

Modelado de relevo na microbacia do Arroio Cadena - Santa Maria/RS

Cristiane Regina Michelin¹, Mauro Kumpfer Werlang²

¹Licenciada em Geografia, ²Geógrafo Dr. Professor

^{1,2}LEA- Laboratório de Estudos Ambientais

Departamento de Geociências - CCNE - UFSM

Santa Maria- RS- Brasil

Resumo

O presente trabalho tem como objetivo analisar os diferentes modelados do relevo na microbacia do Arroio Cadena, destacando as áreas de cabeceiras de drenagem como fontes de alimentação para os processos erosivos. Fez-se uso da metodologia inicialmente proposta pelo Projeto RADAMBRASIL (1986), e posteriormente adaptada por Ross (1992 e 1996), a qual baseia-se na dimensão interfluvial e o grau de entalhamento dos canais. A área em estudo assenta-se sobre três compartimentos geomorfológicos: O Rebordo do Planalto Meridional Brasileiro, a Depressão Central e a Planície Aluvial.

O Rebordo do Planalto apresenta encostas íngremes, predominando modelados de dissecação forte e muito forte. O setor da Depressão Central apresenta predominantemente modelados de dissecação média. Associado a esse modelado destaca-se a forte influência das condições litológicas com a presença de nichos de nascentes. No que se refere à evolução das formas de relevo, esse setor apresenta vertentes com perfil convexo e anfiteatros erosivos. No setor correspondente a Planície Aluvial predominam modelados de acumulação formados por depósitos recentes. A ocupação, na maioria das vezes de forma desordenada, contribui para os processos de desbarrancamento das margens.

Abstract

The present work had as objective to analyze the different ones modeled of the relief in Arroio Cadena's microbasim, highlighting the areas of drainage heads as feeding source for the processes erosive. Made himself initially the use of the methodology proposed by the Projeto RADAMBRASIL (1986), and later on adapted by Ross (1992 and 1996), which bases on the dimension interfluvial and the degree of to carve of the channels. The area in study comes on three compartments geomorphological the Edge of the Brazilian Southern Plateau, the Central Depression and the Alluvial Plain.

The Edge of the Plateau presents steep backs, prevailing modeled of strong and very strong dissection, the section of the Central Depression presents modeled predominantly medium. Associated the that modeled, he stands out to strong influence of the conditions litológicas and the nichos presence of nascent, in what he refers to the evolution in the relief ways. The corresponding section the Alluvial Plain presents modeled predominant of accumulation formed by recent deposits, that they favor the occupation most of the time in a disordered way, contributing to the processes of desbarrancamento of the margins.

1. Introdução

Atualmente vem se observando um crescimento populacional, e este se reflete em profundas modificações na paisagem. Na busca incessável de suprir suas necessidades o homem acaba comprometendo o equilíbrio dos sistemas naturais. Ocupações desordenadas, substituição da cobertura florestal original pelos mais diversos tipos de uso, construção de barragens e estradas, são alguns fatores que acabam comprometendo o meio físico. Bertoni & Lombardi Neto (1985) destacam que os recursos naturais têm sido impetuosamente mal tratados e um grande desequilíbrio na natureza vem sendo provocado, pela ignorância ou por limitações de ordem social e econômica.

Christofoletti et al (1993, p.23.) considera que "os processos de desenvolvimento e ocupação do espaço pela atividade humana tem desencade-

ado uma necessidade crescente de estudos da paisagem que subsidiem a elaboração de planos ordenadores da relação homem/ natureza, a fim de ser minimizada a degradação ambiental". Dessa forma estudos que visem harmonizar a relação entre homem e natureza assumem fundamental importância. Nesse sentido, levantamentos sobre a geomorfologia são básicos. Ross (1990,p.10), considera o relevo como sendo "parte importante do palco, onde o homem como ser social, pratica o teatro da vida". Entende-se dessa forma a real importância dos estudos geomorfológicos, uma vez que é sobre o relevo que se dá o desenvolvimento da vida e suas relações. Também Justus et al (1986) consideram o relevo como uma variável importante no planejamento do espaço, uma vez que estabelece categorias de avaliação conforme o grau de fragilidade de cada ambiente, alertando sobre os problemas da influência antrópica.

Em suas concepções Casseti (1994) defende que a geomorfologia constitui-se num importante subsídio para a compreensão racional da forma de apropriação do relevo pelo homem. Ainda no que se refere à importância dos estudos geomorfológicos, Christofolletti (1980) afirma que esses permitem o entendimento da relação existente entre as formas e os processos que constituem um sistema geomorfológico. Sistema este que recebe influência e também atua sobre outros sistemas componentes de seu universo, o que lhe permite denominar de sistema aberto. Nesse aspecto Ross (1990, p.9) considera que a "troca de energia e matéria entre os componentes são geradoras da história natural do relevo, ou seja são responsáveis pela evolução e pela gênese do modelado da superfície terrestre."

