais densamente povoadas, com mais edifícios, mais infraestruturas, logo com maior impermeabilização do solo, sendo nas restantes moderada a baixa. Segundo Bellu et al. (2016), o substrato impermeável, composto essencialmente de cristais fraturados, também contribui para explicar a frequência das cheias na bacia hidrográfica.

Ao longo do tempo verificam-se alterações de usos e ocupação do solo com movimentos populacionais diversos, importantes para percebermos a suscetibilidade a cheias nas unidades territoriais da bacia hidrográfica e promovermos o desenvolvimento sustentável e económico e social das mesmas. De acordo com Chakrabarti (2009), a relevância dos conhecimentos tradicionais sobre os recursos locais, incluindo os *habitats* circundantes deve ser preservada. É esse número de indivíduos, que habita o local, que contribui para a manutenção da reserva seminatural da BHRVez, juntamente com as autoridades locais e os órgãos políticos de que alguns elementos também fazem parte e tendo em conta o contexto político nacional e a respetiva legislação.

A sustentabilidade para a resposta hidrológica (quando o sistema se conserva/mantém) é melhorada quando as ações humanas forem eficazes no sentido da redução das ocorrências das notícias/consequências, tendo em conta a densidade populacional.

A metodologia (conseguiu-se explicar a relação qualitativa com a quantitativa, validando as cheias) e a eBd são uma inovação, permitem prever a sustentabilidade da resposta hidrológica, para a seleção das ações humanas prioritárias.

As dificuldades durante a investigação revelaram-se aquando a necessidade de encontrar uma forma de análise qualitativa e quantitativa, sendo ultrapassada ao considerar a data a chave da relação, a do dia do evento e na falta desta o dia próximo.

Como limitações deste estudo identificaram-se: (1) O escasso número de estações hidrológicas e meteorológicas com série longas de dados. (2) No período estudado há

falha de dados na série de caudal (Q), em 1951 dias, sobretudo concentrado no início da série (01/11/59 a 31/09/60) e no meio da série (01/10/73 até 30/09/78), o que origina algum grau de subjetividade nos dias sem registos de Q para esse dia quanto ao número de evento, um ou mais. (3) Há falta de registo de precipitação (P) em 356 dias (de 19/10/1959 a 31/09/1960). (4) Os dados de caudal e de precipitação indisponíveis por Freguesias/União de Freguesias, que poderiam constar de variáveis para os modelos de suscetibilidade a cheias e sustentabilidade hidrológica ou mesmo económica.

A construção da base de dados (eBd) para o caso da BHRVez é uma oportunidade que pode ser alargada a nível nacional e a outras bacias hidrográficas, podendo comparar e melhorar os modelos apontados, disponibilizando um serviço no âmbito social ou mesmo empresarial. Contribuindo para que a informação existente seja aproveitada após a sua recolha e tratamento, aumentando assim o nível de conhecimento sobre o assunto, algo que ainda permanece longe da realidade.

A colaboração empresarial em parceria com o SNPC, SNIRH, Centros de Investigação das universidades Portuguesas e Poder Local revela-se como uma necessidade emergente, tendo-se constatado que os registos de eventos publicados são muito inferiores aos existentes, falta uma recolha exaustiva da informação da imprensa periódica regional. Como tema de interesse público é uma necessidade emergente, de forma a evitar lacunas na quantidade e na qualidade da informação disponibilizada, evitando perdas de vidas e económicas desnecessárias. Devendo-se seguir o recomendado por Hipólito & Vaz (2013), a gestão da informação é uma necessidade. Ainda, as considerações da OMM (2009), apontando que a “chave” para a obtenção da confiabilidade dos dados em previsão é a manutenção das plataformas de dados e do sistema de comunicação, embora, em geral, a disponibilidade e a qualidade dos dados hidrometeorológicos tem melhorado.

BIBLIOGRAFIA

- Abbona, Esteban A., Sarandón, Santiago J, Marasas, Mariana E. & Astier, Marta. (2007). Ecological sustainability evaluation of traditional management in different vineyard systems in Berisso, Argentina. *Agriculture, ecosystems & environment*, 119(3), 335-345. <<https://doi.org/10.1016/j.agee.2006.08.001>>.
- Adnan, Nor Aizam & Atkinson, Peter M. (2011). Exploring the impact of climate and land use changes on streamflow trends in a monsoon catchment. *International journal of climatology*, 31(6), 815-831. <<http://dx.doi.org/10.1002/joc.2112>>.
- Agostinho, Feni, Ortega, Enrique & Romeiro, Ademar. (2007). Índices versus indicadores: precisões conceituais na discussão da sustentabilidade de países. *Ambiente & sociedade*, 10(2), 137-148. <<http://www.scielo.br/pdf/asoc/v10n2/a09v10n2>>, (Consulta a 13 de maio de 2016).
- Ahmad, S. S. & Simonovic, S. P. (2011). A three-dimensional fuzzy methodology for flood risk analysis. *Journal of Flood Risk Management*, 4(1), 53-74. <<http://dx.doi.org/10.1111/j.1753-318X.2011.01090.x>>.
- Aishan, T., Halik, Ü., Kurban, A., Cyffka, B., Kuba, M., Betz, F. & Keyimu, M. (2015). Eco-morphological response of floodplain forests (*Populus euphratica* Oliv.) to water diversion in the lower Tarim River, northwest China. *Environmental Earth Sciences*, 73(2), 533–545. <<https://doi.org/10.1007/s12665-013-3033-4>>.
- Akmalah, Emma & Grigg, Neil S. (2011). Jakarta flooding: systems study of socio-technical forces. *Water international*, 36(6), 733-747. <<https://doi.org/10.1080/02508060.2011.610729>>.
- Albano, Raffaele, Sole, Aurelia, Sdao, Francesco, Giosa, Luciana, Cantisani, Andrea & Pascale, Stefania. (2014). A Systemic Approach to Evaluate the Flood Vulnerability for an Urban Study Case in Southern Italy. *Journal of Water Resource and Protection*, 2014. <http://file.scirp.org/pdf/JWARP_2014032810002288.pdf>, (Consulta a 12 de janeiro de 2015).
- Alberti, Marina. (1999). Urban patterns and environmental performance: what do we know? *Journal of Planning Education and Research*, 19(2), 151-163. <<http://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0739456x9901900205>>.
- Aliagha, U. G., Ewe Jin, T., Choong, W. W. & Jaafar, M. N. (2014). Factors affecting flood insurance penetration in residential properties in Johor Malaysia. *Natural Hazards and Earth System Sciences Discussions*, 2(4), 3065-3096. <<https://www.nat-hazards-earth-syst-sci-discuss.net/2/C1722/2014/nhessd-2-C1722-2014-supplement.pdf>>, (Consulta a 3 de janeiro de 2017).

- Almeida, A. (2003). A gestão do risco em sistemas hídricos: Conceitos e metodologias aplicadas a vales com barragens. *Actas do 6º Simpósio de Hidráulica e Recursos Hídricos dos Países de Língua Oficial Portuguesa*, 647–661. Cabo Verde: APRH.
- Almeida, Alexandra Sofia de Albuquerque Morais. (2006). *Pesquisa de informação terminológica: dos marcadores lexicais aos padrões de suporte: um estudo de caso no domínio dos riscos naturais-cheias*. (Mestrado), Universidade do Porto, Faculdade de Letras. <<https://repositorio-aberto.up.pt/handle/10216/28785>>, (Consulta a 15 de junho de 2016).
- Almeida, Carlos Alberto Brochado. (1996). *Povoamento Romano do Litoral Minhoto entre o Cavado e o Minho Voi. VII*. (Tese de Doutoramento), Universidade do Porto, Faculdade de Letras. <<http://dited.bn.pt/30920/1908/2375.pdf>>, (Consulta a 15 de setembro de 2017).
- Almeida, Cláudia Maria de, Monteiro, Antonio Miguel Vieira & Câmara, Gilberto. (2004). Modelos de simulação e prognósticos de mudanças de uso do solo urbano: instrumento para o subsídio de ações e políticas públicas urbanas. Paper presented at the Anais: *Encontro Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Planejamento Urbano e Regional*, 11, ANPUR, 6 de dezembro de 2004. 21 p.
- Alves, A. D. & da Cunha, L. J. S. (2016). Riscos naturais em áreas urbanas: avaliação da suscetibilidade em Santa Clara, Coimbra-Portugal. *Revista da Casa da Geografia de Sobral (RCGS)*, 18(1), 63–83. <<http://uvanet.br/rcgs>>. ISSN 2316-8056.
- Al-Wagdany, A. & Rao, A. (1997). Estimation of the velocity parameter of the geomorphologic instantaneous unit hydrograph. *Water resources management*, 11(1), 1–16. <<https://doi.org/10.1023/A:1007923906214>>.
- Amirebrahimi, S., Rajabifard, A., Mendis, P. & Ngo, T. (2016). A framework for a microscale flood damage assessment and visualization for a building using BIM–GIS integration. *International Journal of Digital Earth*, 9(4), 363–386. <<https://doi.org/10.1080/17538947.2015.1034201>>.
- Amorim, M. F., Quelhas, O. L. G. & Motta, A. L. T. S. (2014). A resiliência das cidades frente a chuvas torrenciais: Estudo de caso do plano de contingência da cidade do Rio de Janeiro. *Sociedade & Natureza*, 26(3). Obtido de <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=321332652011>>.
- ANPC. (2016). *Riscos e prevenção*. Cheias. Base de dados online. <<http://www.prociv.pt/pt>>, (Consulta a 11 de março de 2016).
- Araújo, P. (2016). Esboço de uma sociologia com desastres: o caso da tragédia de Entre-os-Rios. *Análise Social*, 72-95.
- Arnaud, F., Revel, M., Chapron, E., Desmet, M. & Tribovillard, N. (2005). 7200 years of Rhone river flooding activity in Lake Le Bourget, France: a high-resolution sediment record of NW Alps hydrology. *The Holocene*, 15(3), 420–428. <<https://doi.org/10.1191/0959683605hl801rp>>.
- Arora, Vivek K & Boer, George J. (2001). Effects of simulated climate change on the hydrology of major river basins. *Journal of Geophysical Research*, 106(D4), 3335-3348. <<http://dx.doi.org/10.1029/2000JD900620>>.

- Ascenso, V. P. (2011). Análise da ocorrência de cheias e deslizamentos de vertente no Concelho da Batalha. Dissertação de Mestrado, Universidade de Lisboa. <<http://hdl.handle.net/10451/5956>>.
- Ávila, B. T., de Almeida Neto, J. O. & Felipe, M. F. (2017). Suscetibilidade morfométrica a inundações nas bacias hidrográficas tributárias do rio do Peixe, zona da Mata de Minas Gerais. *Formação (Online)*, 1(24). ISSN: 2178-7298. ISSN-L: 1517-543X. <<http://revista.fct.unesp.br/index.php/formacao/article/view/4905>>.
- Azevedo, C. A. M. & de Azevedo, A. G. (2008). *Metodologia Científica. Contributos práticos para a elaboração de tratamentos académicos*. (9.^a edição revista). Universidade Católica Editora.
- Azevedo, M. T. M. (2014). A utilização dos dados históricos no estudo das cheias do Tejo. *Estudos do Quaternário/Quaternary Studies*, (4). <<http://www.apeq.pt/ojs/index.php/apeq/article/view/148>>, (Consulta a 312 de abril de 2018).
- Bandusena, ABPP. (2014). *Multidimensional assessment of the feasibility of urban development projects*. (Master), University Sri Lanka. Digital Library. <<http://dl.lib.mrt.ac.lk/handle/123/10407>>.
- Banu, Nasrin & Fazal, Shahab. (2013). Development of Infrastructural Facilities in Public Sector on the Urban Fringe of Aligarh City: A Regional Perspective from North India. *Journal of Infrastructure Development*, 5(2), 151-168. <<https://doi.org/10.1177/0974930614527946>>.
- Baptista, Fernando Oliveira. (2006). O rural depois da agricultura. *Desenvolvimento e território: Espaços rurais pós-agrícolas e novos lugares de turismo e lazer*. Lisboa: M2-Artes Gráficas, Ltda (pp. 85-105): Centro de Estudos Geográficos da Universidade de Lisboa.
- Barnett, Jon & Adger, W Neil. (2007). Climate change, human security and violent conflict. *Political geography*, 26(6), 639-655. <<https://doi.org/10.1016/j.polgeo.2007.03.003>>.
- Barredo, J. I. (2007). Major flood disasters in Europe: 1950–2005. *Natural Hazards*, 42(1), 125–148. <<https://doi.org/10.1007/s11069-006-9065-2>>.
- Barredo, José I. & Engelen, Guy. (2009). Land use scenario modeling for flood risk mitigation. *Sustainability*, 2(5), 1327-1344. <[http://pakacademicsearch.com/pdf-files/agr/740/1327-1344%20Volume%202,%20Issue%205%20\(May%202010\).pdf](http://pakacademicsearch.com/pdf-files/agr/740/1327-1344%20Volume%202,%20Issue%205%20(May%202010).pdf)>, (Consulta a 10 de novembro de 2017).
- Barredo, José I. (2009). Normalised flood losses in Europe: 1970–2006. *Natural Hazards and Earth System Science*, 9(1), 97-104. <<https://doi.org/10.5194/nhess-9-97-2009>>.
- Barrera-Escoda, A. & Llasat, M. (2015). Evolving flood patterns in a Mediterranean region (1301-2012) and climatic factors-the case of Catalonia. *Hydrology and Earth System Sciences*, 19(1), 465. <<https://doi.org/10.5194/hess-19-465-2015>>.

- Barriendos, M, Ruiz-Bellet, Josep Lluís, Tuset, J, Mazón, J, Balasch, J. C., Pino, D. & Ayala, Jose Luis. (2014). The " Prediflood" database of historical floods in Catalonia (NE Iberian Peninsula) AD 1035–2013, and its potential applications in flood analysis. *Hydrology and Earth System Sciences*, 18(12), 4807–4823. <<https://doi.org/10.5194/hess-18-4807-2014>>.
- Barriendos, M. & Rodrigo, F. S. (2010). Study of historical flood events on Spanish rivers using documentary data. *Hydrological sciences journal*, 51(5), 765–783. <<https://doi.org/10.1623/hysj.51.5.765>>.
- Barriendos, M., Ruiz-Bellet, J. L., Tuset, J., Mazón, J., Balasch, J. C., Pino, D. & Ayala, J. L. (2014). The " Prediflood" database of historical floods in Catalonia (NE Iberian Peninsula) AD 1035–2013, and its potential applications in flood analysis. *Hydrology and Earth System Sciences*, 18(12), 4807–4823. <<https://doi.org/10.5194/hess-18-4807-2014>>.
- Bayliss, A. C. & Reed, D. W. (2001). The use of historical data in flood frequency estimation. <<http://nora.nerc.ac.uk/id/eprint/8060/1/BaylissRepN008060CR.pdf>>, (Consulta a 15 de dezembro de 2016).
- Beck, Marcus W., Claassen, Andrea H. & Hundt, Peter J. (2012). Environmental and livelihood impacts of dams: common lessons across development gradients that challenge sustainability. *International journal of river basin management*, 10(1), 73–92. <<https://doi.org/10.1080/15715124.2012.656133>>.
- Becker, Andrea B., Johnstone, William M. & Lence, Barbara J. (2010). Wood frame building response to rapid-onset flooding. *Natural Hazards Review*, 12(2), 85–95. <[https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)NH.1527-6996.0000029](https://doi.org/10.1061/(ASCE)NH.1527-6996.0000029)>.
- Becker, G, Aerts, J. C. J. H. & Huitema, D. (2014). Influence of flood risk perception and other factors on risk-reducing behaviour: a survey of municipalities along the Rhine. *Journal of Flood Risk Management*, 7(1), 16–30. <<http://dx.doi.org/10.1111/jfr3.12025>>.
- Beh, Eric J. (2004). Simple correspondence analysis: a bibliographic review. *International Statistical Review*, 72(2), 257–284. <<http://dx.doi.org/10.1111/j.1751-5823.2004.tb00236.x>>.
- 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>>.
- Belmar, O., Velasco, J. & Martinez-Capel, F. (2011). Hydrological classification of natural flow regimes to support environmental flow assessments in intensively regulated Mediterranean rivers, Segura River Basin (Spain). *Environmental Management*, 47(5), 992. <<https://doi.org/10.1007/s00267-011-9661-0>>.
- Benito, G., Brázdil, R., Herget, J. & Machado, M. (2015). Quantitative historical hydrology in Europe. *Hydrol. Earth Syst. Sci*, 19(8), 3517–3539. <<https://doi.org/10.5194/hess-19-3517-2015>, 2015>.
- Benito, G., Lang, M., Barriendos, M., Llasat, M. C., Francés, F., Ouarda, T., Bobée, B. (2004). Use of Systematic, Palaeoflood and Historical Data for the Improvement

- of Flood Risk Estimation. Review of Scientific Methods. *Natural Hazards*, 31(3), 623–643. <<https://doi.org/10.1023/B:NHAZ.0000024895.48463.eb>>.
- Benito, Gerardo, Díez-Herrero, Andrés & De Villalta, Maria Fernandez. (2003). Magnitude and frequency of flooding in the Tagus basin (Central Spain) over the last millennium. *Climatic Change*, 58(1-2), 171-192. <<https://doi.org/10.1023/A:1023417102053>>.
- Benjaminsen, Tor A, Alinon, Koffi, Buhaug, Halvard & Buseeth, Jill Tove. (2012). Does climate change drive land-use conflicts in the Sahel? *Journal of Peace Research*, 49(1), 97-111. <<https://doi.org/10.1177/0022343311427343>>.
- Bergier, I. & Resende, E. (2010). Dinâmica de cheias no Pantanal do rio Paraguai de 1900 a 2009. In: *Simpósio de Geotecnologias No Pantanal*, 3, 2010, Cáceres. Anais. Campinas: Embrapa Informática Agropecuária; São José dos Campos: INPE, 2010. p. 35-43.
- Berkes, F., Colding, J. & Folke, C. (2000). Rediscovery of traditional ecological knowledge as adaptive management. *Ecological applications*, 10(5), 1251-1262. <[https://doi.org/10.1890/1051-0761\(2000\)010\[1251:ROTEKA\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1051-0761(2000)010[1251:ROTEKA]2.0.CO;2)>.
- Berkes, F., Kislalioglu, M., Folke, C. & Gadgil, M. (1998). Minireviews: exploring the basic ecological unit: ecosystem-like concepts in traditional societies. *Ecosystems*, 1(5), 409-415. <<https://doi.org/10.1007/s100219900034>>.
- Bettencourt, A. M. S. (2010). *Estruturas e práticas funerárias do Bronze Inicial e Médio do Noroeste Peninsular* (Vol. 27).
- Bettencourt, Ana M. S. (1988). O molde de foice do Castro de Álvora-Arcos de Valdevez. *Cadernos de arqueologia* (5), II Série, 5, Braga, pp. 155-181.
- Bettencourt, Ana, Dinis, António, Figueiral, Isabel, Rodrigues, Alda, Cruz, Carlos, Silva, Isabel Sousa & Barbosa, Rui. (2007). A ocupação do território ea exploração dos recursos durante a Pré-História Recente do Noroeste de Portugal. <<https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/18187>>, (Consulta a 12 de janeiro de 2016).
- Bettencourt, Ana, Dinis, António, Silva, Isabel Sousa, Cruz, Carlos, Pereira, José & Martins, Josélia. (2000). A estação arqueológica dos Penedos Grandes, Arcos de Valdevez (Norte de Portugal): notícia preliminar, *Portugalia*, Nova Série, Vol. XXI/XXII, 2000-2001, Braga, pp. 201-217. <<http://hdl.handle.net/1822/16985>>.
- Bird, Deanne Katherine. (2009). The use of questionnaires for acquiring information on public perception of natural hazards and risk mitigation—a review of current knowledge and practice. *Natural Hazards and Earth System Science*, 9(4), 1307-1325. <<https://doaj.org/article/27c2172684fd41acb014f3b6737d52d9>>.
- Biron, P. M., Buffin-Bélanger, T., Larocque, M., Choné, G., Cloutier, C.-A., Ouellet, M.-A., ... & Eyquem, J. (2014). Freedom Space for Rivers: A Sustainable Management Approach to Enhance River Resilience. *Environmental Management*, 54(5), 1056–1073. <<https://doi.org/10.1007/s00267-014-0366-z>>.
- Blong, R. (2004). Residential building damage and natural perils: Australian examples and issues. *Building Research & Information*, 32(5), 379–390. <<https://doi.org/10.1080/0961321042000221007>>.

