



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
GEOGRAFIA E GEOCIÊNCIAS**

**RELAÇÃO ENTRE EROSÃO E DECLIVIDADE E AS
CONSEQÜÊNCIAS EROSIVAS NA ÁREA DO MORRO
CERRITO EM SANTA MARIA – RS**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

Rosa Elaine lensen

Santa Maria, RS, Brasil

2006

**RELAÇÃO ENTRE EROSÃO E DECLIVIDADE E AS
CONSEQÜÊNCIAS EROSIVAS NA ÁREA DO MORRO
CERRITO EM SANTA MARIA – RS**

por

Rosa Elaine Iensen

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Geociências
do Programa de Pós-Graduação em Geografia e Geociências, da
Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como
requisito parcial para obtenção do grau de
Especialista em Geociências

Orientador: Prof. Dr. Mauro Kumpfer Werlang

Santa Maria, RS, Brasil

2006

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Naturais e Exatas
Programa de Pós-Graduação em Geografia e Geociências**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Monografia de Especialização

**RELAÇÃO ENTRE EROSÃO E DECLIVIDADE E AS
CONSEQÜÊNCIAS EROSIVAS NA ÁREA DO MORRO
CERRITO EM SANTA MARIA – RS**

elaborado por
Rosa Elaine lensen

como requisito parcial para obtenção do grau de
Especialista em Geociências

COMISSÃO EXAMINADORA:

Prof. Dr. Mauro Kumpfer Werlang (UFSM/)
(Presidente/Orientador)

Prof. Dr. Galileo Adeli Buriol (UFSM/UNIFRA)

Prof^ª. Dr^ª Eliane Maria Foletto (UFSM)

Santa Maria, 23 de fevereiro de 2006.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me guiado e direcionado no cumprimento desta etapa em minha vida.

À Universidade Federal de Santa Maria, pela oportunidade de realizar este curso de Pós-Graduação.

Ao professor Dr. Mauro Kumpfer Werlang, pela sabedoria e dedicação a mim transmitida e disposição em realizar este trabalho.

Aos professores do Curso de Especialização em Geociências, pelo conhecimento e companheirismo transmitidos.

A equipe do setor administrativo pelos seus trabalhos e receptividade.

Aos colegas do curso, pela oportunidade de compartilharmos juntos momentos de aprendizados e descobertas.

Ao meu marido Paulo Roberto lensen e os meus filhos: Filipe lensen e Fernando lensen, pelo amor, companheirismo, compreensão e por sempre estarem presentes, seja em momentos de alegria ou de dificuldades.

Aos meus amigos, pela valiosa amizade em todos os momentos.

“Se seus sonhos estão nas nuvens, pode acreditar, estão no lugar certo. Agora construa os alicerces.”

(Shakespeare)

RESUMO

Monografia de Especialização
Programa de Pós-Graduação em Geografia e Geociências
Universidade Federal de Santa Maria

RELAÇÃO ENTRE EROSÃO E DECLIVIDADE E AS CONSEQÜÊNCIAS EROSIVAS NA ÁREA DO MORRO CERRITO EM SANTA MARIA – RS

AUTORA: Rosa Elaine Iensen

ORIENTADOR: Mauro Kumpfer Werlang

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 23 de fevereiro de 2006

O presente trabalho tem como objetivo investigar o espaço geográfico no morro Cerrito em Santa Maria – RS através da relação entre erosão, declividade e as conseqüências erosivas. Com base em imagem de satélite as informações foram tratadas no Springer 4.1. Foram estabelecidas cinco classes de declividade com base na proposta de De Biasi (1970) para a elaboração da carta clinográfica. Foi definido um índice para a concentração de nascentes e um índice para a concentração erosiva com base na imagem do satélite, considerando cada classe de declividade mapeada para a área. Os resultados obtidos mostram que se estabelece uma relação positiva entre a concentração de nascentes (ICN) e o aumento da declividade. Nota-se, porém, que não ocorre o mesmo em relação ao Índice de Concentração Erosiva (ICE), o que faz crer que as ocorrências erosivas detectadas com maior freqüência na área estão controladas, provavelmente, mais pela ação antrópica quando comparadas à variável declividade.

Palavras-chave: Santa Maria, Geociências, Relação erosão-declividade, Morro Cerrito

ABSTRACT

Monograph of Specialization
Program of Pos-Graduation in Geography and Geosciences
Federal University of Santa Maria

RELATION BETWEEN EROSION AND DECLIVITY AND THE EROSIONAL CONSEQUENCES IN THE AREA OF THE MOUNT CERRITO IN SANTA MARIA – RS

AUTHOR: Rosa Elaine Iansen

ORIENTING: Mauro Kumpfer Werlang

Data and Place of Defense: Santa Maria, 23 de fevereiro de 2006

The present work objectified to investigate the geographic space of the mount Cerrito in Santa Maria - RS, through the relation between the erosion and declivity and erosive consequences. On the basis of the image of Ikonos satellite the information had been processed, stored and collected in ArcView 4.1. In the digital classification five classrooms of declivity had been established on the basis of the proposal of De Biasi (1970) with erosive points, rising, hydrography and urban net. The declivity classroom that predominates in the mount of the Cerrito is between 5 and 12% with 215,70 ha or 36.5%, the clinographic letter elaborated on the basis of the methodology of De Biasi (1992), showed in its especiality that occurs the predominance of the indices of concentration of springs in the classrooms between 12 and 30% with the total 46 niches of springs showing that it has fort relation enter the Index of Concentration of Nascente (ICN) and the declivity. It is noticed, however that it does not occur the same in relation to the Index of Erosive Concentration (ICE). In the correlation of Pearson it did not have a relation between declivity and Indices of Erosive Concentration.

Keywords: Santa Maria, Geosciences, Relation erosion-declivity, Mount Cerrito

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01	Localização do perímetro urbano (sede) no município de Santa Maria – RS.....	14
Figura 02	Localização dos bairros de Santa Maria e a área de estudo no Bairro Cerrito.....	15
Figura 03	Imagem da área do morro Cerrito usada como base juntamente com a carta topográfica para a elaboração do mapa-base.....	31
Figura 04	Mapa-base cartográfica do morro Cerrito em Santa Maria-RS.....	32
Figura 05	Mapa clinográfico da área do morro Cerrito / Santa Maria-RS.....	37
Figura 06	Relação entre o ICN e o limite superior das classes de declividade..	38
Figura 07	Relação entre o ICE e o limite superior das classes de declividade...	39

LISTA DE QUADROS

Quadro 01	Classes de declividade e seus respectivos usos aconselhados.....	33
-----------	--	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 01	Área do morro Cerrito - área das classes de declividade.....	37
Tabela 02	Índice de concentração de nascentes e respectivos valores.....	37
Tabela 03	Índice de concentração erosiva e respectivos valores.....	38

SUMÁRIO

RESUMO.....	
ABSTRACT.....	
LISTA DE ILUSTRAÇÕES.....	
LISTA DE QUADROS.....	
LISTA DE TABELAS.....	
1 INTRODUÇÃO.....	11
2 OBJETIVOS.....	13
2.1 Objetivo Geral.....	13
2.2 Objetivos específicos.....	13
3 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO GERAL DA ÁREA.....	14
4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	18
4.1 Declividade e erosão.....	18
4.2 A importância do tema erosão	24
4.3 Algumas formas erosivas.....	25
4.3.1 Erosão hídrica.....	25
4.3.2 Erosão antrópica sobre o ambiente natural e suas conseqüências.....	27
4.4 Cartografia e o planejamento ambiental.....	28
4.5 Processos erosivos em áreas urbanas.....	29
5 METODOLOGIA.....	30
5.1 Elaboração do mapa base.....	30
5.2 Elaboração do mapa clinográfico.....	33
5.3 Determinação dos índices de concentração de nascentes e de erosão	34
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	36
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	40
BIBLIOGRAFIA.....	42

1 INTRODUÇÃO

Hoje mais do nunca, o espaço mundial vem sofrendo constantes e contínuas transformações devido a conjuntura sócio-econômica e espacial, e essa dinâmica toda, faz com que seja necessário uma organização ou reorganização territorial, adaptando o uso da terra às várias modalidades de utilização e exploração.

No entanto, a sua capacidade de suporte esta relacionada conseqüentemente, às potencialidades e limites de uso. Por isso, é imprescindível o planejamento para um aproveitamento dos recursos naturais, resultando mais benefícios ou resultado final para a coletividade.

Mas em muitas regiões ou áreas a organização do espaço vem sofrendo fortes pressões devido o mau uso dos recursos naturais, com conseqüências as vezes negativas, dependendo da intensidade dessas mudanças .

Para Santos & Nascimento (1992), planejamento é a aplicação racional do conhecimento do homem ao processo de tomada de decisões para conseguir uma ótima utilização de recursos, a fim de obter o máximo de benefícios para a coletividade.

Nessa situação, temos o caso do morro Cerrito, em que o impacto ocorre basicamente por fatores econômicos entre os quais entra a implantação da RST 287, BR 158 e empreendimentos imobiliários. Porque, em áreas urbanas os processos erosivos tem como origem, entre outros fatores, os empreendimentos imobiliários, como exemplo a abertura de estradas, acelerando nas áreas desprovidas de vegetação escavações não recobertas, nichos de nascentes o processo de erosão.

Diante de situações como esta no morro Cerrito, em que os métodos da geomorfologia servem de suporte para explicar a interpretação da realidade compreendendo a relação entre a declividade e as ocorrências erosivas onde predomina o uso urbano.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

O objetivo geral do trabalho esteve centrado na avaliação dos processos erosivos acelerados e a relação com a declividade, além de avaliar o impacto antrópico na área do morro Cerrito Santa Maria-RS.

