

# ZONEAMENTO GEOAMBIENTAL NO OESTE DO RIO GRANDE DO SUL: BACIA HIDROGRÁFICA DO ARROIO MIRACATU<sup>1</sup>

*Dionara DE NARDIN<sup>2</sup>*

*Luís Eduardo de Souza ROBAINA<sup>3</sup>*

## Resumo

O presente trabalho tem por objetivo definir as características geoambientais que compõem a paisagem da bacia hidrográfica do Arroio Miracatu, afluente direto do Rio Ibicuí, oeste do Rio Grande do Sul. A pesquisa desenvolveu-se no sentido de englobar os elementos geológicos, climáticos, geomorfológicos, de uso e ocupação, além de questões relacionadas com a fragilidade e as áreas de proteção ambiental. Como referencial teórico-metodológico utilizou-se a análise sistêmica e a incorporação de SIGs (Sistemas de Informação Geográfica), essenciais para a integração das informações coletadas em trabalhos de campo, análise de cartas topográficas, imagens de satélite Landsat e Ikonos e fotografias aéreas. Além da construção dos mapas temáticos, o software Spring teve papel importante no processo de síntese das informações e definição dos limites de cada unidade geoambiental. Como produto final foi estabelecido uma hierarquia com cinco Sistemas, oito Unidades e duas feições, com características potenciais e limitantes para cada compartimento da paisagem. As áreas de maior fragilidade foram marcadas pela avaliação dos processos erosivos, mapeados no Sistema Sanga da Areia. A vegetação mantém-se preservada nas áreas declivosas do Sistema Taquari. Conclui-se que a realização de estudos integrados através da abordagem sistêmica é adequada para a caracterização e entendimento das diferentes paisagens.

**Palavras Chave:** Análise Sistêmica. Bacia Hidrográfica. Unidades Geoambientais.

## Abstract

### **Geoenvironmental zoning in the west of Rio Grande do Sul state: Hydrographic Basin of the Miracatu river**

The objective of the present paper is to define the geoenvironmental characteristics that compose the landscape of hydrographic basin of the Miracatu's river, tributary direct of Ibicuí River, West of Rio Grande do Sul. The research grew in the sense of including the geological, climatic, geomorphologic elements, of use and occupation, besides subjects related to the fragility and the areas of environmental protection. As theoretical-methodological referential were used the systemic analysis and the incorporation of GIS (Geographical Information Systems), essential for the integration of the information collected in field work, and analysis of topographical letters, Landsat and Ikonos satellite images, and aerial pictures. Besides the construction of the thematic maps, the software Spring has an important role in the process of synthesis of the information and definition of the limits of each geoenvironmental unit. As a final product, were established five Systems, eight Units and two features with potential characteristics and limits for each compartment of the landscape. The results showed thematic maps that allowed identifying the different fragilities and susceptible areas to the "arenização" process. The areas of larger fragility were marked by the evaluation of the erosive processes, mapped in the Systems Sanga of the Sand. The vegetation stays preserved in the Systems Taquari areas with high slope. The conclusion is that the accomplishment of studies integrated through the approach systemic is adapted to the characterization and understanding of the different landscapes.

**Key words:** Systemic Análise. Hydrographic Basin. Geoenvironmental Unit.

<sup>1</sup> Desenvolvido no Laboratório de Geologia Ambiental da UFSM

<sup>2</sup> Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFRGS – E-mail: diodenardin@yahoo.com.br

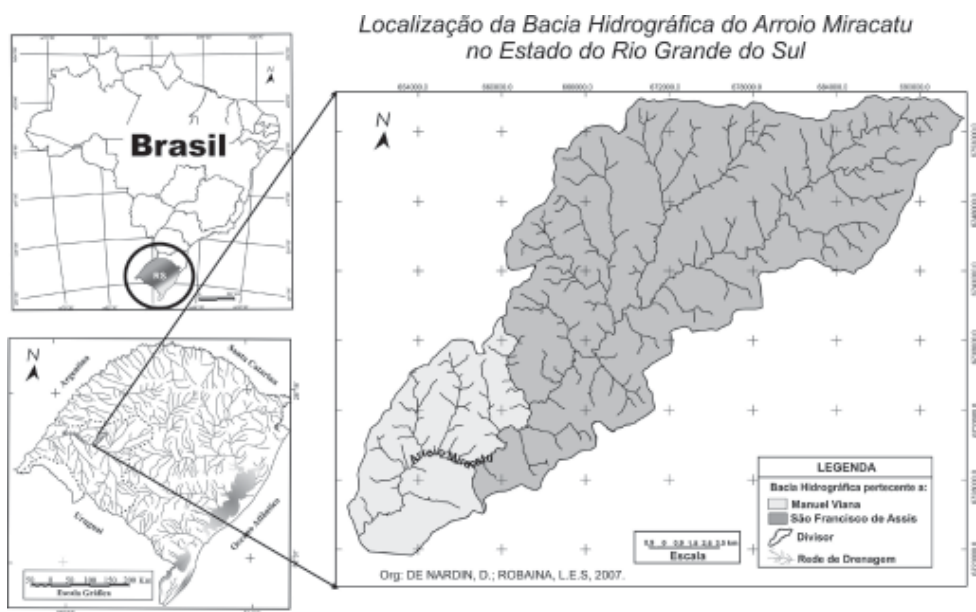
<sup>3</sup> Professor Dr. do Depto de Geociências da UFSM e do PPGGea da UFRGS – E-mail: lesro@base.ufsm.br

## INTRODUÇÃO

O zoneamento geoambiental consiste na compartimentação do espaço em porções homogêneas, obtidas através da avaliação das potencialidades e limitações das paisagens. Seus pressupostos teóricos indicam que este tipo de zoneamento pode ser visto como um instrumento de regulação do uso dos recursos naturais.

Dessa forma, a cartografia geoambiental é um importante subsídio à gestão ambiental, em termos de definição de políticas públicas, planejamento e gerenciamento dos espaços e recursos naturais. O presente trabalho oferece uma proposta de zoneamento na bacia do arroio Miracatu que engloba os elementos da litologia, relevo, solos, processos geomorfológicos, uso e ocupação, além de questões pertinentes a degradação e as áreas de proteção ambiental.

O Arroio Miracatu, afluente direto do Rio Ibicuí, está localizado no oeste do Rio Grande do Sul, tendo seus limites definidos pelas coordenadas geográficas  $54^{\circ}59'44''$  e  $55^{\circ}28'33''$  de longitude oeste de Greenwich e  $29^{\circ}18'34''$  e  $29^{\circ}39'31''$  de latitude sul do Equador. A bacia hidrográfica do Arroio Miracatu possui uma área de 586,47 km<sup>2</sup>, que está inserida entre as sedes municipais de Manuel Viana e São Francisco de Assis (Figura 1).