- Blong, Russell. (2004). Residential building damage and natural perils: Australian examples and issues. *Building Research & Information*, 32(5), 379-390. <<https://doi.org/10.1080/0961321042000221007>>.
- Boardman, John. (2010). A short history of muddy floods. *Land Degradation & Development*, 21(4), 303-309. <<http://dx.doi.org/10.1002/ldr.1007>>.
- Bola, G, Mabiza, C., Goldin, J., Kujinga, K. Nhapi, I., Makurira, H. & Mashauri, D. (2014). Coping with droughts and floods: A Case study of Kanyemba, Mbire District, Zimbabwe. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, 67, 180-186. <<https://doi.org/10.1016/j.pce.2013.09.019>>.
- Boori, Mukesh Singh & Voženílek, Vít. (2014). Land use/cover, vulnerability index and exposer intensity. *Journal of Environments*, 1(1), 1-7. <<https://ideas.repec.org/a/aoj/joenvi/2014p1-7.html>>, (Consulta a 12 de janeiro de 2016).
- 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>>, (Consulta a 10 de janeiro de 2016).
- 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, doi:10.5194/hess-20-161-2016, 2016.
- Boudou, Martin, Lang, Michel, Vinet, Freddy & Coeur, Denis. (2014). *Characterization of remarkable floods in France, a transdisciplinary approach applied on generalized floods of January 1910*. Paper presented at the EGU General Assembly Conference Abstracts. <<http://adsabs.harvard.edu/abs/2014EGUGA..16.6562B>>, (Consulta a 5 de maio de 2017).
- Bowering, Elisabeth A., Peck, Angela M. & Simonovic, Slobodan P. (2014). A flood risk assessment to municipal infrastructure due to changing climate part I: methodology. *Urban Water Journal*, 11(1), 20-30. <<https://doi.org/10.1080/1573062X.2012.758293>>.
- Branco, A. G. S. (1947). *Manual Elementar de Hidrologia* (Livraria Bretand). Lisboa.
- Brázdil, R., Kundzewicz, Z. W. & Benito, G. (2006). Historical hydrology for studying flood risk in Europe. *Hydrological Sciences Journal*, 51(5), 739–764. <<https://doi.org/10.1623/hysj.51.5.739>>.
- Bronstert, Axel. (2003). Floods and climate change: interactions and impacts. *Risk Analysis*, 23(3), 545-557. <<http://dx.doi.org/10.1111/1539-6924.00335>>.
- Brown, A. & Matlock, M. D. (2011). A review of water scarcity indices and methodologies. *White paper*, 106, 19.
- Browne, Mark J. & Hoyt, Robert E. (2000). The demand for flood insurance: empirical evidence. *Journal of risk and uncertainty*, 20(3), 291-306.

- <<https://link.springer.com/article/10.1023%2FA%3A1007823631497?LI=true>>, (Consulta a 20 de setembro de 2017).
- Bruni, Adriano Leal & Famá, Rubens. (1998). Eficiência, previsibilidade dos preços e anomalias em mercados de capitais: teoria e evidências. *Caderno de Pesquisas em Administração*, 1(7), 71-85. <http://www.infinitaweb.com.br/albruni/artigos/a9809_CPA_Efic_Mercado.pdf>.
- Bunting, Erin, Steele, Jessica, Keys, Eric, Muyengwa, Shylock, Child, Brian & Southworth, Jane. (2013). Local Perception of Risk to Livelihoods in the Semi-Arid Landscape of Southern Africa. *Land*, 2(2), 225-251. <<http://www.mdpi.com/2073-445X/2/2/225/htm>>, (Consulta a 15 de março de 2017).
- Burawoy, Michael. (1998). The extended case method. *Sociological theory*, 16(1), 4-33. <<http://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1111/0735-2751.00040>>, (Consulta a 15 de março de 2017).
- Camuffo, D., Bertolin, C., Barriendos, M., Dominguez-Castro, F., Cocheo, C., Enzi, S., ... & Rodriguez, R. (2010). 500-year temperature reconstruction in the Mediterranean Basin by means of documentary data and instrumental observations. *Climatic Change*, 101(1), 169–199. <<https://doi.org/10.1007/s10584-010-9815-8>>.
- Cañadas Osinski, Isabel & Sánchez Bruno, Alfonso. (1998). Categorias de resposta en escalas tipo Likert. *Psicothema*, 10(3), 623-631. <<https://www.unioviado.es/reunido/index.php/PST/article/view/7489>>, (Consulta a 10 de junho de 2016).
- Cardoso, A. C., Dias, T. H. C., Soares, C. P. B. & Martins, S. V. (2006). Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Debossan, Nova Friburgo, RJ. *Revista Árvore*, 30(2). <<http://www.redalyc.org/html/488/48830211/>>.
- Cardoso, J. L. (1993). *Rio Lima: aproveitamento hidroelétrico de Touvedo (Salvador): patrimônio hidráulico na área da Albufeira*. Universidade Aberta, Edição: EDP - Electricidade de Portugal, SA. <<http://hdl.handle.net/10400.2/6559>>.
- Carre, C., Haghe, J. P., De Coninck, A., Becu, N., Deroubaix, J. F., Pivano, C. & Tallec, G. (2014). How to integrate scientific models in order to switch from flood control river management to multifunctional river management? *International Journal of River Basin Management*, 12(3), 231-249. <<https://doi.org/10.1080/15715124.2014.885439>>.
- Carruthers, J. I. (2002). The impacts of state growth management programmes: a comparative analysis. *Urban Studies*, 39(11), 1959–1982. <<https://doi.org/10.1080/0042098022000011317>>.
- Carter, Jeremy G, White, Iain & Richards, Juliet. (2009). Sustainability appraisal and flood risk management. *Environmental Impact Assessment Review*, 29(1), 7-14. <<https://doi.org/10.1016/j.eiar.2008.06.003>>.

- Carvajal, Y. & Enciso, A. (2016). Análisis hidrológico de las crecientes históricas del río Cauca en su valle alto. *Ingeniería y Competitividad*, 18(1), 46–57. <<http://www.redalyc.org/html/2913/291343439005/>>.
- Carvalho, J. A., Pais, C. C. & Gomes, P. M. S. (2011). Identificação e caracterização de unidades territoriais de escala local. *A Ocupação Dispersa no quadro dos PROT e dos PDM*. <<https://ria.ua.pt/handle/10773/9115>>, (Consulta a 10 de setembro de 2017).
- Carvalho-Santos, C., Nunes, J. P., Monteiro, A. T., Hein, L. & Honrado, J. P. (2015). Assessing the effects of land cover and future climate conditions on the provision of hydrological services in a medium-sized watershed of Portugal. *Hydrological Processes*. <<https://doi.org/10.1002/hyp.10621>>, (Consulta a 10 de fevereiro de 2016).
- Carvalho-Santos, C., Sousa-Silva, R., Gonçalves, J. & Honrado, J. P. (2016). Ecosystem services and biodiversity conservation under forestation scenarios: options to improve management in the Vez watershed, NW Portugal. *Regional environmental change*, 16(6), 1557-1570. <<https://doi.org/10.1002/hyp.10621>>.
- Castro, Emanuel, Cunha, Lúcio & Santos, Norberto. (2008). Análise integrada da paisagem na Raia Central Portuguesa. *Minerva*, 5, 139-174.
- Čermák, J., Úlehla, J., Kučera, J. & Penka, M. (1982). Sap flow rate and transpiration dynamics in the full-grown oak (*Quercus robur* L.) in floodplain forest exposed to seasonal floods as related to potential evapotranspiration and tree dimensions. *Biologia Plantarum*, 24(6), 446–460. <<https://doi.org/10.1007/BF02880444>>.
- Chakrabarti, R. (2009). Local people and the global tiger: An environmental history of the sundarbans. *Global Environment*, 2(3), 72–95. <<https://doi.org/10.3197/ge.2009.020304>>.
- Charmaz, Kathy. (2007). *Constructing grounded theory: A practical guide through qualitative analysis*: Pine Forge Press. <<http://www.raco.cat/index.php/papers/article/viewFile/81402/105890>>, (Consulta a 12 de agosto de 2015).
- Charneca, N. M. P. (2013). *Modelação de dados geográficos aplicada ao planeamento e gestão de recursos hídricos*. (Tese de Doutoramento), Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa. <<http://repositorio.ul.pt/handle/10451/8131>>, (Consulta a 13 de maio de 2017).
- Chaves, H. M. & Alipaz, S. (2007). An integrated indicator based on basin hydrology, environment, life, and policy: the watershed sustainability index. *Water Resources Management*, 21(5), 883–895. <<https://doi.org/10.1007/s11269-006-9107-2>>.
- Chen, R.-S. & Tsai, C.-M. (2017). Development of an Evaluation System for Sustaining Reservoir Functions—A Case Study of Shiwen Reservoir in Taiwan. *Sustainability*, 9(8), 1387, doi:10.3390/su9081387.
- Chen, Y.-R., Yeh, C.-H. & Yu, B. (2011). Integrated application of the analytic hierarchy process and the geographic information system for flood risk assessment and flood plain management in Taiwan. *Natural Hazards*, 59(3), 1261–1276. <<https://doi.org/10.1007/s11069-011-9831-7>>.

- Chen, Yu, Fingleton, Bernard, Pryce, Gwilym, Chen, Albert S. & Djordjević, Slobodan. (2013). Implications of rising flood-risk for employment location: a GMM spatial model with agglomeration and endogenous house price effects. *Journal of Property Research*, 1-26. <<https://doi.org/10.1080/09599916.2013.765499>>.
- Chingombe, W, Pedzisai, E, Manatsa, D, Mukwada, G. & Taru, P. (2014). A participatory approach in GIS data collection for flood risk management, Muzarabani district, Zimbabwe. *Arabian Journal of Geosciences*, 1-12. <<https://doi.org/10.1007/s12517-014-1265-6>>.
- Cirella, G. T., Semenzin, E, Critto, A. & Marcomini, A. (2014). Natural hazard risk assessment and management methodologies review: Europe *Sustainable Cities and Military Installations* (pp. 329-358): Springer. <<https://doaj.org/article/196e28bbb0554d5aaecc17820b7c252b>>.
- Clarke, Adele E. (2003). Situational analyses: Grounded theory mapping after the postmodern turn. *Symbolic interaction*, 26(4), 553-576. <<http://dx.doi.org/10.1525/si.2003.26.4.553>>.
- Coelho, Celeste, Valente, Sandra, Pinho, Luísa, Carvalho, Teresa, Ferreira, António & Figueiredo, Elisabete. (2004). *A Percepção Social das Alterações Climáticas e do Risco de Cheia*. Paper presented at the 7.º Congresso da Água, Lisboa.
- Condessa, B., Sá, A. & Trigueiros, T. (2009). Oportunidades para a Sustentabilidade Urbana Workshop e Conferencia Final. *Rio e Cidades: oportunidades para a sustentabilidade urbana*. 16 e 17 de fevereiro de 2009, Lisboa. <http://www.civil.ist.utl.pt/Web-RiProCiTy/files/IND8_Workshop_16_02_09.pdf>.
- Cordeiro, G. I. (2001). Territórios e Identidades: sobre escalas de organização sócio-espacial num bairro de Lisboa. *Revista Estudos Históricas*, (28), 125-142. <<https://repositorio.iscte-iul.pt/handle/10071/11309>>, (Consulta a 15 de agosto de 2017).
- Cortés, A. E. B., Oyarzún, R., Kretschmer, N., Chaves, H., Soto, G., Soto, M., Amézaga, J., Oyarzún, J., Rötting, T. & Señoret, M. (2012). Application of the watershed sustainability index to the Elqui river basin, North-Central Chile. *Obras y Proyectos*, 12, 57–69.
- Costa, F. (1998). O rio e a cidade: contributo para o estudo da qualidade ambiental do rio Tâmega na sua passagem pelo centro urbano de Amarante. *Revista da Faculdade de Letras–Geografia, I Série*, 15, 79-95.
- Costa, F. D. S. & Carvalho, S. M. T. D. (2009). Amarante e o rio Tâmega: uma breve retrospectiva segundo a imprensa escrita local no período 1960-2000. In *II Congresso Histórico de Amarante* (pp. 105-121). Câmara Municipal de Amarante. <<http://hdl.handle.net/1822/22831>>, (Consulta a 7 de abril de 2018).
- Costa, Michelli Pereira & Leite, Fernando César Lima. (2016). Princípios e recomendações basilares para a comunicação dos dados de pesquisa. *Em Questão*. <<http://www.redalyc.org/pdf/4656/465649115005.pdf>>, (Consulta a 15 de setembro de 2015).

- Costa, Michelli & Braga, Tiago. (2016). Repositórios de dados de pesquisa no mundo. *Cadernos BAD*(2), 80-95. <<https://www.bad.pt/publicacoes/index.php/cadernos/article/view/1585>>, (Consulta a 16 de outubro de 2017).
- Costa, N. C. D. de B., de Sousa Venâncio, S., da Silva Pinho, J. L. & Vieira, J. M. P. (2017). Análise hidrodinâmica do estuário do rio Lima, Portugal, a partir de simulação numérica. *Revista Ambiente & Água*, 12(3), 476.
- Crabtree, Bob & Bayfield, Neil. (1998). Developing sustainability indicators for mountain ecosystems: a study of the Cairngorms, Scotland. *Journal of Environmental Management*, 52(1), 1-14. <<https://doi.org/10.1006/jema.1997.0159>>.
- Cruz Lopes, José. (1993). Ecologia humana e turismo no Alto Minho. *Revista da Faculdade de Letras - Geografia*, IX, 17-44.
- Cunha, L., Leal, C., Tavares, A. & Santos, P. (2012). Risco de inundação no município de Torres Novas (Portugal). *Revista Geonorte*, 3(4), 961-973. <<http://periodicos.ufam.edu.br/revista-geonorte/article/view/1889>>, (Consulta a 15 de abril de 2017).
- Cunha, L. K., Krajewski, W. F., Mantilla, R. & Cunha, L. (2011). A framework for flood risk assessment under nonstationary conditions or in the absence of historical data. *Journal of Flood Risk Management*, 4(1), 3-22. <<http://dx.doi.org/10.1111/j.1753-318X.2010.01085.x>>.
- Cunha, Lúcio & Dimuccio, Luca. (2002). Considerações sobre riscos naturais num espaço de transição: exercícios cartográficos numa área a Sul de Coimbra. <<http://hdl.handle.net/10316/10882>>, (Consulta a 12 de outubro de 2016).
- Cutter, S. L. (2011). A ciência da vulnerabilidade: modelos, métodos e indicadores. *Revista Crítica de Ciências Sociais*, (93), 59-69. <<http://journals.openedition.org/rccs/165>>, (Consulta a 11 de outubro de 2017).
- D'ancona, M. (2001). *Metodología cuantitativa estrategias e técnicas de investigación social*. Madrid: Editorial Síntesis S. A.
- Darama, Y. & Seyrek, K. (2016). Determination of Watershed Boundaries in Turkey by GIS Based Hydrological River Basin Coding. *Journal of Water Resource and Protection*, 8(11), 965. <<http://dx.doi.org/10.4236/jwarp.2016.811078>>.
- Davar, K. S., Henderson, J. M. & Burrell, B. C. (2001). Flood Damage Reduction. *Water International*, 26(2), 162-176. <<https://doi.org/10.1080/02508060108686901>>.
- Dávila, Osiel González, Stithou, Mavra, Pescaroli, Gianluca, Pietrantoni, Luca, Koundouri, Phoebe, Díaz-Simal, P., Rulleau, B., Touili, N., Hissel, F. & Penning-Rowsell, Edmund. (2014). Promoting resilient economies by exploring insurance potential for facing coastal flooding and erosion: evidence from Italy, Spain, France and United Kingdom. *Coastal Engineering*, 87, 183-192. <<https://doi.org/10.1016/j.coastaleng.2013.12.007>>.
- Davis, Jason P, Eisenhardt, Kathleen M. & Bingham, Christopher B. (2007). Developing theory through simulation methods. *Academy of Management Review*, 32(2), 480-499. <<http://amr.aom.org/content/32/2/480.short>>.

- Decreto-Lei n.º 11. (2013). Lei n.º 11-A/2013. *Diário da República*, 1.ª série.
- Decreto-Lei n.º 22. (2012). Aprova o regime jurídico da reorganização administrativa territorial autárquica. *Diário da República*.
- Decreto-Lei 187/71, de 8 de maio. *Diário da República*.
- Decreto-Lei n.º 384-B/99 de 23 de setembro. *Diário da República*.
- Decreto-Lei Regulamentar n.º 21/99, de 20 de setembro. *Diário da República*.
- Diakakis, M. (2014). An inventory of flood events in Athens, Greece, during the last 130 years. Seasonality and spatial distribution. *Journal of Flood Risk Management*, 7(4), 332–343. <<https://doi.org/10.1111/jfr3.12053>>.
- Diakakis, Michalis, Pallikarakis, Aggelos & Katsetsiadou, Katerina. (2014). Using a Spatio-Temporal GIS Database to Monitor the Spatial Evolution of Urban Flooding Phenomena. The Case of Athens Metropolitan Area in Greece. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 3(1), 96–109. <<http://www.mdpi.com/2220-9964/3/1/96/htm>>, (Consulta a 10 de outubro de 2016).
- Diakakis, Michalis. (2013). An inventory of flood events in Athens, Greece, during the last 130 years. Seasonality and spatial distribution. *Journal of Flood Risk Management*. <<http://dx.doi.org/10.1111/jfr3.12053>>.
- Diniz, Francisco & Gerry, Chris. (2002). A problemática do desenvolvimento rural. *Compêndio de Economia Regional* (pp. 535-570). <https://www.researchgate.net/profile/Chris_Gerry>, (Consulta a 15 de outubro de 2016).
- Disaster. (2016). *Base de dados Disaster*. PTDC/CS-GEO/103231/2008 <<http://riskam.ul.pt/disaster/>>, (Consulta a 10 de março de 2016).
- Djalante, R., Thomalla, F., Sinapoy, M. S. & Carnegie, M. (2012). Building resilience to natural hazards in Indonesia: progress and challenges in implementing the Hyogo Framework for Action. *Natural Hazards*, 62(3), 779–803. <<https://doi.org/10.1007/s11069-012-0106-8>>.
- Dora, Carlos, Haines, Andy, Balbus, John, Fletcher, Elaine, Adair-Rohani, Heather, Alabaster, Graham, Hossain, Onis, Branca & Neira, Maria. (2014). Indicators linking health and sustainability in the post-2015 development agenda. *The Lancet*. <[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(14\)60605-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(14)60605-X)>.
- Douglas, M. & Wildavsky, A. (1982). How can we know the risks we face? Why risk selection is a social process. *Risk analysis*, 2(2), 49–58. <<https://doi.org/10.1111/j.1539-6924.1982.tb01365.x>>.
- Draibe, S. & Henrique, W. (1988). Welfare State, crise e gestão da crise: um balanço da literatura internacional. *Revista Brasileira de Ciências Sociais*, 3(6), 53-78.
- Dun, Olivia. (2011). Migration and displacement triggered by floods in the Mekong Delta. *International Migration*, 49(s1), e200-e223. <<http://dx.doi.org/10.1111/j.1468-2435.2010.00646.x>>.
- Dunne, T. (1991). Stochastic aspects of the relations between climate, hydrology and landform evolution. *Trans. Jpn. Geomorphol. Union*, 12(1), 1–24.