2.2 Objetivos específicos

1. Elaborar o mapa clinográfico;
2. Definir o índice de concentração erosiva (ICE);
3. Determinar o índice de concentração de nascentes (ICN);
4. Estabelecer a correlação entre o índice de concentração erosiva (ICE) e o índice de concentração de nascentes (ICN); com as classes de declividade;

3 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DA ÁREA

A área de estudo situa-se na parte sudeste do Sítio urbano de Santa Maria-RS, junto ao morro Cerrito. A Figura 01 localiza o município de Santa Maria no Estado do Rio Grande do sul e a Figura 02 mostra distribuição dos bairros situando a área de estudo no Bairro Cerrito.

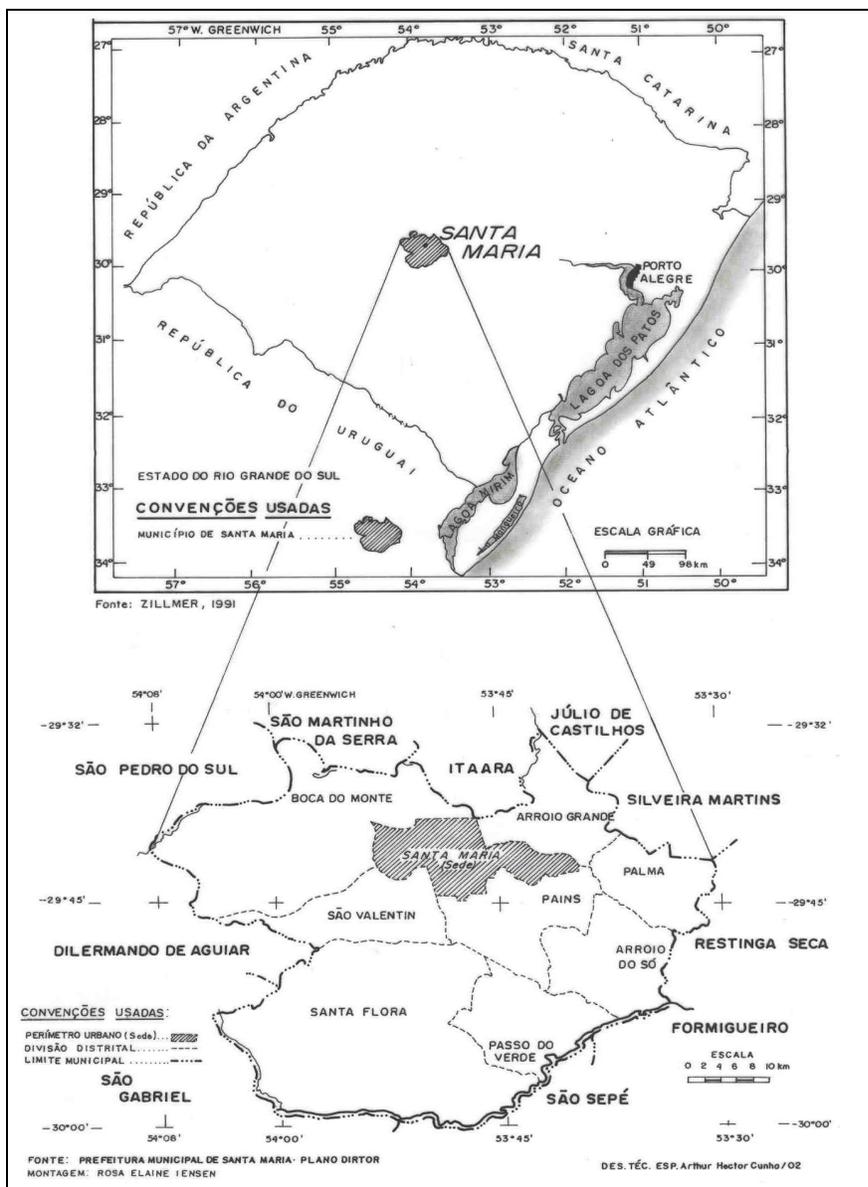


Figura 01 - Localização do perímetro urbano (sede) no município de Santa Maria – RS.
Org.: Iensen, R. E

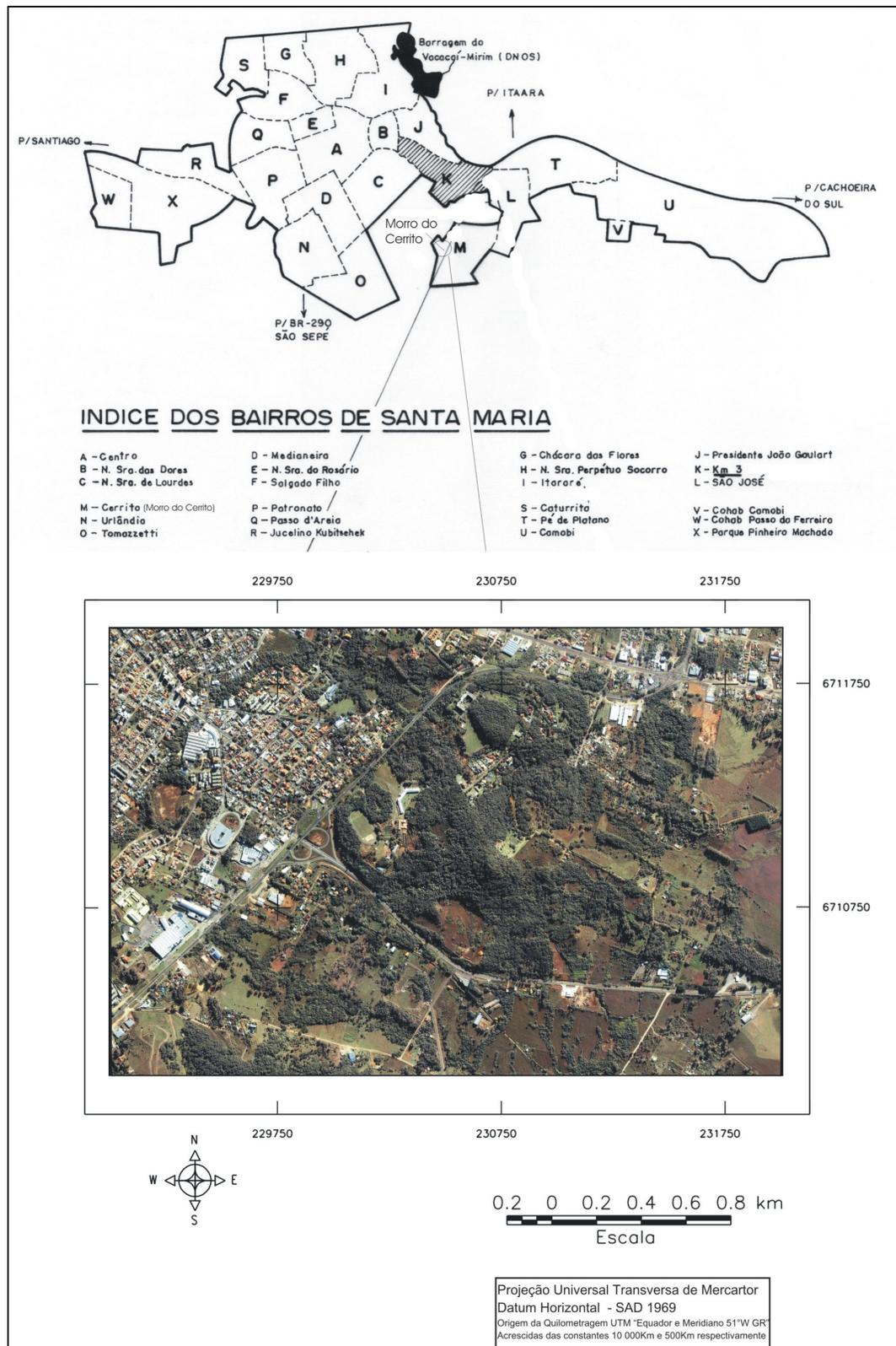


Figura 02 - Localização dos bairros de Santa Maria e a área de estudo no Bairro Cerrito.
Org.: lensen, R. E.

O município de Santa Maria situa-se na depressão periférica sul-rio-grandense junto a transição para os planaltos e chapadas da bacia do Paraná (ROOS, 1996). A parte Norte do Município, compreende ao denominado rebordo do Planalto que apresenta-se como uma faixa transicional entre a depressão periférica, caracterizando-se por apresentar escarpas abruptas, festonamentos e a presença de morros testemunhos. O compartimento de relevo mais baixo, corresponde a depressão periférica, abrangendo a maior parte do município de Santa Maria e tendo como características morfológicas a presença de colinas, coxilhas e de planícies aluviais.

Os morros de Santa Maria, entre eles o Cerrito constituem áreas com declives acentuados (superiores a 15%) e são segmentos do rebordo do Planalto. Este apresenta o substrato rochoso composto pelas formações Santa Maria, Membro Alemôa Caturrita, Serra Geral (SARTORI et. al. 1985, 1988). Está inserido no domínio da floresta estacional decidual (RADAMBRASIL, 1980), do ponto de vista climático, de acordo com a classificação de Köppen enquadra-se no tipo climático Cfa, que compreende no clima temperado quente (mesotérmico) com precipitações regulares, durante o ano com índices pluviométricos anuais entre 1500 a 1750 mm.

