



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA**

**Análise das Fragilidades Ambientais da Bacia Hidrográfica
do arroio Lami, município de Porto Alegre e Viamão - RS**

Michelli de Oliveira Schneider

Porto Alegre
Dezembro de 2010

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA**

**Análise das Fragilidades Ambientais da Bacia Hidrográfica
do arroio Lami, municípios de Porto Alegre e Viamão - RS**

Michelli de Oliveira Schneider

Professor Orientador: Nina Simone Vilaverde Moura Fujimoto

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
como requisito parcial à obtenção do título de
Bacharelado em Geografia no Departamento
de Geografia da Universidade Federal do Rio
Grande do Sul.

Porto Alegre
Dezembro de 2010

Schneider, Michelli de Oliveira

Análise das Fragilidades Ambientais da Bacia Hidrográfica do arroio Lami, município de Porto Alegre e Viamão - RS. / Michelli de Oliveira Schneider - Porto Alegre : UFRGS, 2010.

[80 f.] il.

Trabalho de Conclusão do Curso de Geografia. – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Geociências. Porto Alegre, RS - BR, 2010.

Orientação: Prof. Dra. Nina Simone Vilaverde Moura Fujimoto

1. Geografia. 2. Bacia Hidrográfica. 3. Fragilidade Ambiental Potencial. 4. Fragilidade Ambiental Emergente. I. Título.

Catálogo na Publicação
Biblioteca Geociências – UFRGS
Renata Cristina Grun CRB10/1113

DEDICATÓRIA

*Ao sobrinho João Pedro Schneider Ramirez e
sobrinha, que logo nos fará companhia,
Rafaela Schneider Marramarco, por quem
busco e desejo um mundo mais saudável e
consciente.*

"O ser humano vivência a si mesmo, seus pensamentos como algo separado do universo - numa espécie de ilusão de ótica de sua consciência.(...) Nossa principal tarefa é nos livrarmos dessa prisão, ampliando o nosso círculo de compaixão, para que ele abranja todos os seres vivos e toda a natureza em sua beleza. Ninguém conseguirá alcançar completamente esse objetivo, mas lutar pela sua realização já é por si só parte de nossa libertação e o alicerce de nossa segurança interior."

Albert Eisnten

AGRADECIMENTOS

Agradeço à toda a minha família, em especial meus queridos pais, Olga e Jorge, pela dedicação, amor e apoio. À minhas irmãs, Minnelli e Márcia, pelo carinho, companheirismo e força.

Ao meu irmão Jorge Amado, que mesmo longe sempre me incentivou. A minha irmã Carina e sobrinho João Pedro, pelo seu entusiasmo e alegria.

Às minhas queridas amigas Joice e Tahiana pela amizade, carinho e força nos momentos difíceis.

À Mariane e Isadora pela amizade, companhia, e por estarem comigo nos momentos alegres e tristes, adoro vocês. Aos amigos que fiz ao longo dos últimos anos que hoje estão presentes na minha vida tornando-a mais alegre.

Aos colegas de trabalho da Sulsoft, agradeço pelos ensinamentos, o ótimo convívio e paciência.

Aos colegas de faculdade que passaram comigo esses ótimos anos de faculdade, dividindo vários momentos de alegria.

Aos Professores do curso de Geografia da UFRGS, pelo amor e dedicação que tem à profissão e seus ensinamentos. Agradeço em especial aos professores Roberto Verdum e Nina Simone, pelo incentivo.

E a todos que de alguma forma contribuíram para a execução deste trabalho e para a minha formação acadêmica.

RESUMO

A partir do momento que o homem foi se desenvolvendo tecnicamente, passou a agir sobre a natureza de forma a comprometer seu funcionamento natural. O estudo ambiental baseada nas dinâmicas da natureza implica em estudo integrado dos os componentes do “Estrato Geográfico”, dessa forma não se pode deixar de lado estudos sobre o solo, cobertura vegetal, regime hídrico, como também as formas de relevo, pois é nele que as forças de interação mais se manifestam. O homem como ser biológico e social interage com esse meio de forma predatória e a sua relação com o meio também deve ser considerada. A noção das potencialidades e limites de dependência dos componentes naturais com as inserções antrópicas necessita de estudos que esclareçam melhor essa relação com o objetivo de ordenar as práticas sociais. Com o objetivo de avaliar as Fragilidades Ambientais da Bacia Hidrográfica do Arroio Lami, localizada no extremo sul do município de Porto Alegre, RS, junto ao limite oeste do município de Viamão, RS, entre os paralelos 30°08'32” S e 30°15'38” S e os meridianos 51°01'47” W e 51°07'36” W, aplicou-se a metodologia proposta por Ross (1994) utilizando-se técnicas de geoprocessamento. A bacia possui área aproximada de 51 km², com características essencialmente rurais têm seu território destinado basicamente à agricultura. Esse metodologia busca levantar as características naturais frente às intervenções antrópicas, apresentando características de fragilidade potencial média com 59% da área total da bacia, associada a solos mal drenados em regiões planas susceptíveis à inundações, e alta, abrangendo 30,97% da área, com solos rasos em áreas declivosas. No mapa de uso do solo verifica-se grandes áreas de mata, vegetação arbustiva e campos nativos ainda preservados (somando cerca de 60% da área) e elevada área de solos manejados (27%), bem como focos de urbanização, solo exposto, cultivo, plantio de exóticas e vias de chão batido (totalizando 10% da área). O cruzamento do mapa de Fragilidade Ambiental Potencial com os usos do solo resultou no mapa da Fragilidade Ambiental Emergente que apresentou Muito Baixa a Baixa Fragilidade Emergente, somando cerca de 50% da área total, esse fato decorre principalmente da grande área de mata nativa e vegetação arbustiva ainda preservada ou em estágio sucessional avançado. Sugere-se uma integração entre os municípios de Porto Alegre e Viamão na forma de ações conjuntas para a adoção de medidas que contribuam para preservação e planejamento racional das áreas da bacia hidrográfica. Verificou-se que trabalhos aplicados ao planejamento territorial e ambiental, através do levantamento de dados do meio físico e social de forma interligada, baseados na análise das fragilidades ambientais potenciais e emergentes em bacias hidrográficas, servem de apoio aos planejadores municipais na implementação de políticas de ordenamento visando o manejo adequado dos recursos, dentro de uma ótica preservacionista.

Palavras-chave: Bacia Hidrográfica, Fragilidade Ambiental e Lami

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
1.1 Tema da Pesquisa.....	11
1.2 Objetivos.....	12
1.2.1 Objetivos Específicos.....	12
1.3 Justificativa.....	13
1.4 Localização e Histórico da Área de Estudo.....	14
1.4.1 Urbanização no Brasil	14
1.4.2 Região Metropolitana de Porto Alegre.....	14
1.4.3 Expansão Urbana na Zona Sul de Porto Alegre	15
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	22
2.1 Análise da Fragilidade Ambiental.....	22
2.2 Bacias Hidrográficas como Unidades de Planejamento Ambiental.....	26
2.3 Geoprocessamento Aplicado ao Planejamento Ambiental.....	30
3. PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS E PRESSUPSTOS METODOLÓGICOS.....	34
3.1 Materiais.....	34
3.2 Metodologia.....	35
3.2.1 Mapa de Declividade.....	36
3.2.2 Mapa dos Solos.....	37
3.2.3 Mapa de Fragilidade Ambiental Potencial.....	38
3.2.4 Mapa de Uso e Cobertura dos Solos.....	39
3.2.5 Mapa de Fragilidade Ambiental Emergente.....	41
4. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	42
4.1 Características Geomorfológicas, Geológicas e Pedológicas.....	42
4.2 Características da Vegetação e Climáticas.....	47

5. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	49
5.1 Mapas Base.....	49
5.2 Mapa de Declividade e Classes de Fragilidade.....	52
5.3 Mapa das Unidades dos Solos e Classes de Fragilidade.....	55
5.4 Mapa de Fragilidade Ambiental Potencial.....	59
5.5 Mapa de Uso e Ocupação do Solo e Classes de Fragilidade.....	62
5.6 Mapa da Fragilidade Ambiental Emergente.....	70
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	73
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	75

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE TABELAS

LISTA DE QUADROS

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01 - Percentagem de população dos bairros em relação à cidade.....	17
FIGURA 02 - Localização da Área de Estudo.....	18
FIGURA 03 - Representação de dados vetoriais e matriciais.....	31
FIGURA 04 - Representação de dados vetoriais e matriciais	32
FIGURA 05 - Esquema do cruzamento de mapas para a determinação da Fragilidade Potencial.....	39
Figura 06 - Esquema do cruzamento dos mapas para a determinação da Fragilidade Ambiental Emergente.....	41
Figura 07 - Localização na paisagem de solos encontrado na Bacia Hidrográfica do Arroio Lami.....	46
Figura 08 - Normais climatológicas da precipitação, série histórica 1961-1990, rede de drenagem e altimetria	48
Figura 9 - Mapa Topográfico (curvas de nível) e rede de drenagem.....	50
Figura 10 - Modelo Digital de Elevação (MDE) da Bacia Hidrográfica do Arroio Lami.....	51
Figura 11- Mapa de Declividade da Bacia Hidrográfica do Arroio Lami.....	53
Figura 12 - Mapa de Graus de Fragilidade da Declividade da Bacia Hidrográfica do Arroio Lami.....	54
Figura 13 - Mapa de Solos da Bacia Hidrográfica do Arroio Lami.....	57
Figura 14 - Mapa de Classe de Fragilidade dos solos da Bacia Hidrográfica do Arroio Lami	58
Figura 15 - Mapa da Fragilidade Ambiental Potencial da Bacia Hidrográfica do Arroio Lami	61
Figura 16 - Mapa de Uso e Ocupação do Solo da Bacia Hidrográfica do Arroio Lami.....	64
Figura 17 - Mapa de Graus de Proteção do Solo da Bacia Hidrográfica do Arroio Lami.....	65
Figura 18 - Imagens das áreas de vegetação arbustiva na Reserva Biológica do Lami.....	66

Figura 19 - Imagem da área que corresponde às categorias de campos nativos e ao fundo vista de área coberta por mata nativa	67
Figura 20 - Imagem de área de cultivo sazonal (hortaliças)	68
Figura 21 - Imagens das áreas de solo exposto (saibreira) e urbanizadas	69
Figura 22 - Mapa da Fragilidade Ambiental Emergente da Bacia Hidrográfica do Arroio Lami.....	71

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 - Classes de Declividade.....	36
Tabela 02 - Classes de Declividade, de Fragilidade e Porcentagem em relação à área da Bacia Hidrográfica do Lami	52
Tabela 03 - Unidades de Solos da Bacia Hidrográfica do Lami, Área, Porcentagem em relação à área da Bacia e respectivas Classes de Fragilidade	55
Tabela 04 - Fragilidade Ambiental Potencial da Bacia Hidrográfica do Arroio Lami e suas respectivas áreas e porcentagem de abrangência.....	59
Tabela 05 - Usos e ocupação, área e porcentagem de abrangência na bacia Hidrográfica do Lami.....	63
Tabela 06 - Proteção dos solos da Bacia Hidrográfica do Lami, área de abrangência e porcentagem na área.....	63
Tabela 07 - Fragilidade Ambiental Emergente da Bacia Hidrográfica do Arroio Lami e suas respectivas áreas e porcentagem de abrangência.....	70

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 - Classes de Fragilidade dos Solos.....	38
Quadro 02 - Classes de Proteção da Cobertura Vegetal em relação ao Uso do Solo.....	4

1 INTRODUÇÃO

1.1 Tema da Pesquisa

A escolha pelas sociedades de locais apropriados à moradia humana, bem como suas atividades econômicas alterou o meio natural. O início da industrialização, como principal atividade econômica e principal forma na qual a sociedade se apropria da natureza, acelerou o crescimento populacional das cidades. A intensificação da produção industrial através do desenvolvimento técnico-científico teve nas cidades a base de sustentação para o desenvolvimento de uma sociedade capitalista, de caráter eminentemente urbano, exercendo, entretanto, pressão significativa sobre o meio ambiente.

O aumento da população e a consequente pressão sobre o ambiente natural que ele proporciona não é necessariamente o único causador da degradação ambiental, o manejo inadequado do solo tanto em áreas rurais, como em áreas urbanas, são as principais causas da degradação. Essas intervenções alteram o equilíbrio natural que possuem uma evolução contínua. Os ambientes naturais apresentam níveis de fragilidade diferenciados frente às intervenções humanas e suas características originais (ROSS, 2010). Condições naturais frágeis aliadas ao manejo inadequado e ocupação humana desordenada podem acelerar os processos de degradação do ambiente natural (CUNHA & GUERRA, 2010). A urbanização crescente - aliada à pressão do espaço urbano sobre o rural - as ocupações irregulares em encostas e, muitas vezes, nas margens dos rios, é um problema frequente nas grandes centros urbanos.

1.2 Objetivos

Esse trabalho tem como objetivo principal analisar as potencialidades e fragilidades ambientais da bacia hidrográfica do arroio Lami, localizado nos municípios de Porto Alegre e Viamão.

1.2.1 Objetivos Específicos

Para atingir o objetivo principal é necessário alcançar alguns objetivos mais específicos que são:

- a) Caracterizar no âmbito regional os elementos geológicos, geomorfológicos, pedológicos e da cobertura vegetal da área de estudo;
- b) Elaborar mapas temáticos, representando as características das formas de relevo, dos solos, da cobertura vegetal e do uso do solo da bacia hidrográfica do arroio Lami;
- c) Avaliar as potencialidades e fragilidades ambientais da bacia hidrográfica do arroio Lami através das características do meio físico e sócio-econômicas;
- d) Elaborar mapa das fragilidades ambientais potenciais e emergentes através da correlação entre os mapas temáticos elaborados para a bacia hidrográfica do arroio Lami.

1.3 Justificativa

Partindo do pressuposto da Teoria Geral dos Sistemas, em que a natureza e suas trocas de energia ocorrem de forma dinâmica, o homem, como ser biológico, também faz parte desse processo. O sentido desse estudo tem como princípio a ação do homem sobre seu território, que à medida que foi se desenvolvendo tecnicamente passou a agir sobre a natureza de forma a comprometer seu funcionamento original.

Dessa forma pretende-se avaliar o meio natural do sistema bacia hidrográfica do arroio Lami, no extremo sul do município de Porto Alegre e de parte do município de Viamão, através da identificação das potencialidades e fragilidades. Por se tratar de uma área com grandes espaços preservados, onde se pode reconhecer e avaliar as inter-relações de diversos fatores que exercem influência nos processos de esculturação da paisagem é também uma área ideal de planejamento na busca por um uso adequado. Destaca-se, ainda, que a identificação das fragilidades reflete diretamente em uma Unidade de Conservação, a Reserva Biológica do Lami José Lutzenberger (RBL). O diagnóstico e avaliação das condições naturais da região servem, não só para subsidiar ações mais adequadas, mas, principalmente, podem evitar que haja alterações irreversíveis ao meio ambiente.

1.4 Localização e Histórico da Área de Estudo

1.4.1 Urbanização no Brasil

A urbanização brasileira se caracterizou pela acentuada concentração espacial e um acelerado ritmo do crescimento urbano. A partir da década de 1950 os países capitalistas industrializados se desenvolveram tecnicamente e a urbanização passou a acompanhar esse crescimento de forma acelerada.

No momento mais recente da urbanização, denominado de período técnico-científico informacional (SANTOS, 1994), ocorreram grandes desenvolvimentos de infra-estrutura e de serviços, facilitando a vida nas cidades. No entanto, o crescimento rápido, espontâneo e sem controle das grandes cidades, levou à ocupação das periferias - muitas vezes impróprias para habitações - provocando uma pressão sobre o ambiente natural, com perda significativa de qualidade de vida, sobretudo nos espaços urbanos. A qualidade de vida, fortemente ligada à questão ambiental, depende da disponibilidade de infra-estrutura social e pública para atuar em benefício do bem estar comum e manter o ambiente sem deterioração e contaminação. Depende também de leis orgânicas e planos diretores que viabilizem um melhor manejo dos espaços urbanos e da natureza desses centros (FUJIMOTO, 2000).

1.4.2 Região Metropolitana de Porto Alegre

O Município de Porto Alegre, por ser a capital do Estado do Rio Grande do Sul, concentrou um grande número de indústrias de pequeno e médio porte em busca de mão-de-obra e melhores acessos de transporte. Com a implantação do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano na década de 1970, a cidade de Porto Alegre foi zoneada; áreas passaram a ter papéis específicos, e foram realizados grandes investimentos em infra-estrutura para um desenvolvimento da cidade e do Estado. Esses investimentos foram fundamentais para o desenvolvimento do

município e das áreas mais afastadas e isoladas. A influência deu-se, sobretudo, para as cidades vizinhas, necessitando de ações conjuntas de planejamento. Em função disso, em 1973, a Região Metropolitana de Porto Alegre foi institucionalizada (FUJIMOTO, 2000).

As oportunidades de trabalho e o fácil acesso à capital foram determinantes para várias cidades do entorno de Porto Alegre se desenvolver e atraírem um grande contingente populacional. A Região Metropolitana de Porto Alegre conta com uma população total de 3.718.778 habitantes, sendo que desse total 3.551.672 habitantes residem na área urbana, contando assim com uma taxa de 96% de urbanização (IBGE, 2000). Um dos principais eixos de expansão urbana e populacional da metrópole, o leste-oeste, abrange os municípios de Gravataí, Cachoeirinha, Alvorada e Viamão, correspondendo dessa forma, a 20,21% da população total.

Ao mesmo tempo em que as cidades cresceram em função da industrialização e de investimentos em infraestrutura (vias de transporte), surgem núcleos carentes. A população passou a se aglomerar nas periferias das cidades sem qualquer infraestrutura urbana e social, distantes da qualidade de vida desejada.

