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

Bernadete Weber Reckziegel¹
Luis Eduardo de Souza Robaina²
Edson Luis de Almeida Oliveira³

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 são causadores 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 responsável 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

¹ Mestranda do Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria-RS. E-mail: bernadetewr@yahoo.com.br

² Professor Adjunto do Departamento de Geociências da Universidade Federal de Santa Maria. E-mail: lesro@base.ufsm.br

³ Mestre em Geografia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. E-mail: edsongeog@yahoo.com.br

movimentos de massa. Conforme Graf (1978), um dos constituintes da natureza mais susceptíveis a desequilíbrios, em função dos impactos pelas diversificadas atividades antrópicas, são 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 idéia 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 infra-estrutura 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 dispendo de capital financeiro para se estabelecer em um lugar seguro para habitar, vêm-se obrigadas a se estabelecer em áreas ambientalmente frágeis (planícies de inundação, áreas deprimidas, encostas íngremes). Além disso, a falta de recursos ou informações técnicas que permitam modificar o ambiente para minimizar ou mesmo evitar a ocorrência de algum acidente.

Este 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 se localizem 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;
- Se identifique 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 (Lei nº 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 (UFES), 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 entende-se 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 infra-estrutura 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 destes levantamentos pode-se estabelecer o padrão urbano dividindo-se a área em Alto, Médio e Baixo Padrão Função Urbana.

Para estabelecermos 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.

Desta 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. Constituí-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, onde 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.

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.

