



MODIFICAÇÕES ANTROPOGÊNICAS NOS CANAIS DE DRENAGEM EM ÁREA URBANA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO ARROIO CADENA, SANTA MARIA/RS.

Oliveira, Edson Luis de Almeida - Mestrando UFRGS
Robaina, Luis Eduardo de Souza - Prof. Dr. UFSM/UFRGS
Reckziegel, Bernadete Weber – Acadêmica de Geografia/ UFSM

Endereço: LAGEOLAM, Av. Roraima, Prédio 17, Sala 1113C, UFSM, Camobi. CEP:
97.105-900.

E-mail: lesro@hanoi.base.ufsm.br - edsongeog@yahoo.com.br

Palavras-chave: Canais de Drenagem, Bacia Hidrográfica, Dinâmica Superficial.
Eixo: Geomorfologia em Áreas Urbanas

Introdução

O surgimento das primeiras aglomerações humanas esteve relacionado ao fato destas, surgirem ao longo dos canais de drenagem, pela necessidade de ocupação de suas margens férteis para a produção agrícola.

Nas cidades modernas, pós-industrialização, a ocupação das margens dos rios ocorre principalmente pela parcela da população marginalizada pelo sistema econômico. Além disso, ocorre uma descaracterização completa dos canais fluviais em suas características físicas.

Os canais de drenagem que constituem a Bacia Hidrográfica do Arroio Cadena, na cidade de Santa Maria, encontram-se em um estágio de profundas alterações, tanto de suas características morfológicas, como de sua capacidade hidrodinâmica, principalmente nos trechos que estão inseridos na área urbana.

Como a ocupação do espaço urbano reflete a ação entre os diversos agentes que o disputam, ocorre a maximização deste espaço, com a incorporação das margens dos canais para fins imobiliários. Desrespeitando-se assim, a legislação vigente (Lei Federal 6.766/79), que estabelece os 30 metros adjacentes aos cursos fluviais, como susceptíveis aos processos de inundação e solapamento das margens, estabelecendo estas áreas com sendo "non aedificandi".

As intervenções diretas nos canais estão relacionadas com a proteção das margens com pedras soltas e pneus, usados para conter a erosão das margens, e em muitos casos, a plantação de taquaireiras. Associado às populações de maior poder aquisitivo, quando no seu terreno cruza um canal fluvial, ocorre a construção de muros de arrimo ou até mesmo de pequenas galerias setorizadas, onde o canal fica completamente fechado em alguns trechos.

Essas mudanças vêm ocorrendo ao longo da história da cidade de Santa Maria, mas intensificaram-se nos últimos trinta anos, quando a pressão sobre o ambiente natural tornou-se maior, com o adensamento da população nas áreas marginais aos canais fluviais e a incorporação de novas áreas ao espaço urbano.



A Bacia do Arroio Cadena é composta por 15 microbacias hidrográficas, sendo que 11 estão localizadas na área urbana de Santa Maria, e as demais encontram-se em área propriamente rural, sendo três em território que pertencente ao Exército Nacional.

Metodologia

A metodologia utilizada para a análise dos cursos fluviais urbanos constituiu-se, num primeiro momento, na compilação do material cartográfico disponível, tais como cartas topográficas em escala de 1:25.000, mapa da Bacia do Arroio Cadena em escala de 1:10.000 e; mapa informativo sobre os bairros, vilas e ruas da cidade de Santa Maria em escala de 1:10.000.

A partir destes mapas foi estabelecido os canais fluviais urbanos e, posteriormente através de trabalhos de campo percorrendo todos os canais fluviais, foi possível identificar as suas principais características e as alterações provocadas pelas atividades humanas.

Foram, também, identificados os processos erosivos atuantes nas margens, as medidas de contenção feitas pelos moradores, o estado da vegetação ciliar, e o padrão/função urbana de cada área.

Para as intervenções realizadas nos canais adotou-se o seguinte critério de análise:

Canais Abertos: são aqueles canais que percorrem a área urbana, onde há o predomínio de trechos abertos, sem grandes intervenções nas margens e no leito.

Canais Fechados: são os canais que percorrem a área urbana, em que há o predomínio de trechos onde o canal encontra-se completamente fechado por galerias de concreto.