Na falta da aplicação de uma política de uso e ocupação do solo, a expansão urbana ocorre, em grande parte, em áreas impróprias ou de forma inadequada, tendo como consequências inúmeras problemas ao meio físico, à própria população assentada e aos poderes públicos responsáveis pelos serviços de infraestrutura nessas áreas (FUJIMOTO, 2000).

1.4.3 Expansão Urbana na Zona Sul de Porto Alegre

Em Porto Alegre, os espaços mais densamente ocupados estão concentrados na Zona Central e Zona Norte, que ocorreram respectivamente, em função da proximidade com centro político-administrativo da cidade e eixo industrial. Aliado ao fator da saturação na Zona Norte e Central, tem-se a Zona Sul de Porto Alegre como opção para a expansão imobiliária, ocorrendo de forma acentuada em função das melhorias da infraestrutura viária e de comércio e serviços (HASSE, 2006). Verifica-se também, conforme Figura 1, um adensamento populacional nos bairros Lomba do

Pinheiro e Restinga, nos quais desde a década de 80, estudos já apontavam para o aumento de moradias nas zonas periféricas da cidade, formada basicamente de população de baixa renda (FEDOZZI, 2000 *apud* BARCELOS *et al.* 2004: 207)

Na década seguinte, o acréscimo de moradias populares em direção à periferia, expandiu também na direção do extremo sul da cidade abarcando bairros mais afastados como: Ponta Grossa, Chapéu do Sol, Belém Novo, Lageado e Lami (FEDOZZI, 2000 *apud* BARCELOS *et al.* 2004: 207). Em grande parte, este deslocamento, se deve à pressão imobiliária na Zona Sul que, valorizada, passa a atrair maiores investimentos imobiliários. Nesse sentido, vê-se a necessidade de analisar as características ambientais desses bairros para auxiliar em uma adequada ocupação e minimizar os problemas ambientais face às potencialidades do meio natural e os tipos de intervenções antrópicas em função da expansão urbana.

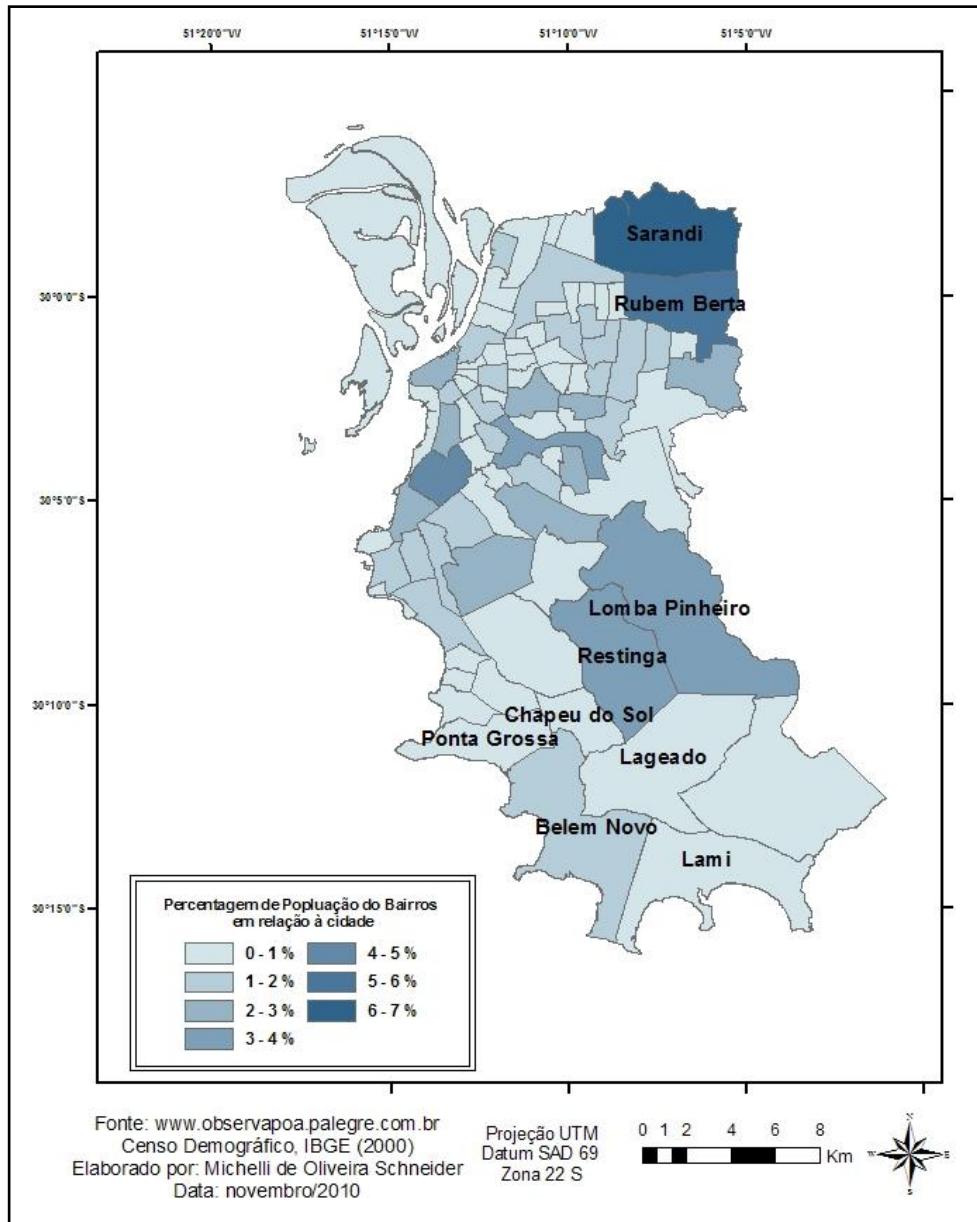


Figura 1: Percentagem de população dos bairros em relação à cidade

Fonte: www.observapoa.palegre.com.br (2010)

A área do presente estudo refere-se a Bacia Hidrográfica do Arroio Lami, pertencente a bacia hidrográfica do Guaíba, que tem 70% de sua área localizada em Porto Alegre, e o restante no município de Viamão. Compreende uma superfície aproximada de 51 km², com densidade populacional de 99 hab/km² (MENEGAT *et al*, 1998). A bacia encontra-se na região extremo sul de Porto Alegre, aproximadamente entre os paralelos 30°08'32" S e 30°15'38" S e os meridianos 51°01'47" W e 51°07'36" W (Figura 2), onde os canais drenam as suas águas do

norte para o sul até o Lago Guaíba, de características urbano rurais, ou seja, com loteamentos urbanos e pequenas propriedades rurais.

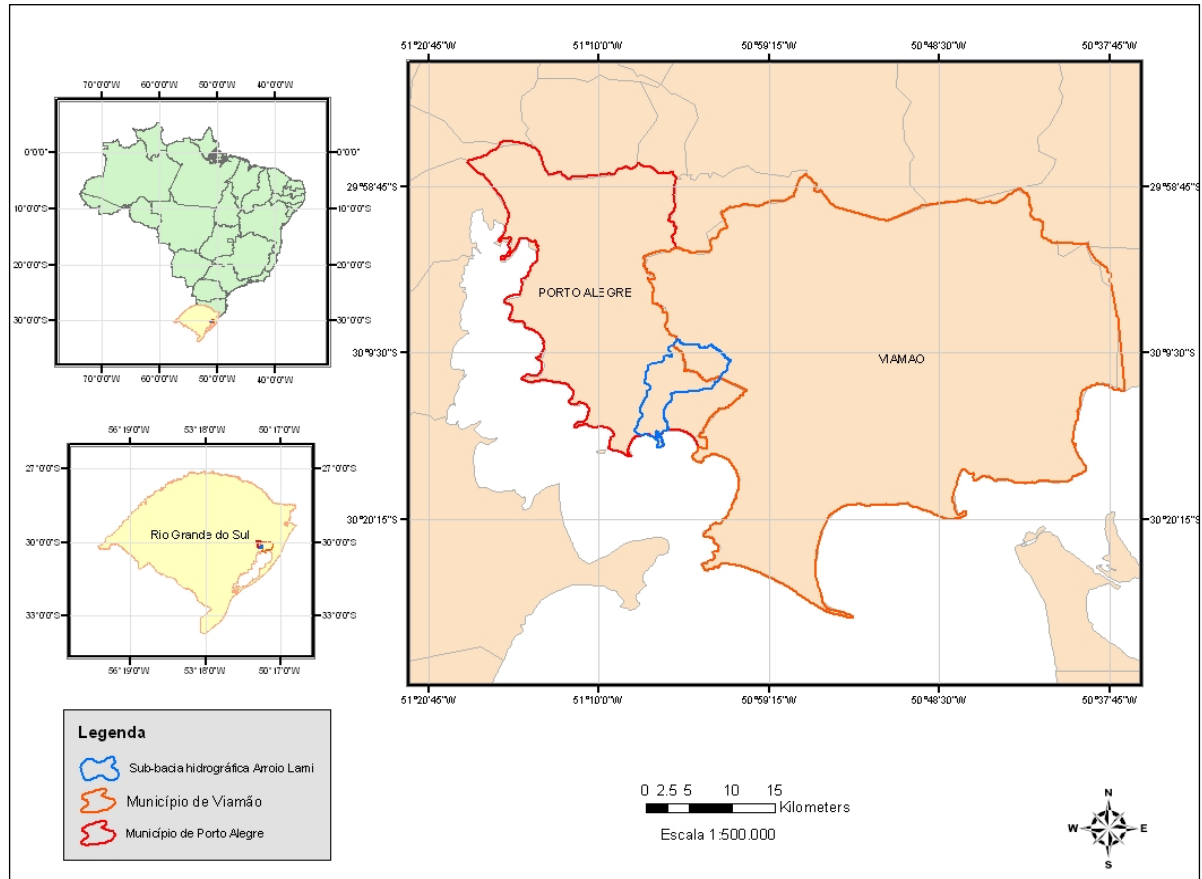


Figura 2: Localização da Área de Estudo

Fonte: Hasenack et all (2010) e IBGE (2010)

O arroio tem parte de suas nascentes localizadas no morro São Pedro, em Porto Alegre, e no morro da Extrema, município de Viamão (PORTO ALEGRE, 2002). Esses municípios situam-se na Região Hidrográfica do Guaíba. Porto Alegre encontra-se totalmente inserida na Bacia Hidrográfica do Lago Guaíba, já o Município de Viamão faz parte de três Bacias Hidrográficas importantes do Estado, do Lago Guaíba, do Rio Gravataí e do Litoral Médio. A pequena porção do município de Viamão que faz parte da Bacia do Lago Guaíba, abrange a bacia em estudo. A área da Bacia Hidrográfica está inserida em dois bairros de Porto Alegre: Lageado e Lami; porém distintos quanto à sua instituição e relação com Porto Alegre.

O bairro Lageado foi instituído em 1992. Os dados do último censo realizado

no ano de 2000 mostram que, na área total do bairro, 27,17 km², existe uma população de 3.425 pessoas. Localizado a 30 km do centro da capital, as estradas do bairro lembram cidades do interior, aonde o asfalto ainda não chegou. A divisão territorial é feita basicamente em chácaras, sítios e casas de campo, não tendo sido formado no bairro nenhum núcleo especificamente urbano (PORTO ALEGRE, 2010).

No bairro Lami a intensificação da colonização se deu no início do século XX, próximo ao arroio Manecão, pois possuía um trapiche que escoava a produção de farinha, telhas e tijolos da região. Com o declínio da produção de farinha e da produção de tijolos e telhas em olarias, o Lami, até a década de 1970, se caracterizou por ser um bairro povoado por pescadores e bastante isolado do restante da cidade (PORTO ALEGRE, 2002). Não havia vias de acesso com o centro da cidade, para um melhor escoamento do pescado, que servia de alimento para os moradores, o acesso de veranistas em direção ao balneário também era inexistente (PORTO ALEGRE, 2010).

A situação mudou a partir da década de 1970, quando dois fatores influíram para uma maior atenção em relação ao bairro: a construção de uma estrada de asfalto entre o Belém Novo e o Lami, bem como a constituição da Reserva Biológica do Lami. Esse novo acesso ao bairro possibilitou uma integração econômica com o restante da capital, assim como as atividades turísticas puderam ser desenvolvidas a partir de então.

A Reserva Biológica do Lami José Lutzenberger (RBL), criada pelo decreto nº 4097 de 1975, foi a primeira Reserva Biológica Municipal do Brasil. Essa reserva protege alguns dos ecossistemas originais da região de Porto Alegre e espécies nativas de fauna e flora. Com uma extensão inicial de 0,71 km², em 1977 foi acrescida à reserva uma faixa de terra às margens do arroio Lami, que atravessa a reserva, cerca de 900 m, até desaguar no Lago Guaíba. No ano de 1992 o Decreto municipal nº 10250 desapropriou a área da Ponta do Cego, uma ponta de terras que adentra o Lago Guaíba, com cerca de 1200 m de comprimento e área de 1,02 km², mas somente em 2000 as negociações com o proprietário se concluíram anexando-a a reserva, definitivamente. A reserva passou então a ter área aproximada de 1,79 km². Além da conservação dos ecossistemas e de suas espécies, a Reserva Biológica do Lami José Lutzenberger dá suporte a atividades de pesquisa científica e de educação ambiental e é considerada de importância estratégica para a capital (PORTO ALEGRE, 2002). Outro destaque do bairro é a presença da Reserva

Indígena Guarani.

A instalação do aterro sanitário da Extrema foi motivo de discussão devido à proximidade deste com a Reserva Biológica (PORTO ALEGRE, 2010). O Bairro do Lami possui núcleos urbanos definidos, junto à orla do Guaíba, onde se localiza a praia do Lami e colônias de pescadores Z4. A praia do Lami possui cerca de 3000 moradores, que depois de receber obras de saneamento no local, com implementação de sistema de tratamento e abastecimento de água, bem como coleta e tratamento de esgotos, teve importante melhoria na qualidade da água do local, passando a ter condições de balneabilidade (PORTO ALEGRE, 2010). Outros núcleos urbanos definidos encontram-se junto à estrada São Caetano próximo a estrada das Quirinas e Estrada João Oliveira Remião, essas ocupações provavelmente ocorreram devido à proximidade com o município de Viamão, que tem ali um importante acesso (PORTO ALEGRE, 1994).

Por se caracterizar por uma zona de predominância de valores naturais a preservar - os morros, a reserva e a orla do Guaíba - seu uso, segundo o PDDUA de Porto Alegre, deve ser incentivado para o lazer, o turismo ecológico e atividades primárias (PDDUA, 1999).

A região metropolitana de Porto Alegre é marcada pela forte diversidade ambiental e pela crescente urbanização e industrialização, e o espaço rural da região recebe o reflexo das variações do ambiente natural e humano tornando-o diversificado. Em Porto Alegre e oeste de Viamão a ocupação e colonização do meio rural tiveram início no século XVIII com a implementação de estâncias criadoras de gado e de pequenos e médios estabelecimentos rurais familiares. Possuem 20% da riqueza gerada pelo setor na RMPA, embora no âmbito municipal não tenha esse destaque em função da industrialização e serviços (MIGUEL, 2004).

Em função da forte pressão do urbano sobre o rural essas atividades encontram-se em baixa. Segundo Miguel (2004) a produção agrícola da RMPA está fundamentada em atividades agropecuárias tradicionais, como a produção de hortifrutigranjeiros. Os bairros do extremo sul de Porto Alegre com características essencialmente rurais têm seu território destinado basicamente à agricultura, são encontrados produção de forma tradicional, principalmente, como culturas perenes (pomares) e culturas anuais (olericultura e pequenas lavouras de arroz). A agricultura ecológica, está em crescimento na região, incluindo cultivo de ervas medicinais, floricultura e fruticultura (PORTO ALEGRE, 1994). O destino dos

produtos agrícolas é principalmente a CEASA (Central de Abastecimento do Rio Grande do Sul) como também venda direta ao consumidor, através de feiras, na própria propriedade e nos estabelecimentos comerciais da região. Atividade em crescimento na região é a de prestação de serviços, como hotéis para cavalos e outros animais, locais de rodeios e atividades sociais, destinados a lazer, como sítios e clubes bem como a produção de grama e flores (PORTO ALEGRE, 1994; MIGUEL, 2004).

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Análise da Fragilidade Ambiental

As funcionalidades dos ambientes naturais são comandadas por fluxos de matéria e energia. De um lado pelas ações externas da atmosfera e por outro, pela energia do interior da Terra através da Litosfera (ROSS, 1994). A fonte externa é comandada pela energia solar, que determina a circulação de ar, temperatura e os regimes hídricos, em seus três estados físicos, esculpindo a paisagem lentamente. Já as forças internas, que agem de dentro para fora, é determinada pelo calor e pressão no interior da Litosfera. A troca permanente de energia e matéria que se processa entre essas duas camadas, é a responsável pela dinâmica e pela presença de vida vegetal e animal na Terra (ROSS, 2007).

Grigoriev (1968) *apud* Ross (1994: 64) denomina o quadro em que essas trocas ocorrem como “Estrato Geográfico da Terra” definindo como:

Uma estreita faixa compreendida entre a parte superior da litosfera e a baixa atmosfera, correspondendo ao ambiente que permite a existência do homem como ente biológico e social, bem como os demais elementos bióticos da natureza.

A estrutura físico-biológica do “Estrato Geográfico” (GRIGORIEV, 1968 *apud* ROSS, 1994: 64) está interligada de tal maneira nos sistemas naturais – baixa atmosfera, hidrosfera, biosfera e litosfera – que formam uma relação de dependência entre eles. Os componentes desses sistemas são o clima (temperatura do ar e pluviosidade), água (rios, lagos e oceanos), os solos, o material rochoso, o relevo, a flora e fauna. O homem como ser biológico e agente social transformador da natureza, também faz parte dessa relação e, portanto, deve ser levado em conta, pois é elemento intrínseco a natureza, e aos ecossistemas em que vivem. (ROSS, 1994). Para Odum (1985) o Ecossistema é o produto da interação e dinâmica de fatores bióticos e abióticos, esse conceito foi sistematizado por Tansley (1934) *apud* Tricart (1977) que o definiu por “um conjunto de seres vivos mutuamente

dependentes uns dos outros e do meio ambiente no qual eles vivem”.