As várias formas de relevo que se fazem presentes na natureza muitas vezes deixam transparecer uma idéia de formas estáticas e iguais, no entanto são dinâmicas e se manifestam ao longo do tempo e do espaço de modo diferenciado (Ross 1990). Assim de acordo com a intensidade dos processos que agem sobre as formas de relevo, é possível identificar áreas em que predominam as incisões, locais em que há o acúmulo de materiais. Têm-se assim os diferentes modelados de relevo que RADAMBRASIL (1986) classifica como modelados de dissecação, acumulação e aplanamento. Os modelados de relevo de dissecação são característicos de áreas com declividades acentuadas,

onde e evolução do relevo se processa por meio da erosão provocada pelos rios. Requerem cuidados especiais quanto ao uso, uma vez que são muito susceptíveis a ação dos processos erosivos. Todo material que é retirado pela ação da rede de drenagem, acaba acumulando nos locais com topografia mais suave, configurando assim os chamados modelados de acumulação. São áreas planas e por este motivo bastante propícias a inundações. Os modelados de aplanamento configuram áreas residuais, localizando-se preferencialmente nas bordas dos divisores d'água. Tem-se assim espaço distintos e com características próprias que foram modeladas a partir da ação de forças endógenas e exógenas

Essa dinamicidade é fruto da ação das diferentes forças que agem no sentido de construir novas formas e ao mesmo tempo destruir. Essas forças são as chamadas forças endógenas e exógenas, ou "forças vivas", vindas do interior do planeta e da atmosfera. Devido à ação dessas forças o relevo apresenta-se em constante mudança se caracterizando por superfícies horizontalizadas ou tabulares, convexizadas e aguçadas que podem apresentar variações ou combinações numa área relativamente restrita ou constituir um único domínio morfológico de grande extensão (Christofolletti 1980).

No que se refere à ação das forças exógenas, que atuam como modeladores do relevo, os cursos d'água possuem papel fundamental, segundo Christofolletti (1980, p.102) "...os cursos d'água constituem processo morfogênico dos mais ativos na esculturação da paisagem". Considera também que a erosão pluvial se manifesta de duas formas: através da ação mecânica das gotas de chuva e do escoamento superficial. A ação das gotas constitui-se numa força mecânica exercida através do impacto ao chegar ao solo (energia cinética), sendo esta variável de acordo com o tamanho e a velocidade das mesmas. Guerra et al (1999 p.18) destacam que o salpicamento causado pelo impacto das gotas da chuva é o estágio inicial do processo erosivo, "...pois prepara as partículas que compõem o solo para serem transportadas pelo escoamento superficial." Assim "quanto menor o estado de agregação dos elementos do solo, maior o impacto das gotas de chuva que comprimem o ar que circula nos interstícios do conjunto provocando o deslocamento e o saltamento

de detritos". Bertoni & Lombardi Neto (1985 p.14), abordam que, "somente a cerca de trinta anos descobriu-se que o impacto da gota da chuva em um terreno descoberto, e o resultante desprendimento das partículas do solo é a principal causa da erosão do solo provocado pela água." Aliado à ação cinética das gotas de chuva o escoamento superficial assume singular importância, uma vez que é considerado um dos mais importantes processos de transporte. Tudo se inicia quando a quantidade de água precipitada é maior que a velocidade de infiltração, assim se formam pequenos filetes de água que se deslocam pela superfície. Muitas vezes são freados e desviados ao sofrerem atritos no seu percurso. De acordo com Guerra & Cunha (1995 p.170), o escoamento superficial, "...se apresenta, quase sempre, como uma massa de água com pequenos cursos anastomosados e, raramente, na forma de um lençol de água, de profundidade uniforme. Esse fluxo de água tem que transpor vários obstáculos, que podem ser fragmentos rochosos e cobertura vegetal, os quais fazem diminuir sua energia." No entanto em locais onde a cobertura vegetal foi retirada, ou apresenta-se bastante rala, este assume elevado poder erosivo. Strahler apud Mello Filho (1994, p.17) destaca que o "escoamento superficial das águas pluviais exerce uma força de arraste sobre o solo e arranca partículas de material mineral, desde argila fina até areia grossa dependendo da velocidade da corrente, e do grau de aderência das partículas e deste modo o escoamento superficial propicia o desenvolvimento de ravinas e voçorocas". As ravinas se constituem em sulcos onde o agente erosivo principal é a água da chuva. As voçorocas se caracterizam pela remoção de grandes volumes de terra em intervalos de tempo muito curtos, onde o agente erosivo principal é a água da chuva e o escoamento sub-superficial.

