

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS HUMANAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA



DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**ANÁLISE HISTÓRICA DAS ENXURRADAS NO MUNICÍPIO DE PELOTAS E AS
CONSEQUÊNCIAS DA ENXURRADA DE 2009 NA BACIA HIDROGRÁFICA DO
ARROIO QUILOMBO, PELOTAS/ RS**

ELENICE CROCHEMORE RUTZ

Pelotas, Setembro de 2015

ELENICE CROCHEMORE RUTZ

**ANÁLISE HISTÓRICA DAS ENXURRADAS NO MUNICÍPIO DE PELOTAS E AS
CONSEQUÊNCIAS DA ENXURRADA DE 2009 NA BACIA HIDROGRÁFICA DO
ARROIO QUILOMBO, PELOTAS/ RS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia do Instituto de Ciências Humanas da Universidade Federal de Pelotas como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Geografia.

Orientador: Prof. Dr. Mauricio Meurer

Pelotas, Setembro de 2015

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

R971a Rutz, Elenice Crochemore

Análise histórica das enxurradas no município de Pelotas e as consequências da enxurrada de 2009 na Bacia Hidrográfica do Arroio Quilombo, Pelotas/ RS / Elenice Crochemore Rutz ; Mauricio Meurer, orientador. — Pelotas, 2015.

124 f. : il.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Geografia, Instituto de Ciências Humanas, Universidade Federal de Pelotas, 2015.

1. Arroio Quilombo. 2. Desastres naturais. 3. Enxurrada. I. Meurer, Mauricio, orient. II. Título.

CDD : 333.7

ELENICE CROCHEMORE RUTZ

**ANÁLISE HISTÓRICA DAS ENXURRADAS NO MUNICÍPIO DE PELOTAS E AS
CONSEQUÊNCIAS DA ENXURRADA DE 2009 NA BACIA HIDROGRÁFICA DO
ARROIO QUILOMBO, PELOTAS/ RS**

Dissertação aprovada, como requisito parcial, para obtenção do grau de Mestre em Geografia, do Instituto de Ciências Humanas da Universidade Federal de Pelotas.

Data da Defesa: 28/09/2015

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Mauricio Meurer (orientador) – UFPel
Doutor em Geografia pela Universidade Lumière Lyon 2 (2009)

Prof. Dr. Adriano Luís Heck Simon – UFPel
Doutor em Geografia pela Universidade Estadual Paulista (IGCE/ Rio Claro)

Prof. Dr. Valdemir Antoneli- UNICENTRO – Irati- PR
Doutor em Geografia pela Universidade Federal do Paraná (2011)

DEDICATÓRIA

Não poderia deixar de dedicar esse trabalho àquela que sempre me incentivou a seguir em frente, independente das dificuldades; àquela que sempre lutou por seus ideais, por aquilo que ela acreditava. E por crer que tudo aquilo que confiamos e lutamos seria possível é que dedico esse trabalho à você ROSA ELANE ANTÓRIA LUCAS (*in memorian*), minha eterna orientadora e amiga. Nesse momento tão importante, não poderia deixar de lembrar com emoção dessa professora, que cedo partiu, das aulas, das conversas, das orientações e de tudo mais. Percebo agora o quanto suas contribuições foram muito importantes para minha caminhada, tanto como pessoa, quanto profissional. Seus ensinamentos permanecerão em mim pelo resto da vida! E como você falava, “continuamos dialogando”, mesmo que distantes... Saudades Rosinha!

AGRADECIMENTOS

À Deus por permitir a realização de mais um objetivo. À minha família por estar presente em todos os momentos dessa caminhada. Aos meus amigos e colegas por compartilharem momentos de aflição, de alegrias e de conhecimentos. Aos professores do curso de Mestrado da Universidade Federal de Pelotas e Universidade Federal do Rio Grande, pelos momentos de trocas de conhecimentos e amadurecimento acadêmico. À FAPERGS pela concessão da bolsa. À Defesa Civil do Estado do Rio Grande do Sul, pela colaboração. Ao Allan pelas horas de trabalhos realizados no laboratório de Geoprocessamento da UFPel. Ao orientador prof. Dr. Maurício Meurer pela dedicação e incentivo. Enfim... à todos que contribuíram de uma forma ou de outra para que esse trabalho fosse concluído, os meus sinceros agradecimentos!

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA BACIA DO ARROIO QUILOMBO.....	17
FIGURA 2: FLUXOGRAMA DAS ETAPAS DE ELABORAÇÃO DO MAPA DE USO E COBERTURA DA TERRA	25
FIGURA 3: ESQUEMA SIMPLIFICADO DA ORIGEM DOS DESASTRES NATURAIS	27
FIGURA 4: DESASTRES NATURAIS RELATADOS ENTRE 1900 E 2011.....	29
FIGURA 5: NÚMERO DE DESASTRES NATURAIS RELATADOS ENTRE 1900 E 2011.....	30
FIGURA 6: MAPA DE SUSCETIBILIDADE A OCORRÊNCIA DE ENXURRADAS NO RS	33
FIGURA 7: ESQUEMA DO PROCESSO DE ENCHENTE E INUNDAÇÃO	35
FIGURA 8: MAPA HIPSOMÉTRICO DA BHAQ	42
FIGURA 9: MAPA CLINOGRÁFICO DA BHAQ.....	44
FIGURA 10: NORMAIS DE PRECIPITAÇÃO MENSAL DO MUNICÍPIO DE PELOTAS.....	45
FIGURA 11: A: EM PRIMEIRO PLANO VÊ-SE VEGETAÇÃO HERBÁCEA. B: EM SEGUNDO PLANO VÊ-SE VEGETAÇÃO ARBÓREA NAS MARGENS DO ARROIO QUILOMBO. C: EM UM TERCEIRO PLANO VÊ-SE ÁREAS DE REFLORESTAMENTOS NA BAIXA BACIA DO ARROIO QUILOMBO	47
FIGURA 12: PERFIL DE SOLO TÍPICO DA ALTA BACIA DO ARROIO QUILOMBO.	48
FIGURA 13: PERFIL DE SOLO TÍPICO NA MÉDIA BACIA DO ARROIO QUILOMBO	49
FIGURA 14: IMAGEM DA REPRESA DO QUILOMBO- BACHINI (7º DISTRITO DE PELOTAS/ RS).....	53
FIGURA 15: FOTO DA REPRESA DO QUILOMBO EM OUTUBRO DE 2014	54
FIGURA 16: REGISTROS DAS ENCHENTES DE 1923 EM UM FRAGMENTO ROCHOSO NA REPRESA DO QUILOMBO	55
FIGURA 17: PÁGINA DO JORNAL DIÁRIO POPULAR DO DIA 3 DE MAIO DE 1941, COM AS MANCHETES SOBRE A INUNDAÇÃO.	56
FIGURA 18: PÁGINA DO JORNAL DIÁRIO POPULAR DO DIA 17 DE ABRIL DE 1959 COM AS MANCHETES SOBRE A INUNDAÇÃO	59
FIGURA 19: DETALHE DA PÁGINA DO JORNAL DIÁRIO POPULAR DO DIA 17 DE ABRIL DE 1959, COMPARANDO ESTE EVENTO COM A INUNDAÇÃO DE 1941	59
FIGURA 20: PÁGINA DO JORNAL DIÁRIO DA MANHÃ DO DIA 8 DE MAIO DE 2004 COM A REPORTAGEM SOBRE O DECRETO DE ESTADO DE EMERGÊNCIA NO MUNICÍPIO DE PELOTAS.	67
FIGURA 21: PÁGINA DO JORNAL DIÁRIO POPULAR DO DIA 8 DE MAIO DE 2004 COM A REPORTAGEM SOBRE A INUNDAÇÃO QUE ATINGIU PELOTAS	68
FIGURA 22: GRÁFICO DE PRECIPITAÇÃO DIÁRIA NO ANO DE 2004. OBSERVAR QUE A PRECIPITAÇÃO EM 7 DE MAIO FOI MAIOR.	69
FIGURA 23: PÁGINA DO JORNAL DIÁRIO POPULAR DO DIA 29 DE JANEIRO DE 2009, COM REPORTAGENS SOBRE A ENXURRADA.....	73
FIGURA 24: PÁGINA DO JORNAL DIÁRIO POPULAR DO DIA 29 DE JANEIRO DE 2009 CLASSIFICANDO O EVENTO DESTA DATA COMO O PIOR DOS ÚLTIMOS 35 ANOS	74
FIGURA 25: CAPA DA EDIÇÃO DE 30 DE JANEIRO A 05 DE FEVEREIRO	75
FIGURA 26: CAPA DA EDIÇÃO DE 06 A 12 DE FEVEREIRO DE 2009.....	75
FIGURA 27: CONSEQUÊNCIAS DA ENXURRADA DE JANEIRO DE 2009.....	76
FIGURA 28: GALPÃO DESTRUÍDO EM CONSEQUÊNCIAS DA ENXURRADA DE JANEIRO DE 2009.....	77
FIGURA 29: VISTA MAIS DISTANTE DO GALPÃO DESTRUÍDO - CONSEQUÊNCIAS DA ENXURRADA DE 2009	77
FIGURA 30: GRÁFICO DE PORCENTAGEM DE OCORRÊNCIA DOS EVENTOS POR ESTAÇÃO DO ANO.....	84
FIGURA 31: MAPA DE USO E COBERTURA DA TERRA DA BHAQ	91
FIGURA 32: CONTRASTE DE MATA NATIVA COM ÁREAS DE REFLORESTAMENTO NA ALTA BACIA DO ARROIO QUILOMBO.....	92
FIGURA 33: CAMPO LIMPO COM CRIAÇÃO DE GADO NA BAIXA BACIA DO ARROIO QUILOMBO, AO FUNDO VEGETAÇÃO ARBÓREA.....	93
FIGURA 34: ÁREA DE PASTAGEM EM MÉDIA DECLIVIDADE NA ALTA BACIA DO ARROIO QUILOMBO.	93
FIGURA 35: CULTIVO DE MILHO (BAIXA BACIA) PRÓXIMO A FOZ DO ARROIO QUILOMBO	94
FIGURA 36: ÁREAS DE CULTIVO EM FORTE DECLIVIDADE NA ALTA BACIA DO ARROIO QUILOMBO	95
FIGURA 37: SULCOS - OCASIONADOS PELA RETIRADA DA VEGETAÇÃO PARA CULTIVOS, NESTE CASO OBSERVA SE UMA PLANTAÇÃO DE FUMO NA PARTE INFERIOR DA IMAGEM.....	96

FIGURA 38: ARROIO QUILOMBO (ALTA BACIA)	97
FIGURA 39: PONTE SOBRE ARROIO QUILOMBO - GRUPELLI (QUILOMBO- 7º DISTRITO DE PELOTAS).....	97
FIGURA 40: PONTE SOBRE O ARROIO QUILOMBO – BACHINI (QUILOMBO- 7º DISTRITO DE PELOTAS).....	98
FIGURA 41: PONTE SOBRE O ARROIO QUILOMBO- VILA NOVA (7º DISTRITO DE PELOTAS)	98
FIGURA 42: PONTE SOBRE O ARROIO QUILOMBO (BAIXA BACIA). OBSERVA-SE O ACÚMULO DE RESTOS VEGETAIS TRAZIDOS PELO ARROIO PRESOS NA BASE DA PONTE.	99
FIGURA 43: CULTIVO DE MILHO NA BAIXA BACIA DO ARROIO QUILOMBO. OBSERVAR QUE O LOCAL É UMA PLANÍCIE DE INUNDAÇÃO EM PERÍODOS DE CHEIAS	100
FIGURA 44: MARCA DA ALTURA DA ÁGUA NA ENXURRADA DE 2009 - PONTE SOBRE O ARROIO PELOTAS, PRÓXIMO A FOZ DO ARROIO QUILOMBO	101
FIGURA 45: PLUVIÔMETRO INSTALADO EM UMA PROPRIEDADE NA PONTE CORDEIRO DE FARIAS- PRÓXIMO A FOZ DO ARROIO QUILOMBO	102
FIGURA 46: MARCO DOS NÍVEIS DE ÁGUA- ARROIO PELOTAS, PRÓXIMO A FOZ DO ARROIO QUILOMBO	103
FIGURA 47: GRÁFICO DOS VALORES DIÁRIOS DE PRECIPITAÇÃO DO ANO DE 2009. OBSERVAR QUE EM JANEIRO DE 2009 A PRECIPITAÇÃO ULTRAPASSA OS 500 MM	104
FIGURA 48: MAPA DE LOCALIZAÇÃO DAS CONSEQUÊNCIAS DA ENXURRADA DE 2009, A PARTIR DE ENTREVISTAS COM OS MORADORES DA BHAQ	105

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1: EQUAÇÃO DOS PARÂMETROS MORFOMÉTRICOS CALCULADOS PARA A BHAQ	22
QUADRO 2: CLASSIFICAÇÃO DOS NÍVEIS DE INTENSIDADE DOS DESASTRES NATURAIS	28
QUADRO 3: DISTRIBUIÇÃO DE DESASTRES NATURAIS MAIS FREQUENTES EM CADA REGIÃO DO BRASIL	31
QUADRO 4: SÍNTESE DOS CONCEITOS RELACIONADOS AOS DESASTRES NATURAIS POR EXCEDENTE HÍDRICO	37
QUADRO 5: DESASTRES NATURAIS NA REGIÃO SUL	38
QUADRO 6: INUNDAÇÕES QUE ATINGIRAM O MUNICÍPIO DE PELOTAS	70
QUADRO 7: ÁREAS AFETADAS COM A ENXURRADA DE 2009	79
QUADRO 8: SÍNTESE DAS CONSEQUÊNCIAS DA ENXURRADA DE 2009	82
QUADRO 9: INCIDÊNCIA DOS EVENTOS COMPOSTO PELO HISTÓRICO.....	83
QUADRO 10: DISTRIBUIÇÃO DOS EVENTOS NAS ESTAÇÕES DO ANO	83
QUADRO 11: SÍNTESE DOS PARÂMETROS MORFOMÉTRICOS CALCULADOS PARA A BACIA DO ARROIO QUILOMBO.....	88

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 A CONSTRUÇÃO DA PROPOSTA DE ESTUDO	18
2.1 OBJETIVOS	18
2.1.1 <i>Objetivo Geral</i>	18
2.1.2 <i>Objetivos Específicos</i>	18
2.2 JUSTIFICATIVA	19
2.3 METODOLOGIA.....	19
2.3.1 <i>Revisão Bibliográfica</i>	19
2.3.2 <i>Breve histórico de enxurradas, inundações, enchentes e alagamentos em Pelotas e na Bacia Hidrográfica do Arroio Quilombo</i>	20
2.3.3 <i>Caracterização da Bacia Hidrográfica do Arroio Quilombo através de parâmetros Morfométricos</i>	21
2.3.4 <i>Identificação das alterações da paisagem e dos danos ao patrimônio consequentes da enxurrada de 2009.</i>	22
2.3.5 <i>Uso e cobertura da terra</i>	23
3 EMBASAMENTO TEÓRICO COM VISTAS À COMPREENSÃO DAS ENXURRADAS	26
3.1 DESASTRES NATURAIS	26
3.2 INUNDAÇÃO, ENCHENTE OU CHEIA, ENXURRADA E ALAGAMENTO	33
3.2.1 <i>Inundação</i>	33
3.2.2 <i>Enchente, Cheia ou Inundação Gradual</i>	34
3.2.3 <i>Enxurrada ou Inundação Brusca</i>	35
3.2.4 <i>Alagamento</i>	36
4 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	39
4.1 GEOLOGIA	39
4.2 GEOMORFOLOGIA	40
4.3 CLIMA	45
4.4 VEGETAÇÃO ORIGINAL	46
4.5 SOLO	48
5 RESULTADOS.....	51
5.1 RESGATE HISTÓRICO DAS ENXURRADAS, INUNDAÇÕES GRADUAIS E ALAGAMENTOS NO MUNICÍPIO DE PELOTAS.....	51
5.1.1 <i>Inundação de Setembro de 1914</i>	51
5.1.2 <i>Inundação de Janeiro de 1923</i>	52
5.1.3 <i>Inundação de Abril de 1941</i>	55
5.1.4 <i>Inundação de Fevereiro de 1956</i>	57
5.1.5 <i>Inundação de Abril de 1959</i>	58
5.1.6 <i>Inundação de Outubro de 1964</i>	60
5.1.7 <i>Inundação de Julho de 1983</i>	60
5.1.8 <i>Inundação de Novembro de 1983</i>	61
5.1.9 <i>Inundação de Maio de 1984</i>	61
5.1.10 <i>Inundação de Agosto de 1987</i>	62
5.1.11 <i>Inundação de Fevereiro de 1990</i>	62
5.1.12 <i>Inundação de Abril de 1991</i>	63
5.1.13 <i>Inundação de Junho 1995</i>	64
5.1.14 <i>Inundação de Dezembro de 1997</i>	64
5.1.15 <i>Inundação de Agosto de 1998</i>	65

5.1.16 Inundação de Maio de 2004.....	66
5.1.17 Síntese das Inundações no Município de Pelotas	69
5.2 A ENXURRADA DE JANEIRO DE 2009 E SUAS CONSEQUÊNCIAS	72
5.3 INCIDÊNCIA DOS EVENTOS	82
5. 4. AVALIAÇÃO DA SUSCETIBILIDADE ÀS ENXURRADAS EM FUNÇÃO DA MORFOMETRIA DA BACIA	84
5.5 USO E COBERTURA DA TERRA.....	89
5.6 CONSEQUÊNCIAS DA ENXURRADA DE JANEIRO DE 2009 E ALTERAÇÕES GEOMORFOLÓGICAS NA BACIA DO ARROIO QUILOMBO.....	100
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	108
REFERÊNCIAS.....	111
APÊNDICE	120
ANEXO.....	123

RESUMO

RUTZ, E. C. **Análise histórica das enxurradas no município de Pelotas e as consequências da enxurrada de 2009 na Bacia Hidrográfica do Arroio Quilombo, Pelotas/ RS.** Dissertação de Mestrado (Mestrado em Geografia), 124 páginas, 2015.

A pesquisa aborda as consequências das fortes precipitações que aconteceram em Pelotas o que levou a ocorrência de uma grande enxurrada em 28 e 29 de janeiro de 2009. O recorte espacial da pesquisa é a bacia hidrográfica do Arroio Quilombo, Pelotas/RS, localizada em sua maior parte na zona rural de Pelotas e uma pequena área no município de Canguçu e outra pequena área no Município de Arroio do Padre. O recorte temporal é do início do século XX até o ano de 2009, data da enxurrada que atingiu a bacia hidrográfica do Arroio Quilombo (BHAQ), deixando consequências bastante significativas. As enxurradas podem ser consideradas como um desastre natural, tanto pela sua intensidade, quanto pelas suas consequências. Nesse sentido o referencial teórico trata da questão dos desastres naturais, a fim de se compreender alguns conceitos que geram certa confusão, é o caso dos termos: enxurradas, enchentes, inundações e alagamentos. Nesse sentido a revisão teórica que se apresenta, vem em busca de sanar esses e outros conceitos. Sendo assim, essa pesquisa tem como objetivos: Compreender os fatores que levaram à ocorrência da enxurrada de 28 e 29 de janeiro de 2009 na BHAQ, bem como as transformações geomorfológicas consequentes; Realizar uma revisão teórica sobre a temática dos desastres naturais, geomorfologia, transformações geomorfológicas, uso e cobertura da terra, enxurradas e as suas consequências; Realizar um resgate histórico das inundações no município de Pelotas, bem como um breve histórico das enxurradas na Bacia Hidrográfica do Arroio Quilombo; Realizar um estudo morfométrico da Bacia do Arroio Quilombo; Verificar o uso e cobertura da terra na BHAQ; Investigar sobre as transformações da paisagem após as inundações na bacia hidrográfica do Arroio Quilombo e Identificar e mapear as consequências geomorfológicas e os danos ao patrimônio provocados pelas cheias de 2009. A pesquisa mostrou que a enxurrada de 2009 não foi o único evento de grande intensidade a atingir a bacia do Arroio Quilombo. Porém, a bacia hidrográfica do Arroio Quilombo não apresenta condicionante a enxurradas, e que a enxurrada de 2009 não ocorreu em toda bacia, porém atingiu de forma intensa a baixa bacia do Arroio Quilombo, deixando algumas consequências como perdas de animais, de lavoura, materiais e infraestruturais. As entrevistas realizadas mostraram que as alterações geomorfológicas mais significativas ocorreram fora dos limites da BHAQ.

Palavras-chave: Arroio Quilombo; Desastres Naturais; Enxurrada.

ABSTRACT

RUTZ, E. C. **Historical Analysis of flash floods in the Pelotas municipality and the consequences of the 2009 flash flood in the Quilombo Creek Watershed, Pelotas, State of Rio Grande do Sul.** Master's Thesis (Master in Geography), 124 pages, 2015.

This research addresses the consequences of heavy rainfall that occurred in Pelotas, which led to a great flash flood on the 28th and 29th January 2009. The area of research is the Quilombo Creek Watershed, Pelotas municipality, in the State of Rio Grande do Sul. Most of the Watershed is located in the rural zone of the Pelotas municipality, but also has a small section in the Canguçu municipality and another small section in the Arroio do Padre municipality. The time frame starts at the beginning of the twentieth century until 2009, when the flash flood hit the Quilombo Creek Watershed, leaving very significant consequences. Flash floods can be considered as a natural disaster, both for their intensity and their consequences. Thus, the theoretical background deals with the issue of natural disasters in order to understand some flood concepts that frequently create confusion in Portuguese: “*enxurradas*”, “*enchentes*”, “*inundações*” and “*alagamentos*”. This way the presented theoretical background tries to solve this confusion and other conceptual problems. This research has the following objectives: understand the factors that triggered the flash flood of the 28th and 29th January 2009 in the Quilombo Creek Watershed, as well as the consequent geomorphological changes; expose a theoretical background about natural disasters, geomorphology, geomorphological changes, land use and land cover, flashfloods and their consequences; carry out a historical review of the floods in the Pelotas municipality as well as a historical review of the floods in the Quilombo Creek Watershed; carry out a morphometrical study of the Quilombo Creek Watershed; observe the land use and land cover in the studied area; study the landscape changes and identify the damage done to the patrimony in the area of study after the 28th and 29th January flash flood. This research shows that the 2009 flash flood was not the only high intensity event to touch the Quilombo Creek Watershed. However, the studied watershed does not present natural conditions that would trigger flash floods, and the 2009 flash flood does not affect the entire Watershed in the same way. It intensely hit the lower part of the watershed creating consequences such as animal loss, land crop loss and material loss. The interviews showed that the most significant geomorphological changes occurred outside the boundaries of the studied watershed.

Key words: Quilombo Creek. Natural disasters. Flash flood.

1 INTRODUÇÃO

Nos dias 28 e 29 de janeiro de 2009, ocorreu uma enxurrada de grande magnitude em Pelotas, gerando consequências tanto econômicas, quanto sociais para a população pelotense. Essa enxurrada aconteceu de forma repentina, caracterizando-se principalmente pelo aumento brusco da vazão, com a passagem rápida de um pico de cheia de grande magnitude. Essas cheias repentinas, segundo Ibarra (2012), são um dos principais riscos naturais e ocorrem geralmente sem aviso prévio e de forma extremamente rápida, semelhante ao que aconteceu em Pelotas em 2009.

Pelotas foi a cidade mais atingida do Estado do Rio Grande do Sul. Segundo Saldanha et. al. (2012, p 256), “a chuva concentrou-se numa região em que se formam diversos cursos d’água que drenam para Sudeste, na direção da Lagoa dos Patos e do Canal de São Gonçalo”.

A zona rural de Pelotas, assim como a urbana, sofreram consequências bastante importantes. Do dia 28 para o dia 29 choveu em torno de 10 horas contínuas, superando as estimativas de precipitação esperadas para o mês de Janeiro, e a chuva ainda continuou, de acordo com o jornal Diário Popular (2009). Dados da Prefeitura Municipal de Pelotas (2010) mostram que precipitou em algumas localidades da zona rural em torno de 500 a 600 milímetros.

De uma série de 30 anos calculados pela Estação Agroclimatológica de Pelotas, de 1971 à 2000, o valor médio de precipitação para o mês de Janeiro é de 119,1 mm. Nesse período (1971 a 2000) os maiores índices pluviométricos medidos para esse mesmo mês foram nos anos de 1973, 1984, 1989, ultrapassando 200 mm (EMBRAPA, 2013), mostrando assim que o volume precipitado em 28 e 29 de janeiro de 2009 caracterizou-se como um evento extremo (enxurrada), além das expressivas consequências produzidas pela enxurrada.

A enxurrada de janeiro de 2009 foi considerada pela Defesa Civil do Estado do Rio Grande do Sul como o maior desastre natural ocorrido na região nos últimos

40 anos (PREFEITURA MUNICIPAL DE PELOTAS, 2009). Devido a magnitude desse evento extremo, o Prefeito do Município de Pelotas em exercício Fabricio Tavares decretou situação de emergência através do decreto 5.142, de 29 de janeiro de 2009.

Dessa forma, torna-se relevante um estudo aprofundado sobre os fatores que levaram a ocorrência da enxurrada de 28 e 29 de janeiro de 2009 na bacia hidrográfica do Arroio Quilombo (BHAQ), bem como as transformações geomorfológicas consequentes, a fim de analisar se o evento de 2009 foi o único evento extremo a ocorrer nessa bacia.

Existe certa confusão entre os termos inundação, enchente ou cheia, enxurrada e alagamento, sendo que o primeiro denota uma conceituação mais genérica, usada com frequência para designar um evento, ou seja, muitas vezes é usado para qualquer subida de água. Enquanto o conceito de enxurrada é definido por Castro (2003, p. 50) como “inundação brusca”. Dessa forma o referencial teórico busca discutir estas e outras questões.

Além da revisão teórica, foi realizado um breve histórico de enxurradas, inundações, enchentes e alagamentos em Pelotas e na Bacia Hidrográfica do Arroio Quilombo, através de relato de moradores da região, entrevistas semiestruturadas, buscas em jornais locais e sites oficiais da Defesa Civil e Prefeitura Municipal de Pelotas, bem como no relatório de danos da Defesa Civil.

O estudo sobre as enxurradas na localidade nos forneceu elementos para resgatar a memória coletiva sobre estes eventos, compondo um histórico que auxiliou na compreensão da regularidade ou irregularidade destes fenômenos, bem como, possibilitou estabelecer uma base de comparação para quantificar e classificar os fenômenos extremos nesta região, identificando se o evento de 2009 realmente foi extremo ou se ele é algo que acontece com certa regularidade na região.

E ainda para se atingir o objetivo desse trabalho foi realizado também: Caracterização da Bacia Hidrográfica do Arroio Quilombo através de Parâmetros Morfométricos; Mapeamento de Uso e Cobertura da Terra; Identificação das alterações da paisagem e dos danos ao patrimônio dos moradores consequentes da enxurrada de 2009, através de análise das transformações da paisagem e entrevistas para identificar os principais danos provocados pela enxurrada de 2009.

A bacia hidrográfica do Arroio Quilombo (BHAQ) é contribuinte da bacia hidrográfica do Arroio Pelotas, que por sua vez deságua na Lagoa dos Patos. A BHAQ possui uma área de 152,2 km² e está situada em sua maior parte na área rural do município de Pelotas – RS, uma pequena parte no município de Canguçu, onde está a nascente do Arroio Quilombo, e outra pequena parte no município de Arroio do Padre. Portanto, a BHAQ está situada em uma área com relevo de planalto residual rebaixado, modelado sobre as rochas graníticas da borda do Escudo Sul-Riograndense, com ondulações predominantemente convexas e altitudes variando entre 40 e 400 metros. A área da BHAQ está representada nas cartas topográficas (1/50.000), Cangussú, Santa Silvânia, Passo das Pedras de Cima e Monte Bonito.