A base desse estudo parte do princípio da Teoria Geral dos Sistemas, preconizada por Bertalanffy (1977), através da concepção de que os sistemas vivos são sistemas abertos em intercâmbio contínuo, e que para entender algo é necessário entendê-lo num contexto global, pois cada um das partes desenvolve relações como componentes de um sistema maior, nesse sentido Bertalanffy (1977: 53) afirma:

É necessário estudar não somente partes e processos isoladamente, mas também resolver os decisivos problemas encontrados na organização e na ordem que os unifica, resultante da interação dinâmica das partes, tornando o comportamento das partes diferente quando estudado isoladamente e quando tratado no todo.

O conceito ecológico utilizando o instrumental lógico dos sistemas permite estudar as relações entre os diversos componentes do meio ambiente (TRICART, 1977: 28). Os sistemas naturais foram definidos por Tricart (1977: 23) como “um conjunto de fenômenos que se processam mediante fluxos de matéria e energia em equilíbrio dinâmico, com relações de dependência mútua entre os seus componentes”. Por exemplo, não é possível entender a dinâmica e gênese do relevo, sem que se verifique o tipo de substrato rochoso, seus arranjos estruturais, os processos pedogenéticos e, sobretudo, o regime climático atuante.

Esse equilíbrio, entretanto, é freqüentemente alterado pelas intervenções humanas, gerando estados de desequilíbrios temporários ou até permanentes (ROSS, 2007), pois o homem, como ser social, interfere na paisagem ao construir e reordenar os espaços físicos através da implantação de cidades, estradas e atividades agrícolas entre outras, com implicações a médio e longo prazo, face ao desperdício dos recursos naturais e a degradação generalizada, levando a perda da qualidade ambiental e de vida (ROSS, 1994).

Frente a esses desequilíbrios, um dos objetivos de administrar e ordenar o território consiste na redução da instabilidade morfodinâmica, pois os processos morfogenéticos, fatores importantes para a dinâmica da superfície terrestre, em que os processos endógenos e exógenos são mais atuantes, interferem de forma limitante no desenvolvimento dos seres vivos (TRICART, 1977: 32). Em função

disso, torna-se cada vez mais importante o Planejamento Físico Territorial, não apenas através de uma perspectiva social e econômica, mas, sobretudo ambiental (ROSS, 1994).

Através da determinação taxonômica de tipos de unidades ambientais em detrimento do grau de estabilidade ou instabilidade morfodinâmico que o meio natural apresenta, Tricart (1977) propôs que a análise da paisagem parta da identificação de Unidades Ecodinâmicas. A idéia está integrada no conceito de ecossistemas, onde o ponto de partida é a análise dos sistemas morfogênicos naturais, bem como, dos processos que se associam para lhes dar origem.

O grau de estabilidade de um ambiente, em razão da integração dos dados morfogenéticos (clima, litológica, topografia, etc.) e dos processos de degradação antrópica (uso do solo), está baseado na relação dos processos morfogênico – pedogênico - organização do território. Pois ao estudar a forma que se organiza o espaço é possível determinar como uma ocupação irá se inserir na dinâmica natural (TRICART, 1977: 35), assim, de acordo com Tricart:

[...] a gestão dos recursos ecológicos deve ter por objetivo a avaliação do impacto da inserção da tecnologia humana no ecossistema. Isso significa determinar a taxa aceitável de extração de recursos, sem degradação do ecossistema, ou determinar quais as medidas que devem ser tomadas para permitir uma extração mais elevada com a menor degradação possível. (TRICART, 1977: 33).

As Unidades Ecodinâmicas propostas por Tricart (1977) foram identificadas e divididas em três classes denominadas: meios estáveis, meios integrades e meios fortemente instáveis. Os Meios estáveis são aqueles que ainda se apresentam em equilíbrio dinâmico natural sem interferência humana, no qual os processos pedogenéticos são mais atuantes em relação aos morfogenéticos. Os Meios Integrades são aqueles que se encontram em um processo de transição gradual entre os meios estáveis e instáveis. Já os Meios Fortemente Instáveis são aqueles que sofreram alguma degradação ou interferência humana, apresentando dessa forma algum desequilíbrio, nesses meios os processos morfogenéticos agem mais intensamente em detrimento dos processos pedogenéticos (TRICART, 1977: 35).

Ross (1994) inseriu novos critérios à análise das Unidades Ecodinâmicas

proposta por Tricart (1977) a fim de que esses conceitos pudessem ser utilizados como base para um Planejamento Ambiental, estabelecendo as Unidades Ecodinâmicas Estáveis ou de Instabilidade Potencial e Unidades Ecodinâmicas Instáveis ou de Instabilidade Emergente.

As **Unidades Ecodinâmicas Estáveis** chamadas também **Unidades Ecodinâmicas de Instabilidade Potencial**, possuem algum grau de instabilidade em função de suas características genéticas – tipos de solos, declividade e regime pluviométrico – atuantes. Já as **Unidades Ecodinâmicas Instáveis** ou **Unidades Ecodinâmicas de Instabilidade Emergente** são aquelas que de alguma forma, aliadas a fragilidade potencial natural, sofrem degradação frente às intervenções antrópicas.

Essas unidades ecodinâmicas foram hierarquizadas de forma que os níveis de instabilidade tanto potencial como emergente são divididos em graus que vão de **Instabilidade Muito Baixa a Muito Alta**. Dentro do conceito de fragilidade ambiental, convém destacar os termos **Fragilidade Ambiental Potencial e Fragilidade Ambiental Emergente**, utilizados no presente estudo.

A alteração nos diferentes componentes da natureza acarreta o comprometimento da funcionalidade do sistema, quebrando o seu estado de equilíbrio dinâmico (SPÖRL & ROSS, 2004). A necessidade de estudos mais detalhados e que esclareçam as relações entre o meio natural, cada vez mais modificado pelo homem, devem orientar práticas que minimizam efeitos negativos ao meio, através de uma ótica preservacionista. Esses planejamentos devem levar em conta as potencialidades dos recursos, mas, sobretudo as fragilidades dos ambientes naturais em função das formas de ocupação do homem (ROSS, 1994).

Os estudos relativos à fragilidade são expressos por cartas e textos, documentos importantes ao Planejamento Ambiental, devem ter como centro de preocupação o desenvolvimento sustentado, onde preservação, conservação e recuperação ambiental devem estar lado a lado com desenvolvimento tecnológico, econômico e social (ROSS, 1994).

2.2 Bacias Hidrográficas como Unidades de Planejamento Ambiental

O conceito de bacia hidrográfica está associado de forma geral, a uma compartimentação geográfica delimitada por divisores de água, drenada por um rio principal e seus afluentes. Em outros termos, pode ser definida como uma “área de captação natural da água da precipitação que faz convergir os escoamentos para um único ponto de saída, seu exutório” Silveira (1997). De acordo com Christofolletti (1980: 102) “é definida por uma área drenada por um determinado rio ou por um sistema fluvial, composto por um conjunto de canais de escoamento inter-relacionados”, o autor destaca ainda a importância dos rios como sendo responsáveis pelos processos morfogenéticos mais ativos na esculturação da paisagem terrestre. Sobre o conceito de bacia hidrográfica Cunha & Guerra, (2010, p: 353) definem:

As bacias hidrográficas, de qualquer hierarquia, formam uma rede interligada pelos divisores topográficos, em que cada uma delas drena água e material, sólido e dissolvido, para uma saída comum ou ponto terminal, podendo ser um rio de hierarquia igual ou superior, lago, reservatório, ou oceano.

Com diferentes níveis hierárquicos, uma bacia hidrográfica de menor tamanho pode estar inserida em outras de áreas maiores, estas são denominadas sub-bacias hidrográficas (Botelho, 1999). Superfície terrestre onde é possível estabelecer as inter-relações dos elementos constituintes da paisagem, bem como os processos que atuam na sua esculturação, alterações essas que ocorrem na maioria das vezes de forma natural. Entretanto, processos de desequilíbrios que modificam a paisagem têm ocorrido de forma acelerada nas últimas décadas com a ação do homem. Dessa forma, o caráter integrador das dinâmicas ocorridas nas bacias de drenagem revelam “excelentes áreas de estudo para o planejamento”, uma vez que, mudanças significativas em qualquer dessas unidades, podem gerar alterações, efeitos e ou impactos a jusante (CUNHA & GUERRA, 2010). Levando vantagem sobre unidades de planejamento que são delimitadas por outros atributos – político- administrativos como distritos e municípios, por exemplo - pois tem sua delimitação baseada em critérios geomorfológicos – naturais (BOTELHO, 1999).

Os primeiros estudos utilizando formalmente a bacia hidrográfica como unidade de planejamento aconteceu nos Estados Unidos da América, com a criação do Tennessee Valley Authority, em 1933. Com a promulgação do Código Florestal – Lei nº 4.771/65 – tomam forma alguns dos princípios doutrinários sobre o meio ambiente, como o da sustentabilidade e o da prevenção, que levam a uma nova abordagem da questão ambiental no Brasil. O código Florestal definiu as áreas de preservação permanente, protegendo de forma indireta, a quantidade e a qualidade das águas ao determinar a preservação das florestas e das matas ciliares situadas ao longo de cursos de água, nascentes, lagos, lagoas ou reservatórios (BRASIL 2007, p.79).

A compreensão e a consistência do conceito de bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gestão, passou a ser ampliado, mobilizando o governo federal na criação de novos instrumentos legais que permitissem o aprimoramento da gestão dos recursos hídricos, e foi nos anos 1980 que ocorreram os principais avanços no que se refere à estruturação da área de meio ambiente (BRASIL, 2007: 82).

Com uma maior consciência pela necessidade de aparato legal para a proteção do meio ambiente e disciplinamento da atividade produtiva com impacto sobre os recursos naturais, instituiu-se a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, disposta sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, com bases para a busca do desenvolvimento sustentável, que estabeleceu princípios protetores e garantidores do meio ambiente, instituiu objetivos e instrumentos da política nacional e induziu à consolidação, no ordenamento jurídico brasileiro, do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e respectivo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) (BRASIL, 2007: 82).

A agenda 21 assinada em 1992 no Rio de Janeiro por 170 países, discutiu a essência do que é desenvolvimento sustentável, estabelecendo que as ações de ocupação do território devam ser precedidas de uma análise abrangente de seus impactos no ambiente, a curto, médio e longo prazo. Segundo aquele documento a comunidade global seria um reflexo das tendências e escolhas feitas nas comunidades locais de todo o mundo, pois pequenas ações locais têm impactos globais em larga escala. Algumas ações prioritárias estabelecidas foram a implementação e ampliação das Unidades de Conservação; a recuperação, revitalização e conservação de bacias hidrográficas e de seus recursos vivos; a

conservação de espécies ameaçadas e recuperação de seus hábitat (SMAM/PMPA, 2002).

As bacias hidrográficas como unidade espacial bem definida, tendo seus principais componentes - solo, água, vegetação e fauna - em permanente dinâmica e interação, são excelentes áreas de estudo, sobretudo como unidades de planejamento e gestão. Todas as atividades exercidas em sua área, que possam comprometer o meio ambiente, refletem diretamente no recurso hídrico e em todo o ecossistema circundante. Por esse motivo, em 1997 foi instituída a Política Nacional de Recursos Hídricos, pela Lei n 9433 de 8 de janeiro de 1997, e criado o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos – SINGREH, incorporando princípios de normas para a gestão de recursos hídricos e adotando a definição de bacias hidrográficas como unidade de planejamento e gestão. (BRASIL, 2007).

As metodologias para um planejamento ambiental são organizadas dentro de uma estrutura que envolve pesquisa, análise e síntese. A pesquisa esta baseada nos inventários físico e social. A análise consiste na etapa de elaboração e organização dos dados, bem como a geração de diagnósticos e prognósticos. Na última etapa, a de síntese, e que se tem a aplicação efetiva do estudo. (SADECK, 2009)

O planejamento ambiental consiste em avaliar a sensibilidade dos fatores naturais, que compõem a paisagem de um dado espaço, bem como, os danos causados pelos usos deste espaço, dessa forma, avalia as potencialidades dos recursos naturais e a difusão dos efeitos negativos, causados pelos usos antropicos a cada um desses fatores naturais (BRASIL, 1994: 10).

Para Cendrero (1982) *apud* Botelho (1999) o planejamento ambiental ou territorial é considerado como “atividade na qual se analisam os fatores físicos naturais, econômicos, sociológicos, e políticos de uma determinada zona e se estabelecem as formas de usos do território e de seus recursos na área considerada”. Pode-se entender assim o planejamento ambiental como interação de estudos físicos-bióticos e sociais de um determinado espaço, a fim de estabelecer um uso mais adequado em função das potencialidades e capacidades do meio.

Assim, o planejamento ambiental em bacias hidrográficas pode minimizar ou mesmo evitar a ocorrência de impactos ambientais decorrentes da ação antrópica

indiscriminada, tendo como objetivo, orientar a ocupação humana para que sejam resguardadas as áreas destinadas à preservação ambiental, tendo em vista a conservação dos recursos naturais, a forte instabilidade, fragilidade ambiental ou a alta suscetibilidade à erosão, movimentos de massa e inundações que certas porções da paisagem podem apresentar (BOTELHO, 1999).

2.3 Geoprocessamento Aplicado ao Planejamento Ambiental

A pesquisa ambiental se tornou uma preocupação cada vez mais constante na comunidade técnico-científica internacional e brasileira como um todo, decorrente da degradação ambiental gerada pelo desenvolvimento do capitalismo industrial, que tem na natureza sua principal fonte de matéria-prima. Até recentemente, no entanto, esses estudos eram feitos apenas em documentos em papel, o que dificultava uma análise que combinasse diversos mapas e dados. Em função da crescente demanda dos estudos científicos do meio ambiente, bem como a necessidade de manipulação de grande quantidade de dados ambientais, na sua maioria tratada em escalas diferentes de medição, a adoção de modernas técnicas estatísticas tornou-se uma importante ferramenta (SILVA, 1992).

Com o desenvolvimento simultâneo, na segunda metade do século XX, da tecnologia informacional, tornou-se possível armazenar e representar tais informações em ambiente computacional, abrindo espaço para o surgimento das geotecnologias (CÂMARA & MEDEIROS, 2001).

Inicialmente, a adoção de técnicas computacionais em pesquisas ambientais ocorreu com a utilização de sistemas gráficos que facilitaram os trabalhos de mapeamento. Como exemplo tem-se os CAD's (Computer Aided Design), utilizados para a confecção de mapas em diferentes escalas. Porém os CAD's apresentam restrições em termos de análise, por serem ferramentas de desenho digital, e não técnicas de geoprocessamento. Apesar disso, são utilizados de forma integrada, aplicando os desenhos gerados como base das informações trabalhadas num Sistema de Informação Geográfica - SIG. (COSTA, 1997 *apud* TEIXEIRA *et all*, 1992)

Destinado a tratar informações geográficas levando em conta a localização, a extensão e as relações espaciais dos fenômenos analisados, através de soluções matemáticas e computacionais (*hardware e software*), pode-se definir o geoprocessamento como um ramo do conhecimento que processa e transforma informações “numa base de dados referenciada territorialmente (geocodificada), usando recursos analíticos, gráficos e lógicos para a apresentação das transformações desejadas” (SILVA, 1992). Dentre as geotecnologias podemos destacar: sistemas de informação geográfica, cartografia digital, sensoriamento remoto, sistema de posicionamento global e topografia (ROSA, 2005).

O SIG (Sistema de Informação Geográfica) é “um conjunto de ferramentas especializadas em adquirir, armazenar, recuperar, transformar e emitir informações espaciais posicionadas geograficamente com relação a um sistema de coordenadas”. Como características principais tem-se a integração de informações espaciais numa base de dados única, combinando-as através de técnicas matemáticas a fim de gerar mapas variados, além de se ter a possibilidade de gerenciar e manusear dados georreferenciados através de consultas, visualizações e plotagem dos dados (CÂMARA & MEDEIROS, 2001). A figura abaixo demonstra a estrutura do SIG:

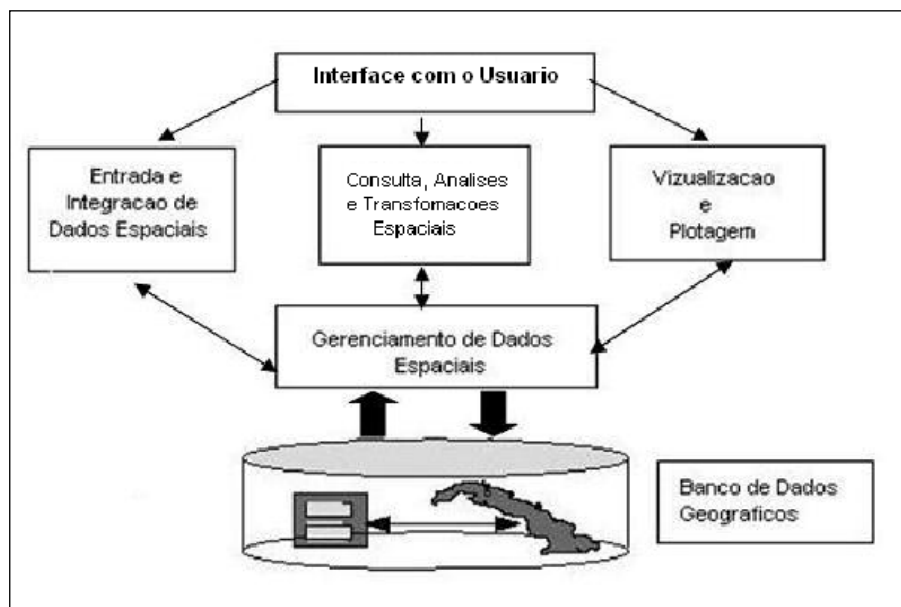


Figura 3: Estrutura de um Sistema de Informações Geográficas

Fonte: (Câmara & Medeiros, 2001).

