



## **COMPARTIMENTAÇÃO GEOMORFOLÓGICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ARROIO ARENAL – UM SUBSIDIO PARA O ZONEAMENTO AMBIENTAL**

**Silvério da Silva, José Luiz**

**UFSM/CCNE/Departamento de Geociências (silverio@base.ufsm.br)**

**Fuchs, Regina Barboza Hardok**

**CMSM/Geografia (rbhf@zipmail.com.br)**

**Mendes, Iandara Alves**

**UNESP/ Instituto de Geociências e Ciências Exatas/ Rio Claro/São Paulo**

**Souza, Márcia Catarina Holken**

**Acadêmica do Curso de Química Industrial/UFSM/mcufsm2@yahoo.com.br**

**Palavras-Chaves:** Dissecação, declividade, aquíferos

### **Resumo**

Este trabalho foi realizado na Bacia Hidrográfica do Arroio Arenal, incluída na Bacia G50 Vacacaí e Vacacaí-Mirim, localizada na região central do Estado do Rio Grande do Sul. A partir de informações preexistentes, de trabalhos de campo e de laboratório, foram elaborados diversos mapas temáticos: dissecação horizontal, dissecação vertical, declividade, geológico, zoneamento ambiental e um perfil ambiental. Cruzando-se as informações obtidas com os mapas produzidos, com o uso do Programa SITTER – Sistema de Informações Territoriais Aplicado a Levantamentos Topográficos – TP050, desenvolvido pelo Departamento de Engenharia Rural/ UFSM, obteve-se duas zonas ambientais. A Zona Rebordo Estrutural da Caturrita, constituída de derrames de rocha vulcânica e a Zona Depressão Central, constituída por rochas sedimentares, distribuídas em três subzonas: o Patamar Estrutural de Santa Maria; o Patamar de Santa Flora e os Relevos Colúvio-Aluvionares do Arenal.

### **Metodologia**

Para atingir-se a compartimentação geomorfológica visando o zoneamento ambiental a pesquisa foi desenvolvida em várias etapas (Figura 1).

Na etapa inicial, no nível compilatório, foram realizados levantamentos bibliográficos dos dados preexistentes, incluindo-se trabalho de campo de levantamento geológico, complementar ao já publicado.

No nível correlatório foram elaborados com o uso do Programa SITTER – TP050 do Centro de Ciências Rurais/ UFSM, diversos mapas temáticos, tais como: declividade (DE BIASI, 1970), dissecação horizontal, dissecação vertical (MAURO, 1991) zoneamento ambiental e um perfil ambiental, todos na escala 1:50.000.

Ao nível semântico cruzou-se as informações com os mapas temáticos produzidos estabelecendo-se o mapa de zoneamento ambiental.

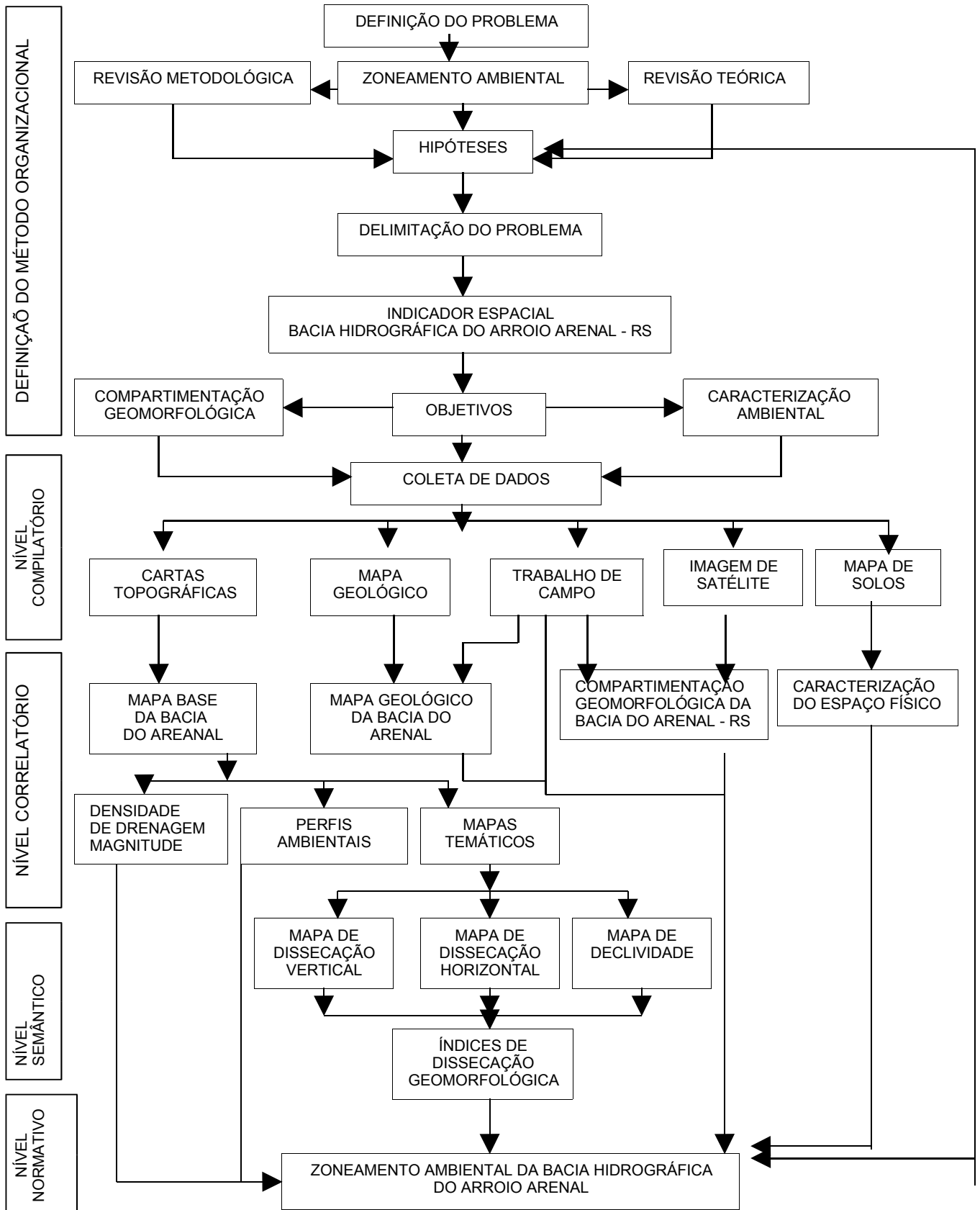
No nível normativo, estabeleceram-se as diretrizes e normas gerais de uso e de ocupação das terras, sua susceptibilidade erosiva e as recomendações de uso.

