

HIERARQUIZAÇÃO DAS MORADIAS COM RISCO GEOMORFOLÓGICO ASSOCIADO AO ARROIO CADENA – SANTA MARIA, RS: ESTUDO DE CASO NAS VILAS OLIVEIRA, LÍDIA E URLÂNDIA¹

Luís Eduardo de Souza ROBAINA²

Elisabete Weber RECKZIEGEL³

Bernadete RECKZIEGEL⁴

Magno Gonzatti BOMBASSARO⁵

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. Neste 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 das mesmas. Para as moradias com risco de alagamento foi considerado a cota do terreno em que estão construídas. Nestas 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.

Abstract

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

In the city of Santa Maria, the growth of the urban area occurred with the occupation of the margins of Arroio Cadena, 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 Arroio; 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.

¹ Desenvolvido no Laboratório de Geologia Ambiental da UFSM, com apoio do CNPq

² Professor do Departamento de Geociências da UFSM - lesro@base.ufsm.br

³ Grupo de pesquisa do Laboratório de Geologia Ambiental da UFSM - elisawr@yahoo.com.br

⁴ Mestranda em Geografia – bernadetewr@yahoo.com.br

⁵ Grupo de pesquisa do Laboratório de Geologia Ambiental da UFSM – magno_eu@yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

O município de Santa Maria localiza-se na porção central do Estado do Rio Grande do Sul, possuindo uma área de 1823,1 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).

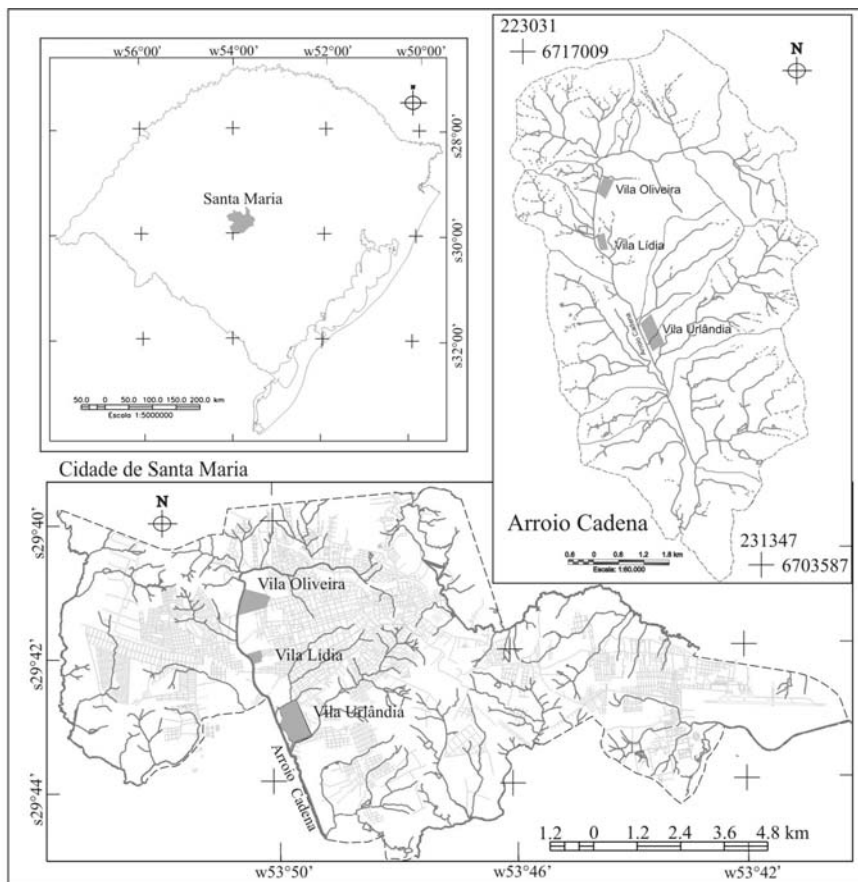


Figura 1 - Localização das Vilas Oliveira, Lídia e Urlândia

Neste 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, Lídia 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 constitui 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 levado 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 considerou-se 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 esta 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 se localiza na Depressão Periférica Sul-rio-grandense, onde predomina um relevo formado de colinas suavemente onduladas com substrato formado de rochas sedimentares de Idade Mesozóica da

Bacia do Paraná. Na porção norte da cidade o relevo é mais acidentado ocorrendo morros e morrotes pertencentes a Serra Geral.