A relação dos componentes num SIG ocorre de forma hierárquica, primeiro o sistema é operado e controlado pelo usuário, a seguir as informações espaciais são processadas - entrada, edição, análise, visualização e saída – e por fim o armazenamento e recuperação dos dados espaciais e seus atributos ocorre através do gerenciamento de bancos de dados. Assim, os Sistemas de Informações Geográficas aplicam-se como ferramenta para produção de mapas, como suporte para análise espacial de fenômenos e como um banco de dados geográficos, com funções de armazenamento e recuperação de informação espacial (CÂMARA & MEDEIROS, 2001).

Como objetivo principal, um SIG fornece ferramentas computacionais para diferentes análises espaciais, como evolução espacial e temporal de fenômenos e as interrelações entre eles. As funções de análise utilizam dados gráficos espaciais, que descrevem a forma e posição dos dados distribuídos na superfície terrestre, correspondendo às informações temáticas - tipo de solo, modelos numéricos do terreno, imagens, etc - e não espaciais, alfanuméricos, descrição e identificação, atributos esses, armazenados em banco de dados espaciais. Os dados espaciais são representados de duas formas, vetorial e matricial (“raster”) (CÂMARA & FREITAS, 2001).

O modelo Vetorial consiste num conjunto de elementos gráficos representados por um ou mais pares de coordenadas ajustados a superfície terrestre e representados por três formas básicas: pontos, linhas, áreas ou polígonos. Um ponto é um par ordenado (x, y) de coordenadas espaciais podendo possuir também informações não-espaciais (atributos). As linhas, arcos, ou elementos lineares são um conjunto de pontos conectados. Um polígono é a região do plano limitada por uma ou mais linha poligonais conectadas de tal forma que o último ponto de uma linha seja idêntico ao primeiro da próxima. Já o modelo matricial representa o espaço através de uma matriz $P(m, n)$ composto de m colunas e n linhas, onde cada célula possui um número de linha, um número de coluna, um valor correspondente ao atributo estudado associada a uma porção do terreno (CÂMARA & MONTEIRO, 2001)

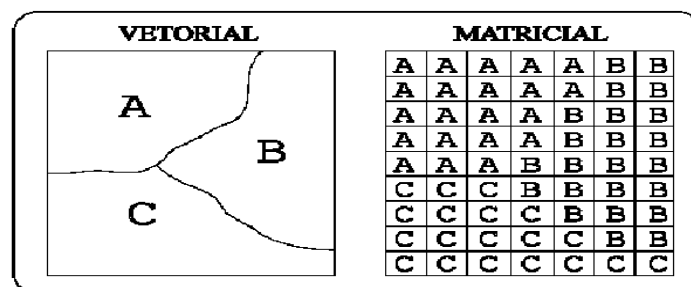


Figura 4: Representação de dados vetoriais e matriciais

Fonte: Medeiros & Câmara (2001)

As análises espaciais se constituem na chave para a resolução de problemas na gestão do ambiente, principalmente quando se pode sintetizar e exibir dados

espaciais de muitas maneiras, bem como combinar múltiplos temas para descobrir suas relações espaciais. Para isso, deve-se levar em conta a natureza essencialmente numérica das operações em computador e ao mesmo tempo, compreender a complexidade dos procedimentos lógico-matemáticos do Geoprocessamento e, dispor de metodologias que capturem a dinâmica dos processos espaciais, não representáveis explicitamente num banco de dados geográfico.

Os mapeamentos temáticos, como levantamentos geomorfológicos, litológicos, pedológicos e de cobertura vegetal, tem a finalidade de caracterizar e entender a forma como se organiza o espaço com o objetivo de estabelecer bases para estudos futuros, trazendo significados além da localização. Estes dados são obtidos a partir de levantamento de campo, inseridos no sistema de forma mais automatizada, digitalização de cartas analógicas ou, a partir de classificação de imagens (MEDEIROS & CÂMARA, 2001).

As operações de análise e integração de informações temáticas podem ser conduzidas através de uma lógica de sobreposição de dados, definidas por regras empíricas de cruzamento ou, através do suporte da formulação de modelos matemáticos e estatísticos. Estão diretamente ligadas ao conhecimento e à experiência do usuário que, com o objetivo de obter um resultado, submete seus dados a um tratamento específico (PINTO & GARCIA, 2005). O produto do mapeamento temático consiste na sobreposição de níveis de informações que ocupam um mesmo espaço, na íntegra ou parcialmente, atribuindo-se um peso ou um significado aos fenômenos, a escolha dos profissionais encarregados da análise ou referente à metodologia utilizada no estudo. O documento final apresenta uma síntese de todos os pesos ou significados atribuídos aos dados analisados (SANN, 2005).

Toda ação de planejamento, ordenação ou monitoramento do espaço deve incluir a análise dos diferentes componentes do ambiente, incluindo o meio físico-biótico, as ocupações humanas e seu inter-relacionamento, segundo Medeiros & Câmara (2001). Dessa forma, os Sistemas de Informações Geográficas consistem numa das principais ferramentas utilizadas no planejamento ambiental-territorial, uma vez que esses instrumentos permitem a integração de informações coletadas de diversas fontes, podendo ser cruzadas, interpoladas para obtenção dos resultados, facilitando assim a tomada de decisões (SADECK, 2009).

3. PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS E PRESSUPSTOS METODOLÓGICOS

3.1 Materiais

O estudo proposto desenvolveu-se em etapas de levantamentos bibliográficos sobre pesquisas realizadas em âmbito regional da área de estudo, como estudos geomorfológicos, geológicos, pedológicos e de uso e ocupação da terra, assim como a documentação cartográfica dos municípios de Porto Alegre e Viamão. Os materiais de apoio utilizados para a confecção dos mapas foram:

- Base cartográfica vetorial contínua do Rio Grande do Sul, dados dos municípios de Porto Alegre e Viamão, elementos da altimetria (pontos cotados e curvas de nível), hidrografia, limites municipais e estadual, em meio digital produzida pelo Centro de Ecologia da UFRGS, resultado da vetorização das cartas da Diretoria de Serviço Geográfico do Exército (DSG) e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), na escala 1:50.000 do estado do Rio Grande do Sul;
- Base cartográfica do Diagnóstico Ambiental de Porto Alegre, conjunto de dados espaciais digitais no formato *shape file*, convertidos para a projeção UTM referidos ao datum SAD 69 (South American Datum – 1969) compatíveis a escala de 1:15.000, produzida pelo Centro de Ecologia da UFRGS. Serviram de base para o estudo os seguintes planos de informação: limite municipal, rede de drenagem, eixos e geologia. Para a confecção das cartas de fragilidade utilizou-se os planos de informação dos limites das bacias hidrográficas, solos e da vegetação e ocupação dos solos;
- Mapas Geomorfológicos do Município de Porto Alegre, escala 1:50.000 e Viamão escala 1:50.000 disponibilizados pelo Laboratório de Geografia Física do Departamento de Geografia da UFRGS
- Recorte de imagem do satélite QuickBird obtidas através do Software Google Earth, do ano de 2006;
- Aplicativo de Sistema de Informações Geográficas ArcGis 9.2 utilizado para a

sobreposição dos planos de informação, análises espaciais, confecção e edição dos mapas;

- Aplicativo Computacional CorelDRAW X3 servindo de apoio para a edição de figuras utilizadas no trabalho.
- Aplicativos Word e Excel do Microsoft Office 2003, para a elaboração dos textos e tabelas do trabalho.

3.2 Metodologia

Conforme Ross (1994) a proposta da Análise Empírica da Fragilidade, parte dos estudos básicos do relevo, solo, geologia, clima, uso da terra e cobertura vegetal. Essas informações analisadas de forma integrada geram um produto síntese que expressa os diferentes graus de fragilidade que o ambiente possui em função de suas características genéticas e alterações antrópicas.

As etapas da análise das Fragilidades Ambientais da Bacia Hidrográfica do arroio Lami partiram da análise das potencialidades do ambiente através do reconhecimento dos elementos físico-bióticos: solos, geologia, relevo (declividade), e clima (pluviosidade). A construção de cartas temáticas dos parâmetros declividade, solos e uso e cobertura vegetal, são materiais base para a análise da fragilidade ambiental.

Segundo Ross (1994) as informações de geomorfologia, geologia e clima são utilizados em conjunto com as demais cartas como informações adicionais das dinâmicas genéticas. Assim utilizou-se as cartas geomorfológicas de Porto Alegre (DIAS *et all*, 2009) e Viamão (FUJIMOTO & SCHMITZ, 2004) mosaicadas e com escalas equivalentes, com elaboração baseada nas propostas de Ab'Saber (1969), de compartimentação e estruturação da paisagem, e da ordenação taxonômica de Ross (1992).

Utilizou-se também como produtos intermediários o mapa de Geologia, o limite da bacia hidrográfica do arroio Lami (HASENACK *et all*, 2008) e as bases cartográficas de rede de drenagem, limites municipais e limite estadual (HASENACK & WEBER, 2010).

O limite da bacia hidrográfica do Lami foi reelaborado, pois o limite

proveniente do Diagnóstico Ambiental de Porto Alegre abrangia somente a porção da bacia pertencente ao município de Porto Alegre, bem como os demais dados do Diagnóstico. Para tanto, o limite referente à Viamão, foi elaborado através da base cartográfica de altimetria (pontos cotados e curvas de nível) da base cartográfica contínua do RS (HASENACK & WEBER, 2010) traçando-se a linha divisória sobre as cotas mais elevadas, no aplicativo ArcGIS 9.2.

3.2.1 Mapa de Declividade

A declividade do terreno influencia na concentração, dissipação e velocidade do escoamento das águas pluviais, na qual associada a intensidade das chuvas e tipos de solos tem por consequência a maior ou menor susceptibilidade à erosão, bem como riscos de movimentos de massa e processos de inundações (CUNHA & GUERRA, 2010).

A determinação da fragilidade do relevo através das classes de declividade é o primeiro grande indicador da Fragilidade Potencial de uma bacia hidrográfica, pois é uma variável determinante para as aptidões e limites de uso da terra. Para tanto, Ross (1994) utilizou intervalos de classe já consagrados em estudos de Capacidade de uso/Aptidão agrícola, associados com limites críticos de geotecnia, determinando os graus de fragilidade da declividade de acordo com a susceptibilidade à erosão através do escoamento superficial, conforme tabela 1:

Tabela 1: Classes de Declividade

Categorias Hierárquicas	Classes
Muito Baixa	< 6%
Baixa	de 6 a 12%
Média	de 12 a 20%
Alta	de 20 a 30%
Muito Alta	> 30%

Fonte: Adaptado de Ross (1994)

A elaboração do Mapa de Declividade deu-se através da confecção do Modelo Digital de Elevação (MDE) gerado automaticamente através da interpolação dos dados de altimetria (curvas de nível e pontos cotados). O MDE foi construído através da ferramenta *3D Analyst Tools > TIN Creation* do Software ArcGIS 9.2, no qual cria uma Rede Triangular Irregular (TIN), onde a superfície é convertida em triângulos conectados pelos dados de altimetria. Do produto resultante tem-se um mapa em três dimensões da bacia revelando as formas topográficas, assim tem-se a possibilidade de se confeccionar mapas hipsométricos e de declividade (MEDEIROS & CÂMARA, 2001). Após a geração do TIN, as classes de declividade foram reclassificadas conforme os graus de fragilidade, e como produto obteve-se o Mapa de Fragilidade das Classes de Declividade.

3.2.2 Mapa dos Solos

Os solos como corpos naturais dinâmicos integrados na paisagem, possuem características específicas herdadas do material de origem e dos processos de sua formação (clima, vegetação e relevo) que ocorrem ao longo do tempo, fator seguinte que determina a Fragilidade Potencial de um meio. A interação entre solo e o seu meio ocorrem quando o material de origem é afetado por agentes externos (clima, plantas e animais) que levam a modificações que se refletem nas características morfológicas, físico-químicas e mineralógicas dos mesmos.

Alguns solos frente às suas características genéticas, aliados ao tipo de uso, ao clima, à posição das encostas, à fauna à flora – fatores esses que afetam o ambiente em que o solo está inserido – determinam a maior ou menor susceptibilidade à erosão. (PALMIERI & LARACH, 2010). Dessa forma, Ross (1994) enfatiza que os critérios para a análise da fragilidade dos solos parte das características de textura, estrutura, plasticidade, grau de coesão e profundidade/espessura dos horizontes superficiais e subsuperficiais. As classes de fragilidade ou erodibilidade dos solos frente ao escoamento superficial das águas pluviais foi determinada por Ross (1994, 2007), Quadro 1:

Quadro 1: Classes de Fragilidade dos Solos

Classes de Fragilidade	Tipos de Solos	Código
Muito Baixa	Latossolo Roxo, Latossolo Vermelho-escuro e Vermelho-amarelo com textura argilosa	1
Baixa	Latossolo Amarelo e Latossolo Vermelho-Amarelo com textura média/argilosa	2
Média	Latossolo Vermelho amarelo, Terra Roxa, Terra Bruna e Argissolo Vermelho-amarelo com textura média/argilosa	3
Alta	Argissolos Vermelho-amarelo com textura média/arenosa e Cambissolos	4
Muito Alta	Argissolos vermelho ou amarelos com cascalho, Neossolos Litólicos, Neossolos Flúvicos, Planossolos e Solos Hidromórficos.	5

Fonte: Adaptado de Ross (1994, 2007)

A elaboração do Mapa de Solos e de Classes de Fragilidade dos Solos partiu da individualização dos polígonos dos tipos de solos correspondentes à bacia hidrográfica do Lami provenientes do plano de informação dos solos do Diagnóstico Ambiental de Porto Alegre. Os dados de solo referente ao Município de Viamão foram elaborados através do Mapa Geomorfológico de Viamão. Com a individualização dos solos da bacia referente a Porto Alegre e determinação dos solos de Viamão os layers foram reunidos num plano de informação único e depois hierarquizados conforme as classes de fragilidades indicadas no Quadro 1.

3.2.3 Mapa de Fragilidade Ambiental Potencial

Para a construção do **Mapa da Fragilidade Ambiental Potencial**, fez-se o cruzamento das cartas temáticas de Declividade e dos Solos, devidamente hierarquizados segundo seus graus de fragilidade. Para o cruzamento é necessário

que as informações estejam no formato raster, para isso fez-se a conversão do formato vetorial para o formato raster. O cruzamento dos mapas de declividade e solos foi feito através da ferramenta *Spatial Analyst Tools > Overlay > Weighted Overlay*, do SIG ArcGis 9.2 (WILLISON, 2001).

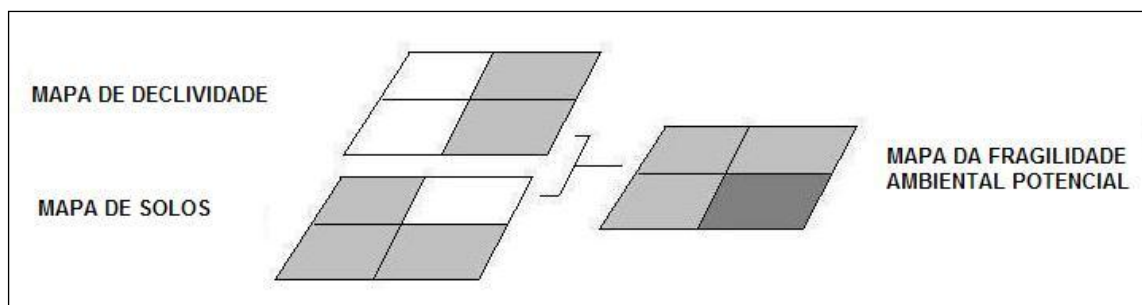


Figura 5: Esquema do cruzamento de mapas para a determinação da Fragilidade Ambiental Potencial.

Fonte: Michelli de Oliveira Schneider

3.2.4 Mapa de Uso e Cobertura dos Solos

A forma do uso e a cobertura dos solos são de grande importância para a determinação da fragilidade ambiental, pois é onde se verifica a relação do homem com a natureza, desse produto que parte a elaboração do Mapa de Fragilidade Emergente. A identificação dos usos e da cobertura vegetal determina o grau de proteção dos solos, que pode ser maior ou menor de acordo com o tipo de cobertura vegetal, práticas agrícolas, mineração, urbanização, bem como outros processos que podem determinar algum grau de proteção ou degradação do solo.

