

ORGANIZADORES
Luís Eduardo de Souza Robaina
Romario Trentin

LABORATÓRIO LAGEOLAM/UFSM

**25 ANOS ESTUDANDO ÁREAS DE RISCO
A DESASTRES NATURAIS**

Volume 1 - O período de 1995 a 2010

Luís Eduardo de Souza Robaina

Romario Trentin

(Organizadores)

**LABORATÓRIO LAGEOLAM/UFSM:
25 ANOS ESTUDANDO ÁREAS DE RISCO A
DESASTRES NATURAIS**

VOLUME 1 – O PERÍODO DE 1995 A 2010

Santa Maria

FACOS-UFSM

2022

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA

Centro de Ciências Sociais e Humanas
Departamento de Ciências da Comunicação

Reitor Luciano Schuch
Vice-reitora Martha Bohrer Adaime
Diretora do CCSH Sheila Kocourek
Chefe do Departamento
de Ciências da
Comunicação Cristina Marques Gomes

FACOS-UFSM

Diretora Editorial Ada Cristina Machado da Silveira
Editora Executiva Sandra Depexe
Conselho Editorial Ada Cristina Machado Silveira (UFSM)
Eduardo Andres Vizer (UBA)
Eugenia Maria M. da Rocha Barrichelo (UFSM)
Flavi Ferreira Lisboa Filho (UFSM)
Gisela Cramer (UNAL)
Maria Ivete Trevisan Fossá (UFSM)
Marina Poggi (UNQ)
Monica Marona (UDELAR)
Paulo Cesar Castro (UFRJ)
Sonia Rosa Tedeschi (UEL)
Suzana Bleil de Souza (UFRGS)
Valdir José Morigi (UFRGS)
Valentina Ayrolo (UNMDP)
Veneza Mayora Ronsini (UFSM)
Comitê Técnico Profa. Dra. Sandra Depexe (UFSM)
Acad. Ana Ribeiro (UFSM)
Acad. Larissa Ferreira (UFSM)
Acad. Rodrigo Osório Santini (UFSM)
Acad. Rafaella de Oliveira Santos (UFSM)



Esta obra está licenciada com uma licença Creative Commons
Atribuição-Não Comercial-Sem Derivações 4.0 Internacional

O conteúdo dos artigos é de inteira responsabilidade de seus autores,
não representando completa ou parcialmente a opinião da editora ou dos
organizadores deste livro.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA

Título
LABORATÓRIO LAGEOLAM/UFSM: 25 ANOS ESTUDANDO ÁREAS DE
RISCO A DESASTRES NATURAIS - VOLUME 1 – O PERÍODO DE 1995 A
2010

L123 Laboratório LAGEOLAM/UFSM [recurso eletrônico] :25 anos
estudando áreas de risco a desastres naturais : volume 1
– o período de 1995 a 2010 / Luís Eduardo de Souza
Robaina, Romario Trentin (organizadores). – Santa Maria,
RS :
FACOS-UFSM, 2022.
1 e-book : il.

1. Geociências 2. Geologia 3. Geologia ambiental
4. Avaliação de riscos 5. Avaliação de riscos ambientais 6.
Desastres 7. Desastres ambientais
8. Inundações 9. Deslizamentos de terra 10. Artigos de
periódicos 11. Universidade Federal de Santa Maria.
Laboratório de Geologia Ambiental I. Robaina, Luís Eduardo de
Souza II. Trentin, Romario

CDU 55
551
504.064.3:550.4

Ficha catalográfica elaborada por Maria Helena de Gouveia - CRB-10/2266
Biblioteca Central - UFSM

ISBN: 978-65-88403-67-9.

APRESENTAÇÃO

O LAGEOLAM/UFSM estuda a temática de risco desde sua fundação em 1995, com trabalhos de extensão e pesquisa, em conjunto com alunos da Geografia, e que são divulgados em eventos. Entretanto, o primeiro artigo científico em revista foi publicado em 1997, fruto desse somatório de informações. A presente coletânea reúne artigos de autoria de Pesquisadores do Laboratório LAGEOLAM da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Os artigos aqui apresentados trazem pesquisas bibliográficas para discutir conceitos e classificações, inventários de ocorrência de desastres, metodologias de zoneamentos e estudo de casos. A multiplicidade de olhares sobre a realidade dos estudo sobre risco é uma característica importante desta coletânea, abordando um tema contemporâneo e relevante no âmbito da pesquisa científica e para a sociedade. A referida publicação estimula a pesquisa científica e a produção de conhecimento em um contexto que, cada vez mais, prioriza a inserção da qualidade acadêmica, juntando um conjunto de pesquisas sobre o tema referente a áreas de risco. A proposta de coletânea pretende ajudar novos pesquisadores da área a entender melhor o tema e qual abordagem é trabalhada pelos profissionais da Geografia no laboratório de pesquisa.

O ESPAÇO GEOGRÁFICO E AS ÁREAS DE RISCO A DESASTRES

O espaço geográfico remete à dimensão espacial dos fenômenos naturais e sociais, sintetizando as interações existentes da sociedade com a natureza. Nesse contexto, as áreas de risco surgem como uma interação entre o meio natural e o meio social, ou seja, a natureza impõe obstáculos para a ocupação de certas áreas, mas são os seres humanos, ao ocupar as áreas suscetíveis, que acabam desencadeando o surgimento do risco e potencializando a ocorrência de desastre. Essa condição é marcadamente expressa nas cidades onde a configuração espacial expressa-se de forma desigual e contraditória. As relações sociais e econômicas estão socialmente inseridas numa materialidade espacial, em que o modo de produção veicula seus valores de troca e uso e funciona como um instrumento de concentração de renda. Portanto, o risco somente configura-se se um processo específico causa perdas ou danos a um grupo ou população, ou seja, representa uma situação de ameaça para quem habita uma determinada área suscetível à ocorrência de eventos, com as consequências associadas ao grau de vulnerabilidade.

O conhecimento das causas de processos superficiais que podem causar danos e perdas é um dos mais importantes campos do conhecimento geográfico. Entender quais os mecanismos de desencadeamento, funcionamento, frequência e magnitude de um fenômeno é de fundamental importância para o direcionamento de medidas. Portanto, o zoneamento e o mapeamento de risco são importante instrumento para o planejamento e regulação do uso e ocupação do solo. Esse tipo de mapeamento quando associado às questões geomorfológicas traz resultados mais precisos e satisfatórios para o zoneamento. A síntese dos mapas temáticos e a integração dos parâmetros para a definição adequada dos limites de cada unidade são facilitadas pelas ferramentas de cartografia digital e (SIG) Sistemas de Informação Geográfica.

O desafio hoje é congrega esforços de toda a sociedade, em particular das Universidades, para apoiar os municípios para o desenvolvimento de políticas bem-sucedidas e auxiliá-los a implantar estruturas permanentes de prevenção de riscos e de proteção ambiental. Estabelecer os diferentes cenários existentes é um importante instrumento para auxiliar no desenvolvimento de políticas públicas, na medida em que permite hierarquizar os problemas, avaliar a

necessidade de investimentos e dar suporte técnico ao poder público, para que, junto com a comunidade, possam encontrar soluções para essas situações.

O PRIMEIRO VOLUME DA COLETÂNEA

Nesse primeiro volume estão apresentados 14 artigos desenvolvidos entre 1997 e 2010. Os trabalhos publicados foram realizados predominantemente no município de Santa Maria, com 8 (oito) artigos.

Além deles, estão apresentados 2 (dois) artigos que discutem o significado de alguns conceitos e classificações usadas para estudos de áreas de risco e faz uma reflexão sobre como a configuração espacial no meio urbano, que é uma manifestação de processos sociais e históricos específicos, está intimamente ligada à ocorrência de desastres naturais e às áreas de risco no Brasil. Nessa perspectiva, o trabalho, publicado em 1999, discute a ocupação da planície de inundação do rio dos Sinos e os riscos gerados por um desenvolvimento de um modelo socialmente excludente e insustentável do ponto de vista ambiental.

Os demais trabalhos são de caráter geral, apresentando levantamentos da ocorrência de desastres associados a inundações em cidades nas margens do rio Uruguai e do rio Taquari-Antas e inundações e movimentos de massa na cidade de Caxias do Sul, no Rio Grande do Sul.

ARTIGO	REVISTA	ANO
ESTUDO DOS RISCOS GEOLÓGICOS NA REGIÃO DO MUNICÍPIO DE SANTA MARIA: O CASO DA VILA BILIBIU	Ciência e Natura (ISSN 0100-8307). Santa Maria, 19, 1997. DOI: https://doi.org/10.5902/2179460X27117	1997
USO DO SOLO E DINÂMICA DE CONFLITOS, NA BACIA DO RIO DOS SINOS - MUNICÍPIOS DE CAMPO BOM, NOVO HAMBURGO E SÃO LEOPOLDO, RS, BRASIL.	Ciência e Natura (ISSN 0100-8307). Santa Maria, 21, 1999. DOI: https://doi.org/10.5902/2179460X27023	1999
ANÁLISE AMBIENTAL DA BACIA DO ARROIO CADENA, MUNICÍPIO DE SANTA MARIA -RS: VILA URLÂNDIA.	Ciência e Natura (ISSN 0100-8307). Santa Maria, 22, 2000. DOI: https://doi.org/10.5902/2179460X27117	2000
ANÁLISE DOS AMBIENTES URBANOS DE RISCO DO MUNICÍPIO DE SANTA MARIA – RS.	Ciência e Natura (ISSN 0100-8307). Santa Maria, 23, 2001. DOI: https://doi.org/10.5902/2179460X27129	2001
RISCOS GEOLÓGICO-GEOMORFOLÓGICOS: REVISÃO CONCEITUAL	Ciência e Natura (ISSN 0100-8307). Santa Maria, 27(2), 2005. DOI: https://doi.org/10.5902/2179460X9679	2005

URBANIZATION AND ACCELERATION THE EROSION PROCESS IN SANTA MARIA CITY – RS – BRASIL.	Sociedade & Natureza, Uberlândia, Special Issue. https://seer.ufu.br/index.php/sociedadennatureza/article/view/9797	2005
MAPEAMENTO DE ÁREAS DE RISCO GEOMORFOLÓGICO NAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS ARROIOS CANCELA E SANGA DO HOSPITAL, SANTA MARIA-RS.	GEOGRAFIA, Revista do Departamento de Geociências, v. 14, n. 1 http://www.uel.br/revistas/geografia/V14N1/artigo01.pdf	2005
ÁREAS DE RISCO GEOMORFOLÓGICO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO PASSO DA AREIA, SANTA MARIA / RS.	Boletim Gaúcho de Geografia, 30, out., 2006. Versão online disponível em: http://seer.ufrgs.br/bgg/article/view/37480/24223 .	2006
ESPAÇO URBANO: RELAÇÃO COM OS ACIDENTES E DESASTRES NATURAIS NO BRASIL.	Ciência e Natura (ISSN 0100-8307). Santa Maria, 30(2), 2008. DOI: https://doi.org/10.5902/2179460X9841	2008
HIERARQUIZAÇÃO DAS MORADIAS COM RISCO GEOMORFOLÓGICO ASSOCIADO AO ARROIO CADENA – SANTA MARIA, RS: ESTUDO DE CASO NAS VILAS OLIVEIRA, LÍDIA E URLÂNDIA.	GEOGRAFIA, Rio Claro, v. 33, n. 1, jan./abr. 2008. https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/ageteo/article/view/1773	2008
ÁREAS DE RISCO: O CASO DA VILA BILIBIO	Ciência e Natura (ISSN 0100-8307). Santa Maria, 31(2), 2009. DOI: https://doi.org/10.5902/2179460X9920	2009
ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DAS OCORRÊNCIAS DE INUNDAÇÕES E MOVIMENTOS DE MASSA NO MUNICÍPIO DE CAXIAS DO SUL, RS.	Ciência e Natura (ISSN 0100-8307). Santa Maria, 32(1), 2010. DOI: https://doi.org/10.5902/2179460X9504	2010
ENCHENTES DO RIO URUGUAI NO RIO GRANDE DO SUL ENTRE 1980 E 2005: UMA ANÁLISE GEOGRÁFICA.	Sociedade & Natureza, 22(1), Uberlândia, Abr, 2010. https://seer.ufu.br/index.php/sociedadennatureza/article/view/9973	2010
CONTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA PARA O ESTUDO DAS INUNDAÇÕES NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO TAQUARI-ANTAS, RS	Geografias, Belo Horizonte 06(2), Julho-dezembro, 2010. DOI: https://doi.org/10.35699/2237-549X..13297	2010

Autores

Adriano Severo Figueiró - Possui graduação em Geografia pela Universidade Federal de Santa Maria (1990), mestrado em Geografia (Utilização e Conservação de Recursos Naturais) pela Universidade Federal de Santa Catarina (1997), doutorado em Geografia (Planejamento Ambiental) pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2005) e Pós-Doutorado em Geoconservação pela Universidade do Minho-Portugal (2013). Atualmente, é professor Associado da Universidade Federal de Santa Maria.

Anderson Augusto Volpato Scoti - Bacharel em Geografia, formado na Universidade Federal de Santa Maria. Mestre em Geografia pela UFSM. Doutor em Geografia pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Pós-Doutorado junto ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Rondônia. Tem experiência em Geoprocessamento e Análise Ambiental.

Bernadete Weber Reckziegel - Possui graduação em Geografia pela Universidade Federal de Santa Maria (2004) e mestrado em Geografia pela Universidade Federal de Santa Maria (2007). Atualmente, é geógrafa - Superintendência do Patrimônio da União.

Edgardo Ramos Medeiros – Possui graduação em Geologia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (1971), mestrado em Geociências pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (1980) e doutorado em Ciências do Solo pela Universidade Federal de Santa Maria (2012).

Edson Luis de Almeida Oliveira - Graduado em Geografia pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM); Mestre em Geografia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Doutor em Geografia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Atualmente, é professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-Rio-Grandense, *campus* Camaquã.

Eléia Righi – Graduada pela UFSM, no curso de Geografia Bacharel. Bacharel em Administração pela UNOPAR. Mestre em Geografia pela UFRGS. Doutorado em Geografia pela UFRGS. Tem experiência na área de Geociências, com ênfase em Geografia Física e Humana.

Elisabete Weber Reckziegel - Bacharel em Geografia pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Mestre em Geografia e Doutora em Geociências pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Experiência na área de Geotecnologias: SIG, Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto.

Janete Teresinha Reis - Possui graduação em Geografia - Licenciatura Plena pela Universidade Federal de Santa Maria (2002), graduação em Geografia Bacharelado pela Universidade Federal de Santa Maria (2005). Tem Mestrado em Geomática pela Universidade Federal de Santa Maria (2006) e Mestrado em Geografia pela Universidade Federal de Santa Maria (2014). Doutorado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental pela Universidade Federal do Rio

Grande do Sul (2012). Pós Doutorado pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2014 e 2015). Tem experiência na área de Geociências, geoprocessamento, sensoriamento remoto, com ênfase em Geografia Física.

Luís Eduardo de Souza Robaina - Possui graduação em Geologia pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos (1984), mestrado em Geociências pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (1990), doutorado em Geociências pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (1999) e Pós-Doutorado na Universidade do Porto, Portugal e na Universidade du Maine, Le Mans/França. Atualmente, é professor/pesquisador colaborador do Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul e professor titular da Universidade Federal de Santa Maria.

Magno Gonzatti Bombassaro - Possui graduação em Geografia- Bacharelado pela Universidade Federal de Santa Maria (2008) e Curso Técnico em Geomática (2009), Mestre (2011) e Doutor (2016) em Sensoriamento Remoto pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Tem experiência na área de Geociências, com ênfase em Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento.

Marcos Geovane Berger – Possui graduação em Geografia Licenciatura pela Universidade Federal de Santa Maria (2001), graduação em Geografia Bacharelado pela Universidade Federal de Santa Maria (1999) e mestrado em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Santa Maria (2001). Atualmente, é um dos Geógrafos responsáveis pelo Setor de Análise Técnica e Licenciamento Ambiental da Secretaria Municipal de Meio Ambiente da Prefeitura Municipal de Santa Maria.

Monica Marlise Wiggers – Mestre em Geografia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Formada em Geografia Bacharelado pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Trabalha como Geógrafa na Secretaria de Estado da Cultura do Rio Grande do Sul.

Patrícia Milani de Paula – Possui graduação em Geografia pela Universidade Federal de Santa Maria (2002), mestrado em Geografia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2006). Tem experiência na área de Geociências, com ênfase em Geomorfologia, atuando, principalmente, nos seguintes temas: geomorfologia, mapeamento, arenização, erosão, áreas de risco.

Romario Trentin - Possui graduação em Geografia Licenciatura pela Universidade Federal de Santa Maria (2004), Mestrado em Geografia pela Universidade Federal de Santa Maria (2007) e Doutorado em Geografia pela Universidade Federal do Paraná (2011). Pós-Doutorado em Geografia pela Le Mans Université, França (2021) pelo PrInt - Programa de Institucional de Internacionalização. Atualmente, é professor titular do Departamento de Geociências, do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Santa Maria.

Sandro Sidnei Vargas de Cristo – Possui graduação em Geografia Bacharelado pela Universidade Federal de Santa Maria-UFSM (1999), Especialização em Interpretação de Imagens Orbitais e Suborbitais pela

Universidade Federal de Santa Maria-UFSM (2001), Mestrado em Geografia pela Universidade Federal de Santa Catarina-UFSC (2002), Doutorado em Geografia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul-UFRGS (2013) e Pós-doutorado em Geografia pela Universidade Federal de Santa Maria-UFSM (2017). Atualmente, é professor Associado I do Curso de Geografia CPN-UFT. Professor do Programa de Pós-graduação/Mestrado em Geografia CPN-UFT.

Tanice Cristina Kormann – Possui bacharelado em Geografia pela Universidade Federal de Santa Maria (2012), mestrado em Geografia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2014) e doutorado em Geografia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2022). Atua como analista ambiental desenvolvendo atividades de análise espacial e socioeconômica no licenciamento e planejamento ambiental da Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luís Roessler - RS.

Vagner Paz Mengue - Professor do Departamento de Geografia da Universidade Federal de Mato Grosso. Geógrafo com especialização em Georreferenciamento de imóveis rurais. Mestrado e Doutorado em Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento pela UFRGS. Experiência na área de cartografia, geoprocessamento, mapeamentos com sensores orbitais e mudanças de uso do solo e cobertura vegetal baseado em séries temporais.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	5
ARTIGO 1. ESTUDO DOS RISCOS GEOLÓGICOS NA REGIÃO DO MUNICÍPIO DE SANTA MARIA: O CASO DA VILA BILIBIU	13
ARTIGO 2. USO DO SOLO E DINÂMICA DE CONFLITOS, NA BACIA DO RIO DOS SINOS - MUNICÍPIOS DE CAMPO BOM, NOVO HAMBURGO E SÃO LEOPOLDO, RS, BRASIL.....	34
ARTIGO 3. ANÁLISE AMBIENTAL DA BACIA DO ARROIO CADENA, MUNICÍPIO DE SANTA MARIA -RS: VILA URLÂNDIA.....	47
ARTIGO 4. ANÁLISE DOS AMBIENTES URBANOS DE RISCO DO MUNICÍPIO DE SANTA MARIA – RS.....	59
ARTIGO 5. RISCOS GEOLÓGICO-GEOMORFOLÓGICOS: REVISÃO CONCEITUAL.....	70
ARTIGO 6. URBANIZATION AND ACCELERATION THE EROSION PROCESS IN SANTA MARIA CITY – RS – BRASIL.....	87
ARTIGO 7. MAPEAMENTO DE ÁREAS DE RISCO GEOMORFOLÓGICO NAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS ARROIOS CANCELA E SANGA DO HOSPITAL, SANTA MARIA-RS.....	96
ARTIGO 8. ÁREAS DE RISCO GEOMORFOLÓGICO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO PASSO DA AREIA, SANTA MARIA / RS.....	111
ARTIGO 9. ESPAÇO URBANO: RELAÇÃO COM OS ACIDENTES E DESASTRES NATURAIS NO BRASIL.....	125
ARTIGO 10. HIERARQUIZAÇÃO DAS MORADIAS COM RISCO GEOMORFOLÓGICO ASSOCIADO AO ARROIO CADENA – SANTA MARIA, RS: ESTUDO DE CASO NAS VILAS OLIVEIRA, LÍDIA E URLÂNDIA.....	138
ARTIGO 11. ÁREAS DE RISCO: O CASO DA VILA BILIBIO.....	157
ARTIGO 12. ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DAS OCORRÊNCIAS DE INUNDAÇÕES E MOVIMENTOS DE MASSA NO MUNICÍPIO DE CAXIAS DO SUL, RS.....	175
ARTIGO 13. ENCHENTES DO RIO URUGUAI NO RIO GRANDE DO SUL ENTRE 1980 E 2005: UMA ANÁLISE GEOGRÁFICA.....	189
ARTIGO 14. CONTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA PARA O ESTUDO DAS INUNDAÇÕES NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO TAQUARI-ANTAS, RS.....	212

ESTUDO DOS RISCOS GEOLÓGICOS NA REGIÃO DO MUNICÍPIO DE SANTA MARIA: O CASO DA VILA BILIBIU

Luis Eduardo de Souza Robaina; Marcos Geovane Berger; Edgardo Ramos Medeiros

DOI: <https://doi.org/10.5902/2179460X27117>

RESUMO: O adensamento da população urbana, com segregação sócio-espacial em suas mais diversas manifestações na ocupação e uso do espaço natural, associado a uma exploração intensiva do meio ambiente e da especulação imobiliária, determina a ocupação por moradias em locais impróprios pelas camadas sociais menos favorecidas. O município de Santa Maria não foge dessa conjuntura, sendo que a Vila Bilibiu é um local onde se intensificam os conflitos entre o homem e a natureza. Nessa região, ocorrem processos de escorregamento de solo e rolamento de blocos de rocha nas áreas mais íngremes; nas áreas mais próximas ao arroio Vacacaí-Mirim, o evento mais importante é a inundação. Além disso, o acúmulo de lixo em locais impróprios e a falta de esgotamento pluvial e cloacal são fontes de disseminação de animais nocivos e doenças.

ABSTRACT: The density of urban population with socio-spatial segregation in its most different manifestations on the use and occupation of the natural space, associated to an intensive exploitation of the environment and of the real estate speculation, determines the occupation of inadequate place dwellings by the less favoured social layers. Santa Maria city doesn't escape from this juncture, with Bilibiu village as the place where man and nature conflicts are intensified. In this region earthflows and debris flows occur on the steep areas; on the Vacacaí-Mirim river brook nearest areas the most important event is the flood. Besides this fact, the garbage accumulation in inadequate places and the pluvial and the sewer wastewater treatment are diseases and harmful animals dissemination sources.

INTRODUÇÃO

A presença do homem, ocupando o espaço e transformando-o nas suas constantes relações com o meio ambiente, vem provocando profundas mudanças nas características originais do meio onde vive, distanciando-se cada vez mais da natureza.

Ao construir seu espaço, o ser humano torna-o adequado às suas necessidades. Os constantes e sucessivos avanços tecnológicos incentivam e permitem o surgimento de concentrações populacionais, na maioria das vezes, expropriadas do campo. Esses aglomerados, ao ampliarem-se, geram relações mais intensas e complexas, constituindo as cidades.

A partir da década de 50 e mais acentuadamente na década de 70, o Brasil passou a organizar sua produção social a partir de um modelo urbano-industrial. Segundo Milton Santos (1993, p29):

Entre 1940 e 1980, dá-se verdadeira inversão quanto ao lugar de residência da população brasileira. Há meio século atrás (1940), a taxa de urbanização era de 26,35%, em 1980 alcança 68,86%. Nesses quarenta anos triplica a população total do Brasil, ao passo que a população urbana se multiplica por sete vezes e meio. Hoje a população urbana brasileira passa dos 77%, ficando quase igual à

população total de 1980.

Esse intenso e desordenado crescimento urbano está refletido nas formas disparatadas de organização das áreas ocupadas e os vazios urbanos das cidades. A expansão das cidades foi controlada e incentivada pela especulação fundiária e imobiliária, que ampliou o processo de periferização. Os locais mais nobres foram ocupados pelas populações de maior poder aquisitivo e com melhores condições socioculturais, enquanto a população de menor poder econômico ficou à margem do centro urbano, necessitando ocupar áreas mais baratas, longe do aglomerado urbano ou localizando-se em áreas de encostas e nas margens de arroios, cuja ocupação ocorre, na maioria das vezes, de forma ilegal e clandestina.

As moradias foram implantadas nas periferias das cidades, o que foi determinado pelos preços mais acessíveis dos terrenos. Os distritos industriais e as casas populares ficaram em áreas previamente determinadas, diferenciando, exponencialmente, as atividades e a estruturação de classes. Surge, então, a organização interna das cidades, caracterizadas pela carência de infraestrutura, bem como pelos interesses políticos e econômicos. Isso, conforme Milton Santos (*op.cit.*), representa:

(...) a urbanização corporativa, isto é, empreendida sob o comando dos interesses das grandes firmas, constitui um receptáculo das conseqüências¹ de uma expansão capitalista devorante dos recursos públicos, uma vez que estes são orientados para os investimentos econômicos, em detrimento dos gastos sociais.

Essa forma de crescimento do espaço urbano, com segregação socioespacial e grandes vazios urbanos, faz surgir os fenômenos de difusão de moradias irregulares, deterioração dos recursos naturais e instalação de áreas de risco geológico.

Santa Maria, cidade localizada no centro do estado do Rio Grande do Sul, teve sua expansão dentro desse contexto, resultando em ocupações irregulares e o estabelecimento de regiões com grande possibilidade de desenvolvimento de processos de risco geológico.

¹ Mantida ortografia original. Pela reforma ortográfica não utiliza-se mais trema.

HISTÓRICO DA FORMAÇÃO DO MUNICÍPIO DE SANTA MARIA

No ano de 1784, houve a efetiva ocupação do local onde hoje está instalada a cidade de Santa Maria, pela Comissão Demarcadora dos limites de terras entre Portugal e Espanha, visando à fixação de fronteiras.

O núcleo desse povoamento (acampamento) era formado por estancieiros, indígenas, peões e paulistas, o que deu início ao povoado de Santa Maria. (ZILLMER,1991, *apud* LIMA,1994)

Em 1819, foi criado o Curato de Santa Maria, assumindo a categoria de Distrito Administrativo da Vila Nova de São João da Cachoeira e contando, até então, com aproximadamente dois mil habitantes. (BERNARDES, 1985, *apud* LIMA,1994). Logo, em 1830, chega a Santa Maria o Batalhão de Estrangeiros de soldados alemães, reforçando, assim, a ocupação da área. Com a chegada das famílias militares, ocorre um novo impulso e incremento da população, desenvolvendo o comércio e a agricultura, bem como marcando o início da imigração germânica no local. A partir dessa realidade, o comércio e a atividade pastoril ganham melhor representação e prosperidade, favorecidos pela posição geográfica centralizada, facilitando as relações comerciais com outros centros instalados na fronteira.

Em 1857, Santa Maria assume a categoria de Vila e logo se instala a Primeira Câmara Municipal de Santa Maria. Já no ano de 1878, por tal desenvolvimento atingido, passa à categoria de cidade e com destaque ao centro ferroviário a partir de 1885. No final do século XIX, a chegada de imigrantes italianos e poloneses incrementou a população da região. Antes do término do século, Santa Maria já possuía dez mil habitantes.

O estabelecimento de Santa Maria como eixo ferroviário marca o seu desenvolvimento, associado à atividade agrícola, pastoril e transações comerciais, ampliando-se pelo avanço das rodovias anos mais tarde.

Santa Maria insere-se no contexto brasileiro a partir de 1940, pelo processo de urbanização acelerado, decorrente da transferência do homem rural para a cidade.

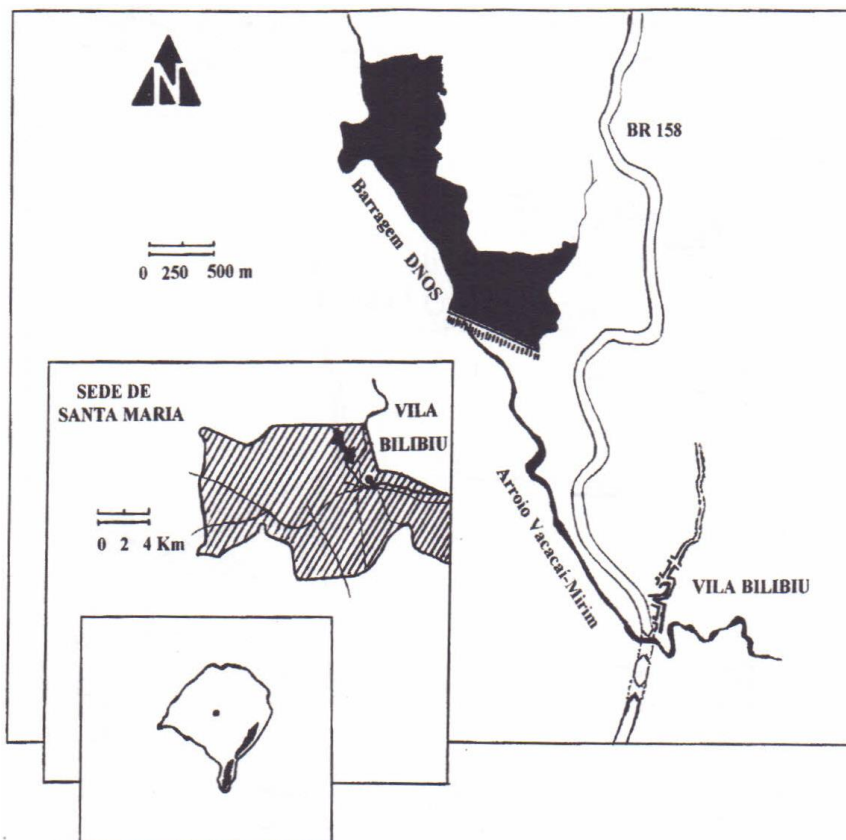
A cidade apresenta-se como polo de atração para as cidades vizinhas, em função de estar localizada no centro geográfico do estado, contar com uma Cidade Universitária, várias unidades militares e ter uma economia basicamente de caráter terciário, especialmente nos setores comercial e educacional.

Essas condições proporcionaram um fluxo migratório, exercendo, assim, uma pressão para a expansão urbana. Das regiões de periferia ocupadas na cidade de Santa Maria, a área localizada pela comunidade da chamada Vila Bilibiu é uma das que estão sujeitas a sérios riscos geológicos. Por esse motivo, foi escolhida para estudo nesse primeiro momento. A Vila Bilibiu está localizada na encosta do Planalto Sul-Brasileiro, junto à rodovia federal BR-158, definida pelas coordenadas geográficas: Latitude Sul 29° 41' 10" e Longitude Oeste 53° 46' 13"(figura 01).

A FORMAÇÃO DA VILA BILIBIU

No final da década de 50 e início da de 60, forma-se, em Santa Maria, através da iniciativa privada, uma comunidade chamada Vila Bilibiu, objetivando a valorização daquele espaço. Sendo assim, os proprietários de parte daquelas terras, o Sr. Angelo M. Bilibiu, Domingos E. Bilibiu e Otacílio G. Bilibiu, decidem transformar a área em loteamento (DEPRÁ, 1990, *apud* LIMA, 1994).

Figura 01 – Mapa de Localização



A ocupação da área na vila está intimamente associada com a construção da barragem no arroio Vacacaí-Mirim, que se destinou a atender as necessidades de abastecimento de água para as indústrias, com a formação do distrito industrial de Santa Maria em Camobi, hoje localizado em outra área do município. O destino dado à barragem, atualmente, corresponde a uma área de lazer, com a prática de esportes náuticos no Parque Náutico do Clube Comercial de Santa Maria. Somente em épocas de estiagens prolongadas, quando as outras duas barragens do município não são suficientes para garantir o consumo d'água, a barragem Vacacaí-Mirim é solicitada para abastecimento. Os primeiros moradores da Bilibiu foram os próprios trabalhadores da obra da barragem. Esses trabalhadores eram, em geral, pobres e já moravam em outras áreas periféricas da cidade.

A região que ocupa a Vila Bilibiu serviu como área de empréstimo de material para a construção da barragem. Após a retirada desse material, através de um acordo com os proprietários da área, a empresa "preparou" o local para o desenvolvimento do loteamento. A Vila desenvolveu-se na encosta, com a porção superior sendo aplainada e o material de rejeito (não utilizado na obra) foi colocado junto à encosta. Essa área foi dividida em lotes vendidos à população.

Na porção inferior da Vila, a população instalou-se próximo ao arroio Vacacaí-Mirim. Após a construção da barragem ocorreu uma grande diminuição da vazão do arroio a jusante desta, retraindo consideravelmente a área inundável, o que favoreceu a expansão da ocupação na área.

CARACTERÍSTICAS DA OCUPAÇÃO E CONDIÇÕES DE INFRAESTRUTURA

As características com relação à infraestrutura e equipamentos urbanos da Vila foram estudadas por Lima (1994). Os dados desse trabalho e as observações de campo realizadas permitiram concluir que a Vila é formada por trabalhadores na maioria com apenas instrução primária e com renda entre 1 (um) e 3 (três) salários-mínimos. A água consumida na Vila é da CORSAN (Companhia Riograndense de Água e Saneamento), captada através de poço artesiano, abastecendo todas as moradias. A maioria das residências possui

ligação de luz direta com a CEEE (Companhia Estadual de Energia Elétrica). O restante possui ligação aproveitada de outra moradia, constituindo-se em um sério risco, muitas vezes, pela qualidade do material utilizado e pela falta de adequação técnica. A coleta de lixo tem grandes problemas, pois é somente recolhido na Vila. Isso resulta na ocorrência de acúmulo de lixo em vários terrenos vagos, favorecendo o desenvolvimento de animais nocivos, como insetos e ratos. O esgoto doméstico é outro problema grave enfrentado pelos moradores. A água servida e até mesmo o esgoto cloacal, em muitos casos, são jogados diretamente no terreno, escorrendo a céu aberto, morro abaixo, constituindo-se em sério risco ambiental.

FEIÇÕES DO MEIO FÍSICO

A área de estudo está situada junto ao Rebordo do Planalto Sul-Brasileiro, entre o arroio Vacacaí-Mirim e a subida do Planalto. Está sobre rochas vulcânicas na parte superior da vila e rochas areníticas com intercalação silto-argilosa em direção à porção inferior da vila. A região mais baixa da vila está colocada sobre sequências sedimentares recentes, associadas à própria deposição do arroio Vacacaí-Mirim, cujas águas escoam para leste, desaguando na bacia hidrográfica do rio Jacuí.

Segundo mapeamento geotécnico da ocupação urbana de Santa Maria (MACIEL FILHO, 1990), a região está incluída na região de áreas não adequadas para urbanização, por apresentar declividades acentuadas, acima de 30%. A ocupação nessa área fica restrita a acompanhamento técnico na escolha do local para fixação das moradias, estendendo-se também às margens de arroios, proibidas para a ocupação.

Na região central do estado do Rio Grande do Sul, segundo o Departamento Nacional de Meteorologia e do IPAGRO (Instituto de Pesquisas Agronômicas da Secretaria e Abastecimento do Rio Grande do Sul), as médias pluviométricas oscilam entre 1.300 e 1.800 mm anuais, mas é durante os meses de inverno que se registram os maiores índices pluviométricos. A incidência de chuvas torrenciais ocorre nos meses de primavera e outono, quando possibilitam problemas de instabilidade na região, tanto na encosta, com processos erosivos, quanto junto ao arroio Vacacaí-Mirim, com a elevação do nível das águas. A concentração de floresta na Depressão Central do Rio Grande do Sul restringe-

se, praticamente, a locais de difícil acesso, nas áreas de encosta junto ao Rebordo do Planalto Sul-Brasileiro, devido ao desmatamento, em decorrência da expansão da área agrícola e das explorações das madeireiras que extraem madeiras nobres. A concepção das espécies florísticas da dinâmica vegetal do Sul do Brasil, sob as variações climáticas do Quaternário amplia-se em várias espécies, que trazem características climáticas influenciados por essa Era geológica (KLEIN 1975,1994 b, *apud* SCHIMIDT et ai 1993, p.163). Os remanescentes da mata nativa da região fazem parte da floresta Subtropical da Encosta da Serra Geral (MARCHIORI 1991, *apud* SCHIMIDT et ai, 1993). Entre as espécies mais comuns, estão angico (*Parapiptadenia rígida*), canela-de-veado (*Helietta longifoliata*), figueira do mato (*Ficus enormis*), açoita-cavalo (*Luechea divaricata*), camboata- vermelho (*Cupania vernalis*), cedro (*Cedrela fissilis*), cangerana (*Cambralea oblongifoliola*), timbaúva (*Enterolobium timbaúva*), guajuvira (*Patagonala americana*), várias espécies de canelas (*Ocotea* e *nectandra*), que, entre muitas outras, compõem a paisagem local.

A Floresta Latifoliada Sul-brasileira é uma irradiação da Hileia Amazônica e Floresta Atlântica, que demonstra uma seleção de espécies através de condições climáticas adversas, proporcionais ao aumento da latitude (RAMBO 1951, *apud* SCHIMIDT et ai, 1993).

No estado do Rio Grande do Sul, ocorrem três grandes grupos de formações florestais, que são a Floresta Ombrófila Densa, a Floresta Ombrófila Mista e a Floresta Estacionai (TABARELLI, 1992).

A região compreendida pelo loteamento da Vila Bilibiu, como também em praticamente todo o rebordo da Serra Geral, comporta a Floresta Estacionai, que é uma síntese das principais formações florestais do estado. Sua descaracterização é consequência da excessiva ação predatória do homem. Esse descaso com o ambiente natural gera uma preocupação constante em relação à continuidade dessas áreas verdes, uma vez que a tolerância que o meio possui de regenerar-se é limitada e depende das ações conjuntas de todos os seres vivos que compõem a área da floresta, como descreve Tabarelli (op cit, p 268) a respeito da Floresta Decidual Baixo Montana em Santa Maria:

Do ponto de vista ecológico, a maioria de suas espécies (56%), apresenta síndrome de dispersão por animais, sendo que as espécies

com síndrome de anemocona e autocória estão principalmente entre o grupo das pioneiras e secundárias iniciais.

Essa porcentagem bastante equilibrada, em que a zoocória, ou seja, a participação de animais na dispersão é de fundamental importância, como também aquelas formas de ordem natural, como a dispersão pelo vento, água etc., são de participação indispensável para manutenção das florestas. Significa dizer que as alterações provocadas pelo homem no seu dia a dia sobre o meio, como foi observado na Vila Bilibiu em que existe a retirada de cipó, material empregado na confecção de cestas e balaios, como modo de subsistência, influencia na regularidade de manutenção do ciclo natural de reflorestamento e, conseqüentemente, na manutenção da vida silvestre, destruindo o ecossistema existente.

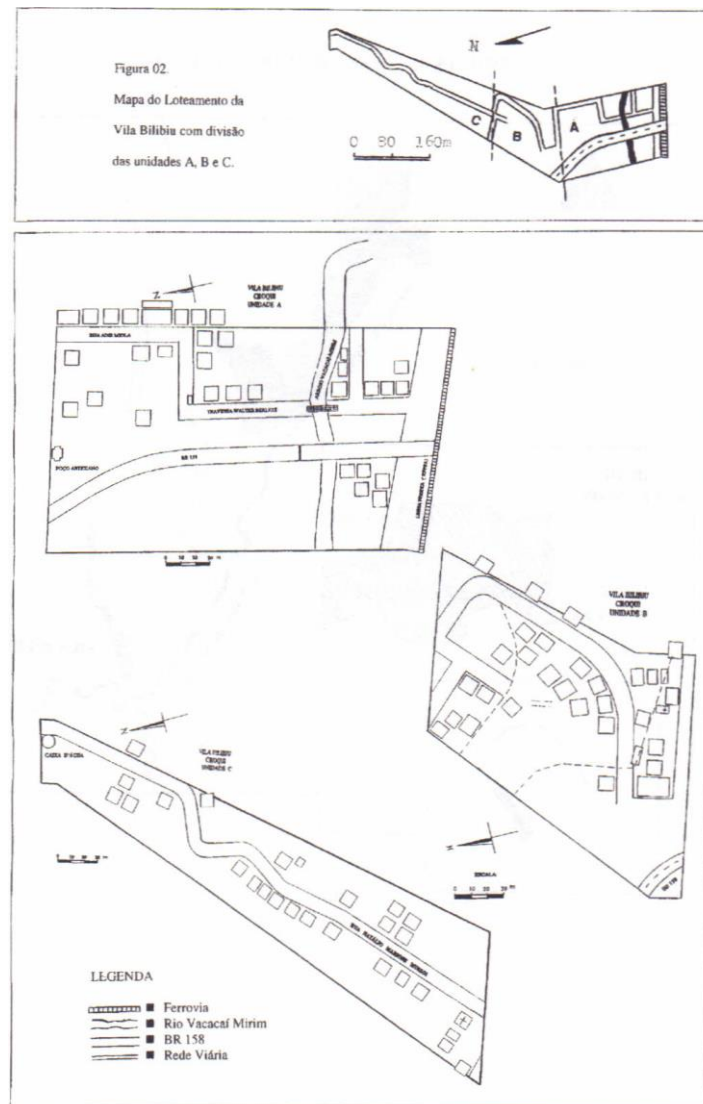
A Floresta Decidual Baixo-Montana, uma entre as unidades fitofisionômicas que compõem a Floresta Estacionai no município de Santa Maria, é formada por 23 espécies pioneiras (catalogadas), que são aquelas que necessitam de grande luminosidade solar para desenvolverem-se e reproduzir; 42 secundárias iniciais, classificadas como aquelas mais tolerantes ao sombreamento, se comparadas às espécies pioneiras, porém incapazes de desenvolverem-se sob o dossel da floresta; e 14 espécies de sub-bosque, as quais conseguem desenvolver-se sob o dossel da florestamadura, basicamente à sombra (TABARELLI, 1992).

CARACTERIZAÇÃO DA OCUPAÇÃO E RISCOS GEOLÓGICOS ASSOCIADOS

Os processos de risco geológico apresentam-se independentes, desencadeados frente às características fisiográficas da região. Desse modo, optou-se por desmembrar em unidades, distinguidas pelas características morfológicas, a fim de serem estudadas separadas e maneira mais aprofundada, garantindo, assim, um melhor posicionamento quanto ao diagnóstico dos problemas encontrados, muito embora o agente indutor do desencadeamento dos processos de risco seja o mesmo, o ser humano, nas suas mais diversas formas de uso e ocupação do meio natural. O loteamento da Vila Bilibiu foi dividido em três compartimentos ou unidades, conforme

apresentado na figura 2. Essas unidades são consideradas restritas à área do trabalho e foram apresentadas como: Unidade A, que compreende a porção mais baixa da Vila e está situada na Depressão Periférica e planície de inundação do Vacacaí-Mirim, estando sujeita a enchentes/inundações; Unidade B, representada pela parte íngreme, onde ocorrem problemas relativos a movimentos gravitacionais de massa e rolamentos de blocos de rochas; Unidade C, localizada numa parte plana e mais elevada da Vila, numa porção de menor risco geológico. Essa divisão possibilitou um melhor estudo e caracterização das áreas ocupadas, evitando, assim, uma generalização dos problemas, os quais são individuais e restritos a cada Unidade.

Figura 02 – Mapa do loteamento da Vila Bilibiu



Analisando os diferentes tipos de processos geológicos na área, constatou-se que os movimentos gravitacionais de massa estão representados por pequenos escorregamentos, que representam movimentos de solo ou solo e rocha e rolamentos de blocos. Os processos de transporte de massa caracterizam-se por ter, como principal desencadeador, as águas pluviais, associadas com as servidas lançadas diretamente no terreno. Quanto às enchentes/inundações, são processos que acontecem esporadicamente nas áreas que margeiam o arroio.

UNIDADE A:

A unidade A está situada na porção mais baixa da área da Vila Bilibiu, conforme croqui do loteamento (fig. 2).

Nessa divisão, grande parte das moradias margeiam o arroio Vacacaí-Mirim. Possui várias casas, muitas em condições precárias em relação aos materiais utilizados para construção, caracterizando as próprias condições socioeconômicas dos moradores. Nessa zona, atualmente não há registro de inundações sérias, devido à construção da barragem do DNOS (Departamento Nacional Obras e Saneamento) a montante. O extravasamento das águas atinge poucas casas, que se localizam mais próximas do canal do arroio, constituindo uma área de instabilidade, favorecido, principalmente, pela contribuição do próprio homem que degrada o ambiente, colocando em condições de risco a comunidade.

As áreas inundáveis que se apresentam planas são aparentemente ideais para construção das residências. Desse modo, é comum a escolha desses locais para estabelecer as moradias. Na região, a construção da barragem diminuiu consideravelmente a vazão, baixando muito o volume de escoamento das águas, possibilitando a ocupação marginal do arroio, onde antes não era possível. Entretanto, constatou-se que o aumento de moradias nas margens do arroio constitui um sério risco. A distância que separa a drenagem das casas mais próximas, em alguns casos, não ultrapassa cinco metros. O desnível entre ambos eleva-se em apenas um metro de altura. Desse modo, a possibilidade de a água atingir as residências é uma constante. Nas fotografias de 1 a 3, são apresentados os principais problemas do local.

Um dos problemas refere-se à grande retirada da vegetação nativa, para

ser utilizada como lenha. Das poucas espécies encontradas, algumas não são nativas, como é o caso do Eucalipto. Esse descaso com a vegetação tem efeito cumulativo na instabilização da área.

Outra situação de forte degradação é a utilização da drenagem para o lançamento do lixo pelos moradores locais, que, associado aos detritos de montante, acumulam-se nas margens e no leito.

O lançamento cloacal à água servida diretamente no leito do arroio e o grande lançamento e acúmulo de lixo sobre o local, caracterizam a "morte" do arroio e originam um foco de doenças transmissíveis. A fotografia 2 mostra o arroio Vacacaí-Mirim numa posição longitudinal, com acúmulo de lixo e sedimentos, mostrando também profunda retirada da vegetação ciliar. Na fotografia 3, ao fundo, observa-se a mudança de direção do curso d'água, com uma curva para a direita, que provoca o retardamento do fluxo, quando das épocas de cheias, agravando ainda mais as condições de instabilidade da área.

Os processos de acúmulo de lixo e sedimentos no leito, a urbanização que cresce periféricamente, ocupando áreas que deveriam ser de preservação permanente e as impermeabilizações do solo pelas construções de casas, ruas, calçadas etc. acabam por incrementar o escoamento superficial, dificultando a infiltração e acarretando um aumento da possibilidade de inundação.

Outro processo de risco potencial com a ocupação de margens por moradias e a retirada da vegetação ribeirinha é a erosão e o desmoronamento das margens.

UNIDADE B:

A unidade B está representada na porção central da vila. Os riscos geológicos mais característicos são erosões ocasionadas pelo escoamento superficial das águas, tanto servida quanto pluvial e que, muitas vezes, acabam por evoluir para pequenos e grandes escorregamentos. A concentração populacional atinge um número aproximado de 30 casas, construídas sem definição clara dos lotes, confirmando uma ausência de organização nas construções. São localizadas em diferentes níveis (cotas) no terreno e, em alguns casos, localizam-se muito próximas umas das outras do barranco de corte, como pode-se observar na fotografia 4. Em várias delas, constatou-se cicatrizes de escorregamentos e manifestações de processos erosivos, sendo

que, em alguns casos, esses processos ainda se encontram em atividade, com grande possibilidade de evolução e de provocarem sérios danos ou total destruição das moradias.

A fotografia 5 mostra, com nitidez, os efeitos causados pelo escoamento superficial das águas servidas e pluvial. A ravina aí localizada mostra um talude fortemente inclinado, onde está sendo depositado lixo, o que eleva as potencialidades de risco e de deterioração do ambiente. Nessa mesma fotografia, aparecem algumas pessoas trabalhando na confecção de cestas e balaios, uma atividade informal, muito utilizada como um modo de sobrevivência de alguns moradores. Esse fato marca a exploração vegetal na Vila.

A transição da base do talude para a porção mais elevada do topo, caracteriza-se por uma forte inclinação da encosta constituída de solo inconsolidado e presença de blocos de rocha imersos e em superfície, (fotografias 6 e 7). São blocos de aproximadamente 2 (dois) e 5 (cinco) metros de diâmetro, praticamente soltos sobre o solo bastante inclinado, constituindo-se em um risco iminente de rolamento e destruição da moradia próxima à base do talude.

As moradias despejando água diretamente no meio provocam pequenas erosões, que, progressivamente, evoluem intensificadas pela exposição do solo com pouca cobertura vegetal (fotografia 8) O problema da água servida é incrementado pelas casas no nível superior da encosta. Seu escoamento e percolação no terreno podem levar ao saturamento do solo e, neste caso, é grande a possibilidade de escorregamento.

A dinâmica da encosta caracteriza-se por escorregamentos induzidos, que atingem limites laterais e profundidades definidos. O material de aterro que cobre a área não apresenta coesão suficiente para garantir a estabilidade da inclinação, estando normalmente associada às profundas intervenções antrópicas no meio, como a retirada da vegetação que propicia o reforço mecânico (raízes) e redistribuição das águas da chuva. Pelo desnível acentuado da encosta, é comum a realização de cortes no terreno para construção das moradias, modificando o equilíbrio do talude pela tolerância intrínseca do solo ao acúmulo de água escoada e infiltrada, seja pluvial ou da concentração da água servida. Aparece ali uma residência em que o talude de corte apresenta uma inclinação de 52 graus, a casa é de

alvenaria e está em bom estado de conservação (fotografias 9 e 10). Ela está situada sobre a Formação Botucatú, muito alterado e friável, com inclinação subvertical. Verifica-se a presença de aterro sobre a rocha arenítica. A residência no canto direito, dista em apenas 1,10 metro do talude de corte e o banheiro, na outra extremidade, a apenas 0,30 metro. No plano principal, pode-se verificar a existência de cicatriz de escorregamento, que evidencia a instabilidade do terreno.

Outro elemento, que aumenta ainda mais a instabilidade da encosta, é o constante lançamento de lixo, sendo este um material poroso, facilmente saturável pela água, aumentando rapidamente seu peso e favorecendo o escorregamento. Na fotografia 11, verifica-se um depósito irregular de lixo, resultado do lançamento das pessoas que trafegam pela via. A presença da moradia no local não intimida essa atitude desrespeitosa. A prática de queimadas do lixo constitui-se num perigo de incêndio para as moradias e a mata próxima. Trata-se de uma atitude comum realizada pela população, para se "livrar" do lixo; segundo Lima (1994), 44% da comunidade da Bilibiu dá esse destino ao lixo produzido. A presença de crianças brincando entre o amontoado de detritos sólidos é um fator agravante, dado o risco de contaminação com doenças.

Nas fotografias 12 e 13, observa-se a influência negativa dos processos erosivos, atuando constantemente sobre o solo arenítico inconsolidado e facilmente transportável. Para construção da moradia foi realizado corte para nivelamento do terreno e a retirada da vegetação nativa. Constata-se, nos pilares que dão sustentação à casa, inclinações que comprometem sua estrutura. Trata-se de uma residência de madeira, em situação precária de conservação.

A existência, no local, de lixo acumulado na encosta, lançamento de água de uso doméstico diretamente no terreno, provocando erosão e escorregamentos localizados, a possibilidade de queda e rolamento de blocos, tornando essa área de elevado risco de acidentes.

UNIDADE C:

Na unidade C, a superfície do terreno apresenta-se plana, onde ocorreu a retirada de material (solo), quando da construção da barragem do

DNOS, no arroio Vacacaí-Mirim, próximo a suas nascentes. Nesse local, observa-se que os lotes possuem uma configuração mais regular, sendo baixa a possibilidade de acontecerem acidentes geológicos. As intervenções somente são constatadas, numa casa em que foi realizado corte e aterro com a construção de um muro de arrimo de pedras imbricadas para o nivelamento do terreno.

A vegetação predominante é de gramínea enquanto a arbustiva é bastante rala, em vista do excessivo desmatamento. Aparecem, também, espécies frutíferas plantadas.

Nesse patamar, inexistente rede de esgoto comunitário; ele é feito por caixas coletoras construídas pelos próprios moradores. Porém, observa-se o lançamento de água servida diretamente no terreno. As águas correm livremente na rede viária, favorecendo a ação erosiva, indo diretamente para a área da encosta na Unidade B, como mostram as fotografias 14 e 15.

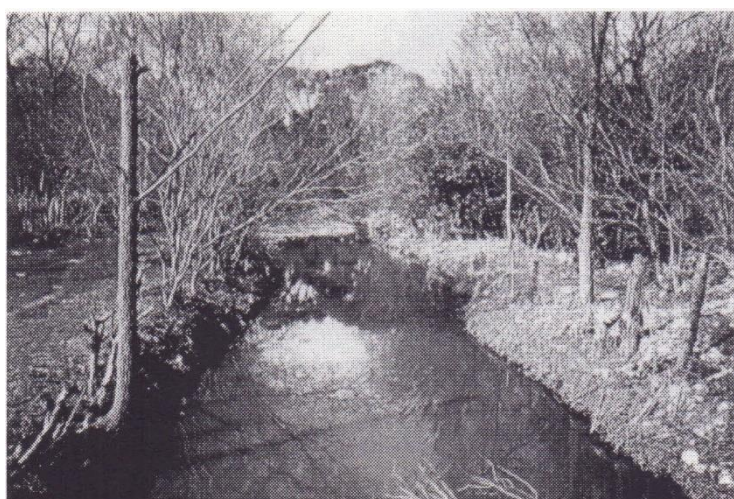
As casas estão distribuídas ao longo dessa unidade, paralelas à estrada principal de acesso ao interior da Vila. Na maioria, são simples, algumas de alvenaria e outras de madeira e em bom estado de conservação. O abastecimento de água potável é fornecido pela construção de um poço artesiano na base do talude, remetendo água para uma caixa localizada no final desta Unidade.

Um dos principais problemas na unidade refere-se à total falta de coleta de lixo, cujo destino é incerto, muitas vezes, é queimado, outras é lançado no meio ou enterrado. O caminhão da prefeitura faz irregularmente a coleta na parte inferior da Vila.

Existem também muitos terrenos sem ocupação e que não apresentam problemas referentes a processos geológicos/geotécnicos. A unidade é cortada por uma pequena drenagem, ocupada por moradias em suas margens; constituindo um pequeno banhado com represamento do escoamento e formação de um lago pouco extenso. As variações altimétricas são pequenas, estando numa altitude ao redor dos 240 metros de altitude, é uma superfície arrasada pela escavação e fornecimento de material de aterro, apresentando vários blocos de rocha na superfície do terreno.



Fotografia 01 - Ocupação com moradias na margem da drenagem



Fotografia 02 - Desmatamento das margens



Fotografia 03 - Assoreamento da drenagem com sedimentos e lixo



Fotografia 04 - Características da ocupação



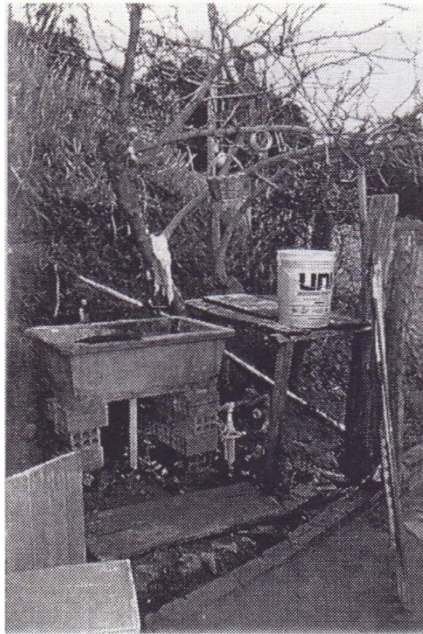
Fotografia 05 - Sulcos erosivos com deposição de lixo



Fotografia 06



Fotografias 07 - Blocos e matações na superfície do solo com risco de queda e rolamento



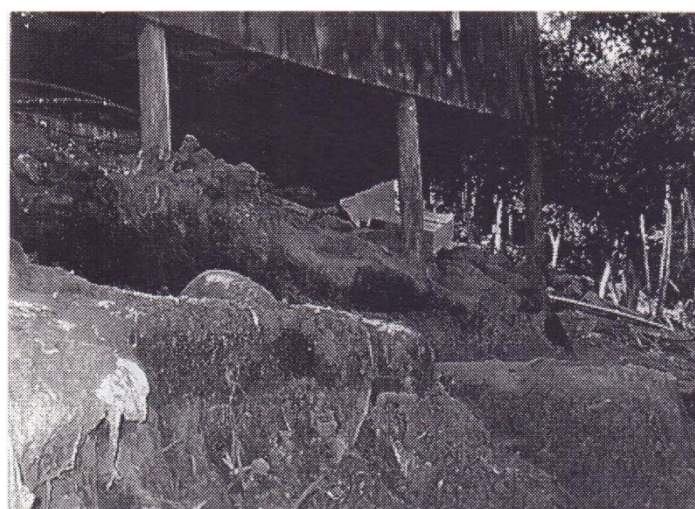
Fotografia 08 - Águas servidas diretamente no terreno



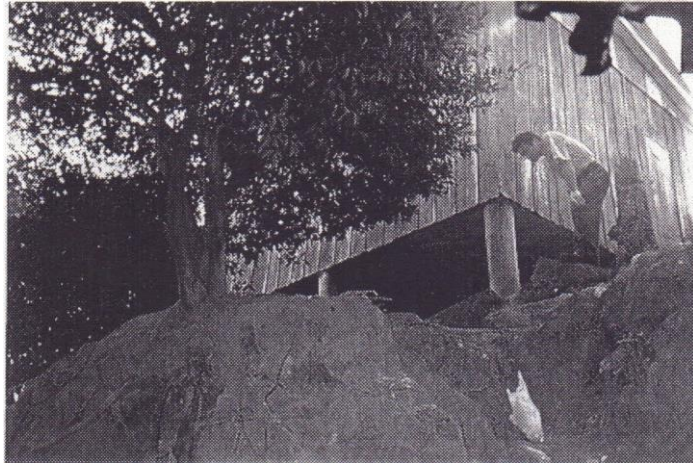
Fotografia 09 e 10 - Cicatriz de escorregamento



Fotografia 11 - Deposição de lixo na encosta



Fotografia 12 - Ação erosiva na base da moradia



Fotografias 13 - Ação erosiva colocando em risco a estrutura da moradia



Fotografia 14 - Sulco erosivo provocado pelas águas servidas lançadas diretamente ao meio



Fotografia 15 - Água pluvial escoando na via pública

CONCLUSÃO

O aparecimento de áreas de risco geológico caracteriza-se por assentamentos espontâneos, na maioria, com ausência de critérios técnicos na fixação de moradias, estando quase sempre associadas às pressões socioeconômicas impostas pelo sistema econômico capitalista, bem como às explorações imobiliárias e fundiárias resultantes. Determinam, portanto, a espoliação e degradação do ambiente natural, frente às atividades de uso e ocupação do solo urbano pelas camadas da população menos favorecida cultural e economicamente, em que o adensamento intensifica a possibilidade de instalação de processos de risco geológico nos locais indevidamente ocupados.

O levantamento realizado mostra que a ocupação deu-se sem acompanhamento técnico e fiscalização na construção das moradias. A primeira medida de estabilização da área frente aos riscos seria o congelamento da ocupação, especialmente na região de encosta, seguido pela zona de inundação junto ao arroio Vacacaí-Mirim, ou seja, impedir novas construções nesses locais. Isso reduziria o número de moradias que necessitam de reassentamento. A regularização jurídica da posse dos terrenos é condição primeira ao resgate da cidadania, necessidade básica para qualquer reivindicação de ordem pública e é possível já que o loteamento foi aprovado.

Outra importante consideração refere-se à exploração vegetal na Vila. O constante desmatamento junto às moradias e as frequentes retiradas de cipó na mata pelos moradores, que vão influenciando lentamente para o desequilíbrio florestal, como também sobre a fauna local, na maioria pássaros. O florestamento junto às margens do Vacacaí-Mirim e na encosta é uma medida bastante acessível, usando de preferência espécies nativas, previamente estudadas e adequadas às condições fisiográficas das respectivas Unidades analisadas neste trabalho.

A respeito da recuperação do arroio Vacacaí-Mirim, a retirada do lixo depositado no canal e nas margens; a dragagem no leito e a regularização do canal, evitando a mudança de direção do arroio a jusante, no limite do loteamento, facilitaria o fluxo, aumentando o escoamento e, portanto, com diminuição na deposição de sedimentos e lixo que causam seu represamento.

Essas atitudes viriam a sanar os principais problemas referentes a riscos geológicos, recuperando a estabilidade da Vila Bilibiu, busca iminente dessa comunidade.

Os reassentamentos necessários, principalmente na unidade B, devem procurar preservar as populações mais próximas possíveis do local. Sugere-se uma avaliação dos custos de infraestrutura necessários para estabelecimento na Unidade C.

É de fundamental importância a conscientização quanto ao atual destino do lixo. A reivindicação junto a órgãos públicos para solucionar o problema de coleta, além da recuperação dos locais usados para depósito clandestino, deve ser uma medida urgente. A comunidade deve participar, contribuindo para a retirada do lixo e/ou para fiscalização das atividades

Estas atitudes são respostas importantes para integração e continuação das possibilidades de resolver as questões. Ademais, faz-se necessário um trabalho de educação desenvolvido junto à população buscando a integração.

BIBLIOGRAFIA:

LIMA, S.R.O. **Diagnose e Prognose da Vila Bilibiu Santa Maria, RS.** Opto. de Geociências, CCNE, UFSM, 1994, p.44. In.Trabalho de graduação B, CCNE, UFSM, Inédito.

MACIEL FILHO, C. L. **Carta de condicionantes à ocupação de Santa Maria - RS.** 1990. escala 1:25.000, ed.UFSM.

MACIEL FILHO, C. L. **Mapeamento Geotécnico Planejamento Da Ocupação Urbana De Santa Maria, RS.** Opto. de Geociências da Universidade Federal de Santa Maria, s.d.,1990. Escala 1:25.000. ed. UFSM.

MILTON SANTOS. **A Urbanização Brasileira.** Editora HUCITEC, São Paulo, 1993, pg.155.

SCHIMIDT, MARCUS V.C. et ai. Relações Histórico-Florísticas, Fitossociologia e Aspectos Ecológicos Do Alecrim (*Holocalyx balansae mich*) Em Floresta Primárias Na Região De Formigueiro -RS. **Ciência e Natura, SM, 15:** 161-183, Dpto de Ciências Florestais - CCR, UFSM, SM, RS, 1993.

TABARELL, I M.. Flora Arbórea Da Floresta Estacionai Baixo-Montana no Município de Santa Maria Rio Grande Do Sul, Brasil. In: **Anais do li Congresso Nacional sobre Essências Nativas**, 1992, pg.260-268.

USO DO SOLO E DINÂMICA DE CONFLITOS, NA BACIA DO RIO DOS SINOS - MUNICÍPIOS DE CAMPO BOM, NOVO HAMBURGO E SÃO LEOPOLDO, RS, BRASIL.

Luis Eduardo Robaina; Adriano Severo Figueiró e Sandro Sidnei Vargas de Cristo

DOI: <https://doi.org/10.5902/2179460X27023>

ABSTRACT: The regional occupation has its origin dating back to the start of German immigration. The European settlers that arrived from the state of RioGrande do Sul brought with them relatively more advance production techniques. Thus, there was rapid regional economic growth, based on agricultural products supplying Porto Alegre, the state's capital city. Capital accumulation in the region brought about industrialization which was also linked to the development of cattle raising activities due to abundance of labor power and related raw materials. Urban occupation was divided in three categories, according to their intensity: high, medium and low as determined by building patterns, urban equipment and available services non-urban areas are considered as being latent urban development grounds. Both the small farms used primarily for leisure activities and those with some agricultural and cattle raising activities seem to have little future.

RESUMO: A ocupação na região de estudo está associada à forma como se estruturou a imigração alemã no estado do Rio Grande do Sul (RS). Os europeus vindos para o Rio Grande do Sul possuíam técnicas de produção trazidas de sua origem, que proporcionaram o início à agricultura comercial. No período que sucedeu à chegada dos imigrantes, ocorreu um rápido crescimento econômico da região, baseado na atividade agrícola que abastecia a cidade de Porto Alegre. Isso originou um acúmulo de capital que propiciou o início das atividades industriais. O processo de industrialização esteve ligado ao desenvolvimento da agropecuária devido à existência de um mercado interno que dispunha de mão de obra e abundante matéria prima. O desenvolvimento das operações industriais e o consequente aprofundamento das relações capitalistas estabeleceram as bases de um modelo regional socialmente excludente e insustentável do ponto de vista ambiental, motivo pelo qual se intensifica a dinâmica dos conflitos no âmbito da área estudada. O principal objetivo foi delimitar as diferentes formas de uso do solo presentes na região, identificando-se os conflitos decorrentes delas, com especial interesse nas formas de ocupação do espaço urbano e suas consequências. Nas áreas de uso tipicamente urbano, foram identificados 3 (três) padrões de ocupação nitidamente diferenciados, definidos como alto, médio e baixo, conforme os indicadores estabelecidos (padrões de edificação, condições de infraestrutura e serviços disponíveis). As áreas que não cumprem funções tipicamente urbanas foram consideradas como reservas de valor possíveis de serem incorporadas pelo mercado imobiliário. As chácaras de lazer e as áreas voltadas à produção agropecuária parecem refletir uma situação transitória na região.

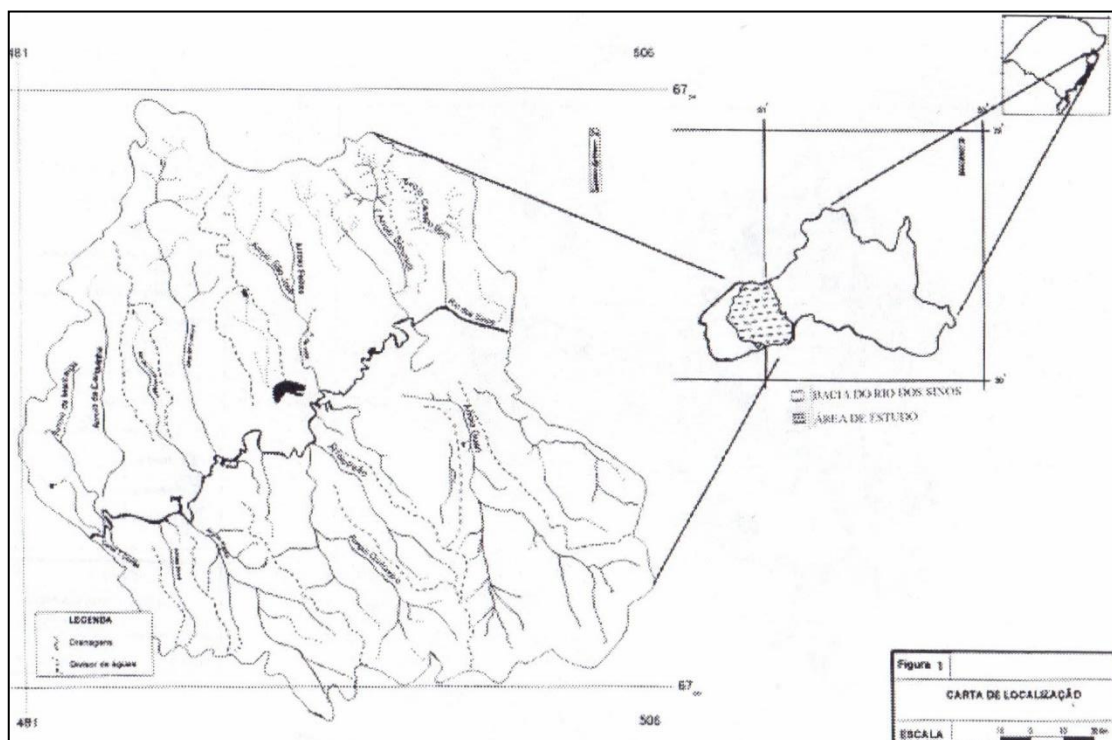
INTRODUÇÃO

O uso do solo é aqui entendido como as diversas formas de intervenção do homem no meio, visando atender às suas necessidades. O uso do solo é, dessa forma, um dos principais indicadores dos níveis de troca que se estabelecem nas relações sociedade/natureza, sendo que a sua análise é de vital importância para o entendimento da estrutura e da dinâmica ambiental de um espaço qualquer. O levantamento do uso do solo consiste no mapeamento e avaliação quantitativa e qualitativa de tudo que existe sobre a superfície do terreno. A análise do uso da terra é fundamental a fim que

se possa diagnosticar e planejar uma forma mais adequada e racional de ocupação do solo.