As Unidades Geológicas que ocorrem na cidade são a Formação Caturrita, constituída por arenitos finos à médios intercalados por camadas de siltitos; a Formação Santa Maria que é constituída por um substrato com seqüência 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 seqüências de derrames.

Devido a 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 se encontram 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 a erosão, estão aumentando a largura do canal e evoluindo em direção as moradias localizadas nas suas margens.

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

Outro fator que contribui para o alargamento e o aprofundamento da calha do arroio associa-se a 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 sejam depositados.

Modificações Tecnógenas no canal

Uma das mais importantes modificações ocorridas no Arroio Cadena e em seus afluentes são 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 do mesmo. Isto contribuiu para o aumento da possibilidade de ocorrência de acidentes associados à dinâmica fluvial na jusante. Estas modificações aumentam a velocidade da água que escoam 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 se concentram, 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 escoam "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 Lúcia e a microbacia do Arroio Cancela, que abrange a Vila Urlândia, em Microbacia de Muito Alto Grau de Intervenção. Nestas microbacias é que se encontram 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, intensificaram os processos de erosão marginal e provocam 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, Lídia e Urlândia se localizam na porção de médio curso do arroio e grande parte da área a montante da bacia se encontra urbanizada. Quando ocorrem eventos pluviais intensos a erosão das paredes do canal nestas porções se intensifica 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 nestas 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 escoia são abertos sulcos que em alguns casos evoluem em direção as 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 se expandiu em direção ao Arroio Cadena, onde as moradias passaram a ser construídas sobre a planície de inundação do mesmo (principalmente junto a 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 nestes 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 este 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 destes afluentes atingindo as moradias próximas.

Nas Vilas Oliveira e Lídia este processo possui pouca significância, uma vez que o Arroio Cadena teve seu leito aprofundado e alargado na área de abrangência das mesmas, 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 desta 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).