A vegetação tem influência através do seu porte e densidade que reduzem as taxas de erosão, pois é responsável pela proteção contra ação dos impactos das gotas de chuva, infiltração e escoamento das águas superficiais, bem como auxiliam na formação da matéria orgânica importante para a estabilidade dos solos (CUNHA & GUERRA, 2010). A análise do uso da terra pode indicar a fragilidade de um ambiente, pois expressa as relações sócio-econômicas no território, através da apropriação e alterações da natureza pelo homem. A hierarquia de graus de proteção aos solos pelo uso e cobertura vegetal determinada por Ross (1994), encontra-se no Quadro 2:

Quadro 2: Classes de Proteção da Cobertura Vegetal em relação ao Uso do Solo

Classes de Fragilidade	Categorias - Tipos de Cobertura Vegetal	Código
Muito Alta	Florestas/Matas naturais, florestas cultivadas com biodiversidade	1
Alta	Formações arbustivas naturais com estrato herbáceo denso, formações arbustivas densas (mata secundária, Cerrado Denso, Capoeira Densa); Mata Homogênea de Pinus densa; Pastagens cultivadas com baixo pisoteio de gado, cultivo de ciclo longo	2
Média	Cultivo de ciclo longo em curvas de nível/terraceamento como o café, laranja com forrageiras entre ruas, pastagens com baixo pisoteio, silvicultura de eucalipto com sub-bosques de nativas	3
Baixa	Culturas de ciclo longo de baixa densidade (café, pimenta do reino, laranja com solo exposto entre ruas), culturas de ciclo curto (arroz, trigo, feijão, soja, milho, algodão com cultivos em curva de nível/terraceamento)	4
Muito Baixa	Áreas desmatadas e queimadas recentemente, solo exposto por arado recentemente, solos exposto ao longo de caminhos e estradas, terraplenagens, culturas de ciclo curto sem práticas conservacionistas, áreas urbanizadas	5

Fonte: Adaptado de Ross (1994)

Para a determinação do uso do solo do Município de Viamão tomou-se como base a Imagem do Satélite QuickBird do Google Earth, do ano de 2006, devidamente georreferenciada e com escala ajustada para 1:50.000, a partir daí

determinou-se visualmente os tipos de uso do solo de Viamão, unindo-os aos planos de informação da Vegetação e Ocupação da porção da bacia referente à Porto Alegre, do Diagnóstico Ambiental de Porto Alegre (Hasenack *et al*, 2008) previamente individualizada de acordo com os limites da bacia. Com a determinação dos usos da terra, gerou-se o Mapa de Uso e Cobertura do Solo e após hierarquização segundo os graus de proteção obteve-se o Mapa de Uso e Cobertura do Solo reclassificado.

3.2.5 Mapa de Fragilidade Ambiental Emergente

A construção do **Mapa da Fragilidade Ambiental Emergente**, que considera as características físicas aliada aos graus de proteção dos diferentes tipos de uso e cobertura vegetal, obteve-se através do cruzamento dos Mapas de Fragilidade Potencial e Mapa de Uso e Cobertura do Solo. As etapas de elaboração se deram da mesma forma da obtenção do Mapa da Fragilidade Ambiental Potencial, primeiro os dados de uso do solo foram rasterizados e depois se fez a sobreposição dos mapas através da ferramenta *Spatial Analyst Tools > Overlay > Weighted Overlay*, do SIG ArcGis 9.2 (WILLISON, 2001).

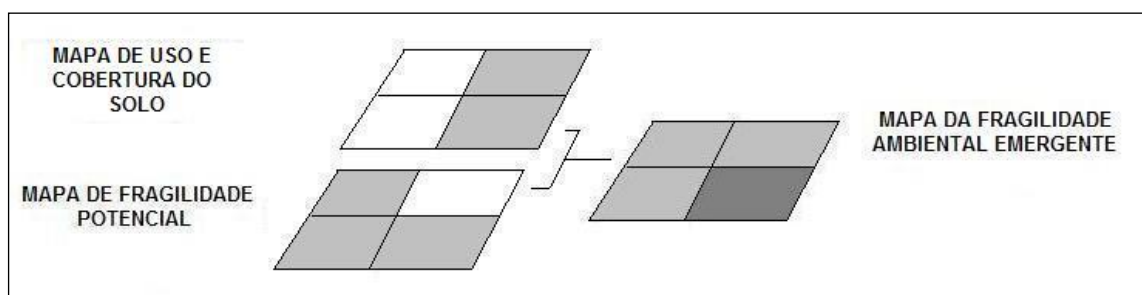


Figura 6: Esquema do cruzamento dos mapas para a determinação da Fragilidade Ambiental Emergente

Assim, a partir da elaboração dos **Mapas Temáticos de Declividade, Solos e Uso e Cobertura do Solo** devidamente hierarquizados conforme suas **Classes de Fragilidade** gerou-se os produtos finais: **Mapa de Fragilidade Ambiental Potencial** e **Mapa de Fragilidade Ambiental Emergente**.

4. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

4.1 Características Geomorfológicas, Geológicas e Pedológicas

Os mapas geomorfológicos de Porto Alegre e Viamão elaborado por Fujimoto *et al* (2004,2008) conforme metodologia proposta por Ross (1992), expressam o relevo cartograficamente através do conceito de Morfoestrutura, para as unidades maiores, e de Morfo escultura para as formas e tipos de relevos contidos nas unidades Morfoestruturais. Essas análises compreendem a gênese e dinâmica morfogenética da área de estudo descritas a seguir.

No âmbito regional, o município de Porto Alegre e Viamão estão localizados numa região de contato entre diferentes unidades Morfoestruturais do relevo do Rio Grande do Sul, Escudo Uruguaio Sul-Rio-Grandense e Bacia Sedimentar de Pelotas. De acordo com a compartimentação do relevo proposta por Suertegaray e Fujimoto (2004), essas Morfoestruturas contemplam as Morfoesculturas do Planalto Uruguaio Sulriograndense e a Planície e/ou Terras Baixas Costeiras, além dos sedimentos provenientes da Depressão Periférica.

O Planalto Uruguaio Sul-Rio-Grandense está representado predominantemente por rochas ígneas e metamórficas de idade Pré Cambriana do Cinturão Orogênico Dom Feliciano que se formou num período de atividades de movimentações durante o afastamento das Plataformas Sul Americana em relação à Africana. O Planalto possui características tectônicas e litológicas na sua formação e graus de dissecação diferenciados chegando a altitudes médias na região metropolitana de Porto Alegre entre 50 e 100 metros (DIAS *et al*, 2009)

A morfologia é constituída por formas de morros e colinas. Estão representadas em Porto Alegre por formas associadas e isoladas, localizados predominantemente na parte central e no limite leste do município, junto a Viamão, que neste se situam a oeste do município, formando uma faixa alongada na direção predominante N-S. Possuindo dimensões variadas as formas em morros apresentam as maiores altitudes e declividades em Porto Alegre e Viamão. A média das maiores altitudes variam entre 140 e 240 metros com declividades predominantes entre 10 a 20% e 20 a 30% (FUJIMOTO *et al*, 2004; 2008). Os morros São Pedro com altitude

de 289 m, e da Extrema com altitude de 214 m, são exemplo dessa formação localizados na área de estudo e que determinam os limites topográficos da bacia.

As formações de morros isolados que emergem das terras baixas da região sul do município pertencem ao grande conjunto granítico da região central, que ficaram isolados devido ao preenchimento dos antigos vales do seu entorno por sedimentos depositados durante as transgressões marinhas (PORTO & MENEGAT, 1998). As altitudes variam entre 30 e 60 metros com declividades médias em torno de 5 a 10%. Essas formações são constituídas basicamente por rochas e sedimentos graníticos, os solos encontrados nas altas vertentes dessas formas são Neossolos Litólicos e Regolíticos, como também Cambissolos Háplicos, solos rasos com presença de afloramentos rochosos, já nas baixas vertentes associados a segmentos côncavos encontra-se solos mais profundos, os Argissolos (FUJIMOTO *et al*, 2004; 2008).

Os Padrões em Forma de Colinas ocorre em quase toda Porto Alegre na parte central e sul, já em Viamão se estende por todo o limite oeste abrangendo grande parte do município. Possuem altitudes médias que variam de 20 a 60 metros e 60 a 100 metros, com declividades que variam nas classes de 5 a 10% e de 10 a 20%. Possui características litológicas semelhantes aos morros com uma pequena cobertura superficial arenosa (FUJIMOTO *et al*, 2004; 2008). Nessas formações os solos são mais profundos e bem drenados, classificados como solos Argissolos Vermelho, Argissolos Vermelho-amarelo nas baixas vertentes e Cambissolos nas altas vertentes associados à declividade maiores que 5%, no caso da área de estudo (HASENACK *et al*, 2008).

A Planície e/ou Terras Baixas Costeiras se estende sobre os sedimentos Cenozóicos da unidade morfoestrutural denominada Bacia Sedimentar de Pelotas. Corresponde às áreas de sedimentação recente e sob forma de terras baixas, de material arenoso, que foi depositado durante os eventos transgressivos e regressivos ocorridos em ambiente costeiro, o que caracteriza formação de toda planície costeira gaúcha. O relevo da Planície e Terras Baixas Costeiras em Porto Alegre e Viamão estão associados predominantemente à deposição lagunar e fluvial, configurando-se em uma área homogênea e plana, representados por planícies e terraços lacustres, situados às margens dos arroios e do Guaíba. Os Padrões e Formas de relevo encontrados na área de estudo, associados a esta Morfoestrutura,

são os Padrões de Formas em Planícies Flúvio-Lagunares, Flúvio-Lagunares com cordões arenosos e Fluviais (FUJIMOTO & DIAS, 2008).

O Padrão de Formas em Planície Flúvio-Lagunares, acompanha a transição de morros e colinas, está situado em superfícies com ondulações muito suaves, chegando às altitudes de 20 metros e declividade inferiores a 2%. Constituído por depósitos holocênicos originários principalmente da segunda grande transgressão marinha (Sistema Laguna-barreira II), possui também contribuição de material originário das colinas e morros, bem como de detritos associados a depósitos lacustres. Os solos são caracterizados por serem mal drenados, localizados em áreas de várzea, encontram-se nesse padrão os solos Planossolos Hidromórficos, Gleissolos Háplicos e Plintossolos Argilúvicos (FUJIMOTO & DIAS, 2008).

O Padrão de Formas em Planície Flúvio-Lagunares com cordões arenosos ocorre em áreas muito planas com porções alagadas, cordões arenosos e dunas estáveis dispostas paralelamente às margens do Guaíba, possuem altitudes menores que 10 metros declividades inferiores a 2%. Nessa unidade que arroio Lami, bem como os demais arroios de regimes fluviais perenes do Município de Porto Alegre, fazem seus percursos, nascendo nas partes elevadas e desaguardo no Guaíba (DIAS *et al*, 2009). Possuem sedimentos holocênicos originária da quarta e última grande transgressão marinha (Sistema Laguna-barreira IV) de característica areno argilosos, com areias de grossa a finas de origem fluvial e lagunar. Os solos encontrados são os Neossolos Quartizarênicos e Gleissolos, são solos profundos de textura arenosa, bem drenados em superfície elevadas e mal drenados em áreas rebaixadas.

Por fim, são encontradas os Padrões em Formas de Planície Fluvial situada ao longo do trecho do arroio Lami em áreas planas com declividades e altitudes inferiores a 2% e 20 metros respectivamente. Possui sedimentos de erosão e deposição de planície fluvial de areias grossas conglomeráticas. Os solos originados de sedimentos flúvicos estão representados pelos Planossolos Hidromórficos, Gleissolos Háplicos e Neossolos Flúvicos.

Abaixo segue a descrição das características gerais dos solos, baseados no Sistema de Brasileiro de Classificação dos Solos (SiBCS) (EMBRAPA,1999), descritos e analisados também pelos autores Streck (2008) e Lepsch (2010), dos solos encontrados na Bacia Hidrográfica do Arroio Lami:

- **ARGISSOLOS:** solos normalmente profundos a muito profundos, bem drenados a imperfeitamente drenados, material de origem diversos, basaltos, argilitos, siltitos e granitos. Apresentam horizontes com diferenciação moderada a marcante nos perfis de cores vermelho-amareladas e com horizonte superficial arenoso espesso. Ocorrem em relevo montanhoso a suave ondulado, podendo estar associados a outros tipos de solos sendo considerados intermediários para outras ordens. Encontram-se subdivididos em cinco subordens: Bruno-Acinzentados, Acinzentados, Amarelos, Vermelhos e Vermelho-Amarelos, estes últimos localizados na área de estudo.
- **CAMBISSOLOS:** são solos rasos em estado inicial de formação, o nome do latim (*cambiare* = mudança) indica o estado de transformação, variam de bem drenados a imperfeitamente drenados. Ocorre em áreas de relevos acidentados, podendo apresentar fragmentos de rocha. Estão divididos em três subordens: Húmicos, encontrados em regiões montanhosas e frias; Flúvicos, ocorrem em planícies fluviais e Háplicos mais comuns ocorrendo em diversos ambientes, inclusive na Bacia Hidrográfica do Lami.
- **NEOSSOLOS:** solos rasos com pouca ou nenhuma evidência de horizontes pedogenéticos possuem perfis com horizontes A assentado diretamente sobre a rocha ou sobre o horizonte C (material inconsolidado de rocha alterada). Constituídos por sedimentos aluviais recentes ou de rocha em decomposição, encontrados nos mais variados ambientes. São classificados em quatro subordens: Litólicos, ocorrência em declives acentuados; Flúvicos, ocorrem em planícies fluviais; Regolíticos, encontrados em relevo montanhoso e os Quartzarênicos de ambientes planos a suave ondulado, verifica-se essas quatro classe na Bacia Hidrográfica do Arroio Lami.
- **PLINTOSSOLOS:** solos que apresentam acúmulo de óxidos de ferro e/ou alumínio, que constituem os horizontes plínticos ou pretroplínticos, são solos intermediários de outras ordens como os Latossolos, com restrição à percolação de água, imperfeitamente ou mal drenados. Tem ocorrência relacionada a terrenos de várzeas, áreas com relevo plano ou suavemente ondulado. Estão divididos em três subordens: Pétricos,

Argilúvicos e Háplicos, os Planossolos Argilúvicos encontram-se presentes na área de estudo.

- **PLANOSSOLOS:** solos minerais imperfeitamente ou mal drenados horizonte superficial ou subsuperficial eluvial, acentuada diferença de textura do horizonte A arenoso para o horizonte B, geralmente com acentuada concentração de argila, de permeabilidade lenta a muito lenta, muitas vezes com horizonte formado por lençol d'água suspenso, horizonte pã. São subdivididos em Nátricos e Háplicos com ocorrência nas baixadas do Rio Grande do Sul.
- **GLEISSOLOS:** esses solos encontram-se permanente ou periodicamente saturados por água, salvo se artificialmente drenados, possuem horizonte subsuperficial acinzentados. Ocorrem em relevos planos e rebaixados com alta umidade, saturados com água estagnada internamente, ou que saturam pelo fluxo lateral no solo. São divididos em quatro classes: Sálícos, Malênicos, Tiomórficos e Háplicos. Os Gleissolos Háplicos que ocorrem na área de estudo possuem horizonte superficial mais claro.

Na figura abaixo está demonstrada a localização na paisagem de alguns solos encontrados na Bacia Hidrográfica do Arroio Lami.

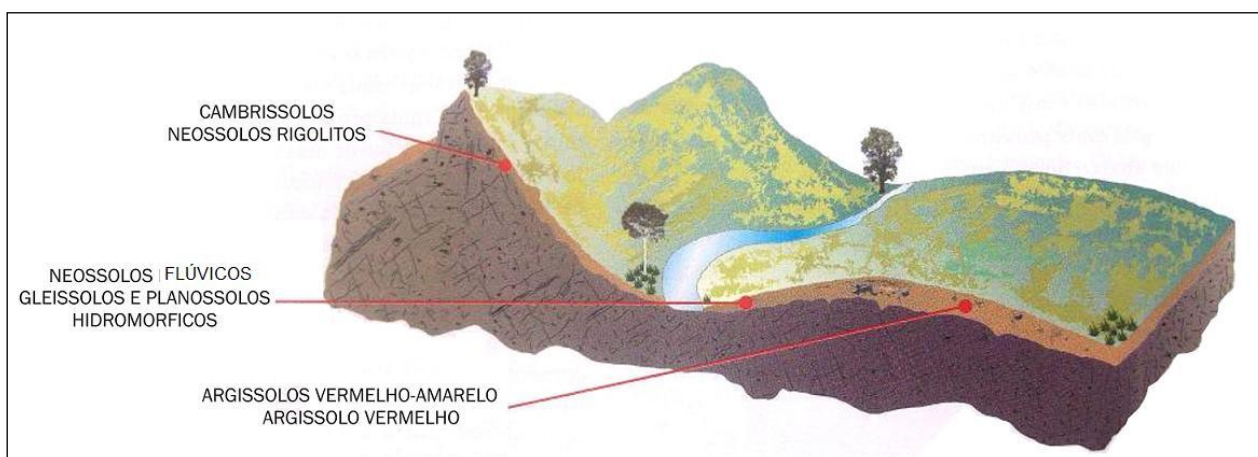


Figura 7: Localização na paisagem de solos encontrados na Bacia Hidrográfica do Arroio Lami

Fonte: Adaptado de Lepsch (2010)

4.2 Características da Vegetação e Climáticas

A vegetação de Porto Alegre e Viamão possuem características dos Biomas Pampas e Mata Atlântica. Conforme Hasenack *et al* (2008) predominam no município as Áreas de Tensão Ecológica, representada pelo contato de espécies de diferentes regiões, transição das formações florestais, campestres e pioneiras e as Formações Pioneiras, vegetação de influência fluvial e/ou lacustres estabelecidas em terrenos quaternários ou mal drenados. Em menor proporção encontram-se espécies da Floresta Estacional Semidecidual.

A cobertura vegetal original de Porto Alegre na sua maioria foi substituída por algum uso antrópico, como urbanização, mineração e agropecuária, restando pequenas porções da cidade que ainda apresentam remanescentes originais, como os campos e matas localizados no sul do município, localização a área de estudo. Os remanescentes dos morros de Porto Alegre distribuem-se de um modo geral, num mosaico entre mata e campo. A mata se apresenta mais desenvolvida na base dos morros, podendo apresentar árvores de até 15 metros de altura. Em função da modificação nas características dos solos ao avançar pelas encostas, ocorre a diminuição do porte da mata, nas partes altas dos morros, predominam os campos. Entre o campo e a mata ocorrem faixas de transição denominadas de “capoeiras” ou “vassourais”, compostas por espécies arbustivas que podem chegar a 4 metros de altura. São encontradas ainda espécies exóticas introduzidas pelo homem para fins de reflorestamento, arborização de ruas e outros (ECAP79, 1994).

