

Processos erosivos acelerados: voçorocas

Entre as diversas formas de processos erosivos a voçoroca corresponde a um estágio mais avançado e complexo de erosão.

Os voçorocamentos são considerados problema ambiental principalmente associado à degradação de terras e a exportação de sedimentos para as drenagens. Além disso, interferem diretamente na preservação de recursos hídricos, já que os sedimentos erodidos alteram a qualidade da água e aumentam os custos para sua utilização, como também alteram as condições hidrodinâmicas que operam no solo.

Na voçoroca atuam além da erosão superficial, diversos fenômenos como a erosão subterrânea, solapamentos, desabamentos e escorregamentos que se conjugam aumentando o poder destrutivo desta forma de erosão.

O processo erosivo se inicia por ravinas que evoluem para voçorocas e formam os estágios iniciais da evolução da rede de drenagem.

Quando à rede hidrográfica, realiza uma adaptação a novas condições hidrodinâmicas, associadas às mudanças climáticas, ou ação antrópica às cabeceiras de vales que são os setores mais sensíveis, pois nessas áreas é que ocorrem convergências entre fluxos superficiais e fluxos subterrâneos, ou seja, ravinas e voçorocas são canais incisivos naturais que seguem a rede hidrográfica da região, resultando de desequilíbrios hidrodinâmicos incrementados ou induzidos pela ação antrópica.

A água subterrânea tem um papel fundamental no desenvolvimento do processo erosivo por voçorocas. Nos locais de afloramento do lençol freático, ocorre liquefação dos materiais arenosos pouco coesos, que compõem os solos e os substratos com fácies de arenitos homogêneos produzindo liquefação do material das paredes, gerando alcovas de regressão e posteriormente tombamentos.

Os principais processos de voçorocamento na bacia hidrográfica do Rio Itu estão associados aos substratos de arenitos friáveis, junto as cabeceiras de drenagem e algumas vezes ocorrem associados aos areais.

As Figuras 49 e 50 pode-se visualizar a ocorrências dos processos erosivos sobre os substratos de arenito friáveis com elevada fragilidade aos processos de dinâmica superficial.



Figura 49 – Imagem de satélite mostrando a ocorrência de processos de voçorrocamento sobre substrato arenito.
Fonte: Google Earth ano de 2006



Figura 50 – Fotografia aérea de baixa altitude mostrando processos de voçorrocamento

Florestas nativas e áreas de proteção

Atualmente vem aumentando a preocupação com a preservação e utilização dos recursos naturais, principalmente em áreas com intensa fragilidade. Nesse sentido a Constituição Federal desde 1988 traz a discussão ambiental para o âmbito dos municípios que lhes delega o poder de atuação nas questões ambientais. A garantia do direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado para toda sociedade requer o cumprimento de leis e normas de proteção ambiental, licenciamento e avaliação de impactos pelo poder público.

As APPs (Áreas de Preservação Permanente) conforme Lei Federal nº. 4.771, de 15/09/1965 (art. 1º § 2º, inciso II) são consideradas como áreas protegidas nos termos dos arts. 2º e 3º desta Lei, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas;

Ao confrontar a problemática da bacia hidrográfica do Rio Itu com as legislações pertinentes as questões do meio ambiente, foram possíveis diagnosticar a relação entre os diferentes usos e a adequabilidade da legislação.

Os critérios foram definidos através das seguintes leis:

Lei nº. 4.771/65 alterada pelas Leis 7.803/89 e 7.875/89 - Código Florestal Brasileiro.

Art. 2º.

Consideram-se de preservação permanente, pelo só efeito desta Lei, as florestas e demais formas de vegetação natural situadas:

a) ao longo dos rios ou de qualquer curso d'água desde o seu nível mais alto em faixa marginal cuja largura mínima será: 1 - de 30 (trinta) metros para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura; 2 - de 50 (cinquenta) metros para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura; 3 - de 100 (cem) metros para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura; 4 - de 200 (duzentos) metros para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura; 5 - de 500 (quinhentos) metros para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros

b) ao redor das lagoas, lagos ou reservatórios d'água naturais ou artificiais;

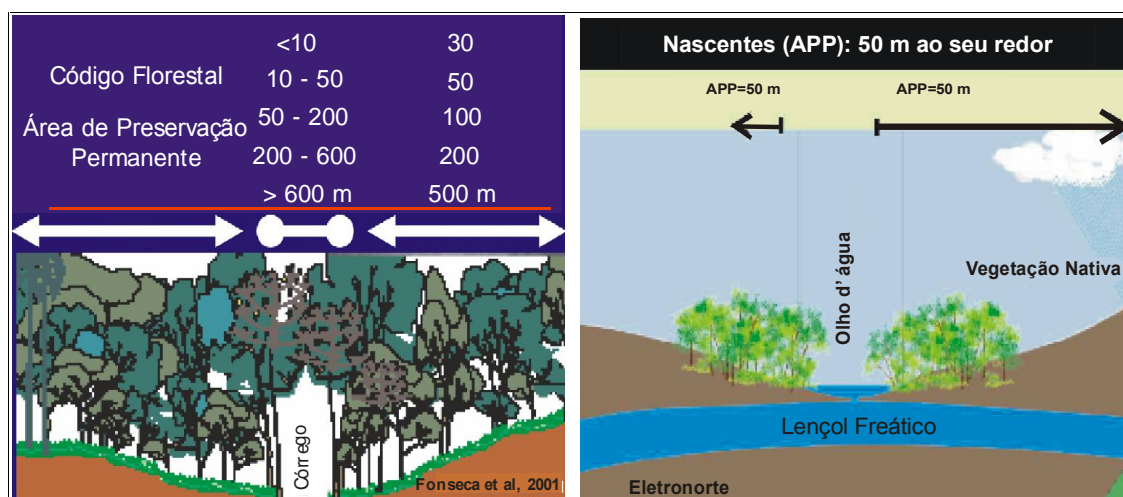
c) nas nascentes, ainda que intermitentes e nos chamados "olhos d'água", qualquer que seja a sua situação topográfica, num raio mínimo de 50 (cinquenta) metros de largura;

d) no topo de morros, montes, montanhas e serras;

e) nas encostas ou partes destas, com declividade superior a 45°, equivalente a 100% na linha de maior declive;

Resolução CONAMA n. 302, de 20/03/2002 - Dispõe sobre APP's para reservatórios naturais, artificiais e uso do entorno. Constitui objeto da presente Resolução o estabelecimento de parâmetros, definições e limites para as Áreas de Preservação Permanente de reservatório e a instituição da elaboração obrigatória de plano ambiental de conservação e uso do seu entorno.