A figura a seguir (Figura 1) mostra a localização da bacia do Arroio Quilombo no contexto dos distritos de Pelotas, destacando o curso d'água principal que origina o nome a bacia, o Arroio Quilombo.

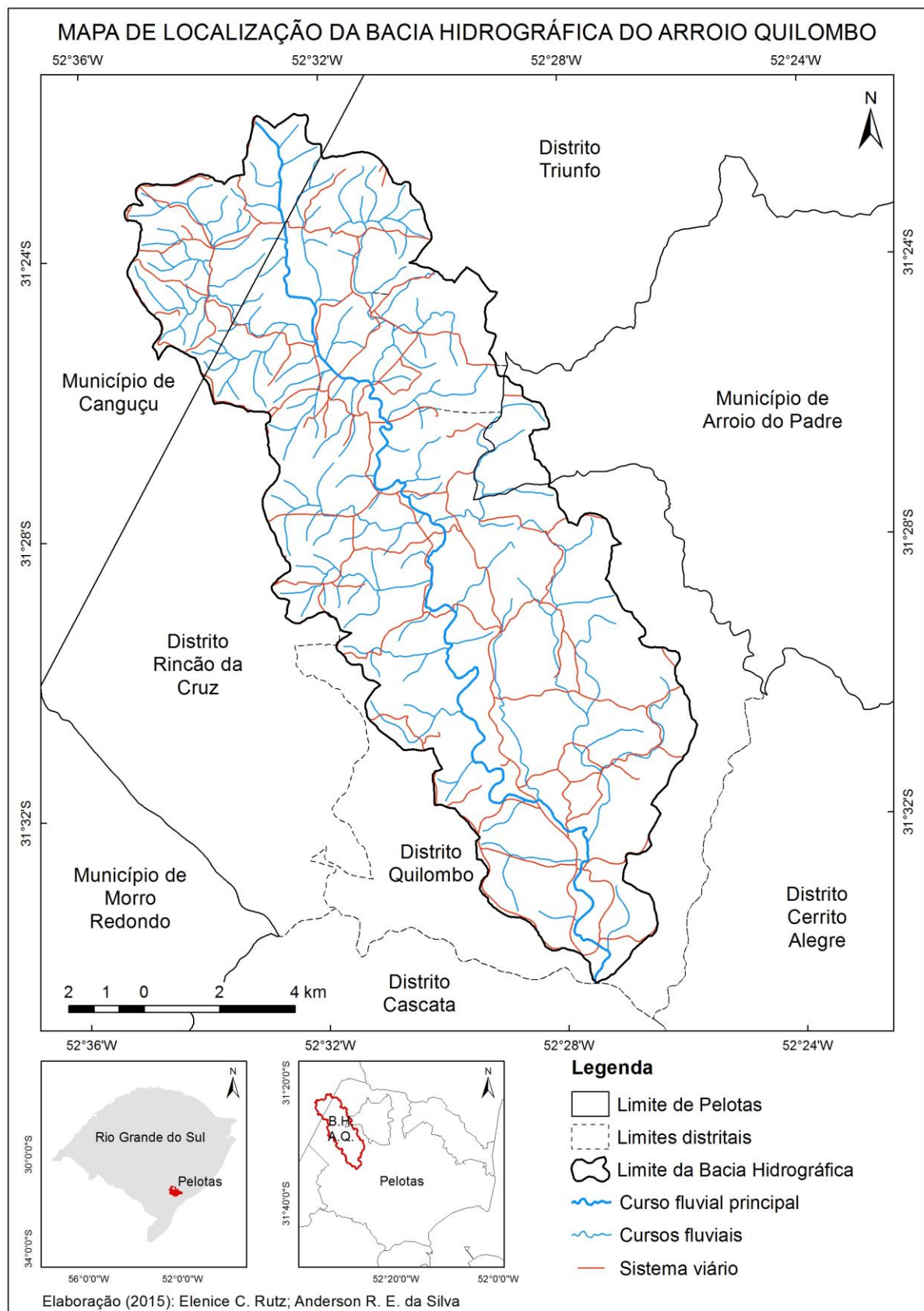


Figura 1: Mapa de localização da Bacia do Arroio Quilombo
ELABORADO E ORGANIZADO POR: RUTZ; SILVA (2015)

2 A CONSTRUÇÃO DA PROPOSTA DE ESTUDO

Esse capítulo trata da construção da proposta de estudo na bacia do Arroio Quilombo, procurando abordar os objetivos, a justificativa e a metodologia que levaram a realização dessa pesquisa.

2.1 Objetivos

2.1.1 Objetivo Geral

Compreender os fatores que levaram à ocorrência da enxurrada de 28 e 29 de janeiro de 2009 na BHAQ, bem como as transformações geomorfológicas consequentes.

2.1.2 Objetivos Específicos

1. Realizar uma revisão teórica sobre a temática dos desastres naturais, geomorfologia, enxurradas e as suas consequências.
2. Realizar um resgate histórico das inundações no município de Pelotas, bem como analisar os reflexos das enxurradas na bacia hidrográfica do Arroio Quilombo, com intuito de analisar se aconteceram outras enxurradas semelhantes a de 2009.
3. Realizar um estudo morfométrico da bacia do Arroio Quilombo, a fim de analisar se a morfometria é um fator condicionante à ocorrência de enxurradas.
4. Verificar o uso e cobertura da terra na BHAQ, com o intuito de identificar quais setores da bacia são potencialmente susceptíveis aos processos morfogenéticos.

5. Investigar sobre as transformações da paisagem e os danos ao patrimônio dos moradores após as inundações na bacia hidrográfica do Arroio Quilombo.

2.2 Justificativa

Por ser frequentemente atingida por eventos naturais, tanto de pequena, quanto de grande magnitude, se faz necessário analisar o que condiciona as enxurradas na bacia do Arroio Quilombo, bem como recuperar a memória dos eventos extremos (enxurradas) no município de Pelotas, de forma que possa contribuir para alertar e conscientizar a gestão municipal e a própria população para os diferentes graus de vulnerabilidade. Também possibilitar um melhor preparo para o enfrentamento destes eventos, através do planejamento e gestão territorial e ainda compreender a dinâmica geomorfológica do relevo da região face aos eventos extremos.

2.3 Metodologia

Atendendo aos objetivos desse trabalho, foram propostos os seguintes procedimentos metodológicos:

2.3.1 Revisão Bibliográfica

Foi realizada uma revisão bibliográfica, que consistiu na leitura e interpretação de textos que subsidiassem o tema proposto para essa pesquisa. Nesta etapa, a busca dessa literatura se deu através de livros, artigos, dissertações e teses (em meio analógico e digital) que trataram dos principais assuntos desta pesquisa: desastres naturais, geomorfologia, enxurradas e suas consequências. Essa busca também se deu por meio de pesquisas nas bases de dados Periódicos CAPES e *Science Direct*, direcionando a busca nas revistas que normalmente costumam publicar trabalhos destes temas, tais como: *Geomorphology*, *Catena*, *Journal of Hydrology*, *Quaternary Science Review*, entre outras.

Os trabalhos de alguns autores foram essenciais para o entendimento dos temas abordados nessa pesquisa, podemos destacar alguns desses autores: Castro

(2003) e Tominaga (2009), que tratam da questão dos Desastres Naturais, e sobre tudo do conceito de enxurradas. Da mesma forma, destacamos Hansmann (2013), que em seu trabalho buscou descrever e caracterizar as principais enchentes e alagamentos de Pelotas/ RS. Saldanha et. al. (2012), que caracterizou o evento ocorrido em 28 e 29 de janeiro de 2009 em Pelotas, entre outros autores.

2.3.2 Breve histórico de enxurradas, inundações, enchentes e alagamentos em Pelotas e na Bacia Hidrográfica do Arroio Quilombo

Esse estudo aconteceu em quatro momentos:

1º momento: relato de alguns moradores, que foi realizado através de conversas informais. Os moradores foram contando naturalmente como ocorreu a enxurrada de 2009, bem como suas consequências e também registraram durante as conversas outras enxurradas que ficaram em suas memórias.

2º momento: foi realizado 9 (nove) entrevistas semiestruturadas com moradores da bacia do Arroio Quilombo, com intuito de levantar dados sobre a enxurrada de 2009, bem como outros eventos que ocorreram na BHAQ. Nessas entrevistas os moradores relatavam alguns fatores mais pontuais que nas conversas informais, como a hora de início da chuva, a quantidade precipitada, entre outros, como podemos ver no Apêndice A.

3º momento: Buscou-se nos jornais da região, Diário Popular, Diário da Manhã e Jornal Tradição Regional, exemplares que tivessem temas como: enxurradas, erosão, consequência das enxurradas e, etc. A consulta aos jornais Diário Popular e Diário da Manhã se deu através dos exemplares disponíveis na Biblioteca Pública de Pelotas. Já a consulta ao Jornal Tradição Regional se deu nas dependências do mesmo, como é um jornal mais novo que os anteriores, foi possível consultar apenas sobre a enxurrada de 2009.

A busca nos jornais foi ocorrendo à medida que os moradores da região relatavam tanto nas conversas informais, quanto nas entrevistas, a ocorrência de uma enxurrada, ou até mesmo os próprios jornais citavam outros eventos. Dessa forma muitas vezes não se tinha a data exata do evento citado pelos moradores, para isso então se procurava nos jornais datas próximas ao citado, analisando alguns jornais de janeiro à dezembro de um determinado ano, o que dificultou um pouco o trabalho realizado. Além disso, algumas edições dos jornais, principalmente

os mais antigos, não estavam em boas condições para a pesquisa, portanto algumas fotos colhidas durante a pesquisa foram das edições que estavam em melhor estado. As fotos das edições dos jornais pesquisados só podiam ser tiradas por um funcionário da biblioteca.

Também foi de grande importância o trabalho acadêmico de Hansmann (2013), onde o autor apresenta datas de alguns eventos ocorridos em Pelotas, uma importante fonte de dados que puderam ser constatados pelos jornais locais utilizados nessa pesquisa.

4º momento: Buscaram-se dados e Informações oficiais nos sites da Defesa Civil e Prefeitura Municipal de Pelotas. Bem como, em contato com a Defesa Civil do Estado do Rio Grande do Sul, foi possível ter acesso ao relatório de danos de diversos órgãos do Município de Pelotas, como: Serviço Autônomo de Abastecimento de Água de Pelotas (SANEP), Associação Rio-Grandense de Empreendimentos de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER), Secretaria de Qualidade Ambiental (SQA), entre outros, que foram enviados à defesa Civil do Estado do Rio Grande do Sul. Através desse documento de 293 páginas, foi possível fazer uma análise dos dados sobre a enxurrada de 2009.

2.3.3 Caracterização da Bacia Hidrográfica do Arroio Quilombo através de parâmetros Morfométricos

O cálculo dos índices morfométricos de uma bacia hidrográfica forma uma base de dados quantitativos que, para Vestena et. al. (2006, p. 7), “facilitam a compreensão do relacionamento entre as propriedades físicas da rede de drenagem e suas propriedades dinâmicas”. Dessa forma, os parâmetros morfométricos são fundamentais para o conhecimento das características físicas da bacia e dos processos fluviais.

No presente trabalho, foi realizada uma caracterização de alguns parâmetros morfométricos da BHAQ para que se pudesse compreender o comportamento hidrológico da bacia hidrográfica do Arroio Quilombo.

Para a realização desta caracterização, foi necessário primeiramente realizar a delimitação da BHAQ. Esta delimitação foi realizada no *software* ArcGIS 9.3 a partir da base cartográfica digital do Rio Grande do Sul, escala 1/50.000 (HASENACK; WEBER, 2010).

Para a caracterização da bacia do Arroio Quilombo, foram aplicados parâmetros morfométricos baseados nos índices propostos por Horton (1945), Schumm (1956), Strahler (1957) e Christofolletti (1980). Assim, foram escolhidos parâmetros que tivessem influência no comportamento hidrológico da bacia: Área da bacia (A), Perímetro da bacia (P), Comprimento da bacia (L), que deram base para o cálculo dos demais parâmetros apresentado no quadro a seguir (Quadro 1):

Quadro 1: Equação dos parâmetros morfométricos calculados para a BHAQ

PARÂMETRO	EQUAÇÃO
Índice de Compacidade (Kc)	$Kc \cong 0,28 \frac{P}{\sqrt{A}}$
Índice de Circularidade (Ic)	$Ic = 12,57 \cdot A/P^2$
Fator de Forma (Kf)	$Kf = A/L^2$
Relação de Elongação (Re)	$Re = Dc/L$
Relação de Relevo (Rr)	$Rr = h/L$

Organizado por: RUTZ (2015)

2.3.4 Identificação das alterações da paisagem e dos danos ao patrimônio consequentes da enxurrada de 2009.

Esse objetivo aconteceu em 2 momentos distintos: o primeiro consistiu na análise das transformações da paisagem, que deu-se por meio de estudos das consequências da enxurrada de 2009, através de trabalhos de campo para realização de entrevistas com moradores da região, e também percorrendo a bacia hidrográfica do Arroio Quilombo.

A identificação dos principais danos ao patrimônio dos moradores provocados pela enxurrada de 2009 foi realizada com base nas pesquisas em reportagens de jornais locais, buscas na internet (em sites oficiais da Prefeitura Municipal de Pelotas e da Defesa Civil, por exemplo), dados oficiais fornecidos nos relatórios da Defesa Civil, bem como a partir de relatos e das entrevistas com os residentes na área de estudo.

Com intuito de identificar as consequências da enxurrada foram realizadas entrevistas semiestruturadas com os moradores da baixa bacia. Um total de 9 (nove) moradores responderam ao questionário. As entrevistas foram numeradas de 01 a 09 e serão chamadas no texto pela numeração da entrevista. Alguns moradores não responderam ao questionário, pois alegaram não lembrar muito do evento.

2.3.5 Uso e cobertura da terra

O uso da terra geralmente está associado com as atividades humanas e as funções socioeconômicas (IBGE, 2013). A cobertura da terra são os elementos da natureza (vegetação, água, gelo, rocha nua, areia, além das construções criadas pelo homem). Sendo assim o conceito de uso e de cobertura da terra possuem íntima ligação (IBGE, 2013).

A metodologia utilizada para a classificação do uso e cobertura da terra aconteceu em duas etapas. A primeira com a classificação de uso e cobertura da terra, e a segunda etapa ocorreu através da conferência do mapeamento em trabalhos de campo, com um detalhamento da descrição dos usos e coberturas identificados.

A primeira fase consistiu na elaboração da classificação de usos e coberturas da Terra através do programa IDRISI Taiga¹. Para tanto foram usadas imagens do satélite LANDSAT 8, sensor OLI. Após o recorte da área de estudo, foi feita a composição colorida R6, G5, B4. A base utilizada foi do ano de 2013, a mais recente até esse momento da pesquisa.

Foi possível identificar 4 (quatro) classes de uso e cobertura da terra, que correspondem:

Classe 1: Extrato arbóreo

Classe 2: Extrato Herbáceo (campo)

Classe 3: Cultivos

Classe 4: Água

Para a classificação dessas áreas, passamos por um processo de áreas de treinamento, onde foram localizados exemplos que representassem as classes que puderam ser identificados na imagem. Posterior a essa etapa foram comparados

¹ O IDRISI é um sistema de informação geográfica e um *software* para processamento de imagens.

esses exemplos de classes no programa IDRISI com imagens de 2013 do Google Earth. Foram separados 10 (dez) amostras de cada classe.

A partir dessas amostras, o IDRISI por similaridade criou os polígonos das classes para toda a área da bacia (BHAQ). Esse processo de classificação de uso e cobertura da terra ocorreu por meio de uma classificação supervisionada. A classificação supervisionada trata-se de uma classificação onde “o usuário define as assinaturas espectrais de categorias conhecidas, tais como urbano e florestas e, o programa associa cada pixel da imagem à assinatura mais similar” (EASTMAN, 1998, P. 131).

Após as classes serem geradas no programa IDRISI, foram comparadas as áreas de todas as classes em trabalhos de campo, que compreende a 2ª etapa dessa metodologia, a fim de identificarmos se havia compatibilidade da realidade observada em campo com os dados que foram gerados no programa IDRISI.

Relacionando o uso e cobertura da terra da bacia hidrográfica do Arroio Quilombo com a classificação proposta pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, no Manual de uso e cobertura da terra (IBGE, 2013), verificamos que a classe de Vegetação Arbórea (Classe 1) corresponde a áreas de vegetação natural florestal (Unidades de conservação de proteção integral em área, etc.), a classe de vegetação herbácea (classe 2) corresponde a áreas de vegetação natural campestre (Unidades de conservação de proteção integral em área Campestre, etc.), já a classe de cultivos (classe 3) corresponde a áreas antrópicas agrícolas, ou seja, terra utilizada para produção agrícola ou agronegócio dividida em 5 subclasses: culturas temporárias (Fumo, cana-de-açúcar, forrageiro, abóbora, etc.); culturas permanentes (Frutíferas permanentes, cultivos permanentes diversificados, etc.); Pastagens (Pecuária de animais de pequeno, médio e grande porte); Silvicultura (Reflorestamento, Cultivo agroflorestal), e uso não identificado. A classe de água (classe 4), corresponde a águas continentais (Unidades de conservação de proteção integral em corpo d'água continental, etc.).

A metodologia utilizada para a classificação de uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do Arroio Quilombo, será melhor observada através do fluxograma a seguir (Figura 2), que mostra os caminhos percorridos até a elaboração do produto cartográfico gerado a partir das pesquisas e análises dos dados obtidos.

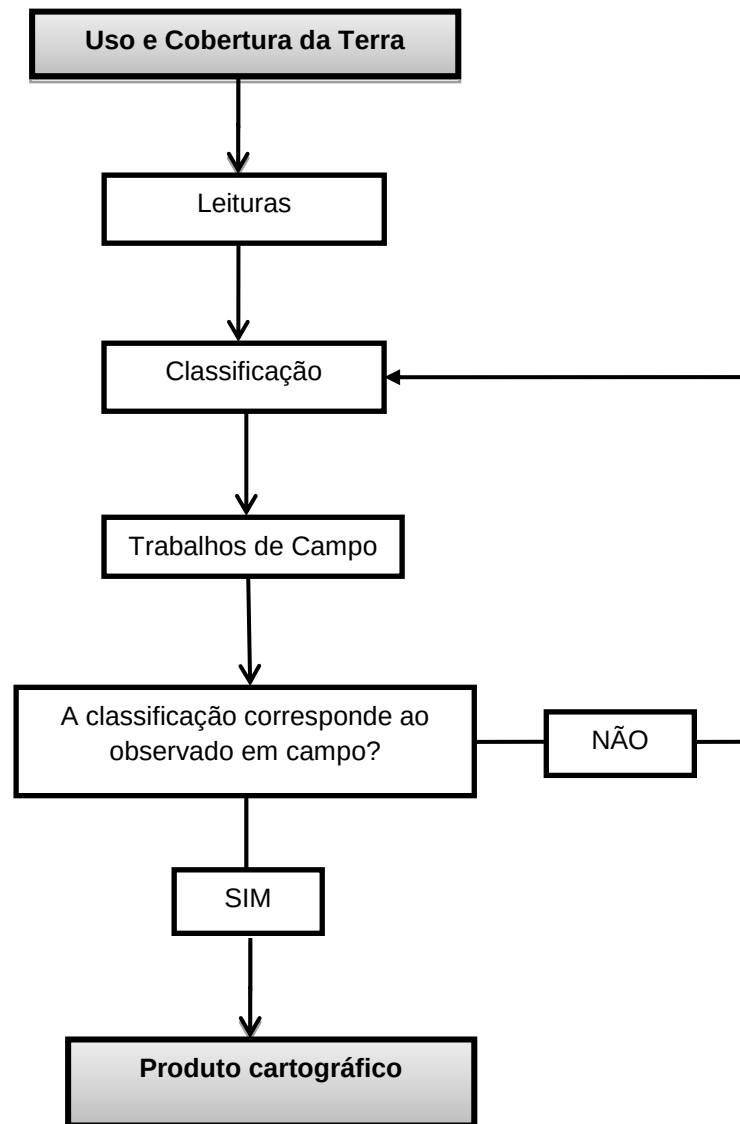


Figura 2: Fluxograma das etapas de elaboração do mapa de uso e cobertura da Terra
Elaborado e organizado por: RUTZ (2015)

3 EMBASAMENTO TEÓRICO COM VISTAS À COMPREENSÃO DAS ENXURRADAS

Quando se fala em desastres naturais, normalmente existe uma confusão entre alguns termos, tais como enxurrada e inundação. Nesse sentido, a revisão teórica a ser apresentada a seguir busca sanar esta questão, trazendo os conceitos desses e de outros termos. Além de fornecer o embasamento teórico necessário ao estudo do evento ocorrido em 28 e 29 de janeiro de 2009.

3.1 Desastres naturais

Seguidamente vemos nos noticiários acontecimentos como enxurradas, inundações, escorregamentos, secas, furacões, vendavais, entre outros eventos, registrando perdas bastante importantes para os seres humanos. Para Kobiyama et. al. (2006, p. 7), estes “são fenômenos naturais severos, que estão fortemente influenciados pelas características regionais, tais como, rocha, solo, topografia, vegetação, condições meteorológicas”, que quando ocorrem com grande intensidade, resultam em danos materiais e humanos, além de prejuízos socioeconômicos. Esses eventos, portanto, são considerados como “desastres naturais”.

Os desastres naturais podem ser originados tanto pela dinâmica interna da Terra (terremotos, maremotos, vulcanismos e tsunamis) quanto pela dinâmica externa (tempestades, tornados, inundações, movimentos de massa, etc.) (TOMINAGA, 2009). Com base nessa interpretação de Tominaga (2009), a figura a seguir (Figura 3) apresenta um esquema simplificado da origem dos desastres naturais.

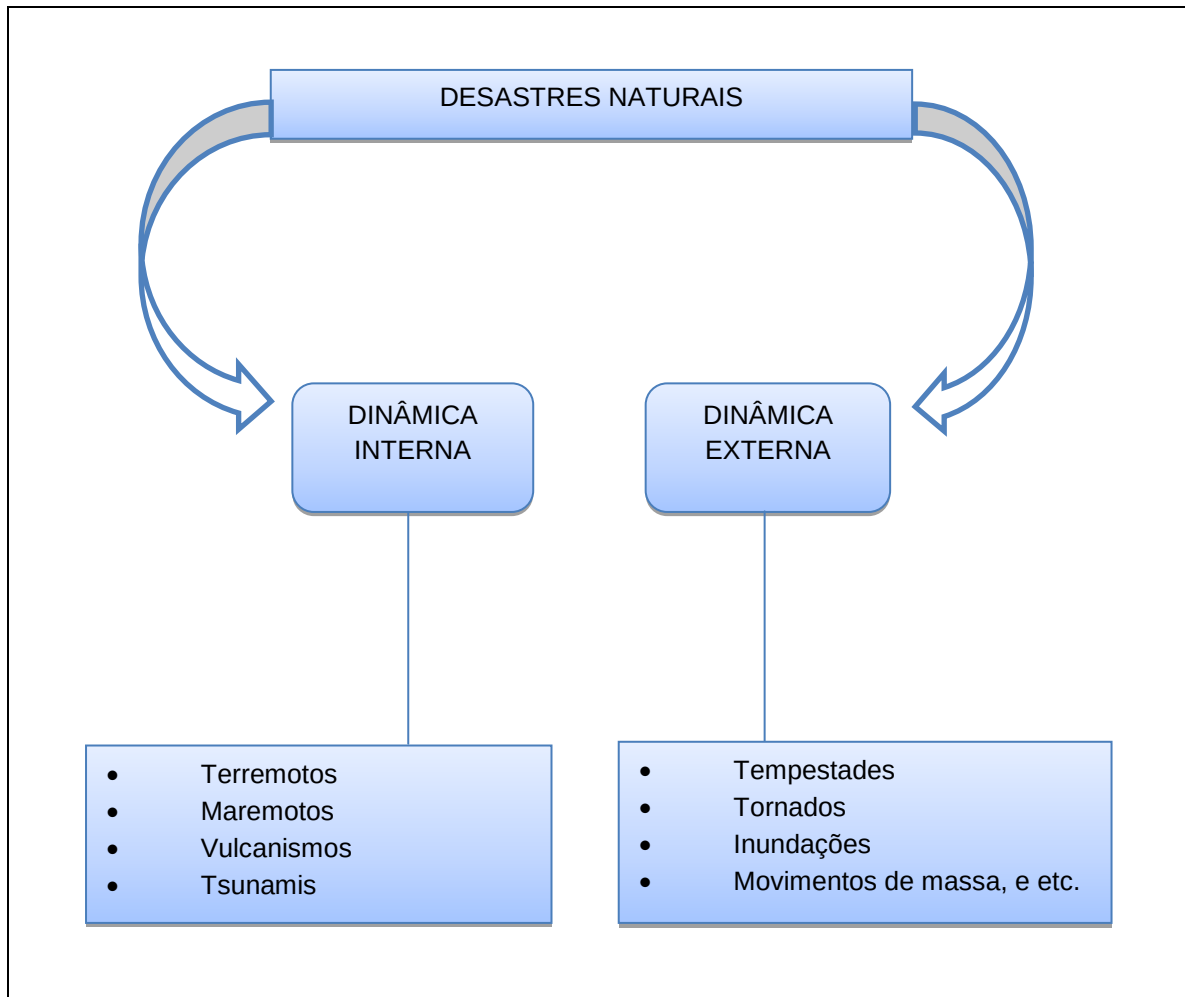


Figura 3: Esquema Simplificado da origem dos Desastres Naturais
Organizado por RUTZ (2014). Adaptado de: TOMINAGA (2009)

Segundo Kobiyama, et. al. (2006, p. 1), os principais fatores que contribuem para desencadear um desastre natural nas áreas urbanas são “a impermeabilização do solo, o adensamento das construções, a conservação de calor e a poluição do ar”. Já nas áreas rurais, os autores destacam como fatores que contribuem para o desencadeamento de desastres naturais “a compactação dos solos, o assoreamento dos rios, os desmatamentos e as queimadas”.

Castro (2014) define os níveis de classificação dos desastres naturais quanto à sua intensidade, conforme disposto no quadro a seguir (Quadro 2):

Quadro 2: Classificação dos níveis de intensidade dos desastres naturais

NÍVEL DE INTENSIDADE	CARACTERIZAÇÃO
NÍVEL I: Desastres de pequeno porte ou intensidade	São caracterizados quando os danos causados são pouco importantes e os prejuízos consequentes são pouco vultosos e, por isso, são mais facilmente suportáveis e superáveis pelas comunidades afetadas. Nessas condições, a situação de normalidade é facilmente restabelecida, com os recursos existentes na área do município afetado e sem necessidade de grandes mobilizações.
NÍVEL II: Desastres de médio porte ou intensidade.	São caracterizados quando os danos causados são de alguma importância e os prejuízos consequentes, embora não sejam vultosos, são significativos. Apesar disso, esses desastres são suportáveis e superáveis por comunidades bem informadas, preparadas, participativas e facilmente mobilizáveis. Nessas condições, a situação de normalidade pode ser restabelecida, com os recursos disponíveis na área do município afetado, desde que sejam racionalmente mobilizados e judiciosamente administrados.
NÍVEL III: Desastres de grande porte ou intensidade.	São caracterizados quando os danos causados são importantes e os prejuízos consequentes são vultosos. Apesar disso, esses desastres podem ser suportáveis e superáveis por comunidades bem informadas, preparadas, participativas e facilmente mobilizáveis. Nessas condições, a situação de normalidade pode ser restabelecida, com os recursos mobilizados na área do município afetado, desde que sejam reforçados e suplementados com o aporte de recursos estaduais e federais, já existentes e disponíveis no Sistema Nacional de Defesa Civil.
NÍVEL IV: Desastres de muito grande porte ou intensidade.	São caracterizados quando os danos causados são muito importantes e os prejuízos consequentes são muito vultosos e, por isso, não são suportáveis e superáveis pelas comunidades afetadas, mesmo quando bem informadas, preparadas, participativas e facilmente mobilizáveis, a menos que recebam substancial ajuda de fora da área do município afetado. Nessas condições, o restabelecimento da situação de normalidade depende da mobilização e da ação articulada dos três níveis do Sistema Nacional de Defesa Civil e, em casos excepcionais, de ajuda internacional.