Na área da bacia hidrográfica do Arroio Lami são encontrados quatro formações de mata: mata alta das encostas de morros (floresta ombrófila densa submontana de solos profundos), mata baixa dos morros e colinas (floresta ombrófila densa submontana de solos rasos), mata com figueiras em restinga com butiás e cactáceas (floresta ombrófila densa de terras baixas), mata aluvial (floresta estacional semidecidual aluvial). São encontradas ainda formações de campo (estepe) e campo com butiás e cactáceas (estepe-parque), banhado com maricás e macrófitos (formação pioneira de influência fluvial arbustiva, arbórea e herbácea) e mosaico vegetacional úmido com ilhas de matas com figueiras (formação pioneira de influência fluvial e floresta ombrófila densa de terras baixas) (PORTO & MENEGAT,1998).

As chuvas representam elemento climático relacionado aos desequilíbrios que se registram na paisagem das encostas. O volume de precipitação, associada a sua frequência - concentração em alguns meses do ano - são fatores a serem avaliados (Brasil, 1994: 41).

O regime climático de Porto Alegre apresenta como característica marcante uma grande variabilidade dos elementos do tempo meteorológico ao longo do ano. As precipitações ocorrem em todos os meses do ano, não havendo dessa forma uma estação de seca bem definida, com uma concentração maior nos meses de inverno. O clima é classificado segundo W. Köppen, como subtropical úmido (Cfa) por registrar valor de temperatura média do mês mais quente superior a 22°C e apresentar chuvas distribuídas ao longo do ano com precipitação média anual de aproximadamente 1200mm.

No levantamento das medidas de longo prazo entre os anos 1912 e 1997, segundo Livi (1998) os elementos climáticos de Porto Alegre apresentaram temperatura média do ar de 19,4° C, sendo que as médias das máximas e mínimas anuais atingiram 37,8 °C e 1,4 °C respectivamente. A umidade relativa do ar média medida foi de 76% e precipitação anual média chegando a 1.324 mm para esse período. Segundo a média histórica dos anos de 1961 – 1990 do Instituto Nacional de Meteorologia (2010) a média de precipitação anual para Porto Alegre é de 1347,6 mm, com os meses de agosto e setembro sendo os mais chuvosos, apresentando precipitação média mensal de 140 mm e 139,5 mm, respectivamente. O mês de abril apresentou menor índice de precipitação inferior a 90 mm (INMET, 2010).

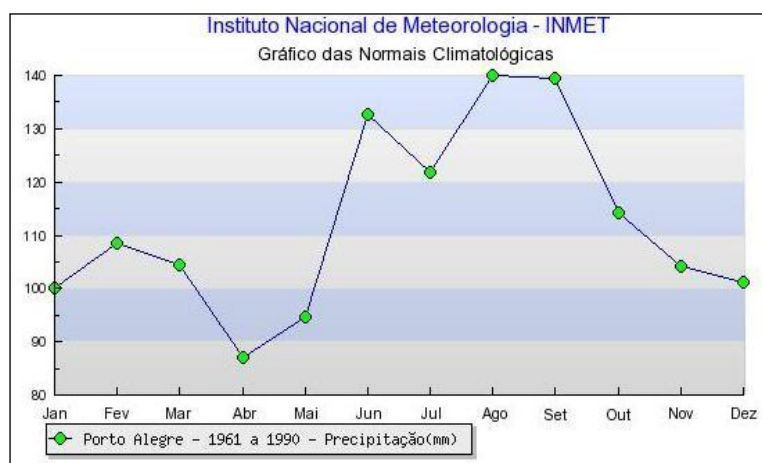


Figura 8: Normais climatológicas da precipitação, série histórica 1961-1990

Fonte: INMET (2010), www.inmet.gov.br.

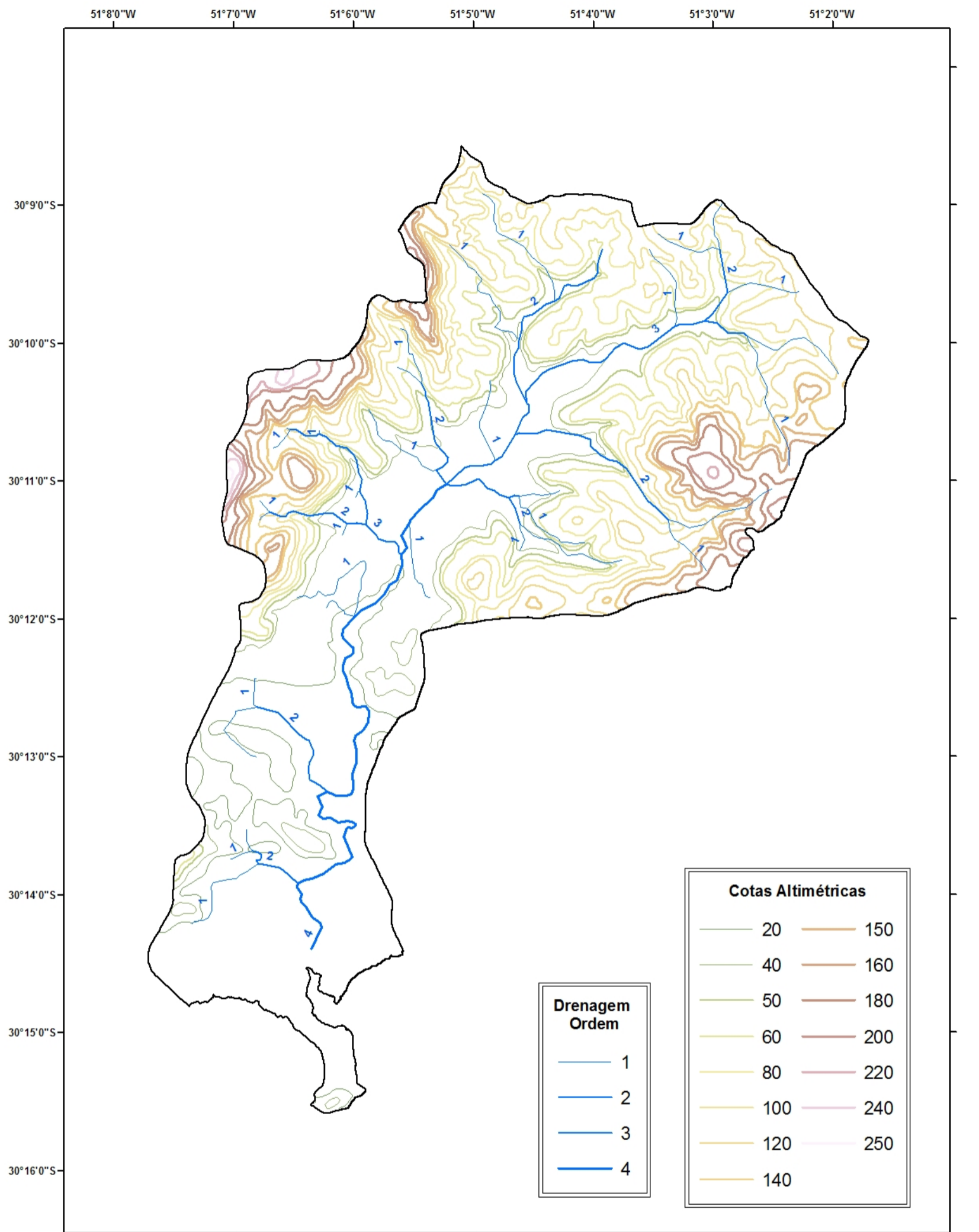
5. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

5.1 Mapas Base

A partir dos dados topográficos (curvas de nível e pontos cotados) e rede de drenagem, verificaram-se as características básicas da drenagem e altitudes do relevo da Bacia Hidrográfica do Arroio Lami conforme Figuras 9 e 10.

A rede de drenagem da Bacia Hidrográfica do Arroio Lami é classificada como de 4ª ordem, conforme ordenamento de Strahler (1957) apud Silveira (1997), que determina que os canais de primeira ordem são aqueles que não possuem tributários e quando dois cursos de água se unem, formam outro curso de ordem maior. Apresenta curso de água perene com extensão total da rede de drenagem de 59,5 Km, que relacionada à área da Bacia (51 km²) indica uma densidade de drenagem aproximada de 1,17 km/km².

Através o Modelo Digital de Elevação (MDE), obteve-se o mapa altimétrico e de declividade, o MDE apresenta quase que fidedignamente as formas de relevo encontradas na área de estudo. As cotas estão dispostas em 20 e 20 metros, na qual se encontram altitudes que variam de 20 a 260 metros nas porções mais elevadas.



Fonte: Base Cartográfica vetorial contínua do Rio Grande do Sul (HASENACK, 2010)
 Elaborado por: Michelli de Oliveira Schneider
 Data: Novembro/2010

Sistema de Coordenadas Geográficas Lat/Long

0 0,5 1 2 3 km
 Escala 1:50.000



Figura 9: Mapa Topográfico (curvas de nível) e Rede de Drenagem
 Fonte: Hasenack et al, 2008;2010

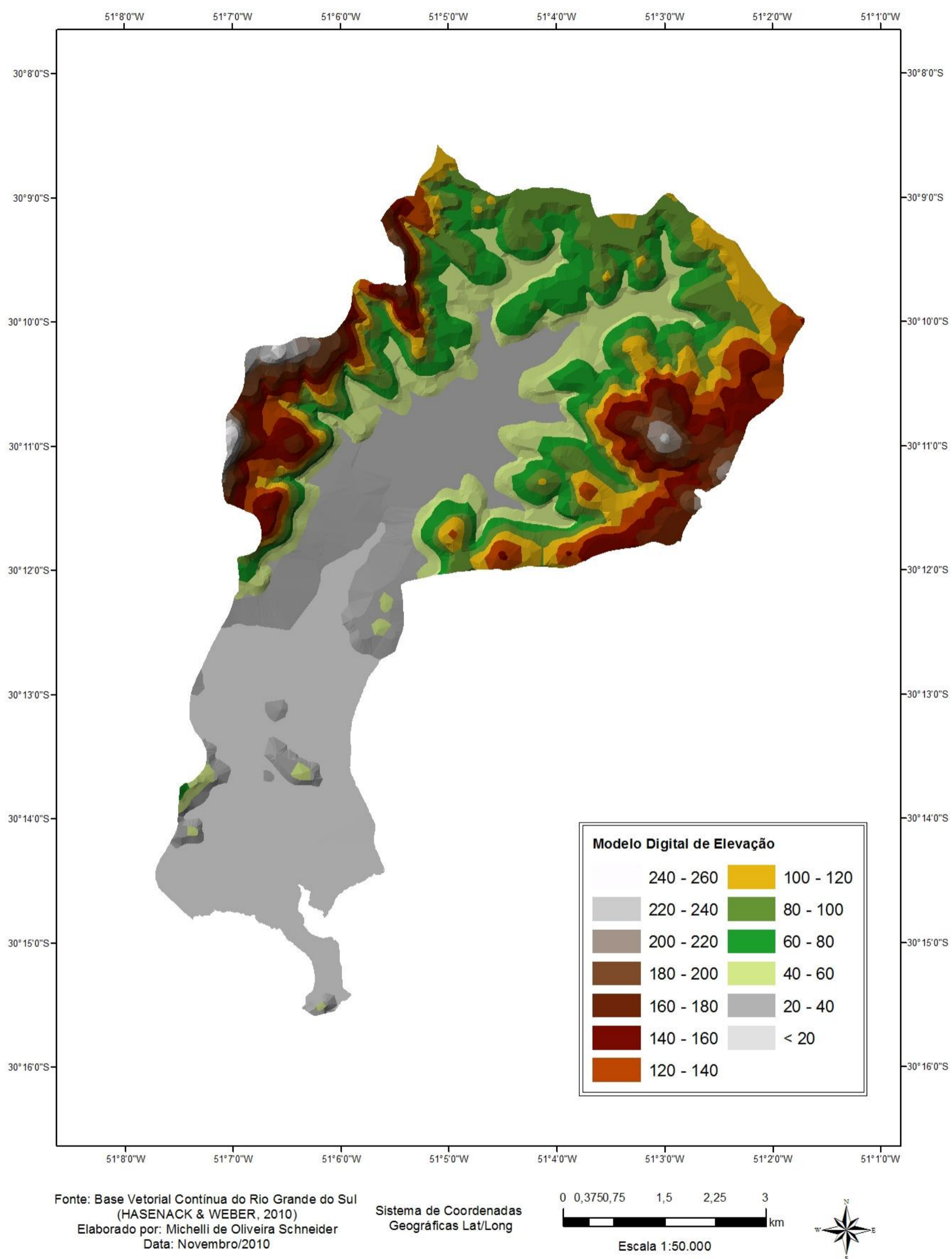


Figura 10: Modelo Digital de Elevação (MDE) da Bacia Hidrográfica do Arroio Lami
Fonte: Hasenack et al, 2008;2010

5.2 Mapa de Declividade e Classes de Fragilidade

A declividade, que serve de base para a determinação da Fragilidade Potencial da Bacia Hidrográfica Lami, influencia na concentração, dispersão e velocidade com que as águas escoam, determinando o maior ou menor escoamento superficial das partículas do solo. Em áreas planas a águas escoam de forma lenta, e água tem mais tempo de se infiltrar no solo, já em áreas de acentuado declive a velocidade do escoamento é maior (LEPSCH, 2010).

As classes de declividade verificadas na Bacia Hidrográfica do Lami indicam uma superfície predominantemente plana a levemente inclinada, na qual as classes com declividades menores que 6% são predominantes, bem como a seu grau de fragilidade que é muito fraco frente ao escoamento superficial das águas. No entanto, para melhor resultado deve-se associar as informações da declividade aos tipos de solos, assim é possível determinar mais claramente o grau de fragilidade da área de estudo.

Tabela 2: Classes de Declividade, de Fragilidade e Porcentagem em relação à área da Bacia Hidrográfica do Lami

<i>Classes de Declividade</i>	<i>Classes de Fragilidade</i>	<i>Área (km²)</i>	<i>Porcentagem na Bacia (%)</i>
< 6%	Muito Baixa	27,98	54,87
6 - 12%	Baixa	6,75	13,23
12 - 20%	Média	9,66	18,95
20 - 30%	Alta	4,54	8,91
> 30%	Muito Alta	2,07	4,04

Fonte: Hasenack & Weber (2010) e Ross (1994)

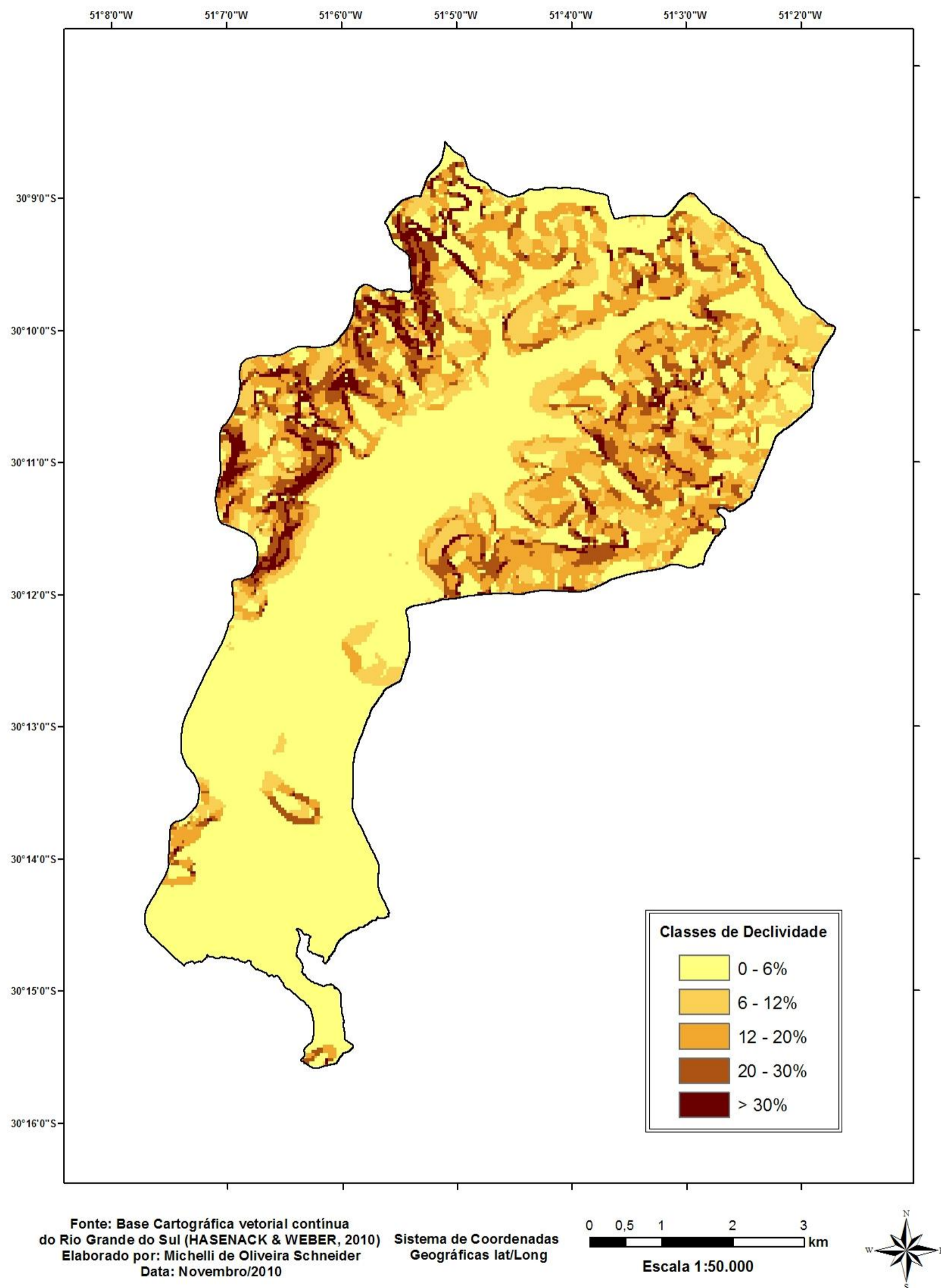


Figura 11: Mapa de Declividade da Bacia Hidrográfica do Arroio Lami
Fonte: Hasenack e Weber, 2010