- Eck, Kristine. (2014). The law of the land Communal conflict and legal authority. *Journal of Peace Research*. <<http://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0022343314522257>>, (Consulta a 15 de outubro de 2016).
- Eires, Rute, Camões, Aires & Ponte, Maria. (2014). Técnicas para melhorar a durabilidade da construção em terra. *En genharia Civil. UM*, 50, 27-38. <<http://hdl.handle.net/1822/31026>>, (Consulta a 12 de dezembro de 2016).
- Elden, S., Gregory, D. & Sevilla-Buitrago, A. (2011). Spaces of the past, histories of the present: An interview with Stuart Elden and Derek Gregory. *ACME: An International Journal for Critical Geographies*, 10(2), 313-339. <<http://www.acme-journal.org/index.php/acme/article/view/900>>, (Consulta a 12 de dezembro de 2016).
- Emami, Kamran. (2014). The historic kurit dam: an illustrative example of water wisdom. *Irrigation and Drainage*, 63(2), 246-253. <<http://dx.doi.org/10.1002/ird.1848>>.
- The international disasters database (EM-DAT). (2017). The Emergency Events Database. Universite catholique de Louvain (UCL) - CRED, D. Guha-Sapir. Brussels, Belgium. <www.emdat.be>, (Consulta a 12 de dezembro de 2017).
- Emery, Steven B. & Hannah, David M. (2014). Managing and researching floods: sustainability, policy responses and the place of rural communities. *Hydrological Processes*, 28(18), 4984-4988. <<http://dx.doi.org/10.1002/hyp.10258>>.
- Enea, A., Romanescu, G., Iosub, M., Stoleriu, C. & Hapciuc, O. E. (2014, September). The relation between the morphometric characteristics and river network of the Tazlau basin, hierarchised according to the Horton-Strahler System. In *Water resources and wetlands, Conference Proceedings* (pp. 11-13). <http://www.limnology.ro/water2014/proceedings/7_Enea.pdf>.
- Engle, Nathan L. & Lemos, Maria Carmen. (2010). Unpacking governance: building adaptive capacity to climate change of river basins in Brazil. *Global Environmental Change*, 20(1), 4-13. <<https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2009.07.001>>.
- Enia, J. (2013). The spotty record of the Hyogo Framework for Action: Understanding the incentives of natural disaster politics and policy making. *The Social Science Journal*, 50(2), 213–224. <<https://doi.org/10.1016/j.soscij.2012.12.004>>.
- Ettinger, S., Manrique Llerena, N. V. & Thouret, J. C. (2014, May). Using field data and HSR imagery to downscale vulnerability assessment of buildings and local infrastructure facing hazards from floods and hyperconcentrated flows. In *EGU General Assembly Conference Abstracts* (Vol. 16). <<http://adsabs.harvard.edu/abs/2014eguga..1613978e>>.
- Falkheimer, Jesper & Heide, Mats. (2006). Multicultural crisis communication: Towards a social constructionist perspective. *Journal of contingencies and crisis management*, 14(4), 180-189. <<http://dx.doi.org/10.1111/j.1468-5973.2006.00494.x>>.

- Fekete, A. (2009). Validation of a social vulnerability index in context to river-floods in Germany. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 9(2), 393–403. <<https://doi.org/10.5194/nhess-9-393-2009>>.
- Feng, Lihua & Luo, Gaoyuan. (2008). Flood Risk Analysis Based on Information Diffusion Theory. *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*, 14(6), 1330-1337. doi: 10.1080/10807030802494691.
- Fernández, D. S. (2017). Análisis de susceptibilidad de movimientos de remoción en masa a escala regional en un sector de la Puna Argentina. *Serie correlación geológica*, 33(1), 1-10. <<http://www.insugeo.org.ar/publicaciones/docs/scg-33-0-02.pdf>>, (Consulta a 12 de abril de 2018).
- Fernández Moreno, M. A. (2013). *De los riesgos naturales a los riesgos del territorio: las unidades territoriales como medio para comprender los escenarios de riesgo*. Tese de Doutoramento, Universidade de Salamanca, Espanha.
- Ferreira, A. D. B., Romaní, J. R. V., Zêzere, J. L. & Rodrigues, M. L. (2000). A glaciação plistocénica da Serra do Gerês. *Finisterra*, 35(69), 39-68.
- Feyen, Luc, Dankers, Rutger, Bódis, Katalin, Salamon, Peter & Barredo, JoséI. (2012). Fluvial flood risk in Europe in present and future climates. *Climatic Change*, 112(1), 47-62. doi: 10.1007/s10584-011-0339-7. <<https://doi.org/10.1007/s10584-011-0339-7>>.
- Field, A. . (2005a). *Discovering Statistics Using SPSS: (and sex and drugs and rock 'n' roll)*.
- Field, Andy. (2005b). *Interpreting logistic regression*. Discovering Statistics Using SPSS (pp 233–268): London: SAGE Publications.
- Figueiredo, E., Valente, S., Coelho, C. & Pinho, L. (2009). Coping with risk: analysis on the importance of integrating social perceptions on flood risk into management mechanisms—the case of the municipality of Águeda, Portugal. *Journal of Risk Research*, 12(5), 581-602. <<https://doi.org/10.1080/13669870802511155>>.
- Flotemersch, J., Leibowitz, S., Hill, R., Stoddard, J., Thoms, M. & Tharme, R. (2016). A watershed integrity definition and assessment approach to support strategic management of watersheds. *River Research and Applications*, 32(7), 1654–1671. <<https://doi.org/10.1002/rra.2978>>.
- Folke, C., Pritchard Jr, L., Berkes, F., Colding, J. & Svedin, U. (2007). The problem of fit between ecosystems and institutions: ten years later. *Ecology and society*, 12(1). <<https://www.ecologyandsociety.org/vol12/iss1/art30/main.html>>, (Consulta a 12 de agosto de 2016).
- Fonte, Teodoro da. (2004). *No limiar da honra e da pobreza*. (Doutoramento), Universidade do Minho. <<http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/887>>, (Consulta a 12 de setembro de 2016).
- Franco, A. C. V. & Dal Santo, M. A. (2015). Contribuição da morfometria para o estudo das inundações na sub-bacia do rio Luís Alves/SC. *Mercator (Fortaleza)*, 14(3), 151-167. <<http://dx.doi.org/10.4215/RM2015.1403.0009>>.

- Frei, C., Schöll, R., Fukutome, S., Schmidli, J. & Vidale, P. L. (2006). Future change of precipitation extremes in Europe: Intercomparison of scenarios from regional climate models. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 111(D6). <<https://doi.org/10.1029/2005JD005965>>.
- Freitas, M. & Freitas, M. C. S. (2016). *Sustentabilidade como paradigma (A): Cultura, ciência e cidadania*. Editora Vozes Limitada.
- Füssel, H.-M. & Klein, R. J. T. (2006). Climate Change Vulnerability Assessments: An Evolution of Conceptual Thinking. *Climatic Change*, 75(3), 301–329. <<https://doi.org/10.1007/s10584-006-0329-3>>.
- Galloway, Gerald E. (1997). River basin management in the 21st century: Blending development with economic, ecologic, and cultural sustainability. *Water International*, 22(2), 82-89. <<https://doi.org/10.1080/02508069708686675>>.
- Gama, António. (1992). Urbanização difusa e territorialidade local. *Revista Crítica de Ciências Sociais*, 34(161-172). <<https://doi.org/10.1029/2005JD005965>>.
- Gampe, D., Nikulin, G. & Ludwig, R. (2016). Using an ensemble of regional climate models to assess climate change impacts on water scarcity in European river basins. *Science of The Total Environment*, 573, 1503–1518. <<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.08.053>>.
- 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. <<http://www.cjc-online.ca/index.php/journal/article/view/1724/3158>>.
- Geirinhas, João. (2011). Conceitos e Metodologias: BGRI - Base Geográfica de Referência de Informação. <<http://mapas.ine.pt/download/index2011.phtml>>, (Consulta a 5 de dezembro de 2014).
- Geneletti, Davide. (2012). Environmental assessment of spatial plan policies through land use scenarios: A study in a fast-developing town in rural Mozambique. *Environmental impact assessment review*, 32(1), 1-10. <<https://doi.org/10.1016/j.eiar.2011.01.015>>.
- George, Pedro. (2001). Paisagem-do urbano ao rural: notas a partir de Lisboa. *Finisterra: Revista portuguesa de geografia*, 36, 115-121. <<http://revistas.rcaap.pt/finisterra/article/viewFile/1626/1321>>, (Consulta a 12 de julho de 2015).
- Gergel, S. E., Turner, M. G., Miller, J. R., Melack, J. M. & Stanley, E. H. (2002). Landscape indicators of human impacts to riverine systems. *Aquatic Sciences*, 64(2), 118–128. <<https://doi.org/10.1007/s00027-002-8060-2>>.
- Gigliotti, Eileen. (2007). Discovering Statistics Using spss. *Journal of Advanced Nursing*, 58(3), 303-303. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2648.2007.04270_1.x>.
- Giupponi, Carlo, Giove, Silvio & Giannini, Valentina. (2013). A dynamic assessment tool for exploring and communicating vulnerability to floods and climate change. *Environmental Modelling & Software*, 44, 136-147. <<https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2012.05.004>>.

- Glatron, S. & Beck, E. (2008). Evaluation of socio-spatial vulnerability of citydwellers and analysis of risk perception: industrial and seismic risks in Mulhouse. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 8(5), 1029-1040. <<https://www.nat-hazards-earth-syst-sci.net/8/1029/2008/nhess-8-1029-2008.pdf>>, (Consulta a 10 de outubro de 2016).
- Gleditsch, Nils Petter. (2012). Whither the weather? Climate change and conflict. *Journal of Peace Research*, 49(1), 3-9. <<http://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0022343311431288>>.
- Gobin, Anne, Jones, R., Kirkby, M., Campling, P., Govers, Gerard, Kosmas, C. & Gentile, A. R. (2004). Indicators for pan-European assessment and monitoring of soil erosion by water. *Environmental Science & Policy*, 7(1), 25-38. <<https://doi.org/10.1016/j.envsci.2003.09.004>>.
- Gonçalves, G. (2011). Percepção dos danos após inundação nos concelhos de Arcos de Valdevez e Ponte da Barca entre 1900 e 2007. *Territorium*, (18), 231-238. <<https://digitalis-dsp.uc.pt/handle/10316.2/36077>>, (Consulta a 13 de dezembro de 2016).
- Gonçalves, G. & Trindade, J. (2014). Registos das maiores cheias do rio Vez em Arcos de Valdevez. Em *Formação e Ocupação de Litorais nas Margens do Atlântico - Brasil / Portugal* (Vol. IV, pp. 73–82).
- Gonçalves, G., Ramos C. & Trindade, J. (2017). Validação Metodológica no estudo das cheias da Bacia Hidrográfica do Rio Vez, Portugal. Seminário Doutoral DSSD, *E-Sustainability 2017*, 2 e 3 de junho de 2017, Universidade Aberta, Lisboa. <<http://eventos.uab.pt/e-sustainability2017>>.
- Gonçalves, Glória Salgado. (2009). *Ordenamento e Áreas Urbanizadas Inundáveis: Uma Leitura Histórico-geográfica entre 1900 a 2007 em Arcos de Valdevez e Ponte da Barca*. (Dissertação de Mestrado), Faculdade de Letras da Universidade do Porto.
- Grothmann, Torsten & Reusswig, Fritz. (2006). People at Risk of Flooding: Why Some Residents Take Precautionary Action While Others Do Not. *Natural Hazards*, 38(1), 101–120. <<https://doi.org/10.1007/s11069-005-8604-6>>, (Consulta a 12 de dezembro de 2016).
- Grub, J. & Neckel, A. (2009). *Estratégias projetuais de loteamentos habitacionais de baixo custo: aspectos sustentáveis*. <<http://ensur2009.paginas.ufsc.br/files/2015/09/estrat%c3%89gias-projetuais-de-loteamentos-upf.pdf>>.
- Guerra, F. C. & Zacharias, A. A. (2016). Mapeamento das áreas de riscos hidrológicos e as políticas públicas de sustentabilidade: o caso de Ourinhos/SP. *Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades*, 4(26). <<http://dx.doi.org/10.17271/2318847242620161345>>.
- Guerra, J. (2017). Novos Trilhos para o Desenvolvimento Sustentável—dos ODS à COP 21 (pp. 1–15). Apresentado na Portugal, território de territórios. *Atas do IX Congresso Português de Sociologia*, Associação Portuguesa de Sociologia. <<http://hdl.handle.net/10451/27901>>.

- Guerrin, Joana, Bouleau, Gabrielle & Grelot, Frédéric. (2014). “Functional fit” versus “politics of scale” in the governance of floodplain retention capacity. *Journal of Hydrology*, 519, 2405-2414. <<https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2014.08.024>>.
- Guida, D., Cuomo, A. & Palmieri, V. (2016). Using object-based geomorphometry for hydro-geomorphological analysis in a Mediterranean research catchment. *Hydrology and Earth System Sciences*, 20(9), 3493–3509. <<https://doi.org/10.5194/hess-20-3493-2016>>.
- Guillard-Gonçalves, C. (2016). Vulnerability assessment and landslide risk analysis: application to the Loures Municipality, Portugal. Tese de Doutoramento, IGOT, Universidade de Lisboa. <<http://repositorio.ul.pt/handle/10451/25144>>, (Consulta a 12 de novembro de 2016).
- Haasnoot, Marjolijn, Middelkoop, Hans, Offermans, Astrid, Van Beek, Eelco & van Deursen, Willem PA. (2012). Exploring pathways for sustainable water management in river deltas in a changing environment. *Climatic Change*, 115(3-4), 795-819. <<https://link.springer.com/article/10.1007/s10584-012-0444-2>>, (Consulta a 12 de novembro de 2016).
- Haddeland, Ingjerd, Heinke, Jens, Biemans, Hester, Eisner, Stephanie, Flörke, Martina, Hanasaki, Naota,...& Schewe, Jacob. (2014). Global water resources affected by human interventions and climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(9), 3251-3256. <<http://www.pnas.org/content/111/9/3251.full>>, (Consulta a 14 de abril de 2016).
- Haimes, Yacov Y. (2009). On the complex definition of risk: A systems-based approach. *Risk analysis*, 29(12), 1647-1654. <<http://dx.doi.org/10.1111/j.1539-6924.2009.01310.x>>.
- Harvatt, Joanne, Petts, Judith & Chilvers, Jason. (2011). Understanding householder responses to natural hazards: flooding and sea-level rise comparisons. *Journal of Risk Research*, 14(1), 63-83. <<https://doi.org/10.1080/13669877.2010.503935>>.
- Hawkes, G. & Rowe, G. (2008). A characterisation of the methodology of qualitative research on the nature of perceived risk: trends and omissions. *Journal of risk research*, 11(5), 617-643. <<https://doi.org/10.1080/13669870701875776>>.
- Hegger, Dries L. T., Driessen, Peter P. J., Dieperink, Carel, Wiering, Mark, Raadgever, G. T. Tom & van Rijswijk, Helena F. M. W. (2014). Assessing Stability and Dynamics in Flood Risk Governance. *Water Resources Management*, 1-16. <<https://doi.org/10.1007/s11269-014-0732-x>>.
- Hesselink, Annika W., Stelling, Guus S., Kwadijk, Jaap C. J. & Middelkoop, Hans. (2003). Inundation of a Dutch river polder, sensitivity analysis of a physically based inundation model using historic data. *Water Resources Research*, 39(9). <<http://dx.doi.org/10.1029/2002WR001334>>.
- Hezri, Adnan A. & Dovers, Stephen R. (2006). Sustainability indicators, policy and governance: issues for ecological economics. *Ecological Economics*, 60(1), 86-99. <<https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2005.11.019>>.

- Himes-Cornell, Amber & Kasperski, Stephen. (2015). Assessing climate change vulnerability in Alaska's fishing communities. *Fisheries Research*, 162, 1-11. <<https://doi.org/10.1016/j.fishres.2014.09.010>>.
- Hiroi, K. & Yamagata, Y. (2014). Design and implementation of a risk indicator distribution system for flood situations. In *Green Energy for Sustainable Development (ICUE), 2014 International Conference and Utility Exhibition on* (pp. 1-7). IEEE. <<http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6828944/>>.
- Hoedjes, Joost CB, Kooiman, André, Maathuis, Ben HP, Said, Mohammed Y, Becht, Robert, Limo, Agnes, ... & Su, Bob. (2014). A conceptual flash flood early warning system for Africa, based on terrestrial microwave links and flash flood guidance. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 3(2), 584-598. <<http://www.mdpi.com/2220-9964/3/2/584/htm>>, (Consulta a 10 de outubro de 2017).
- Hooijer, A., Klijn, F., Pedroli, G. B. M. & Van Os, A. G. (2004). Towards sustainable flood risk management in the Rhine and Meuse river basins: synopsis of the findings of IRMA-SPONGE. *River research and applications*, 20(3), 343-357. <<http://dx.doi.org/10.1002/rra.781>>.
- Huang, Chang, Chen, Yun & Wu, Jianping. (2014). Mapping spatio-temporal flood inundation dynamics at large river basin scale using time-series flow data and MODIS imagery. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 26, 350-362. <<https://doi.org/10.1016/j.jag.2013.09.002>>.
- Hughes, R. M., Kaufmann, P. R. & Weber, M. H. (2010). National and regional comparisons between Strahler order and stream size. *Journal of the North American Benthological Society*, 30(1), 103-121. <<https://doi.org/10.1899/09-174.1>>.
- Hulme, Mike. (2003). Abrupt climate change: can society cope? *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 361(1810), 2001-2021. DOI: 10.1098/rsta.2003.1239.
- Instituto Nacional de Estatística (INE). (2011). *Recenseamento da População e Habitação*. <http://mapas.ine.pt/meta/pop_res.html> (Consulta a 21 de novembro de 2014).
- Instituto Nacional de Estatística (INE). (2013). *Censos 2011 - Preparação, Metodologia e Conceitos*. Ed. Instituto Nacional de Estatística. <www.ine.pt>, (Consulta a 2 de fevereiro de 2017).
- Instituto Geológico e Mineiro. (1985). *Carta Geológica de Portugal*, 1/50 000, Arcos de Valdevez.
- Jabareen, Yosef. (2013). Planning the resilient city: Concepts and strategies for coping with climate change and environmental risk. *Cities*, 31, 220-229. <<https://doi.org/10.1016/j.cities.2012.05.004>>.
- Jackson, R. B., Carpenter, S. R., Dahm, C. N., McKnight, D. M., Naiman, R. J., Postel, S. L. & Running, S. W. (2001). Water in a changing world. *Ecological applications*, 11(4), 1027-1045. <[http://dx.doi.org/10.1890/1051-0761\(2001\)011\[1027:WIACW\]2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1890/1051-0761(2001)011[1027:WIACW]2.0.CO;2)>.

