

Zoneamento ambiental da Microbacia hidrográfica do Reservatório do Dnos de Santa Maria – RS

Prof. Dr. José Sales Mariano da Rocha ¹
Msc. Carlos Gilberto Konrad ²
Msc. Isabel Camponogara ³
Msc. Luis Carlos Frantz ⁴

UFSM, Dept. Geociências
CEP: 97119-900, Santa Maria, RS

¹ jsmrocha@terra.com.br

² carlos.konrad@gmail.com

³ isacamponogara@gmail.com

⁴ luis.frantz@gmail.com

Resumo: O estudo de caso, a microbacia hidrográfica do Rio Vacacaí-Mirim, que parte da linha divisora de águas até a barragem do reservatório do DNOS - Departamento Nacional de Obras e Saneamento. O objetivo geral de estudo, o zoneamento ambiental, discute e apresenta resultados referentes aos conflitos ambientais, na microbacia. Pretende-se verificar, para zoneamento, os parâmetros de declividade, densidade de drenagem, coeficiente de rugosidade, compartimentos geomorfológicos, formações geológicas, uso da terra, paisagem nativa, vegetação; Caracterizar e mapear as zonas ambientais de acordo com suas características físicas em zonas de Área de Preservação Permanente (APP), Área de Conservação Permanente (ACP), Área de Restauração Ambiental (ARA) e Área de Uso e Ocupação (AUO). O Zoneamento permitiu concluir que 24,19% da microbacia deve ser considerada como área de preservação permanente; 59,68% como área de conservação permanente; 11,29% como área de restauração ambiental e 4,84% como área de uso e ocupação.

Palavras Chave: Zoneamento Ambiental, microbacia, Vacacaí-Mirim, Barragem do DNOS, zonas ambientais.

Abstract: This case study in Vacacaí-Mirim river hydrographic microbasin, that going from it water dividing line to the DNOS (National department of Works and Sanitation) reservoir barrage. The environmental zoning, the general purpose of study, discusses and presents in the microbasin different results to environmental conflicts. We intend to verify, to the zoning, the parameters of declivity, draining density, ruggedness coefficient, geomorphological compartments, geological formations, land uses, native landscape, vegetation; To characterize and map the environmental regions according to its physical characteristics in zones of APP (Permanent Preservation Area), ACP (Permanent Conservation Area), ARA (Environmental Restoration Area) and AUO (Use and Occupation Area). The microbasin Zoning allowed the reaching of a conclusion that 24,19% hydrographic must be considered of permanent preservation area; 59,68% as permanent conservation area; 11,29% as environmental restoration area and 4,84% as use and occupation area.

Key-words: environmental zoning, hydrographic microbasin, Vacacaí-Mirim, DNOS Barrage, environmental zones.

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho teve como estudo de caso, a microbacia hidrográfica do Rio Vacacaí-Mirim, mais precisamente partindo dos divisores de água até a barragem do reservatório do DNOS - Departamento Nacional de Obras e Saneamento. A área de estudo é de extrema importância para o desenvolvimento da fauna, da flora e dos recursos hídricos da região.

O Zoneamento Ambiental da área circundante do reservatório do DNOS, que abastece a cidade de Santa Maria-RS é estruturado com o acompanhamento de estudos realizados na Microbacia que abastece o reservatório até a barragem. Este zoneamento detectou problemas ambientais presentes em detrimento ao uso da terra em diversos modos, determinando ainda o conhecimento destes que atuam no equilíbrio dinâmico da área afetada.

As Unidades de Conservação, conforme definido pela Lei nº 2.892, de 1992, são “espaços territoriais e seus componentes, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, de domínio público ou privado, legalmente instituídas pelo Poder Público, com objetivos e limites definidos, sob regimes especiais de administração, às quais se aplicam garantias adequadas de proteção”.

Definiu-se, para a área de estudo, as zonas de Área de Preservação Permanente (APP), Área de Conservação Permanente (ACP), Área de Restauração Ambiental (ARA) e Área de Uso e Ocupação (AUO).

Estes conhecimentos podem ser postos à prova na aplicação de técnicas modernas dentro da Geografia com a aplicação de metodologias desenvolvidas em áreas de conhecimento distintas como as da engenharia em geral.

A área de estudo pertence aos municípios de Itaara e Santa Maria-RS localizada no Planalto, Depressão Periférica Sul-Riograndense e Rebordo do Planalto. É parte integrante da Microbacia Hidrográfica Vacacaí-Mirim e caracteriza-se por abastecer o lago do DNOS responsável pelo abastecimento de 60% da área urbana de Santa Maria. Localiza-se entre as coordenadas geográficas 53°46'30" a 53°49'29" de Longitude Oeste de Greenwich e 29°36'55" a 29°39'50" Latitude Sul, com área aproximada de 3.030ha.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Zoneamento Ambiental é um Sistema de Ordenamento de um Ecossistema (unidade ambiental) de seres bióticos e abióticos que produzem algo.

Assim, de acordo com Rocha *apud* EMA (1986), ‘O Zoneamento Ambiental constitui um instrumento indispensável para conciliar os imperativos do desenvolvimento econômico com a necessidade de se proteger e melhorar o meio ambiente’. Procura ordenar o território segundo suas características bióticas e abióticas básicas através do agrupamento de áreas cujos conjuntos formam unidades de terra relativamente homogêneas, de modo a facilitar a análise integrada da paisagem.

Segundo Rocha (1997), os recursos naturais são componentes próprios ou vinculados aos parâmetros: ar, água, solo/rocha, vegetação e fauna silvestre, que o Homem utiliza para a sua sobrevivência. Pela ação antrópica, tais recursos podem ser deteriorados ou mesmo extintos. Cabe ao Homem, com a sua inteligência, conservá-los, pois assim, estará conservando a sua própria existência. Sabe-se também, que qualquer recurso natural renovável, se deteriorado a mais de 10% da sua unidade básica, não se recompõe naturalmente.

Conforme Mello Filho (1999), a deterioração da terra sendo o resultado de ações humanas, pode ser definida como toda e qualquer mudança permanente ou irreversível na estrutura e funções dos recursos naturais da terra ou sua perda. Mudanças que são causadas por alterações de natureza física, química e biológica ou tensões antrópicas induzidas por seres humanos que excedem a capacidade de uso destes recursos naturais.

