

# MODIFICAÇÕES NA MORFOLOGIA DOS CANAIS DE DRENAGEM DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ARROIO CADENA, SANTA MARIA/RS

## *Changes in the morphology of drainage channels of the hydrographic basin of Cadena stream, Santa Maria / RS*

Edson Luis de Almeida OLIVEIRA<sup>1</sup>  
Bernadete Weber RECKZIEGEL<sup>2</sup>  
Luis Eduardo de Souza ROBAINA<sup>3</sup>

### RESUMO

Este trabalho apresenta diferentes aspectos da intervenção humana no sistema natural da área urbana de Santa Maria. O uso urbano e o interesse pela terra provocaram, ao longo do tempo, significativas modificações na rede de drenagem. A urbanização tem afetado as planícies de inundação, erosão e sedimentação dos canais da bacia hidrográfica do arroio Cadena. Em Santa Maria a canalização foi uma prática usada para controlar inundações e drenar terras úmidas. Entretanto, não foram realizadas obras para controle da erosão das margens. Canalizações envolvendo o alargamento, aprofundamento ou a retificação do canal podem associar-se ao considerável aumento da erosão das margens dos canais e ao aumento da largura do canal, afetando áreas urbanas, causando riscos à população. Além disso, o incremento da erosão pode afetar tributários a montante, como uma série de rupturas na vertente associadas a mudanças do nível base local em resposta às intervenções nas drenagens urbanas. A análise das intervenções antrópicas nas microbacias dos afluentes do arroio Cadena permitiram dividir as bacias em baixo, médio, alto e muito alto níveis de intervenção.

### Palavras-chave:

Urbanização; bacia hidrográfica; mudanças ambientais.

### ABSTRACT

This work presents different aspects of human interventions on natural systems in urban areas of Santa Maria city. Urban use and interest in the land has historically included significant drainage modifications. The urbanization has affected major floods, erosion and sedimentation in stream channels of the Cadena basin. In Santa Maria the channelization was a practice used to control flooding and drain wetlands. However there weren't buildings to control bank stream erosion. Channelization involves widening, deepening or straightening of a channel which may be associated with considerable bank erosion which locally enlarges the width of a channel and it affects urban areas causing hazards. Moreover, the erosion increment may work its way up the tributaries as a series of knick points in response to urban's stream changes. The analyses of the antropic intervention on the tributaries of Cadena stream divided the basins into low, medium and high intervention levels.

### Key-words:

Urbanization; hydrographic basin; environmental changes.

<sup>1</sup> Mestre em Geografia - Universidade Federal do Rio Grande do Sul - edsonp13@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Mestranda em Geografia - Universidade Federal de Santa Maria - bernadetewr@yahoo.com.br

<sup>3</sup> Prof. Dr. Depto Geociências - Universidade Federal de Santa Maria - lesro@base.ufsm.br

## INTRODUÇÃO

O processo de urbanização tem sido responsável por profundas alterações do meio natural. Conforme Keller (1976) a canalização das drenagens urbanas é uma prática usada na engenharia para contenção de enchentes. Estudos de Santos e Pinheiro (2002) mostram as modificações na geomorfologia fluvial decorrentes de obras de canalização no Rio Itajaí-Açu, SC. Na cidade de Santa Maria o processo de adensamento populacional e expansão da área urbana foi responsável por diversas modificações, entre as quais pode-se citar a substituição da vegetação por pavimentações, alterações na forma do relevo, poluição dos recursos hídricos e as mais diversas alterações nos canais de drenagem.

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 mais intensa, com o adensamento da ocupação nas áreas marginais aos canais fluviais e a incorporação de novas áreas ao espaço urbano.

A ocupação do espaço urbano reflete a ação entre os diversos agentes que o disputam, ocorrendo a maximização deste espaço, com a incorporação das margens dos canais fluviais para fins imobiliários.

Nesse contexto, o presente artigo busca identificar e analisar as modificações decorrentes de ações antrópicas na rede de drenagem da bacia hidrográfica do arroio Cadena, que drena a maior parte da área urbana do município de Santa Maria, RS.

## LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Santa Maria localiza-se na região central do estado do Rio Grande do Sul. Apresenta uma população de aproximadamente 250.000 habitantes, dos quais 95% residem na área urbana (FEE, 2004).

A bacia hidrográfica do arroio Cadena abrange uma área de aproximadamente 6.250 ha. É composta por 15 microbacias hidrográficas, sendo que 11 destas estão localizadas na área urbana de Santa Maria, e as demais encontram-se em áreas utilizadas para atividades agropecuárias, sendo três em território que pertence ao Exército Nacional (Figura 1).

