



## **ZONEAMENTO AMBIENTAL DA BACIA DO RIO IBICUÍ-MIRIM (RS) - 2002<sup>1</sup>**

<sup>2</sup>**VIERA**, Valmir, UFSM, Técnico Administrativo no CASM e Prof. Convidado no mesmo, Av. Roraima Campus da UFSM, Bloco 55, Aptº 5514, CEP 97105-900, valviera@yahoo.com.br.

<sup>3</sup>**MENDES**, Iandara A., Orientadora, Prof. Drª do IGCE, Campus de Rio Claro, RC, São Paulo.

<sup>4</sup>**ROBAINA**, Luís Eduardo Co-Orientador, Prof. Dr. em Geologia Ambiental, Departamento de Geociências, UFSM.

### **RESUMO**

O trabalho teve como objetivo estabelecer um Zoneamento Ambiental da Bacia do Rio Ibicuí-Mirim (RS), localizada na porção Central do Estado, entre as coordenadas 53° 15' e 54° 30' Oeste e 29° 30' e 30° 00' Sul, e fundamentou-se nas características Morfográficas e Morfométricas do relevo da área. A pesquisa desenvolveu-se no âmbito da abordagem sistêmica mais precisamente sob a ótica dos sistemas abertos onde são constantes as trocas de energia e matéria. Os dados foram obtidos a partir de observações efetuadas em trabalhos de campo e, a partir da elaboração e/ou organização de documentos cartográficos. Neste contexto foram elaborados os mapas de Declividade, Dissecação Horizontal, Dissecação Vertical, Energia do Relevo, Geológico, Geomorfológico. A partir da integração desses dados, elaborou-se o mapa de Zoneamento Ambiental. Neste trabalho é apresentado o diagnóstico das diversas unidades que integram o Zoneamento proposto, onde são elencadas as principais características físicas e do uso do solo, além de problemas ambientais inerentes a cada uma delas. Dessa forma são definidas sugestões visando mitigar tais problemas e assim contribuir para melhorar a qualidade ambiental da bacia. Os resultados alcançados evidenciaram a eficácia do método e das técnicas utilizadas.

### **1 - INTRODUÇÃO**

Até a década de 70 constata-se que as preocupações com a degradação ambiental eram menos acentuadas. A partir da Conferência de Estocolmo (1972), a temática ambiental passou a ser discutida, verificando-se o esforço para uma progressiva mudança de mentalidade vinculada à utilização de recursos naturais como a água, solo, flora, fauna e relevo.

A Bacia Hidrográfica foi estabelecida como sendo a unidade básica para os estudos de planejamento ambiental porque qualquer alteração imposta em um ponto deste sistema reflete-se sobre o todo.

Dentre os elementos que integram o Sistema Bacia Hidrográfica tem-se o relevo, suporte da quase totalidade das intervenções antrópicas. Suas características lito-estruturais, morfográficas, morfométricas e climáticas definem o tipo de solo e fornecem subsídios para o tipo de uso.

Em função da forma com que o homem se relaciona com o ambiente natural, são comuns às bacias hidrográficas, problemas ambientais associados à dinamização dos processos erosivos, assoreamento de canais fluviais e perda de fertilidade dos solos. Problemas como estes são constatados na bacia do rio Ibicuí-Mirim que, com uma área de 128.785ha ou 1.287 Km<sup>2</sup>, drena terras vinculadas aos municípios gaúchos de Itaara, São Martinho da Serra, Santa Maria, São Pedro do Sul, Dilermando de Aguiar, Mata e São Vicente do Sul. Este rio é afluente do rio Toropi, que por sua vez, é afluente do rio

<sup>1</sup> Dissertação de Mestrado apresentado junto ao Programa de Pós-Graduação em Geociências, UNESP, RC.

<sup>2</sup> Técnico Administrativo e Professor convidado junto ao Curso Técnico em Geomática do CASM, UFSM.

<sup>3</sup> Professor Orientador, Universidade Estadual Paulista, Campus de Rio Claro – RC, SP.

<sup>4</sup> Professor Co-Orientador, Departamento de Geociências, UFSM, Santa Maria, RS.



Uruguai. A Bacia Hidrográfica do Rio Ibicuí-Mirim está localizada entre 53° 15' e 54° 30' W e 29° 30' e 30° 00' S.

O Rio Ibicuí-Mirim tem suas nascentes na localidade de Lageadinho, Município de São Martinho da Serra em uma altitude aproximada de 516m, desaguardo no Rio Toropi, numa altitude de 100m. Recebe águas do Ibicuí-Guassú que banha parte do Município de São Martinho da Serra, fluindo no sentido Nordeste – Sudoeste, servindo de limite entre os Municípios de São Pedro do Sul e Dilermando de Aguiar.

## 2 - MÉTODO E TÉCNICAS

### 2.1 - Método

De acordo com o IBAMA (1994), zonear é um conceito geográfico que significa dividir determinado local em lotes ou porções específicas. Segundo ROCHA (1997), um Zoneamento Ambiental procura ordenar o território, segundo suas características bióticas e abióticas, através do agrupamento de áreas, cujos conjuntos formam unidades de terra relativamente homogêneas, de modo a facilitar a análise integrada da paisagem, estudando, portanto, o espaço, por setores unindo-os de forma descritiva. SEMA (1993) esclarece que através das ecoestruturas naturais é possível identificar, caracterizar e analisar os seguintes aspectos: os espaços homogêneos que são espaços de uma região com alto grau de homogeneidade ecológica expressada em função de certas características e parâmetros dos ecossistemas.

A Proposta de Zoneamento de BERTA BECKER E EGLER (1997), intitulada Zoneamento Ecológico Econômico da Amazônia Legal, objetiva delimitar e estudar dois processos dinâmicos que interagem no território, que permitem acelerar a execução do ZEE na Amazônia Legal.

ROSS (1991), apresenta proposta metodológica para zoneamento sob o título Análise do Relevo Aplicada ao Planejamento Ambiental, onde parte da premissa de que toda a ação antrópica no ambiente natural causa diferentes níveis de impacto, provocando diversas formas de agressões, conduzindo a processos irreversíveis.

O método que orientou a pesquisa foi a Abordagem Sistêmica. Sua escolha deveu-se ao fato de que não se pode prescindir, na pesquisa do entendimento das inter-relações existentes entre os diversos elementos que integram o sistema.

Sendo o objeto de estudo uma Bacia Hidrográfica, procedeu-se a análise sob a ótica dos *Sistemas Abertos* onde são constantes as trocas de energia e matéria. Do ponto de vista organizacional o trabalho aqui apresentado fundamentou-se em LIBAULT (1971), no que concerne aos quatro níveis da pesquisa geográfica.