Lei Federal nº 6.766/79 de Uso e Parcelamento do Solo Urbano - Art. 3º: Em um raio de 50 metros em torno das nascentes além das faixas de 30 metros ao longo das drenagens de ambos os lados, conforme Código Florestal.



Representação das APPs conforme código florestal

Verificando o estabelecido em lei, em comparação com os atuais configurações da bacia hidrográfica do Rio Itu, possibilitou-se a definição das áreas de proteção de 30 metros ao longo dos canais de drenagem da bacia e de 50 metros ao longo do canal de 7ª ordem, uma vez que o mesmo possui uma largura superior aos 10 metros.

Outra área definida como área de proteção pela Legislação são as área de florestas, que são encontradas principalmente nas encostas com acentuada declividade.

Na região observa-se áreas medianamente preservadas e a maioria em recuperação pelo não uso do solo. A dificuldade de uso do solo tem favorecido a manutenção da vegetação arbórea em áreas com alta declividade. A cobertura vegetal atua como elemento importante na manutenção do equilíbrio da vertente, controlando significativamente a atividade erosiva e diminuindo a ação de movimentos de massa.

Além disso, a preservação da cobertura vegetal permite a manutenção da fauna regional. É possível observar a grande presença de aves e registrar os bandos de bugios que ainda resistem nessas áreas.

Quando avaliamos a vegetação ao longo do cursos d'água observa-se que, na bacia, o uso do solo não respeita a legislação. As grandes áreas de conflito encontradas foram junto aos cursos de água, uma vez que os limites estabelecidos como área de proteção dos cursos de água, estão muito degradados, em grande parte, com total inexistência de mata ciliar, ao longo destes canais. Isso tem aumentado o assoreamento dos canais de drenagem, modificando o comportamento fluvial na região.

O uso dos solos nas áreas de cabeceiras de drenagem é outro fato que suscita preocupação. As cabeceiras de drenagem são áreas de muita fragilidade as modificações na bacia, podendo desenvolver processos erosivos acelerados. Nessas áreas ocorrem nascentes que apresentam risco de secar, tendo algumas já secado, o que influencia na disponibilidade de água de toda a bacia.

4.9 – UNIDADES GEOAMBIENTAIS

Através do cruzamento dos dados dos três níveis de informações: básicas, derivadas e auxiliares e interpretativas, da bacia hidrográfica do Rio Itu, pode-se definir 9 unidades homogêneas do terreno. A Figura 51 apresenta a distribuição espacial das unidades determinadas e o Quadro 01 apresenta um quadro resumo das principais características da cada unidade.

A definição das unidades geoambientais inicia com o cruzamento do mapa litológico, associado com informações sobre variações de temperatura e precipitação na bacia, quando ocorrem; sobrepõem-se os mapas de drenagem e do relevo; após o mapa de solos, levando em conta, principalmente, a ocorrência de solos rasos, profundos e os hidromórficos; desses cruzamentos obteve-se as diferentes unidades com base nos aspectos físicos. Segue a sobreposição das informações sobre feições superficiais e uso do solo. O Mapa Geoambiental representa uma síntese das características físicas da área, refletindo a homogeneidade quanto às características físicas do relevo, a ocupação e uso das áreas, o substrato geológico que compõem solos e rochas e ainda quanto às ocorrências de formas recentes de dinâmica superficial do relevo.

A área da bacia não apresenta variações climáticas que permitam separar em unidades climáticas. A precipitação anual na bacia hidrográfica do Rio Itu fica em torno 1509mm com as temperaturas média anuais variando em torno de 12 a 16°C nos meses mais frios e em torno de 23 a 26°C nos meses mais quentes.

É importante ressaltar que a área da bacia hidrográfica do Rio Itu por apresentar-se com característica socioeconômica essencialmente agropastoril ocorre significativo impacto nos períodos de El Niño e La Niña, principalmente nas culturas de grãos como a soja, o milho e o trigo, e também nas culturas de pastagens para o gado.