Fonte: CASTRO (2014)

A ocorrência de desastres naturais tem aumentado no mundo inteiro, gerando muitas consequências. Kobiyama et. al. (2006) destacam que houve um aumento notável de desastres naturais a partir da década de 1950 e um aumento significativo de prejuízos econômicos a partir da década de 1970.

Podemos observar esse aumento dos desastres naturais em escala global, através da figura a seguir (Figura 4)² que faz um levantamento dos desastres naturais relatados num período de 1900 a 2011.

² Esse aumento no número de desastres naturais também pode ser resultado de um maior monitoramento sobre esse fenômeno.

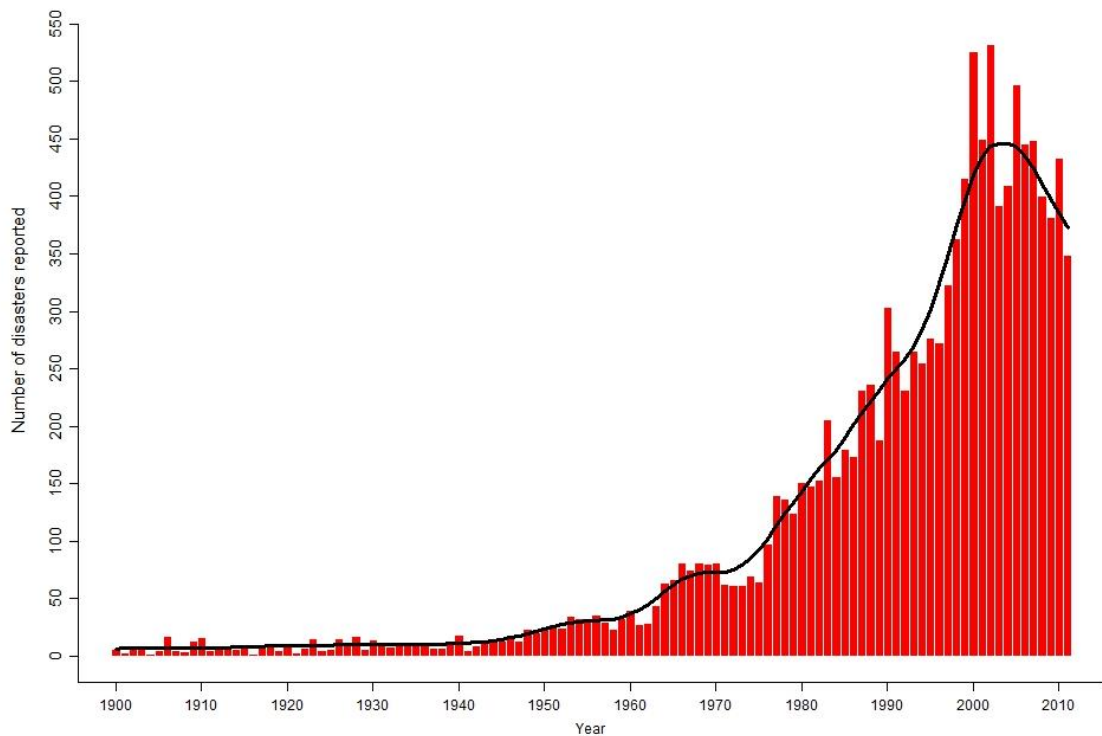


Figura 4: Desastres Naturais relatados entre 1900 e 2011
 Fonte: Internacional Disaster Database (EM-DAT,2014)

Guha-Sapir et.al. (2014) classifica os desastres naturais em 5 grupos: Geofísicos: terremotos, vulcões e movimentos de massa; Meteorológicos: eventos de curta duração como as tempestades; Hidrológicos: enxurradas e movimentos de massa; Climatológico: temperaturas extremas, secas e queimadas e Biológicas: epidemias e infestações de insetos e animais.

Nesse sentido é possível perceber que os desastres naturais mais significativos são os eventos de origem hidrológica, conforme podemos constatar através das informações da *Internacional Disaster Database- EM-DAT* (2015) na figura a seguir (Figura 5).

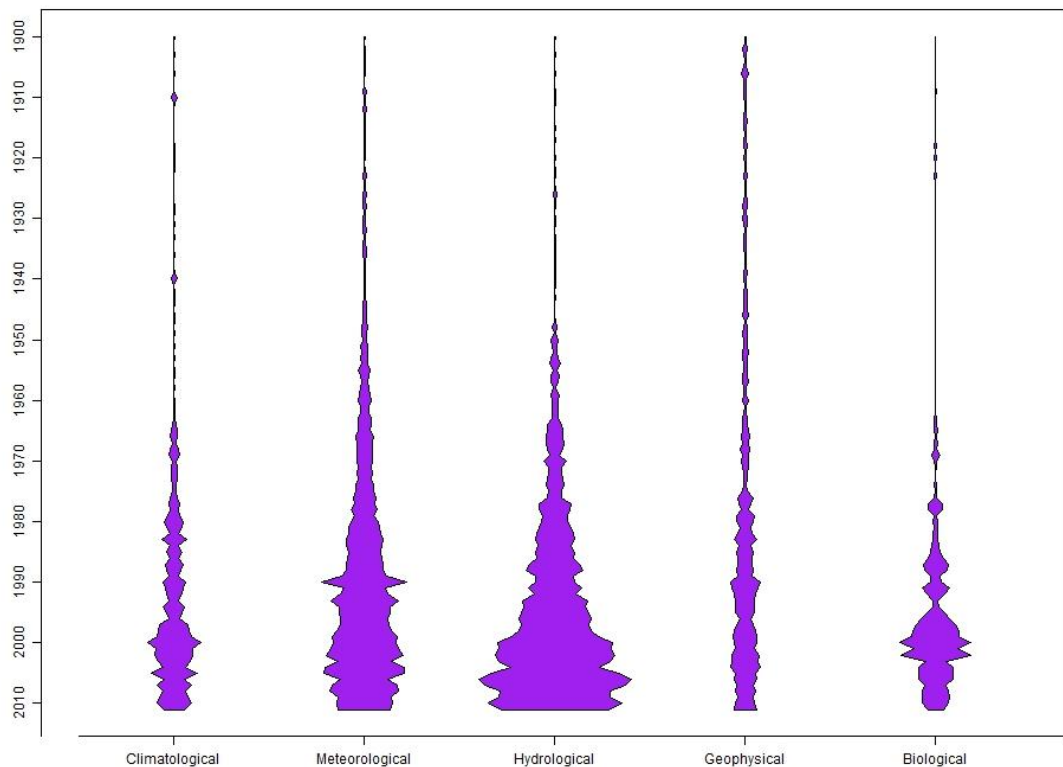


Figura 5: Número de desastres naturais relatados entre 1900 e 2011
 Fonte: Internacional Disaster Database (EM-DAT, 2015)

Segundo Kobiyama et. al. (2006), os desastres naturais são geralmente súbitos e inesperados e de uma gravidade e magnitude que acarretam em danos e prejuízos bastante vultoso para a população. Dessa forma, “exigem ações preventivas e restituidoras, que envolvem diversos setores governamentais e privados, visando uma recuperação que não pode ser alcançada por meio de procedimentos rotineiros” (KOBİYAMA et. al., 2006, p. 7).

De acordo com Almeida (2012 p. 12) em 2008, o Brasil estava entre os 13 países mais afetados por desastres naturais, colocando em questão a crença de que o país não é atingido por eventos naturais perigosos. A BBC BRASIL (2003 Apud KOBİYAMA et.al. 2006, p. 3) relata que o Brasil é o país do continente americano com o maior número de pessoas afetadas por desastres naturais.

No Brasil, de acordo com Tominaga (2009, p. 18), “os principais fenômenos relacionados a desastres naturais são derivados da dinâmica externa da Terra, tais como, inundações e enchentes, escorregamentos de solos e/ou rochas e tempestades”. Normalmente esses fenômenos estão relacionados a intensos e prolongados eventos pluviométricos, que geralmente ocorrem nos períodos

chuvosos no verão das regiões sudeste e sul, e no inverno na região nordeste (TOMINAGA, 2009).

O Brasil é dividido em cinco regiões (Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sul e Sudeste) cada uma delas possui distintas características de solo, vegetação, relevo, clima entre outras. Assim, os desastres naturais também variam de região para região. Os desastres naturais que ocorrem com mais frequentes em cada região são apresentados no quadro (Quadro 3) a seguir.

Quadro 3: Distribuição de desastres naturais mais frequentes em cada região do Brasil

REGIÃO	DESASTRES NATURAIS MAIS FREQUENTES
Sul	Alagamentos, inundações bruscas e graduais, escorregamentos, estiagens, vendavais, tornados, nevoeiros e ressacas.
Sudeste	Inundações, alagamentos, enxurradas, secas.
Centro-Oeste	Incêndios florestais, inundações graduais e bruscas, alagamentos e secas.
Norte	Inundações e estiagens.
Nordeste	Secas, inundações graduais e bruscas, alagamentos, deslizamentos.

Fonte: BRASIL (2012)

Em 2011, ocorreram no Brasil 795 desastres naturais, causando 1.094 óbitos e afetaram 12.535.401 pessoas, ainda, 65,44% dos municípios foram afetados por eventos de ordem hidrológica. A Região Sul se destaca por ter sido a mais afetada pelos desastres neste ano, porém a Região Sudeste foi a mais afetada em termos de destruição (BRASIL, 2012). Já em 2012 a ocorrência de Desastres Naturais também teve impacto significativo, foram registrados oficialmente 376 desastres naturais no Brasil, o que comparado com o ano anterior caiu para menos da metade o número de registros de desastres. Porém foram 93 óbitos e 16.977.614 afetados.

A Região Sul é marcada tanto pela ocorrência de grandes desastres, quanto pela frequência e variedade de eventos adversos e até pela ocorrência de fenômenos atípicos, como por exemplo, o caso do Furacão Catarina que atingiu os estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul no final de março de 2004. Cabe ressaltar que a Região Sul “É frequentemente afetada por alagamentos, inundações

bruscas e graduais, escorregamentos, estiagens, vendavais, tornados, nevoeiros e ressacas” (BRASIL, 2012, p 12).

No Rio Grande do Sul as inundações representam parcela expressiva dos desastres naturais. Vários municípios do Rio Grande do Sul são atingidos com frequência por eventos pluviométricos provocando inundações causadas por enchentes e enxurradas. O município de Alegrete é considerado um dos mais atingidos por processos de inundações no estado (MENESES e SCCOTI, 2013).

Nas décadas de 1983 e 1984, foram registrados no sul do Brasil numerosos processos de desastres naturais em decorrência de enchentes. Em 1983, tivemos uma atuação forte do fenômeno El Niño, enquanto o ano de 1984 não houve influência direta do fenômeno. Porém a ocorrência do fenômeno El Niño que foi marcante no ano anterior, pode ter sido prolongada (MENESES e SCCOTI, 2013).

Dados obtidos do trabalho de Meneses e Scoti (2013) revelam que, entre as décadas de 1980 e 2010, foram registradas no Rio Grande do Sul, 1.742 ocorrências de desastres naturais desencadeados por enxurradas.

Semelhante ao trabalho de Meneses e Scoti (2013), o Atlas de Desastres Naturais, volume Rio Grande do Sul (CEPED, 2011) apresenta que dentre os desastres naturais mais frequentes entre o período de 1991 a 2010 no Rio Grande do Sul estão as inundações bruscas, com 832 registros oficiais.

Com relação ao município de Pelotas, estudos de Meneses e Scoti (2013), mostram que o município possui muito alto nível de probabilidade de ocorrência de processos de enxurradas, numa escala que varia de ausência de registros, passando pelo baixo, médio, alto e muito alto nível de probabilidade (Figura 6), o que reforça a importância do estudo da ocorrência de enxurradas nesse município.

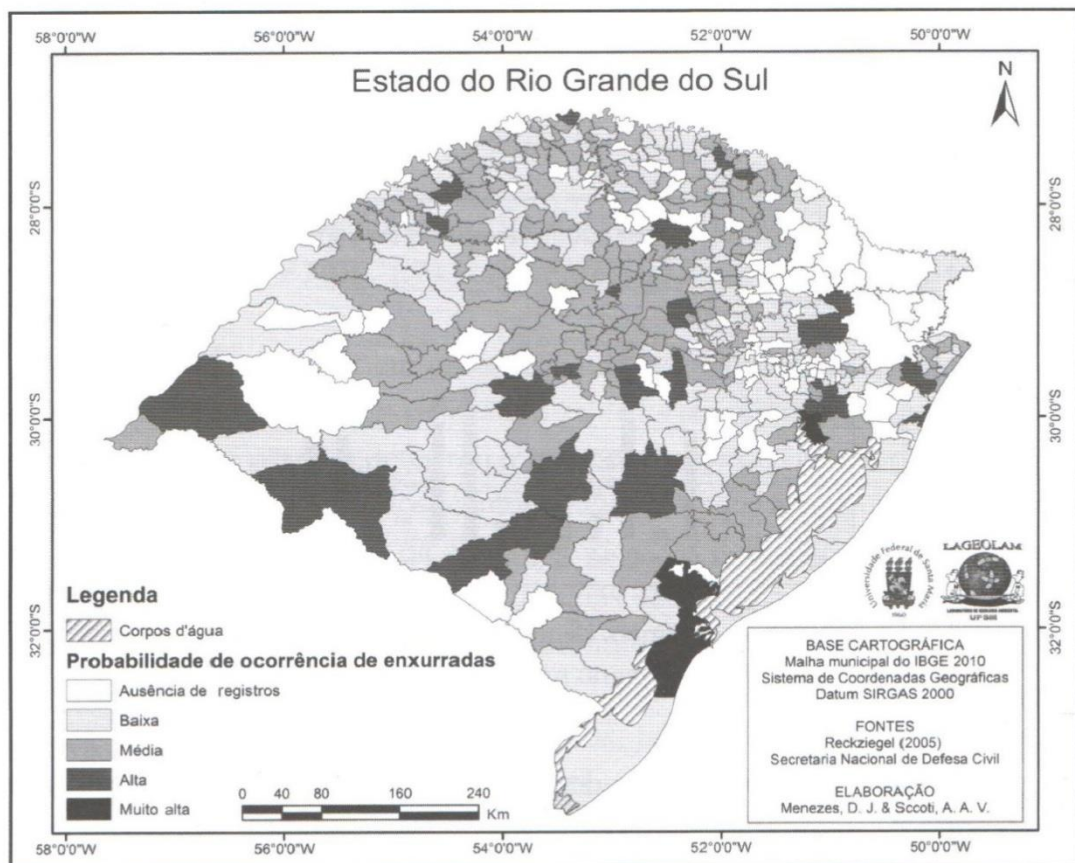


Figura 6: Mapa de suscetibilidade a ocorrência de enxurradas no RS
 Fonte: MENESES e SCCOTI (2013)

3.2 Inundação, Enchente ou Cheia, Enxurrada e Alagamento

Os termos inundação, enchente ou cheia, enxurrada e alagamento por vezes são tratados como sinônimos, e na verdade possuem conceituações diferentes, por essa razão torna-se necessário conceitua-los, para que se possa compreender quando um ou outro evento desses ocorre, e identificar em cada evento as características e os diferentes graus de vulnerabilidade.

3.2.1 Inundação

As inundações são observadas quando a vazão supera a capacidade de descarga da calha, extravasando para áreas marginais do curso d' água. Essa área que habitualmente não recebe esse excesso de água é chamada de planície de

inundação, que é atingida quando a enchente atinge um nível crítico. (Ministério das Cidades/ IPT, 2007, p. 91).

Castro (2003, p. 40), define as inundações como um “transbordamento de água proveniente de rios, lagos e açudes” causados por uma precipitação atípica. Esse transbordamento invade espaços adjacentes aos cursos d’água causando danos. Esses eventos podem ser classificados quanto à sua magnitude em inundações excepcionais; inundações de grande magnitude; inundações normais ou regulares; inundações de pequena magnitude. E em função da sua forma evolutiva, as inundações podem ser classificadas em: enchentes ou inundações graduais; enxurradas ou inundações bruscas; alagamentos; inundações litorâneas provocadas pela brusca invasão do mar. (CASTRO, 2003, p. 40). Nesse sentido Amaral e Ribeiro (2009) comentam que,

A magnitude e frequência das inundações ocorrem em função da intensidade e distribuição da precipitação, da taxa de infiltração de água no solo, do grau de saturação do solo e das características morfológicas e morfológicas da bacia de drenagem. (AMARAL E RIBEIRO, 2009, p. 41).

Geralmente, as inundações causam danos materiais e muitas vezes humanos. Castro (2003), faz a seguinte afirmação:

Quando extensas, as inundações destroem ou danificam plantações e exigem um grande esforço para garantir o salvamento de animais, especialmente bovinos, ovinos e caprinos. Em áreas densamente habitadas, podem danificar ou destruir habitações mal localizadas e pouco sólidas, bem como danificar móveis e outros utensílios domésticos (CASTRO, 2003, p. 41).

3.2.2 Enchente, Cheia ou Inundação Gradual

Segundo o Ministério das Cidades/IPT (2007, p. 90), enchente ou cheia pode ser caracterizada pela “elevação temporária do nível de água de um canal de drenagem devido ao aumento da vazão ou descarga”.

Para Castro (2003) as enchentes são consideradas como inundações graduais. Dessa forma, de acordo com a classificação desse autor as inundações graduais e bruscas, os próprios nomes já revelam como esses processos ocorrem.

Os conceitos de inundação e enchentes estão presentes tanto nos estudos de Amaral e Ribeiro (2009), quanto no Ministério das Cidades/ IPT (2007). Esses

autores trazem uma figura importante que ilustra a diferenciação desses dois conceitos, ou seja, é um perfil esquemático do processo de enchente e inundação, apresentada a seguir (Figura 7).



Figura 7: Esquema do processo de enchente e inundação
 Fonte: MINISTÉRIO DAS CIDADES/ IPT (2007); AMARAL e RIBEIRO (2009)

3.2.3 Enxurrada ou Inundação Brusca

As enxurradas fazem parte dos desastres naturais derivados da dinâmica externa da Terra. Elas podem ser entendidas como um escoamento superficial concentrado (AMARAL E RIBEIRO, 2009), causado após chuvas de grande magnitude. Apresentando grande capacidade de transporte, as enxurradas resultam muitas vezes em consequências bastante expressivas (PINHEIRO, 2007).

Em regiões acidentadas, a lei da gravidade impulsiona a descida das águas de forma violenta, ganhando velocidade devido à forte declividade, formando assim as enxurradas. Essa alta velocidade é capaz de produzir grandes estragos para os seres humanos (GUERRA e GUERRA, 1966).

Nesse sentido, podemos dizer que as enxurradas são provocadas por precipitações pluviométricas de grande intensidade e concentradas, escoando de forma rápida e intensa.

Segundo Castro (2003),

Nessas condições, ocorre um desequilíbrio entre o continente (leito do rio) e o conteúdo (volume caudal), provocando transbordamento. A inclinação do terreno, ao favorecer o escoamento, contribui para intensificar a torrente e causar danos. Esse fenômeno costuma surpreender por sua violência e menor previsibilidade, exigindo uma monitorização complexa (CASTRO, 2003, p. 50).

As enxurradas são definidas por Castro (2003, p. 50), como “inundações bruscas”. As enxurradas incidem tipicamente em regiões acidentadas, geralmente ocorrem em bacias e sub-bacias de pequeno e médio porte. As enxurradas podem muitas vezes provocar “danos materiais e humanos mais intensos do que as inundações graduais” (CASTRO, 2003, p. 50).

Segundo Meneses e Scoti (2013, p. 172) “as enxurradas diferem das enchentes pela velocidade do processo de inundação, com o nível de água elevando-se de forma rápida e intensa”.

Estudos e pesquisas sobre as enxurradas e as suas consequências são frequentes na literatura científica. Por exemplo, Vinet (2008), fez um estudo sobre os danos causados pelas enxurradas no sul da França em novembro de 1999 e em setembro de 2002. Este estudo demonstrou que em ambos os casos a precipitação máxima ultrapassou os 500 milímetros em 24 horas. Já Ibarra (2012), apresenta um estudo sobre as enxurradas na Espanha, onde o autor busca focar seu trabalho na identificação de fatores que agravaram o impacto da inundação extrema que ocorreu em 12 de outubro de 2007 na cidade turística de Calpe (Alicante, Espanha). Gutiérrez et. al. (1998) realizou um estudo semelhante aos estudos anteriores na bacia do Arfis (Espanha), com considerações também similares aos estudos de Vinet (2008) e Ibarra (2012).

3.2.4 Alagamento

O Ministério das Cidades/ IPT (2007, p. 93), ainda trabalha com o conceito de alagamento, definido pelo “acúmulo momentâneo de água em uma dada área por problemas do sistema de drenagem, podendo ter ou não relação com processos de natureza fluvial”. Assim sendo, o alagamento, não necessariamente há relação com precipitações extremas. Por exemplo, podemos citar, se ocorrer um rompimento de uma adutora de água em um bairro, e isto causar o acúmulo de água nesta região, invadindo ruas, casas e outras construções, tem-se um alagamento.

De acordo com Brasil (2012, p. 46) os alagamentos são o “resultado da combinação de chuvas intensas com sistemas de drenagem inefficientes”, sendo assim, assinala a susceptibilidade das regiões Sul e Sudeste a esse tipo de evento.

A seguir será apresentado um quadro síntese (Quadro 4) sobre os conceitos de inundação, enchente ou cheia, enxurrada e alagamento.

Quadro 4: Síntese dos conceitos relacionados aos desastres naturais por excedente hídrico

Evento	Conceitos
Inundação	Castro (2003, p. 40): “transbordamento de água proveniente de rios, lagos e açudes” causados por uma precipitação atípica. Esse transbordamento invade espaços adjacentes aos cursos d’água causando danos. E em função da sua forma evolutiva, as inundações podem ser classificadas em: enchentes ou inundações graduais; enxurradas ou inundações bruscas; alagamentos; inundações litorâneas provocadas pela brusca invasão do mar. (CASTRO, 2003, p. 40)
Enchente, Cheia ou Inundação Gradual	“elevação temporária do nível de água de um canal de drenagem devido ao aumento da vazão ou descarga”. (MINISTÉRIO DAS CIDADES/IPT 2007, p. 90). Castro (2003): as enchentes são consideradas como inundações graduais.
Enxurrada ou Inundação Brusca	Escoamento superficial concentrado (AMARAL E RIBEIRO, 2009), produzido após chuvas de grande intensidade. Castro (2003, p. 50): inundações bruscas. Meneses e Scoti (2013, p. 172): “as enxurradas diferem das enchentes pela velocidade do processo de inundação, com o nível de água elevando-se de forma rápida e intensa”.
Alagamento	“acúmulo momentâneo de água em uma dada área por problemas do sistema de drenagem, podendo ter ou não relação com processos de natureza fluvial” (MINISTÉRIO DAS CIDADES/IPT, 2007, p. 93). Brasil (2012, p. 46): “resultado da combinação de chuvas intensas com sistemas de drenagem ineficientes

Organizado por: RUTZ (2015)

Analisando o Anuário de Desastres Naturais dos anos de 2011 e 2012, foi possível fazer um comparativo dos desastres naturais nesses anos na Região Sul do Brasil (Quadro 5), quanto à ocorrência de alagamentos, enxurradas e inundações. O Anuário de Desastres Naturais também apresenta outros eventos naturais, porém nesse estudo serão abordados apenas os que são compatíveis com os trabalhados nessa pesquisa.

Quadro 5: Desastres Naturais na Região Sul

	2011	2012
Alagamentos	54,55%	23,53%
Pessoas afetadas	112.031	817
Enxurradas	43, 48%	33,33%
Pessoas afetadas	3.918.856	192.809
Inundação	21,30%	10,53
Pessoas afetadas	893.256	17.002

Organizado por: RUTZ (2014)

Com essa análise foi possível identificar que a Região Sul foi a mais atingida por alagamentos em 2011 em relação às outras regiões do país, com expressiva porcentagem, apresentando maior número de ocorrências entre janeiro e fevereiro. Já em 2012, o índice de ocorrência para esse evento caiu mais da metade.

As enxurradas também ocorreram de forma expressiva em 2011, caindo em torno de 10 % no ano seguinte. Dos três eventos comparados (Alagamentos, Enxurradas e Inundação), as inundações apresentaram menor ocorrência, tanto em 2011 quanto em 2012.

Os desastres naturais sejam eles, enxurradas, inundações, enchentes ou alagamentos são eventos naturais que além de desencadear prejuízos nos serviços essenciais para a população (energia elétrica, fornecimento de alimentos, transporte, abastecimento de água e telefonia, entre outros), provoca danos materiais, humanos e ambientais. E dependendo da sua intensidade e da região que atingem, deixam expressivas consequências tanto para a população, quanto para o meio. Muitas dessas consequências não permitem que a população se reestabeleça sozinha, exigindo assim ajuda dos órgãos governamentais. Cabe ressaltar aqui a importância do Planejamento e da gestão territorial como forma de mitigar as consequências dos desastres naturais.

4 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Esse capítulo trata dos aspectos da geografia física da área de estudo. A caracterização da bacia hidrográfica do Arroio Quilombo leva em conta os aspectos da Geologia, Geomorfologia, Clima, Vegetação Original e solo.

4.1 Geologia

A caracterização geomorfológica do município de Pelotas, formada pelas unidades morfológicas denominadas de planície costeira e escudo cristalino Sul-Riograndense é consequência do passado geológico do município, que segundo Rosa (1985) foi coberto pelo mar e pelo processo de erosão dos morros, resquícios de montanhas que existiam há bilhões de anos nessa região, tornaram-se pequenos e arredondados.

Dessa forma, Rosa (1985, P. 39) afirma que “a região sul do Brasil foi palco de pelo menos dois ciclos orogenéticos completos (processo de formação de cadeias de montanhas)”. O primeiro no período Pré- Cambriano Inferior, e o segundo no Pré- Cambriano Superior. Como consequências desses processos de soerguimento, de acordo com Rosa (1985),

“originaram-se as cadeias de montanhas de orientação geral Nordeste, as quais foram arrasadas pela atuação dos agentes erosivos, durante milhões de anos, deixando, hoje, expostas, na superfície, rochas metamórficas de alto grau, derivadas da primeira orogênese, e de médio e baixo graus, da segunda, respectivamente, componentes das raízes daquelas pretéritas montanhas, rochas estas que constituem em conjunto, o Embasamento ou Escudo Cristalino Sul Riograndense (conjunto de rochas mais antigas do Rio Grande do Sul), que é parte integrante do Embasamento ou Escudo Cristalino Brasileiro (conjunto de rochas mais antigas do Brasil)” (ROSA, 1985, p. 40).