Após o início do escoamento superficial começam a se estabelecer ravinas, que conforme Guerra et al (1999 p.29) ocorrem quando "a precipitação excede a capacidade de infiltração do solo e inicia o escoamento superficial". Destaca que a água acumula-se em depressões (microtopografia) na superfície do solo, até que começa a descer a encosta (sheetflow), podendo evoluir para uma ravina. Argumenta que nesse processo, esse fluxo passa a ser linear (flowline), depois evolui para microrravinas (micro-rills), e depois para

microrravinas com cabeceiras (headcuts). Ao mesmo tempo que esta evolução vai se estabelecendo na superfície do terreno, pode ocorrer também o desenvolvimento de bifurcações, através de pontos de rupturas de ravinas.

A ação morfo genética dos seres vivos também se faz presente no modelado do relevo. As plantas além de minimizar os impactos das gotas de chuva, assumem importante papel na permeabilidade do solo e na produção de matéria orgânica, facilitando a infiltração de água. Bertoni & Lombardi Neto (1985, p.54) enfatizam sua importância e destacam que "a chuva quando cai num terreno coberto com densa vegetação, a gota se divide em inúmeras gotículas, diminuindo também sua força de impacto. Em terreno descoberto ela faz desprender e salpicar as partículas de solo que são facilmente transportadas pela água". Os animais, minhocas, vermes, bactérias por menores que sejam, também merecem destaque, uma vez que facilitam a permeabilidade do solo e conseqüentemente a infiltração de água.

Outro fator que influencia no modelado do relevo e merece atenção é a declividade aliada ao comprimento da encosta. Sabe-se que em áreas com declividades acentuadas a ação erosiva principalmente o escoamento superficial assume considerável força. Assim à medida que o caminho percorrido torna-se mais longo e declivoso a ação erosiva aumenta consideravelmente. Guerra & Cunha (1995) destacam a importância das cristas longas, mas com encostas curtas e convexo-côncavas, como sendo características morfológicas que influenciam fortemente a erosão dos solos. Argumenta também que as encostas convexas, em especial, onde o topo das elevações é plano e a água pode ser armazenada, podem gerar a formação de ravinas e voçorocas quando a água é liberada. Convém destacar também que a ação desses processos atuam com intensidade distintas, dependendo da fragilidade da área. Dentro de uma bacia hidrográfica as áreas mais sensíveis constituem-se nas cabeceiras de vale (nichos de nascentes). Guerra et al (1999,p.86) ressaltam que as áreas de cabeceiras de vale são "os pontos da rede hidrográfica que demonstram maior sensibilidade às oscilações hidrodinâmicas ao longo do tempo, pois são nelas que diferentes mecanismos tendem a interagir de forma sinérgica". O estabelecimento de incisões erosivas nessas áreas de acordo com Guerra et

al (1999) é indicado pelo grau de fragilidade frente a processos de convergência entre fluxos superficiais e subterrâneos. E segundo os mesmos autores "o estudo dessas unidades de relevo é particular interesse para a determinação dos padrões e das frequências de oscilações hidrodinâmicas no interior de bacias hidrográficas".

Assim considerando que estudos geomorfológicos fornecem importantes subsídios para avaliar o grau de fragilidade das áreas frente à ação dos processos morfogenéticos, o presente trabalho tem como objetivo principal analisar os diferentes modelados do relevo destacando as áreas de cabeceiras de vale como fontes de alimentação para os processos erosivos.

2. Localização e caracterização geral da área

A área de estudo compreende a microbacia hidrográfica do Arroio Cadena. Está localizada na região central do estado Rio Grande do Sul na província geomorfológica da Depressão Central junto a transição para o Planalto Meridional Brasileiro. Abrange parte da área do município de Santa Maria e grande parte da área urbana.

Assenta-se sobre litologias da Formação Santa Maria (membro Passo das Tropas e Membro Alemoa), Formação Caturrita, Formação Botucatu, Formação Serra Geral. A unidade litológica Formação Santa Maria, Membro Passo das Tropas, é o membro inferior da Formação representado por rochas constituídas por sedimentos de tamanho grosseiro. O membro superior da Formação Santa Maria (Membro Alemoa) constitui-se por rochas sedimentares (argilitos, siltitos). A Formação Caturrita está constituída por camadas de arenitos finos a médios, de cor cinza claro de composição essencialmente quartzosa com matriz argilosa. O arenito basal geralmente é mais grosseiro e menos argiloso. Apresenta estratificação cruzada acanalada e planar, intercalados com siltitos vermelhos de ambiente fluvial. A Formação Botucatu constitui-se de arenitos eólicos com laminação cruzada de grande porte. Esta Formação é composta por arenitos essencialmente quartzosos contendo feldspatos alterados, cimentados por sílica, predominantemente, ou por óxido de ferro. A For-

mação Serra Geral é constituída por duas seqüências vulcânicas: uma de caráter básico e outra ácida, com intercalação de sedimentação eólica, nos períodos de recesso da atividade vulcânica, conhecidos como arenitos "intertrapps" (Maciel Filho, 1990).