Segundo Bortoluzzi (1974, *apud* MEDEIROS, 1980), a formação Santa Maria é constituída pelos membros Passo das Tropas (inferior) e Alemôa (superior). Sequencialmente é constituído, predominantemente, por arenitos grosseiros a médios de cores amarela e rosa avermelhada, as vezes e, tonalidade púrpura, feldspáticos, por vezes conglomeráticos com eixos e grânulos de Quartzo, contendo fragmentos lenticulares com estratificação cruzada e planar de grande porte. Estes arenitos intercalam-se com camadas de siltitos arenosos de cores avermelhadas e púrpura, indicativos de ambientes fluvial. A área de sua ocorrência estende-se desde as proximidades da encosta da Serra Geral, ao Norte, até a latitude dos Pains, ao Sul, ocupando toda a área de estudo. O Membro Alemôa, que representa a parte superior da Formação Santa Maria é constituída essencialmente por siltitos argilosos; maciços (lamitos), de cor avermelhado, compacto e sub-horizontais.

Do centro urbano de Santa Maria para leste, o relevo apresenta-se suavemente ondulado, caracterizado pela presença de coxilhas e planícies aluviais, com cotas altimétricas variando de 70 a 150 metros. A maior altitude, fica por conta do morro Cerrito, com cota altimétrica chegando a 240 metros.

No interior do morro Cerrito estão distribuídos comunidades, possuindo ainda aglomeração de construções entre as quais se resumem em residências, uma faculdade, um centro de eventos e uma área de esporte e lazer mesmo sendo em um local de grande declividade. Sendo as principais atividades destinadas à áreas de poucas residências e ao lazer.

4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

4.1 Declividade e erosão

Com base em atividades que causam impactos no meio ambiente e, que têm repercussões voltadas ao crescimento e desenvolvimento da sociedade, Gonçalves (1995) comenta que ao se organizar territorialmente, cada sociedade forja padrões de ocupação e uso dos recursos e espaços de acordo com suas necessidades e aspirações.

A ação do homem se faz sentir pela ocupação inadequada de áreas e por mau uso do solo durante o cultivo, sem nenhuma preocupação de conservação. Assim, ao instalar cidades sem se preocupar com a captação das águas pluviais ou, na agricultura, ao desprover o solo da cobertura vegetal, o homem rompe o elo do equilíbrio. (RODRIGUES & VILAR *apud* MACIEL FILHO, 1994).

Essa preocupação em melhor interpretar os fenômenos geográficos, decorre fundamentalmente da situação preocupante que se encontra atualmente o meio ambiente, em função de todo um processo de exploração econômica que tem ocorrido nas últimas décadas e, que tem como conseqüências, sérios danos ao meio ambiente e de certa forma ao próprio homem.

A degradação ambiental tem uma série de causas. Nas áreas rurais, os principais problemas são causados pelo uso da terra. O fato de se ignorar os limites impostos pela natureza, tem provocado o desenvolvimento de processos erosivos acelerados. Além disso, o uso conflitante da terra, aliado a ocupação de áreas impróprias aplicação de técnicas agrícolas e manejos inadequados, além do uso

exagerado de produtos químicos transformam a agricultura numa atividade impactante ao meio ambiente.

Os estudos de impactos ambientais integram uma visão conjunta do comportamento das condições naturais e das atividades humanas nelas desenvolvidas, uma vez que, mudanças significativas em qualquer uma de suas unidades, podem gerar alterações, efeitos e/ou impactos.

Segundo Tricart (1965), a pesquisa geomorfológica se ocupa da interação de mecanismos complexos que modificam a superfície do globo e deve se preocupar com o processo evolutivo que possa vir a ocorrer em uma área. Essa preocupação deve estar presente, especialmente naquelas áreas onde a ocupação humana cada vez mais utiliza o solo numa exploração irracional, passando, a atuar como um dos principais agentes morfogenéticos, que desconhecem ou não levam em conta, causas de origens naturais.

As mudanças que ocorrem podem ter causas naturais, entretanto, nos últimos tempos, o homem tem participado intensamente como um agente acelerador dos processos modificadores e de desequilíbrios do meio ambiente.

Referindo-se ao processo de erosão, Bertoni & Lombardi (1999) utilizam o argumento de que a erosão geológica ou natural, que se manifesta como uma ocorrência normal dos processos de modificação da crosta terrestre é reconhecível somente no decorrer de longos períodos de atividade, e que esses processos são benéficos, pois com eles formam-se colinas, planícies e vales férteis. Os problemas aparecem quando o homem destrói os anteparos naturais, forçando o processo erosivo.

A ação maléfica da erosão ocorre quando é rompida a estabilidade adquirida ao longo do tempo entre o solo, vegetação e os organismos do solo, geralmente pela intervenção do homem (HUNSON, 1995). A crescente industrialização, a mecanização da agricultura, a implantação de rodovias e a intensa urbanização têm alterado, de modo significativo, o cenário da terra e levado, com freqüência, a processos degenerativos da natureza.

A SEPLAN/MS – Secretaria de Estado de Planejamento e de Ciência e Tecnologia (1992) destaca que o processo erosivo se manifesta de vários modos, seus efeitos apresentam grande amplitude, ao afetar diretamente as atividades econômicas e prejudicar de forma indireta diferentes segmentos da sociedade. Nesse sentido, cabe também o argumento defendido por Vieira & Vieira (1983) de

que para conservar ou aumentar a capacidade produtiva do meio físico é necessário conhecê-lo, pois esse é resultante de um conjunto de fatores naturais.

Nesse raciocínio, torna-se importante o conhecimento sobre o impacto pluvial e entender a relação existente entre erosão de formação acentuada, muitas vezes ocasionando ravinas e, através de sua evolução, formando voçorocas, que evoluem para criar verdadeiras redes de canais de drenagem. Pois, sabe-se muito bem da dimensão cotidiana do clima na vida humana. Mas, ele é muito mais que isso, é a compreensão dos mecanismos que o regulam em escala global e em períodos de tempo mais longos, como as estações do ano e relacionando todos esses fatores, e entender o quanto as ações do homem, as vezes inocentes, podem contribuir para acelerar ou agravar problemas que colocam em risco certas áreas.

Para Hudson (1995, *apud* PUNKED, 1994), a erosão hídrica é influenciada pelos fatores chuva, solo, comprimento da rampa, grau de declive, uso, manejo e práticas conservacionistas.

Quanto maior a cobertura do solo menor a erosão, ou seja, solos com uma cobertura vegetal de parte maior estão menos suscetível a erosão, do que solos cobertos com uma vegetação menor ou solos expostos como no caso, das lavouras, (FENDRICH *et al*, 1988).

Os processos erosivos possuem significativa complexidade. Após a precipitação parte da água infiltra no solo e o restante escoar sobre a superfície, para Guerra & Cunha (1995, p.137), “o escoamento, sobre a superfície é produzido com o excedente de precipitação em relação a capacidade de infiltração”. Sabe-se que o escoamento das águas apresenta-se de duas maneiras, laminar e em sulcos. Na primeira como o próprio nome diz o escoamento em forma de lâminas, ou seja, de forma homogênea sobre a superfície. O fluxo da água em sulcos é conseqüência da erosão laminar, quando a água passa a concentrar-se em pequenos canais que aparecem em grande número e distribuídos irregularmente sobre a superfície da terra.

O escoamento da água nos sulcos provoca o aprofundamento do mesmo, através da remoção de detritos ao longo de seu curso. Se o fluxo de água aumentar, proporcionará maior ação erosiva sobre os sulcos, podendo surgir como conseqüência pequenos canais ou ravinas, processo que pode ser denominado ravinamento. As ravinas formam-se quando a velocidade da água aumenta na

encosta, provavelmente para velocidades superiores a 30 m/s (GUERRA & CUNHA, 1995).

Quando o processo de ravinamento se acelera, ocorre o surgimento de voçorocas ou boçorocas que de acordo com Freire (1994 *apud* BIGARELLA, 1985), o termo voçoroca refere-se ao desmoronamento resultante de erosão produzida por águas subterrâneas ou águas pluviais.

Os principais responsáveis diretos pelo surgimento de voçorocas são os desmatamentos, o uso agrícola da terra, o superpastoreio e as queimadas, definidos assim por Guerra & Cunha (1995, p.183-184), os autores ainda destacam que:

As voçorocas são características erosivas relativamente permanentes nas encostas, possuindo paredes laterais íngremes, e em geral, fundo chato, ocorrendo fluxo de água no seu interior durante os eventos chuvosos (...) as voçorocas têm sua origem na erosão causada pelo escoamento superficial.

Erosão pode ser entendida como um processo mecânico que age na superfície e em profundidade, sob determinadas condições físicas. Traduz-se na desagregação, transporte e deposição de partículas do solo, subsolo e rocha em decomposição, através dos agentes águas correntes, vento ou geleiras. A erosão hídrica desenvolve-se a partir da formação de um canal onde há concentração do escoamento; em seguida, ocorre incremento rápido em profundidade e largura movendo a cabeceira para montante. Com o início de crescimento da vegetação, nos canais incisivos, acontece o declínio do aumento, com o estabelecimento de um perfil de equilíbrio e eventual estabilização das paredes. Surge, então, o canal de drenagem. Nesse sentido, os padrões de dissecação, a dinâmica das vertentes e a dinâmica fluvial relacionadas ao desenvolvimento dos processos erosivos assumem relevância, Werlang (2004).

Nesse sentido, o processo erosivo causado pela água das chuvas, apesar de ter abrangência em quase toda a superfície terrestre, ocorre em especial nas áreas tropicais. Dessa atuação erosiva evolui a gênese atual responsável pela dissecação do relevo a partir da dinâmica fluvial. Para alcançar o conhecimento pleno do que são e representam uma ou mais formas de relevo, identificadas em diferentes escalas espaciais e temporais, necessário se faz compreender e explicar como surgem e evoluem.