Segundo o mapa geológico do Rio Grande do Sul (CPRM, 2006) a área de estudo apresenta duas formações geológicas: NP3 γ am, formada na era proterozóica, período neoproterozóico, e NP2 γ 1Pm, formada na era proterozóica, período criogeniano. Sendo assim as duas unidades são compostas por:

NP3 γ am: - Granito Arroio Moinho- Sienogranito Porfirítico grosso, localmente monzogranito, com foliação milonítica dominante nas bordas.

NP2 γ 1Pm: complexo granito Pinheiro Machado- domínio de Metagranitóides Porfiríticos- (NP2 γ 1Pm) gnaiss granítico a granodiorítico, foliação marcante e deformação de alta temperatura, presença frequente de septos de paragneisses.

4.2 Geomorfologia

De acordo com Rosa (1985), Pelotas está situada na região fisiográfica denominada “Encosta do Sudeste”. O município se estende das baixas ondulações orientais da Serra dos Tapes até a planície sedimentar ocidental do Canal São Gonçalo.

Quanto à geomorfologia, Pelotas assenta-se sobre duas áreas geomorfológicas distintas: uma é a Planície Costeira, onde encontra-se a zona urbana do município, e outra o Escudo Sul-Riograndense, que abrange a maior parte da zona rural do município.

As altitudes do relevo de Pelotas aumentam de Sudeste (área urbana) para Noroeste (área rural), apresentando segundo Rosa (1985) uma amplitude altimétrica de zero com relação ao nível do mar à 400 metros. Nesse sentido Rosa (1985) observa que a elevação que se destaca no interior do município são os Três Cerros, situados na divisa dos distritos de Quilombo, Cerrito Alegre e do município de Arroio do Padre, área esta que já pertenceu ao município de Pelotas.

Ainda de acordo com Rosa (1985), a geomorfologia do município condicionou de certa forma, o uso e ocupação das terras em Pelotas,

(...) essa localização teve consequência muito importante, pois determinou na existência, no município, de duas grandes paisagens naturais e humanas e distintas: a paisagem “serrana”, mais elevada e ondulada, correspondente à policultura e à colonização alemã e a paisagem de planície, baixa e plana, que corresponde à pecuária e à orizicultura e de composição étnica variada (ROSA, 1985, p. 11).

A bacia hidrográfica do Arroio Quilombo, área de estudo desta pesquisa, está localizada em sua maior parte na zona rural do município de Pelotas, e uma pequena parte no município de Canguçu, onde está a nascente do Arroio Quilombo, e outra pequena parte no município de Arroio do Padre. Situando-se, portanto sobre as rochas graníticas da borda do Escudo Sul-Riograndense, onde se encontram duas unidades geomorfológicas distintas: o Planalto Residual Canguçu-Caçapava, e o Planalto Rebaixado Marginal. Ambas unidades se caracterizam por ondulações predominantemente convexas características dos "mares de morros", com altitudes que variam entre 40 a 403 metros de altitude, sendo a primeira unidade um pouco mais elevada que a segunda.

As unidades geomorfológicas, Planalto Residual Canguçu- Caçapava e Planalto Rebaixado Marginal são caracterizadas por apresentarem “dissecação fluvial, que não obedecem a nenhum controle estrutural”, com formas de topos convexos, “em geral esculpidos em rochas cristalinas e eventualmente também em sedimentos, às vezes denotando controle estrutural. São entalhados por sulcos e cabeceiras de drenagem de primeira ordem” (IBGE, 2003).

Ao analisarmos a figura a seguir (figura 8), que se trata do mapa hipsométrico da BHAQ, percebemos 3 grandes níveis ou superfícies altimétricas que são: patamares acima dos 380 metros, que se encontram no município de Canguçu (terço superior da BHAQ), elevações acima dos 200 metros aproximadamente, apresentando também morros isolados e uma série de valores e áreas mais baixas que variam de 55 a 200 metros, que correspondem a baixa bacia do Arroio Quilombo.

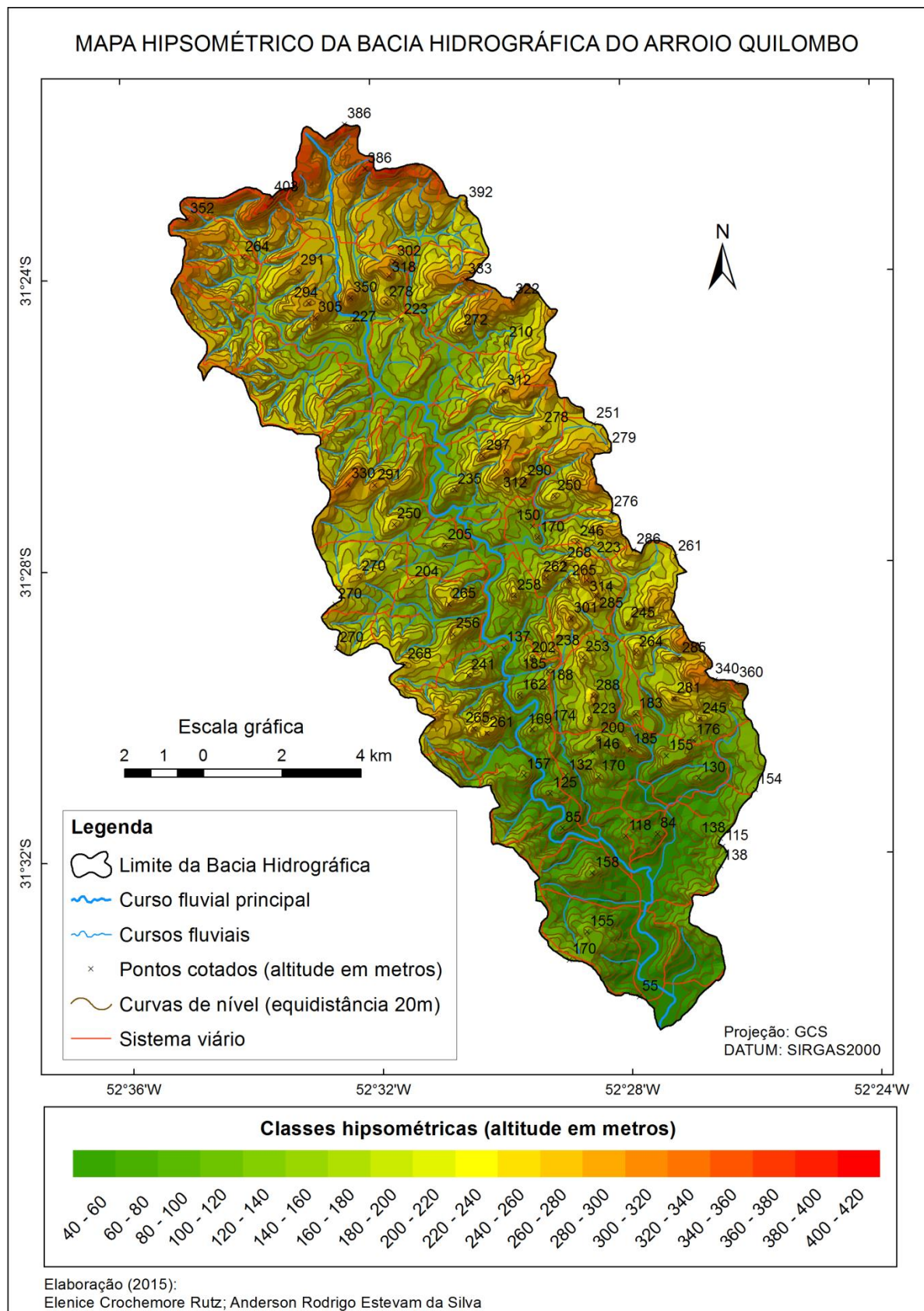


Figura 8: Mapa hipsométrico da BHAQ
Elaborado e organizado por: RUTZ; SILVA (2015)

Aliado ao mapa hipsométrico que nos mostra a altitude do relevo da região, podemos observar a inclinação das vertentes através do mapa clinográfico ou de declividade apresentado a seguir (Figura 9). O mapa de declividade seguindo a proposta de Ross (1992) apresenta a seguinte classificação:

0-6 %: declividade muito baixa

6-12 %: declividade baixa

12-20 %: Declividade média

20-30% declividade alta

E maior que 30 %: Declividade muito alta

Através do mapa de declividade podemos perceber que as altas declividades estão sempre na transição dos patamares topográficos.

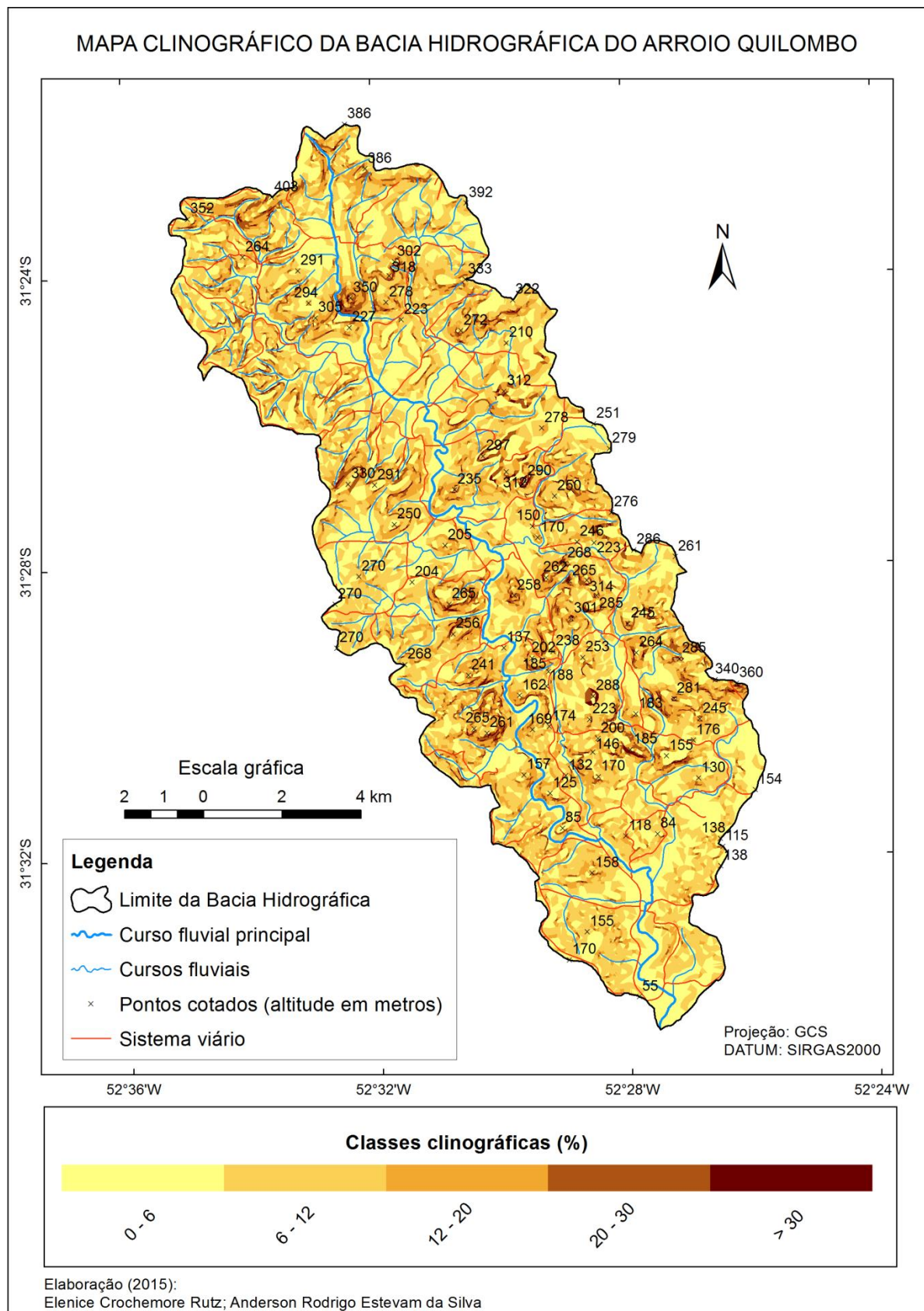


Figura 9: Mapa clinográfico da BHAQ
Elaborado e organizado por: RUTZ; SILVA (2015).

No mapa de declividade podemos observar que há uma concentração maior de declividades mais fortes na alta e média bacia. Na baixa bacia predominam ondulações mais suaves.

4.3 Clima

Pelotas apresenta um clima subtropical (mesotérmico) úmido, com temperatura média anual de 17,6°C. Os ventos são predominantemente do quadrante leste e sofrem influencia das massas de ar Tropical Atlântica. A umidade relativa do ar fica em torno de 80%.

A precipitação não apresenta uma sazonalidade bem definida, sendo julho o mês mais chuvoso, com 137,0mm. Maio é o mês menos chuvoso, com 73,8mm (GRUPELLI, 2003). No gráfico a seguir são apresentados dados das normais de precipitação para Pelotas no período de 1971 a 2000 (Figura 10).

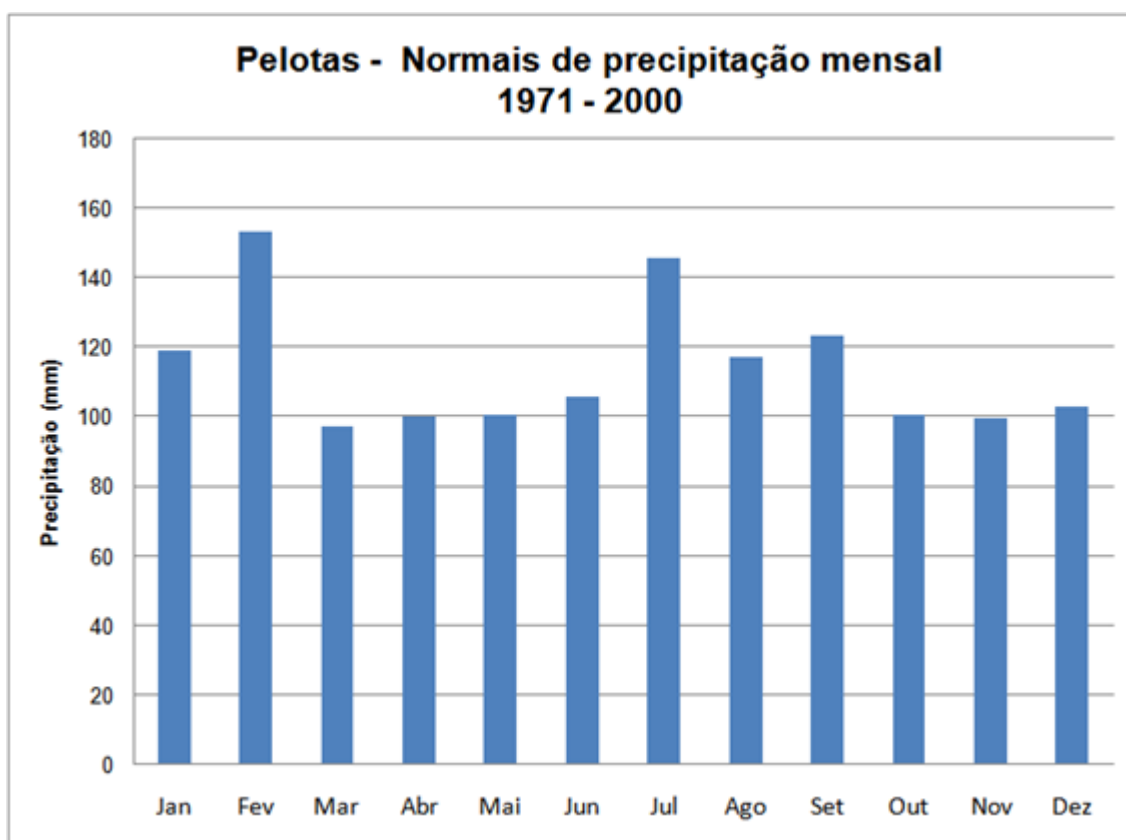


Figura 10: Normais de precipitação mensal do município de Pelotas.
Fonte: EMBRAPA (2013)

Com relação à temperatura o mês mais quente é janeiro apresentando temperatura média de 23,3°C, e o mais frio é julho, com temperatura média de 12,2°C. (HANSMANN,2013).

Segundo Grupelli et al. (2003),

Pelotas tem clima do tipo Cfa, onde no mês mais frio a temperatura média é aproximadamente 12,5°C e no mês mais quente a temperatura média é aproximadamente 23,3°C. As variações tanto de temperatura quanto de precipitação pluvial estão associadas às massas de ar e sistemas frontais oriundos das regiões continentais e marítimas mais ao sul do Estado (GRUPELLI, et al., 2003 p. 4).

As direções do vento que predominam durante as estações do ano em Pelotas são: na primavera os ventos de direção nordeste (NE) e leste (E) intensificam o anticiclone do Oceano Atlântico; no verão são de direção também nordeste (NE) e Leste (E), porém devido aos ciclones e anticiclones do Oceano Atlântico ocasiona muita chuva neste período; Já no outono os ventos predominantes são de nordeste (NE) e sudoeste (SW); no inverno as direções de vento predominantes são de nordeste (NE) e sudoeste (SW), este último é o que geralmente ocasiona grande parte das chuvas para este período (GRUPELLI, et al., 2003).

4.4 Vegetação Original

Segundo Rosa (1985), por se localizar parte na Encosta da Serra do Sudeste e parte na Planície Costeira, Pelotas possui duas grandes formações vegetais naturais, o Campo (Estepe), característica da zona plana e baixa, e a mata (Floresta Estacional Semi-decidual), característica da zona alta e ondulada.

A vegetação influenciou muito no povoamento da cidade de Pelotas, assim sendo, as zonas de campo desenvolveram-se a pecuária extensiva e a monocultura; já a zona de mata, possuindo solos férteis foi sendo ocupada pelos imigrantes alemães, franceses e italianos, que desenvolveram a policultura, e que ainda hoje é paisagem marcante na zona rural do município de Pelotas.

De acordo com Rosa (1985),

Com a entrada em massa, de imigrantes alemães (1881 a 1893), tiveram início as grandes derrubadas de matas, por oferecer seu solo excelentes condições ao desenvolvimento agrícola (ROSA, 1985, p. 146).

Segundo Vieira (1984), no Escudo Sul-Rio Grandense, há maiores dificuldades de estabelecimento de floresta, pois os solos possuem granulação grosseira, sendo muito pedregosos. “As feições geomórficas são onduladas, com um nível de convexidade à meia vertente e concavidade para o fundo dos vales.” (VIEIRA, 1984, p. 156). Nos fundos de vales onde a umidade é maior há uma concentração de vegetação arbórea.

A vegetação encontrada na Bacia Hidrográfica do Arroio Quilombo foi um misto de mata ciliar com áreas de reflorestamentos: Eucaliptos e Acácias, espacializados em toda a bacia, além da vegetação herbácea, como os campos geralmente destinados a criação de gado e áreas de pastagens (Figura 11).



Figura 11: A: em primeiro plano vê-se vegetação herbácea. B: em segundo plano vê-se vegetação arbórea nas margens do Arroio Quilombo. C: em um terceiro plano vê-se áreas de reflorestamentos na baixa Bacia do Arroio Quilombo
Fonte: RUTZ (2015)

4.5 Solo

A parte alta da bacia hidrográfica do Arroio Quilombo predomina os neossolos litólicos em alta declividade, sem a presença de um horizonte A bem definido, com muito material mineral parcialmente intemperizado e um horizonte R pouco abaixo da superfície, a uma profundidade estimada entre 50 e 70 cm (Figura 12).



Figura 12: Perfil de solo típico da alta bacia do Arroio Quilombo.
Fonte: RUTZ (2015)

Em altas declividades o solo é raso e, por isso, quando ocorrem precipitações, este tende a se saturar rapidamente, fazendo com que o escoamento

superficial seja mais intenso, o que pode ser um dos fatores que explique a ocorrência de enxurradas nessa bacia.

Em alguns pontos na média bacia encontramos solos com associação de argissolos com cambissolos (Figura 13), onde temos uma sequência de horizonte A, horizonte E (horizonte de eluviação, ou seja, perda de material) e horizonte Bt (horizonte B textural, rico em argila e silte, bastante endurecido e impermeável). Sob este horizonte Bt, podemos ter a formação de um outro horizonte B, ainda incipiente, ou diretamente um horizonte C em alto grau de intemperização.



Figura 13: Perfil de solo típico na média bacia do Arroio Quilombo
Fonte: RUTZ (2015)

Seguindo em direção para a baixa bacia já se encontram solos mais profundos, com horizontes A bem mais escuros e ricos em matéria orgânica, e

compostos por material mineral já bastante retrabalhado (intemperizado). Sendo os solos bem mais profundos, isto facilita a infiltração da água, levando a um menor escoamento superficial. Estas características são bem diferentes do que encontramos na alta e média bacia.

5 RESULTADOS

5.1 Resgate histórico das enxurradas, inundações graduais e alagamentos no Município de Pelotas

O resgate histórico das enxurradas, inundações e alagamentos no município de Pelotas foi realizado à partir das entrevistas, bem como das pesquisas nos jornais da região, na bibliografia e nos documentos disponibilizados pela Defesa Civil e pela Prefeitura Municipal de Pelotas. Realizar este resgate foi importante, pois possibilitou a criação de uma memória coletiva dos eventos extremos que atingiram o município, de maneira que possa conscientizar a população sobre a sua própria situação (de segurança ou de risco) frente a estes eventos, pensando assim em formas de prevenção ao risco, além de dar uma ideia da recorrência desses eventos no município, e das áreas mais suscetíveis a estes eventos.

A seguir são apresentadas as descrições dos eventos repertoriados desde o início do século XX.

5.1.1 Inundação de Setembro de 1914

O jornal Diário Popular do dia 27 de setembro de 1914 diz que as águas do Canal São Gonçalo e do Arroio Santa Bárbara aumentaram durante o dia e a noite de 26 de setembro fazendo com que os mesmos transbordassem em muitos pontos, e uma grande área da cidade ficou alagada. As consequências foram bastante desastrosas.

As águas dos rios corriam com grande violência, ruas e casas ficaram inundadas forçando as pessoas a abandonarem suas casas. As paredes de algumas casas ruíram. O comércio todo foi fechado e o trânsito em quase toda sua totalidade ficou paralisado. Além disso, foi interrompido o tráfego de trens para Rio Grande.

Essa enchente foi comparada com a de 1898 quando as águas do São Gonçalo invadiram o “Gazômetro”³, impossibilitando a fabricação de gás para a iluminação pública e privada (DIÁRIO POPULAR, 1914, p. 3).

De acordo com o Diário Popular de 29 de setembro de 1914, essa enchente impressionou a população, conforme podemos observar na citação a seguir,

A todos impressionou desoladamente o triste espetáculo da invasão das águas das casas sitiadas e inundadas por estas e o rio avolumado e majestoso rolando com impetuosidade e levando em seu dorso moitas e ilhotas de aguapé e matto (DIÁRIO POPULAR, 1914, p.3).

A correnteza das águas trazia consigo moitas de aguapé e mato, e junto a elas vinham bichos como cobras, capivaras e jacarés.

5.1.2 Inundação de Janeiro de 1923

O Jornal Diário Popular de 5 de janeiro de 1923 relata que quase todos os arroios do município de Pelotas transbordaram devido às abundantes chuvas que ocorreram nesse período. No Passo do Retiro⁴ o tráfego foi interrompido. A enchente nessa localidade tomou proporções assustadoras, nunca vista pelos mais antigos moradores.

A enchente manifestou-se de forma violenta: pontes ficaram submersas, casas foram invadidas pela água, além da linha férrea, que também sofreu com as chuvas.

Segundo o Jornal Diário Popular (1923, p. 3), uma casa de madeira teve água acima das janelas, dificultando a salvação de móveis. A equipe do Corpo de Bombeiros foi enviada para o Passo do Retiro, mas o bote salva-vidas não venceu a forte correnteza das águas, que ocupavam uma extensão de 1.800 metros.

Na Represa do Quilombo, localizada na localidade do Bachini, no distrito do Quilombo (7º distrito de Pelotas), as chuvas trouxeram muitos estragos. A enchente foi considerada o grande desastre do Quilombo devido a sua intensidade, causando espanto e terror aos moradores próximos ao Arroio Quilombo.

A comunicação com o Reservatório do Sinott (Monte Bonito- 9º distrito de Pelotas) não foi possível, pois as águas derrubaram os postes telefônicos. Segundo

³Localizava-se próximo ao Canal São Gonçalo.

⁴Indo em direção a Porto Alegre (BR 116)

relatos do senhor Antônio Augusto Alves ao Diário Popular daquela época, a Represa do Quilombo sofreu danos nas “adufas⁵ e ralos obstruídos, cinco pilares dos encanamentos destruídos, arreamento do cano mestre, obstrução de toda a bacia por areia, barro, grandes árvores e madeira solta” (DIÁRIO POPULAR, 1923, p. 2).

A Represa do Quilombo (Figuras 14 e 15) foi construída por volta de 1913 para mandar água para a Estação de Tratamento do Sinott (Monte Bonito- 9º Distrito de Pelotas) para o abastecimento da Santa Casa de Misericórdia de Pelotas. Fica localizada na localidade do Bachini (Quilombo - 7º Distrito de Pelotas), e hoje abastece a algumas regiões da colônia de Pelotas.



Figura 14: Imagem da Represa do Quilombo- Bachini (7º distrito de Pelotas/ RS)
Fonte: *Google Earth*, Fevereiro de 2015

⁵Comportas de ferro.



Figura 15: Foto da Represa do Quilombo em outubro de 2014
Fonte: RUTZ (2014)

A magnitude dessas enchentes foi tamanha que os níveis que a água alcançou ainda são visíveis em um fragmento rochoso localizado na Represa do Quilombo. (Figura 16).



Figura 16: Registros das enchentes de 1923 em um fragmento rochoso na Represa do Quilombo
Fonte: RUTZ (2014)

Segundo o técnico do Serviço Autônomo de Saneamento de Pelotas (SANEP), as enxurradas da década de 1920 danificaram as paredes e alguns tubos da Represa do Quilombo, que tiveram que ser reconstruídos (informação verbal).⁶

5.1.3 Inundação de Abril de 1941

Segundo a matéria do Jornal Diário Popular, as águas começaram a subir às 12 horas do dia 21 de abril e no dia 30 de abril o nível do Canal São Gonçalo estava um metro e quatorze centímetros acima do normal.

“A chuva intensa e contínua que há onze dias vem se fazendo sentir em toda a zona sul do estado, já está produzindo seus maléficos efeitos” (DIÁRIO POPULAR, 1941, p. 8), arroios extravasaram, impossibilitando o tráfego de veículos e de gêneros alimentícios; houve grandes áreas alagadas, e, em alguns pontos da cidade, a situação se tornou tão alarmante como poucas vezes se teve registro.

⁶ Conversa informal com técnico do SANEP durante a visita à Represa do Quilombo.

Muitas casas foram invadidas pela água, e mais de mil pessoas abandonaram suas casas.

A enchente assumiu proporções raramente registradas naquela época. Foram em torno de 16 dias de chuvas, o que causou prejuízos materiais, para a lavoura e a pecuária, e até a madrugada do dia 5 de maio as águas continuavam subindo. Essa enchente foi comparada com a de 1914, que também tomou proporções alarmantes em Pelotas.

A foto de uma página do jornal Diário popular do dia 3 de maio de 1941 (Figura 17) mostra as notícias sobre esta inundação.



Figura 17: Página do jornal Diário Popular do dia 3 de Maio de 1941, com as manchetes sobre a inundação.

Fonte: Diário Popular, 3 de maio de 1941

Vieira (1984) destaca que este foi um período de anormalidade climática no Rio Grande do Sul, e que ao longo de 32 dias (de 13 de abril à 14 de maio) a precipitação total registrada foi da ordem de 678 mm.