Quanto à geomorfologia, a área está situada na Depressão Central do Rio Grande do Sul (também denominada Depressão Periférica Sul Rio-Grandense), junto ao rebordo do Planalto Meridional Brasileiro. O relevo da Depressão Central caracteriza-se por apresentar uma topografia suave, com baixas cotas altimétricas, onde se destacam planícies aluviais, terraços fluviais e as coxilhas. Na zona de transição entre a Depressão Central e o Planalto ocorrem níveis de pedimentos. Corresponde à escarpa da Serra Geral. Ocorre a presença de vales ocasionados pela erosão fluvial regressiva, propiciando o recuo da escarpa e o aparecimento de morros residuais.

Em relação à rede hidrográfica, a área pertence à bacia do rio Vacacaí. Apresenta um padrão de drenagem que enquadra-se no tipo sub-dentrítico (apresentando controle estrutural no curso principal). Em alguns casos o controle estrutural caracteriza padrões sub-paralelos na drenagem. Está representada por canais de primeira, segunda, terceira e quarta ordem. Estes canais fluviais são responsáveis pelo modelado e dissecação dos interflúvios e pelo entalhamento dos talwegues.

No que se refere ao clima, caracteriza-se por apresentar quatro estações bem definidas com chuvas bem distribuídas durante o ano. Conforme a classificação climática de Köppen, citado por Ayoade (1986), corresponde ao clima mesotérmico brando Cfa (temperado quente) apresentando como características invernos frios, com temperatura média do mês mais frio entre 13°C e 15°C. Os verões são quentes, com temperatura média do mês mais quente superior a 24°C. As precipitações são regulares durante todo o ano, não apresentando estação seca, com índices pluviométricos anuais entre 1500 mm e 1600 mm. Os ventos predominantes são de Leste e Sudeste.

A área sofreu significativas alterações na cobertura original da vegetação. Parte da área apresenta-se inserida no domínio dos campos com capões e matas galerias. A área que atualmente é dedicada à pecuária e agricultura

apresenta uma cobertura de gramíneas entremeadas de pontos com vegetação remanescente. São as formas ciliares representadas pelos capões e capoeiras galerias. Na porção representada pelo Rebordo do Planalto (norte da área), e porção leste-sul, os empreendimentos agrários e, principalmente os urbanos impuseram modificações na vegetação, apresentando remanescentes da floresta Estacional Decidual e floresta Estacional Semidecidual. Os agrupamentos remanescentes da cobertura vegetal original situam-se nas partes íngremes das encostas. O desmatamento foi seguido de uma ocupação agropecuária e urbana intensa.

3. Metodologia

3.1. Elaboração do mapa base

A obtenção da base cartográfica se deu a partir da folha topográfica de Santa Maria SH. 22.V-C-IV/1- SE. Delimitou-se a microbacia levando em consideração as curvas de nível, pontos cotados e a rede de drenagem. Definindo o divisor topográfico, foram copiados a rede de drenagem, rede viária e a toponímia da área, que em seguida, foram digitalizados, obtendo-se a base cartográfica.

3.2. Elaboração da carta de dissecação do relevo

Com base na metodologia proposta pelo projeto RADAMBRASIL,(1986) e Ross (1992,1996), o quadro 1 mostra o enquadramento dos índices de dissecação do relevo.

Na elaboração do mapa de modelado do relevo foram levados em conta as curvas de nível (grau de entalhamento dos canais) e a rede de drenagem (dimensão interfluvial). O modelado de acumulação foi definido conforme a cota altimétrica, cujo processo de acumulação é predominante. No presente estudo ficou definida a cota de 90m. Para a definição do modelado de aplanamento consideraram-se as superfícies com cotas elevadas e baixo grau de entalhamento que vem sofrendo contínuo desgaste. Assim foram encontrados, na microbacia, modelados de aplanamento, acumulação e dissecação. As

categorias morfométricas, relativas ao modelado de dissecação, foram definidas conforme a matriz constante no quadro 1, ficando assim definidas:

-Muito fraca: da matriz 11.

-Fraca: da matriz 21, 22, 12.

-Média: da matriz 31, 32, 33, 13, 23.

-Forte: da matriz 41, 42, 43, 44, 14, 24, 34.

-Muito forte: da matriz 51, 52, 53, 54, 55, 15, 25, 35, 45.