A área de estudo conta com 35.380,5 ha, representando uma das regiões do estado do Rio Grande do Sul (RS) com maior número de atividades industriais e com elevada ocupação urbana. Localizada no Vale do Rio dos Sinos, constitui a porção de terra sob influência do Rio dos Sinos, entre o arroio Campo Bom e o Canal João Corrêa. Está limitada geograficamente pelas coordenadas: 29°50' e 29°36' de latitude Sul e 51°12' e 50°57' de longitude Oeste, abrangendo parte dos municípios de Campo Bom, Novo Hamburgo e São Leopoldo (Figura 1).

Figura 1 – Mapa de localização



METODOLOGIA

Para o levantamento do uso e ocupação do solo, analisou-se a evolução histórica da ocupação e do processo de urbanização na região, através de estudos bibliográficos e pesquisa junto ao Museu Histórico Visconde de São Leopoldo e a Câmara Municipal de São Leopoldo. A identificação dos padrões e a elaboração da carta de uso e ocupação do solo foram desenvolvidas por meio de perfis de campo apoiados com GPS e reconhecimento aéreo feito com o apoio do Aeroclube de São Leopoldo. No detalhamento das áreas urbanas,

contou-se com a utilização de mapas municipais confeccionados pelas prefeituras (São Leopoldo, 1991 na escala 1: 10.000, Planta do Plano Diretor da Cidade de Campo Bom, 1994 na escala 1:10.000 e Novo Hamburgo, 1991 na escala 1: 15.000).

Para a realização do trabalho, foram identificadas três classes principais de uso do solo: áreas de campo com agricultura, mata e área urbana. Na categoria de "área urbana", a análise dos padrões de edificação, das condições de infraestrutura e dos serviços disponíveis, permitiu classificar as referidas áreas em 3 (três) padrões de ocupação: alto, médio e baixo padrão.

Posteriormente ao mapeamento das classes de uso do solo, passou-se à identificação dos agentes e relações que se estabelecem na dinâmica dos conflitos gerados pelas diferentes formas de ocupação do espaço.

DESENVOLVIMENTO URBANO/INDUSTRIAL DA REGIÃO

A rápida urbanização e crescimento das cidades, especialmente no último século, mudou a fisionomia da Terra mais do que qualquer outra atividade humana em toda a história.

No final do século XVIII, teve início a Revolução Industrial na Europa, fruto da grande acumulação de capitais por parte das metrópoles. Naquela época, a industrialização passou a ter influência no aumento das taxas de urbanização, gerando, por consequência, uma redefinição dos padrões espaciais então vigentes. Os países capitalistas e industrializados começaram a dominar a economia mundial. Essa incipiente indústria tinha, nas aglomerações urbanas, as condições necessárias ao seu desenvolvimento. O desenvolvimento das indústrias impulsionou o crescimento acelerado das cidades pela necessidade de concentração espacial da mão de obra, indispensável às fábricas e condição fundamental à reprodução do capital (OLIVEN, 1984).

Conforme Santos (1996), o capital encontra, no meio urbano, os elementos indispensáveis (força de trabalho) para sua ampliação e extração da mais-valia. A cidade, como área de concentração da força de trabalho, aparece como uma ilustração da espacialidade do capitalismo, em que uma pequena parcela da população apropria-se da maior parte da produção social, tornando-se dona dos meios de produção, ocupando áreas

privilegiadas da cidade. Em outra parte, significativa parcela da sociedade, reduzida à condição de classe assalariada, sujeita-se a ocupar locais de moradia distantes e com deficiência de infraestrutura. A exclusão social passa a ser refletida pela exclusão espacial das áreas urbanas, modelo que se consagrou ao ser extrapolado para todas as áreas sob influência da lógica capitalista.

Vinculada à espacialidade da exclusão social, a crise ambiental passa a ser gestada e reproduzida no interior das áreas urbanas, decretando definitivamente a falência do projeto iluminista de progresso que não consegue envolver a todos (CAVALCANTI,1997).

Na região de estudo, o período após a chegada dos colonos alemães foi marcado por um rápido crescimento econômico, com a produção agrícola em poucos anos florescendo, a ponto de permitir que a colônia passasse a abastecer a capital, Porto Alegre.

O primeiro polo de desenvolvimento foi dado pelas vias fluviais, que permitiam o contato das colônias com Porto Alegre. A penetração ao longo do rio dos Sinos e afluentes oportunizava o estabelecimento de fazendas, inicialmente, nas zonas planas, posteriormente, também nas regiões montanhosas.

Um importante registro que deve ser feito na análise do processo de ocupação, que está diretamente associado à industrialização do Vale dos Sinos, é que, ao lado do trabalho agrícola, os alemães também eram "Handwerker", isto é, artesãos, trabalhavam a madeira, o ferro, o couro e as fibras. Desse artesanato, na Alemanha, provieram muitos nomes próprios, como: Schmidt que significa ferreiro; Schuster, sapateiro; também Schuhmacher, sapateiro; Weber, tecelão; Zimmermann, carpinteiro; Schreiner, marceneiro; Schneider, alfaiate; Wagner, construtor de carroças; Muller, moleiro (PORTO, 1934). Com seu trabalho, os artesãos formaram as bases da industrialização no Rio Grande do Sul. Não é para menos que o Vale dos Sinos transformou-se numa extraordinária concentração industrial. Muitas grandes fábricas espalhadas pelas cidades de origem alemã começaram com um verdadeiro artesanato, em pequenas casinhas de porta e janela, onde tudo era feito à mão.

Por outro lado, o processo de industrialização ligado ao curtimento de couro esteve associado ao desenvolvimento da agropecuária pela existência de

um mercado interno, de mão de obra, abundante matéria prima (couro) e de capital.

Segundo dados históricos apresentados pelo IBGE (1959), já no ano de 1829, Luiz Rau estabeleceu o primeiro curtume e, seguindo seu exemplo, outros sete colonos dedicaram-se à indústria do couro, dando início ao processo de industrialização efetivo. Em 1830, João Pedro Schmidt adquiriu a casa de negócio de Luiz Kersting e deu grande impulso ao comércio de Hamburgo Velho, comprando os produtos agrícolas de toda a zona colonial e revendendo-os em Porto Alegre, para onde eram transportados em lanchões. A construção da primeira estrada de ferro no RS, ligando Porto Alegre a Hamburger Berg, foi um marco importante para o desenvolvimento da região (LANDO & BARROS, 1981).

O estabelecimento da ligação ferroviária canalizou para o comércio da região quase toda a produção local, sendo um fator de grande importância para a estruturação de um mercado interno que sustentaria a futura industrialização. Na mesma época, o Sr. Pedro Adams Filho iniciou a produção e o comércio de calçados, em bases modernas, ao mesmo tempo em que o Sr. Arthur Haas dava impulso à produção de artigos de couro (IBGE, 1959). Essas indústrias, já exploradas a muito, porém em reduzida escala, desenvolveram-se rapidamente, despertando a iniciativa também em outros setores.

CARACTERIZAÇÃO DO USO E OCUPAÇÃO ATUAL DO SOLO

A bacia hidrográfica do Rio dos Sinos abrange uma importante área do estado do Rio Grande do Sul, em vista da população residente e da riqueza gerada no território banhado por ela. Entretanto, a interferência humana nas formas de uso do solo tem trazido consequências danosas aos recursos hídricos da região, uma vez que, historicamente, não houve preocupação em harmonizar o desenvolvimento econômico e social com a conservação do meio ambiente².

Junto ao crescente deslocamento da população para os centros urbanos, houve um acirramento da concentração de riquezas e de terras e uma degradação do meio ambiente e da qualidade de vida da população. As cidades vão tendo as suas áreas progressivamente ocupadas de uma forma desordenada, reduzindo, significativamente, a qualidade devida. As camadas

² Obviamente, não se poderia esperar que o fruto de uma desigualdade social fosse uma relação harmoniosa da sociedade com a natureza.

mais empobrecidas da população não têm outra opção senão a de ocupar áreas de fundo de vales, margens de drenagens, encostas íngremes, enfim, os espaços possíveis, rejeitados pela burguesia.

A região teve, em especial nas décadas de 70 e 80, um grande desenvolvimento econômico. No entanto, esse desenvolvimento, da forma que está concebido, não promove benefícios que aliviem a pobreza e ampliem a qualidade de vida. Tampouco um planejamento rígido e tecnocrata, desvinculando o social, garantirá crescimento sadio para a cidade como um todo.

Nos últimos vinte anos, a população da região quase dobrou, o que foi puxado pela indústria calçadista e metalúrgica, aumentando o desenvolvimento de loteamentos populares. Hoje, o problema social está agravado pela crise que passa o setor calçadista e, conseqüentemente, o desemprego causado, o que constitui um fator ainda maior de pressão ao meio ambiente.

As análises dos censos demográficos do IBGE, juntamente com informações das Prefeituras da região, permitem observar muito claramente essa situação. Desde sua emancipação (1959) até hoje, a população do município de Campo Bom duplicou, o que atingiu em cheio a área social, que ganhou oito loteamentos populares, sem infraestrutura com mais de 1000 famílias. O fechamento de várias fábricas de calçados agravou ainda mais o problema, uma vez que causou o desemprego de milhares de sapateiros nos últimos anos. O mesmo se deu com os municípios de São Leopoldo e Novo Hamburgo, Em São Leopoldo, os últimos 20 anos resultaram em 120 loteamentos irregulares. Novo Hamburgo inchou do dia para a noite. No início dos anos 70, a cidade tinha cerca de 60 mil habitantes; duas décadas e meia depois, esse número cresceu mais de três vezes.

Diferentes funções acarretam variadas demandas na dinâmica espacial do município. Com base nisso, na elaboração do presente trabalho, dividiu-se a área estudada em duas categorias principais: espaços com função urbana e espaços com função não urbana.

Dentro da categoria de uso urbano, foram identificados três padrões de ocupação diferenciados, definidos em função das características das construções, infraestrutura e serviços disponíveis (Tabela 1). A ocorrência desses diferentes padrões de ocupação resulta em graus diferenciados de exposição aos processos de degradação ambiental. Os riscos geológicos e as

catástrofes naturais são tão maiores quanto menores os cuidados iniciais com o meio ambiente. Resultam, principalmente, do processo de ocupação marcado pelo acesso diferenciado ao espaço urbano e não apenas das causas naturais, as quais, no entanto, não podem ser negligenciadas

É possível perceber, dessa forma, que o estado da paisagem depende basicamente de dois elementos: o nível de estabilidade natural da paisagem (representada pelo equilíbrio interno dos seus elementos e que varia de uma paisagem para outra) e os tipos e graus de impacto a que essa paisagem pode ser submetida. O cruzamento desses dois elementos dá o grau de sensibilidade ou vulnerabilidade ambiental da paisagem. Neste sentido, para este estudo, trabalhou-se com três classes de vulnerabilidade, associadas diretamente ao padrão de ocupação.

Da mesma forma que nas demais regiões que apresentam um processo dinâmico de acumulação do capital, as regiões urbanas da bacia do rio dos Sinos apresentam uma correlação direta entre o padrão de ocupação e o grau de vulnerabilidade ambiental. Quando da ocorrência de fortes chuvas, os problemas aparecem, em especial, nas áreas menos nobres. As populações mais pobres, além de não terem condições econômicas de desenvolverem obras de contenção, ocupam as áreas mais vulneráveis.

Definição dos padrões de ocupação no espaço urbano

Os espaços com função urbana foram divididos em três padrões diferenciados de ocupação: Alto, Médio e Baixo padrão, distribuídos conforme a Figura 2.

As áreas consideradas de alto padrão estão representadas por atividades comerciais diversificadas, com serviços permanentes e edificações construídas, em sua maioria, com materiais de construção de boa qualidade, acabamento concluído e infraestrutura completa. O arruamento é planejado e a taxa de impermeabilização do solo é bastante alta.

As áreas de médio padrão ocorrem em locais com densidade de ocupação média/alta, apresentando ainda alguns vazios urbanos e infra estrutura e equipamentos restritos. As construções são, na sua maioria, com as mesmas características da anterior (Figura 3). Representam áreas mais periféricas, constituindo bairros afastados do centro.

Figura 2 – Padrões de ocupação

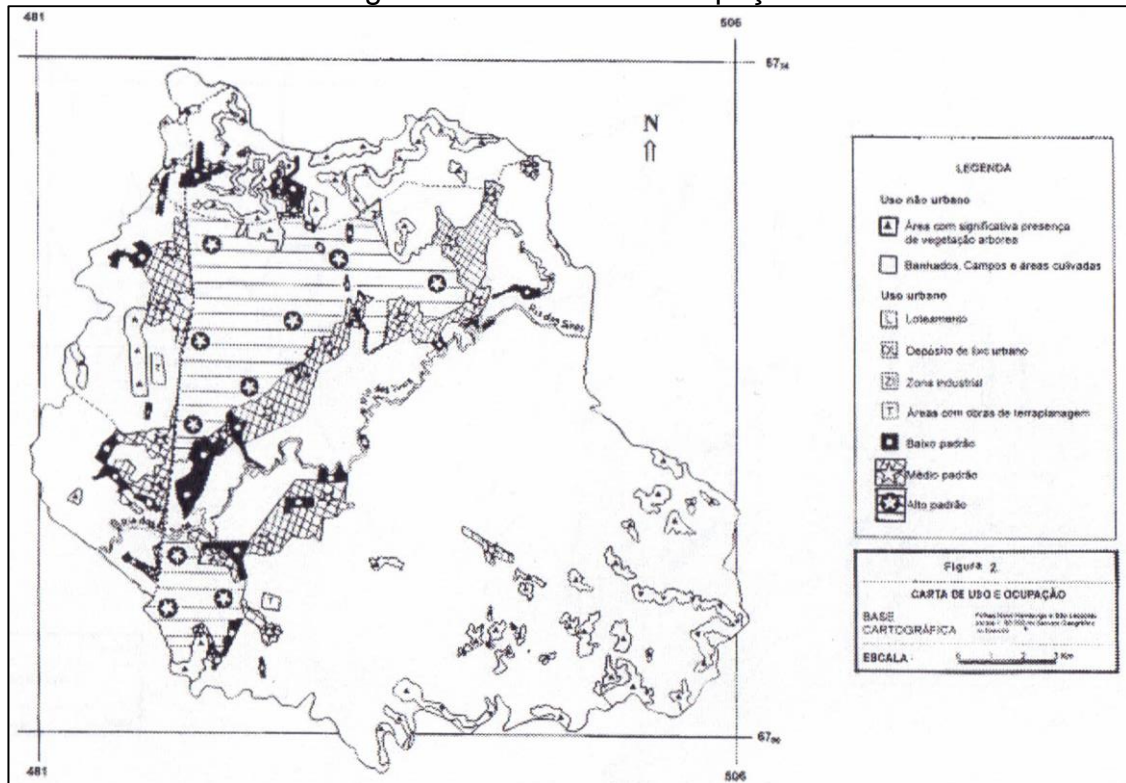
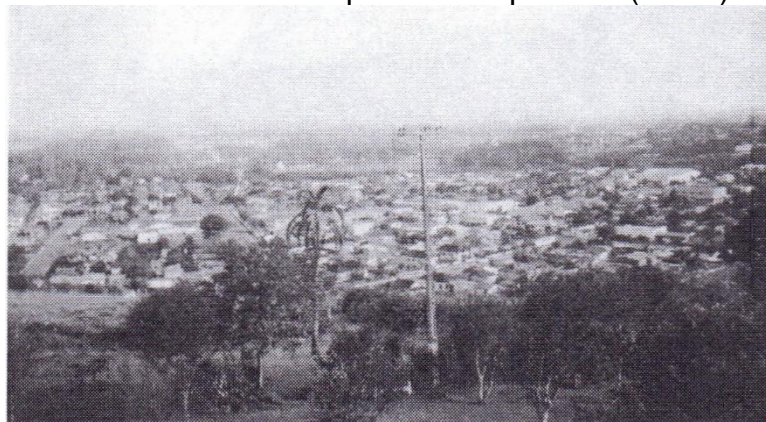


Figura 3. Vista de ocupação caracterizada como de médio padrão urbano. Área residencial no município de Campo Bom (01/95).



Nas ocupações definidas como de Baixo Padrão, as moradias são de precário acabamento, a população tem baixa renda e os arruamentos não são planejados (Figuras 4 e 5). Em geral, a taxa de impermeabilização do solo é bem inferior a das áreas anteriores e não dispõe de controle do escoamento das águas pluviais e servidas. Na fase de implantação de loteamentos, os solos são expostos à erosão. A implantação parcial da infraestrutura (drenagem e pavimentação), somada à concentração e o lançamento de águas da chuva e servidas, favorece a ocorrência de processos erosivos. Ocorre também o

assoreamento das drenagens por resíduos urbanos (lixo, materiais de construção etc.), além de inundações e problemas de saneamento ocorrem junto a planície de inundação do Rio dos Sinos, nas margens dos arroios e junto à encosta, ao Norte da área.

Figura 4. Área de baixo padrão urbano de ocupação - NW da cidade de Novo Hamburgo (01/95).



Figura 5. Ocupação de baixo padrão urbano, sobre a planície de inundação do Rio dos Sinos, São Leopoldo (01/95).



As áreas caracterizadas como de predomínio de funções não urbanas correspondem às regiões com baixa densidade ocupacional, onde predomina o uso extensivo do solo, especialmente ligado às atividades agropecuárias. Para essas regiões, foram definidos dois tipos diferenciados de uso: de um lado, as áreas com cobertura vegetal arbórea mais ou menos degradada, que inclui as áreas com vegetação natural e áreas de reflorestamento; de outro lado, as áreas não florestadas, compreendendo as áreas agrícolas, áreas de campos e banhados. A distribuição dessas classes na área de estudo aparece representada na figura 2.

A classe de florestas compreende as áreas cobertas, principalmente, por mata e capoeira (Figura 6). Muito embora essa classe apareça, também, em alguns espaços restritos da área urbana, onde o relevo é mais enérgico ou onde se definem áreas de preservação, ela não executa uma função tipicamente urbana, ou seja, não está diretamente ligada à produção econômica ou às formas de reprodução do capital.

Desde a colonização, a região tem sofrido uma contínua e crescente devastação das matas nativas, devido à implantação de culturas, extração de arenitos em grande escala e extração da madeira. As áreas de reflorestamento representam uma recomposição da cobertura florestal já devastada, em sua maioria, para fins econômicos, com monocultura de espécies exóticas, como eucalipto, pinus e acácia-negra.

As áreas onde predomina a vegetação herbácea, intercalada por arbustos e árvores esparsas, localizam-se próximas às áreas rurais ou de expansão urbana. As áreas agrícolas (Figura 7) são destinadas, principalmente, a cultivos perenes ou temporários (ciclo estabelecido.) Nas áreas urbanas, destacam-se a horticultura e as chácaras rurais (que destinam parte dos lotes a pequenos cultivos). Nessas áreas, há a possibilidade de surgirem, ou mesmo agravarem-se, os processos erosivos, quando os solos são expostos.

Restaram, nas margens do Rio dos Sinos, poucos banhados nos quais ainda há vegetação natural, por constituírem áreas de difícil acesso e por estarem sujeitas às inundações periódicas. São refúgio da fauna silvestre, viveiro natural de peixes e aves, ainda auxiliando como reguladores do regime hídrico do rio e como filtros biológicos das águas. Dentre eles, destaca-se o Banhado da Avenida Imperatriz Leopoldina, que tem grande extensão em área contínua (bem mais de 500 ha) e a vegetação está razoavelmente preservada na baixa de domínio das cheias, havendo ainda resíduos da vegetação arbórea nos terraços junto ao rio, e raros, mas valiosos, sobreviventes nas adjacências. O banhado de Campo Bom, situado entre 29°44' a 29°41' e 51°00' a 51°06', sem dúvida nenhuma, constitui uma área ecológica de enorme importância na grande Porto Alegre e para o Vale do Rio dos Sinos.

Figura 6. Áreas íngremes com vegetação natural e nas demais campos e cultivos Distrito de Lomba Grande - Novo Hamburgo (01/95).

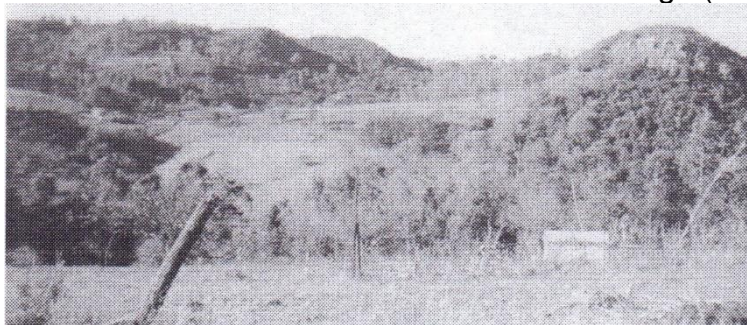
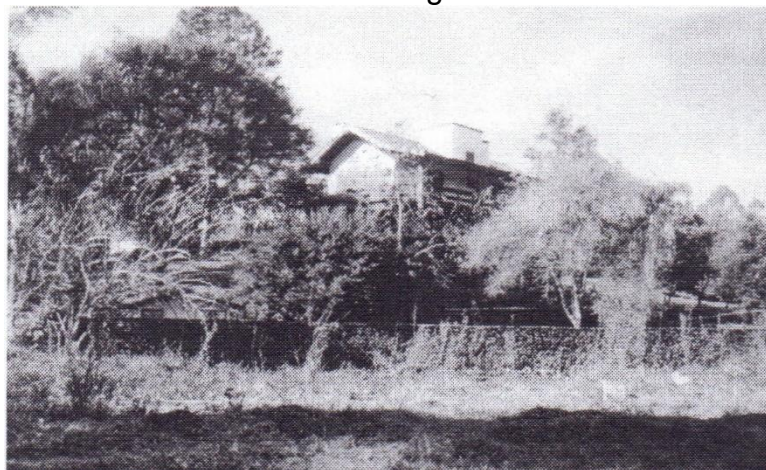


Figura 7. Área de banhado do Sinos com atividade agrícola (03/98).



Figura 8. Condomínios fechados na área que sobe para o planalto em Novo Hamburgo.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

A cidade como área de concentração da força de trabalho reflete, na sua espacialidade, a lógica do capitalismo, em que os trabalhadores que não detêm os meios de produção estão sujeitos a ocupar locais distantes,

deficientes de infraestrutura e com problemas relacionados à ação intensa de processos ambientais. Isso está representado na divisão dos padrões de ocupação urbana na bacia do rio dos Sinos. As áreas de baixo padrão urbano tendem a representar zonas mais fragilizadas e que estão mais expostas a riscos ambientais, como inundações, escorregamentos, poluição e contaminação das águas e solos. As áreas de alto padrão, ao contrário, não estão sujeitas a riscos e, por sinal, incrementam a ação dos processos geológicos a jusante, pela grande impermeabilização do solo.

As áreas com vegetação natural, mais ou menos, preservadas, que ocorrem nas regiões elevadas, no Norte e no extremo Sul da área de estudo, têm passado a sofrer uma valorização, através de uma propaganda que utiliza o discurso da qualidade ambiental. Atualmente, os condomínios fechados estão ocupando os espaços dos morros, especialmente no compartimento de relevo identificado como a região de transição ao Planalto (Figura 8). A especulação imobiliária intensa já se faz sentir com as empresas investidoras apresentando a paisagem com matas e vista agradável dos vales como argumento para a venda, ou seja, patrimônios de domínio público, transformando-se em mercadoria de alta valorização. Parece claro que muitas áreas usadas hoje como chácaras de lazer ou para a produção agropecuária refletem uma situação transitória. Esses imóveis têm grande chance de passarem a parcelamentos ou desmembramentos que passarão a ser incorporados à malha urbana.

BIBLIOGRAFIA

CAVALCANTI, A.P.B. **Desenvolvimento sustentável e planejamento**. Fortaleza: UFCE, 1997.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Enciclopédia dos Municípios Brasileiros**. IBGE, V. XXXIV, RioGrande do Sul, P-Z. Rio de Janeiro, 1959, 411p.

LANDO, Aldair M. & BARROS, Eliane C. (1982). **A colonização Alemã no Rio Grande do Sul, uma interpretação sociológica**. Porto Alegre, 2ed., Movimento, 96p.

MACEDO, R.K. Gestão ambiental. **Os instrumentos básicos para a gestão ambiental de territórios e unidades produtivas**. Rio de Janeiro: ABES, 1994.

OLIVEN, Ruben G. (1984). **Urbanização e Mudança Social no Brasil**. Petrópolis, 3Ed., VOZES , 136p.

PORTO, Aurélio. (1934) **Trabalho Alemão no Rio Grande do Sul**. Estabelecimento Gráfico Santa Terezinha, Porto Alegre, 274p.

SANTOS, Milton (1996). **A Urbanização Brasileira**. 3Ed., São Paulo, HUCITEC, 157p.

TAUK-TORNISIELO S.M. (org.) **Análise ambiental estratégias e ações**. São Paulo: T.A. Queiroz, 1995.

ANÁLISE AMBIENTAL DA BACIA DO ARROIO CADENA, MUNICÍPIO DE SANTA MARIA -RS: VILA URLÂNDIA

Sandro S. Vargas de Cristo, Luís Eduardo de S. Robaina, Marcos G. Berger

DOI: <https://doi.org/10.5902/2179460X27117>

RESUMO: A vila Urlândia está incluída na bacia do arroio Cadena e representa uma área da cidade de Santa Maria muito vulnerável à ação de processos geológicos, em especial, inundações e escorregamentos de margens de arroios. As edificações, em sua maioria, são residências de pequena área construída e materiais diversos, sem acabamento. As ruas não estão pavimentadas e não contam com rede de esgoto. Os esgotos domésticos, jogados diretamente nos arroios e o acúmulo de lixo são fatores de forte degradação ambiental. As inundações são os principais processo de risco na área. Outro processo de risco geológico ocorre pelo desconfinamento das margens, provocados pela ação erosiva das águas fluviais sobre as margens e ação do escoamento das águas da chuva.

ABSTRACT: The Urlândia village is situated in the Cadena stream basin and it is an area of the city of Santa Maria vulnerable to geologic risk, mainly flood and mass-wasting on stream margin. The building, predominant are simple houses with small area and made up with diversity material. The street does not have pavement and sewerage. The domestic sewer and waste deposition direct in streams are factors causing of environmental degradation. The flood is principal risk in area. Another process of risk occurs because of the landslide of margin originate from stream flux and draining of water raining.

INTRODUÇÃO

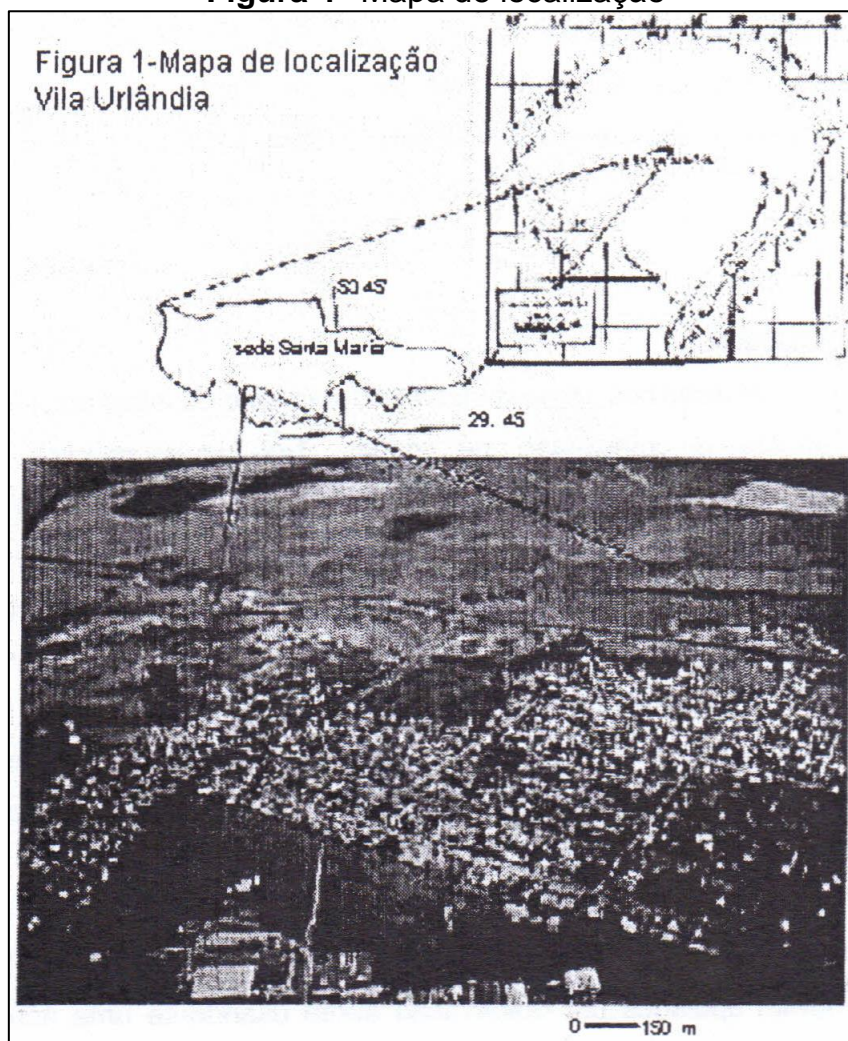
A crescente ocupação urbana, sem critérios técnicos e em áreas sujeitas à ocorrência de processos geológicos, tem desencadeado o agravamento de situações de risco nos grandes centros urbanos e, até mesmo, nas cidades de médio e pequeno porte.

A possibilidade de prever a ocorrência de acidentes geológicos, a partir da identificação e análise das áreas de risco, é fundamental para que sejam adotadas medidas que minimizem ou evitem danos e/ou perdas de vidas. Essas medidas podem estar representadas desde a remoção definitiva dos moradores das áreas sujeitas a risco até a eliminação ou redução dos riscos já instalados, através de alternativas que ofereçam melhorias de infraestrutura da ocupação e ações que impeçam o avanço da ocupação humana nessas áreas.

Santa Maria está geograficamente situada na região central do estado do Rio Grande do Sul, com uma população superior a 200 mil habitantes, dos quais cerca de 80% residem na área urbana. A ocorrência de áreas de risco é reconhecida em diversas regiões do município (ROBAINA et alli, 1997; BERGER, M.G., 1999), mas é junto à bacia hidrográfica do Arroio Cadena que

ocorrem os maiores problemas. A vila Urlândia está incluída nessa bacia e representa uma área da cidade muito vulnerável à ação de processos geológicos, em especial, inundações e escorregamentos de margens. Situa-se na região sudoeste de Santa Maria (figura 1), delimitada pelos arroios Sanga do Hospital, Cadena e Cancela.

Figura 1 -Mapa de localização



METODOLOGIA

Os trabalhos iniciaram com levantamento de informações sobre riscos ocorridos e compilação de mapas. Nos levantamentos, foram quantificados os registros de eventos/acidentes (acidentes com perdas e danos) relacionados à inundação e escorregamentos, no período entre 1980- 1995, para o município de Santa Maria, elaborado de acordo com uma pesquisa realizada junto ao jornal local (A RAZÃO), que forneceu informações dos principais riscos na região e

os locais mais afetados. Como base cartográfica, utilizou-se a Planta da vila Urlândia, fornecida pela Prefeitura Municipal de Santa Maria, Diretoria de Planejamento Urbano, com escala 1:2.000.

Os trabalhos de campo desenvolveram-se por meio de visitas ao local, com observações do meio físico e do uso e ocupação do solo. Esses trabalhos foram apoiados por observação aérea, usando-se uma aeronave locada junto ao Aeroclube de Santa Maria para execução de um voo panorâmico.

Os dados foram registrados fotograficamente e, posteriormente, cartografados, resultando na elaboração das cartas de uso e ocupação e de áreas de risco da vila Urlândia.

Para análise do uso e ocupação, definiu-se três padrões de ocupação, baixo, médio e alto, com base nas características construtivas das moradias, dos serviços e infraestrutura disponíveis.

SÍNTESE HISTÓRICA DA OCUPAÇÃO DO MUNICÍPIO DE SANTAMÁRIA

Conforme Belém (1933), o município de Santa Maria surgiu de um acampamento de demarcadores dos limites territoriais em disputa entre Portugal e Espanha (Tratado de Santo Idelfonso de 1777, o qual estabelecia a demarcação de limites de terras entre Espanha e Portugal).

Ainda segundo o autor, em 1857, Santa Maria foi elevada à categoria de Vila e, no ano seguinte, foi instalada a primeira câmara municipal da cidade. Naquela época, contava com aproximadamente 3.000 habitantes. Em 17 de maio de 1858, foi instalado o município de Santa Maria da Boca do Monte em função do acelerado crescimento populacional da época (desmembrado do município de Cachoeira do Sul). Três anos depois, a cidade sedia o mais importante dos comandos de Cavalaria da Guarda Nacional de Santa Maria (Guarnição Militar). No mesmo ano (1861), o agrimensor Oito Brinckmann, a pedido dos governantes locais, confeccionou a primeira planta da cidade de Santa Maria.

A partir de 1940, Santa Maria passou por intenso processo de urbanização, feito à base da transferência do homem do campo para a cidade. Em consequência, aceleraram-se os problemas de infraestrutura e serviços urbanos, pois estes tornaram-se insuficientes para acompanhar o crescimento populacional, fazendo-se seletivos (ROSA, 1982).

A ocupação da área na qual se encontra a atual vila Urlândia, segundo dados obtidos junto a Prefeitura Municipal de Santa Maria e relatos de moradores antigos do local, teve início por volta do ano de 1958, quando a área foi loteada pelo então proprietário à época, o senhor Carlos Hur, mas o processo de ocupação intensificou-se a partir do ano de 1963, quando a área começou a ser habitada realmente.

Esse processo de ocupação desenvolveu-se, primeiramente, na rua Alfredo Viana, paralela ao arroio Cadena em toda sua extensão e, após, a ocupação ramificou-se de forma intensa e desordenada para toda área ocupada atualmente. Provavelmente, os fatores como a especulação imobiliária nas áreas mais centrais da cidade e a possibilidade de as olarias locais servirem como mão de obra, levaram o avanço da ocupação da região.

ASPECTOS GERAIS DA ÁREA

O arroio Cadena, principal afluente que banha a Vila Urlândia, apresenta suas nascentes nas encostas abruptas do Planalto Sul-brasileiro, ao norte, e, no topo de colinas da Depressão Periférica, a leste e oeste, definindo seu fundo de vale, inicialmente, no sentido leste-oeste e, a partir do seu curso médio, no sentido sul.

Nos arroios, aparecem depósitos fluviais de idade geológica recente. Os depósitos são compostos por sedimentos arenosos de cor geralmente cinza. Os aluviões recobrem as formações Caturrita, Santa Maria e Rosário do Sul, que representam uma sequência de siltitos argilosos a arenitos.

Ocorre ao norte, em algumas nascentes, terrenos bastante íngremes (47% de declividade), mas, na maioria, os cursos d'água drenam áreas baixas pouco acidentadas (5% e 12%), formando um relevo de colinas, uma característica da Vila Urlândia, que está inserida em uma região com cotas altimétricas variando de 60 a 80 metros, possuindo grande concentração de água, na forma de alagados e banhados, que outrora e, em alguns locais, ainda hoje, eram usados para a retirada de sedimentos que são a matéria prima para abastecer algumas olarias.

Segundo Maciel Filho (1991), uma grande parte da vila Urlândia está localizada em áreas desfavoráveis à ocupação urbana, por se tratar de áreas

inundáveis e mal drenadas.

O arroio Cadena, o principal arroio limitante da vila, e seus afluentes, os arroios Sanga do Hospital e Cancela, captam água de grande parte da cidade, sofrendo um grande acúmulo de água pluvial. Além disso, a maior parte de seu curso encontra-se sem vegetação ciliar, que poderia auxiliar na proteção das margens.

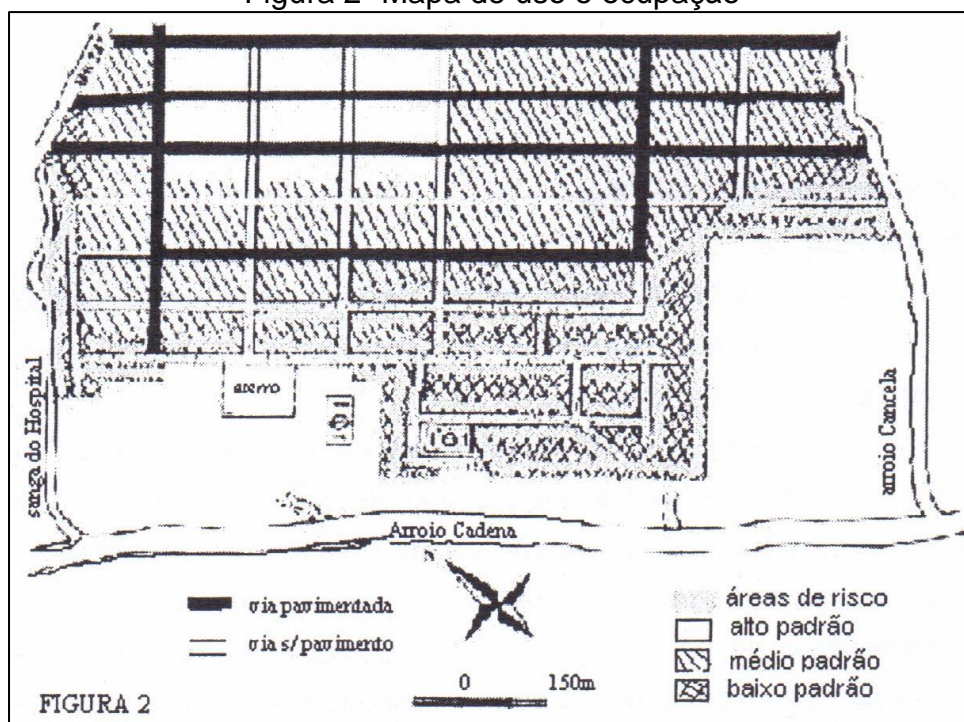
Outra observação comum na área é a existência de depósitos clandestinos de lixo ao longo das margens e no leito dos arroios.

CARACTERÍSTICA DA OCUPAÇÃO

As edificações, em sua maioria, são residenciais térreas, de pequena área construída e materiais diversos. A análise da ocupação permitiu determinar suas características e definir, a partir disso, três padrões, indicados como alto, médio e baixo (figura 2).

O alto padrão está representado por moradias com área construída igual ou superior a 80m², estando predominantemente associado às áreas topograficamente mais elevadas. Contam com ruas pavimentadas, esgoto pluvial e não estão em áreas de risco.

Figura 2 -Mapa de uso e ocupação



As moradias predominantes na Vila apresentam um bom padrão construtivo, mas com acabamento não concluído. As ruas não estão pavimentadas e não contam com rede de esgoto. Essas feições foram definidas como médio padrão de ocupação. Representam uma população com certa capacidade de ações individuais para minimizar situações de risco. Em geral, não estão sujeitas a áreas de risco, a não ser junto à margem da Sanga do Hospital.

As moradias de baixo padrão estão representadas por construções que utilizam materiais de baixa qualidade, sem infraestrutura e que têm avançado em direção às margens dos arroios e a várzea do Cadena. Em muitos casos, essas moradias se estabelecem muito próximas às regiões que ainda hoje são utilizadas para extração de argila.

DIAGNÓSTICOS AMBIENTAIS

Saneamento

As moradias da região, em sua maioria, são servidas por água tratada da Companhia Riograndense de Saneamento (CORSAN), em alguns casos, com ligações clandestinas.

Com relação às condições sanitárias, os esgotos domésticos jogados diretamente nos arroios e o acúmulo de lixo são fatores de forte degradação ambiental. Quanto à rede de esgoto, a maioria das edificações da vila despeja esgoto diretamente nos arroios, em especial, as ocupações das margens, causando um odor desagradável e uma cor escura na água dos arroios. A pouca permeabilidade dos solos e a dificuldade de escoamento nas áreas mais baixas podem ser evidenciadas pelo acúmulo de água em valetas junto às vias (figura 3). Essas condições são propícias ao aparecimento de várias doenças na população residente. Com relação ao lixo, vários depósitos foram evidenciados sobre as margens dos arroios (Cadena, Cancela e Sanga do Hospital). Além de serem áreas onde proliferam animais nocivos, o lixo causa o entulhamento e barramento das drenagens, aumentando o peso (muito poroso) nas margens e auxiliando o encharcamento do solo.

Os canais artificiais construídos durante o período extrativo e os antigos barreiros profundos constituem-se em grave problema ambiental na área,

principalmente pelo fato de as moradias estarem cada vez mais próximas. Nessas áreas, ocorre a proliferação de insetos e, mais do que isso, são áreas em que podem ocorrer afogamentos de crianças.

Figura 3. Acúmulo de água nas valas junto às vias, regiões mais baixas da vila



Outra questão, que preocupa, é o aterramento de áreas com entulho e lixo. Na vila Urlândia, nota-se o aterramento de uma área localizada na planície de inundação do arroio Cadena, em que estão sendo utilizados entulhos, em geral, misturados a lixo doméstico, o que poderá trazer problemas de engenharia, em caso de aproveitamento dessa área para loteamento e edificação.

Avaliação de áreas de riscos geológicos

Os processos relacionados ao risco na vila Urlândia apresentam, como fatores condicionantes principais: as características da ocupação junto à planície da inundação dos arroios Cadena, Cancela e Sanga do Hospital; o grau de degradação das margens das drenagens e a ocorrência de chuvas intensas. As principais áreas de risco estão indicadas no mapa da figura 2.

As inundações ocorrem em várias porções da Vila, sendo o principal processo em atuação na área. Na porção noroeste, em específico na margem esquerda do arroio Sanga do Hospital, esse processo acontece, principalmente, pela ocupação intensiva da margem. Esse arroio também sofre com o grande acúmulo de lixo (resíduos sólidos) em suas margens e no seu próprio leito. O lixo colocado na área incrementa o barramento (barreira que impede o fluxo normal das águas), em especial, no local onde ocorre um cano metálico coletor

de esgotos cloacais da cidade (utilizado pela CORSAN) que passa perpendicularmente ao canal principal do arroio (figura 4). Esse fato aumenta as possibilidades de inundações das residências próximas, quando do transbordamento das águas do canal.

No setor oeste, onde está o arroio Cadena, o processo de inundação também é constante, causado por um somatório de fatores. Um deles é a ampla ocupação com tendência expansiva. Soma-se o assoreamento do canal com uma excessiva acumulação de sedimentos, que induz ao extravasamento do arroio.

Outro fator que incrementa as consequências das inundações nesse setor é a presença de canais artificiais (figura 5), construídos em tempos passados, que tinham por finalidade escoar a água de antigos barreiros para o arroio Cadena.

Nos barreiros desativados, esses canais atuam como áreas de escape da água do próprio arroio, nos períodos em que as águas sobem, o que causa a inundação de parte da Vila localizada nas proximidades (margem esquerda do arroio Cadena).

Figura 4: Barramento do Sanga do Hospital, pelo cano da CORSAN, lixo no leito do arroio e margens sem cobertura vegetal.

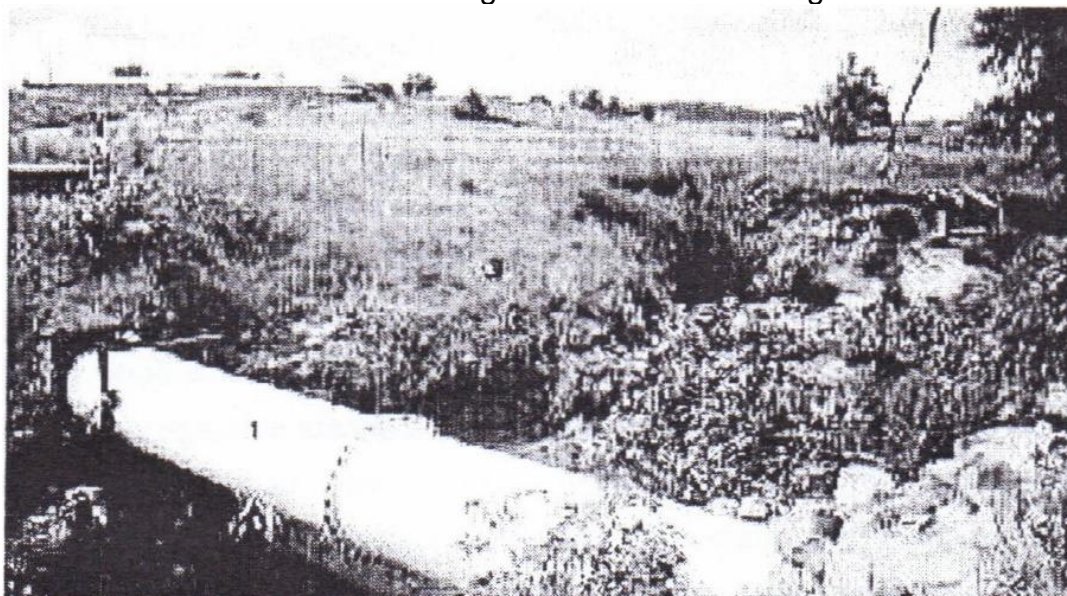
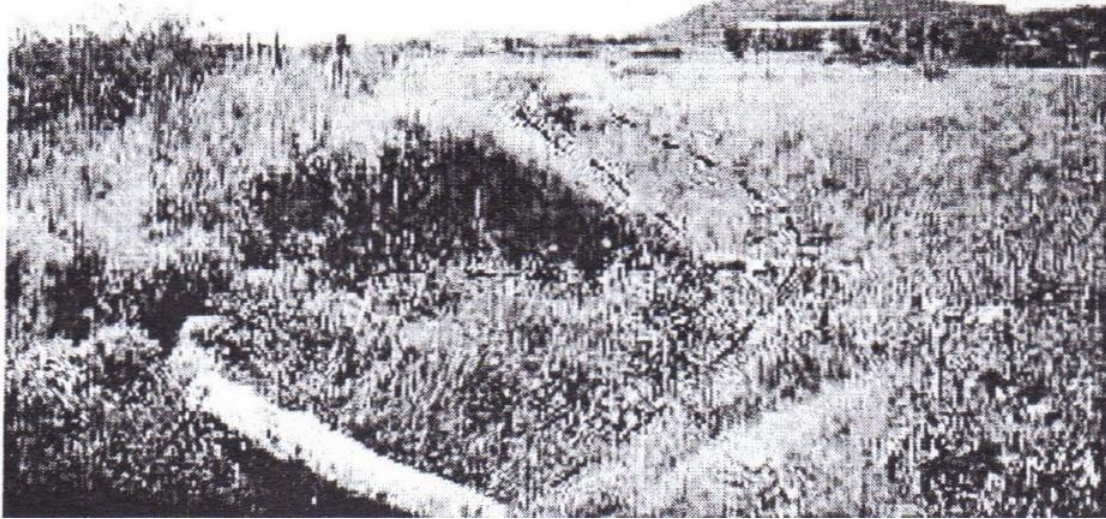


Figura 5. Canais artificiais que serviram como esgotamento de barreiros



Na porção SW da vila Urlândia, área onde o arroio Cancela deságua no Cadena, é a região onde estão concentrados os maiores problemas de inundação. Isso ocorre devido ao avanço da ocupação sobre a planície de inundação, a devastação da mata ciliar, a presença de vários depósitos de lixos sobre as margens e leitos dos arroios e os canais artificiais interferindo no regime fluvial dos arroios.

Outro processo de risco geológico, na região, está relacionado a movimentos de massa junto às margens dos arroios. Os escorregamentos de margens constatam-se, principalmente, nos setores sul e norte da área (figura 2), ou seja, nas margens dos arroios Cancela e Sanga do Hospital, respectivamente. Esses processos ocorrem pelo desconfinamento das margens, provocados pela ação erosiva do intenso fluxo das águas fluviais sobre as margens e pela ação do escoamento das águas da chuva.

Os arroios encontram-se desprovidos de vegetação marginal (figura 6), o que facilita a ação dos processos erosivos na área, pois a vegetação, além de aumentar a capacidade de infiltração de água no solo, auxilia na prevenção dos escorregamentos de margens, através de suas raízes, contribuindo, também, na redistribuição das águas pluviais e no retardamento do escoamento superficial.

No setor norte da vila Urlândia (margem esquerda do Sanga do Hospital), aparece a situação mais delicada. É uma área de risco iminente onde várias residências estão sobre constante ameaça de escorregamento com partes dos terrenos já desmoronados, casas apresentando rachaduras nas paredes, muros e árvores de grande porte caem sobre o leito do arroio (figura 7).

Figura 6: Assoreamento do arroio Cadena, margens arenosas e expostas.

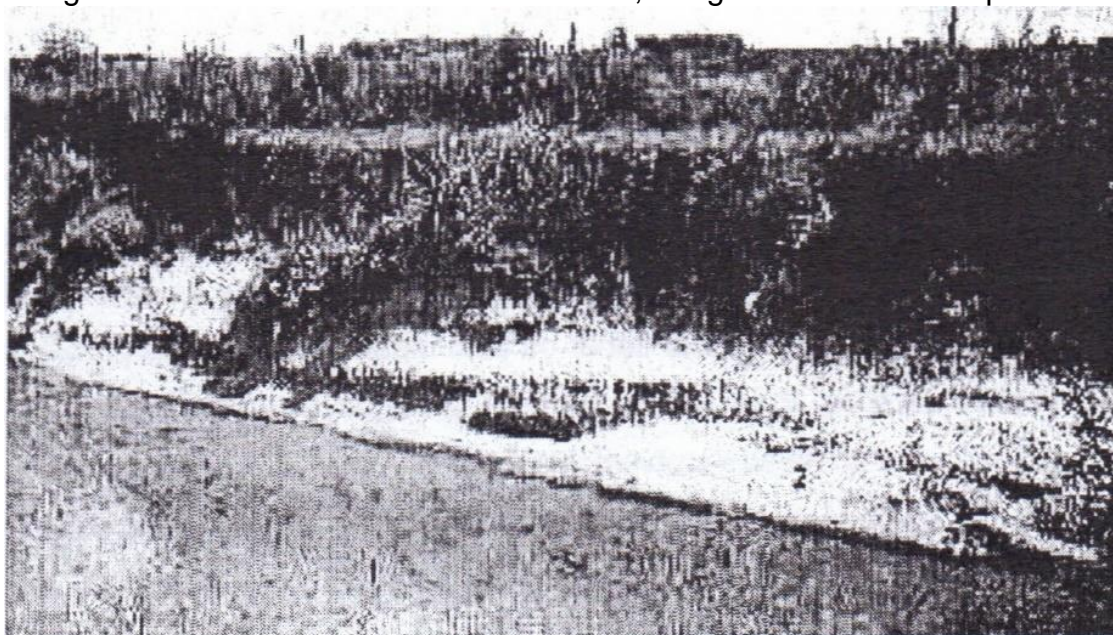
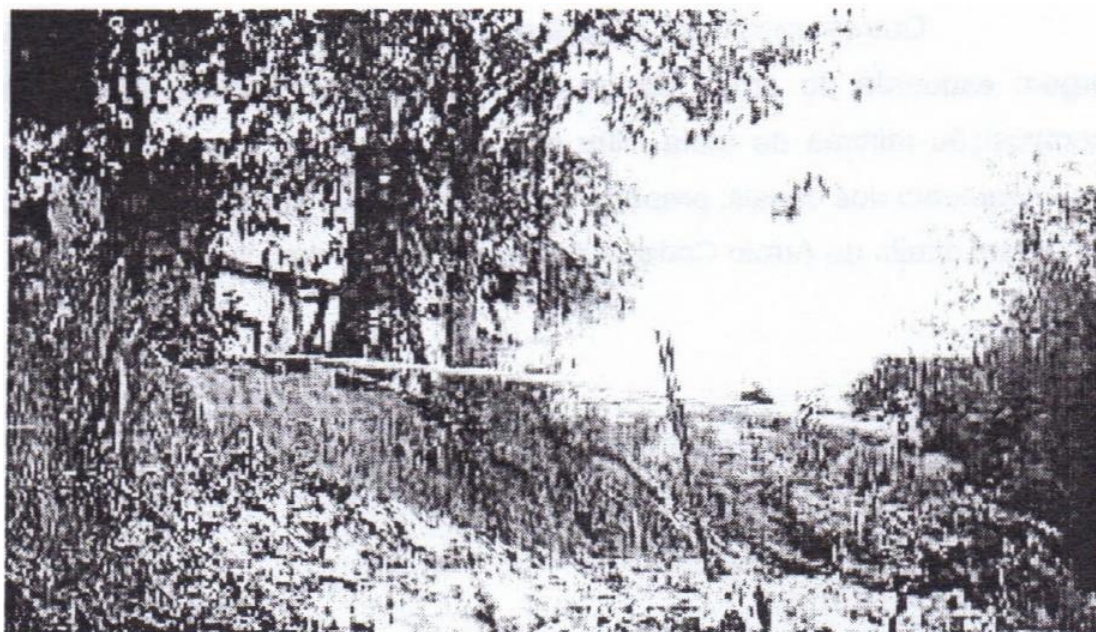


Figura 7: Escorregamento de margem no Sanga do Hospital, verifica-se que parte do terreno escorregou e o lançamento de águas servidas diretamente no arroio.



CONCLUSÃO

A Vila Urlândia sofre com vários problemas ambientais provocados pelo avanço da ocupação, sem critérios técnicos, e a falta de ações do poder público que resgate a qualidade de vida dos moradores. As áreas de risco tendem a aumentar devido ao adensamento da ocupação, em especial de baixo padrão, junto à várzea e nas margens dos arroios. A ação do poder

municipal deve buscar sanar ou, pelo menos, amenizar os problemas encontrados na área. Para isso, sugere-se, a seguir, algumas medidas que devem auxiliar da qualidade ambiental local.

É necessário estabelecer um processo de "congelamento" da ocupação através do desenvolvimento de campanhas educativas e de conscientização da população.

Concomitante ao processo de "congelamento", é necessário estabelecer uma negociação entre o poder público e a população, buscando a regularização fundiária.

Outras medidas associam-se a obras como: proteção da margem esquerda do arroio Sanga do Hospital com pedras imbricadas; recomposição mínima da mata ciliar das drenagens da área; dragagem e aprofundamento dos canais; preparo à jusante, junto a área militar localizada na margem direita do Arroio Cadena, locais de escape das cheias.

BIBLIOGRAFIA:

AUGUSTO FILHO, O., CERRI, L.E.S., AMENOMORI, C.J. (1990). Risco Geológico: aspectos conceituais. In: **Simpósio Latino-Americano Sobre Risco Geológico Urbano**. São Paulo: ABGE, 1990:(1).p. 334-341. Anais.

BELÉM, J. **História do Município de Santa Maria -1797 a 1933**. Porto Alegre, Livraria Selbach, 1933.

BERGER, M. G. **Inundações/Alagamentos na área Urbana de Santa Maria associado a ação antrópica e a distribuição das chuvas entre 1980 e 1995**. Monografia de Graduação, UFSM, CCNE, Depto de Geociências. 1999. 80p.

CERRI, Ltda S. & **AMARAL, C.P.** Riscos Geológicos In **Geologia de Engenharia**. São Paulo, ABGE, 1998., p.301-310.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Sinopse Preliminar do censo Demográfico** do Rio Grande do Sul. IX Recenseamento Geral do Brasil - 1980. Rio de Janeiro, IBGE, 1981.

JORNAL A RAZÃO. **Edições diárias em arquivo nos anos de 1980 a 1995**. Santa Maria, Rio Grande do Sul.

MACIEL FILHO, C. L. **Carta Geotécnica de Santa Maria**. Imprensa Universitária, Santa Maria: UFSM, 1990. 22p

MORAES, A. S. **Evolução Urbana de Santa Maria**. Monografia de Especialização Santa Maria. CESH. UFSM - Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras "Imaculada Conceição", 1982. 75p.

ROBAINA, L.E. de S.; BERGER, M. G. & MEDEIROS, E.R. Estudos dos Riscos Geológicos na Região do Município de Santa Maria: O caso da Vila Bilibiu. In: **Revista Ciência & Natura**, Santa Maria, Imprensa Universitária - UFSM, 1997: 19. P 173 - 200.

ROSA, S. B. da. **Industrialização do município de Santa Maria**. Monografia de Especialização, Santa Maria, CCSH. UFSM -Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras "Imaculada Conceição", 1982. 80p.

SANTOS, M. **A urbanização brasileira**. Editora HUCTEC, São Paulo, 1996. 155p

ANÁLISE DOS AMBIENTES URBANOS DE RISCO DO MUNICÍPIO DE SANTA MARIA - RS

Luis Eduardo Robaina; Marcos G. Berger; Sandro S. Vargas de Cristo; Patrícia Milani de Paula

DOI: <https://doi.org/10.5902/2179460X27129>

RESUMO: A cidade de Santa Maria está localizada na região central do Rio Grande do Sul. As informações referentes às áreas da cidade mais afetadas por eventos de risco permitiram elaborar um cadastro das situações de risco. Os estudos da dinâmica estabeleceram as causas dos processos geológicos/geomorfológicos. Através desse cadastro/diagnóstico, identificou-se a ocorrência de processos de riscos ambientais, representados por escorregamentos de margens, escorregamentos em encostas, rolamento e queda de blocos de rochas, além das sucessivas inundações/alagamentos associados, em geral, às áreas de ocupação de baixa renda.

ABSTRACT: Santa Maria's city is located at the central region of Rio Grande of Sul. This work presents the referring information the areas of the city more affected by risk events, it allowed the elaboration of a register of the risk situations. The studies of the dynamic of the system urban /environmental permitted to fix the diagnostic causes of the geological/geomorphology processes. This register/diagnostic made possible identify the occurrence of processes of environmental risks, that are represented by mass movements of stream of margins, landslide, and rockfall, besides the successive floods, associated, in general, with the areas of low-income occupation.

INTRODUÇÃO

Os processos geológicos fazem parte da dinâmica natural do planeta, ou seja, sua ocorrência independe da presença do homem. Entretanto, com a intensificação das atividades humanas, muitos processos ambientais passaram a ocorrer com mais frequência, podendo ser induzidos, acelerados e potencializados pelas alterações decorrentes do uso e ocupação do solo.

O intenso e desordenado crescimento das cidades está refletido nas formas disparatadas de organização das áreas ocupadas e vazios urbanos. Os interesses econômicos estão colocados acima da preocupação com a qualidade de vida da população. A expansão das cidades, controlada e incentivada pela especulação fundiária e imobiliária, ampliou o processo de periferização. Os locais mais nobres foram ocupados pelas populações de maior poder aquisitivo, enquanto as populações de menor poder econômico ficaram à margem dos centros urbanos, necessitando ocupar áreas de menores valores de mercado, longe do aglomerado urbano ou localizando-se em áreas de encostas e nas margens de arroios, cuja ocupação ocorre, na maioria das vezes, de forma ilegal e clandestina.

Essa forma de crescimento do espaço urbano faz surgir moradias irregulares, deteriora os recursos naturais e instala áreas de risco ambiental. Santa Maria teve sua expansão dentro desse contexto, estabelecendo regiões com grande possibilidade de desenvolvimento de processos de risco.

Este artigo procura apresentar os principais ambientes considerados de risco no município, identificando as áreas mais afetadas através do processo de ocupação.

LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

Santa Maria está geograficamente situada na região central do estado do Rio Grande do Sul, com uma população superior a 230 mil habitantes (IBGE 1996), dos quais cerca de 80% residem na área urbana. A zona urbana está construída sobre o interflúvio que divide as sub-bacias hidrográficas do Vacacaí-Mirim e Arroio Cadena (figura1). As drenagens da região configuram um padrão do tipo dendrítico desenvolvido sobre rochas sedimentares compostas desde lamitos até arenitos finos.

Nessa região, segundo o Departamento Nacional de Meteorologia, as médias pluviométricas oscilam entre 1.300 e 1.800mm anuais, mas é durante os meses de inverno que são registrados os maiores índices pluviométricos. A distribuição das chuvas dá-se de forma equilibrada durante todo o ano, sem estações chuvosas ou secas.

A vegetação nativa concentra-se, somente em locais de difícil acesso, nas áreas de encosta junto ao Rebordo do Planalto Sul Brasileiro, devido ao intenso desmatamento ocorrido em decorrência da expansão da área agrícola e das explorações das madeireiras. Os remanescentes da mata nativa da região fazem parte da floresta Subtropical da encosta da Serra Geral (MARCHIORI 1991, apud SCHIMIDT et ai. 1993).

Geomorfologicamente, Santa Maria encontra-se situada entre os contrafortes do Planalto Sul Brasileiro e a Depressão Periférica, mostrando perfis íngremes com declividades médias superiores a 30% e altitudes de 438m na região do Rebordo, com um relevo levemente ondulado, representado por colinas de forma alongada com altitudes de 150m. Junto às drenagens, há áreas de acumulação, com depósitos sedimentares de planícies de inundação, de canal e

terraços.

A geologia da área urbanizada está, predominantemente, representada pelas Formações Santa Maria e Caturrita (MACIEL FILHO, 1990). A primeira é composta por um substrato com sequência de siltitos argilosos e arenitos argilosos estratificados. Essa formação é dividida entre os membros *Alemao*, lamítico com minerais do grupo das esmectitas e com presença de fósseis de répteis e, o *Passo das Tropas*, um conjunto de siltitos e arenitos. A sequência lamítica é uma unidade com baixa permeabilidade. A segunda formação é constituída por arenitos finos a médios, intercalados por camadas de siltitos, podendo, ainda, ser dividida em duas faces: uma arenosa e outra argilosa e sílica. Na região do Rebordo, ao norte, encontra-se material de Colúvio, (sedimentos arenosos, argilosos e matações areníticos e basálticos), bem como a Formação Botucatu (arenito eólico). Finalmente, tem-se a Formação Serra Geral, composta por um substrato rochoso vulcânico (basalto, dacitos e riolitos) em várias sequências de derrame.

Os solos da região são residuais, praticamente insipientes nas áreas íngremes junto a encosta e, nas regiões de baixadas, próximas aos cursos d'água, são hidromórficos. No relevo de colinas, predominam os solos do tipo Argilossolos, que se caracterizam por horizonte "A" arenoso, bruno avermelhado e horizonte "B" iluvial, argila-arenoso.

PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

Os trabalhos de análise e interpretação dos riscos desenvolveram-se, inicialmente, através de um levantamento bibliográfico de dados básicos: características físicas, uso do solo na área de estudo e os processos geológicos/geomorfológicos presentes. Para o levantamento dos registros de eventos/acidentes ocorridos na zona urbana do município, mais especificamente, as áreas atingidas no período de 1980 a 1997, utilizou-se o trabalho de Berger (1999).

Após recolhidas as informações disponíveis sobre a área de estudo e o tema em questão, iniciaram-se os trabalhos de estudo cartográfico e fotointerpretação.

Nos trabalhos de campo, foram definidas as características geológicas-geotécnicas da área, identificadas as unidades geológicas

presentes, a qualidade das informações dadas pelas análises de fotografias aéreas e cartas topográficas e delimitadas áreas com características homogêneas no que se refere ao potencial de ocorrência de processos geológico/geomorfológicos.

A etapa de identificação dos riscos geológicos envolveu a definição, a caracterização, a identificação dos condicionantes, dos agentes deflagradores e da área de influência dos processos geológicos que determinaram a situação de risco. Os trabalhos foram acompanhados por amplo registro fotográfico.

O levantamento realizado das áreas com maior ocorrência de eventos, os trabalhos de fotointerpretação e os levantamentos de campo foram a base para a elaboração do cadastro e mapa do diagnóstico da atual situação de risco em Santa Maria.

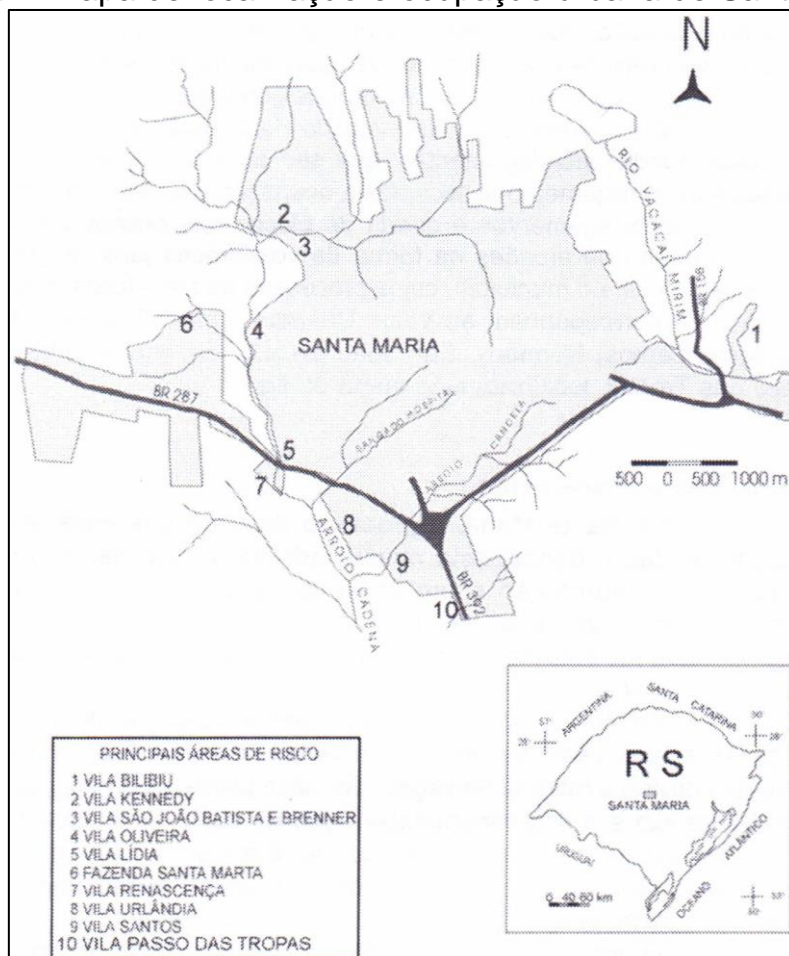
O termo ambiente urbano de risco, usado neste trabalho está atrelado, conforme Santos & Gil Filho (1997), ao entendimento do espaço geográfico como produto da interação sociedade/natureza. Indica áreas que apresentam algum tipo de restrição do ponto de vista ambiental à ocupação urbana.

AMBIENTES URBANOS DE RISCOS EM SANTA MARIA

Os trabalhos de levantamento da ocorrência de eventos/acidentes na zona urbana de Santa Maria permitiram que se delimitasse os principais locais de risco. Os locais mais atingidos correspondem justamente àquelas áreas que apresentam um processo de ocupação, que desconhece qualquer tipo de planejamento, resultado das relações de mercado, as quais atribuem valor ao solo urbano e efetivam-se em função das rendas possíveis.