- Jackson, Sukhan & Sleigh, Adrian. (2013). Resettlement for China's Three Gorges Dam: socio-economic impact and institutional tensions. *Communist and Post-Communist Studies*, 33(2), 223-241. <[https://doi.org/10.1016/S0967-067X\(00\)00005-2](https://doi.org/10.1016/S0967-067X(00)00005-2)>.
- Jacoby, G. C. (1997). Application of tree ring analysis to paleoseismology. *Reviews of Geophysics*, 35(2), 109–124. <<https://doi.org/10.1029/96RG03526>>.
- Jim, C. Y. & Yang, Felix Y. (2006). Local responses to inundation and de-farming in the reservoir region of the Three Gorges Project (China). *Environmental Management*, 38(4), 618-637. <<https://doi.org/10.1007/s00267-005-0253-8>>.
- Jonkman, S. N. & Vrijling, J. K. (2008). Loss of life due to floods. *Journal of Flood Risk Management*, 1(1), 43-56. <<http://dx.doi.org/10.1111/j.1753-318X.2008.00006.x>>.
- Jornal Oficial da União Europeia (2007). *Diretiva 2007/60/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 23 de outubro de 2007, relativa à avaliação e gestão dos riscos de inundações*. <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=celex%3A32007L0060>>, (Consulta a 21 de abril de 2018).
- Jung, Younghun, Shin, Yongchul, Jang, Chun Hwa, Kum, Donghyuk, Kim, Young Sug, Lim, Kyoung Jae, ... & Lee, Seung Oh. (2014). Estimation of flood risk index considering the regional flood characteristics: a case of South Korea. *Paddy and water environment*, 12(1), 41-49. <<https://doi.org/10.1007/s10333-014-0430-6>>.
- Kaempf, L., Brauer, A., Dulski, P., Lami, A., Marchetto, A., Gerli, S., ... & Guilizzoni, P. (2012). Detrital layers marking flood events in recent sediments of Lago Maggiore (N. Italy) and their comparison with instrumental data. *Freshwater Biology*, 57(10), 2076–2090. <<http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2427.2012.02796.x>>.
- Kaivo-oja, Jari, Panula-Ontto, Juha, Vehmas, Jarmo & Luukkanen, Jyrki. (2014). Relationships of the dimensions of sustainability as measured by the sustainable society index framework. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 21(1), 39-45. <<https://doi.org/10.1080/13504509.2013.860056>>.
- Kates, Robert W., Travis, William R. & Wilbanks, Thomas J. (2012). Transformational adaptation when incremental adaptations to climate change are insufficient. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(19), 7156-7161. <<http://www.pnas.org/content/109/19/7156.full>>, (Consulta a 12 de abril de 2016).
- Kaushik, Prachuryya & Kaushik, Praschaya. (2014). A study on housing typology in rural areas of Assam, India. *The Clarion*, 3(1), 61-66. <<http://dx.doi.org/10.1111/j.1539-6924.2012.01844.x>>.
- Kellens, Wim, Terpstra, Teun & Maeyer, Philippe. (2013). Perception and communication of flood risks: a systematic review of empirical research. *Risk Analysis*, 33(1), 24-49. <<http://dx.doi.org/10.1111/j.1539-6924.2012.01844.x>>.
- Kellens, Wim, Zaalberg, Ruud, Neutens, Tijs, Vanneuville, Wouter & Maeyer, Philippe. (2011). An analysis of the public perception of flood risk on the Belgian coast. *Risk Analysis*, 31(7), 1055-1068. <<http://dx.doi.org/10.1111/j.1539-6924.2010.01571.x>>.

- King, D. & MacGregor, C. (2000). Using social indicators to measure community vulnerability to natural hazards. *Australian Journal of Emergency Management, The*, 15(3), 52. <<https://researchonline.jcu.edu.au/12782/>>.
- Kjeldsen, TR, Macdonald, Neil, Lang, Michel, Mediero, Luis, Albuquerque, Teresa, Bogdanowicz, Ewa, ... & Fleig, Anne. (2014). Documentary evidence of past floods in Europe and their utility in flood frequency estimation. *Journal of Hydrology*, 517, 963-973. <<https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2014.06.038>>.
- Knieper, Christian, Holtz, Georg, Kastens, Britta & Pahl-Wostl, Claudia. (2010). Analysing water governance in heterogeneous case studies experiences with a database approach. *environmental science & policy*, 13(7), 592-603. <<https://doi.org/10.1016/j.envsci.2010.09.002>>.
- Kometa, S. S. & Akoh, N. R. (2012). The Hydro-geomorphological implications of urbanisation in Bamenda, Cameroon. *Journal of Sustainable Development*, 5(6), 64. <<http://dx.doi.org/10.5539/jsd.v5n6p64>>.
- Kreibich, H., Thielen, A. H., Petrow, T., Müller, M. & Merz, B. (2005). Flood loss reduction of private households due to building precautionary measures--lessons learned from the Elbe flood in August 2002. *Natural Hazards and Earth System Science*, 5(1), 117–126. <<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00299130/document>>.
- Krueger, N. & Dickson, P. R. (1994). How believing in ourselves increases risk taking: Perceived self-efficacy and opportunity recognition. *Decision Sciences*, 25(3), 385–400. <<https://doi.org/10.1111/j.1540-5915.1994.tb00810.x>>.
- Kulakowski, Dominik, Bebi, Peter & Rixen, Christian. (2011). The interacting effects of land use change, climate change and suppression of natural disturbances on landscape forest structure in the Swiss Alps. *Oikos*, 120(2), 216-225. <<http://dx.doi.org/10.1111/j.1600-0706.2010.18726.x>>.
- Kundzewicz, Z. W. (1997). Water resources for sustainable development. *Hydrological Sciences Journal*, 42(4), 467–480. <<https://doi.org/10.1080/02626669709492047>>.
- Kundzewicz, Zbigniew W, Pińskwar, Iwona & Brakenridge, G. Robert. (2013). Large floods in Europe, 1985–2009. *Hydrological Sciences Journal*, 58(1), 1-7. <<https://doi.org/10.1080/02626667.2012.745082>>.
- Kundzewicz, Zbigniew & Kowalczak, Piotr. (2014). Urban Flooding and Sustainable Land Management–Polish Perspective. *Problemy ekorozwoju–problems of sustainable development*, 9(2), 131-138. <https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2478636>.
- Kundzewim, Zbigniew W. (2001). Some for all, forever—sustainable development and management of water resources. *The International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 8(4), 290-298. <<https://doi.org/10.1080/13504500109470087>>.
- Jiang, B. (2013). Head/tail breaks: A new classification scheme for data with a heavy-tailed distribution. *The Professional Geographer*, 65(3), 482–494. <<https://doi.org/10.1080/00330124.2012.700499>>.

- Lambin, E. F., Turner, B. L., Geist, H. J., Agbola, S. B., Angelsen, A., Bruce, J. W., ... & Folke, C. (2001). The causes of land-use and land-cover change: moving beyond the myths. *Global environmental change*, 11(4), 261–269. <[https://doi.org/10.1016/S0959-3780\(01\)00007-3](https://doi.org/10.1016/S0959-3780(01)00007-3)>.
- Landeta, Jon. (2006). Current validity of the Delphi method in social sciences. *Technological forecasting and social change*, 73(5), 467-482. <<https://doi.org/10.1016/j.techfore.2005.09.002>>.
- Lan Cuo, Lettenmaier, D. P., Mattheussen, B. V., Storck, P., & Wiley, M. (2008). Hydrologic prediction for urban watersheds with the Distributed Hydrology–Soil–Vegetation Model. *Hydrological Processes*, 22(21), 4205-4213. <https://doi.org/10.1002/hyp.7023>
- Lasage, R, Veldkamp, T. I. E , de Moel, H., Van, T. C., Phi, H. L., Vellinga, P. & Aerts, J. C. J. H. (2014). Assessment of the effectiveness of flood adaptation strategies for HCMC. *Natural Hazards and Earth System Science*, 14(6), 1441-1457. <<http://dx.doi.org/10.5194/nhess-14-1441-2014>>.
- Lavell, A. (1996). Degradación ambiental, riesgo y desastre urbano. Problemas y conceptos: hacia la definición de una agenda de investigación. *Fernández, AM (comp.), Ciudades en Riesgo-Degradación Ambiental, Riesgos Urbanos y Desastres, La Red, Lima.* <http://www.desenredando.org/public/libros/1996/cer/CER_todo_ene-7-2003.pdf#page=14>.
- Lavery, Sarah & Donovan, Bill. (2005). Flood risk management in the Thames Estuary looking ahead 100 years. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 363(1831), 1455-1474. <<http://rsta.royalsocietypublishing.org/content/363/1831/1455.abstract>>, (Consulta a 3 de fevereiro de 2017).
- Leal, M. & Ramos, C. (2013). Susceptibilidade às cheias na área metropolitana de Lisboa norte. Factores de predisposição e impactes das mudanças de uso do solo. *Finisterra*, 48(95). <<https://doi.org/10.18055/Finis3129>>.
- Leal, M. & Ramos, C. (2017). The potential of two types of urban flooding to cause material damages in Lisbon, Portugal. *International Journal of Safety and Security Engineering*, 7(2), 190–200. <<http://repositorio.ul.pt/handle/10451/29207>>.
- Lencastre, A. & Franco, F. M. (2010). *Lições de Hidrologia*. (3ª ed.). Lisboa: Fundação da Faculdade de Ciências e Tecnologia.
- Leskens, J. G., Brugnach, M., Hoekstra, A. Y. & Schuurmans, W. (2014). Why are decisions in flood disaster management so poorly supported by information from flood models? *Environmental modelling & software*, 53, 53-61. <<https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2013.11.003>>.
- Li, Yongfei, Guo, Ya & Yu, Ge. (2013). An analysis of extreme flood events during the past 400 years at Taihu Lake, China. *Journal of Hydrology*, 500(0), 217-225. doi: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jhydrol.2013.02.028>>.

- Liberati, Alessandro, Altman, Douglas G., Tetzlaff, Jennifer, Mulrow, Cynthia, Gøtzsche, Peter C., Ioannidis, John P. A., Clarke, M., Devereaux, P. I. J., Kleijnen, J. & Moher, David. (2009). The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration. *Annals of internal medicine*, 151(4), W-65-W-94. <<https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000100>>.
- Lefebvre, H., Alfredo, A., de Paula, C. M. & Ficarelli, T. (2009). Da teoria das crises à teoria das catástrofes. *GEOUSP: Espaço e Tempo (Online)*, (25), 138-152. <<http://dx.doi.org/10.11606/issn.2179-0892.geousp.2009.74117>>.
- Likert, Rensis. (1932). A technique for the measurement of attitudes. *Archives of psychology*. <https://legacy.voteview.com/pdf/Likert_1932.pdf>.
- Likert, Rensis. (1967). The method of constructing and attitude scale. *Methods and Techniques in Business Research*, 54.
- Lima, D. V. de, Silva, M. C., Borges, E. F. & Matias-Pereira, J. (2011). Pesquisa Empírica: uma Contribuição ao Tratamento Contábil dos Bens de Uso Comum (Empirical Research: A Contribution to the Accounting Treatment of Public Goods). *Revista Ambiente Contábil*, UFRN – Natal-RN, Vol. 3, No. 2, p. 34 – 44, Dec 2011 <https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2828776>.
- Lima, M. L., & Faisca, L. (1994). O ajustamento das populações ao risco de cheias: estudo exploratório em Portugal. *Recursos Hídricos*, 15, 3-19. <<http://hdl.handle.net/10400.1/4892>>.
- Lima, M Isabel P., Santo, Fátima Espírito, Ramos, Alexandre M. & Trigo, Ricardo M. (2014). Trends and correlations in annual extreme precipitation indices for mainland Portugal, 1941–2007. *Theoretical and Applied Climatology*, 119(1-2), 55-75. <<https://doi.org/10.1007/s00704-013-1079-6>>.
- Lima, M. Isabel P., Marques, Ana C. & Lima, João L. M. P. (2005). Análise da tendência da precipitação anual e mensal no período 1900-2000 em Portugal Continental. *Territorium: Revista Portuguesa de riscos, prevenção e segurança*, 12, 11-18. <<http://hdl.handle.net/10316/13303>>, (Consulta a 16 de março de 2017).
- Lima, M Isabel P, Marques, Ana C. P., Lima, J. L. M. P. & Coelho, M. F. E. S. (2007). Precipitation trends in mainland Portugal in the period 1941-2000. *IAHS publication*, 310, 94. <<http://dited.bn.pt/30920/1908/2375.pdf>>, (Consulta a 10 de outubro de 2017).
- Lima, M. Isabel P., Santo, Fátima Espírito, Ramos, Alexandre M. & Lima, João L. M. P. (2013). Recent changes in daily precipitation and surface air temperature extremes in mainland Portugal, in the period 1941–2007. *Atmospheric Research*, 127, 195-209. <<https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2012.10.001>>.
- Lima, M. I. P., Santo, F. E., Cunha, S. & Silva, A. (2013). *Tendências nos extremos de precipitação em Portugal Continental em 1941-2012*. IPMA - Instituto Português do Mar e da Atmosfera.
- Lima, M. I. P., Carvalho, SCP & Lima, JLMP. (2010). Investigating annual and monthly trends in precipitation structure: an overview across Portugal. *Natural Hazards*

- and Earth System Science*, 10(11), 2429-2440. <<https://doi.org/10.5194/nhess-10-2429-2010>>.
- Llasat, M.-C., Barriendos, M., Barrera, A. & Rigo, T. (2005). Floods in Catalonia (NE Spain) since the 14th century. Climatological and meteorological aspects from historical documentary sources and old instrumental records. *Journal of Hydrology*, 313(1), 32–47. <<https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2005.02.004>>.
- Lloret, Francisco, Escudero, Adrian, Iriondo, José María, Martínez-Vilalta, Jordi & Valladares, Fernando. (2012). Extreme climatic events and vegetation: the role of stabilizing processes. *Global Change Biology*, 18(3), 797-805. <<http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2486.2011.02624.x>>.
- Lobligeois, F., Andréassian, V., Perrin, C., Tabary, P. & Loumagne, C. (2014). When does higher spatial resolution rainfall information improve streamflow simulation? An evaluation using 3620 flood events. *Hydrology and Earth System Sciences*, 18(2). <<http://dx.doi.org/10.5194/hess-18-575-2014>>.
- Lomba, A., Gonçalves, J., Moreira, F. & Honrado, J. (2013). Simulating long-term effects of abandonment on plant diversity in Mediterranean mountain farmland. *Plant Biosystems-An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology*, 147(2), 328–342.<<https://doi.org/10.1080/11263504.2012.716794>>.
- Lorenzoni, I., & Pidgeon, N. F. (2006). Public Views on Climate Change: European and USA Perspectives. *Climatic Change*, 77(1), 73–95. <<https://doi.org/10.1007/s10584-006-9072-z>>.
- Loucks, D. P. (2000). Sustainable Water Resources Management. *Water International*, 25(1), 3–10. <<https://doi.org/10.1080/02508060008686793>>.
- Lucy, F. E., Roy, H., Simpson, A., Carlton, J. T., Hanson, J. M., Magellan, K., ... & Hewitt, C. L. (2016). INVASIVESNET towards an International Association for Open Knowledge on Invasive Alien Species. *Management of Biological Invasions*, 7(2), DOI : 131–139. 10.3391/mbi.2016.7.2.01.
- Ludy, J. & Kondolf, G. M. (2012). Flood risk perception in lands “protected” by 100-year levees. *Natural hazards*, 61(2), 829-842. <<https://doi.org/10.1007/s11069-011-0072-6>>.
- Luino, F., Cirio, C. G., Biddoccu, M., Agangi, A., Giulietto, W., Godone, F. & Nigrelli, G. (2009). Application of a model to the evaluation of flood damage. *GeoInformatica*, 13(3), 339–353. <<https://doi.org/10.1007/s10707-008-0070-3>>.
- Correljé Machado, José T. M. (1965). No Centenário do I Recenseamento Populacional Português. *Revista do Centro de Estudos Demográficos*, 16(16-17), 81.
- Mano, E. R. da C. (2012). *Estudo de bacias de retenção: como solução para situações crescentes de urbanização*. (Dissertação de Mestrado), Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. <<https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/12324/2/Texto%20integral.pdf>>.
- Mantovaneli, O. & Sampaio, C. A. C. (2011). Gobernación para el ecodesarrollo: sustentabilidad política y administrativa. *Líder: revista labor interdisciplinaria de desarrollo regional*, (19), 163-182. <<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4745605>>.

- Manyena, S. B. (2006). The concept of resilience revisited. *Disasters*, 30(4), 434–450. <<http://dx.doi.org/10.1111/j.0361-3666.2006.00331.x>>.
- Marandola Jr, E., & Hogan, D. J. (2004). Natural hazards: o estudo geográfico dos riscos e perigos. *Ambiente & Sociedade*, 7(2). <<http://www.redalyc.org/html/317/31770206/>> (Consulta a 12 de maio de 2016).
- Marinho, S. (2004). A ponte mais vista do País: o que se disse da cobertura jornalística da queda da ponte de Entre-os-Rios. *Centro de Estudos de Comunicação e Sociedade* <<http://hdl.handle.net/1822/2709>>, (Consulta a 7 de abril de 2018).
- Marks, C. O., Nislow, K. H. & Magilligan, F. J. (2014). Quantifying flood regime in floodplain forests to guide river restoration. *Elem Sci Anth*, 2. <<http://doi.org/10.12952/journal.elementa.000031>>.
- Marques, Marta Inez Medeiros. (2002). O conceito de espaço rural em questão. *Terra livre*, 19, 95-112. <<http://www.agb.org.br/publicacoes/index.php/terralivre/article/view/160>>.
- Martins, C. (2010). *Alterações no padrão intra-anual da precipitação como indicio de mudança climática*. Dissertação de Mestrado, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa.
- Martins, Sebastião Venancio, Reis, M. G. F., Aspiazú, C. & Pereira, José Francisco. (1992). Interpolação de valores de altitude e de variáveis climáticas para o Estado do Espírito Santo. *Revista Árvore*, Viçosa, 16(3), 262-271.
- Marzluff, John M., Bowman, Reed & Donnelly, Roarke. (2001). A historical perspective on urban bird research: trends, terms, and approaches. *Avian ecology and conservation in an urbanizing world*, 1-17. <https://doi.org/10.1007/978-1-4615-1531-9_1>.
- Mazzoleni, M., Barontini, S., Ranzi, R. & Brandimarte, L. (2014). Innovative probabilistic methodology for evaluating the reliability of discrete levee reaches owing to piping. *Journal of Hydrologic Engineering*, 20(5), 04014067. <[https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/\(ASCE\)HE.1943-5584.0001055](https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/(ASCE)HE.1943-5584.0001055)>.
- Mazzorana, B., Simoni, S., Scherer, C., Gems, B., Fuchs, S. & Keiler, M. (2014). A physical approach on flood risk vulnerability of buildings. *Hydrology and Earth System Sciences Discussions*, 11(2), 1411-1460. <<https://boris.unibe.ch/id/eprint/59041>>, (Consulta a 12 de maio de 2016).
- Medeiros, Eduardo José Rocha. (2005). *A coesão territorial nas NUTS III de fronteira de Portugal Continental*. (Dissertação de Mestrado), CEG, Universidade de Lisboa.
- Mendes, José Manuel & Tavares, Alexandre Oliveira. (2011). Risco, vulnerabilidade social e cidadania. *Revista Crítica de Ciências Sociais*, 05-08. <<http://journals.openedition.org/rccs/173>>, (Consulta a 10 de novembro de 2017).
- Mendonça, F. (2017). Riscos, vulnerabilidades e resiliência socioambientais urbanas: inovações na análise geográfica. *Revista da ANPEGE*, 7(01), 111-118.
- Merz, B., Kreibich, H., Schwarze, R. & Thielen, A. (2010). Review article" Assessment of economic flood damage". *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 10(8), 1697.