Quadro 1. Matriz dos índices de dissecação do relevo adaptada para escala 1:25.000

Dimensão Interfluvial Média Entalhamento médio dos vales	Muito grande (1) >750m< 15mm	Grande (2) 750 a 350m 7 a 15mm	Média (3) 350 a 150m 3 a 7mm	Pequena (4) 150 a 50m 1 a 3mm	Muito Pequena (5) <50m 1mm
Muito fraco (1) < de 20m	11	12	13	14	15
Fraco (2) 20 a 40m	21	22	23	24	25
Médio (3) 40 a 80m	31	32	33	34	35
Forte (4) 80 a 160m	41	42	43	44	45
Muito forte (5) >160m	51	52	53	54	55

Fonte: Adaptado de Ross, J.L.1996.

As classes de dissecação obtidas foram assim caracterizadas:

Muito fraca: caracteriza-se por apresentar modelado convexo-côncavo com aprofundamento dos vales menor de 20m. É comum a presença de vales nas cabeceiras e depósitos de sedimentos arenosos.

Fraca: apresenta modelado convexo-côncavo com aprofundamento dos vales entre 20 a 40m, sendo comum a presença de vales nas cabeceiras de drenagem e afloramentos rochosos.

Média: apresenta modelado convexo-côncavo com aprofundamento dos vales entre 40 a 80m. A inclinação das vertentes é moderadamente forte (10-18°), contribuindo assim para o surgimento de formas de erosão acelerada.

Forte: modelado de topos convexos e aguçados, estreitos, vertentes retilíneas, vales estreitos com aprofundamento das incisões entre 80 a 160m, e

declividade muito forte (30-45°).

Muito Forte: caracteriza-se por apresentar modelados de topos planos convexos e/ou aguçados, alongados ou cuspidais, com patamares escalonados nas vertentes. Predominam declividades muito fortes (aprofundamento maior que 160m, apresentando morfologia de movimentos de massa, vales suspensos, quedas d' água e corredeiras.

Os modelados de acumulação são formados a partir da erosão das áreas mais altas onde a rede de drenagem tem importante papel . As áreas de aplanamento localizam-se principalmente nas bordas dos divisores d' água, caracterizando-se pela presença de elevações e ressaltos topográficos.

3.3. Índice de concentração erosiva e concentração de nichos de nascente

Estes índices foram calculados com o propósito de verificar a relação existente entre os processos erosivos e os nichos de nascentes com a área ocupada por cada formação geológica.

O índice de concentração erosiva (ICE) foi obtido dividindo-se o número de ocorrências erosivas presentes em cada formação pela área correspondente. O mesmo procedimento foi utilizado para o cálculo do índice de concentração de nichos de nascentes (ICN). Os resultados encontrados foram multiplicados por 10, para facilitar a legibilidade, uma vez que considerou-se a variação de 0 a 1.

4. Resultados e discussão

Considerando que a carta de modelado do relevo fornece subsídios para o entendimento de questões relativas ao grau de entalhamento dos canais, compreende-se assim a importância no que se refere à identificação das áreas que ofereçam riscos ambientais. Ross (1990,p.73) considera que a "intensidade de dissecação é o primeiro grande indicador da fragilidade potencial que o ambiente natural apresenta".

Na microbacia do Arroio Cadena identifica-se a presença de três

modelados (dissecação, aplanamento e acumulação). Não foram encontrados modelados de dissolução. Os modelados de dissecação distribuem-se ao longo de toda a microbacia, nos compartimentos do Rebordo e da Depressão Central. Ao longo das margens do Arroio Cadena destacam-se os modelados de acumulação. Nas bordas dos divisores d'água aparecem os modelados de aplanamento. A distribuição dos modelados mapeados podem ser melhor visualizados através do mapa da figura 2.

Boaventura apud Raffaelli (2000,p.45) considera áreas de dissecação como sendo "áreas com topografia pronunciada, onde a evolução das formas está relacionada com o entalhamento dos cursos d'água de diferentes ordens de grandeza e erosão". O Quadro 2 mostra o resultado da quantificação das áreas dos modelados mapeados na microbacia do Arroio Cadena.

A classe de dissecação muito forte abrange um total de 391,49 ha ou 6,18% da área da microbacia. São áreas que se caracterizam por apresentar alta densidade de drenagem, modelados de topos planos, convexos, aguçados ou alongados e patamares nas vertentes. Na área de estudo localizam-se na porção norte da microbacia, conforme mostra a figura 1. Constituem áreas típicas de encostas íngremes, onde os cursos d'água assumem elevado poder erosivo. O relevo aliado aos processos morfogenéticos constituem-se em fatores limitantes ao processo de ocupação. Constituem áreas que devem ser destinadas a preservação permanente. São favoráveis ao desenvolvimento do turismo, visto apresentar grande beleza cênica.

A classe de dissecação forte ocupa 533,45 ha, abrangendo um total de 8,42% da microbacia. Localiza-se na porção norte-noroeste da microbacia, conforme mostra a figura 2. São áreas que requerem cuidados especiais quanto à ocupação, uma vez que apresentam declividades acentuadas, constituindo-se em áreas com forte limitação à ocupação.