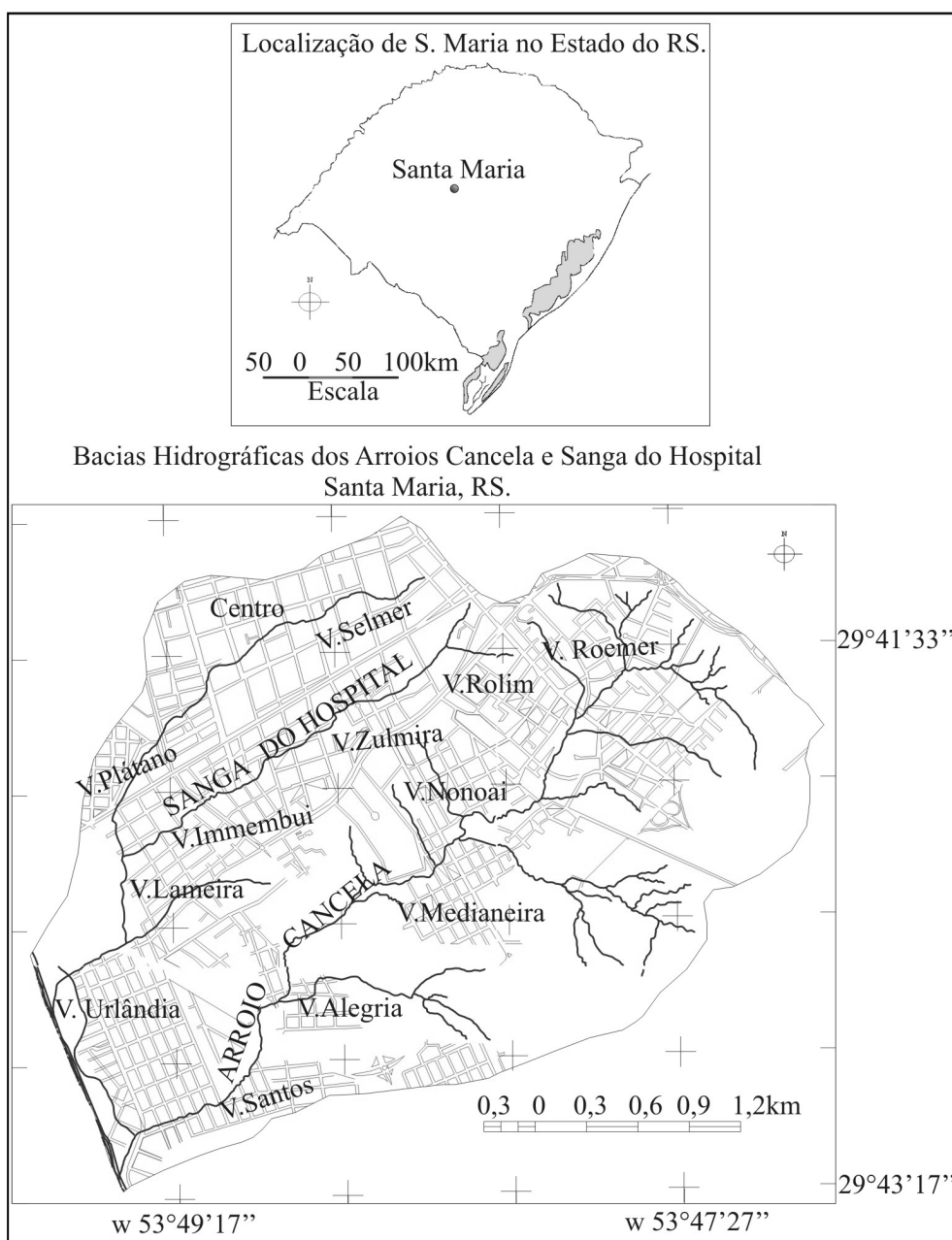


Figura 1- Localização das bacias hidrográficas dos arroios Cancela e Sanga do Hospital no perímetro urbano de Santa Maria-RS.

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. Estas áreas apresentam pequena extensão e declividades superiores a 15% ou instabilidade de taludes naturais. Nestas áreas, as construções tornam-se mais onerosas devido à necessidade de cortes e aterros, e 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 se restringe 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, retelinizados, 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 coloca 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 divididos 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 freqüente 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 freqüente 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, a 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 nesta 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. Estes 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 se torna indispensável para trabalhos onde 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, aumentou o escoamento superficial e diminuiu 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 coloca 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, onde 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, são os barramentos, que dificultam ou "barram" a passagem da água quando aumenta a vazão do canal. Estes 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 se tem, também, o entupimento das tubulações com lixo e sedimentos, o que dificulta a passagem da água e provoca o seu acúmulo e, conseqüente alagamento das áreas marginais à montante.

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

Os riscos associados à dinâmica fluvial ocorrem com mais freqüência 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 esta 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.