O canal principal do arroio Cadena tem início com uma direção leste-oeste, passando por uma mudança brusca de direção na porção de médio curso, quando passa a escoar de norte para sul até sua foz. Caracteriza-se pelas elevações da Serra Geral ao norte e por um relevo de colinas onduladas na porção central e sul. Apresenta uma planície de inundação relativamente extensa,

formando amplas áreas inundáveis ao longo de seu médio/baixo curso.

Robaina et. al (2002) dividiram a bacia do arroio Cadena em sete unidades de relevo: escarpas com topo plano, situadas na porção norte da bacia; morros testemunhos, localizados na porção nordeste e leste da bacia; colinas junto ao rebordo, que abrangem toda a porção noroeste da bacia e se estendem por uma faixa ao sul das escarpas até a porção leste da bacia; colinas suaves, que abrangem toda porção oeste e sudeste da bacia; planície aluvial alta, situada junto ao canal principal na porção de médio curso; planície aluvial baixa, que se estende ao longo do canal por todo o médio e baixo curso, abrangendo ainda a porção sul da bacia; e os terraços fluviais, que são encontrados na porção de médio curso, na área central da bacia.

Com relação ao substrato geológico, na bacia encontram-se rochas sedimentares lamíticas e areníticas das Formações Santa Maria, Caturrita e Botucatu, além da ocorrência de rochas vulcânicas da Formação Serra Geral. Sedimentos inconsolidados e terraços fluviais recentes são encontrados junto à planície de inundação ao longo do baixo curso do canal.

O clima de Santa Maria é subtropical, com as estações do ano bem definidas e distribuição das chuvas praticamente homogênea durante os meses do ano. Segundo Barros Sartori (1979), tal clima apresenta temperaturas médias anuais em torno de 22°C. A pluviosidade local é influenciada pelo relevo (Rebordo do Planalto), provocando o efeito orográfico direto sobre a cidade, que se traduz, muitas vezes, na precipitação forçada pelo contato das Frentes com as áreas elevadas do Planalto.

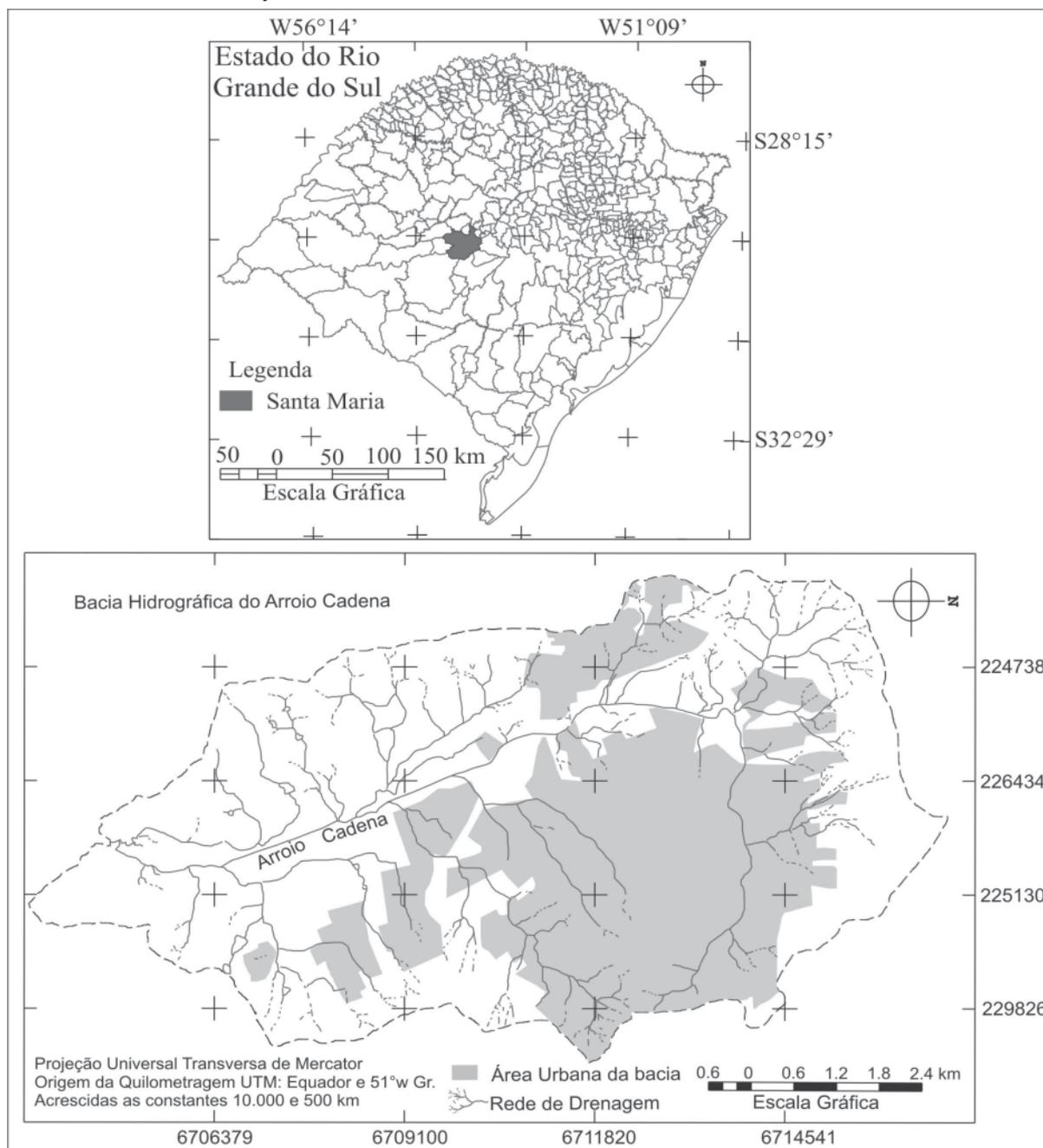
A vegetação original foi praticamente toda substituída por edificações decorrentes do processo de incorporação da bacia à área urbana do município. Apenas na porção de baixo curso e em algumas nascentes ainda podem ser encontrados resquícios da antiga cobertura vegetal. A mata ciliar também encontra-se em um avançado estágio de degradação, sendo encontrada em apenas alguns trechos.