Resulta, assim, considerar os processos responsáveis pelas ações capazes de criar ou destruir formas de relevo, modificá-las ou mantê-las preservadas, ampliar suas dimensões ou reduzi-las, fixá-las num local ou deslocá-las, modelá-las contínua ou descontinuamente. As formas ou conjuntos de formas de relevo participam da composição das paisagens em diferentes escalas. Relevos, ao serem observados em um curto espaço de tempo, mostram aparência estática; entretanto, estão sendo permanentemente trabalhados por processos erosivos ou deposicionais resultantes das condições climáticas existentes. Essas formas podem transmitir a idéia de que são componentes independentes na paisagem. Mas, elas e os demais componentes do ambiente estão interligados proporcionando ações mútuas, que, em maior ou menor intensidade, agindo no sentido de criar uma fisionomia que reflete, no todo ou em partes, os ajustes alcançados.

Portanto, deve-se sempre levar em conta as condições geológicas, pedológicas, climáticas, hidrológicas, biológicas, topográficas e altimétricas para compreender o tipo de relevo e os padrões inerentes aos processos envolvidos. Segundo Coelho (1971), o levantamento do uso da terra é um estudo visando avaliar os recursos dos solos quanto a sua capacidade, localização e a estimativa de terras adequadas ou mal aproveitadas.

Keller (1972) e Castillero (1984) citam que a falta de estudos sobre a utilização da terra reflete como conseqüência a formulação de esquema muito generalizado de desenvolvimento e, que os parâmetros qualitativos e quantitativos de uso da terra não são conhecidos e compreendidos em sua essência, com isso, os projetos de desenvolvimento podem trazer mais prejuízos que benefícios à estrutura econômica existente.

O relevo tem influência sobre os fatores meteorológicos e hidrológicos, pois a velocidade do escoamento superficial é determinada pela declividade do terreno. Portanto o grau de declive é um dos fatores mais importante no processo erosivo, pois do grau de declive depende diretamente o volume e a velocidade das enxurradas que sobre ele escorrem, que em princípio, quanto maior o comprimento de rampa mais enxurrada se acumula e maior energia resultante se traduz por uma erosão maior.

Villela e Matos (1975) comentam que a declividade do terreno é que controla boa parte a velocidade de deslocamento da água em escoamento superficial. Estes autores, também ressaltam que a magnitude pluvial e a maior ou menor capacidade

de infiltração e suscetibilidade para a erosão dos solos, dependem da rapidez do escoamento das águas pluviais sobre o terreno.

Portanto, as áreas com solo exposto constituem um fator decisivo na aceleração dos processos erosivos. Pois o solo desprotegido recebe o impacto direto das gotas de chuva, desagregando partículas.

As precipitações se distribuem de diversos modos e são de extrema importância no processo de erosão. Parte das chuvas infiltra em profundidade para engrossar as reservas de água subterrânea, parte retorna à atmosfera por efeito da evaporação e transpiração, e parte escoam pela superfície. O escoamento ocorre em forma de finos filetes ou riachos trançados, formando uma rede de ramificações, que cobre as encostas e se encaixando em ravinas, voçorocas e vales fluviais, acarretando erosão.

Primeira ação de impacto é completada pela ação do escoamento superficial, o qual torna-se mais intenso nas áreas sem cobertura vegetal, porque as gotas de chuva juntam-se rapidamente formando filetes de água com força suficiente para arrastar as partículas desagregadas. Com isso, os filetes de água escoam encosta abaixo. “lavando” a superfície como um todo, sem formar canais, através de uma lâmina de água denominando-se erosão laminar. Os filetes podem juntar-se formando enxurradas que podem resultar em erosão por escoamento concentrado, a qual possui capacidade de arrancar novas partículas e transportar grandes volumes de material solto, formando sulcos e ravinas, que podem evoluir para voçorocas. Sendo que, a voçoroca corresponde ao estágio mais avançado e complexo da erosão hídrica superficial, mostrando maior dificuldade na contenção.

4.2 A importância do tema erosão

A erosão, segundo Bertoni e Lombardi (1985), de todas as dádivas da natureza, nenhuma é mais necessária ao homem do que o solo.

A formação deste solo vem desde os princípios dos tempos. As chuvas e os ventos provocam transformações constantes, tirando partículas do solo de um lugar e jogando-as em outro, num fenômeno denominando erosão.

Foi assim que se formaram os leitos dos rios, montanhas, deltas fluviais e grandes *canyons*. Todavia, essa transformação não é rápida, pois sua velocidade é

limitada pelo manto protetor do solo, formado de matas, campos e outros tipos de vegetação. E um dos fatores de desgaste que mais contribui para a erosão do solo é, sem dúvidas, a erosão hídrica facilitada e acelerada pelo homem com suas práticas inadequadas.

Felizmente, já se faz sentir o reconhecimento pelo homem da necessidade da utilização de práticas conservacionistas. Pois, a luta do homem contra a erosão do solo é tão antiga como a própria agricultura.

Ao mudar do nomadismo para o sedentarismo, o homem teve necessidade de intensificar o uso do solo, destruindo a cobertura de sua superfície e acarretando a exposição do mesmo às forças erosivas.

Somente, há cerca de mais ou menos quarenta anos, descobriu-se que o impacto da gota de chuva em um terreno descoberto, e o desprendimento das partículas do solo é a principal causa da erosão do solo pela água. Nessa condição de desprotegido, o solo fica exposto e é obrigado a sustentar a queda das gotas de chuvas e a sua lavagem mais ou menos intensa. Daí o fornecimento abundante pela natureza da cobertura vegetal, a qual ajuda a proteger o mesmo, e a evitar o movimento erosivo.

Esse tipo de erosão é observado em todos os países como um grande problema, onde o complexo água – solo – clima é adequado para a vegetação. Pois o solo perdido pela erosão hídrica é geralmente mais fértil, contendo os nutrientes das plantas.

Mas, normalmente os autores se preocupam unicamente com a inclinação do terreno, são poucos os que observam o desgaste erosivo pelo comprimento de rampa.

4.3 Algumas formas erosivas

4.3.1 Erosão hídrica

Guerra & Cunha (1998 *apud* ANA L.COELHO NETO, p. 93) ao apresentar o assunto, necessário se faz salientar o ciclo hidrológico pois é através dele, que se desenvolve o processo erosivo. A água constitui um dos elementos físicos mais

importantes na composição da paisagem terrestre, interligando fenômenos da atmosfera inferior e da litosfera, e interferindo na vida vegetal-animal e humana, a partir da interação com os demais elementos do seu ambiente de drenagem. Dentre as múltiplas funções da água destacamos seu papel como agente modelador do relevo da superfície terrestre, controlando a formação como o comportamento mecânicos dos mantos de solos e rochas, especialmente no domínio das encostas.

A erosão pela água – a erodibilidade do solo é a sua vulnerabilidade à erosão, sendo recíproca a resistência à erosão. Características físicas e químicas, como proporção granulométrica, pedregosidade, permeabilidade, teor de matéria orgânica, entre outros, atuam de forma crucial no comportamento da erodibilidade de um solo (BERTONI & LOMBARDI NETO, 1990).

Voçorocas – originam-se de um desequilíbrio hidrológico, causado principalmente, pela ocupação das terras com remoção generalizada da cobertura protetora. As incisões erosivas profundas do terreno seguem linhas ou faixas estreitas determinadas pela estrutura geológica. A erosão geralmente é intensa, e em muitos aspectos, a voçoroca lembra o vale de um rio em miniatura, antes do que um canal fluvial. Sendo que as voçorocas naturais são cíclicas consistindo basicamente de quatro fases: erosão do canal e encaixamento, retrocesso da cabeceira e rápido alargamento, recomposição e estabilização. E dependendo do tipo de solo, as voçorocas cavam até vários metros de profundidade e de largura.

Em termos práticos, esses estudos visam, em última análise, ao impedimento ou à solução de problemas ambientais impulsionadas pela entrada de águas pluviais nas encostas, e cujos efeitos podem, prolongar-se a curta ou longa distância das áreas efetivamente problematizadas. Portanto, a infiltração é o movimento da água dentro do solo. Os solos que definem as quantidades de chuvas que infiltram ou que excedem para escoar na superfície do terreno. Pois, a água sobre a superfície com mais rapidez e tornando-se mais lenta em profundidade, concluindo que os solos determinam o volume do escoamento da chuva, a sua distribuição e as descargas, tanto em superfície como em subsuperfície.

E o entendimento da geração e produção do escoamento superficial mostra a importância para a orientação de obras como construção, manejo e conservação dos solos. Merece destaque o enfoque dado por Penteado (1974), que diz o seguinte: “as gotas caindo, atingem uma velocidade limite, tanto maiores quanto

mais grossas forem, e sua energia cinética cresce com o quadrado de sua velocidade, exercendo, no solo, verdadeiro bombardeamento”.

A declividade é a relação angular das encostas com o desenvolvimento do solo. Varia em função dos processos morfoclimáticos e cobertura vegetal, os quais irão atenuar ou agravar os efeitos erosivos em determinadas áreas geográficas com declives acentuadas.

Ranzani (1969) comenta que, ao se definir as unidades classificadas num levantamento de solos, a declividade merece atenção especial, normalmente, elegendo-se fases de solos com termos do gradiente de declive mantido dentro de certos intervalos.