Os processos causadores de risco estão representados pelas inundações/alagamentos, que são os mais significativos; erosões e escorregamentos associados à ocupação das margens dos arroios; os escorregamentos e queda de blocos nas encostas e o desenvolvimento de erosões na forma de voçorocas junto à área urbana. As áreas, no município, cujos processos de risco foram mais significativos correspondem às Vilas: Urlândia, Lídia, Oliveira, Renascença, Santos, Kennedy, São João Batista, Brenner e Bilibiu, Passo das Tropas, localizadas no mapa da figura 1.

Figura 1. Mapa de localização e ocupação urbana de Santa Maria



Inundações e Alagamentos

Em Santa Maria, o processo de risco que mais tem causado perdas e danos está relacionado às inundações e aos alagamentos. Inundação é um processo que corresponde ao extravasamento das águas de um curso d'água para suas áreas marginais, quando a vazão a ser escoada é superior à capacidade de descarga da calha.

As inundações estão associadas à ocupação de áreas marginais e de várzeas dos arroios que cortam a região. O problema agrava-se devido à retirada da vegetação ciliar, presença de depósito irregular de lixo e à alta impermeabilização da bacia. A retirada da vegetação ciliar e a deposição de lixo nas drenagens são fatores que causam assoreamento e barramento dos canais, sendo, portanto, um fator de incremento para o processo de inundação.

O tipo de cobertura existente na bacia pode reduzir a significância da inundação ou potencializá-la. Por exemplo, a cobertura vegetal, com

expressão em área, facilita a infiltração das águas pluviais e serve de barreira ao seu escoamento, o que reduz a quantidade de água que chegaria bruscamente às calhas dos rios. Por outro lado, as coberturas com asfalto, ao impermeabilizarem o solo, tendem a aumentar o escoamento superficial e, conseqüentemente, a quantidade de água pluvial que chega às calhas, potencializando as inundações.

O Arroio Cadena, que drena grande parte da área central do município, é o mais importante fator causador das inundações e dos processos de alagamentos. Esses processos foram localizados próximos à rede de drenagem em vários pontos identificados como Vila Urlândia, Lídia, Oliveira e Passo das Tropas.

A Vila Urlândia representa uma área onde é comum a ocorrência de ambientes de risco devido à inundação. Nessa região, muitas moradias estão circundadas por alagados e banhados. Entende-se por alagados os locais de cavas usados para a retirada de materiais (sedimentos argilosos), que servem de matéria prima para abastecer olarias, que se instalaram no local e que ainda hoje estão em funcionamento. A ocupação dessas áreas favorece os processos de transbordamento das águas do Arroio Cadena, pois, além do lençol freático estar a pouca profundidade, a presença desses alagados, também chamados de barreiros, acelera o processo de inundação (CRISTO et al. 2000), por manterem-se durante todo o ano cheios d'água, portanto, muito saturados. Somado a esses fatores, a área da Vila Urlândia está localizada a jusante da sub-bacia. Isso faz com que receba grande percentagem do acumulado fluvial e escoamento superficial da zona urbanizada, que está muito impermeabilizada pelas ruas, calçadas e edificações.

Nas Vilas Lídia e Oliveira, o Arroio Cadena está com o canal original modificado, tendo sido retificado e aprofundado em 1992. Essa intervenção permitiu manter as águas do arroio na sua calha, mesmo em períodos de alta precipitação. Nesses locais, entretanto, as moradias estão localizadas ao longo das áreas da planície de inundação do antigo canal fluvial, portanto, o solo apresenta baixa capacidade de drenagem (escoamento das águas pluviais). Por ocasião de chuvas intensas, a ineficiência do escoamento das águas provoca o agravamento dos problemas relacionados a alagamentos (figura 2).

Na localidade do Passo das Tropas, na parte mais a jusante do arroio

de mesmo nome, o processo de inundação também é um risco frequente. O arroio Passo das Tropas, afluente do Cadena, apresenta uma grande área de captação de água e engloba ampla área urbanizada. Dessa forma, durante os eventos pluviométricos mais intensos, o canal da drenagem recebe descargas mais rápidas e maiores, induzindo a inundação.

Erosão e escorregamento de margem

Uma corrente encontra-se em equilíbrio fluvial quando não se verifica erosão ou deposição de material. O perfil de equilíbrio de um rio é influenciado por vários fatores, como volume e carga da corrente, tamanho e peso da carga, declividade, escoamento superficial na bacia etc. Nos pontos do rio onde a velocidade aumenta ocorrem erosões; já onde ocorre decréscimo de velocidade, tem lugar a sedimentação. A velocidade das águas de um rio depende, basicamente, da declividade, do volume de água que atinge o canal, da forma da seção e da rugosidade do canal. Qualquer modificação dessas variáveis modifica a velocidade das águas e, conseqüentemente, as condições de transporte, deposição e/ou erosão.

Figura 2 - Alagamentos na Vila Oliveira, 09/2000



O desenvolvimento do processo de erosão lateral dos canais provoca o solapamento de terrenos que, quando ocupados por moradias, constituem-se em risco. Esse processo se *agrava*, devido ao volume de água recebida da área urbanizada, cuja impermeabilização do solo representa um incremento significativo no escoamento superficial. A água, que, mais tarde, é lançada no arroio principal, implicando um incremento de energia do rio, altera também

a capacidade erosiva. As descargas maiores e mais rápidas sobre margens arenosas sem vegetação ciliar e com moradias representam um importante ambiente de risco.

Importantes áreas de risco foram identificadas mediante os processos de erosão e escorregamentos de margem junto à rede de drenagem da região, o Arroio Cadena, nas vilas Lúdia, Oliveira e Kennedy; junto ao Arroio Sanga do Hospital na Vila Urlândia e Arroio Cancela nas vilas Santos e Urlândia.

A figura 3 apresenta evidências de processos de escorregamento de margem, na vila Lúdia, junto às margens do Arroio Cadena.

Figura 3 - Erosão de margem ocupada na Vila Lúdia, 09/2000



Escorregamentos de Encostas

Escorregamentos consistem no movimento rápido de massas de solo e/ou rocha, geralmente, bem definidas quanto ao seu volume. O mecanismo de deformação envolvido associa-se ao aumento das tensões atuantes ou queda de resistência em períodos relativamente curtos, que levam os taludes e encostas naturais à ruptura por cisalhamento.

Os escorregamentos de encosta ocorrem na região de Rebordo do Planalto Sul-Brasileiro e são eventos de menor significado, devido a não ter avançado a ocupação para essa região. Foram registrados, entretanto, alguns casos de eventos/acidentes.

A vila Bilibiu encontra-se no ambiente de maior risco, tendo ocorrido os mais significativos processos de risco de movimento de massa (ROBAINA et al., 1997). A ocupação desenvolveu-se numa encosta, onde a porção superior foi aplainada e o material de rejeito (solo com restos vegetais) foi colocado no talude da vertente e, posteriormente, ocupado por moradias. Nesse local,

observa-se a ocorrência de escorregamentos de solo e rocha. São comuns as áreas de rochas com possibilidade de queda e rolamento sobre algumas casas em nível topográfico inferior (figura 4). Esses movimentos correspondem a movimentos ao longo de superfícies inclinadas. Os blocos imersos, parcialmente, na matriz terrosa destacam-se dos taludes por perda de apoio.

A ocupação clandestina, o lançamento de água servida e lixo diretamente no terreno são fatores que incrementam a possibilidade de escorregamentos. A água servida lançada diretamente no terreno provoca ação erosiva que avança para movimentos de massa. O lixo por constituir-se em um material poroso, na ocasião das chuvas, aumenta o peso, pode deslocar-se por gravidade para baixo, carregando junto solo e rocha.

Figura 4 - Blocos de rocha com risco de queda, Vila Bilibiu 03/2000



Ravinas e Voçorocas nas cabeceiras de Drenagem

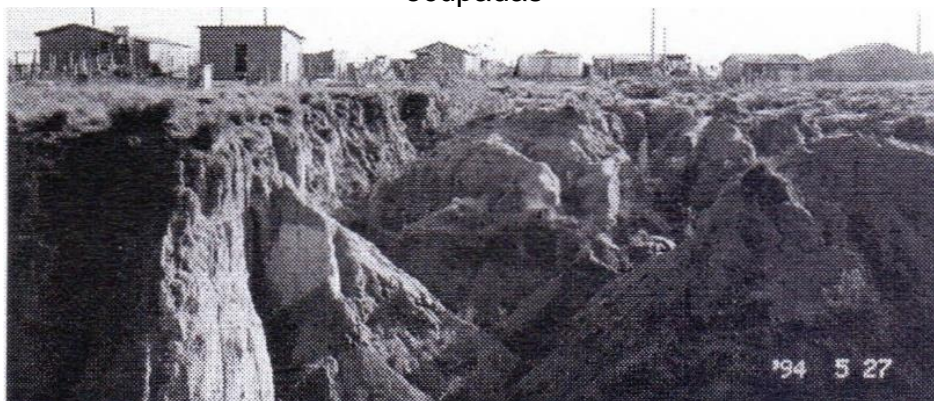
As variações nos fluxos de energia e matéria, que ultrapassam certos limites, produzem modificações no sistema, de forma a atingir um novo estágio de equilíbrio. As ravinas e as voçorocas são resultado dos desequilíbrios naturais induzidos ou não pela ação humana.

Um dos problemas constatado pelo desenvolvimento de voçorocas em áreas urbanas diz respeito à possibilidade de ocorrência de movimentos de massa gravitacionais (escorregamentos de solo) nas imediações das grandes erosões, que estão ocupadas por moradias.

Nas zonas de cabeceira de drenagem, principalmente, nas bacias sobre a Depressão Periférica, ocorrem os principais ambientes de risco por voçorocas.

Processos erosivos nos filetes d'água, causados pela retirada da vegetação original e a ocupação, podem evoluir para áreas com ravinas e voçorocas. Transformações na cobertura do solo contribuem para a modificação do comportamento hidrológico, criando condições favoráveis a um maior desenvolvimento de processos erosivos. A água que escoar junto às zonas de contato em rochas de permeabilidades diferentes ocasiona a erosão subterrânea, que remove o material fino superior, formando espaços internos que podem provocar solapamento do solo. O alargamento dos canais das voçorocas ocorre por corrosão, ou por movimentos de massa nas vertentes; que é um processo natural, mas intensificado pelo homem. A oeste da cidade, mais precisamente na Fazenda Santa Marta, num loteamento em fase de expansão populacional, aparecem intensos processos erosivos em pequenos cursos intermitente, evoluindo para grandes voçorocas, (figura 5). O incremento da erosão linear profunda está associado à concentração do escoamento das águas superficiais através das ruas, rede coletoras de esgoto e das águas servidas despejadas diretamente no solo.

Figura 5 - Voçoroca com risco de movimentos gravitacionais junto às margens ocupadas



CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os ambientes de risco urbano na região de Santa Maria estão relacionados à ocorrência de processos geológicos/ geomorfológicos que ocorrem, preferencialmente, nos assentamentos espontâneos. Na maioria, não possuem critérios técnicos na fixação de moradias, há falta de fiscalização por órgãos competentes e estão, quase sempre, associados às pressões socioeconômicas.

Em geral, são problemas que intensificam com o passar dos anos e que ficam à espera de ações conjuntas, multi-institucionais, para recuperação e/ou estabilização da área frente aos riscos. Dessa maneira, são sugeridas, como medidas pontuais: o "congelamento" da ocupação, ou seja, impedir novas construções em locais sujeitos a risco, pois, isso reduziria o número de moradias que necessitariam reassentamentos e ações associadas às obras de drenagem e aumento de resistência das margens dos arroios. Como ação ampla, a regularização jurídica dos lotes sem problemas de risco é fundamental, pois a posse dos terrenos é condição primeira ao resgate da cidadania, necessidade básica para qualquer reivindicação de ordem pública.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERGER, M. G. **Inundações/Alagamentos na área Urbana de Santa Maria associado a ação antrópica e a distribuição das chuvas entre 1980 e 1995**. 1999 Trabalho de Graduação (Curso de Geografia - Bacharelado) - Universidade Federal de Santa Maria. 1999. 80p

CRISTO, SANDRO S. V.; ROBAINA, LUIS E. de S.; BERGER, MARCOS G. Análise Ambiental da bacia do Arroio Cadena, Município de Santa Maria - RS: Vila Urlândia. In: **Ciência & Natura**, Santa Maria, Imprensa Universitária - UFSM, 2000: 22: p 161 - 176.

MACIEL FILHO, C. L. **Carta Geotécnica de Santa Maria**. Imprensa Universitária, UFSM, Santa Maria, 1990.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Secretaria de Planejamento, Orçamento e Coordenação. **Censo Demográfico 1996**, 24 RS. Rio de Janeiro, 1996, 688p.

ROBAINA, L.E. de S.; BERGER, M. G. & MEDEIROS, E.R. Estudos dos Riscos Geológicos na Região do Município de Santa Maria: O caso da Vila Bilibiu. In: **Ciência & Natura**, Santa Maria, Imprensa Universitária - UFSM, 1997: 19. p 173 - 200.

SCHIMIDT, MARCUS V.C. Relações histórico-florísticas, fitossociologia e aspectos ecológicos do alecrim (*holocalyx balansae mich*) em floresta primária na região de Formigueiro - RS. In: **Ciência & Natura**, Santa Maria, Imprensa Universitária -UFSM, 15: 161-183, 1993.

SANTOS, I. dos; GIL FILHO, S. F. Ambientes Urbanos de Risco: Teorização e Método. In: VII Simpósio Bras. de Geografia Física Aplicada/1 Fórum Latino-Americano de Geografia Física Aplicada. Curitiba, UFPR, **Anais**, 1997.

RISCOS GEOLÓGICO-GEOMORFOLÓGICOS: REVISÃO CONCEITUAL

Bernadete Weber Reckziegel; Luis Eduardo de Souza Robaina

DOI: <https://doi.org/10.5902/2179460X9679>

Resumo: A análise dos desastres naturais desencadeados por processos geológicos-geomorfológicos é realizada através do estudo de parâmetros sociais e ambientais envolvidos e suas interrelações. O aumento da frequência e da intensidade dos desastres naturais mobilizou instituições nacionais e internacionais, principalmente, depois do ano de 1989, quando a década de 1990 foi declarada como a Década Internacional para Redução dos Desastres Naturais. O estudo de risco envolve vários ramos do conhecimento que têm diferentes formas de utilização de termos e conceitos. Este artigo tem por objetivo sistematizar o conhecimento existente sobre os desastres naturais, esclarecendo o significado de alguns conceitos e classificações usadas para estudos de áreas de risco geológico- geomorfológico.

Abstract: The study of natural hazardous developed by geological-geomorphologic processes are realized using analyses of the socials and environmental parameters and their connections. The increase of the frequency and intensity of the natural hazards mobilized National and International Institutions mainly after 1989. The 1990' was declared the International Decade to Natural Hazard Reduction. The study of risk involves many kinds of knowledge that resulted in several forms of the uses for terms and concepts. This article aims to systematize that knowledge to make clear the usage and meaning of terms and concepts applied to classify geological-geomorphological risk areas.

Introdução

O acelerado crescimento das áreas urbanas, verificado no Brasil a partir da década de 1950, deflagrou um processo de ocupação desordenada do solo e acentuou a segregação socioespacial nas cidades. Esse processo teve como consequência vários problemas, como os de habitações precárias em áreas sujeitas à ocorrência de processos de dinâmica superficial.

A concentração de capital por meio da industrialização criou uma rede urbana hierarquizada e provocou uma profunda alteração na divisão social e espacial do trabalho, implicando mudanças na vida do homem. Nessa perspectiva, Carlos (1990) afirma que a aglomeração da população, dos meios de produção e de capitais num determinado ponto do espaço multiplicou os pontos de concentração e produziu uma rede urbana articulada e hierarquizada.

O uso do solo urbano, diferenciado entre os vários segmentos da sociedade, com uma diferença marcante entre as áreas ocupadas por classes sociais distintas, é fruto da forma de apropriação do espaço e da reprodução das relações sociais num dado momento histórico. O preço do espaço é a expressão de seu valor e o valor torna-o mercadoria, sujeita à especulação imobiliária.

As áreas desvalorizadas do espaço urbano são as ambientalmente mais frágeis à ocupação e susceptíveis ao desenvolvimento de processos de

dinâmica superficial desencadeadores de risco. Essas áreas estão comumente localizadas em encostas e em margens de arroios, sendo ocupadas pela parcela da população de menor poder aquisitivo, que, desfavorecida pelo processo de reprodução do capital, é obrigada a estabelecer-se em áreas desprovidas de condições básicas de infraestrutura e saneamento.

Cerri (1999) destaca que os processos de dinâmica superficial, como os movimentos de massa e as inundações, são naturais e fazem parte da dinâmica do planeta e, como manifestações próprias da natureza, ocorrem independentemente da presença do homem. O autor afirma ainda que, quando esses processos ocorrem em áreas densamente ocupadas, como em áreas urbanas, podem acarretar consequências econômicas e sociais de significativa dimensão. Nesses casos, tais acontecimentos são chamados de desastres naturais, enquanto as áreas atingidas por esses processos são chamadas de área de risco.

Entretanto, a atividade humana pode alterar os processos de dinâmica superficial, como é o caso dos processos erosivos acelerados e das alterações no escoamento superficial, especialmente, nas áreas urbanas, potencializando a ocorrência de processos causadores de risco.

Dessa forma, as áreas de risco surgem como uma interação do meio natural com o meio social. O meio natural impõe obstáculos para a ocupação de certas áreas, mas é o meio social, ao ocupar as áreas naturalmente susceptíveis, que acaba provocando o surgimento do risco.

Análise sistêmica

Considerando-se que as situações de risco são uma associação entre fatores do meio físico e do meio social, para que uma determinada área esteja em risco, é necessário que haja a possibilidade de ocorrência de algum processo de dinâmica superficial (natural) que afete alguém (social). Dessa forma, os processos envolvidos na dinâmica das áreas de risco devem ser analisados de forma integrada, com uma visão sistêmica do meio.

Durante o século XX, a mudança do paradigma mecanicista para o ecológico (sistêmico) ocorreu de diferentes formas e com diferentes velocidades nos vários campos científicos, não se tratando de uma mudança uniforme, mas envolvendo revoluções científicas, retrocessos bruscos e balanços pendulares.

De acordo com a visão sistêmica, as propriedades essenciais de um organismo, ou sistema, são propriedades do todo, que nenhuma das partes isoladamente possui. Elas surgem das interações e das relações entre as partes (Capra, 1996).

Segundo Souza (2001), existem inúmeras definições para o termo sistema, sendo que, nas conceituações existentes, podem ser apontadas muitas diferenças, contudo, a maioria das definições tem a inter-relação entre os componentes do sistema como a palavra-chave. O autor afirma ainda que o deslocamento temporal do vocábulo submeteu-o a diferentes influências, tornando clara a relação entre a abordagem sistêmica e a ideia de organização.

Nessa perspectiva, Almeida & Tertuliano (2002, p. 115) assinalam que:

Sistema é um conjunto de unidades com relações entre si. Essas unidades possuem propriedades comuns. O conjunto encontra-se organizado em virtude das inter-relações entre as unidades, e o seu grau de organização permite que assuma a função de um todo que é maior do que a soma de suas partes. Cada unidade tem seu estado controlado, condicionado ou dependente do estado das outras unidades.

Christofoletti (1999) afirma que a visão holística concebe o mundo como um todo integrado e não como uma coleção de partes dissociadas, procurando compreender o conjunto mais do que suas partes, visto que o todo é maior que a somatória das propriedades e relações de suas partes.

O autor ressalta ainda que a abordagem sistêmica constitui-se numa metodologia unificadora para os geógrafos físicos, tendo se difundido com variados graus de sucesso por todas as áreas da Geografia Física e adotada sucessivamente pela Biogeografia, Geografia dos Solos, Climatologia e Geomorfologia.

Gregory (1992) salienta que a Geomorfologia absorveu a nítida contribuição da teoria geral dos sistemas quando Chorley, em 1962, fez uma revisão da abordagem sistêmica e reconheceu os enunciados anteriores, feitos por Strahler (1952, pag. 142.), afirmando que "a Geomorfologia realizará seu mais pleno desenvolvimento somente quando as formas e os processos forem relacionados em termos de sistemas dinâmicos".

"A aplicação da teoria dos sistemas aos estudos geomorfológicos tem servido para melhor focalizar as pesquisas e para delinear o setor de estudo dessaciência" (Christofoletti, 1974, p.1). Isso porque é muito difícil analisar o relevo

sem entender como funcionam e interagem todos os processos que participam da sua formação e modelamento.

Analisando-se os fatores desencadeadores de risco geomorfológico, entende-se que as situações de risco são originadas pela soma de vários fatores, como as características geológicas/geotécnicas, a remoção da cobertura vegetal, as características da vertente, a forma desordenada da ocupação, entre outros.

Dessa maneira, o estudo das áreas de risco sob a ótica da visão sistêmica é de fundamental importância, tendo em vista a diversidade dos fatores envolvidos em seu desencadeamento e a complexidade das relações existentes entre eles.

Urbanização, segregação e a questão da habitação

No processo de urbanização no Brasil, a produção do espaço foi caracterizada pelos fenômenos de crescimento desordenado, segregação socioespacial e presença de vazios urbanos (Santos, 1994). Esse processo teve como consequência a degradação do meio físico, a expansão das ocupações irregulares e a instalação de áreas de riscos geológicos-geomorfológicos.

Conforme Panizzi (1990), grande parte das cidades brasileiras caracteriza-se pelo crescimento e pela expansão da sua periferia, marcada pela presença de sub-habitações e pela desordem urbana. A autora ainda aponta que, no Brasil, a atuação de agentes privados, a evolução dos mercados fundiário e imobiliário e as políticas habitacionais do Estado estabelecem as condições de acesso à terra e à habitação. Esse processo é excludente, em decorrência das funções econômica e social que têm a terra e a habitação, num tipo de formação social como a brasileira.

Panizzi (1990) ressalta ainda que o estabelecimento e o fornecimento de linhas populares de produção fundiária e imobiliária contribuem para aprofundar esse processo de exclusão. Isso ocorre porque o incentivo dado à produção em massa de habitações para a população de baixa renda atraiu o interesse de agentes privados. O resultado foi uma disputa por esse mercado, com a predominância e o controle dos agentes ligados ao capital financeiro. Dessa forma, a autora argumenta que se a produção habitacional ampliou-se, as condições de sua apropriação limitaram-se, as possibilidades de participação da

população no sistema reduziram-se, e a exclusão consolidou-se.

Rodrigues (1997, p.12) afirma que a diversidade de tipos de habitações nas áreas urbanas "deve-se a produção diferenciada das cidades e refere-se a capacidade diferente de pagar dos possíveis compradores, tanto pela casa/terreno, quanto pelos equipamentos e serviços coletivos. Somente os que desfrutam de uma determinada renda podem morar em áreas bem servidas de equipamentos e serviços coletivos".

A localização do contingente populacional, sem condições dignas de moradia, segue os fluxos dos interesses imobiliários.

Referindo-se a São Paulo, Kowarick (1979, p.32) afirma que:

No processo desordenado de expansão urbana, o setor imobiliário levava adiante a ocupação espacial, guardando imensas áreas mais próximas aos núcleos centrais à espera de valorização, enquanto zonas mais longínquas, sem qualquer infraestrutura, eram abertas para a aquisição das classes pobres. A ocupação de novas áreas, longe de seguir critérios programados, baseou-se na retenção especulativa de terrenos.

Descrevendo o processo de segregação urbana, Rolnik (1988, p.52) indica que, "do ponto de vista político, a segregação é produto e produtora do conflito social. Separa-se porque a mistura é conflituosa e quanto mais separada é a cidade, mais visível é a diferença, mais acirrado poderá ser o confronto".

Com relação às causas que levam ao processo excludente de apropriação do espaço urbano, Kowarick (1979) aponta que, num contexto em que as iniciativas populares encontram-se controladas, a política governamental baseia-se em parâmetros que alimentam os interesses da apropriação privada, que são ditados pelos imperativos do processo de acumulação, excludentes e predatórios, mas não o são pelas necessidades sociais.

Nesse contexto, a questão da moradia apresenta-se como um desafio para ser resolvido pela sociedade brasileira como um todo. A criação de políticas que produzam resultados satisfatórios para as camadas desfavorecidas pelo sistema vigente constitui-se numa medida de extrema urgência para todo o país.

Evolução dos estudos sobre áreas de risco

Os estudos referentes aos processos envolvidos no desencadeamento de áreas de risco acumularam uma extensa bibliografia nacional e internacional,

constituindo-se num campo de pesquisa de várias áreas do conhecimento, como Engenharia Civil, Geotecnia, Geomorfologia, Mecânica de Solos e Rochas, Geologia, Geologia de Engenharia etc.

Esse desenvolvimento técnico e científico está, em grande parte, relacionado à própria necessidade de conhecimento dos processos relacionados aos desastres naturais, em vista da intensidade dos danos e prejuízos sociais e econômicos causados por acidentes no mundo inteiro.

Augusto Filho (1994), citando Brabb (1991), afirma que, na China, os reconhecimentos e a identificação dos tipos de escorregamentos datam de 186 anos antes de Cristo. O autor observa ainda que, no ocidente, o estudo e o controle dos processos de movimento de massa intensificaram-se apenas nas últimas cinco décadas.

Gregory (1992) argumenta que, na medida em que os estudos relacionados ao impacto humano levaram a Geografia física a caminhar em direção aos problemas aplicados, foi necessário alterar as atitudes com relação ao meio físico, o que ocorreu alicerçado em três tendências, que são complementares entre si.

Primeiramente, a tendência de analisarem-se os eventos extremos, porque são eles que podem causar prejuízos e danos. De acordo com o autor, destacam-se, nessa tendência, os estudos de Chapperton (1972) sobre danos provocados por vulcões. A segunda tendência refletiu-se na justaposição de investigações do meio físico e da relevância socioeconômica em trabalhos de Chorley (1969) e Maunder (1970). A terceira tendência diz respeito aos estudos sobre percepção ambiental, pois o estudo do meio ambiente depende do tempo, sendo a percepção, então, significativa. Na terceira tendência, destacam-se trabalhos de Saarinen (1966) e Blong (1982).

Essas três tendências formaram a base dos estudos sobre os desastres naturais, embora as origens das pesquisas sobre os "acazos naturais" estivessem na América do Norte e derivaram dos trabalhos de Gilbert White, que iniciou suas pesquisas orientadas para o estudo das planícies de inundação (Gregory, 1992).

Conforme Valdati (2000), outro pesquisador que deu grande impulso às pesquisas sobre a Geografia "das Calamidades", foi o geógrafo francês Raoul Montandon, que, em 1923, publicou um artigo em que apresentou uma proposta

de distribuição mundial das calamidades. Esse trabalho culminou com a publicação da revista *Matériaux pour l'Étude des Calamités*, veiculada anualmente até a Segunda Guerra Mundial, quando passou a ser bianual. Em 1966, a revista modificou-se, ficando a cargo da UNESCO.

Buj (1997, apud Valdati, 2000) observa que as primeiras críticas à "Geografia dos Riscos" vieram dos adeptos da Geografia Radical que, baseados em análises marxistas, denominaram-na tecnocrática. O autor salienta ainda que tanto a "Geografia das Calamidades" (francesa) como a "Geografia dos Riscos" (americana) ajudaram a criar uma nova sensibilidade em relação às catástrofes associadas a eventos naturais extremos.

Na área de geociências, os temas referentes à análise de áreas de risco sempre foram referenciados, mas tiveram um importante crescimento científico nas últimas décadas, em vista do aumento da magnitude dos acidentes. O aumento da frequência e da gravidade dos desastres, a partir da década de 1960, mobilizou instituições internacionais, como a ONU, que, em 1989, declarou a década de 1990 como a década voltada à prevenção dos desastres naturais.

Segundo Augusto Filho (1994), os principais objetivos da Década Internacional para a Redução dos Desastres Naturais eram de melhorar a capacidade dos países para mitigar os efeitos dos desastres, auxiliar atividades científicas e técnicas sobre os temas que dizem respeito aos desastres, formular estratégias para aplicar os conhecimentos existentes e formular medidas para avaliar, prever, prevenir e mitigar os efeitos dos desastres.

No Brasil, as pesquisas sobre movimentos de massa ganharam grande impulso com o trabalho de Guidicini & Nieble (1976), que apresentaram uma sistemática de classificação de movimentos de massa, seus agentes e causas, além de métodos para cálculo de estabilidade de taludes.

No final da década de 1980 e no decorrer da década de 1990, os estudos sobre áreas de risco intensificaram-se, com inúmeros trabalhos dos pesquisadores do Instituto Tecnológico do Estado de São Paulo (IPT), da Escola de Engenharia de São Carlos, da Universidade de São Paulo, do Instituto Geológico (IG) e da Fundação Instituto de Geotécnica (GEORIO). Outra instituição que tem desenvolvido importantes trabalhos sobre o tema é a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), com estudos direcionados à análise de desastres de maneira ampla, incluindo, em seus trabalhos, os

desastres atmosféricos.

No Rio Grande do Sul, são referência os trabalhos desenvolvidos na área de inundações/enchentes e na área de geotecnia na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). A prefeitura de Porto Alegre também conta com um grupo de trabalho que vem desenvolvendo estudos desde 1991. Outra instituição que se destaca no estado, por estudos sobre o tema, é a Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), sendo que cabe ressaltar a importância dos trabalhos na linha de geotecnia e análise de áreas de risco geomorfológico.

Com relação às políticas públicas, o órgão responsável pela prevenção e redução dos desastres no Brasil é o Departamento de Defesa Civil, vinculado ao Ministério de Planejamento e Orçamento. O objetivo principal da Defesa Civil é a redução dos desastres, baseado na diminuição das ocorrências e da intensidade dos acidentes. Para isso, as ações desse órgão abrangem os seguintes aspectos: prevenção de desastres, preparação para emergências, resposta aos desastres e reconstrução após os desastres (Brasil, 2000). Dessa forma, a atuação da Defesa Civil tem se mostrado muito mais relacionada à assistência às vítimas de desastres do que a trabalhos de prevenção.

No Brasil, o processo de prevenção e erradicação dos riscos constitui-se numa atribuição dos municípios, sendo que os governos estadual e federal têm contribuído muito pouco na prevenção, minimização e erradicação das áreas de risco existentes no país.

Atualmente, o governo federal, através do Ministério das Cidades, tem dado apoio aos municípios no processo de prevenção e erradicação das áreas de risco, através do Programa Urbanização, Regularização e Integração de Assentamentos Precários. Esse programa tem por objetivo incentivar os municípios a criar programas de prevenção e erradicação de áreas de risco em ocupações de baixo padrão construtivo, objetivando reduzir o número de vítimas.

Risco: conceitos e classificações

Conceitos

Os conceitos utilizados para a definição de risco são diversos e seu significado, algumas vezes, muda de uma bibliografia para outra. As terminologias utilizadas para designar o significado da palavra risco no meio técnico ainda são controversas no sentido semântico da palavra, sendo que um dos maiores

problemas está associado com a falta de uniformidade de uso dos termos ingleses *risk* e *hazard*.

O risco é definido pelo Glossário de Defesa Civil (Castro, 1998) como a probabilidade de ocorrência de um acidente, desastre ou evento adverso, relacionado com a intensidade dos danos ou perda, resultantes deles. Dessa forma, é uma medida de dano potencial ou prejuízo econômico expressa em termos de probabilidade estatística de ocorrência do fenômeno e de intensidade das consequências previsíveis.

De acordo com Cunha (1991), "entende-se por risco a possibilidade de perigo, perda ou dano, do ponto de vista social e econômico, a que a população esteja submetida caso ocorram escorregamentos e processos correlatos".

Cerri & Amaral (1998) definem risco geológico como uma situação de perigo, perda ou dano ao homem e às suas propriedades, em razão da possibilidade de ocorrência de processo geológico, induzido ou não.

Outra definição do termo é apresentada por Oliveira (2004), que considera o perigo de ocorrência de processos de dinâmica superficial em áreas ocupadas como sendo risco geomorfológico. O autor justifica o uso do termo "geomorfológico" ao salientar que os processos de dinâmica superficial modelam a paisagem e constituem-se em elementos da geomorfologia, sendo também estudados por ela.

Com relação aos conceitos básicos relacionados à análise de áreas de risco, existe uma diversidade na maneira como alguns conceitos são utilizados. Uma conceituação amplamente utilizada é a de Cerri & Amaral (1998), em que os autores diferenciam acidente, evento, risco e susceptibilidade da seguinte forma:

- Acidente: Fato já ocorrido, em que foram registradas consequências sociais e econômicas (perdas e danos);
- Evento: Fato já ocorrido, em que não foram registradas consequências sociais e econômicas relacionadas diretamente a ele;
- Risco: Possibilidade de ocorrência de um acidente;
- Susceptibilidade: Possibilidade de ocorrência de um evento.

Os autores apresentam também uma equação para análise do risco, formulada segundo dois parâmetros principais: a possibilidade de ocorrência de um evento (P); e as consequências sociais e/ou econômicas potenciais (C).

Dessa forma, o risco (R) corresponde à: $R = P \times C$.

Augusto Filho et al. (1990) apresentam alguns termos e conceitos básicos utilizados internacionalmente em estudos sobre risco. De acordo com a classificação apresentada pelos autores, existem dois grandes conjuntos de termos, cujas diferenças baseiam-se na possibilidade ou não de apresentar danos ou perdas socioeconômicas. Dessa forma, os "Natural Events" consistem em eventos sem perdas sociais ou econômicas, enquanto os "Hazards" e os "Disasters" sempre estão associados a alguma perda ou dano (Quadro 1).

Uma contribuição importante trazida por Augusto Filho et al. (1990) diz respeito à distinção entre "hazard" e "risk". A análise do risco (risk) resulta da quantificação da probabilidade do fenômeno ocorrer e das perdas naturais e humanas associadas (hazard).

Cristo (2002) salienta ainda que, apesar da ampla utilização de conceituações propostas pela comunidade científica, não se pode esquecer que, no Brasil, a conceituação oficial a respeito de termos relacionados ao estudo de áreas de risco é proposta pelo Ministério do Planejamento e apresentada no Plano Nacional de Defesa Civil (Brasil, 2000), em que são definidos os seguintes termos:

- Risco: Medida de danos ou prejuízos potenciais, expressa em termos de probabilidade estatística de ocorrência e de intensidade ou grandezas das consequências previsíveis;
- Desastre: Resultado de eventos adversos, naturais ou provocados pelo homem, sobre um ecossistema vulnerável, causando danos humanos, materiais e ambientais com consequentes prejuízos econômicos e sociais;
- Dano: Medida que define a intensidade ou severidade da lesão resultante de um acidente ou evento adverso. Se for perdido o controle sobre o risco, pode resultar em perda humana, material ou ambiental, física ou funcional;
- Vulnerabilidade: Condição intrínseca ao corpo ou sistema receptor que, em interação com a magnitude do evento ou acidente, caracteriza os efeitos adversos, medidos em termos de intensidade dos danos prováveis;
- Ameaça: Estimativa de ocorrência e magnitude de um evento adverso, expresso em termos de probabilidade estatística de concretização do evento e da provável magnitude de sua manifestação.

O entendimento desses conceitos é fundamental para qualquer pesquisador envolvido com o estudo de áreas de risco e desastres naturais. Também é importante que o pesquisador deixe claro quais conceitos utilizará e qual o significado deles em seu trabalho.

Quadro 1. Alguns termos internacionais correspondentes a Eventos/ Acidentes/ Desastres, segundo Augusto Filho *et al.* (1990)

TERMINOLOGIA	CONCEITUAÇÃO	AUTORIA
Natural Event	Um evento natural, seja geológico, climatológico, etc. É simplesmente uma ocorrência natural sem consequências socioeconômicas ou perigos potenciais.	Engineering geology, an Enviromental Aproach (1986).
Natural Hazard	Eventos que ocorrem naturalmente e são capazes de causar danos ou mortes de pessoas e/ou estragos em propriedades.	Natural Hazard, RisckAssessment and Public Policy (1982).
	Significa a probabilidade de ocorrências, dentro de um período de tempo específico, numa dada área, de um estrago potencial por fenômenos naturais.	UNDRO-ONU (1979).
GeologicHazard	Condição geológica ou fenômeno geológico que apresenta um risco ou é um perigo potencial à vida e propriedade, ocorrem naturalmente ou por interferência do homem.	American Geological Institute (1984).
NaturalDisaster	Um desastre natural é resultado da ocorrência de um Hazard.	Engineering Geology, an Environmental Aproach (1986).

Classificações dos riscos

No Brasil, foram desenvolvidas diversas classificações referentes aos riscos. A maior parte das classificações baseia-se no processo desencadeador para dividir os tipos de risco.

Augusto Filho *et al.* (1990) apresentam uma proposta de classificação em que os riscos são divididos em atmosféricos, quando relacionados aos processos originados de agentes atuantes na atmosfera; e geológicos, quando associados a processos originados na astenosfera e hidrosfera. Os riscos geológicos são ainda divididos em endógenos e exógenos, dependendo da dinâmica a que estão relacionados, se interna ou externa (Quadro 2).

Os autores salientam que, apesar das enchentes estarem relacionadas a processos atmosféricos (chuvas), seus condicionantes são de natureza geológica/ geomorfológica, sendo, por isso, classificadas como decorrentes de

processos geológicos exógenos.

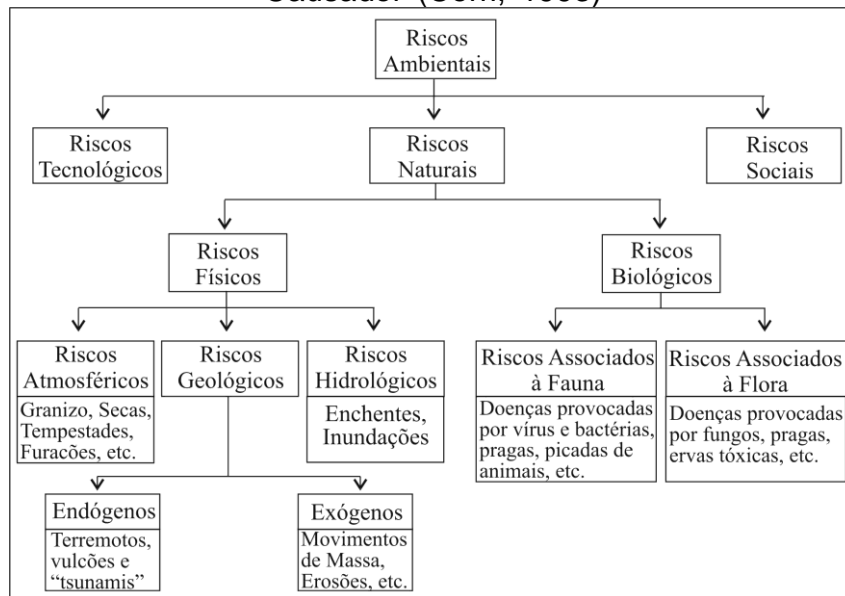
Outro fator que provoca discussões, com relação à origem (se geológica endógena ou exógena), são as subsidências. Os autores consideram-na de natureza exógena pois, tanto pela carstificação como pela presença de solos moles, estão ligadas à dinâmica externa do planeta (intemperismo, erosão, deposição etc.).

Quadro 2. Classificação dos riscos segundo Augusto Filho et al. (1990)

CLASSIFICAÇÃO		PROCESSOS
Atmosféricos		- Tufões - Ciclones - Tempestades - Secas
Geológicos	Endógenos	- Terremotos - Vulcanismo - Tsunamis
	Exógenos	- Escorregamentos - Enchentes - Erosão - Subsidência - Solos expansivos

Uma das classificações de risco mais conhecida e amplamente utilizada é a proposta por Cerri (1993), em que o autor parte da concepção de risco ambiental, que engloba todos os tipos de risco e divide em riscos tecnológicos, sociais e naturais. Os riscos naturais são subdivididos, de acordo com o processo desencadeador, em físicos e biológicos (Figura 1).

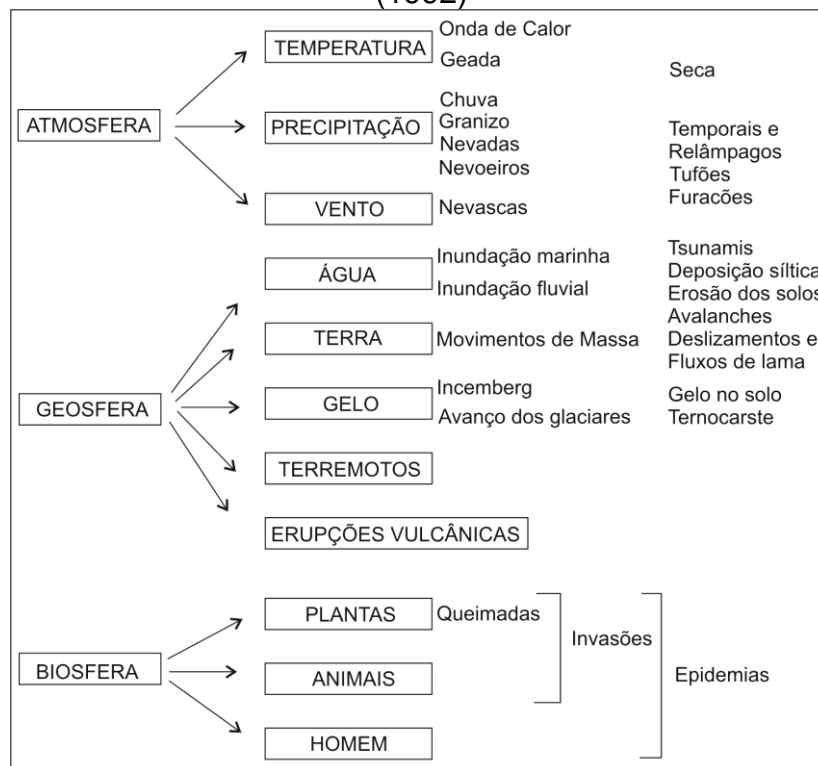
Figura 1. Sistematização dos Tipos de Risco segundo o Processo Causador (Cerri, 1993)



A classificação de Cerri chama a atenção por apresentar os riscos sociais (assaltos, guerras, sequestros, atentados etc.), como uma subdivisão dos riscos ambientais. Também aborda a concepção de risco tecnológico, que é decorrente de acidentes ligados diretamente à ação do homem, como é o caso do uso de pesticidas, vazamentos de produtos tóxicos, queda de aviões, colisões de veículos etc.

Gregory (1992) apresenta uma classificação em que os desastres provocados pelos "acazos naturais" terrestres ocorrem associados a três sistemas: a atmosfera, a geosfera e a biosfera e seus elementos. A partir disso, aponta uma série de desastres que podem ocorrer relacionados a cada um dos sistemas (Figura 2).

Figura 2. Acasos potenciais nos sistemas terrestres, segundo Gregory (1992)



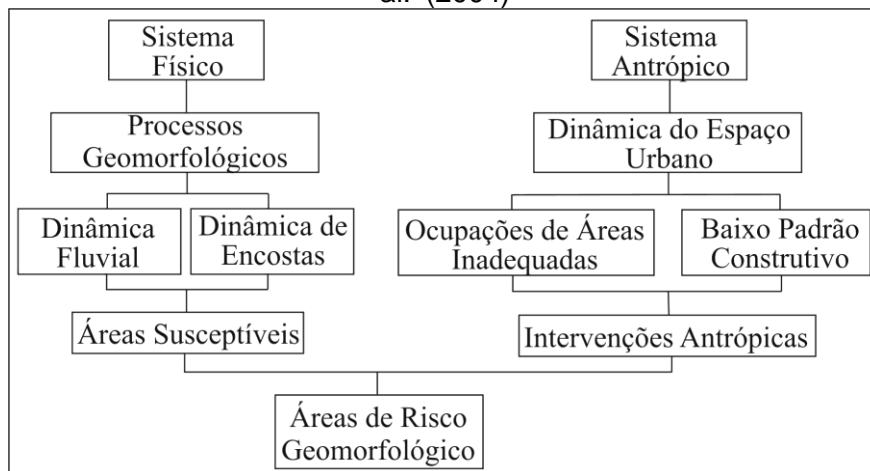
Zuquete et al. (1990) apresentam uma proposta em que os riscos são enquadrados em quatro grupos básicos, de acordo com os condicionantes que os desencadeiam:

- Riscos relacionados a fenômenos naturais, independentemente da forma de ocupação, como é o caso das situações de vulcanismo, movimentos de massa, inundações etc.;
- Riscos relacionados a fenômenos naturais induzidos pela ocupação em áreas potencialmente problemáticas, como, por exemplo, a ocupação indiscriminada de encostas, os problemas de erosão acelerados pela ação antrópica, aterramento de nascente etc.;
- Riscos decorrentes de ocupações implementadas de forma inadequada em terrenos potencialmente sem problemas. Esse tipo de risco está associado a cortes e aterros mal executados, coberturas e taludes de aterros sanitários etc.; e
- Riscos decorrentes de limitações controláveis do meio físico, porém não detectadas antes da ocupação. Os problemas mais comuns relacionados a

essa situação dizem respeito à queda de material rochoso e trincas em edificações devido à colapsividade dos materiais inconsolidados sobre a qual se assentam.

Outra proposta de sistematização dos riscos é apresentada por Oliveira et al. (2004), em que a concepção de risco é considerada a partir dos riscos geomorfológicos e subdividida de acordo com o processo desencadeador em: risco por dinâmica fluvial e risco por dinâmica de encosta (Figura 3).

Figura 3. Sistematização dos riscos geomorfológicos, de acordo com Oliveira et al. (2004)



Considerações finais

O meio urbano tem colocado várias questões aos diferentes profissionais. Dentre elas, encontra-se a ocorrência de áreas onde os processos de dinâmica superficial induzidos ou não podem provocar perdas materiais ou de vidas humanas. A discussão a respeito do avanço do conhecimento teórico sobre essas áreas contribui para o entendimento dos processos envolvidos e permite o avanço das pesquisas multidisciplinares relacionadas ao tema.

Referências bibliográficas

ALMEIDA, J. R. de & TERTULIANO, M. F. Diagnose dos Sistemas Ambientais: Métodos e Indicadores. In: CUNHA, S. B. da & GUERRA, A. J. T. *Avaliação e Perícia Ambiental*. 3 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2002.

AUGUSTO FILHO, O. *Cartas de Risco de Escorregamentos: Uma Proposta Metodológica e sua Aplicação no Município de Ilhabela, SP*. 1994. 162f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Solos) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

AUGUSTO FILHO, O.; CERRI, L. E. S. & AMENOMORI, C. J. Riscos geológicos: aspectos conceituais. In: 1º SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE RISCO GEOLÓGICO URBANO, 1990, São Paulo. *Anais...* São Paulo: ABGE, 1990, p.334-341.

BRASIL, MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. *Plano Nacional de Defesa Civil*. Brasília: Secretaria de Defesa Civil, 2000, 57p.

CAPRA, F. *A Teia da Vida: Uma Nova Compreensão Científica dos Sistemas Vivos*. (Tradução de Newton Roberval Eichenberg). São Paulo: Cultrix, 1996.

CARLOS, A. F. A. *Espaço e Indústria*. 3ª ed. São Paulo: Contexto, 1990.

CASTRO, A. L. C. de. *Glossário de Defesa Civil: Estudos de riscos e medicina de desastres*. 2ª ed. Brasília: Ministério do Planejamento e Orçamento/Departamento de Defesa Civil, 1998, 173p.

CERRI, L. E. da S. *Riscos Geológicos associados a escorregamentos: uma proposta para prevenção de acidentes*. 1993. 197p. Tese (Doutorado em Geociências) - Universidade Estadual de São Paulo, Rio Claro, 1993.

CERRI, L. E. da S. Riscos Geológicos Urbanos. In: CHASSOT, Attico & CAMPOS, Heraldo (Orgs.). *Ciências da Terra e Meio Ambiente: Diálogo para (inter)ações no Planeta*. São Leopoldo: Ed. UNISINOS, 1999, p. 49-73.

CERRI, L. E. da S. & AMARAL, C. P. do. Riscos Geológicos. In: OLIVEIRA, A. M. dos S. & BRITO, S. N. A. de. (org). *Geologia de Engenharia*. São Paulo: ABGE-CNPq-FAPESP, 1998. p. 131-144.

CHRISTOFOLETTI, A. *Modelagem de Sistemas Ambientais*. São Paulo: Edgard Blücher, 1999.

CHRISTOFOLETTI, A. *Geomorfologia*. São Paulo: Edgard Blücher, 1974.

CRISTO, S. S. V. de. *Análise da Susceptibilidade a Riscos Naturais Relacionados às Enchentes e Deslizamentos do Setor Leste da Bacia Hidrográfica do Rio Itacorubi, Florianópolis, SC*. 2002. 193f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Florianópolis, Florianópolis, 2002.

CUNHA, M. A. (coord.). *Ocupação de Encostas*. São Paulo: IPT, 1991.
GREGORY, K. J. *A Natureza da Geografia Física*. (Tradução de Eduardo Almeida Navarro). Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1992.

GUIDICINI, Guido & NIEBLE, Carlos. *Estabilidade de Taludes Naturais e de Escavação*. São Paulo: Edgard Blücher, 1976.

KOWARICK, L. *A Espoliação Urbana*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1979.
OLIVEIRA, E. L. de A. *Áreas de Risco Geomorfológico na Bacia Hidrográfica do Arroio Cadena, Santa Maria/RS: Zoneamento e Hierarquização*. 2004. 141f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

OLIVEIRA, E. L. de A.; ROBAINA, L. E. de S. & RECKZIEGEL, B. W. Metodologia utilizada para o mapeamento de áreas de risco geomorfológico: bacia hidrográfica do arroio Cadena, Santa Maria - RS. In: I SIMPÓSIO BRASILEIRO DE DESASTRES NATURAIS, 2004, Florianópolis. *Anais*. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2004. CD ROOM.

PANIZZI, W. M. Da Legalidade para a Ilegalidade: A formação de microterritórios urbanos. In: OLIVEIRA, N.; BARCELLOS, T. *O Rio Grande do Sul Urbano*. Porto Alegre: FEE, 1990, p.190-213.

RODRIGUES, A. M. *Moradia nas Cidades Brasileiras*. 7 ed. São Paulo: Contexto, 1997.

ROLNIK, R. *O que é cidade*. São Paulo: Ed. Brasiliense, 1988.

SANTOS, M. *A Urbanização Brasileira*. 3 ed. São Paulo: Hucitec, 1994.

SOUZA, B. S. P. e. *A Qualidade da Água de Santa Maria/RS: Uma análise ambiental das sub bacias hidrográficas dos rios Ibicuí Mirim e Vacacaí Mirim*. 2001. 234p. Tese (Doutorado em Geografia Física) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

VALDATI, J. *Riscos e Desastres Naturais: A área de risco de inundação na sub-bacia do Rio da Pedra - Jacinto Machado/SC*. 2000. 145p. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

ZUQUETTE, L. V.; GANDOLFI, N. & PEJON, O. J. O mapeamento geotécnico na prevenção de riscos geológicos em áreas urbanas. In: In: 1º SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE RISCO GEOLÓGICO URBANO, 1990, São Paulo. *Anais...* São Paulo: ABGE, 1990, p.305-315.

URBANIZATION AND ACCELERATION THE EROSION PROCESS IN SANTA MARIA CITY – RS – BRASIL

Bernadete Weber Reckziegel; Luís Eduardo de Souza Robaina; Vagner Paz Mengue

<https://seer.ufu.br/index.php/sociedadnatureza/article/view/9797>

INTRODUCTION

In the stage of development in which contemporary society meets up with the globalization process dominates the world. One of the consequences of that process is the aggravation of social differences and urbanization manner of peripheral countries, which has as characteristics the pronounced spatial concentration and the accelerated rhythm of increase, tending to present big agglomerations, many times wanting infra-structural basic services. The result of that process is social spatial segregation of urban area.

According to Coelho (2001), human beings in meeting in a determined physical space accelerate the environmental degradation processes. Following this logic, degradation grows up in proportion to populational concentration increases. So, cities and environmental problems create between them a rigid cause-effect relation.

In Santa Maria, that process becomes evident in many places of the city, where the establishment of lots with irregular occupation of environmentally fragile areas have been occurring. Herewith, parts at the headwater in the western part of the city were incorporated to the urban area of the municipal district. One of those areas in the region is known as Nova Santa Marta, where happen problems related to physical environment which has enlarged together with the urban occupation of the area, that those ones linked to erosion in the shape of gully erosion in the headstreams are more significative.

In that context, this current work aims to study the influence of the antropic action, especially urbanization, in the unchaining and evolution of the accelerated erosive processes in Nova Santa Marta.

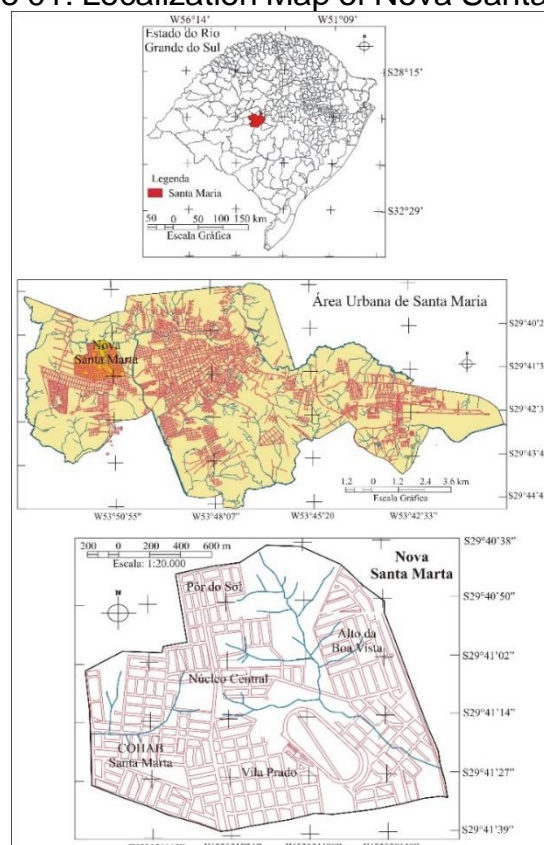
METHODOLOGY

The developed work has followed the methodology proposed by Libault (1971), which is based on four interconnected levels. The compilation level, which consists by data collecting and compilation about the place in different times (1966, 1980, 1991, and 2001); the correlating level, that aims to relate natural order and antropic factors, which have occasioned the emergence of gully erosion; the semantic level, in which occupation process of Nova Santa Marta was approached; and the normative one, in which the events with regard to the theme of the research were identified and characterized. The achieved conclusions help as subsidy to risk mitigation actions and urban planning.

LOCALIZATION AND CHARACTERIZATION OF THE RESEARCHED AREA

The researched area consists of the occupation, which is known as Nova Santa Marta, placed on the northwestern part of Santa Maria City (Picture 01).

Picture 01: Localization Map of Nova Santa Marta.



The relief is constituted by hills, defined by Robaina et al. (2002), as pertaining to the unity of landform of hills near the “Rebordo do Planalto”. The altitude varies from 142 to 155 meters. The altimetric amplitude of the hills changes from 36 to 50 meters, the declivity, from 5% to 12%, and the ramp extent from 700 to 1500 meters.

The bedrock is formed by sandstones with pebbles of quartz and fragments of muds, highly friable, of rose color, and with well visible streambeds, crossed stratum and thickness that varies from 3 to 8 meters. It presents laminae forming mud balls and silica grains in bigger shapes than sand and mica, which have smaller quantities.

The base is formed by cohesive muds that form tablets. The reddish color and the thickness changes from 2 to 5 meters. It occurs iron and manganese nodules in some portions.

In contact with these two lithologic sequences, both superficial water and groundwater flow have a differentiated behavior, engendering a hydraulic pressure because of the difference in permeability.

The soil is constituted by superficial horizon of an average of 80 centimeters of thickness, with reddish color, sandy with gradual transition towards a reddish B horizon, with thickness from 1 to 1,5 meters, muddy with iron nodules.

According to Maciel Filho (1990), soil erosion resistance of those sequences is low and besides saprolite resistance is less lower, so retiring from superficial soil the erosion grows up rapidly.

Analysis of erosive processes in Nova Santa Marta

Nova Santa Marta has a hill relief where erosive processes are associated to dynamics of headwater, once deep gully erosion occurs in the area, which are in expansion and whose evolution is accelerated by the anthropic action.

According to Bigarella & Mazuchwski (1995), gully erosion constitutes a channel of drainage with abrupt walls and fleeting or sometimes small flows. It also has an intense erosion and a steep and scarped headwater. Intermingled gully erosions would be associated to hypodermic and/or groundwater flowage that would be considered a 1st order channel.

Ravines and gully erosions development is connected to the channel drainage channels development, which is associated itself to the formation of concave features, that consist of convergence zones of water and sediments flows. In drainage systems, the superficial and subsurface water flowage converges towards a canalized drainage channels.

According to Fendrich (1991), gully erosion development occurs from erosion in the channel itself (talweg) caused by concentrated water flow and soil cohesivity lost in the shape of gully erosion. The author points out that, once created a erosion step, this one tends to deepen itself rapidly until a basis level. In this process a headwater portion is transported towards the downstream.

Generally, cohesion forces among soil particles, which were in the depths before and now they would be in the open air, are diminished when exposed to both solar radiation and wind making easy desegregation and conduction when will happen precipitation.

In the development of gully erosion processes, groundwater action by the slope is essential. The slow percolation of water, which occurs itself by the gully erosion walls, is undermining the slope bottom, which gives sustentation to a lot of walls. The retrogressive inner tubular erosion (*piping*) does not work just around the talus. It can develop itself along hundreds meters length form the erosion, weakening the soil and establishing regions of percolation which engenders lowering to the upstream.

The erosive processes in this study are conditioned by natural characteristics of the area and accelerated by modifications, that are provoked by different utilizations of the land. In Nova Santa Marta the use for agricultural activities causes the first alterations in the environment, associated mainly to the vegetation withdrawal, which has happened all over the area, including by the drainage channels and on areas of emergence in the headwater. The aerial photographs taken in 1966 (picture 02) show the agricultural utilization that withdraw the vegetation and the existence of vicinal street in the water divisor, which accumulates pluvial waters and increases the erosive capacity of the rains.

In the end of the 1970s and beginning of the 1980s, a remarkable event occurred in the region: the establishment of urban occupation in South portion

of studing area. In the processof implantation of the settlement, modifications at the downstream were established, as soil and rock movement, and drainage and ways works. The obstructed of the main drainage because of the works and waste and sediment load deposited, it caused changes in the upstream portion.

However, the most relevant action in the development of erosive processes, which is seen in the photographs of 1980 (picture 02), is the movement of the soil in order to obtain lending material in the hill top nearby the drainage flows. That movement intensified the erosive processes by desestructuring soils and exposing their most erosion susceptible horizons.

In the very beginning of the 1990s, a new phase of using ground began, which is the urban occupation of the area in the end of 1991 by families with low amount of rent (picture02).

The urban occupation of Nova Santa Marta began from an irregular land occupation, in December 1991, by the members of the “Movimento pela Moradia e Sem-Teto” (Dwelling and Non-Home Movement) on an area of the call Santa Marta Farm. This residential ensemble rejoins many villas of the region known as “Sem-Teto” (Non-Home) (SANTOS, 2000).

At the end of 1991, seventy-four families were set in that place. In 1995 happened the first occupation register; realized by UFSM (Universidade Federal de Santa Maria) pointed out the existence of 3700 families on Nova Santa Marta area. From January 1999 on, the state government began a project of land regularization, which was coordinated by the Secretaria de Habitação do Estado (State Habitation Secretaryship), COHAB (Habitation Cooperative), Santa Maria City Hall and UFSM.

The occupation without adequate technical criterion has caused traces without way plans with concentration of the rainfall and served water throwing directed in the land incresethe runoff. The withdrawal of soil to construction has increase the erosive action.

The pictures 03 and 04 show example of occupation increase erosion process where rainfall water and directed served throwing at the drainage have increase the erosion to downstream. Moreover, deepening of vertical and headward erosion provoke the evolution of gully erosion to the upstream which begins to risk their own way. For minimizing the situation of installed

risk, trash and rubbish in the gully erosion are thrown, which is to increasing the environmental degradation.

Picture 02: 1966 - show the agricultural utilization that withdraw the vegetation in headwater area; 1980 – Show implantation of the occupation in South and the movement of the soil in area; 1992 - Show in indicate area the began from an irregular land occupation Nova Santa Marta.



The thickness of that occupation on the next grounds to the erosive occurring multiples the risk of accidents and increase the environment fragility.

Picture 03: Trash and rubbish in the gully erosion are thrown increasing the environmental degradation



Picture 04: Water flowing of the street direct throwing at the streams have increase the erosion.



The 2001 aerial photographs (picture 05) show conditions near to nowadays ones, where geomorphologic risk areas and areas were installed, in which occupation may draw on installation of risky situations.

On Nova Santa Marta region were identify the existence of five places with erosive processes in development, connected to the headwater. The existent rocks in the area help the erosive processes and the gully erosion advancement, mainly due to the low cohesion of them.

The presence of a lot of trash deposit in the border of the streams channels can also aid the mass movement in their riverside, causing the augmenting of the gully erosion channels.

Picture 05: The 2001 aerial photographs show conditions near to nowadays ones, where geomorphologic risk areas and areas were installed.



Robaina et al. (2001), point out the transformation, which has occurred in the vegetation cover in the western part of Santa Maria City, has contributed to change the hydrologic conduct, creating favorable conditions to a biggest development of the erosive processes, once the water flows off by the zones rock contact with different permeability, it occasions the subterranean erosion, forming inner spaces which can cause the soil undermining. The same author still highlights that the augment of deep linear erosion is associated to the increase of flowage of superficial water through the street, of sewage collecting system, and of channeled water poured directly in the soil.

The urban expansion in Nova Santa Marta has propitiated river waters concentration at headwater, and so it causes erosive processes following the own streets ensemble and the river water conducts; thus there is no adequate structures of adduction, conduction and flowage of rainfall and served water.

So, the present portrait of linear erosion in Nova Santa Marta contributes to environmental degradation at the headwater of the streams of

Cadena and Ferreira, and imposes hazards to the community, threatening homes and the existent infra-structure.

As government actions have been very limited, risks tend to augment due to lacking of an adequate work in relation to the streams of the area.

FINAL CONSIDERATIONS

The structuring of urban centers provokes changes in the environment, which in most of times damage life quality of their dwellers. Urban environmental thematic is so much complex and, in order to improve and control its degradation, is necessary to comprehend its dynamics.

The urban erosion upon Nova Santa Marta is associated to lack of planning, which concerns particularities of environment, socioeconomic conditions of population and tendencies of development of this area. The occupation has augmented constructed and paved areas, and in this way it has increased of runoff, which approaches themselves in the drainage, that being not dispersed, concentrate runoff, accelerating development process of ravines and gully erosion, which are associated to the drainage system.

Thus, it is possible to infer that erosive processes in Nova Santa Marta are linked to the land use and were identified with urban occupation of the region. The control of those processes is slow and complex, once the solution of problems provoked by urbanization process interpose themselves as a challenge to local society and depend on many factors, mainly on the social and economic ones.

BIBLIOGRAPHY

BIGARELLA, J. & MAZUCHOWSKI, J. Z. Visão integrada da Problemática da Erosão. In: 3º Simpósio Nacional de Controle de Erosão. **Anais...** Maringá: ADEA/ABGE, 1985.

COELHO, Maria Célia Nunes. Impactos Ambientais em Áreas Urbanas. In: GUERRA, Antonio José Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista da. (Org.). **Impactos Ambientais Urbanos no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001, p. 19-45.

FENDRICH, Roberto. Erosão Urbana. In: FENDRICH, Roberto et al. **Drenagem e Controle da Erosão Urbana**. 3. ed. São Paulo: IBRASA, Curitiba: CHAMPAGNAT, 1991, p. 15-41.

MAPEAMENTO DE ÁREAS DE RISCO GEOMORFOLÓGICO NAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS ARROIOS CANCELA E SANGA DO HOSPITAL, SANTA MARIA-RS

Bernadete Weber Reckziegel; Luís Eduardo de Souza Robaina; Edson Luis de Almeida Oliveira

<http://www.uel.br/revistas/geografia/V14N1/artigo01.pdf>

RESUMO: A cidade de Santa Maria passou por um grande incremento populacional, principalmente, a partir da década de 1980, como consequência do êxodo rural. A ocupação urbana em áreas com equilíbrio morfodinâmico frágil, como as margens de arroios, planícies de inundação e sem utilização de critérios geotécnicos adequados é causadora das áreas de risco. Este trabalho apresenta um estudo sistemático dos riscos geomorfológicos na bacia hidrográfica dos arroios Cancela e Sanga do Hospital, na cidade de Santa Maria- RS, contribuindo para a indicação de intervenções em áreas susceptíveis, identificação da probabilidade e quantificação da amplitude de possíveis acidentes.

Palavras-Chave: Áreas de risco, Geomorfologia, Inundações.

MAPPING OF RISK AREAS IN CANCELA AND SANGA DO HOSPITAL DRAINAGE BASIN, SANTA MARIA-RS

ABSTRACT: The municipality of Santa Maria has undergone an urban mutation mainly since years 1980 as a consequence of rural exodus and activity service. The occupation urban in areas with presents a fragile morpho-dynamic equilibrium as such as banks of the streams and floodplain and when carried without suitable technical criteria causes the areas of risk. This work presents a systematic study of the risk phenomenons in the Cancela and Sanga Hospital Basin, municipal district of Santa Maria/RS. The work contribute to acknowledge the interventions, identified the level of probability and quantified the valluerat ions of possible damages.

Key-words: Risk areas, Geomorphology, Floods.

INTRODUÇÃO

A população estabelecida em áreas urbanas, em especial, a de baixo poder aquisitivo, tem sido afetada por desastres causados pela ação de processos da dinâmica superficial. Os desastres naturais, além das perdas econômicas, têm sido responsáveis por inúmeras vítimas. As áreas onde ocorrem, ou há possibilidade de ocorrências desses eventos com acidentes, são chamadas de “áreas de risco”.

Entre os processos da dinâmica superficial causadores de acidentes que afetam a população, têm-se as inundações/alagamentos e as diversas formas de erosões e movimentos de massa. Conforme Graf (1978), um dos constituintes da natureza mais susceptíveis a desequilíbrios, em função dos impactos pelas diversificadas atividades antrópicas, é os sistemas geomorfológicos.

O termo “risco”, seja ele geomorfológico ou de outra natureza, conforme Cerri e Amaral (1998), pressupõe perigo potencial para a vida humana e/ou de suas propriedades.

Os riscos geomorfológicos estão enquadrados numa ideia de risco mais ampla, que é a de risco natural, pois os processos naturais fazem parte da dinâmica natural do nosso planeta. Assim, em se tratando de manifestações próprias da natureza, ocorrem independentes da presença do homem. Mas a ação humana pode acelerar, intensificar e induzir a ocorrência de muitos deles (enchentes, escorregamentos, erosão etc.), especialmente devido às alterações ambientais provocadas pela ocupação. Portanto, a expressão processos naturais, na verdade, engloba, também, os processos induzidos pelas atividades do homem (CERRI, 1999).

O espaço urbano, fruto do trabalho total da sociedade, é repartido de forma desigual. Esse fato é evidenciado pela total fragmentação de áreas urbanas, com a existência de bairros providos de um alto padrão urbanístico e outros onde os serviços essenciais de infraestrutura urbana simplesmente não existem. Assim, pode-se dizer que as áreas de risco surgem como uma complexa inter-relação entre os condicionantes físicos e as implicações maiores do sistema produtivo, que se expressa com maior intensidade no meio urbano.