### **Apresentação e discussão dos resultados**

O meio ambiente terrestre vem se deparando com graves problemas de deterioração. Para minimizar ou mesmo evitar tais problemas, faz-se necessário à adoção de uma postura preventiva, tentando minimizar qualquer deterioração da qualidade ambiental. A Geomorfologia possui importante papel na elaboração dessas estratégias, pois os estudos das formas de relevo e de seus processos de elaboração, permitem o conhecimento das causas dos mecanismos da deterioração e oferece meios para corrigir falhas, além de evitar calamidades futuras.



Figura 1 – Roteiro teórico-metodológico





Neste contexto, o presente estudo aborda a compartimentação geomorfológica, com base em dados morfométricos como: declividade, dissecação horizontal e dissecação vertical.

É um instrumento de auxílio à análise do meio ambiente, uma vez que o conhecimento do relevo permite diagnosticar os riscos de degradação da paisagem, além de representar um importante fator condicionante no desenvolvimento e distribuição espacial das atividades humanas, sendo, portanto um importante instrumento de apoio ao zoneamento ambiental. A análise da morfometria permitiu a elaboração de uma compartimentação geomorfológica para a Bacia Hidrográfica do Arroio Arenal.

Ao se intervir no meio ambiente, deve-se levar em consideração que toda ação causa impacto em diferentes níveis nesse meio, e que o uso de um recurso natural raramente ocorre de forma isolada. A partir dessa premissa, deve-se adotar uma postura preventiva, tentando-se assim minimizar qualquer deterioração da qualidade ambiental. Essa medida é possível a partir da elaboração de estudos prévios sobre o ambiente em que se pretende intervir, para que se possa, com base em diagnósticos do ambiente, entender qual é a sua tendência evolutiva e, posteriormente, prognosticar quais alterações na sua dinâmica evolutiva poderão ocorrer face o uso pretendido.

Um dos instrumentos utilizados numa gestão ambientalmente adequada do espaço é o zoneamento ambiental, uma prática que deveria ser adotada antes de qualquer intervenção no meio ambiente.

Zoneamento, segundo o IBGE (1994 apud CASSOL,1996), “é um conceito geográfico que significa desagregar um espaço em zonas ou áreas específicas”. CASSOL (op. cit.) complementa que o modelo de zoneamento depende dos objetivos e da natureza dos indicadores e interações utilizadas durante a análise.

Para MACHADO (1989), o zoneamento “consiste em dividir o território em parcelas nas quais se autorizam determinadas atividades ou interdita-se de modo absoluto ou relativo, o exercício de outras atividades”.

O zoneamento segundo Iannarelli (1994 apud ZUFFO, 1997), “consiste em dividir um determinado espaço em “zonas homogêneas”, considerando sua fragilidade e suas potencialidades naturais, o uso atual desse espaço pelo homem e a vulnerabilidade a determinados tipos de atividades humanas. Deve contemplar todas as atividades desenvolvidas no espaço estudado e todos os grupos sociais que nele moram. Um zoneamento mal estruturado aumentará os problemas sociais e as tensões nas áreas que se deseja proteger. Outrossim, não se deve considerar que o zoneamento acaba de vez com os problemas. Ele deve ser o instrumento orientador para um melhor ordenamento espacial, apresentando soluções “técnicas” para os conflitos existentes as quais permitam criar oportunidades que evitem ou diminuam novas tensões sociais e possibilitem a delimitação dos ecossistemas frágeis”.