Canais Mistos: são os canais em que alguns trechos encontram-se completamente abertos, outros com algum tipo de proteção nas margens, e em alguns casos, encontram-se trechos completamente fechados por galerias setorizadas.

Canal Retificado: são os trechos dos canais onde a intervenção ocorreu modificando-se a morfologia do canal e o seu percurso, mas o canal continua aberto.

Barramentos: são todas aquelas obras realizadas nos canais de drenagem que formam pequenos barramentos do canal. Os barramentos estão associados às vias perpendiculares ao canal e suas respectivas tubulações.

Com a elaboração do mapa dos canais urbanos e sua distribuição espacial na Bacia hidrográfica do Arroio Cadena, foi possível obter uma setorização por microbacias hidrográficas, onde estabeleceu-se o estado de intervenção na rede de drenagem em:

Microbacias com alto impacto: refere-se às microbacias onde a rede de drenagem encontra-se no seu estágio máximo de descaracterização, pois a maioria dos canais ou encontra-se fechado, retificado ou misto. Ocorre nas áreas onde o processo de urbanização é mais antigo e, conseqüentemente, onde tem-se as maiores alterações da rede de drenagem.

Microbacias com médio impacto: são aquelas onde os canais já mostram vestígios de alterações, com alguns trechos mistos e algumas nascentes já canalizadas de modo fechado, ainda com trechos com baixa intervenção antrópica.

Microbacias com baixo impacto: são aquelas bacias onde a ocupação urbana encontra dificuldade de expansão. Desta forma o adensamento populacional é menor e a



ocupação é mais recente. Ressalta-se que estas áreas constituem-se em vetores de crescimento da cidade.

Microbacias não urbanas: são aquelas onde predominam atividades rurais, ou seja, são aquelas onde não há um espaço urbano altamente construído.

Fundamentação Teórica

Botelho (1999, p. 269), caracteriza a Bacia Hidrográfica como “uma unidade natural de análise da superfície terrestre, onde é possível reconhecer e estudar as inter-relações existentes entre os diversos elementos da paisagem e os processos que atuam em sua esculturação”. Assim sendo, a autora considera a bacia como um ‘sistema aberto’ com entrada e saída de energia uma vez que a água se interrelaciona com outros recursos naturais como solo, vegetação, litologia e estrutura das rochas, não podendo ser separada do meio ambiente, sendo que qualquer mudança nela introduzida poderá afetar suas características originais.

A tendência atual envolve o desenvolvimento sustentável da bacia hidrográfica, que implica no aproveitamento racional dos recursos com o mínimo de danos ao ambiente, uma vez que a política Nacional de Recursos Hídricos, Lei Nº 9.433, de 8 de janeiro de 1998, estabelece em seus conceitos Básicos a utilização da Bacia Hidrográfica como unidade de Planejamento e Gestão.

De encontro a isso, ressalta-se a importância que assume o mapeamento cartográfico via SIGs (Sistema de Informações Geográficas) no fornecimento e na construção de um banco de dados básicos para o conhecimento atual da rede drenagem, principalmente daqueles canais inseridos em áreas urbanas, que são os mais afetados pelo processo de degradação ambiental.

“As atividades humanas têm-se constituído pela forma de produção que gira em torno dos recursos naturais. Assim, os processos de produção desses recursos se integram e interagem pela ação do meio ambiente e do homem, que se apropria e transforma o meio físico”. (CASSETI, p. 1991).

ANÁLISE DOS RESULTADOS

Com a realização dos trabalhos cartográficos e das pesquisas a campo foi possível realizar um diagnóstico do atual estágio das intervenções antrópicas nos canais de drenagem da Bacia Hidrográfica do Arroio Cadena, sendo possível realizar um zoneamento por microbacia.

Microbacias com alto impacto

Estas bacias são aquelas que ao longo do processo de formação do espaço urbano de Santa Maria sofreram o maior grau de intervenção antrópica, Corresponde às bacias hidrográficas dos arroios: Cancela, Sanga do Hospital (Presidente Vargas), Itaimbé e do Rosário (Figura 1 e 2- em anexo).