Os acidentes e desastres normalmente afetam as parcelas menos favorecidas da população, pois, não dispondo de capital financeiro para estabelecerem-se em um lugar seguro para habitar, veem-se obrigadas a ocuparem áreas ambientalmente frágeis (planícies de inundação, áreas deprimidas, encostas íngremes). Além disso, há falta de recursos ou informações técnicas que permitam modificar o ambiente para minimizar ou mesmo evitar a ocorrência de algum acidente.

Esse processo pode ser verificado na cidade de Santa Maria, onde a expansão do espaço construído vem intensificando-se nas últimas décadas, modificando as condições naturais e, aliado a uma forte segregação do espaço, vem provocando um incremento das áreas onde a ocupação por moradias pode causar acidentes.

Neste sentido o presente trabalho tem como objetivo a identificação, análise, zoneamento e hierarquização das áreas de riscos geomorfológicos que ocorrem nas bacias hidrográficas dos arroios Cancela e Sanga do Hospital, duas importantes bacias de drenagem da área urbana de Santa Maria-RS.

METODOLOGIA

A metodologia para a execução do presente trabalho consiste, primeiramente, na identificação das áreas susceptíveis a processos de dinâmica superficial junto a áreas com ocupação urbana das bacias hidrográficas em estudo.

A susceptibilidade foi estabelecida nas áreas ocupadas a partir das características físicas da área, associadas à rede de drenagem, o substrato geológico e o relevo:

- Tenham declividade inferior a 2% e localizem-se junto às margens dos cursos fluviais, constituindo áreas muito planas, susceptíveis a processos de inundações/alagamentos. Geologicamente, são compostas por sedimentos finos e solos hidromórficos que compõem a planície de inundação;
- Apresentam declividades superiores a 12%, onde a ocupação necessita de cortes ou aterros;
- Identifiquem-se processos de dinâmica superficial em desenvolvimento;
- Sejam geotecnicamente instáveis, conforme mapeamento de Maciel Filho (1990);
- Tenham como substrato depósitos coluvionares, depósitos de tálus e sedimentos inconsolidados das várzeas junto às drenagens;
- Áreas que a legislação estabelece como de proteção ambiental e que são definidas pela distância de 30 metros dos cursos d'água e pela inclinação de 30% para as vertentes (Lein° 7.803, de 18 de julho 1989).

Os trabalhos de campo permitiram a identificação de todas as áreas sujeitas a risco e a determinação dos registros de acidentes, com base em relatos dos moradores. O risco foi estabelecido para as áreas com ocupação estabelecida em que há possibilidade de ocorrência de processos superficiais.

A hierarquização das áreas de risco foi realizada com base na metodologia proposta pelo Laboratório de Geologia Ambiental (UFMS), apresentada por Oliveira *et al.* (2004), em que são levados em consideração a susceptibilidade natural de ocorrência de eventos, o padrão função urbana da área e o registro de acidentes (relato de moradores).

O padrão função urbana foi definido com base na proposta de Robaina (1999), no qual se entende, como função urbana, as atividades vinculadas ao processo de produção econômica ou ao processo de reprodução das relações

subjacentes à produção econômica. Assim, diferentes padrões acarretam diferentes demandas na dinâmica espacial da cidade.

Os padrões de ocupação foram definidos em função das características construtivas/estruturais das moradias (padrão construtivo alto/médio/baixo); condições de infraestrutura básica oferecidas à população residente na área (rede pluvial, canalização do esgoto cloacal e pluvial, obras de contenção e rede viária); adensamento populacional e forma de ocupação do espaço (ordenada/desordenada). A partir desses levantamentos, pode-se estabelecer o padrão urbano, dividindo-se a área em Alto, Médio e Baixo Padrão Função Urbana.

Para estabelecer-se a quantificação em relação à probabilidade de ocorrência de um acidente, utilizou-se o conceito de probabilidade subjetiva utilizado por Carvalho e Hachich (1997, *apud* PARIZZI, 2002), no qual a probabilidade é considerada uma medida do estado de conhecimento do indivíduo a respeito de um particular fenômeno, ao invés de uma característica que só pode ser avaliada através de um número suficientemente grande de observações do fenômeno.

Dessa forma, optou-se por estabelecer quatro graus para as áreas de risco:

Risco I - Área com susceptibilidade natural, ocupada com Médio/Alto Padrão Urbano e sem registro de ocorrência de acidentes. Constitui-se numa área de grau I, considerada de baixo risco;

Risco II - Área com susceptibilidade natural, apresentando ocupação, predominantemente, de Médio Padrão Urbano e não tendo registro de acidentes; área susceptível, ocupada por moradias de Alto Padrão Urbano com registro de ocorrências, constituem áreas de risco moderado, de grau II.

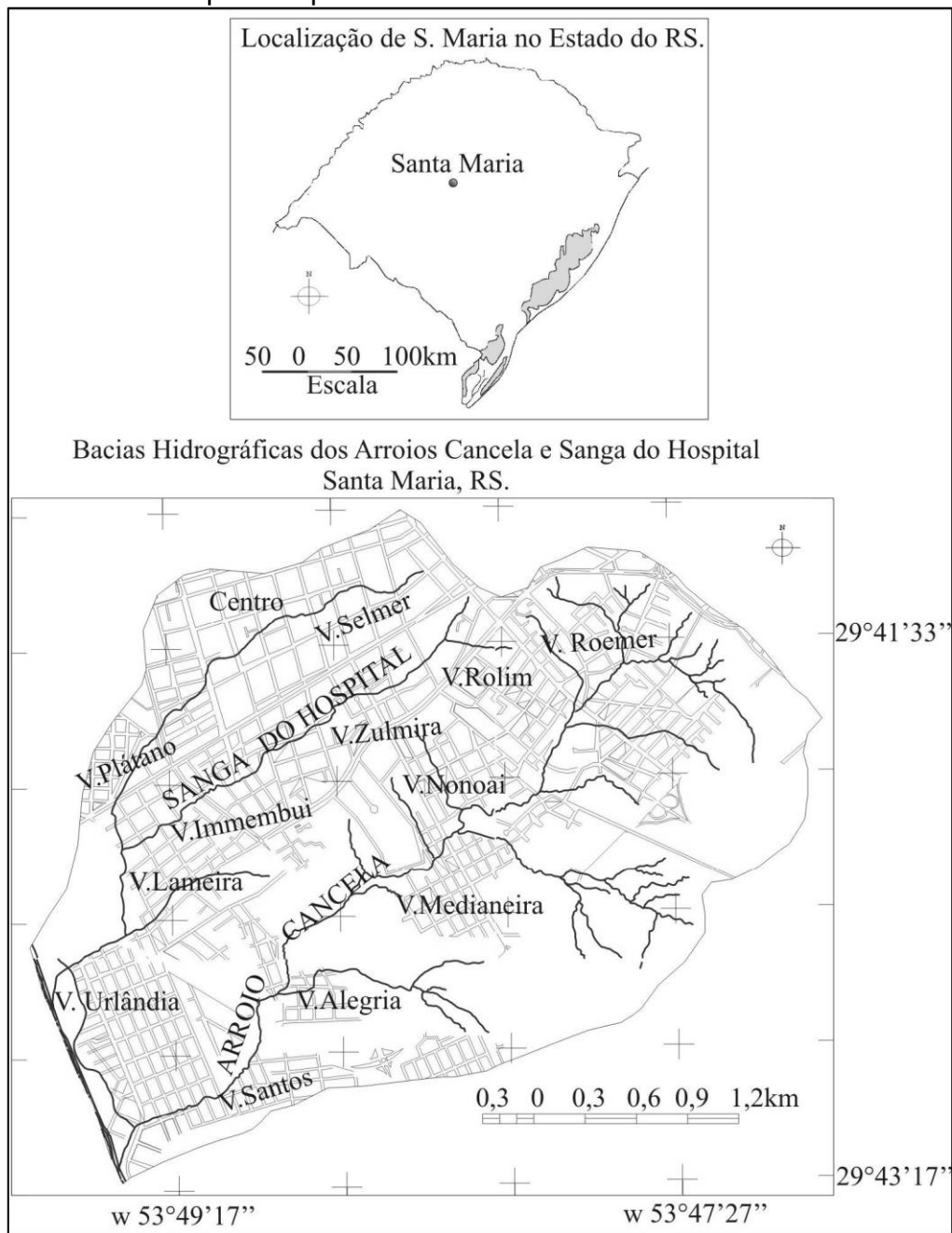
Risco III - Área susceptível apresentando predomínio da ocupação de Médio Padrão Urbano com registro de acidentes; ou de baixo padrão sem registro de acidentes. Constitui-se em áreas de alto risco, de grau III.

Risco IV - Área com susceptibilidade natural, ocupada com moradias de Baixo Padrão Função Urbana e com ocorrência de acidentes, é considerada de risco muito alto, recebendo o grau IV, em que a intervenção deve ser de curto prazo.

CARACTERIZAÇÃO GERAL DA ÁREA DE ESTUDO

As bacias hidrográficas dos arroios Cancela e Sanga do Hospital são afluentes do arroio Cadena, que drena a maior parte do sítio urbano de Santa Maria. Estão localizadas na porção centro-sul da cidade de Santa Maria (Figura 1), em área urbana, com ocupação mais densa na bacia do arroio Sanga do Hospital e nos afluentes da margem direita do arroio Cancela.

Figura 1- Localização das bacias hidrográficas dos arroios Cancela e Sanga do Hospital no perímetro urbano de Santa Maria-RS.



Estão situadas no compartimento geomorfológico da Depressão Periférica da Bacia do Paraná, nas unidades de relevo definidas por Robaina *et al.* (2002), como colinas junto ao rebordo, nas nascentes e no médio curso, e como planície aluvial baixa, na porção de baixo curso.

Segundo o mesmo autor, na unidade de colinas junto ao rebordo, o principal processo geomorfológico está associado à ação da erosão laminar e em sulcos, em especial, junto às cabeceiras de drenagem. Já na unidade de planície aluvial baixa, os processos geomorfológicos estão associados à inundação e erosão das margens.

A geologia da área é composta, principalmente, por arenitos e lamitos das Formações Santa Maria e Caturrita e, em pontos isolados, na porção oriental, por arenitos eólicos da Formação Botucatu e vulcânicas da Formação Serra Geral. Junto à rede de drenagem, ocorrem os sedimentos de diques marginais, modificados pela ação antrópica e, a jusante, os depósitos fluviais de várzea.

Segundo a Carta de Condicionantes à Ocupação (MACIEL FILHO, 1990), a porção do baixo curso das duas bacias em estudo é considerada zona desfavorável à ocupação. É uma área composta por solos mal drenados e inundáveis ou por condições de fundamentação desfavoráveis. É constituída por planícies de inundação ou várzeas e deve ser ocupada com certas precauções.

Na bacia do arroio Sanga do Hospital, aparecem zonas isoladas que são mapeadas por Maciel Filho (1990) como não adequadas à ocupação. Essas áreas apresentam pequena extensão e declividades superiores a 15% ou instabilidade de taludes naturais. Nessas áreas, as construções tornam-se mais onerosas devido à necessidade de cortes e aterros, sendo que facilmente ocorrem problemas de erosão por águas pluviais.

A vegetação original na área de estudo é praticamente inexistente, estando o solo praticamente todo ocupado pela urbanização. A vegetação remanescente restringe-se às matas ciliares, que se encontram em estágio avançado de desmatamento, e às áreas arborizadas nos locais de difícil acesso, ainda não incorporados ao processo de urbanização.

Quanto à drenagem, os canais principais obedecem a uma orientação predominante nordeste-sudoeste. Os canais estão muito modificados pela ação antrópica, com canais fechados, retinizados, diques marginais modificados etc.

O clima de Santa Maria, segundo Barros Sartori (1979), apresenta

temperaturas médias anuais em torno de 22°C, sendo que as temperaturas máximas (superiores a 30°C) ocorrem no verão e as mínimas são inferiores a 5°C e ocorrem nos meses de inverno. A autora também assinala que as precipitações, em sua maioria, são causadas pela invasão de Frentes Polares que, no inverno, chegam com periodicidade de uma semana. A pluviosidade também é influenciada pelo relevo (Elevação do Rebordo do Planalto da Bacia do Paraná), responsável pelo efeito orográfico que provoca precipitação forçada pelo contato das Frentes com as elevações da Serra Geral.

ANÁLISE DOS RESULTADOS

Susceptibilidade

A susceptibilidade corresponde à possibilidade de ocorrência de um evento geomorfológico. As áreas susceptíveis a processos geomorfológicos nas bacias hidrográficas dos arroios Cancela e Sanga do Hospital foram divididas em susceptíveis a processos de dinâmica de encosta e de dinâmica fluvial.

A susceptibilidade aos processos de dinâmica fluvial (alagamentos/inundações e erosão de margem) é mais frequente no baixo curso, mas também ocorre na porção do médio curso das bacias. A existência de solos mal drenados e sedimentos inconsolidados, associados à declividade inferior a 2%, torna a porção do baixo e médio curso susceptível a alagamentos e inundações.

A susceptibilidade à erosão de margem ocorre nas margens dos canais fluviais no baixo e médio curso. Essas áreas são consideradas susceptíveis pela ocorrência de erosão de margem nos canais potencializadas pelas canalizações e retificações à montante que aceleram o fluxo de água e desencadeiam a retomada dos processos erosivos à jusante.

A possibilidade de ocorrência de eventos geomorfológicos associados à dinâmica de encosta é mais frequente na porção do alto curso das bacias, onde a declividade é superior a 12% e os processos erosivos ao longo das vertentes são mais acentuados, com necessidade de cortes e aterros para a ocupação, sendo, portanto, sujeitas a processos de movimento de massa.

Padrão Função Urbana

A ocupação que ocorre numa determinada área é de fundamental

importância, pois indica o tipo de interferência antrópica no meio físico. O padrão função urbana controla em grande parte a impermeabilização do solo, sendo que em áreas de alto padrão construtivo o grau de impermeabilização é maior, devido, entre outros fatores, à maior pavimentação das vias. Também nessas áreas as modificações na rede de drenagem, como canalizações e retificações, são maiores.

À montante da área de estudo, ocorre uma zona predominantemente residencial, de alto padrão, em processo de adensamento populacional e aumento da área construída. O baixo padrão função urbana é predominante na área à jusante, com ocorrências de loteamentos populares e ocupações irregulares. Na porção de médio e baixo curso das bacias, a população de baixo padrão ocupa, em grande parte, as planícies ribeirinhas e as margens dos arroios. É justamente nessa área que ocorrem as menores declividades junto às margens da rede de drenagem, o que a torna susceptível aos processos de dinâmica fluvial.

Zoneamento e Hierarquização dos Riscos

O processo de expansão urbana de Santa Maria é semelhante ao que acontece em várias cidades do Brasil, marcado pela ocupação desordenada do solo, submetendo os espaços livres das áreas periféricas a uma constante transformação e degradação ambiental. Esses locais de interesses especulativos são convertidos em solo urbano, disponível às pressões de uso e ocupação humana, mesmo que nem sempre sejam passíveis de serem convertidos em solo urbano.

Dessa forma, a cidade de Santa Maria apresenta várias vilas onde se intensificam os conflitos entre o homem e a natureza. O mapeamento e zoneamento dessas áreas conforme o grau de risco a que a população está submetida torna-se indispensável para trabalhos em que os processos antrópicos servem como documentos para fins de planejamento e gestão ambiental.

Risco por Dinâmica Fluvial

As bacias hidrográficas dos arroios Cancela e Sanga do Hospital estão localizadas na área urbana de Santa Maria e passaram por profundas

modificações em seus canais, bem como na dinâmica responsável pelo equilíbrio da rede de drenagem.

A incorporação da área drenada pelos arroios para uso residencial e comercial foi responsável pela impermeabilização do solo. A retirada da vegetação natural e a posterior pavimentação dos terrenos aumentaram o escoamento superficial e diminuíram a infiltração, contribuindo para o aumento da quantidade de água que escoava para junto do canal fluvial. Além disso, o processo erosivo em terrenos desprotegidos vem provocando um incremento de sedimentos que são carregados, via arruamentos e bocas-de-lobo, para o curso principal do arroio, o que contribui para o assoreamento dos canais. Essas transformações na dinâmica superficial aumentam a possibilidade de ocorrência de processos geomorfológicos associados à dinâmica fluvial.

A canalização de grande parte dos canais, principalmente das nascentes e do setor do médio curso das bacias, também contribui para o aumento da possibilidade de ocorrência de acidentes associados à dinâmica fluvial na jusante, pois aumenta a velocidade e o volume de água que escoam pelos canais.

Conforme Brookes (1988, *apud* SANTOS e PINHEIRO, 2002), os processos de canalização envolvem o alargamento e aprofundamento da calha fluvial, retificação do canal, construção de canais artificiais e de diques, proteção de margens e remoção de obstáculos de canal. As referidas obras de engenharia, segundo o mesmo autor, modificam a calha do rio, causando impactos no canal e na planície de inundação.

Keller (1981, *apud* SANTOS e PINHEIRO, 2002) ainda afirma que o canal retificado gera inúmeros impactos geomorfológicos, como: a redução do comprimento do canal e a conseqüente mudança do padrão de drenagem, com perda dos meandros; alteração da forma do canal com o aprofundamento e alargamento do rio e a diminuição da rugosidade do leito.

As canalizações nos arroios Cancela e Sanga do Hospital ocorrem tanto de forma fechada, como de forma aberta, em que as margens são protegidas através de muros. As canalizações que ocorrem nas áreas de alto padrão função urbana, no setor à montante das bacias, afetam diretamente as áreas à jusante, devido ao aumento da velocidade e do volume d'água.

Outro problema que ocorre, principalmente, na bacia do arroio Cancela, e que é responsável por ocorrências de inundações e alagamentos, é os

barramentos, que dificultam ou “barram” a passagem da água quando aumenta a vazão do canal. Esses barramentos são constituídos, principalmente, de dutos e pontes mal dimensionados, que são insuficientes para a vazão da água quando há um aumento do escoamento. Associado a isso, tem-se, também, o entupimento das tubulações com lixo e sedimentos, o que dificulta a passagem da água e provoca o seu acúmulo, conseqüentemente, o alagamento das áreas marginais à montante.

Os barramentos ocorrem com mais frequência na porção do médio curso, formando pontos de estrangulamento da drenagem, potencializando a ocorrência de alagamentos nas áreas à montante deles.

Os riscos associados à dinâmica fluvial ocorrem com mais frequência na porção do baixo e médio curso das bacias (Figura 2). Na porção do baixo curso, junto às vilas Urlândia, Santos e Alegria, a possibilidade de risco de inundações/alagamentos e de erosão de margem é muito alto, apresentando, assim, o grau máximo de risco à ocupação (Figuras 3 e 4).

Em eventos pluviométricos, nessa porção, nas duas bacias, por ser a receptora da água que escoar por toda bacia, o volume de água dos canais fluviais é maior que a capacidade de escoamento e, além disso, as margens desprotegidas sofrem erosão que resulta num aumento da possibilidade de inundações, colocando em situação de risco inúmeras famílias.

Na porção do médio curso dos arroios, têm-se áreas de risco muito alto, risco alto e moderado (Figura 2). As áreas de risco muito alto ocorrem na vila Medianeira, no arroio Cancela, e, nas vilas Selmer e Immenbuí, no arroio Sanga do Hospital. As áreas de risco alto, de grau III, ocorrem no arroio Cancela, junto às Vilas Medianeira e Nonoay, associado a áreas de médio padrão urbano. O risco moderado, de grau II (susceptibilidade e médio padrão função urbana), ocorre na Sanga do Hospital, nas vilas Plátano e Lameira.

No alto curso do arroio Cancela, há ocorrência de uma área de risco moderado, de grau II, associado à inundação/alagamento na Vila Roemer, que, apesar de ser uma área de alto padrão função urbana, apresenta registro de acidentes.

Figura 2 – Zoneamento e hierarquização das áreas de riscos geomorfológicos nas bacias hidrográficas dos arroios Cancela e Sanga do Hospital, Santa Maria-RS

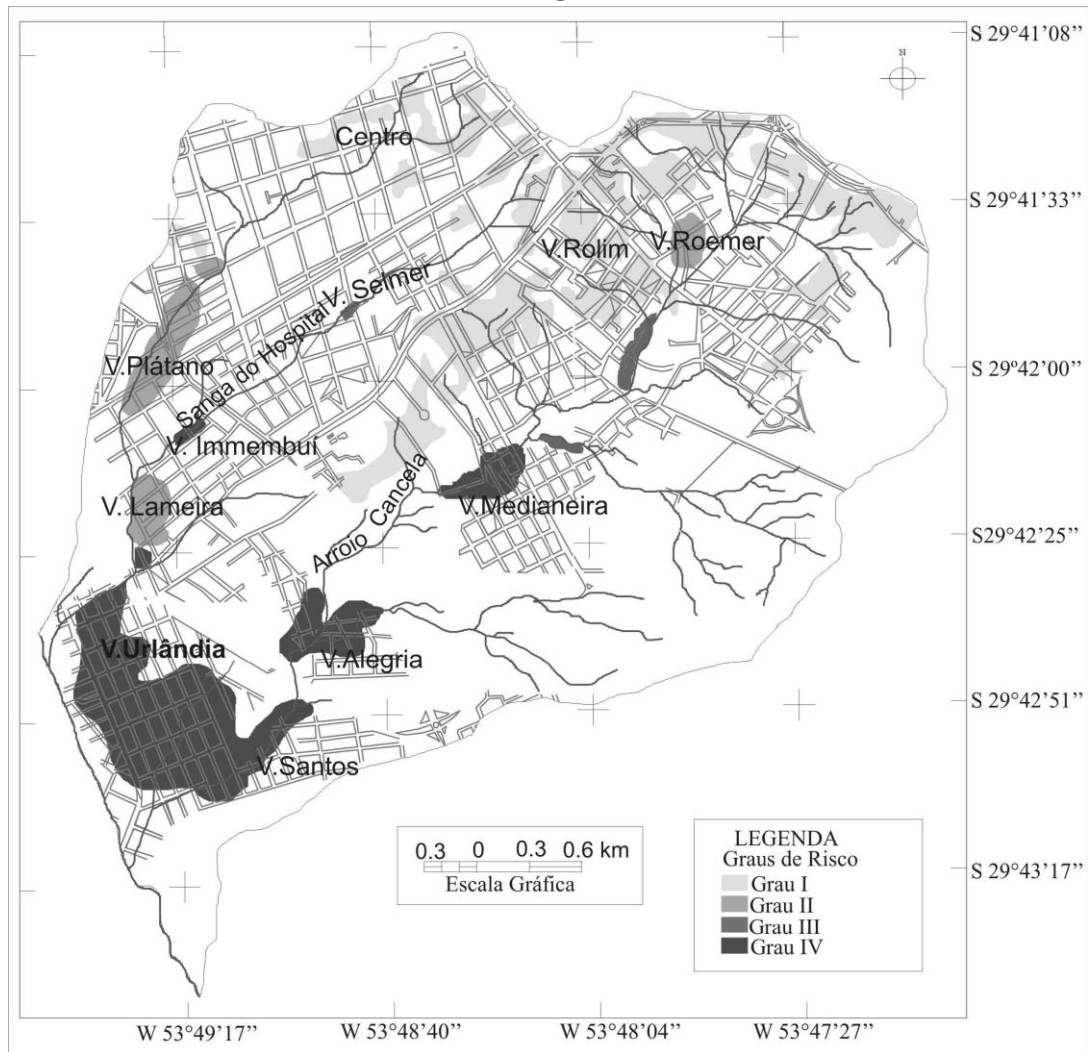


Figura 3 – Risco de erosão de margem na Vila Santos.



Figura 4 – Risco de erosão de margem e inundação na Vila Urlândia.



Risco por Dinâmica de Encosta

Os riscos relacionados aos processos de dinâmica de encosta ocorrem com menor frequência e gravidade. São frequentes na porção do alto curso e acontecem em porções isoladas no médio curso (Figura 2). São áreas com declividade acima de 12%, onde a construção exige medidas preventivas de movimentos de massa, bem como obras de contenção de acidentes e, por isso, tornam-se mais caras. Esse tipo de risco está relacionado com a possibilidade de ocorrência de movimentos de massa localizados, como pequenos escorregamentos, associados a retaludamentos através de cortes e aterros.

Os cortes e aterros realizados para construção de moradias em terrenos com declividade acentuada são obras que provocam alterações na forma original do terreno e estão sujeitos à erosão pela ação das águas pluviais e de movimentos de massa devido à ruptura abrupta da forma original do terreno.

CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

A estruturação dos centros urbanos provoca transformações no ambiente, que, na maioria das vezes, prejudicam a qualidade de vida de seus moradores. A temática ambiental urbana é bastante complexa e, para melhor controlar sua degradação, é preciso compreender sua dinâmica.

Os agentes causadores de risco nas bacias dos arroios Cancela e Sanga

do Hospital estão ligados a processos geomorfológicos de dinâmica fluvial e de encosta. Esses processos foram intensificados com a significativa ocupação urbana das bacias, sendo que o controle deles é lento e complexo, dependendo de diversos fatores, principalmente, do social e do econômico.

Com base no exposto, sugere-se trabalhos de detalhe nas áreas de risco muito alto para definir a necessidade de reassentamentos. O congelamento da ocupação é recomendado nas áreas sujeitas ao desenvolvimento de novas áreas de risco, assim como o impedimento da ocupação em áreas susceptíveis a processos naturais e que ainda não se encontram ocupadas.

Na porção do baixo curso, em que há ocorrência de processos de inundação/alagamento e erosão de margens, as recomendações são para redimensionar algumas tubulações, que já se encontram obsoletas e que não são suficientes para o escoamento das águas superficiais, assim como evitar o entulhamento da drenagem com o despejo de lixo junto aos canais.

No médio curso, onde foi identificado risco muito alto com relação à inundação/alagamentos, as recomendações seriam de impedir a ocupação de novas áreas susceptíveis aos processos de dinâmica superficial, especialmente próximas aos cursos d'água e nas encostas íngremes.

No alto curso, onde as condições socioeconômicas dos moradores são melhores, os riscos são relacionados a obras de engenharia em áreas de alta declividade (cortes e aterros). Nessas áreas, há a necessidade de obras de contenção para que não haja a ocorrência de acidentes.

Construir uma infraestrutura adequada de condução das águas pluviais e trabalhar para o não adensamento das ocupações, em especial, próximo dos cursos d'água é medida emergencial para toda a área das bacias hidrográficas do Cancela e Sanga do Hospital, a fim de evitar o estabelecimento de novas situações de risco e minimizar os riscos existentes. Dessa forma, torna-se necessária à implementação de medidas estruturais de curto prazo, como redimensionamentos de tubulações e a limpeza e desobstrução dos canais que se encontram com acúmulo de lixo. Medidas, a médio e longo prazo, estão associadas à melhoria da infraestrutura e restauração da vegetação das margens, além de projetos que visem à inserção da comunidade no monitoramento do ambiente onde vivem.

Salienta-se, também, a necessidade de um planejamento, que dê atenção

especial para as áreas urbanas e vise à melhoria da qualidade de vida da população, especialmente a de menor renda, que são as que se estabelecem em áreas com possibilidade de desenvolvimento de algum tipo de risco.

A resolução dos problemas provocados pelo processo de urbanização coloca-se como um desafio para a sociedade e exige uma série de medidas que dependem de vontade política, recursos humanos e financeiros, democracia, tecnologia e outros, mas que, apesar disso, espera-se que, dentro do possível, sejam resolvidos.

REFERÊNCIAS

BARROS SARTORI, M. da G. O Clima de Santa Maria: do Regional ao Urbano. 1979. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1979.

BRASIL. Código Florestal Brasileiro. Brasília. Lei nº 7.803, de 18 de julho 1989. CERRI, L. E. da S.; AMARAL, C. P. do. Riscos Geológicos. In: OLIVEIRA, A. M. dos S.;

BRITO, S. N. A. Geologia de Engenharia. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, 1998, p.301-310.

CERRI, L. E. da S. Riscos Geológicos Urbanos. In: CHASSOT, A. & CAMPOS, H. (Orgs.). Ciências da Terra e Meio Ambiente: Diálogo para (inter)ações no Planeta. São Leopoldo: Ed. UNISINOS, 1999, p. 49-73.

GRAF, W. L. A lei da razão em Geomorfologia Fluvial. Notícia Geomorfológica. V.18, n.36, p.57-78, 1978.

MACIEL FILHO, C. L. Carta Geotécnica de Santa Maria. Santa Maria: Ed. UFSM, 1990, 22p.

OLIVEIRA, E. L. de A.; ROBAINA, L. E. de S.; RECKZIEGEL, B. W. Metodologia Utilizada para o mapeamento de áreas de risco geomorfológico: bacia hidrográfica do arroio Cadena, Santa Maria - RS. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE DESASTRES NATURAIS, 1. 2004, Florianópolis. Anais... Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2004. CDROOM.

PARIZZI, M. G. *et al.* Caracterização Geológica-Geotécnica e Avaliação do Risco do Conjunto Taquaril, Belo Horizonte (MG). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA E AMBIENTAL, 10. 2002. Ouro Preto: Anais... Ouro Preto, MG, 2002.

ROBAINA, L. E. de S. Análise Ambiental da Região de Abrangência do Rio dos Sinos entre o Arroio Campo Bom e o Canal João Correia, com ênfase a Metais Pesados, RS. 1999. 267 p. Tese (Doutorado em Geociências) -

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.

ROBAINA, L. E. de S. *et al.* Unidades de Landforms na Bacia do Arroio Cadena, Santa Maria-RS. *Ciência e Natura: Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas*. Santa Maria:ed. UFSM, v. 24, dez. 2002, p. 139-152.

SANTOS, G. F. dos; PINHEIRO, A. Transformações Geomorfológicas e Fluviais Decorrentes da Canalização do Rio Itajaí-Açu na Divisa dos municípios de Blumenau e Gaspar (SC). *Revista Brasileira de Geomorfologia*. Uberlândia: União da geomorfologia Brasileira. v. 3,n.1, set. 2002, p. 1-10.

ÁREAS DE RISCO GEOMORFOLÓGICO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO PASSO DA AREIA, SANTA MARIA/RS

Edson Luis de Almeida Oliveira; Bernadete Weber Reckziegel; Luis Eduardo de Souza Robaina

<http://seer.ufrgs.br/bgg/article/view/37480/24223>

Resumo: A cidade é a mais complexa das construções humanas. A ocupação desordenada de áreas urbanas tem como consequência problemas relacionados a áreas de risco. Este trabalho apresenta um estudo sistemático dos riscos geomorfológicos na bacia hidrográfica do Passo da Areia, na cidade de Santa Maria/RS. O documento cartográfico resultante do trabalho é o mapa de risco. Ele foi construído considerando-se os seguintes critérios: características geológico-geotécnicas, gradiente das vertentes, morfologia e ocupação urbana. Este trabalho contribui para a indicação de intervenções em áreas susceptíveis, identificação da probabilidade e quantificação da amplitude de possíveis acidentes.

Palavras-chaves: Geomorfologia, Áreas de Risco, Dinâmica Superficial, Urbanização, Alteração Ambiental.

GEOMORPHOLOGICAL RISK AREAS IN PASSO DA AREIA HYDROLOGICAL BASIN - SANTA MARIA, RS, BRAZIL

Abstract: *The city is the most complex of human works. The disorderly occupation of urban areas leads to problems such as the emergence of risk areas. This paper presents a systematic study of the risk phenomena in Passo da Areia Basin, municipal district of Santa Maria/RS., resulting in cartographic documentation in the form of a map of risks. The geomorphological risk map was made by zoning units considering the following criteria: geological-geotechnical characteristics, declivity of slopes, morphology and urban occupation. This research lists interventions in susceptible areas, identifies the probability and quantifies the amplitude of possible events.*

Key-words: *Geomorphology, Risk Areas, Dynamic Surfaces, Urbanization, Environmental Alteration.*

Introdução

No Brasil, o processo de industrialização, iniciado na primeira metade do século passado, foi responsável pelo primeiro impulso no surgimento dos grandes centros urbanos. Naquele período, começaram a surgir os grandes aglomerados urbanos que se formaram rapidamente sem um planejamento prévio. Esse processo teve como consequência diversos problemas ao meio físico e à sociedade humana, sendo que um deles foi a instalação de áreas com riscos de acidentes provocados por processos geomorfológicos.

Com o adensamento da população na cidade de Santa Maria, a interação entre sociedade e ambiente passou a acontecer de forma intensa, com ocorrência de conflitos gerados pela ocupação de áreas propícias a desenvolver processos de dinâmica superficial, tais como: movimentos de massa, erosões e inundações/alagamentos.

O relevo, objeto de estudo da geomorfologia, conforme Casseti (1991),

compõe o estrato geográfico em que o homem (sociedade) constitui uma relação entre o natural e o social. Segundo o mesmo autor, o relevo é oriundo das forças endógenas e exógenas, tendo grande interesse geográfico, não só como objeto de estudo, mas por ser no relevo que se reflete o jogo das interações naturais e sociais.

Os processos de dinâmica superficial, que atuam na bacia do arroio Passo da Areia, são a dinâmica de encosta e dinâmica fluvial. A dinâmica fluvial corresponde às erosões e solapamentos de margens e inundações/alagamentos que estão, principalmente, associados à ocupação que se estabelece nas planícies ribeirinhas do Arroio Passo da Areia. A dinâmica de encosta ocorre junto às áreas de montante formadas por colinas, que estão sujeitas à ação de processos erosivos, onde a ocupação urbana tem se adensado.

Os objetivos do presente trabalho consistem em identificar a dinâmica superficial, realizar o levantamento do uso e ocupação do solo e estabelecer os riscos de acidentes provocados por processos geomorfológicos atuantes na microbacia hidrográfica do Passo da Areia, afluente do Arroio Cadena, na cidade de Santa Maria, RS.

Metodologia

Os procedimentos metodológicos para a execução deste trabalho consistem, primeiramente, em uma revisão bibliográfica sobre o tema proposto e no levantamento de dados básicos sobre a área de trabalho.

Após, realizou-se a compilação dos documentos cartográficos existentes, que consistem em carta topográfica de Santa Maria/SE, em escala de 1:25.000, Carta Geotécnica e de Condicionantes à ocupação de Santa Maria/SE, elaborada na escala de 1:25.000 por Maciel Filho (1990), e o mapa urbano de Santa Maria elaborado na escala 1:10.000, Guimapa (2000).

Os trabalhos de campo foram realizados em toda a área que compreende a microbacia hidrográfica do Passo da Areia. Foram percorridos todos os canais de drenagem, a partir da confluência com o Arroio Cadena, percorrendo as margens dos canais da foz até as nascentes. Esse procedimento permitiu identificar os processos de dinâmica superficial atuantes e verificar o estágio de desenvolvimento da ocupação, assim como suas condições de infraestrutura. A partir dos dados obtidos, foi possível

identificar as moradias que estão em situação de risco.

O termo "risco geomorfológico" foi utilizado para designar o tipo de risco existente na bacia do Passo da Areia, porque os processos geomorfológicos são os desencadeadores do risco na área.

As áreas susceptíveis a risco geomorfológico foram definidas levando-se em consideração:

a) Susceptibilidade natural de ocorrência de eventos em áreas ocupadas; b) Padrão Função Urbana da ocupação e c) Ocorrência de eventos (relato de moradores).

Critérios para Estabelecer as Áreas de Risco

Para estabelecer as áreas de risco geomorfológico na bacia hidrográfica do Passo da Areia, foram realizados cruzamentos entre as variáveis ambientais que interferem na susceptibilidade de ocorrência de processos de dinâmica superficial em áreas ocupadas pela sociedade humana e o Padrão Função Urbana da ocupação.

Susceptibilidade Natural

Para estabelecer as áreas naturalmente susceptíveis a risco, foram considerados a rede de drenagem, o substrato geológico, a declividade e a ocupação urbana do solo. Sendo assim, são consideradas susceptíveis as áreas ocupadas que:

- Tenham declividade inferior a 2% e localizem-se nas margens dos cursos fluviais, que, por serem áreas muito planas, são susceptíveis aos processos de inundações/alagamentos;

- Apresentem declividade superior a 12%, onde os processos erosivos das vertentes são mais acentuados, com necessidade de corte para a ocupação, sendo, portanto, sujeitas a processos de dinâmica de encosta;

- Estejam em proximidade inferior a 30 metros dos cursos fluviais, que, por serem próximas ao leito, são susceptíveis aos processos de inundação e solapamento das margens. A Lei Federal 6.766/79 estabelece essas áreas como sendo "non aedificandi";

- Apresentem processos de dinâmica superficial em desenvolvimento;

- Sejam geotecnicamente instáveis (MACIEL FILHO, 1990);

- Tenham como substrato depósitos coluvionares, depósitos de tálus e sedimentos inconsolidados das várzeas junto as drenagens.

Padrão Função Urbana

Na definição do Padrão Função Urbana foram levados em conta as características construtivas/estruturais das moradias (padrão construtivo alto/médio/baixo), as condições de infraestrutura básica oferecidas à população residente na área (rede pluvial, canalização do esgoto cloacal e pluvial, obras de contenção e rede viária), bem como o adensamento populacional e a forma de ocupação do espaço (ordenada/desordenada).

A partir desses levantamentos, pode-se estabelecer o padrão função urbana, dividindo-se a área em Alto, Médio e Baixo Padrão Função Urbana. Para a hierarquização do padrão, foram atribuídos valores de 0 e 1 para as variáveis consideradas, de acordo com sua ocorrência, como pode ser observado na tabela 01:

Tabela 01 - Parâmetros utilizados para a definição do Padrão Função Urbana

Variável	Característica	Valor
Malha Viária	Pavimentada	1
	Não Pavimentada	0
Esgoto	Canalizado	1
	Direto no Ambiente	0
Rede Pluvial	Apresenta	1
	Não Apresenta	0
Padrão Construtivo	Alto/Médio	1
	Baixo	0
Ocupação	Organizada	1
	Pavimentada	1
Obras de Contenção	Não Pavimentada	0
	Canalizado	1

Org: OLIVEIRA, E.; RECKZIEGEL, B. W.; ROBAINA, L.,E.S.

A caracterização da área, segundo essas unidades, possibilitou a divisão da bacia baseada na soma dos valores atribuídos às características que apresentam:

Alto Padrão: Constituí as áreas que tenham apresentado valor máximo (6) na soma total dos valores dos atributos;

Médio Padrão: Constituí as áreas que tenham apresentado soma igual a 3, 4 e 5;

Baixo Padrão: Áreas que tenham apresentado soma igual a 0, 1 e 2.

Graus de Risco Geomorfológico

O grau de risco é o produto do cruzamento entre a susceptibilidade natural, o padrão função urbana e o registro de ocorrência de algum evento na área.

O processo causador do risco é definido pelas siglas De e Df, indicativas de dinâmica de encosta e dinâmica fluvial, respectivamente. A dinâmica fluvial pode ser identificada por Dfs, se associada a erosão/solapamento e/ou Dfa quando ocorre inundação/alagamento.

Para estabelecer a quantificação em relação à probabilidade de ocorrência de um acidente, utilizou-se o conceito de probabilidade subjetiva utilizado por Carvalho & Hachich (1997) *apud* Parizzi (2002), no qual a probabilidade é considerada uma medida do estado de conhecimento do indivíduo a respeito de um particular fenômeno, ao invés de uma característica que só pode ser avaliada através de um número suficientemente grande de observações do fenômeno.

Dessa forma, optou-se por estabelecer quatro graus de risco para as áreas analisadas, identificados por números romanos e cartograficamente por cores.

Risco IV

Quando a área ocupada apresentar predomínio de moradias de alto padrão função urbana, susceptibilidade natural e não tiver registro de ocorrência de eventos, constitui-se numa área de grau *N*, considerada de baixo risco.

Risco III

Ocorre quando a área com susceptibilidade natural está ocupada com moradias de médio padrão função urbana sem ocorrência de eventos ou se a área susceptível estiver ocupada por moradias de alto padrão função urbana com registro de ocorrências. Constituem áreas de risco moderado de grau III.

Risco II

Quando a área susceptível apresentar predomínio de ocupações de médio padrão função urbana com registro de eventos ou de baixo padrão sem registro de eventos, constitui-se em áreas de alto risco de grau II.

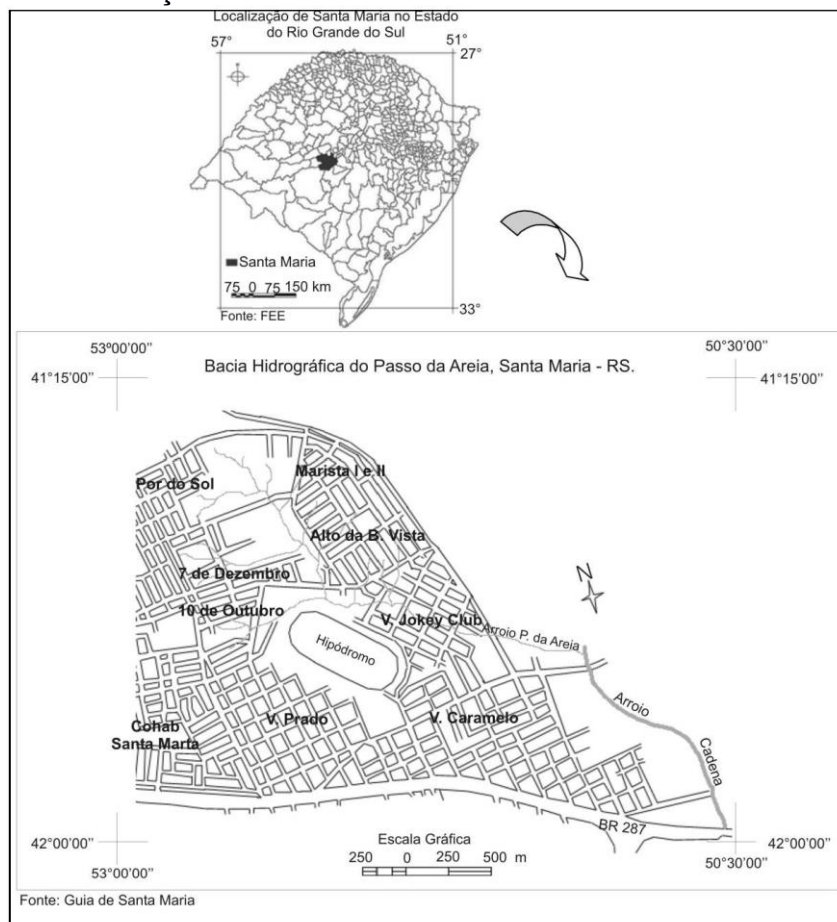
Risco I

Quando a área ocupada com moradias de baixo padrão função urbana apresentar susceptibilidade natural e ocorrência de eventos é considerada de risco iminente, de grau I, onde a intervenção deve ser de curto prazo.

Características Gerais da Área de Estudo

A bacia hidrográfica do arroio Passo da Areia pertence à bacia hidrográfica do Arroio Cadena, que drena a maior parte do núcleo urbano de Santa Maria. Localizada no setor noroeste da cidade, compreende o bairro Juscelino Kubitschek e a área de ocupação recente conhecida como Nova Santa Marta.

Figura 1 – Localização da área de estudo no estado do Rio Grande do Sul



O bairro Juscelino Kubitschek é formado pelas vilas: Prado, Jockey Club, Caramelo e Rigão, e pelo Conjunto Habitacional Santa Marta. A ocupação nesse bairro é antiga, tendo iniciada na década de 1970 de forma dispersa e se adensado com o crescimento da cidade. De acordo com o censo demográfico de 2000 do IBGE, o bairro contava com uma população de 12.606 habitantes.

As condições de infraestrutura disponíveis são ruas calçadas e água encanada. Os conflitos existentes nessa bacia se estabelecem em função da fragilidade do ambiente e do rápido crescimento urbano na última década.

A área que compreende a Nova Santa Marta está localizada no norte da bacia, junto as nascentes. A partir de 1991, essa porção da bacia foi submetida a um rápido processo de crescimento urbano, quando parte da Fazenda Santa Marta foi ocupada por cerca de 74 famílias pertencentes ao Movimento Nacional de Luta pela Moradia (MNLN).

De acordo com Weber (2000), o levantamento realizado pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM/1995) identificou a presença de cerca de 3700 famílias na localidade. O lugar popularmente conhecido como "sem-teto", tem essa designação em função da baixa condição socioeconômica da população que ali se estabeleceu, sendo que, ainda hoje, essa área não tem infraestrutura urbana adequada, apresentando somente água encanada disponível.

Em relação aos aspectos físicos, a referida bacia tem seu substrato geológico formado por camadas de arenitos finos a médios, de cor rosa a cinza claro de composição essencialmente quartzosa e matriz argilosa. De acordo com Maciel Filho (1990), ocorrem espessas camadas de siltitos-argilosos recobertos por sedimentos arenosos inconsolidados, propensos, nos locais onde o fluxo superficial é alterado, a desenvolver sulcos e ravinamentos, como também no contato solo/rocha a favorecer os processos erosivos subsuperficiais.

A vegetação atual é composta essencialmente por formações herbáceas, sendo que a mataciliar, pouco preservada, é encontrada apenas em pequenos trechos ao longo da drenagem.

Análise dos Resultados e Hierarquização dos Riscos

A partir da análise e do cruzamento dos dados referentes à susceptibilidade natural e do padrão função urbana foi possível estabelecer as áreas sujeitas a processos geomorfológicos na bacia do Passo da Areia e hierarquizá-las.

Risco por Dinâmica de Encosta

Na bacia hidrográfica do Passo da Areia, os riscos causados por processos de dinâmica de encosta ocorrem na área de montante, que compreende as nascentes dos canais fluviais. Esse tipo de risco está relacionado com a erosão do solo, incluindo locais em que há possibilidade de ocorrência de erosão subsuperficial.

Destaca-se que, na área, não há a presença de risco associado a movimentos de massa (deslizamentos, quedas, tombamentos), mas há a ocorrência de ravinas e voçorocas em avanço para montante e seguindo alguns canais ao longo das vertentes.

O processo erosivo constitui-se em um mecanismo natural da esculturação do relevo terrestre. Com a interferência antrópica, esse processo intensifica-se, dando origem à erosão acelerada. A susceptibilidade dessa área à erosão é dada pelas características dos solos, pela declividade superior a 12% e pela baixa cobertura vegetal.

O agravamento da erosão está relacionado com a infraestrutura precária verificada nas áreas de montante da bacia, onde a ocupação acontece de forma espontânea, com inexistência de projetos de parcelamento do solo. A erosão subterrânea também é significativa e acontece no contato de camada com diferente permeabilidade

As relações entre susceptibilidade natural, baixo padrão função urbana e a inexistência de registros de acidentes caracterizam o tipo geomorfológico associado à dinâmica de encosta na área de montante da bacia como II, ou seja, de alto grau (Anexo I).

Riscos por Dinâmica Fluvial

Na bacia hidrográfica do Passo da Areia, os riscos geomorfológicos causados pela dinâmica fluvial, como erosão e solapamento de margens e alagamentos e inundações, ocorrem no baixo e médio curso na bacia.

O setor de baixo curso da bacia do Passo da Areia corresponde a unidade de *landform* mapeada por ROBAINA *et al* (2002), como sendo de planície aluvial alta, definida pela altitudes da planície de inundação inserida entre as cotas de 70 e 90 metros, constituindo superfícies planas, onde a declividade é inferior a 2%, sendo essas áreas sujeitas a inundações (Figura 2).

A ocupação urbana é de médio padrão função urbana, tendo se iniciado há aproximadamente 23 anos. Atualmente, a ocupação encontra-se adensada, com a incorporação de áreas de baixa declividade.

Figura 2 – Situação de risco relacionado a inundações e alagamentos no médio curso da bacia do Passo da Areia



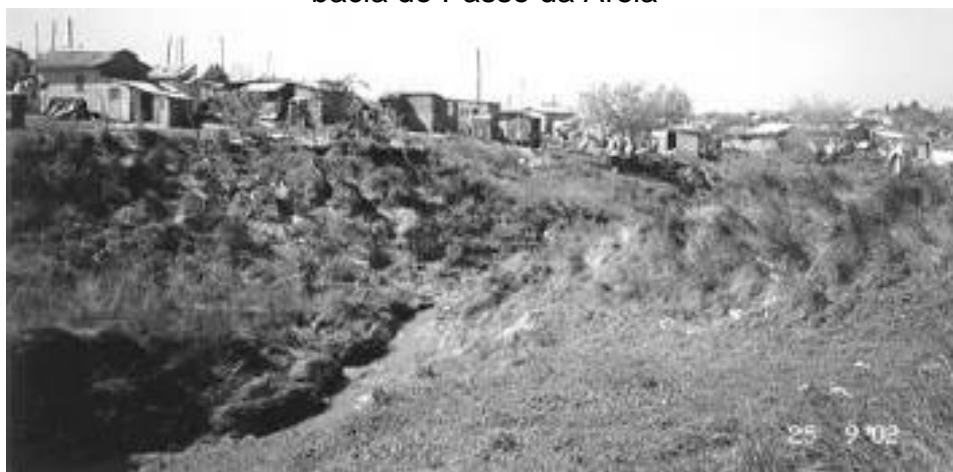
O mecanismo de erosão está relacionado aos leitos fluviais que ocorrem junto a paredes e ao fundo do leito pelas águas correntes pela ação corrosiva e pelo impacto hidráulico. A corrosão ou efeito abrasivo das partículas em transporte sobre a rocha e sobre outras partículas tende a reduzir a rugosidade do leito.

Esse processo pode desencadear movimentos coletivos de solo nas margens, pois, com a ação corrosiva do fluxo do rio atuando nas margens arenosa, pode ocorrer desconfinamento e conseqüente solapamento.

Na porção do médio curso, junto ao canal principal, há ocorrência de risco por solapamento de margem. A proximidade da margem, constituída por material inconsolidado, e o incremento da capacidade erosiva da drenagem, com aumento da ocupação a montante, torna a área susceptível. (Figura 3). Os processos de risco mais significativos e que apresentam uma tendência crescente são as inundações/alagamentos.

CERRI (1999) refere-se às enchentes, inundações e alagamentos como processos hidrológicos que afetam muitas cidades brasileiras. O referido autor classifica enchente como: “elevação do nível normal de água de um rio, sem extravasamento da água para fora do canal principal” e referindo-se a inundações, classifica-as como um tipo particular de enchente que se caracteriza pelo extravasamento da água para fora do canal principal do rio, atingindo áreas que normalmente são secas.

Figura 3 – Situação de risco relacionado à erosão de margens no alto curso da bacia do Passo da Areia



As inundações/alagamentos são um dos processos que mais recebem influência da urbanização. Em muitos casos, processa-se a expansão do solo criado na cidade por incorporação de área periférica ao núcleo urbano, em locais em que a situação do terreno necessitaria de obra corretiva para não ocorrer alagamentos futuros. Essas áreas são ocupadas de forma caótica, sem considerar o fluxo das águas pluviais e nem as características de saturação de água pelo substrato (se há indícios de acúmulo de água quando ocorrem episódios de chuva de curta duração).

Para Tucci (1995), as inundações em áreas urbanas podem ocorrer

devido a dois processos: as enchentes em áreas ribeirinhas, que são as enchentes naturais que atingem a população que ocupa os leitos dos rios e as inundações localizadas que podem ocorrer em função de vários fatores, como o estrangulamento da seção do rio devido a aterros e pilares de pontes, construção de estradas, assoreamento do leito do rio por sedimentos e lixo etc. As inundações de âmbito local também podem ser provocadas por chuvas de curta duração e de alta intensidade, ocorrendo várias vezes ao ano e, em geral, com tempo de duração de poucas horas, afetando algumas parcelas da área urbana.

Na bacia do Arroio Passo da Areia, é comum a ocorrência de canalizações mal dimensionadas que provocam barramentos. Canalização é "uma obra de engenharia realizada no sistema fluvial que envolve a direta modificação da calha do rio e desencadeia consideráveis impactos no canal e na planície de inundação. Os diferentes processos de canalização consistem no alargamento e aprofundamento da calha fluvial, na retificação do canal, na construção de canais artificiais e de diques, na proteção das margens e na remoção de obstáculos no canal" CUNHA (1998:242). Essas canalizações, quando feitas de forma inadequada, podem acelerar a inundação a montante, além de incrementar os processos erosivos das margens, ou transferi-los de locais onde o fluxo fluvial chega de forma acelerada. Podem colocar em risco não somente a infraestrutura urbana, como também a população que reside próximo a esses lugares.

A susceptibilidade natural somada ao médio padrão função urbana e à inexistência de registros de acidentes caracterizam o risco geomorfológico associado à dinâmica fluvial relacionado aos solapamentos e à erosão das margens na área do médio curso da bacia como III, ou seja, moderado.

Nas áreas susceptíveis aos processos de inundação/alagamento no baixo e médio curso, houve o estabelecimento de graus distintos de risco, sendo que, nas áreas sem registros de acidentes, o grau foi definido como III, ou seja, moderado e, na área em que há registro de acidentes de inundação e alagamentos, o grau de risco foi definido com II, ou seja, alto, afetando diretamente 25 moradias.

Considerações Finais e Recomendações

O processo de expansão do espaço construído na cidade de Santa Maria

vem intensificando-se nos últimos 30 anos, aliado a uma forte segregação urbana que vem provocando a ocupação de áreas onde as condições ambientais são inadequadas para o estabelecimento de moradias.

Não é difícil encontrar em trabalhos que versam sobre áreas de risco, a recomendação de "congelar" a ocupação dessas áreas ou de retirar as pessoas que aí vivem. Infelizmente, a dinâmica urbana está inserida em um processo maior que extrapola os limites da cidade e relaciona-se com as grandes diferenças sociais brasileiras, resultado da implantação de um capitalismo periférico, em que apenas uma pequena parcela da sociedade tem condições financeiras para escolher um local adequado para viver, enquanto o restante da população é obrigado a estabelecer-se em áreas geomorfologicamente desfavoráveis à ocupação humana.

No baixo/médio curso da bacia do Passo da Areia, que se constitui em uma área de acumulação, encontram-se as áreas com maiores riscos de inundação e alagamento, contabilizando um total de 25 moradias já afetadas por esses processos. Isso ocorre devido ao aumento da área impermeabilizada a montante e dos barramentos provocados pela construção do arruamento, sendo que, em episódios de precipitação concentrada, torna-se comum a água extravasar do canal e inundar/alagar as moradias próximas.

Nessa área, as recomendações seriam de redimensionar algumas tubulações, que já se encontram obsoletas e que não são suficientes para o escoamento das águas superficiais, assim como evitar o entulhamento da drenagem com o despejo de lixo junto aos canais.

No médio curso, onde foram identificados riscos moderados em relação à inundação/alagamentos, em função da menor declividade do terreno, e onde os processos erosivos ainda não são intensos, as recomendações seriam de preservar o que resta da mata ciliar, pois esta serve como proteção natural dos cursos d'água contra a erosão.

No alto curso, onde a ocupação urbana é mais recente e aconteceu de forma não planejada, e onde as condições socioeconômicas dos moradores é mais precária, os riscos hoje apontados como baixos, em um curto intervalo de tempo, podem tornar-se iminentes. Os processos erosivos fluvial e subsuperficial podem tornar-se mais intensos com o aumento e a expansão das moradias, pois, nesses locais, não existe sistema de esgoto pluvial e tão pouco

cloacal, sendo os dejetos jogados nas drenagens.

Construir uma infraestrutura adequada de condução das águas pluviais e esgotos e trabalhar para o não adensamento das ocupações, em especial, próximo dos cursos d'água, são medidas emergenciais para toda a área da bacia hidrográfica do Passo da Areia, a fim de evitar o estabelecimento de novas situações de risco e de minimizar os riscos existentes.

Dessa forma, torna-se necessária a implementação de medidas estruturais de curto prazo, como redimensionamentos de tubulações e a limpeza e desobstrução dos canais que se encontram com acúmulo de lixo. Medidas de médio e longo prazo estão associadas à melhoria da infraestrutura e revegetação das margens, além de projetos que visem à inserção da comunidade no monitoramento do ambiente onde vivem.

Referências

BRASIL. Lei Federal nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979.

CASSETI, V. **Ambiente e Apropriação do Relevo.** São Paulo: Contexto, 1991. 147 p.

CERRI, L.E.S. Riscos Geológicos Urbanos. In: CHASSOT, A & CAMPOS, H(orgs). **Ciência da Terra e Meio Ambiente: Diálogos para (inter) ações no Planeta.** São Leopoldo: Ed. Unisinos, 1999. p. 133-146.

CUNHA, S. B. da. Geomorfologia Fluvial. In: GUERRA, A. J.T. & CUNHA, S. B. da. **Geomorfologia: Uma atualização de bases e conceitos.** 3º ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998. p. 211-252.

DIRETORIA DO SERVIÇO GEOGRÁFICO. **Santa Maria- SE:** DSG, folha SH.22-V-C-IV/1- SE, 1992, escala 1: 25.000.

GUIMAPA. **Guia de Santa Maria.** Santa Maria: Palotti, 2000. 80p.

IBGE. **Censo Demográfico de 2000.** Disponível em: www.ibge.gov.br. Acesso em 03/out2003. MACIEL FILHO, C.L. **Carta Geotécnica de Santa Maria (1:25.000).** Santa Maria: UFSM, 1990.

PARIZZI, M. G. *et ai.* Caracterização Geológica-Geotécnica e Avaliação do Risco do Conjunto Taquaril, Belo Horizonte (MG). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA E AMBIENTAL, 100., 2002, Ouro Preto. **Anais...**, Ouro Preto, 2002.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTA MARIA. **Mapa da Cidade (1: 10.000).** Santa Maria, Secretaria Municipal de Planejamento, 1992.

ROBAINA, et ai. Unidades de Lanforms na Bacia do Arroio Cadena, Santa Maria - RS. In: **Ciência & Natura**, Santa Maria: Ed. da UFSM, 24:139-152, 2002.

TOMINAGA, L. K. Avaliação de riscos geológicos para aplicação em instrumentos de gestão ambiental. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA GEOTÉCNICA, 4º., Brasília, 2002. **Anais...** Brasília, 2001. CD - ROM.

TUCCI, C. E. M. Inundações Urbanas. In: TUCCI, C. E. M, PORTO, R. La L.& BARROS, M. T. **Drenagem urbana..** Porto Alegre: ABRH/ Editora da Universidade/ UFRGS, 1995. p. 15-36.

WEBER, I. G. K. **Experiência de Educação Ambiental: Resgate Histórico da Ocupação e Análise Espacial na Nova Santa Marta.** Monografia (Especialização em Geociências) - Universidade Federal de Santa Maria, RS, 2000. 113p.

ESPAÇO URBANO: RELAÇÃO COM OS ACIDENTES E DESASTRES NATURAIS NO BRASIL

Luís Eduardo de Souza Robaina

DOI: <https://doi.org/10.5902/2179460X9841>

Resumo: Neste trabalho, busca-se fazer uma reflexão sobre como a configuração espacial no meio urbano, que é uma manifestação de processos sociais e históricos específicos, está intimamente ligada à ocorrência de desastres naturais e às áreas de risco no Brasil. O crescimento desordenado das cidades, controlado principalmente por interesses privados e especulativos, é considerado como um condicionante de desastres. A redução de estoques de terrenos em áreas seguras e sua consequente valorização provocam o adensamento dos estratos populacionais mais vulneráveis em áreas de riscos. Um desastre exprime a materialização da vulnerabilidade social, ou seja, o aumento dos desastres está intimamente conectado com o crescente processo de subdesenvolvimento e marginalização social. Por isso, a definição das áreas de risco no Brasil deve ser vista como resultado da interface de uma população marginalizada e um ambiente físico deteriorado.

Palavras Chaves: Desastres naturais, ocupação urbana, áreas de riscos

Abstract: In this work present a reflection of as the spacial configuration in urban area, manifestation of specific social and historical processes, is closely on the occurrence of natural disasters and risk areas in Brazil. The unplanned growth of the cities, controlled mainly by private and speculative interests, is considered as a condition of disasters. The reduction of land supplies in safe areas and its consequent valuation, provokes the accumulate of more vulnerable population in risk areas. A disaster states the materialization of the social vulnerability, that is, the increase of the disasters is connected closely with the increasing process of subdevelopment and to keep out social and economic population. Therefore, the definition of the risk areas in Brazil must be to look at as resulted of the interface of a kept out of society population and a degraded physical environment.

Keywords: Natural disasters, urban occupation, risk area.

Introdução

Ao construir seu espaço, o ser humano torna-o adequado às suas exigências. É numa condição de enorme diversidade de ambientes naturais que o homem, como ser social, interfere, criando novas situações, com a implantação de cidades, estradas, atividades agrícolas, barragens etc. Essas transformações na configuração dos espaços naturais, pela ação do homem, acompanham as mudanças relacionadas aos interesses da história social e econômica da sociedade e do país. Por certo, a base política, socioeconômica e cultural, em que as mudanças são produzidas, constitui característica decisiva para sua utilização.

Dessa forma, diante da complexidade dos fatores e elementos envolvidos, os problemas urbanos devem ser analisados de forma abrangente, sob a ótica natural, socioespacial e política, pois assumem perfis espaciais diferenciados em face das desigualdades que se acentuam nas áreas urbanas contemporâneas.

Neste trabalho, busca-se estabelecer uma discussão das relações envolvidas na ocupação do solo urbano e o desenvolvimento das áreas de risco de acidentes e desastres naturais no Brasil.

Modelo de desenvolvimento e degradação ambiental: reflexo nas cidades

As aglomerações urbanas cumprem papel essencial no desenvolvimento industrial pela necessidade de concentração espacial da mão de obra, indispensável às fábricas, condição fundamental à reprodução do capital (OLIVEN, 1984).

A Revolução Industrial alicerçou-se, até as primeiras décadas do século XX, em três fatores básicos de produção: natureza, capital e trabalho. Mais tarde, um novo e dinâmico fator foi acrescentado ao desenvolvimento: a tecnologia.

A tecnologia aumentou a importância e o papel econômico das áreas urbanas, não só nas economias mais desenvolvidas, mas em todo o mundo e deu-se um salto quantitativo e qualitativo nos fatores resultantes do processo industrial. Passou-se a gerar bens numa quantidade e numa brevidade de tempo antes impensável. Naturalmente, tal circunstância não ocorre sem prejuízos à sanidade ambiental, principalmente se considerar o extraordinário equívoco dos centros de decisão e poder da sociedade industrial, que, até hoje, consiste em planejar e agir com o conceito de economia em que se ignoram custos ambientais, gerando a alarmante crise ambiental que se vive neste início de milênio.

Quando se analisa a expansão das economias mundiais no período pós-guerra e sua consequência para o ambiente, é possível dizer que se ampliou a degradação dos ambientes naturais, pois o processo acelerado de urbanização, que ocorreu de forma desordenada, foi um dos principais responsáveis pelo aumento dos impactos ambientais e pela intensificação de problemas socioespaciais.

Na década de 1970, a crise das economias capitalistas resultou em uma reestruturação neoliberal. Essa reestruturação permitiu que as economias desenvolvidas retomassem o crescimento econômico. A base dessa retomada foi um processo de reconversão tecnológica, a retirada de benefícios dos trabalhadores e a abertura dos mercados dos países periféricos para um número cada vez maior de empresas dos países desenvolvidos, através de privatizações e benefícios fiscais.

Entretanto, a recuperação das economias capitalistas não foi igual para todos os países e, especialmente, para os países pobres que foram praticamente excluídos. O Estado perdeu sua capacidade de intervenção da economia, que passou a ser controlada pelo mercado com forte caráter especulativo e influenciada por grandes grupos transnacionais. Além disso, a dívida externa reverteu o fluxo de capital entre os países centrais e periféricos, em favor dos primeiros.

Dessa forma, do ponto de vista da relação sociedade/natureza, o ajuste neoliberal, ao aprofundar as desigualdades, tornou-se causa importante da manutenção de uma forte pressão sobre os recursos naturais.

Como explica Arantes (1993), está-se diante de uma rede transnacional que interliga algumas regiões de desenvolvimento no mundo, que, por sua vez, vai escasseando em virtude do ímpeto destrutivo da competição capitalista. Portanto, precarização do mundo do trabalho, conjugação de reivindicações econômicas e urbanas, determinam um “apartheid” social, do qual as nossas cidades são um reflexo imediato.

Configuração do espaço urbano no Brasil

No Brasil, o processo de urbanização tem importantes diferenças com o que se desenvolveu na Europa. Conforme Rossato (1990), o Brasil passou a experimentar o fenômeno de urbanização apenas a partir da metade do século XX. Entre 1940 e 1980, ocorreu uma inversão quanto ao lugar de residência da população brasileira. Faz meio século (1940), a taxa de urbanização era de 26,35%, em 1980 alcançou 68,86%. Nessa época, através de instrumentos político-econômicos e cultural-ideológicos a sociedade brasileira passou a ser organizada via modelo urbano-industrial. Nas décadas de 50 e 60, o Brasil viveu o auge da explosão demográfica, sendo que, no período, intensificou-se o processo de industrialização e isso resultou em uma urbanização em ritmo intenso, dado pelo alto índice de crescimento demográfico e por fortes migrações inter-regionais e rurais. Dessa forma, enquanto a urbanização na Europa prolongou-se por mais de um século e meio, no Brasil, durou aproximadamente cinquenta anos. A rapidez desse processo trouxe consigo severas consequências de ordem socioeconômica e ambientais.

Nesse processo de desenvolvimento das cidades, o Estado, na formulação das políticas urbanas, tem se colocado aos ditames do setor imobiliário e, de modo mais amplo, aos interesses do setor privado, os efetivos agentes do processo de estruturação do espaço urbano.

Por isso, a cidade, que, como princípio geral, abrigaria todas as populações, apresenta um processo de desenvolvimento extremamente seletivo que se reflete na sua própria distribuição espacial. Expresso em outros termos, a configuração espacial, no meio urbano, é uma manifestação sobre o território de processos sociais e históricos específicos que estão intimamente associados ao modo de produção dominante e às transformações que o modelaram ao longo do tempo.

De acordo com Bernardes & Ferreira (2003), as relações sociais e econômicas estão socialmente inseridas numa materialidade espacial, sendo que é pelas vias espaciais que o modo de produção veicula seus valores de troca e uso, funcionando como um instrumento de concentração de renda.

Kowarick (1979, p.30), avaliando a metrópole de São Paulo na distribuição das áreas ocupadas e vazias, aponta que o traçado irregular e desconexo dos espaços urbanos na região metropolitana reflete a condição social dos habitantes da cidade, espelhando, no nível do espaço, a segregação que impera no âmbito das relações econômicas.

Desse modo, as cidades são constituídas por dois espaços que se justapõem, complementam e são necessários para o modo de produção dominante: um espaço legal e outro irregular e ilegal. A acumulação de capital dá-se pela garantia de mão de obra abundante, presente nas áreas com ocupações irregulares.

Os pobres e a ocupação de áreas susceptíveis a processos naturais

Conforme Santos (1994), a cidade é uma realização humana que vai se constituindo em um longo processo histórico, sendo um produto social, em que as aspirações individuais e/ou coletivas estão susceptíveis às decisões político-econômicas.

Dessa forma, a ocupação dos espaços urbanos mais susceptíveis a processos naturais é reflexo de uma história marcada pelo interesse especulativo da classe dominante pela terra, pela política habitacional deficiente, técnicas construtivas inadequadas e um crescimento muito rápido das cidades, sem um planejamento adequado.