Segundo Rocha (1978), a expressão uso da Terra pode ser compreendida como a forma pelo qual o espaço está sendo ocupado pelo Homem. O levantamento do uso da Terra consiste em mapear e avaliar qualitativa e quantitativamente tudo o que existe sobre a litosfera. Através deste tipo de levantamento pode-se conhecer a deterioração causada ao ambiente pelo uso inadequado das terras.

INPE (1980), informa que o uso da terra consiste na forma pela qual o espaço está sendo ocupado pelo Homem. A atualização do uso da Terra e a sua distribuição espacial são essenciais para o manejo eficiente dos recursos agrícolas e florestais, para que as suas tendências possam ser bem analisadas, os levantamentos do uso da terra são de grande importância, uma vez que o uso desordenado dos espaços resulta em deterioração do ambiente.

Uso da terra segundo Souza Cruz (1998):

- a) Topos de montes ou encostas: nestas áreas deve-se manter a cobertura florestal original, pois as mesmas são completamente inadequadas para uso agro-pastoril. Sem a cobertura vegetal estas áreas ficam sujeitas a processos erosivos, que determinam um impacto bastante severo no ambiente;
- b) Áreas de meia encosta em função de apresentarem ainda declividade relativamente acentuada, a fragilidade destes terrenos é grande, devendo seu uso ser bastante criterioso. Quando estas áreas já foram desmatadas, o mais adequado é que sejam destinadas para o reflorestamento. O perigo maior são as áreas sem cobertura florestal, que ficam muito expostas à erosão, inclusive porque poderão comprometer as partes que estão mais a baixo;
- c) Encosta com meia declividade: nestas áreas mais próximas à porção plana do terreno, já é possível fazer-se uma utilização mais diversificada. No entanto, a inclinação do terreno ainda determina cuidados com relação a erosão, evitando culturas anuais. O uso destas áreas é indicado para a formação de pastagens ou pomares. A locação de estradas deve ser feita corretamente buscando minimizar os prejuízos decorrentes das enxurradas;
- d) Encostas suaves: estes solos podem ser utilizados para culturas anuais, mas necessitam sempre de práticas de conservação do solo e de contenção da erosão;
- e) Áreas planas: em geral, são áreas com solos mais profundos e férteis. Associadas a topografia plana, tornam-se preferenciais para as culturas anuais, pois condicionam uma alta produtividade. Mesmo nestas áreas a produtor deve utilizar práticas de conservação e melhoramento do solo.
- f) Margens de curso de água: a água é um recurso valioso indispensável, portanto deve-se ter o máximo de cuidado com a sua conservação. A estratégia mais adequada para a conservação dos recursos hídricos é a manutenção de florestas nos topos dos montes, encostas e a utilização de todas as práticas que evitem o escoamento superficial e aumente a infiltração no solo. Para complementar, deve-se manter a floresta nas margens dos cursos de água, pois desta forma preservam-se os seus limites, evita-se a assoreamento e minimiza-se os riscos de contaminação, além de contribuir para a manutenção da fauna silvestre.

Para Mello Filho (1999), na área rural, atividade agrícola mal conduzida tem levado a situações desastrosas de erosão de solo. A camada superficial de solo, que é a mais fértil, é arrastada pelas chuvas, deixando para trás valas e crateras nas propriedades rurais, empobrecendo o solo e assoreando represas, além de levar para as águas dos rios resíduos de adubos e outros químicos. Esta remoção de terra fértil representa milhões de reais que o país perde anualmente, exigindo aplicações cada vez maiores de fertilizantes nas áreas erodidas para que se possa manter a produtividade agrícola.

Tucci (1993), lembrou que a ação do homem, no planejamento e desenvolvimento da ocupação do espaço Terra, requer cada vez mais uma visão ampla sobre as necessidades da população, os recursos terrestres e aquáticos disponíveis e o conhecimento sobre o comportamento dos processos naturais no ecossistema, para racionalmente compatibilizar necessidades crescentes com recursos limitados.

Souza Cruz (1998), relaciona alguns pontos que devem ser observados para uma propriedade planejada: Utilizar o solo de acordo com a sua vocação agrícola, localizando adequadamente o reflorestamento, a fruticultura, as pastagens/criação e as culturas perenes e anuais; Adotar todas as práticas que permitam que o maior volume de água permaneça por mais tempo na propriedade, sem escoamento superficial; Promover uma diversificação de atividades que permitam a utilização racional dos recursos da propriedade, como o solo e mão-de-obra, além de proporcionar um bom fluxo de caixa durante o ano todo dentro de um modelo agro-silvo-pastoril; Localizar adequadamente estradas, instalações e áreas agrícolas, evitando assim distâncias desnecessárias. O conhecimento do uso da terra de um determinado ecossistema torna-se importante na medida em que permite confrontar este uso com diversos outros fatores que medem a real capacidade de uso das suas terras.

O homem não tem usado na sua habilidade para manipular a terra, toda a sabedoria e precaução necessária. A consequência tem sido a deterioração do meio ambiente, ou seja, erosão do solo, compactação, falta de escoamento da água, salinização, perda de habitat natural, desperdício dos recursos florestais, poluição da água, do ar e destruição da beleza da paisagem que são evidentes em muitas partes do mundo. O objetivo é usá-la somente com finalidades que estejam dentro das suas possibilidades, através da percepção das causas em potencial de instabilidade e da determinação dos

sistemas de uso e manejo que possam superar estas causas (Andrade, 1997).

Uma classificação do solo, simplesmente, não constitui, evidentemente, um sistema completo de classificação de terra, uma vez que envolve unicamente fatores físicos. Representa, entretanto, um ponto de partida para uma perfeita classificação do uso da terra, notadamente onde os fatores econômicos e sociais possam também ser entrosados para a elaboração de uma classificação mais completa. Uma vez levantados sumariamente os fatores que maior influência têm sobre o uso da terra, ou sejam, a natureza do solo, a declividade, a erosão, a drenagem, a irrigabilidade, o clima, o mercado, as estradas, o uso atual e outros, serão os mesmos devidamente interpretados e pesados em conjunto para a determinação e separação das classes de capacidade de uso (Rocha *apud* Morais 1997).