**Figura 1 - Localização da Bacia Hidrográfica do Arroio Miracatu**

A paisagem do oeste do Rio Grande do Sul foi tema de diversos trabalhos de descrição e análise, realizados inicialmente por viajantes que percorreram o estado. Verdum (1997), realizou trabalhos a respeito da fragilidade da área, através da definição da cartogeocológica e da dinâmica do meio. O Atlas de Arenização, desenvolvido por Suertegaray et al. (2001) contribuiu, também, para caracterizar a fragilidade da paisagem no Sudoeste do Rio Grande do Sul.

Dentro da linha de mapeamentos na região oeste, cita-se o Laboratório de Geologia Ambiental (LAGEOLAM), que nos últimos 12 anos, vem desenvolvendo trabalhos sistemáticos em bacias hidrográficas afluentes do Rio Ibicuí. Destacam-se os trabalhos de Paula e Robaina (2003) Robaina et al. (2005), Trentin e Robaina (2005, 2006), De Nardin (2007), e Trentin (2007).

## METODOLOGIA

A metodologia foi baseada na teoria sistêmica e os procedimentos técnico-operacionais basearam-se na construção de documentos cartográficos, que refletem os elementos constituintes da paisagem da bacia hidrográfica do Arroio Miracatu, seguindo metodologia desenvolvida pelo LAGEOLAM, em Trentin e Robaina (2005).

Inicialmente, foi realizado o levantamento do material cartográfico, onde foi possível construir o mapa base, através dos mosaicos das Cartas do Exército, na escala 1:50.000 de Caraguataí (SH.21-X-D-I-3), Vila Kramer (SH.21-X-D-I-4), Manuel Viana (SH.21-X-D-IV-1) e São Francisco de Assis (SH.21-X-D-IV-2). Em seguida, foi realizada a digitalização das curvas de nível, pontos cotados e os cursos d'água. Posteriormente foram definidos os mapas do relevo (declividade e hipsometria), através das amostras de MNT (Modelo Numérico do Terreno) e a geração das grades retangulares e triangulares.

As atividades de campo através de perfis, permitiram as descrições dos elementos naturais da paisagem, com ênfase nas características litológicas, dos solos, feições superficiais e usos da terra.

As imagens de satélites, Landsat 7 ETM+ de 2001, com resolução espacial de 30 metros, e as imagens IKONOS, com resolução de 1 m, associadas as fotografias aéreas oblíquas de baixa altitude, serviram de ferramentas auxiliares na definição dos uso e na descrição e localização dos processos erosivos.

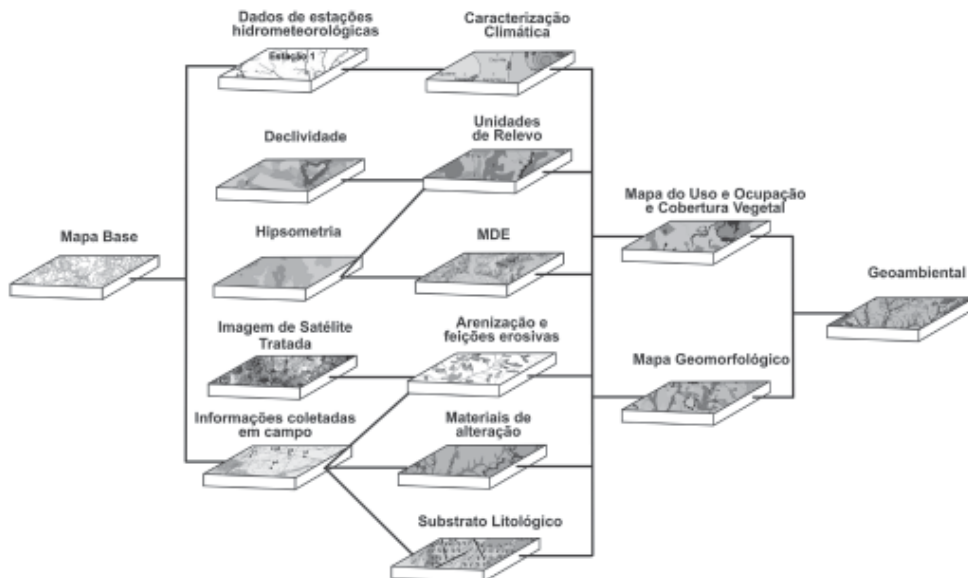
As formas de relevo foram definidas com base na classificação utilizada pelo Instituto de Pesquisa Tecnológica de São Paulo (IPT, 1981) *apud* Moreira e Neto (1998).

Para a caracterização climática da região, foi realizada uma análise da precipitação em 30 anos (1975 a 2005) na estação Hidrometeorológica Ponte do Miracatu, a partir da coleta de dados no site da ANA (Agência Nacional das Águas) e com base nos estudos realizados por Verdum (1997).

O banco de dados georreferenciado contendo todos os levantamentos foi construído através do software Spring (Sistema de Processamento de Informação Geográfica) 4.3, desenvolvido pelo INPE. Como programas auxiliares, foram utilizados o Surfer 8.0, o Global Mapper 5 e o Corel Draw 13 para finalização gráfica.

A compartimentação geomorfológica representa um produto secundário, definido a partir do cruzamento das análises do meio físico, como litologia, relevo, solos e feições superficiais.

O produto final foi construído através da delimitação de áreas com características semelhantes, no zoneamento geoambiental, desenvolvido através do cruzamento da compartimentação geomorfológica e do mapeamento do uso e ocupação da terra (Figura 2).



**Figura 2 - Esquema dos produtos cartográficos gerados na cartografia geoambiental**

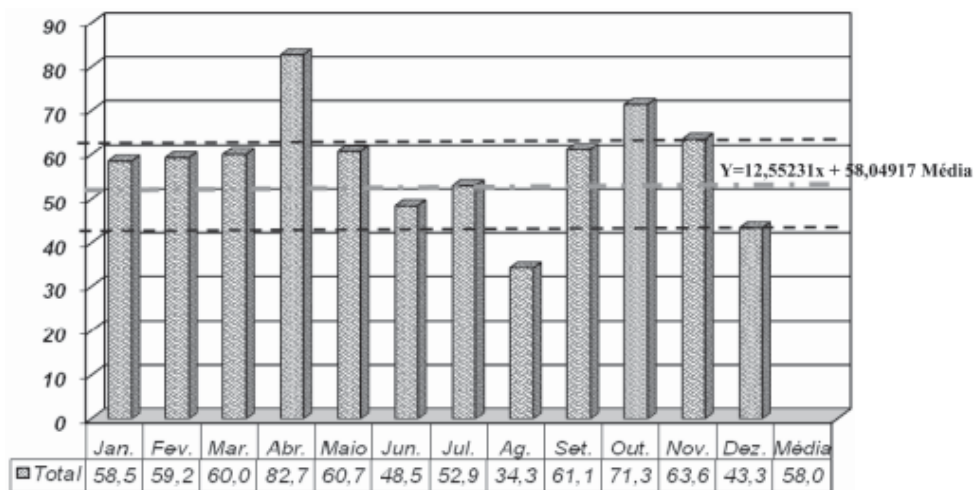
## APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

### *Condições Climáticas*

A chuva no Rio Grande do Sul está condicionada principalmente aos sistemas de circulação extratropicais em função de sua latitude. A figura 3 apresenta a variação mensal dos totais de pluviometria na estação Ponte do Miracatu, no período de 1975 a 2005.