Neste contexto, relacionado ao nível *Compilatório* de LIBAULT (op. cit.), foi desenvolvida a pesquisa e a análise da documentação bibliográfica e cartográfica, organização dos dados em quadros e tabelas, elaboração do mapa base e mapas temáticos que forneceram dados sobre a temática enfocada.

No segundo nível *Correlatório*, os diversos temas foram correlacionados entre si, assim como, as mais variadas informações levantadas na pesquisa bibliográficas, dentro de cada tema, organizando-se um esboço do referencial teórico.

O nível *Semântico* correspondeu a fase de interpretação individual e integrada dos dados espaciais estabelecidos no nível anterior, ou seja, do material cartográfico elaborado (mapas morfométricos e morfográficos). Tais interpretações resultaram na elaboração do mapa de zoneamento ambiental, onde ficaram definidas zonas ambientais. E o nível *Normativo* constituiu-se na elaboração de diretrizes e recomendações direcionadas à Bacia do Rio Ibicuí-Mirim, conforme a disponibilidade de recursos, o interesse dos órgãos envolvidos no processo e a disponibilidade técnica, apresentados na discussão final.

### 2.2 - Técnicas



As técnicas apresentadas vinculam-se àquelas que possibilitaram a obtenção e correlação dos dados.

### **A - Elaboração do Mapa Base**

A organização do mapa base da área é de fundamental importância. Através dela fica definido o sistema a ser estudado e constitui-se no documento fonte sobre o qual são obtidos dados morfométricos do relevo e da rede de drenagem.

Após a individualização da área da bacia nas folhas SH-22-V-C-I-3; SH-22-V-C-IV-2; SH-22-V-C-IV-1; SH-21-X-D-VI-2; SH-22-X-D-VI-1; SH-21-X-D-VI-4 e SH-21-IV-3, com utilização do papel poliésteres sobre estas cartas, foram registrados todos os fatos nelas representados como: curva de nível, pontos cotados, rede de drenagem, estradas e rodovias, etc.

### **B – Organização do Mapa Geológico**

O Mapa Geológico da área foi organizado com base no Mapa Geológico relativo às Folhas Santa Maria e Camobi, na escala 1:50.000, elaboradas em 1988 por MACIEL FILHO et. alii. Convém ressaltar que este procedimento foi enriquecido através de dados obtidos em campo, quando através da análise de perfis no terreno, realizou-se o reconhecimento das principais unidades geológicas.

A compatibilização da escala do documento geológico fonte à base cartográfica ocorreu com a utilização do AEROSKYMASTER. Posteriormente para compor o trabalho final, este mapa foi reduzido xerograficamente à escala 1:250.000, porém toda a etapa de análise e correlação de dados ocorreu sobre o referido documento, na escala 1:50.000.

### **C - Mapas Geomorfológicos**

Com o objetivo de caracterizar o quadro geomorfológico da área, foram elaborados Mapas Morfológicos e Mapas Morfométricos.

#### **C.1- Mapas Morfométricos**

Para o Zoneamento Ambiental, a análise morfométrica do relevo é um fator relevante, em face da ocupação e uso estarem diretamente relacionados às limitações físicas impostas por este atributo do relevo. Tendo como fonte a base cartográfica na escala 1:50000, foram elaboradas as Cartas de Declividade, de Dissecação Horizontal, de Dissecação Vertical e Energia do Relevo.

##### **C-1.1) Mapa Clinográfico ou de Declividade**

DE BIASI (1970), destaca a importância de se estudar o relevo através dos Mapas Clinográficos e de compará-los analiticamente aos tipos de usos.

Para a confecção do ábaco principal proposto por DE BIASI (op. cit.), primeiramente observa-se e quantifica-se a maior e a menor distância entre duas curvas de nível no mapa base, as quais irão possibilitar a identificação dos valores limites da declividade da área de acordo com a fórmula:  $D_c = n \times 100\% / D_h$ , imediatamente após esse passo escolhem-se as classes de declividade de maior representação a serem utilizadas no mapa Clinográfico.

O ábaco secundário foi utilizado em curvas de valor igual. Na sua elaboração considera-se a metade da equidistância entre as referidas curvas, empregando dessa forma, metade dos valores do ábaco principal. A elaboração desse ábaco secundário ou suplementar fundamentou-se na proposta de SANCHEZ (1993).

##### **C-1.2) Mapa de Dissecação Horizontal**

A Dissecação Horizontal é definida como sendo a distância medida entre a projeções ortogonais do divisor de águas (linha de cumeeada) e o fundo do vale (talvegue)



em um plano horizontal. Assim, quanto menores as distâncias horizontais maior a dissecação horizontal do relevo e mais forte sua energia.

Onde este fato encontra-se espacializado, foi elaborado segundo técnica desenvolvida por SPIRIDONOV (1981), com adaptações propostas por MAURO (1991), possibilitando assim a identificação dos comprimentos de rampas.

Para a confecção deste mapa delimitam-se inicialmente, todas as bacias hidrográficas correspondentes à área de estudo, partindo-se das bacias de maior para as de menor extensão, estabelecendo-se desta forma as áreas fornecedoras de água do escoamento pluvial. A etapa seguinte consiste na construção do ábaco, cujas medidas são estabelecidas levando-se em conta a escala do Mapa Base, que é deslocado entre o talvegue e o divisor de águas, classificando assim, as áreas conforme o comprimento da vertente.

### C-1.3) Mapa de Dissecação Vertical

A Dissecação Vertical é definida como sendo o desnível vertical do topo do interflúvio em relação ao talvegue do canal fluvial, indicando o grau de entalhamento do relevo.

A elaboração do Mapa de Dissecação Vertical segue a técnica desenvolvida por SPIRIDONOV (1981). Com este intuito sobre a base cartográfica foram individualizadas todas as bacias existentes na área de estudo, partindo-se das de maior para as de menor extensão. Em seguida foram traçadas linhas ligando os pontos de intersecção da curva de nível com o talvegue até a linha de cumeada do divisor de água mais próximo, por meio de uma linha o mais perpendicular possível.

No que tange à representação das classes de Dissecação Vertical com as respectivas cores, convencionou-se utilizar esta ordem, porém representam valores contrários de dissecação, ou seja, a cor mais clara representa maior dissecação vertical assim nesta ordem as demais classes de dissecação.