- Merz, Ralf & Blöschl, Günter. (2003). A process typology of regional floods. *Water Resources Research*, 39(12). <<http://dx.doi.org/10.1029/2002WR001952>>.
- Merz, Ralf & Blöschl, Günter. (2008). Flood frequency hydrology: 1. Temporal, spatial, and causal expansion of information. *Water Resources Research*, 44(8). <<http://dx.doi.org/10.1029/2007WR006744>>.
- Mesquita, S. & Sousa, A. J. (2009). Bioclimatic mapping using geostatistical approaches: application to mainland Portugal. *International journal of climatology*, 29, 2156–2170. <<https://doi.org/10.1002/joc.1837>>.
- Metz, D. (2008). The myth of travel time saving. *Transport reviews*, 28(3), 321–336. <<https://doi.org/10.1080/01441640701642348>>.
- Meyer, W. B. & Turner, B. L. (1992). Human population growth and global land-use/cover change. *Annual review of ecology and systematics*, 23(1), 39–61. <<https://doi.org/10.1146/annurev.es.23.110192.000351>>.
- Miceli, Renato, Sotgiu, Igor & Settanni, Michele. (2008). Disaster preparedness and perception of flood risk: A study in an alpine valley in Italy. *Journal of Environmental Psychology*, 28(2), 164–173. <<https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2007.10.006>>.
- Millar, Gearoid. (2012). ‘Our brothers who went to the bush’: Post-identity conflict and the experience of reconciliation in Sierra Leone. *Journal of Peace Research*, 49(5), 717–729. <<https://doi.org/10.1177/0022343312440114>>.
- Milojevic, A., Kovats, S., Leonardi, G., Murray, V., Nye, M. & Wilkinson, P. (2014). Population displacement after the 2007 floods in Kingston upon Hull, England. *Journal of Flood Risk Management*. <<http://dx.doi.org/10.1111/jfr3.12111>>.
- Min, Seung-Ki, Zhang, Xuebin, Zwiers, Francis W. & Hegerl, Gabriele C. (2011). Human contribution to more-intense precipitation extremes. *Nature*, 470(7334), 378–381. <<http://dx.doi.org/10.1038/nature09763>>.
- Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território [MAOT] & Instituto da Água. (2001). *Plano de Bacia Hidrográfica do Lima*. Obtido de <http://www.apambiente.pt/_zdata/Políticas/Água/PlaneamentoGestao/PBH2001/Tejo_RelatorioFinal.pdf>.
- Mirza, M. Monirul Qader. (2002). Global warming and changes in the probability of occurrence of floods in Bangladesh and implications. *Global environmental change*, 12(2), 127–138. <[https://doi.org/10.1016/S0959-3780\(02\)00002-X](https://doi.org/10.1016/S0959-3780(02)00002-X)>.
- Mitchell, Gordon. (2006). *Problems and fundamentals of sustainable development indicators Sustainability: Critical Concepts in the Social Sciences* (Edited by Michael Redclift ed.).
- Mititelu-Ionuș, O. (2017). Watershed Sustainability Index Development and Application: Case Study of the Motru River in Romania. *Polish Journal of Environmental Studies*, 26(5). <<https://doi.org/10.15244/pjoes/69935>>.
- Moldan, Bedřich, Janoušková, Svatava & Hák, Tomáš. (2012). How to understand and measure environmental sustainability: Indicators and targets. *Ecological Indicators*, 17, 4–13. <<https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2011.04.033>>.

- Molinari, D., Menoni, S., Aronica, G. T., Ballio, F., Berni, N., Pandolfo, C., ... & Minucci, G. (2014). Ex post damage assessment: an Italian experience. *Natural Hazards and Earth System Science*, 14(4), 901-916. <<http://dx.doi.org/10.5194/nhess-14-901-2014>>.
- Moreira, A. & Simões, M. (1998). *Notícia explicativa da Folha I-D*. Arcos de Valdevez. Lisboa: Serviços Geológicos de Portugal.
- Mori, Koichiro & Christodoulou, Aris. (2012). Review of sustainability indices and indicators: Towards a new City Sustainability Index (CSI). *Environmental Impact Assessment Review*, 32(1), 94-106. <<https://doi.org/10.1016/j.eiar.2011.06.001>>.
- Mort, M., Walker, M., Bingley, A. & Williams, A. L. (2017). From victims to actors: The role of children and young people in flood recovery and resilience. *Environment and Planning C: Politics and Space*, 2399654417717987. <<https://doi.org/10.1177/2399654417717987>>.
- Moura, Daniela da Silveira. (2012). *Deterioração e reabilitação de estruturas de betão armado*. (Dissertação de Mestrado), Instituto Politécnico do Porto. <<http://recipp.ipp.pt/handle/10400.22/2759>>, (Consulta a 16 de novembro de 2016).
- Mueller, C.C. (2005). O debate dos economistas sobre a sustentabilidade: uma avaliação sob a ótica da análise do processo produtivo de Georgescu-Roegen. *Estudos Econômicos* (São Paulo), 35(4), 687-713. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0101-41612005000400004>>.
- Müller, A, Reiter, J. & Weiland, U. (2011). Assessment of urban vulnerability towards floods using an indicator-based approach—a case study for Santiago de Chile. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 11(8), 2107. <<https://search.proquest.com/docview/1027223059?accountid=26140>>, (Consulta a 13 de junho de 2017).
- Naghattini, M. & Pinto, E. J. de A. (2007). *Hidrologia estatística*. CPRM. Obtido de <<http://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/handle/doc/454>>.
- Napolitano, E., Marchesini, I., Salvati, P., Donnini, M., Bianchi, C. & Guzzetti, F. (2018). LAND-deFeND—An innovative database structure for landslides and floods and their consequences. *Journal of environmental management*, 207, 203-218. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.11.022>.
- Naubi, I., Zardari, N. H., Shirazi, S. M., Roslan, N., Yusop, Z. & Haniffah, M. R. B. M. (2017). Ranking of Skudai River Sub-Watersheds from Sustainability Indices—Application of Promethee Method. *International Journal*, 12(29), 124–131. <<http://dx.doi.org/10.21660/2017.29.24734>>.
- Neubert, M, Naumann, T., Hennersdorf, J. & Nikolowski, J. (2014). The Geographic Information System-based flood damage simulation model HOWAD. *Journal of Flood Risk Management*. <<http://dx.doi.org/10.1111/jfr3.12109>>.
- Neuman, W. L. (2005). Social research methods: Quantitative and qualitative approaches (Vol. 13). *Allyn and Bacon Boston. sectional acceptance study. International Journal of Medical Informatics*, 81(2), 88-97.

- Neves, Diogo Ruben, Santos, João Alfredo, Reis, Maria Teresa, Fortes, Conceição Juana, Simões, Anabela, Azevedo, Eduardo Brito & da Conceição Rodrigues, Maria. (2012). Metodologia de avaliação do risco associado ao galgamento de estruturas marítimas. Aplicação ao porto e à baía da Praia da Vitória, Açores, Portugal. *Revista da Gestão Costeira Integrada*, 12(3), 291-312. <<http://www.redalyc.org/html/3883/388340138003/>>, (Consulta a 14 de junho de 2017).
- Novelo-Casanova, D. A. & Suárez, G. (2012). Exposure of main critical facilities to natural and man-made hazards in Grand Cayman, Cayman Islands. *Natural Hazards*, 61(3), 1277-1292. <<https://doi.org/10.1007/s11069-011-9982-6>>.
- Okunishi, K. & Iida, T. (1981). Investigation of topsoil horizons of mountain slopes as a basis of experimental geomorphology. *Bulletin of the Disaster Prevention Research Institute* 31(3): 131-150 <<https://repository.kulib.kyoto-u.ac.jp/dspace/bitstream/2433/124903/1/b31p3n281p07.pdf>>.
- Okunishi, K., Saito, T. & Yoshioka, R. (1987). Possible hydrological and geomorphological changes due to alteration of forest. In *Forest Hydrology and Watershed Management. Proceedings of the Vancouver Symposium* (pp. 173-179). <<http://hydrologie.org/redbooks/a167/167017.pdf>>.
- Oliveira, A. (2010). Por Feira e Romarias: Entre Douro e Minho a meados do século XVIII. (Ponte do Lima/Arcos de Valdevez). *Dinâmicas de Rede no Turismo Cultural e Religioso: II Jornadas Internacionais de Turismo*, 2. <<http://hdl.handle.net/10400.24/123>>.
- Oliveira, K. N. A. D. (2013). *Extração direta de informação cartográfica de média escala para base de dados geográfica*. (Dissertação de Mestrado), Universidade de Lisboa.
- Oliveira, P. E. & Ramos, C. (2002). Inundações na Cidade de Lisboa durante o Século XX e os seus factores agravantes. *Finisterra*, 37(74). <<https://doi.org/10.18055/Finis1589>>.
- Olsson, P., Folke, C. & Berkes, F. (2004). Adaptive comanagement for building resilience in social-ecological systems. *Environmental management*, 34(1), 75-90. <<https://doi.org/10.1007/s00267-003-0101-7>>.
- Organização Meteorológica Mundial (OMM). (2009). Em *Guía de prácticas hidrológicas* (Volumen II: Gestión de recursos hídricos y aplicación de prácticas hidrológicas). Organización Meteorológica Mundial. <http://www.whycos.org/hwrp/guide/index_es.php>, (Consulta a 26 de março de 2017).
- Organização das Nações Unidas (ONU). (2015). Guia sobre Desenvolvimento Sustentável. 17 objetivos para transformar o nosso mundo. <www.unric.org/pt>, (Consulta a 12 de dezembro de 2017).
- Paço, N. M. S. (2008). *Estabelecimento de Hidrogramas Unitários* (Mestrado). IST, Universidade Técnica de Lisboa. <https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/395137855364/Tese_final.pdf>.

- Padeiro, M. (2015). Os factores determinantes da edificação recente na AML (1991-2011). *Finisterra-Revista Portuguesa de Geografia*, (99), 5–26. <<http://dx.doi.org/10.18055/Finis3072>>.
- Pahl-Wostl, Claudia, Arthington, Angela, Bogardi, Janos, Bunn, Stuart E, Hoff, Holger, Lebel, Louis, . . . & Richards, Keith. (2013). Environmental flows and water governance: managing sustainable water uses. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 5(3), 341-351. <<https://doi.org/10.1016/j.cosust.2013.06.009>>.
- Pahl-Wostl, Claudia, Holtz, Georg, Kastens, Britta & Knieper, Christian. (2010). Analyzing complex water governance regimes: the management and transition framework. *Environmental Science & Policy*, 13(7), 571-581. <<https://doi.org/10.1016/j.envsci.2010.08.006>>.
- Pavese, M., Banzon, V., Colacino, M., Gregori, G. & Pasqua, M. (1992). Three historical data series on floods and anomalous climatic events in Italy. *Climate since AD, 1500*, 155–170.
- Pedrosa, A. S., & Martins, B. (2011). Os depósitos periglaciares no Norte de Portugal e suas implicações nos processos erosivos actuais. *Geografia Ensino & Pesquisa*, 15(3), 55–72. <http://dx.doi.org/10.5902/223649947346>.
- Pei-Jun, Shi. (2002). Theory on disaster science and disaster dynamics. *Journal of Natural Disasters*, 3, 000. Edited by Raymond S. Bradley, University of Massachusetts, Amherst and Philip D. Jones, University of East Anglia, Norwich.
- Pereira, Carla Sofia Mendes. (2012). *A segurança em edifícios de arquivo: avaliação do planeamento e da emergência em situações de incêndio e inundação*. (Dissertação de Mestrado), Universidade de Lisboa.
- Pereira, Elvira & Queiroz, Cibele Faria. (2009). Sistelo: Um Estudo Participativo numa Freguesia de Montanha In U. T. d. Lisboa (Ed.), *Ecossistemas e Bem-Estar Humano* (09-12-2009 ed., pp. 585-635): Escolar Editora.
- Pereira, Elvira, Queiroz, Cibele, Pereira, Henrique Miguel & Vicente, Luis. (2005). Ecosystem services and human well-being: a participatory study in a mountain community in Portugal. *Ecology and Society*, 10, 14. <http://www.isa.ulisboa.pt/inbio/theoeco/publications/Pereira_2005_EcolSoc.pdf>.
- Pereira, M. G., Malamud, B. D., Trigo, R. M. & Alves, P. I. (2011). The history and characteristics of the 1980-2005 Portuguese rural fire database. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 11(12), 3343. <<https://doi.org/10.5194/nhess-11-3343-2011>>.
- Pereira, S. (2009). *Perigosidade a movimentos de vertente na região norte de Portugal*. (Tese de Doutoramento), Faculdade de Letras da Universidade do Porto.
- Pinho, J. L. & Vieira, J. (2006). Aspectos da aplicação do Delft Hydraulics' SOBEK'no desenvolvimento de um sistema de gestão operacional da água em Alqueva. Em *8º Congresso da água: actas*. Figueira da Foz, Portugal: Associação Portuguesa de Recursos Hídricos. <<https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/7210>>.

- Pinto, José Madureira & Silva, Augusto Santos. (1986). *Metodologia das ciências sociais*: Afrontamento.
- Pinto, Nuno Norte. (2013). Modelos de autómatos celulares como ferramenta de análise da forma urbana. *Revista de Morfologia Urbana*, 01, 57-58.
- Pinto, P. J. & Kondolf, G. M. (2016). Evolution of Two Urbanized Estuaries: Environmental Change, Legal Framework, and Implications for Sea-Level Rise Vulnerability. *Water*, 8(11), 535. DOI: 10.3390/w8110535.
- Piola, Sérgio Francisco, Vianna, Solon Magalhães & Vivas-Consuelo, David. (2002). Delphi Study: social actors and trends in the Brazilian health care system. *Cadernos de Saúde Pública*, 18, S181-S190. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0102-311X2002000700018>>.
- PMDFCI. (2007). *Plano Municipal de Defesa da Floresta Contra Incêndios Concelho de Arcos de Valdevez*. Município de Arcos de Valdevez, Gabinete Técnico Florestal e Comissão Municipal de Defesa da Floresta Contra Incêndios.
- Poças, R. D. F. G. (2009). *Gestão do Ciclo de vida de Pontes*. Dissertação de Mestrado, Universidade do Minho. <<http://hdl.handle.net/1822/10813>>, (Consulta a 7 de abril de 2018).
- Pompêo, C. A. (2000). Drenagem urbana sustentável. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 5(1), 15–23.
- Portaria n.º 429/2006 de 3 de maio. Ministério das Finanças e da Administração Pública. *Diário da República*. <http://www.igf.min-financas.pt/inflegal/bd_igf/bd_legis_geral/Leg_geral_docs/>, (Consulta a 16 de fevereiro de 2018).
- Pradhan, P., Costa, L., Rybski, D., Lucht, W. & Kropp, J. P. (2017). A Systematic Study of Sustainable Development Goal (SDG) Interactions. *Earth's Future*. <<http://dx.doi.org/10.1002/2017EF000632>>.
- Prochmann, J. R. (2014). *Análise espacial da susceptibilidade a inundações na Bacia hidrográfica do Córrego Grande, Florianópolis-SC* (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina. Centro Tecnológico. Engenharia Sanitária e Ambiental. <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/131751>>.
- PinRaji, Saheed Adekunle, Adeniyi, Peter Olufemi & Odunuga, Shakirudeen. (2014). Multicriteria Flood Risk Analysis of Lower Ogun River Basin. *Journal of Environment and Earth Science*, 4(13), 112-124. <<http://www.iiste.org/Journals/index.php/JEES/search/results>>.
- Quivy, R. & Van Campenhoudt, L. (1998). *Manual de investigação em ciências sociais*. Gradiva, Lisboa.
- Ramalho, M. F. D. J. L. & Farias, D. R. B. (2012). Estudo da Bacia do Rio Pirangi (RN): uma análise morfométrica visando correlações geoambientais. *Sociedade e Território*, 22(1), 17-31. <<https://periodicos.ufrn.br/sociedadeeterritorio/article/view/3488>>, (Consulta a 12 de outubro de 2017).

- Ramos, C. (2005). Programa de Hidrogeografia. *Atmosfera*, 12, 0-001. <http://slif.info.ul.pt/uploads/1/1/8/7/11874636/livcapliv_2005_13_programa_hidrogeografia.pdf>, (Consulta a 28 de abril de 2018).
- Ramos, C., Zêzere, J. L. & Reis, E. (2010). Avaliação da susceptibilidade aos perigos naturais da Região de Lisboa e Vale do Tejo. *Prospectiva e Planeamento. Ordenamento Territorial e Sustentabilidade*, 17, 57-73.
- Ramos, Catarina. (2013). Perigos naturais devidos a causas meteorológicas: o caso das cheias e inundações. *e-LP Engineering and Technology Journal*, 4. <<http://recil.grupolusofona.pt/handle/10437/5308>>, (Consulta a 17 de setembro de 2013).
- Ramos, J. A. S., Silveira, C. S. & Roig, H. L. (2007). Desenvolvimento de um algoritmo para a determinação do fluxo e da hierarquia de canais de drenagem. *Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, 13(2007), 3027-3034.
- Rebello, Fernando. (1999). Riscos de inundação rápida em Cabo verde: numa breve visita à Praia e ao Mindelo em Junho de 1999. *Finisterra: Revista portuguesa de geografia*, 34(67), 47-55.
- Reis, E. (2011). Análise de bacias hidrográficas, susceptibilidade à ocorrência de cheias e Sistemas de Informação Geográfica: da definição do quadro conceptual até à proposta de um modelo de avaliação. In *VIII Congresso da Geografia Portuguesa, Repensar a Geografia para Novos Desafios, Comunicações, Lisboa, Portugal* (pp. 1-6).
- Rennó, (2004). *Construção de um sistema de análise e simulação hidrológica: aplicação a bacias hidrográficas*. (Tese de Doutoramento), Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, INPE, 148p. <<https://digituma.uma.pt/bitstream/10400.13/543/1/MestradoJo%C3%A3oCastr-o.pdf>>, (Consulta a 11 de abril de 2018).
- Resolução do Conselho de Ministros n.º142/97, de 28 de agosto. *Diário da República*.
- Retsö, D. (2015). Documentary evidence of historical floods and extreme rainfall events in Sweden 1400–1800. *Hydrology and Earth System Sciences*, 19(3), 1307–1323. <<https://doi.org/10.5194/hess-19-1307-2015>>.
- Reusswig, Fritz. (2010). The New Climate Change Discourse: A Challenge for Environmental Sociology. In M. Gross & H. Heinrichs (Eds.), *Environmental Sociology* (pp. 39-57): Springer Netherlands. <https://doi.org/10.1007/978-90-481-8730-0_3>.
- Ribeiro, Orlando, Lautensach, Hermann & Daveau, Suzanne. (1988). *Geografia de Portugal: Vol. 2. O ritmo climático ea paisagem*, Lisboa, Edições João Sá da Costa.
- Ribeiro, P., Mendes, J. F. G. & Fontes, A. (2005). A mobilidade sustentável em aglomerados urbanos de pequenas dimensões. *Minerva*, 5(2), 149–158.
- Ribeiro, V. R. D. (2014). *Cartografia das paisagens agrícolas de elevado valor natural à escala local: caso de estudo da bacia hidrográfica do Rio Vez*. (Dissertação de Mestrado). Escola Superior Agrária de Ponte de Lima.