Estas bacias tem com substrato geológico em seus médio/alto cursos as formações Santa Maria e Caturrita. Em alguns trechos formando morros testemunhos, encontram-se arenitos das Formações Botucatu, e rochas vulcânicas da Formação Serra Geral

Conforme Maciel Filho (1990), a formação Santa Maria é formada na base por um arenito grosseiro, feldspático e poroso. Segue-lhe uma seqüência de siltitos e arenitos



argilosos, estratificados e de cores variadas, sendo o processo de intemperização deste material inicialmente físico. O solo originado é geralmente raso, com cerca de 50 cm. Esta unidade é praticamente impermeável, sendo que a parte superior funciona como uma capa impermeável, enquanto os siltitos e arenitos argilosos da base são semi-permeáveis. A resistência à erosão desta unidade é fraca, sendo que, quando desprovida de vegetação fica sujeita aos processos erosivos, com freqüente formação de ravinações.

A Formação Caturrita é constituída por camadas de arenitos finos a médios, de cor rosa a cinza claro de composição essencialmente quartzosa e matriz argilosa, contendo, em algumas partes, considerável teor de feldspatos. A formação caturrita é uma formação complexa, com aquíferos, camadas semi-permeáveis e impermeáveis. Os solos originados desta formação quando expostos apresentam baixa resistência a erosão (Maciel Filho, 1990).

Os depósitos quaternários estão associados à várzea do Arroio Cadena, na foz dos seus afluentes. Esses depósitos constituem-se essencialmente por material arenoso inconsolidado, extremamente friável. A espessura dos depósitos varia muito, sendo que junto à rua Venâncio Aires a espessura dos sedimentos é de aproximadamente 3 metros, e na Vila Oliveira chega à 5 metros (op. cit),

De acordo com Robaina *et al* (2002, p. 146), as unidades de relevo que predominam neste setor da Bacia hidrográfica do Arroio Cadena são as colinas junto ao rebordo, onde “o principal processo geomorfológico está associado à ação da erosão laminar e erosão em sulcos, em especial junto as cabeceiras de drenagem”.

Na porção oeste e sudoeste deste setor encontra-se a unidades de planície aluvial baixa e no extremo noroeste e norte a unidade de *landform* de planície aluvial alta. Estas unidades estão relacionadas ao canal principal do Arroio Cadena, apresentam o lençol freático próximo à superfície e são compostas por sedimentos inconsolidados de formação recente. Os processos geomorfológicos atuantes nessa unidade estão associados a inundações e erosão das margens fluviais. (Robaina et al, 2002).

No extremo sul deste setor tem-se a presença de colinas suaves e morros residuais, representados pelos morros Mariano da Rocha e Cerrito, estes um testemunho do antigo posicionamento da escarpa do Planalto. Os morros testemunhos encontram-se capeados por rochas vulcânicas e arenitos da Formação Botucatu. Os principais processos geomorfológicos atuantes nas vertentes são a erosão e os movimentos de massa. (Robaina et al, 2002).

As declividades predominantes nas bacias hidrográficas de alto impacto são de aproximadamente 10%. Associado ao canal principal do Arroio Cadena e seus afluentes as declividades são inferiores a 2%. Apenas nos divisores d' água das microbacias é que encontram-se declividades superiores a 30%.

É sobre a ampla colina que serve como divisor d' água destas microbacias que teve início o povoamento da cidade de Santa Maria, no final do século XVIII.

De acordo com Moraes (1982), em 1861 foi elaborada a primeira planta da cidade, tendo início a construção de um espaço urbano. Conforme Belém apud Moraes (1982, p. 16), "tendo sido concluída e aprovada a planta da vila, foram demarcados os quarteirões e numerados os respectivos terrenos urbanos, os quais foram cedidos, em aforamento perpétuo, a quem os requeria, sob condição de os edificar no prazo máximo de um ano."

Em 1883 teve início o vetor de crescimento urbano em direção ao Arroio Cadena com a rua da Aldeia, atualmente Presidente Vargas, sendo nivelada e alargada (op. cit). O ano de 1895 foi um marco no início da impermeabilização do solo, com o calçamento da



cidade com pedra irregular, sendo, primeiro, pavimentada a quadra principal da rua do comércio, atual Dr. Bozano (op. cit.).

Este foi o início do processo de construção do ambiente urbano de Santa Maria, já com significativas mudanças do ambiente natural, mas é a partir de 1980 com a implantação do programa CURA (Comunidade Urbana de Recuperação Acelerada) que ocorrem profundas transformações, principalmente com a rede de drenagem, pois é realizado a canalização do Arroio Itaimbé, a pavimentação da Avenida Fernando Ferrari, quando foi instalado um bueiro metálico de 4,3 metros de diâmetro sobre o Arroio Cancela.

