

Boletim Gaúcho de Geografia

<http://seer.ufrgs.br/bgg>

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

Boletim Gaúcho de Geografia, 30: 22-34, out., 2006.

Versão online disponível em:

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

Publicado por

Associação dos Geógrafos Brasileiros



Portal de Periódicos
UFRGS

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL

Informações Adicionais

Email: portoalegre@agb.org.br

Políticas: <http://seer.ufrgs.br/bgg/about/editorialPolicies#openAccessPolicy>

Submissão: <http://seer.ufrgs.br/bgg/about/submissions#onlineSubmissions>

Diretrizes: <http://seer.ufrgs.br/bgg/about/submissions#authorGuidelines>

Data de publicação - out., 2006

Associação Brasileira de Geógrafos, Seção Porto Alegre, Porto Alegre, RS, Brasil

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

Edson Luis de Almeida Oliveira¹.

Bernadete Weber Reckziegel².

Luis Eduardo de Souza Robaina³.

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. O mapa de risco geomorfológico 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 all 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.*

¹ Geógrafo. Mestrando no PPGGeografia da UFRGS. edsongeog@yahoo.com.br

² Acadêmica do Curso de Geografia – LAGEOLAM/CCNE/UFSM. bernadetewr@yahoo.com.br

³ Prof. LAGEOLAM - PPGGEO/UFSM e PPGGeografia/UFRGS. lesro@hanoi.base.ufsm.br.

BOLETIM GAÚCHO DE GEOGRAFIA	PORTO ALEGRE	N.º 30	P. 22-34	OUT. 2006
-----------------------------------	--------------	--------	----------	-----------

1.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. É neste período que começam a surgir os grandes aglomerados urbanos que se formaram rapidamente sem um planejamento prévio. Este 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 passa a ocorrer 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 onde 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 as erosões e solapamentos de margens e inundações/alagamentos que estão, principalmente, associados a 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 a ação de processos erosivos, onde a ocupação urbana têm-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.

2. 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: 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. Este 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 são os processos geomorfológicos os desencadeadores do risco na área.

As áreas susceptíveis à 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).

2.1. 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.

2.1.1. Susceptibilidade Natural

Para estabelecer as áreas naturalmente susceptíveis à 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 se localizem 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 estas áreas com sendo "non aedificandi";
- Apresentem processos de dinâmica superficial em desenvolvimento;
- Sejam geotecnicaamente instáveis (MACIEL FILHO, 1990);
- Tenham como substrato depósitos coluvionares, depósitos de tálus e sedimentos inconsolidados das várzeas junto as drenagens.

2.1.2. 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 destes 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:

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
	Desordenada	0
Obras de Contenção	Apresenta	1
	Não Apresenta	0

QUADRO 01 – Parâmetros utilizados para a definição do Padrão Função Urbana

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.

2.2 Grau 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 estabelecermos a quantificação em relação a 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.

Desta forma optou-se por estabelecer 4 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 IV, 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.