Conforme Bertoni e Lombardi Neto (1985), para o condicionamento da capacidade de uso da terra, a topografia, na maioria dos casos, constitui um dos fatores de maior importância, e, para o planejamento conservacionista, não há necessidade de discriminar os graus de declive do terreno, basta delimitar as zonas em que ocorrem determinadas classes de declives.

Coelho (1980) considerando *Kansas Geological Survey*, considera a declividade um parâmetro importante na avaliação da aptidão para determinado uso de uma área. O autor cita os intervalos de declives ótimos, conforme a finalidade: zonas de recreio: 0 a 50%; ocupação urbana: 0 a 15%; redes de saneamento básico: 0 a 10%; caminhos de ferro: 0 a 3%; estradas: 0 a 12%.

4.3.2 Erosão antrópica sobre o ambiente natural e suas conseqüências

No estudo sobre a erosão do solo, não se deve tratar o assunto unicamente do ponto de vista física, considera-se também a participação do homem sobre o meio ambiente uma vez que, a atividade humana acha-se representada nas lavouras, construção de estradas e núcleos urbanos, sobretudo modifica a cobertura vegetal e cria desta forma um novo sistema bioclimático.

Para Mafra (1989, *apud* TEREZINHA NETO, 1990, p. 8):

O rápido crescimento da população, o que provoca desmatamentos, queimadas, poluição do ar e das águas, acelerou a deterioração do meio ambiente e com isso o habitat de numerosas espécies, está em processo de modificação.

Hopkind & Blanc (1982, *apud* TEREZINHA NETO, 1990, p. 9):

Afirmam que a extinção dos grandes mamíferos e das aves não poderá ter senão um andamento catastrófico para a biosfera, pois as espécies animais e vegetais são estreitamente interdependentes dentro dos ecossistemas, onde cada uma ocupa um lugar na “economia da natureza”, sendo que o desaparecimento de uma única espécie provoca reações em cadeia em todo o ecossistema.

Para Curry-Lindahl (1974, *apud* TEREZINHA NETO, 1990, p. 9):

Se faz importância primordial compreender a dependência de todos os organismos vivos, plantas e animais, de seu ambiente. Sendo uma espécie o produto de um habitat, ao qual se adapta constantemente, é, ela própria, parte deste habitat. Segundo ele, a melhor maneira de conservar uma espécie é conservar o meio e, em muitos casos esta é a única forma possível.

4.4 Cartografia e o planejamento ambiental

Bigarella *et al* (1985) estabelece que através do levantamento dos recursos naturais de uma região obtêm-se informações técnico-científicas interdisciplinares para o planejamento regional. Salientando aspectos quanto a forma de uso do solo em conjunto com as normas que evitam a degradação ambiental.

Tais informações destinam-se a assessorar os planejamentos preocupados com a ocupação racional dos recursos naturais renováveis e não renováveis fornecidos pela natureza.

Conforme Bigarella & Mazuchowski (1985, *apud* TEREZINHA NETO, *op. cit.*, p. 11), o conjunto compreendido pela interface atmosfera e geosfera (solos, rochas e água), fornece recursos básicos vitais à biosfera, os quais somados aos seres vivos, constituem o meio natural. Segundo eles, este meio, em seus sistemas de relações, deve ser avaliado para ser convenientemente usado e corrigido, quando necessário, a fim de atender a demanda das necessidades humanas observadas as condicionantes de equilíbrio entre o desenvolvimento e a conservação dos recursos naturais.

A integração dos diferentes mapas com temas específicos representando aspectos do ecossistema, colabora na estrutura das contas de recomendação de uso, incluindo a análise da dinâmica ambiental e os riscos envolvidos. Com esse propósito, Bigarella e Mazuchowski (1985), utilizaram cartas topográficas,

geológicas, geomorfológicas, pedológicas, fitogeográficas (vegetação e uso) para trabalhos de planejamento que envolve o meio ambiente.

Estes autores salientam que neste tipo de trabalho é necessário a utilização de fotografias aéreas em escolas convenientes, levantamentos bibliográficos e estudo a campo.

No Brasil, país de dimensões continentais, o sensoriamento remoto constitui ferramenta indispensável para o conhecimento e o monitoramento dos recursos naturais. Os sistemas sensores fotográficos (fotografias aéreas) também conhecidos como sensores remotos de baixa altitude, são largamente empregadas nos levantamentos de solos, oferecendo ganho de tempo, precisão de limites e uma visão global da paisagem. Quanto as técnicas de processamento digital em imagens orbitais é largamente utilizadas no monitoramento do meio ambiente, como: cartografia, botânica, geologia, meteorologia e em outras áreas. Portanto, o uso dessas técnicas que tem como ferramenta importante no mapeamento de alguns processos erosivos.

Pois como OZENDA (1986, *apud* TEREZINHA NETO, *op. cit.*, p. 13) comenta que, “após muito tempo ter voltado sua atenção as formações menos transformadas, a ecologia leva em conta hoje, cada vez mais, a ação humana enquanto fator decisivo e não necessariamente sempre desfavorável. Segundo ele, a própria proteção da natureza é conduzida a abandonar o dogma da conservação integral e reconhece o interesse da proteção das paisagens semi-naturais moldadas pelo homem”.

4.5 Processos erosivos em áreas urbanas

Onde for aberta uma rodovia, o terreno será cortado por ela em todas as direções e as águas pluviais desviadas do seu curso normal. Se um sistema de drenagem não for convenientemente estudado e o solo não possuir a coesão necessária para resistir à sua ação, sobrevirá fatalmente o fenômeno da erosão; e os principais fatores que desencadeiam a erosão nos sistemas das estradas de rodagem são: modificações feitas nos traçados das estradas; estudo insuficiente da drenagem; águas da chuva não desviadas dos aterros; falta de vegetação nas faixas de domínio.

Normalmente as estradas ou rodovias são feitas com certo planejamento, com proteção nas suas margens, revestimentos de grama e escoadouros para laterais.

Mas, existem problemas conservacionistas para onde este escoamento é orientado, e também devem ser chanfrados a uma inclinação aproximada (ou com ângulos) de 45 graus ou menos.

É o que acontece, por exemplo, na região da Grande São Paulo, onde a expansão urbana tem alcançado progressivamente terrenos topograficamente mais acidentados e geologicamente extremamente susceptíveis à erosão, e via de regra implicado em grandes operações de terraplenagem.

Esta erosão é a origem do assoreamento de córregos, rios, bueiros e galerias de drenagem, constituindo-se em uma das principais causas das enchentes metropolitanas. Esses mesmos processos erosivos revelam-se também no preocupante assoreamento dos lagos e reservatórios componentes do sistema de abastecimento de água da região.

5 METODOLOGIA

Para o desenvolvimento desta pesquisa, o trabalho passou por várias etapas, sendo trabalho de campo, levantamento bibliográfico referente à temática proposta e a coleta de materiais para a efetivação do estudo, bem como sua seleção, considerando-se sua importância e significância em relação ao tema abordado.

Para a elaboração dos mapas utilizou-se o aplicativo Springer 4.1, programas de editor de texto Microsoft Word, editor de imagens, planilhas eletrônicas Microsoft Excel, Scanner, imagem de satélite, carta topográfica e trabalho de campo.

5.1 Elaboração do mapa base

Posteriormente foi a delimitação da área, scannerizada a imagem de satélite Ikonos e salva no formato *.tiff. No módulo *Impima 4.1*, integrante do pacote de aplicativos do programa *Spring 4.1*, foi realizada a conversão desta imagem para o formato *.grb,. Para o processo de conversão para o formato *.grb foram definidos os parâmetros de resolução correspondentes a 1 metro, assim escolhido para melhor definição dos detalhes da imagem. Logo foi selecionada a imagem a ser importada na categoria carta anteriormente criada como mostra a Figura 03.

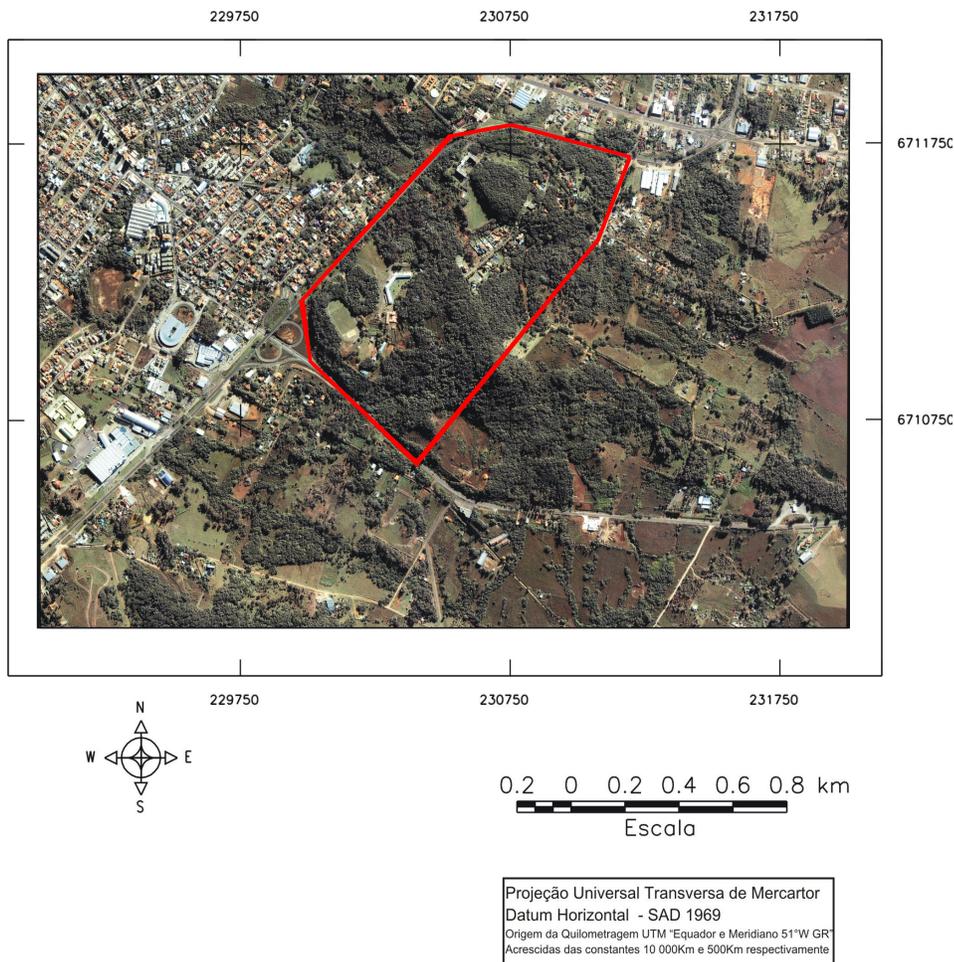


Figura 03 - Imagem da área do morro Cerrito usada como base juntamente com a carta topográfica para a elaboração do mapa-base.
Org.: Iensen, R, E.