A análise do gráfico demonstra que o mês com maior incidência de precipitação foi abril, enquanto o mês de agosto apresentou as menores precipitações. A média pluviométrica anual para essa estação hidrometeorológica é de 1738 mm, ficando os meses de abril e outubro acima de 2000 mm de média anual. Os dados demonstram que a ocorrência de arenização está ligada a condições de alta precipitação, principal agente erosivo. Ressalta-se que essa região possui médias anuais de precipitação superiores a 1031 mm, enquanto que uma zona árida apresenta precipitações anuais menores que 200 mm ao ano.

A análise dos dados diários, como o realizado por Verdum (1997), permite observar a concentração de fortes precipitações diárias durante os meses de abril, outubro e novembro, durante os 30 anos analisados. Isto provavelmente vai refletir em uma maior intensidade dos processos erosivos durante estes três meses.



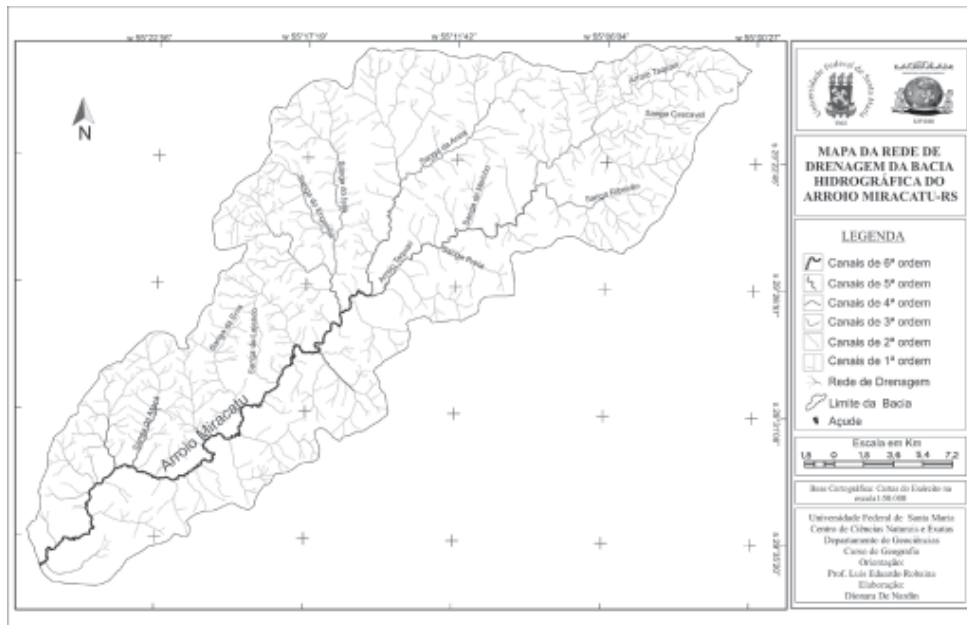
**Figura 3 - Determinação da média mensal de 1975 a 2005 - Estação Ponte do Miracatu**

### *Análise do meio físico*

A bacia hidrográfica do Arroio Miracatu, apresenta uma hierarquia fluvial de 6ª ordem, em uma área de 597,36 Km<sup>2</sup>. O perímetro da bacia é de 143,21 km, com um total de 926 canais, que juntos atingem um comprimento de 911,76 Km. O sentido principal da drenagem definido pela posição do arroio é de NE para SW, desaguando junto ao Rio Ibicuí (Figura 4).

O relevo mais característico na bacia hidrográfica do Arroio Miracatu está representado por formas denominadas de colinas, que apresentam relevo suavemente ondulado a ondulado com amplitudes de 20 a 30m e declividades entre 5 a 8%. Associam-se formas isoladas definidas como morrotes, caracterizados por amplitudes de aproximadamente 20m, e vertentes inclinadas conhecidas por cerros, além de degraus constituídos por afloramento de rochas na meia encosta. As drenagens são encaixadas e depositam sedimentos arenosos.

A classe de declividade de 5 a 15% é onde os processos erosivos passam a atuar mais intensamente. As declividades superiores a 15% são pouco expressivas na bacia hidrográfica, sendo predominante, nas áreas a montante da bacia, junto ao rebordo, na transição para o Planalto. As áreas planas com classe de declividades entre 2 % e 5% apresentam-se em sua maioria na planície fluvial do Arroio Miracatu, sendo encontrada também em áreas menos expressivas, que podem estar vinculadas as vertentes alongadas ou morros testemunhos de topo plano.



**Figura 4 - Rede de drenagem da Bacia Hidrográfica do Arroio Miracatu**

A topografia possui profunda relação com o substrato. Nas áreas de menor altitude, até os limites aproximados de 200 metros (Figura 5), predomina o substrato arenoso, pertencente à Depressão Central Gaúcha, acima disto, tem início o Rebordo do Planalto, formado por rochas vulcânicas.

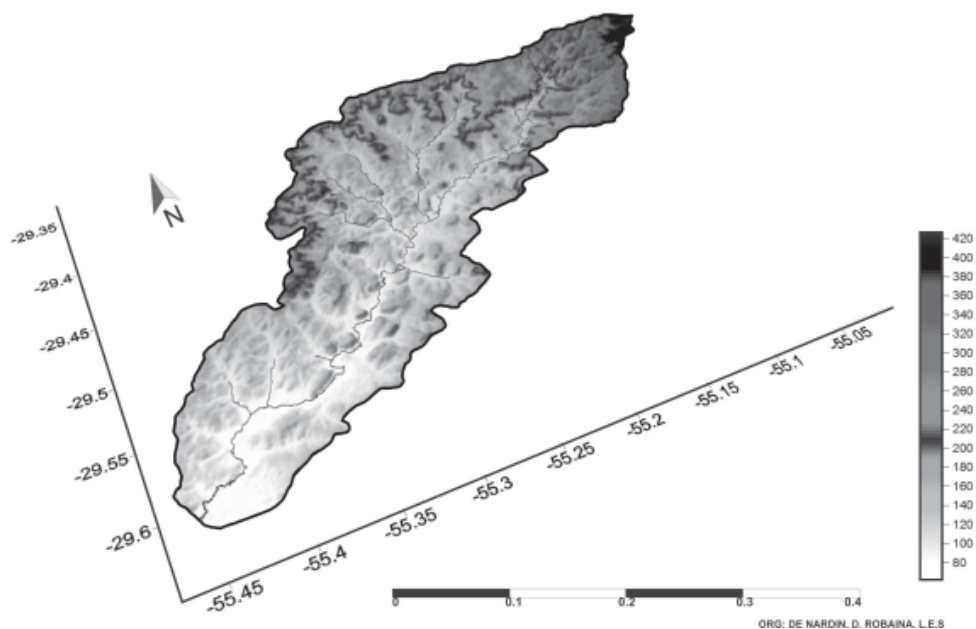
As seqüências litológicas mais recentes estão representadas nas áreas de acumulação junto à planície de inundação do arroio e no seu canal.