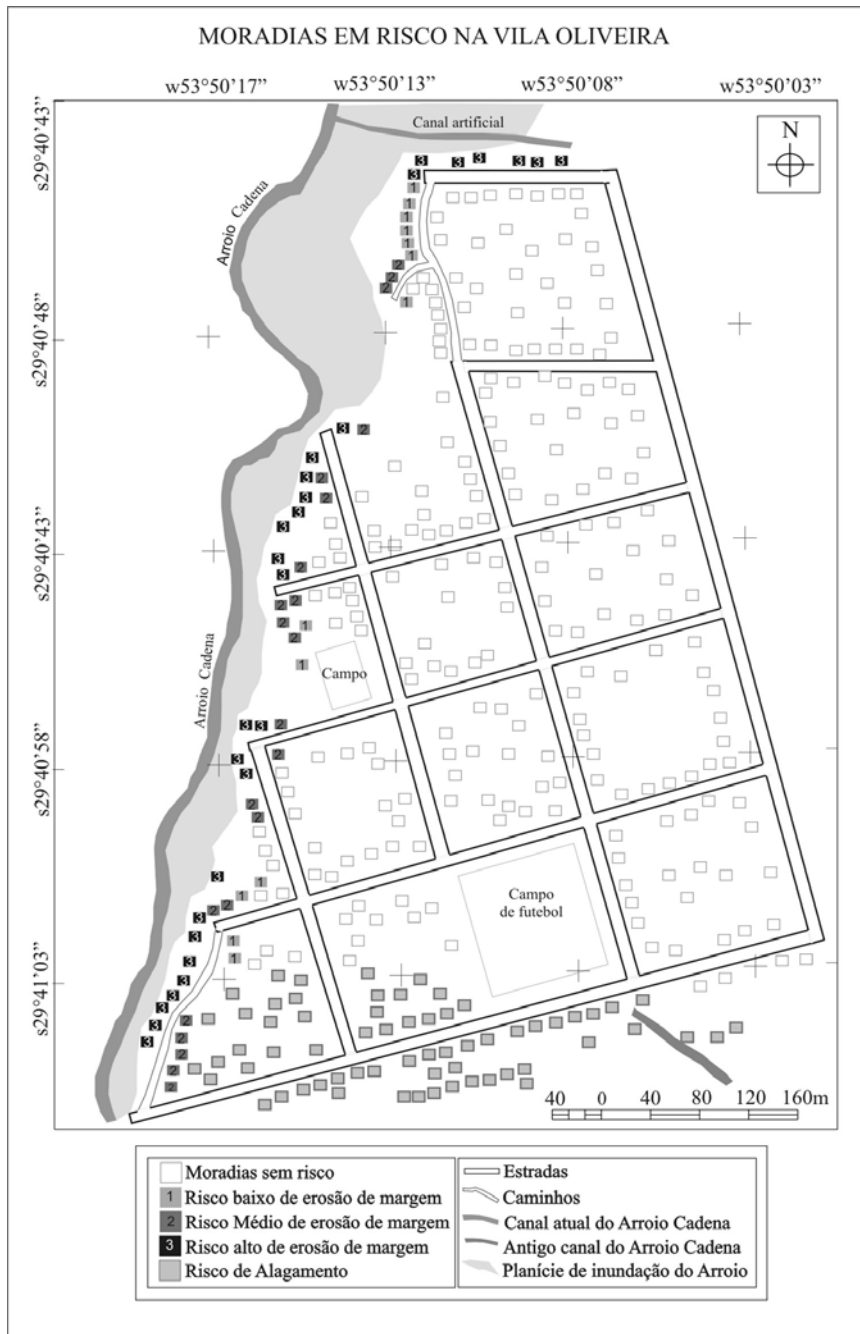


Figura 3 - Moradias com risco de erosão de margem na Vila Oliveira

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 a erosão de margem, está avançando em direção as residências.

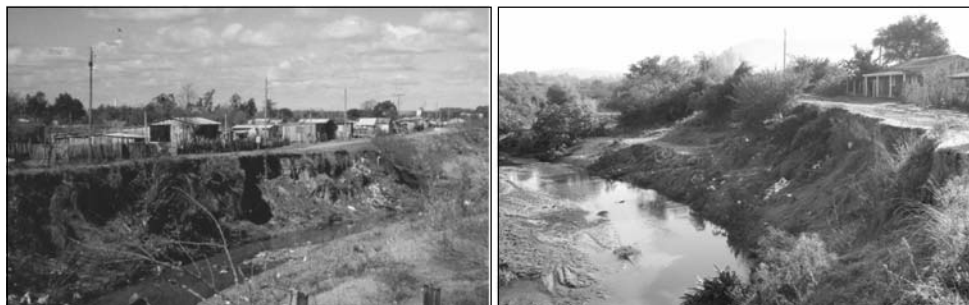


Figura 4 - Moradias com risco de erosão de margem – Vila Oliveira

As 22 moradias que apresentam risco médio de deslizamento devido a erosão marginal localizam-se entre 5 e 15 metros das margens do arroio. Esta distância não oferece segurança às moradias, considerando-se a velocidade do solapamento das paredes do arroio.

As 13 moradias que apresentam risco baixo se localizam 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 se localizam 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 desta área, altamente susceptível a alagamentos, populações de baixa renda se estabeleceram neste local.

Nestas áreas rebaixadas, onde as residências se localizam 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, intensificam 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 $w53^{\circ}50'01''$ e $w53^{\circ}50'14''w$ e entre $s29^{\circ}41'38''$ e $s29^{\circ}41'51''$. No final da década de 1980 ocorreram as primeiras ocupações que desencadearam o surgimento da mesma.

Geologicamente está localizada sob depósitos fluviais recentes associados ao canal principal do Arroio Cadena. Robaina *et al.* (2002, p. 149) classifica a área como planície aluvial baixa, onde 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 destas moradias se encontram a menos de 2 metros do arroio (Figura 6).

Existem 4 moradias que apresentam risco médio de erosão marginal, destas, 3 se localizam 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 se localiza na porção norte, onde a topografia é plana, próximo a 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 do mesmo, feito com lixo e restos de rejeito aumentou a susceptibilidade do local tornando-o mais propício para o acúmulo de água.