Para a elaboração do mapa base do morro Cerrito com suas demarcações e limites oficiais se fez uso da carta topográfica Camobi SH.22.V.C.IV/1 – SE em escala 1:25.000. além da delimitação da área em estudo feita através das coordenadas geográficas, do retângulo envolvente: X1: 227000 X2: 232000 e Y1: 6709000 Y2: 6714000 como mostra a Figura 04.

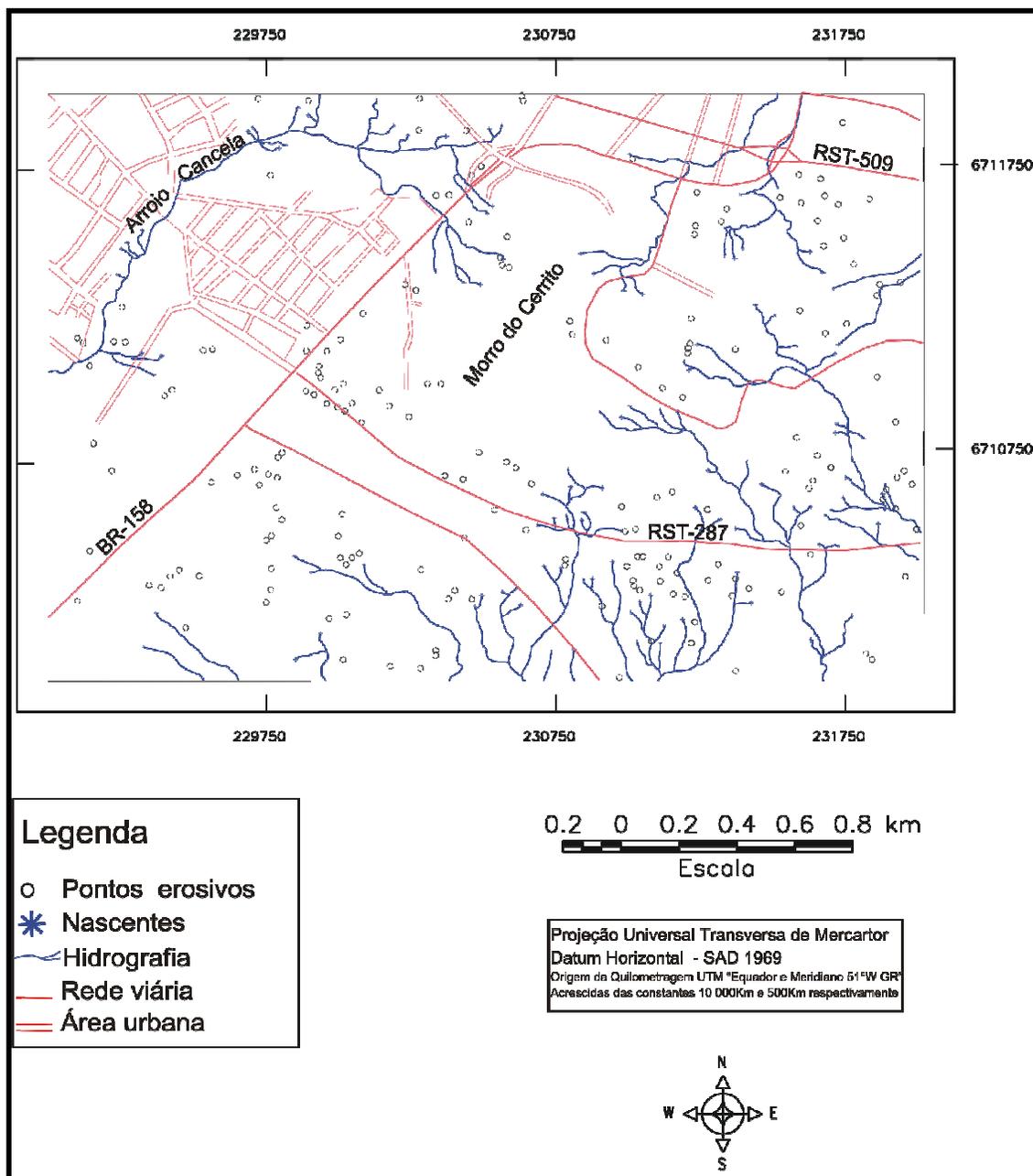


Figura 04 - Mapa-base cartográfica do morro do Cerrito em Santa Maria-RS.
Org.: lensen, R. E.

Nesta etapa, criou-se um plano de informação em que foram digitalizados os temas de interesse, como: rede de drenagem, rede viária, área urbana e limite.

A geração da carta foi feita no módulo Scarta 4.1 onde foi ativado o projeto criado anteriormente no Spring 4.1. as características definidas da carta foram as, seguintes: tamanho do papel (A4), área da carta, escala (1:17000) e ainda o

posicionamento do desenho e, para finalizar foi importado para o aplicativo editor de imagens para que fosse feita a edição final do mapa.

Este mapa serviu de base para a elaboração dos demais.

5.2 Elaboração do mapa clinográfico

O Mapa Clinográfico, foi criado com base na carta topográfica e, em seguida foi novamente criada uma categoria com modelo de dados do tipo Temático denominada mapa declividade. Nesta categoria foram criadas cinco Classes Temáticas, com base na metodologia desenvolvida por Herz & De Biasi (1992), com as seguintes porcentagens de declividade: 0-5%; 5-12%;12-30%; 30-47%; >47%; A cada uma das classes foi atribuída uma cor específica conforme a legenda do Mapa Clinográfico, conforme mostra o Quadro 01.

A geração do mapa foi feita no módulo *SCarta 4.1* onde foi ativado o projeto criado anteriormente no *Spring 4.1*. As características definidas da Carta foram: tamanho do papel (A4), área da carta, escala (1:17000) e ainda o posicionamento do desenho com os elementos: drenagem, mapa declividade e limite da área. Logo após foi feita a conversão para o formato *.ps. Este arquivo *.ps foi importado no aplicativo *Corel Draw 12.0* para que fosse feita a edição final do mapa como mostra a Figura 05 visível no próximo capítulo.

Quadro 01 - Classes de declividade e seus respectivos usos aconselhados.

Declividade	Usos aconselhados para cada classe
< 5%	Limite urbano industrial, utilizado internacionalmente, quando próximo a cursos d'água são regiões susceptíveis a enchentes e problemas de drenagem, representam áreas de terrenos planos muito suaves, tendo solo arável que suporta maquinaria pesada.
5 – 12%	Propício a mecanização, sendo o limite máximo para a mesma, estabelecimento de rodovias e áreas residenciais, restringe a irrigação e o controle da erosão já se torna necessário.
12 – 30%	Limite máximo para instalações urbanas exigindo infra-estrutura de alto custo, muito íngreme para cultivos, necessitando cultivos em curvas de nível como cuidados especiais para o controle da erosão.

30 – 47%	Nessa classe de declividade só será permitida a realização de corte raso, a partir do qual a exploração só será permitida se sustentada por cobertura de florestas, sérios problemas de erosão e instabilidade de vertentes, pois estas são fortemente inclinadas não podendo ficar sem cobertura vegetal.
> 47%	Acima dessa declividade não é permitida a derrubada de florestas, só sendo tolerada a extração de toras, quando em regime de utilização racional, que vise a rendimentos permanentes.

Fonte: De Biasi (1970)
Org.: lensen, R.E.

5.3 Determinação dos índices de concentração de nascentes e de erosão

Para se ter uma idéia geral da topografia do terreno, determinou-se a declividade média, a qual impõe limites à determinadas formas de uso da terra.

A partir da imagem e do mapa base, quantificou-se o número de nascentes e ocorrências erosivas. Após este levantamento e de posse das tabelas, estabeleceu-se o índice de concentração de nascentes (ICN) e o índice de concentração erosivas (ICE) no morro do Cerrito, através da utilização das Equações 1 e 2.

$$\text{ICN} = \frac{\text{número de nascentes quantificada na classe de declividade 0-5 \%}}{\text{área da classe de declividade}} \text{ (Equação 1)}$$

$$\text{ICE} = \frac{\text{número de erosões quantificada na classe de declividade 0-5 \%}}{\text{área de classe de declividade}} \text{ (Equação 2)}$$

Depois de obtidos os índices, foram discutidos os resultados, utilizando-se da correlação de Pearson (Gerardi & Silva 1981), entre o índice de concentração de nascentes por classe de índice de concentração de nascentes e por classe de erosões. Em seguida foi plotado o gráfico de dispersão e ajustada a equação de regressão.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As informações referentes a declividades relacionadas com a ocorrência de erosões são indicativos fundamentais para o planejamento, seja em âmbito municipal, regional ou nacional, pois serve como instrumento para análise e organização do espaço geográfico, no que se refere ao impacto sobre o ambiente proporcionado pela ação antrópica.