A unidade básica do zoneamento é definida por BECKER & EGLER (1997) como sendo “uma entidade geográfica que contém atributos ambientais que permitem diferenciá-la de suas vizinhas, ao mesmo tempo em que possui vínculos dinâmicos que a articulam a uma complexa rede integrada de outras unidades territoriais. Devem possuir uma contigüidade espacial, serem georreferenciadas e pertencerem a uma classificação tipológica que permita seu agrupamento em diversas ordens de grandeza”.

O Zoneamento Ecológico-Econômico - ZEE - é um instrumento político de regulação do uso do território, porque permite integrar as políticas públicas em uma base geográfica, descartando o convencional tratamento setorializado, de modo a aumentar a eficácia das decisões políticas; é o instrumento técnico de informação sobre o território, sendo essas informações, integradas em uma base geográfica, necessárias para planejar a sua ocupação racional e o uso sustentável dos recursos naturais, além de classificar o território segundo suas potencialidades e vulnerabilidade; e é um instrumento do



planejamento e da gestão territorial para o desenvolvimento regional sustentável, cuja finalidade última é otimizar o uso do espaço e as políticas públicas. Não deve ser entendido como um instrumento apenas corretivo, mas também ativo e estimulador do desenvolvimento.

O zoneamento ambiental dá suporte às políticas de planejamento e sendo o planejamento ambiental um processo político, social, econômico, tecnológico, institucional, jurídico e fundamentalmente educativo, é através dele que o homem e a sociedade devem tomar as melhores alternativas em defesa da natureza e da própria sociedade com o objetivo de proteger o meio ambiente e gerar um desenvolvimento sustentado. É um dos maiores desafios da sociedade moderna é o desenvolvimento da mesma de forma sustentável. Nessa linha encontra-se o manejo de bacias hidrográficas, pois visa promover a proteção de água, solo e outros recursos ambientais, essenciais a sustentabilidade da atividade econômica e ao controle da degradação ambiental do sistema.

Ao elaborar um zoneamento ambiental, pode-se delimitar zonas especiais, do ponto de vista ambiental, que necessitem ser preservadas. Sendo assim, o zoneamento ambiental emerge como um importante registro para a identificação e manutenção de áreas com características homogêneas, não considerando esse zoneamento como um simples recorte estático, e sim como um processo dinâmico, que necessita de constante revisão.

Ao realizar a compartimentação geomorfológica determinou-se zonas e subzonas geoambientais, as quais fornecem importantes informações do meio físico, no subsídio para a definição de prioridades em algumas aplicações no zoneamento ambiental.

As informações, obtidas através da altimetria, da análise dos mapas morfométricos, geológico, imagens de satélite e checagem de campo, permitiram identificar as características ambientais e os processos atuantes na Bacia do Arroio Arenal, culminando com a individualização de duas zonas e três subzonas ambientais: Zona do Rebordo Estrutural da Caturrita e Zona da Depressão Central apresentando as subunidades: Patamar Estrutural de Santa Maria, Patamar Estrutural de Santa Flora e Relevos Colúvio-Aluvionares do Arenal.

### **I – Rebordo Estrutural da Caturrita**

O Rebordo Estrutural de Santa Maria, localizado na porção norte da bacia hidrográfica do Arroio Arenal, corresponde a 1,41 % (12,1 km<sup>2</sup>) da área em estudo e apresenta interflúvios com extensão que variam de 200 a 400 metros, sendo que próximo às confluências fluviais estes chegam a apresentar extensões inferiores a 100m. A densidade de drenagem é baixa, atingindo 0,82 km/km<sup>2</sup>, e verificou-se que os poucos arroios que aí se encontram, são retilíneos e encaixados em vales em “V” numa área de declividade elevada, isto é, superior a 10%. Esse forte declive em uma área com interflúvios estreitos e profundos proporciona aumento da intensidade dos processos erosivos. Apresenta problemas de erosão e de instabilidade de vertentes, sendo área de preservação florestal e propícia à estação de veraneio.

Observou-se que a porção NNE é mais íngreme e a declividade diminui em direção NNO. Convém ressaltar que setores com declividade maior nem sempre apresentam altitude relativa expressiva .

A zona é muito acidentada. Há escarpas abruptas com altitudes relativas superiores a 100m, ou seja, com forte dissecação vertical, que culminam em topos convexos ou tabulares com alta declividade, isto é, superiores a 40%, e áreas com pequenos patamares estruturais que decaem em direção à Depressão Central.

De acordo com o Código Florestal (Lei N°4.771/1965, alterada pela Lei 7.803 de 18 de julho de 1989), Art. 10, “não é permitida a derrubada de florestas situadas em áreas de inclinação entre 25° (ou 47%) e 45° de declividade, só sendo nelas tolerada a extração de toros quando em regime de utilização racional que vise rendimentos permanentes”.