É neste setor da bacia do Arroio Cadena que encontramos o melhor padrão função urbano da cidade de Santa Maria, tanto em relação ao espaço de habitar como em relação a infra-estrutura criada. Assim sendo, os bairros ocupados pelas classes sociais média e alta, estão inseridos neste setor, como o Bairro Centro, Nossa Senhora de Lourdes e Medianeira.

As vias públicas são, na quase totalidade, asfaltadas. Em algumas áreas periféricas deste setor encontram-se vias sem calçamento, o mesmo pode-se inferir com relação ao esgoto pluvial. Com relação às moradias, predomina o médio/alto padrão construtivo, havendo, também, moradias mais precárias normalmente situadas próximas à rede de drenagem ou em locais com deficiência em infra-estrutura urbana, sendo que as moradias com maior deficiência infra-estrutural localizam-se na porção sudoeste do setor, no baixo curso das bacias dos arroios Cancela e Sanga da Aldeia. Poucos são os trechos dos canais deste setor que não apresentam algum tipo de intervenção.

Os canais de drenagem da bacia do Rosário encontram-se com apenas um pequeno trecho do canal aberto, próximo à confluência com o Arroio Cadena. Toda a porção do médio e alto curso, localizada na área central da cidade, encontra-se completamente fechada, assim como o microbacia do Arroio Itaimbé, que é hoje uma área de lazer, encontrando-se totalmente canalizada de forma fechada.

A bacia Presidente Vargas ou Sanga da Aldeia tem suas nascentes na área central totalmente fechadas. Em alguns trechos do médio e baixo curso ela fica aberta, mas com suas margens completamente descaracterizadas pelas obras de contenção, assim como seu leito.

A microbacia do Arroio Cancela apresenta seus canais abertos nas nascentes da margem esquerda, mas já ameaçadas pelo crescimento de condomínios residenciais nesta porção. As nascentes da margem direita encontram-se com canalização mista e fechada, assim como o seu canal principal, até a confluência deste com o Arroio Cadena.

O canal principal da Bacia do Arroio Cadena, devido às obras realizadas pela Prefeitura Municipal na década de oitenta, quase nada apresenta de suas características naturais, tendo sido completamente retificado neste setor. O espaço que existia entre o leito atual e o canal original, que foi aterrado, não resistiu a pressão e hoje constitui-se numa área residencial, ocupada em sua maioria por populações que não tem opções dentro da cidade, sendo que nestes locais é que se encontra o pior padrão função urbana destas microbacias.

Conforme Maciel Filho (1990), nos locais onde hoje estão construídas as vilas Oliveira e Lídia, sobre o antigo canal, constituíam-se áreas de depósito de Resíduos Sólidos Urbanos. Sendo assim, é uma área que pode apresentar sérios problemas sanitários, como proliferação de vetores causadores de doenças e geração de odores desagradáveis.

As obras de canalização e retificação do canal principal da bacia do arroio Cadena, atingiram o objetivo de evitar que nas épocas de cheias o canal transborde neste trecho.



Mas como não aconteceram obras não-estruturais, como fiscalização do trecho que foi modificado para evitar a ocupação humana, e um controle integrado em nível de bacia hidrográfica depois das obras, novas áreas a montante foram ocupadas para uso residencial, e com isso houve a intensificação dos problemas relacionados à rede de drenagem.

Como o canal principal do Arroio Cadena tem uma baixa declividade, o assoreamento foi inevitável, assim como, a intensificação da erosão de suas margens. Somando-se estes dois aspectos, hoje tem-se um canal em franco processo de assoreamento, formando, em vários trechos, bancadas de areia e soleiras, que naturalmente são ocupadas pela vegetação. Desta forma, gradualmente o canal vem diminuindo a capacidade de vazão durante as cheias, podendo em médio prazo a água novamente sair de sua calha. Com isso teria-se o retorno de um sério problema: as inundações, que associadas à erosão das margens, que foram intensificadas com a retificação, aumentam a possibilidade de surgimento de novas áreas de risco geomorfológico associadas à dinâmica fluvial.