A classe de dissecação média ocupa a maior parte de microbacia, abrangendo um total de 2.584,47ha ou 40,82%. Encontram-se predominantemente no compartimento da Depressão Central, setor mais antropizado da microbacia e onde se localiza o sítio urbano de Santa Maria. São áreas com relevo ondulado, onde a natureza das formações superficiais (textura arenosa)

e a ação dos processos morfogênicos mostram freqüentes incisões erosivas. Os valores da tabela 1 demonstram a fragilidade dessas áreas face a ocorrência de processos erosivos.

Quadro 2. Áreas das classes do modelado do relevo para a microbacia do Arroio Cadena

Modelados	Dissecação	Classes de dissecação	Área (ha)	Total da área (%)
		Muito fraca	247,33	3,90
		Fraca	1.280,41	20,22
		Média	2.584,47	40,82
		Forte	533,45	8,42
		Muito Forte	391,49	6,17
	Acumulação	Acumulação	1.292,47	20,41
	Aplanamento	Aplanamento	8,33	0,13
		Total	6.337,95	100

Fonte: Mapa do modelado do relevo (Figura 1)

De acordo com os dados da tabela 1 observa-se que os processos erosivos desenvolvem-se com mais intensidade nas Formações Rosário do Sul e Santa Maria. Considerando que a Formação Santa Maria ocupa grande parte da microbacia, conforme pode-se visualizar através dos valores expressos na tabela 1, a maior incidência de ocorrências erosivas poderia estar relacionada à área ocupada por essa formação geológica. Assim na tentativa de evitar essa relação obteve-se o índice de concentração erosiva (ICE), dividindo-se a área ocupada pelo número de ocorrências erosivas. Assim a Formação Rosário do Sul apresentou maior concentração de ocorrências erosivas numa área relativamente menor que a Formação Santa Maria, conforme pode-se verificar os valores do ICE, obtidas e visualizadas na tabela 1. Isso indica que a maior incidência de ocorrências erosivas nessa formação geológica, está relacionada à natureza do material sedimentar.

Considerando as áreas de cabeceiras de vale (nichos de nascente)

como áreas de risco potencial quanto à incidência de processos erosivos, convém destacá-las frente à quantidade expressiva de ocorrência. A tabela 2 mostra a ocorrência de nichos de nascente nas diferentes litologias.

Tabela 1. Incidência de processos erosivos por compartimento geológico

Formação Geológica	Área (ha)	Nº de ocorrências erosivas	ICE x 10
Santa Maria	69.257,7	15	0,002
Caturrita	2.046,1	01	0,004
Rosário do Sul	778,28	11	0,1

Organização: Michelin, C.R, 2004

A tabela 2 permite observar uma expressiva ocorrência de nichos de nascente na área abrangida pela Formação Santa Maria. Essa maior diversidade, além de estar associada à extensão (ha) ocupada pela formação, conforme os índices expressos na tabela 2, pode revelar uma fragilidade da cobertura superficial frente aos processos morfodinâmicos. O predomínio de argissolos com horizonte B textural e a presença de um horizonte E, facilitam a ocorrência de colapsos na superfície*. Esses colapsos evoluem na forma de ravinas e tendem para a formação de nichos de nascentes e cabeceiras de drenagem. A Formação Caturrita apresentou grande número de nichos de nascentes e a incidência de ocorrências erosivas foi insignificante. Já a Formação Rosário do Sul apresentou pequena quantidade de nichos de nascentes, entretanto, mostrou alto índice de concentração. Isso pode estar contribuindo para a forte incidência de processos erosivos observados na área, uma vez que os nichos de nascentes podem acentuar ou são resultantes da fragilidade à ação dos processos erosivos. Convém destacar no entanto, que devem ser levados em conta às propriedades físicas do material constituído nas diferentes formações

*Essas características também se aplicam à Formação Rosário do Sul

geológicas. Nesse sentido a presença predominante de silte e areia fina na Formação Rosário do Sul configura a essa área um baixo relevo e com canais fluviais com comprimento médio maior. A consequência dessa característica textural reflete-se nas propriedades físicas tendendo a índices de concentração erosiva mais elevada na área dessa formação. Ainda no que se refere ao modelado do relevo, a classe de dissecação fraca ocupa uma área de 1.280,41ha perfazendo um total de 20,22% da microbacia. São áreas que apresentam relevo suave ondulado e são bastante susceptíveis à ação dos processos morfogenéticos, dado ao predomínio de silte e areia fina, contido na Formação Rosário do Sul.