### C-1.4) Mapa de Energia do Relevo

A elaboração deste documento cartográfico se desenvolveu de acordo com a proposta de MENDES (1993). Trata-se de uma carta organizada a partir da integração de todos os dados morfométricos relativos aos mapas de Declividade, de Dissecação Horizontal e de Dissecação Vertical. Esta carta possibilita a identificação de áreas com maior ou menor energia do relevo, ou seja, com maior ou menor susceptibilidade à erosão, com base em parâmetros morfométricos do relevo.

A primeira etapa para a elaboração deste mapa consiste na integração dos dados relativos a declividade, dissecação horizontal e dissecação vertical. Com este fim colocou-se sobre o mapa de dissecação horizontal um papel acetato, passando para ele todas as classes relativas ao atributo morfométrico vinculado a este mapa. Cada uma das células foi identificada pelo dígito associado à classe a que pertencia. Este papel acetato, posteriormente, foi superposto ao mapa de dissecação vertical e assim cada célula inicial foi fragmentada, envolvendo também classes relativas a este último parâmetro citado. Cada célula, a partir de então foi identificada por dois dígitos indicando os dois parâmetros mencionados. Finalizando, o papel acetato foi sobreposto ao mapa de declividade, ficando cada célula, portanto, caracterizada por três dígitos: o primeiro relativo à dissecação horizontal, o segundo a dissecação vertical e o terceiro à declividade.

Com base nos dados da área onde se desenvolveu a presente pesquisa, foram definidas as classes de energia do relevo para a bacia do rio Ibicuí-Mirim.

**Tabela 1: Classes de Energia do Relevo da Bacia do Rio Ibicuí-Mirim**

Classes	Declividade (%)	Dissecação Horizontal (m)	Dissecação Vertical (m)
Muito Forte (preto)	≥ 40	qq.	qq.



	Qq.	≤ 50	qq.
Forte (marrom)	qq.	qq.	≥ 100
	30 —  40	qq.	qq.
	qq.	50 —  100	qq.
Medianamente Forte (vermelho)	qq.	qq.	80 —  100
	20 —  30	qq.	qq.
	qq.	100 —  200	qq.
Média (laranja)	qq.	qq.	60 —  80
	qq.	200 —  400	qq.
	10 —  20	qq.	qq.
Fraca (amarela)	Qq.	qq.	40 —  60
	Qq.	400 —  800	qq.
	2 —  10	qq.	qq.
Muito Fraca (verde)	≤ 2	qq.	qq.
	qq.	≥ 800	qq.
	qq.	qq.	≤ 20 ; ≤ 40

**qq.:** Qualquer que seja a classe

**Fonte:** Mapa de Declividade, de Dissecação Horizontal de Dissecação Vertical.

**Organizador:** Valmir Viera

#### D) Organização do Mapa Pedológico

A organização do mapa de solos ou pedológico fundamentou-se naquele elaborado pelo RADAMBRASIL (1986), na escala 1:1.000.000, complementado-o com dados obtidos no campo, quando foram determinadas com maior precisão os limites entre as categorias de solos. Nesta oportunidade constatou-se uma relação direta entre o tipo de solo e os compartimentos geomorfológicos identificados na área de estudo. O referido mapa foi confeccionado inicialmente na escala 1:50.000 e o produto final, foi apresentado na escala 1:250.000. Convém ressaltar que a análise e correlação dos dados foram realizadas sobre a documentação na escala 1:50.000.

#### E) Mapa Morfográfico

O mapa Morfográfico foi elaborado com base na interpretação analógica da imagem de satélite LADSAT TM 3, 4 e 5 na escala 1:50.000 e em ajustes efetuados no de correr do trabalho de campo. Sobrepôs-se o papel acetato à imagem de satélite, delimitando-se manchas homogêneas de textura. Após a delimitação das manchas foram identificadas as formas de relevo, o grau de aprofundamento e a largura dos interflúvios observados em cada uma das referidas manchas. Com esse procedimento obteve-se o mapa geomorfológico onde se encontram expressos as formas de relevo que foram definidas como tabulares (T), convexas (C), planícies fluviais (Apf), planícies e terraços fluviais que coalessem (Aptf). Para a obtenção do índice de entalhamento e a largura do interflúvios foi montada a seguinte tabela com base nos dados específicos da área.

#### F) Mapa de Zoneamento Ambiental



O Mapa de Zoneamento Ambiental foi elaborado partindo-se inicialmente da sobreposição de papel acetato sobre o Mapa Morfográfico e, posteriormente, sobre o Mapa de Energia de Relevô. Tendo como base os dados morfográficos, foram individualizadas as “zonas”. Com base nos dados morfométricos foi possível à individualização das “subzonas ambientais”.

### 3 - ANÁLISE E CORRELAÇÃO DOS DADOS

Geologicamente a área de estudo tem na sua porção NE, N, a ocorrência de rochas Efusivas Básicas e Ácidas com intercalações de arenitos intertrapps, que abrangem o alto curso e parte do médio, atingindo uma área aproximada de 25% da área de estudo. Tais características são resultantes do vulcanismo de fissura ocorrido na Bacia do Ibicuí-Mirim, no Mesozóico. É composto, assim, por rochas vulcânicas da Formação Serra Geral, a qual está subdivida em duas seqüências vulcânicas – a *Ácida Superior* e a *Básica Inferior*, de idade cretácea inferior. A seqüência superior localizada no Topo do Planalto, apresenta rochas vulcânicas ácidas formadas por riólitos granofíricos de cor cinza clara a média e vitrófiros de cor preta ou castanha subordinados, com disjunção tabular dominante. E a seqüência inferior formada por rochas vulcânicas básicas localizadas também no Rebordo do Planalto, com intercalação de sedimentação eólica nos períodos de recesso da atividade vulcânica denominados de arenitos “intertrapps” e por basaltos e andesitos toleíticos de cor cinza-escura, com intercalações de arenito eólico, MACIEL FILHO et. alii. (1980).

O alto curso do Ibicuí-Mirim posiciona-se num relevo de Topo de Planalto cuja topografia é fracamente dissecada, onde as declividades ficam entre, principalmente entre 2 a 9,99% e secundariamente de 10 a 19,99%. Os desníveis entre topos e fundos de vale são da ordem de 200 a 400m, tendo a vertente comprimentos que predominam entre 40 e 60m, ocorrendo secundariamente algumas com 20 a 40m. Este quadro permite classificar a energia do relevo deste setor da área da pesquisa como sendo uma energia de relevo que oscila entre medianamente forte a fraca. Embora as características de declividade não apontem para uma predisposição à ação dos processos erosivos nas longas vertentes quando esculpidas em litologias silto arenosas pode ocorrer o desenvolvimento de ravinas e/ou vossorocas. Convém ressaltar, entretanto, que predomina na área o processo de infiltração e de um modo geral as altitudes chegam a 516m observando-se amplitudes altimétricas da ordem de 37, 5m.