Segundo o levantamento de “Reconhecimento da Capacidade de Uso da Terra do Rio Grande do Sul” *apud* Figueiredo (1991), cerca de 42% da área do Rio Grande do Sul apresenta aptidão florestal, pastoril ou silvopastoril. Nesta classificação de uso da terra são consideradas apenas as características inerentes ao solo e às condições climáticas, não sendo, portanto consideradas as condições sócio-econômicas e políticas as quais, são, como se sabe, determinantes e condicionantes da exploração da potencialidade da terra.

Destes 42% de terras propícias à floresta, existentes no Rio Grande do Sul, mais de 90% são usadas por agricultura conflitante (Rocha, 1991). Se o Estado plantar três vezes mais que plantava em 1991, seriam necessários mais de 131 anos para repor os 25% de cobertura florestal, mínimo recomendado pela comunidade científica, pela FAO e por outras organizações internacionais.

Downes *apud* Baracuchy (2001) relata que um bom manejo do uso da terra, para produção primária, exige que um planejamento para períodos prolongados de tempo e não imediatistas. As decisões sobre a economia do país deveriam compreender este fato e trabalhar baseados em uma agricultura estável e próspera onde a produtividade seja o mais previsível possível e proporcione bases mais sólidas para o bem-estar popular, para a economia como um todo, inclusive a terra.

Vieira *et al* (1988), Rocha (1991), e Arend (1992) *apud* Mello Filho (1994) referem que o grau de erodibilidade dos solos é função da declividade média, devido à força gravitacional, que determina maior ou menor velocidade de escoamento das águas pluviais sobre a superfície, associada ao tipo de solo, à cobertura vegetal e ao tipo de uso da terra. Desta forma declividade na área em questão é relevante e complexa e este terreno tem grandes variações de altimetria e de angulação.

A drenagem, embora tenha seus cursos forçados pela inclinação acentuada do terreno, ainda obedecem a litologia fissural provocada por falhas e fraturas classifica-se como dendrítico, ou arborecente (Rocha 1986).

O coeficiente de rugosidade, ou *Ruggedness Number*, tem a finalidade de classificar as terras do tipo: A (terras agrícolas), B (terras pastoris), C (terras pastoris e florestais) e D (terras florestais). Sendo os menores valores de RN correspondentes, naturalmente, às terras agrícolas. O RN é também um dado importante para a vazão superficial de um terreno: quanto maior o seu valor, mais propício é o terreno à erosão (Rocha *apud* Morais, 1997).

Segundo Kricher (1989), a vegetação é uma característica do meio mais importante para o conjunto dos animais. Intervenções nesse segmento do habitat produzem efeitos diretos na fauna, pela redução, aumento ou alteração de dois atributos chave, que são o alimento e o abrigo.

A Microbacia hidrográfica do Rio Vacacaí-Mirim pode ser dividida, em linhas gerais, em três grandes compartimentos geomorfológicos com características morfológicas e geológicas distintas: Região do Planalto, neste a zona das nascentes localizada na denominada região do Planalto, a altitude varia entre 300 e 480 metros, é formado pelo vulcanismo da Bacia do Paraná, ocorrido no Mesozóico, com a presença de Basaltos e arenitos intertrapps. A região é caracterizada pela presença de um relevo ondulado e suavemente ondulado, resultante do trabalho de dissecação fluvial na superfície do planalto. A drenagem tem padrão Dendrítico, com vales em V ou de fundo plano.

Rebordo do Planalto: área caracterizada pela transição entre o planalto e a depressão Periférica, caracterizada por escarpas abruptas. A drenagem flui no sentido da depressão Periférica e é caracterizada por um padrão dendrítico com presença marcante dos vales em V, que por erosão regressiva provocam o festonamento da escarpa.

Depressão Periférica: constitui-se por rochas sedimentares da Bacia do Paraná, que datam do Paleozóico e Mesozóico (Triássico), encobertos localmente por sedimentos cenozóicos e também recentes (planícies aluviais). Destaca-se na região uma topografia mais ou menos plana e suavemente ondulado, com montes de forma arredondada. (Castillero, 1984).

O Membro Caturrita de Bortoluzzi (1974), elevado à categoria de Formação por Medeiros (1980) constitui,

em sua característica geológica, a porção basal da encosta da região serrana (rebordo do Planalto Meridional), onde é comum estar recoberta por depósitos de talude.

As litologias mais representativas dessa Formação constituem-se de camadas de arenitos finos a médios, de cor rosa a cinza clara e composição essencialmente quartzosa, que se intercalam, freqüentemente, com camadas ou lentes de siltitos arenosos de espessura menor e cor avermelhada. Arenitos da textura mais grossa são comuns junto à base.

A litologia dominante da Formação do Botucatu é representada por arenitos médios a finos (Veiga, 1973), bem selecionados, de cor rosa, compostos essencialmente de quartzo e pouco feldspato, com grãos arredondados e foscos. Estratificação cruzada eólica, de grande porte, está invariavelmente presente.

A Formação da Serra Geral, subdividida em duas seqüências — Básica inferior e Ácida superior de derrames de lavas e separadas, a leste de Silveira Martins por uma camada de Arenito Botucatu, abrange a maior parte da área mapeada, correspondendo à região do Planalto e recobrendo, também, os morros testemunhos que acompanham o rebordo da zona de escarpa (Serra Geral).

É conceito generalizado, entre as organizações mundiais de preservação do meio ambiente, que uma região correspondente a uma Unidade de Planejamento (Região Fisiográfica, Estado, Bacia ou Sub-bacia Hidrográfica, Município ou Propriedade Rural), deve possuir, no mínimo, 25% de cobertura florestal para que se estabilizem os processos de erosão, enchentes, mão-de-obra no meio rural e produção de matéria prima (biomassa industrial, energética e ecológica), considerando-se regiões com até 25% de declividade média. Para regiões com declividade média acima de 25% a área mínima de cobertura vegetal vai a 65% (Rocha, 1997).

O indício de paisagem nativa é a vegetação original. Para Kriger (1989), a vegetação é a característica do meio mais importante para o conjunto dos animais. Intervenções nesse segmento do habitat produzem efeitos diretos na fauna, pela redução, aumento ou alteração de dois atributos-chave, que são o alimento e o abrigo.

Para Kurtz (2002), a análise de regressão é uma técnica estatística que caracteriza a relação entre duas variáveis tomando-se uma variável resposta/dependente, para observar a sua variação em função de uma ou mais variáveis explicativas ou independentes com as quais se pretende explicar a primeira.