A ocupação das encostas

A ocupação de encostas no Brasil está presente desde o início da colonização com base na forma de ocupação da própria Europa. Conforme descreve FARAH (2003), na Europa, da Idade Média, a busca de sítios de implantação que propiciassem segurança do ponto de vista militar valorizava, entre outros, sítios estratégicos nos topos das encostas. Nos cumes, implantavam-se castelos, mosteiros ou bispados, com guarnições militares. No interior das muralhas e ao redor de muitos desses castelos, brotaram cidades. Devido a essas ocupações das encostas, no Brasil, desde aquela época, ocorreram desastres, como pode-se observar nas descrições de GON

ÇALVES (1992), com relação a Salvador. Segundo o autor, até 1800, já se registravam pelo menos seis acidentes de maior porte, com muitas mortes e destruição de casas e de obras públicas.

Entretanto, é a partir da ampliação das cidades e o avanço da ocupação de áreas geomorfologicamente vulneráveis por populações com baixo poder econômico que as situações de risco a desastres naturais, no Brasil, intensificaram-se e passaram a caracterizar um fenômeno urbano.

As ocupações de encosta pela população de baixa renda apresentam significativa associação com as concepções urbanísticas que fundamentaram o crescimento das cidades a partir de meados do século XIX. A Revolução Industrial, na Europa, gerou um impressionante crescimento das cidades, em que proliferavam situações críticas de saneamento, além do que, com o desenvolvimento tecnológico, as encostas deixaram de ser *áreas privilegiadas* quanto à segurança militar. Têm lugar, então, as primeiras grandes reformulações urbanas, que estão na origem do urbanismo moderno, ocorridas principalmente em Londres e Paris, mas que refletem nas principais cidades do Velho e do Novo Mundo (FARAH, 2003).

A nova concepção de saneamento fez com que se privilegiassem, terrenos menos acidentados, que facilitem a implantação de sistemas de abastecimento de água e de destinação de esgotos. O desenvolvimento dos meios de transporte reforça também a tendência da busca de terrenos mais planos para o desenvolvimento das cidades. A cidade industrial requer, enfim, para a própria instalação de indústrias, que os terrenos sejam preferencialmente planos.

Isso se reflete no interesse da indústria imobiliária diminuindo, consideravelmente, o valor de áreas de encosta. Além disso, os novos princípios urbanísticos passam a influenciar e a compor legislações urbanas por todo o mundo, inclusive, no Brasil. Essas legislações geradas para terrenos planos vão sendo adotadas sem nenhuma diferenciação em qualquer tipo de terreno, tendo, portanto, nas áreas de encostas, papel potencializador de situações de risco.

A ocupação no Rio de Janeiro, conforme discutido por FARAH (2003), é um excelente exemplo para refletir a influência dessas concepções urbanísticas. No Século XIX, a capital da República passou por um intenso processo de adensamento na sua parte central, onde viviam grandes contingentes populacionais, abrangendo todas as classes sociais, da elite aos recentes ex-escravos, habitantes de casarões a cortiços. As condições precárias de saneamento então vigentes, nessas áreas centrais,

ofereciam os meios para originar surtos e epidemias. Nesse contexto, às aspirações das elites de reestruturar o espaço urbano do país seguindo os novos modelos urbanísticos somaram-se a questões sanitárias. Dessa forma, a partir de 1903, foi implantado o plano denominado “Embelezamento e saneamento da cidade”, em que, também, estavam colocadas intervenções no campo da saúde pública. Seguindo o exemplo da grande reforma de Paris, em meados do Século XIX, ocorreu uma intensa remoção da população pobre do centro da cidade. Esse processo que teve lugar na capital da República, e espalhou-se pelas cidades do Brasil, marcou a concepção das classes dominantes da periferização de expressivas parcelas da população de baixa renda.

Porém, no Brasil, diferentemente do que ocorreu na Europa, a nova mentalidade urbanística não era devidamente acompanhada por uma política clara de produção de habitações de interesse social. Ainda que o Estado esboçasse periodicamente ações no sentido de resolver o problema habitacional, suas iniciativas, neste sentido, sempre estiveram num patamar bastante aquém das reais necessidades.

Com isso, as desapropriações e demolições para obras e por questões sanitárias, ocorridas no Rio de Janeiro, produziram um êxodo da população pobre para a periferia distante. Mas uma boa parte dessa população excluída permaneceu nas proximidades do centro e instalou-se em barracos improvisados nas encostas dos morros, locais que não eram de interesse da indústria imobiliária, segundo as novas concepções urbanísticas.

Esse tipo de reforma passou, aos poucos, a caracterizar não apenas o Rio de Janeiro daquela época à atual, como a maioria das grandes cidades brasileiras. O fenômeno de “duas cidades” recrudescia no Brasil com os prenúncios da modernidade.

A partir da década de 1940, as cidades experimentaram um crescimento pronunciado especialmente nas áreas de encosta. Isso aconteceu, visto que grandes cidades do Brasil, como o Rio de Janeiro, encontram-se junto ou próximas à costa, colocadas entre áreas de mar e áreas de morros e, com isso, intensificam-se acidentes associados a movimentos de massa, especialmente nos grandes centros urbanos. A Figura 1 mostra uma vista geral e a Figura 2 é uma fotografia de detalhe da ocupação em encostas na cidade do Rio de Janeiro.

Figura 1. Vista geral Rio de Janeiro. Primeiro plano ocupação em encosta.



Figura 2. Fotografia de detalhe de ocupação em encosta/RJ.



Os morros cariocas e suas favelas são um exemplo marcante da problemática habitacional e a da ocupação de áreas expostas a riscos associados a movimentos de massa em todo o Brasil.

A ocupação das margens e várzeas dos rios

A ocupação ao longo da planície de inundação dos rios é causa e efeito do processo geomorfológico que mais gastos e preocupações têm causado à administração pública. Data da fundação de muitas cidades por se constituírem em vias de transporte de pessoas e produtos. O adensamento urbano e os graves problemas de falta de moradia das camadas baixas e médias da população agravaram-se e hoje processos de risco associados à dinâmica fluvial são os que mais têm provocado perdas econômicas no Brasil. As inundações, assim como os escorregamentos, estão associadas, principalmente, à utilização do solo pelo homem, sem que, historicamente, houvesse

preocupação em harmonizar o desenvolvimento econômico e social com a conservação do meio ambiente.

Deve-se considerar, também, que a própria concepção urbanística de ocupação de áreas planas, discutida anteriormente, proporcionou avanço das ocupações regulares de várzeas e áreas de praia e mangue, através da intervenção humana. A construção de aterros e obras de contenção das águas avançou consideravelmente nas cidades ao longo da costa e junto aos grandes rios.

Entretanto, a ineficiência dos sistemas de contenção de cheias, por estarem voltados para soluções estruturais, isolados de um contexto mais amplo, e a velocidade de expansão urbana, muitas vezes, de forma irregular, significativamente maior que a implementação de ações contra as enchentes, geraram, ao longo dos anos, um dos mais graves problemas de vários municípios.

A Figura 3 apresenta o avanço da ocupação através do aterro de áreas de banhados. Os aterros são constituídos de materiais diversos, sem controle de fonte. Obras em áreas legais na cidade usam esses locais para descarte dos resíduos. Além disso, como o desemprego é elevado, uma boa parte da população vive de catação de lixo. O que não tem valor econômico é usado para aterro e aumento dos terrenos.

O avanço das ocupações em margens de arroios também está associado à impossibilidade, dada pela legislação, do uso de áreas a 30 metros das drenagens para ocupação legal. Com isso, tornaram-se áreas de ocupação da população mais pobre, onde as condições são as mais precárias. Na Figura 4, observa-se uma ocupação ao longo do arroio, em Belo Horizonte. Nessas áreas, os moradores convivem com esgoto, lançado direto no curso d'água, lixo e entulhos jogados nas margens.

Figura 3. Aterro de banhado no Rio dos Sinos/RS.



Figura 4. Ocupação de margens de arroio Belo Horizonte/MG.



Exemplificando o problema, PASTORINO (1971, p.7) demonstra essa questão na cidade de São Paulo, onde as planícies de inundações foram ocupadas pelo homem antes de serem tomadas medidas eficientes para o afastamento das águas. O autor destaca que o poder público e os particulares só têm agravado a situação com o aumento do escoamento superficial e com o revestimento progressivo do solo, dificultando o escoamento das águas pelos leitos dos rios, com o lançamento de esgotos, detritos e lixos, além da implantação sistemática de obstáculos.

Processos naturais e as áreas de risco no Brasil

Quando a apropriação do relevo em áreas urbanas acontece sem critérios, ela pode desencadear circunstâncias danosas para a sociedade, estabelecendo **ÁREAS DE RISCO**.

Risco é definido como sendo a probabilidade de ocorrência de algum dano a uma população (pessoas ou bens materiais), ou seja, é uma condição *potencial* de ocorrência de um acidente, causado por fenômenos naturais, podendo ser escrito, conforme CARVALHO & GALVÃO (2006), pela fórmula:

$$R = P(fN) * C(fV) * g^{-1}$$

onde um determinado nível de risco R representa a probabilidade P de ocorrer um fenômeno natural (ou perigo) N, em local e intervalo de tempo específicos e com características determinadas (localização, dimensões, processos e materiais envolvidos, velocidade e trajetória); causando consequências C (às pessoas, bens e/ou ao

ambiente), em função da vulnerabilidade V dos elementos expostos; podendo ser modificado pelo grau de gerenciamento g .

O primeiro termo da equação de risco – $P(fN)$ – representa a probabilidade de ocorrência do fenômeno natural (N), responsável pela situação de risco. Essa probabilidade é também chamada de “perigo”.

Os fenômenos como terremotos, vulcões, furacões, vendavais, inundações, secas, escorregamentos, erosões etc. fazem parte da dinâmica natural do Planeta e recebem a denominação de processos naturais.

Quando os processos naturais ocorrem em áreas densamente ocupadas (especialmente em áreas urbanas), elas podem acarretar consequências econômicas e sociais de significativa dimensão. Nesses casos, conforme CERRI (1999), tais acontecimentos são chamados de desastres naturais, já que estão relacionados à manifestação da natureza, ou seja, aos processos naturais.

Expresso em outros termos, embora os processos façam parte da dinâmica do planeta e ocorram independente da presença do Homem, a ação humana pode induzir, intensificar e acelerar a ocorrência de muitos deles, em particular, os associados à dinâmica superficial (inundações, escorregamentos, erosões etc.), especialmente devido às alterações ambientais provocadas pela ação do Homem. Quanto mais desordenada e sem critérios é a ocupação, maiores são as possibilidades de induzir o desenvolvimento de um processo.

O segundo componente está relacionado às consequências. Problemas de mesma natureza e dimensão afetam de modo bem diferente um trecho da cidade formal de uma área de ocupação precária, desorganizada espacialmente e desprovida de infraestrutura mínima. Nas favelas, nas vilas, nos loteamentos populares de baixa renda, as edificações são mais frágeis, implantadas de maneira técnico-construtiva inadequada e onde a infraestrutura urbana e de serviços públicos (como calçamento de acessos, drenagens, coleta de águas servidas, esgotos e coleta de lixo) geralmente é ausente ou insuficiente.

Além disso, a concentração e o adensamento da ocupação acabam por contribuir para uma elevação das consequências sociais e econômicas dos desastres naturais, em razão de uma maior exposição da população e porque aumentam a possibilidade de ocorrência do fenômeno pela maior modificação do ambiente. Assim sendo, nessas áreas, em função dos inúmeros aspectos que podem configurar a vulnerabilidade do meio exposto, as consequências potenciais de um acidente são maiores e, portanto, maior

também é o risco.

O último fator da equação, a gestão e o gerenciamento de risco, sendo que, de acordo com a equação, pode-se dizer que o risco diminui à medida que *umenta* o gerenciamento de riscos.

A análise dos registros mundiais, das catástrofes de origem natural, revela a relação existente entre a amplitude dos danos e o estado de desenvolvimento das regiões onde tais fenômenos ocorrem.

A amplitude dos danos e perdas provocados por uma catástrofe, tenha ela origem natural ou origem antrópica, depende, em primeiro lugar, da natureza e da magnitude das suas causas, mas também das características do espaço territorial em que ocorre. A vulnerabilidade de uma região a tais riscos depende de fatores tão diversos como a densidade populacional, a natureza dos seus bens tecnológicos e culturais, o tipo de organização social e econômica e a capacidade exibida pelas comunidades para enfrentar os diferentes fatores de risco.

Estudos de casos, conforme MATTEDI & BUTZKE (2001), mostraram que pessoas que vivem em áreas de risco percebem os eventos como uma ameaça, porém, não costumam atribuir seus impactos a fatores sociais. Isso é comum com as enchentes, pois apesar de habitarem as áreas de planície de inundação dos rios, costumam atribuir a inundação de suas moradias à força da natureza, mas não à forma de ocupação do espaço.

Além disso, como observa WENGER (1978), dois fatores determinam o padrão de resposta da comunidade: os tipos de integração e conflitos existentes no período de normalidade e a experiência acumulada na confrontação da crise. Neste sentido, o tipo de organização social pré-impacto exerce uma influência decisiva no grau de vulnerabilidade das populações a eventos naturais. As situações encontradas no contexto pós-desastres podem ser entendidas como extensão das condições sociais vigentes na fase pré-desastre.

Dessa forma, um desastre exprime a materialização da vulnerabilidade social. O aumento dos desastres está intimamente conectado com o crescente processo de subdesenvolvimento e marginalização social. A definição das áreas de risco no Brasil deve ser vista como resultado da interface de uma população marginalizada e um ambiente físicodeteriorado.

Reflexões finais

O crescimento desordenado das cidades gerado, principalmente, por interesses privados e especulativos é considerado como um condicionante de desastres.

A população pobre das cidades, impedida de ter acesso aos escassos recursos naturais do meio urbano ou de proteger-se das condições ambientais adversas, é mais afetada pelos impactos negativos da urbanização. O crescimento das grandes cidades, particularmente nos países em desenvolvimento, como o Brasil, é acompanhado pelo aumento da pobreza urbana, que tende a concentrar-se em grupos sociais específicos, bem como em locais determinados. Entre as causas, estão a crescente distância entre o nível de renda dessas populações e o preço das terras e o insucesso dos mercados imobiliários em suprir as necessidades dessas populações de baixa renda

Esse fato pode ser observado nas cidades brasileiras, em que as classes sociais de baixa renda, praticamente, são levadas a ocupar áreas de encostas e margens de rios e arroios, tornando-se vulneráveis a eventos naturais de grande intensidade.

Além disso, um segundo aspecto a ser considerado é a irregularidade e o desordenamento da ocupação, visto que, em geral, são áreas vedadas à construção pela legislação, como margem de arroios, regiões de alta declividade e áreas que compõem zonas verdes de loteamentos, desse modo, se estabelece uma situação de ilegalidade que coloca a comunidade em condições de inferioridade na discussão dos seus direitos.

E para não concluir, dado ao aumento insustentável de poluição dos recursos hídricos, mudanças climáticas e aumento dos desastres naturais, apresentam-se, para reflexão geral, algumas questões que devem ser colocadas para toda a sociedade:

- Até quando vamos manter a forma atual de exploração dos recursos naturais?
- Qual o limite das concentrações urbanas?
- Existe desenvolvimento sustentável no sistema político-econômico vigente?

Referências bibliográficas

ARANTES, Otilia B. F. (1993) Urbanismo em fim de linha. **Ciência & Ambiente**, IV (7), p 13-22.

BERNARDES, J. A & FERREIRA, F. P. de M. Sociedade e Natureza. In: CUNHA, Sandra Baptista da; GUERRA, Antonio José Teixeira. A **Questão Ambiental: Diferentes Abordagens**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003, p.17-42.

CARVALHO, C. S. & GALVÃO, T (org) (2006). **Prevenção de Riscos de Deslizamentos em Encostas: Guia para Elaboração de Políticas Municipais**— Brasília: Ministério das Cidades; Cities Alliance, 111 p.

CERRI, L. E. S. Riscos Geológicos Urbanos. In: CHASSOT, A & CAMPOS, H(orgs). **Ciência da Terra e Meio Ambiente: Diálogos para (inter)ações no Planeta**. São Leopoldo: Ed. Unisinos, 1999.133-146.

FARAH, F. (2003). **Habitação e encostas**. São Paulo : Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 312p.

GONÇALVES, N.M.S. (1992) **Impactos fluviais e desorganização do espaço em Salvador, BA**. 1992. Tese (Doutorado) -Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. Departamento de Geografia. Universidade de São Paulo, São Paulo.

KOWARICK, L. (1979). **Espoliação Urbana**. São Paulo, 320p.

MATTEDI, Marcos Antônio & BUTZKE, Ivani Cristina (2001). A relação entre o social e o natural nas abordagens de Hazards e de Desastres. **Ambiente & Sociedade**. Anos IV – n.9. p 2-2

OLIVEN, R. G. (1984) **Urbanização e mudança social no Brasil**. Petrópolis. 3 ed. Ed. Vozes, 136p.

PASTORINO, L.A. (1971). **O problema das enchentes na Região Metropolitana de São Paulo**. São Paulo: *Cadernos de Ciências da Terra*. USP, n.19, 36p.

ROSSATO, R. (1993). Cidades Brasileiras: A urbanização Patológica. **Ciência & Ambiente**, IV (7), p 23-32.

SANTOS, M. (1994) Tendências da urbanização brasileira do século XX. In CARLOS, Ana F.A. (Org.) **Os caminhos da reflexão sobre a cidade e o urbano**. São Paulo: 2ed. 342p.

WENGER, D. (1978). Community response to disaster: functional and structural alterations. In: QUARENTELLI, E.L. (org) **Disaster: theory and research**. Sage, NY, p.17-47.

HIERARQUIZAÇÃO DAS MORADIAS COM RISCO GEOMORFOLÓGICO ASSOCIADO AO ARROIO CADENA – SANTAMARIA, RS: ESTUDO DE CASO NAS VILAS OLIVEIRA, LÍDIA E URLÂNDIA

Luís Eduardo de Souza Robaina; Elisabete Weber Reckziegel; Bernadete Reckziegel; Magno Gonzatti Bombassaro

<https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/ageteo/article/view/1773>

Resumo: Na cidade de Santa Maria, o crescimento da área urbana ocorreu com a ocupação das margens do Arroio Cadena, que desencadeou o surgimento de várias áreas de risco. As Vilas Oliveira, Lídia e Urlândia encontram-se entre os locais mais problemáticos da cidade. Nesse contexto, o objetivo principal deste trabalho consiste em determinar os processos de dinâmica superficial desencadeadores de risco e identificar e hierarquizar as moradias em risco situadas nas vilas citadas. Para identificação das moradias com risco de erosão de margem e inundação, o principal fator considerado foi a distância entre as moradias e as margens do Arroio, bem como as características construtivas e estruturais delas. Para as moradias com risco de alagamento, foi considerada a cota do terreno em que estão construídas. Nessas vilas, foram identificadas 567 moradias em risco, sendo que 107 apresentam risco de erosão de margem, 260 apresentam risco de inundação, 64 possuem risco tanto de erosão de margem como de inundação e 136 apresentam risco de alagamento.

Palavras chave: Risco geomorfológico. Erosão de margem. Alagamento/inundação.

Hierarchization of the dwellings with geomorphological risks associated to the Arroio Cadena – Santa Maria, RS: Oliveira, Lídia and Urlândia villages

Abstract: In the city of Santa Maria, the growth of the urban area occurred with the occupation of the margins of Cadena streams, which was responsible for the emergence of many risky areas. Oliveira, Lídia and Urlândia villages are in the most problematic areas of the city. In this context, the main objective of this paper is to determine the surface dynamics processes that trigger the risk and to identify and hierarchize the risky dwellings of these villages. To identify the dwellings at margin erosion risk, it was considered the distance between the dwellings and the margins of the stream; for the dwellings at overflow risk there was considered the quota of the land where the dwellings are constructed; The dwellings that are both at margin erosion and at flood risk were hierarchized based on the frequency of accidents and on the dwellings' constructive and structural features; the hierarchization of the dwellings at flood risk was realized based on the frequency of the accidents that occurred. In these villages there are 567 dwellings at risk, from which 107 present margin erosion risk, 260 present flood risk, 64 present both margin erosion risk and flood risk, and 136 present overflow risk.

Key words: Geomorphologic risk. Margin erosion. Overflow/flood.

INTRODUÇÃO

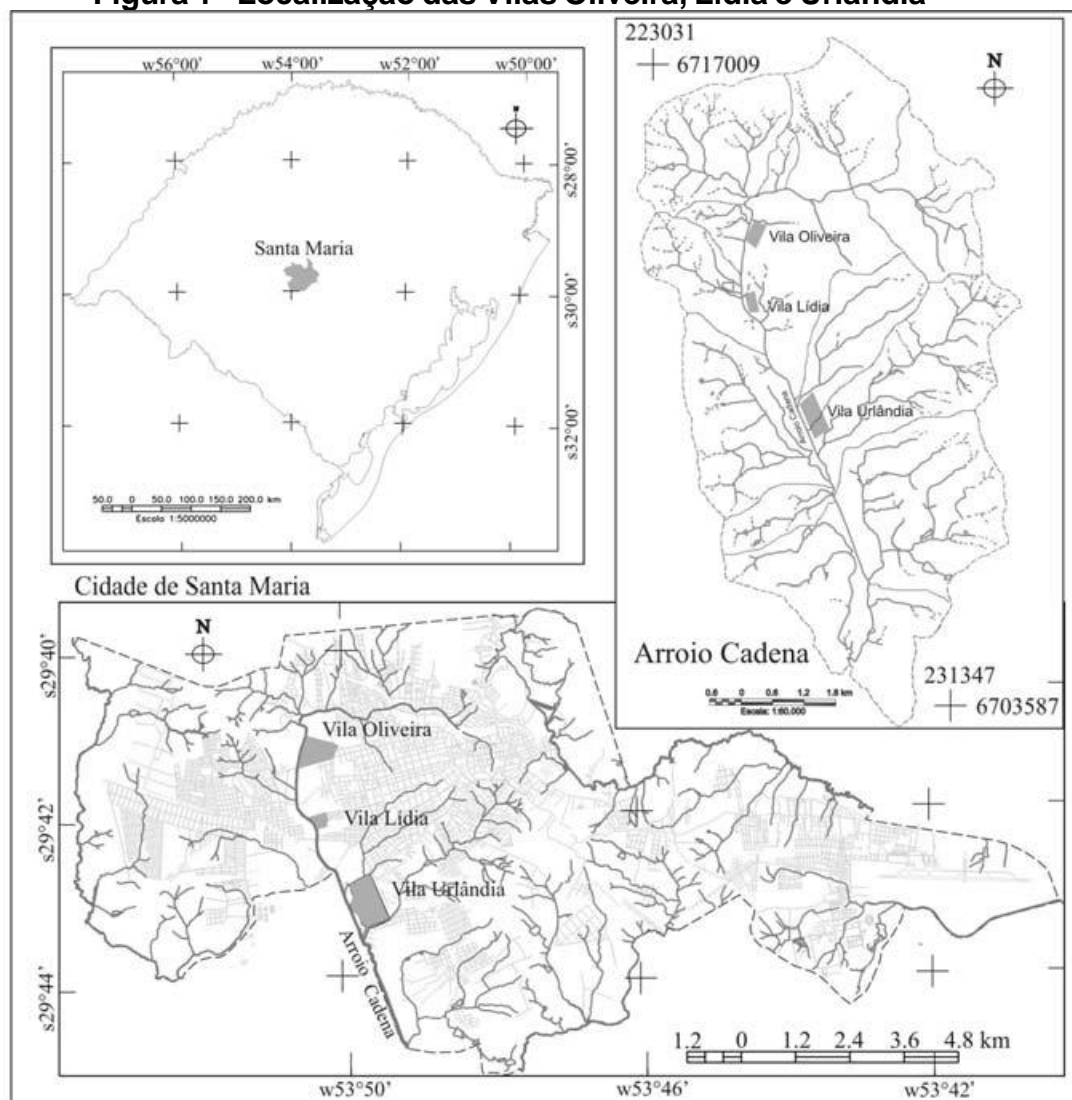
O município de Santa Maria localiza-se na porção central do estado do Rio Grande do Sul, possuindo uma área de 1.823,1 km² de extensão e uma população de 243.396 mil habitantes. A cidade passou por um rápido crescimento populacional e expansão urbana a partir da década de 1960. Esse aumento da população urbana, associado com a incapacidade do Estado em atender a demanda de moradias e o interesse imobiliário determinando a ocupação do solo urbano, levou as populações de baixa renda a ocuparem áreas

sujeitas a processos de dinâmica superficial desencadeadores de risco.

A ocupação das margens de arroios e da planície de inundação do Arroio Cadena, que foi, em grande parte, incorporada ao perímetro urbano do município, é responsável pelo surgimento de várias áreas de risco e de inúmeros acidentes geomorfológicos associados, predominantemente, à dinâmica fluvial.

Entre as áreas mais problemáticas encontram-se as Vilas Oliveira, Lídia e Urlândia, situadas nas margens e na planície de inundação do Arroio Cadena, onde foram registrados vários acidentes de inundação, erosão de margem e alagamento (Figura 1).

Figura 1 - Localização das Vilas Oliveira, Lídia e Urlândia



Nesse contexto, o objetivo principal deste trabalho consiste em determinar os processos de dinâmica superficial desencadeadores de risco, identificar e

hierarquizar os riscos a que estão submetidas as moradias situadas nas Vilas Oliveira, Lúcia e Urlândia.

METODOLOGIA

As atividades desenvolvidas iniciaram com os estudos bibliográficos referentes ao tema áreas de risco e sobre as comunidades em estudo. A etapa seguinte consistiu na identificação das áreas susceptíveis a processos de dinâmica superficial, através da análise de cartas topográficas, da rede de drenagem e das características do substrato geológico e do solo. O padrão construtivo das moradias e a capacidade de intervenção da população para minimizar os riscos também foram considerados.

Os trabalhos de campo, com base na observação de feições superficiais e relatos dos moradores, permitiram a identificação das moradias em risco e as áreas com registros de acidentes. A proximidade das moradias em relação ao canal fluvial foi o principal fator considerado para determinar a hierarquização do risco.

A hierarquização das moradias com risco de inundação foi realizada com base na frequência dos acidentes ocorridos, sendo estabelecida da seguinte forma: - Risco I (Baixo): Moradia localizada em uma área susceptível e com registro de acidente a mais de cinco anos; - Risco II (Médio): Moradia construída em uma área susceptível com um registro de acidente nos últimos cinco anos e - Risco III (Alto): Moradia situada em uma área susceptível com registro de dois ou mais acidentes nos últimos cinco anos.

As moradias em risco de erosão de margem foram hierarquizadas com base na distância entre a moradia e o canal fluvial, segundo os seguintes critérios: - Risco I (Baixo): Moradias localizadas a uma distância entre 15 e 30 metros das margens do canal fluvial; - Risco II (Médio): Moradias localizadas a uma distância entre 5 e 15 metros das margens do canal fluvial; - Risco III (Alto): Moradias localizadas a uma distância inferior a 5 metros das margens do canal fluvial.

A medida de 30 metros foi utilizada tendo-se como base o Artigo 3º da Resolução CONAMA nº 303, de 20 de março de 2002, de acordo com a qual constituem Área de Preservação Permanente (APP) as áreas situadas em faixa marginal com largura mínima de 30 metros para o curso d'água com menos de 10 metros de largura.

Para a identificação das residências com risco de alagamento, foi levada em consideração a cota do terreno em que estão construídas: as que estão localizadas abaixo do nível das ruas foram consideradas com risco de alagamento. Também se considerou a ocorrência de eventos recentes de alagamentos (menos de 5 anos).

Após os levantamentos de campo, foi realizada a compilação das moradias nos mapas com o apoio do aplicativo SPRING 4.2 e do Corel Draw 12, identificando-se os diferentes tipos de risco existentes nas vilas. Para essa compilação, utilizou-se, além do mapa da cidade de Santa Maria, a imagem de satélite Ikonos 2004 das Vilas Oliveira e Lídia e fotografia aérea oblíqua da Vila Urlândia.

CARACTERIZAÇÃO DA CIDADE DE SANTA MARIA

Geomorfologicamente, a maior parte do município de Santa Maria localiza-se na Depressão Periférica Sul-rio-grandense, onde predomina um relevo formado de colinas suavemente onduladas com substrato formado de rochas sedimentares de Idade Mesozoica da Bacia do Paraná. Na porção norte da cidade, o relevo é mais acidentado, ocorrendo morros e morrotes pertencentes à Serra Geral.

As Unidades Geológicas que ocorrem na cidade são a Formação Caturrita, constituída por arenitos finos a médios, intercalados por camadas de siltitos; a Formação Santa Maria é constituída por um substrato com sequência de siltitos argilosos e arenitos argilosos estratificados; a Formação Botucatu (arenito eólico) e a Formação Serra Geral, que é composta por um substrato rochoso vulcânico em várias sequências de derrames.

Devido à latitude, o clima da cidade de Santa Maria apresenta quatro estações bem definidas, com invernos frios e verões quentes. As chuvas são abundantes e bem distribuídas durante todo o ano.

A vegetação natural da cidade é composta, predominantemente, por campos junto às colinas suavemente onduladas da Depressão Periférica e, por florestas, no Rebordo do Planalto. Junto à rede de drenagem, situada na Depressão Periférica, ocorrem matas ciliares.

A rede hidrográfica da cidade é formada, além da bacia do Arroio Cadena, que se constitui no foco de estudo desta pesquisa, pelas bacias hidrográficas

dos Arroios Vacacaí Mirim e Arenal.

ARROIO CADENA

A Bacia Hidrográfica do Arroio Cadena deságua na Bacia Hidrográfica do Rio Vacacaí, que integra a Região Hidrográfica do Guaíba. É formada por 15 Sub-bacias, das quais 11 localizam-se na área urbana de Santa Maria e as demais encontram-se em área rural, abrangendo uma área de 6.250 hectares.

O canal principal possui aproximadamente 15 quilômetros de extensão, apresentando, na porção inicial, uma direção de fluxo leste–oeste, passando, logo após, para uma direção de fluxo norte–sul, estando a maioria de suas nascentes localizadas no rebordo do planalto.

O leito do Arroio Cadena apresenta-se entalhado, com uma profundidade de mais de 2 metros em muitos trechos, sendo suas margens demarcadas pela presença de paredes íngremes que, devido à erosão, estão aumentando a largura do canal e evoluindo em direção às moradias localizadas nas suas margens.

Quando ocorrem eventos pluviométricos significativos, o Arroio Cadena tem sua vazão aumentada rapidamente, assim, a pressão sobre as margens aumenta, ocorrendo cavitação intensa nas paredes do canal.

Outro fator que contribui para o alargamento e o aprofundamento da calha do arroio associa-se à urbanização, uma vez que a maior parte da área de captação da bacia hidrográfica está localizada na área urbana de Santa Maria e passou por modificações em seus canais e na dinâmica responsável pelo equilíbrio da rede de drenagem. A incorporação da área drenada pelo arroio para uso residencial e comercial foi responsável pela impermeabilização do solo e, conseqüentemente, pelo aumento do escoamento superficial.

Também ocorre o aumento da deposição na calha do arroio formando ilhas e bancos de areia. Como grande parte da área de captação da bacia situa-se em terrenos sedimentares frágeis, os processos erosivos são mais eficientes e a produção de sedimentos, que são carregados para os cursos fluviais, é grande. Além disso, a baixa declividade do canal faz com que grande parte dos sedimentos seja depositada.

Modificações Tecnogênicas no canal

Uma das mais importantes modificações ocorridas no Arroio Cadena e em

seus afluentes é as canalizações e retificações realizadas com o objetivo principal de evitar o extravasamento das águas do canal em eventos pluviais intensos e permitir a urbanização de áreas localizadas nas proximidades dele. Isso contribuiu para o aumento da possibilidade de ocorrência de acidentes associados à dinâmica fluvial na jusante. Essas modificações aumentam a velocidade da água que escoia pelos canais fluviais e, conseqüentemente, a capacidade e a competência erosiva, afetando as margens dos arroios.

Conforme Brookes (1988) *apud* Santos e Pinheiro (2002, p. 05), os processos de canalização envolvem o alargamento e aprofundamento da calha fluvial, construção de canais artificiais e de diques, proteção de margens, retificação e remoção de obstáculos de canal. As referidas obras de engenharia, segundo o mesmo autor, modificam a calha do rio, causando impactos na drenagem e na planície de inundação.

De acordo com Oliveira (2004, p. 112), as alterações causadas pelas obras de engenharia concentram-se, principalmente, no médio e no alto curso da bacia do Arroio Cadena, onde o canal principal está todo retificado, sendo que apenas no trecho de baixo curso, a partir do encontro com o Arroio Cancela, é que ele escoia “naturalmente”. Apesar de o arroio no baixo curso não apresentar interferência direta de nenhuma obra, as retificações à montante provocaram o aumento da energia da água que acabou aprofundando o leito em todo o seu curso.

Robaina *et al* (2002, p. 139-152) classificam a microbacia do Rosário, que abrange as Vilas Oliveira e Lídia, e a microbacia do Arroio Cancela, que abrange a Vila Urlândia, em Microbacia de Muito Alto Grau de Intervenção. Nessas microbacias, encontra-se o maior número de canalizações e retificações.

As obras de canalização e retificação do canal principal da bacia atingiram o objetivo de evitar que, nas épocas de cheias, o canal transborde nos trechos modificados. No entanto, a falta de obras de proteção das margens e de drenagem na área de inundação intensificou os processos de erosão marginal e provoca alagamentos.

Processos de Dinâmica Superficial Causadores de Risco

Na bacia hidrográfica do Arroio Cadena, os estudos foram desenvolvidos em três vilas com histórico de risco, sendo identificadas três formas principais de

risco: erosão marginal, associada ao aumento da pressão nas margens em eventos pluviométricos intensos; alagamentos, associados à baixa capacidade de drenagem do terreno nas proximidades do arroio; e inundações, associadas ao aumento da vazão do arroio após a ocorrência de chuvas de grande intensidade.

Erosão de margem

O processo de urbanização e incremento do escoamento superficial, associado com as modificações ocorridas na morfologia da drenagem da bacia hidrográfica do Arroio Cadena intensificaram o processo de erosão das margens (Figura 2).

Figura 2 - Margem de erosão do Arroio Cadena



As Vilas Oliveira, Lúcia e Urlândia localizam-se na porção de médio curso do arroio e grande parte da área a montante da bacia encontra-se urbanizada. Quando ocorrem eventos pluviais intensos, a erosão das paredes do canal nessas porções intensifica-se devido a maior quantidade de água e o menor tempo de chegada, aumentando a pressão nas margens.

A ausência de vegetação ciliar em grande parte da bacia hidrográfica também contribui para o aumento do escoamento superficial nessas vilas, acelerando o processo de solapamento marginal.

A grande concentração de lixo junto ao arroio é um dos fatores que, além de contribuir para o assoreamento do leito e a contaminação das águas, favorece processos de movimentos de massa nas margens, quando ocorrem chuvas intensas, por se tratar de um material poroso que aumenta de peso quando encharcado.

Outro fator que interfere no aumento do processo erosivo é o despejo de esgoto diretamente no canal. Nas áreas onde o esgoto escoar, são abertos sulcos que, em alguns casos, evoluem em direção às residências podendo originar ravinas.

Alagamentos

O processo de ocupação da cidade de Santa Maria iniciou sobre uma ampla colina que consiste no divisor de água das microbacias do Arroio Cadena e Vacacaí. No entanto, com o aumento da população urbana, a ocupação expandiu-se em direção ao Arroio Cadena, onde as moradias passaram a ser construídas sobre a planície de inundação dele (principalmente junto à margem esquerda).

As características naturais da planície de inundação, como a localização do lençol freático muito próximo da superfície e a presença de um substrato pouco permeável, aumentam a possibilidade de ocorrência de alagamentos nessa área em eventos pluviométricos intensos.

Além do aspecto natural, os alagamentos são intensificados pelo fato de se tratar de ocupações de baixo padrão, que não possuem um sistema de drenagem adequado, causando prejuízos às moradias construídas nesses locais.

Inundação

As inundações constituem um dos principais e mais destrutivos acidentes geomorfológicos e ocorrem quando a descarga do arroio torna-se elevada e excede a capacidade do canal, extravasando suas margens e inundando as planícies adjacentes.

Na área de estudo, esse processo é importante na Vila Urlândia, localizada na jusante do Arroio Cadena e limitada por dois afluentes importantes, os Arroios Cancela e Sanga do Hospital. Após a ocorrência de precipitações intensas durante períodos prolongados, a água extravasa da calha desses afluentes,

atingindo as moradias próximas.

Nas Vilas Oliveira e Lídia, esse processo possui pouca significância, uma vez que o Arroio Cadena teve seu leito aprofundado e alargado na área de abrangência delas, dificultando o extravasamento das águas do canal.

HIERARQUIZAÇÃO DAS MORADIAS EM SITUAÇÃO DE RISCO GEOMORFOLÓGICO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO ARROIO CADENA

Estudo de caso I: Vila Oliveira

A Vila Oliveira situa-se no Bairro Passo d' Areia na porção noroeste da cidade de Santa Maria, ao longo da margem esquerda do Arroio Cadena. Localiza-se entre as coordenadas, w53°49'58" e w53° 50'17" e entre s29°40'43" e s29°44'58".

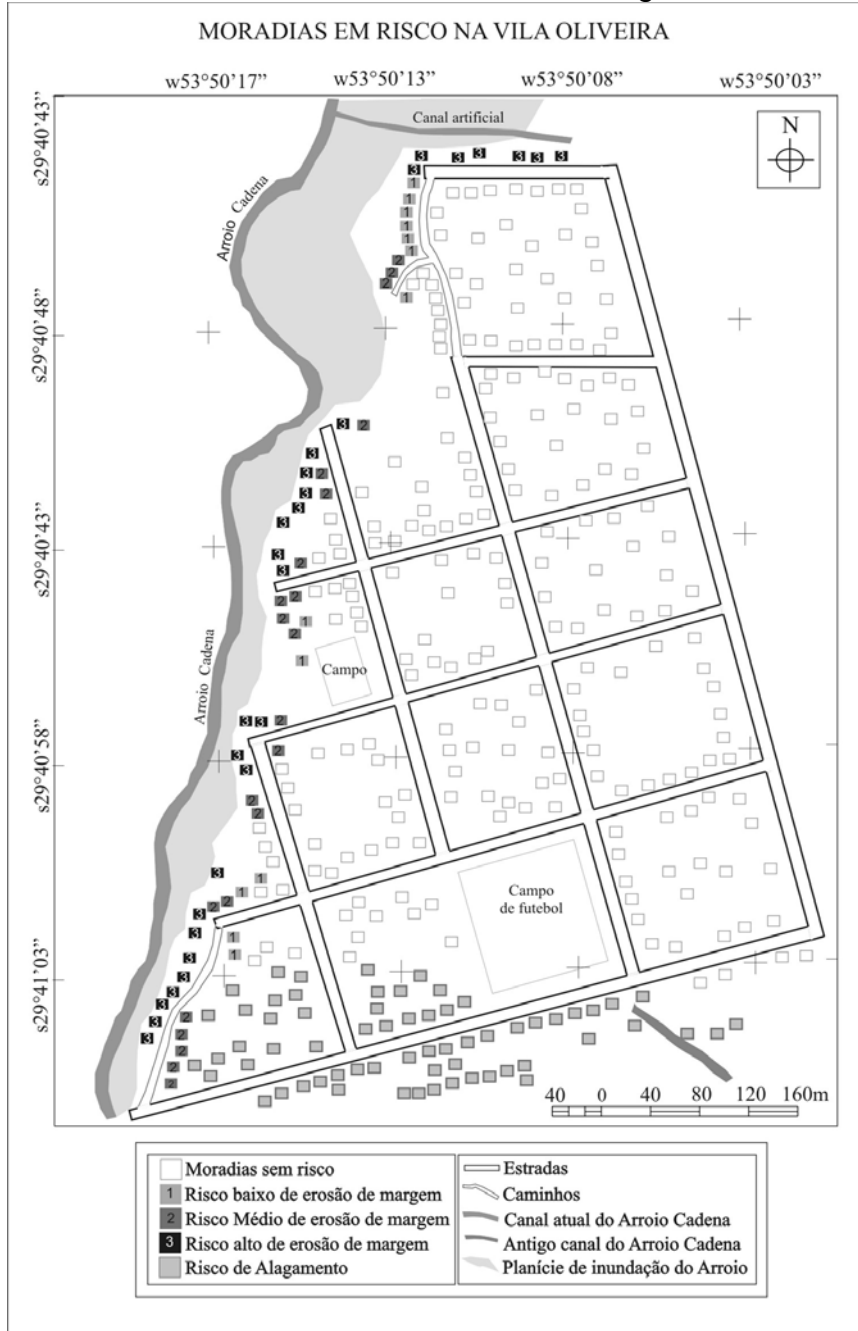
Ocupa uma área com relevo plano, formado pela planície de inundação e pelo antigo canal do Arroio Cadena, que teve seu curso deslocado para oeste. Nas porções mais altas, ocorrem colinas suavemente onduladas. Robaina *et al* (2002, p. 148), ao analisar o relevo dessa bacia hidrográfica, classifica a área que abrange a Vila Oliveira como Planície Aluvial Alta, onde predominam altitudes entre 70 metros e 90 metros.

O início da ocupação deu-se a partir da década de 1970, havendo um grande adensamento populacional a partir do ano de 1992. A população é composta basicamente por assalariados de baixa renda. A falta de oportunidade de emprego exige que muitas famílias tenham sua renda associada à reciclagem de lixo, entretanto, o resíduo não reciclável acaba sendo jogado em terrenos não ocupados e, principalmente, no arroio.

Moradias em risco

Na Vila Oliveira, os riscos geomorfológicos estão associados, predominantemente, com a dinâmica fluvial e a baixa capacidade de escoamento dos terrenos, que ocasionam erosão de margem e alagamentos. No total, ocorrem 127 moradias em risco (Figura 3).

Figura 3 - Moradias com risco de erosão de margem na Vila Oliveira



Existem, também, 41 moradias em Área de Preservação Permanente (APP), já que estão construídas a uma distância inferior a 30 metros do leito do arroio, estando, portanto, em conflito com a Legislação Ambiental.

Moradias com risco de deslizamento por Erosão de Margem

Na Vila Oliveira, ocorrem 63 moradias em risco de erosão de margem. Destas, 28 encontram-se em alto risco, 22 em médio risco e 13 em baixo risco. A maior parte das 28 moradias que apresentam alto risco de erosão marginal estão

localizadas muito próximas do leito do Arroio Cadena, junto às paredes íngremes que o delimitam na porção oeste da vila (Figura 4). Também ocorrem algumas moradias em alto risco na porção norte da vila, onde existe um canal artificial que, devido à erosão de margem, está avançando em direção às residências.

Figura 4 - Moradias com risco de erosão de margem – Vila Oliveira



As 22 moradias que apresentam risco médio de deslizamento devido à erosão marginal localizam-se entre 5 e 15 metros das margens do arroio. Essa distância não oferece segurança às moradias, considerando-se a velocidade do solapamento das paredes do arroio.

As 13 moradias que apresentam risco baixo situam-se na porção oeste da vila, próximo das paredes íngremes do Arroio Cadena.

Moradias com problemas de alagamento

No total, 64 moradias situadas na Vila Oliveira apresentam problemas de alagamento. Estas localizam-se em áreas rebaixadas, próximas ao arroio, na porção sul da vila.

A modificação do curso do canal principal do Arroio Cadena, que passou o leito aproximadamente 5 metros para a direita, sem um aterramento adequado do antigo canal, gerou uma extensa área rebaixada na Vila Oliveira, para onde escoam a água da chuva. Como não houve, por parte do poder público municipal, medidas de controle da ocupação dessa área, altamente susceptível a alagamentos, populações de baixa renda se estabeleceram nesse local.

Nessas áreas rebaixadas, onde as residências localizam-se abaixo do nível das ruas, os terrenos apresentam baixa capacidade de infiltração, conseqüentemente, quando ocorrem precipitações intensas algumas residências são alagadas. Além disso, a localização do lençol freático muito próximo da

superfície, bem como a falta de estrutura de saneamento com tubulações de escoamento de águas pluviais, intensifica a possibilidade de ocorrência de alagamentos.

Estudo de caso II: Vila Lídia

A Vila Lídia está localizada no Bairro Patronato, na zona oeste da cidade de Santa Maria, ao longo da margem esquerda do Arroio Cadena. Localiza-se entre as coordenadas w53°50'01" e w53°50'14" e entre s29°41'38" e s29°41'51". No final da década de 1980, ocorreram as primeiras ocupações que desencadearam o surgimento da vila.

Geologicamente, está localizada sob depósitos fluviais recentes associados ao canal principal do Arroio Cadena. Robaina *et al.* (2002, p. 149) classificam a área como planície aluvial baixa, em que as altitudes possuem cotas inferiores a 70m. A área plana, com declividade inferior a 2%, favorece a deposição dos sedimentos durante os períodos de cheia.

Moradias em risco

Na Vila Lídia, os riscos estão associados com alagamentos e erosão de margem. No total, existem 109 moradias em risco geomorfológico. Também existem 41 moradias localizadas em Área de Preservação Permanente (Figura 5).

Moradias com risco de deslizamento por Erosão de Margem

Na Vila Lídia, foram identificadas 37 moradias com alto risco de erosão de margem, localizadas muito próximas do leito do Arroio Cadena, junto às margens íngremes que o delimitam na porção oeste. Muitas dessas moradias encontram-se a menos de 2 metros do arroio (Figura 6).

Existem quatro moradias que apresentam risco médio de erosão marginal, destas, três localizam-se na porção norte da vila. Três moradias com risco baixo de erosão de margem estão situadas na parte central da vila.

Moradias com problemas de alagamento

Na Vila Lídia, ocorrem 72 moradias com problemas de alagamento. A maior parte localiza-se na porção norte, onde a topografia é plana, próximas à

planície de inundação do antigo curso do Arroio Cadena.

Um significativo fator que desencadeia os alagamentos consiste no entupimento dos bueiros, uma vez que estes encontram-se obstruídos por galhos e grande quantidade de lixo. Conseqüentemente, quando ocorrem precipitações intensas, a água, sem escoamento, acaba invadindo as moradias.

A modificação do curso do canal principal do arroio, que passou seu leito para oeste da vila, e o aterramento dele, feito com lixo e restos de rejeito aumentou a susceptibilidade do local, tornando-o mais propício para o acúmulo de água.

Figura 5 - Moradias em risco na Vila Lúdia

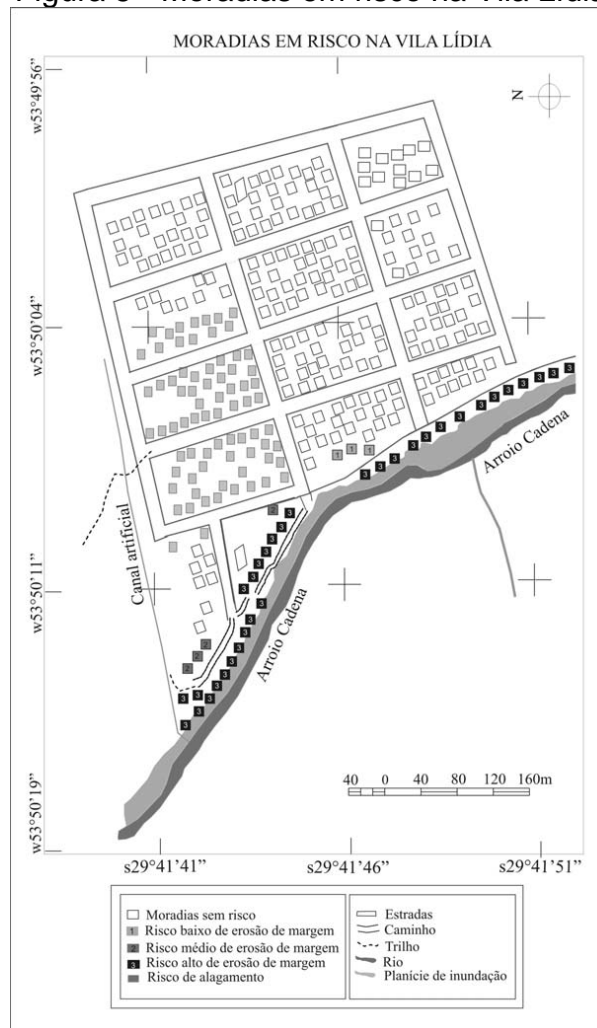


Figura 6 - Moradia que está em risco médio e alto de erosão de margem – Vila Lúdia



Estudo de caso III: Vila Urlândia

A Vila Urlândia localiza-se na porção sudoeste da cidade de Santa Maria, na planície aluvial do Arroio Cadena e de dois de seus afluentes da margem esquerda, os Arroios Sanga do Hospital e Cancela. Esses arroios definem os limites oeste, norte e sul da vila, respectivamente. Constitui-se em uma área predominantemente plana, assentada em um substrato formado por depósitos fluviais de várzea, constituídos por materiais inconsolidados e com o lençol freático próximo da superfície. Nas porções mais altas da vila, ocorrem colinas suaves.

A ocupação da planície de inundação do Arroio Cadena e das margens dos Arroios Cancela e Sanga do Hospital, sem medidas de proteção das margens e de controle das cheias, foi responsável pelo surgimento de áreas de risco geomorfológico e de inúmeros casos de inundação das moradias.

Um dos maiores problemas ambientais existentes na área associa-se à concentração de olarias que, até meados da década de 1990, retiravam sedimentos (argila) depositados na planície de inundação do Arroio Cadena, junto à área que hoje está incorporada à Vila Urlândia. Esse processo foi responsável pela criação de cavas (barreiros), que acumulam água, e de canais artificiais, que ligam as antigas áreas de extração ao canal principal do Arroio Cadena, servindo para drenar a água acumulada junto aos “barreiros”.

Moradias em risco

Na Vila Urlândia, 324 moradias estão sujeitas a dois processos de risco associados com a dinâmica fluvial: erosão de margem e inundação. Existem 260 moradias sujeitas ao processo de inundação e outras 64 estão sujeitas tanto ao processo de inundação quanto de erosão de margem. Além destas, ocorrem 52 moradias com problemas recentes de alagamento, das quais 17 também apresentam risco baixo de inundação (Figura 7).

Figura 7 – Moradias em risco na Vila Urlândia



Moradias em Risco de Inundação

Na porção sudoeste da vila, situam-se 92 moradias que apresentam problemas de inundação associado aos barreiros (cavas) existentes nos fundos de seus terrenos. Os barreiros encontram-se constantemente alagados e, quando ocorrem eventos pluviais intensos, transbordam alagando as residências. Além disso, ocorre uma ligação entre os barreiros e o Arroio Cadena por meio de canais artificiais. Dessa forma, quando o arroio enche, ocorre uma inversão do escoamento, com o refluxo das águas do arroio em direção aos barreiros, contribuindo para a inundação das áreas próximas.

Também ocorrem 68 moradias situadas próximas aos canais artificiais que ligam os barreiros ao arroio e que apresentam risco de inundação. Esses canais funcionam como arroios artificiais e escoam permanentemente a água acumulada nos barreiros abandonados. As moradias situadas nas margens e nas áreas próximas desses canais estão sujeitas à inundação pelo transbordamento, que ocorre quando o Arroio Cadena enche e inverte seu fluxo em direção aos barreiros.

Na porção oeste da vila, 98 moradias estão em risco devido ao transbordamento do Arroio Cancela.

Moradias com risco de deslizamento por Erosão de Margem e Inundação

Os riscos de erosão de margem ocorrem em duas porções da vila: na porção sul, junto às moradias situadas nas margens do Arroio Cancela, e na porção norte, junto às moradias situadas nas margens do Arroio Sanga do Hospital (Figura 8).

Essas áreas são consideradas susceptíveis pela ocorrência de trincas e de degraus de abatimentos nos terrenos das moradias situadas próximas dos arroios e de cicatrizes de escorregamento das margens dos canais.

Os problemas mais sérios de erosão de margem e inundação ocorrem junto ao Arroio Cancela, na porção sul da vila. Nessa área, estão localizadas 39 moradias que se situam muito próximas do arroio, a uma distância inferior a 3 metros e possuem um padrão de ocupação muito baixo (Figura 9).

Figura 8 - Moradias em risco situadas nas margens do arroio Sangado Hospital – Vila Urlândia



Figuras 9 - Moradias situadas nas margens do arroio Cancela sujeitas a processos de inundação e de erosão de margem – Vila Urlândia



As intervenções para proteção das margens do canal dos processos erosivos são realizadas, em sua maioria, com muros de pneus, depósitos de entulho e lixo e com aterros utilizando material de “bota-fora”. A baixa capacidade que a população dessa porção da vila possui de intervir junto ao arroio, no sentido de proteger os terrenos da erosão, aumenta o risco a que as moradias estão expostas.

Os barramentos existentes em vários locais da calha são responsáveis pelo entulhamento do canal, além de barrar o escoamento normal da água. Esses fatores fazem com que a capacidade de escoamento seja reduzida, aumentando a possibilidade de transbordamento e inundação das margens.

Na porção norte da vila, junto ao Arroio Sanga do Hospital, situam-se 25 moradias com risco de erosão de margem e inundação. Nesse trecho, o canal passou por um aceleração do processo de erosão marginal devido ao aumento da velocidade e do volume de água decorrente de canalizações e retificações realizadas em trechos à montante.

O risco de inundação dessas moradias é menor do que as situadas nas margens do Arroio Cancela, devido à maior profundidade e largura do leito, que conferem maior capacidade de escoamento. Entretanto, a proximidade de algumas moradias ao canal faz com que, em eventos extremos, possam ser atingidas pelo transbordamento do arroio.

Moradias com Problemas de Alagamento

Por ser uma área plana, junto à planície de inundação e possuir o lençol freático próximo da superfície, a Vila Urlândia constitui-se em uma área com baixa capacidade de drenagem, o que dificulta o escoamento e provoca o acúmulo de água em áreas rebaixadas.

Problemas na microdrenagem são responsáveis por alagamentos de ruas e de 52 moradias da vila. O dimensionamento dos condutos e das bocas de lobo não é condizente com a necessidade de escoamento, e a falta de manutenção deles são os principais problemas existentes no sistema de microdrenagem.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os riscos geomorfológicos existentes nas Vilas Oliveira, Lúcia e Urlândia associam-se predominantemente à dinâmica fluvial, sendo que as erosões de margem e inundações são os processos mais frequentes.

Ocorrem também alagamentos associados à baixa capacidade de drenagem da planície de inundação do Arroio Cadena e ausência ou obras inadequadas da microdrenagem.

A mudança de curso do Arroio Cadena diminuiu o risco de inundação em grande parte da cidade, entretanto, alterações realizadas em trechos à montante do arroio reativaram os processos erosivos e aumentaram os riscos de erosão de margem.

Ações de remoção das moradias em alto risco, contenção das margens e de infraestrutura com microdrenagem adequada para escoamento das águas pluviais são medidas urgentes que devem ser adotadas para que se evite a ocorrência de novos acidentes.

REFERÊNCIAS

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-CONAMA. **Lei nº 6.938**, de 31 de agosto de 1981. **Decreto nº 99.274**, de 6 de junho de 1990.

OLIVEIRA, Edson Luis de Almeida. **Áreas de Risco Geomorfológico na Bacia Hidrográfica do Arroio Cadena, Santa Maria/RS: Zoneamento e Hierarquização**. 2004. 141f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

SANTOS, G. F. dos; PINHEIRO, A. Transformações Geomorfológicas e Fluviais Decorrentes da Canalização do Rio Itajaí-Açu na Divisa dos municípios de Blumenau e Gaspar (SC). **Revista Brasileira de Geomorfologia**. Uberlândia. v. 3, n. 1, set. 2002, p. 1-10.

ROBAINA, L, E. de S. *et al.* Unidades de Landforms na Bacia do Arroio Cadena, Santa Maria, RS. **Ciência e Natura**, v. 24, p. 139-152, 2002.

ÁREAS DE RISCO: O CASO DA VILA BILIBIO

Janete Teresinha Reis; Luis Eduardo de Souza Robaina

DOI: <https://doi.org/10.5902/2179460X9920>

Resumo: O estudo teve como objetivo, identificar as diferentes situações de risco geomorfológico e avaliar os processos de dinâmica superficial que desencadeiam esse processo na Vila Bilibio, em Santa Maria, Rio Grande do Sul. Metodologicamente, realizou-se o levantamento socioambiental da área em estudo, através de entrevistas a campo, identificação e análise dos processos causadores de risco que foram realizados em duas etapas, também a campo. Verificou-se que o patamar inferior é mais susceptível à ocorrência de inundação/alagamento, o segundo patamar é constituído pela encosta, está sujeito à ocorrência de movimentos gravitacionais de massa eo patamar superior é o de menor ocorrência de riscos geomorfológicos, exceto uma moradia com corte e aterro em talude com declividade acentuada acima de 30%. Verificou-se que 27% das moradias apresentam alto risco de inundação/alagamento e 33% das moradias, extremo risco de escorregamentos. Cabe destacar que o homem é o principal agente causador de risco na Vila Bilibio, devido à ocupação de áreas desfavoráveis e por modificar as vertentes através de cortes e aterros. No entanto, as medidas aserem tomadas consistem no trabalho de educação voltada à preservação do meio ambiente local e ao remanejamento de moradores.

Palavras- chave: Áreas de risco, Dinâmica superficial, Geomorfológico.

Abstract: The present study aims to identify different geomorphologic risk situations and assess the superficial dynamics processes that initiate these processes, in Vila Bilibio, Santa Maria city, Rio Grande do Sul state southern Brazil. Methodologically, a socio-environmental survey of the studied area was carried out, through field interviews, identification, and analyses of processes that cause these risks had been accomplished in two stages, also on field. It was verified that the lower baseline more susceptible to flooding/ overflow, the second baseline composed by valleys is subject to mass gravitational movements and the upper baseline presents less geomorphologic risk but one habitation presenting sections and earthwork in embankment with high slope. 27% of the housing present high risk of flooding/overflow and 33% of the housing extreme risk of sliding. It must be highlighted that men is the main risk agent in *Vila Bilibio*, due to the occupation of adverse areas and for modifying the sides through sectioning and earthworks. However, measures to be taken should be working towards education concerning the local environment preservation and rearranging local people.

Keywords: risk areas, superficial dynamics, geomorphology.

Introdução

O uso do solo urbano reflete a relação sociedade e natureza, influenciada pela estrutura social complexa. Santos (1996) enfatiza que, na análise do espaço urbano, deve-se considerar a forma, estrutura, processo e função, além das relações entre si. O espaço urbano reflete, na sua ocupação, as condições socioeconômicas da população. Desse modo, as áreas de maior susceptibilidade natural e/ou as que não interessam a especulação imobiliária, por serem áreas com problemas legais para ocupação, como encostas íngremes e margens de arroios, são ocupadas pela classe mais empobrecida. A ocorrência de processos de dinâmica superficial como erosões, inundações e escorregamentos determinam a possibilidade de desastres, identificando essas áreas como de risco. Esse risco está intimamente ligado às condições geomorfológicas e à forma de ocupação.

Para Cerri & Amaral (1998), o termo risco caracteriza situação de perigo, perda

ou dano ao homem e à sua propriedade, em razão da possibilidade de ocorrência de processo geológico, induzido ou não. Outros conceitos relacionados são evento, acidente e susceptibilidade. Evento é definido como um fato acontecido sem registro de danos sociais e econômicos relacionados diretamente a ele; acidente é entendido como um fato já ocorrido, com registro de danos sociais e econômicos (perdas e danos) e, por sua vez, susceptibilidade é a possibilidade de ocorrência de um evento.

Oliveira (2004) define o termo Risco Geomorfológico como uma situação de perigo associada à dinâmica superficial em áreas de ocupação urbana. No entendimento de Alheiros (2003), a análise de qualquer modalidade relacionada a risco deve contemplar a susceptibilidade da área e a vulnerabilidade dos sistemas sociais, econômicos ecológicos presentes na área ameaçada. Ademais, reforça que a gestão de risco compreende um sistema que inclui a percepção do perigo, a análise de risco, a divulgação da informação e o suporte gerencial, como instrumento operativo que passa a implementar todas as decisões do sistema.

A crescente expansão urbana da cidade de Santa Maria levou várias famílias a ocuparem áreas consideradas geomorfologicamente de risco. Dentro dessa perspectiva, o estudo objetivou identificar as diferentes situações de risco, bem como avaliar os processos de dinâmica superficial que desencadeiam esse processo, na Vila Bilibio, em Santa Maria-RS.

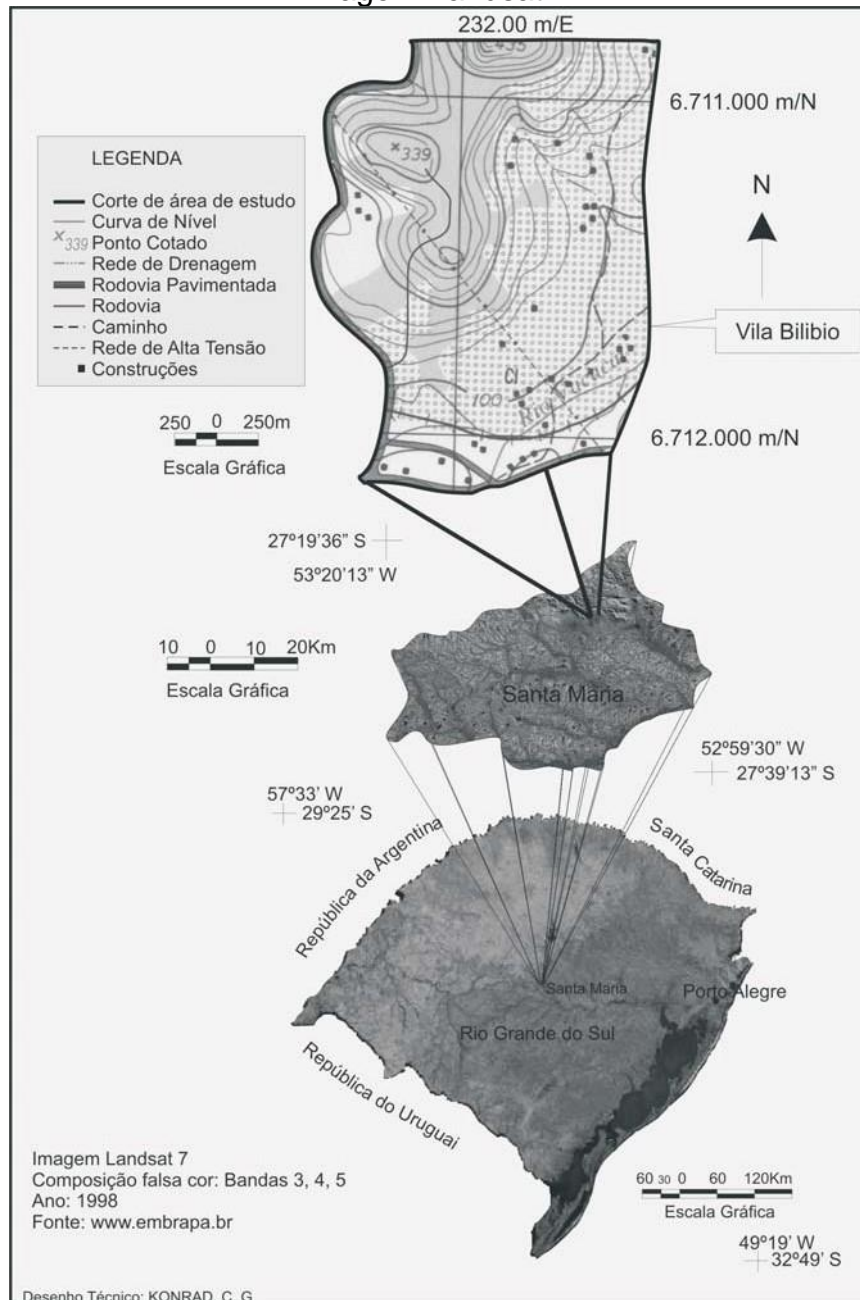
A Vila Bilibio encontra-se na encosta do Planalto Sul-Riograndense, pertencente a Microrregião Geográfica de Santa Maria, na porção central do Rio Grande do Sul, entre as coordenadas geográficas de "Latitude Sul 29° 41' 10" e Longitude Oeste 53° 46' 13", junto à rodovia, BR 158 (Figura 1).

Metodologia

Os estudos iniciam através de um levantamento bibliográfico e a construção de um banco de dados. Nos trabalhos de campo, foram coletadas informações que permitiram a caracterização da ocupação na área e os processos de dinâmica superficial atuantes.

As informações referentes aos moradores foram obtidas através de entrevistas informais, em que se identificaram as características socioeconômicas dos moradores e a ocorrência de eventos naturais com danos, sendo que, das 78 famílias moradoras da Vila, 63 foram entrevistadas.

Figura 1. Mapa de Localização da Vila Bilibio, Santa Maria, RS. Fonte: IBGE e Imagem Landsat 7.



O mapeamento resultou em dois Croquis, representados na escala de 1: 1.000 e na escala 1: 2.000, Figuras (4, 5) respectivamente. Para confeccionar os mapas cadastrais associados ao levantamento dos riscos, utilizou-se, como base cartográfica, a Carta Topográfica, Ministério do Exército. Folha: SH. 22 – V – C – IV/1 – SE, MI – 2965/1 – SE de Santa Maria (1980) e, para finalização, o Programa computacional, *CorelDraw 11*.

Para identificação e definição das moradias em risco, foram adotados critérios,

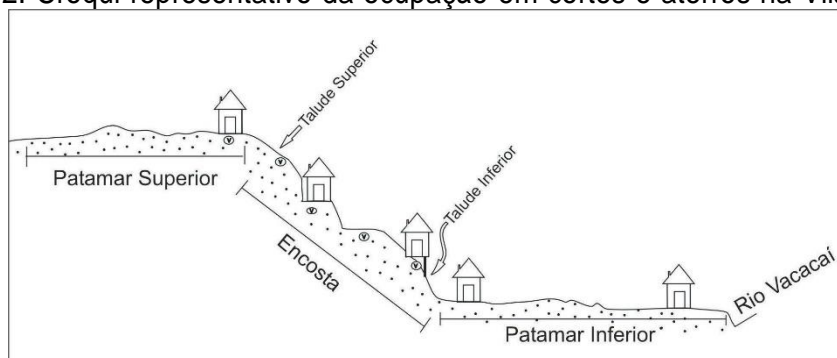
como: altura e proximidade das moradias dos cortes e aterros; estrutura do aterro, material que compõe e a existência de zonas com descontinuidades; presença de blocos de rocha na superfície com possibilidade de tombamento ou rolamento; proximidade das moradias de cursos d'água; condições de drenagem do solo; padrão construtivo das casas; características da vegetação presente na encosta e junto aos arroios; existência de lixo e/ou entulho na superfície dos terrenos. A análise foi realizada a partir da divisão da área em três patamares seguindo a metodologia apresentada por Berger (2001).

Resultados

A comunidade da Vila Bilíbio, historicamente, está ligada à construção da barragem do Arroio Vacacaí-Mirim, por servir material para a construção da barragem e, posteriormente, em acordo com os proprietários, seu “preparo” para o desenvolvimento do loteamento. Sendo assim, várias famílias foram adquirindo lotes, fixando residência, formando-se uma comunidade.

Para um estudo mais detalhado, a presente análise foi dividida obedecendo ao critério de patamares, encontrados na área de estudo Figura 2:

Figura 2. Croqui representativo da ocupação em cortes e aterros na Vila Bilíbio.



1º Patamar – Base: consiste na porção inferior da Vila, marcada pela planície de inundação do rio Vacacaí-Mirim. É uma área com substrato formado de sedimentos inconsolidados e baixa capacidade de drenagem e, por isso, sujeita a alagamentos, apresentando cota altimétrica de 110 a 120 metros.