É uma área de nascentes, e o Código Florestal em seu artigo 2º considera de preservação permanente “as florestas e demais formas de vegetação natural situadas nas nascentes, ainda que intermitentes qualquer que seja a sua situação topográfica num raio mínimo de 50m de largura”.

As escarpas abruptas, os degraus e os cursos d’água retilíneos, apesar da pouca extensão refletem a influência das estruturas. É uma área composta por rochas vulcânicas (Formação Serra Geral) com “fraturas descontínuas, às vezes seccionadas pela topografia” (MACHADO,1990), e apresenta intensos processos de intemperismo químico. Os patamares que aí se encontram formaram-se no topo de materiais que podem ser de origem vulcânica (Formação Serra Geral) ou sedimentar (Formação Botucatu). Em algumas partes, o material sedimentar apresenta-se altamente silicificado, portanto resistente à erosão e dando origem a degraus, e em outras surge como um arenito brando. Esse arenito é um importante aquífero da Bacia do Paraná pertencente ao Sistema Aquífero Guarani (SAG), devido a sua alta porosidade e permeabilidade. De acordo com autor (op.cit.), a posição topo-estrutural dessa formação na área em estudo dificulta a recarga e o armazenamento de água subterrânea. A recarga se processa por infiltração na área de exposição e/ou nas fraturas dos derrames vulcânicos.

Dos 103 poços tubulares cadastrados na área da Bacia Hidrográfica do Arroio Arenal, somente um localiza-se nessa subzona.

De acordo com MACIEL FILHO (1990), a absorção de esgotos por sumidouro não é indicada nessa área, devido à baixa permeabilidade do solo residual ou à elevada permeabilidade das fraturas, que podem levar os poluentes aos aquíferos rapidamente.

Os topos de interflúvios merecem atenção especial pelo fato de se apresentarem como áreas dispersoras de água de escoamento pluvial; e os mais estreitos requerem maiores cuidados pois se encontram em áreas altamente declivosas, principalmente na região do Cerro da Caturrita.

Nessa zona, os solos são predominantemente rasos e argilosos, necessitando de proteção, e os riscos de erosão são maiores, exigindo práticas de manejo para a utilização. A argila torna-se plástica, apresentando um efeito “lubrificante” (CASSETI,1991) entre o manto intemperizado e a rocha subjacente, reduzindo o atrito pelo escoamento hipodérmico (op.cit.) e permitindo o deslizamento de massa que muitas vezes transforma-se em corridas de terra.

A zona encontra-se recoberta pela Floresta Subcaducifólia Subtropical, que é um reflexo das condições favoráveis encontradas, tais como: maior umidade do ar e chuvas. Já os nevoeiros são freqüentes ao longo de vertentes não escarpadas. Essa vegetação encontra-se mais preservada em lugares de difícil acesso ao homem, sendo que o restante da área apresenta solo pouco protegido devido à ação antrópica ou ao próprio declive, que não permite o desenvolvimento de solo e de vegetação, constituindo-se por litossolos.

Nessa zona a alta suscetibilidade à erosão coincide com as escarpas, com as altas vertentes, sendo as quedas e desabamentos de detritos rochosos o risco principal.

A ocupação urbana e agrícola, fomentada pelas condições climáticas mais favoráveis, resultantes da altitude, coloca em risco as vertentes de declividade acentuada. Em certos locais existiu a extração de material rochoso utilizado na construção civil. Hoje essa atividade desenvolve-se no Planalto propriamente dito, no Município de Itaara, em cotas mais elevadas.

## **II - Depressão Central**

As diferentes características morfométricas e a dinâmica geomorfológica fundamentada em suas características, predominantemente denudacionais, permitiram a





identificação de duas subzonas, onde se verificam declividades, altitudes relativas e comprimento de interflúvio mais expressivos, identificados como Patamar Estrutural de Santa Maria e Patamar Estrutural de Santa Flora. Há uma terceira unidade que se comporta como nível de base local, representada pelas acumulações aluviais de várzeas, terraços e de colúvios aluviais. É a subunidade denominada Relevos Colúvio Aluvionares do Arenal. É um instrumento de auxílio à análise do meio ambiente, uma vez que o conhecimento do relevo permite diagnosticar os riscos de degradação da paisagem, além de representar um

Essa zona apresenta menores cotas altimétricas (200 a 50 m) e tem como característica morfológica a presença de colinas convexo-côncavas (coxilhas) e as planícies aluviais.

### **Patamar Estrutural de Santa Maria**

Esta subzona tem como morfologia característica as colinas convexo-alongadas (coxilhas), numa área de 396,0 km<sup>2</sup>, correspondendo a 46,12 % da área da bacia .

O Patamar Estrutural de Santa Maria é uma área de declividades intermediárias. Os setores com maior declividade são pequenas áreas, mas bem distribuídas nesta subzona, onde a declividade está entre 10 e 20%. Áreas com esta declividade são muito íngremes para cultivos, pois necessitam cuidados especiais para controlar a erosão, estando suscetíveis a instalações urbanas e exigindo infra-estrutura de alto custo.