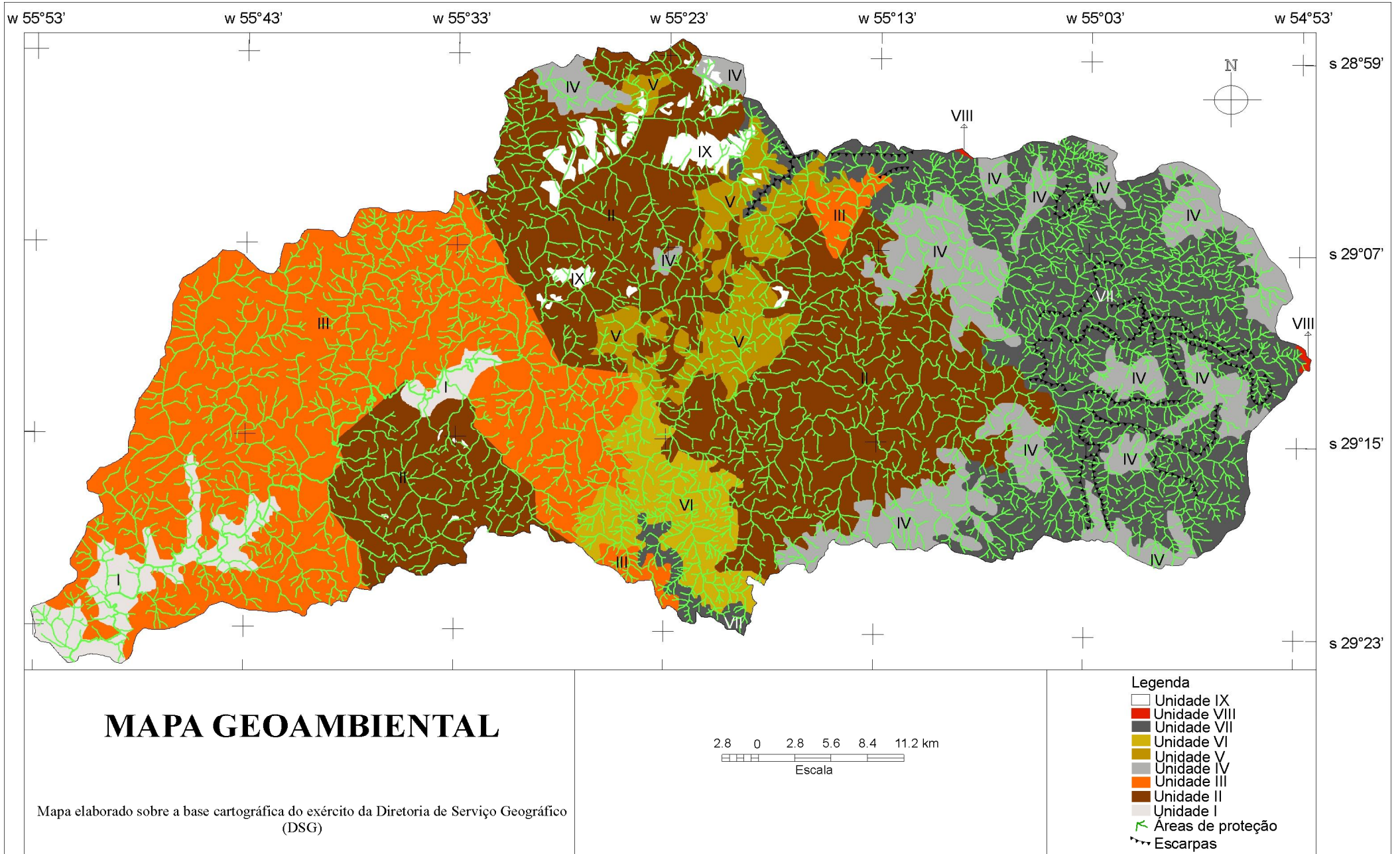


Figura 51 – Mapa de unidades geoambientais da bacia hidrográfica do Rio Itu

UNIDADES	I	II	II	IV	V	VI	VII	VIII	IX
CARACTERÍSTICAS	Áreas planas com lençol freático próximo da superfície e solos predominantes do tipo Planossolos.	Áreas planas a suavemente onduladas em substrato arenítico solos bem desenvolvidos.	Áreas planas a suavemente onduladas em substrato vulcânico com solos profundos.	Áreas planas a levemente onduladas em topo de colinas.	Relevo ondulado a fortemente ondulado substrato arenítico solos profundos.	Relevo ondulado a fortemente ondulado substrato vulcânico solos rasos.	Relevo com declividades superiores a 15%, e presença de vertentes escarpas.	Uso Urbano com significativas modificações fisiográficas e fisiológicas da paisagem.	Áreas com desenvolvimento de campos de areia.
POTENCIALIDADES	Uso para lavouras que necessitam grande disponibilidade de água.	Produção diversificada de consumo direto, com uso de áreas agrícolas e campos com criação de gado.	Produção diversificada de consumo direto com áreas agrícolas e campos com criação de gado.	Áreas favoráveis ao uso para pecuária, reflorestamento e, além disso, podem ser usados para fruticultura com práticas de manejo.	Pode ser usado para pecuária e frutíferas com práticas de manejo do solo.	Pode ser usado para pecuária e áreas agrícolas com técnicas conservacionistas.	Vegetação nativa com flora e fauna características.	Disponibilidades de bens e serviços aumentando a qualidade de vida.	Áreas ecologicamente muito específicas. Constituem refúgio de uma vegetação xerofítica, que registram condições climáticas semi-áridas do passado.
FRAGILIDADES	Áreas associadas às unidades de proteção, exigindo necessidade quanto a manutenção da vegetação ciliar e vazão dos cursos de água.	Terras frágeis dependendo de intenso processo de manejo (técnicas conservacionistas) das áreas de lavoura para evitar processos de voçorrocamento e arenização.	Preservação de mata nativa junto às áreas de maior declividade. Deve-se atentar para a baixa fertilidade química dos solos quando usado como áreas agrícolas.	Solos rasos com risco de perda do horizonte superficial. Deve ser evitado o pastoreio excessivo, bem como o pisoteio, pois ambos afetam a cobertura vegetal, favorecendo o processo de erosão.	Preservação de mata nativa junto às áreas de maior declividade e cuidados com os solos. Ocorrência de processos de ravinamento e voçorrocamento.	Solos rasos com risco de perda do horizonte superficial, forte acidez e baixa disponibilidade de nutrientes, o uso desses solos exige práticas conservacionistas e aplicação de corretivos e fertilizantes.	Solos rasos com risco de perda do horizonte superficial. Fortes declividades podendo ocorrer movimentos de queda de blocos.	Intensa degradação ambiental, aumento da poluição, colocando em risco a sobrevivência de espécies.	Terras muito frágeis ao uso agropastoril, com grande fragilidade ao desenvolvimento de processos de dinâmica superficial como voçorrocamento e avanços dos campos de areia.

O Mapa Geoambiental tem a finalidade de representar o resultado da obtenção, análise, representação e aplicação do dados e informações do meio físico, considerando-se as potencialidades e fragilidades naturais do terreno, bem como os perigos, riscos impacto e conflitos decorrentes da interação entre a ação humana e o meio ambiente fisiográfico. Pode, por isso, incorporar diferentes elementos como: bióticos, antrópicos e sócio-culturais em sua análise e representação.

As unidades Geoambientais definidas para a bacia hidrográfica do Rio Itu foram as seguintes:

Unidade I: esta unidade é caracterizada pela sua topografia plana, com declividades <2% e as altitudes inferiores a 80 metros. Quanto à geologia predominam os depósitos recentes do canal principal do Rio Itu, por serem áreas planas, junto ao canal de drenagem, o que condiciona um desenvolvimento de solos do tipo Planossolos, mal a imperfeitamente drenados. O uso predominante desta unidade é caracterizado pelas lavouras de arroz pela disponibilidade de água junto as drenagem e as próprias características do solo.

Esta unidade ocupa 3,11% da área total, e a grande preocupação junto a esta área é a preservação e/ou recuperação da mata ciliar, uma vez que com o uso do solo pelas lavouras de arroz esta vegetação acaba sendo removida o que gera um sério problema ambiental, pois acaba eliminando toda proteção dos cursos d' água que passam a se tornar vulneráveis aos processos de assoreamento e poluição com agrotóxicos e matérias oriundos destas lavouras.

Unidade II: esta unidade é caracterizada por áreas planas a suavemente onduladas. Quanto a geologia, é definida como substratos areníticos. Os solos são bem desenvolvidos sendo característicos os Latossolos arenosos, solos bem drenados e profundos. Junto as drenagens onde ocorrem áreas mais planas é comum a ocorrência de Planossolos, definidos pelas condições do relevo e drenagem. O uso típico desta unidade é uma associação de áreas de agricultura com campos de criação de gado, podendo ainda ser observada a presença de pequenos bosques de pinus e eucaliptus recobrando áreas mais arenosas.