## METODOLOGIA

A metodologia utilizada para a análise das características morfológicas dos canais fluviais urbanos constituiu-se, num primeiro momento, na compilação do material cartográfico disponível e no levantamento de dados básicos sobre o arroio Cadena e a cidade de Santa Maria. A escala cartográfica utilizada nos trabalhos foi 1:10.000.

Os trabalhos de campo foram desenvolvidos percorrendo os cursos das drenagens, onde as descrições

FIGURA 1 – MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ARROIO CADENA



levaram em conta as características das alterações provocadas pelas atividades humanas, as feições que indicam a ação dos processos erosivos nas margens, as medidas de contenção feitas pelos moradores, o estado de conservação da vegetação ciliar e o padrão urbano de cada área.

A partir desta análise considerou-se o seguinte critério de classificação das intervenções:

**Canais Abertos:** são os canais de drenagem que escoam abertamente pela área urbana, com intervenções nas margens e no leito.

**Canais Fechados:** são os canais que percorrem a área urbana, e que encontram-se completamente fechados por galerias de concreto.

**Canais Mistos:** são os canais em que alguns trechos encontram-se abertos, outros com algum tipo de

proteção nas margens ou completamente fechados por galerias setorizadas.

**Canal Retificado:** são os trechos dos canais de drenagem onde a intervenção ocorreu através da diminuição da sinuosidade do canal.

**Barramentos:** são todas aquelas obras realizadas nos canais de drenagem que barram a passagem da água quando há um aumento da vazão. Geralmente os barramentos estão associados às vias perpendiculares ao canal e suas respectivas tubulações.

Com o objetivo de facilitar o entendimento da relação existente entre as atividades antrópicas desenvolvidas na bacia e as alterações ocorridas na rede de drenagem foi feita uma segmentação da área em microbacias, visando a avaliação individual em cada uma delas. Essa avaliação registra as principais modificações da rede de drenagem.

A delimitação dos quatro graus de intervenção está baseada no tipo de intervenção das alterações sofridas pela rede de drenagem.

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

**Microbacias com muito alto impacto:** são as microbacias onde a rede de drenagem encontra-se no seu estágio máximo de descaracterização, em que a maioria dos canais encontra-se fechado, retificado ou misto.

**Microbacias com alto impacto:** são aquelas onde os canais já mostram vestígios de alterações, com alguns trechos mistos ou canalizados de forma fechada, mas ainda ocorrem trechos com baixa intervenção antrópica.

**Microbacias com médio impacto:** são aquelas microbacias onde as intervenções mais significativas estão associadas à retirada da vegetação das margens para dar lugar à ocupação. Entretanto, ainda existem trechos sem ocupação apesar da degradação da mata ciliar.

**Microbacias com baixo impacto:** são aquelas onde predominam atividades rurais, ou seja, a ocupação ao longo das margens por moradias é muito baixa.

## ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os canais de drenagem que compõem a bacia hidrográfica do arroio Cadena passaram, nas últimas décadas, por intensas alterações em suas características morfológicas. Desde o início do desenvolvimento da cidade de Santa Maria, que ocorreu justamente sobre a bacia, graduais mudanças vêm ocorrendo.