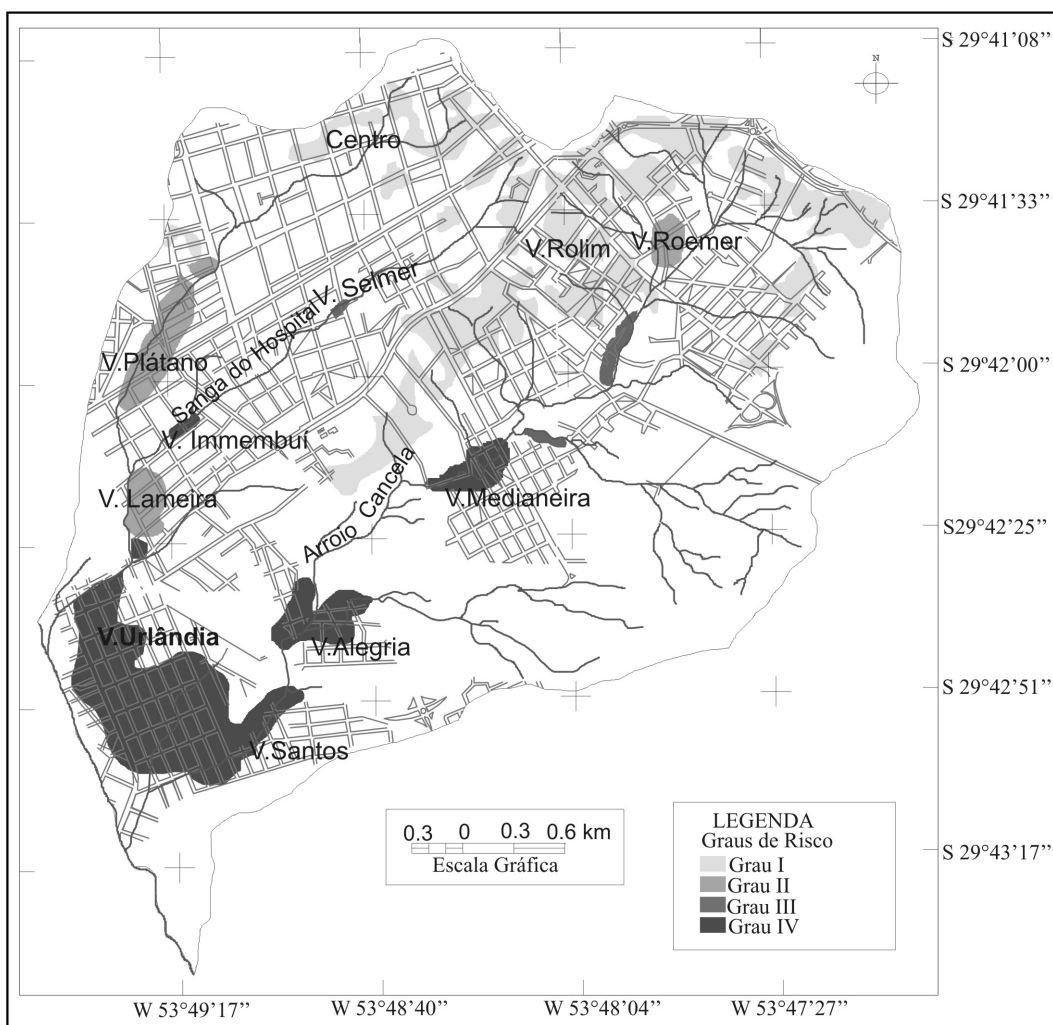


Figura 2 – Zoneamento e hierarquização das áreas de riscos geomorfológicos nas bacias hidrográficas dos arroios Cancela e Sanga do Hospital, Santa Maria-RS.

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 a inundação/alagamento na Vila Roemer, que apesar de ser uma área de alto padrão função urbana, apresenta registro de acidentes.

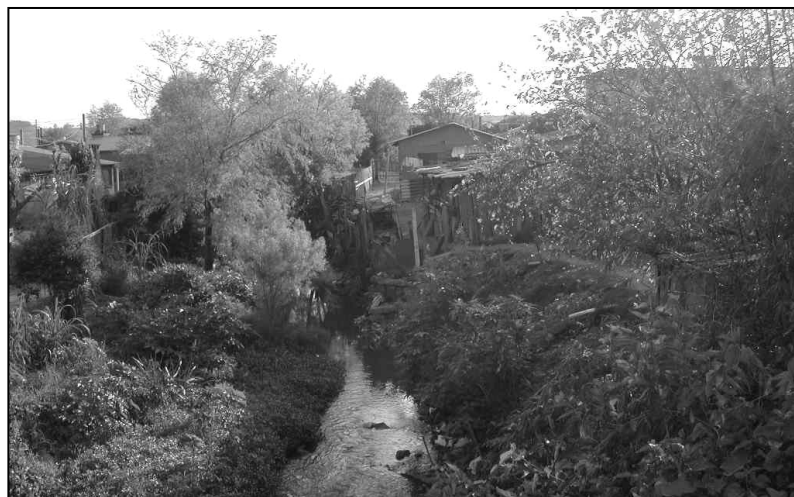


Figura 3 – Risco de erosão de margem na Vila Santos.



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 também ocorrem 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. Este 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 também 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 intensa ocupação urbana das bacias e o controle dos mesmos 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, e 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 infra-estrutura adequada de conduta 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 necessário 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 melhora da infra-estrutura e restauração da vegetação das margens, além de projetos que visem a 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 a 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 se coloca como um desafio para a sociedade e exigem 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, 22 p.
- 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. CD ROOM.

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.