Esta unidade é a que ocupa a maior área, com 29,78% da área total, e a grande preocupação é o uso sem cuidados com os solos, devido a este ser bastante arenoso, o que pode vir a gerar processos de voçorrocamento e até mesmo processos de arenização. Estas áreas podem ser utilizados com culturas de inverno e de verão, exigindo práticas conservacionistas adequadas, como por exemplo, plantio direto intercalado com plantas recuperadoras como aveia, ervilhaca e nabo forrageiro, com terraceamento e canais escoadouros protegidos. Os solos originados de arenito, por apresentarem maior

suscetibilidade à erosão, exigem práticas conservacionistas intensivas quando usados com culturas anuais.

Unidade III: esta unidade apresenta características de relevo comuns a unidade II, pelas suas áreas planas a suavemente onduladas, no entanto o grande diferencial entre ambas é o substrato geológico, sendo que esta unidade encontra-se sobre o substrato vulcânico. Os solos são bem desenvolvidos, sendo mais característicos os Nitossolos e Argissolos. Nas áreas planas junto às drenagens, ocorre desenvolvimento de solos do tipo Plintossolos e Luvisolos. O uso desta unidade também se caracteriza pela associação de lavouras com campos de criação de gado, sendo comum os campos sujos, com vegetação mais vigorosa que as encontradas na unidade II em função das características do solo.

Esta unidade ocupa a segunda maior área com 26,60% do total, e a característica marcante é a presença junto às áreas de maior declividade da mata nativa, áreas estas que são protegidas pela legislação. É fundamental a manutenção destas vegetações, como forma de proteção contra os processos de dinâmica superficial. Devido à acidez e baixa fertilidade natural, os solos exigem investimentos em corretivos e fertilizantes para alcançar rendimentos satisfatórios, seja em campo nativo ou lavoura. Os solos podem ser utilizados com culturas de inverno e verão, exigindo práticas conservacionistas intercalados ou consorciados com plantas recuperadoras de solos.

Unidade IV: esta unidade apresenta as características de relevo plano a levemente ondulado, constituindo áreas de topo de colinas, no alto curso da bacia hidrográfica. O substrato sobre o qual esta unidade encontra-se são rochas vulcânicas do topo de planalto. Os solos são rasos, sendo característicos os Neossolos e associações de Neossolos e Cambissolos, pouco desenvolvidos. O uso desta unidade se caracteriza pela predominância de campos com criação de gado.

Esta unidade ocupa 10,77% da área total e não apresenta grandes problemas relacionados aos processos de dinâmica superficial. O que deve-se ter cuidado é a implantação de lavouras, uma vez que por apresentarem solos muito rasos podem apresentar dificuldades no desenvolvimento das mesmas. Os solos constituem ambientes muito frágeis, altamente suscetíveis à erosão hídrica e eólica, razão pela qual devem ser manejados com cautela. Nas áreas com pastagem deve ser evitado o pastoreio excessivo, bem como o pisoteio, pois ambos afetam a cobertura vegetal, favorecendo o processo de erosão.

Unidade V: esta unidade caracteriza-se pelo relevo ondulado a fortemente ondulado, com colinas associadas a cerros e morrotes. O substrato desta unidade é constituído por arenitos e os solos são profundos sendo comum os Latossolos arenosos e junto aos cerros e morrotes ocorrem afloramento de rochas de arenitos. Nesta unidade ocorre predomínio de lavouras e em menor quantidade a presença de campos.

A unidade ocupa 4,92% da área total, e a preocupação desta unidade é o cuidado com os solos arenoso susceptível a processos erosivos. Os afloramentos de rochas impedem o uso de maquinário agrícola em algumas áreas.

Unidade VI: esta unidade é bastante semelhante a unidade V, pelas características do relevo, ondulado a fortemente ondulado, com colinas associadas a cerros e morrotes. O que difere é o substrato rochoso, que nesta unidade é constituída de rochas vulcânicas. Os solos são em geral rasos característicos de uma associação de Neossolo e Cambissolo. O uso predominante também difere, uma vez que os campos com criação de gado são os mais observados.

Esta unidade ocupa 3,68% da área total e a preocupação desta unidade está associado a porções de fortes declividade com afloramento de blocos de rochas vulcânicas e onde podem ocorrer movimentos de massa se não respeitadas as áreas de preservação com manutenção das áreas vegetadas. Devido ao relevo acidentado, forte acidez e baixa disponibilidade de nutrientes, o uso agrícola desses solos exige práticas conservacionistas intensivas e aplicação de elevados níveis de corretivos e fertilizantes.

Unidade VII: esta unidade caracteriza-se pelo relevo fortemente ondulado, com presença de vertentes escarpadas, localizadas principalmente no alto curso da bacia hidrográfica, junto às áreas de rebordo. O substrato é vulcânico do rebordo do planalto. Os solos são rasos e bastante pedregosos, com afloramento de blocos de rochas associados ao solo. O uso predominante de campos com associação, junto às áreas íngremes de mata nativa.

Esta unidade ocupa 19,65% da área e o que se deve dar destaque é a preservada presença de mata nativa junto as áreas escarpada e de elevada declividade, o que contribui com o equilíbrio da vertente.

Unidade VIII: esta unidade se caracteriza pelo uso urbano, sendo aqui destacada as áreas urbanas de Santiago e Nova Esperança, localizadas no alto curso da bacia hidrográfica do Rio Itu, sobre substratos vulcânicos, e solos rasos. As ocupações são caracterizadas como de áreas residenciais principalmente de casas.

Esta unidade ocupa 0,05% da área total e deve-se dar destaque a presença das grandes alterações ao meio que podem ser causadas pela ação antrópica, como modificações na

fisiografia e fisiologia da paisagem através de cortes e aterros impermeabilização de terrenos, modificações na rede de drenagem, deposição de resíduos, etc.

Unidade IX: os areais por ser uma feição muito característica foram definidos como uma unidade isolada. Localizados principalmente nas nascentes do Arroio Puitã, sobre o substrato de arenitos friáveis.

Associados aos cerros ocorrem pequenas florestas plantadas de pinus e eucaliptus com tendência à ampliação.

Esta unidade ocupa 1,45% da área total, e deve-se destacar a grande fragilidade desta unidade gerando campos de areia muito susceptível aos processos de dinâmica superficial.

5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

A crescente preocupação que esta sendo despertada junto à sociedade, principalmente nas últimas décadas, no que diz respeito ao uso e manejo indiscriminado dos recursos naturais, estão fazendo com que os estudos ambientais adquiram uma grande importância, principalmente no que se refere às questões de planejamentos e exploração destes recursos.