Os solos característicos nesta unidade geomorfológica são os Lotossolos que possui textura franca arenosa a franco argilosa; o Argissolo Vermelho com textura argilosa e secundariamente o Cambissolo, localizado a N – NW da área de estudo.

A hidrografia no Topo do Planalto se caracteriza por ser dendrítica retangular, evidenciando forte controle estrutural. De acordo com MÜLLER FILHO (1970), “a densidade de drenagem que ocorre no Planalto tem seu entalhamento facilitado pela freqüência das juntas de diaclasamento dos basaltos. O encaixamento dos rios e a erosão regressiva vêm fazendo com que, de maneira lenta, mas contínua, haja um recuo da orla planáltica, preservando-se porém, as altas superfícies onde se encontram suas nascentes. A expressiva contribuição hídrica proveniente desta unidade impulsionou a construção de duas importantes barragens de captação d’água para o município de Santa Maria.

Sob estas condições climáticas, geológicas – geomorfológicas e pedológicas, encontra-se uma área de características vegetais singulares, onde o desenvolvimento da vegetação está intimamente ligado aos fatores climáticos e irradiação solar.

Ao longo das bordas d’água desenvolvem-se as matas de galeria ou ciliar intimamente relacionada a maior umidade do fundo de vale. Os capões são formações florestais que representam manchas de matas e aglomeração vegetal esparsa. No Topo do Planalto tem-se uma vegetação original de campos que se estendem pelas colinas alongadas e planas.



Com relação ao uso atual do solo, na alta bacia, posicionada no Topo do Planalto predominam pequenas e médias propriedades, com o desenvolvimento de agricultura diversificada com o objetivo do consumo e o excedente para o comércio. A pecuária desenvolve-se de forma semi-extensiva destinada ao consumo e corte.

O Rebordo do Planalto apresenta-se fortemente dissecado e estende-se pela alta bacia e pela margem direita da média e baixa bacia. Geologicamente é representada pela Formação Serra Geral e pela Formação Caturrita, cuja área de ocorrência, limita-se a uma faixa estreita intercalada (seqüência inferior) e outra entre esta e a Formação Caturrita.

De acordo com BORTOLUZZI (1974), a porção superior desta Formação se caracteriza por apresentar litologia e estruturas típicas de sedimentação eólica. Ocorrem arenitos quartzoso-feldspáticos predominando tonalidades avermelhadas e amareladas, com estratificação cruzada em cunha e tangencial, de grande porte.

Segundo MACIEL FILHO et. alii. (1980), a litologia predominante é representada por arenitos médios a finos, bem selecionados, róseos (quartzos e pouco feldspato), com estratificação cruzada cuneiforme de grande porte, de origem eólica, caracterizando um ambiente desértico. Possui uma espessura variável e em alguns locais aparece intercalado com a Formação Serra Geral.

Ainda conforme o autor, esta formação apresenta comportamento diferenciado quanto a sua fragilidade. Em locais onde a formação apresenta-se como rocha dura e muito abrasiva, há alta resistência à erosão. Porém em locais onde a rocha apresenta-se friável, observa-se locais com grandes fendas feitas pela ação da chuva principalmente.

A Formação Caturrita foi classificado por BORTOLUZZI (1974), como membro Caturrita, sendo mais tarde elevado à categoria de Formação Caturrita por MEDEIROS (1980), constitui-se, geomorfologicamente, a porção basal (patamares intermediários), a uma altitude em torno de 210 até 260 metros, da encosta da região serrana (Rebordo do Planalto Meridional), comumente recoberta por depósitos de taludes, possuindo uma espessura de 80 a 100 metros, com uma amplitude altimétrica de 50 metros.

É composta por arenitos médios a finos, de cor rosa e cinza-clara composta por quartzos, estratificação cruzada, acanalada e planar, intercalados por camadas de siltitos vermelhos de ambiente fluvial. São encontrados arenitos de textura mais grossa junto à base com grande freqüência, identificando-se duas faces ou camadas, uma arenosa e outra argilosa e síltica.

Neste setor o segmento Leste-Oeste da Serra Geral que recebe denominações locais como Serra de São Martinho, apresenta grande individualidade litológica e representa testemunho atual de uma fase da evolução do Planalto. Sua origem prende-se à sobreposição dos sucessivos derrames de lavas ocorridos no Mesozóico, na Bacia do Paraná, que resultou num desnível de aproximadamente 370 metros entre o Topo e a Depressão.

No conjunto, esta unidade de relevo, apresenta calhas profundas que são o resultado da erosão fluvial regressiva onde se encontra o leito principal do Rio Ibicuí-Mirim. Em função do desequilíbrio longitudinal, tal curso d'água provocou, por erosão regressiva, patamares no relevo permitindo o afloramento do lençol freático em alguns locais.

Por fim, o Rebordo do Planalto constitui-se em uma paisagem agradável com suas quedas d'água, vertentes abruptas e afloramentos rochosos. Há ainda, locais preservados pelo difícil acesso, mas que, pelo avanço agrícola, correm o risco de serem desagregadas.

As características atuais do clima, com precipitações bem distribuídas ao longo do ano, determinam redes de drenagem perenes, responsáveis pela intensa dissecação do Rebordo, que provocam a formação de vales em "V" ou "U", encaixados e profundos, favorecidos pela presença de linhas de falhas e fraturas.

O resultado desse intenso trabalho de dissecação provocou seu recuo e a individualização de morros testemunhos, que por serem relevos residuais, atestam a antiga



posição da frente do Rebordo e que foram mantidos aí por terem em superfície uma camada superior de rocha mais resistente, como os granófiros ou arenitos. Os movimentos de massa, e queda de blocos, têm como fator condicionante a inclinação das vertentes e as descontinuidades que ocorrem, associadas às estruturas dos derrames vulcânicos.

Por se tratar de um compartimento altamente dissecado predominam as declividades iguais ou superior a 39,99% e entre 30 – 39,99%, ocorrendo secundariamente entre 20 – 29,99%; os desníveis entre topo e fundo de vales são iguais ou superiores a 800m e entre 400 – 799,99m, as rampas predominantemente têm extensão igual ou superior a 100m de comprimento e secundariamente entre 80 – 99,99m. De um modo geral, a energia do relevo corresponde às classes muito forte e forte. As altitudes situam-se entre 200 a 400 metros e as amplitudes altimétricas correspondem a 90,5m.