As demais litologias estão associadas aos eventos finais da Bacia do Paraná. Ocorrem rochas vulcânicas arranjadas conforme um padrão decrescente de idades em direção ao topo. Isso reflete um comportamento de empilhamento de lavas, provavelmente 5 seqüências de derrames, determinados pela observação da textura e estrutura.

As rochas sedimentares compostas por arenito avermelhado, finos a médios, bem selecionados e com estratificação cruzada alongada foram definidas como pertencente à Formação Botucatu. Ocorrem em colinas formando "janelas" entre os derrames de lava e, outras vezes, intercalados nos derrames.

O terceiro substrato litológico identificado na bacia hidrográfica do Miracatu são os arenitos com características fluviais, devido à presença de grânulos de sílica esparsos e textura areia média a grossa. Essa rocha abrange a maior área na bacia sendo muito friável o que condiciona a formação de intensos processos erosivos. Estas rochas podem apresentar uma maior cimentação por óxido de ferro. Quando isso acontece, as rochas afloram formando morrotes isolados. Estas litologias parecem estar associadas ao que Scherer et al. (2002) determinou como Formação Guará com sedimentação no final do Jurássico.

As condições atuais da bacia hidrográfica refletem um forte controle estrutural, que pode estar associado a soerguimentos que ocorreram durante o Terciário, e expuseram o substrato de arenitos fluviais estratigraficamente mais antigos.



**Figura 5 - Modelo Numérico do Relevo da Bacia Hidrográfica do Arroio Miracatu**

Os solos predominantes são profundos, arenosos e friáveis, com pouco material ligante, desenvolvidos sobre substrato de arenitos. Nas áreas de relevo de colinas, com substrato de rochas vulcânicas, ocorrem solos bem desenvolvidos, relativamente mais coesos pela presença de frações argilosas.

Nas áreas com relevo movimentado, associados aos morros e morrotes ocorrem solos rasos no topo, constituindo os cambissolos e, na encosta, afloramentos de rocha e neossolos litólicos.

Solos hidromórficos ocorrem, principalmente, próximo a foz do Arroio Miracatu, junto ao Rio Ibicuí.

### *Compartimentação Geomorfológica*

A definição da compartimentação geomorfológica reporta-se as informações mais específicas, referente à morfometria, morfografia, morfocronologia e de morfogênese, definindo os sistemas e unidades geomorfológicas (Figura 6).

### *Unidade Depósitos do Miracatu*

Esta unidade compreende 9.591,81 ha de depósitos recentes. O relevo representa uma topografia plana, com o predomínio de rampas. Os depósitos recentes são formados por fragmentos originados de rochas vulcânicas e sedimentares e solos hidromórficos com baixa capacidade de drenagem.

### *Unidade Depósitos do Ibicuí*

O Rio Ibicuí na área de estudo, forma canais meandantes com extensa planície de inundação. Os depósitos arenosos formando praias e ilhas é a principal característica na região. Os processos erosivos na bacia e a utilização da água do rio têm aumentado o assoreamento e o impacto no canal.

### *Unidade Morros e Morrotes de rochas vulcânicas*

A unidade abrange uma porção de 5.790,19 ha no alto curso da bacia, locais que apresentam vertentes entalhadas, que formam vales encaixados de encostas íngremes. Ocorrem surgências nas porções de contato, como os solos são rasos e as vertentes íngremes há restrições para o uso e ocupação. Aparecem ainda, escarpas abruptas associadas às seqüências de derrames, que nessa porção totalizam quatro contatos. A erosão, a queda de blocos e os escorregamentos são os processos de dinâmica superficial presentes nessas áreas. Os solos são de cor escura, aparecem em algumas porções rasos, misturados as rochas e profundos em outras, resultado da decomposição das rochas eruptivas.

### *Unidade Colinas suaves de rocha vulcânica e solos rasos*

A unidade apresenta 1.531,34 ha de colinas presentes nas maiores altitudes da bacia que são superiores a 360 metros. Nesta porção ocorre uma seqüência de dois derrames pouco espessos formando patamares nos locais de contato, com acúmulo de água. As rochas, quando afloram nas áreas de campo, definem uma paisagem com solos rasos e blocos de rochas. Ocorrem ainda, pequenas depressões relacionadas às nascentes dos cursos d'água. Nas áreas de topos desenvolvem-se os argissolos.

### *Unidade Colinas vulcânicas no médio e alto curso*

Esta unidade totaliza 5.327,15 ha, onde predominam as formas de relevo de colinas, ocorrendo formas de morrotes associados. A drenagem apresenta-se com maior densidade relacionada às rochas vulcânicas que são mais impermeáveis. Aparecem em áreas de até 300 m de altitude com declividades entre 5 e 15 %. Nestas áreas desenvolvem-se solos novos com pouca alteração conhecidos como neossolos litólicos.

### *Unidade Colinas areníticas*

Unidade mais significativa da bacia, com 31.956,53 ha, e um relevo de colinas suaves a onduladas. As altitudes variam entre 120 a 200 m, podendo chegar a 300m no alto curso da área. O substrato rochoso predominante nessas áreas são arenitos friáveis de origem eólica e fluvial. Processos de dinâmica superficial associados a erosão proporcionam a geração de areais e voçorocas. Esta unidade apresenta os solos mais característicos da bacia, os latossolos arenosos, com grande composição de areia, apresentando perfil de alteração homogêneo e altamente intemperizado.



### *Unidade Colinas de rocha vulcânicas intercaladas com arenitos*

Esta unidade representa 3.006,70 ha do total da área de estudo. Ocorrem em altitudes menores que 160 metros e em declividades predominantes menores que 5%. Os derrames nessas áreas são pouco espessos possibilitando a ocorrência de intercalações de arenitos que por vezes formam “janelas”. Os solos encontrados nesta unidade compreendem uma associação de neossolos e cambissolos, apresentando um perfil de alteração pouco desenvolvido.