Dentro desta visão a Bacia Hidrográfica, tem sido vista como unidade essencial para a elaboração deste estudo, por ser uma unidade natural e permitir a análise de entrada e saída de elementos e neste sentido, o desenvolvimento de análise ambiental fornecem situações concretas de interpretações.

Entre os diversos parâmetros físicos, foram analisados na bacia hidrográfica do Rio Itu os atributos do relevo como o comprimento das vertentes, a declividade, a amplitude, a altitude, e drenagem, além das características de uso e ocupação da terra, características do solo, caracterização climáticas, características ambientais marcantes e áreas de proteção.

Com o uso de programas SIG e da síntese cartográfica, o presente trabalho conseguiu definir nove unidade Geoambientais.

Devido a grande diversidade da bacia hidrográfica, a mesma necessita de um detalhado planejamento de uso e exploração, para que possa se estabelecer uma melhor relação entre as características naturais, com a forma de ocupação. As declividades predominantes são médias e baixas, proporciona uma melhor forma de uso para a agropecuária, porém este fator não deve ser o único a ser observado, pois um grande condicionador quanto à intensidade de uso a ser empregado nesta área são os substratos formadores dos solos e das rochas, os quais requerem os maiores cuidados quanto a análise dos processos de dinâmica superficial.

Também não pode-se deixar de destacar a importância que se deve dar ao uso e ocupação junto às áreas de elevada inclinação. Nestas áreas a restrição se deve a possibilidade de ocorrência de problemas referentes a movimentos de massa e queda de blocos, principalmente junto às unidades V, VI e VII, as quais registram vertentes fortemente onduladas.

As áreas definidas como de proteção segundo a legislação vigente, são áreas que exigem cuidados, destacando-se na bacia hidrográfica do Rio Itu, as matas ciliares, que em algumas porções da bacia encontram-se bastante degradadas, como é o caso nas unidades II e III. Nessas unidades o uso do solo com lavouras de arroz até a margem dos arroios contribui para sua eliminação. As áreas de floresta nativa, associadas a áreas de elevada inclinação das

vertentes, apresentam-se com, relativamente, melhor grau de preservação, o que pode ser observado na unidade VII.

Os areais que ocorrem na área de estudo são de grande fragilidade ambiental e, portanto, deve apresentar os maiores cuidados quanto ao uso do solo. Entretanto, também deve-se considerar que são áreas onde está registrado uma paisagem muito específica se apresentando como um marcador de condições ambientais diversas da atual. Dessa forma, o estudo e análise destas áreas, com relação a litologia, processos geomorfológicos, flora e fauna é fundamental para compreensão da evolução da paisagem do Estado.

A síntese cartográfica representada pelas unidades Geoambientais é um elemento base para o desenvolvimento de trabalhos de planejamento. Além disso, propostas de gestão devem ter informações sobre o relevo e meio físico, permitindo estabelecer e compreender os processos de dinâmica superficial.

As informações aqui contidas são importantes para o planejamento e manejo da bacia hidrográfica, e visam contribuir e servir de material de apoio à tomada de decisões junto aos municípios, além de acrescentar material cartográfico para uso da sociedade em geral e como fonte de dados para a comunidade local conhecer o lugar onde vivem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALFONSI, R. R.; PEDRO JUNIOR, M. J.; PAES DE CAMARGO, M. B.; ORTOLANI, A.A.; BRUNINI, O.; CHIAVEGATTO, O.M.D.P. **Zoneamento Agroclimático e Probabilidade de Atendimento Hídrico para as Culturas de Soja, Milho, Arroz de Sequeiro e Feijão no Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônômico, 1995. 8p. (Boletim Científico, 37)

ALMEIDA NETO, P., ESTEVES, R., A. C. BORGES, E. M. MENDIONDO. Análise dos Componentes do Balanço Hídrico em Bacia Urbana Experimental. In: III Simpósio de Recursos Hídricos. Goiânia: ABRH. **Atas-CD-Rom**, 2004.

ANDREOZZI, S. L. **Planejamento e Gestão de Bacias Hidrográficas: uma abordagem pelos caminhos da sustentabilidade sistêmica**. Tese de Doutorado – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2005.

AB’SABER, A. N. Províncias Geomorfológicas e Domínios Morfoclimáticos no Brasil. **Geomorfologia**. São Paulo: Usp, n. 20, 1970.

_____. **Os Domínios de Natureza no Brasil: Potencialidades Paisagísticas**. São Paulo: AteliêEditorial, 2003.

AVÉ-LALLEMANT, R. **Viagem pela Província do Rio Grande do Sul (1958)**. São Paulo: Itatiaia/USP, 1880.

AZEVEDO, A. C. e KAMINSKI, J. Considerações sobre os Solos dos Campos de Areia no Rio Grande do Sul. In: **Ciência & Ambiente**. Santa Maria: Ed. da UFSM. n.11, jul.-dez. 1995. p.65-70.

BERLATO, M. A. e FONTANA, D. C. **El Nino e La Nina: Impactos no Clima, na Vegetação e na Agricultura do Rio Grande do Sul Aplicações de Previsões Climáticas na Agricultura**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2003.

BERTONI, J. C.; TUCCI, C. E. M. Precipitação, In: TUCCI, C. E. M. (org.): **Hidrologia: Ciência e Aplicação**, 2ª ed., Porto Alegre: Editora da Universidade, 1993. p. 177-241.

BOTELHO, M. H. C. **Águas de Chuva: Engenharia das Águas Pluviais nas Cidades**. São Paulo: Edgard Blücher, 2 ed. 1998, 237 p.

BRASIL. Ministério de Agricultura. Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária. Divisão de Pesquisa Pedológica. **Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado do Rio Grande do Sul**. Recife, 1973. 430 p. (Boletim Técnico n. 30).

CASSETI, V. **Ambiente e Apropriação do Relevo**. São Paulo: Contexto, 1991. 147 p.

CABRAL, I. L. L. & MACIEL FILHO, C. L. Medidas de Erosão e Deposição em Solos Arenosos. **Geografia**, Rio Claro, v. 16, outubro, 1991. p. 95 – 116.

CARDOSO, C. B. **Mapeamento das Unidades Geomorfológicas e os Impactos Ambientais: Bacias Hidrográficas do Arroio São João e Sanga da Divisa, Alegrete – RS.** Monografia (Graduação em Geografia), Santa Maria: UFSM, 2003. 90 p.

CARRARO, C. C.; GAMERMANN, N.; EICK, N. C.; BORTOLUZZI, C. A.; JOST, H.; PINTO, J. F. Mapa Geológico do Estado do Rio Grande do Sul. **Pesquisas**, Porto Alegre, 1974, v. 8, p. 1-29.