Na porção Oeste da bacia, nas localidades Passo do Sarandi e Alto das Palmeiras até o limite da bacia, predominam os comprimentos de rampa superiores a 400 metros. As vertentes de menor extensão encontram-se próximo às confluências fluviais ou em locais como a Picada do Gama, onde as coxilhas são estreitas e o relevo é muito recortado. Os canais de primeira ordem são bem encaixados, porém os arroios principais apresentam dissecação vertical muito fraco. As coxilhas apresentam declividade inferior a 10%, ocorrendo áreas com declividade de 10 a 20 %.

É uma área constituída por arenito fluvial pertencente a Formação Rosário do Sul, com ocorrência, nas porções mais altas, no divisor da bacia, da Formação Santa Maria, Membro Passo das Tropas e da Formação Caturrita, além de um dique de diabásio. Encontra-se uma “janela” da Formação Caturrita na localidade de Alto das Palmeiras, onde inclusive já foram encontrados lenhos silicificados (SILVÉRIO DA SILVA, 1997).

No contato da Formação Rosário do Sul com o Membro Passo das Tropas da Formação Santa Maria, num vale de declividade média e altimetria relativa média, encontram-se vossorocas. Nesse vale, além da completa ausência da mata ciliar, notou-se também o pisoteio do gado, para acelerar o processo erosivo. Essas porções apresentam limitações de uso, pois quando expostas dão origem a vossorocas.

As propriedades rurais são de tamanho médio, com uso da terra bem diversificado: culturas de milho, soja, azevém e criação de gado.

Na porção centro-noroeste da bacia, observa-se uma área individualizada, circundada pelos Arroio Raimundo (SO), Sarandi (S e SE) e Picadinho (E, NE e N). A área encontra-se “recortada” devido ao grande número de canais de 1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup> e 3<sup>a</sup> ordens e devido à pequena extensão das rampas na ordem de 100 a 200 metros, o que a torna mais susceptível aos processos erosivos. Estes arroios, porém, encontram-se fracamente encaixados, na ordem de menos de 20 metros e têm a amplitude altimétrica aumentada para 80 metros, nas áreas de contato litológico da Formação Rosário do Sul, que é predominante na área em questão, composta por estratos subhorizontais de arenitos médios a finos com cimento carbonático e intraclastos argilosos (paleoambiente fluvial). O topo dessa coxilha apresenta declividade que varia de 5 a 20%, entretanto no contato com a planície aluvial ela é fraca, de 2 a 5%. Também é uma área com aspecto de muito “recortada”, em virtude



da pequena extensão dos interflúvios, visto que são raras as rampas de 400 a 800 m. Há predomínio de rampas com extensões de 200 a 400m.

Os canais de 1ª ordem ao agirem sobre as rochas sedimentares pouco cimentadas podem provocar a erosão remontante, o que pode dar origem a uma captura fluvial, como foi observado no mapa de Declividade em afluentes dos arroios Raimundo e Picadinho.

A área urbana do município de Santa Maria e entorno encontram-se sobre vertentes com extensão entre 200 e 400 metros, com grande ocorrência de vertentes mais estreitas, 100 a 200 metros, devido ao grande número de canais de 1ª ordem que aí tem origem, porém são canais fluviais fracamente encaixados em uma área fracamente declivosa. Próximo nos vales fluviais e nos morros testemunhos, denominados de Cerrito (246m) e Mariano da Rocha (244m), a declividade apresenta valores de medianamente forte a forte.

As coxilhas são sustentadas pela Formação Caturrita, que é constituída de arenitos médios a finos, semipermeáveis a impermeáveis, com baixa resistência à erosão e também pela Formação Santa Maria, Membro Alemoa, que é constituído por um siltito argiloso impermeável, que funciona como um selo isolante (aquícludo)<sup>1</sup>. Esta unidade por não apresentar estrutura sedimentar primária, apresenta fraca resistência a erosão, formando ravinas que se aprofundam rapidamente, localmente conhecidas como sangas. Também ocorrem vossorocas as quais se originam do escoamento das águas da chuva, que canalizando-se intensificam a ação fluvial e fazem surgir as sangas. Em áreas de alta declividade com este tipo de substrato rochoso, é comum ocorrerem escorregamentos.

Na região conhecida como Boi Morto, na “área dos quartéis”, situada na Formação Rosário do Sul, há geração de ravinas que apresentam resposta erosiva diferenciada, devido às diferenças na cimentação e à presença de fraturas, além de interdigitação de camadas com texturas variadas.

A localidade de Passo das Tropas, situa-se sobre sedimentos da formação homônima. É composta por um arenito médio a fino de origem fluvial, permeável, constituindo-se no aquífero mais importante e mais explorado da região (MACHADO, 1990). Salienta-se que há necessidade de proteção dessa área, caso contrário à água subterrânea poderá ser contaminada. Os sedimentos dessa formação, quando apresentam cimento ferruginoso, têm maior resistência à erosão, mas geralmente formam caneluras nos barrancos e ravinas em beira de estradas, por ser este material pouco resistente ou quando há lixiviação no cimento.