Entre as alterações provocadas por obras de engenharia diretamente no canal, as mais frequentes foram as canalizações e retificações de trechos do canal principal e dos afluentes que percorrem a área central da cidade. Também são comuns os barramentos que, na maioria das vezes, são constituídos por pontes e dutos mal dimensionados, não sendo suficientes para o escoamento da água quando há aumento da vazão.

As alterações provocadas pelas obras de engenharia se concentram, principalmente, no médio e alto curso da bacia (Figura 2). O canal principal do arroio Cadena está todo retificado nas porções de alto e médio curso. Apenas no trecho de baixo curso, a partir do encontro com o arroio Cancela, é que ele escoar "naturalmente". Apesar de o arroio, no baixo curso, não apresentar interferência direta de alguma obra, as retificações a montante provocaram o aumento da energia da água, que acabou aprofundando muito o leito do canal em todo o seu curso.

A setorização das microbacias de acordo com o grau de impacto (Figura 3) permitiu a divisão da bacia do arroio Cadena em quatro setores, sendo que as maiores intervenções (muito alto impacto) estão relacionadas à área que corresponde ao centro da cidade e outras porções de maior adensamento populacional. As microbacias de alto e médio impacto estão relacionadas a porções da área urbana em que a ocupação ainda não é muito densa, onde algumas margens ainda não foram incorporadas pela ocupação. As microbacias de baixo impacto são aquelas em que ainda são encontradas atividades rurais, sendo que as modificações relacionam-se, na sua maioria, a intervenções nas porções marginais e não diretamente nos canais.

## MICROBACIAS COM MUITO ALTO IMPACTO

A área abrangida por estas microbacias é a que, ao longo do processo de formação do espaço urbano de Santa Maria, sofreu o maior grau de intervenção antrópica. Corresponde às microbacias dos arroios Cancela, Sanga da Aldeia (ou Sanga do Hospital), Itaimbé e do Rosário, localizadas na área central da cidade, e os bairros Patronato, Nossa Senhora do Rosário, Salgado Filho, Urlândia, Medianeira, Passo da Areia e parte do bairro Nossa Senhora das Dores.

Neste setor encontra-se o melhor padrão urbano da cidade de Santa Maria, tanto em relação ao espaço de habitar como em relação à infra-estrutura criada. As áreas com ocupações de baixo padrão construtivo deste setor se concentram, na sua maioria, nas margens do canal principal do arroio Cadena.

Nestas microbacias encontra-se o maior número de canalizações e retificações. O canal principal do ar-

FIGURA 2- MAPA DOS CANAIS DE DRENAGEM DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ARROIO CADENA CLASSIFICADO SEGUNDO O TIPO DE INTERVENÇÃO