Neste compartimento as formações pedológicas que incidem são a unidade de mapeamento Guassupi (Litólicos Distróficos - Neossolo Litólico (1999)) com textura siltosa, pelo solo Ciríaco (Brunizém Avermelhado – Chernossolo Argilúvico de textura argilosa e pela formação pedológica Charrua, sendo este com poucas variações na sua textura).

A vegetação é composta por gramíneo-lenhosa que é uma subformação, cuja porção da mesma, está localizada na Depressão Periférica do estado do RS, em áreas de relevo suavemente ondulado. Há um predomínio nestas áreas de campos limpos, sendo o restante ocupado por capões de mato e matas de galeria ao longo da rede de drenagem.

A principal forma de ocupação da bacia do Ibicuí-Mirim foi através de sesmarias e colônias de povoamento de imigrantes, ocorrendo sempre via fluvial com exceção na região do Topo do Planalto. Os imigrantes ocuparam o Rebordo porque os vales estavam ocupados pelos sesmeiros oriundos de outras regiões, passando a reproduzir costumes e tradições de suas antigas colônias.

Na porção média e inferior da área de estudo, tem-se que na zona de transição onde predominam pequenas e médias propriedades, administradas pelos proprietários, praticando agricultura, hortifrutigranjeiros e pecuária possuindo uma média de 25ha.

Na Depressão, o relevo está representado por rochas sedimentares de arenitos finos a lamitos. É composto por sedimentos da Formação Caturrita, descrita anteriormente e das Formações Santa Maria e Rosário do Sul. A primeira Formação citada foi primeiramente descrita por BORTOLUZZI (op. cit.), o qual destaca sua importância por abrigar depósitos fossilíferos, pois os restos vegetais que contém, e principalmente sua rica fauna reptiliana, têm despertado a atenção de muitos estudiosos das mais variadas áreas a pesquisar essa unidade geológica, com o intuito de correlacionar, através dos elementos encontrados, as formações gondwânicas de outras partes do globo, sendo que, é a única unidade a apresentar fósseis dentro das seqüências de camadas da bacia do Paraná, que permitem datá-la com precisão no Triássico Superior.

Porém, através de vários estudos posteriores, realizados nesta unidade, por alguns estudiosos e pesquisadores, chegou-se à identificação de duas camadas, denominadas fácies da Formação Santa Maria. Assim sendo, foram classificados duas fácies, assim denominadas por MEDEIROS (1980), Membro Alemoa (inferior) e Membro Passo das Tropas (superior), formadores da unidade Santa Maria.

- **Membro Passo das Tropas:** é constituído, predominantemente, por arenitos grosseiros a médios, de cor amarela e rosa-avermelhada, feldspáticos, por vezes conglomeráticos com seixos e grânulos de quartzo, estratificação cruzada acanalada e planar de grande porte. Ocorre intercalação de arenitos com camadas de siltitos arenosos de cores vermelha e púrpura, indicando ambiente fluvial.

- **Membro Alemoa:** este membro localiza-se na margem direita do Rio no seu médio curso, abrangendo uma pequena superfície no terreno. Segundo MACIEL FILHO et. alii. (1980), esta unidade constitui colinas mais amplas e suaves que atingem no seu topo,



altitudes em torno de 120 metros. É freqüente observar a ação de processos erosivos, que resultam na esculturação de ravinhas, regionalmente denominadas de sanga.

Os terraços fluviais correspondem a antigos leitos maiores dos rios, age sobre a ação predominantemente pluvial. Os aluviões dos terraços, da mesma forma que as aluviões das várzeas atuais, dão indicação do sistema morfogenético vigente na época da sua formação, PENTEADO (1980). Esses depósitos que constituem, portanto, os terraços fluviais, correspondem a antigas planícies de inundação que, por mudanças nas condições climáticas ou alterações no nível de base do rio, passaram a não receber materiais carregados pelas cheias junto aos cursos dos rios.

Junto às principais drenagens ocorrem depósitos de acumulação. São rochas do quaternário, sedimentos atuais e aluviões, transportadas pela drenagem do planalto e do rebordo do planalto. São sedimentos originários de rochas com alto teor de matéria orgânica daí ser um solo fértil e propício ao cultivo do arroz. Ocupa aproximadamente 40% da área de estudo. Ocorre, contornando as menores cotas, estendendo-se no canal principal e nos principais afluentes secundários.

Esta é a unidade de relevo, que apresenta as menores altitudes e tem como características morfológicas, a presença de colinas convexas (coxilhas), colinas tabuliformes e planícies aluviais, formadas por sedimentos gondwânicos da Bacia do Paraná, como argilas, siltitos e folhelos de diferentes formações geológicas, do Triássico. Suas altitudes variam de 80 a 130 metros, completadas pela extensa planície da Depressão Central que contrasta com a do Planalto, PEREIRA, et. alii. (1989). Na Depressão Periférica a amplitude altimétrica encontrada assemelha-se a encontrada no topo do planalto com 37m.

Este compartimento apresenta declividade entre 10 – 19,99% e secundariamente 2 – 9,99%, com desníveis entre topo e fundo de vales em torno de 200 – 399,99m e secundariamente entre 100 – 199,99m; 50 – 99,99m e 50 – 199,99m. As rampas com extensão 40 - 60m e secundariamente entre 20 - 40 m. De um modo geral, energia do relevo medianamente fraco, fraco a muito fraco.

A quarta unidade geológica engloba as Colinas (Coxilhas) da Depressão Central e as Planícies e Terraços Fluviais que são os formadas por sedimentos e aluviões recentes e pela planície aluvial e terraço. As principais áreas de ocorrência destes depósitos sedimentares acompanham as margens do Rio Ibicuí-Mirim e também nos afluentes principais, nas duas margens indo até praticamente a base do nível de transição entre a Depressão Central e o Rebordo do Planalto, no limite do médio com o alto curso do Rio.

Neste setor da bacia estudada, a morfologia apresenta-se suave, com altitudes variáveis entre 40 a 60 metros e declividade de 1,5%. Constitui-se basicamente por sedimentos recentes depositados pelo rio no seu leito maior que provêm dos compartimentos mais elevados e também são carregados por tributários que nascem nas coxilhas e os carregam recobrando as várzeas. São formadas por cascalhos, areias, siltes e argilas fluviais, sendo que os primeiros são mais abundantes nas proximidades da zona serrana de encosta do Planalto MACIEL FILHO, (1988). Sendo assim caracterizam-se por serem solos úmidos com afloramento do lençol freático em alguns pontos do terreno devido a topografia plana, propiciando áreas de acumulação (canais fluviais) e forma a grande planície do Ibicuí-Mirim.