CARRARO, C. C.; LIU, C. C.; YAMAGATA, S. K. Interpretação Geológica da Região do Alto e Médio São Francisco Baseada nas Imagens MSS do ERTS-1. **INPE TPT**, São José dos Campos, n. 790, p. 1-115, 1975.

CARVALHO, S. M, e STIPP, N. A. F. Contribuição ao Estudo do Balanço Hídrico no Estado do Paraná: uma proposta de classificação qualitativa. Londrina: **Geografia**. v.13. n.1. 2004. p. 57 – 71. CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: EDUSP, 1970.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Blücher, Ed. da Universidade de São Paulo, 1974. 149 p.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: 2 ed. Edgard Blücher, 1980. 188 p.

COLLARES, E. G. **Avaliação de Alterações em Redes de Drenagem de Microbacias como Subsídio ao Mapeamento Geoambiental de Bacias Hidrográficas: Aplicação na Bacia Hidrográfica do Rio Capivari – SP.** Tese de Doutorado – EESC/USP, São Carlos, 2000. 211 p.

CORRÊA, L. da S. L. **Mapeamento Geológico Geomorfológico da Bacia Hidrográfica do Arroio Caraguataí**, Manuel Viana, RS. 2004. Monografia (Graduação em Geografia), Santa Maria, 2004, 55 p.

CUNHA, S. B. da. & GUERRA, A. J. T. Degradação Ambiental. In: Guerra, A. J. T. e Cunha, S. B. da. (org.). **Geomorfologia e Meio Ambiente**. 2º ed. Rio de Janeiro; Bertrand Brasil. 2001, p.337-379.

DUARTE, P. A. **Cartografia Básica**. Florianópolis, SC: Ed da UFSC, 2 ed. 1988. 182 p.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informação; 1999. 415 p.

FIORI, A.P. Metodologias de Cartografia Geoambiental. In: 5º Simpósio Brasileiro de Cartografia Geotécnica e Geoambiental. São Carlos: **Anais**, 2004.

FONTANA, D.C.; BERLATO, M.A. Influência do El Niño Oscilação Sul (ENOS) sobre a Precipitação do Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.5, p.127-132, 1997.

FULFARO, V. J. e BARCELOS, J. H. Faserifte na Bacia Sedimentar do Paraná: A Formação Caiuá. **Geociências** São Paulo: Editora UNESP, 1993. v. 12 p. 33-45.

GONZAGA DE CAMPOS, L. F. Secção geológica. In: São Paulo, Comissão Geographica e Geológica. **Relatório...** São Paulo, 1889. p. 21-34.

GRECCHI, R.C. e PEJON, O.J. Estudos Geoambientais da Região de Piracicaba (SP), com Auxílio de Imagem desatélite e de Sistema de Informação Geográfica. In: 3º Simpósio Brasileiro de Cartografia Geotécnica. Florianópolis, **Anais**, 1998.

GREGOY, K. J. **A Natureza da Geografia Física**. Tradução de Eduardo de Almeida Navarro. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1992. 367 p.

GUERRA, A. T. **Dicionário Geológico-Geomorfológico**. Rio de Janeiro: IBGE, 8 ed.1993.

GUERRA, A. J. T. e CUNHA, S. B. da **Geomorfologia e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. 372 p.

GUERRA, A. T. & GUERRA, A. J. T. **Novo Dicionário Geológico Geomorfológico**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1997. 652 p.

HERRMANN, M. L. de P. Compartimentação Geoambiental da Faixa Central do Litoral Catarinense. In: V Simpósio de Nacional de Geomorfologia e I Encontro Sul-Americano de Geomorfologia. Santa Maria: **Anais**, 2004.

HIGASHI, R. R. Caracterização de Unidades Geoambientais de São Francisco do Sul através de Sistema de Informações Geográficas. In: 5º Simpósio Brasileiro de Cartografia Geotécnica e Geoambiental. São Carlos: **Anais**, 2004.

IBGE. **Geografia do Brasil**. Região Sul. Rio de Janeiro. v. 5, 1994.

IPT. **Mapeamento Geomorfológico do Estado de São Paulo**. São Paulo. Escala 1:500.000. 130p. 2v. (IPT – Publicação, 1183) 1981.

JORGE, F.N. de e UEHARA, K. Águas de Superfície. In: OLIVEIRA, Antonio Manuel dos Santos e BRITO, Sérgio Nertan Alves de. **Geologia de engenharia**. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, 1998.

KLAMT, E. e SCHNEIDER, P. Solos Susceptíveis à Erosão Eólica e Hídrica na Região da Campanha do Rio Grande do Sul. In: **Ciência & Ambiente**. Santa Maria: Ed. da UFSM. n.11, jul. -dez. 1995. p.70-80.

KULMAN, D. **Estudos Morfométricos da Bacia Hidrográfica do Arroio Jaguarí-Mirim, RS.** 2004. Monografia (Graduação em Geografia), Santa Maria, 2004. 71 p.

LEINZ, V. **Contribuição à Geologia dos Derrames Basálticos do Sul do Brasil.** Rio de Janeiro : DNPM , 1949. 52 p.

LEMOS, R. C.; SANTOS, R. D. **Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo.** 2.ed. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo; Embrapa-SNLCS, 1984. 46p.

LEMOS, R. C. de; SANTOS, R. D. **Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo.** 3.ed. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1996. 84p.

LINDMAN, C. A. M. **A Vegetação no Rio Grande do Sul.** São Paulo: Itatiaia, 1974, 356 p. (Tradução por Alberto Löfgren).

LOHMANN, M. **Estudo Morfopedológico da Bacia Hidrográfica do Arroio Guassupi, São Pedro do Sul: Subsídio à Compreensão dos Processos Erosivos.** Dissertação de Mestrado – UFPR, Curitiba, 2005.

LOLLO, J. A. **O Uso da Técnica de Avaliação do Terreno no Processo de Elaboração do Mapeamento Geotécnico: Sistematização e Aplicação na Quadricula de Campinas.** Tese de Doutorado – EESC/USP, São Carlos, 1996. 250 p.

MACEDO, J.; M. BACOCOLI, G.; GAMBOA, L. A. P. O Tectonismo Mesozoico da Região Sudeste. In: SIMP. GEOL. SUDESTE, 2. São Paulo. **Atas...** São Paulo, SBG. 1991. p. 429-438.