Na região do Passo das Tropas, há retirada de material arenoso no afloramento localizado na BR-392 para uso na construção civil. Granulometricamente são de arenitos grossos que se constituem no melhor e mais explorado aquífero da região. Por exemplo, sua vazão em um poço tubular de 130 metros de profundidade foi de 9,1 m<sup>3</sup>/h, enquanto noutro de 99 metros de profundidade a vazão foi de 11 m<sup>3</sup>/h (SILVÉRIO DA SILVA, 2001). A água subterrânea explorada nessa região, além de abastecer residências, também é utilizada na indústria de sucos Mat-tea e no Frigorífico Silva, cujo poço cadastrado tem 53,4 metros de profundidade e uma vazão de 1 m<sup>3</sup>/h. Outro ponto de exploração da água subterrânea dessa unidade é no Distrito Industrial, onde existem inúmeros poços tubulares, com profundidades que variam de 60 a 115 metros.

Apesar de toda importância dessa Formação para o abastecimento de água subterrânea, é sobre essa unidade geológica que se encontra localizado o lixão da Caturrita, local onde há mais ou menos 20 anos são depositados os resíduos sólidos do município, onde também se encontra um poço tabular com 70 metros de profundidade (DUTRA,2001).

---

<sup>1</sup> Aquícludo – formação que embora porosa e capaz de absorver água, não a transmite em velocidade suficiente a proporcionar um abastecimento apreciável a um poço ou a uma fonte (BATALHA, 1986).



A região do Passo das Tropas corresponde à área de expansão urbana, tornando-se portanto uma área vulnerável à poluição por esgotos, indústria e por agrotóxicos usados na lavoura de soja e arroz.

Como já foi salientado, a Formação Rosário do Sul, constituída por arenito friável e fino, é suscetível aos processos erosivos. Podem ser observados, na estrada para a localidade de Pau-a-Pique, aspectos da erosão laminar na lateral da estrada, pois esta atua como conduto da água das chuvas não canalizadas. Há linhas de fratura paralelas à estrada, o que facilita o processo erosivo no local, além da existência de fraturas secundárias (N10°) possivelmente associadas a uma falha maior. A estratificação do material é do tipo cruzada acanalada, típica de paleoambiente fluvial. Não se observaram ravinas nas coxilhas de patamares mais elevados.

No setor Norte, na localidade do Rincão das Tronqueiras, próximo ao divisor da bacia, os arroios são bem encaixados e predominam os desníveis entre 40 e 80 metros. Nessa localidade encontram-se os maiores desníveis da baixa bacia e estes devem ser percorridos pelas águas pluviais até alcançarem o canal fluvial do Arroio Arenal, o que faz com que os processos erosivos nessa área sejam mais efetivos. Uma provável explicação para a maior dissecação vertical dos arroios nessa região, pode estar relacionada à tectônica ou às variações litológicas, em termos de porosidade, permeabilidade e tipo de cimento.

O uso predominante é o campo com pastagem natural com baixa lotação de animais, além do cultivo de subsistência - mandioca, cana-de-açúcar e milho.

#### **Patamar Estrutural de Santa Flora**

Na porção Leste da bacia, na localidade de Rincão das Tronqueiras, as vertentes apresentam-se amplas, com extensões superiores a 800 metros. Essa situação é decorrente do baixo número de canais fluviais na área. A dissecação horizontal torna-se mais forte próximo à confluência dos arroios, chegando a formar rampas com extensão inferior a 50 metros, salienta-se que a ocorrência é mínima.

Na porção Sul da bacia, entre as localidades do Alto da Boa Vista e do Mato Alto, a paisagem característica são as coxilhas, com vertentes que variam entre 100 a mais de 800 metros de extensão, com amplitudes altimétricas inferiores a 40 metros; os maiores entalhamentos verticais, 60 metros, ocorrem no contato litológico da Formação Rosário do Sul com os Aluviões Quaternários e no divisor d'água da bacia.

As áreas apresentam predomínio de declividade fraca, 2 a 5%. São áreas que suportam maquinaria pesada e apresentam um solo arável. Somente próximo aos canais fluviais às declividades são mais acentuadas, entre 5 e 20%.

A geologia da área mostra o controle estrutural na drenagem que parece condicionar a formação do padrão de drenagem Pinado. Esse padrão de drenagem é uma modificação da drenagem dendrítica, segundo RICCI & PETRI (1965) não pode ser classificada como tal, porque os cursos maiores são de origem conseqüente e mostram serem controlados pelo declive topográfico regional, que se torna evidente na confluência dos rios em ângulo agudo.

O substrato rochoso predominante nesta subzona é a Formação Rosário do Sul, constituída por arenito muito fino de origem fluvial, com moderada a baixa permeabilidade, que forma aquíferos de baixa produção. Fornece pouca água subterrânea e quando faz, segundo SILVÉRIO DA SILVA (2000), é salobra devido à ocorrência de cimento carbonático, pois em alguns locais há concreções calcárias.