Tabela 2. Ocorrência de nichos de nascente nas diferentes formações geológicas

Formação Geológica	Área (ha)	Nº de nichos de nascentes	ICN _x 10
Santa Maria	69.257,7	120	0,01
Caturrita	2.046,1	62	0,3
Rosário do Sul	778,28	18	0,2

Organização: Michelin, C.R, 2004

O modelado com dissecação muito fraca representa um total de 247,33ha, correspondendo a 3,90% da microbacia. Abrange a porção sudoeste da área de estudo. São consideradas áreas planas, e por este motivo, intensamente ocupadas.

As áreas de acumulação são formadas por sedimentos detríticos não consolidados originados por processos de deposição fluvial. Na área de estudo, compreende as margens do Arroio Cadena (planície aluvial), conforme pode ser observado no mapa da figura 1. Ocupa uma área de aproximadamente 1.292,47ha, perfazendo um total de 20,41%. São áreas periodicamente inundadas, com lençol freático próximo a superfície. Apresenta uma ocupação desordenada, representada por vilas populares localizadas nas margens do

arroio, o que contribui para processos de desbarrancamento das margens e assoreamento do canal. Problemas de lançamento de esgoto e lixo são comuns. Apresentam sérias restrições quanto ao uso.

As áreas de aplanamento são pouco expressivas e ocupam 8,33ha, representando um total de 0,13% da microbacia. Situam-se na borda dos divisores d'água, conforme mostra a figura 1. Caracterizam-se pelo modelado aplanado, levemente ondulado e presença de ressaltos topográficos.

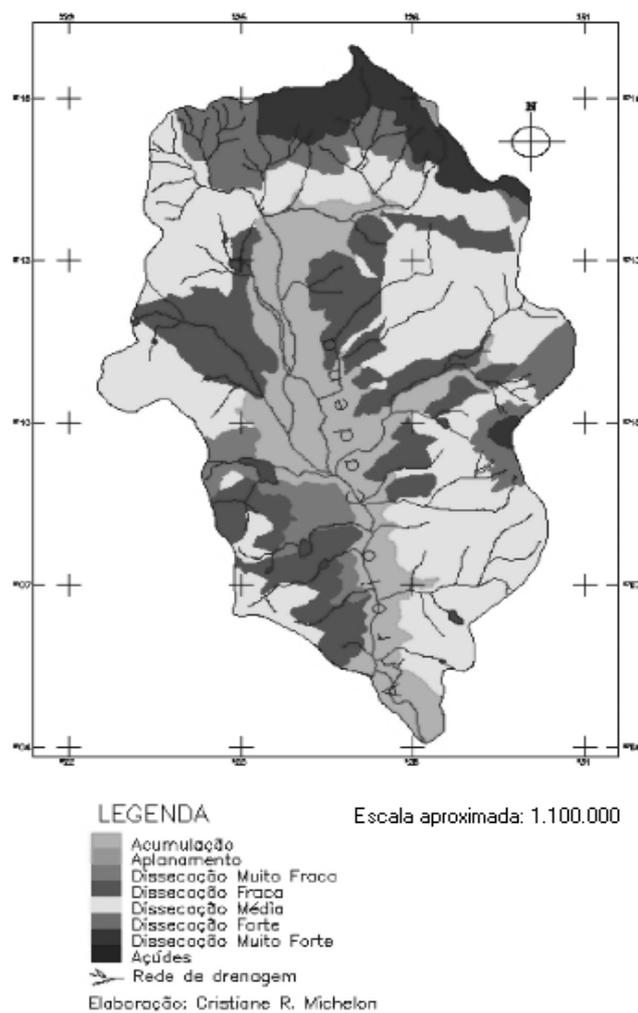


Figura 1. Modelado do relevo para a microbacia do Arroio Cadena-Santa Maria-RS

5 . Considerações finais

Considerando que os estudos geomorfológicos fornecem importantes subsídios no que diz respeito à ocupação racional do espaço, compreende-se a importância de mapear e analisar as diferentes categorias do relevo levando em conta as características de cada área.

Assim, no estudo realizado, mapearam-se os diferentes modelados distribuídos ao longo dos compartimentos na microbacia. O compartimento Rebordo do Planalto apresenta encostas íngremes, predominando modelados de dissecação forte e muito forte. Os cursos d'água apresentam elevado poder erosivo e importante papel na esculturação das formas de relevo. Nessa área, o relevo, associado à ação dos processos morfogenéticos constitui em fator limitante à prática agrícola e a ocupação urbana. A Depressão Central constitui o setor mais antropizado da microbacia. Apresenta modelados predominantemente com dissecação média. Associado a esse modelado de relevo, destaca-se a forte influência das condições litológicas e a presença de nichos de nascentes no que diz respeito à evolução das formas de relevo.

O setor correspondente à planície aluvial apresenta sérias restrições quanto ao uso. Apresenta modelado predominantemente de acumulação formado por depósitos recentes. A topografia plana da área favorece os processos de ocupação que, em sua maioria, se processam de forma desordenada, o que contribui para processos de desbarrancamento das margens e assoreamento do canal.