5.1.4 Inundação de Fevereiro de 1956

O título da matéria publicada no jornal Diário Popular no dia 13 de fevereiro de 1956 indica que esta é a inundação mais violenta registrada em Pelotas até essa data: “Pelotas assolada pela mais violenta inundação que sua história registra” (Diário Popular, 1956, p. 1). Essa inundação teve seu início em 11 de fevereiro de 1956.

Segundo este mesmo jornal, foi uma catástrofe que trouxe como consequências áreas alagadas às margens do Arroio Santa Bárbara, com vítimas fatais e prejuízos materiais.

Algumas áreas como a Vila Castilhos⁷ ficaram submersas. Devido ao alagamento, a cidade ficou sem luz, pois os motores da usina elétrica tiveram de serem desligados. O tráfego de veículos em alguns trechos da cidade também foi interrompido.

O jornal Diário Popular (1956) na página 1 da edição extra de quatro páginas lança uma nota agradecendo o fornecimento de um trator que gerou energia motriz para movimentar a máquina de impressão do jornal, já que não havia energia elétrica, possibilitando ao jornal apresentar resumidamente o que foi chamado de “catástrofe” que se abateu em Pelotas nesse ano. A probabilidade era de que a energia só fosse reestabelecida no sábado, dia 18 de Fevereiro.

Para reestabelecer o tráfego rodoviário, o prefeito Adolfo Fetter enviou ao governador do Estado Ildo Meneghetti e ao Engenheiro Luiz Parga Torres, diretor do DAER (Departamento Autônomo de Estradas e Rodagens), alguns telegramas, dizendo que Pelotas tinha sido atingida inesperadamente por uma grande enchente, causando calamidade pública. As pontes do Retiro e do Fragata cederam, necessitando um desvio pelo interior do município. A cidade encontrava-se praticamente isolada do Bairro Fragata (Zona Oeste).

Até às 15 horas de segunda-feira, 13 de fevereiro de 1956, quando foi fechada a edição especial do jornal, contabilizaram-se 11 mortos, dentre elas duas no interior do município vítimas de afogamento, uma na localidade Passo da Micaela (Cascata- 5º distrito de Pelotas) e outra na Estrada da Gama (Monte Bonito- 9º

⁷A Vila Castilhos se localiza próximo a Rodoviária de Pelotas - As margens do Canal Santa Bárbara.

distrito de Pelotas). Já no dia 16 de fevereiro até às 17 horas, a contagem era de 23 mortos.

O índice pluviométrico registrado na Cascata (interior do município de Pelotas), no dia 11 de fevereiro registrava uma precipitação de 210,6 mm. Desde 1898 não se verificava um total tão elevado de precipitação. A enchente tomou proporções catastróficas, criando situação de calamidade pública sobre a cidade, que estava se preparando para as comemorações do carnaval.

Outras inundações foram citadas nessa edição especial: em 1898: “ocasionada pelas intermitentes chuvas que provinham de um mês”, 1914 “originada também pelas prolongadas chuvas”, 1941 “cujo volume d’água ultrapassara ao das anteriores” e a de 1924, “no período do verão, registrou-se uma enchente, de elevadas proporções” (Diário Popular, 1956, p. 3).

5.1.5 Inundação de Abril de 1959

As chuvas atingiram várias partes da América do Sul em 14 de abril, com várias pessoas desabrigadas em territórios brasileiro, argentino, boliviano, paraguaio e uruguaio. Houve destruição de rebanhos e de plantações, como é o caso do arroz no Rio Grande do Sul.

A matéria do Diário Popular de 16 de abril de 1959 diz que,

Muitos rios, depois de quatro dias de chuvas torrenciais transbordaram, causando sérios prejuízos a uma extensa área do Rio Grande do Sul, incluindo Alegrete, Quaraí, Rosário do Sul, e Fronteira com o Uruguai, arrastando casas e gado (DIÁRIO POPULAR, 1959, P. 1).

A chamada da matéria de capa do jornal Diário Popular do dia 17 de abril de 1959 chama a atenção para a maior enchente que já assolou a América do Sul, deixando mais de trezentas mil pessoas sem lar na Argentina, Brasil, Uruguai, Bolívia e Paraguai.

Em Pelotas, as chuvas fizeram o Arroio Pelotas transbordar, deixando um grande número de flagelados e pontes danificadas. A erosão de aterros próximo a uma ponte deixou isolada a rodovia que liga Pelotas a Porto Alegre. Essa cheia foi considerada de grande proporção sendo comparada com a de 1941 (Figuras 18 e 19).



Figura 18: Página do jornal Diário Popular do dia 17 de Abril de 1959 com as manchetes sobre a inundação

Fonte: Diário Popular, 17 de abril de 1959



Figura 19: Detalhe da página do jornal Diário Popular do dia 17 de Abril de 1959, comparando este evento com a inundação de 1941

Fonte: Diário Popular, 17 de abril de 1959

De acordo com o Jornal Diário popular (1959, p. 6), “Pelotas volta a ser assolada por calamitosa enchente”. As águas também extravasaram o leito do Arroio Pepino, do Arroio Santa Bárbara e no Canal São Gonçalo.

Além das consequências já citadas, a enchente também deixou prejuízos para as plantações de milho e arroz.

5.1.6 Inundação de Outubro de 1964

Essa enxurrada aconteceu na primeira quinzena de outubro de 1964, deixando algumas zonas do município de Pelotas inundadas. Todos os bairros da cidade tiveram danos materiais, mais de 200 pessoas foram forçadas a abandonar as suas residências após a água subir. A água recuou em seguida e as pessoas puderam retornar para as suas casas.

Segundo o Jornal Diário Popular de 13 de outubro de 1964, se não fosse o desvio provisório do Arroio Santa Bárbara (pelo futuro canal), a inundação poderia ter se igualado à ocorrida em 1956, citada anteriormente.

5.1.7 Inundação de Julho de 1983

Essa enxurrada aconteceu de forma repentina em 15 de julho de 1983. Um casamento na zona rural teve que ser transferido, pois a água do Arroio Quilombo ocupou espaços adjacentes impedindo as pessoas de chegarem até o local do casamento (informação verbal)⁸. Informações colhidas no jornal Diário Popular (1983) revelam que as inundações dessa data atingiram 102 municípios do Rio Grande do Sul, a maioria decretou estado de emergência. Também foram atingidos os estados do Paraná e de Santa Catarina, com grandes consequências.

As inundações desse período tiveram influência do fenômeno climático El Niño, e de acordo com Vieira (1984),

As enchentes de 1983 foram ocasionadas pelo estacionamento de uma frente polar ao norte do Rio Grande do Sul, provocando uma ondulação frontal estacionária com a massa tropical. A anormalidade ocorreu por conta da massa tropical, cuja potencia, no final do outono e início do inverno, esteve fora dos padrões normais da circulação atmosférica na área (...) (VIEIRA, 1984, p. 95)

A precipitação ocorreu sobre as cabeceiras de importantes sistemas fluviais. Vieira (1984), comparando com outros períodos de inundação anteriores, considera que a inundação de 1983 provocou maiores danos pelo maior adensamento das populações e pelo uso mais intensivo de recursos naturais. Para o autor, entre 1914 e 1984, o Rio Grande do Sul passou por dois períodos importantes de

⁸ Informação colhida em conversa informal com a moradora da região: Ermelinda Julieta Carrilho Crochemore- avó materna da noiva.

anormalidades climáticas: em 1941, com precipitação de 678 mm, e em julho de 1983, com precipitação equivalente.

5.1.8 Inundação de Novembro de 1983

Ainda no ano de 1983 houve outra enxurrada que trouxe algumas consequências importantes. Ocorreu em 15 de novembro e foi relatado por um dos moradores entrevistados na BHAQ. Aconteceu durante a noite, com o transbordamento da Sanga da Maleta (afluente do Quilombo) e, consequentemente do Arroio Quilombo deixando locais isolados e impedindo o deslocamento de pessoas.

Segundo informações do Diário Popular (1983), com essa enxurrada, além de flagelados, mais de cem casas foram invadidas pela água. Estradas da zona rural ficaram intransitáveis, houve danos em pelo menos três pontes. Também ocorreram arrombamentos de oito aterros de pontes, danos e muitos prejuízos nas plantações de morango. Com relação a zona rural, o jornal informou que,

A diretoria do Sindicato dos Trabalhadores rurais de Pelotas informou ontem que ocorreram inúmeros alagamentos na área rural do município, onde há uma semana diversas estradas vicinais encontram-se intransitáveis e a chuva veio agravar ainda mais a situação. Uma pequena ponte no VI ruiu na última terça-feira (DIÁRIO POPULAR, 1983, p. 12).

5.1.9 Inundação de Maio de 1984

Em 29 de maio de 1984 o jornal Diário Popular relata que devido à ocorrência de chuvas há alguns dias, o Prefeito daquela época, Bernardo de Souza estudava a possibilidade de decretar estado de emergência já que, em consequência das precipitações, haviam pessoas desabrigadas no município.

Nas áreas mais baixas da cidade, alguns idosos tiveram que ser retirados nos braços. O jornal afirma que segundo os registros da Estação Agroclimatológica da Universidade Federal de Pelotas “Há 42 anos não chovia tanto durante o mês de maio em Pelotas e na região sul como aconteceu agora” (DIÁRIO POPULAR, 1984, p. 10).

As chuvas que ocorreram por mais de uma semana deixou redes elétricas danificadas, tanto na zona urbana, quanto na rural, onde os transformadores da rede

elétrica se desligam automaticamente com o mau tempo. Algumas áreas da zona rural passaram pelo menos cinco dias sem luz, causando transtornos e prejuízos aos moradores. Além disso, a linha telefônica também foi atingida.

Moradores da cidade de Pelotas reclamaram de um galpão que ameaçava ruir em razão do vento e das fortes chuvas.

Os municípios de Pedro Osório, Jaguarão e São Lourenço do Sul foram os mais atingidos, conforme o jornal Diário Popular (1984). Em Pelotas, as chuvas deixaram muitos flagelados, que foram abrigados na Associação Rural de Pelotas e nas casas de parentes.

Na zona rural os prejuízos foram enormes. A soja que não foi colhida ficou perdida; as linhas de ônibus não puderam fazer seus trajetos; a produção de leite não pode ser escoada devido às péssimas condições de trafegabilidade nas estradas rurais. Os hortifrutigranjeiros como a alface, repolho e couve que não foram colhidos antes das chuvas ficaram inutilizáveis, e o plantio do morango e o transplante da cebola também foram prejudicados. Os distritos da zona rural mais atingidos pelas chuvas foram o 6° (Santa Silvana), 7° (Quilombo) e o 10° (Arroio do Padre).

5.1.10 Inundação de Agosto de 1987

Pelas reportagens do jornal Diário Popular (1987), ocorreram duas enxurradas em Pelotas e outras cidades do Rio Grande do Sul. Uma foi registrada em 15 de agosto, que causou, além de flagelados, pelo menos duas mortes (na cidade de Marau) e incontáveis prejuízos ao Rio Grande do Sul.

A outra enxurrada se remete ao dia 28 de agosto, onde foi registrado que as chuvas fortes e intermitentes deixaram outras pessoas desabrigadas além daquelas que já estavam abrigadas na Associação Rural de Pelotas devido ao mau tempo na cidade. As chuvas inundaram áreas urbanas da cidade e da zona rural de Pelotas.

5.1.11 Inundação de Fevereiro de 1990

A capa do jornal Diário Popular do dia 1º de fevereiro de 1990 diz que, apesar da chuva cair na cidade, a seca ainda continuava. Os municípios da zona sul

enfrentavam um período de graves problemas com abastecimentos de água na zona urbana, além de prejuízos na zona rural.

O resultado seria bem diferente alguns dias depois. Em 13 de fevereiro o jornal registrou que a Pelotas da seca passaria a enfrentar os prejuízos das cheias. As ruas ficam alagadas e os bairros encontraram-se enlameados; famílias encontravam-se desabrigadas, e ocorreram danos em um transformador da Estação de Tratamento do Sinott (Monte Bonito – 9º distrito de Pelotas). Além das chuvas, a cidade enfrentou ventos fortes que derrubaram árvores, redes de energia elétrica e linhas telefônicas.

As águas invadiram as casas; havia dificuldades de escoamento tanto pela intensidade das chuvas quanto pela drenagem pluvial, que estava comprometida com a sujeira, entupindo as tubulações e as galerias.

O nível da barragem Santa Bárbara, que estava baixo, subiu, excedendo 16 cm acima do normal. Isto foi consequência dos 215 mm que caíram sobre a cidade.

As precipitações desse período totalizam 412,6 mm em sete dias, batendo recorde dos últimos 40 anos (408 mm).

Os alagamentos agravaram a situação tanto da área urbana quanto da área rural. O saldo foi de muitas perdas para os flagelados, móveis destruídos, eletrodomésticos estragados, colchões encharcados, aparelhos telefônicos com defeito, vias de acesso interditadas.

5.1.12 Inundação de Abril de 1991

O Diário Popular de 12 de abril de 1991 apontava para uma grande seca. As chuvas que caíram não foram suficientes para alterar esse quadro. A estiagem atingiu as lavouras, principalmente de soja e milho,

Em 13 de abril de 1991 uma chuva caiu por um período de meia hora alagando a cidade, porém o quadro de seca ainda não tinha sido superado. Segundo o jornal Diário Popular,

Informações de entidades rurais da região informaram que a tarde de ontem, em algumas áreas, houve a ocorrência de chuvas, com intensidade variada, sem no entanto representar qualquer perspectiva de solução para as dificuldades das lavouras ou para o abastecimento das bacias de captação de água (DIÁRIO POPULAR, 1991, p. 1).

De janeiro até 14 de abril a precipitação foi de apenas 201, 8 milímetros, enquanto que a média para esse período era de 394,9 milímetros.

Em 17 de abril, então, foi relatado que as chuvas dos últimos dias causaram alagamentos, deixando algumas consequências tanto para a área urbana quanto para a rural.

Os telefones ficaram mudos, e em alguns pontos da cidade e da zona rural ficaram sem energia elétrica, ramais de ligação elétrica foram danificados, transformadores queimados, ruas e estradas intransitáveis.

5.1.13 Inundação de Junho 1995

As chuvas começaram a cair em Pelotas no dia 15 de junho, deixando ruas e avenidas alagadas. Em alguns pontos, a água invadiu calçadas impedindo a passagem dos veículos e pedestres. Os bueiros da cidade estavam entupidos de lixo o que facilitou os alagamentos.

As precipitações que se verificaram nesse período também fizeram transbordar o Canal do Pepino (Zona Leste). Alguns moradores relataram ao jornal Diário Popular que funcionários da Prefeitura Municipal de Pelotas retiraram o lixo do interior deste depois do último alagamento, porém o deixaram amontoado nas margens (NUNES, 1995, p. 11).

5.1.14 Inundação de Dezembro de 1997

Após algumas semanas de sol forte e calor, as chuvas voltaram a atingir Pelotas na madrugada de 12 de dezembro de 1997. Em alguns pontos as ruas alagaram e pegaram pedestres e motoristas de surpresa. Além do grande volume de chuva, no sábado a cidade também foi atingida por outro fenômeno natural, um vendaval, que causou muitos transtornos, tais como: galhos de árvores derrubados e prédios destelhados. Além disso, uma casa foi destruída pelos fortes ventos.

Moradores da Rua Marechal Deodoro (centro da Cidade) ficaram apavorados com a invasão das águas nas casas devido às ondas produzidas pela passagem dos ônibus.

Já no dia 23 de dezembro, às vésperas das comemorações natalinas, a capa do jornal Diário Popular registrou que as chuvas castigavam Pelotas, com chuvas além do normal, o que pode ter sido causada pelo efeito El Niño.

Nove dias após o último alagamento, as fortes chuvas começaram a cair novamente na tarde de 21 de dezembro, causando uma série de prejuízos principalmente em estradas e lavouras. Além disso, ruas e avenidas ficaram submersas, o Canal do Pepino transbordou e o Pronto Socorro Infantil ficou interditado devido as águas terem invadido o local. Até as 16h do dia 22 de dezembro, não havia registro de nenhum flagelado. Até as 13h do dia 22 de dezembro havia chovido 120 milímetros, o equivalente a um mês de chuva.

Alguns pontos da cidade ficaram sem energia elétrica, um galpão desabou matando um cavalo. Equipes de limpeza foram acionadas para limpar os bueiros e galerias nas áreas alagadas para evitar enchentes. Os moradores providenciaram madeiras, cordas e outros materiais, que foram utilizados para impedir a passagem de carros, visto que estes jogavam água para dentro das casas em uma rua na área mais baixa da cidade. A água destruiu ruas sem calçamento, enlameou calçadas, derrubou árvores e invadiu casas.

Os dois dias de chuva intensa superaram a média esperada para o mês de dezembro, calculada em 92 milímetros. Do dia 21 de dezembro até o dia 23, foram registrados 120, 53 milímetros.

Pode-se perceber que houve duas enxurradas em um curto espaço de tempo, causando muitos prejuízos aos pelotenses.

5.1.15 Inundação de Agosto de 1998

As fortes chuvas e o vendaval que atingiram Pelotas e região na madrugada e na manhã de 23 de agosto de 1988 fizeram com que o Canal São Gonçalo e a Lagoa dos Patos transbordassem, deixando casas embaixo d'água. O Canal do Pepino também transbordou.

O São Gonçalo ficou 2,3 metros acima do normal. No Laranjal (Zona Leste) a água invadiu as casas e deixou ruas intransitáveis.

Após contabilizar 20 famílias desabrigadas pelos alagamentos, Pelotas reafirmou o estado de emergência, que já havia sido decretado anteriormente. De acordo com informações colhidas no jornal Diário Popular, a editora de cidade Tânia

Cabistany relatou que, “o prefeito em exercício Otelmo Alves reafirmou ontem que Pelotas continua em Estado de Emergência, o que já acontece há seis meses” (CABISTANY, 1998, p. 8).

Devido aos alagamentos, famílias de algumas vilas precisaram usar barcos improvisados. Os moradores da Vila Farroupilha⁹ improvisaram barco com caixas de isopor e remaram sobre a rua enquanto outros tentavam salvar móveis, roupas e utensílios domésticos. A água chegou a mais de um metro de altura.

Duas empresas de ônibus tiveram que desenvolver rotas alternativas para poder trafegar pelas ruas de Pelotas.

Até às 9 horas do dia 25 de agosto, foram precipitados 179 milímetros, superando o total esperado para o mês inteiro (137,6 milímetros). Com o cenário que se delineava, a previsão era de que agosto poderia fechar com o dobro da média de precipitação pluviométrica.

O saldo dessa enchente foi casas parcialmente submersas, ruas totalmente encobertas pela água, dezenas de desabrigados, ultrapassando a marca de 200 pessoas, carro arrastado pela água. Alguns moradores chegaram a afirmar que em alguns pontos da cidade a enchente batia recorde.

5.1.16 Inundação de Maio de 2004

A inundação de 07 de maio de 2004 também foi citada pelos moradores, pois esta aconteceu de forma repentina, no turno da noite, deixando ainda mais os moradores assustados com a subida da água. Alguns moradores tiveram que desocupar as suas residências, pois as casas foram invadidas pela água. Um morador na zona rural de Pelotas veio a falecer vítima de afogamento ao cair no Arroio Quilombo (DIÁRIO DA MANHÃ, 2004, p. 13).

O jornal Diário da Manhã (2004), diz que a chuva alagou vários pontos da cidade, deixando flagelados, provocando transtornos para a população. Na zona rural do município, as estradas ficaram praticamente sem condições de trafegabilidade. Em um só dia precipitou aproximadamente 100 mm. Com a enxurrada, mais de oito mil pessoas foram atingidas. Todas as consequências levaram o prefeito Fernando Marroni a decretar estado de emergência (Figura 20).

⁹Localiza-se no Bairro Fragata (Zona Oeste de Pelotas)



Figura 20: Página do jornal Diário da Manhã do dia 8 de Maio de 2004 com a reportagem sobre o decreto de estado de emergência no município de Pelotas.

Fonte: Diário da Manhã, 8 de maio de 2004

Além das estradas na zona rural, pelo menos seis pontes foram danificadas. A maioria das ocorrências foi registrada no Quilombo, sétimo distrito de Pelotas.

No mesmo período, o jornal Diário Popular (2004) destacou que o nível da barragem Santa Bárbara estava 0,95 centímetros abaixo do normal durante à tarde do dia 7 de maio, na madrugada a situação já se encontrava diferente, e a estiagem não era mais a preocupação dos pelotenses. A média de precipitação prevista para o mês de maio era de 100,7mm. De acordo com o Jornal Diário Popular do dia 7 de maio de 2004,

“A chuva que faltava para amenizar os três meses de estiagem chegou toda de uma vez e tornou a quinta-feira dos pelotenses um verdadeiro caos. Em 24 horas choveram 90,6 milímetros e a chuva continuou” (DIÁRIO POPULAR, 2004, p. 8).

A terceira página do Diário Popular do dia 8 de maio de 2004 (Figura 21) revela que essa foi a pior enchente dos últimos 30 anos. Em 12 horas choveu 140 mm, colocando em risco 50 mil pessoas em Pelotas.



Figura 21: Página do jornal Diário Popular do dia 8 de Maio de 2004 com a reportagem sobre a inundação que atingiu Pelotas
 Fonte: Diário Popular, 8 de maio de 2004

O ano de 2004 foi marcado pela ocorrência de uma precipitação intensa, como mostra o gráfico de precipitação deste ano (Figura 22). Os dados foram fornecidos por um morador entrevistado que possui um pluviômetro instalado em sua propriedade desde 2002.

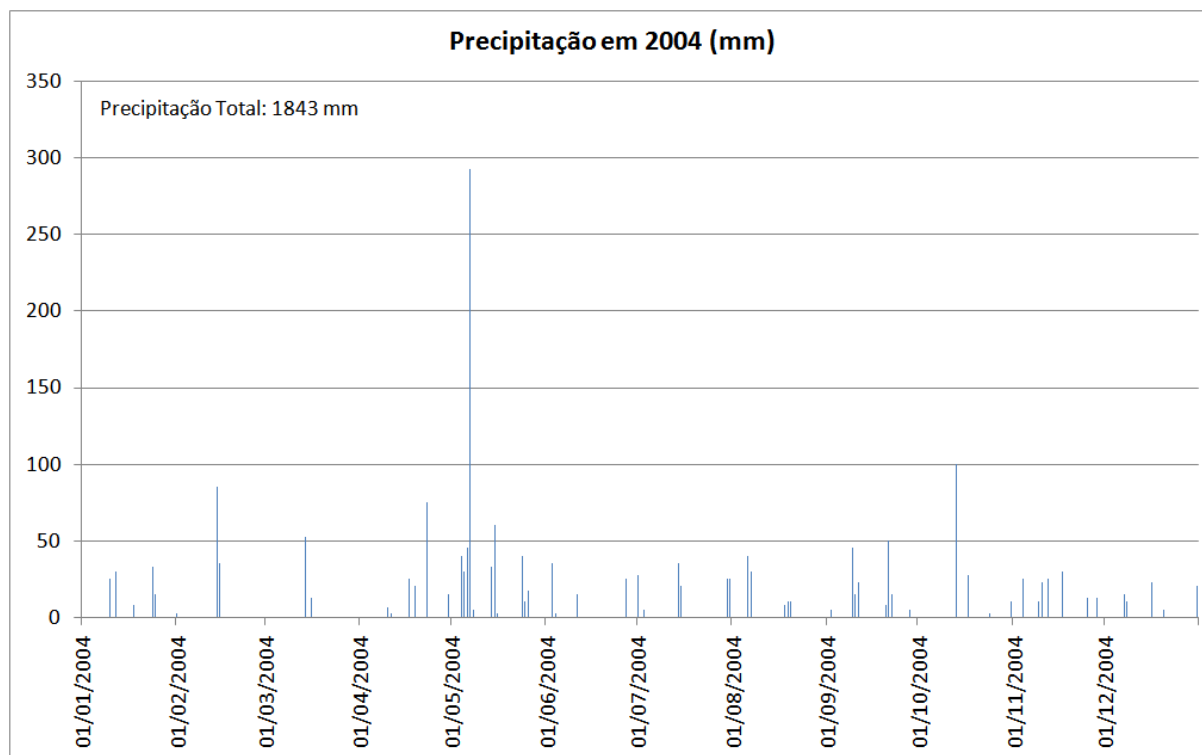


Figura 22: Gráfico de precipitação diária no ano de 2004. Observar que a precipitação em 7 de maio foi maior.

Fonte: dados do acervo pessoal de Wandir Ney (2004)

Esse morador que reside na Vila Nova (Quilombo - 7º distrito de Pelotas) registrou uma precipitação de 292 mm em 7 de maio de 2004, o que acarretou em uma das maiores enxurradas registrada na localidade, até essa data.

5.1.17 Síntese das Inundações no Município de Pelotas

A análise de dados dessas três fontes de pesquisa (documentos oficiais da Defesa Civil do Estado do RS e da Prefeitura Municipal de Pelotas, jornais locais e conversas informais com moradores da BHAQ) permitiu repertoriar 19 eventos que atingiram o município de Pelotas desde o início do século XX. Alguns dos eventos deste repertório atingiram o município todo (incluindo a BHAQ, área de estudo desta pesquisa), ao passo que outros tiveram consequências mais expressivas na área urbana. O quadro a seguir (Quadro 6) apresentada uma síntese dos 18 eventos repertoriados no item anterior. O último evento registrado dos 19 eventos será apresentado no item 5.2.

Quadro 6: Inundações que atingiram o município de Pelotas

Data	Síntese do Evento e suas Consequências
26 de Setembro de 1914	A inundação impressionou a população pela maneira com que invadiu as casas; os rios com grandes volumes d'água traziam consigo moitas de aguap� e mato, e junto a elas vinham bichos como cobras, capivaras e jacarés.
4 de Janeiro de 1923	A inundação manifestou-se de forma violenta; pontes estavam cobertas pela água, casas foram invadidas, além da linha férrea que também sofreu com as chuvas. Na Represa do Quilombo, localizada no Bachini- 7� distrito de Pelotas, as chuvas trouxeram muitos estragos. A inundação foi considerada o grande desastre do Quilombo, devido a sua intensidade, causando espanto e terror aos moradores próximos ao Arroio Quilombo.
21 de Abril de 1941	A inundação assumiu proporções raramente registradas naquela época. Foram em torno de 16 dias de chuvas, o que causou prejuízos materiais, para a lavoura e a pecuária. Essa enchente foi comparada com a de 1914, que também tomou proporções alarmantes em Pelotas.
11 de Fevereiro de 1956	Foi a inundação mais violenta registrada em Pelotas até essa data. Segundo o Diário Popular (1956) foi uma catástrofe que trouxe como consequências áreas às margens do Arroio Santa Bárbara alagadas, com prejuízos materiais, desaparecidos e uma contagem de 23 mortos. A inundação tomou proporções catastróficas, criando situação de calamidade pública sobre a cidade, que estava se preparando para as comemorações do carnaval.
14 de Abril de 1959	As consequências dessa inundação foram um grande número de flagelados, pontes danificadas, erosão de aterros próximos a uma ponte, interrompendo o tráfego na rodovia que liga Pelotas a Porto Alegre. Essa inundação foi considerada de grande proporção sendo comparada com a de 1941.
1� quinzena de Outubro de 1964	Essa inundação deixou algumas zonas do município de Pelotas inundadas e todos os bairros da cidade tiveram danos materiais. Mais de 200 pessoas foram forçadas a abandonar suas residências após a água subir.
15 de Julho e 15 de Novembro de 1983	No ano de 1983 aconteceram duas enxurradas, uma em 15 de junho e outra em 15 de novembro. Ambas pegaram os moradores da BHAQ de surpresa, deixando-os isolados. Houve também prejuízos nas plantações na zona rural de Pelotas.
2� quinzena de Maio de 1984	As chuvas que ocorreram por mais de uma semana deixou redes elétricas danificadas, muitos flagelados que foram abrigados na Associação Rural de Pelotas e outros foram para casas de parentes. Prejuízos para a plantação de soja, morango, cebola, hortifrutigranjeiros e na produção de leite. Os distritos da zona rural mais atingidos pelas chuvas foram o 6�, 7� e o 10�.