Microbacias com médio impacto

Estas microbacias foram definidas como sendo aquelas onde os canais de drenagem urbana já mostram significativos vestígios de alterações, com alguns trechos mistos, algumas nascentes já canalizadas de modo fechado, mas ainda é possível encontrar, em alguns trechos, a vegetação ciliar em melhor estado de conservação.

Este setor da Bacia hidrográfica do Arroio Cadena é composto pela microbacia do Passo da Areia, localizada a noroeste da cidade, pela microbacia Genro Filho, localizada na porção sudeste da cidade, pela microbacia do Itararé, localizada a nordeste, e pela microbacia Chácara das Flores. Ambas as microbacias constituem-se em fortes vetores de crescimento urbano.

Na microbacia da Chácara das Flores a urbanização teve início com o auge da Rede Ferroviária Federal, dando origem a um dos bairros mais antigos de Santa Maria, o bairro Salgado Filho.

A partir dos primeiros núcleos urbanos, a cidade de Santa Maria cresce para os locais que não apresentam restrições à ocupação, principalmente no sentido Leste - Oeste, acompanhando o curso do canal principal do Arroio Cadena, pois ao norte da cidade tem-se as altas declividades associadas ao rebordo, e ao sul a planície de inundação do Arroio Cadena, que hoje já foi incorporada a área urbana.

Do médio ao alto curso desta bacia, existem áreas urbanas, mas as edificações estão distantes das margens, desta forma os canais encontram-se abertos. Um indício positivo da baixa intervenção antrópica é a manutenção da vegetação ciliar, principalmente em suas nascentes.

A manutenção deste estado de conservação da vegetação é indispensável, pois sendo uma área onde as declividades são elevadas e o substrato formado por rochas predominantemente sedimentares, constitui-se em área fonte de material sólido para a Bacia do Arroio Cadena. Assim sendo deve ser mantido o estado atual, para que não aumente o processo de assoreamento do canal a jusante e para que se mantenha a atual forma do canal.



Além disso, a expansão urbana para as áreas que apresentam maior energia do relevo, pode vir a desencadear movimentos de massa. Isso ocorre na microbacia do Itararé, onde o morro Cechela, um morro testemunho engastado, está sendo incorporado para fins de moradia pela população que não tem condição de adquirir um terreno em área mais apropriada. Nesta microbacia já foram registrados quatro eventos/acidentes associados à dinâmica de encosta.

A microbacia do Passo da Areia tem seu substrato formado por camadas de arenitos finos a médios, de cor rosa a cinza claro, de composição essencialmente quartzosa e matriz argilosa, pertencentes às Formações Santa Maria e Caturrita.

Os canais de drenagem que cruzam esta microbacia em área urbana estão sobre as unidades de relevo representadas pelas colinas suaves e colinas junto ao rebordo. Nos baixo e médio cursos predominam declividades entre 5 a 12%, já no alto curso as declividades que predominam são as superiores a 12%.

A vegetação atual é composta essencialmente por formações herbáceas, sendo que a mata galeria encontra-se apenas em pequenos trechos ao longo da drenagem.

Localizada no setor noroeste da cidade, a microbacia do Passo da Areia compreende os bairros Juscelino Kubitschek e a área de ocupação recente conhecida como Nova Santa Marta. A ocupação do bairro Juscelino Kubitschek é relativamente antiga, tendo iniciada na década de 1970 de forma dispersa e se adensando com o crescimento da cidade. As condições de infraestrutura disponíveis são ruas calçadas e água encanada. Os conflitos existentes nesta microbacia se estabelecem em função da fragilidade do ambiente, este submetido a um rápido crescimento urbano no último período.

A área que compreende a Nova Santa Marta foi submetida a um rápido processo de crescimento urbano, a partir do final de 1991 quando a área que fazia 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), em um levantamento realizado pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), em 1995, constatou-se que na localidade existiam cerca de 3700 famílias. Conforme Pinheiro (2002) hoje residem nas seis vilas que formam o conjunto Nova Santa Marta cerca de 4.800 famílias.

A Nova Santa Marta ficou conhecida como o lugar dos “sem-teto”, essa designação ocorre em função da precariedade socioeconômica da população que ali se estabeleceu, pois o local ainda hoje não tem um infraestrutura urbana adequada, apresentando somente água encanada disponível e luz elétrica. Esta localidade é constituída das seguintes vilas: 7 de Dezembro, 10 de outubro, Núcleo Central, Alto da boa Vista, Pôr-do-sol, Marista I e II.