Apresenta declividades menores que 2%, com desníveis entre topo e fundo de vale menor que 50m, e rampas com comprimento inferior a 20m. De um modo geral a energia do relevo é fraca a muito fraca.

Os solos presentes nestas duas unidades são o São Pedro (Podzólico vermelho - Argissolo vermelho) de textura superficial arenosa, friável e bem drenado; pela unidade de mapeamento Venda Grande (Brunizém raso - Chernossolo Argilúvico) de textura argilosa, friável e desenvolvidos a partir de siltitos e arenitos finos; unidade de mapeamento Santa



Maria (Brunizem hidromórfico-alissolo crônico) com textura média, friável e mal drenado e unidade de mapeamento Vacacaí (Planossolos – Planossolos hidromórfico) também de textura média e mal drenado. Sua origem dá-se de siltitos e arenitos da Formação Santa Maria, Formação Botucatu e da Formação Rosário do Sul.

A ocupação das áreas de planícies representadas por terrenos relativos aos municípios de São Pedro do Sul, São Vicente do Sul, Dilermando de Aguiar e pelo distrito de Boca do Monte teve como forma de ocupação social acampamentos formados por Portugueses os quais foram cedidas Sesmarias, compostas por portugueses e mais tarde imigrantes Italianos e Alemães.

O processo de ocupação do espaço pelos Alemães ocorreu junto às margens dos rios situados próximos a Encosta do Planalto Meridional. Os primeiros imigrantes chegados em 1875 instalaram-se na região da bacia do Ibicuí-Mirim e dirigiram-se para as áreas de mata do atual município de São Pedro do Sul, onde lhes foram cedidos pequenos lotes de terra de até 48 ha por aquisição ou compra.

Mais ao sul da bacia tem no município de São Pedro do Sul, que apesar de mais antigo que Santa Maria, teve seu desenvolvimento retardado pelo atraso na construção da ferrovia. Apresenta seu setor rural localizado em parte junto ao Rebordo do Planalto e os campos destinam-se principalmente à criação bovina.

Já no município de Dilermando de Aguiar, possuindo sua área a sul, fazendo limite da bacia, desenvolve-se a orizicultura em suas extensas planícies aluvionais e à criação de bovinos de corte e reprodução, onde predomina áreas de médio a grande porte. Outros destaques são as lavouras de subsistência e alimentação animal.

Quanto à hierarquização da drenagem, a bacia hidrográfica do rio Ibicuí-Mirim apresenta uma ordenação de drenagem de primeira a quinta ordem de drenagem. Os canais fluviais de primeira ordem são os mais importantes e atingem 60,69% (1365500m de canais fluviais). 2/3 da área de estudo é formada por canais de primeira ordem. E assim diminuem de importância ao aumentar sua ordem. Os de segunda ordem representam 16,05% (360.000m), de terceira ordem tem-se 7,13% (160.000m) de quarta ordem, com 6,02% (135.000m) torna-se pouca abrangente. E os de quinta ordem com 1,03% (22.500m) de drenagem. O perímetro da bacia é de 76.000 metros.

Tal cálculo resultou na densidade de drenagem, onde os comprimentos totais de canais fluviais somam 2.242.500 metros e a área total da bacia, em hectares é 128.785Ha, chegando-se a densidade de drenagem igual a: 0,057.

#### **4 – APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS**

O relevo transmite, por vezes, a idéia de que é um componente independente da paisagem. Na verdade ele é um dos elementos que integra o sistema ambiental.

As formas de relevo surgem devido à ação contínua, mas desigual dos agentes climáticos e bióticos sobre o embasamento físico que não é estático. Convém ressaltar, entretanto, que torna-se cada vez mais inviável estudar-se o relevo, ignorando a presença do homem, um dos mais dinâmicos agentes da morfogênese.

Com base na análise dos dados gerados e/ou organizados no decorrer da pesquisa, foi definido o Zoneamento Ambiental para a Bacia do Rio Ibicuí-Mirim, fundamentado basicamente nas características morfométricas e morfográficas do relevo, a qual ocupa uma área de 128.785 ha. Neste contexto, a referida bacia foi compartimentada em três zonas e cinco subzonas ambientais, a saber:

##### **lto do Alto Ibicuí-Mirim:**

Nas maiores altitudes, os fatores climáticos presentes e a ocorrência de vertentes suavemente inclinadas, extensas e convexas funcionam como um dispersor de águas sendo freqüente propensa ao afloramento do lençol freático exigindo assim, que seja respeitada a



legislação ambiental quanto à área a ser preservada em torno das mesmas, diferenciando-a das demais.

Esta zona ocupa uma área de 11.299 ha (8,77%), possuindo um total de 90 nichos de nascentes que devem ser preservados pela presença de mata de galeria ou ciliar e com altimetria de 80m. A densidade de drenagem encontrada nesta zona é de 0,15.

As formas convexas de vertentes estão ligadas aos processos de intensificação da componente perpendicular da vertente, com afloramento de rochas em alguns pontos do terreno, de origem vulcânica e solo pouco profundo.

As Colinas são formadas por uma vegetação de mata de galeria e de campos limpos, predominando o uso pecuário e lavouras de subsistência. A drenagem é homogênea em toda a unidade, na forma dendrítica. Apresenta áreas susceptíveis à dinâmica plúvio erosiva, devendo ser utilizadas técnicas conservacionistas. As características morfométricas favorecem a mecanização agrícola e a pecuária, entretanto preservando-se os nichos de nascentes.

Por ser uma área com as maiores altitudes, de maior elevação e condições climáticas favoráveis, tem-se um ambiente completo para que se desenvolvam atividades turísticas nesta zona. Também favorece a ampliação da atividade agrícola sustentada.

#### **4.2 - Zona Ambiental dos Patamares Estruturais:**

A denominação resultou por ser a Escarpa do Planalto composta por diferentes níveis topográficos que foram esculpidos pelos agentes da dinâmica externa tendo como ponto fraco às estruturas de falhas ou linhas de fraquezas.

As formas convexas das vertentes estão ligadas aos processos de intensificação da componente paralela de elaboração do relevo. Em decorrência das diferenças morfométricas, foi possível subdividir em:

##### **4.2 – 1 - Serra de São Martinho da Serra**

Recebeu esta denominação por ser altamente susceptível ao deslocamento de blocos de massa, vertentes abruptas e convexas, a erosão age fortemente devido a energia do relevo.

A referida subzona ocupa 16.329 ha (12,68%), do total da bacia. Possui um número de 148 nichos de nascentes de drenagem, sendo este um número significativo para que seja preservado e sua altimetria é de 284 metros. Sua densidade de drenagem é de 0,13.