Da Croce *apud* Kurtz. (2002), descreve com detalhe os métodos de classificação e ordenamento da vegetação, dizendo que tais métodos permitem simplificar a apresentação dos dados, agrupar indivíduos ou atributos em classes, e reduzir sua dimensionalidade.

3. METODOLOGIA

Foi feito um levantamento bibliográfico para subsidiar a complementação com trabalhos e estudos que estão sendo feitos em campo. Para a elaboração deste trabalho usou-se cartas topográficas: Santa Maria – Folha: SH. 22-V-C-IV-1 e Camobi – Folha: SH. 22-V-C-IV-2 ambas na escala de 1:50.000; Fotografias aéreas de 1992 e 2003; Imagens de satélite TM Landsat 7, bandas 3, 4 e 5, outubro de 1998 (escala aproximada 1:100.000); Computador Pentium 4 - 2,0GHz; Programa computacional Spring 4.1 (aquisição de dados); Programa computacional CorelDRAW 11 (edição de cartas e mosaicos); Programa computacional SPSS 8.0 (estatística); Programa computacional Microsoft ExcelXP (tabulação de dados); Programa computacional Microsoft WordXP (elaboração da dissertação); Scanner Gênus (tamanho A4);

Os métodos utilizados em decorrência da elaboração deste trabalho e embasamento teóricos e científicos são: o uso de imagens de satélite, cartas topográficas e estudo “*in loco*” por meio de saídas a campo, a fim de melhor visualizar e complementar o trabalho realizado em gabinete, seguindo-se desta maneira as seguintes etapas: identificação dos parâmetros ambientais que constituem os fatores mais importantes em um zoneamento ambiental; utilização da metodologia proposta por Rocha (1999), que propõe 4 grandes áreas: Áreas de Preservação Permanente (APP), Áreas de Conservação Permanente (ACP), Áreas de Recuperação (AR) e Áreas de Uso e Ocupação (AUO);

No presente trabalho propôs-se a divisão do zoneamento ambiental em 04 classes distintas com metodologia adaptada por Kurtz (2000). Conforme a metodologia de Rocha (1997), o uso de 8 parâmetros, propostos pelo autor, poderão ser desenvolvidos ou não no decorrer do trabalho, podendo ser substituídos ou desconsiderados, conforme a sua necessidade. Foram considerados os seguintes parâmetros: Declividade, Densidade de Drenagem, Coeficiente de Rugosidade (Ruggedness Number – RN), Compartimento Geomorfológico, Formação Geológica, Uso da Terra, Paisagem Nativa e Vegetação.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para levantamento de dados, colocou-se a carta de hexágonos, em forma de malha hexagonal, sobre divisores de água, rede de drenagem, compartimento geomorfológico (Figura 01), e formações geológicas (Figura 02), cartas de uso da terra (Figura 03), e posteriormente a carta de zoneamento ambiental (Figura 04) ambas com escala aproximada de 1:50.000.

Na malha hexagonal cada hexágono foi numerado, a qual mediu-se com o programa de computador Spring4.1, em programação LEGAL, os temas como vegetação arbustiva, vegetação arbórea, pastagens nativas, agricultura, edificações, rede de drenagem, formação de aspectos geológicos e geomorfológicos, independente-mente. No caso de dificuldade para quantificar as classes para cada parâmetro se tomou como referência a predominante. Na seqüência se determinou a tabulação dos dados para ordenação e quantificação, com suas devidas avaliações estatísticas. Para a elaboração da carta de uso e coberturas naturais efetuou-se, no programa Spring4.1, a classificação automática da imagem de satélite. Como é uma área declivosa em alguns pontos, esta apresenta visualmente áreas sombreadas e tende a trazer dupla interpretação das feições existentes a campo.