15 e 28 de Agosto de 1987	Em agosto desse ano ocorreram duas enxurradas, uma registrada em 15 de agosto que causou além de flagelados, pelo menos duas mortes (na cidade de Marau) e incontáveis prejuízos ao Rio Grande do Sul. E a outra em 28 de agosto, onde foi registrado que as chuvas fortes e intermitentes deixaram outras pessoas desabrigadas além daquelas que já estavam abrigadas.
8 à 16 de Fevereiro de 1990	Após período de seca, Pelotas passa a enfrentar os prejuízos das cheias. Ruas e casas ficam alagadas e os bairros encontram-se enlameados, famílias encontram-se desabrigadas. O saldo foi de muitas perdas para os flagelados, móveis destruídos, eletrodomésticos estragados, colchões encharcados, aparelhos telefônicos com defeito, vias de acesso interditadas. Além das chuvas a cidade enfrentou ventos fortes que derrubaram árvores e redes de energia elétrica e linhas telefônicas foram atingidas. As precipitações desse período totalizam 412,6 mm em sete dias de chuva, batendo recorde dos últimos 40 anos, quando se verificou 408 mm.
13 de Abril de 1991	Depois de uma grande seca, as chuvas causaram alagamentos, deixando algumas consequências tanto para a área urbana quanto para a rural.
15 de Junho de 1995	As chuvas deixaram ruas e avenidas alagadas, em alguns pontos a água invadiu calçadas impedindo a passagem dos veículos e pedestres. Os bueiros da cidade estavam entupidos de lixo o que facilitou os alagamentos.
12 e 21 de Dezembro de 1997	Em dezembro de 1997 ocorreram duas enxurradas, uma na primeira quinzena que além do grande volume de chuva, a cidade também foi atingida por outro fenômeno natural, um vendaval, que causou muitos prejuízos. E outra na segunda quinzena, 9 dias depois da primeira, causando uma série de prejuízos principalmente em estradas e lavouras. Os dois dias de chuva intensa superaram a média esperada para o mês de dezembro, calculada em 92 milímetros. Do dia 21 de dezembro até o dia 23, foram registrados 120, 53 milímetros precipitados.
23 de Agosto de 1998	Pelotas reafirma Estado de Emergência após contabilizar 20 famílias desabrigadas pelos alagamentos. De 23 à 25 de agosto precipitou 179 milímetros, superando o total esperado para o mês inteiro que é de 137,6 milímetros. O saldo dessa enchente foi, casas parcialmente submersas, ruas totalmente encobertas pela água, dezenas de desabrigados, ultrapassando a marca de 200 pessoas, carro arrastado pela água. Alguns moradores chegaram a afirmar que em alguns pontos da cidade a enchente bate recorde.
7 de Maio de 2004	A média de chuva prevista para todo o mês de maio era de 100,3 mm, em menos de 24 horas já havia chovido em Pelotas 90,6, e a chuva ainda continuou. Além de uma grande área alagada, estradas ficaram intransitáveis, moradores tiveram que sair de suas casas, e muitas pessoas ficaram desabrigadas na cidade de Pelotas. O que fortemente marcou a população da zona rural foi a morte de um homem, que à noite ao tentar atravessar uma ponte sobre o Arroio Quilombo, acabou caindo.

5.2 A Enxurrada de janeiro de 2009 e suas consequências

Sendo a enxurrada de 2009 objeto de estudo desta pesquisa, optou-se por apresentar esta em separado das demais.

Em 28 e 29 de janeiro de 2009 ocorreu no Município de Pelotas um desastre natural de ordem hídrica muito intensa, gerando uma situação de emergência no município devido às suas consequências.

Pesquisas nos jornais do dia 27 de janeiro de 2009 mostraram que estes alertavam para uma frente fria que chegaria ao litoral sul do RS, após um calor de 33°C, com sensação térmica de 40°C, podendo provocar chuva forte (DIÁRIO DA MANHÃ, 2009, p. 1).

O calor era tanto que o nível de água da barragem Santa Bárbara havia baixado, deixando o SANEP (Serviço Autônomo de Abastecimento de Água de Pelotas) em alerta para um possível racionamento. Com o aumento do consumo de água e a falta de chuvas, a barragem estava a 1,87m abaixo do nível normal.

Já em 29 de janeiro de 2009, ou seja, dois dias depois, a capa do mesmo jornal mostrava uma realidade bem diferente: além de fotos de ruas alagadas, as notícias chamavam a atenção para uma enxurrada com grandes consequências, como a queda de um micro-ônibus na cidade vizinha de Arroio do Padre, onde o motorista estava desaparecido, e trechos de rodovias interrompidos. A reportagem mostra que,

A chuva forte que caiu praticamente durante todo dia, ontem, provocou alagamentos no centro e em, pelo menos 10 bairros da cidade, foi um verdadeiro caos inclusive no trânsito (...) (DIÁRIO DA MANHÃ, 2009, p. 1).

Com essa enxurrada o drama das enchentes que foi vivido em 7 de maio de 2004 pelos Pelotenses, quando a cidade registrou a maior enchente dos últimos 30 anos, tornou a angustiar os moradores de diversas localidades em Pelotas (DIÁRIO POPULAR, 2009).

Árvores caíram e pedras rolaram, interrompendo o tráfego de veículos na Cascata, entre os municípios de Pelotas e Canguçu. De acordo com o jornal, “Enxurrada deixa rastro de destruição e oito mortos” (DIÁRIO DA MANHÃ, 2009, p. 1).

Os prejuízos na zona rural também foram sentidos pela população: pelo menos 44 pontes foram destruídas, entre eles estão o 5°, 7°, 3° e 6° distrito, respectivamente, Cascata, Quilombo, Cerrito Alegre e Santa Silvana. Com relação às estradas, a estimativa era de que pelo menos 1,2 mil km de estradas estivessem danificadas, e conforme as condições climáticas levaria em torno de 6 meses para que estas estivessem em boas condições de trafegabilidade (DIÁRIO DA MANHÃ, 2009).

A zona rural de Pelotas foi fortemente atingida pela enxurrada. Algumas áreas ficaram isoladas pela interrupção das estradas devido ao transbordamento dos arroios e as quedas de pontes e árvores, o que dificultou o trabalho da Defesa Civil, Brigada Militar, e da Secretaria do Desenvolvimento Rural.

A terceira página do Diário Popular do dia 30 de janeiro de 2009 destacava que a chuva havia provocado destruição e mortes, deixando Pelotas ilhada do restante do Estado (Figura 23).



Figura 23: Página do jornal Diário Popular do dia 29 de janeiro de 2009, com reportagens sobre a enxurrada
Fonte: Diário Popular, 30 de janeiro de 2009.

Outra página do jornal chamava a atenção para o pior temporal dos últimos 35 anos (Figura 24).



Figura 24: Página do jornal Diário Popular do dia 29 de janeiro de 2009 classificando o evento desta data como o pior dos últimos 35 anos
Fonte: Diário Popular, 30 de janeiro de 2009.

O jornal Tradição Regional (2009) trouxe na capa, tanto na edição de 30 de janeiro a 5 de fevereiro, quanto na edição de 6 a 12 de fevereiro, o rastro de destruição deixado pela enxurrada (Figuras 25 e 26).



Figura 25: Capa da edição de 30 de janeiro a 05 de fevereiro
Fonte: Jornal Tradição Regional, (2009).



Figura 26: Capa da edição de 06 a 12 de fevereiro de 2009.
Fonte: Jornal Tradição Regional, (2009)

Segundo relatos dos moradores da BHAQ, a água subiu de forma repentina, muitas áreas ficaram alagadas, pontes danificadas, estradas intransitáveis. O acesso a localidades na zona rural ficou restrito. Casas foram invadidas pela água, deixando lama e muita sujeira.

Uma moradora relata que, no dia anterior à enxurrada, notou que a sanga (Sanga da Maleta- afluente do Arroio Quilombo) que passa ao lado de sua casa estava “seca”; no outro dia a realidade era bem diferente, com tudo devastado, árvores arrancadas, galpão destruído, entre outras consequências (Figuras 27, 28 e 29).



Figura 27: Consequências da enxurrada de janeiro de 2009
Fonte: Moradora Elisia Vergara Herrmann (2009)



Figura 28:Galpão destruído em consequências da enxurrada de janeiro de 2009
Fonte: Moradora Elisia Vergara Herrmann (2009)



Figura 29:Vista mais distante do galpão destruído - Consequências da enxurrada de 2009
Fonte: Moradora Elisia Vergara Herrmann (2009)

Segundo o jornal Tradição Regional (2009), após um grande período de seca, a chuva trouxe mortes, alagamentos, interrupção de fluxo de veículos nas estradas da zona rural de Pelotas. Em alguns locais choveu o esperado para seis meses. Ainda de acordo com o jornal Tradição Regional (2009) a média de chuva prevista para o mês de janeiro era de 107 mm, mas em 24 horas já havia chovido mais de 600 mm. As consequências dessa enxurrada levaram alguns municípios, entre eles Pelotas, a decretar situação de emergência.

Através do Decreto 5.142 de 29 de janeiro de 2009, a Prefeitura Municipal de Pelotas, representada pelo Prefeito em exercício Fabrício Tavares, declarou a existência de uma situação anormal afetada por evento natural denominada de enchente ou inundação gradual. Nesse documento registrou-se que no dia 28 a 29 de janeiro, ocorreu precipitação pluviométrica cujo acúmulo repentino de água trouxe muitas consequências ao município de Pelotas. A intensa precipitação no município provocou inundações de córregos e arroios, causando danos em diversos locais da cidade e da zona rural, como:

- grave comprometimento do abastecimento de água, devido aos alagamentos nas Estações de Tratamento do Moreira e Sinott.
- destruição de parte do sistema viário, danificando pontes e estradas, principalmente na área rural do município de Pelotas.
- danos materiais e prejuízos econômicos e sociais para a população
- A Resolução nº 3 do Conselho Nacional de Defesa Civil- CONDEC dissemina a intensidade do desastre em nível III (nível apontado por Castro (2014) como desastre de grande porte ou intensidade). A resolução ainda sugere que os critérios agravantes da situação de anormalidade é o crescimento da cidade nas últimas décadas, ocupada por grande número de edificações em áreas de risco de inundações.

O quadro a seguir (Quadro 7) nos dá a ideia de algumas áreas que foram afetadas, segundo a avaliação de danos emitida pela Prefeitura Municipal de Pelotas (2009) ao órgão de Defesa Civil.

Quadro 7: áreas afetadas com a enxurrada de 2009

Tipo de ocupação	Área atingida
Residencial	Urbana e rural
Comercial	Urbana e rural
Indústria	Urbana
Agrícola	Rural
Pecuária	Rural
Reserva florestal ou área de APA	Urbana e rural
Turismo e outras	Urbana e rural
Bairros e Vilas da área urbana foram afetados e na zona rural os seguintes distritos: 3º, 4º, 5º, 7º e 9º.	

Organizado por: RUTZ (2014)

A enxurrada deixou 1.263 desalojados, 538 desabrigados, 256 pessoas levemente feridas, 2 mortos. Um total de 57. 916 afetados, além de 1.343 residências danificadas, 600 destruídas e também muitas pontes destruídas (PREFEITURA MUNICIPAL DE PELOTAS, 2009).

Na descrição dos prejuízos sociais, a avaliação de danos da Prefeitura Municipal de Pelotas diz que:

A enchente comprometeu: o sistema de tratamento e o abastecimento de água para 45 % da população de Pelotas, tanto na área urbana quanto na área rural; a distribuição de energia elétrica para 12.347 consumidores; o transporte coletivo municipal e intermunicipal haja visto a interdição da Estação Rodoviária de Pelotas e os danos verificados em vias urbanas; os serviços de saúde e educação sofreram consequências em função da calamidade obviamente, tendo em vista a indisponibilidade de grande parte de alunos não terem como chegar às escolas, assim como aconteceu com os postos de saúde municipais. (PREFEITURA MUNICIPAL DE PELOTAS, 2009, pg. 9).

A Secretaria de Desenvolvimento Econômico da Prefeitura Municipal de Pelotas enviou um ofício à Defesa Civil com informações dos prejuízos que afetariam a economia pelotense, visto que a grande parte dos alagamentos ocorreu nas áreas rurais de Pelotas. De acordo com a Secretaria de Desenvolvimento Econômico (2009) as plantações de fumo e soja foram de 50 à 60 % atingidas. O arroz de 80 à 100 %. Houve danos na produção de leite devido a falta de estradas, de transportes e aos prejuízos na pastagem. Hortifrutigranjeiros registraram perdas de 50 à 80 %. Pecuária (bovinos, ovinos, caprinos), mais de 1.000 cabeças foram afetados. Na indústria, mais de 30 empresas foram afetadas. No comércio e serviços

os prejuízos são decorrentes de alagamentos nos estabelecimentos comerciais, principalmente em bairros, vilas, regiões baixas, e perto de arroios, inclusive na zona rural de Pelotas, onde dezenas de estabelecimentos foram atingidos (PREFEITURA MUNICIPAL DE PELOTAS, 2009)

Neste documento da Defesa Civil também se encontra um laudo técnico da EMATER/RS (Associação Rio-Grandense de Empreendimentos de Assistência Técnica e Extensão Rural) que relata os prejuízos decorrentes da enxurrada de 2009.

De acordo com o laudo da EMATER/RS (2009) os prejuízos foram bastante intensos nas regiões do 3º, 5º e 9º distrito de Pelotas, e partes das áreas do 2º, 6º, 7º e 8º distritos. Dentre os danos citados no documento estão:

- Desbarrancamento de margens de arroios e sangas;
- Assoreamento de açudes e leito de cursos d' água;
- Contaminação de fontes de água para consumo familiar;
- Arranquio e arraste das matas ciliares de córregos;
- Voçorocas e erosão em sulcos nas lavouras e estradas internas;
- Arraste de solo de áreas produtivas
- Assoreamento de lavouras e campos nativos, com deposição de areia em camadas, inutilizando-as;
- Arraste intenso de solo e fertilizantes (orgânicos e Inorgânicos)

As culturas de fumo; milho (principalmente no 2º, 3º, 5º, 6º, 7º, 8º e 9º distritos); soja; olericultura (3º, 6º, 7º, 8º e 9º distritos); arroz irrigado, foram castigadas com a enxurrada, devido ao encharcamento do solo as plantas morreram ou foram arrancadas, ou ainda algumas plantas como as hortaliças com a umidade excessiva pode ter acarretado o surgimento de fungos ou bactérias contaminando a plantação. Além disso, outras culturas também foram atingidas como a Bovinocultura de leite, uma das culturas mais afetadas, devido ao grande número de pontes e bueiros destruídos que impedem o transporte, associado à falta de energia elétrica para o armazenamento do produto; perdas de animais como bovinos e equinos decorrentes de afogamento ou arraste pela água; apicultura; assoreamento de açudes; arraste de cercas e pastagens.

Ainda o relatório da EMATER/RS (2009, p. 17) diz que “a precipitação pluviométrica em propriedades localizadas no epicentro do evento ultrapassou os 500 mm segundo registrado nos pluviômetros existentes em várias propriedades”.(EMATER/RS, 2009. p. 17). Num período de 12 horas alguns pluviômetros, como o da Cascata, no 5° distrito, registraram 611 mm, já outro na EMBRAPA Clima Temperado registrou 428 mm. As médias de precipitação variaram de região pra região. O laudo da EMATER/RS (2009) indica que a média nas propriedades do 3° (Cerrito Alegre), 5° (Cascata), 6° (Santa Silvana), 7° (Quilombo) e 9° (Monte Bonito) distrito ficou em torno de 550 mm de chuva num período aproximado de 12 horas.

A Secretaria de Qualidade Ambiental (SQA) (PREFEITURA MUNICIPAL DE PELOTAS 2009, p. 77) diz que o que agravou a situação calamitosa são as ocupações em áreas de Preservação Ambiental, que diminuem a vegetação.

A vegetação que margeia os cursos d'água tem o papel de absorver parte da água das chuvas, diminuindo, portanto a vazão dos cursos d'água. A vegetação ciliar também atua na estabilização dos taludes fluviais evitando solapamentos.

Outros problemas encontrados pela SQA foram, centenas de árvores caídas na zona urbana e rural impedindo a trafegabilidade, além de desbarrancamento de encostas que margeiam os cursos d'água.

O relatório de perdas ocorridas devido às fortes chuvas emitido pelo SANEP apresenta os danos ocorridos nas Estações de Tratamento de água. De acordo com o SANEP (2009), a precipitação na região do 7° distrito de Pelotas, onde se encontra a Represa do Quilombo, chegou a 635 mm, fazendo com que “a linha de adutora de recalque de água bruta se rompesse deixando a ETA Sinott sem água bruta para tratamento” (SANEP, 2009, p.134). Houve um acúmulo de areia junto às comportas da represa, necessitando a sua extração.

O relatório da Prefeitura Municipal de Pelotas (2009), conclui que, por morarem na periferia da cidade, e em zonas facilmente alagáveis, muitas famílias tiveram suas casas invadidas pela água, sem tempo de recolher seus pertences. As famílias chegaram aos abrigos em estado de choque, devido à rapidez inesperada com que as águas atingiram as casas, ocasionando a perda dos bens que conquistaram com dificuldades. Muitas dessas famílias que ficaram desabrigadas possuíam apenas o mínimo para sobrevivência. Segundo a Prefeitura Municipal de Pelotas,

Além da perda material, essas numerosas famílias com seus idosos e crianças, que vivem em condições de risco social, sofreram mais um impacto emocional, difícil de ser superado e avaliado, pois foram afastados do contexto que viviam, de forma trágica, apenas com a roupa do corpo, vendo o pouco que tinham sendo levado pela enxurrada. (PREFEITURA MUNICIPAL DE PELOTAS, 2009, p. 26)

É importante considerar que além de danos materiais também restaram danos sociais e psíquicos para as famílias atingidas.

No quadro a seguir (Quadro 8) será apresentada uma síntese do evento de janeiro de 2009.

Quadro 8: Síntese das consequências da enxurrada de 2009

Data	Síntese do Evento e suas Consequências
28 e 29 de Janeiro de 2009	A chuva chegou após um grande período de seca. A água subiu de forma repentina, deixando muitas áreas alagadas, pontes danificadas, estradas intransitáveis, árvores arrancadas, galpão destruído, entre outras consequências, inclusive mortes. O acesso a localidades na zona rural ficou restrito, casas foram invadidas pela água deixando lama e muita sujeira. A média de chuva para o mês de janeiro era de 107 mm, em 24 horas já havia chovido mais de 600 mm em algumas localidades da zona rural. Essa enxurrada foi considerada de nível III, que Castro (2014) classifica como desastre de grande porte ou intensidade.

Organizado por: RUTZ (2014)

5.3 Incidência dos eventos

O resgate histórico das enxurradas, inundações graduais e alagamentos no Município de Pelotas, nos levaram a pensar sobre a incidência desses eventos. Portanto o quadro a seguir (Quadro 9), apresenta a distribuição dos eventos nos meses e as datas correspondentes dos eventos.

Quadro 9: Incidência dos eventos composto pelo histórico

Incidência dos eventos												
Nº de eventos	Datas											
3				13				23				
2	28 e 29	8		14	7			28				21
1	4	11		21	29	15	15	15	26	1ª quinzena	15	12
	Jan	Fev	Mar	Abr	Maio	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
												
												Nº de eventos

Organizado por: RUTZ (2015)

Neste quadro levamos em consideração a quantidade de ocorrências mensal, onde: janeiro contabilizou 2 eventos, fevereiro também 2 eventos, março foi o único mês que não apresentou registro de ocorrência, abril foram 3 ocorrências, maio contabilizou 2 eventos, junho registrou 1 evento, julho também 1 evento, agosto 3 eventos, setembro, outubro contabilizou 1 evento, assim como novembro também 1 evento e dezembro registrou 2 eventos. Observando o quadro apresentado, notamos que a maioria dos eventos aconteceu nos meses de abril e agosto. No quadro a seguir (Quadro 10) apresentamos a distribuição dos eventos nas estações do ano.

Quadro 10: Distribuição dos eventos nas estações do ano

ESTAÇÃO	NÚMERO DE OCORRÊNCIAS
Verão	5
Outono	6
Inverno	4
Primavera	4

Organizado por: RUTZ (2015)

A estação que apresentou maior número de ocorrências dos 19 eventos composto pelo histórico foi o Outono, porém até o momento observa-se pouca diferença sazonal na distribuição dos eventos extremos.

O Gráfico a seguir (Figura 30) nos mostra em porcentagens a incidência desses eventos nas estações do ano.



Figura 30: Gráfico de porcentagem de ocorrência dos eventos por Estação do ano
Organizado e elaborado por: RUTZ (2015)

O gráfico novamente nos indica que as maiores ocorrências dos 19 eventos repertoriados incidiram no outono, com 32%. Já as Estações do verão e inverno ficaram com 21 % dos casos e a primavera com 26 %. Nota-se, porém, certo equilíbrio entre a distribuição dos eventos, não havendo uma discrepância de ocorrências entre um ou outro mês do ano, ou entre uma estação ou outra.

5. 4. Avaliação da Suscetibilidade às Enxurradas em função da Morfometria da Bacia

Os parâmetros morfométricos são parâmetros quantitativos que mensuram as características morfológicas da bacia hidrográfica, da rede de drenagem e do relevo, e que permitem inferir sobre o comportamento hidrológico da bacia hidrográfica em estudo, auxiliando na compreensão da sua dinâmica fluvial.

Segundo Cunha et. al. (2013, p. 584), a análise dos parâmetros morfométricos constitui “instrumento básico nos estudos de bacias hidrográficas que visa a compreensão dos processos naturais atuantes, sendo de relevância para estudos geomorfológicos”.

Estudos sobre os parâmetros morfométricos foram desenvolvidos por alguns autores como Horton (1945), Schumm (1956), Strahler (1957) e Christofolletti (1980), entre outros.

Com intuito de verificar se a morfometria da BHAQ seria um fator condicionante à ocorrência de inundações graduais e abruptas, realizou-se um estudo dos parâmetros que tivessem alguma influência no comportamento hidrológico da bacia. Assim, foram calculados e analisados os seguintes parâmetros morfométricos para a BHAQ: Área da bacia (A), Perímetro da bacia (P), e Comprimento da bacia (L) que serviram de base para o cálculo dos demais parâmetros, Índice de Compacidade (Kc), Índice de Circularidade (Ic), Fator de Forma (Kf), Relação de Elongação (Re) e Relação de Relevo (Rr). Os parâmetros morfométricos foram calculados no programa ArcGis 9.3.

a) Área (A)

A área representa o total drenado pelo sistema fluvial, ou seja, “expressa o tamanho da superfície de captação da água precipitada” (FLACH, 2014, p. 38). Segundo Flach (2014, p. 38), a “superfície de captação tem relação com a rapidez da resposta hidrológica”, sendo assim, bacias maiores tendem a responder lentamente após uma precipitação, enquanto que bacias menores têm tendência a responder mais rápido. Bacias menores também são facilmente recobertas por uma nuvem ou centro de convecção, o que pode gerar picos de vazão em toda a bacia em um mesmo momento.

O cálculo de área da BHAQ foi realizado no programa ArcGis 9.3. Chegamos a um resultado de 152,2 km². Dessa forma, podemos considerar que a bacia hidrográfica do Arroio Quilombo é uma bacia hidrográfica pequena (CECÍLIO; REIS, 2006).

b) Perímetro (P)

O perímetro da bacia (P) constitui o comprimento da linha imaginária ao longo do divisor de águas (TONELLO, 2005). Quanto maior for a medida do perímetro, mais irregular será o interflúvio, o que pode ser indicativo de um relevo mais dissecado.

O perímetro da BHAQ também foi calculado no programa ArcGis 9.3. Esse cálculo resultou em 75.197,94 m. Sendo que a interpretação deste valor de perímetro será dada indiretamente pela interpretação de alguns dos parâmetros morfométricos (pelo Índice de Compacidade e pelo Índice de Circularidade).

c) Comprimento (C)

É a maior distância medida, em linha reta, entre o ponto mais distante da bacia e a sua foz.

O comprimento calculado para a Bacia do arroio Quilombo foi de 24.607,13 m. Da mesma forma que com o perímetro, a interpretação do comprimento da bacia será dada indiretamente pelo cálculo de outros parâmetros morfométricos (Relação de Relevo, Fator de Forma e Relação de Elongação).

d) Relação de Relevo (Rr)

A Relação de Relevo expressa o quanto o relevo se reduz por unidade de distância ao longo de uma bacia hidrográfica. Bacias com maior relação de relevo tendem a apresentar maior energia de fluxo e maior carga sedimentar transportada anualmente. A Relação de Relevo é expressa pela fórmula: $Rr = h/L$, onde h é a diferença de altitude entre o ponto mais alto e o exutório da bacia e L o comprimento.

A Relação de Relevo calculada para a bacia do Arroio Quilombo foi de 0,015, o que teoricamente é um valor baixo. É importante, porém considerar que este é um valor médio e, portanto, subestima os setores de alta declividade individualizados no interior da bacia.

e) Fator de Forma (Kf)

O fator de forma de uma bacia hidrográfica é definido pela relação entre a largura média da bacia e o seu comprimento, e é expressa pela equação: $Kf = A/L^2$, onde A expressa a área da bacia e L , o comprimento. Teoricamente, quanto menores os valores de Kf , mais alongada é a bacia, e menos suscetível às inundações de grande magnitude.

Para a BHAQ o valor obtido para o Fator de Forma foi de 0,251, o que indica que esta bacia é alongada e, portanto, teoricamente pouco suscetível às enxurradas.

f) Índice de compacidade (Kc)

É a relação entre o perímetro da bacia e o perímetro de um círculo de mesma área. Pode ser calculado através da seguinte equação:

$$Kc \cong 0,28 \frac{P}{\sqrt{A}}$$

Onde P representa o perímetro da bacia e A, a área. O coeficiente de compacidade das bacias hidrográficas é sempre um número superior a 1, quanto mais próximo de 1, mais circular é a bacia, sendo portanto mais suscetível a inundações.

O índice de compacidade calculado para a BHAQ foi de 1,70, o que representa que essa bacia distancia-se da forma circular, sendo teoricamente menos suscetível às enxurradas.

g) Relação de Elongação (Re)

Parâmetro definido por Schumm (1956) que também compara o comprimento da bacia hidrográfica com a forma de um círculo de mesma área, porém leva em conta o diâmetro desse círculo. A equação que calcula esse parâmetro é: $Re = Dc/L$, onde Dc expressa o diâmetro de um círculo de mesma área que a bacia em estudo, e L o comprimento da bacia (distância entre o ponto mais distante e o exutório). Quanto maior o valor da Relação de Elongação, mais circular é a bacia, e maior a possibilidade de ocorrência de enchentes.

A Relação de Elongação encontrada para a BHAQ foi de 0,566, o que nos dá a ideia de que esta bacia é mais alongada, portanto menos suscetível às enxurradas.

h) Índice de circularidade (Ic)

O índice de circularidade representa a razão entre a área total da bacia hidrográfica e a área de um círculo de perímetro igual ao da bacia. O índice de circularidade é expresso pela seguinte equação matemática: $Ic = 12,57 \cdot A/P^2$. Onde A expressa a área da bacia e P, o perímetro.