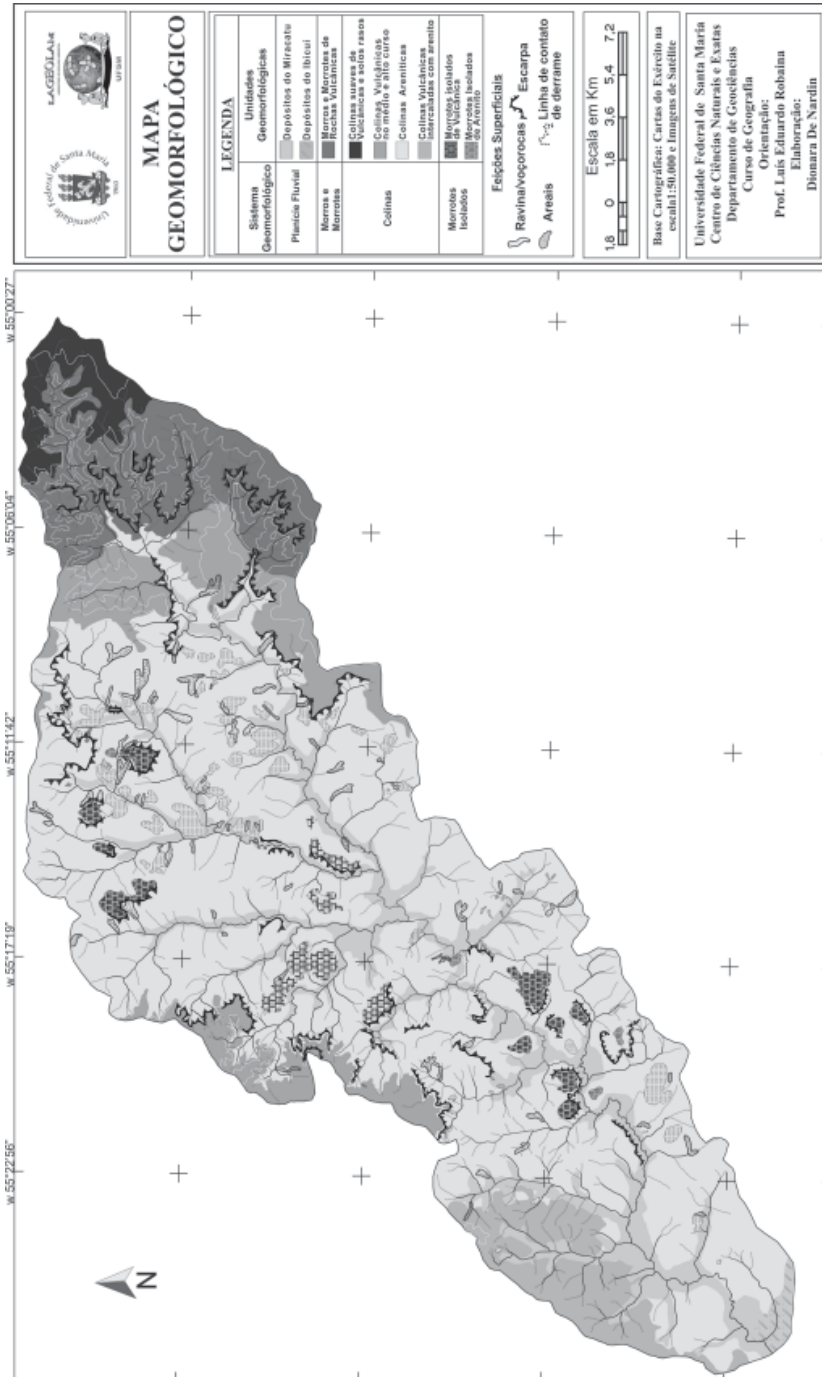
### *Unidade Morrotes isolados de rochas vulcânicas (Morro testemunho)*

Compreende a menor unidade da bacia, com 526,55 ha formados por morrotes. Esta unidade é definida pela ocorrência de formas isoladas de morrotes vegetados, conhecidos como morros testemunhos. Ocorrem processos erosivos e movimentos de massa devido às altas declividades das encostas. Os solos característicos desta unidade são solos pouco espessos, definidos pela associação de cambissolos e neossolos.

### *Unidade Morrotes isolados de rocha arenítica*

Compreende 923,37 ha, sendo que no alto curso da bacia os morrotes isolados apresentam altitudes superiores a 200 m, e no baixo curso os morrotes, conhecidos regionalmente como cerros, não ultrapassam os 180 m. Eles são formados por arenitos fluviais que resistiram na topografia, devido à maior coesão do material. A dissolução e os processos erosivos nessas áreas influenciam a desagregação do material e a formação de areais nas bases dos morrotes.

Figura 6 – Compartimentação geomorfológica da Bacia Hidrográfica do Arroio Miracatu



### *Análise do Uso e Ocupação*

O povoamento da região da fronteira Sudoeste do Rio Grande do Sul efetuou-se na base das sesmarias, ou grandes domínios de seis léguas por três, concedidas pela coroa aos primeiros ocupantes, aos militares e aos nobres (PÉBAYLE, 1971).

Em 1950, à intensificação das lavouras de grãos, como forma de desenvolvimento econômico, trouxe à tona as limitações impostas pelo substrato da região, que tendo solos fracos, com pouca fertilidade e sensíveis à erosão foi sendo desgastado através da mecanização e da intensidade do pastoreio, provocando o aumento dos processos erosivos.

Analisando um período de 10 anos (1995 a 2005), percebe-se o aumento expressivo do cultivo de soja no município de Manuel Viana e São Francisco de Assis, realizado predominantemente em fazenda e lavouras comerciais, onde predominam a grande e média propriedade rural, fruto da ocupação histórico/econômica da região.

As 5 unidades de uso e ocupação foram mapeadas como:

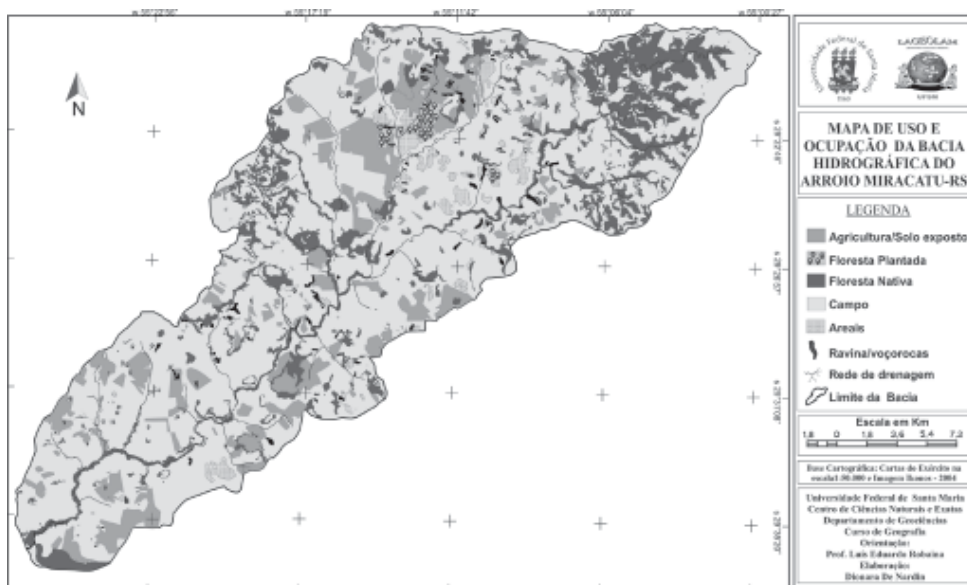
*Área Agrícola e solo exposto* – caracterizadas pelas lavouras de soja, milho (verão) trigo e pastagens (inverno), além do intenso cultivo de arroz nas áreas de várzea. Estas áreas apresentam uma porcentagem de 18,12% da área total da bacia, porém se não forem tomadas às precauções para o desgaste do solo, essas áreas vão acabar se tornando focos de novos areais e voçorocas.