Dessa forma, com a realização do trabalho, foi possível reconhecer os diferentes modelados de relevo presentes na microbacia. Aliado a isso, considerando a influência dos nichos de nascente, identificaram-se áreas que oferecem riscos ambientais. Fica assim reforçada a importância de estudos geomorfológicos, pois esses podem servir de subsídio para que a ação do homem sobre o espaço natural se processe de forma mais organizada frente às limitações ambientais.

6 . Bibliografia

- AYOADE, J. O. **Introdução à Climatologia para os Trópicos**. São Paulo: Difel, 1996.
- BERTONI, J. N & LOMBARDI, F. **Conservação do Solo**. 3.ed, São Paulo:CERES,1985.
- BOAVENTURA, F. M. C. Os sistemas geomorfológicos na área de proteção espacial do aeroporto metropolitano de Belo Horizonte. In: **Geografia**. Setor de Sensoriamento Remoto. Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais/ CETEC. Belo Horizonte.11(21): p 81-96, abril de 1986.
- CASSETI, V. **Elementos de Geomorfologia**. Goiânia: Editora da UFU, 1994.137p.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2.ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1980.
- CHRISTOFOLETTI, A.: TELES, A., P. S.S; LUPINACCI, M. C; BERTAGNA, S. M. A.; MENDES, I. A. A Morfometria do Relevo na Média Bacia do Rio Corumbataí .In, **V Simpósio de Geografia Física Aplicada**. Anais. São Paulo, 1993.
- FIBGE. Manuais Técnicos em Geociências, número 5. **Manual Técnico de Geomorfologia**. Rio de Janeiro, 1995.
- GUERRA, A. J. T. & CUNHA BAPTISTA, S.(org). **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 2.ed. Rio de Janeiro:Bertrand Brasil. 1995.
- _____. **Geomorfologia e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1966, 327p.
- GUERRA, A. J. T; SILVA, A. S. da; BOTELHO, R. G.M. (org) **Erosão e Conservação dos Solos:Conceitos, Técnicas e Aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999.
- GRETZLER, A. **Morfogênese das áreas de cabeceiras de vale na microbacia do Arroio Cadena - Santa Maria/ RS**. Santa Maria, 2001. Relatório Final- BIC/ Fapergs.
- JUSTUS, J. de. O; MACHADO, M. L. de; FRANCO, M. do. S. M. Geomorfologia. **Projeto RADAMBRASIL**.Folha SH-22 Porto Alegre e parte das folhas SH-21 Uruguaiana e SH-22 Lagoa Mirim. Rio de Janeiro: IBGE, 1986, il (Levantamento dos Recursos Naturais, V.33), p.313-404.
- MACIEL FILHO. C. L. **Carta Geotécnica de Santa Maria**. Imprensa Universitá-

- ria Santa Maria, UFSM. 1990.
- MELLO FILHO, J. A. **Estudos de Microbacias Hidrográficas, delimitadas por Compartimentos Geomorfológicos, para o Diagnóstico Físico-Conservacionista**. Santa Maria: UFSM, 1994. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) -Universidade Federal de Santa Maria, 1994.
- MULLER FILHO, I. L. **Notas para estudo de Geomorfologia do Rio Grande do Sul**. Santa Maria, Imprensa Universitária da UFSM, 1970.
- PENTEADO, M. A. M. **Fundamentos de Geomorfologia**. Rio de Janeiro: IBGE, 1983.
- RAFAELLI, J. A. **Análise das feições de dissecação do relevo na folha topográfica de São Pedro do Sul- RS**. Santa Maria, 2000. Monografia (Especialização em Interpretação de Imagens de Orbitais e Suborbitais)- Universidade Federal de Santa Maria, 2000.
- RAFFAELLI, J.A; WERLANG, M. K. Análise das feições de dissecação do relevo na folha topográfica de São Pedro do Sul- RS. In: **Ciência e Natura** (Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas), Santa Maria, dezembro de 2002.
- RAMBO, B. **A Fisionomia do Rio Grande do Sul**. 3º ed. São Leopoldo: UNISINOS. 1994.
- ROSS, J. L. S. Geomorfologia Aplicada aos Eias e Rimas. In: GUERRA, A. J. T. & CUNHA BAPTISTA, S. (org). **Geomorfologia e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 1996.
- ROSS, J. L. S. Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados. In: **Revista do Departamento de Geografia FFLCH-USP**, São Paulo, 1994.
- _____. **Geomorfologia: ambiente e planejamento**, São Paulo: Contexto, 1990.
- SALOMÃO, F. X. de T. **Processos Erosivos Lineares em Bauru (SP): Regionalização Cartográfica Aplicada ao Controle Preventivo Urbano e Rural**. São Paulo. Depto de Geografia. FFLCH/USP. 1994. Tese de Doutorado.