Os canais de drenagem em área urbana desta microbacia apresentam-se em franco processo de deteriorização, por ser uma área periférica e de expansão urbana, localiza-se distante dos equipamentos urbanos. Atualmente está sendo ocupada por aqueles que não dispõem de recursos para adquirir um lote em área mais valorizada do espaço urbano.

A ocupação das nascentes acontece de forma espontânea, estão sendo gradualmente soterradas, para dar espaço à construção das moradias. Vários afluentes da margem esquerda da microbacia já encontram-se completamente fechados.

Este procedimento em médio prazo pode vir a comprometer as edificações construídas sobre estes afluentes. Mesmo apresentando um baixo fluxo superficial, no contato solo rocha existe um fluxo subsuperficial, pois a camada arenosa esta sobre um material impermeável, de constituição siltico-argilosa, que causa erosão interna que pode avançar para voçorocamentos.



Este fluxo é responsável pelo modelado em anfiteatro, encontrado nas nascentes de microbacia.

No trecho do canal de segunda ordem, e onde encontramos o melhor padrão urbano, o canal encontra-se aberto na maior parte do seu trajeto, mas com intervenções em suas margens, principalmente onde o canal tem um maior poder erosivo. Apenas em um pequeno trecho há uma galeria onde o canal encontra-se completamente fechado.

Estas características classificam esta parte do canal como misto, pois não há uma forma de intervenção homogênea. A forma de intervenção está vinculada diretamente ao poder aquisitivo dos moradores ribeirinhos, sendo que, quem "pode", protege o seu lote em relação a erosão com muros de pedra, concreto armado, e aqueles que não dispõem destes recursos, plantam taquaireiras (muito comum nas margens dos afluentes do Arroio Cadena). As taquaireiras protegem a margem, mas quando tombam podem obstruir o fluxo fluvial.

Outra forma de proteção das margens muito utilizadas pelas pessoas desprovidas de recursos é a tentativa de proteção das margens com pedras soltas, entulho, construção de muros com pneus ou até mesmo lançamento de lixo, estas duas últimas práticas ambientalmente não recomendadas, pois os pneus liberam metais pesados e o lixo acarreta uma série de problemas, como a contaminação do curso d' água e problemas de entupimento das tubulações a jusante, acarretando comumente inundações e alagamentos.

Destaca-se que as ocupações junto ao canal fluvial neste trecho, na maioria dos casos, encontram-se não adensadas junto a margem, embora muitas delas não respeitem os trinta metros a partir do canal como sendo não edificáveis.

A vegetação nativa também foi preservada ao longo das margens, contribuindo assim para uma maior preservação do canal, desde que não seja retirada.

Esta microbacia deveria receber, em um curto prazo, medidas por parte do poder público para disciplinar ocupações futuras, pois qualquer projeto de loteamento envolverá uma grande remobilização do material de cobertura superficial, e este é extremamente friável, este fato desencadearia um incremento da carga sólida da Bacia, provocando assoreamento a jusante, como também o aumento do gradiente erosivo das águas do Arroio Cadena.

A microbacia Genro Filho, localizada na porção sudeste da cidade de Santa Maria, caracteriza-se por ser um vetor de crescimento nesta direção, constituindo-se no limite urbano de sudeste da Bacia hidrográfica do Arroio Cadena.

Tem como substrato geológico a Formação Santa Maria na maior parte da microbacia, mas encontramos no divisor d' água nordeste desta, as formações Caturrita e sobreposta a esta o arenito Botucatu. A Formação Botucatu esta recoberto por uma pequena camada de Riolito Serra Geral, que serve como camada mantenedora, formando o Morro Mariano da Rocha

Ao sul aparecem o arenito Basal Santa Maria, e a oeste os sedimentos fluviais, associados a várzea do Arroio Cadena, ambos descritos anteriormente.

A compartimentação do relevo desta microbacia é representada pelas colinas junto ao rebordo e um morro testemunho, no setor nordeste, onde localizam-se algumas nascentes desta microbacia. A unidade de landform que predomina são as colinas suaves, e junto a várzea do Arroio Cadena a planície aluvial baixa.