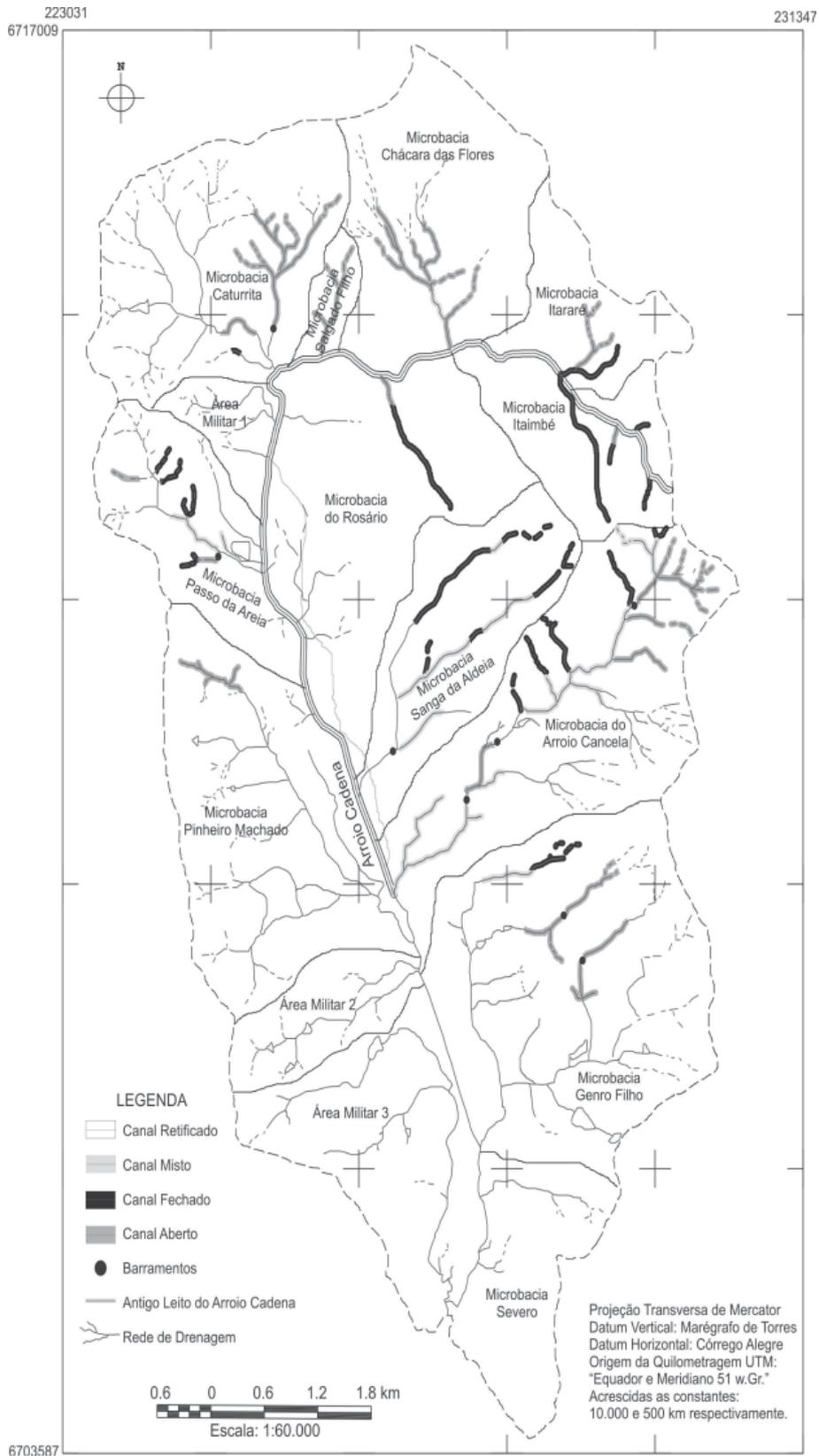
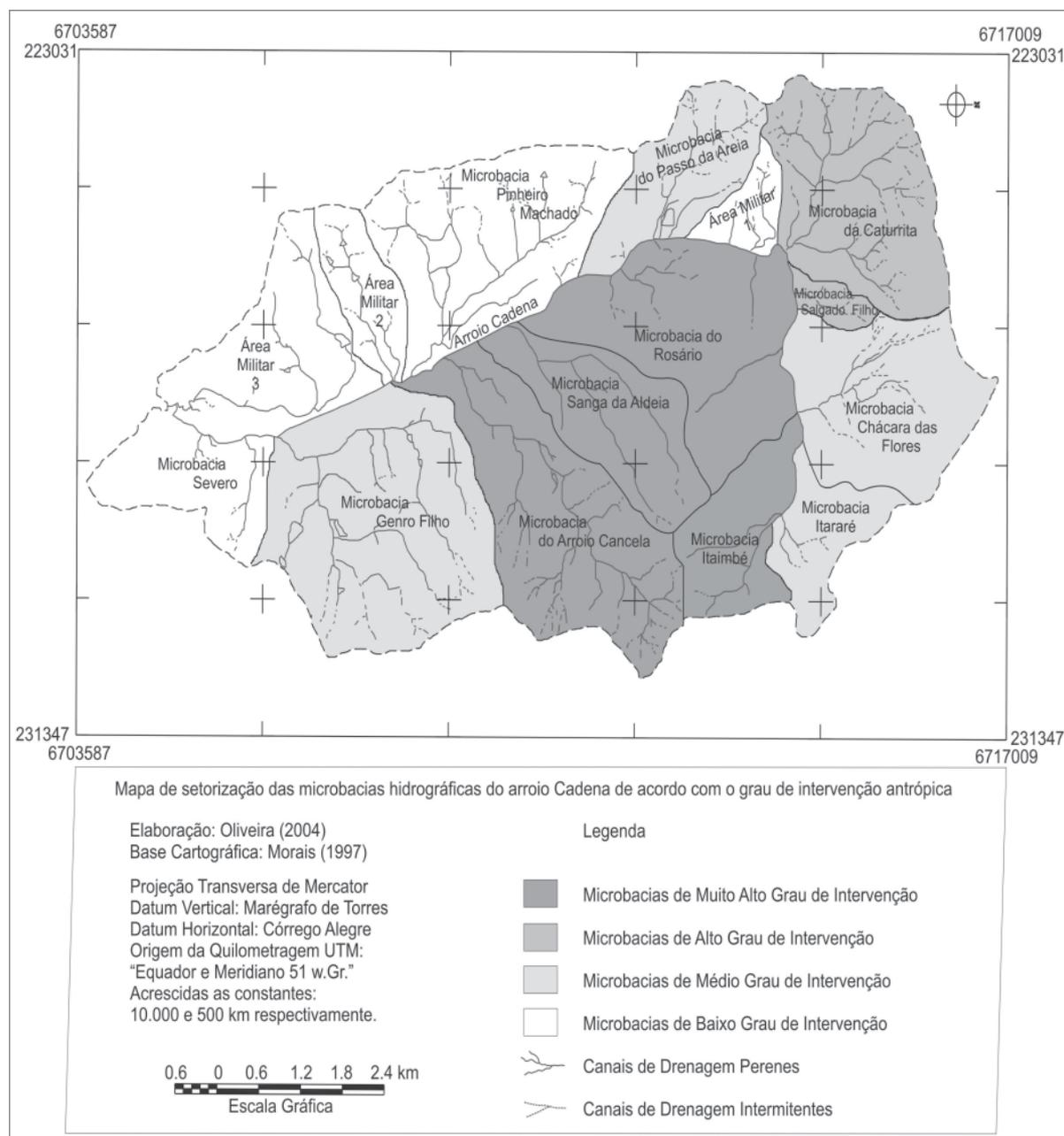