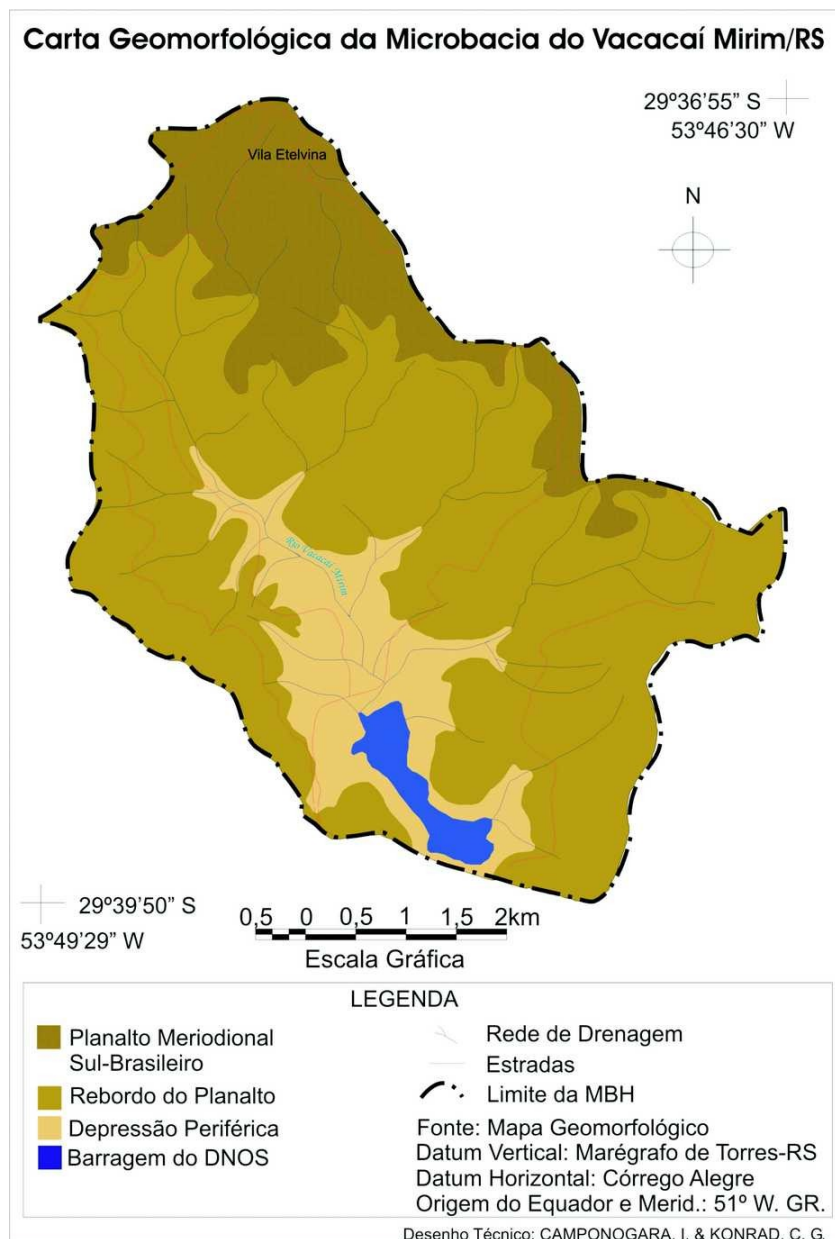


FIGURA 01 – Carta de Compartimentação Geomorfológica da área de estudo

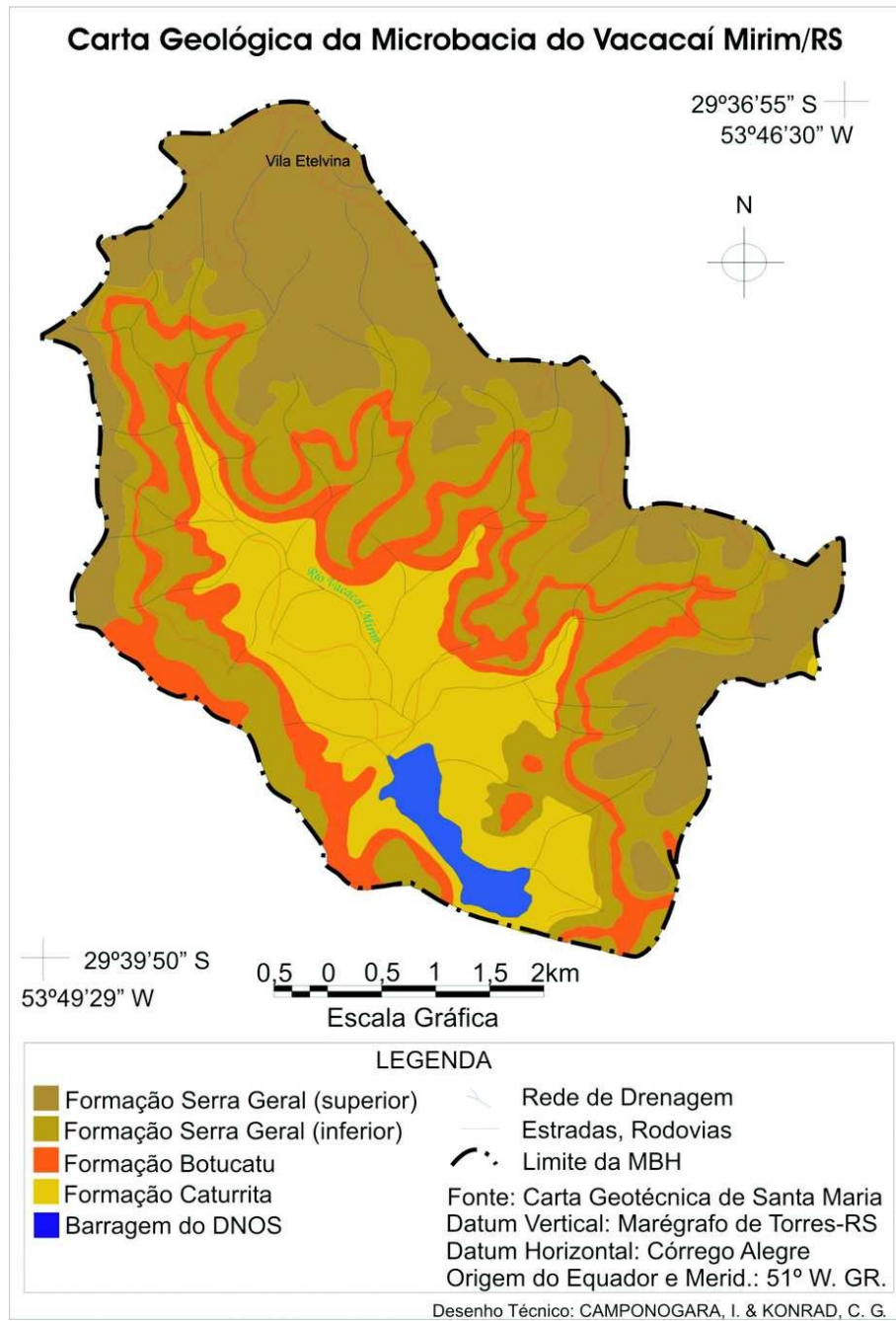


FIGURA 02 – Carta Geológica da área de estudo

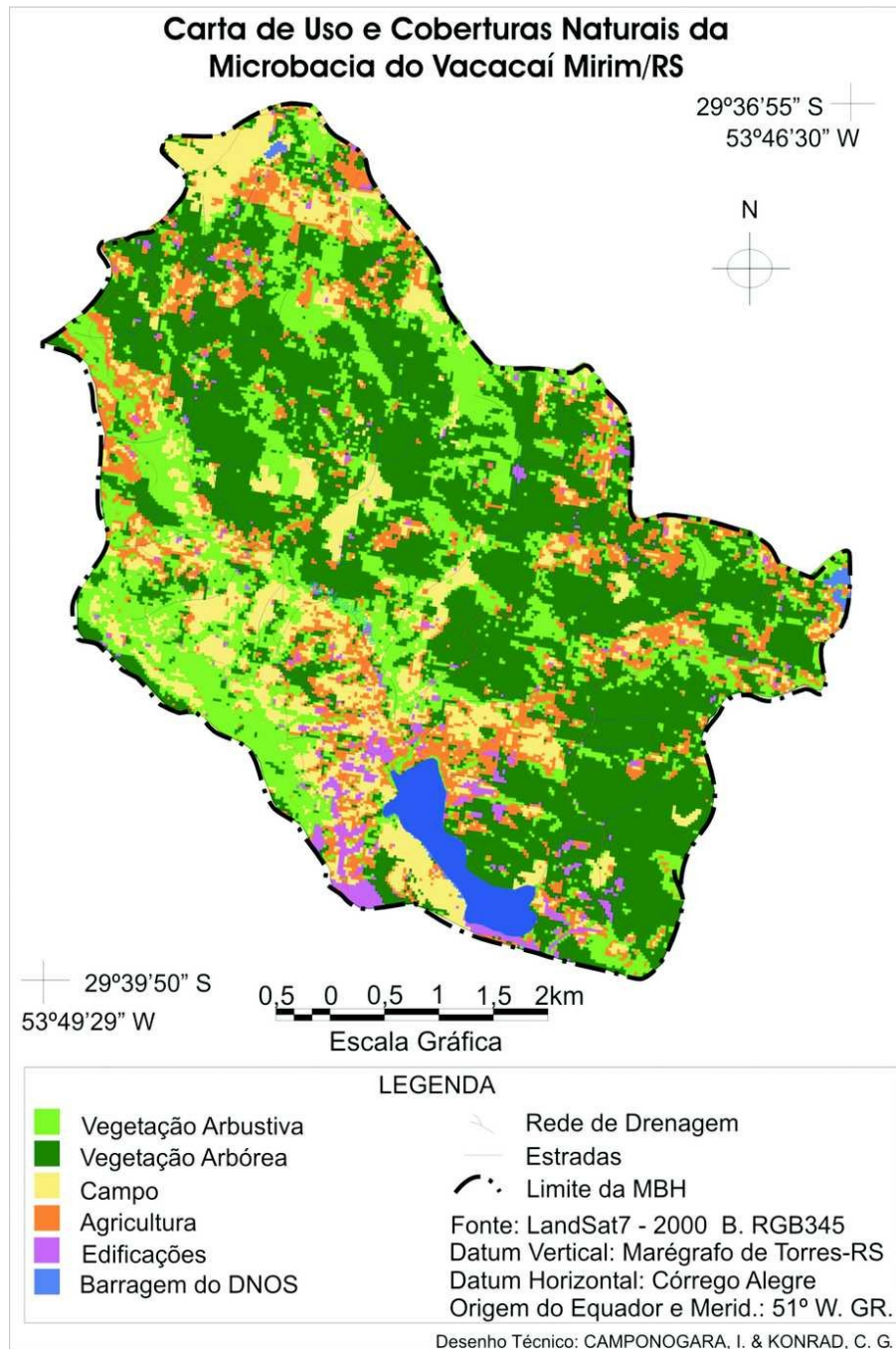


FIGURA 03 – Carta de Uso da Terra da área de estudo