MACIEL FILHO, C. L.; MENEGOTTO, E. & SARTORI, P. L. **Geologia do Município de São Francisco de Assis – RS.** Santa Maria: UFSM, 1971. Publicação especial. n 4. 29 p.

MACIEL FILHO, C. L. e SARTORI, P. L. P. Aspectos Estruturais da Região de São Francisco de Assis, Rs. **CIENCIA E NATURA**, Santa Maria, v. 1, p. 53-65, 1979.

MARCHIORI, J. N. C. Areais do Sudoeste do Rio Grande do Sul: Elementos para uma História Natural. **Ciência e Ambiente**. Santa Maria, v. 3, n. 5, p. 62-86. jul. -dez. 1992.

_____. Vegetação e Areais no Sudoeste Rio-Grandense. **Ciência e Ambiente**. Santa Maria, v. 11, 1995. p. 81-92.

_____. **Santa Maria: Relatos de Viagem.** Santa Maria: Ed. da UFSM, 1997. 199 p.

MEDEIROS, E. R.; MULHER FILHO, I. L. & VEIGA, P. O Mesozóico no Oeste do Estado do Rio Grande do Sul (São Francisco de Assis e Alegrete). **Acta Geológica Leopoldensia**. São Leopoldo, v. 29, 1989. p. 49 – 60.

MELO, N e LIMA FILHO, M. Avaliação Geoambiental do Município de Paulista - PE. In: 11º Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental. Florianópolis: **Anais**, 2005.

MENEZES, D. B. e ZUQUETTE, L.V. Avaliação Metodológica em Estudos Geoambientais de Bacias Hidrográficas: a Bacia do Rio Pardo. In: 5º Simpósio Brasileiro de Cartografia Geotécnica e Geoambiental. São Carlos: **Anais**, 2004.

MILANI, E. J. Geodinâmica Fanerozóica do Gondwana Sul-Occidental e a Evolução Geológica da Bacia do Paraná. In: HOLZ, M. e DE ROS, L.V. **Geologia do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: CIGO/UFRGS, 2002. p.275-302.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. PROBIO. Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira. Disponível em: << <http://www.mma.gov.br/probio> >> Acesso em novembro de 2006.

MOREIRA, C. V. R.; PIRES NETO, A. G. Clima e Relevo. In: OLIVEIRA, A. M. S. *et al.* **Geologia de Engenharia**. São Paulo: ABGE, 1998. p. 101-109.

MÜLLER FILHO, I. L. **Notas para o Estudo de Geomorfologia do Rio Grande do Sul, Brasil**. Publicação Especial n. 1. Santa Maria: Imprensa Universitária. UFSM. 1970.

NIMER, R. **Clima. Geografia do Brasil**. Região Sul. Rio de Janeiro: IBGE, 1977. p. 35 – 79.

_____. Desertificação: Realidade ou Mito!. In: **Revista Brasileira de Geografia**, v.50 (1). Rio de Janeiro, Janeiro/Março, 1988. p. 7 – 40.

OLIVEIRA, A. M. S. *et al.* **Geologia de engenharia**. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, 1998.

ORSELLI, L. & SILVA, J. T. N. Contribuição ao estudo do Balanço Hídrico em Santa Catarina. Florianópolis, Ed. UFSC. Série Didática: **Bioclimatologia**. n. II, outubro, 1988.

PAULA, P. M. **Mapeamento Geológico – Geomorfológico na Bacia do Lajeado Grande, Alegrete – RS**. Monografia (Graduação em Geografia), Santa Maria: UFSM, 2002. 61 p.

PENTEADO-ORELHANA, M. M. **Metodologia Integrada no Estudo do Meio Ambiente**. Geografia, Rio Claro, v. 10, n.20, out. 1985. p. 125-148.

PENTEADO, M. M. **Fundamentos de Geomorfologia**. 3 ed, Rio de Janeiro: Fundação IBGE, 1983.

PILLAR, V. P. (org), Workshop: Estado atual e desafios para a conservação dos campos. Disponível em: << www.ecologia.ufrgs.br/ecologia/campos/finalcampos.htm >>. Acesso em novembro de 2006.

PIRES, C. L. Z. Impactos Ambientais Decorrentes da Ocupação Irregular nas Nascentes da Bacia Hidrográfica do Arroio Salso: o Caso da Lomba do Pinheiro – Porto Alegre/RS. In: SUERTEGARAY, D. M. A.; BASSO, L. A. e VERDUM, R. **Ambiente e Lugar no Urbano: A Grande Porto Alegre**. Porto Alegre: Ed. da Universidade/UFRGS, 2000. 239 p.

PRADO, H. **Solos tropicais: potencialidades, limitações, manejo e capacidade de uso**. Piracicaba, 1995. 166p.

RAMBO, B. **A Fisionomia do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Livraria Selbach, 1956.

RIZZI, N. E. *et al.* **Caracterização Ambiental da Bacia do Rio Canguiri – Região Metropolitana de Curitiba-PR**. Curitiba, 1999.

ROCHA, J. S. M. da. **Manejo Integrado de Bacias Hidrográficas**. Santa Maria – RS: UFSM, 1989. 195 p.

RODRIGUES, L. **Aplicação da Técnica de Avaliação da Terrenos na Bacia “Córrego dos Macacos”, Uberlândia (MG), com Base em Erosão dos Solos**. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, 2002. 141 p.

RODRIGUES, S. F. S. **Avaliação das Alterações da Rede de Drenagem em Sub-bacias e Microbacias do Alto e Baixo Rio Capivari (Louveira e Rafard/SP)**. Dissertação de Mestrado – EESC/USP, São Carlos, 2003. 245 p.

ROISENBERG, A. e VIERO, A. P. O Vulcanismo Mesozóico da Bacia do Paraná no Rio Grande do Sul. In: HOLZ, M. e DE ROS, L.V. **Geologia do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: CIGO/UFRGS, 2002. p.355-374.

ROLIM, G. S.; SENTELHAS, P. C; BARBIERI, V. **Planilhas no Ambiente Excel TM para Cálculo de Balanço Hídrico: normal, seqüencial, de cultura e de produtividade real e potencial**. Piracicaba: Departamento de física e meteorologia da escola superior Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo, 1998.

ROSS, J. L. S. O Registro Cartográfico dos Fatos Geomorfológicos e a Questão da Taxonomia do Relevo. **Revista da Pós-graduação da USP**, São Paulo; USP, N°6, 1992.

ROSS, J. L. S. Geomorfologia Aplicada aos EIAs-RIMAs. In: GUERRA, A. J. T. & CUNHA, S. B. (Org.). **Geomorfologia e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2. ed. 1998, p.291-336.