FIGURA 3 - MAPA DE SETORIZAÇÃO DAS MICROBACIAS HIDROGRÁFICAS DO ARROIO CADENA, COM RELAÇÃO AO GRAU DE INTERVENÇÃO ANTRÓPICA



roio Cadena, devido às obras realizadas pela Prefeitura Municipal na década de oitenta, quase nada apresenta de suas características naturais, tendo sido retificado nos trechos localizados no setor.

Conforme Maciel Filho (1990), nos locais onde hoje estão construídas as vilas Oliveira e Lídia, sobre o antigo leito do canal, constituíam-se áreas de depósito de resíduos sólidos urbanos.

Embora um longo trecho do canal tenha sido retificado, em apenas uma pequena porção houve inter-

venção no sentido de proteger as margens e evitar que fossem ocupadas. Para tanto foi construído um muro de concreto para proteção do leito e vias de circulação nas margens para que as mesmas não fossem ocupadas (Figura 4). Entretanto, parte deste projeto não foi concluído e as intervenções para proteção do canal são realizadas pelos próprios moradores através da manutenção da vegetação.

As obras de canalização e retificação do canal principal da bacia atingiram o objetivo de evitar que, nas

FIGURA 4 - TRECHO RETIFICADO DO ARROIO CADENA COM PROTEÇÃO DAS MARGENS COM MURO DE CONCRETO E VEGETAÇÃO



épocas de cheias, o canal transborde neste trecho. Entretanto, a falta de obras de recuperação das margens e da drenagem na área de inundação intensificaram os processos de erosão das margens e de alagamentos (Figura 5).

A baixa declividade do canal principal do arroio Cadena associado ao aumento da carga de sedimentos foram responsáveis pelo assoreamento do canal, formando, em vários trechos, bancadas de areia e soleiras onde ocorre o estabelecimento da 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 se ocorrerem eventos pluviais intensos. Com isso, teria-se o retorno de um sério problema: as inundações que, associadas à erosão das margens, aumentam a possibilidade de surgimento de áreas de risco geológico-geomorfológico relacionados à dinâmica fluvial.

Os canais de drenagem localizados no médio e alto curso da microbacia do Rosário, na área central da cidade, encontram-se, na sua maioria, completamente

FIGURA 5 - PROCESSO DE EROSIÃO DE MARGEM E ALARGAMENTO DO CANAL NO TRECHO RETIFICADO DO ARROIO CADENA



fechados, muitas vezes nem sequer percebidos pela população. Apenas um pequeno trecho no baixo curso, próximo à confluência com o arroio Cadena encontra-se aberto.

Na microbacia do arroio Itaimbé a situação é semelhante. Toda a porção de alto curso está canalizada de forma fechada, sendo que apenas pequenos trechos de alguns canais ainda encontram-se abertos (Figura 6). A maioria dos canais abertos já apresentam as margens completamente descaracterizadas, sendo que grande parte deles possuem construções com muros de concreto nas laterais.

A microbacia Sanga da Aldeia (do Hospital) tem suas nascentes da área central da cidade totalmente fechadas. Em alguns trechos do médio e baixo curso ainda podem ser encontrados trechos abertos, mas encontram-se completamente descaracterizadas por obras construídas pelos próprios moradores para tentar conter a erosão das margens. Medidas comuns nestas áreas são a construção de muros de arrimo ou até mesmo de pequenas galerias setorizadas. A proteção das margens com pedras soltas e pneus e a plantação de taquaireiras também são medidas adotadas pelos moradores (Figuras 7 e 8).