A observação do uso da terra efetuada a partir da imagem do satélite possibilitou estabelecer diferenciação no padrão de uso da terra, essenciais aos objetivos. Essas diferenciações estão expressas em ocorrências erosivas, nichos de nascentes, rede hidrográfica, rede viária, densidade de ocupação urbana.

A Figura 05 traz o mapa clinográfico obtido para a área do morro do Cerrito. O mapa mostra o predomínio da classe de declividade até 12%. Mostra também significativo percentual na classe de declividade até 30%. As áreas com declividade inferior a 30% aparecem um percentual de aproximadamente 22%, sendo representativo das áreas que ainda preservam a cobertura de vegetação.

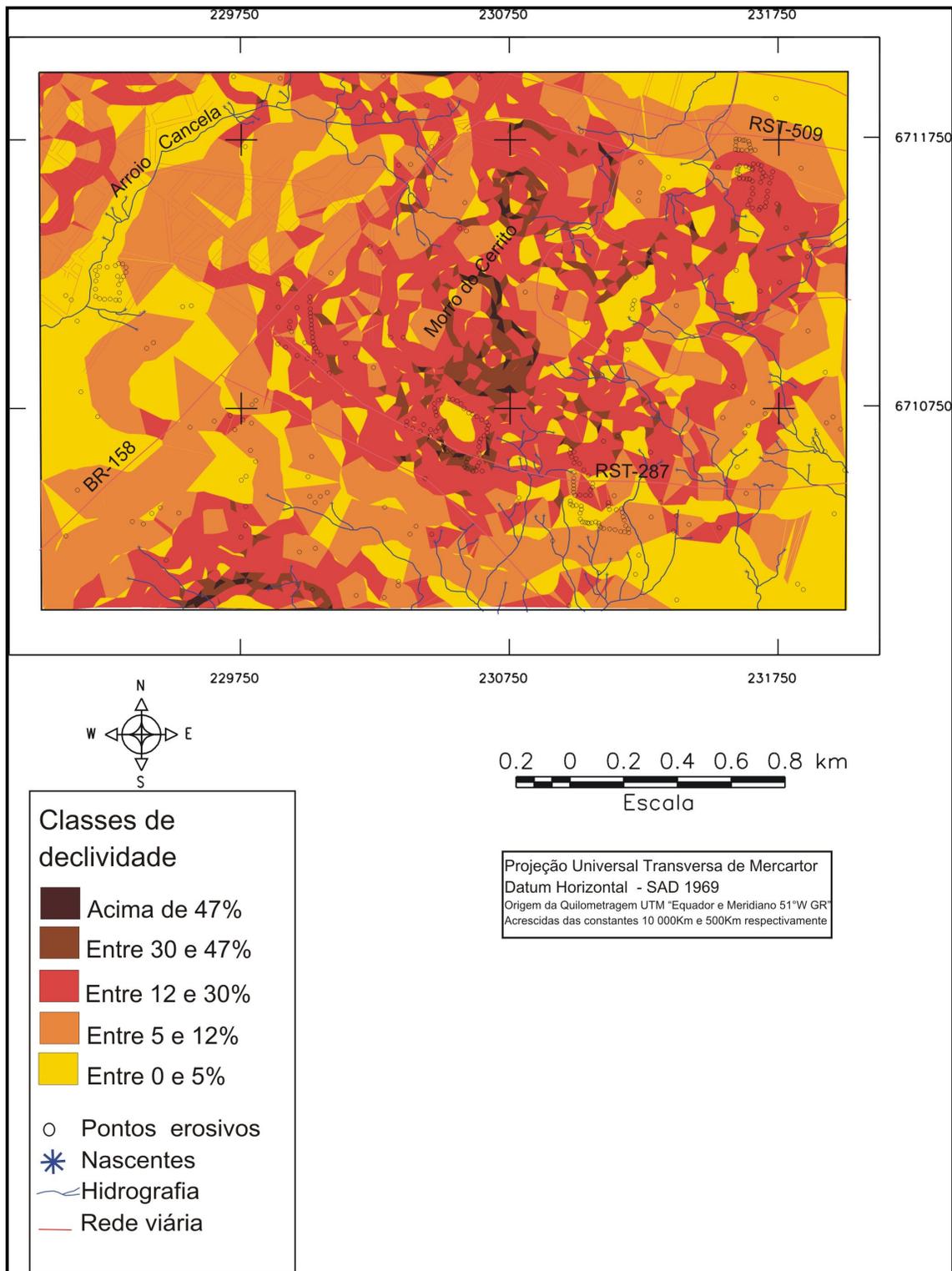


Figura 05 - Mapa clinográfico da área do morro Cerrito / Santa Maria-RS
 Org.: lensen, R. E.

A Tabela 01 mostra a quantificação das áreas nas respectivas classes de declividades.

Tabela 01 - Área do morro Cerrito - área das classes de declividade.

Quantificação das áreas das classes de declividade no morro do Cerrito e arredores		
Declividade	Áreas (ha)	% sobre área total
De 47 a 60%	2,95	0,5
Entre 30 e 47%	19,32	3,23
Entre 12 e 30%	191,29	31,97
Entre 5 e 12%	215,70	36,05
Entre 0 e 5%	168,96	28,25
Total geral	598,23	100

Fonte: Mapa clinográfico.
Org: lensen, R.E.

Considerando as áreas com declives entre 12 e 30% como limite máximo para instalações urbanas, exigindo infra-estrutura de alto custo, também muito íngreme para cultivos, necessitando plantio em curvas de nível como cuidado para o controle da erosão, a área apresenta elevado grau de limitação ao uso.

A Tabela 02, que relaciona o número de nascentes, áreas das classes de declividade, e o índice de concentração de nascentes e fornece informações valiosas a respeito do comportamento relativo a incisão de canais e a relação fortes com a variável de declividade. Neste sentido é de grande valia para o planejamento de uso na área.

Tabela 02 - Índice de concentração de nascentes e respectivos valores. (ICN)

Índice de concentração de nascentes por classe de declividade no morro do Cerrito			
Declividade	Nº de nascentes	Área (ha)	ICN
De 47 a 60%	1	2,95	0,34
Entre 30 e 47%	6	19,32	0,31
Entre 12 e 30%	46	191,29	0,24
Entre 5 e 12%	30	215,70	0,13
Entre 0 e 5%	29	168,96	0,17
Correlação de Pearson	112	598,23	0,96

Fonte: Mapa clinográfico.
Org: lensen, R.E.

Observa-se pela correlação obtida que há uma forte relação entre a concentração de nascentes para ao aumento da declividade.

A Figura 06 mostra o gráfico obtido a partir da relação entre o ICN e o limite superior das classes de declividade.

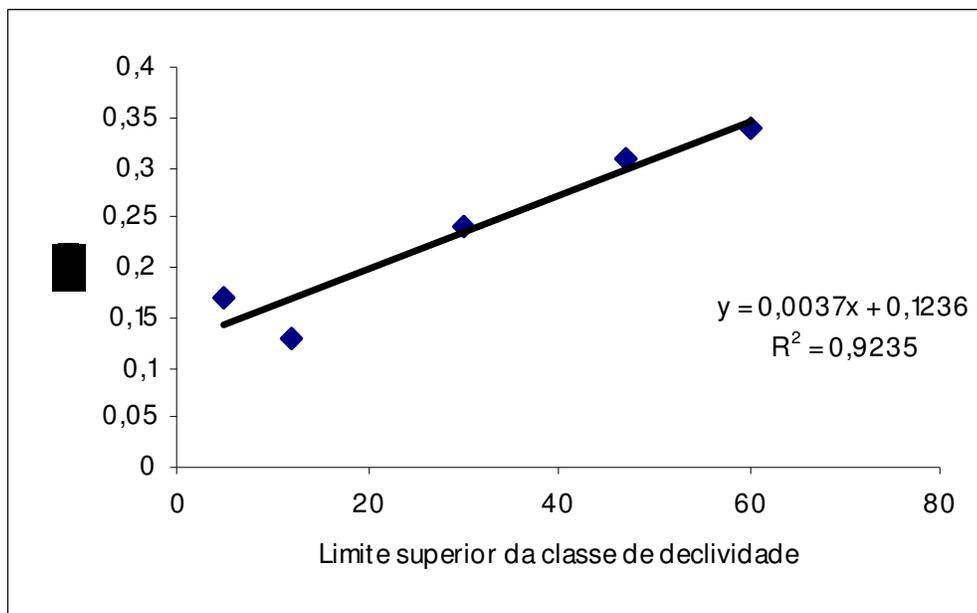


Figura 06 - Relação entre o ICN e o limite superior das classes de declividade.
Fonte: Dados da Tabela 02.

Observa-se pela Figura 05, que há forte relação entre o ICN e a declividade.

A Tabela 03 relaciona o número de ocorrências erosivas, áreas das classes de declividade e o índice de concentração erosiva (ICE). Da mesma forma que o ICN, fornece informação acerca do planejamento do uso da terra.

Tabela 03 - Índice de concentração de erosiva e respectivos valores.