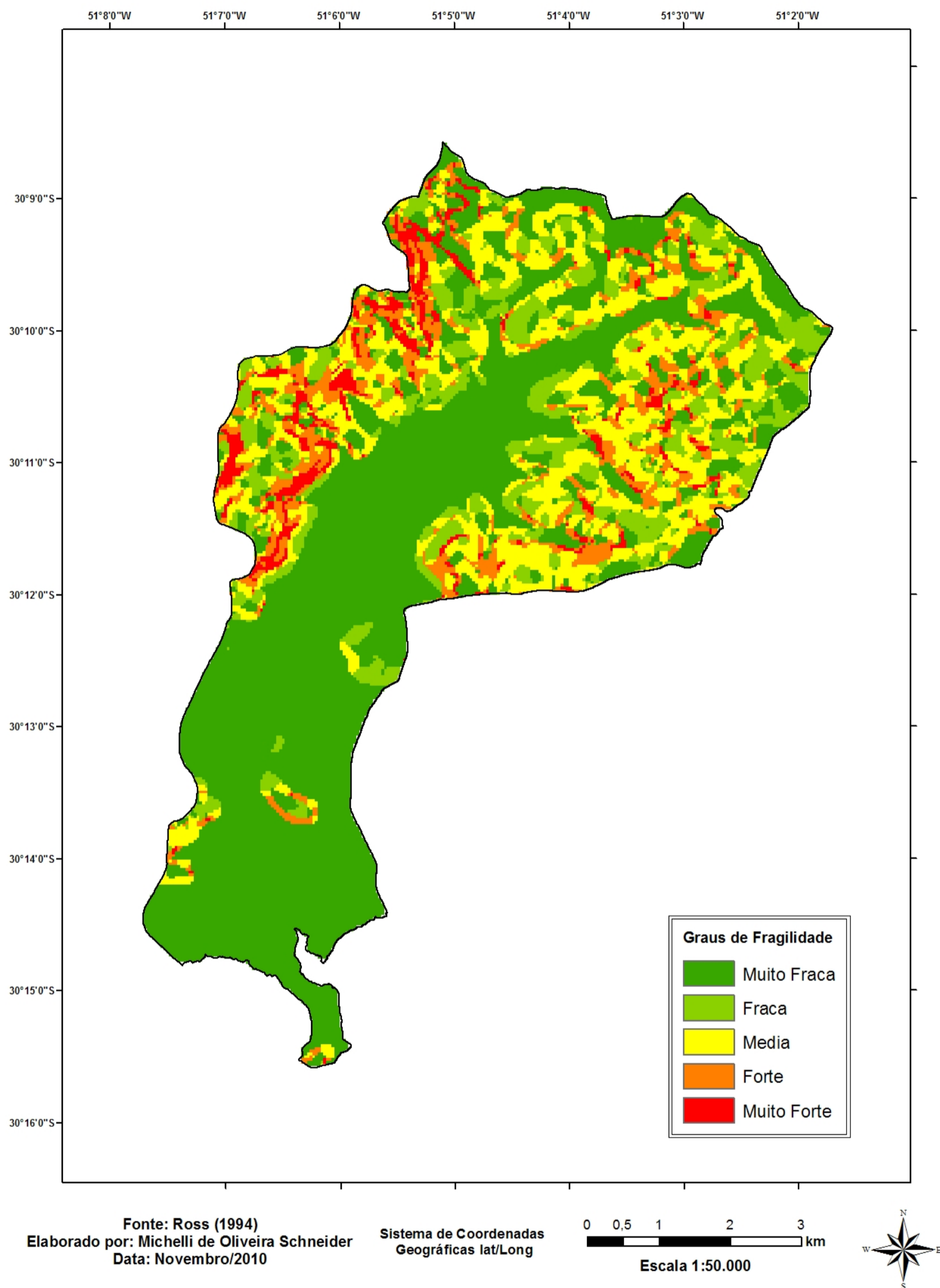


Figura 12: Mapa de Graus de Fragilidade da Declividade da Bacia Hidrográfica do Arroio Lami
Fonte: Ross, 1994

5.3 Mapa das Unidades dos Solos e Classes de Fragilidade

O mapa das unidades dos solos e sua hierarquização conforme sua fragilidade é a etapa seguinte, que junto aos dados de declividade determinam os Graus de Fragilidade Potencial da Bacia Hidrográfica do Lami. Os solos encontrados indicam que 99% dos solos da Bacia Hidrográfica do Lami possuem grau de Fragilidade Alta a Muito Alta, com apenas 1% dos solos apresentando Média Fragilidade.

Tabela 3: Unidades de Solos da Bacia Hidrográfica do Lami, Área, Porcentagem em relação à área da Bacia e respectivas Classes de Fragilidade

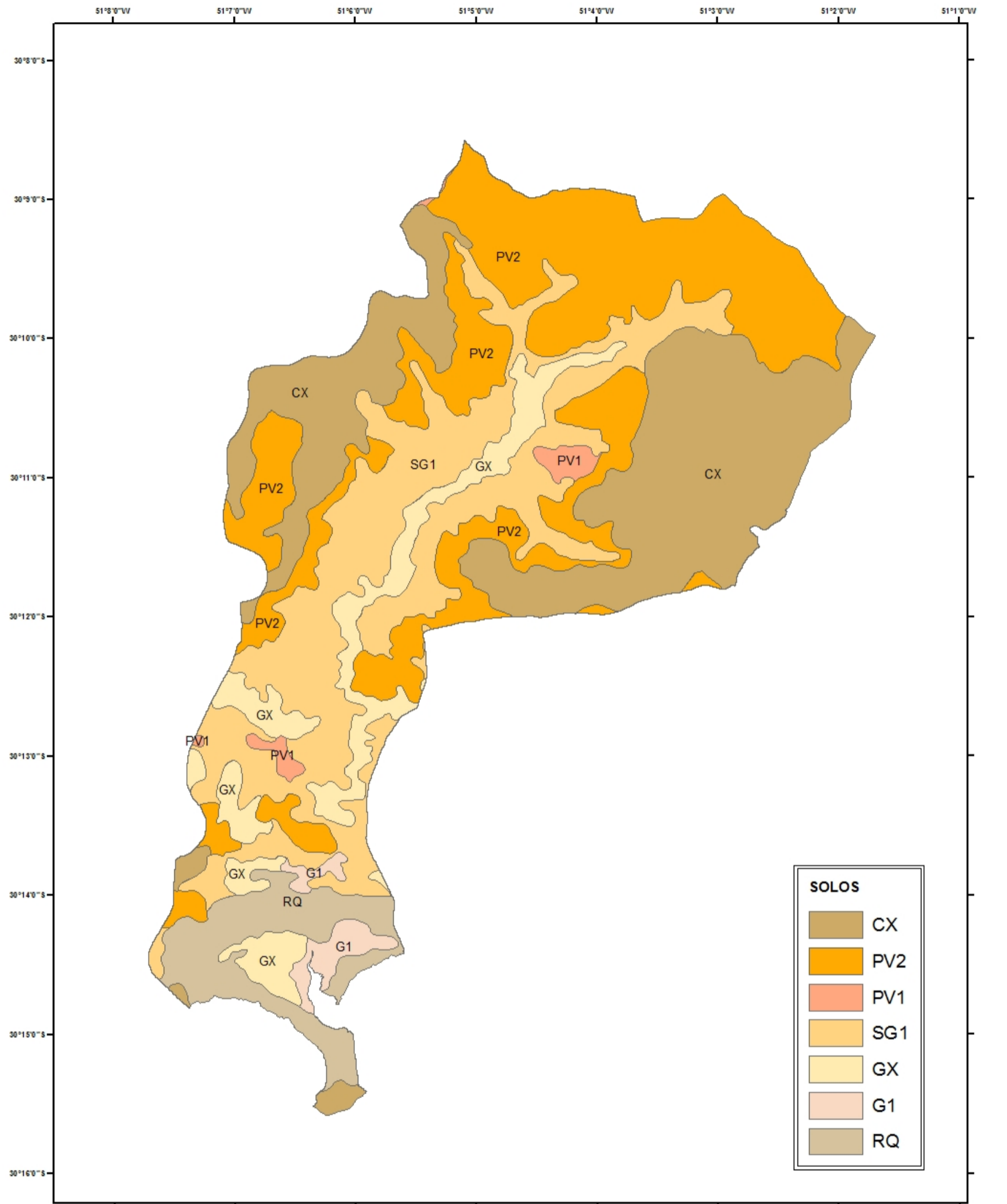
<i>Sigla</i>	<i>Classes de Fragilidade</i>	<i>Classes de Solo</i>	<i>Área (km²)</i>	<i>Porcentagem na Bacia (%)</i>
CX	Muito Alta	Associação de Cambissolo Háplico com Neossolo Litólico ou Neossolo Regolítico	14,14	27,73
PV1	Média	Grupo indiferenciado de Argissolo Vermelho e Argissolo Vermelho-Amarelo	0,53	1,03
PV2	Alta	Associação de Argissolo Vermelho ou Argissolo Vermelho-Amarelo com Cambissolo Háplico	15,47	30,33
SG1	Muito Alta	Associação de Planossolo Hidromórfico, Gleissolo Háplico e Plintossolo Argilúvico	12,55	24,6
G1	Muito Alta	Associação de Gleissolo e Neossolo Flúvico	0,79	1,54
GX	Muito Alta	Associação de Gleissolo Háplico e Planossolo Hidromórfico	4,35	8,52
RQ	Muito Alta	Associação de Neossolo Quartzarênicos e Gleissolo Háplico	3,19	6,26

Fonte: Hasenack *et al* (2008) e Ross (1994; 2007)

Os solos da unidade CX, representam cerca de 28% dos solos da Bacia, localizam-se nas regiões dos morros São Pedro, Extrema e na Ponta do Cego, em áreas dos topos e encostas dos morros, em relevos fortemente ondulado a montanhoso (HASENACK *et al*, 2008). Os Cambissolos ocorrem em áreas de vegetação natural, mas como são solos rasos, pedregosos e de baixa saturação, são restritos às práticas agrícolas. Nas áreas com declives acentuados costumam ser utilizados para pastagens e plantio de exóticas. Os Neossolos Litólicos, apresentam limitações agrícolas por possuírem pedras frequentes na superfície e rocha a pouca profundidade. Os Neossolos Regolíticos são altamente susceptível à erosão laminar e em sulcos quando não protegidos pela vegetação nativa, por serem rasos, a água da chuva acumula rapidamente, e associados à alta declividades há o favorecimento do escoamento superficial e arraste do horizonte superficial (LEPSCH, 2010).

As unidades de solos PV1 e PV2, constituída pelos Argissolos associados a Cambissolos ou não, de maior abrangência na bacia, aproximadamente 33% da área total, ocorrem em relevo suavemente ondulado a fortemente ondulado, com susceptibilidade à erosão maior quando possui horizonte A arenoso e argila em profundidade. São relativamente bons para agricultura, mas por serem ácidos e pobres em nutrientes, necessitam de técnicas adequadas, bem como uso de corretivos e fertilizantes. Possui média a alta suscetibilidade à erosão laminar em função da baixa permeabilidade e possuírem um horizonte B argiloso.(LEPSCH, 2010).

A unidade SG1 é a terceira de maior ocorrência na área de estudo, ocorrendo em aproximadamente 25% da área da bacia hidrográfica. Localizam-se nas planícies aluviais e lagunares. As unidades G1, GX e RQ, aparecem em menor porcentagem na área da bacia, estão associados à regiões planas influenciadas pelos ambientes fluviais e lagunares. Segundo a metodologia de Ross (1994, 2007) os solos hidromórficos são solos com muito alta susceptibilidade aos processos de inundação, por serem solos mal drenados e estarem associados à áreas planas e rebaixadas, ocorrendo assim, rápida saturação e dificuldade de escoamento da água.



Fonte: Mapa de Solos do Diagnóstico Ambiental de Porto Alegre (HASENACK et al, 2008) e Mapa Geomorfológico do Município de Viamão (FUJIMOTO & SCHMITZ, 2004)

Sistema de Coordenadas Geográficas Lat/Long
Elaborado por: Michelli de Oliveira Schneider
Data: Novembro/2010

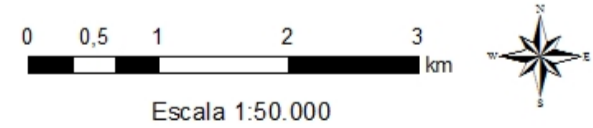


Figura 13: Mapa de Solos da Bacia Hidrográfica do Arroio Lami
Fonte: Hasenack et al (2008), Fujimoto & Schmitz (2004)

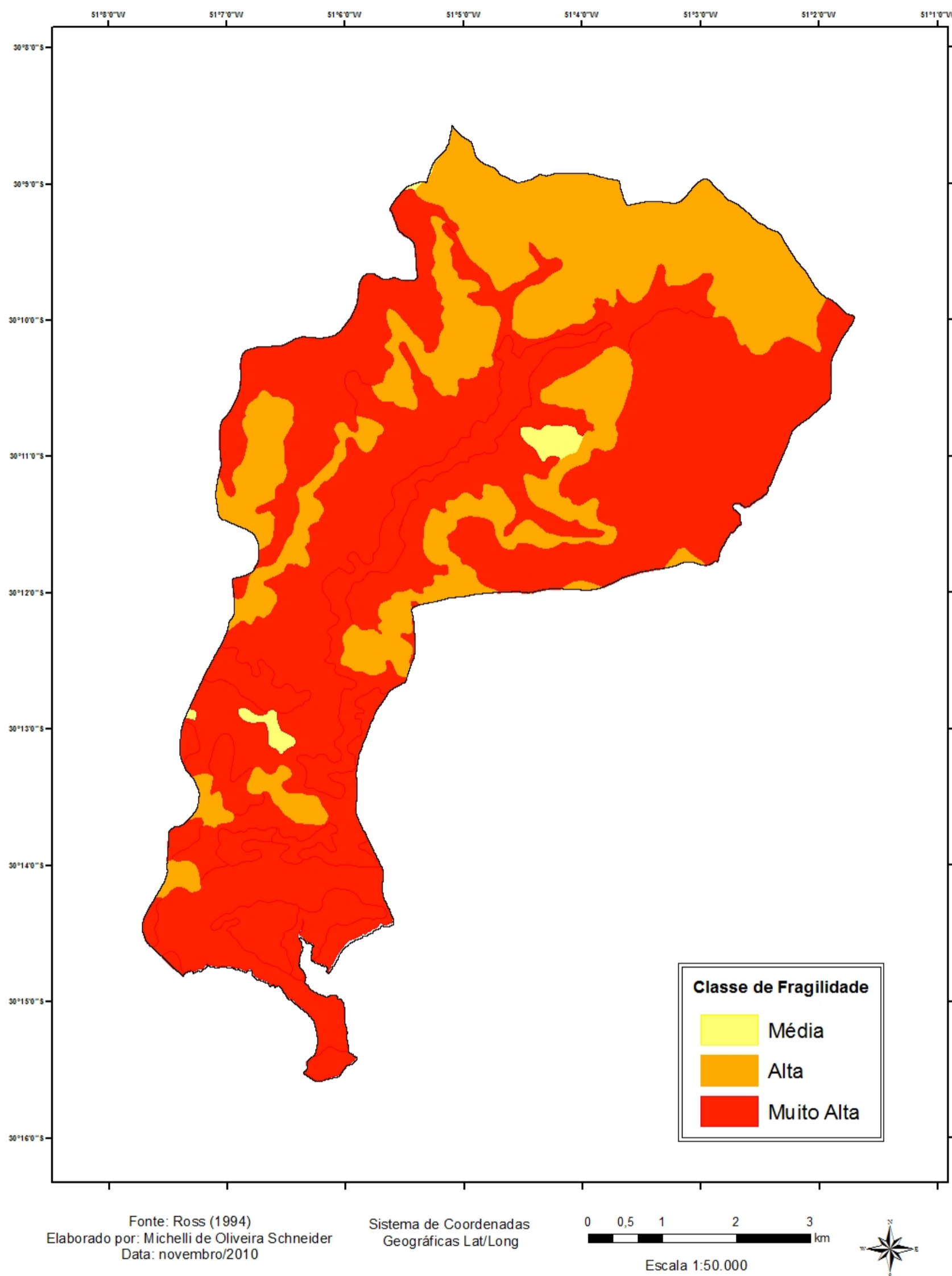


Figura 14: Mapa de Fragilidade dos Solos da Bacia Hidrográfica do Arroio Lami
Fonte: Ross (1994; 2007)

5.4 Mapa de Fragilidade Ambiental Potencial

O Mapa de Fragilidade Ambiental Potencial da bacia hidrográfica em estudo foi obtido através do cruzamento dos mapas de declividade e de unidades de solos hierarquizados conforme o grau de fragilidade de cada classe. O mapa resultante passou a ter cinco classes de fragilidade: Muito Baixa, Baixa, Média, Alta e Muito Alta, na qual o fator topográfico (declividade) é o mais importante, aumentando ou diminuindo o grau de fragilidade potencial de determinado meio.

A seguir a Tabela 4 destaca o percentual e as respectivas áreas das classes de Fragilidade encontradas na Bacia Hidrográfica do Lami, destacando que a classe 1 de fragilidade potencial Muito Baixa não foi encontrada.

Tabela 4: Fragilidade Ambiental Potencial da Bacia Hidrográfica do Arroio Lami e suas respectivas áreas e porcentagem de abrangência.