Quanto mais próximo o índice de circularidade estiver do valor 1, mais próxima da forma circular será a bacia, e portanto mais suscetível a picos acentuados de vazão. Valores menores que 0,51 indicam que a bacia tende ser mais alongada, não favorecendo a ocorrência de picos acentuados de vazão.

O índice de circularidade da BHAQ é de 0,338, indicando que esta bacia é alongada e, teoricamente, pouco suscetível aos picos de vazão acentuados.

Uma síntese dos parâmetros morfométricos calculados para a BHAQ e suas interpretações é apresentada no quadro 11 a seguir.

Quadro 11: Síntese dos Parâmetros morfométricos calculados para a Bacia do Arroio Quilombo

Parâmetro	Equação	Valor Encontrado	Interpretação
Área	Medida da superfície da bacia hidrográfica	152,2 km ²	Área pequena, o que aumenta a sensibilidade desta bacia quanto às chuvas de alta intensidade.
Perímetro	Medida do comprimento da linha imaginária ao longo do divisor de águas	75.197,94 m	O perímetro é cerca de 70% maior que o período de um círculo de mesma área que a bacia, o que denota uma certa irregularidade associada à dissecação do relevo.
Comprimento	Medida entre o ponto mais distante da bacia e o exutório da bacia	24.607,13 m	O comprimento pequeno faz com que a bacia seja sensível aos episódios pluviométricos de alta intensidade.
Relação de relevo	$Rr=h/L$	Rr= 0,015	O valor reduzido denota uma fraca relação de relevo, o que teoricamente não produziria fluxos de grande energia.

Fator de forma	$Kf=A/L^2$	Kf=0,251	A bacia é alongada e, teoricamente, pouco suscetível a picos acentuados de vazão.
Índice de compacidade	$Kc \cong 0,28 \frac{P}{\sqrt{A}}$	Kc= 1,70	A bacia é alongada e, teoricamente, pouco suscetível a picos acentuados de vazão
Relação de alongação	$Re=Dc/L$	Re=0,566	A bacia é alongada e, teoricamente, pouco suscetível a picos acentuados de vazão
Índice de circularidade	$Ic=12,7A/P^2$	Ic=0,338	O valor inferior a 0,51 indica que a bacia é alongada e, teoricamente, pouco suscetível a picos acentuados de vazão

Organizado por: RUTZ (2014)

Através da análise morfométrica da bacia do Arroio Quilombo, foi possível constatar que, teoricamente, esta bacia não seria suscetível à ocorrência de enxurradas, pois apresenta uma forma mais alongada, o que não favorece a ocorrência de picos acentuados de vazão. Por outro lado, a área e o comprimento reduzidos tornam a bacia mais sensível aos episódios pluviométricos de alta intensidade. Esta pode ser facilmente encoberta integralmente pelos centros convectivos de mesoescala, responsáveis por chuvas muito intensas.

5.5 Uso e cobertura da terra

É comum encontrarmos os termos uso da terra e uso do solo como sinônimos, porém conforme as ideias de alguns autores podemos notar, que terra e solo possuem denominações diferentes.

Solo é a “camada superficial da terra arável, possuidora de vida microbiana” (GUERRA e GUERRA, 1997, p. 583), significado este que segundo Simon (2007, p. 22) é mais voltado para a Pedologia. A terra por sua vez possui um conceito mais amplo.

Para Silva et. al. (1999) Apud Simon (2007), a Terra (planeta) significa:

Um meio ambiente total (natural e cultural), dentro do qual a produção tem lugar. Designa-se como um termo mais amplo que solo. Seus atributos incluem condições adicionais às dos solos, como depósitos minerais, clima e suprimento de água. Trata-se do sistema bio-produtivo terrestre que compreende o solo, a vegetação, outros componentes da biota e os processos ecológicos e hidrológicos, que se desenvolvem dentro do sistema (SILVA, 1999 apud SIMON, 2007, p. 22).

Entre as várias definições do conceito de uso e cobertura da terra encontradas no Manual Técnico de Uso da Terra do IBGE (2013, p. 44), a cobertura da terra pode ser definida como “os elementos da natureza”, ou seja, a vegetação seja ela natural ou plantada, a água, o gelo, a rocha nua, a areia e as superfícies similares além das construções criadas pelo homem (construções artificiais). Já o uso da terra tem relação com as atividades socioeconômicas (IBGE, 2013). De acordo com Simon (2007), o uso da terra,

Abrange a estrutura das organizações espaciais, face da complexa dinâmica dos sistemas ambiental e socioeconômico, possuindo um maior campo de interpretação para a Ciência Geográfica. (SIMON, 2007, p. 23)

O uso da terra pode ser compreendido como a forma de ocupação do espaço pelas atividades antrópicas. A dinâmica de uso e cobertura da terra torna-se importante para um bom planejamento e gestão ambiental.

A análise do uso e cobertura da terra é um processo importante, pois apresenta as diferentes atividades de uma área, seja ela urbana ou rural, realizadas pelo homem, que segundo Heck (2014), são atividades com o propósito de obter algum produto ou benefício.

Portanto, no mapeamento que foi realizado destacamos 4 classes de uso e cobertura da terra (Vegetação Arbórea, Vegetação Herbácea, cultivos e água), conforme podemos observar na figura 31.

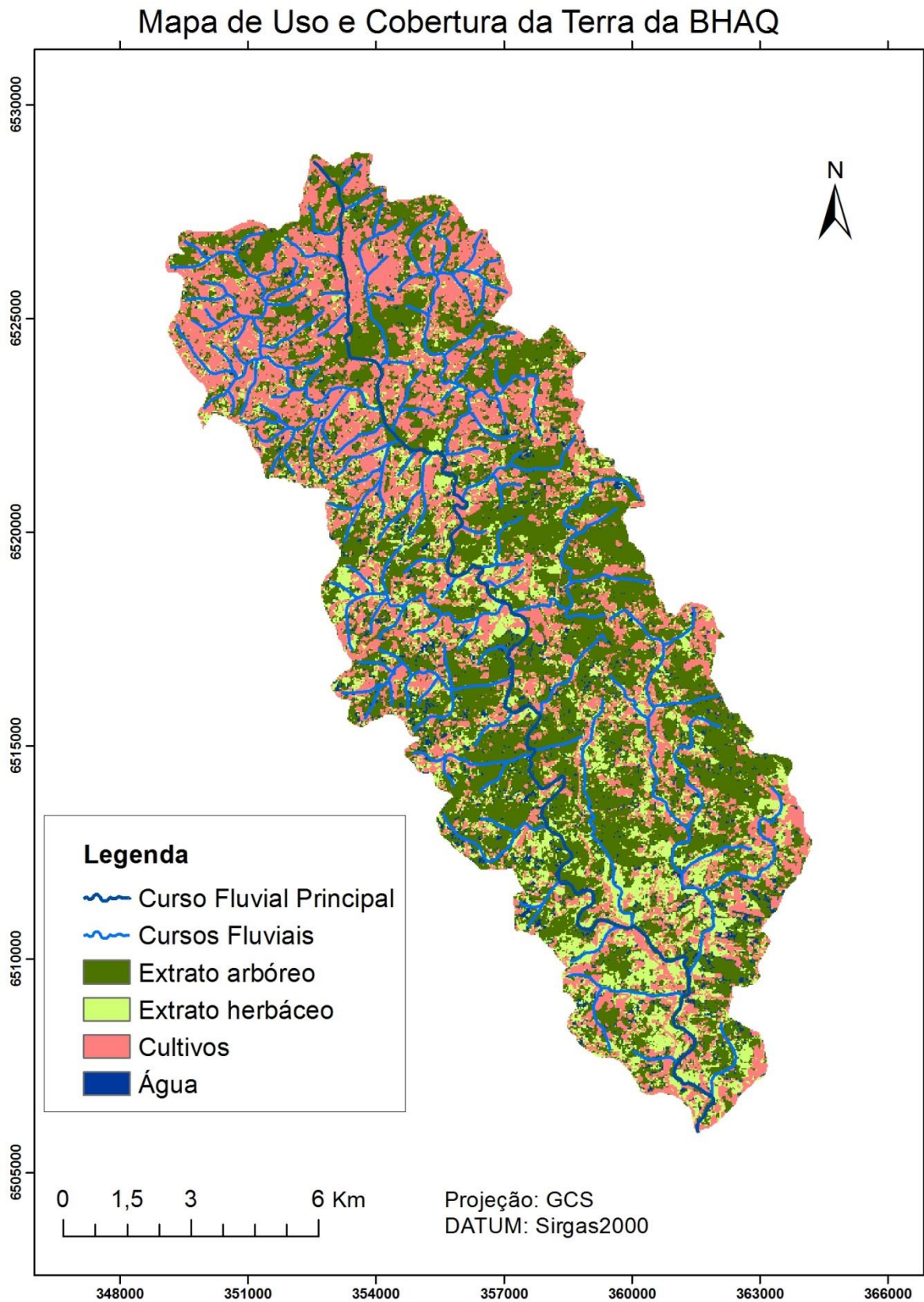


Figura 31: Mapa de Uso e Cobertura da Terra da BHAQ
Elaborado e organizado por: RUTZ (2015)

A 1° (primeira) classe, trata-se da Vegetação Arbórea. As Áreas de extrato arbóreo com vegetação natural se estenderam ao longo da bacia, porém é mais presente nos dois terços inferiores da bacia, muitas vezes encontram-se misturadas com áreas de reflorestamento (Eucaliptos e Acácias) como vemos na figura a seguir (Figura 32), dificultando a classificação no mapeamento de uso e cobertura da terra. Portanto, neste estudo não levamos em consideração a distinção entre mata nativa e silvicultura.



Figura 32: Contraste de mata nativa com áreas de reflorestamento na alta bacia do Arroio Quilombo.
Fonte: RUTZ (2015)

A 2° (segunda) classe trata-se da Vegetação Herbácea. Essa classe predomina na sua maior parte na baixa bacia do Arroio Quilombo. Em campo, observou-se que estas áreas de campos limpos são utilizadas principalmente para a criação de gado (Figura 33), mas observou-se também a existência de áreas de pastagens plantadas. Observou-se ainda que mesmo em áreas de forte declividade podemos encontrar áreas de pastagens destinadas à criação de gado (Figura 34).



Figura 33: Campo limpo com criação de gado na baixa bacia do Arroio Quilombo, ao fundo vegetação arbórea.
Fonte: RUTZ (2015)



Figura 34: área de pastagem em média declividade na alta bacia do Arroio Quilombo.
Fonte: RUTZ (2015)

A 3ª (terceira) classe trata-se de áreas de cultivos presente majoritariamente no terço superior da área de estudo, e ao longo dos vales no restante da bacia. Na alta bacia, estes cultivos se aproveitam das áreas mais planas nos patamares do relevo, apesar de também terem sido observados cultivos em áreas de forte declividade. Nos fundos de vale, a agricultura acompanha as áreas planas ao longo dos cursos d'água ao longo de toda a bacia. Em campo, os produtores afirmaram utilizar as áreas mais planas para as culturas como milho e soja, e as áreas mais íngremes para o plantio de fumo (Figuras 35 e 36). Em algumas áreas mais íngremes também se encontram culturas como os pessegueiros.



Figura 35: Cultivo de milho (baixa bacia) próximo a foz do Arroio Quilombo
Fonte: RUTZ (2015)



Figura 36: áreas de cultivo em forte declividade na alta bacia do Arroio Quilombo
Fonte: RUTZ (2015)

A retirada da vegetação para agricultura fez com que ocorressem feições erosivas em declividades mais altas. A figura a seguir (Figura 37), nos mostra o que podemos chamar de um anfiteatro, concentrando as águas e escoando-as para as partes mais baixas e planas, essas áreas tendem a permanecerem úmidas.

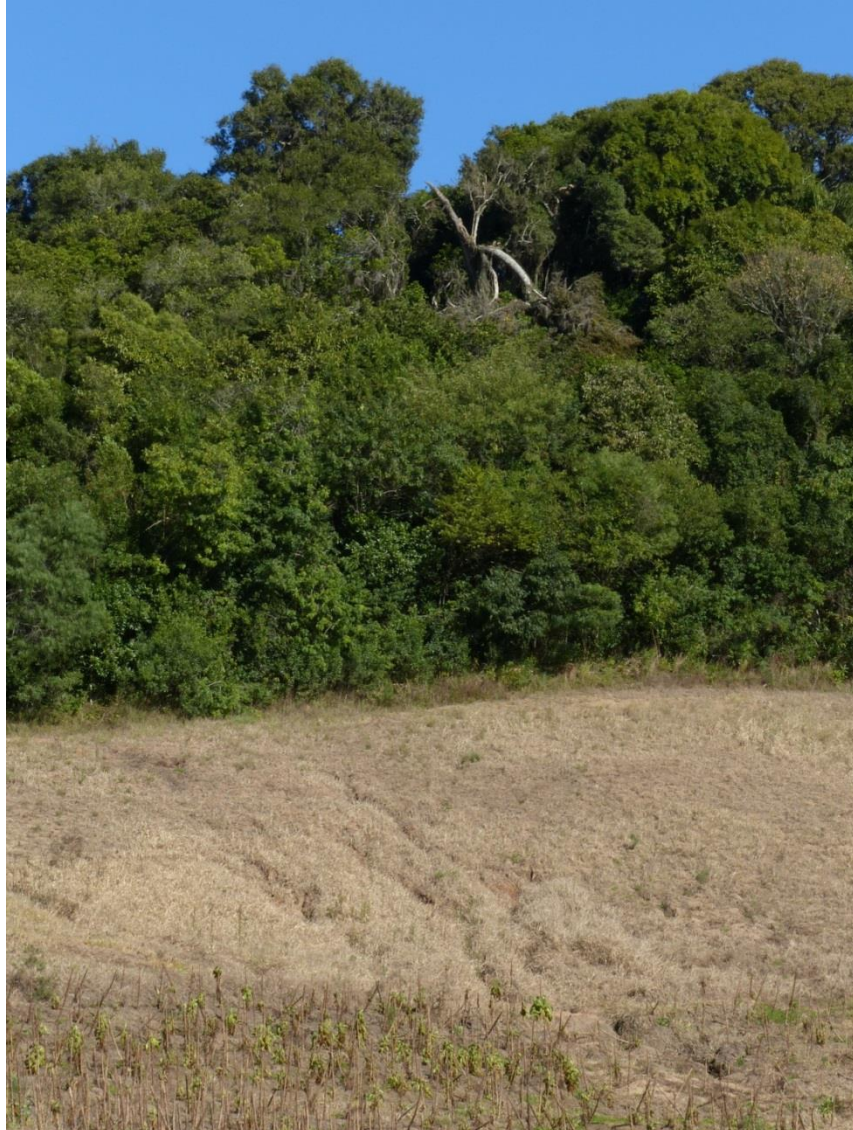


Figura 37: Sulcos - ocasionados pela retirada da vegetação para cultivos, neste caso observa-se uma plantação de fumo na parte inferior da imagem
Fonte: RUTZ (2015)

A 4ª (quarta) classe trata-se dos corpos d'água (Figuras 38, 39, 40 e 41), ou seja, o curso fluvial principal que dá nome a bacia hidrográfica (Arroio Quilombo) e seus afluentes.



Figura 38: Arroio Quilombo (alta bacia)
Fonte: RUTZ (2015)



Figura 39: Ponte sobre Arroio Quilombo - Grupelli (Quilombo- 7º distrito de Pelotas)
Fonte: RUTZ (2014)



Figura 40: Ponte sobre o Arroio Quilombo – Bachini (Quilombo- 7º distrito de Pelotas)
Fonte: RUTZ (2014)



Figura 41: Ponte sobre o Arroio Quilombo- Vila Nova (7º distrito de Pelotas)
Fonte: RUTZ (2015)

Na baixa bacia do Arroio Quilombo encontramos uma concentração de galhos de árvores proveniente de enxurradas sob uma ponte na localidade, devido a ponte possuir bases que a suportam. Isso pode ser um dos fatores que ajudam a água das chuvas ficar represada à montante dessa ponte (Figura 42).



Figura 42: Ponte sobre o Arroio Quilombo (Baixa Bacia). Observa-se o acúmulo de restos vegetais trazidos pelo arroio presos na base da ponte.
Fonte: RUTZ (2015)

Observamos em campo que na baixa bacia do Arroio Quilombo há uma ampla planície de inundação. Nas enxurradas a água facilmente ocupa esse espaço que atualmente é uma área de cultivo de milho (Figura 43).



Figura 43: cultivo de milho na baixa bacia do Arroio Quilombo. Observar que o local é uma planície de inundação em períodos de cheias
Fonte: RUTZ (2015)

Portanto, observando o mapa de uso e cobertura da terra (Figura 31) apresentado anteriormente, podemos perceber que as áreas de cultivos (3° classe) predominam na parte mais alta e declivosa da bacia, enquanto as áreas de vegetação arbórea (1° classe) e herbácea (2° classe) tem maior predominância do meio para a parte baixa da bacia, que são áreas com declividades mais suaves.

5.6 Consequências da enxurrada de janeiro de 2009 e alterações geomorfológicas na Bacia do Arroio Quilombo

Informações colhidas durante uma entrevista revelam que no Arroio Pelotas, próximo a foz do Arroio Quilombo, o nível da água chegou a subir 9 metros acima do normal na enxurrada de janeiro de 2009, o morador mostra a marca da altura que chegou a água, como podemos observar na figura 44, onde a flecha mostra que a água atingiu os ferros de uma antiga ponte de concreto desativada. Disse o morador

durante a entrevista que a água subiu de repente, a “chuva veio da Cascata”¹⁰, sendo assim, o Arroio do ouro (Afluente do Arroio Pelotas) encheu e represou as águas do Pelotas. Represando a água do Arroio Pelotas consequentemente represou também as águas do Arroio Quilombo, fazendo com que a baixa bacia fosse bastante atingida pela enxurrada.



Figura 44: Marca da altura da água na enxurrada de 2009 - Ponte sobre o Arroio Pelotas, próximo a foz do Arroio Quilombo
Fonte: RUTZ (2015)

Na propriedade desse morador, que relatamos acima, existe um pluviômetro (Figura 45) e réguas para identificar os níveis de água, que foram instalados, segundo ele, pelo CPRM (Serviço Geológico do Brasil).

¹⁰ Informação verbal.

Todos os dias o morador faz as medições. Em 2009 com a enxurrada de 28 e 29 de janeiro, a água ultrapassou a marca dos 8 metros colocada pelo CPRM. Após a enxurrada foram instalados mais dois níveis de água, o de 9 e o de 10 metros (Figura 46).



Figura 45: Pluviômetro instalado em uma propriedade na Ponte cordeiro de Farias-
Próximo a foz do Arroio Quilombo
Fonte: RUTZ (2015)



Figura 46: Marco dos níveis de água- Arroio Pelotas, próximo a foz do Arroio Quilombo
Fonte: RUTZ (2015)

A figura a seguir (Figura 47) nos mostra os valores de precipitação diária distribuída ao longo do ano de 2009, destacando o valor excepcional de precipitação em 28 e 29 de janeiro, chegando a um acúmulo de mais de 500 mm precipitados. Esses dados são de um morador da Vila Nova (baixa bacia do Arroio Quilombo).

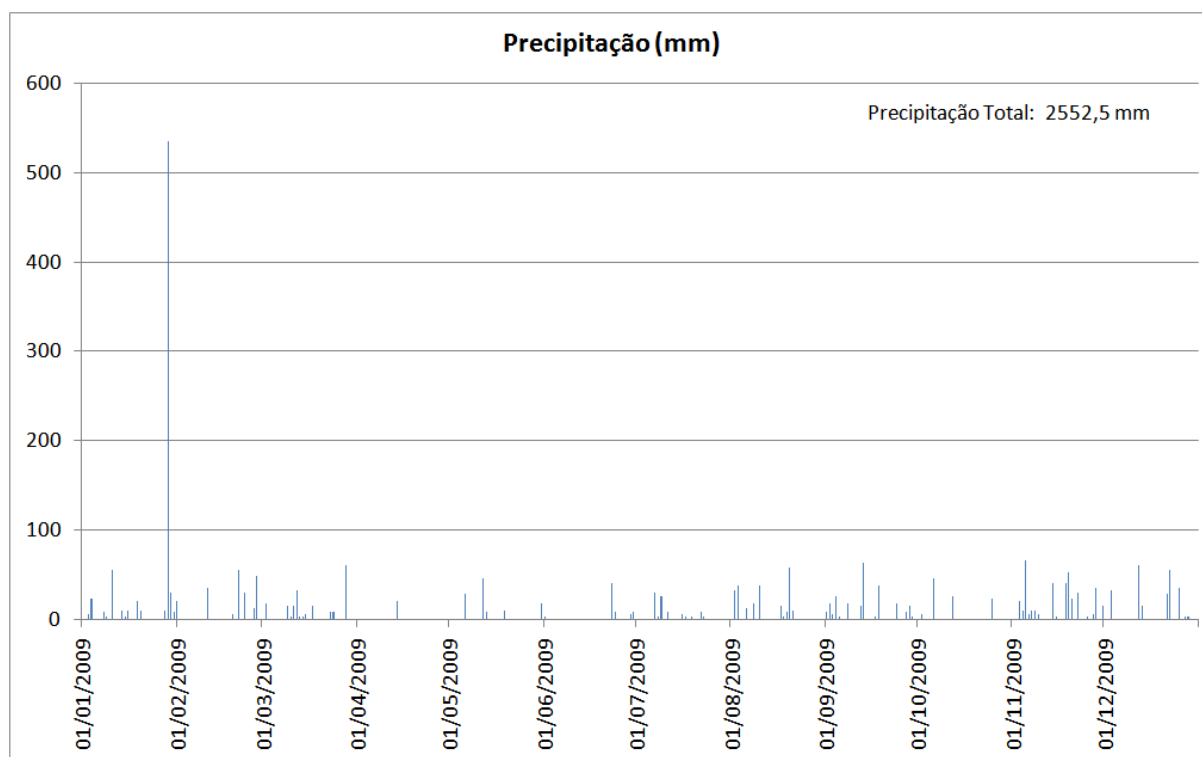


Figura 47: Gráfico dos valores diários de precipitação do ano de 2009. Observar que em janeiro de 2009 a precipitação ultrapassa os 500 mm

Fonte: dados do acervo pessoal de Wandir Ney (2009)

Percorrendo a BHAQ, percebemos através de conversas com os moradores que a enxurrada de 28 e 29 de janeiro de 2009 não ocorreu em toda a bacia, porém atingiu de forma intensa a parte baixa da bacia do Arroio Quilombo.

A partir das entrevistas com os moradores, foi possível identificar as consequências da enxurrada de 2009, o que nos permitiu gerar um produto cartográfico localizando essas perdas em algumas propriedades onde se realizaram essas entrevistas (Figura 48). Alguns pontos ficaram sobrepostos, pois algumas residências são próximas uma das outras.

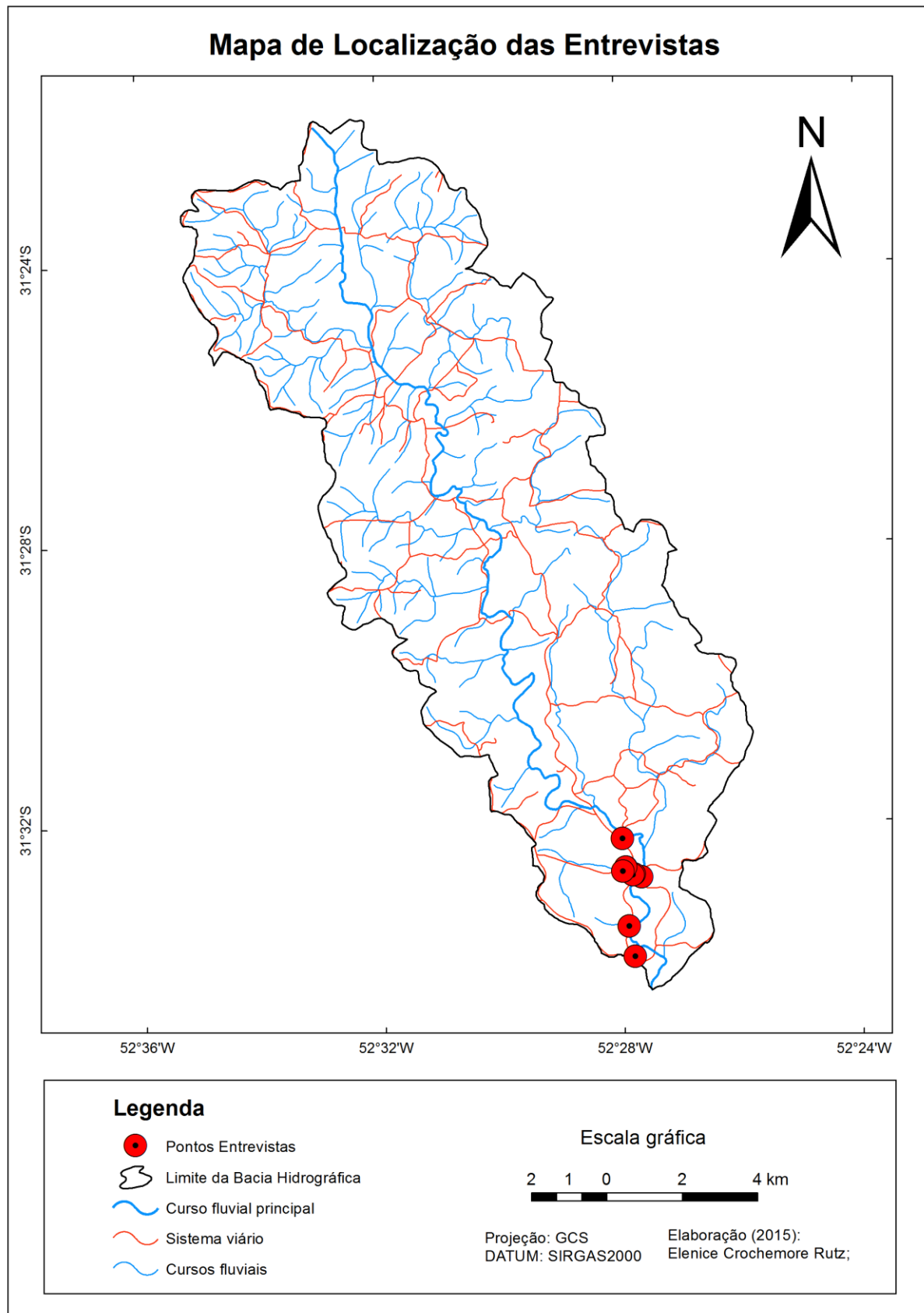


Figura 48: Mapa de localização das consequências da enxurrada de 2009, a partir de entrevistas com os moradores da BHAQ
Elaborado e organizado por: RUTZ (2015)

Uma moradora (entrevista 01) recorda que retiraram os animais com água acima do joelho, e que as pessoas amarravam cordas na cintura para tentar salvar alguns pertences. Segundo a entrevistada, a água entrou na casa, no mercado e nos pavilhões onde funcionava um depósito de bebidas, algumas foram levadas pela água. Já na entrevista 03, foi relatado que a água subiu muito rápido, invadiu as residências, e os moradores saíram das casas com água na cintura e as crianças no colo.

Outra moradora (entrevista 09) registra que ela e sua família estavam atentas à água que vinha pela frente da casa, quando perceberam a água invadiu a casa pelos fundos, alguns móveis molharam e estragaram, outros foram levantados para que se conseguisse salvar alguma coisa. Quando a água baixou, ficou muita lama e sujeira, levando dias para sua completa remoção.