Índice de concentração erosiva por classe de declividade no morro Cerrito			
Declividade	Nº de pontos erosivos	Área (ha)	ICN
De 47 a 60%	1	2,95	0,34
Entre 30 e 47%	3	19,32	0,16
Entre 12 e 30%	68	191,29	0,36
Entre 5 e 12%	67	215,70	0,31
Entre 0 e 5%	52	168,96	0,31
Correlação de Pearson	191	598,23	0,21

Fonte: Mapa clinográfico.
Org: lensen, R.E.

Os dados da Tabela 03 mostram que não se estabelece relação entre o ICE e as classes de declividade. Isso indica que os processos erosivos que ocorrem no morro Cerrito estão mais fortemente relacionados a outras variáveis, além da declividade. O uso da terra (ação antrópica) pode ser elencado como uma das variáveis.

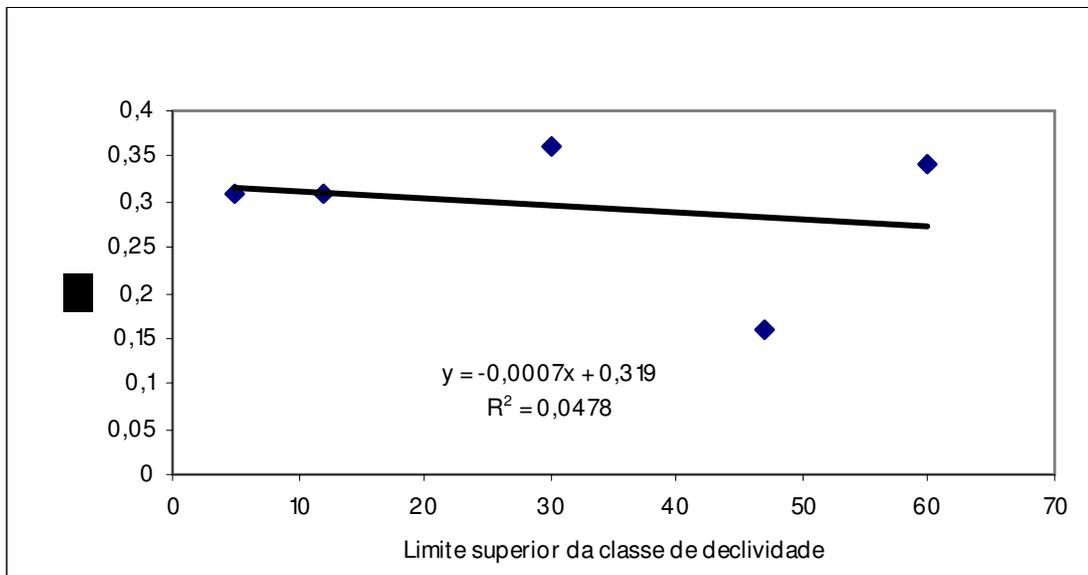


Figura 07 - Relação entre o ICE e o limite das classes de declividade.

Fonte: Dados da Tabela 03.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao tecer considerações deste trabalho, parte-se da seguinte afirmação: o conhecimento relativo ao uso da terra num determinado local, é requisito fundamental para o planejamento ambiental e com boa infra-estrutura.

O emprego da metodologia permitiu o entendimento dos objetivos propostos, mostrou claramente que o auxílio da tecnologia é fundamental, pois essas possibilitam gerar informações e produtos valiosos nos mais variados campos do conhecimento. A análise feita a respeito da declividade em função das classes de declividade no morro Cerrito no município de Santa Maria – RS, realizada no *Springer 4.1* mostrou-se eficiente, pois possibilitou a contagem de classes de declividade, de inúmeras nascentes e pontos erosivos, correlacionando entre eles.

A aplicação da correlação mostrou que há forte relação entre as nascentes face ao aumento da declividade. Quanto à declividade e o Índice de Concentração Erosiva (ICE) constatou-se que não se estabelece relação, indicando que os processos erosivos que ocorrem no morro e arredores estão mais fortemente relacionados a outros fatores, além da declividade, como exemplo a ação antrópica.

No que se refere à informação obtida com a correlação positiva do Índice de Concentração de Nascente (ICN) e o aumento da declividade, esse mostra que quanto maior declive maior a concentração de nichos de nascentes. Já a informação relacionada ao não estabelecimento de correlação, indicando que a erosão nem sempre está relacionada com a declividade.

Mesmo que este trabalho esteja voltado em um primeiro momento em relacionar a erosão com a declividade e verificar quais as conseqüências erosivas, não se pode deixar de considerar sua importância na aplicação interdisciplinar, tanto

para o campo da Geografia quanto para outras Ciências que trabalham as relações homem e meio sendo este, um instrumento no processo espacial.

Diante das conseqüências investigadas neste trabalho, sugere-se que: é necessário manejar e conservar os recursos naturais, em áreas onde ocorre intenso uso da terra e em declividades maiores de 30%. Conscientizar a população residente a participar de mudanças, para que a comunidade compreenda a importância da conservação dos recursos naturais, sugerindo as alternativas de uso e ocupação da terra com exemplo o reflorestamento em espécies nativas especialmente em áreas com declives, no intuito de buscar um equilíbrio maior da natureza e até mesmo tentar reconstruir parcialmente as condições espaciais futuras, prática pela qual se cultivam determinadas plantas, com a finalidade de incorporá-las ao solo, proporcionando melhorias nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo e também promovendo o enriquecimento de elementos minerais.

Vale lembrar, que todo solo sofre erosão natural, mesmo que suas propriedades estejam em equilíbrio com o meio.

BIBLIOGRAFIA

BERTONI, J.L.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. São Paulo: Ícone. 4 ed. 1990. 355 p.

_____. **Conservação do solo**. Piracicaba, Livroceres, 1985.368 p.

BIGARELLA, J; MAZUCHOWSKI, J. Z. visão integrada da problemática da erosão. In SIMPÓSIO NACIONAL DE CONTROLE DE EROSÃO, **Anais**. 3.,1985, Curitiba ABGE. 329 P.

CASTILLERO, A.C. Uso da terra por fotografias aéreas no município de Santa Maria-RS. Monografia (Especialização) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria 1984.

COELHO, A.G.S. áreas verticais na classificação de Fotografias terras agricultáveis.. **Revista Aerofotografia** N. 6, p. 13, 1971.

CURRY – LINDAHL, K. **Conservar para sobreviver; uma estratégia ecologia**. México, Dianal, 1974, 413 p.

DE BIASI, M. **Carta de Declividade de Vertentes: Confecção e Utilização**. São Paulo. Instituto de Geografia – USP. 1970.

_____. A carta clinográfica: método de representação e sua confecção. **Revista do Departamento de Geografia**; USP: São Paulo, 1992.

FENDRICH, R. et al. **Drenagem e Controle da Erosão Urbana**. Curitiba: IBRASA, 1988.

GERARDI, L. H. de O.; SILVA, B. C. N. **Quantificação em Geografia**. São Paulo: Difel, 1981.

GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia**: uma atualização de bases e conceitos. 2. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1995. 472 p.

GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia**: uma atualização de bases e conceitos. 3. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998.

HUDSON, N.W. **Soil conservation** Iowa State University Press, 1995.320 p.

MACIEL FILHO, C.L. **Introdução à Geologia de Engenharia**. Santa Maria: Ed. da UFSM, 1994.

MEDEIROS, E.R. **Estratigrafia do grupo São Bento na região de Santa Maria e paleocorrentes da formação Botucatu**. 1980. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.1980.

NETO, R.T. **Dinâmica e quantificação do uso da terra, por classe de declividade, dos morros da periferia da cidade de Santa Maria – RS**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1990.

Parque Estadual florestal do Turvo. Disponível em <<http://www.riogrande.com.br/ecologia/turvo.htm>>. Acesso em 04 de julho de 2004.

PUNDEK, M. **Utilização prática de levantamento do uso do solo para as condições de Santa Catarina**. In: Santa Catarina. Secretaria do Estado da Agricultura e Abastecimento. Manual de uso Manejo e Conservação do Solo e da Água. 2. ed., ver., e ampl. Florianópolis: EPAGRI, 1994. P. 99-129.

RANSANI, G. **Manual de levantamento de solos**. 2. ed, São Paulo. Edgard Blücher, 1969, 167 p.

SARTORI, P. L. P. As principais ocorrências de rochas vulcânicas ácidas da formação Serra Geral no planalto do Paraná. 1985

_____. Mapa geológico da folha de Camobi – RS. Editora da UFSM. Santa Maria: 1988.

Secretaria Estadual do Meio Ambiente. Disponível em <<http://www.sema.rs.gov.br/sema/html/bioconh3.htm>>. Acesso em 04 de julho de 2004.

SEPLAN, MS - SECRETARIA DE ESTADO DE PLANEJAMENTO E DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA. SUSCEPTIBILIDADE À EROSÃO DA MACRORREGIÃO DA BACIA DO PARANÁ/MS. Campo Grande, 1992. **Relatório técnico.**

SPIAZZI, C.F.T. **Uso do solo na parte leste do sitio urbano de Santa Maria –RS: 1966-2000.** 2003. Monografia (Especialização) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2003.

VIEIRA, L.S: VEIRA, M. de N.F. **Manual de morfologia e classificação de solo.** São Paulo: CERES, 1983. 312 p.

WERLANG, M.K. **Configuração da rede de drenagem e modelado do relevo: conformação da paisagem na zona de transição da bacia do Paraná na Depressão Central do Rio Grande do Sul.** 2004. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2004.

VILLELA, S. M. e MATOS, A. **Hidrografia Aplicada.** São Paulo: Mcgraw – Hill do Brasil, 1975.