As características morfométricas impedem o uso agrícola e pecuário, exigindo a preservação da vegetação natural.

Sua beleza cênica favorece um excelente mirante em que se pode observar a paisagem e o formato das vertentes da própria zona bem como das áreas mais baixas onde ficou evidenciada uma predisposição à dinâmica plúvio erosiva.

##### **4.2 – 2 - Baixos Rebordos Setentrionais**

Caracteriza-se por apresentar áreas íngremes, há fortes riscos de erosão pluvial, necessitando de aplicação de técnicas conservacionistas. A morfometria forte não permite o uso agrícola e da pecuária. Os vales são encaixados e muito dissecados. Tal formato condicionou a drenagem às condições litoestruturais da rocha acompanhado a estrutura de falhas.

A subzona ocupa uma área de 5.645 ha (4,38%) da bacia do Ibicuí-Mirim, seu número de nascentes é baixo (34) e sua altimetria é 205 metros. Somando-se estes valores aos da subzona anterior, ocupa uma área total de 21.974 ha (17,06%) são de relevo muito acidentado, ocupado por matas nativas. A densidade de drenagem encontrada é 0,22.



Nesta grande zona pode-se ampliar a atividade turística com realização de trilhas ecológicas, camping, atividades de lazer e passeios orientados.

#### **4.3 - Zona Ambiental Planalto do Médio e Baixo Ibicuí-Mirim:**

Esta zona foi definida pelas características altimétricas que possibilitaram individualizar estas das demais zonas, entretanto, no conjunto, as características morfométricas e morfográficas diferentes permitem a individualização da mesma. Pela morfologia e a declividade ser muita fraca, o entalhamento do vale torna-se difícil, subdividindo-se em:

##### **4.3 – 1 - Coxilhas Superiores**

Os aspectos morfológicos e morfométricos dificultam o entalhamento do vale o resulta em coxilhas alongadas. Tal fator possibilita o afloramento do lençol freático originando inúmeros nichos de nascentes, ficando evidenciada uma predisposição à dinâmica plúvio erosiva, onde as características morfométricas permitem o uso agrícola se forem aplicadas técnicas preservacionistas.

É a subzona de maior importância, isto é, ocupa uma área de 58.850 ha (45,69%) do total da bacia. A densidade de drenagem encontrada nesta subzona é 0,42. O número de nascentes (388) é maior entre demais, evidenciando um cuidado especial quanto aos nichos de nascentes e sua altimetria é de apenas 100 metros.

##### **4.3 – 2 - Coxilhas Inferiores**

Sua individualização é devido as susceptibilidades aos processos erosivos que são característicos neste subcompartimento. Suas características morfométricas facilitam o uso agrícola e pecuário, porém respeitando o uso de técnicas adequadas. Por ser uma área propícia ao uso agrícola, é uma subzona sujeita a compactação do solo, devendo-se respeitar suas limitações físicas.

Como subzona componente da zona anterior descrita, ocupa 17.406 ha (13,52%) de planícies férteis que são utilizadas pela cultura do arroz, tendo uma altimetria de 62 metros. A densidade de drenagem encontrada nesta subzona é 0,20.

##### **4.3 – 3 - As Planícies e Terraços do Médio e Baixo Ibicuí-Mirim**

Por ser uma área propícia ao uso agrícola, com características morfométricas peculiares, seu uso pode provocar a compactação do solo, devendo-se respeitar suas limitações físicas. Esta última subzona é a mais plana, pois sua altimetria não ultrapassa os 40 metros. Esta subzona abrange 19.256 ha (14,95%), do total da bacia. Somando-se as três subzonas ocupam 95.512 ha (74,17%) de áreas planas tendo como principal uso o cultivo do arroz. A densidade de drenagem encontrada é 0,14.

É uma ampla área plana, que engloba a calha do médio curso até o baixo curso. Ocorrem terraços fluviais e taludes como elevações importantes. Caracteriza-se por ser um local predominantemente de deposição de sedimentos na maioria argilo-arenosos. Tal deposição forma uma extensa área plana e fértil o que dá ao local um forte potencial agrícola.

Esta última zona ambiental, pela abundância aquífera, permite desenvolver atividades ligadas à aquicultura como também agricultura de precisão, mas preservadora e pecuária intensiva.

O trabalho, enfim, não se encerra neste momento. Há ainda muito que ser feito no que tange à dinâmica da paisagem. Este avanço, porém, só poderá ser efetivada a partir de uma nova estrutura, mais instrumentalizadora e verdadeiramente interdisciplinar. De qualquer forma, entenda-se este trabalho como o primeiro passo nesta direção.

## **5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS**



Os resultados obtidos com o zoneamento ambiental da bacia do rio Ibicuí-Mirim mostraram-se satisfatórios, pois a metodologia e as técnicas aplicadas corresponderam aos objetivos propostos no trabalho.

Foram identificados áreas com fortes problemas ambientais originados pelo uso incorreto e/ou mau uso das tecnologias presentes. A pouca orientação técnica também contribuiu e contribui à degradação do meio ambiente.

A falta de um manejo adequado do solo na microbacia tornou o grau de erosão e a perda da fertilidade acentuada. Os solos lavrados, principalmente em áreas de declives, uma ou duas vezes por ano e, geralmente, em épocas ou estações chuvosas, tornam-se susceptíveis à erosão.

Deve ser ressaltado que na região existe uma falta de sensibilidade do agricultor quanto à distribuição do uso do solo dentro da propriedade, pois muitas vezes os produtores fazem pastagens na parte plana do imóvel e as lavouras no alto do morro, contrariando totalmente as normas de uso correto do solo.

Além da utilização da água do rio Ibicuí-Mirim para irrigação do arroz, o desmatamento é um dos fenômenos mais importantes para o desequilíbrio do volume de água do leito maior do rio. Assim se pode constatar facilmente o porquê do rio apresentar seu leito quase seco e, após a ocorrência de uma enxurrada, as águas sobem assustadoramente, muitas vezes provocando enchentes prejudiciais às lavouras.

A condução dessa pesquisa possibilitou identificar tais problemas que resultaram em alternativas mitigadoras. Para que os objetivos sejam alcançados, deve haver uma ação interdisciplinar entre população residente e órgãos públicos diretamente ligados.

Nesse sentido, para que ocorra algum progresso econômico na região faz-se necessária a utilização do solo agrícola de acordo com as suas aptidões ou capacidades de uso, tornando-se esta uma das recomendações que se deve dar ao agricultor.

Além disso, é recomendada a utilização de técnicas para diminuir os níveis de degradação do solo da área em estudo. Como técnicas, podem ser usadas as faixas de retenção, rotação de culturas, cobertura vegetal, construção de terraços e a adubação orgânica. Isto é possível, pois com o incentivo estas técnicas poderão ser introduzidas na região.