A ocupação urbana nesta microbacia vem se processando ao longo dos últimos 25 anos, os loteamentos estão associados à Br-392, que liga Santa Maria com a cidade de São Sepé, formando o bairro Tomazzeti, e as Vilas Tropical e Severo, esta última formando um aglomerado descontínuo, onde o espaço ainda apresenta características rurais.



A bacia Genro Filho possui um padrão urbano médio a alto a montante da Br-392, como o Parque Residencial Dom Antônio Reis, e de médio a baixo a jusante desta, como a Vila Tropical e a Vila Quitandinha.

Os canais de drenagem em área urbana desta microbacia apresentam-se abertos na maior parte do seu curso, com exceção do afluente que nasce no Parque Residencial Dom Antônio Reis, pois neste local a maneira encontrada pelos moradores de conviver com a drenagem foi a canalização de forma fechada

Já na vila tropical este mesmo afluente recebeu intervenção mista, pois a população que habita esta vila é mais heterogênea, e aqueles que têm poder aquisitivo protegem os seus lotes contra a erosão do arroio construindo muros em suas margens, ou em galerias fechadas.

Os demais canais que cruzam a área urbana estão abertos, e destaca-se que nestes canais a vegetação nativa foi mantida nas nascentes a montante da Br-392, esta que forma na intercessão com os canais, barramentos setorizados, que em eventos de alta pluviometria represam a água provocando circunstância de alagamentos em algumas residências.

Microbacias de baixo impacto

As microbacias de baixo impacto são as que os aspectos naturais, principalmente o relevo, impõe dificuldades para a ocupação e expansão urbana. Desta forma o adensamento populacional é menor, principalmente em direção as nascentes, sendo que em alguns lugares, a ocupação é antiga, mas a expansão urbana em direção a montante é recente. Ressalta-se que constituem vetores de crescimento urbano.

Fazem parte deste setor as microbacias da Caturrita e Salgado Filho.

As restrições físicas à ocupação urbana são mais evidentes a partir do médio e alto curso dos canais, pois do médio curso destes em direção a montante predominam as declividades superiores a 12%. A partir deste limite de declividade torna-se necessário a utilização de técnicas de engenharia para a edificação das habitações.

O substrato geológico que predomina nestas microbacias, é constituído por arenitos finos e siltitos das formações Santa Maria e Caturrita, sobre estas formações os processos geomorfológicos esculpiram as colinas junto ao rebordo. Nas nascentes de primeira ordem, junto ao rebordo do planalto, encontra-se o que Robaina *et al* (2002) mapeou como as unidades de landforms de escarpas com topos planos, cobertos pela formação Serra Geral, com derrames de lava cobrindo os arenitos da Formação Botucatu.

Na confluência dos canais formadores das microbacias com o canal principal do Arroio Cadena, encontramos a unidade de landform de planície aluvial alta, associada aos depósitos de várzea do Arroio Cadena.

Encontramos neste setor a transição do ambiente urbano para o rural, com a incorporação do último pelo primeiro de forma gradual, destacando-se a microbacia da Caturrita, com uma área ainda pouco ocupada para fins urbanos.

Os canais de drenagem destas microbacias que cruzam a área urbana, ainda apresentam um baixo impacto com relação à intervenção antrópica, sendo que os canais encontram-se abertos, com a morfologia pouco ou nada alterada, e a zona ribeirinha pouco ocupada.

Microbacias não urbanas



São aquelas onde predominam atividades rurais, ou seja são aquelas onde não há um espaço urbano altamente construído, com exceção da microbacia Pinheiro Machado, onde encontram-se alguns loteamentos como a vila Ecologia, vila Schimit, vila São João, e parte do parque Pinheiro Machado, mas estas áreas encontram-se em um pequeno setor das nascentes de um afluente do Arroio Cadena.

As microbacias Área Militar 1, 2 e 3, que por serem territórios pertencentes ao Exército Nacional, apenas possuem instalações militares. E a microbacia Severo, está localizada na foz do Arroio Cadena, onde este deságua no Arroio Picadinho, é uma área totalmente rural.

Conclusões e Recomendações

Os trabalhos permitiram identificar o atual estágio da rede de drenagem da Bacia do Arroio Cadena, principalmente naqueles canais inseridos em área urbana, proporcionaram um reconhecimento do estado atual destes canais fluviais e das profundas alterações causadas pelas atividades antrópicas.