Percebemos através das entrevistas que a água começou a subir depois das 12 horas do dia 28 de janeiro de 2009, e somente à noite, sem saber ao certo a hora exata, a água começou a baixar.

Através das entrevistas que foram realizadas e de conversas informais com os moradores que residem na parte baixa da BHAQ, foi possível identificar que além de perdas de animais como porco, vaca e galinhas, perdas infraestruturais (galpões, muro, parede de uma casa) os moradores também tiveram danos em suas lavouras, perdendo parte da produção, é o caso do entrevistado 04, que perdeu a produção de hortaliças, e o entrevistado 08 que perdeu a plantação de milho.

Quanto a transformações geomorfológicas e da paisagem, os entrevistados disseram haver pouca mudança. Quando questionados se houve mudança dos cursos d'água, disseram que não houve mudança de direção dos cursos, porém alguns entrevistados notaram alargamento e aprofundamento do Arroio Quilombo, erosão das margens do canal e conseqüentemente queda da vegetação marginal. Além disso, perceberam o aparecimento de pedras no leito dos cursos d'água. E depósito de sedimentos, como areia, em áreas adjacentes aos cursos d'água.

Os moradores dizem não adotarem nenhuma medida de prevenção quanto a esses eventos, pois são fenômenos naturais. A entrevistada 03 disse que após a enxurrada de janeiro de 2009, construíram uma casa nova para sua mãe, já com alicerce mais alto, para que se acontecer outro evento dessa magnitude, a água não entre novamente na casa, amenizando assim as conseqüências das enxurradas.

Os entrevistados adotam técnicas de prevenção a erosão, tais como plantação de árvores em áreas próximas aos cursos d'água, evitam colocar lixo na beira dos cursos fluviais e acreditam que mantendo a vegetação e evitando o pisoteio do gado poderia minimizar os efeitos da erosão.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através do desenvolvimento dos objetivos e procedimentos metodológicos propostos para essa pesquisa, chegamos a alguns resultados que se esperavam ser atingidos, e outros resultados foram refutados com o desenrolar da pesquisa.

O estudo das enxurradas no município de Pelotas e da enxurrada de 2009 na bacia hidrográfica do Arroio Quilombo mostrou que esta bacia não apresenta condicionantes morfométricos que possam explicar a ocorrência de enxurradas. O cálculo de parâmetros morfométricos para a BHAQ mostrou que esta possui uma forma mais alongada, favorecendo assim, o processo de escoamento da água.

Em dois terços da bacia temos solos que não favorecem a infiltração, o que aumenta consideravelmente o escoamento superficial. Por ocasião das fortes precipitações, como a que ocorreu em janeiro de 2009, o solo satura-se rapidamente, e o excedente esco superficialmente atingindo a rede de drenagem em curto espaço de tempo. Como consequência, há um rápido aumento da vazão nos cursos d'água, e estes extravasam para as áreas adjacentes. Estas enxurradas se intensificam quando um curso d'água tributário é naturalmente barrado pela elevação das águas no curso d'água receptor.

Ao realizar o mapeamento de uso e cobertura da terra, com intuito de analisar se existia relação do uso da terra com as alterações geomorfológicas e os danos ao patrimônio, identificamos claramente três setores na bacia: um setor próximo as nascentes onde predominam os usos agrícolas e pastoris, um setor intermediário onde predominam as áreas de reflorestamento e mata nativa, e um setor na baixa bacia onde predominam as áreas de campo. Determinados usos verificados no mapa de uso e cobertura da terra da BHAQ e em campo (como usos agrícolas e pastoris em fortes declividades), pode acentuar os processos erosivos sobre as vertentes e promover o aumento de carga sedimentar nos cursos d'água. A realização deste mapeamento sugeriu que o setor agrícola localizado no terço superior da bacia sobre terrenos de forte declividade pode ser um dos principais

responsáveis pela produção de sedimentos na BHAQ, devendo esta hipótese ser futuramente investigada para sua confirmação.

Apesar de ter sido um dos objetivos propostos para este trabalho, não foram identificadas alterações significativas na paisagem da BHAQ decorrentes da enxurrada de janeiro de 2009. As entrevistas realizadas mostraram que as alterações geomorfológicas mais significativas ocorreram na localidade da Cascata (5º distrito de Pelotas), mais a jusante na rede hidrográfica, e já fora dos limites da BHAQ.

Sendo assim, consideramos a enxurrada de 28 e 29 de janeiro de 2009 um evento extremo, que não ocorreu em toda a BHAQ, pois as entrevistas apontaram que as consequências da enxurrada ocorreram na baixa bacia do Arroio Quilombo, em decorrência de uma precipitação pluviométrica de alta intensidade que atingiu algumas regiões. O nível dos cursos d'água subiu rapidamente, pegando os moradores de surpresa, que tiveram pouco tempo para organizarem seus bens. Alguns moradores conseguiram tirar seus pertences antes da água atingir os locais, amenizando assim os estragos nas propriedades atingidas.

Porém cabe ainda ressaltar, que o evento de 2009 não foi o único dessa magnitude a ocorrer nessa bacia. Ao todo foram repertoriados 19 eventos, desde o século XX, onde a maioria das consequências se repetia a cada evento. Percebemos através do histórico pouca diferença sazonal na distribuição dos eventos extremos.

É de grande importância ressaltar que tentou-se aplicar questionários semiestruturados aos moradores da bacia hidrográfica do Arroio Quilombo, porém estes não surtiram o efeito esperado, pois a maioria dos entrevistados não lembrava muito da enxurrada de janeiro de 2009, e outros optaram por não responder ao questionário. Na alta e média bacia, todas as pessoas contatadas relataram que não houve alterações na paisagem além do aumento da vazão nos cursos d'água. Por diversas vezes, as pessoas contatadas na alta e média bacia afirmaram que a enxurrada tinha atingido somente a parte inferior da bacia, já próximo ao Arroio Pelotas. Na baixa bacia, foram aplicados 9 questionários, e os moradores atingidos relataram as consequências da enxurrada de janeiro de 2009.

Por fim, espera-se que esta pesquisa possa contribuir com a gestão municipal de Pelotas e com os próprios moradores da bacia hidrográfica do Arroio Quilombo, para identificar os diferentes graus de vulnerabilidade dos desastres naturais e

assim mitigar os riscos e as consequências desses fenômenos. Dessa forma, espera-se contribuir para gestão e o planejamento do território e dos recursos hídricos através da compreensão da dinâmica geomorfológica do relevo da região face aos eventos extremos.

REFERÊNCIAS

A ENCHENTE de agora ameaça igualar a do ano de 1914, a maior já verificada em nosso município. **Diário Popular**, Pelotas, 5 de maio de 1941, p. 1.

A ENCHENTE em nosso município assume aspecto de verdadeira calamidade. **Diário Popular**, Pelotas, 5 de maio de 1941, p. 1.

A ENCHENTE. **Diário Popular**. Pelotas, 7 de outubro de 1914.

ADEUS, seca. Olá, inundação. **Diário Popular**, Pelotas, 7 de Maio de 2004, p. 1.

ALMEIDA, L.Q. de. **Riscos ambientais e vulnerabilidades nas cidades brasileiras: conceitos, metodologias e aplicações**. São Paulo: cultura acadêmica, 2012.

AMARAL, R. do; RIBEIRO, R.R. Inundações e Enchentes. In: TOMINAGA, L.K: SANTORO, J; AMARAL, R. (orgs). **Desastres naturais: conhecer para prevenir**. São Paulo: Instituto Geológico, 2009.

AMENIZA_SE a situação no interior do município. **Diário Popular**. Pelotas, 18 de abril de 1959, p. 6.

AS GRANDES enchentes que assolaram Pelotas. **Diário Popular**. Pelotas, 13 de fevereiro de 1956, p. 3.

ASSUME grandes proporções a enchente em nosso município. **Diário Popular**, Pelotas, 30 de abril de 1941, p. 8.

BARRAGEM baixa de nível e deixa SANEP em alerta. **Diário da Manhã**, Pelotas, 28 de janeiro de 2009, p. 1.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Secretaria Nacional de Defesa Civil. Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres. **Anuário brasileiro de desastres naturais: 2011** / Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres. - Brasília: CENAD, 2012.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Secretaria Nacional de Defesa Civil. Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres. **Anuário brasileiro de desastres naturais: 2012**/ Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres. - Brasília: CENAD, 2013.

CABISTANY, T. Cidade tem 20 famílias desabrigadas: Defesa Civil se reúne e reafirma estado de emergência por causa dos alagamentos. **Diário Popular**. Pelotas, 26 de agosto de 1998, p. 8.

CALOR sufocante com sensação de 40 graus. **Diário da Manhã**. Pelotas, 27 de janeiro de 2009, p. 1.

CASTRO, A. L. C de. **Manual de Desastres. Volume I: Desastres Naturais**. Brasília: Ministério da Integração Nacional, 2003.

_____. **Manual de Planejamento em Defesa Civil. Volume I**. Ministério da Integração Nacional Secretaria de Defesa Civil. <Disponível em: <http://www.defesacivil.mg.gov.br/conteudo/arquivos/manuais/Manuais-de-Defesa-Civil/Manual-PLANEJAMENTO-1.pdf>> Acesso em: setembro de 2014.

CECÍLIO, R.A.; REIS, E.F. **Apostila didática: manejo de bacias hidrográficas**. Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Engenharia Rural, 2006. 10p.

CEPED. **Atlas Brasileiro de Desastres Naturais: 1991 a 2010**. Volume Rio Grande do Sul. Florianópolis: CEPED/UFSC, 2011. ISBN 978-85-64695-23-8.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Blücher, 2º ed, 1980.

CHUVA cai, mas seca continua. **Diário Popular**. Pelotas, 1º de fevereiro de 1990, p. 1 e 7.

CHUVAS enchem a barragem. **Diário Popular**. Pelotas, 13 de fevereiro de 1990, p. 3.

CHUVAS insuficientes. **Diário Popular**, Pelotas 12 de abril de 1991, p. 7.

CPRM. Serviço Geológico do Brasil. **Mapa Geológico do Estado do Rio Grande do Sul**. Ministério de Minas e Energia – Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral. Porto Alegre, 2006. Escala 1:750.000

CRESCER número de flagelados em Pelotas. **Diário Popular**. Pelotas, 30 de maio de 1984, p. 10.

CUNHA, H.N. da; SIMON, A.L.H. ALBA, J.M.F; MIURA, A. K. Caracterização Morfométrica da Bacia Hidrográfica do Arroio Micaela, Pelotas-RS. XV Simpósio de Geografia Física Aplicada. **Anais...** Vitória/ES, 2013.

DRAMA de 2004 se repete na região da Cerquinha. **Diário Popular**, Pelotas, 30 de jan. 2009, p. 5.

EASTMAN, J. R. **IDRISI for Windows: introdução e Exercícios tutoriais**. Editores da versão em Português: HASENACK, H.; WEBER, E. Porto Alegre: UFRGS Centro de Recursos Idrisi, 1998.

EMATER/ RS. **Lauda Técnico dos prejuízos decorrentes de tromba da água (enchente)**. Defesa Civil. Pelotas, 2009.

EMBRAPA. **Estação Agroclimatológica de Pelotas (Capão do Leão)**. Normais Climatológicas. 2013. Disponível em: <http://www.cpact.embrapa.br/agromet/estacao/normais/mensal/MPrecPluv.pdf> Acesso em: 17.06.2014

EM-DAT- The internacional Disaster Database. Center for Research on the Epidemiology of Disasters- CRED. **Natural disaster Trends**. Disponível em: <<http://www.emdat.be/natural-disasters-trends>> acesso: 12/02/2015.

ENCHENTE. **Diário Popular**. Pelotas, 11 de outubro de 1914.

ENCHENTE. **Diário Popular**. Pelotas, 27 de setembro de 1914.

ENCHENTE. **Diário Popular**. Pelotas, 5 de janeiro de 1923.

ENCHENTES. **Diário Popular**. Pelotas, 29 de maio de 1984, p. 11.

ENCHENTES: chuvas matam ovinos em toda a zona sul. **Diário Popular**. Pelotas, 5 de junho de 1984, p. 10.

ESTADO cria mutirão pra enfrentar seca. **Diário Popular**, Pelotas, 13 de abril de 1991, p. 1.

FLACH, C. W. **Alterações Geomorfológicas decorrentes da enxurrada de 15 de novembro de 2010 na Bacia Hidrográfica do Arroio Pimenta, no município de Arroio do Padre/RS** (Monografia). UFPel, 2014. 78 pg. Orientada por: Prof. Dr. Maurício Meurer.

FLAGELADOS retornam aos lares: A situação é normal. **Diário Popular**, Pelotas, 13 de out. 1964, p. 8.

FLAGELADOS são 50. **Diário Popular**. Pelotas, 29 de maio de 1984, p. 1.

GRUPELLI, J.L.; ARAÚJO, N.; CHAPA, S.R. **Interrelação entre precipitação e parâmetros meteorológicos para Pelotas- RS**. 2003. In: XII Congresso de Iniciação Científica e V Encontro de Pós-Graduação, Pelotas-RS.

GUERRA, A. T.; GUERRA, A. J. T. **Dicionário Geológico-Geomorfológico**. 2º ed. Rio de Janeiro: Instituto de Geografia e Estatística, Conselho Nacional de Geografia, 1966.

GUERRA, A. T.; GUERRA, A. J. T. **Novo Dicionário Geológico-Geomorfológico**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1997.

GUHA-SAPIR, D.; HOYOIS, p.; BELOW, R. **Annual Disaster Statistical Review 2013 - The numbers and trends**. Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED), Institute of Health and Society (IRSS), Université catholique de Louvain – Brussels, Belgium, 2014.

GUTIÉRREZ, F; GUTIÉRREZ, M; SANCHO, C. **Geomorphological and sedimentological analysis of a catastrophic flash flood in the Arfis drainage basin (Central Pyrenees, Spain)**. Geomorphology n. 22; pg. 265-283, 1998

HANSMANN, H. Z. **Descrição e Caracterização das Principais Enchentes e Alagamentos de Pelotas-RS.** (Trabalho Acadêmico) Universidade Federal de Pelotas, 2013, 61pg. Orientado por: Andréa Souza Castro. Disponível em: <wp.ufpel.edu.br/esa/files/2013/10/TCC-HENRIQUE-HANSMANN1.pdf> Acesso em: 20/03/2014.

HASENACK, H.; WEBER, E. (Org.). **Base cartográfica vetorial contínua do Rio Grande do Sul - escala 1:50.000.** Porto Alegre: UFRS-IB-Centro de Ecologia, 2010. 1DVD- ROM.

HECK, C. R. **Análise do uso da terra no segmento da planície lagunar gaúcha sob influência do canal São Gonçalo-RS.** (Trabalho de Conclusão de Curso). UFPel, 2014. Orientado por: Adriano Luís Heck Simon.

HORTON, R.E. **Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology** New York. Geological Society of American Bulletin, v. 56, p. 807-813, 1945.

IBARRA, E. M. **A geographical approach to post-flood analysis: The extreme flood event of 12 October 2007 in Calpe (Spain).** Applied Geography, n. 32; p. 490-500, 2012.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico de Uso da Terra.** 3º ed. Rio de Janeiro, 2013.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Geomorfologia.** Folha Pelotas/ Mostardas (SH. 22 –Y- D/Z-C). Escala 1/250.000, 2003.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Geomorfologia.** Folha Pedro Osório (SH. 22-Y-C). Escala 1/250.000, 2003.

ÍNDICE pluviométrico, sábado, na cascata: 210,6 mm. **Diário Popular.** Pelotas, 18 de fevereiro de 1956, p. 1.

KOBIYAMA, M.; MENDONÇA, M.; MORENO, D.A.; MARCELINO, I.P.V. de O.; MARCELINO, E.V.; GOLÇALVES, E.F.; BRAZETTI, L.L.P.; GOERL, R.F.; MOLLERI, G.S.F.; RUDORFF, F. de M. **Prevenção de Desastres Naturais: conceitos básicos.** Curitiba: ed. Organic Trading, 2006.

MARCELINO, Emerson Vieira. **Desastres Naturais e Geotecnologias: Conceitos Básicos**. IMPE: Santa Maria, 2007 <disponível em: www.inpe.br/crs/geodesastres/geotecnologias.php> Acesso em: 10 de janeiro de 2014.

MENESES, D.J; SCCOTTI, A.A. Inventário de registros de inundações no estado do Rio Grande do Sul entre 1980 e 2010. In: ROBAINA, L.E de S.; TRENTIN, R. (orgs). **Desastres Naturais no Rio Grande do Sul**. Santa Maria: Editora da UFSM, 2013.

MEURER, M. MARTINS, D. P. Alterações Geomorfológicas decorrentes da Enxurrada de 15 de Novembro de 2010 no município de Arroio do Padre – RS. XV Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, **Anais...** Vitória: UFES, 2013. p. 112 - 119.

MINISTÉRIO DAS CIDADES / INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS (IPT). **Mapeamento de riscos em encostas e margens de rios**. Brasília: Ministério das Cidades /Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, 2007. 176 p.

MORTES, flagelados e incontáveis prejuízos ao RGS pelas chuvas. **Diário Popular** Pelotas, 15 de agosto de 1987, p. 23.

NÚMERO de flagelados no Sul já chega perto de 300 mil pessoas. **Diário Popular**, Pelotas, 14 de jul. 1983, p. 3.

NUNES, I. A. Moradores temem alagamento nas proximidades do Pepino. **Diário Popular**, Pelotas, 18 de junho de 1995.

O GRANDE desastre do Quilombo. **Diário Popular**. Pelotas, 9 de janeiro de 1923.

PELOTAS assolada pela mais violenta inundação que sua história registra. **Diário Popular**. Pelotas, 13 de fevereiro de 1956, p. 1.

PELOTAS sofre consequências do mau tempo. **Diário Popular**. Pelotas, 29 de agosto de 1987, p. 6.

PELOTAS volta se assolada por calamitosa enchente. **Diário Popular**. Pelotas, 16 de abril de 1959, p. 6.

PINHEIRO, A. Enchente e inundação. In: SANTOS, R. F dos. (orgs.) **Vulnerabilidade ambiental: desastres naturais ou fenômenos induzidos?** Brasília: Ministério do Meio ambiente, 2007. Disponível em: <http://www.inpe.br/crs/geodesastres/conteudo/livros/Vulnerabilidade_ambiental_desastres_naturais_ou_fenomenos_induzidos_MMA_2007.pdf>. Acessado em: 23/03/2014.

PONTE ruiu no interior. Safra do morango é prejudicada. **Diário Popular**, Pelotas, 17 de nov. 1983, p. 12.

PREFEITO Decreta estado de Emergência. **Diário da Manhã**, Pelotas, 8 de Maio de 2004, última página.

PREFEITURA MUNICIPAL DE PELOTAS. **Defesa Civil**. Homepage da prefeitura municipal de Pelotas. Disponível em: <<http://www.pelotas.com.br/defesacivil/agenda.htm>> Acesso em: 07/06/2013.

_____. **Pelotas – Um ano após a enxurrada**. 2010. Homepage da prefeitura municipal de pelotas. Disponível em: <<http://pref-pelotas.jusbrasil.com.br/politica/4529149/pelotas-um-ano-apos-a-enxurrada>> Acesso em: 07/06/2013.

_____. **Avaliação de danos**. Defesa Civil, 2009.

_____. Secretaria de Desenvolvimento econômico. **Enchente: informações da Secretaria de Desenvolvimento econômico- SDE**. Defesa Civil, 2009.

_____. Secretaria de Qualidade Ambiental (SAQ). **Relatório de vistoria em algumas áreas críticas atingidas pelas últimas enxurradas que afetaram o município**. Defesa Civil, 2009.

_____. **Relatório conclusivo**. Defesa Civil, 2009.

RASERA, G; CAMPOS, C. R. J. de. **Análise de um caso de enchente ocorrido na região de Pelotas-RS em janeiro de 2009**. Revista do Centro do Ciências Naturais e Exatas – UFSM- Ciência e Natura, Santa Maria, 2014.

RECORDE de chuvas nos últimos 40 anos. **Diário Popular**. Pelotas, 16 de fevereiro de 1990, p. 1 e 4.

RODEL, S. P. **Levantamento dos usos e coberturas da terra no município de Pelotas/RS, outubro de 2011.** (Monografia). UFPel, 2013. 74 pg. Orientada por: Moisés Orteman Rehbein.

ROSA, Mario. **Geografia de Pelotas.** Pelotas: Editora da Universidade Federal de Pelotas, 1985.

ROSS, J.L.S. Registro cartográfico dos fatos geomorfológicos e a questão da taxonomia do relevo. **Revista do Departamento de Geografia.** 17-29 pg. São Paulo, 1992.

SALDANHA; C. B.; COLLISCHONN, W.; MARQUES, M. O Evento de Chuva Intensa de Janeiro de 2009 Sobre a Região de Pelotas-RS. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos.** Volume 17, n.2; p. 255-265, 2012.

SANEP, Serviço Autônomo de Saneamento de Pelotas, Superintendência Industrial. **Relatório das perdas devido as fortes chuvas ocorridas na nossa região.** Defesa Civil, 2009.

SANTOS, R. D. dos; LEMOS, R.C. de; SANTOS, H.G.dos; KER, J.C; ANJOS, L.H.C dos. **Manual de Descrição e Coleta de Solo no campo.** 5ªed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do solo, 2005. ISBN: 978-85-86504-03-7

SCHUMM, S.A. **Evolution of drainage systems and slopes in badlands of Perth Amboy.** Geological Society of America Bulletin, v.67, p. 597- 646, 1956.

SIMON. A.L.H. **A dinâmica de uso da terra e sua interferência na morfohidrografia da bacia do Arroio Santa Bárbara- Pelotas (RS).** (Dissertação de mestrado)- Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro. 2007. 185 pg. Orientado por: Cenira Maria Lupinacci da Cunha.

STRAHLER, A. N. **Quantitative analysis of watershed geomorphology.** Geophysical Union Trans., v.38, p.912-920, 1957.

TOMASCHEWSKI, J. Chuva poderá ser o dobro de todo o mês. **Diário Popular.** Pelotas, 27 de agosto de 1998, p. 8.

TOMASCHEWSKI, J. Situação tende a virar enchente: Canal do pepino transborda e o São Gonçalo ameaça invadir as áreas de suas margens. **Diário Popular.** Pelotas, 26 de agosto de 1998, p. 9.

TOMINAGA, L.K. Desastres Naturais: por que ocorrem? In: TOMINAGA, L.K.; SANTORO, J; AMARAL, R. (orgs). **Desastres naturais: conhecer para prevenir**. São Paulo: Instituto Geológico, 2009.

TONELLO, K.C. **Análise Hidroambiental da bacia hidrográfica da Cachoeira das pombas, Guanhões, MG**. 2005. 69p. Tese (doutorado em ciências Florestal)- Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005. (disponível em: <<http://www.ipef.br/servicos/teses/arquivos/tonello,kc-m.pdf>> acesso em: 11/06/2013).

TRAGÉDIA: A pior enchente local em 30 anos força prefeitura a decretar emergência depois de 140mm em 12 horas. **Diário Popular**, Pelotas, 8 de maio de 2004, p. 3.

TRAGÉDIA causa desolação na região sul do Estado. **Jornal Tradição Regional**, Pelotas, 30 de janeiro a 5 de fevereiro de 2009, p. 1.

TRÂNSITO é prejudicado na cidade e zona rural. **Diário Popular**, Pelotas, 17 de abril de 1991, p. 1.

VENDAVAL e chuva forte atingem Pelotas e região. **Diário Popular**. Pelotas, 24 de agosto de 1998, p. 7.

VESTENA, L.R. ; CHECCHIA, T.; KOBAYAMA, M. **Análise morfométrica da Bacia hidrográfica do Caeté, Alfredo Wagner/SC**. VI Simpósio Nacional de Geomorfologia/ Regional Conference on Geomorfology, Goiania/GO, 2006.

VIEIRA, E. Falcão; RANGEL, S. R. S. **Rio Grande do Sul: geografia física e vegetação**. Porto Alegre: Sagra, 1984.

VINET, F. **Geographical analysis of damage due to flash floods in southern France: The cases of 12–13 November 1999 and 8–9 September 2002**. Applied Geography, n. 28; p. 323–336, 2008.

APÊNDICE

APÊNDICE A: Questionário semiestruturado aplicado aos moradores da Bacia do Arroio Quilombo

QUESTIONÁRIO Nº _____

1 Dados de Identificação

1.1 Nome: _____

1.2 Endereço: _____

1.3 Coordenadas de entrada da Propriedade:

E: _____

N: _____

2 Reconstituição do evento

2.1 Sua propriedade foi atingida pela enxurrada de 28 e 29 de janeiro de 2009, de que forma?

2.2 Você sabe quanto choveu durante o evento que desencadeou a enxurrada?

2.3 Qual foi o tempo de duração da enxurrada?

2.4 Qual a hora de início da subida da água?

2.5 Qual a hora que baixou a água?

3 Quais as perdas materiais que a sua propriedade sofreu:

☐ animais

☐ edificações (casa, galpões, celeiros, muros, postes...)

☐ lavoura(s)

☐ equipamentos e insumos (maquinário, sementes, insumos, etc.)

☐ outros _____

4 Quais as consequências da enxurrada:

Consequências sobre a rede de drenagem

Consequências Citadas	Consequências Observadas
☐ incisão ou ☐ elevação do canal	☐ incisão ou ☐ elevação do canal
☐ alargamento ou ☐ retração do canal	☐ alargamento ou ☐ retração do canal
☐ modificação do material do fundo	☐ modificação do material do fundo
☐ avulsão do canal	☐ avulsão do canal
☐ retirada da vegetação marginal	☐ retirada da vegetação marginal
☐ outro	☐ outro

Consequências sobre o relevo:

Consequências Citadas	Consequências Observadas
☐ escorregamentos ou corridas	☐ escorregamentos ou corridas
☐ queda ou rolamento de blocos	☐ queda ou rolamento de blocos
☐ erosão linear (sulcos, ravinas)	☐ erosão linear (sulcos, ravinas)
☐ deposição de sedimentos sobre as vertentes	☐ deposição de sedimentos sobre as vertentes
☐ entulhamento do fundo de vale	☐ entulhamento do fundo de vale
☐ outros	☐ outros

5 Houve alguma mudança nos cursos d'água após a enxurrada? Como eram antes e como ficaram

6 Você já havia vivenciado um fenômeno semelhante ao que ocorreu em janeiro de 2009? Quando?

7 Você possui registros fotográficos do evento de 2009 ou de outros eventos semelhantes?

- ☐ SIM, da enxurrada de 2009
☐ SIM, de outro evento. Qual? _____
☐ NÃO

8 Erosão e Manejo da Propriedade

8.1 Após a enxurrada de 28 e 29 de janeiro de 2009, você adotou alguma medida de prevenção contra esses fenômenos?

8.2 A sua propriedade adota alguma técnica de prevenção a erosão? Qual/quais?

8.3 O que você acredita que poderia fazer para minimizar os efeitos da erosão?

9 Informação

9.1 Sabe de algum morador que tenha algo para relatar sobre a enxurrada de 2009?

10 Outras observações:

ANEXO

ANEXO 1: Coordenadas dos pontos na baixa bacia do Arroio Quilombo onde ocorreram as entrevistas

1- E: 0361048

N: 6508964

2- E: 0360966

N: 6507632

3- E: 0360961

N: 6507616

4- E: 0361289

N: 6508915

5- E: 0361078

N: 6508991

6- E: 0361117

N: 6506818

7- E: 0360770

N: 6509929

8- E: 0360788

N: 6509068

9- E: 0360859

N: 6509167