Dos poços cadastrados na área da Bacia do Arenal, 28 localizam-se nessa subzona (27,1%) e todos com vazão inferior a 2 m<sup>3</sup>/h. São poços onde a profundidade varia de 194 metros (2 m<sup>3</sup>/h) a 6 metros (11 m<sup>3</sup>/h). Tem-se nessa zona o perfil típico de uso do solo, no contato dessa subzona com a planície aluvial do Arroio Arenal, isto é, na área do Patamar Estrutural de Santa Maria, onde as declividades são mais fortes tem-se como uso típico o





cultivo de soja; no Patamar Estrutural de Santa Flora, o cultivo de arroz e na área da várzea do Arroio Arenal há extração de areia para uso na construção civil.

A soja é uma cultura de verão, plantada pelo método do plantio direto na parte alta da coxilha convexo-côncava, não existindo, nesse local, problemas de pedregosidade. Na planície de inundação tem-se o cultivo de arroz e, mais próximo à várzea, a extração de areia fina, sendo sua fonte resultante do retrabalhamento dos arenitos da Formação Rosário do Sul. É uma areia muito fina, que é usada na construção civil como reboco.

Caracteriza-se como uma importante área de recarga do Sistema Aquífero Guarani, tendo em vista seus declives suaves que facilitam a infiltração das águas das chuvas (SILVÉRIO DA SILVA, 2001).

A região da Picada do Arenal, apresenta cultivo de soja (ou sorgo, dependendo da época do ano) em coxilhas com rampas com mais de 800m de extensão, diferença altimétrica inferior a 40 metros e declividade fraca, o que facilita a mecanização. Esse tipo de terreno mantém-se com cobertura natural durante todo o ano, que o protege da erosão superficial e facilita a infiltração da água das chuvas.

### **Relevos Colúvio-Aluvionares do Arenal**

Segundo GUERRA (1993), Colúvio é o "material transportado de um local para outro, principalmente por efeito da gravidade". Na área em estudo, esse material transportado é predominantemente do tamanho areia e localiza-se pouco afastado de declives mais acentuados que lhe estão acima.

Aluvião, segundo o autor (op.cit.), "são detritos ou sedimentos clásticos de qualquer natureza carregados e depositados pelos rios. Esse material é arrancado das margens das vertentes, sendo levado em suspensão pelas águas dos rios, que o acumulam em bancos, constituindo os depósitos aluvionares".

Analisando-se a área em estudo, esses dois tipos de materiais sedimentares foram encontrados, por isso optou-se por essa denominação para a subzona.

Os arroios Passo das Tropas, Cadena e o alto curso do Arroio Raimundo apresentam vertentes com extensões inferiores a 400 metros; já nos arroios Sarandi e Arenal as vertentes são amplas, chegando a atingir extensões superiores a 800 metros e só se tornam estreitas quando esses arroios recebem afluentes. A morfologia dessa subzona é muito suave. Nessas duas situações, a amplitude altimétrica e a declividade são muito fracas o que torna a área suscetível a enchentes nos períodos de maior precipitação pluviométrica (normalmente no inverno – julho a setembro).

O Arroio Arenal pode ser classificado como ortoclinal, ele procura alargar a Depressão Central (Periférica), e é de se observar que seus afluentes chegam com baixa amplitude altimétrica no Rebordo do Planalto. As planícies aluviais são basicamente constituídas de sedimentos recentes, depositados pelo arroio no seu leito maior e no caso do Arenal, provenientes do retrabalhamento da Formação Rosário do Sul.

As altitudes das várzeas situam-se em torno de 60 metros, sendo a diferença entre a calha do arroio e a várzea de 10 metros, com declividades inferiores a 2%.

As áreas de várzeas são heterogêneas, apresentam áreas úmidas, inundáveis, secas, com depósito de areia, com lagoas, constituindo-se num complexo de micro-habitats. São áreas que regulam o regime hídrico, possuem a "função de esponja", detendo o excesso de água na época das enchentes e devolvendo-o em seguida progressivamente (PITELLI, 1984).

As várzeas configuram-se como planas e suavemente onduladas, e os solos caracterizam-se como hidromórficos utilizados principalmente para cultivo de arroz.

Os solos da várzea originam-se nas planícies de inundação aluvionares. O trabalho de erosão e deposição nessa área é constante e varia de acordo com a energia dos cursos de



água e com o diâmetro dos detritos. Quando o curso de água começa a correr em áreas mais planas, é que se depositam os detritos, desde os mais grosseiros até os mais finos.

A drenagem apresenta densidade alta (3,37 km/km<sup>2</sup>) e, de acordo com as condições lito-estruturais homogêneas, possui comportamento dendrítico. Somente o Arroio Arenal possui canais meândricos, existindo em certas partes da planície alguns meandros abandonados, observados através de imagem de satélite e em fotografias-aéreas na escala 1:60.000.

O uso do solo está voltado para a atividade agrícola, especialmente para a produção de arroz irrigado e também para a extração de argila para as olarias.