FIGURA 6 - CANALIZAÇÃO FECHADA DO ARROIO ITAIMBÉ. NA ÁREA LOCALIZADA JUNTO AO PARQUE SEU CANAL FOI TRANSFORMADO EM PASSEIO PÚBLICO.



FIGURA 7 - CANALIZAÇÃO MISTA DA SANGA DA ALDEIA, COM ALGUNS TRECHOS PROTEGIDOS COM MUROS E OUTROS COMPLETAMENTE FECHADOS



FIGURA 8 - PROTEÇÃO DAS MARGENS DA SANGA DA ALDEIA COM PEDRAS SOLTAS



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. A proteção das margens com pedras e muros de arrimos também é comum (Figura 9).

FIGURA 9 - PROTEÇÃO DAS MARGENS DO ARROIO CANCELA COM MURO DE ARRIMO



## MICROBACIAS COM ALTO IMPACTO

Nestas microbacias os canais de drenagem urbana já mostram significativos vestígios de alterações, com canais mistos, algumas nascentes canalizadas de modo fechado, mas ainda é possível encontrar, em alguns trechos, vegetação ciliar em melhor estado de conservação.

Este setor da bacia hidrográfica do Arroio Cadena é composto pelas microbacias Chácara das Flores, Itararé, Passo da Areia e Genro Filho. Abrange toda a porção nordeste, sudeste e parte da porção oeste da bacia, compreendendo aos bairros Chácara das Flores, Itararé, Nossa Senhora do Perpétuo Socorro, Jucelino Kubitschek, Nova Santa Marta e Tomazzetti.

Nas áreas que constituem este setor as ocupações urbanas ainda não são muito densas. A maior parte deste setor é ocupado pelas classes sociais média e baixa. Apresenta grande número de ocupações irregulares ao longo dos cursos d'água e nas cabeceiras de drenagem. Estas microbacias constituem-se em fortes vetores de crescimento da cidade.

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

A manutenção deste estado de conservação da vegetação é indispensável, pois, nesta área as declividades são elevadas e o substrato é formado, predominantemente, por rochas sedimentares pouco coesas. A retirada da vegetação e exposição dos solos aceleraria os processos erosivos e, conseqüentemente, aumentaria o assoreamento do canal a jusante.

Na microbacia do Itararé apenas os trechos localizados na porção jusante estão canalizados. Grande parte dos cursos ainda apresenta relativamente preservada a vegetação ciliar e a morfologia do canal. A ocupação da vertente oeste do morro Cechela, onde estão localizadas algumas nascentes da microbacia podem provocar alterações na dinâmica fluvial.

Localizada no setor noroeste da cidade, a microbacia do Passo da Areia compreende o bairro Juscelino Kubitschek e a área de ocupação recente conhecida como Nova Santa Marta. A ocupação do bairro Juscelino Kubitschek é relativamente antiga, tendo sido iniciada na década de 1970 de forma dispersa e se adensando com o crescimento da cidade.

O substrato desta microbacia é formado por arenitos e lamitos. Nas áreas de cabeceira de drenagem há contato entre a camada arenosa (superior) e a argilosa (inferior). Este contato de litologias com permeabilidades diferentes é responsável pelo modelamento do relevo em forma de anfiteatro. Com as mudanças no escoamento superficial houve um aumento da erosão que pode avançar para voçorocamentos.

A porção norte desta microbacia 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 famílias pertencentes ao Movimento Nacional de Luta pela Moradia (MNLN). A ocupação desta área aconteceu de forma espontânea, sem que fossem respeitadas as nascentes e as margens dos cursos d'água.

As nascentes desta microbacia estão sendo, gradualmente, soterradas para dar espaço à construção das moradias e as margens dos arroios já estão quase totalmente ocupadas. Em alguns locais já existem moradias com problemas associados a processos de erosão de margem e alargamento do canal, bem como de avanço de voçorocas localizadas nas cabeceiras da drenagem (Figura 10). A vegetação ciliar foi praticamente toda removida e vários afluentes da margem esquerda da microbacia já encontram-se completamente fechados.

Os processos de erosão de margens têm sido enfrentados pelos moradores de baixa renda através da colocação de pedras soltas, entulho, construção de muros com pneus ou até mesmo lançamento de lixo. Os muros de pneus constituem-se num problema, pois liberam metais pesados, contaminando a água. O lixo acar-

FIGURA 10 - PROCESSO DE VOÇOROCAMENTO EM NASCENTE DO ARROIO PASSO DA AREIA.



reta uma série de implicações, como a contaminação do curso d'água, entupimento das tubulações a jusante, além de, muitas vezes, intensificar a possibilidade de ocorrência de desmoronamento das margens por aumentar muito o peso quando molhado.