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia. Ambiente e Planejamento**. São Paulo: Contexto, 2003, 85 p.

ROVEDDER, A. P. M. **Revegetação com culturas de cobertura e espécies florestais para a contenção do processo de arenização em solos areníticos no sudoeste do Rio Grande do Sul.** Dissertação de Mestrado-UFSM. Santa Maria:, 2003, 120 p.

SAADI, A. Neotectônica da Plataforma Brasileira: Esboço e Interpretação Preliminares. **Geonomos**, Belo Horizonte: Instituto de Geociências UFMG. 1993. v.1(1): p.1-15.

SANCHEZ, M. C.; GARCIA, J. R. Y.; SOUZA, A. P. & MENDEA, I. A. Sugestões para a Elaboração de Cartas Morfométricas em Áreas Costeiras e Cristalinas. V Simpósio de Geografia Física Aplicada. **Anais**. São Paulo. 1993. p. 307 – 310.

SANGÓI, D. S. *et al.* Mapeamento de “Landforms” na Bacia do Rio Inhacundá, São Francisco de Assis/RS. **Geosul**. Florianópolis. v. 18, n.36, jul. -dez. 2003. p.151-167.

SARTORI, M. G. B. A Dinâmica do Clima do Rio Grande do Sul: indução empírica e conhecimento científico. São Paulo: **Terra Livre**, v. 1. n. 20. 2003. p.27-49.

SCHERER, C.M.S.; FACCINI, U.F. & LAVINA, E. Arcabouço Estratigráfico do Mesozóico da Bacia do Paraná. In: HOLZ, M. e DE ROS, L.V. **Geologia do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: CIGO/UFRGS, 2002. p. 335 – 354.

SECRETARIA DA COORDENAÇÃO E PLANEJAMENTO. **Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul**. Porto alegre: SCP, 2ª edição, 2002.

SOUTO, R. **Deserto: Uma Ameaça?** Secretaria da Agricultura do RS, DRNR, Diretoria Geral, Porto Alegre, 1985.

SOUZA, L. A. *et al.* Cartografia Geoambiental como Suporte ao Plano Diretor de Mariana, MG. In: 11º Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental. Florianópolis: **Anais**, 2005.

STRECK, E. E. *et al.* **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: EMATER/RS; UFRGS, 2002.

SUERTEGARAY, D.M.A. **A Trajetória da Natureza um Estudo Geomorfológico sob os Areais de Quaraí/RS.** Tese de Doutorado. USP- FFLCH, 1987.

_____. **Deserto Grande do Sul: Controvérsias.** Porto Alegre: Ed da Universidade /UFRGS, 1992. 109 p.

_____. O Rio Grande do Sul Descobre os Seus “Desertos”. **Ciência e Ambiente**. Santa Maria: Editora da Universidade UFSM. V.11, 1995. p. 33 – 52.

SUERTEGARAY, D. M. A.; GUASSELLI, L. & VERDUM, R. (org.). **Atlas de Arenização: Sudoeste do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Coordenação e Planejamento, 2001. v. 1. Mapas.

SUERTEGARAY, D. M. A.; **Geografia Física e Geomorfologia: Uma (Re)leitura.** Ijuí: Ed. Unijuí, 2002. 112 p.

TEDESCO, M. A. e ROBAINA, L. E. S. I Congresso Geoquímico dos Países de Língua Portuguesa, São Paulo, **Anais**, IG-USP, 1991. p. 707 - 710

THORNTHWAITE, C.W. An Approach Toward a Rational Classification of Climate. **Geographical review**, Centerton, v. 8, n. 38, p. 55-94, 1948.

THORNTHWAITE, C.W., MATHER, J.R. The Water Balance. **Publications in Climatology**, Centerton, v. 3, n. 10, 104 p., 1955.

TRAININI, D. R. **A Influência da Neotectônica no Assoreamento de Bacias.** Porto Alegre: CPRM, 1990.

TRENTIN, R. & ROBAINA, L. E. S. Metodologia para Mapeamento Geoambiental no Oeste do Rio Grande do Sul In: XI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada: **Anais**, 2005.

TUCCI, C. E. M. (Org.) **Hidrologia: ciência e aplicação.** Porto Alegre: ABRH, 1993.

TUCCI, C. E. M.; BELTRAME, L. F. S. (1993). Evaporação e Evapotranspiração, In: TUCCI, C. E. M. (org.): **Hidrologia: Ciência e Aplicação**, 2ª ed., Porto Alegre: Editora da Universidade, 253-287.

VEIGA, P.; MEDEIROS, E. R. & SUERTEGARAY, D. M. A. A Gênese dos Campos de Areia no Município de Quaraí, RS. Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, 1, Porto Alegre, **Anais**, 1987.

VEDOVELLO, R. Aplicações da Cartografia Geoambiental. In: 5º Simpósio Brasileiro de Cartografia Geotécnica e Geoambiental. São Carlos: **Anais**, 2004.

VERDUM, Roberto. **L' Approche Pour Comprendre la Dynamique du Dans le Seteur de São Francisco de Assis e Manuel Viana – Etat du Rio Grande do Sul – Bresil.** Univerité de Toulouse II (Lê Mirail), U.T.II, França, 1993. Mestrado. 93 p.

VERDUM, Roberto. **Approche Géographique dès “Deserts” Dans lês Communes de São Francisco de Assis et Manuel Viana, Etat du Rio Grande do Sul, Bresil.** Université de Toulouse Lê Mirail – UFR de Géographie/ Aménagent: Toulouse, 1997. Tese de Doutorado, 211 p.

VILLELA, S. M. & MATTOS, A. **Hidrologia Aplicada.** São Paulo: McGraw-Hill do Brasil. 1975. 245 p.

WHITE, I. C. **Relatório final da Comissão de Estudos das Minas de Carvão de Pedra do Brasil**. Rio de Janeiro: DNPM. Parte I, p.1-300 ; Parte II, p. 301-617. (ed. Fac-similar) 1908.

ZUQUETTE, L V. **Análise Crítica sobre Cartografia Geotécnica e Proposta Metodológica para as Condições Brasileiras**. Tese de Doutorado – EESC/USP, São Carlos, 1987.

ZUQUETTE, L V. **Importância do Mapeamento Geotécnico no Uso e Ocupação do Meio Físico: Fundamentos e Guia para Elaboração**. Tese de Livre Docência – EESC/USP, São Carlos, 1993.

ZUQUETTE, L V. & GANDOLFI, N. **Cartografia Geotécnica**. São Paulo: Oficina de Textos, 2004. 190 p.