A extração de areia para a construção civil dá-se em cava seca, submersa e em leito com dragas. A retirada de areia forma cavas, que ao atingirem o lençol freático dão origem a reservatórios de água, localmente chamados de açudes, e servem para alguns proprietários na irrigação do arroz. Outros proprietários introduziram peixes nesses açudes, numa tentativa de recuperação das áreas alteradas pela extração de areia e beneficiando a alimentação dos trabalhadores do local. observa-se na área o impacto ambiental provocado pela extração de argila no médio curso do Arroio Cadena, para uso em olarias. Há completa ausência de vegetação ciliar e os detritos são jogados no arroio, assoreando parcialmente seu leito.

De acordo com o Código Florestal (1965), no Artigo 2, “consideram-se de preservação permanente as florestas e demais formas de vegetação natural situadas ao longo dos rios ou de qualquer curso d’água desde o seu nível mais alto em faixa marginal cuja largura mínima seja de 50 metros para os curso d’água que tenham de 10 a 50 metros de largura”. Observou-se nos trabalhos de campo e na imagem de satélite que essas medidas não são respeitadas na área.

O uso intenso das máquinas para o preparo da terra e para a aplicação de defensivos agrícolas pode provocar uma compactação superficial dos solos e uma diminuição da sua permeabilidade, o que facilitaria a formação de ravinas devido à menor infiltração das águas da chuva, aumentando sua velocidade e poder erosivo superficial.

As várzeas, por serem naturalmente regiões onde o nível freático aflora durante um certo período do ano, reúnem flora e fauna características, o que por si só deveria justificar a condição de área de preservação. As modificações antrópicas causadas pelo cultivo de arroz irrigado, extração de areia ou argila, ou a drenagem, dentre outras modificações, trazem consigo impactos ambientais.

O perfil ambiental ilustrado na (Figura 2) mostra um corte transversal de direção Norte-Sul, localizado no baixo curso do Arroio Arenal, mostrando os principais usos da terra. Estão ilustrados o Patamar Estrutural de Santa Maria, o Patamar Estrutural de Santa Flora e os Relevos Colúvio-Aluvionares do Arenal. Notar a distribuição do cultivo de arroz irrigado, nas porções de cotas mais baixas, onde o nível freático aflora em certos períodos do ano. Notar também, o cultivo de soja em áreas de cotas mais elevadas e planas, fora da ação das flutuações do nível freático. Ainda verificou-se que as áreas de coxilhas, mais “recortadas”, tem-se a ocupação por campos naturais, para a criação de gado extensiva.

### **Considerações finais**

Há necessidade de conhecimento dos elementos e dos processos que interagem e contribuem para a dinâmica do sistema ambiental, para se conhecer a estabilidade e os limites de equilíbrio dos mais diversos ambientes visando o uso racional do meio ambiente e o uso diferenciado das áreas adjacentes, enquanto procura-se identificar suas relações com outros elementos ou as subdivisões da paisagem em que se insere.



A geomorfologia, mais especificamente a morfologia e morfometria foram os critérios utilizados para identificar os compartimentos geomorfológicos da bacia hidrográfica, ou seja, os estudos foram orientados para a individualização de áreas cujos atributos conferem uma certa homogeneidade, onde constatou-se que a área apresenta características diferenciadas em relação as variáveis analisadas. O relevo não pode ser visto como fator estático, mas dever ser encarado e pesquisado como variável dinâmica, vinculado diretamente à matéria e a energia que circula através dos geossistemas que compõem a paisagem geográfica.

Levando-se em conta os métodos e técnicas utilizados no desenvolvimento do trabalho são possíveis algumas considerações, tais como: exigência de tratamento de esgoto, recomposição da mata ciliar, inibir áreas clandestinas de mineração, construção de aterro sanitário, discussões intermunicipais através de comitês, integração do Estado e dos municípios inseridos na bacia fluvial.

A utilização do meio físico tem que ser precedida por uma avaliação dos seus limites, a fim de minimizar a níveis aceitáveis os impactos que poderão ser provocados. As inovações tecnológicas possibilitam um crescente domínio sobre o meio ambiente, mas, quase sempre, tem provocado destruições e alterações na natureza. Por isso, requer-se uma ação não apenas voltada à correção de situações críticas já existentes, mas capaz de prevenir extremos, por meio da conciliação entre proteção ambiental e ecodesenvolvimento.

Merece ser salientado que na Bacia Hidrográfica estudada, ocorrem afloramentos do Sistema Aquífero Guarani, portanto sua zona de recarga, quiçá de um dos maiores reservatórios de águas doces do planeta. Desta forma, todos os impactos ambientais ocorrentes na superfície do terreno, podem infiltrar através das precipitações pluviométricas, levando consigo resíduos para os reservatórios subterrâneos, podendo alterar suas condições naturais, tanto em termos de qualidade quanto em quantidade.



*V Simpósio Nacional de Geomorfologia  
I Encontro Sul-Americano de Geomorfologia  
UFSM - RS, 02 a 07 de Agosto de 2004*

---

Figura 2- Perfil ambiental de direção N-S.