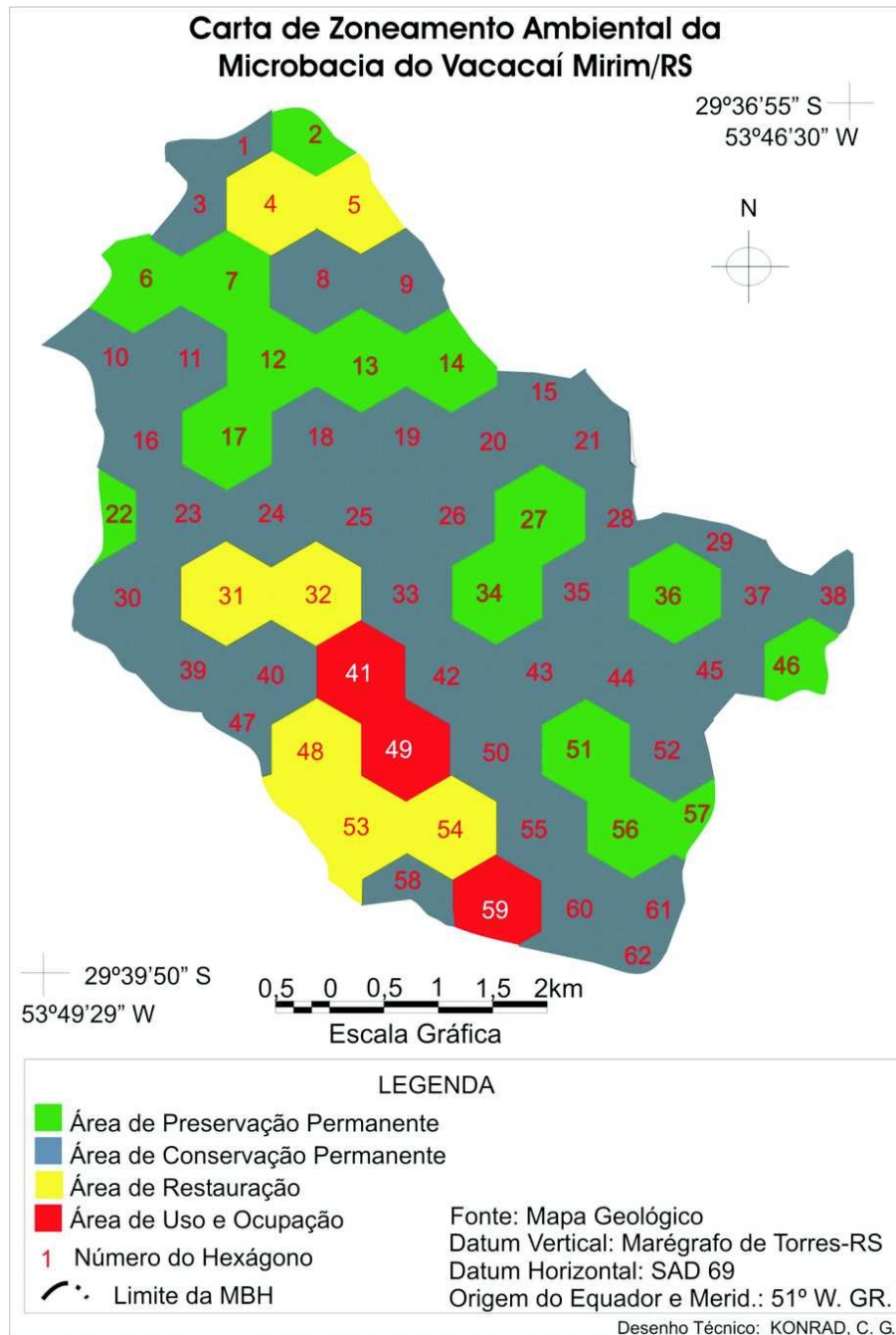


FIGURA 04 – Zoneamento Ambiental da Microbacia do DNOS

- Determinação da equação de deterioração ambiental

Com base no somatório dos valores ponderados máximos e mínimos de todos os parâmetros, calculou-se através de regressão linear a “Reta de Deterioração Ambiental”: $Y = a \cdot X + b$