2º Patamar – Encosta: é caracterizada por ser uma área muito íngreme marcada pela ocupação de moradias na parte superior do Talude. Essa área está sujeita à ocorrência de movimentos gravitacionais de massa como escorregamentos e rolamento

de blocos de rocha, apresentando cota altimétrica de 130 a 180 metros.

3º patamar – Topo: caracteriza-se por ser uma área plana, na parte mais elevada da vila, onde se registram os menores riscos de acidentes geológicos, cota altimétrica entre 200 a 220 metros.

Caracterização dos riscos geomorfológicos

Primeiro patamar – Base

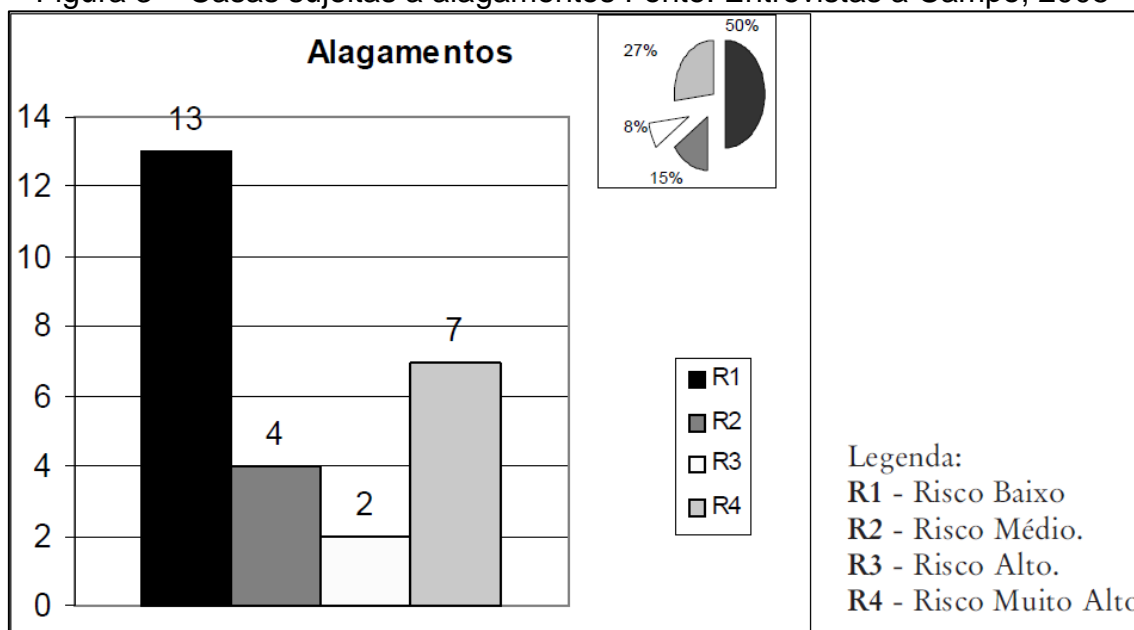
Essa porção caracteriza-se por ser uma área plana, constituída por rochas sedimentares da Depressão Periférica e sedimentos inconsolidados na planície de inundação do arroio Vacacai-Mirim. Geologicamente, indica a presença de arenitos finos e médios de ambiente fluvial e, na proximidade do arroio, siltitos argilosos em ambiente de sedimentação.

O padrão construtivo e a estrutura das habitações foram observados, tendo, como meta, atender as categorias enfatizadas por Santos *apud* Corrêa (1995).

As moradias localizadas na margem esquerda do Arroio distanciam-se em aproximadamente 25 metros da drenagem, permitindo uma distância considerável. Por estar associado, em grande parte, à planície de inundação, o solo apresenta grande dificuldade de drenagem, proporcionando grande umidade e possibilidade de alagamentos na sua proximidade. Sendo assim, a dificuldade de infiltração, associada a períodos de precipitação intensa, pode provocar alagamentos.

O primeiro patamar é a área com maior incidência de alagamentos, identificado pelas entrevistas em que a maioria das famílias afirma sofrer alagamento, principalmente na estação de inverno e dias de chuvas intensas, tendo em vista a concentração de umidade nos terrenos. No total da comunidade, 35% sofrem riscos *altos a muito alto* de alagamento Figura 3.

Figura 3 – Casas sujeitas a alagamentos Fonte: Entrevistas a Campo, 2005



Para Cerri (1999), os alagamentos não estão ligados ao canal de drenagem (enchentes e inundações), são oriundos da incapacidade de drenagem das águas pluviais, em função da topografia suave e da insuficiência dos sistemas de captar as águas pluviais.

A possibilidade de inundação das moradias localizadas nessa área é baixa. A construção da barragem do DNOS (Departamento Nacional de Obras e Saneamento) à montante do curso do arroio, que capta grande parte da água do Vacacaí-Mirim, diminuiu a vazão na porção jusante, e as moradias estão construídas a uma distância relativamente segura do canal fluvial.

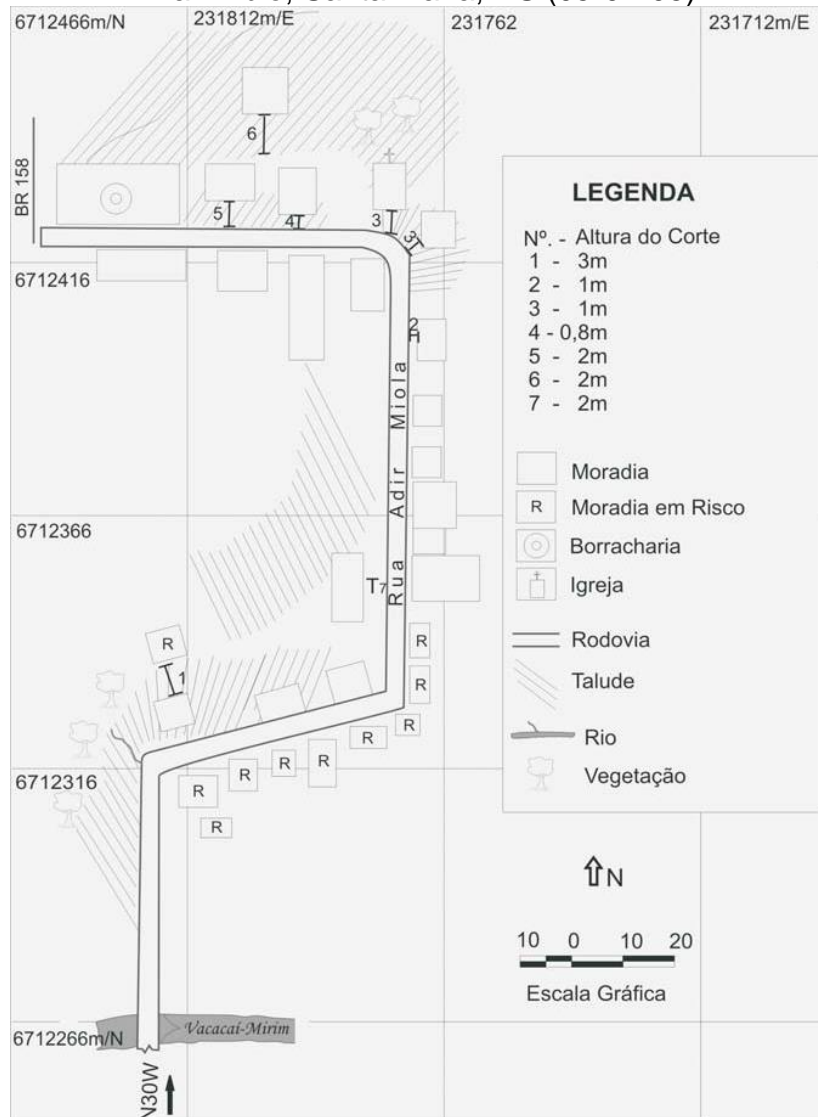
Os alagamentos são os desastres naturais associados a riscos mais frequentes e expressivos nessa unidade, por ser área plana, a possibilidade de construção de casas é maior, não precisando de cortes e/ou aterros para construção, porém os problemas ambientais intensificam-se.

O desmatamento da mata ciliar e o lançamento do lixo são os principais problemas no arroio, ao permitir seu assoreamento, facilitando o transbordamento do Arroio. A vegetação ciliar possibilita a retenção da água em seu leito normal, facilitando a infiltração da água, além de enriquecer a fauna e flora do ecossistema aquático.

Com relação aos riscos associados à dinâmica de vertentes, observa-se uma moradia localizada em talude íngreme a oeste da Rua Adir Miola, o que pode ser visto no croqui da Figura 4. Essa moradia está localizada em um patamar de aterro

associado à construção da ponte e da estrada.

Figura 4. Croqui das situações de risco encontradas no primeiro patamar da Vila Bilíbio, Santa Maria, RS (05-07-05).



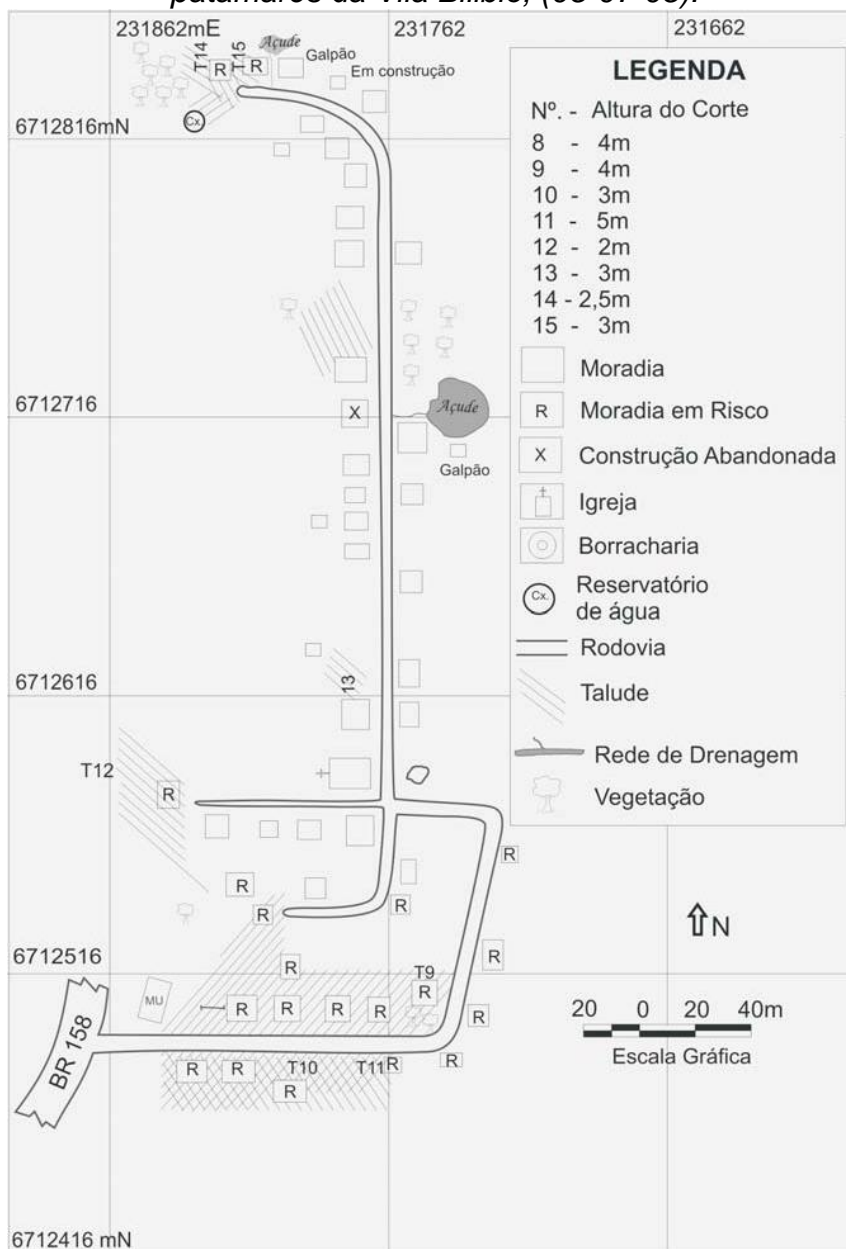
A possibilidade de ocorrência de escorregamento localizado está associada à ação erosiva no talude na frente da moradia.

Segundo patamar – Encosta

Este patamar compreende uma área com vertentes muito inclinadas, com substrato formado de material de rejeito do topo da encosta, lançado para aplainar a área superior, arenitos fluviais e depósitos de Colúvio com a presença de blocos de rochas expostas nos cortes. Os depósitos de Colúvio são formados por material heterogêneo com presença de blocos de rochas sedimentares e vulcânicas imersas no solo.

A Figura 5 apresenta uma representação esquemática da distribuição das moradias nesse patamar. Esse substrato heterogêneo (solo misturado com blocos de rocha) é instável e altamente susceptível a processos de movimento de massa.

Figura 5. Croqui das situações de risco encontradas nos segundo e terceiro patamares da Vila Bilibio, (05-07-05).



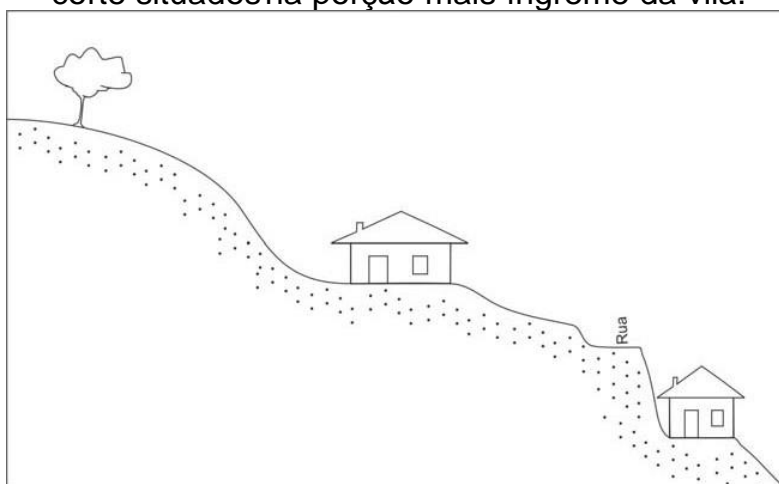
A incidência de erosão nos taludes pode desestabilizar alguns blocos de rocha e provocar seu deslocamento, podendo atingir moradias.

Além disso, a possibilidade de escorregamento localizado também é elevada, principalmente, junto a cortes.

De forma geral, as moradias localizadas nessa porção assentam-sesobre dois patamares de corte, um acima e outro abaixo da via, sendo que a rua forma um

terceiro patamar de corte Figura 6.

Figura 6. Perfil esquemático da localização das moradias nos patamares de corte situados na porção mais íngreme da vila.

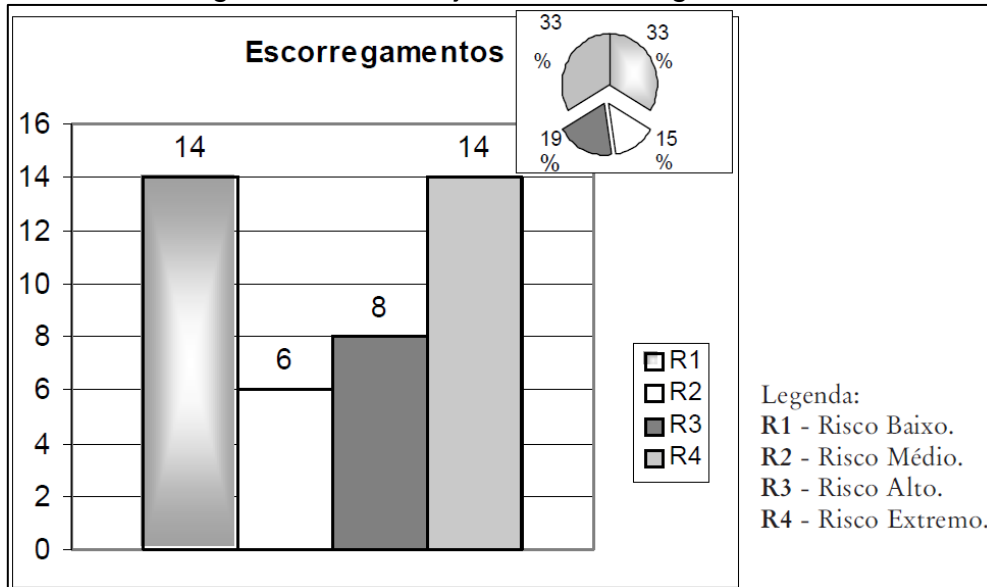


O padrão construtivo das moradias é baixo a médio, demarcado por lotes irregulares. As obras de contenção ocorrem em apenas algumas moradias e os cortes e aterros no decorrer da encosta são mal estruturados. Encontram-se aproximadamente 25 casas sem definição precisa dos lotes. A população moradora dessa unidade é a mais carente da vila, alguns para conseguir sobreviver fazem artesanatos, cestas e balaios, uma atividade informal, retirando, dessa forma, os resquícios de bambu do ambiente local.

Quanto ao índice de moradores que sofre riscos de deslizamento na vila, as entrevistas indicam que 52% sofrem de extremo a alto risco, principalmente pelo rolamento de blocos de rocha e terra. Elas referem-se, principalmente, às moradias localizadas junto à encosta. Cabe destacar que um morador perdeu sua casa por três vezes, devido à ocorrência de movimento de massa. Por outro lado, constatou-se que 34% das famílias não sofrem risco de escorregamento e 15% apresentam risco médio, conforme Figura 7.

Em várias moradias, são perceptíveis cicatrizes de escorregamentos e manifestações erosivas, o que indica a gravidade do risco a que estão sujeitas. Em algumas, os processos de dinâmica continuam evoluindo, podendo provocar sérios danos ou mesmo a total destruição das casas. As ravinas e cicatrizes de escorregamentos demonstram os impactos negativos sobre a encosta, que poderão se intensificar.

Figura 7. Casas sujeitas a escorregamentos.



Fonte: Entrevistas a Campo, 2005.

Os processos erosivos podem ocorrer de duas maneiras, a erosão laminar oriunda do escoamento difuso das águas da chuva, e linear, causada pela concentração das linhas do fluxo de água escoada superficialmente, resultando em pequenas incisões na superfície dos terrenos, formando sulcos que podem evoluir para ravinas.

Na vila Bilibio, o processo de erosão linear é desencadeado, principalmente, pela concentração de águas servidas, formando pequenos sulcos nos terrenos das residências, conforme Figuras 8 e 9. Dessa forma, a inexistência de canalização de águas pluviais e servidas e a conseqüente concentração de água ao longo dos terrenos e/ou vias públicas aceleram os processos erosivos instabilizadores de encosta.

Nessa unidade, a realização de cortes no terreno para a construção de casas é comum, em virtude da inclinação acentuada da encosta. Esses cortes realizados sem acompanhamento técnico adequado modificam o equilíbrio do talude e acentuam a possibilidade de sua desestabilização, o que pode ser visto nas Figuras, 10 e 11.

Na base da encosta até a parte mais elevada do talude, tem-se uma forte inclinação vertical com afloramento de blocos de rochas sobre a superfície, caso forem descalçados pela erosão da base de sustentação, podem rolar e atingir alguma moradia, conforme Figuras 12 e 13.

Figura 8. Fotografia da incidência de erosão linear provocada por concentração de água servida no terreno.



Figura 9. Desenho Esquemático - A incidência de erosão linear provocada por concentração de água servida no terreno.

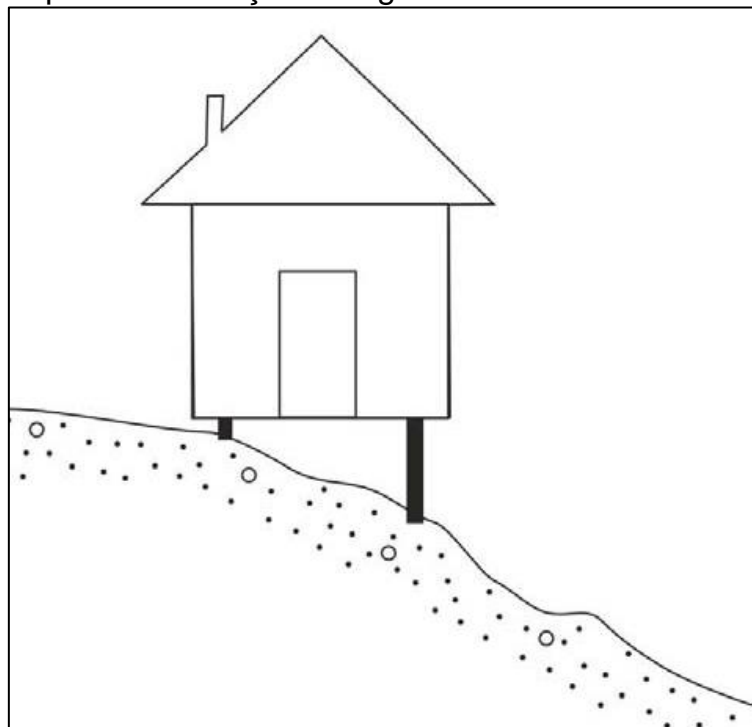


Figura 10. Moradia localizada muito próxima do corte com vegetação rasteira (05-07-05).



Figura 11. Desenho esquemático da situação de risco de uma moradia localizado próximo de um corte.

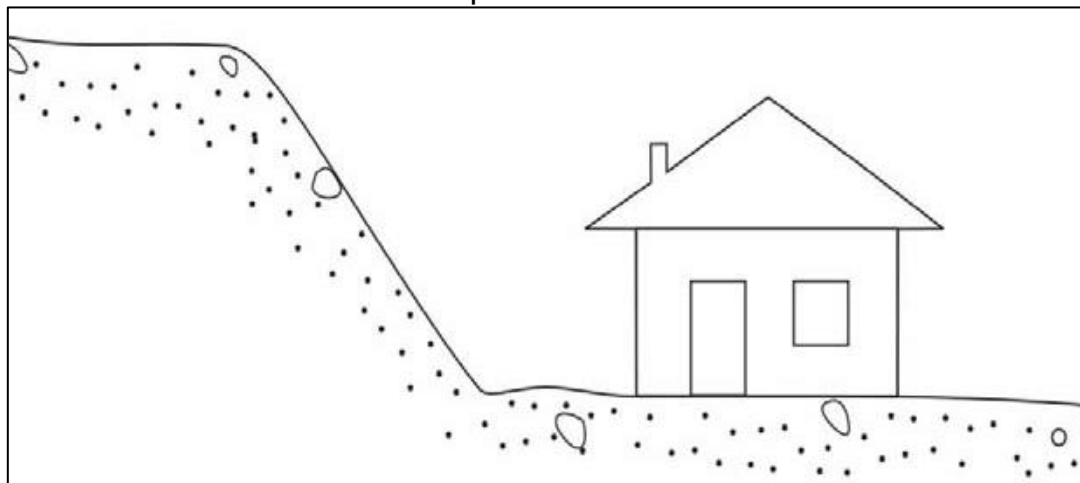
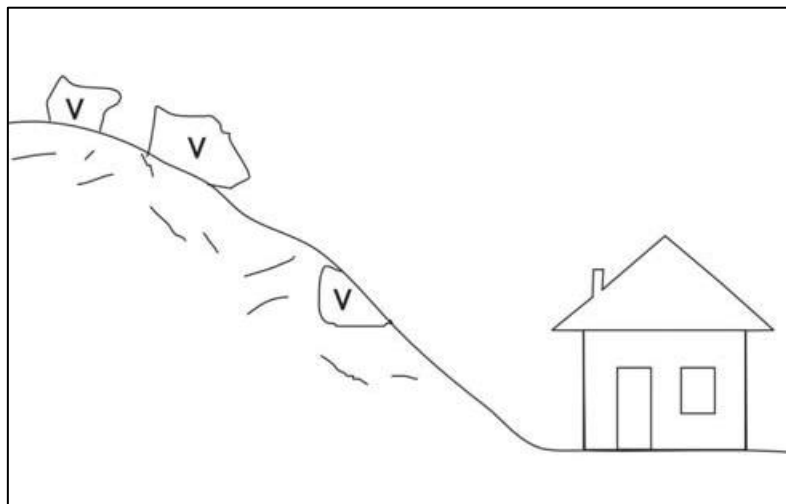


Figura 12. Moradia localizada próxima de um corte vertical com risco de rolamento de blocos e tombamento de árvores (05-07-05).



Figura 13. Desenho esquemático de moradia em risco de rolamento de blocos.



O material de aterro que recobre essa unidade não apresenta coesão suficiente para permitir uma estabilidade da vertente. A declividade elevada e a retirada da vegetação nativa que serviriam de proteção com as raízes diminuindo a ação do escoamento superficial aumentam a possibilidade de movimentos de massa, junto aos espaços das construções.

A presença do lixo é um fator que acelera os processos de dinâmica em

vertentes, pois, quando úmido, aumenta muito o peso, podendo deslizar sobre a encosta. Além disso, o lixo exposto deteriora o ambiente sob o qual se encontra, além de ser grande transmissor de doenças à população local.

Terceiro patamar – Topo

No terceiro patamar, o relevo é predominantemente plano, ocorrendo a ocupação em duas altitudes diferentes. As moradias apresentam padrão médio de construção e terrenos mais regulares. A possibilidade de ocorrer acidentes associados a processos geomorfológicos é a mais baixa dos três níveis analisados.

Encontra-se uma vegetação rasteira, com o predomínio de gramíneas, intercaladas por arbustos, além de árvores frutíferas e horta. Todavia, o contraste do desmatamento causado pela ação humana é expressivo, alguns usufruem de práticas agrícolas em determinados terrenos como complemento à sobrevivência da família.

Observa-se a dificuldade de drenagem, em algumas partes dessa porção. A retirada da parte superficial de solo e de rochas deixou exposto, em alguns locais, um substrato menos permeável, que, associado ao aplainamento do terreno, diminuiu a sua capacidade de drenagem, podendo desencadear alagamento em algumas moradias.

Nesse patamar, somente as moradias localizadas no extremo da vila apresentam situações de risco. Observa-se um corte vertical de aproximadamente de 2,5 metros de altura atrás de uma moradia localizada próxima da área do morro ainda não ocupada. Acima do corte, também, ocorre vegetação de médio/grande porte que, com a erosão das raízes, pode tombare atingir a moradia, como pode ser visto nas Figuras (14, 15 e 16).

Ressalta-se também que, apesar de haver situações de risco nessa porção da vila, alguns moradores conseguem minimizar a situação de risco instalada com a construção de muros de contenção, junto aos cortes realizados para a construção das moradias, conforme Figuras (17 e 18).

Figura 14. Moradias de maior risco junto ao patamar superior (05-07-05).



Figura 15. Moradia localizada muito próxima de um corte vertical sem proteção e com vegetação de médio/grande porte no talude (05-07-05).

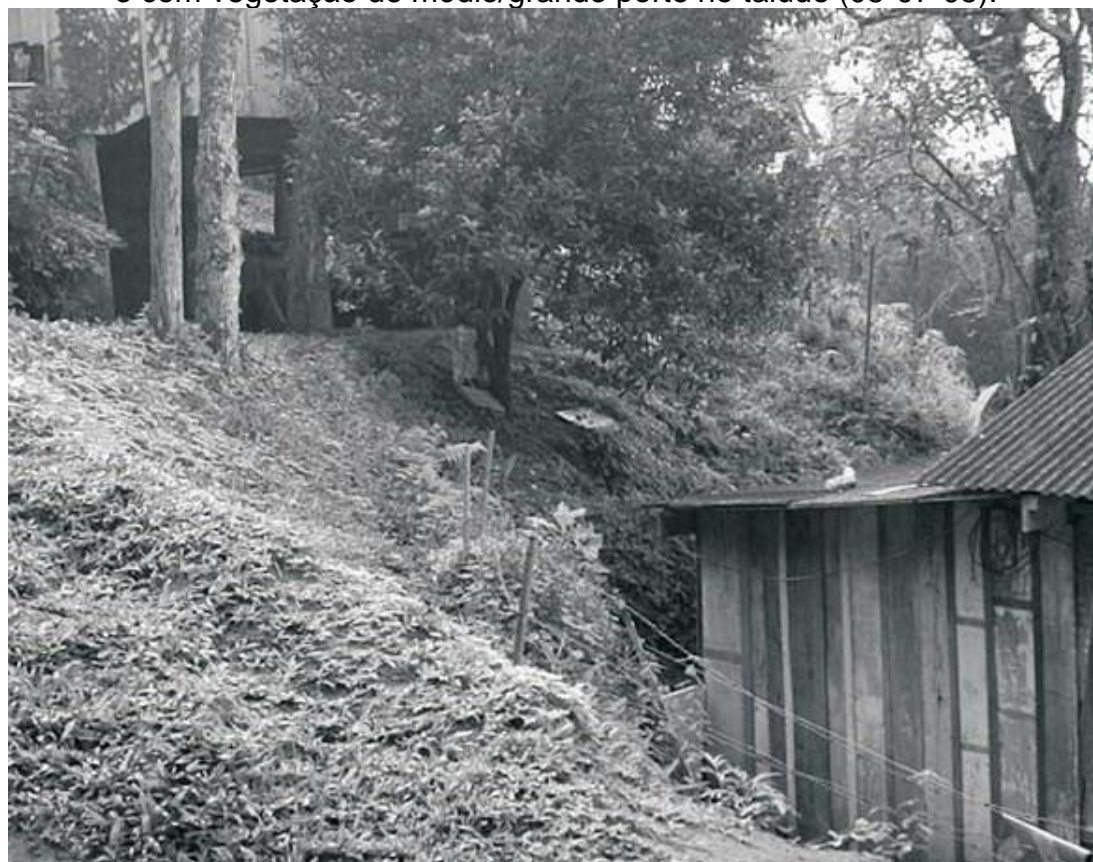


Figura 16. Desenho esquemático dos riscos associados a cortes com taludes próximos as moradias.

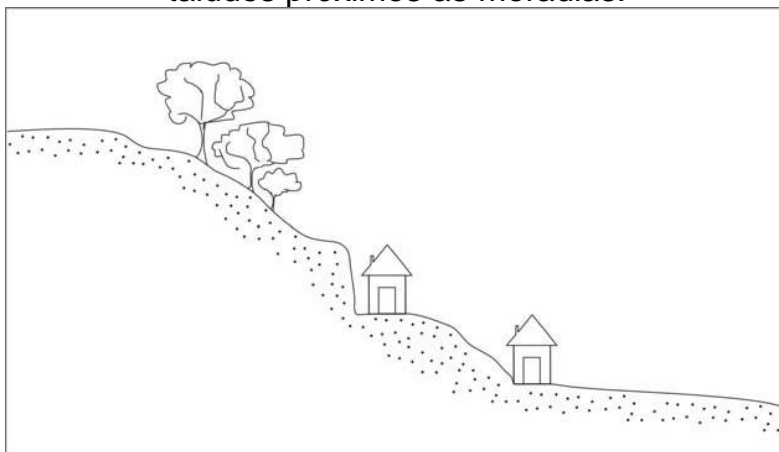
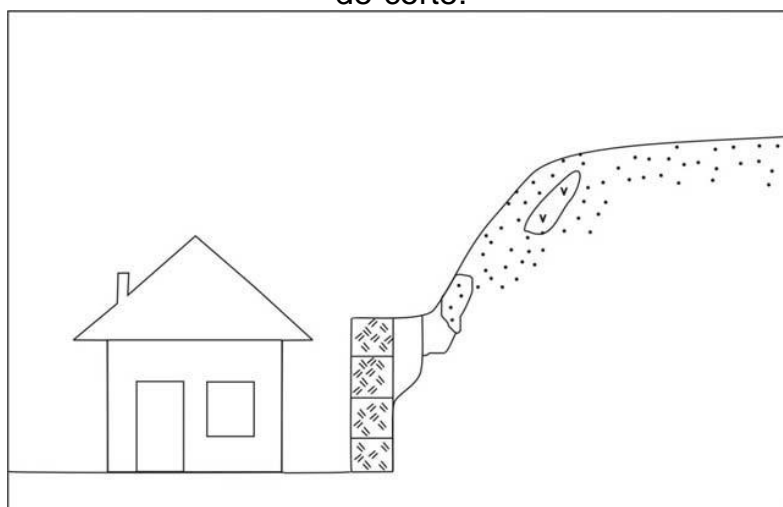


Figura 17. Muro de proteção junto ao talude de corte do lado da moradia.



Figura 18. Desenho esquemático do muro de proteção próximo ao talude de corte.



Considerações finais

Neste trabalho, buscou-se estabelecer uma discussão das relações envolvidas na ocupação do solo urbano em Santa Maria e a ocorrência de áreas de risco de acidentes e desastres naturais.

Os movimentos de massa são os mais comuns na área de estudo e consistem no deslocamento do solo e rochas para as partes inferiores, auxiliados pela ação da gravidade. Entre os condicionantes dos escorregamentos, pode-se citar: o desmatamento, a declividade acentuada associada à ocupação humana que modifica as vertentes, causando sérios riscos a algumas famílias dessa comunidade. Levando-se em consideração os fatos apontados na área da encosta, cujo substrato formado por materiais heterogêneos e talude inclinado remete responsabilidade tanto para as famílias que habitam zonas não adequadas como para órgãos públicos no remanejamento das famílias, uma vez que o material exposto não apresenta coesão suficiente para garantir a estabilidade da encosta. A concentração e o adensamento da ocupação contribuem para a elevação das consequências sociais e econômicas dos desastres naturais, em razão da maior exposição da população e por aumentar a possibilidade de ocorrência do fenômeno pela maior modificação do ambiente. É necessário a execução de um plano de intervenções estruturais voltado para a redução ou a erradicação dos riscos concomitante com uma discussão com a comunidade, buscando uma organização comunitária participativa nos projetos de monitoramento permanente e prevenção de acidentes.

Referências

ALHEIROS, Margareth M. **Avaliação Econômica de Perdas Ambientais na Análise de Riscos Geológicos**. Disponível em: (<http://www.race.nuca.ie.ufrj.br/ecotrabalhos/mesa4/3.doc>). Acesso 02 de Jun. 2003.

BERGER, M. G. **Setorização dos Impactos Ambientais no Arroio Cadena, Município de Santa Maria – RS: Uma Proposta de Análise sobre Risco Ambiental**. 2001, 76f. Trabalho de Graduação (Geografia-Licenciatura). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-RS, 2001.

CERRI, L. E. S. Riscos Geológicos Urbanos. In: CHASSOT, A & CAMPOS, H (org). **Ciência da Terra e Meio Ambiente: Diálogos para (Inter)ações no**

Planeta. São Leopoldo: Unisinos, 1999.

CERRI, Leandro Eugênio da Silva & AMARAL, Cláudio Palmeiro do. Riscos Geológicos. In: OLIVEIRA, Antonio Manuel dos Santos & BRITO, Sergio Nertam Alves de (org). **Geologia de Engenharia.** São Paulo: ABGE-CNPq-FAPESP, 1998.

CORREA, R. L. Espaço, Um Conceito Chave em Geografia. In: INÁ, Ede C, GOMES, P. C.; CORRÊA, R. L. (orgs). **Geografia: conceitos e Temas.** Rio de Janeiro: Bertrand, 1995.

OLIVEIRA, Edison Luis de Almeida. **Áreas de Risco Geomorfológico na Bacia Hidrográfica do Arroio Cadena, Santa Maria/RS: Zoneamento e Hierarquização,** 2004. 141f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

SANTOS, Milton. **A Urbanização Brasileira.** 3ed. São Paulo: Hucitec, 1996 (Estudos Urbanos).

ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DAS OCORRÊNCIAS DE INUNDAÇÕES E MOVIMENTOS DE MASSA NO MUNICÍPIO DE CAXIAS DO SUL, RS

Luis Eduardo de Souza Robaina; Tanice Cristina Kormann; Monica Marlise Wiggers; Anderson Augusto Volpato Scoti

DOI: <https://doi.org/10.5902/2179460X9504>

Resumo: Este trabalho apresenta o levantamento histórico dos desastres/acidentes causados por movimentos de massa e inundações ocorridos em Caxias do Sul entre 1980 e 2007. Os dados obtidos foram analisados em função da frequência, tipo e distribuição dos eventos. Os resultados da pesquisa indicam que os movimentos de massa ocorreram, predominantemente, no período de inverno e as inundações bruscas, principalmente, nos meses de verão. Os bairros afetados foram identificados e cartografados, constituindo informações que são base para trabalhos avançados de zoneamento e gestão de riscos.

Palavras-chave: Desastres Naturais, Caxias do Sul, Levantamento Histórico.

Abstract: This work presents historical research of disasters/accidents caused by mass movements and flooding that occurred in Caxias do Sul between 1980 and 2007. The data were analyzed by the frequency, type and distribution of events. The research results indicate that the mass movements occurred predominantly during winter and the fast flooding mainly in the summer months. The districts affected have been identified and mapped, providing information that are the basis for advanced works of zoning and management of risks.

Keywords: *Natural Disasters, Caxias do Sul, Historical Research.*

Introdução

A expansão urbana ocorrida nas últimas décadas, associada com a incapacidade do Estado em atender a demanda de moradias, levou a população, principalmente, a de baixa renda, a ocupar áreas sujeitas a processos de dinâmica superficial desencadeadores de risco, como planícies de inundação e encostas de morros.

Dessa forma, torna-se fundamental a abordagem das áreas de risco no planejamento e na gestão municipal, pois, conforme Carvalho e Galvão (2006), dentre os fenômenos relacionados a desastres naturais no Brasil, as inundações são os processos que mais produzem perdas econômicas e impactos mais significativos na saúde pública, enquanto os deslizamentos geram o maior número de vítimas fatais.

Essas áreas naturalmente susceptíveis à ocorrência de eventos adversos oferecem perigo quando ocupadas. Dessa maneira, uma situação de risco configura e devido à probabilidade de ocorrência de um processo destrutivo (perigo) gera consequências sociais e/ou econômicas (vulnerabilidade), ou seja, são tanto naturais quanto sociais os fatores condicionantes da ocorrência de processos de risco, como as inundações e os movimentos de massa (CARVALHO; GALVÃO, 2006).

Kobiyama et al. (2006, p.46) definem inundação como sendo “o aumento do nível dos rios além da sua vazão normal, ocorrendo o transbordamento de suas águas sobre as áreas próximas a ele”. Em condições de precipitação intensa e concentrada,

pode ocorrer rápida evolução do processo de inundação, caracterizando uma inundação brusca, também chamada de enxurrada. Esse processo é comum em condição de impermeabilização das nascentes, caracterizado pela incapacidade de escoamento do volume precipitado por parte da microdrenagem urbana.

Conforme Botelho e Silva (2004), as características das encostas também influenciam de forma muito expressiva no escoamento das águas, sendo que áreas mais declivosas contribuem para o aumento do volume e da velocidade do escoamento, provocando a ocorrência das enxurradas. Isso acontece porque o tempo de infiltração no solo é diminuído, aumentando o volume de água que passa e escoam de forma superficial, sendo a topografia contribuinte através da ação da força da gravidade. Esse controle que a inclinação das encostas exerce na velocidade dos fluxos ainda interfere na atuação de processos erosivos, que podem desencadear movimentos de massa.

Quanto aos movimentos de massa, estes são processos naturais responsáveis pela esculturação da superfície terrestre, ocorrendo mais frequentemente em terrenos íngremes (BIGARELLA, 2003). Ressalta-se que a intervenção humana é capaz de acelerar esse processo ao promover cortes e aterros que são responsáveis pela desestabilização das vertentes.

No município de Caixas do Sul – RS, a combinação de áreas declivosas e cabeceiras de drenagem formam uma condição propícia à ocorrência de inundações bruscas e movimentos de massa. Neste sentido, o presente trabalho objetiva apresentar uma análise espaço-temporal dos desastres naturais ocorridos no município de Caixas do Sul – RS, através do levantamento dos registros de inundações e movimentos de massa com acidentados entre os anos de 1980 e 2007.

Amaral e Feijó (2004) destacam o papel de trabalhos de inventário como base para o estabelecimento de ações nessas áreas. Os autores afirmam que o levantamento histórico permite analisar os fatores que contribuem para a ocorrência dos acidentes e realizar análises estatísticas de frequência tanto temporal quanto espacial.

Localização e Caracterização da Área de Estudo

O município de Caixas do Sul (Figura 1) apresenta uma área territorial de 1.644 km² e população estimada em mais de 410 mil habitantes (IBGE, 2000). A sede municipal localiza-se nas porções do divisor de águas, entre as bacias hidrográficas dos rios Caí e Taquari – Antas.

Figura 1. Localização do município de Caxias do Sul, com destaque para a delimitação da área urbana.



Segundo a classificação de Köppen, possui clima temperado (Cfb), caracterizado por verões amenos e invernos relativamente frios. Situa-se na região fisiográfica denominada de Encosta Superior do Nordeste, com terrenos de altitudes elevadas e bastante irregulares, recortado por uma densa rede de drenagem.

Caxias do Sul é um município inserido na unidade geomorfológica do Planalto dos Campos Gerais, conforme IBGE (1986). Quanto à geologia, o município está inserido nos eventos finais da Bacia do Paraná. As litologias são compostas por espesso pacote de rochas vulcânicas ácidas e básicas da Formação Serra Geral. As principais discontinuidades nas rochas vulcânicas, que controlam os processos de intemperismo e movimentos de massa são as fraturas e as falhas originadas devido à tectônica e às diaclases devido à contração da lava durante o resfriamento.

Quanto à ocupação, o município de Caxias do Sul foi fundado em 1880, sendo a primeira colônia de imigração italiana do Rio Grande do Sul. Localizado em uma área serrana, apresentou problemas relacionados à ocupação desde a chegada dos primeiros imigrantes.

A economia municipal, inicialmente, ligada a atividades agrícolas, logo cede lugar

ao setor industrial de pequeno porte, o qual, a partir de 1920, apresenta um acelerado crescimento, fazendo de Caxias do Sul uma área de atração de mão de obra e iniciando uma fase de expressivo crescimento populacional. Naquela época, aparecem, de forma mais nítida, os primeiros problemas ligados à ocupação desordenada (MACHADO, 2001). Entre as décadas de 50 e 80, a ocupação urbana acentua-se, resultando no crescimento do número de assentamentos subnormais, que, em 2004, totalizam 110 núcleos de sub-habitação no município, os quais vêm apresentando adensamento populacional bastante expressivo nos últimos anos (PREFEITURA MUNICIPAL DE CAXIAS DO SUL, 2004).

Metodologia

Os dados referentes aos eventos de movimentos de massa e de inundações no município de Caxias do Sul têm como base a sistematização de informações realizada por Reckziegel (2007). Essas informações foram complementadas por demais dados obtidos através de consulta à imprensa local, nos arquivos do jornal “O Pioneiro” e da Prefeitura Municipal. Esse conjunto de informações foi organizado em forma de um banco de dados, discriminando o tipo de evento (movimento de massa ou inundação), o número de registros de cada tipo e o bairro atingido.

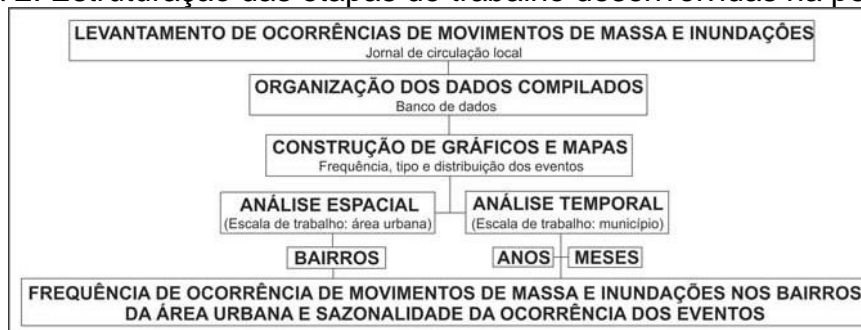
Os dados foram organizados na forma de tabelas e representados através de gráficos e mapas para facilitar a análise dos resultados. Os gráficos e tabelas foram construídos com auxílio do *software Microsoft Excel 2000*. Para a elaboração dos mapas e consulta das informações espaciais, foi utilizado o aplicativo SPRING, versão 4.3.3 desenvolvido e disponibilizado gratuitamente pelo INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (CÂMARA *et. al*, 1996). A finalização dos mapas foi realizada a partir do programa *Corel Draw*, versão 12.

Para a determinação do número de classes e do intervalo das classes para a construção dos mapas, foi utilizado o Método do Histograma, através da construção de um gráfico cartesiano com o tipo de evento e o número de ocorrências de cada um em forma crescente, possibilitando a identificação de quebras de continuidade (MARTINELLI, 2006).

A análise dos eventos de movimentos de massa e de inundações foi dividida em duas etapas: análise temporal (anual e sazonal) e análise espacial (mapeamento dos bairros mais atingidos). Salienta-se, entretanto, que a análise temporal foi realizada na escala

municipal, enquanto a espacialização dos eventos enfocou somente a área urbana municipal (Figura 2).

Figura 2. Estruturação das etapas de trabalho desenvolvidas na pesquisa.



A etapa final do trabalho culminou na construção do mapa síntese dos registros de inundações e movimentos de massa, o qual foi resultado do somatório das ocorrências dos dois eventos na área urbana do município de Caxias do Sul.

Resultados e discussão

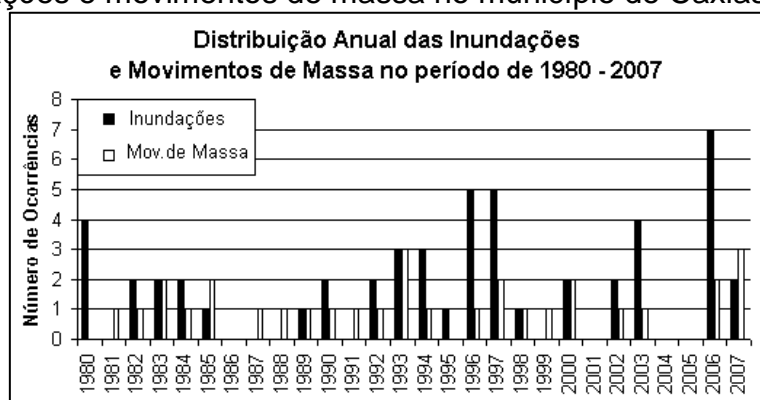
Os resultados foram discutidos, primeiramente, através de uma análise temporal dos eventos de inundação e movimento de massa e, em seguida, através da análise espacial, em que se apresentou a frequência com que os bairros da área urbana municipal são afetados por esses dois eventos ao longo do período analisado.

Análise Temporal dos Eventos

A análise temporal da distribuição dos eventos no período de 1980 a 2007 no município de Caxias do Sul permite destacar os anos de 1993, 1996, 1997 e, especialmente, 2006 como os anos com maior ocorrência de desastres (Figura 3).

As inundações foram significativas em 1980, 1996, 1997, 2003 e 2006, com destaque para o último ano. Com relação aos movimentos de massa os anos de 1993 e 2007 foram os mais importantes. Nos anos de 1986, 2001, 2004 e 2005 não foram registrados nenhum dos dois eventos estudados.

Figura 3. Representação gráfica da distribuição anual da ocorrência de inundações e movimentos de massa no município de Caxias do Sul.

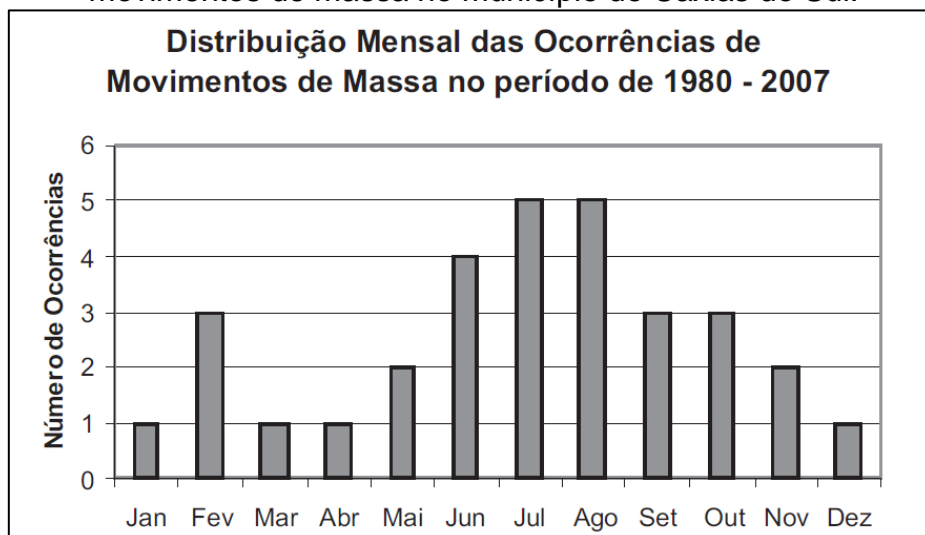


Fonte: Argenta; Kormann; Robaina. (2009)

Movimento de massa

A análise mensal da ocorrência de acidentes indica, conforme a Figura 4, que os movimentos de massa em Caxias do Sul mostram certa sazonalidade na ocorrência dos eventos. Nos meses de junho, julho e agosto, foram registrados os maiores números de eventos com acidente (45% do total de eventos concentra-se nesse período), sendo possível identificar, ainda, uma tendência progressiva de aumento das ocorrências de maio a agosto, quando então inicia uma queda no número.

Figura 4. Representação gráfica da distribuição mensal da ocorrência de movimentos de massa no município de Caxias do Sul.



Fonte: Argenta; Kormann; Robaina. (2009)

Esse resultado pode estar associado às características de comportamento do clima, conforme Wollmann (2009). O autor aponta que, no inverno do Hemisfério Sul, o Anticiclone Polar Atlântico e o Anticiclone Tropical Atlântico encontram-se mais

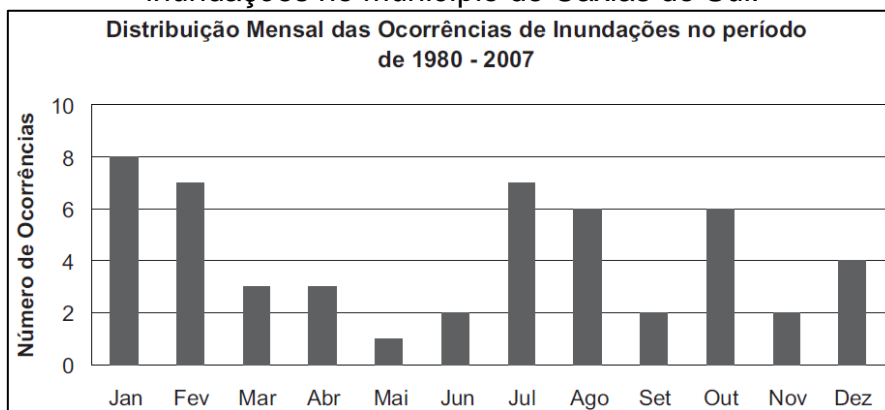
fortalecidos, gerando frontegêneses mais intensas, podendo, com isso, elevar os índices de precipitação. Além desse fator, o fortalecimento dos centros de ação ainda pode gerar um jogo de forças responsáveis pela ocorrência de frentes estacionárias, elevando a pluviosidade do estado e, principalmente, dessa região devido à orografia. O Anticiclone Tropical Atlântico também pode, em certos casos, encontrar-se mais fortalecido que o Anticiclone Polar Atlântico, originando o recuode Frentes Frias na forma de Frentes Quentes. Dessa forma, o inverno apresenta maiores condições para eventos de precipitação devido ao fortalecimento dos centros de ação, às frontegêneses mais significativas e aos vários tipos de deslocamento observados (Frente Fria, Frente Quente, Frente Estacionária).

Inundação

Com relação às ocorrências de inundações no município, é interessante notar um grande número de eventos registrado no verão, conforme o gráfico de distribuição mensal (Figura 5).

Essa estação é caracterizada por chuvas convectivas devido ao grande aquecimento do ar, resultando, assim, nas chuvas torrenciais, rápidas e intensas. Tais condições climáticas contribuem para a ocorrência de um tipo de evento de inundação que é classificado como enxurrada, a qual pode causar sérios riscos devido ao aumento brusco da vazão. Soma-se a esse fato, a posição geográfica do município, na região de cabeceira de drenagens, local propenso à ocorrência desse tipo de fenômeno. Wolmann (2009) aponta que, durante o verão, o aquecimento maior do Hemisfério aumenta a diferença entre os gradientes térmicos latitudinais, acelerando o deslocamento das massas de ar polar em direção a latitudes tropicais, podendo originar Frentes Frias de Deslocamento Rápido, elevando os índices pluviométricos da região.

Figura 5. Representação gráfica da distribuição mensal da ocorrência de inundações no município de Caxias do Sul.



Fonte: Argenta; Kormann; Robaina. (2009)

Análise espacial dos eventos

Para a espacialização das informações levantadas, adota-se a área urbana do município de Caxias do Sul, apresentando a distribuição e a frequência dos eventos causadores de acidentes nos bairros da cidade.

Movimento de massa

A espacialização dos acidentes associados aos movimentos de massa indica que eles ocorrem com maior frequência nos bairros localizados próximos à região central da área urbana do município. Esse fenômeno está associado à concentração de moradias em áreas que oferecem menores condições ambientais e estruturais de ocupação, gerando uma situação de fragilidade que aumenta o risco de ocorrência de processos geradores dos movimentos de massa.

Ao longo do período considerado, são 22 os bairros da área urbana de Caxias do Sul afetados por movimentos de massa (Figura 6), com destaque para os bairros Santa Catarina e Santa Fé.

Figura 6. Distribuição das ocorrências de movimento de massa nos bairros da área urbana de Caxias do Sul - RS.



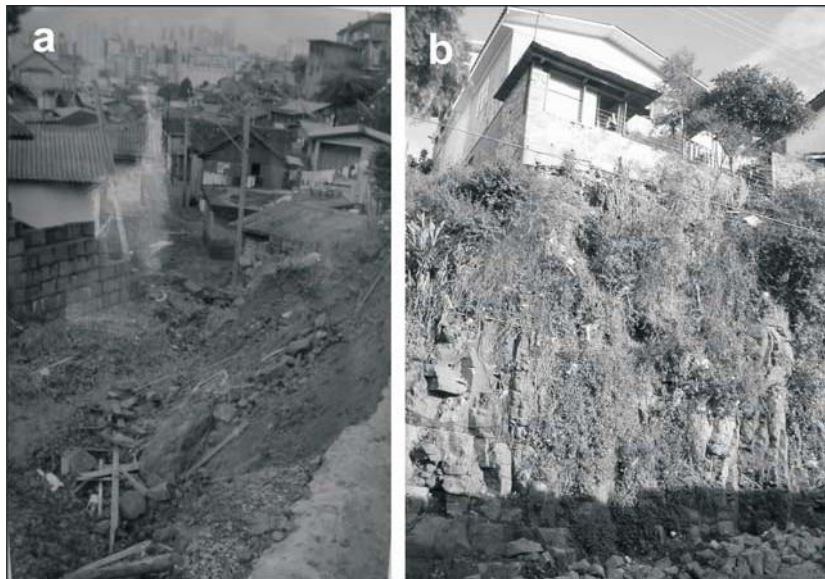
O município de Caxias do Sul é caracterizado pela ocupação de áreas declivosas, as quais sofrem processos de corte e aterro, promovendo a instabilização das vertentes e a exposição da rocha, o que aumenta a probabilidade de ocorrência de movimentos de massa.

A Figura 7 mostra duas situações de risco na área urbana municipal. A Figura 7(a) mostra uma cicatriz de escorregamento ocorrida em outubro de 2000 enquanto a Figura 7(b) ilustra uma moradia em situação de risco a partir de um corte que instabiliza a rocha.

Inundações

A distribuição espacial das inundações na área urbana de Caxias do Sul revela um total de 32 bairros atingidos ao longo do período analisado. Os bairros que registram o maior número de ocorrências de inundações são: Santa Catarina, Pio X, Nossa Senhora de Fátima e São José (Figura 8).

Figura 7. (a) Escorregamento em área de corte. (b) Exposição da rocha vulcânica com diferentes estruturas.



Fonte Foto (a): Prefeitura Municipal de Caxias do Sul. (2000)

Figura 8. Distribuição das ocorrências de inundações nos bairros da área urbana de Caxias do Sul - RS.



Os bairros que apresentam o maior número de ocorrência de inundações são drenados pelo Rio Herval, que possui suas nascentes localizadas no centro da área urbana. A urbanização das cabeceiras da bacia hidrográfica gera uma situação de impermeabilização que intensifica a velocidade do escoamento superficial e propicia a ocorrência de enxurradas nos bairros situados à jusante do centro.

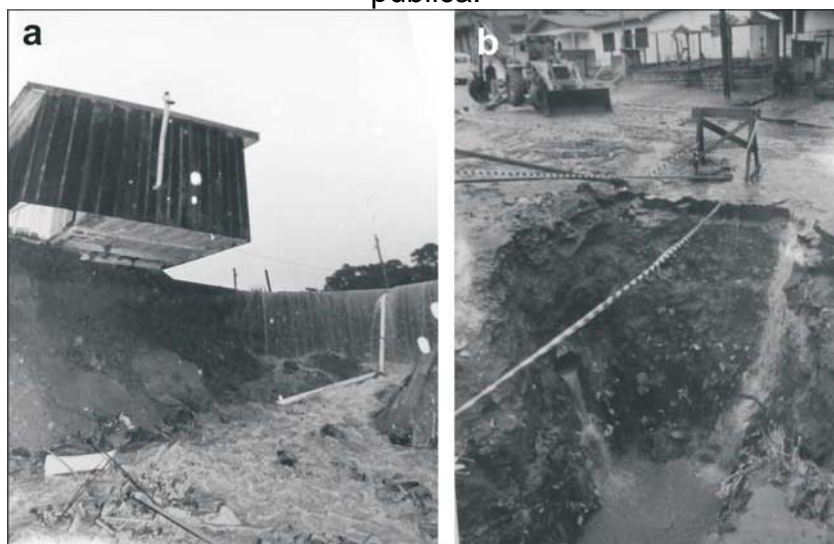
Dessa forma, a área urbana do município de Caxias do Sul apresenta predisposição à ocorrência de inundações bruscas ocasionadas pela súbita elevação dos

cursos d'água. Nessa condição, destaca-se o afluente do Rio Herval denominado Arroio Tega; canal já conhecido da comunidade local por apresentar um longo histórico de problemas com inundações (ARGENTA *et al.* 2009).

O município ainda é afetado pela ocorrência de alagamentos, que não necessariamente estão relacionados aos cursos d'água, sendo provocados por problemas relacionados à microdrenagem urbana em razão da incapacidade de escoamento do volume precipitado.

A Figura 9 ilustra os danos provocados por ocasião de enxurrada, no Bairro São Vicente, em outubro de 2000.

Figura 9. (a) Moradia atingida por erosão de margem e (b) danificações na via pública.



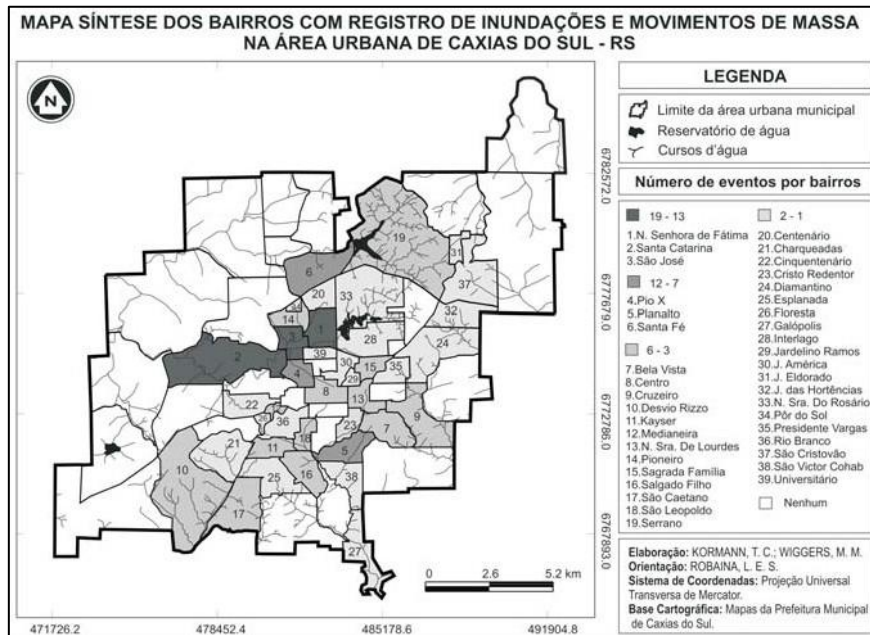
Fonte: Prefeitura Municipal de Caxias do Sul. (2000)

Análise Integrada dos Eventos de Movimentos de Massa e Inundações

A figura 10 apresenta um mapa de integração das informações referente aos eventos de inundação e movimento de massa que afetaram o município de Caxias do Sul.

Entre os bairros com maior ocorrência de inundações e movimentos de massa destacam-se Santa Fé, N. Senhora de Fátima, São José e Planalto e Santa Catarina com forte influência dos dois eventos estudados, enquanto o bairro Pio X aparece, nessa síntese, em função dos numerosos registros de inundação.

Figura 10. Somatório das ocorrências de inundações e movimentos de massa nos bairros da área urbana de Caxias do Sul - RS.



A interpretação conjunta dos eventos permite apontar esses bairros como prioritários para o desenvolvimento de ações estruturais e não estruturais de mitigação e planejamento das ocupações, tornando indispensável uma abordagem integrada do fenômeno na busca de soluções.

Conclusões

A ocorrência de Desastres Naturais nas áreas urbanas do país relaciona-se, além das características naturais dos locais atingidos, ao processo de urbanização desordenada das cidades brasileiras. A ocupação de áreas susceptíveis a fenômenos naturais como as encostas e as planícies fluviais multiplica as Áreas de Risco de movimentos de massa e de inundações, tornando cada vez mais necessária a promoção de políticas públicas que atuam no sentido de diagnosticar as áreas problemáticas e prevenir eventos com perdas sociais e econômicas.

Dessa forma, além do conhecimento acerca dos fenômenos naturais, faz-se necessário também compreender o processo de evolução das ocupações que resultaram na criação das áreas de risco. Além disso, o registro de ocorrências de eventos, através da elaboração de trabalhos de levantamento histórico de acidentes provocados por processos superficiais, representa uma etapa inicial de grande relevância para os estudos de áreas de risco, visando a uma abordagem mais abrangente da problemática estudada.

A análise temporal e espacial apresentada na forma cartográfica permite uma interpretação mais holística dos fatores associados à ocorrência dos eventos. Esses produtos são a base para o avanço de estudos de detalhe onde os fatores condicionantes e o grau de vulnerabilidade constituem informações indispensáveis para o zoneamento do risco, subsidiando a tomada de decisões por parte do poder público.

Agradecimentos

A colaboração da equipe da Secretaria da Habitação e, em especial, a arquiteta Sandra Mara Echamender de Brum, da Secretaria do Planejamento de Caxias do Sul, pela receptividade e fornecimento de informações indispensáveis para a realização deste trabalho, bem como ao CNPQ e FIPE/UFSC pelo auxílio financeiro que proporcionou a realização desta pesquisa, incluindo as visitas a campo.

Referências

AMARAL, C.; FEIJÓ, R. L. Aspectos Ambientais dos Escorregamentos em Áreas Urbanas. In: VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T. (org.) **Reflexões sobre a geografia física no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertand, 2004. p. 193 – 223.

ARGENTA, G; KORMANN, T.C; ROBAINA, L. E. de S. Levantamento da Ocorrência de Desastres Naturais no Município de Caxias do Sul – RS. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLI- CADA, 13., 2009, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: UFV, 2009.

BIGARELLA, J. J. et al. **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais**. Florianópolis: Ed. da UFSC, v. 3, 2003.

BOTELHO, R. G. M; SILVA, A. S. da. Bacia hidrográfica e qualidade ambiental In: VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T. (org.) **Reflexões sobre a geografia física no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertand, 2004. p. 153 – 192.

CAMARA, G.; SOUZA, R. C. M.; FREITAS, U. M.; GARRIDO, J. **SPRING**: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented datamodeling. *Computers & Graphics*, 20: (3) 395-403, May-Jun, 1996.

CARVALHO, C. S.; GALVÃO, T. (org.). **Prevenção de riscos de deslizamentos em encostas**: Guia para elaboração de políticas municipais. Brasília: Ministério das Cidades/Cities Alliance, 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Cidades @. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em: 02 fev. 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Levantamento dos Recursos Naturais**. Folha SH22 Porto Alegre e parte das Folhas SH21 Uruguaiana e SI 22Lagoa Mirim: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - Rio de Janeiro:IBGE, 1986. 33 v. Escala 1:1.000.000.

MACHADO, M. A. **Construindo uma cidade**: história de Caxias do Sul 1875/1950. Caxias do Sul, RS: Maneco, 2001.

MARTINELLI, M. **Mapas da geografia e cartografia temática**. 3. ed. São Paulo: Contexto, 2006.

KOBIYAMA, M. et al. **Prevenção de desastres naturais**: conceitos básicos. Curitiba: Organic Trading, 2006.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CAXIAS DO SUL. **Situações de Emergência – Fotodocumentação Caxias do Sul**. Caxias do Sul, RS: [s. n.], 2000.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CAXIAS DO SUL. **Hierarquização dos Assentamentos Subnormais em Caxias do Sul**. Caxias do Sul, RS: [s. n.], 2004.

RECKZIEGEL, B.W. **Levantamento dos Desastres Desencadeados por Eventos Naturais Adversos no Estado do Rio Grande do Sul no Período de 1980 a 2005**. 2007. 360 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

WOLLMANN, C. A. **A gênese climática das enchentes na Bacia Hidrográfica do Rio Caí**. 2008. 100 f. Trabalho de Graduação (Geografia-Bacharelado). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-RS, 2008.

ENCHENTES DO RIO URUGUAI NO RIO GRANDE DO SUL ENTRE 1980 E 2005: UMA ANÁLISE GEOGRÁFICA

Flooding in the Uruguay River in Rio Grande do Sul During 1980 and 2005: a Geographical Analysis

Eléia Righi; Luis Eduardo de Souza Robaina

<https://seer.ufu.br/index.php/sociedadnatureza/article/view/9973>

RESUMO: Os municípios que margeiam o rio Uruguai têm sido atingidos, frequentemente, por enchentes que deixam grande número de pessoas desabrigado e, em algumas vezes, até vítimas fatais. Neste sentido, o presente estudo teve como objetivo central realizar um levantamento da ocorrência de enchentes nos municípios que margeiam o rio Uruguai no estado do Rio Grande do Sul no período compreendido entre 1980 e 2005. Os objetivos específicos consistiram em apresentar, de forma cartográfica, os municípios nos quais ocorreram tais eventos, como também se pretendeu relacionar cada evento de enchente com a quantidade pluviométrica diária coletada em dez estações meteorológicas distribuídas nas sub-bacias hidrográficas do rio Uruguai. Os dados referentes às enchentes foram pesquisados junto ao acervo do jornal Zero Hora e no Diário Oficial do estado do Rio Grande do Sul; os dados pluviométricos foram obtidos na Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO) e junto à Agência Nacional das Águas (ANA). As análises dos dados pluviométricos foram realizadas através da técnica estatística paramétrica. A análise das precipitações das 10 Estações meteorológicas e os municípios atingidos em cada ocorrência de enchente foi realizada, observando, primeiramente, a abrangência do evento e, posteriormente, a quantidade de chuvas nas Estações pluviométricas significativas, estando apresentados em cartogramas. Dessa forma, o trabalho contribuiu como fonte descritiva histórica dos eventos de inundações, os quais podem, direta ou indiretamente, interferir na maioria das atividades humanas realizadas. O conhecimento do regime pluviométrico em relação à ocorrência de enchentes permite que a população planeje os espaços e utilize os recursos hídricos de forma mais eficiente e racional.