- Richter, B. D., Baumgartner, J. V., Powell, J. & Braun, D. P. (1996). A method for assessing hydrologic alteration within ecosystems. *Conservation biology*, 10(4), 1163–1174. <<http://dx.doi.org/10.1046/j.1523-1739.1996.10041163.x>>.
- 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. *Safety and reliability of complex engineered systems, natural hazards*. CRC Press, Taylor and Francis Group, London, 4281–4286. <http://www.lnec.pt/fotos/editor2/dha/DHA%20PDFs/534_rilo_et_al_2015_historical_flood_events_esrel.pdf>.
- Rocha, J. S. (1995). Prevenção de inundações e reabilitação de edifícios em zonas inundáveis. *Territorium*, revista de Geografia física aplicada no ordenamento do território e gestão de riscos naturais, 11-19.
- Rodrigues, Teresa. (2010). A estratégia internacional da redução de desastres. *Territorium*, 17, 223-227. <<https://digitalis-dsp.sib.uc.pt/handle/10316.2/36112>>, (Consulta a 15 de setembro de 2017).
- Rodrigues, Gilda Maria Fiuza Löfgren. (2012). *O património escolar e novos usos turísticos: a recuperação para unidades de alojamento no concelho de Ponte de Lima*. (Dissertação de Mestrado), Universidade de Coimbra. <<https://estudogeral.sib.uc.pt/handle/10316/24236>>, (Consulta a 16 de maio de 2016).
- Rodrigues, S. P. C. (2017). *Aplicação de metodologias SIG à avaliação da perigosidade de inundações fluvial*. Dissertação de Mestrado, Instituto Politécnico de Tomar, IPT - ESTT - Escola Superior de Tecnologia de Tomar. <<http://hdl.handle.net/10400.26/21360>>.
- Rosa, Inês Sofia Peres. (2011). *Factores determinantes para o planeamento urbano sustentável de zonas com risco de cheia*. (Dissertação de Mestrado), Universidade Nova de Lisboa, Faculdade de Ciências e Tecnologia. <<https://run.unl.pt/handle/10362/6006>> (Consulta a 26 de maio de 2016).
- Ruiz-Villanueva, V., Díez-Herrero, A., Bodoque, J., Cánovas, J. B. & Stoffel, M. (2013). Characterisation of flash floods in small ungauged mountain basins of Central Spain using an integrated approach. *Catena*, 110, 32–43. <<https://doi.org/10.1016/j.catena.2013.06.015>>.
- Sah, R. K. & Das, A. K. (2015). Drainage skeletonization from flow-accumulated area without the use of threshold. *Geocarto International*, 30(8), 894-904. <<https://doi.org/10.1080/10106049.2015.1004128>>.
- Sah, R. K. & Das, A. K. (2017). Minimizing ambiguities in stream classification of complex drainage structures. *Journal of Hydrology*, 553, 224-230. <<https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2017.07.047>>.
- Sahoo, R. & Jain, V. (2017). Sensitivity of drainage morphometry based hydrological response (GIUH) of a river basin to the spatial resolution of DEM data. *Computers & Geosciences*, 111, 78-86. <<https://doi.org/10.1016/j.cageo.2017.10.001>>.
- Salgueiro, T. B. (1998). Cidade pós-moderna: espaço fragmentado. *Revista território*, 3(4), 39-53. <<https://doi.org/10.18055/Finis1460>>.

- Santos, C. C. P. & Shiraiwa, S. (2012). Padronização de limiares de área acumulada máxima para definição de redes de drenagem através de modelos digitais de elevação em diferentes escalas. *Caminhos de Geografia*, 13(42). <<http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/16799>>.
- Santos, F. & Miranda, P. (2006). *O Clima de Portugal nos séculos XX e XXI, Alterações climáticas em Portugal. Cenários Impactos e medidas de Adaptação* (Projecto SIAM II) (pp. 47–113). Local: Gradiva.
- Santos, I. (2009). *Monitoramento e modelagem de processos hidrogeomorfológicos: Mecanismos de geração de escoamento e conectividade hidrológica* (Tese de Doutorado). Universidade Federal de Santa Catarina Centro de Filosofia e Ciências Humanas Programa de Pós-Graduação em Geografia, Brasil. <<http://livros01.livrosgratis.com.br/cp095106.pdf>>.
- Santos, J. A., Corte-Real, J. & Leite, S. M. (2005). Weather regimes and their connection to the winter rainfall in Portugal. *International Journal of Climatology*, 25(1), 33-50. <<http://dx.doi.org/10.1002/joc.1101>>.
- Santos, M. S. M. (2009). *Precipitações extremas na área de Arcos de Valdevez: análise estatística e contrastes espaciais* (Dissertação de Mestrado). Faculdade de Letras da Universidade do Porto.
- Santos, M. S. M. (2015). *Análise hidro-meteorológica de cheias na região Norte de Portugal* (Tese de Doutorado). Universidade de Lisboa. <<http://repositorio.ul.pt/handle/10451/22856>>, (Consulta a 25 de janeiro de 2017).
- Santos, M. S. M., Hermenegildo, C. M. F., Soares, L. & Bateira, C. (2013). Base de dados *DISASTER*: eventos hidrogeomorfológicos na região norte de Portugal de 1900 a 1950. <<https://repositorio-aberto.up.pt/handle/10216/64777>>.
- Santos, M., Bateira, C., Soares, L. & Hermenegildo, C. (2014). Hydro-geomorphologic GIS database in Northern Portugal, between 1865 and 2010: Temporal and spatial analysis. *International journal of disaster risk reduction*, 10, 143–152. <<https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2014.08.003>>.
- Santos, Marcio de Miranda, Coelho, Gilda Massari, Santos, Dalci Maria & Fellows Filho, Lélío. (2010). Prospecção de tecnologias de futuro: métodos, técnicas e abordagens. *Parcerias estratégicas*, 9(19), 189-230. <http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias_estrategicas/article/view/253>.
- Santos, Milton. (2008). *Manual de geografia urbana* (Vol. 9): EdUSP.
- Santos, P. D. & Reis, E. (2017). Assessment of stream flood susceptibility: a cross-analysis between model results and flood losses. *Journal of Flood Risk Management*. <<http://dx.doi.org/10.1111/jfr3.12290>>.
- Santos, P. M. P. D. (2015). *Cheias e inundações: avaliação, impactos e instrumentos para a gestão do risco*. (Tese de Doutorado). Instituto de Geografia e Ordenamento do Território (IGOT). <<http://repositorio.ul.pt/handle/10451/22720>>, (Consulta a 12 de março de 2017).
- Santos, P. P., Tavares, A. O. & Andrade, A. I. A. S. S. (2011). Comparing historical-hydrogeomorphological reconstitution and hydrological-hydraulic modelling in

- the estimation of flood-prone areas-a case study in Central Portugal. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 11(6), 1669. DOI:10.5194/nhess-11-1669-2011.
- Santos, P. P., Tavares, A. O. & Andrade, A. I. A. S. S. (2012). Hydraulic modelling of the flood prone area in a basin with a historical report of urban inundation: The Arunca River case (Central Portugal). *Advances in Safety, Reliability and Risk Management*. Taylor & Francis Group, London. DOI: 10.1201/b11433-417.
- Santos, P., Andrade, A. I. & Tavares, A. (2011). A bacia hidrográfica do rio Arunca: factores condicionantes e cartografia dos processos de cheia/inundação. In *Trunfos de uma Geografia Activa: desenvolvimento local, ambiente, ordenamento e tecnologia* (pp. 879-887). Imprensa da Universidade de Coimbra. <http://dx.doi.org/10.14195/978-989-26-0244-8_99>.
- Schelhorn, Svend-Jonas, Herfort, Benjamin, Leiner, Richard, Zipf, Alexander & de Albuquerque, João Porto. (2014). *Identifying Elements at Risk from OpenStreetMap: The Case of Flooding*. Paper presented at the Proceedings of the 11th International ISCRAM Conference. <<http://www.producao.usp.br/handle/BDPI/46111>>, (Consulta a 15 de dezembro de 2016).
- Schewe, Jacob, Heinke, Jens, Gerten, Dieter, Haddeland, Ingjerd, Arnell, Nigel W, Clark, Douglas B, ... & Colón-González, Felipe J. (2014). Multimodel assessment of water scarcity under climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(9), 3245-3250. <<https://doi.org/10.1073/pnas.1222460110>>.
- Schipper, L. & Pelling, M. (2006). Disaster risk, climate change and international development: scope for, and challenges to, integration. *Disasters*, 30(1), 19–38. <<http://dx.doi.org/10.1111/j.1467-9523.2006.00304.x>>.
- Schroder, J. C. (2015). Os objetivos de desenvolvimento sustentável enquanto legado e aperfeiçoamento dos objetivos de desenvolvimento do milênio da organização das Nações Unidas. *Relações Internacionais-Florianópolis*. <<http://www.riuni.unisul.br/handle/12345/1780>>.
- Schubert, Jochen E. & Sanders, Brett F. (2012). Building treatments for urban flood inundation models and implications for predictive skill and modeling efficiency. *Advances in Water Resources*, 41, 49-64. <<https://doi.org/10.1016/j.advwatres.2012.02.012>>.
- Schutz, Alfred. (1962). Concept and theory formation in the social sciences *Collected Papers I* (pp. 48-66): Springer. <https://doi.org/10.1007/978-94-010-2851-6_2>.
- Scott, M. L., Auble, G. T. & Friedman, J. M. (1997). Flood dependency of cottonwood establishment along the Missouri River, Montana, USA. *Ecological Applications*, 7(2), 677–690. <[http://dx.doi.org/10.1890/1051-0761\(1997\)007\[0677:FDOCEA\]2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1890/1051-0761(1997)007[0677:FDOCEA]2.0.CO;2)>.
- Sdao, F., Sivertun, Å., Sole, A., Albano, R., Pascale, S. & Giosa, L. (2012). A GIS Implementation of a Model of Systemic Vulnerability Assessment in Urbanized Areas Exposed to Combined Risk of Landslide and Flood. *Geographic Information Analysis for Sustainable Development and Economic Planning: New Technologies: New Technologies*, 274. <<https://books.google.pt/books>>.

- Sellnow, Timothy L., Seeger, Matthew W. & Ulmer, Robert R. (2002). Chaos theory, informational needs, and natural disasters. *Journal of Applied Communication Research*, 30(4), 269-292. <<https://doi.org/10.1080/00909880216599>>.
- Sewell, W. R. D. & Foster, H. D. (1977). Environmental risk: Management strategies in the developing world. *Environmental Management*, 1(1), 49–59. <<https://doi.org/10.1007/BF01867399>>.
- Shahzad, Khurram M. & Plate, Erich J. (2014). Flood forecasting for River Mekong with data-based models. *Water Resources Research*. <<http://dx.doi.org/10.1002/2013WR015072>>.
- Shaw, Stephen B., Marrs, John, Bhattarai, Nishan & Quackenbush, Lindi. (2014). Longitudinal Study of the Impacts of Land Cover Change on Hydrologic Response in Four Mesoscale Watersheds in New York State, USA. *Journal of Hydrology*. <<https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2014.06.055>>.
- Shields, Deborah J., Šolar, Slavko V. & Martin, Wade E. (2002). The role of values and objectives in communicating indicators of sustainability. *Ecological Indicators*, 2(1), 149-160. <[https://doi.org/10.1016/S1470-160X\(02\)00042-0](https://doi.org/10.1016/S1470-160X(02)00042-0)>.
- Shreve, R. L. 1966, Statistical law of stream numbers, *Journal of Geology*, v. 74, p. 17-37. <<https://doi.org/10.1086/627137>>.
- Shrivastava, Paul. (1993). Crisis theory/practice: Towards a sustainable future. *Organization & environment*, 7(1), 23-42. <<https://doi.org/10.1177/108602669300700103>>.
- Sidle, R. C. (2004). 様々な時空間スケールにおける水文地形プロセスの新しい概念. *地形*, 25(4), 331–340. <<https://ci.nii.ac.jp/naid/110001269725/en/>>.
- Sidle, R. C., Benson, W. H., Carriger, J. F. & Kamai, T. (2013). Broader perspective on ecosystem sustainability: Consequences for decision making. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(23), 9201–9208. <<https://doi.org/10.1073/pnas.1302328110>>.
- Siedel, Heiner. (2010). Historic building stones and flooding: changes of physical properties due to water saturation. *Journal of Performance of Constructed Facilities*, 24(5), 452-461. <[https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CF.1943-5509.0000066](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CF.1943-5509.0000066)>.
- Siegrist, M. & Gutscher, H. (2006). Flooding risks: A comparison of lay people's perceptions and expert's assessments in Switzerland. *Risk Analysis*, 26(4), 971-979. <<http://dx.doi.org/10.1111/j.1539-6924.2006.00792.x>>.
- Sil, Â., Rodrigues, A. P., Carvalho-Santos, C., Nunes, J. P., Honrado, J., Alonso, J., ... & Azevedo, J. C. (2016). Trade-offs and synergies between provisioning and regulating ecosystem services in a mountain area in Portugal affected by landscape change. *Mountain Research and Development*, 36(4), 452–464. <<https://doi.org/10.1659/mrd-journal-d-16-00035.1>>.
- Silva, D. C. da C. (2016). *Proposta metodológica para elaboração de um índice espacial de sustentabilidade ambiental aplicado a bacias hidrográficas* (Tese de Doutorado). Unesp, Brasil. Obtido de

- <https://alsafi.ead.unesp.br/bitstream/handle/11449/144610/silva_dcc_dr_soro.pdf?sequence=3&isAllowed=y>.
- Silva, D. D., Pereira, Sílvio Bueno, Pruski, Fernando Falco, Gomes Filho, R. R., Lana, A. M. Q. & Baena, L. G. N. (2003). Equações de intensidade-duração-frequência da precipitação pluvial para o estado de Tocantins. *Engenharia na Agricultura*, Viçosa, 11(1/4), 7-14.
- Silva, Fernanda Araújo. (2010). Percurso geológico e geocultural “Portela do Mezio-Sistelo”, no Concelho dos Arcos de Valdevez (Portugal). *VIII CNG 2010*, 18. <<http://www.metododirecto.pt/CNG2010/index.php/vol/article/view/340>>.
- Silva, M. A. S. (2015). The territory as a complex social system. *Modeling Complex Systems for Public Policies*, 363-394. Chapter 17. Ipea. <http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=25858> (Consulta a 20 de setembro de 2017).
- Silva, Terezinha Elisabeth & Alcará, Adriana Rosecler. (2009). Acesso aberto à informação científica: políticas e iniciativas governamentais. *Informação & Informação*, 14(2), 100-116. <<http://dx.doi.org/10.5433/1981-8920.2009v14n2p100>>.
- Sjöberg, L. (2000). Factors in risk perception. *Risk analysis*, 20(1), 1-12. <<http://dx.doi.org/10.1111/0272-4332.00001>>.
- Skublics, D. & Rutschmann, P. (2013). Progress in natural flood retention at the Bavarian Danube. *Natural Hazards*, 1-17. <<https://doi.org/10.1007/s11069-014-1148-x>>.
- Slovic, Paul, Fischhoff, Baruch & Lichtenstein, Sarah. (1984). Behavioral decision theory perspectives on risk and safety. *Acta psychologica*, 56(1), 183-203. <[https://doi.org/10.1016/0001-6918\(84\)90018-0](https://doi.org/10.1016/0001-6918(84)90018-0)>.
- Smit, B., Burton, I., Klein, R. J. & Street, R. (1999). The science of adaptation: a framework for assessment. *Mitigation and adaptation strategies for global change*, 4(3), 199-213. <<https://doi.org/10.1023/A:1009652531101>>.
- Smithers, J. C. & Gericke, O. J. (2016). Derivation and verification of empirical catchment response time equations for medium to large catchments in South Africa. <<http://dx.doi.org/10.1002/hyp.10922>>.
- SNIRH. (2014). Classificação Decimal das Linhas de Água. <<http://geo.snirh.pt/AtlasAgua/>>, (Consulta a 12 de setembro de 2014).
- Soares, C. C. R. (2006). O risco na sociedade e nos media: como a imprensa nacional tratou a coincineração. (Dissertação de Mestrado), Faculdade de Letras da Universidade do Porto. <<http://hdl.handle.net/10216/14983>>.
- Souza, Dilmara Veríssimo & Zioni, Fabiola. (2003). Novas perspectivas de análise em investigações sobre meio ambiente: a teoria das representações sociais ea técnica qualitativa da triangulação de dados. *Saúde e Sociedade*, 12(2), 76-85. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0104-12902003000200008>>.
- Souza, L. J. B. (2010). *Cidade flutuante: uma Manaus sobre as águas (1920-1967)*. (Tese de Doutorado), Universidade Católica de São Paulo, São Paulo. <<https://tede.pucsp.br/handle/handle/13222>>, (Consulta a 15 de setembro de 2015).

- Spence, Alexa, Poortinga, Wouter, Butler, Catherine & Pidgeon, Nicholas Frank. (2011). Perceptions of climate change and willingness to save energy related to flood experience. *Nature climate change*, 1(1), 46-49. <<http://dx.doi.org/10.1038/nclimate1059>>.
- Stiros, S. C. (1996). Identification of earthquakes from archaeological data: methodology, criteria and limitations. *Archaeoseismology*, 7, 129–152. <<https://doi.org/10.1016/j.quaint.2006.08.004>>.
- Strahler, A. N. (1957). Quantitative analysis of watershed geomorphology. *Eos, Transactions American Geophysical Union*, 38(6), 913-920. <<http://dx.doi.org/10.1029/TR038i006p00913>>.
- Strahler, A. N. (1953). Hypsometric (area-altitude) analysis and erosional topography, *Geological Society of America Bulletin*, v. 63, p. 1117-1142. <[https://doi.org/10.1130/0016-7606\(1952\)63\[1117:haoet\]2.0.co;2](https://doi.org/10.1130/0016-7606(1952)63[1117:haoet]2.0.co;2)>.
- Taborda, J. P. (2006). O temporal de 3 a 6 de dezembro de 1739 em Portugal-reconstituição a partir de fontes documentais descritivas. *Finisterra*, 41(82). <<https://doi.org/10.18055/Finis1450>>.
- Taggart, Mason & van de Lindt, John W. (2009). Performance-based design of residential wood-frame buildings for flood based on manageable loss. *Journal of performance of constructed facilities*, 23(2), 56-64. <[https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0887-3828\(2009\)23:2\(56\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0887-3828(2009)23:2(56))>.
- Tamasauskas, P. F. L. F., Pereira de Souza, L. F., Meiguins de Lima, A. M., da Silva Pimentel, M. A. & da Rocha, E. J. P. (2016). Métodos de avaliação da influência das áreas ripárias na sustentabilidade hidrológica em bacias hidrográficas no nordeste do estado do Pará. *Caderno de Geografia*, 26(45). <<http://dx.doi.org/10.5752/P.2318-2962.2016v26n45p172>>.
- Tánago, M. G., Gurnell, A. M., Belletti, B. & De Jalón, D. G. (2015). Indicators of river system hydromorphological character and dynamics: understanding current conditions and guiding sustainable river management. *Aquatic Sciences*, 78(1), 35–55. <<https://doi.org/10.1007/s00027-015-0429-0>>.
- Tavares, A. O. & Cunha, L. (2008). Perigosidade natural na gestão territorial: o caso do Município de Coimbra. *A terra: conflitos e ordem*. <<http://hdl.handle.net/10316/10874>>.
- Tavares, A. O., Barros, L., Santos, P. P. & Zêzere, J. L. (2013). Desastres naturais de origem hidro-geomorfológica no Baixo Mondego no período 1961-2010. In *Territorium* (No. 20, pp. 65-76). Riscos. <<https://estudogeral.sib.uc.pt/handle/10316/36368>>, (Consulta a 26 de outubro de 2017).
- Tavares, A. O., Mendes, J. M. & Basto, E. (2011). Percepção dos riscos naturais e tecnológicos, confiança institucional e preparação para situações de emergência: O caso de Portugal continental. *Revista Crítica de Ciências Sociais*, (93), 167-193. <<http://journals.openedition.org/rccs/1380>>, (Consulta a 17 de setembro de 2017).