Para os valores mínimos ($\sum \text{Mín.} = 8$) tem-se:

$$ax + b = 0 \quad \square \quad 8a + b = 0$$

Para os valores máximos ($\sum \text{Máx.} = 89$), tem se:

$$ax' + b = 100 \quad \square \quad 89a + b = 100$$

Este sistema de equação permite o cálculo do coeficiente angular (a) e o intercepto (b), da reta de deterioração ambiental:

$$8a + b = 0 \quad \hat{=} \quad \text{onde: } a = 1,234567901$$

$$89a + b = 100$$

$$b = -9,876543209$$

Conclui-se que: $Y = 1,234567901 \cdot X - 9,876543209$

Encontrou-se um valor $X_{total} = 2978$, das 62 observações.

Isso equivale uma média $\bar{X} = 48,03$.

A média da Unidade Crítica de Deterioração, então é:

$$\bar{Y} = 1,234567901 (48,03) - 9,876543209 = 49,42\%$$

Para que exista correlação faz-se necessário que a reta corte o eixo X em algum ponto ($b \neq 0$), desta forma a correlação existe quando a reta de regressão em Y não é paralela ao eixo X. Isto significa que se houver alteração em uma das variáveis esta far-se-á nas demais.

A partir da equação ($Y = 1,234567901 X - 9,876543209$) calculou-se o valor de cada unidade crítica de deterioração ambiental (Y) para cada hexágono.

Com o valor de Y calculado definiu-se as Classes Ambientais:

Área de Preservação Permanente (APP)

Área de Conservação Permanente (ACP)

Área de Restauração Ambiental (ARA)

Área de Uso e Ocupação (AUO)

Para a definição destas classes, antes foram encontrados os valores de deterioração em percentuais, assim:

Amplitude = Maior Deterioração – Menor Deterioração

Mínimas Deteriorações (Anexo A): $\Sigma \text{MIN} = 32,10$

Máximas Deteriorações (Anexo A): $\Sigma \text{MÁX} = 76,54$

Amplitude: $A = 76,54 - 32,10 = 44,44$

Após encontrada a amplitude dos valores de deterioração, definiu-se o valor de intervalo das classes consideradas no zoneamento:

Intervalo = Amplitude/nº de classes

Número de Classes Ecológicas: 4 (APP-ACP-AR-AUO)

Intervalo: $I = A/4 = 44,44/4 = 11,11$

Ao valor mínimo de deterioração ambiental encontrado, acrescentou-se uma fração da amplitude e assim encontrou-se o primeiro intervalo correspondente à classe Área de Proteção Permanente (APP). Este procedimento repetiu-se, adicionando-se mais uma fração da amplitude ao intervalo superior da classe anterior e assim sucessivamente para as classes ambientais restantes. Como as Áreas de Preservação Permanente são intocáveis e precisam ser mantidas para as gerações futuras, e também para se evitar a extinção de espécies de flora e fauna silvestre, muitas já prestes a extinção, estas então com a situação favorável recebe o menor valor. As demais receberam gradativamente valores maiores conforme suas características.

No quadro 1, verifica-se que a classe Área de Conservação Permanente (ACP) apresenta a maior área. A Área de Uso e Ocupação representa a menor porcentagem, com ocupações estendidas do centro urbano de Santa Maria. Algumas áreas são ocupadas por pequenas lavouras e pastagens.

QUADRO 1 – Área e cálculo das porcentagens para as classes de Zoneamento Ambiental.

Classe de Zoneamento Ambiental - CZA	Área (ha)	%
APP	731,31	23,55
ACP	1803,61	58,08
ARA	401,68	12,93
AUO	168,58	5,42
Total	3105,18	100,00

As variáveis do Quadro 2 foram obtidos dos dados gerados pelo mapeamento e medições feitas em computador, e então utilizou-se a equação de deterioração ambiental.

Verificou-se que a classe que apresentou maior deterioração ambiental foi a ACP (Área de Conservação

Permanente) e a APP (Área de Preservação Permanente) não apresentou dados significativos para avaliação (Quadro 2).

QUADRO 2 – Cálculo das deteriorações ambientais nas Classes de Zoneamento Ambiental.

Variáveis	$Y = a * X + b \Rightarrow Y = 1,234567901 X - 9,876543209$			
	APP	ACP	ARA	AUO
$X_{\text{Médio Total}}$	39,467	48	58,429	67
$n \text{ (obs)}$	15	37	7	3
$Y_{\text{Médio}} \text{ (\%)}$	38,848	49,383	62,257	72,84

A carta do zoneamento ambiental foi elaborada a partir dos valores que estão no Anexo A. As formas hexagonais permitem ao arredondamento das curvas permitindo que estas encaixem as formas da natureza perfeitamente. São quatro as classes:

Área de Preservação Permanente – APP: COR VERDE;

Área de Conservação Permanente – ACP: COR CINZA;

Área de Restauração Ambiental – ARA: COR AMARELA;

Área de Uso e Ocupação – AUO: COR VERMELHA. (ver Figura 04)

Conforme Figura 04, observou-se as seguintes distribuições das classes:

- Área de Preservação Permanente (APP): A APP encontra-se em áreas declivosas, e recomenda-se a preservação destas para evitar assoreamento do lago e a erosão das encostas.

- Área de Conservação Permanente (ACP): A ACP encontra-se em áreas menos declivosas e já permite o trânsito de carros pequenos. Presta-se para o turismo, a educação ambiental, o lazer, a recreação, trilhas ecológicas entre outras.

- Área de Restauração Ambiental (ARA): A ARA encontra-se em áreas que foram degradadas e precisam de reparos para evitar problemas maiores.

- Área de Uso Ocupação (AUO): A AUO encontra-se em áreas planas aptas ao uso agrícola e que deve ser feito com um manejo cuidadoso e adequado para essa área, visto que existe um lago de abastecimento local. No entanto, como o lago é artificial, ou seja, com a construção de barragem para conter o volume d'água ali armazenada, há a possibilidade de uso de parte deste lago para fins recreativos, mas com seu devido acompanhamento técnico.