*Campos* – compreendem 57,02% da área total, ou seja, a classe predominante da bacia. Os campos são formações edáficas e não climáticas, que estão sendo transformados pelo pastoreio, prejudicando a estabilidade do solo por torná-lo mais exposto à ação das chuvas. A ocupação por florestas plantadas corresponde a 6,21 km<sup>2</sup>, mas com as iniciativas de florestamento, a tendência é um aumento considerável de novas plantações.

*Vegetação arbórea Nativa* – ocorre, em geral, nas vertentes dos morros testemunhos e em forma de faixas nas margens das drenagens, representadas no alto curso e na margem direita do médio curso com um total de 123,64 km<sup>2</sup>.

*Açudes e represas* – são utilizados para a irrigação de culturas próximas as drenagens, principalmente na foz do Arroio Miracatu, quando este encontra o Rio Ibicuí, onde é feito o cultivo do arroz.

*Feições erosivas* – formadas pelos areais e voçorocas, sendo mapeadas em toda a área da bacia, totalizando 2,39% do total. Esta classe apresenta uso restrito, devido à intensa fragilidade, apresentando, atualmente, usos associados de plantio de pinus e eucaliptos. A figura 7 apresenta o mapa dos usos da bacia em estudo.



**Figura 7 - Uso e ocupação da Bacia Hidrográfica do Arroio Miracatu**

## ZONEAMENTO GEOAMBIENTAL

As condições climáticas da região demonstram que as precipitações médias anuais são superiores a 1031 mm, marcando uma região com grande contribuição das chuvas, que acabam sendo os agentes erosivos mais importantes para o desencadeamento dos processos. As elevadas precipitações na região vão afetar os sistemas geoambientais mais fragilizados.

O mapa geoambiental, apresentado na figura 8, mostra a espacialização hierárquica das diversas porções geoambientais com suas principais características, fragilidades e potencialidades. Dessa forma, através de uma representação de síntese, foram definidos cinco Sistemas, oito Unidades e duas Feições, que caracterizaram a paisagem da bacia de estudo.

### *Sistema Arroio Miracatu*

As litologias que formam o Sistema Miracatu, são os depósitos recentes, localizados próximos ao canal principal e nos afluentes, que possibilitam o desenvolvimento, nestas várzeas, de solos hidromórficos, mal drenados. Uma pequena porção corresponde à área de acumulação do Rio Ibicuí e onde se desenvolvem os planossolos e áreas de solos novos muito quartzosos, denominados Neossolos Quartzarênicos.

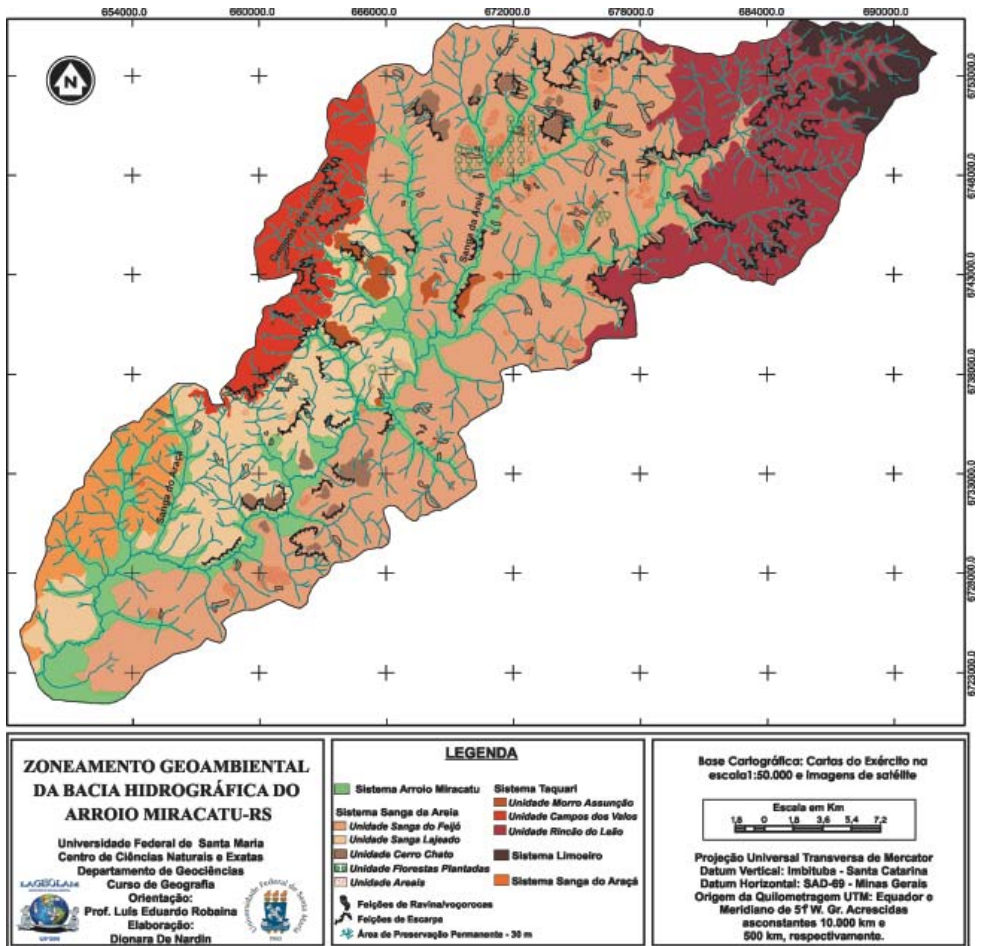


Figura 8 - Mapa Geoambiental da Bacia Hidrográfica do Arroio Miracatu

Com relação ao relevo, estas áreas são caracterizadas por uma topografia plana e altitudes podendo atingir 200 m no alto curso. A principal atividade desenvolvida é o cultivo de arroz, associado à disponibilidade hídrica e potencialidade do solo. A maior fragilidade deste sistema está associada à mata ciliar, que vem sendo retirada para o desenvolvimento da agricultura (Figura 9). A vegetação arbórea mantém-se, dentro das áreas de proteção exigidas pelo Código Florestal, apenas em alguns trechos do canal principal.



**Figura 9 – Foto representando o Sistema Arroio Miracatu**  
(A) Canal principal com pouca mata ciliar. (B) Margens do Arroio Miracatu em processo de assoreamento.