Palavras-Chave: Rio Uruguai. Enchentes. Análise Pluviométrica.

ABSTRACT: *The municipalities in the Uruguay river margins has been frequently reached by flooding which leave a large number of uncovered people and, sometimes, fatal victims. In this sense, the present study has the central subject to carry on a study of number of flooding occurrences in the municipalities' emarginated by Uruguay River in the Rio Grande do Sul State between the years of 1980 and 2005. The specific subjects are consisted in to present the municipalities where those events occurred in a cartographic manner, and it is intended to relate each flooding event to the daily collected pluviometer data in 10 Meteorological Stations distributed in Uruguay hydrographic sub-basins as well. Data referring to flooding were researched Zero Hora and Diário Oficial do Estado do Rio Grande do Sul collection; pluviometer data was obtained in Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO) and Agência Nacional das Águas (ANA). The pluviometer data analyses were undertaken by means of parametric statistic technique. The 10 Meteorological Stations precipitation analysis along the affected in each flooding occurrence was carried on observing at first the event range and at last the rain quantity in the significant Meteorological Station, being presented as cartograms. In this way, the present work aims to contribute to the understanding of flooding events that can, directly or indirectly, to interfere in most of the human activities accomplished. The knowledge of the pluviometric regime in relation to occurrence of flooding allow the population to think out the spaces ant to use the hydric resources in amore efficient and rational manner.*

Keywords: Uruguay River. Flooding. Pluviometric Analysis.

Introdução

Embora as inundações sejam fenômenos de ordem natural, a ação antrópica, interferindo ao longo do tempo, seja nas áreas urbanas, seja nas áreas

rurais do rio Uruguai no estado do Rio Grande do Sul, tem contribuído, consideravelmente, para sua maior frequência, agressividade e expansão.

A Secretaria Nacional de Defesa Civil ressalta que as ocorrências de inundações aumentam, significativamente, a dívida social de uma região, tendo em vista que as pessoas de menor poder aquisitivo são a imensa maioria das vítimas, por estarem habitando áreas de risco e, muitas vezes, não terem a percepção global dos riscos a que estão expostas.

Reckziegel e Robaina (2007) apontam mais de 25 eventos registrados entre 1980 e 2005 nos municípios que margeiam o rio Uruguai. Muitas cidades ribeirinhas desse grande rio já perderam centenas de moradias que ficaram submersas, assim como houve a destruição de lavouras, estradas e pontes.

Dessa forma, o presente estudo teve como objetivo realizar um levantamento histórico dos municípios nos quais ocorreram eventos de inundações do rio Uruguai no estado do Rio Grande do Sul nas duas últimas décadas. Além disso, relacionar com a quantidade pluviométrica diária coletada em dez Estações meteorológicas distribuídas nas sub-bacias hidrográficas do rio Uruguai.

Rio Uruguai: Localização e Caracterização

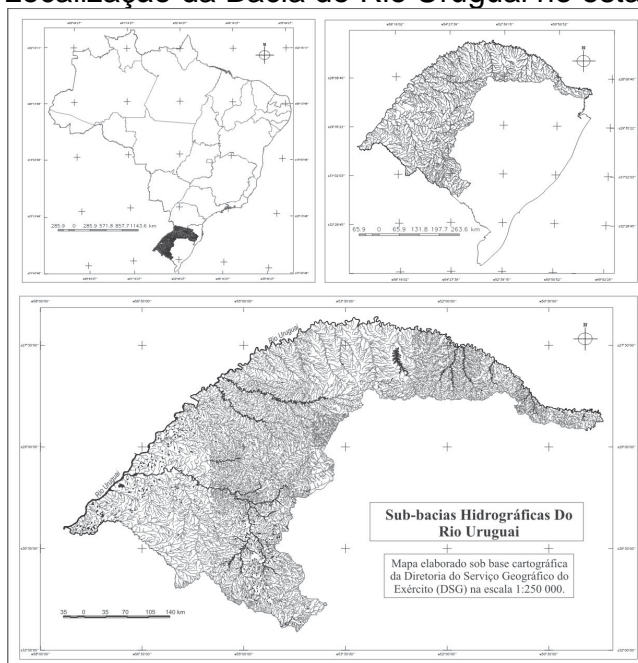
O rio Uruguai (Figura 1) é o segundo sistema fluvial da bacia do rio da Prata, em termos de importância. Desde a confluência dos rios Pelotas e Canoas, à montante, até sua confluência com rio Paraná assume a direção leste-oeste, dividindo os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Após sua confluência com o rio Peperi-Guaçu, escoar na direção sudoeste, servindo de fronteira entre o Brasil e a Argentina. Após receber a afluência do rio Quaraí, que limita o Brasil e o Uruguai, na região sudoeste do estado do Rio Grande do Sul, toma a direção sul, fazendo fronteira entre a Argentina e o Uruguai, até sua foz.

A 100 km à jusante da confluência do rio Canoas, isto é, a partir da foz do rio do Peixe, inicia-se o rio Uruguai propriamente dito. Nos seus primeiros 400 km, o rio Uruguai apresenta uma declividade de 0,5 metros/km e atinge uma cota de 150 metros em relação ao nível do mar (foz do rio Peperi-Guaçu). Embora poucos, os dados de largura do leito menor indicam sua variação na faixa de 250 metros a 650 metros (TUCCI, 1993).

O curso médio do rio Uruguai, até a localidade de Salto (Uruguai), abrange uma extensão aproximada de 570 km. Seu principal afluente pertencente à margem esquerda é o Ibicuí, por ocupar uma maior área. A largura máxima do rio é 1200 metros em Uruguaiana e sua declividade reduz-se para 0,10 metros/km (TUCCI, 1993).

Os restantes 325 km representam o curso inferior do rio Uruguai. Nos últimos 350 km, a navegação verifica-se, no todo, para embarcação de 1,80 metros de calado e, nos 190 km finais, para embarcações de grande porte, dado que a profundidade mínima aí verificada é de 40 metros. No trecho francamente navegável (350 km), sua declividade média acha-se em torno de 3 cm/km (TUCCI, 1993).

Figura 1: Localização da Bacia do Rio Uruguai no estado do RS.

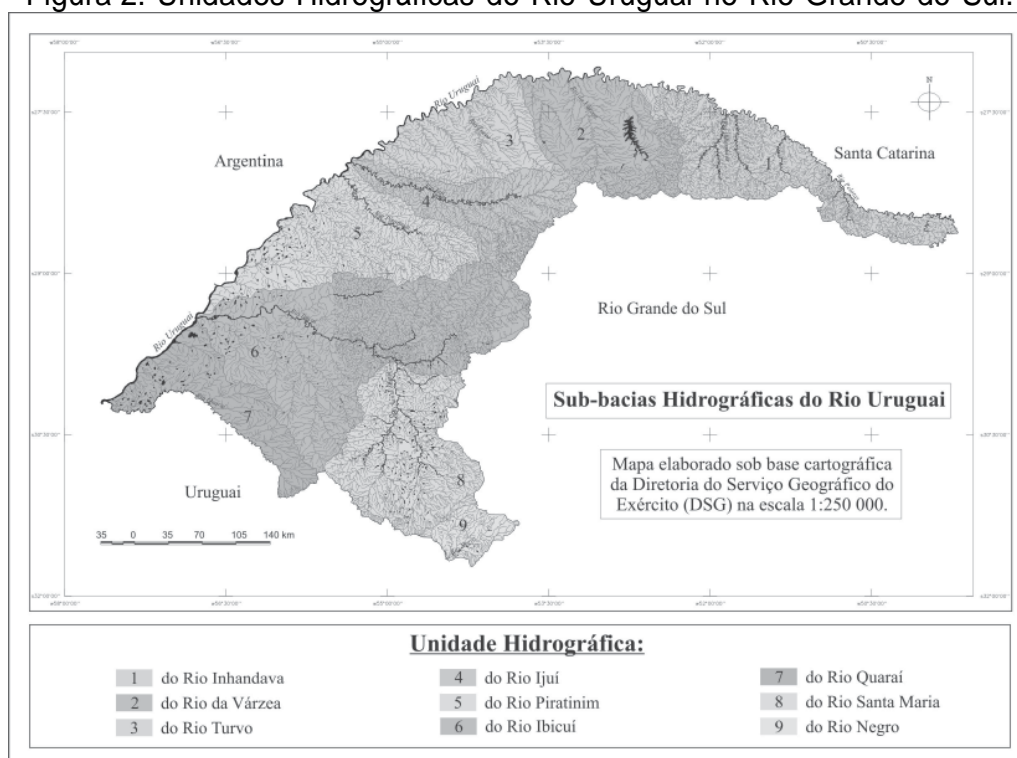


De acordo com Justus (1990, *apud* BASSO, 2004), esse rio, como seus afluentes, caracteriza-se por estar muito encaixado e formar meandros. À jusante de Porto Lucena, o rio Uruguai amplia seu vale, praticamente sem encaixamento, com feições que denotam significativa acumulação fluvial que aumenta em área em direção sul.

Os principais afluentes do rio Uruguai dentro do estado do Rio Grande do Sul (conforme FIGURA 2) são os rios Pelotas, Várzea, Ijuí, Piratinim, Ibicuí e Quaraí, sendo este último situado na fronteira com Uruguai.

Por situar na extremidade meridional do Brasil, as sub-bacias apresentam amplitudes térmicas anuais, atingindo temperatura no entorno ou abaixo de 0°C durante o inverno, e dias quentes (>30°C) e úmidos durante o verão. A região mais fria naturalmente está situada nas maiores altitudes dos campos do alto da serra enquanto a região mais quente está no extremo oeste do Estado.

Figura 2: Unidades Hidrográficas do Rio Uruguai no Rio Grande do Sul.



Em relação às precipitações ocorridas na região Sul do Brasil, estas podem ser descritas como bem distribuídas, possuindo máximos, que variam entre 1250 mm e 2100 mm (NIMER, 1989).

As flutuações entre as bacias hidrográficas são de pequena magnitude, podendo-se notar uma tendência a índices de precipitação anuais crescentes no sentido Sul – Norte.

De maneira geral, nas sub-bacias hidrográficas do rio Uruguai podem ser individualizados três domínios morfoesculturais, a partir das características geológicas, estruturais e do modelado da superfície: o Escudo Sul-riograndense, formado por rochas cristalinas do Pré-cambriano; a Depressão Periférica, formada de rochas sedimentares da Bacia do Paraná, e o Planalto Meridional, formado de rochas vulcânicas (RADAM/IBGE, 2003).

Aspectos Sociais e Econômicos

A região hidrográfica do rio Uruguai teve dois momentos de apropriação efetiva das terras, a primeira ocorreu na década de 1820 com a ocupação dos campos nativos e a formação das estâncias pastoris (latifúndios). Essa forma de distribuição caracterizou a região dos campos e deu origem a uma sociedade latifundiária, patriarcal e hierárquica de senhores, peões e escravos (SOUZA, 2000).

Entre 1824 e 1875, chegaram os primeiros imigrantes alemães e italianos que se estabeleceram na encosta superior da serra nordeste e pelos vales dos rios próximos. Iniciou-se então a ocupação das áreas acidentadas, cobertas por matas e desprezadas pelos criadores de gado.

Em 1920, o processo de ocupação das terras do Rio Grande do Sul estava consolidado. Conforme destaca Souza (2000), as condições históricas de ocupação geraram duas regiões diferenciadas quanto ao uso do solo, estrutura fundiária e divisão político administrativa. A região norte, ocupada por colonos (principalmente imigrantes), caracteriza-se por pequenos municípios e pela pequena propriedade onde se desenvolveu a agricultura familiar.

Por outro lado, a região sul é composta por grandes municípios, grandes propriedades, pelo desenvolvimento da pecuária como principal atividade e dos produtos derivados dela.

Assim, a distribuição dos municípios às margens do rio Uruguai de jusante para montante, é os de menor área localizados mais à montante e os de maior à jusante.

MATERIAIS E MÉTODOS

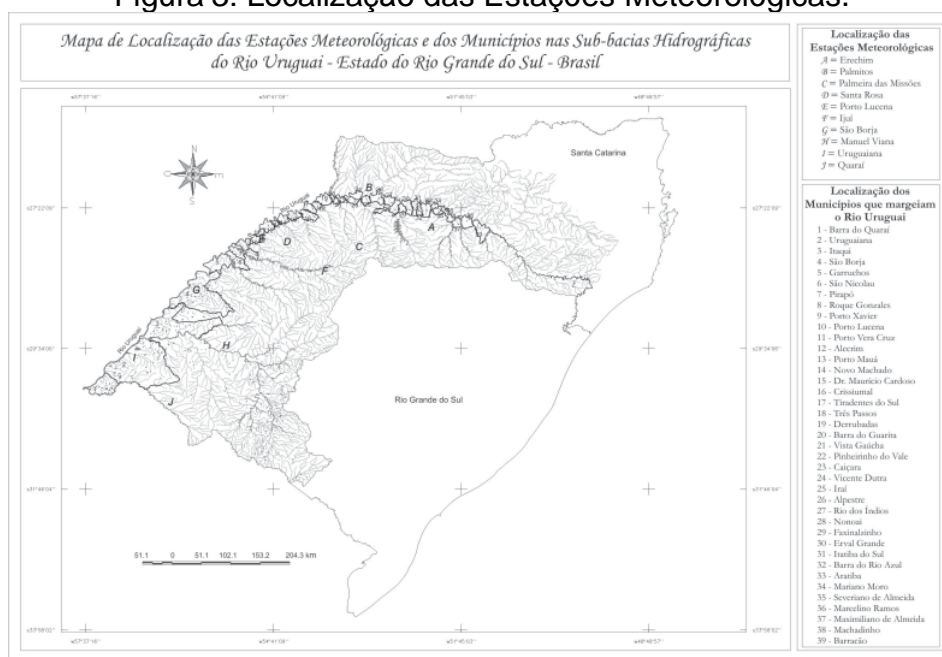
O levantamento dos dados referentes à ocorrência de enchentes no rio Uruguai no estado do Rio Grande do Sul foi embasado nos trabalhos realizados por Reckziegel (2007), a qual utilizou duas fontes de dados para os 26 anos analisados: Diário Oficial e informações na imprensa escrita.

Os dados legais referem-se aos decretos de Situação de Emergência e de Estado de Calamidade Pública, tendo sido levantados junto à Defesa Civil do estado do Rio Grande do Sul e nas publicações do Diário Oficial do estado. O

veículo de imprensa escolhido foi o jornal Zero Hora, no qual foram levantadas as reportagens que continham notícia a respeito da ocorrência de enchentes e outros desastres.

Foram levantados dados anuais, mensais diários de precipitação de seis Estações meteorológicas (FIGURA 3), que são: Quaraí, Uruguiana, São Borja, Santa Rosa, Erechim e Ijuí, pertencentes à rede da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária – FEPAGRO, disponibilizados na própria Fundação através de meio digital (CD).

Figura 3: Localização das Estações Meteorológicas.



Também foram coletados dados junto à Agência Nacional das Águas – ANA, de quatro Estações meteorológicas, Manoel Viana, Palmeira das Missões, Porto Lucena e Palmitos. Esses dados estão disponíveis no site da ANA – <www.ana.gov.br>.

Foram calculados os totais mensais e anuais de chuva utilizando planilhas estatísticas do Microsoft Excel. Os dados das séries anuais receberam o seguinte tratamento: cálculo da média (X) e do Desvio Padrão (DP) da série, identificação dos anos mais chuvosos ($P.\text{anual} \geq X + DP$) e mais secos ($P.\text{anual} \leq X - DP$), cálculo da média móvel (com base 3) e cálculo da linha de tendência (por regressão linear simples).

A análise diária das precipitações envolveu o cálculo da participação de cada classe de intensidade no período total em comparação com os anos

extremos. As quatro classes podem ser visualizadas na TABELA 1:

Os cartogramas foram confeccionados conforme a distribuição espacial das enchentes, por município que margeia o rio Uruguai, no estado do Rio Grande do Sul. Assim, nos cartogramas, é possível visualizar os municípios atingidos pelas enchentes nos 26 anos analisados.

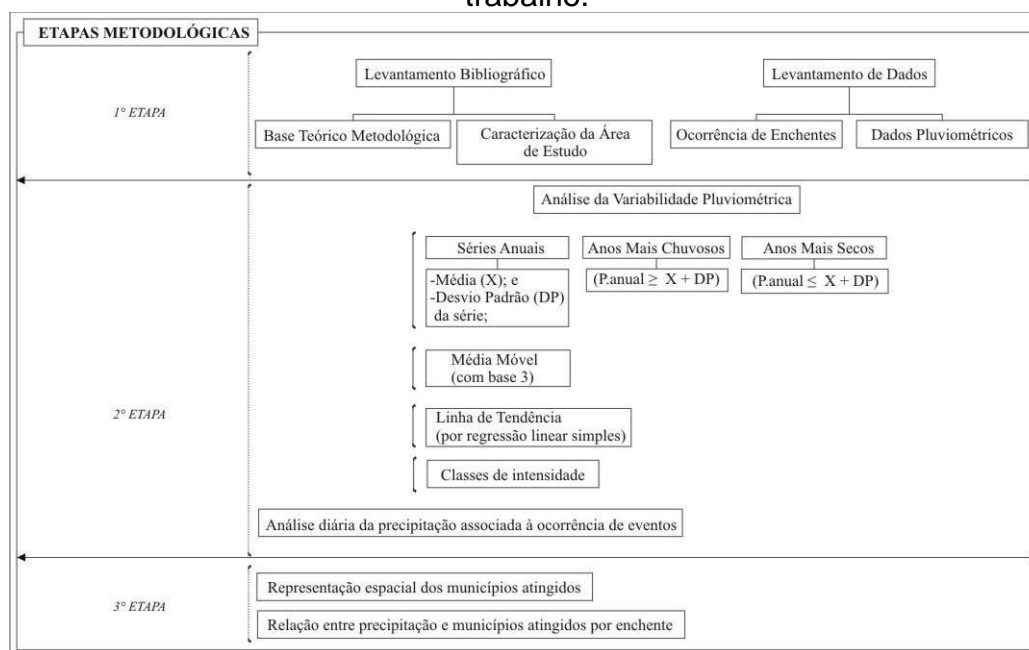
Tabela 1: Classes de intensidade.

Classes	Milímetros de Chuva	Caracterização
1	2 – 10	Segundo Miranda (1992) e Figueiró (2005), são caracterizadas como os menores índices, sendo praticamente toda interceptada e armazenada pela vegetação e devolvida à atmosfera por evaporação.
2	10,1 – 50	São caracterizadas como intermediárias, sendo responsáveis pela recarga dos mananciais a partir da água de infiltração (FIGUEIRÓ, 2005).
3	50,1 – 100	Representando os eventos de baixa frequência e alta intensidade, potencializadores de desastres naturais (DEHN e BUMA, 1999) e que pouco contribuem para a manutenção da estabilidade hidrológica do geossistema, uma vez que o volume de água produzido é rapidamente perdido pelo sistema na forma de escoamento superficial e subsuperficial (FIGUEIRÓ, 2005).
4	> 100	

Para a confecção dos cartogramas, com a representação das enchentes ocorridas, foi utilizado o software Spring 5.0 e o produto final trabalhado no CorelDRAW 12.

A seguir, é apresentado um diagrama com as principais etapas desenvolvidas no decorrer deste trabalho (FIGURA 4).

Figura 4: Diagrama com as principais etapas desenvolvidas no decorrer do trabalho.



RESULTADOS E DISCUSSÕES:

Análise da Variabilidade Pluviométrica de Frequência e Intensidade de Chuvas:

A análise dos dados pluviométricos diários permitiu perceber que há uma significativa diferença na distribuição das chuvas, segundo as classes de intensidade.

Nas estações de Erechim (FIGURA 5), São Borja (FIGURA 6) e Santa Rosa (FIGURA 7), percebe-se que as chuvas em todas as classes vêm apresentando uma tendência de equilíbrio dinâmico, sem nenhuma indicação significativa de aumento.

Figura 5: Gráfico da frequência anual dos eventos pluviométricos (em %) por classe de intensidade, para a Estação pluviométrica de Erechim.

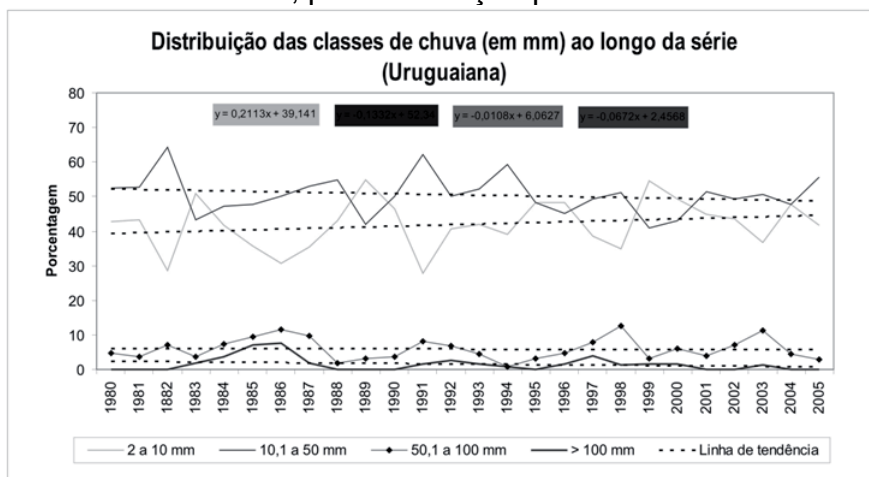


Figura 6: Gráfico da frequência anual dos eventos pluviométricos (em %) por classe de intensidade, para a Estação pluviométrica de São Borja.

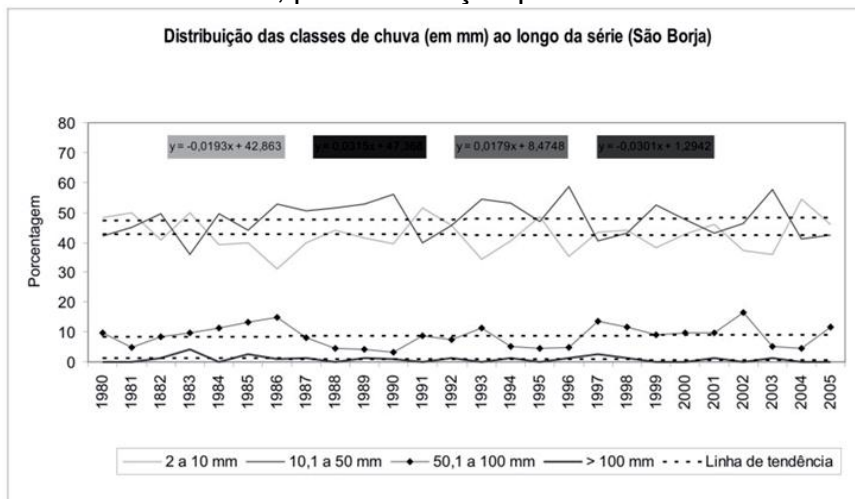
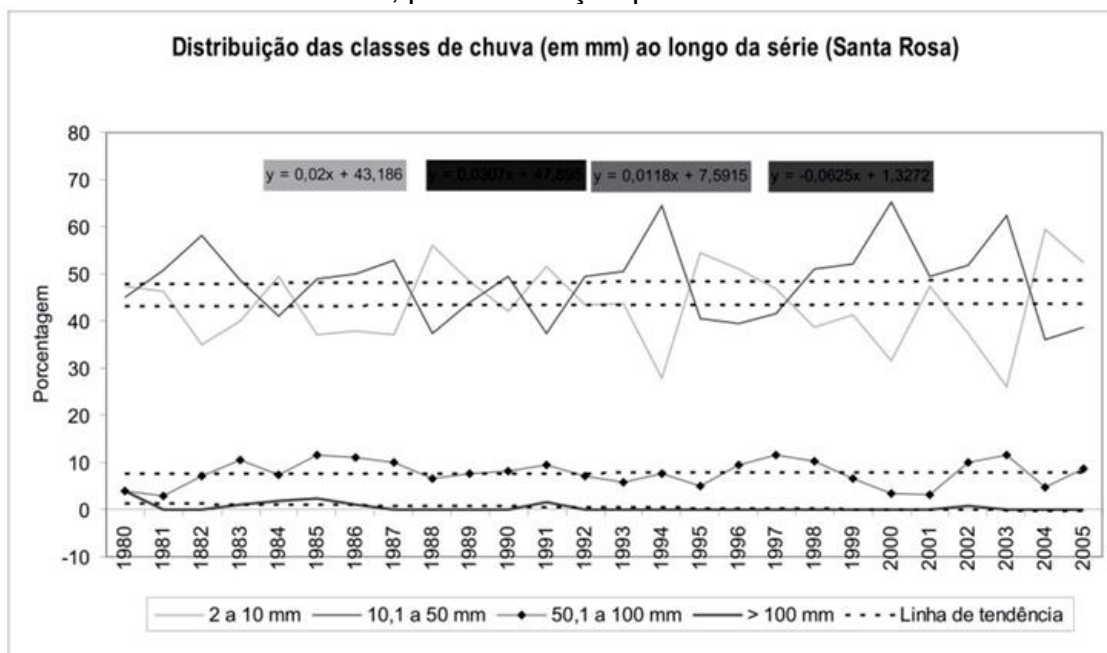


Figura 7: Gráfico da frequência anual dos eventos pluviométricos (em %) por classe de intensidade, para a Estação pluviométrica de Santa Rosa.



Dessa forma, a intensidade dos eventos das classes 3 e 4 não indica, pelos dados analisados, nenhuma tendência de aumento da frequência de desastres naturais associados às chuvas; ao mesmo tempo, a grande participação dos eventos de classe 1 e 2 demonstra uma tendência de manutenção da estabilidade do conjunto solo-vegetação no que se refere à alimentação hidrológica.

Já as Estações de Ijuí (FIGURA 8) e Quaraí (FIGURA 9) possuem uma indicação de -0,12 na retade tendência e Quaraí de -0,14, o que indica uma leve tendência (embora estatisticamente não significativa) à diminuição das chuvas de menor intensidade.

A tendência da classe 2 aparece nas duas estações com uma inclinação positiva, o que é muito satisfatório para todo o sistema, uma vez que são essas chuvas que representam o maior potencial de manutenção do equilíbrio hidrológico da paisagem.

Figura 8: Gráfico da frequência anual dos eventos pluviométricos (em %) por classe de intensidade, para a Estação pluviométrica de Ijuí.

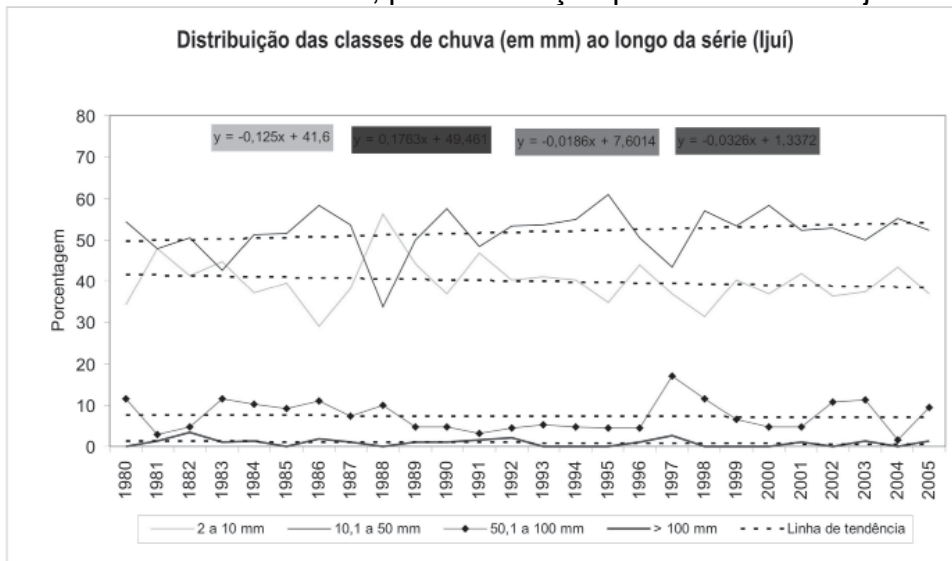
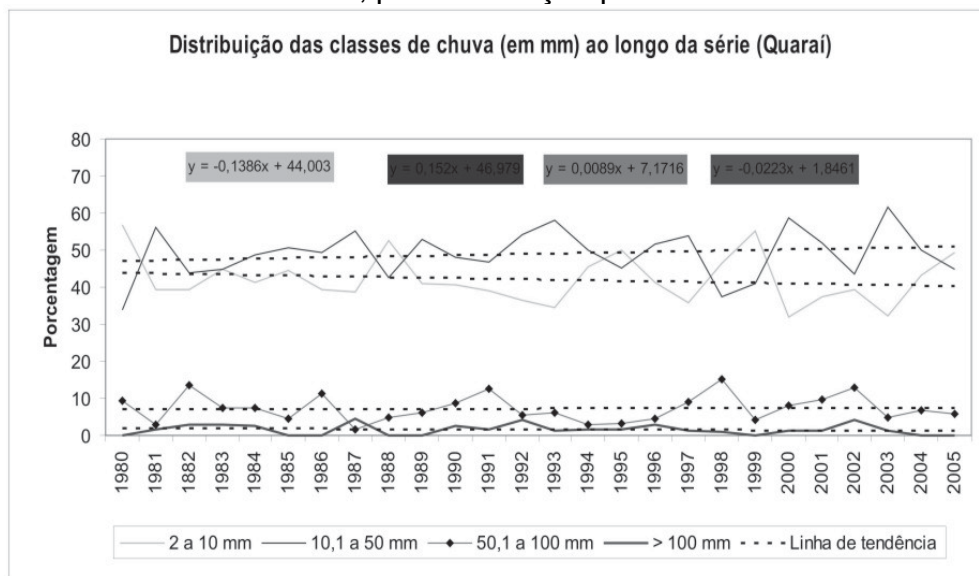
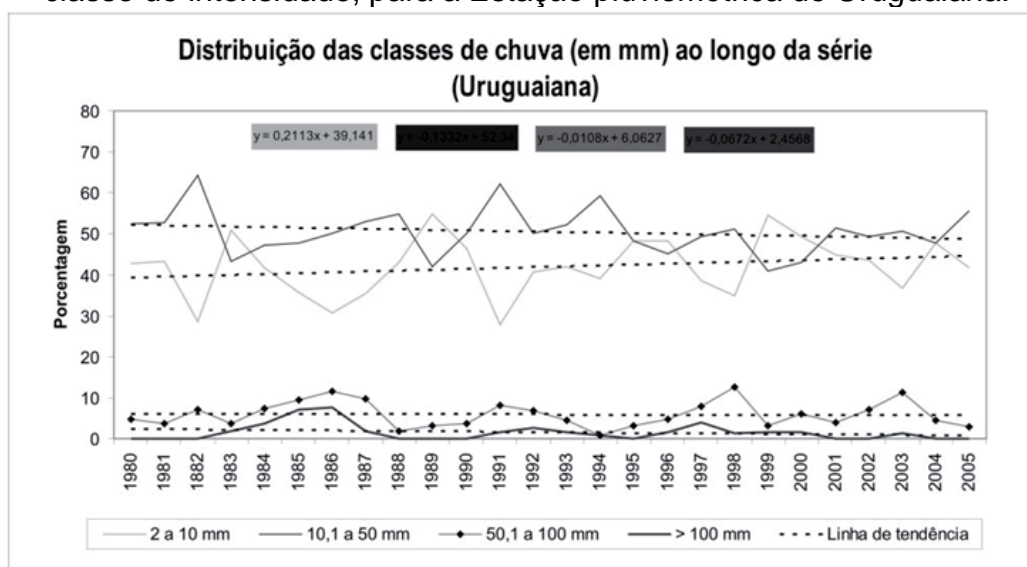


Figura 9: Gráfico da frequência anual dos eventos pluviométricos (em %) por classe de intensidade, para a Estação pluviométrica de Quaraí.



A estação de Uruguaiana (FIGURA 10) apresenta uma leve tendência de redução na classe 2 e uma leve tendência de aumento da classe 1, tendências que não comprometem negativamente o sistema, uma vez que não se verifica uma substituição das chuvas menores pelas de maior intensidade.

Figura 10: Gráfico da frequência anual dos eventos pluviométricos (em %) por classe de intensidade, para a Estação pluviométrica de Uruguaiana.



Identificadas as tendências de comportamento de cada uma das classes, partiu-se para a análise da participação de cada uma delas na produção dos anos extremos (secos e chuvosos – conforme FIGURA 11).

Três Estações (São Borja, Ijuí e Quaraí) apresentaram apenas dois anos de excepcionalidade positiva dentre os vinte e cinco anos analisados na série. A análise desses anos chuvosos, nas três estações, permitiu concluir que a única classe que apresenta comportamento homogêneo (crescimento em relação à média dos anos normais) foi a classe 3.

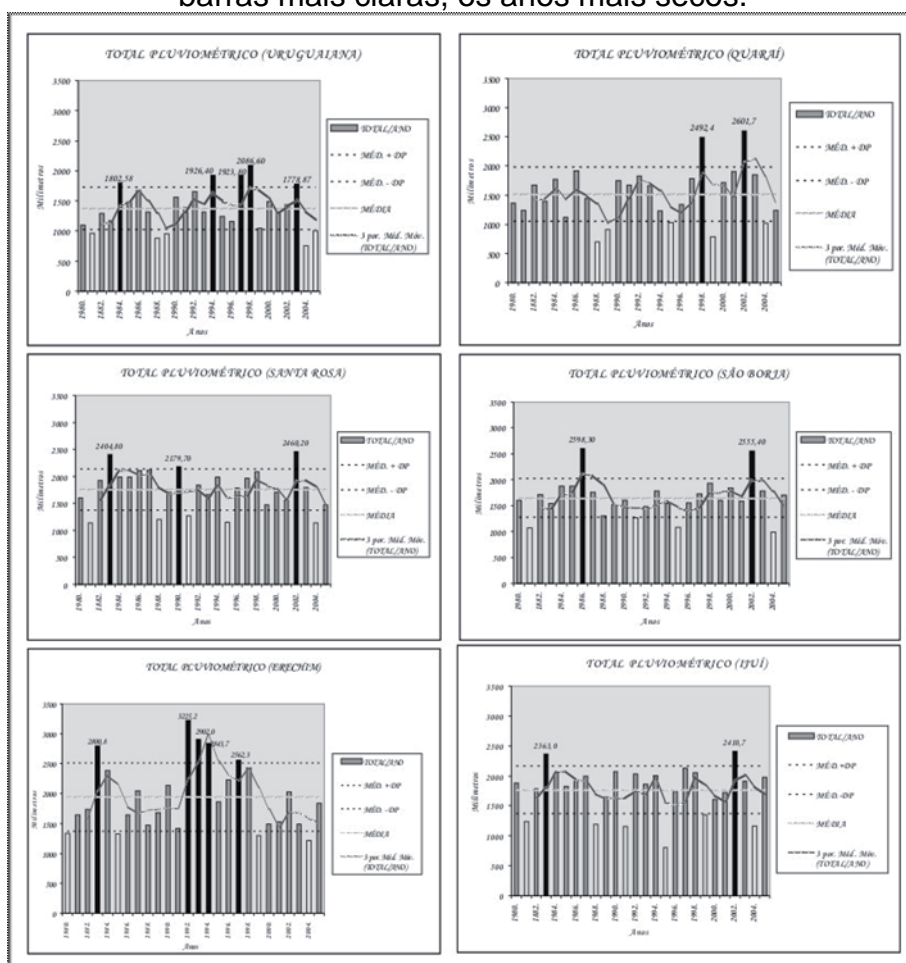
As Estações de Uruguaiana, Erechim e Santa Rosa possuem o maior número de desvios positivos, mas também, como as outras estações, os maiores índices de intensidade da classe 3 estão relacionados a esses desvios.

Esse resultado torna-se relevante, pois as chuvas de classe 3 (50,1 a 100 mm) são as maiores causadoras de enchentes, como será comprovado nas análises diárias.

Cabe destacar ainda que, para todas as seis Estações, os anos com excepcionalidade negativa, possuem os menores eventos de precipitação da classe 3.

As outras classes de intensidade de todas as Estações em relação aos anos secos, chuvosos e normais, apresentam diferentes oscilações, não permitindo uma relação significativa entre evento e excepcionalidade/normalidade.

Figura 11: Distribuição da precipitação anual da série histórica das seis Estações selecionadas. As barras pretas indicam os anos chuvosos acima do desvio padrão positivo; cinza escuro indicam os anos mais chuvosos e as barras mais claras, os anos mais secos.



Da Relação: Enchente versus Fenômeno El Niño

A análise dos eventos de enchentes e sua correlação com os índices pluviométricos permitem estabelecer uma discussão sobre o papel do fenômeno ENOS – El Niño.

Sabe-se que o fenômeno El Niño não possui atuação durante todo o decorrer de um ano, mas em alguns meses, que comumente não são os mesmos meses a cada manifestação do fenômeno.

De acordo com a TABELA 2, verifica-se os valores IOS (o IOS é calculado a partir da diferença de pressão atmosférica ao nível do mar existente entre a Ilha do Tahiti, no setor oeste do Oceano Pacífico, e as Ilhas Darwin, no setor leste do Pacífico. Quanto maior for essa diferença, em valores negativos, maior a intensidade do fenômeno El Niño durante o mês registrado) para os anos de

ocorrência do El Niño.

Os valores mais extremos (entre -10,0 e -35,0) foram considerados como os de máxima atividade e intensidade mensal registrada para o El Niño.

Tabela 2: Índice de Oscilação Sul (IOS) mensal nas ocorrências de evento El Niño.

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1982	9,4	0,6	2,4	-3,8	-8,2	-20,1	-19,3	-23,6	-21,4	-20,2	-31,1	-21,3
1983	-30,6	-33,3	-28,0	-17,0	6,0	-3,1	-7,6	0,1	9,9	4,2	-0,7	0,1
1986	8,0	-10,7	0,8	1,2	-6,6	10,7	2,2	-7,6	-5,2	6,1	-13,9	-13,6
1987	-6,3	-12,6	-16,6	-24,4	-21,6	-20,1	-18,6	-14,0	-11,2	-5,6	-1,4	-4,5
1988	-1,1	-5,0	2,4	-1,3	10,0	-3,9	11,3	14,9	20,1	14,6	21,0	10,8
1990	-1,1	-17,3	-8,5	-0,5	13,1	1,0	5,5	-5,0	-7,6	1,8	-5,3	-2,4
1991	5,1	0,6	-10,6	-12,9	-19,3	-5,5	-1,7	-7,6	-16,6	-12,9	-7,3	-16,7
1992	-25,4	-9,3	-24,2	-18,7	0,5	-12,8	-6,9	1,4	0,8	-17,2	-7,3	-5,5
1993	-8,2	-7,9	-8,5	-21,1	-8,2	-16,0	-10,8	-14,0	-7,6	-13,5	0,6	1,6
1994	-1,6	0,6	-10,6	-22,8	-13,0	-10,4	-18,0	-17,2	-17,2	-14,1	-7,3	-11,6
1995	-4,0	-2,7	3,5	-16,6	-9,0	-1,5	4,2	0,8	3,2	-1,3	1,3	-5,5
1997	4,1	13,3	-8,5	-16,2	-22,4	-24,1	-9,5	-19,8	-14,8	-17,8	-15,2	-9,1
1998	-23,5	-19,2	-28,5	-24,4	0,5	9,9	14,6	9,8	11,1	10,9	12,5	13,3
2002	2,7	7,7	-5,2	-3,8	-14,5	-6,3	-7,6	-14,6	-7,6	-7,4	-6,0	-10,6
2003	-2,0	-7,4	-6,8	-5,5	-7,4	-12,0	2,9	-1,8	-2,2	-1,9	-3,4	9,8
2004	-11,6	8,6	0,2	-15,4	13,1	-14,4	-6,9	-7,6	-2,8	-3,7	-9,3	-8,0
2005	1,8	-29,1	0,2	-11,2	-14,5	2,6	0,9	-6,9	3,9	10,9	-2,7	0,6

Fonte: NOAA/CPC. Disponível em: <<http://www.cpc.noaa.gov/>>.

Ao relacionar-se os valores de IOS com as enchentes (TABELA 3 – próxima), destaca-se que 25 eventos ocorreram com IOS negativo, permitindo concluir que as excepcionalidades pluviométricas que levaram a ocorrer tais desastres podem ter ligação direta com o fenômeno.

Análise Diária da Precipitação das 10 Estações Meteorológicas versus Inundações

Na série analisada, foram observadas 41 ocorrências de inundações (TABELA 3), sendo que, em alguns anos, foi registrado mais de um evento.

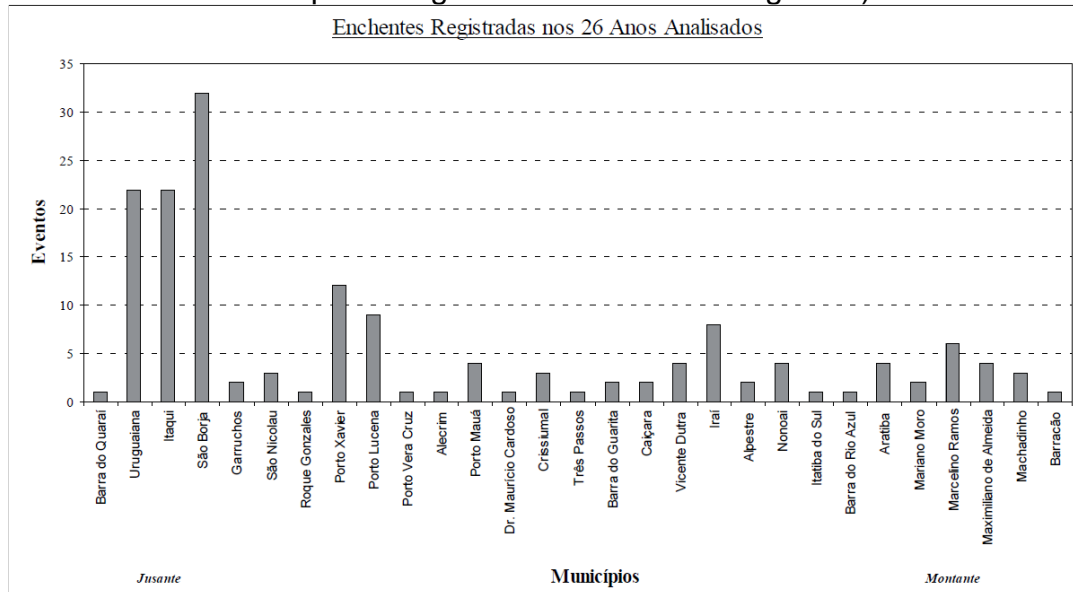
Os anos que apresentaram um maior número de eventos registrados foram os anos de 1983, 1984, 1987, 1990, 1992, 1994, 1997, 1998 e 2005

(FIGURA 12). Eles podem ser relacionados com os anos caracterizados como chuvosos, pois somente os anos de 1987 e 2005 não foram estatisticamente considerados chuvosos (acima da média e desvio padrão).

Tabela 3: Relação entre o ano, o mês e os dias da ocorrência de enchente.

Ano	Mês	Dias Analisados com Precipitação Registrada	Municípios Atingidos
1980	Outubro	17 a 29	São Borja
1982	Julho	02 a 12	São Borja e Uruguaiana
1982	Novembro	01 a 12	Uruguaiana e Itaqui
1983	Maio	01 a 11	Itaqui, Porto Lucena, Porto Xavier, São Borja e Uruguaiana
1983	Junho	20 a 24	São Borja
1983	Julho	01 a 16	Alecim, Alpestre, Aratiba, Caiçara, Crissiumal, Iraí, Itaqui, Machadinho, Marcelino Ramos, Mariano Moro, Maximiliano de Almeida, Nonoai, Porto Lucena, Porto Xavier, Roque Gonzales, São Borja, São Nicolau, Uruguaiana, Vicente Dutra
1984	Junho	01 a 06	São Borja
1984	Agosto	31/Jul a 09	Aratiba, Crissiumal, Iraí, Itaqui, Marcelino Ramos, Maximiliano de Almeida, Nonoai, Porto Lucena, Porto Xavier, São Borja, Três Passos, Uruguaiana, Vicente Dutra
1984	Outubro	02 a 09	São Borja, Itaqui e Uruguaiana
1986	Abril	01 a 09	São Borja, Itaqui e Uruguaiana
1987	Abril	09 a 19	São Borja, Itaqui e Uruguaiana
1987	Maio	06 a 15	São Borja, Porto Lucena e Porto Xavier
1987	Julho	27 a 30	São Borja
1987	Agosto	28 a 31	Uruguaiana
1988	Setembro	20 a 23	Alpestre, Iraí e Nonoai
1989	Setembro	08 a 13	São Borja, Itaqui, Uruguaiana, Porto Xavier, Porto Lucena e Iraí
1990	Abril	01 a 07	São Borja
1990	Maio	27 a 31	Aratiba, Iraí, Machadinho, Marcelino Ramos, Maximiliano de Almeida, Nonoai, Porto Lucena, Porto Xavier, São Borja, São Nicolau, Três Passos
1990	Junho	01 a 06	Uruguaiana e Itaqui
1990	Setembro	17 a 22	São Borja
1990	Outubro	05 a 14	Alpestre, Iraí, Itaqui, Marcelino Ramos, Mariano Moro, São Borja, São Nicolau
1990	Novembro	03 a 12	São Borja
1991	Abril	23 a 26	Alpestre
1992	Maio	21 a 28	São Borja, Itaqui, Uruguaiana, Porto Xavier e Porto Lucena
1992	Julho	28/Jun a 06	Iraí, Porto Lucena, Porto Xavier, São Borja e Vicente Dutra
1993	Julho	01 a 10	Barra do Guarita, Barracão, Dr. Maurício Cardoso, Iraí, Itaqui, Machadinho, Marcelino Ramos, Maximiliano de Almeida, Porto Mauá, Porto Vera Cruz, São Borja, Uruguaiana
1994	Maio	03 a 12	São Borja
1994	Julho	01 a 08	Caiçara, Itaqui, São Borja e Uruguaiana
1994	Outubro	13 a 20	São Borja e Itaqui
1997	Agosto	01 a 07	São Borja
1997	Outubro	07 a 16	Aratiba, Iraí, Itaqui, Itatiba do Sul, Marcelino Ramos, Mariano Moro, Porto Mauá, Porto Xavier, São Borja, Uruguaiana, Vicente Dutra
1997	Novembro	28/Out a 07	Barra do Quaraí, Garruchos, Crissiumal e Porto Mauá
1998	Fevereiro	01 a 11	Itaqui, São Borja e Uruguaiana
1998	Abril	11 a 17	Garruchos, Itaqui, Porto Xavier, São Borja e Uruguaiana
1998	Agosto	12 a 27	Itaqui, São Borja e Uruguaiana
2000	Outubro	09 a 16	Dr. Mauricio Cardoso, Porto Xavier e São Borja
2001	Outubro	27/Set a 08	Vicente Dutra
2002	Outubro	05 a 12	Itaqui, São Borja e Uruguaiana
2003	Dezembro	11 a 17	Itaqui e Uruguaiana
2005	Maio	14 a 21	Barra do Guarita, São Borja, Itaqui e Uruguaiana
2005	Junho	11 a 17	Itaqui, São Borja e Uruguaiana

Figura 12: Gráfico dos municípios atingidos nos 25 anos analisados (apenas os municípios atingidos encontram-se no gráfico).



Muitas situações de emergência e calamidade pública foram registradas destacando os anos de 1983, 1984, 1989, 1990, 1993, 1997 e 1998.

Análise dos Eventos (representativos)

Enchente de Julho / 1983

A enchente de julho de 1983 enchente atingiu vários municípios às margens do rio Uruguai (FIGURA 13) em virtude de chuvas ocorridas em toda a extensão da bacia hidrográfica, principalmente no alto curso entre os dias 04 e 14, e de 04 a 08 no médio curso (estações de Santa Rosa, Porto Lucena e Ijuí). No baixo curso, ocorreram chuvas somente entre os dias 14 e 15, que serviram para realimentar a situação de enchente.

Conforme os gráficos nas estações de Erechim, Palmitos e Palmeiras das Missões, os índices ficaram em torno de 100 mm entre os dias 04 e 07, as chuvas continuaram até o dia 16, mas com níveis mais baixos.

Nas estações de Santa Rosa, Porto Lucena e Ijuí, as maiores chuvas ocorreram entre os dias 04 e 08, máximo de 60 mm, contudo, até o restante da análise, os índices permaneceram abaixo de 40 mm. No restante das estações, as chuvas são mínimas ocorrendo de forma esparsa.

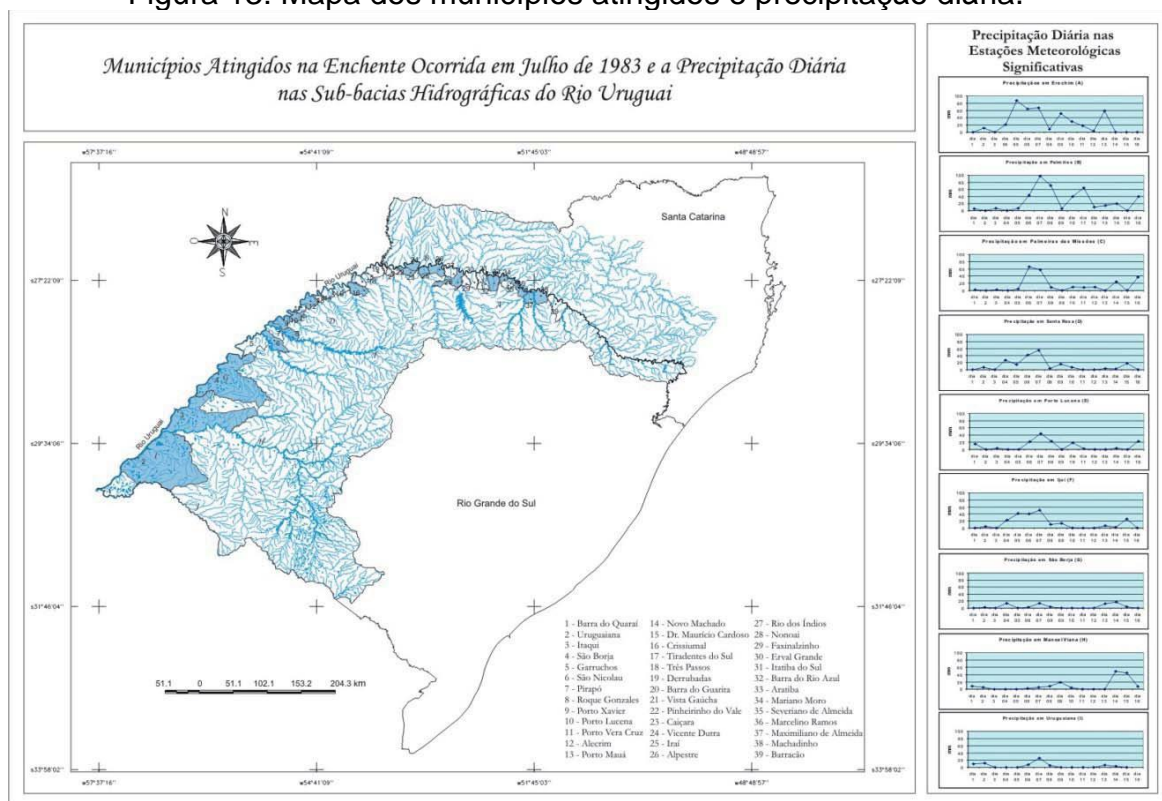
Assim, mesmo que não ocorram chuvas à jusante, as precipitações em

médio e alto curso do rio Uruguai de classe três, ocorridas por mais de um dia, são suficientes para que o evento atinja os municípios ali localizados.

No mesmo ano, o evento El Niño foi considerado com intensidade forte, ocorrendo grandes excessos de precipitação pluvial em todo o estado, mas a região noroeste foi a mais atingida, com excedentes pluviométricos iguais ou maiores do que 300 mm, em algumas áreas, ocasionando grandes enchentes, especialmente no médio e baixo vale do rio Uruguai.

Salienta-se também que as maiores chuvas ocorreram no estado de Santa Catarina levando vários municípios a decretarem situação de calamidade pública. No Rio Grande do Sul, os municípios atingidos que decretaram Situação de Emergência foram Aratiba, Caiçara, Crissiumal, Iraí, Itaqui, Machadinho, Marcelino Ramos, Mariano Moro, Maximiliano de Almeida, Nonoai, Porto Lucena, Porto Xavier, São Borja, São Nicolau, Uruguiana e Vicente Dutra.

Figura 13: Mapa dos municípios atingidos e precipitação diária.



Enchente de Agosto / 1984

Foram atingidos municípios desde a montante até a jusante (FIGURA 14), Aratiba, Crissiumal, Iraí, Itaqui, Marcelino Ramos, Maximiliano de Almeida, Nonoai, Porto Lucena, Porto Xavier, São Borja, Três Passos, Uruguiana e

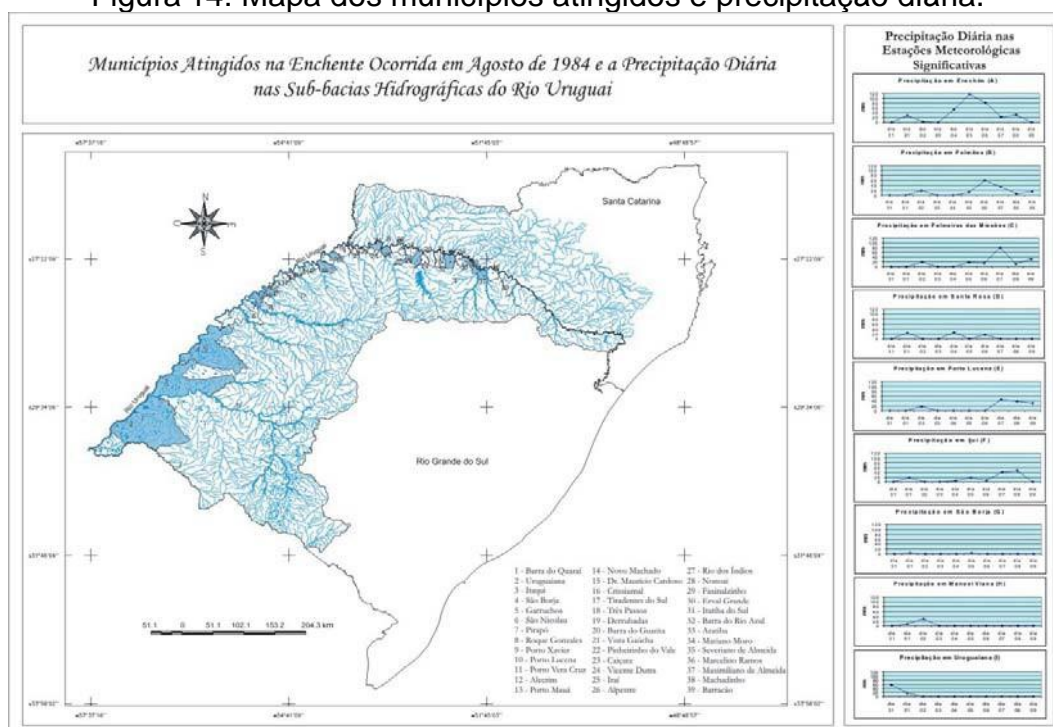
Vicente Dutra. As chuvas no médio e alto curso, com precipitações de classe 3 (50,1 – 100 mm) são as maiores influenciadoras para ocorrência da enchente.

Os maiores picos (classe 4) ocorrem na Estação meteorológica de Erechim, chegando a 120 mm no dia 05. Somente entre os dias 04 e 07 choveu nessa estação o equivalente a 300 mm.

Nas Estações de Palmitos e Palmeira das Missões, entre os dias 05 e 08, os índices ficaram em torno de 80 mm. Nas demais Estações, as chuvas foram mínimas e, às vezes, quase nulas.

Assim, como salientado anteriormente, mesmo que não ocorram chuvas à jusante, as precipitações em médio e alto curso do rio Uruguai de classe três, ocorridas por mais de um dia, são suficientes para que o evento atinja os municípios alilocalizados.

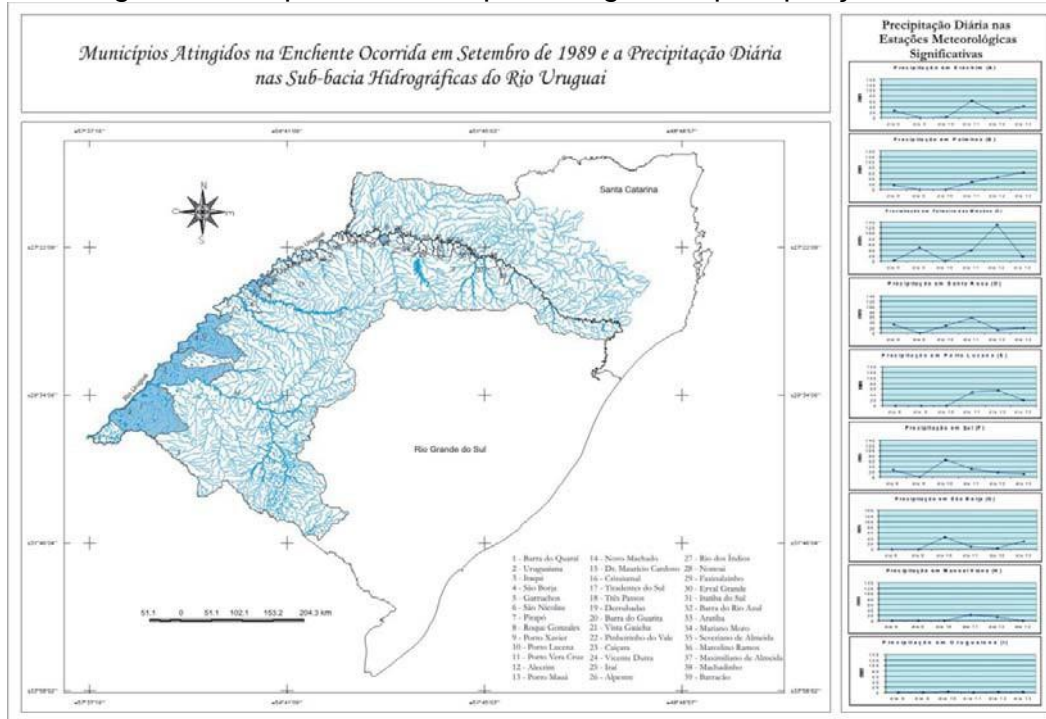
Figura 14: Mapa dos municípios atingidos e precipitação diária.



Enchente de Setembro / 1989

Na ocorrência de enchente em setembro de 1989 foram atingidos os municípios de São Borja, Itaqui, Uruguai, Porto Xavier, Porto Lucena e Irajá (FIGURA 15), sendo decretada Situação de Emergência em todos, menos em Porto Lucena.

Figura 15: Mapa dos municípios atingidos e precipitação diária.



Observa-se que as Estações meteorológicas localizadas no médio e alto curso possuem registros de ocorrência de precipitações com altos índices. Nas Estações de Erechim, Palmitos e Palmeira das Missões, as chuvas ocorreram de forma intensa chegando a chover, no dia 12, 140 mm na Estação de Palmeira das Missões.

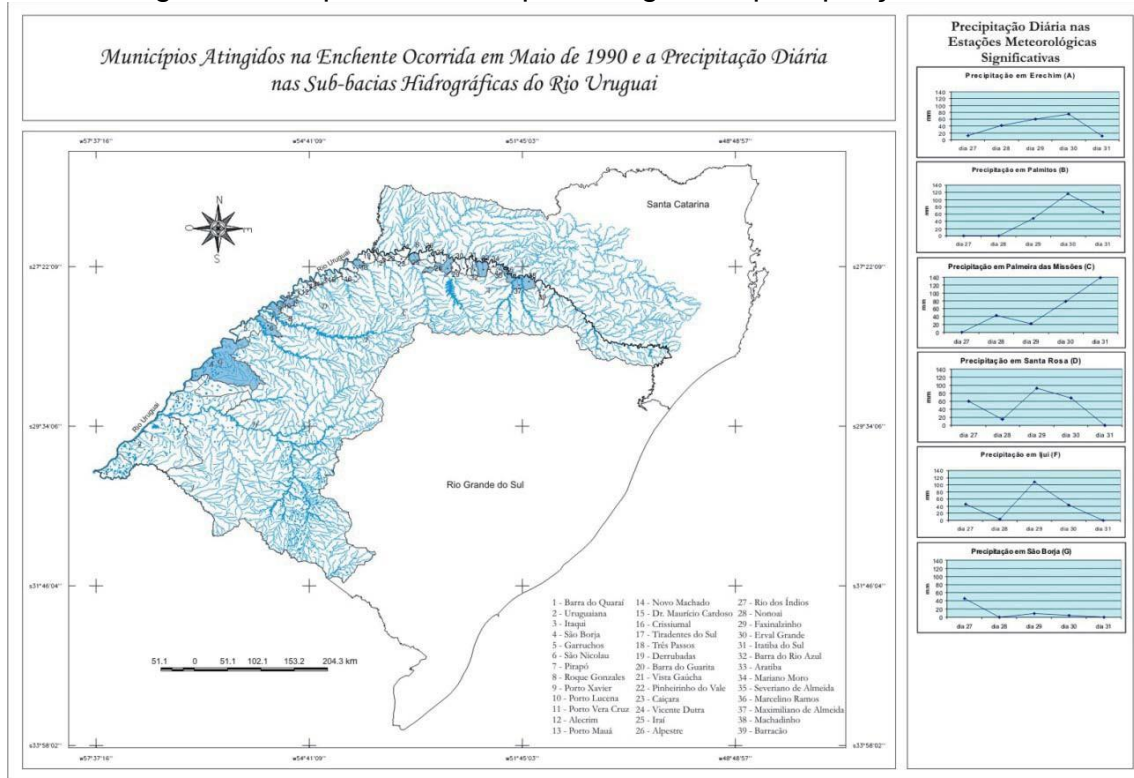
Em médio curso, as chuvas ocorrem de forma mais moderada, possuindo índices em torno de 60 mm, ocorridas entre os dias 09 e 12.

Os picos de chuvas ocorridos à jusante do rio são mínimos (máximo 20 mm), não favorecendo a ocorrência da enchente, mas as precipitações que ocorrem à montante por um período maior são essenciais para que essa enchente ocorra atingindo municípios em alto, médio e baixo curso do rio Uruguai.

Enchente de Maio / 1990

Em maio de 1990, 11 municípios atingidos decretaram Situação de Emergência (FIGURA 16). Nas Estações de Erechim, Palmeira das Missões e Santa Rosa choveram altos índices entre os dias 27 e 31.

Figura 16: Mapa dos municípios atingidos e precipitação diária.

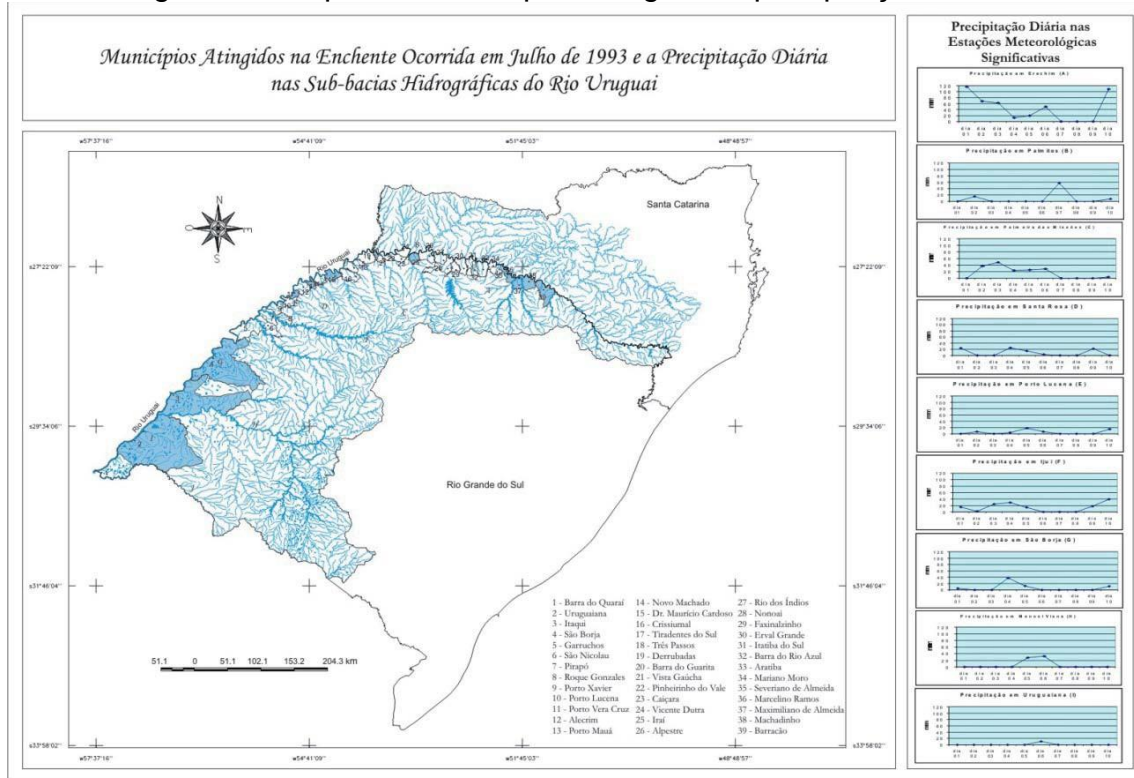


A chuva registrada na Estação de Palmitos foi de 120 mm no dia 30 e Palmeira das Missões 140mm no dia 31, em Ijuí, as chuvas também chegaram a 120 mm no dia 29, mas esses índices somente causaram a enchente por estarem ocorrendo em conjunto com chuvas de classe 3 por mais de um dia e sendo registradas em mais de uma Estação meteorológica.

Enchente de Julho / 1993

Na enchente de julho de 1993, 12 municípios foram atingidos, desde a montante até a jusante (FIGURA 17). Verifica-se que, na Estação pluviométrica de Erechim, ocorreram precipitações do dia 01 a 07, com elevados picos de classes 3 e 4, sendo essas chuvas responsáveis pelos municípios atingidos localizados no alto curso.

Figura 17: Mapa dos municípios atingidos e precipitação diária.



Nas outras Estações, também houve registro de chuvas, porém com índices menores, o que, em conjunto, com as chuvas a montante permitiu que vários municípios mais à jusante também decretassem Situação de Emergência. Naquele mês, verificou-se que houve atuação do fenômeno El Niño com intensidade forte (IOS: - 10,8).