Na microbacia Genro Filho, localizada na porção sudeste da cidade de Santa Maria predominam colinas suaves e, junto à 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.

Os canais de drenagem na área urbana desta microbacia apresentam-se abertos na maior parte do seu curso. São poucos os canais fechados e com intervenção mista. Mas são significativas as alterações nas margens com retirada da vegetação.

Nesta área o cruzamento da drenagem com a BR-392 forma barramentos que, em eventos de alta pluviometria, represam a água, provocando alagamentos em algumas residências.

## MICROBACIAS DE MÉDIO IMPACTO

As microbacias de médio impacto são aquelas em que os aspectos naturais, principalmente o relevo, impõem dificuldades para a ocupação e expansão urbana. Desta forma, o adensamento populacional é menor, principalmente em direção às nascentes. Em alguns locais

a ocupação é antiga, mas as dificuldades impostas pelo relevo "barraram" o adensamento populacional.

Este setor abrange as microbacias da Caturrita e Salgado Filho, localizadas na porção noroeste da bacia hidrográfica do arroio Cadena, compreendendo o bairro Caturrita e parte do bairro Chácara das Flores.

As restrições físicas à ocupação urbana são mais evidentes a partir do médio e alto curso dos canais, onde predominam declividades superiores a 12%. Nas nascentes de primeira ordem, junto ao rebordo do planalto, encontram-se escarpas com topos planos, cobertos por derrames de lava da Formação Serra Geral.

Nesta microbacia tem-se a transição do ambiente urbano para o rural, com a incorporação do último pelo primeiro de forma gradual. Grande parte da microbacia da Caturrita ainda não foi ocupada para fins urbanos.

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

## MICROBACIAS DE BAIXO IMPACTO

As microbacias de baixo impacto são aquelas onde predominam atividades rurais. Pertencem a este setor as microbacias Pinheiro Machado, Severo e Área Militar 1, 2 e 3.

Nas nascentes da microbacia Pinheiro Machado já encontram-se alguns loteamentos urbanos como a vila Ecologia, vila Schimit, vila São João, e parte do parque Pinheiro Machado, mas estas áreas ocupam apenas uma pequena parte da porção montante da microbacia. As microbacias Área Militar 1, 2 e 3, por estarem localizadas em áreas do Exército Nacional, apenas possuem instalações militares. E a microbacia Severo está locali-

zada na foz do Arroio Cadena, onde este deságua no Arroio Picadinho, numa área totalmente rural.

Estas microbacias apresentam quase todos os seus canais morfologicamente pouco modificados pela ação humana se comparadas com as localizadas na área urbana. Em alguns trechos da microbacia Severo a vegetação das margens foi retirada para dar lugar a atividades agrícolas.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

As análises realizadas permitiram identificar o estado da rede de drenagem da Bacia do Arroio Cadena e as alterações causadas pelas atividades antrópicas nos canais inseridos na área urbana.

De maneira geral, as intervenções realizadas pelo poder público municipal na rede de drenagem, como as canalizações e retificações, são maiores nas microbacias onde encontram-se os melhores equipamentos urbanos em áreas ocupadas pela classe social de maior poder aquisitivo. Uma das intervenções que se destaca nesta área é a canalização e mudança de curso do canal principal do Arroio Cadena, que encontra-se completamente descaracterizado.

Nas microbacias que têm 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.

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

Os planos de ocupação urbana de Santa Maria devem levar em consideração as bacias de drenagem, sendo necessário estabelecer novas relações entre a sociedade e os cursos fluviais.

## REFERÊNCIAS

BARROS SARTORI, M. da G. O Clima de Santa Maria: do regional ao urbano. São Paulo, 1979. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Geografia, FFLCH - Universidade de São Paulo.

FEE. *Anuário Estatístico do Rio Grande do Sul*. Fundação de Economia e Estatística. 2001. 1 CD-ROM.

KELLER, E. A. Channelization: Environmental, Geomorphic, and Engineering Aspects. In: COATES, D. R. (Org.). *Geomorphology and Engineering*. London: Allen & Unwin, 1980. p. 4-21.

MACIEL FILHO, C. L. *Carta geotécnica de Santa Maria*. Santa Maria: UFSM, 1990. Escala 1:25.000.

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

ROBAINA, L. E. S.; MEDEIROS, E. R.; CASSOL, R. Unidades de Lanforms na Bacia do Arroio Cadena, Santa Maria - RS. *Ciência & Natura*, Santa Maria: Editora da UFSM, n. 24, p.139-152, 2002.

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*, v. 3, n. 1, 2002, p. 1-9.