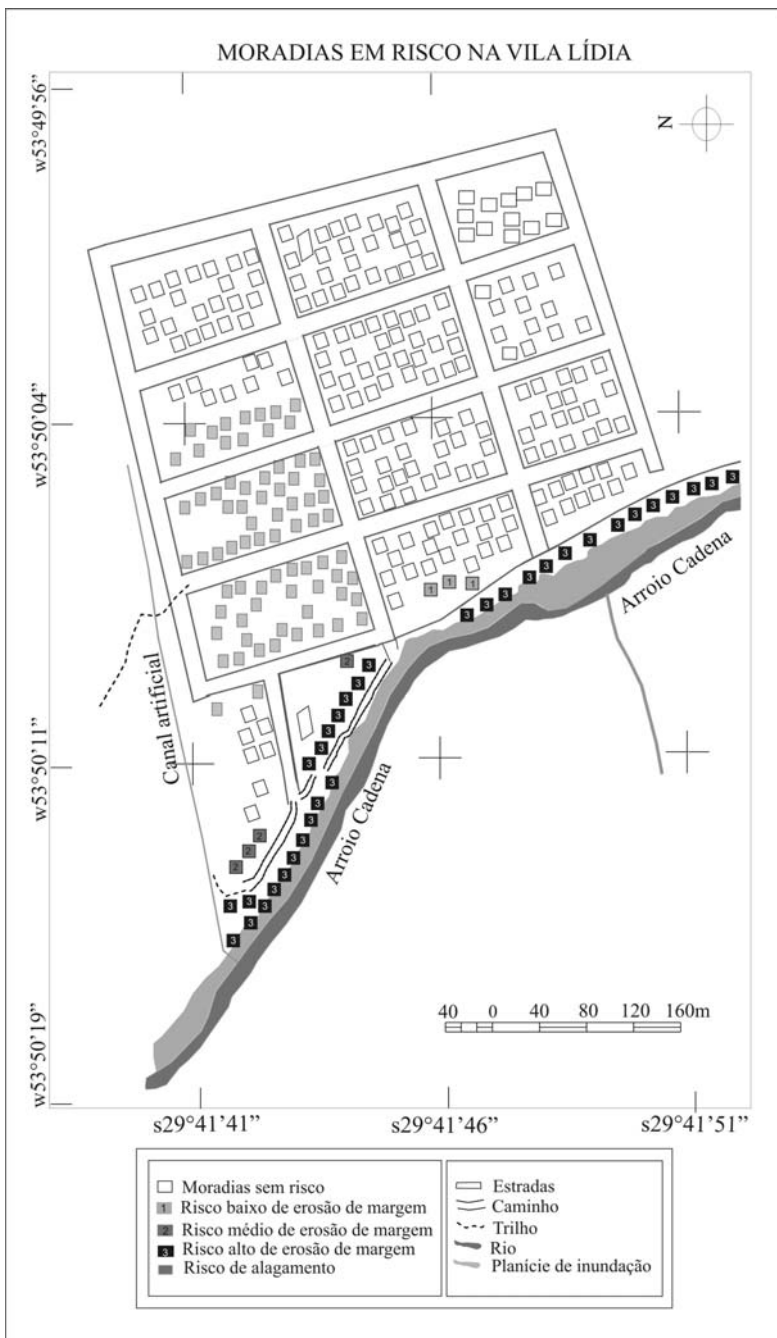


Figura 5 - Moradias em risco na Vila Lídia



Figura 6 - Moradia que está em risco médio e alto de erosão de margem – Vila Lídia

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. Estes 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 a Vila Urlândia. Este 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 à 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 dos terrenos das mesmas. 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 com risco de inundação. Estes canais funcionam como arroios artificiais e escoam permanentemente a água acumulada nos barreiros abandonados. As moradias situadas nas margens e nas áreas próximas destes canais estão sujeitas a inundação pelo transbordamento dos mesmos, 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).



Figura 8 - Moradias em risco situadas nas margens do arroio Sanga do Hospital – Vila Urlândia

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. Nesta 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).



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 desta 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. Estes 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. Neste 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 destas moradias é menor do que as situadas nas margens do Arroio Cancela, devido a 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 condizente com a necessidade de escoamento, e a falta de manutenção dos mesmos são os principais problemas existentes no sistema de microdrenagem.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os riscos geomorfológicos existentes nas Vilas Oliveira, Lídia 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 a 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 a montante do mesmo 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 evitem 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.

Recebido em junho de 2007

Aceito em julho de 2007