Enchente de Outubro / 1997

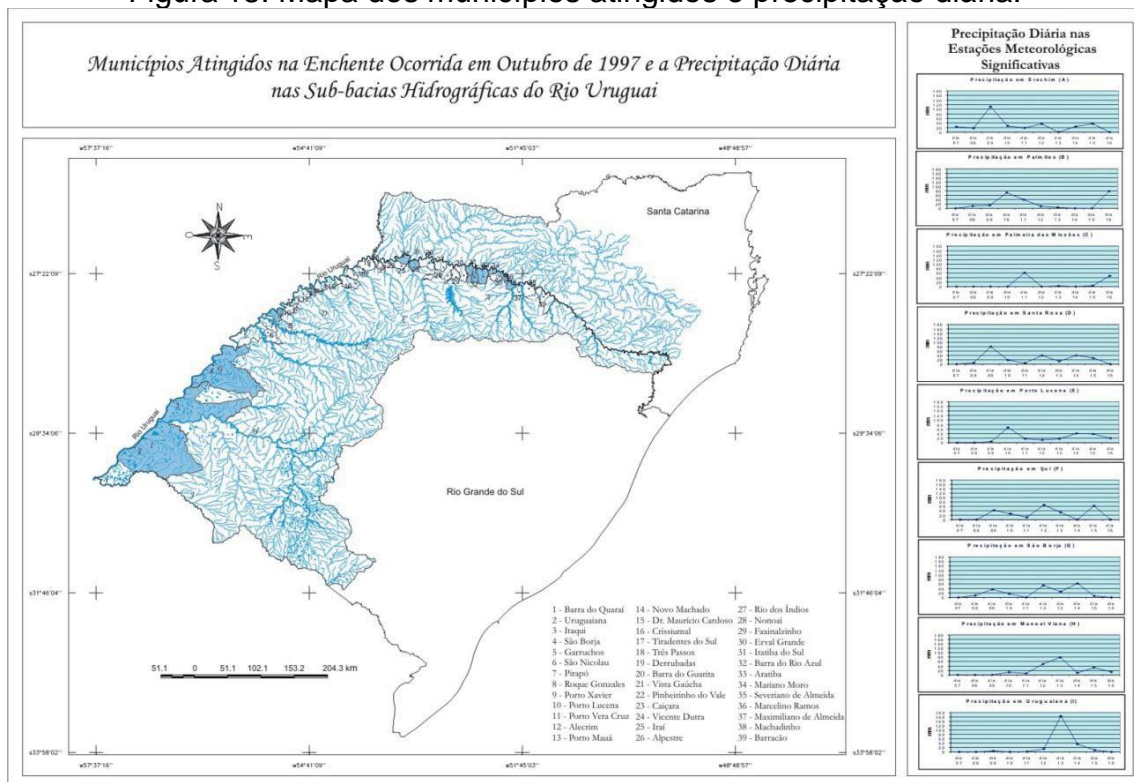
Em outubro de 1997, foram registrados picos de chuvas em todas as Estações meteorológicas, entre os dias 07 e 16 do mês, provocando ascensão das águas em toda a extensão do rio Uruguai e atingindo vários municípios (FIGURA 18). Dos municípios atingidos, nove 9 decretam Situação de Emergência e dois decretaram situação de calamidade pública (Itaqui e Uruguaiana).

No alto curso, as precipitações ocorreram por vários dias, ficando em torno de 60 a 80 mm diários. Nas Estações em médio curso, Santa Rosa e Porto Lucena, os picos de chuvas foram maiores entre os dias 08 a 11 (em torno de 60 mm/dia).

Em baixo curso, principalmente em Uruguaiana, ocorreu um pico de chuva no dia 13 de quase 180 mm, mas as chuvas que ocorreram naquele dia

e antes do mesmo nas Estações meteorológicas a médio e alto curso, são fundamentais para que o evento ocorresse. Naquele mês, observa-se que o fenômeno El Niño encontrava-se agindo fortemente sobre todo o Brasil. Esse evento deixou cerca de 9.000 pessoas desalojadas.

Figura 18: Mapa dos municípios atingidos e precipitação diária.



Enchente de Abril / 1998

A enchente de abril de 1998 atingiu vários municípios a médio e baixo curso, sendo que todos decretaram Situação de Emergência (FIGURA 19).

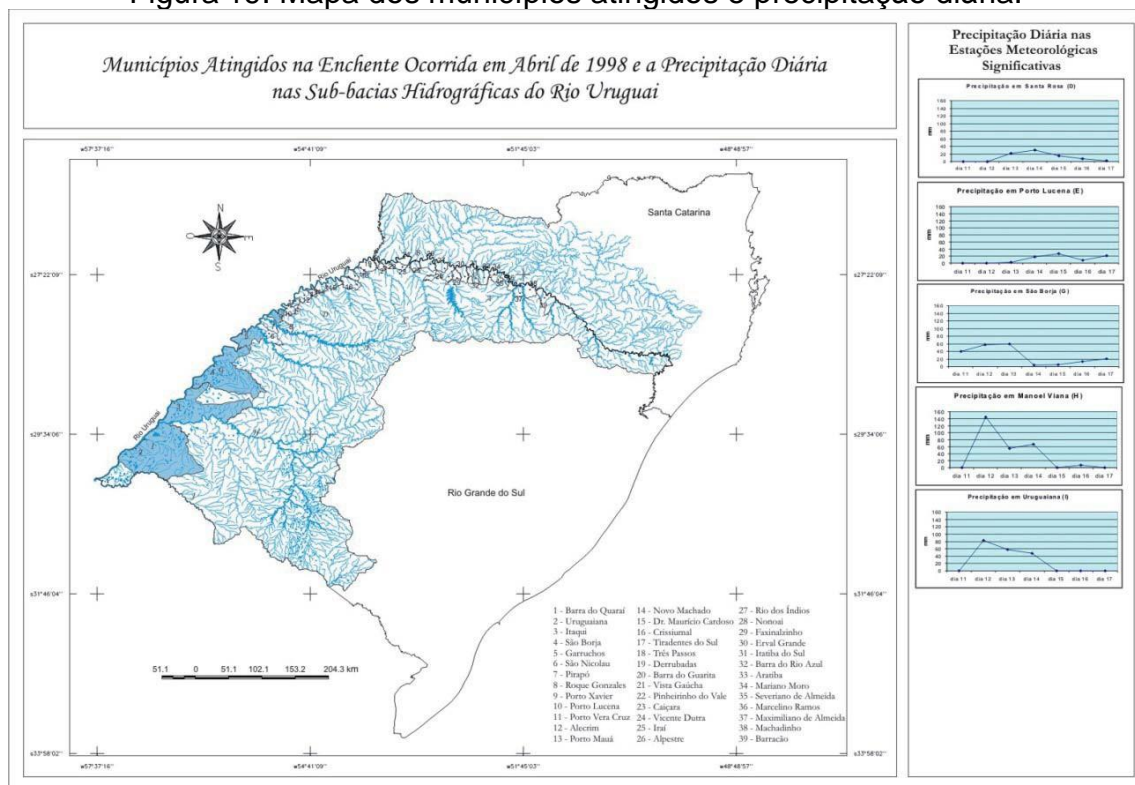
Em alto curso, não foi registrada ocorrência de precipitações. As Estações de Porto Lucena e Santa Rosa não registraram altos índices de precipitação, mas foram suficientes para atingir os municípios em médio curso.

As chuvas mais significativas foram registradas em baixo curso (Estações meteorológicas de Manoel Viana e Uruguaiana), em Manoel Viana, em apenas um único dia (12), choveu quase 160 mm, nos dias 13 e 14, as chuvas ficaram em torno de 60 mm. Em Uruguaiana, as precipitações ocorreram entre os dias 12 e 15, ficando entre 60 e 80 mm/dia.

Os prejuízos causados por eventos de enchente nos municípios que margeiam o rio Uruguai Rio Grande do Sul são muitos. Danos e destruição em

lavouras, estradas e pontes estão entre os mais frequentes. Em muitas cidades, centenas de moradias são submersas e centenas de pessoas são desabrigadas e flageladas e, em alguns casos, também são registradas vítimas fatais.

Figura 19: Mapa dos municípios atingidos e precipitação diária.



CONSIDERAÇÕES FINAIS:

Todos os rios têm sua área natural de inundação e esse fenômeno não é, necessariamente, sinônimo de catástrofe. Quando o homem ultrapassa os limites das condições naturais do meio em que vive, então, as inundações passam a ser um problema social, econômico e/ou ambiental.

O rio Uruguai pode ser considerado um dos rios mais importantes para o estado do Rio Grande do Sul, possuindo sua população localizada mais às suas margens, tendo sido muito afetada por enchentes. Apesar dos avanços na mitigação e prevenção das enchentes, elas continuam causando um grande volume de danos, demonstrando as condições de risco as quais milhares de pessoas estão expostas.

Assim, ao relacionar-se a precipitação com os municípios atingidos, busca-se contribuir com uma importante base para estudos mais avançados, que visem às análises locais detalhadas de vulnerabilidade e de risco, como

também uma fonte teórico-metodológica que possa motivar investigações futuras.

REFERÊNCIAS

ANA. **Agência Nacional das Águas**. Disponível em: <www.ana.gov.br/>. Acesso em 04 ago. 2008.

BASSO, L. A. Bacias hidrográficas do Rio Grande do Sul: implicações ambientais. In: VERDUM, R.; BASSO, L. A.; SUERTEGARAY, D. M. A. (Org). **Rio Grande do Sul: Paisagens e territórios em transformação**. Porto Alegre: ed. da UFRGS, 2004.

DEHN, M.; BUMA, J. Modeling future landslide activity base on general circulation models. **Geomorfology**, n. 30, 1999. p. 175 – 187.

FIGUEIRÓ, A. S. **Mudanças ambientais na interface floresta – cidade e propagação de efeito de bordano Maciço da Tijuca – Rio de Janeiro, RS**. 2005. 398f. Tese (Doutorado em Geografia) - Programa de Pós Graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências, Rio de Janeiro, 2005.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Mapa de biomas do Brasil**. Escala 1:5.000.000, 2005.

MIRANDA, J. C. **Intercepção das chuvas pela vegetação florestal e serrapilheira nas encostas do maciço da Tijuca, RJ**. 1992. 100 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós- Graduação em Geografia, UFRJ, Rio de Janeiro, 1992.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1989.

RADAM/IBGE. **Mapeamento Geomorfológico Região Hidrográfica do Rio Uruguai**. IBGE, 2003.

RECKZIEGEL, B. W. **Levantamento dos Desastres Desencadeados por Eventos Naturais Adversos no Estado do Rio Grande do Sul no Período de 1980 a 2005**. 2007. V1. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

RECKZIEGEL, B. W; ROBAINA, L. E. S. Desastres Naturais no Estado do Rio Grande do Sul no Período de 1980 a 2005: Enchentes e Enxurradas. In: II SIBRADEN. **Anais...**, São Paulo: Santos, 2007.

SOUZA, C. F. **Contrastes regionais e formações urbanas**. Porto Alegre: Ed. da UFRGS, 2000. (Coleção Síntese Rio-grandense)

TUCCI, C. E. Controle de enchentes. In: TUCCI, C. E. M. (Org.). **Hidrologia: ciência e aplicação**. Porto Alegre: ABRH/EDUSP, 1993. FIGURA 1: Localização da Bacia do Rio Uruguai no estado do RS.

CONTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA PARA O ESTUDO DAS INUNDAÇÕES NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO TAQUARI-ANTAS, RS

Magno Bombassaro
Luis Eduardo de Souza Robaina

DOI: <https://doi.org/10.35699/2237-549X..13297>

Resumo: O presente trabalho tem como objetivo realizar um inventário dos desastres naturais associados às inundações ocorridas no período compreendido entre os anos de 1980 e 2007, nos municípios que compõem a bacia hidrográfica do rio Taquari-Antas, leste do Rio Grande do Sul (RS), permitindo uma análise temporal e espacial da magnitude dos fenômenos. Nos anos pesquisados, ocorreram inundações em 20 anos, sendo que os meses de julho e outubro são os mais recorrentes. As cidades de Lajeado e Estrela foram as que mais tiveram problemas, juntas, somam mais de 27% do total de casos, seguidas pelas cidades de Taquari, General Câmara e Encantado. As inundações, que mais danos causaram, ocorreram em julho de 1983, maio de 1990, agosto de 1997, julho e outubro de 2001 e setembro de 2007. Ao revelar a distribuição dos eventos adversos em diferentes escalas, o inventário permite analisar os fatores que contribuem para a ocorrência dos acidentes e realizar análises estatísticas de frequência tanto temporal quanto espacial.

Palavras-chave: desastres naturais, inundações, área de risco

Abstract: This paper aimed to conduct an inventory of natural disasters associated with floods that occurred in the period between 1980 and 2007 in the cities that comprise the Taquari-Antas river basin, eastern Rio Grande do Sul, allowing a temporal and spatial analysis of the magnitude of the phenomena. Floods were observed in 20 years of the 27 years studies, and the months of July and October were the most recurrent. The cities of Lajeado and Estrela were the most problematic and together accounted for more than 27% of the cases, followed by the cities of Taquari, General Câmara and Encantado. The floods, which caused more damage occurred in July 1983, May 1990, August 1997, July and October 2001 and September 2007. By revealing the distribution of adverse events at different scales, the inventory allows the analysis of factors that contribute to the occurrence of accidents and statistical analysis of spatial and temporal frequency.

Keywords: natural disasters, floods, risk area

Introdução

O florescimento de várias sociedades em novos territórios ocorreu através dos rios e um grande número de cidades desenvolveu-se nas margens deles. Dessa forma, as inundações, muitas vezes de caráter cíclico, fazem parte da origem de diversos mitos e temores das populações e originaram processos de ajustamento para proteção e controle desses fenômenos. No final do século XIX, na Europa, todos os grandes rios haviam sido canalizados ou retificados. A regularização, a construção de diques, a eliminação de meandros e ilhas e outras obras de engenharia foram desenvolvidas para fins diversos, como a navegação, a agricultura, a defesa contra cheias e saúde pública (COSGROVE, 1990). Mesmo com todo esse esforço, as enchentes continuam acontecendo, causando prejuízos de vários tipos (TUCCI, 1997; FERRAZ, 1998).

No Brasil, a partir da década de 60, a concentração da ocupação humana junto aos rios e a urbanização acelerada originaram um dos principais problemas das cidades: as inundações. No Rio Grande do Sul, os desastres naturais associados às inundações, de caráter gradual ou brusco, ocorrem em todas as regiões do estado e os prejuízos causados são muito significativos. Danos e destruição em lavouras, estradas e pontes estão entre os mais frequentes. Nas cidades ribeirinhas, muitas moradias são afetadas e centenas e milhares de pessoas são desabrigadas e flageladas, com ocorrência, por vezes, de vítimas fatais.

A ocorrência de desastres está ligada não somente à susceptibilidade, devido às características geoambientais, mas também à vulnerabilidade do sistema econômico-social-político-cultural sob impacto (ALCÁNTARA-AYALA, 2002). Por vulnerabilidade, entende-se a incapacidade de uma comunidade de “absorver” os efeitos de determinada alteração em seu meio, ou seja, a incapacidade de adaptar-se às modificações (WILCHES-CHAUX, 1993). A vulnerabilidade determina a intensidade dos danos que produz a ocorrência efetiva de um risco sobre essa comunidade. O risco trata-se da probabilidade da “perda”, enquanto o desastre é a perda concretizada (MASKREY, 1998).

Uma das regiões do estado que mais tem sido afetada por esse processo é o Vale do rio Taquari (FERRI, 1991). A Bacia Hidrográfica Taquari-Antas está localizada a nordeste do estado do Rio Grande do Sul, entre as coordenadas geográficas de 28° 10' a 29° 57' de latitude sul e 49° 56' a 52° 38' de longitude oeste (figura 01).

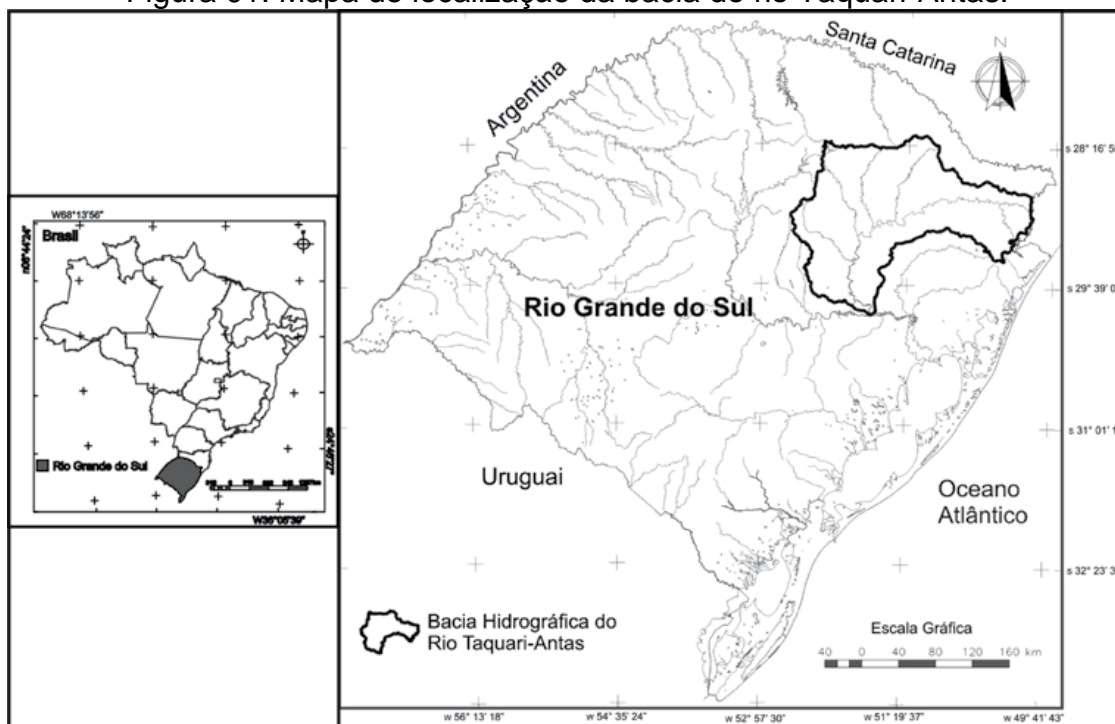
Com relação à distribuição das chuvas no Rio Grande do Sul, Araújo (1930) afirma que, apesar da região sul do país ser uma das regiões mais chuvosas e cuja distribuição espacial faz-se de forma uniforme, a orografia tem sensível influência, caracterizando o aumento do movimento ascensional do ar, que é um dos causadores de chuva. Desse modo, a região com maior ocorrência de precipitação no estado é a parte mais alta da Serra do Nordeste, atingindo valores superiores a 2000 mm anuais.

Sendo assim, entende-se que as chuvas que ocorrem nas cabeceiras de drenagem têm grande influência na determinação das cheias, sendo intensificada pelas condições estruturais do relevo que favorecem o escoamento

das águas nas áreas à montante da bacia hidrográfica e intensificando a ocorrência de inundações nas porções de vale.

O presente trabalho tem como objetivo realizar um levantamento das inundações ocorridas entre os anos de 1980 e 2007 nos municípios que compõem a bacia hidrográfica do rio Taquari- Antas, permitindo uma análise temporal e espacial da ocorrência do fenômeno.

Figura 01: Mapa de localização da bacia do rio Taquari-Antas.



Metodologia

Para a elaboração do mapa base, foram utilizadas as cartas topográficas do Exército na escala de 1:250.000 de Caxias do Sul: SH-22-V-D-MIR-535; Cruz Alta: SH-22-V-A-MIR-527; Gravataí: SH-22-X-C-MIR-536; Passo Fundo: SH-22-V-B-NIR-528; Santa Maria: SH-22-V-C-MIR-532 e Vacaria: SH-22-X-A-MIR-529, sendo que, delas, foi extraída a rede de drenagem e determinado o limite da bacia. Para o georreferenciamento e interpolação dos dados, utilizou-se o software SPRING, desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

A base com a divisão municipal foi extraída do banco de dados disponibilizado pelo INPE através do site <http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/banco.html>.

A análise altimétrica e da declividade da bacia foram obtidas tendo, como base, os dados gerados pelo SRTM (Shuttle Radar Topography Mission), com resolução espacial de 90m, para a geração do modelo digital de elevação (MDE). Esses dados que, originalmente, têm resolução espacial de 90m foram reamostrados para 30m, processo realizado usando o interpolador bicúbico disponível no software SPRING.

O levantamento dos anos nos quais ocorreram inundações na bacia Taquari-Antas teve, como referência, os dados da pesquisa realizada por Reckziegel, W. B. (2007), complementados com informações junto a Defesa Civil e jornais de circulação local e regional.

Para calcular o nível normal do rio Taquari, utilizou-se o modelo matemático apresentado por Eckhard (2008, p. 82). Com base na função $y = (-1450,39 / x) + 57,6062$, que indica a correlação entre o nível atingido pela água do Rio Taquari na cidade de Encantado (x = valores independentes) e de Lajeado (y = valores dependentes), assim sendo, foi possível determinar o nível médio do rio Taquari nessas duas cidades.

Os dados pluviométricos, diários, nos meses que ocorreram os eventos de interesse, foram disponibilizados pela Fundação Estadual de Pesquisas Agrônomicas (FEPAGRO/RS) para as estações de Vacaria, Veranópolis, Farroupilha, Caxias do Sul e Taquari. (figura 02).

A edição final dos mapas temáticos foi realizada com auxílio do software Corel Draw 12, desenvolvido pela Corel Inc.

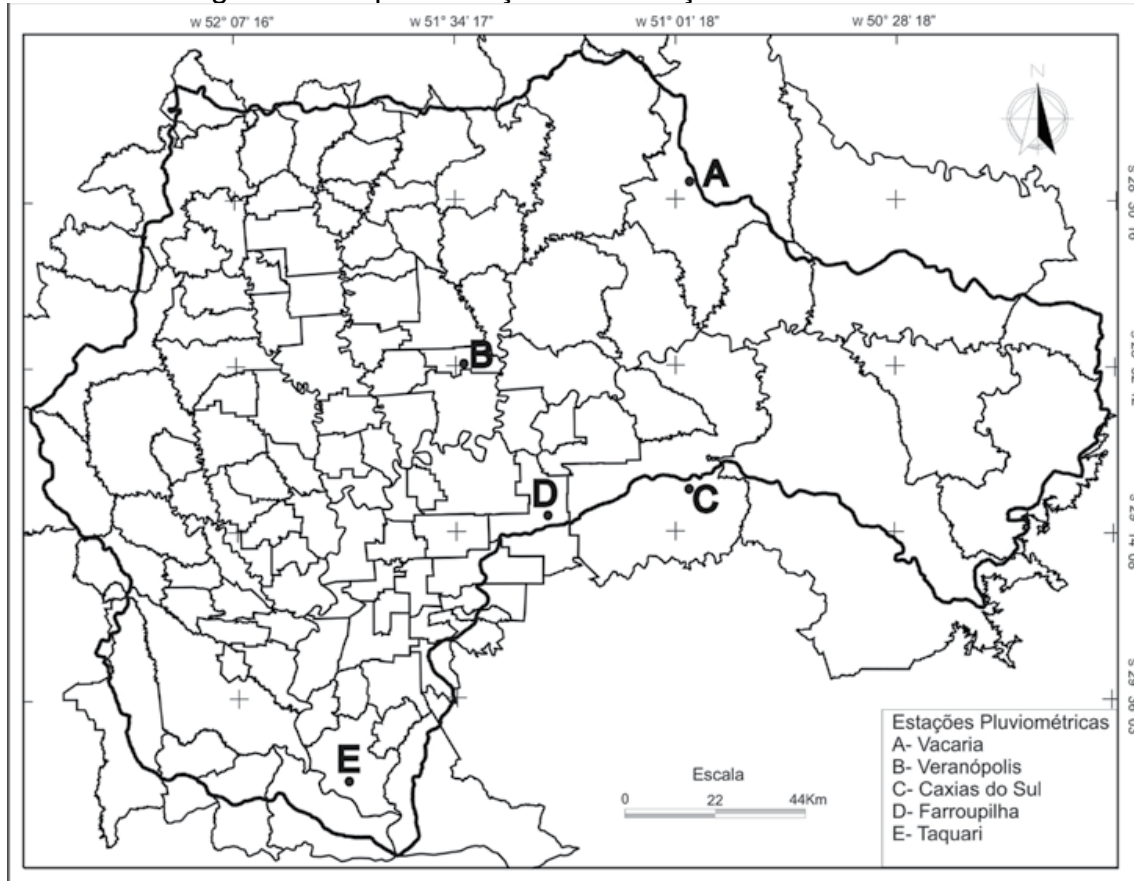
Discussão dos Resultados

A área da bacia é equivalente a 9% do território do Rio Grande do Sul, abrangendo 116 municípios, sendo 89 totalmente e 27 parcialmente, concentrando uma população em torno de 1.134.600 habitantes, (IBGE 2007).

As nascentes do rio Taquari localizam-se no extremo leste da bacia, sob o nome de rio das Antas, nos municípios de Cambará do Sul, Bom Jesus e São José dos Ausentes, em uma região que apresenta altitudes em torno de 1200 metros, sob o nome de rio das Antas. Nessa porção, o rio escoar no sentido leste/oeste, percorrendo uma distância de 390 km até a confluência com o rio Guaporé, nas imediações da cidade de Muçum. A partir daí, passa a denominar-se rio Taquari, com o curso passando a correr no sentido norte/sul, por mais 140

km, até desembocar no rio Jacuí, próximo à cidade de Triunfo, com altitude inferior a 20 metros.

Figura 02: Espacialização das estações Pluviométricas



A amplitude da bacia, de mais de 1000m, é um fator importante na regulação das cheias, pois o relevo fortemente ondulado e solos pouco desenvolvidos favorece o escoamento das águas, que percorrem vales encaixados de alta declividade até as imediações da cidade de Muçum.

Figura 03: Fotografia aérea mostrando a planície de inundação tomada pelas águas, da inundação de setembro de 2007, à montante da cidade de Bom Retiro do Sul.



À montante de Muçum, já nas cotas em torno de 60 metros, o curso principal do rio perde velocidade e passa a portar-se como rio de planície, alargando suas margens e formando meandros pelo vale.

Nessa porção, de médio curso, caracterizada por um maior adensamento populacional e concentração industrial, o rio apresenta declividade menos acentuada, média de 1,6 m/km, mas ainda com vales encaixados e algumas corredeiras.

À jusante da cidade de Muçum, a partir da cidade de Lajeado, o vale do rio Taquari começa a ganhar forma, com declividade média de 0,2 m/km, poucas corredeiras e amplas áreas da planície de inundação. O rio ganha identidade de rios de planícies com várzeas planas e baixas declividades, (figura 3).

Análise dos eventos causadores de desastres

O total de casos de inundações registrados nos anos pesquisados é de 183, tendo afetado 34 municípios. No período, ocorreram inundações em 20

anos, em muitos casos, com registros de municípios atingidos por mais de um evento durante o mesmo ano.

Os anos que mais contabilizaram municípios atingidos foram os anos de 1983, 1989, 1990, 1997 e 2001 (figura 4), e os meses, julho e outubro (figura 5).

Figura 4. Gráfico anual do número de municípios atingidos pelas inundações nos últimos 27 anos.

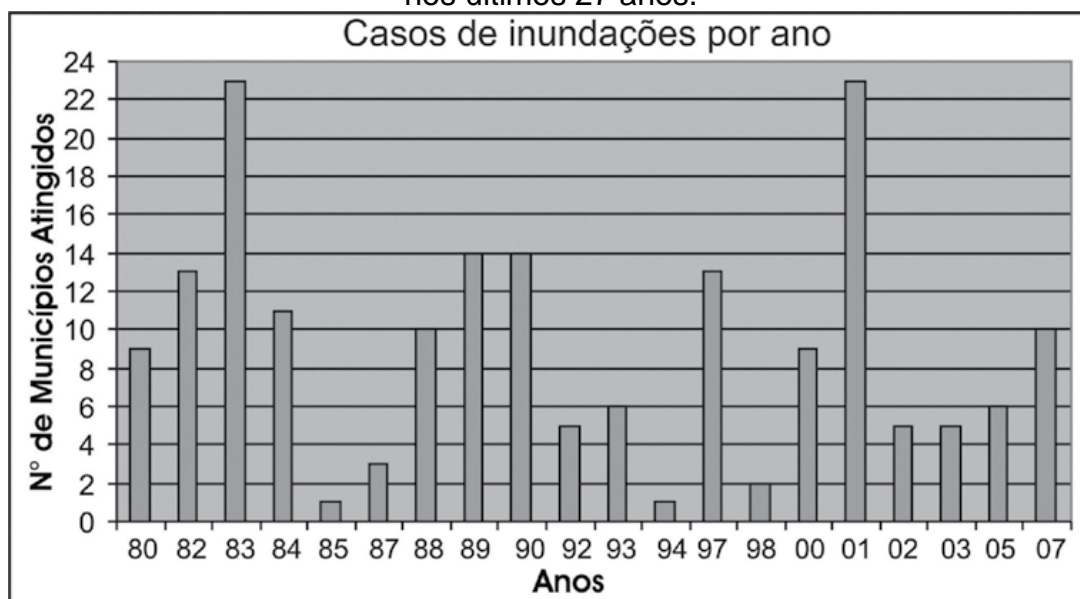
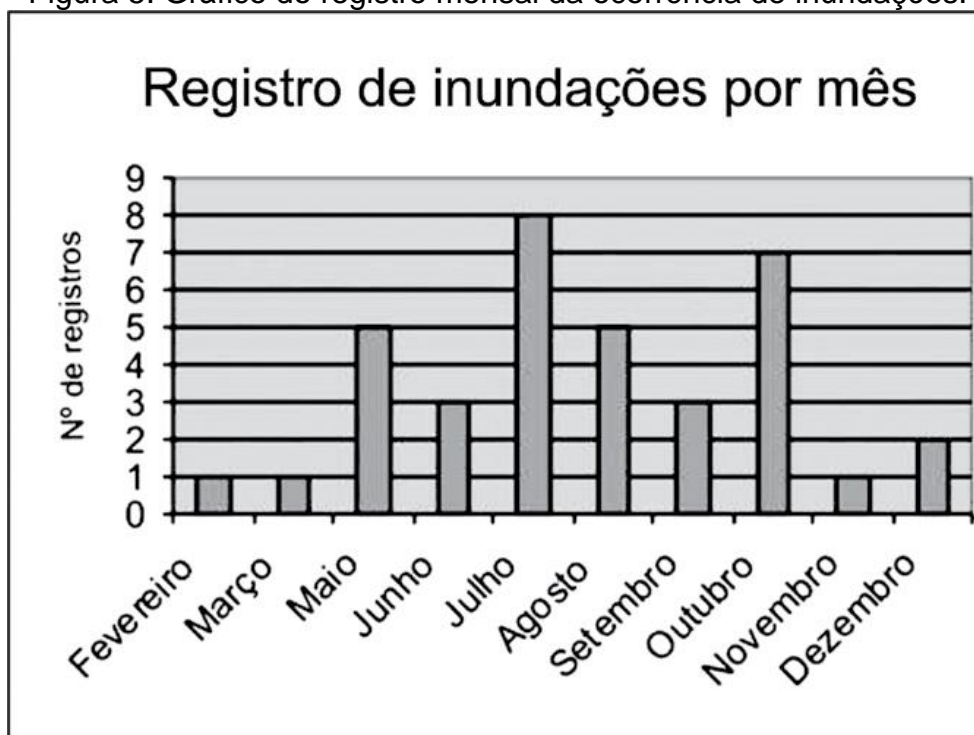


Figura 5. Gráfico do registro mensal da ocorrência de inundações.



Com relação aos municípios atingidos, observa-se, na figura 06, que as cidades de Lajeado e Estrela foram as mais afetadas, pois, juntas, somam mais de 27% do total de casos, seguidas pelas cidades de Taquari, General Câmara e Encantado.

A vulnerabilidade da população pode ser determinada pelo número de decretos de Situação de Emergência e calamidade pública registrados. Do total de eventos, 55% dos casos tiveram, como consequência, o decreto de Situação de Emergência Municipal. Isso evidencia que o crescimento urbano e a falta de planejamento tornam as cidades vulneráveis a eventos de maior magnitude. Os municípios de Estrela com 14 casos, Lajeado com 12 e Taquari com 10 foram os mais afetados. (figura 07).

As inundações que tiveram como consequência o registro de Estado de Calamidade Pública ocorreram nas cidades de Estrela no ano de 1992, General Câmara e Camargo em 1993 e no município de Encantado, na grande inundação de outubro de 2001.

Figura 06. Gráfico apresentando o número de enchentes por município.

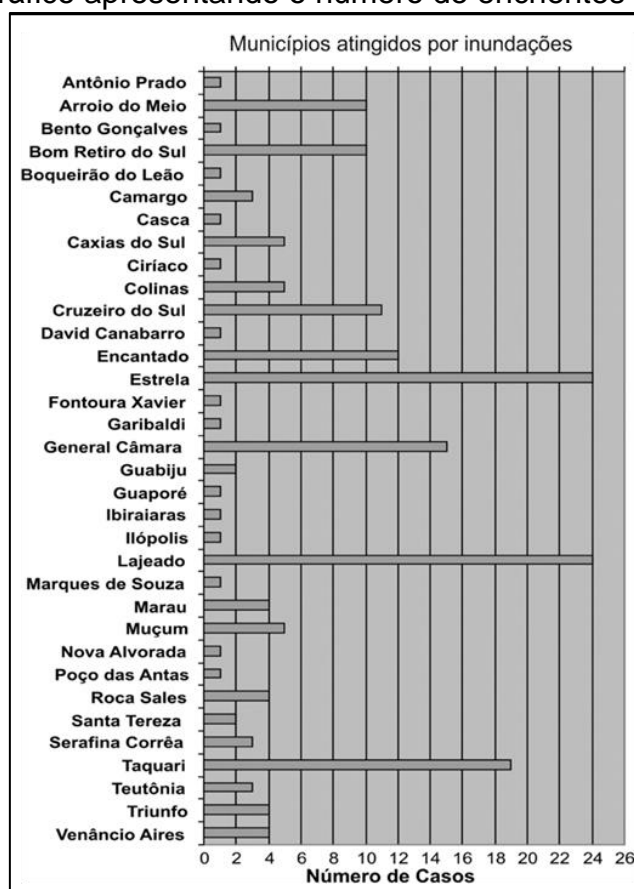
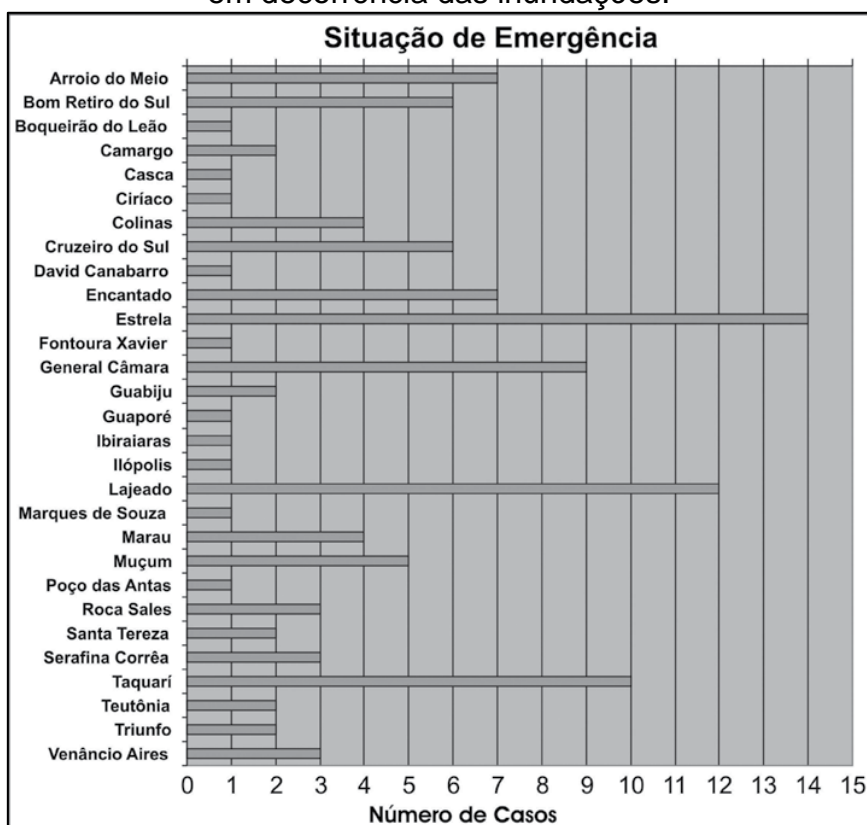


Figura 07. Gráfico dos municípios com decretos de Situação de Emergência em decorrência das inundações.



Inundações na bacia do Rio Taquari-Antas

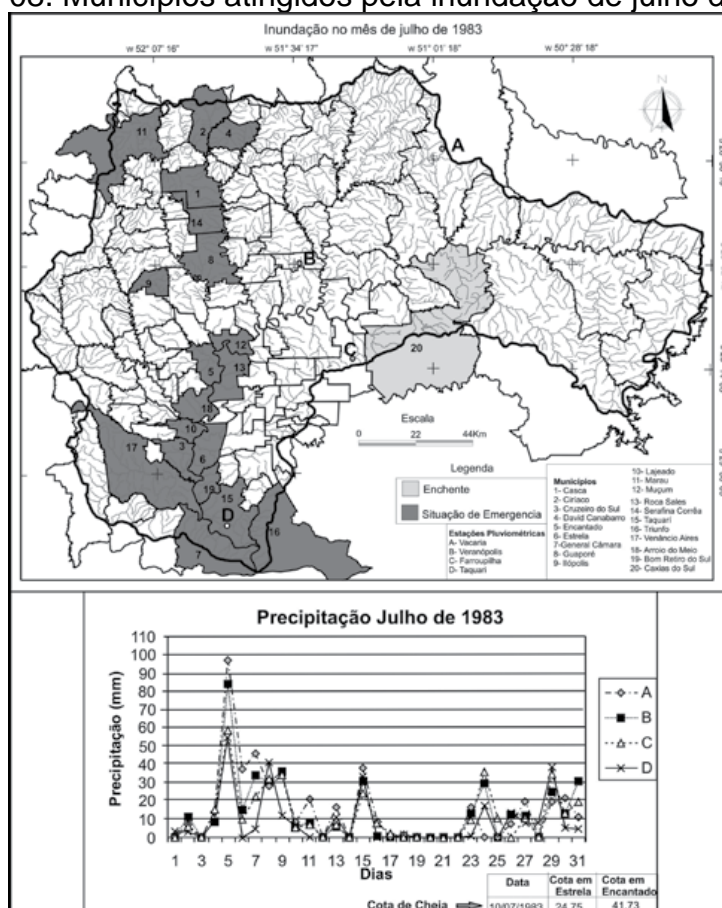
Dos anos estudados são destaques, pelo número de municípios atingidos, as inundações que ocorreram em julho de 1983, maio de 1990, agosto de 1997, julho e outubro de 2001 e setembro de 2007.

No ano de 1983, a inundação aconteceu no mês de julho e trouxe danos a 20 municípios, sendo que 19 dos municípios decretaram Situação de Emergência. O evento ocorreu de forma gradual, com as chuvas começando nos primeiros dias do mês. No dia 10 de julho, foi registrada a cota topográfica máxima do rio Taquari, nas cidades de Estrela e Encantado, com 24,75 metros e 41,73 metros, respectivamente.

As maiores precipitações foram registradas nas estações pluviométricas do município de Vacaria, localizada ao norte da bacia, com cotas altimétricas em torno de 850 metros, com um volume de chuva acumulada de 271mm e na estação de Veranópolis, localizada no centro da bacia, em cotas em torno de 600 metros, que registrou um acumulado de 224mm (figura 8).

Na espacialização dos municípios atingidos (figura 8), percebe-se que sete dos 19 municípios, que decretaram Situação de Emergência, estão localizados na porção norte da bacia, em locais que apresentam cotas altimétricas superiores a 500 metros. O evento nesses municípios não está ligado diretamente ao rio Taquari-Antas, mas indiretamente, pelo represamento de tributários importantes. Em maio de 1990, as precipitações, causadoras do evento de inundação, ocorreram de forma intensa, em um curto período de tempo (figura 09). O evento foi registrado no último dia de maio e nos dois primeiros dias de junho, atingindo cota máxima no dia 2 de junho, nas cidades de Encantado com 15,42 metros acima do nível normal, e Estrela com 13,65 metros acima do nível normal, sendo esta uma das maiores enchentes já registrada.

Figura 08. Municípios atingidos pela inundação de julho de 1983.

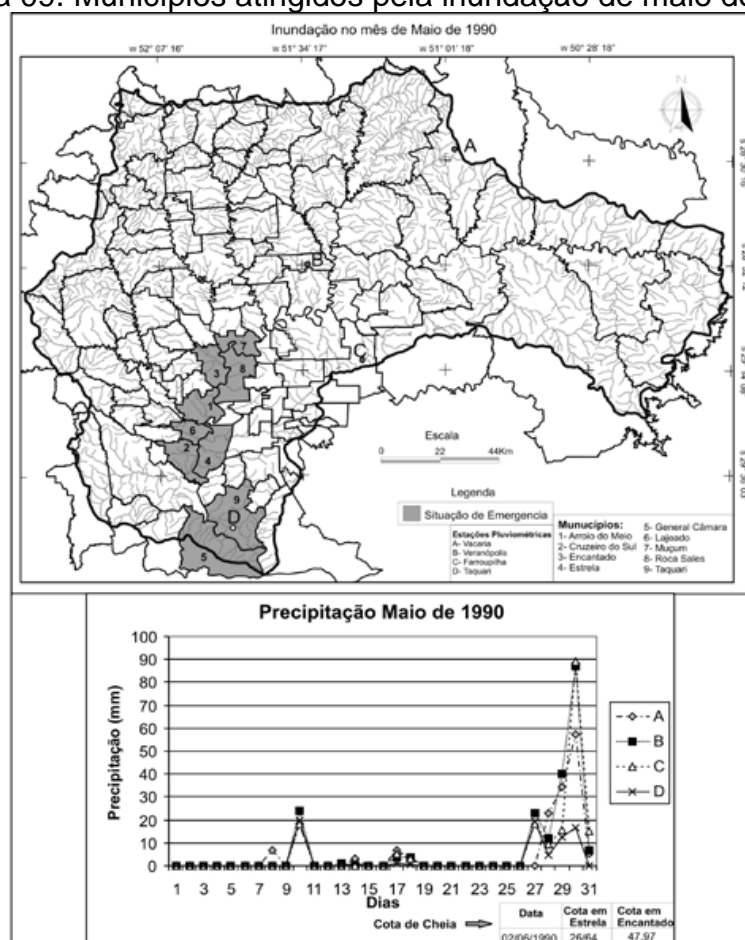


Os acidentes concentraram-se no Vale do rio Taquari, entretanto, pode verificar-se, no gráfico da figura 09, que as chuvas responsáveis concentraram-se na parte alta da bacia.

Elas foram drenadas através dos vales encaixados, característicos do curso superior e médio do Taquari-Antas, acumulando-se no baixo curso, onde o rio tem características de rios de planície e baixa declividade. O tempo entre o pico máximo de chuva e o registro da cota máxima de inundação, nas cidades de Encantado e Estrela, no Vale do Taquari, foi de três dias.

Os efeitos desse fenômeno refletiram-se de forma significativa, pois, na ocasião, todos os municípios atingidos decretaram Situação de Emergência.

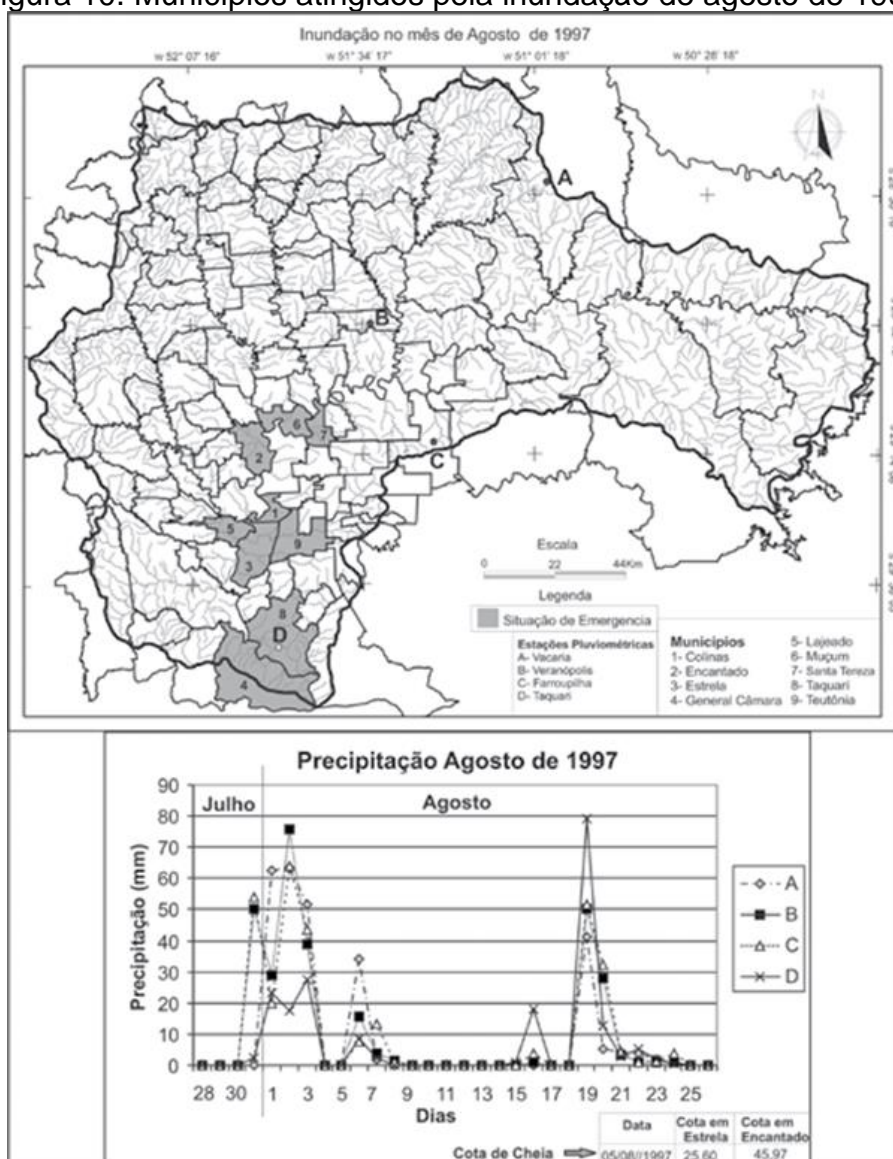
Figura 09. Municípios atingidos pela inundação de maio de 1990.



No ano de 1997, a inundação ocorreu no mês de agosto, registrada com cota topográfica de inundação de 45,97 metros na cidade de Encantado e 25,60 metros na cidade de Estrela. Observando o gráfico da distribuição diária de chuvas, percebe-se que as precipitações responsáveis pelo desenvolvimento do fenômeno aconteceram entre os dias 31 de julho e 3 de agosto e a onda de cheia no vale do Taquari atinge seu pico em 5 de agosto.

No referido fenômeno, nove municípios foram atingidos pelas águas, todos sofreram grandes prejuízos e decretaram Estado de Emergência. Os municípios de Muçum e Santa Tereza, afetados nesse evento, estão localizados na parte superior do baixo curso do rio Taquari, onde começa a formar-se o Vale do Taquari. A parte urbana dos municípios está localizada em cotas topográficas em torno de 50 metros, o que indica que quando esses municípios são atingidos pelas águas, a inundação nos municípios mais à jusante atinge grande magnitude (figura 10).

Figura 10. Municípios atingidos pela inundação de agosto de 1997.



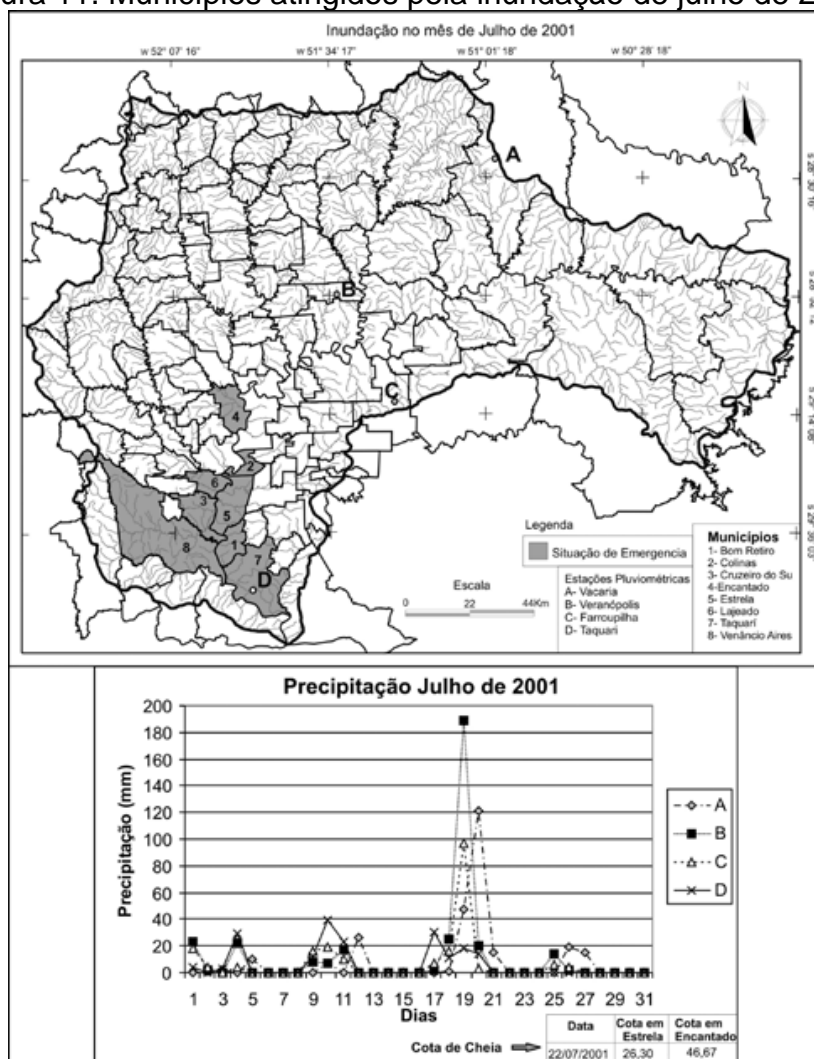
O ano de 2001 foi marcado por desastres no Vale do Taquari, ocorrendo inundações nos meses de julho e outubro. A inundação de julho de 2001 afetou

oito cidades do Vale do Taquari e a cidade de Venâncio Aires, que não faz parte dos municípios que compõem o vale, mas é banhada por tributários ligados ao rio Taquari. Na ocasião as cidades decretaram Situação de Emergência (figura 11).

O evento pluviométrico que desencadeou tal situação ocorreu entre os dias 18 e 20 do referido mês. As chuvas que caíram à montante da bacia novamente foram as de maior amplitude e, provavelmente, foram as maiores responsáveis pela inundação.

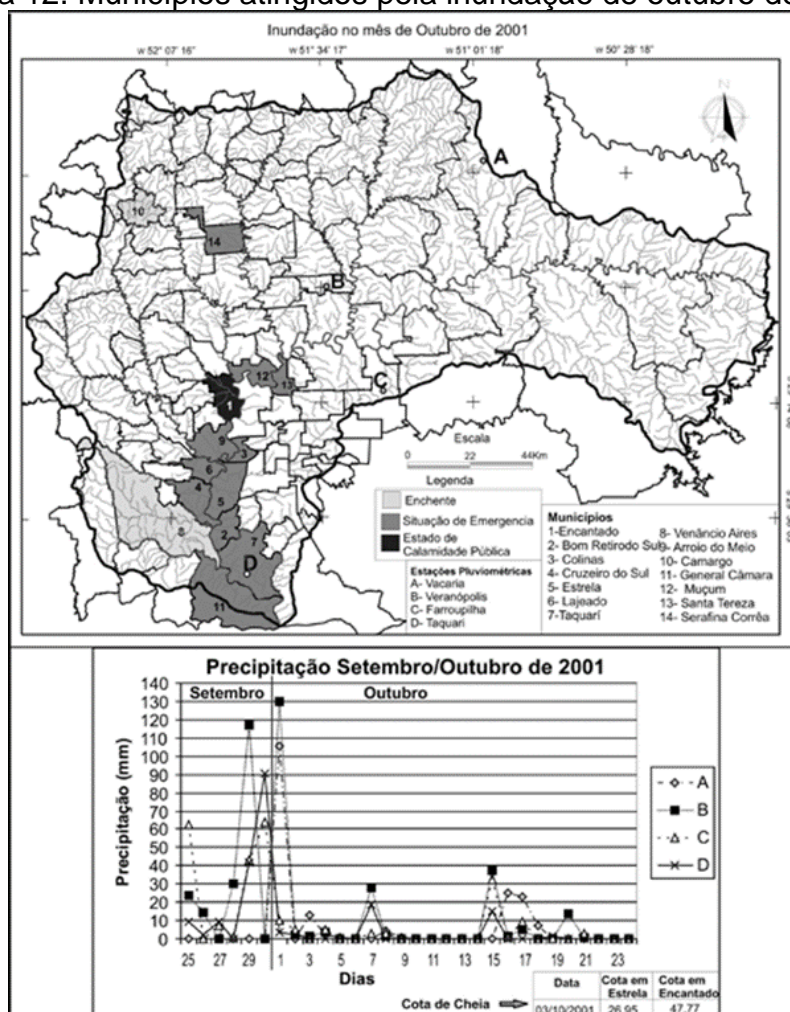
A cota topográfica máxima referente à onda de cheia, no vale, foi registrada no dia 22, atingindo a magnitude de 46,67 metros e 26,30 metros na cidade de Encantado e Estrela, respectivamente, caracterizando um tempo de resposta de dois dias no vale.

Figura 11. Municípios atingidos pela inundação de julho de 2001.



Em outubro, a enchente ocorrida nos primeiros dias do mês atingiu 14 municípios da bacia do rio Taquari-Antas. (figura 12). Dos 11 municípios localizados no Vale do Taquari, que sofreram danos com a inundação, sete já haviam sido atingidos pelas águas da enchente do mês de julho. Bom Retiro do Sul, Colinas, Cruzeiro do Sul, Estrela, Lajeado e Taquari tiveram que decretar novamente Estado de Emergência, enquanto o município de Encantado não suportou as vultosas perdas e decretou Estado de Calamidade Pública. Nessa enchente, o rio Taquari elevou-se em torno de 15,30 metros acima do seu nível normal na cidade de Encantado, atingindo a cota topográfica de 47,77 metros, uma das maiores já registradas na história. Na cidade de Estrela, o nível do rio subiu 14 metros atingindo a cota de inundação de 26,95 metros. O evento foi caracterizado como precipitações de longa duração e com grandes volumes pluviométricos.

Figura 12. Municípios atingidos pela inundação de outubro de 2001.

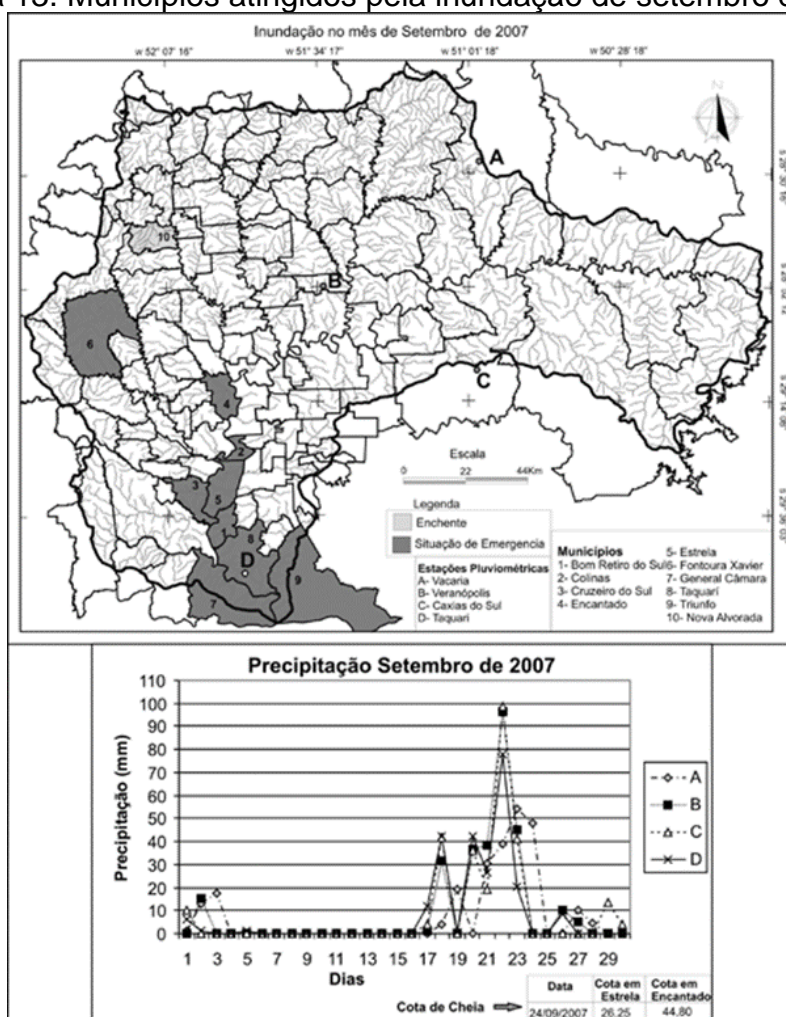


Analisando a distribuição das chuvas registradas pelas estações pluviométricas é possível perceber que, na referida enchente, as chuvas prolongaram-se por sete dias, entre o dia 25 de setembro e primeiro de outubro. No entanto, a cota máxima de cheia só foi registrada no dia 3 de outubro.

O gráfico da figura 12 mostra que as precipitações alcançaram grandes picos, como as registradas pela estação de Veranópolis, nos dias 29 de setembro, com 117mm, e no dia 01 de outubro, com 130,3mm. Na soma do acumulado entre o dia 25 de setembro e primeiro de outubro tem-se 319mm, valor superior à precipitação média para dois meses normais.

No ano de 2007, o mês de setembro foi marcado por mais um desastre relacionado a inundações. Nesse evento, 10 municípios foram atingidos pelas águas, sendo que nove sofreram grandes avarias, tendo que decretar Situação de Emergência (figura 13).

Figura 13. Municípios atingidos pela inundação de setembro de 2007



Nessa inundação, o nível das águas do rio Taquari, elevou-se 12,30 metros acima do seu nível normal na cidade de Encantado, atingindo a cota topográfica de 44,80 metros e, na cidade de Estrela, essa cota elevou-se 26,25 metros, tendo o rio atingido 13,25 metros a mais que o seu nível normal, inundando, assim, grande parte da área urbana da cidade (figura 14).

Analisando a distribuição das chuvas ao longo do mês de setembro, observa-se uma concentração entre os dias 18 e 24 do referido mês. No período, a estação de Veranópolis registrou um montante de 250mm de chuva, sendo que, somente no dia 22, a chuva precipitada alcançou a marca de 97mm. Acompanhando a distribuição das chuvas na bacia, observa-se que esta aconteceu de forma homogênea.

Nesse evento, também, o pico da onda de cheia, no vale do rio Taquari, ocorreu dois dias após as maiores precipitações.

Figura 14. Inundação de setembro de 2007 na cidade de Estrela-RS.



Conclusões e Considerações Finais

Com base na análise histórica de ocorrência de inundações, das características de relevo e as precipitações na bacia, pode-se concluir que as inundações que afetam a bacia do Taquari apresentam os maiores prejuízos a partir da cidade de Encantado, sendo as cidades de Lajeado e Estrela onde o fenômeno natural é mais recorrente.

O comportamento topográfico da bacia, com uma amplitude máxima em torno 1000 metros, declividade superior a 15%, em praticamente 90% da bacia, associado com solo pouco desenvolvido favorecem o escoamento superficial e a ocorrência de significativos eventos de inundações, especialmente no vale do rio Taquari, predominante nos períodos de inverno e primavera.

Na maior parte dos eventos registrados, foi decretada Situação de Emergência ou Calamidade Pública, indicando uma alta vulnerabilidade social frente aos fenômenos.

Quando ocorrem períodos de chuvas intensas no alto curso, forma-se uma onda de cheia, que tem resposta no canal principal, no vale do Taquari, de dois a três dias.

Nesse contexto, é cada vez mais necessário um adequado planejamento de ocupação territorial e de drenagem urbana, com objetivo de oferecer à população subsídios para futuras construções. Medidas como mapeamento de uso e ocupação do solo urbano de áreas sujeitas a inundações são fundamentais para que o Poder público possa ordenar a ocupação urbana de forma eficiente.

Referências

ALCÁNTARA-AYALA, I. Geomorphology, natural hazard, vulnerability and prevention of natural disasters developing countries. **Geomorphology**, v.47, p.107 – 124, 2002.

ARAUJO, L. C. de. **Memória sobre o Clima do Rio Grande do Sul**. Rio de Janeiro: Directoria de Meteorologia, 1930.100 p.

COSGROVE, D. Elemental divisin: water control and engineered landscape. In: COSGROVE, D. **Water, engineering and landscape**. London: Belhaven Press, 1990, 192p.

ECKHARDT, R. R. **Geração de Modelo Cartográfico Aplicado ao Mapeamento das Áreas Sujeitas às Inundações Urbanas na Cidade de**

Lajeado / RS. 2008. 116f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

FERRI, G. A. **História do Rio Taquari – Antas.** Encantado: GRAFEN, 1991.

FERRAZ, F. E. Previsão de áreas inundadas na cidade de Piracicaba (SP) através de um sistema de informações geográficas. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 3, n. 3, p. 17-27, julho/setembro, 1998.

INPE. **Sistemas de informação geográfica.** São José dos Campos. INPE, 1990.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Mapeamento das Unidades Territoriais. Malha Municipal Digital 2005.** Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/servidor_arquivos_geo/>. Acesso em: 10 nov. 2007.

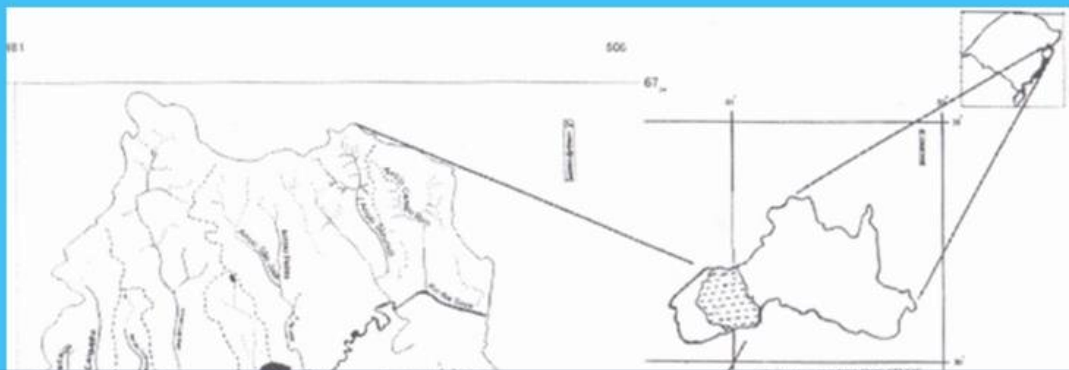
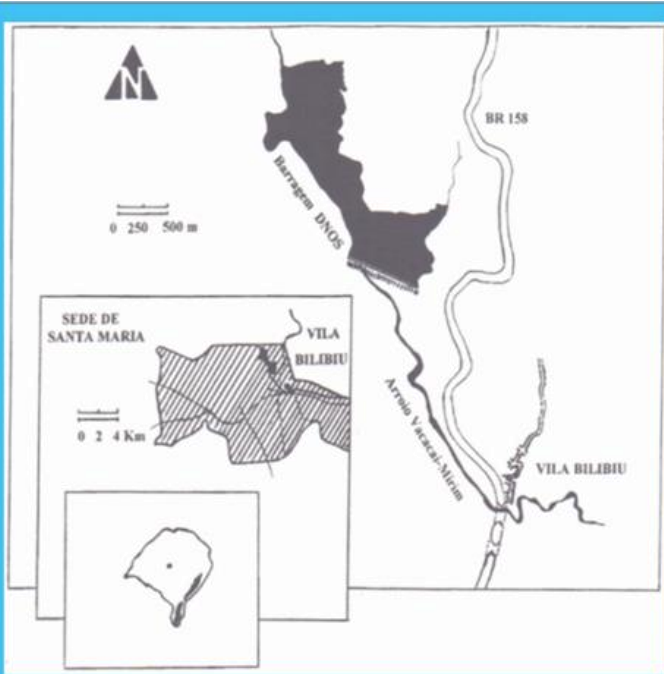
MASKREY, A. El Riesgo. Capítulo 1 en: **Navegando entre Brumas. La aplicación de los Sistemas de Información geográfica al análisis de riesgos em América Latina.** Andrew Maskrey (Editor) ITDG/

LA RED. **Colombia,** 1998. Disponível em <<http://www.desenredando.org/public/libros/1998/neb/index.html>>. Acesso em jul 2010.

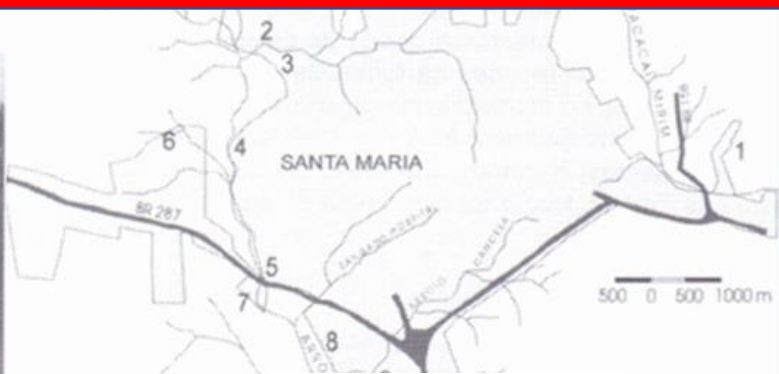
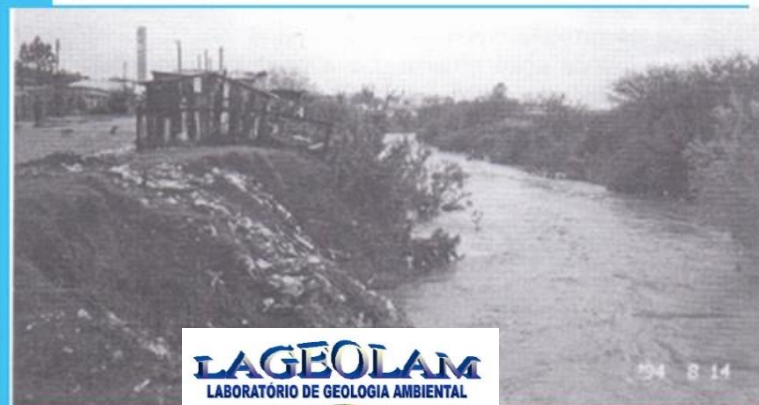
RECKZIEGEL, B. W. **Levantamento dos Desastres Desencadeados por Eventos Naturais Adversos no Estado do Rio Grande do Sul no Período de 1980 a 2005.** 2007. 261f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

TUCCI, C. E. M. Plano diretor de drenagem urbana: princípios e concepções. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 2, n. 2, p. 5-72, julho/dezembro, 1997.

WILCHES-CHAUX, G. **La Vulnerabilidad Global.** Capítulo 2 en: Los Desastres no son Naturales. Andrew Maskrey (Compilador). Colombia, 1993. Disponível em <<http://www.desenredando.org/public/libros/1993/ldnsn/html/>>. Acesso em jul 2010.



LABORATÓRIO DE GEOLOGIA AMBIENTAL



- PRINCIPAIS ÁREAS DE R...
- 1 VILA BILIBIU
 - 2 VILA KENNEDY
 - 3 VILA SÃO JOÃO BATISTA E E
 - 4 VILA OLIVEIRA
 - 5 VILA LIDIA
 - 6 FAZENDA SANTA MARTA
 - 7 VILA RENASCENÇA
 - 8 VILA URLÂNDIA
 - 9 VILA SANTOS
 - 10 VILA PASSO DAS TROPAS