3. Características Gerais da Área de Estudo

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

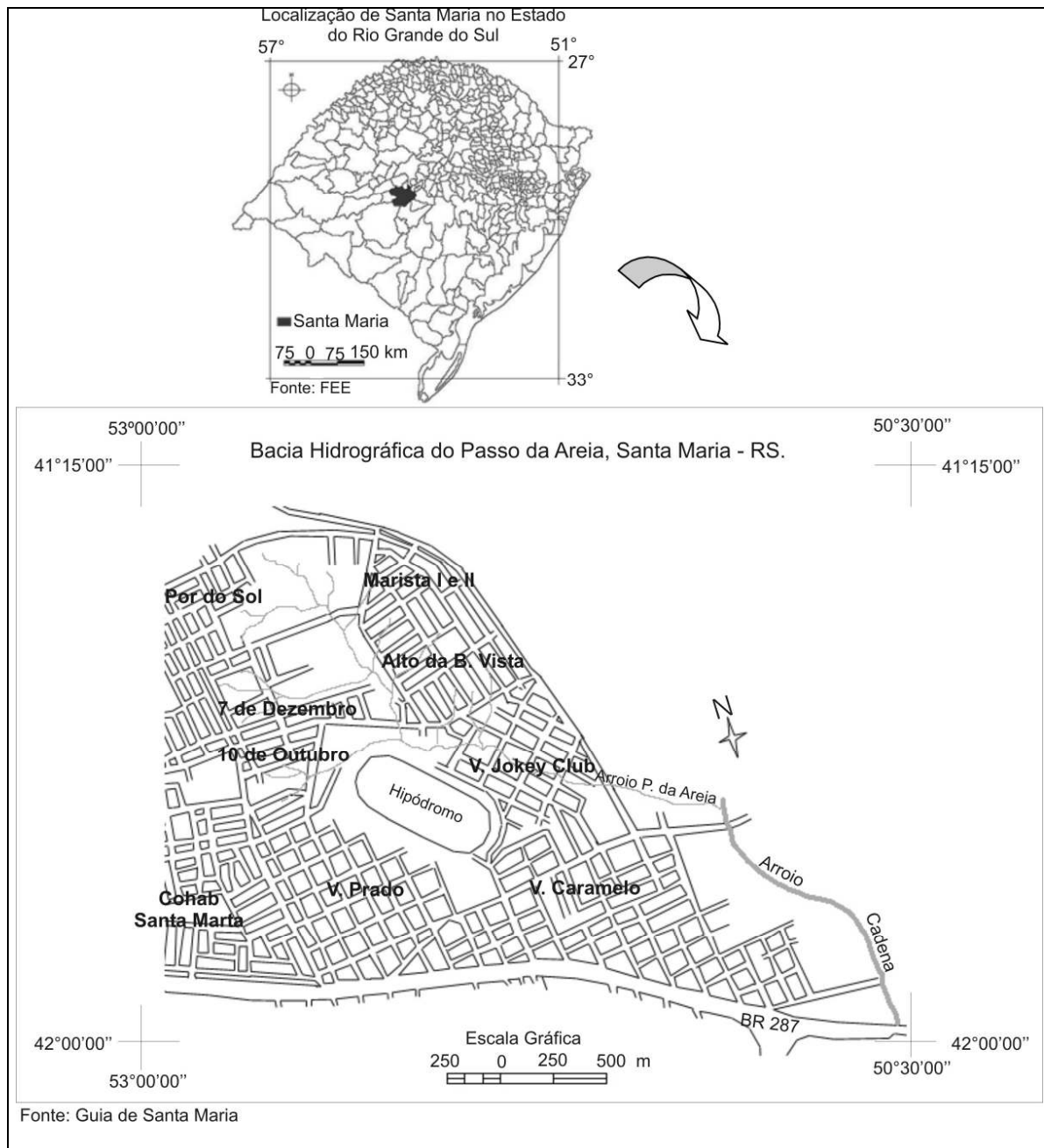


FIGURA 1 – Localização da Área de Estudo no Estado do Rio Grande do Sul.

O bairro Juscelino Kubitschek é formado pelas vilas: Prado, Jockey Club, Caramelo e Rigão, e pelo Conjunto Habitacional Santa Marta. A ocupação neste 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 nesta 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 esta 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 (MNLM).

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 esta 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 mata ciliar, pouco preservada, é encontrada apenas em pequenos trechos ao longo da drenagem.

4. 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.

4.1. 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. Este 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 a erosão acelerada. A susceptibilidade desta 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 camadas com diferentes permeabilidades.

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

4.2. 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 correspondente a unidade de *landform* mapeada por ROBAINA *et al* (2002), como sendo de planície aluvial alta, definida pelas 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 estas 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 à Inundações e Alagamentos no Médio Curso da Bacia do Passo da Areia.

O mecanismo de erosão relacionado aos leitos fluviais, que ocorre junto as paredes e o fundo do leito pelas águas correntes pela ação corrosiva e pelo impacto hidráulico. A corrosão ou efeito

abrasivo das partículas em transporte sobre as rochas e sobre outras partículas, tende a reduzir a rugosidade do leito.

Este processo pode desencadear movimentos coletivos de solo nas margens, pois com a ação corrosiva do fluxo do rio atuando nas margens arenosas 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 significativo e que apresentam uma tendência crescente são as inundações/alagamentos.

CERRI (1999), refere-se as enchentes, inundações e alagamentos como processos hidrológicos que afetam muitas das 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 as inundações, este classifica 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 Margem 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 se processa a expansão do solo criado na cidade por incorporação de áreas periféricas ao núcleo urbano, em locais onde a situação do terreno necessitaria de obras corretivas para não ocorrer alagamentos futuros. Estas 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). Estas 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 estes lugares.

A susceptibilidade natural somada ao médio padrão função urbana e a inexistência de registros de acidentes caracterizam o risco geomorfológico associado à dinâmica fluvial relacionado aos solapamentos e a 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.

5. 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 destas 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 se relaciona com as grandes diferenças sociais brasileiras, resultado da implantação de um capitalismo periférico, onde apenas uma pequena parcela da sociedade tem condições financeiras para escolher um local adequado para viver, enquanto o restante da população é obrigada a se estabelecer em áreas geomorfologicamente desfavoráveis à ocupação humana.

No baixo/médio curso da bacia do Passo da Areia, que constituiu-se em uma área de acumulação, é onde encontram-se as áreas com maiores riscos de inundação e alagamento, contabilizando um total de 25 moradias já afetadas por estes 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.

Nesta 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 a 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 expansão das moradias, pois nestes locais não existe sistema de esgoto pluvial e tão pouco cloacal, sendo os dejetos jogados nas drenagens.

Construir uma infraestrutura adequada de conduta 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 necessário a implementação de medidas estruturais de curto prazo, como redimensionamentos de tubulações e a limpeza e desobstrução dos canais que encontram-se com acúmulo de lixo. Medidas de médio e longo prazo estão associadas a melhora da infraestrutura e revegetação das margens, além de projetos que visem a inserção da comunidade no monitoramento do ambiente onde vivem.

6. 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 al.* Caracterização Geológica-Geotécnica e Avaliação do Risco do Conjunto Taquaril, Belo Horizonte (MG). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA E AMBIENTAL, 10º., 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 al. 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.