- Tavares, Alexandre Oliveira, Mendes, José Manuel & Basto, Eduardo. (2011). Percepção dos riscos naturais e tecnológicos, confiança institucional e preparação para situações de emergência: O caso de Portugal continental. *Revista Crítica de Ciências Sociais*(93), 167-193. < <http://journals.openedition.org/rccs/1380>>, (Consulta a 25 de julho de 2016).
- Tehrani, R. M. M. Z. (2014). *Vulnerability measures for flood and drought and the application in hydrometric network design* (Master's thesis, University of Waterloo), Canada. <<http://hdl.handle.net/10012/8559>>.
- Tehrany, M. S., Pradhan, B., Mansor, S. & Ahmad, N. (2015). Flood susceptibility assessment using GIS-based support vector machine model with different kernel types. *Catena*, 125, 91–101. <<https://doi.org/10.1016/j.catena.2014.10.017>>.
- Teodoro, V. L. I., Teixeira, D., Costa, D. J. L. & Fuller, B. B. (2015). O conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local. *Revista ReBraM*, 11(1), 137–156. <<https://doi.org/10.25061/2527-2675/ReBraM/2007.v11i1.236>>.
- Thouret, J.-C., Ettinger, S., Guitton, M., Santoni, O., Magill, C., Martelli, K., ... & Arguedas, A. (2014). Assessing physical vulnerability in large cities exposed to flash floods and debris flows: the case of Arequipa (Peru). *Natural Hazards*, 73(3), 1771–1815. <<https://doi.org/10.1007/s11069-014-1172-x>>.
- Thuiller, W., Lavorel, S., Araújo, M. B., Sykes, M. T. & Prentice, I. C. (2005). Climate change threats to plant diversity in Europe. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 102(23), 8245–8250. <<https://doi.org/10.1073/pnas.0409902102>>.
- Tierney, Kathleen. (2012). Disaster governance: social, political, and economic dimensions. *Annual Review of Environment and Resources*, 37, 341-363. <<https://doi.org/10.1146/annurev-environ-020911-095618>>.
- Toonen, W. (2015). Flood frequency analysis and discussion of non-stationarity of the Lower Rhine flooding regime (AD 1350–2011): Using discharge data, water level measurements, and historical records. *Journal of Hydrology*, 528, 490–502. <<https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2015.06.014>>.
- Tran, Phong, Marincioni, Fausto & Shaw, Rajib. (2010). Catastrophic flood and forest cover change in the Huong river basin, central Viet Nam: A gap between common perceptions and facts. *Journal of environmental management*, 91(11), 2186-2200. <<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2010.05.020>>.
- Tranfield, David, Denyer, David & Smart, Palminder. (2003). Towards a methodology for developing evidence-informed management knowledge by means of systematic review. *British journal of management*, 14(3), 207-222. <<http://dx.doi.org/10.1111/1467-8551.00375>>.
- Tsai, Chung-Hung & Chen, Cheng-Wu. (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>>.

- Tshilunga, Sarafina E. X. (2014). *A study of the 2011 floods on human security in Namibia: A case study of the Oshoopala informal settlement in Oshakati*. <<http://hdl.handle.net/11070/830>>, (Consulta a 22 de abril de 2016).
- Tucci, Carlos Eduardo Morelli. (2003). *Inundações e drenagem urbana*. <<http://www.semarh.se.gov.br/wp-content/uploads/2017/02/cap3-1.pdf>>, (Consulta a 22 de dezembro de 2015).
- 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>>.
- Türe, Cengiz. (2013). A methodology to analyse the relations of ecological footprint corresponding with human development index: eco-sustainable human development index. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 20(1), 9-19. <<https://doi.org/10.1080/13504509.2012.751562>>.
- Turner, R. K., Morse-Jones, S. & Fisher, B. (2010). Ecosystem valuation. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1185(1), 79–101. <<https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2009.05280.x>>.
- Umlauf, G., Bidoglio, G., Christoph, E. H., Kampheus, J., Krüger, F., Landmann, D., Schulz, A. J., Schwartz, R., Severin, K, Stachel, B. & Stehr, D. (2005). The Situation of PCDD/Fs and Dioxin-like PCBs after the Flooding of River Elbe and Mulde in 2002. *Acta hydrochimica et ydrobiologica*, 33(5), 543–554. <<https://doi.org/10.1002/ahch.200400597>>.
- United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2017). *World Population Prospects: The 2017 Revision*. New York: United Nations. <<https://esa.un.org/unpd/wpp/DataQuery/>>, (Consulta a 07 de março de 2018).
- United Nations (2015). *Sustainable Development Goals. 17 Goals to transform our World*. <<https://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals/#>>, (Consulta a 22 de abril de 2018).
- Vala, J. (1989). A análise de conteúdo. *Metodologia das Ciências Sociais*. Porto: Edições Afrontamento.
- Valeriano, M. D. M. (2003). Curvatura vertical de vertentes em microbacias pela análise de modelos digit pela análise de modelos digitais de elevação. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 7(3), 539-546. <<http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v7n3/v7n3a22.pdf>>, (Consulta a 17 de junho de 2016).
- Valério, Nuno. (2001). Estatísticas históricas portuguesas. Lisboa: *Instituto Nacional de Estatística*.
- Van Berkel, Derek B. & Verburg, Peter H. (2014). Spatial quantification and valuation of cultural ecosystem services in an agricultural landscape. *Ecological indicators*, 37, 163-174. <<https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2012.06.025>>.
- Van Leuven, S., Deprez, A. & Raeymaeckers, K. (2013). Increased news access for international NGOs? *Journalism Practice*, 7(4), 430–445. <<https://doi.org/10.1080/17512786.2013.802479>>.

- Veiga, J.E. (2010). Indicadores de sustentabilidade. *estudos avançados*, 24(68), 39-52. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142010000100006>>.
- Vieira, J. P., de Souza, M. J., Teixeira, J. M. & de Carvalho, F. P. (2010). Estudo da precipitação mensal durante a estação chuvosa em Diamantina, Minas Gerais. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental-Agriambi*, 14(7). <<http://acervo.ufvjm.edu.br/jspui/handle/1/1236>>.
- Vieira, Sandra Cristina Ribas. (2011). *O rio Vez-ordenamento aquícola e a gestão sustentável da espécie piscícola Salmo trutta*. (Dissertação de Mestrado), Instituto Superior de Castelo Branco. <<http://hdl.handle.net/10400.11/1190>>, (Consulta a 11 de fevereiro de 2016).
- Viglione, Alberto, Merz, Ralf, Salinas, José Luis & Blöschl, Günter. (2013). Flood frequency hydrology: 3. A Bayesian analysis. *Water Resources Research*, 49(2), 675-692. <<http://dx.doi.org/10.1029/2011WR010782>>.
- Vollmer, D., Regan, H. M. & Andelman, S. J. (2016). Assessing the sustainability of freshwater systems: A critical review of composite indicators. *Ambio*, 45(7), 765–780. <<https://doi.org/10.1007/s13280-016-0792-7>>.
- Vörösmarty, C. J., Fekete, B. M., Meybeck, M. & Lammers, R. B. (2000). Geomorphometric attributes of the global system of rivers at 30-minute spatial resolution. *Journal of Hydrology*, 237(1), 17-39. <[https://doi.org/10.1016/S0022-1694\(00\)00282-1](https://doi.org/10.1016/S0022-1694(00)00282-1)>.
- Voss, Reinhard, May, Wilhelm & Roeckner, Erich. (2002). Enhanced resolution modelling study on anthropogenic climate change: changes in extremes of the hydrological cycle. *International Journal of Climatology*, 22(7), 755-777. <<http://dx.doi.org/10.1002/joc.757>>.
- Wachinger, G., Renn, O., Begg, C. & Kuhlicke, C. (2013). The Risk Perception Paradox—Implications for Governance and Communication of Natural Hazards. *Risk Analysis*, 33(6), 1049–1065. <<https://doi.org/10.1111/j.1539-6924.2012.01942.x>>.
- Waddell, P., Ulfarsson, G. F., Franklin, J. P. & Lobb, J. (2007). Incorporating land use in metropolitan transportation planning. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 41(5), 382–410. <<https://doi.org/10.1016/j.tra.2006.09.008>>.
- Walker, B., Holling, C.S., Carpenter, S.R. & Kinzig, A. (2004). Resilience, Adaptability and Transformability in Social--ecological Systems. *Ecology and society*, 9(2), 5. <<http://www.ecologyandsociety.org/vol9/iss2/art5/>>.
- Walker, I. J., Desloges, J. R., Crawford, G. W. & Smith, D. G. (1997). Floodplain formation processes and archaeological implications at the Grand Banks Site, lower Grand River, Southern, Ontario. *Geoarchaeology*, 12(8), 865–887. <<https://aws.amazon.com>>.
- Walmsley, Jay, Carden, Mark, Revenga, Carmen, Sagona, Frank & Smith, Malcolm. (2001). Indicators of sustainable development for catchment management in South Africa-Review of indicators from around the world. *Water Sa*, 27(4), 539-550. <<https://journals.co.za/content/waters/27/4/EJC115975>>, (Consulta a 26 de setembro de 2016).

- Wan, Zhanming, Hong, Yang, Khan, Sadiq, Gourley, Jonathan, Flamig, Zachary, Kirschbaum, Dalia & Tang, Guoqiang. (2014). A cloud-based global flood disaster community cyber-infrastructure: Development and demonstration. *Environmental Modelling & Software*, 58, 86-94. <<https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2014.04.007>>.
- Wang, Y., Zhang, W. & Liu, X. (2010). Hydrological watersheds model researching based on digital elevation model. In *Geoinformatics, 2010 18th International Conference on* (pp. 1-5). IEEE. DOI: 10.1109/GEOINFORMATICS.2010.5567929.
- Ward, PJ, Pauw, WP, Van Buuren, M. W. & Marfai, M. A. (2013). Governance of flood risk management in a time of climate change: the cases of Jakarta and Rotterdam. *Environmental Politics*, 22(3), 518-536. <<https://doi.org/10.1080/09644016.2012.683155>>.
- Wasige, J. E., Groen, T. A., Smaling, E. & Jetten, V. (2013). Monitoring basin-scale land cover changes in Kagera Basin of Lake Victoria using ancillary data and remote sensing. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 21, 32–42. <<https://doi.org/10.1016/j.jag.2012.08.005>>.
- Wei, J., Wei, Y., Western, A., Skinner, D. & Lyle, C. (2015). Evolution of newspaper coverage of water issues in Australia during 1843–2011. *Ambio*, 44(4), 319-331. <<https://doi.org/10.1007/s13280-014-0571-2>>.
- Weber, E. U. (2010). What shapes perceptions of climate change? *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 1(3), 332–342. <<https://doi.org/10.1002/wcc.41>>.
- Weber, Rachel. (2002). Extracting value from the city: neoliberalism and urban redevelopment. *Antipode*, 34(3), 519-540. <<http://dx.doi.org/10.1111/1467-8330.00253>>.
- Weiland, Ulrike, Kindler, Annegret, Banzhaf, Ellen, Ebert, Annemarie & Reyes-Paecke, Sonia. (2011). Indicators for sustainable land use management in Santiago de Chile. *Ecological Indicators*, 11(5), 1074-1083. <<https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2010.12.007>>.
- Weinbaum, Karen Z, Brashares, Justin S, Golden, Christopher D. & Getz, Wayne M. (2013). Searching for sustainability: are assessments of wildlife harvests behind the times? *Ecology letters*, 16(1), 99-111. <<http://dx.doi.org/10.1111/ele.12008>>.
- Welp, M. (2001). The use of decision support tools in participatory river basin management. *Physics and Chemistry of the Earth, Part B: Hydrology, Oceans and Atmosphere*, 26(7), 535–539. <[https://doi.org/10.1016/S1464-1909\(01\)00046-6](https://doi.org/10.1016/S1464-1909(01)00046-6)>.
- Wheater, Howard & Evans, Edward. (2009). Land use, water management and future flood risk. *Land Use Policy*, 26, S251-S264. <<https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2009.08.019>>.
- White, G. F., Kates, R. W. & Burton, I. (2001). Knowing better and losing even more: the use of knowledge in hazards management. *Global Environmental Change Part B: Environmental Hazards*, 3(3), 81-92. <[https://doi.org/10.1016/S1464-2867\(01\)00021-3](https://doi.org/10.1016/S1464-2867(01)00021-3)>.

- White, I, Kingston, R. & Barker, A. (2010). Participatory geographic information systems and public engagement within flood risk management. *Journal of flood risk management*, 3(4), 337-346. <<http://dx.doi.org/10.1111/j.1753-318X.2010.01083.x>>.
- Whitmarsh, L. (2008). Are flood victims more concerned about climate change than other people? The role of direct experience in risk perception and behavioural response. *Journal of Risk Research*, 11(3), 351–374. <<https://doi.org/10.1080/13669870701552235>>.
- Wiek, A. & Larson, K. L. (2012). Water, People, and Sustainability - A Systems Framework for Analyzing and Assessing Water Governance Regimes. *Water Resources Management*, 26(11), 3153–3171. <<https://doi.org/10.1007/s11269-012-0065-6>>.
- Wijkman, A. & Timberlake, L. (1984). *Natural disasters. Acts of God or acts of Man?* Earthscan.
- Wijnhoven, Susan, Leuven, R. S. E. W., Van der Velde, G., Jungheim, G., Koelemij, E. I., De Vries, Franciska T, Eijssackers, H. J. P. & Smits, A. J. M. (2007). Heavy-metal concentrations in small mammals from a diffusely polluted floodplain: importance of species-and location-specific characteristics. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 52(4), 603-613. <<https://doi.org/10.1007/s00244-006-0124-1>>.
- Woodcock, I., Dovey, K., Wollan, S. & Robertson, I. (2011). Speculation and resistance: constraints on compact city policy implementation in Melbourne. *Urban Policy and Research*, 29(4), 343–362. <<https://doi.org/10.1080/08111146.2011.581335>>.
- Yagisawa, J. & Tanaka, N. (2013). Effect of river bed slope and particle size distribution on washing out condition of trees in rivers. <<http://dl.lib.mrt.ac.lk/handle/123/9000>>.
- Yeager, L. E. (1949). Effect of permanent flooding in a river-bottom timber area. *Illinois Natural History Survey Bulletin*; v. 025, no. 02. Obtido de <<https://www.ideals.illinois.edu/handle/2142/44828>>.
- Zagonari, Fabio & Rossi, Claudio. (2013). A heterogeneous multi-criteria multi-expert decision-support system for scoring combinations of flood mitigation and recovery options. *Environmental Modelling & Software*, 49, 152-165. <<https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2013.08.004>>.
- Zar, Jerrold H. (1972). Significance testing of the Spearman rank correlation coefficient. *Journal of the American Statistical Association*, 67(339), 578-580. <<http://amstat.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01621459.1972.10481251>>, (Consulta a 15 de junho de 2017).
- Zavoianu, I. (2011). *Morphometry of drainage basins* (Vol. 20). Elsevier. Editura Academiei Republicii Socialiste România, Bucharest.
- Zăvoianu, I., Cruceru, N. & Herșianu, G. (2016). Establishing the average mean slope of the whole network of stream segments in drainage basins (case-study: Bârlad

- basin–Romania). *Zeitschrift für Geomorphologie*, 60(2), 119-129. <<https://doi.org/10.1127/zfg/2016/0236>>.
- Zezeze, J. L., Lopes, A. M. S., Henriques, E. B., dos Reis, E. J. M., Rocha, F. J., da Fonseca, I. L. & Quaresma, I. D. O. (2010). Desastres naturais de origem hidrogeomorfológica em Portugal: base de dados SIG para apoio à decisão no ordenamento do território e planeamento de emergência (Disaster). *RISKam*, Centro de Estudos Geográficos, Faculdade de Letras da Universidade de Lisboa. <<http://riskam.ul.pt/disaster>>.
- Zêzere, J., Pereira, S., Tavares, A., Bateira, C., Trigo, R., 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, Kevin Honglin & Song, Shunfeng. (2003). Rural–urban migration and urbanization in China: Evidence from time-series and cross-section analyses. *China Economic Review*, 14(4), 386-400. <<https://doi.org/10.1016/j.chieco.2003.09.018>>.
- Zhang, Qiang, Zhou, Yu, Singh, Vijay P. & Li, Jianfeng. (2012). Scaling and clustering effects of extreme precipitation distributions. *Journal of Hydrology*, 454–455(0), 187-194. <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jhydrol.2012.06.015>>.
- Zhou, Qianqian. (2014). A review of sustainable urban drainage systems considering the climate change and urbanization impacts. *Water*, 6(4), 976-992. <<http://www.mdpi.com/2073-4441/6/4/976/htm>>, (Consulta a 18 de junho de 2017).
- Zischg, A. P. (2016). River corrections and long-term changes in flood risk in the Aare valley, Switzerland. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 7, No. 11010, p. 11010). EDP Sciences. <https://boris.unibe.ch/89522/1/e3sconf_flood2016_11010.pdf>, (Consulta a 12 de maio de 2016).
- Zonensein, Juliana. (2007). *Índice de Risco de Cheia como Ferramenta de Gestão de Enchentes*. (Dissertação de Mestrado), Universidade Federal do Rio de Janeiro. <http://wwwp.coc.ufrj.br/teses/mestrado/rh/2007/teses/zonensein_j_07_t_m_rhs.pdf>, (Consulta a 14 de julho de 2017).

Imprensa Periódica

- Jornal dos Arcos* [1900-1903]. 209 edições consultadas, semanário, ed. lit., Arcos de Valdevez.
- O Arcoense* [1900-1903]. 103 edições consultadas, quinzenário. ed. Lit., Arcos de Valdevez.
- Alvorada* [1910-1914]. 261 edições consultadas, semanário. ed. com., Arcos de Valdevez.
- Alvorada do Vez* [1914-1916]. 202 edições consultadas, semanário. Centro Republicano Democrático Arcoense, ed. com., Arcos de Valdevez.

Regionalista [1914-1919]. 271 edições consultadas, semanário, Arcos de Valdevez.

A Concórdia [1919-1938]. 500 edições consultadas, semanário. ed. lit., Arcos de Valdevez.

Notícias dos Arcos [1931-2015]. 4357 edições consultadas, semanário. dir., Arcos de Valdevez.

O Povo da Barca [1900-2006]. 5531 edições consultadas (valor aproximado e não conferidas as edições) semanário. ed. com., Ponte da Barca.

Notícias da Barca [1976-2007-2012]. 48 edições consultadas, quinzenário. dir., Ponte da Barca.

Vanguarda [1947-2007]. 1409 edições consultadas, quinzenário. ed. com., Arcos de Valdevez.

Notícias Arcoenses [2008-2014]. 154 edições consultadas, quinzenário. ed. com., Arcos de Valdevez.

Galhofa [1914]. 6 edições consultadas, quinzenário. dir. Arcos de Valdevez.

A Semana [1911-1912]. 16 edições consultadas, semanário, Arcos de Valdevez.

O Ferrão [1913]. 1 edições consultadas, quinzenário. ed. com.

A Troça [1913]. 5 edições consultadas, semanário, Arcos de Valdevez.

O Zé Pouza [1914]. 1 edições consultadas, eventual, Arcos de Valdevez.

O Evolucionista [1915]. 2 edições consultadas, semanário. Órgão do Partido, sucessor de A Campanha, Ponte da Barca.

A Campanha [1914-1915]. 29 edições consultadas, semanário. Antecessor O Evolucionista, Ponte da Barca.

O Vez [1912-1914]. 79 edições consultadas, semanário. Órgão do Centro Republicano Arcuense, Arcos de Valdevez.

Echos do Vez [1910-1911]. 15 edições consultadas, Semanário Católico, Oficina de Impressão, TI., Arcos de Valdevez.

Voz dos Arcos [1911]. 3 edições consultadas, semanário. Edt., Arcos de Valdevez.

Avante [1910-1911]. 88 edições consultadas, semanário. Edt., Arcos de Valdevez.

Correio dos Arcos [1910]. 10 edições consultadas, semanário, Arcos de Valdevez.

O Regionalista [1913]. 2 edições consultadas, semanário, Ponte da Barca.

O Vez [1912-1914]. 17 edições consultadas, semanário. Órgão do Centro Republicano Arcuense. Arcos de Valdevez.

O Concelho [1913-1915]. 69 edições consultadas, semanário. Arcos de Valdevez.

Alvorada [1925]. 13 edições consultadas, quinzenário. ed. com., Arcos de Valdevez.

A Voz de Soajo [1975-2009]. 24 edições consultadas, mensal. Arcos de Valdevez.

Noticioso [1919-1923]. 215 edições consultadas, semanário. Dir., Arcos de Valdevez.