Destaca-se ainda, a importância e a necessidade de das administrações municipais responsáveis pelos municípios atingidos pela bacia do Rio Ibicuí-Mirim, de adotarem um programa de incentivo técnico e econômico que possibilite condições de cultivo dentro de técnicas preservacionistas aumentando a produtividade e melhorando a qualidade de vida antrópica.

Finalmente, conclui-se que existem todas as condições para que ocorra um progresso econômico na região. Porém é necessária a introdução de novas idéias e de uma nova visão frente ao futuro, em que se poderá ter a certeza de produzir os alimentos, reduzindo o impacto sobre o meio natural, que é patrimônio de toda humanidade.

O trabalho aqui apresentado abre caminhos para que novas pesquisas desenvolvam-se na área, principalmente as relacionadas aos aspectos sociais e às aptidões agrícolas, que ainda são poucas.

## 6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BECKER, B. K., EGLER, C. A. G. **Detalhamento da Metodologia para Execução do Zoneamento Ecológico-Econômico pelos Estados da Amazônia Legal**, Laboratório de Gestão do Território, UFRJ, Brasília, DF, 1997.
- BORTOLUZZI, C. A. **Contribuição à Geologia da Região de Santa Maria, RS**, Pesquisas, Porto Alegre, 4 (1), 1974.



- DE BIASI, M. **Cartas de Declividade: Confeção e Utilização**, Geomorfologia, nº 21, 1970.
- EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Solos (RJ), **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos** – Brasília: Embrapa, Produção de informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999.
- IBAMA - INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS – **O conhecimento técnico-científico voltado par instrumentos de planejamento de gestão ambiental: avaliação de impacto ambiental, gerenciamento de bacias hidrográficas e zoneamento ambiental**. Brasília, 1994.
- IBGE, (Rio de Janeiro, RJ). **Folha SH-22 Porto Alegre e parte das folhas SH 21 Uruguiana e SI-22 Lagoa Mirim: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra**. Rio de Janeiro: Projeto RADAMBRASIL, 1986. (Levantamento de recursos naturais, ). Continuação da série editada pelo extinto Projeto RADAMBRASIL.
- LIBAULT, **Os quatro níveis da pesquisa geográfica**, Métodos em Questão, 1, São Paulo, 1971.
- MAURO, C. A. de **Carta de Dissecção do Relevo e Carta de Energia do Relevo no mapeamento Geomorfológico**. Rio Claro, Depto. de Planejamento Regional, IGCE, UNESP, 1995, (1991).
- MACIEL FILHO, C. L., MEDEIROS E., VEIGA N.V.L., SARTORI P.L., GASPARETO, M. **Mapa Geológico das folhas de Camobi e Santa Maria – RS**, Santa Maria, convênio FINEP – UFSM, 1988.
- MATEO RODRIGUEZ, J. M. et alii **Análise da Paisagem como Base para uma estratégia de Ação de Organização Geoambiental: Corumbataí (SP)**, Rio Claro: UNESP, 1994. (Mimeogr.)
- MENDES, I. A. **Dinâmica dos Processos Plúvio-Erosivos na Bacia do Córrego Lafont, Araçutuba, São Paulo, FFCLH, USP, 1993**. (Tese de Doutorado).
- MEDEIROS, E. R. **Estratigrafia do Grupo São Bento na Região de Santa Maria e Paleocorrentes da Formação Botucatu**, Curso de Pós-Graduação em Geociências, UFRGS, Porto Alegre, 1980. (Dissertação de Mestrado).
- MULLER FILHO, I. L. **Notas para o Estudo da Geomorfologia do Rio Grande do Sul**, Santa Maria, Universidade Federal de Santa Maria, 1970.
- IBAMA - INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Coletânea da legislação federal de meio ambiente**. Brasília, 1992.
- PENTEADO, M. M. **Fundamentos de Geomorfologia**, Rio de Janeiro, IBGE, 1978.
- PEREIRA, P. R. B., GARCIA NETO, L. de R., BORIN, C. J. A. “**Contribuição à Geografia Física de Santa Maria: Unidades de Paisagem, RS**. Departamento de Geociências, Centro de Ciências Naturais e Exatas, Revista de Geografia: Ensino e Pesquisa, 1989 Departamento de Geociências, Centro de Ciências Naturais e Exatas, UFSM”.
- PEREIRA, P. R. B., GARCIA NETO, L. de R., BORIN, C. J. A. “**Contribuição à Geografia Física de Santa Maria: Unidades de Paisagem, RS**. Departamento de Geociências, Centro de Ciências Naturais e Exatas, Revista de Geografia: Ensino e Pesquisa, 1989 Departamento de Geociências, Centro de Ciências Naturais e Exatas, UFSM”.
- ROCHA, J. S. M. **Manual de Manejo Integrado de Bacias Hidrográficas**, Santa Maria, RS, 1990.
- \_\_\_\_\_. **Manual de Projetos Ambientais**, Imprensa Universitária, Santa Maria, 1997.



- ROSS, J. **Geomorfologia: Ambiente e Planejamento**, São Paulo, Editora Contexto, 1991.
- SEMA – SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE- PARANÁ, IAP – INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ. **Manual de avaliação de impactos ambientais**, convênio de cooperação técnica Brasil-Alemanha, GTZ – GBH, Programa de Impactos Ambientais de Barragens, 1993.
- SPIRIDONOV, A. I. **Principios de la metodología de las investigaciones de campo y el mapeo Geomorfológico**, Havana: Universidad de La Habana, Facultad de Geografía, Tradução de Isabel Alvarez e Roberto del Bento., 1981.
- ROCHA, J. S. M. **Manual de Manejo Integrado de Bacias Hidrográficas**, Santa Maria, RS, 1990.
- \_\_\_\_\_. **Manual de Projetos Ambientais**, Imprensa Universitária, Santa Maria, 1997.
- ROSS, J. **Geomorfologia: Ambiente e Planejamento**, São Paulo, Editora Contexto, 1991.
- SEMA – SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE- PARANÁ, IAP – INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ. **Manual de avaliação de impactos ambientais**, convênio de cooperação técnica Brasil-Alemanha, GTZ – GBH, Programa de Impactos Ambientais de Barragens, 1993.
- SPIRIDONOV, A. I. **Principios de la metodología de las investigaciones de campo y el mapeo Geomorfológico**, Havana: Universidad de La Habana, Facultad de Geografía, Tradução de Isabel Alvarez e Roberto del Bento., 1981.