As intervenções realizadas pelo poder público municipal são de maior dimensão, naquelas microbacias onde encontram-se os melhores equipamentos urbanos, em áreas cuja função é predominantemente comercial e residencial para a classe de maior poder aquisitivo. Uma das intervenções desta área que pode ser destacada é a canalização do canal principal do Arroio Cadena, que foi completamente descaracterizado, pois seu curso original foi transferido para oeste. Com isso, além do aprofundamento do leito, teve-se a retificação do canal no médio curso, sendo o leito original aterrado.

O espaço onde foi aterrado o antigo leito do Arroio Cadena não resistiu à pressão por um lugar para morar, e foi transformado em área "urbana", com moradias precariamente construídas sobre um local impróprio para este uso, já que constitui-se em área com declividade inferior a 2%, e pela da saturação do material de cobertura, fato que comprova os constantes alagamentos nestes locais com índices pluviométricos não elevados.

Essas áreas correspondem as microbacias com forte impacto sobre a drenagem, pois nestes casos os canais foram profundamente modificados, tendo suas propriedades físicas originais completamente alteradas.

Na microbacia da Sanga do Hospital, esta que tem suas nascentes no centro da cidade, a solução encontrada foi eliminar a drenagem do cotidiano dos habitantes, sendo que os canais de primeira ordem foram completamente canalizados de forma fechada. Esse processo tende a aumentar na microbacia do Arroio Cancela, que está sendo alvo, atualmente, de um forte crescimento imobiliário.

Nas microbacias de médio e baixo impacto, o que pode ser constatado é o fato de que estas estão sendo alvo de um vetor de crescimento urbano, que em curto prazo pode instabilizar completamente os canais de drenagem destas áreas. Se a fiscalização, e o cumprimento da legislação ambiental não forem eficientes o que resta de características naturais destes canais pode vir a desaparecer.

Em nível da Bacia do Arroio Cadena, aquelas microbacias localizadas no alto curso deste, devem ser alvo de atenção por parte do poder público municipal, principalmente em função do coeficiente de impermeabilização destas, como também na produção de material sólido para o curso principal do Arroio Cadena. O incremento do



assoreamento do canal à jusante, pode vir a acentuar os processos de dinâmica fluvial, tais como erosão das margens, inundações e alagamentos.

Sendo feitas as ações preventivas, e um constante monitoramento destas áreas, problemas futuros como a instalação de novas áreas de risco geomorfológico nas margens dos canais, podem ser reduzidos consideravelmente.

Bibliografia

- BOTELHO, R.G. M. Planejamento Ambiental em Microbacia Hidrográfica. In: GUERRA, A. J.T; SILVA, A S. da; BOTELHO, R.G. M (Orgs). **Erosão e Conservação de Solos: Conceitos, Temas e Aplicações**. São Paulo: Bertrand do Brasil. 1999. p 269-300.
- BRASIL**. Lei Federal nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979.
- CASSETI, V. **Ambiente e apropriação do relevo**. São Paulo: Contexto, 1991.
- CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente). **Resolução nº 001/86**. Brasília, DF: Diário Oficial da União - de 23 de janeiro de 1986.
- GUIMAPA. **Guia de Santa Maria**. 14º ed. Santa Maria: Edição Novo Milênio.2000.
- LOLLO, J. A. de. Caracterização Geotécnica da Área de Expansão Urbana de Ilha Solteira (SP) com o uso de Formas de Relevo. In: **Anais...** 3º Simpósio Brasileiro de Cartografia Geotécnica, Florianópolis, outubro de 1998. Cd - Room.
- MACIEL FILHO, C.L. **Carta Geotécnica de Santa Maria (1:25.000)**. Santa Maria: UFSM, 1990.
- MEDEIROS, E. R. **Estratigrafia do Grupo São Bento na região de Santa Maria e paleocorrentes da formação Botucatu**. Curso de pós-Graduação em Geociências, UFRGS, Porto Alegre. Dissertação de Mestrado, 1980.
- MORAES, A. S. **Evolução Urbana de Santa Maria**. Universidade Federal de Santa Maria: Santa Maria. 1982.
- 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.
- ROCHA, J. S. M. da. **Manual de manejo integrado de bacias hidrográficas**. Santa Maria: Imprensa Universitária, 1991.
- 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.





Figura 2: Mapa de Siminização da Base Hiomórfica do Arroio Cadena, Santa Maria/RS