Pode-se concluir, para o zoneamento ambiental, as freqüências de hexágonos, pertencem às classes: APP com 24,19%, ACP com 59,68%, ARA com 11,29% e AUO com 4,84%.

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Observando-se a Carta de Zoneamento Ambiental (Figura 04) pode-se visualizar a localização, na microbacia hidrográfica, das diferentes áreas referentes às 4 classes, nas quais se fundamentou o Zoneamento Ambiental.

Como Áreas de Preservação Permanente - APP (23,55%) encontram-se as zonas com maior declividade ou onde a mata nativa ainda se apresenta intocada. Tratam-se de ecossistemas frágeis, com uma urgente necessidade de proteção e deve ser proibida a entrada do homem com exceção unicamente para casos em que a visita se destine a fins de investigação ou pesquisa científica.

As áreas destinadas á Conservação Permanente - ACP (58,08%) formam zonas onde é possível a convivência do homem com o ecossistema. Neste caso, elas referem-se às áreas na sub-bacia hidrográfica onde o homem já se introduziu, a mata nativa já deu lugar a uma vegetação secundária, mas que ainda não sofreram grandes agressões, encontrando-se quase totalmente despoluídas o que possibilita o seu aproveitamento pelo homem, para atividades como o turismo ecológico. Assim sendo, a ação do homem no ecossistema depende do Plano de Controle Ambiental (PCA) aprovado pelo órgão ambiental competente. Caso já existam áreas agrícolas na região classificada como ACP, uma vez

aprovado o Zoneamento Ambiental, estas poderão ser mantidas ficando impedida unicamente a sua expansão.

As Áreas de Restauração - ARA (12,93%) dizem respeito às zonas onde a deterioração ambiental já ultrapassa os 10% e que necessitam de uma intervenção urgente no sentido de reverter a situação. Localizam-se, principalmente, na área circundante à barragem, base dos montes que ladeiam a bacia, áreas onde a declividade é relativamente pouco acentuada, e zonas onde terão sido praticadas atividades como a agricultura e o pastoreio que levaram ao crescente empobrecimento e lixiviação dos solos e a um considerável aumento da poluição devido à utilização de produtos químicos com fins agrícolas. Após a restauração destas áreas o órgão ambiental responsável poderá então optar pela sua conversão em Área de Conservação Permanente (ACP) ou em Área de Uso e Ocupação (AUO).

Como Área de Uso e Ocupação - AUO (5,42%) ficou definida apenas uma zona. Esta é constituída por áreas relativamente planas destinadas a ocupação do homem e onde este poderá desenvolver atividades como a agricultura e o pastoreio de que necessita para a sua sobrevivência. A presença do lago, pode também, viabilizar áreas de lazer, mesmo com acompanhamento técnico. Assim, não só deverá ser limitada a utilização de produtos tóxicos na agricultura, como qualquer empreendimento que se desejar instalar no local deverá vir associado a uma licença do órgão ambiental responsável que poderá ou não exigir um Estudo de Impacto Ambiental (EIA), Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), Plano de Controle Ambiental (PCA) ou um Termo de Referência (TR).

Numa perspectiva de aplicabilidade, deve-se levar este trabalho ao público, organizando-se uma referência para estudo de ambiência e zoneamento de áreas (microbacia), fazendo valer a lei, mobilizando a comunidade, ONG's, o poder público/governo, entidades afins e instituições de ensino, de comunicação, de estudos científicos e de ensino superior para que haja ação não apenas no papel mas sim, no meio em que vivemos.

6. BIBLIOGRAFIA

Andrade, I. A. de. ABEAS – Associação brasileira de Educação Agrícola Superior. *Manejo e conservação dos recursos naturais Renováveis*. Universidade Federal da Paraíba – UFPB, 1997.

Batista, J. L. M. *Análise multivariada no planejamento de extensão florestal: subsídios para uma política de recuperação de áreas*. Curitiba, 1990. 137f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) Universidade Federal do Paraná. 1990.

Castillero, A. C. - *Uso da terra por fotografias aéreas no município de Santa Maria – RS*, monografia, Santa Maria 1984, p.47.

Diretoria de Serviço Geográfico do Exército (DSG). Porto Alegre: Santa Maria (MI-2965/1). Porto Alegre, 1980. (Cartas Topográficas: Escala 1:50.000).

INPE – Instituto de Pesquisas Espaciais. *Curso de Treinamento: introdução as técnicas de sensoriamento remoto e aplicações*. Relatório INPE. São José dos Campos, 1980.

Kruger, J. C. *Summer birde species diversity in relation to secondary succesion on the New Jersey Piedmont*. **Am. Midl. Nat.**, v., n. 1, p. 121-137, 1989.

Kurtz, F. C. *Zoneamento Ambiental em Banhados*. 2000. 138f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) Universidade Federal de Santa Maria, 2000.

Kurtz, S. M. de J. M. *Metodologia para Zoneamento Ambiental Florestal Sub-bacia Hidrográfica do Rio Soturno (RS)*. 2002. 197f. Tese (Doutorado Engenharia Florestal) Universidade Federal de Santa Maria, 2002.

Longhi, S. J. *Agrupamento e análise fitossociológica de comunidades florestais na Sub-Bacias Hidrográfica do Rio Passo Fundo-RS*. Curitiba, 1997. 350f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, 1997.

Mello Filho, J. A. - *Estudo das microbacias hidrográficas, delimitadas por compartimentos geomorfológicos, para o diagnostico físico - conservacionista*. Dissertação de Mestrado. Santa Maria-RS. Brasil. 1999.

Rocha, J. S. M. da. *Manual de Projetos Ambientais*. Santa Maria : UFSM, 1997. 423p.

_____. *Manual de Interpretação de Aerofotogramas - Fascículos VIII (vegetação) e XIV (declividade)*. Santa Maria : UFSM, 1986.

[http://www.sema.rs.gov.br/recursos hídricos](http://www.sema.rs.gov.br/recursos_hidricos). Acesso em Agosto de 2002.

SSPS – Statistical Package for the Social Sciences. Programa de computador. Chicago, 1997, Versão 8.0.0 for Windows. Janela Ajuda.