## SISTEMA SANGA DA AREIA

Este sistema apresenta as maiores fragilidades da bacia de estudo, onde predominam litologias friáveis de fácil desagregação, condicionando a formação de feições erosivas marcantes. Ocorrem dentro deste sistema quatro unidades inferiores e uma feição erosiva marcante.

### *Unidade Sanga do Feijó*

Nesta unidade as colinas de arenito fluvial ocorrem associadas a intensos processos erosivos demonstrando que são mais friáveis e desagregam facilmente. Nesse relevo de colinas arenosas predominam os solos espessos, profundos, arenosos e friáveis, com pouco material ligante, desenvolvidos sobre substrato de arenitos, sendo classificados como latossolos arenosos em declividades predominantes de 5 a 15 %. A baixa densidade de drenagem que ocorre na Sanga da Areia associa-se a intensa fragilidade das litologias areníticas, marcadas por grande quantidade de voçorocas nas cabeceiras de drenagem (Figura 10 A). É visível a intensa fragilidade que ocorre nesta unidade, manifestando as maiores preocupações de uso presentes em toda a bacia.

### *Unidade Sanga do Lajeado*

Na unidade Sanga do Lajeado o relevo é formado por colinas com substrato de arenito fluvial e eólico e com resquícios de rochas vulcânicas. Os processos erosivos são menos intensos, com relação a unidade anterior. Os solos que se desenvolvem são solos bem formados e arenosos, do tipo latossolo. Quanto ao uso, predominam os campos com atividade pecuária (Figura 10 B).

### *Unidade Cerro Chato*

Esta unidade contempla os morrotes de arenito, conhecidos regionalmente como cerros (Figura 10 C), que ocorrem associados às áreas de litologias fluviais coesas com

afloramento de rochas. Estes morrotes representam uma topografia típica da região, com topos planos e vegetação com características xerofíticas nas escarpas. As declividades nas encostas dos morrotes são superiores a 15%, e os topos são planos. O morrote de maior altitude possui 277 metros e ocorre nas proximidades da Sanga da Areia. Intensos processos de voçorocamento ocorrem junto à base dos morrotes, espalhando grande quantidade de areias nas drenagens. A condição climática atual da região possibilita a decomposição e desagregação das camadas resistentes dos morrotes, favorecendo a formação das manchas arenosas.

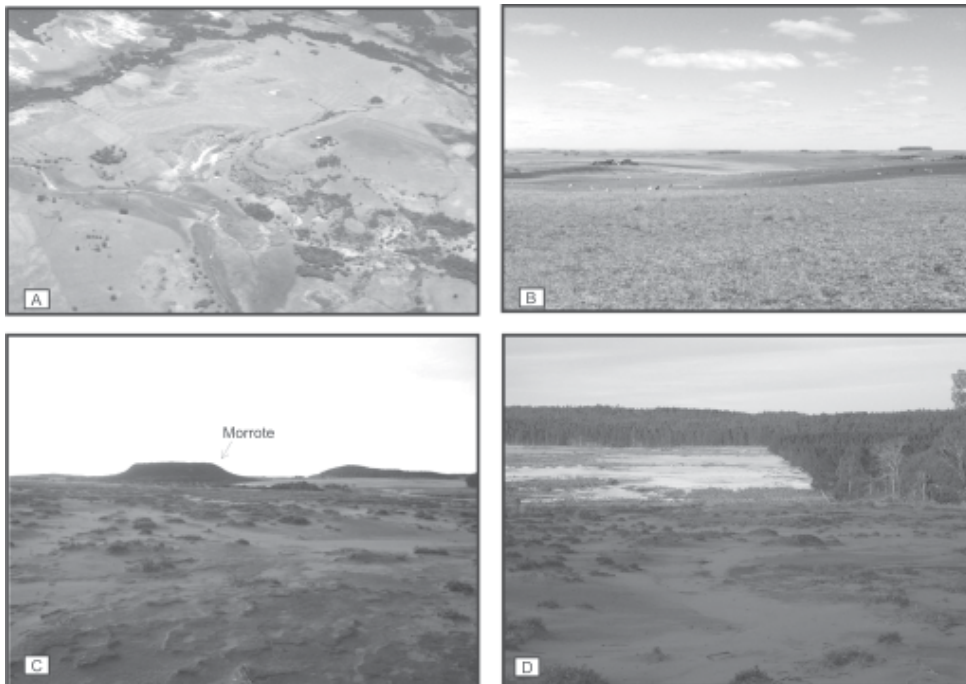
### *Unidade de campos de Areias*

Nesta porção desenvolvem-se os processos erosivos mais intensos da bacia. Os resultados demonstraram que a bacia apresenta 1.010, 25 ha com manchas de areais, que estão associados a um relevo característico de colinas suaves e declividades entre 5 a 8 %. Os areais ocorrem próximos a morrotes (cerros) na meia encosta, próximos às cabeceiras de drenagens, com baixa cobertura vegetal, e no topo das colinas.

As ravinas e voçorocas foram individualizadas em toda a bacia aparecendo de forma mais expressiva neste sistema.

### Unidade de Areais com Florestas Plantadas

Esta unidade é definida a partir do uso com plantação de *pinus* e *eucaliptos*. Representa uma proposta de uso das áreas com processo de arenização (Figura 10 D). Devido à presença de vegetação, a ação dos agentes de erosão vento e água, são modificados. A erosão é do tipo linear e se concentra ao longo das fileiras de árvores plantadas.



**Figura 10 - Exemplo de paisagens no Sistema Sanga da Areia**

(A) Foto aérea mostrando o desenvolvimento de voçorocas nas cabeceiras de drenagem em substrato arenítico friável, na Unidade Sanga do Feijó. (B) Colinas com atividade pecuária, na Unidade Sanga do Lajeado. (C) Unidade dos areais e ao fundo morrotes que compõem a Unidade Cerro Chato. (D) Areal com florestas plantadas.

## SISTEMA TAQUARI

Este sistema foi dividido por apresentar características litológicas semelhantes, apresentando rochas vulcânicas no alto e médio curso. Os processos de dissecação permitiram a distribuição de três unidades com características distintas.

### *Unidade Rincão do Leão*

Esta unidade representa as áreas de transição entre a Depressão e o Planalto, sendo formada por morros e morrotes associados a um relevo escarpado em altitudes elevadas (Figura 11 A). As litologias são de arenitos Botucatu e rochas vulcânicas. O uso é restrito devido a inclinação do relevo, ocorrendo somente pequenas áreas com atividade agrícola e pecuária. Nestas áreas de relevo movimentado, associado a morros e morrotes, ocorrem solos rasos no topo, constituindo cambissolos e, na encosta, afloramentos de rocha e neossolos litólicos.

Esta porção ocorre extensa área de vegetação arbórea, acompanhando toda a seqüência da escarpa. O que vem ocorrendo é a devastação em porções no interior da mata fechada.