O Realista [1924-1926]. 146 edições consultadas, semanário. dir. ed.com., Arcos de Valdevez

A Voz do Minho [1929-1938]. 17 edições consultadas, semanário, Arcos de Valdevez.
Ecos da Nossa Terra [2001-2002]. 20 edições consultadas, mensal, Arcos de Valdevez.
A Zebra de Gondoriz [1992]. 3 edições consultadas, eventual, manuscrito, Escolas, Edi., Arcos de Valdevez.
Credo [1929-1934]. 4 edições consultadas, semanário. Drt. Arcos de Valdevez.

Webgrafia

Autoridade Nacional da Proteção Civil (ANPC). (1995/2000). Atlas do Ambiente. *Marcas*. Agência Portuguesa do Ambiente. <<http://snirh.apambiente.pt>>.

Atlas do Ambiente. (1986). Áreas eram agrícolas e florestais em 1986. <<https://www.apambiente.pt/>>.

Atlas do Ambiente. (2006). *Albufeiras de águas públicas*. Agência Portuguesa do Ambiente. <<http://snirh.apambiente.pt>>, (Consulta a 12 de janeiro de 2018).

Câmara Municipal do Porto (CMP). (1900/2015). Catálogo online. <<http://bibliotecas.cm-porto.pt>>.

Corine Land Cover. (2006, 2012). <<http://nsnig.igeo.pt>>, <http://www.dgterritorio.pt> e <<http://www.anmp.pt>>.

Direção Geral do Território (DGT). (1931/1960). *Precipitação: Número de dias no ano*. <http://snig.dgterritorio.pt/geoportal>>. Serviço Meteorológico Nacional, 1:1.000.000.

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). (2012). *Zonas ripícolas*. <<http://mapas.dgterritorio.pt/>>.

Direção Geral do Território (DGT). (2013). *Carta Administrativa Oficial de Portugal* (CAOP). <<http://mapas.dgterritorio.pt>>.

Direção Geral do Território (DGT), (2017). *Carta Administrativa Oficial de Portugal* (CAOP). <<http://mapas.dgterritorio.pt>>.

The international disasters database (EM-DAT). (2017) *Database*. Dados correspondentes ao período temporal entre 1926 e 2017. <<http://www.emdat.be/>> (Consulta a outubro de 2017).

Esri, 2016. *Métodos de classificação*. Quebras Naturais (Jenks). <<https://doc.arcgis.com/pt-br/maps>>.

Google Earth Pro. (2017) <<https://www.google.com/earth>> (Consulta março/maio de 2017).

Instituto de Conservação da Natureza (ICN). (2015). *Sítios de Importância Comunitária*. <<http://snirh.apambiente.pt>>, Atlas do Ambiente.

Instituto de Conservação da Natureza (ICN). (2015). *Zonas de Proteção Especial*. Lista Nacional. <<http://snirh.apambiente.pt>>, Atlas do Ambiente.

- Instituto de Conservação da Natureza (ICN). (2017). *Áreas protegidas*. <<http://snirh.apambiente.pt>>, Atlas do Ambiente.
- 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 Geográfico do Exército (IGeoE). (2017). *Cartograma*. <https://www.igeoe.pt/downloads/file97_pt.pdf>, (Consulta a 10 de novembro de 2017).
- Instituto Geográfico e Ordenamento do Território, Centro de Estudos Geográficos, Universidade de Lisboa (IGOT-CEG, UL): Disaster. (1865/2010). *Desastres naturais de origem hidro-geomorfológica em Portugal: base de dados SIG para apoio à decisão no ordenamento do território e planeamento de emergência*. PTDC/CS-GEO/103231/2008. <<http://riskam.ul.pt/disaster/>>.
- Instituto Nacional de Estatística (INE). (1900/2001). *Censos*. <<https://www.ine.pt/>>.
- Instituto Nacional de Estatística (INE). (2011). *Censos*. BGRI. <<https://www.ine.pt/>>.
- Infraestruturas de Portugal, S.A. *Portal das estradas*. <<http://www.estradas.pt>>.
- Instituto do Ambiente, Atlas do Ambiente. (1989). *Carta Hidrográfica Continental*. <www.apambiente.pt>. Direção Geral dos Recursos Naturais, Escala 1:1.000.000.
- Marinha-Portuguesa. (2017) *Limites da Península Ibérica*. Instituto Hidrográfico. <<http://www.hidrografico.pt>>. (Consulta a 23 de dezembro de 2017).
- Sistema Nacional de Informação de Ambiente (SNIAmb). (1897/1995). *Precipitação máxima diária para o período entre 1897/98 e 1994/95*, MDT. <<http://snig.dgterritorio.pt/geoport>>.
- Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos (SNIRH). (1995-2018). Proposta de reestruturação das redes de monitorização de recursos hídricos. Bacias hidrográficas a Norte do rio Douro. Rede meteorológica – SNIRH, 39-120. <http://snirh.pt/snirh/download/relatorios/redes_texto2_norte.pdf>, (Consulta a 7 de abril de 2018).
- Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos (SNIRH). (2016). Dados de dados online. Agência Portuguesa do Ambiente. <<http://snirh.apambiente.pt>>, (Consulta a 12 de fevereiro de 2017).
- Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos (SNIRH). (1900/1999). Atlas do Ambiente. *Marcas*. 21 julho 2013, Agência Portuguesa do Ambiente. <<http://snirh.apambiente.pt>>.

Obra autónoma

- eBd. (1900/2015). *Eventos em base de dados para a BHRVez*. Hayford Gauss Datum Lisboa Militar. Imprensa periódica regional.

ANEXOS

Anexo 1 – Questionário.

ID /Data

Primeiro momento: Apresentação do trabalho a realizar sobre cheias.

Segundo momento: Inquirição sobre o tema

1. Tem memória de alguma cheia neste Concelho?

- a) Sim b) Não c) Ns/Nr

1.1. Se sim, qual o número de cheias que presenciou ou recorda?

- a) Uma b) Duas c) Mais

1.2. Essas cheias foram de magnitude:

- a) Pequena b) Grande c) Muito Grande e) Várias

1.3. Tem memória de alguma data de ocorrência?

- a) Sim b) Não

Data(s):

1.4. Quais os locais afetados e danos causados?

Registrar a Rua, Lugar, edifício, altura das águas outros dados importantes (localização).

1.5. Acha que no futuro poderão ocorrer mais cheias como as anteriores?

- a) Sim b) Não c) Talvez d) Ns/Nr

1.6. Se ocorrerem a sua intensidade será:

- a) Menor b) Igual c) Maior d) Várias e) Não vai ocorrer

1.7. Tem ideia se foram realizadas obras para recompor os locais afetados e evitar no futuro a ocorrência de cheias (a nível particular, entidades públicas, Junta de Freguesia ou Câmara Municipal)?

- a) Sim b) Não

1.7.1. Se sim, em que locais e tipo de obra.

1.8. Sendo a vila atravessada por linhas de água, como o rio Vez, em seu entender, poderá ser feito mais alguma coisa para no futuro proteger contra possíveis cheias?

- a) Sim b) Não

1.8.1. Se sim, o que poderia ser feito.

DADOS DO INQUIRÍDO

1. Gênero

- a) Masculino b) Feminino

2. Idade

‘()’ (Idade)

3. Habilitações literárias/profissão

4. Nome

Anexo 2 – Locais afetados devido a ocorrências de cheias na BHRVez (Inquérito 2007/2008).

Data	Tipologia de afetação	Idade	Pessoas afetadas (n.º)	Desalojados (tempo)	Mortes (n.º)	Altura da água (m)	Local	Relatos	Conclusões
	Habitação; largo e ruas Canais de escoamento das águas pluviais; escoamento da habitação (pequeno orifício).	86	1	2 meses		Primeiro andar.	Valeta: Casa n.º 151.	A água chegou aos colchões das camas, no 1.º andar; no Quintal, nas traseiras da casa, a água chegava à cintura; a água passou por cima da porta; ficou tudo cheio de lama e terra que vinha dos montes; após das obras vem um bocadinho de chuva e alaga o exterior da residência; a água entra em casa, e a dona, tem que andar de balde a tirá-la.	Habitações afetadas pelas cheias; sistema de escoamento pluvial insuficiente; orifício para escoamento das águas da cheia da habitação encerrado por ordem de técnico da CMAV (Engenheira responsável); habitação sem escoamento.
	Comércio.						Valeta: Café Tace Bem (agora Café Benfica).	Num ano em que a precipitação ocorreu consecutivamente durante cerca de 5 meses.	Inundação no interior do café.
	Habitações.						Valeta: atual Xeias Bar, área pública exterior.		Inundação interior de edifícios e exterior.
	Comércio.						Valeta: A Casa das bicicletas.		Inundação interior.
	Comércio de serviços.						Valeta: Funerária.	A Funerária já não existe naquele local.	Inundação interior.
	Comércio.						Valeta: restaurante Rainha do Vez.	Antigo restaurante que já fechado.	Inundado.
1999 (21 de setembro); 2001	Comércio.					Cheia de 2001 ultrapassou	Valeta: Junto à praia - Azenha (discoteca).	Foi muito prejudicada com as inundações.	A cheia de 2001 foi maior que a cheia de 1999.

Data	Tipologia de afetação	Idade	Pessoas afetadas (n.º)	Desalojados (tempo)	Mortes (n.º)	Altura da água (m)	Local	Relatos	Conclusões
						10 cm da de 1999.			
	Túnel e Largo. Pontilhão Moinhos, muros e valados.						Valeta: Largo Valeta	Todo o Largo da Valeta inundado visto a água entrar pelo túnel. Destruído. Danificados pela força das águas resultantes da precipitação. Praticamente todos os anos ocorriam cheias.	Cheias.
(1) Anos 70.	Ruas; habitações						(1) Rua de S. João - na direção à Valeta. (2) Valeta: habitações	(1) Há cerca de 30.	Inundação.
	Aninais grande porte.						Rio Vez: junto à Ponte.	Viam-se animais na corrente das cheias. Em uma das cheias viu-se uma vaca junto à Ponte e teve que ser arrastada até S. Salvador para ser salva. Últimas cheias.	Cheia.
Últimas cheias.	Comércio.					Cerca de 1 m.	Valeta: Casa dos candeeiros.	Antes do Café Tace Bem existia uma loja de eletrodomésticos (Casa dos candeeiros). Depois da cheia, a Casa dos Candeeiros mudou para a Rua de S. João. Os eletrodomésticos ficaram estragados. O proprietário não obteve qualquer tipo de ajudas.	
	Túnel.						Valeta: túnel	A água entrava pelo túnel.	Cheia.
							Valeta	O Ribeiro de Vila Fonche é que causava as cheias, a água não escoava. Daí as inundações na Valeta.	Cheias provocadas pelo Ribeiro de Vila Fonche.
Desde finais dos anos 50.	Habitações; comércio.	71	1			Primeiro andar.	Valeta.	Desde que nasceu lembra-se das cheias na Valeta. O Ribeiro de Vila Fonche rebentou várias vezes as	Cheias provocadas pelo Ribeiro de Vila Fonche. Antigo

Data	Tipologia de afetação	Idade	Pessoas afetadas (n.º)	Desalojados (tempo)	Mortes (n.º)	Altura da água (m)	Local	Relatos	Conclusões
Últimos anos.	Comércio.		3				Rio Vez.	pedras em granito. A maior cheia que se lembra, ocorreu quando tinha 12 anos de idade, agora com 71 anos. Nessa altura, faltava um palmo para a água entrar na Varanda da casa (1.º andar). Várias vezes teve que sair da cama por causa das cheias. Na altura não existiam máquinas no talho, daí os prejuízos serem mais reduzidos comparativamente se ocorressem cheias nos dias de hoje. Viam-se árvores arrastadas pelas águas.	proprietário de habitação e comércio (talho já encerrado). Desde finais dos anos 50 que se lembra das cheias na área da Valeta, nessa altura eram mais frequentes.
							Hotel Ribeiro - entrada da Ponte Velha	inundação nos últimos anos.	Cheia.
	Comércio e Largo.						Valeta.	As inundações chegavam até ao Restaurante Flor do Minho.	Inundação.
							Campo Trasladário.	do As águas do rio Vez chegaram perto da EN 101.	Cheia. Necessidade de socorrer três cidadãos pescadores devido a ficarem encurralados com a subida das águas do rio Vez.
							Rio Vez.	Três pescadores (residentes em Vila Verde) subiram as árvores e foram resgatados pelos Bombeiros de Ponte de Lima que os retiraram através de barco.	
						Rio Vez.	As águas quase que chegaram às bombas de gasolina.	Cheia.	
						Rio Vez.	O rio deixou de ser navegável com grandes barcos até Ponte da Barca. Com os incêndios, a água não infiltra		

Data	Tipologia de afetação	Idade	Pessoas afetadas (n.º)	Desalojados (tempo)	Mortes (n.º)	Altura da água (m)	Local	Relatos	Conclusões	
Anos 80.	Comércio - industrial transformadora artesanal.						Valeta.	e escorre e vêm-se cinzas nas águas quando ocorrem cheias. O rio enche rápido, mas também escoo rápido causando inundações na Valeta.	Cheias.	
							Rio Ázere: moinhos.	Moinhos levados na corrente.	Cheias.	
	Ponte.						Rio Vez.	Se a neve diminui a quantidade de água aumenta e logo, surgem novas cheias.	Cheias devido à fusão da neve.	
							Arcos da ponte.	Ponte Velha.	As águas chegaram aos arcos da Ponte Velha.	Cheia.
	Comércio.						Teto do edifício.	No mesmo ano ocorreram cerca de 14 cheias, uma delas chegou ao teto do Xeias Bar.	Várias cheias no mesmo ano.	
							Comércio.			
						Alguns centímetros; até ao balcão.				
				1				Valeta.	Cidadão ouviu falar sobre as cheias da Valeta – embora com residência na Freguesia de Gondoriz.	
(2) Ponte.							(1) Loreda.			
(3) Habitações.							(2) Giela: Ponte romana) onde	Casas enterradas.	Derrocada. A ponte romana de Giela	

Data	Tipologia de afetação	Idade	Pessoas afetadas (n.º)	Desalojados (tempo)	Mortes (n.º)	Altura da água (m)	Local	Relatos	Conclusões
1999	(1) Vias de circulação rodoviária. (2) e (3) Comércio.		1		1	(2) Caves.	passa o Rio Cabrão. (3) Localização não identificada. (1) Rotunda da Ponte Nova. (2) edifício Sol do Vale e Hotel. (3) Taberna sem identificar a localização. (4) Ínsua. Rio Vez: Pontilhão.	A cheia de elevada magnitude; existiu uma taberna restaurante que várias vezes foi inundada, hoje só tem paredes.	continuava destruída à data. Cheias com inundações dentro de edifícios. Cheia; perda de uma vida humana.

Anexo 3 – Ações de defesa contra cheias no território da BHRVez (Inquérito 2007/2008).

Data	Intervenção	Tipo	Medição/ avaliação	Local	Relatos	Conclusões
	Obras.	Requalificação.		Valeta.		
	Obras.	Canalização.	Escoamento.	Ribeiro de Vila Fonche.	O Ribeiro de Vila Fonche foi canalizado e prolongado até à Azenha, desaguando perpendicularmente ao Rio Vez. O ribeiro passa na direção do túnel, por baixo das escadas. Antes desaguava paralelamente ao túnel, num aqueduto ali existente, evitava o escoamento das águas (recuava).	Medida de proteção contra cheias. O Ribeiro de Vila Fonche era considerado pelos inquiridos o principal causador das cheias na Valeta, uma vez que desaguava na Valeta.
	Obras.	Encerramento.	Escoamento.	Valeta: Túnel.	Como o túnel foi encerrado, se houver uma grande inundação a água tem que escoar por cima da EN 101. Outros consideraram uma boa medida.	
	Obras.		Investimentos.			Minimizar as cheias.
	Apelo.	Encerramento.	Escoamento.	Valeta: Túnel.	Não encerramento do túnel - ocorrer uma cheia a água não pode escoar, fica estanque. Símbolo se ligação histórica entre a (baixa da Valeta) e o rio (praia fluvial).	Alguns inquiridos foram contra o encerramento do túnel.
	Medidas.	Encerramento.	Escoamento.	Valeta: Túnel.	Comportas em caso de emergência para evitar que o rio inunde a Valeta.	Foram apontadas algumas soluções para evitar o encerramento do túnel.
2008	Informação.		Escoamento.	Valeta.	Fraço escoamento das águas pluviais, centram-se no Largo da Valeta. As condutas de escoamento pluvial não dão a saída necessária, formando um pequeno lençol de água.	A Junta de Freguesia de AV S. Salvador foi um dos ativadas. Precipitação causa problemas de escoamento das águas.
	Risco.			Ribeiro de Vila Fonche.	Preocupação com o "rebentamento" do ribeiro rebentar. Em caso de entupimento do ribeiro entupir, em situações de cheia a água não tem para onde escoar.	Perceção do risco localizado.
	Risco.	Encerramento.	Escoamento.	Valeta: Túnel; Ribeiro de Vila Fonche.	Em situação de uma grande cheia a água terá que escoar por cima da EN 101. Como o túnel foi encerrado e o Ribeiro de Vila Fonche tem o canal	

Data	Intervenção	Tipo	Medição/ avaliação	Local	Relatos	Conclusões
1987	Obras.		Investimentos.	Valeta: comércio.	estreito pode “rebentar” e as cheias serão de grande magnitude. Reparação das máquinas avariadas devido à água, pintar as paredes do café, construção de uma central de saneamento.	Reparação de danos em propriedade privada devidos às cheias.
	Obras.		Ajudas económicas.	Valeta: habitação.	A senhora recebeu ajudas para a recuperação da casa.	Ajudas económicas.
	Apelo.			Valeta: Pontilhão.	Arranjo do Pontilhão para ficar igual ao antigo.	
	Obras.			Valeta: comércio.	Pintura nas paredes, refazer a parte elétrica, substituir portas. Cidadão assegurado com indemnização face aos prejuízos (cheia de 1987). Seguradoras rejeitaram como cliente após indemnizar devido à cheia de 1987. Após as obras públicas de requalificação voltou a ser assegurado.	Danos devidos às cheias. Uma das cheias foi em 1987. Dificuldades em ser aceite como assegurado devido às cheias.
	Obras.		Investimentos.	Estação elevatória.	A Estação Elevatória foi projetada para não fazer descargas para o rio.	
	Obras.		Investimentos.	Valeta: ruas e edifícios.	Melhoria dos arruamentos e prédios com as obras na Valeta.	
	Medidas.	Requalificação.		Valeta.	As obras na Valeta evitaram que aconteçam novas cheias só em caso do Ribeiro de Vila Fonche encher em demasia.	
	Obras.			Campo do Trasladario.	O Trasladário era “terra”, só tinha as árvores; obras de descaraterização nos últimos 20-25 anos.	
	Medidas.			Rio Vez	Limpeza do rio sempre que necessário.	
	Medidas.	Reabertura.	Escoamento.	Valeta: Túnel.	Rio Vez Colocação de comportas amovíveis.	
Opinião.		Obras.	Valeta.	O problema das cheias na Valeta foi resolvido. Outra opinião: Para já não dá muito para ver porque ainda não choveu muito após a conclusão das obras.		
Medidas.		Ruínas.	Valeta: edifícios.	Nos prédios danificados e alguns em ruínas os proprietários deveriam fazer as devidas obras.	Necessidade de obras em edificado privado.	

Data	Intervenção	Tipo	Medição/ avaliação	Local	Relatos	Conclusões
	Opinião.			Rio Vez: açudes	Os açudes contribuem para regularizar as águas do rio.	
	Apelo.	Obras.	Vias de comunicação - ponte.	Paçô	Construção de uma nova Ponte perto do Pingo Doce.	Necessidade de construção de ponte em local estratégico.
	Opinião.		Escoamento.	Rio Vez.	Nada mais a fazer contra das cheias - uma alternativa seria a construção de barragens a montante - mas é impossível porque o desnível é muito grande e “ataca” os vales.	É desaconselhada a construção de barragens.