### *Unidade Campos dos Valos*

Esta unidade compreende as colinas com associação de morrotes que se desenvolvem em litologias de rochas vulcânicas com algumas porções de arenito Botucatu intertrápico aflorante. Os Campos dos Valos, assim chamados também pela forma de vegetação e de uso, onde predominam campos com pecuária, ocorrem em declividades que podem chegar a 15%, com encostas bem vegetadas (Foto 11 B). As altitudes chegam a atingir 300 m e representam as áreas dissecadas do rebordo, onde a menor quantidade de derrames demonstra a influência dos processos erosivos que possibilitaram o aparecimento de finas camadas de arenitos. Os solos desenvolvidos nesta unidade são predominantemente rasos, mas podem ocorrer solos bem desenvolvidos como os argissolos.

### *Unidade Morro Assunção*

Esta unidade corresponde aos morros testemunhos de rochas vulcânicas, que ocorrem na margem direita da bacia e apresentam expressiva vegetação nativa. As escarpas desses morros são íngremes com inclinações superiores a 15%. A maior altitude desta unidade é 209 m, e ocorre no Morro Assunção.



**Figura 11 – Exemplos de paisagens no Sistema Taquari**

- (A) Foto representando a transição entre a Depressão e o Planalto na Unidade Rincão do Leão. (B) Unidade Campos dos Valos, formada pela associação de colinas e morrotes com declividade de até 15%.

## **SISTEMA SANGA DO ARAÇÁ**

Esta unidade compreende as colinas que ocorrem em litologias vulcânicas de pouca espessura, que apresentam solos bem desenvolvidos, relativamente mais coesos pela presença de frações argilosas em áreas de baixa altitude. Por serem pouco espessos os derrames presentes neste sistema permitem a exposição de pequenas manchas arenosas. O relevo de colinas com declividades variadas chega a apresentar pequenas faixas com inclinações maiores de 15%. As feições erosivas presentes nesta unidade são pequenas manchas de areia que ocorrem devido à exposição dos arenitos. O tipo de uso realizado nesta unidade é a associação pecuária – agricultura, sendo que esta última desenvolve-se muito próxima as drenagens favorecendo a degradação das margens dos canais e da vegetação (Figura 12 A).

## SISTEMA LIMOEIRO

Esta unidade desenvolve-se sobre rochas vulcânicas ocorrendo nas maiores altitudes, acima de 400 metros, onde se encontram os solos formados pela desagregação das rochas vulcânicas em relevo levemente ondulado. Os processos de meteorização são intensos, nas áreas planas de topos, e a alteração das rochas vulcânicas está associada a porção do derrame que está sendo afetado. Os solos espessos formam-se nas áreas de contato entre derrames e solos rasos nas porções centrais (Figura 12 B). Esses solos são definidos como argissolos associados aos cambissolos. Ocorre uma vegetação de campos com uso predominante para pecuária.



**Figura 12 – Exemplos de paisagens nos Sistemas Sanga do Araçá e Limoeiro**  
(A) Agricultura desenvolvida próximo aos canais com mata ciliar degradada. (B) Solos rasos com afloramento de rochas vulcânicas no Sistema Limoeiro.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo da paisagem de forma integrada, considerando cada elemento através dos vários condicionantes que o compõem e o transforma, possibilitou determinar porções da bacia com diferentes potencialidades e fragilidades. A identificação dos sistemas geoambientais representa o produto final dos estudos sistemáticos na Bacia Hidrográfica do Arroio Miracatu, realizados através da compreensão das limitações e aptidões dos ambientes, o que representa um importante caminho para atingir o entendimento das alterações ambientais.

No que diz respeito à relevância do trabalho, espera-se aproximar a discussão para a aplicação do planejamento e ordenamento territorial, com base na definição dos locais apropriados para os diferentes usos, e a preservação de paisagens peculiares dessa região, como os areais, onde se desenvolvem uma vegetação relictica e adaptada as condições locais, como as cactáceas, os butiazeiros anões, entre outras espécies.

## REFERÊNCIAS

- ANA. AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS. **Dados de precipitação e temperatura**. Disponível em <<http://hidroweb.ana.gov.br>> Acesso em: 12 jan.2007.
- DE NARDIN, D. **Estudos Geoambientais no oeste do Rio Grande do Sul**: Mapeamento da Bacia Hidrográfica do Arroio Miracatu. 2007. 128f. Monografia. (Graduação em Geografia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.
- MOREIRA, C. V. R.; PIRES NETO, A. G. Clima e Relevô. In: OLIVEIRA, A. M. S.; BRITO, S. N. A. **Geologia de Engenharia**. São Paulo: ABGE, 1998, p.68-86.
- PAULA, P. M. ROBAINA, L. E. de S. Estudo das bacias hidrográficas com desenvolvimento de áreas no município de Alegrete, RS. **GEOUERJ**, Rio de Janeiro, n. especial, p. 766-772, 2003.
- PÉBAYLE, R. A vida na Campanha Gaúcha. **Boletim Geográfico do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, v.16 (14), 1971.
- ROBAINA, L. E. de S.; DE PAULA, P. M; TRENTIN, R. Soil degradation and developments of the sands in Ibicuí Basin – RS – Brazil. **Sociedade & Natureza**. Uberlândia, Edição Especial, p. 215-223, 2005.
- SUERTEGARAY, D. M. A.; GUASSELLI, L. A.; VERDUM, R. (Org.). **Atlas de Arenização**: Sudoeste do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Secretaria da Coordenação e Planejamento, 2001. v. 1. Mapas.
- SCHERER, C. M. dos S.; FACCINI, U. F.; LAVINA, E. L. Arcabouço Estratigráfico do Mesozóico da Bacia do Paraná. In: HOLZ, M.; DE ROS, L. F. **Geologia do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: CIGO/UFRGS, 2002, p. 335-354.
- TRENTIN, R. **Definição de Unidades Geoambientais na bacia hidrográfica do Rio Itu**.- Oeste do Rio Grande do Sul. 2007. 140f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.
- TRENTIN, R.; ROBAINA, L. E. S. Metodologia para Mapeamento Geoambiental no Oeste do Rio Grande do Sul. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 11., São Paulo, **Geografia, Tecnociência, Sociedade e Natureza**, CD-ROM, São Paulo: USP, 2005. p. 3606-3615.
- TRENTIN, R.; ROBAINA, L. E. S. Unidades litológicas da Bacia Hidrográfica do Rio Itu, oeste do Rio Grande do Sul. **Ciência e Natura**. Santa Maria, v. 28 n. 2, p. 67-84, 2006.
- VERDUM, R. **Approche Géographique des “Deserts” Dans les Communes de São Francisco de Assis et Manuel Viana** - Etat du Rio Grande do Sul, Brésil. Université de Toulouse Le Mirail – UFR de Géographie/ Aménagent: Toulouse, 1997. Tese (Doutorado), 211p.

Recebido em julho de 2008

Aceito em setembro de 2008