<i>Fragilidade Potencial</i>	<i>Área (km²)</i>	<i>Porcentagem na Bacia (%)</i>
Muito Baixa	-	-
Baixa	0,29	0,56
Média	30,51	59,82
Alta	15,79	30,97
Muito Alta	4,41	8,65

Fonte: Ross (1994)

A área de ocorrência da Baixa fragilidade é muito pequena, com menos de 1% da área total da bacia, ocorre em localidades de declividade menores de 6% a áreas de até 12% de declividade com solos da unidade PV2 considerados de baixa susceptibilidade à erosão laminar, que são os Argissolos Vermelho e Argissolos Vermelho-Amarelo, encontrados individualizados nesses locais.

A classe de fragilidade de maior abrangência é a da Média Fragilidade, cerca de 60%, ocorrendo em todas as formas de relevo, do mais plano, passando pelo ondulado ao montanhoso. Está relacionado às baixas declividades, 0 - 6% a 6 - 12%, de baixa a muito baixa fragilidade. Resultado da relação da classe de

fragilidade muito baixa da declividade com a classe de alta a muito alta fragilidade solos, que sofrem redução de sua classe em função da topografia mais plana, com relevo ondulado ao suavemente ondulado.

A seguir, conforme se verifica no mapa da Fragilidade Ambiental Potencial (Figura 15), a segunda classe de maior ocorrência foi a da Alta Fragilidade, ocorrendo em cerca de 30% da área da bacia relacionadas às áreas de declives de 12 a 30%, de média a alta fragilidade, mesmo estando associados aos solos de alta a muito alta fragilidade. Localizada na área de abrangência da unidade PV1, da associação dos Argissolos Vermelho-amarelo, que possuem alta fragilidade, com os de muito alta fragilidade, os Cambissolos.

Por fim, ocorrendo em cerca de 8% da área da bacia hidrográfica ocorre a classe de Muito Alta fragilidade potencial, relacionadas aos Cambissolos associados aos Neossolos Litólicos e Regolíticos, unidade CX, como também às declividades até 30% e maiores que 30%.

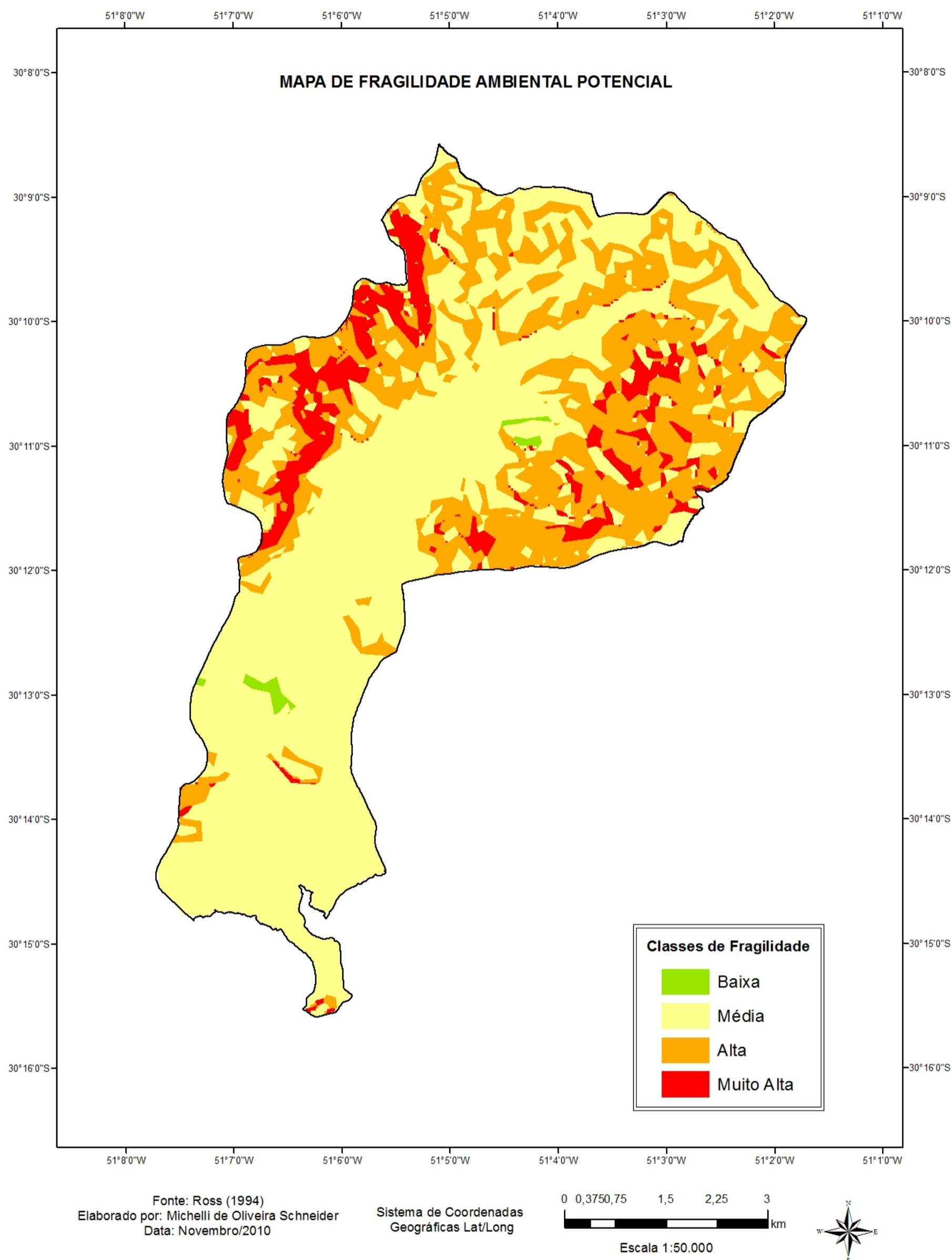


Figura 15: Mapa de Fragilidade Ambiental Potencial da Bacia Hidrográfica do Arroio Lami
Fonte: Ross (1994; 2007)

5.4 Mapa de Uso e Ocupação do Solo e Classes de Fragilidade

O uso e ocupação do solo foram delimitados e mapeados conforme as ocorrências na área da bacia, dessa forma, baseado em Hasenack *et all* (2008), foram encontrados na bacia os seguintes usos e ocupações: Mata Nativa, Vegetação Arbustiva, Campo Nativo, Campo Manejado, Silvicultura, Cultivo, Corpos d'água, Banhado, Vias, Urbano e Solo Exposto.

A identificação do uso e ocupação é fator determinante para se chegar aos dados da Fragilidade Ambiental Emergente, pois define os graus de proteção do meio hierarquizando os usos em cinco classes de proteção: Muito Alta, Alta, Média, Baixa e Muito Baixa.

O mapa de Uso de Ocupação do Solo reflete as formas de apropriação e transformação da natureza pela sociedade na região sul de Porto Alegre. De características rururbanas, são encontradas no local área de agricultura tradicional e ecológica, criação de animais, núcleos urbanos, sítios, destinados à moradia e ao lazer, como também áreas destinadas ao turismo ecológico.

As categorias de uso e ocupação do solo encontradas, suas áreas, porcentagens e graus de proteção que elas exercem, encontra-se nas tabelas 5 e 6, e os Mapas de Uso e Ocupação do Solo e de Graus de Proteção do Solo encontram-se nas Figuras 16 e 17, respectivamente.

Tabela 5: Usos e ocupação, área e porcentagem de abrangência na bacia Hidrográfica do Lami.

<i>Uso do Solo</i>	<i>Área (km²)</i>	<i>Porcentagem na Bacia (%)</i>
Mata Nativa	22,88	44,86
Vegetação Arbustiva	5,5	10,8
Campo Nativo	2,4	4,72
Campo Manejado	14,04	27,53
Cultivo	0,46	0,91
Silvicultura	0,75	1,47
Corpos d'água	0,63	1,18
Banhado	0,88	1,73
Vias	0,47	0,93
Urbano	2,47	4,87
Solo Exposto	0,52	1,02

Fonte: Hasenack *et al* (2008)

Tabela 6: Proteção dos solos da Bacia Hidrográfica do Lami, área de abrangência e porcentagem na área.

<i>Classes de Proteção</i>	<i>Uso e Ocupação do Solo</i>	<i>Área (km²)</i>	<i>Porcentagem na Bacia (%)</i>
Muito Alta	Mata Nativa	22,88	44,86
Alta	Vegetação Arbustiva	5,5	10,8
Média	Campo Nativo	2,4	4,72
Baixa	Corpos d'água, Banhado, Silvicultura, Cultivo e Campo Manejado	16,74	32,82
Muito Baixa	Urbano, Vias e Solo Exposto	3,47	6,8

Fonte: Ross (1994)

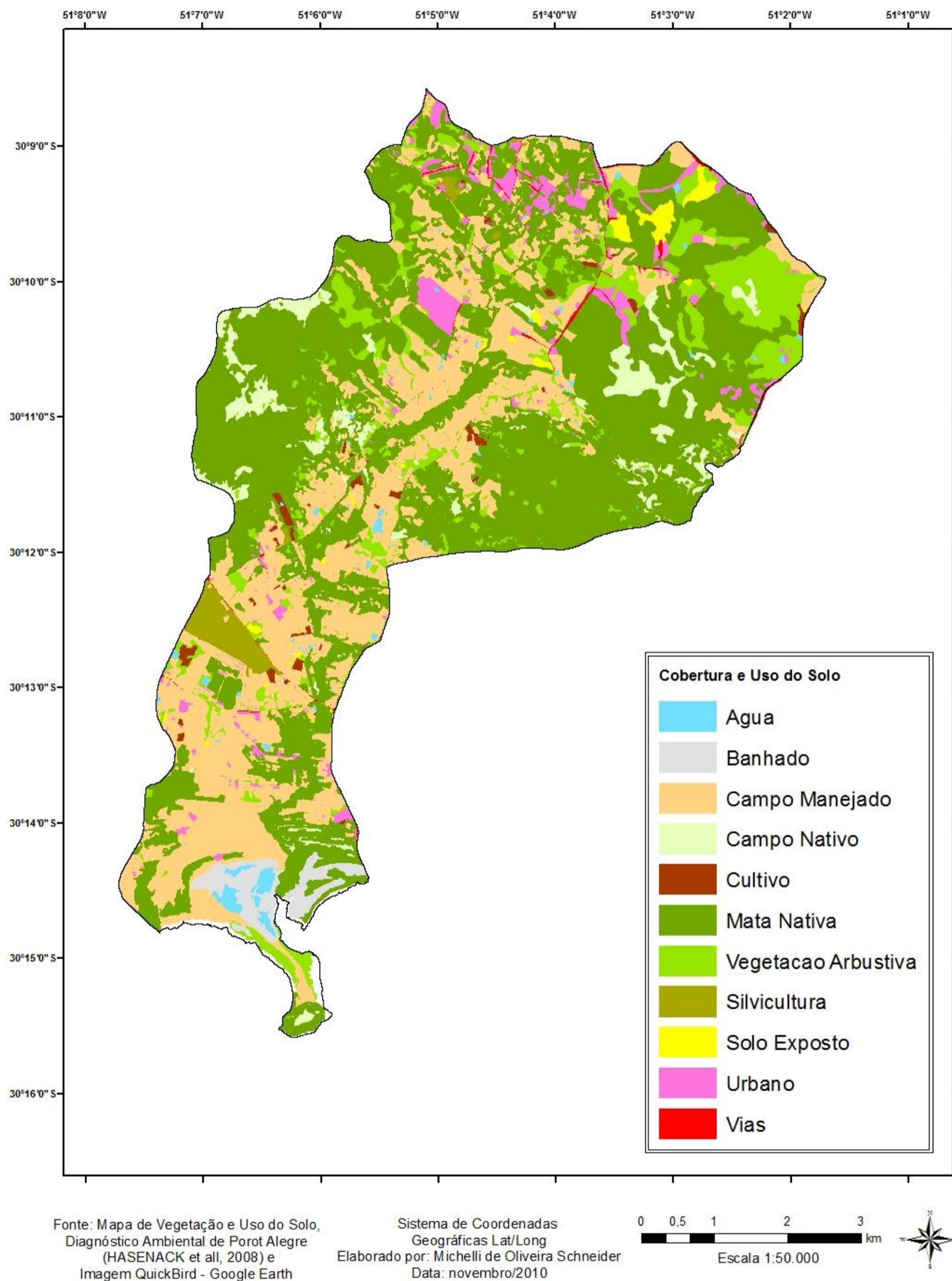


Figura 16: Mapa de Uso e Ocupação do Solo da Bacia Hidrográfica do Arroio Lami
Fonte: Hasenack et al (2008) e Imagem QuickBird do Google Earth

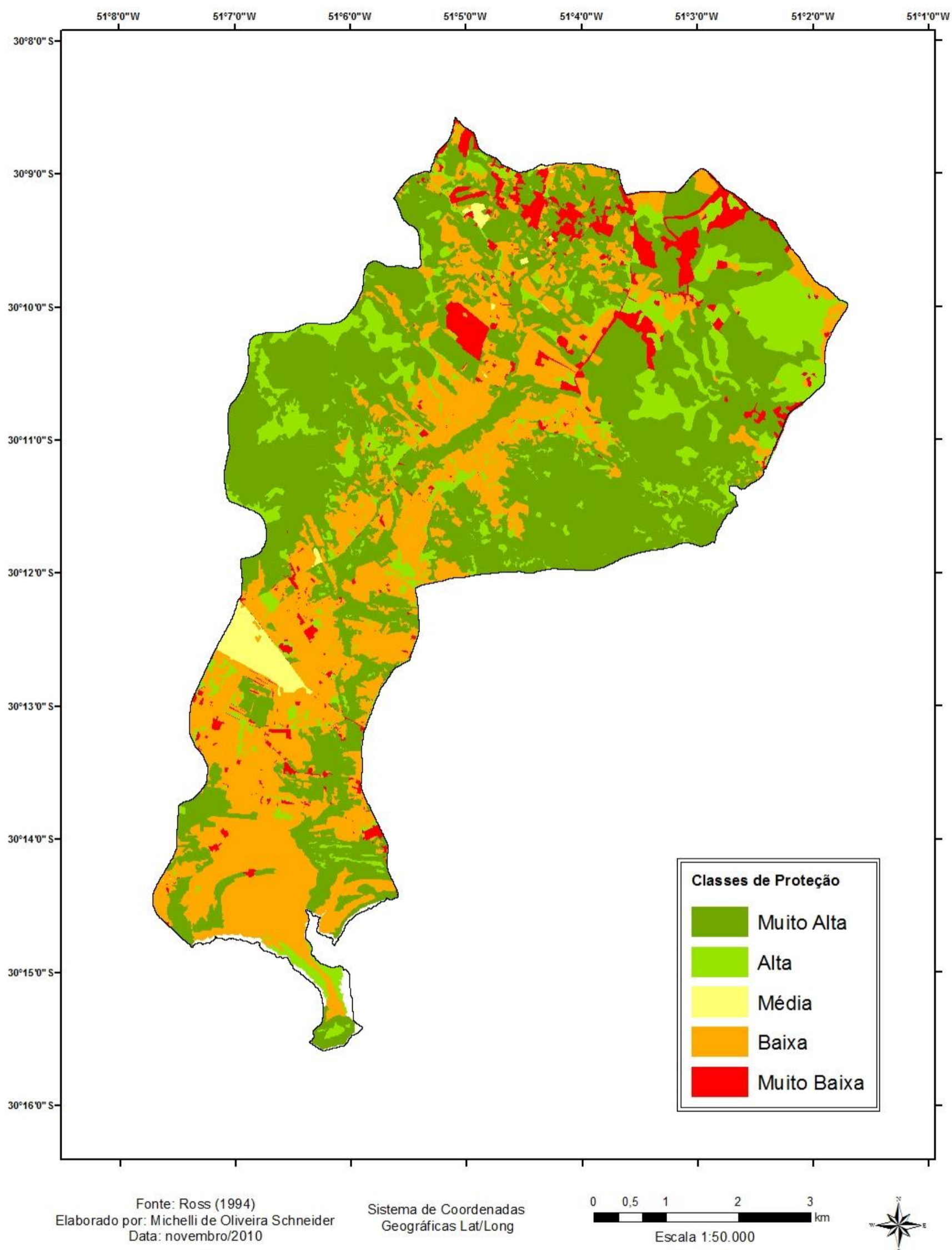


Figura 17: Mapa dos Graus de Proteção do Solo da Bacia Hidrográfica do Arroio Lami
Fonte: Ross (1994; 2007)

Conforme pode ser visualizado na Figura 16, há predominância da Mata Nativa em 44% da área da bacia, localizadas principalmente nos Morros São Pedro, Extrema e Ponta do Cego, além de ocorrerem às margens do arroio Lami e do Guaíba, composta basicamente por matas (altas e baixas). Essa categoria apresenta o mais alto grau de proteção aos solos, pois apresentam vegetação densa e homogênea.

A vegetação arbustiva, localizada em 10,8% da área da bacia, composta por mata xerófila e vegetação em estágio sucessional (capoeira/vassoural) é a segunda categoria que mais exerce proteção aos solos da bacia, pois possui um predomínio do extrato arbustivo com a presença de elementos arbóreos.



Figura 18: Imagens das áreas de vegetação arbustiva na Reserva Biológica do Lami
Autora: Michelli de Oliveira Schneider (2009).

Os campos nativos localizados nos topos de morro e nas áreas rebaixadas exercem proteção média ao solo, de formação herbácea composta por gramíneas, no entanto, é mais suscetível a pressão antrópica e pisoteio de animais em relação aos extratos arbóreos e arbustivos.



Figura 19: Imagem da área que corresponde às categorias de campos nativos e ao fundo vista de área coberta por mata nativa.

Autora: Michelli de Oliveira Schneider (2009).

A categoria campo manejado ocorre em grande área da bacia com cerca de 14 km², chegando a 27% da área total, são áreas de criação de animais e cultivo de arroz com formação herbácea frequentemente submetida ao pastejo ou a cortes periódicos, possui uma cobertura vegetal desconectada e pouco densa. Em menor proporção aparecem algumas áreas reflorestadas (1,47%); corpos d'água (1,18%), facilmente identificáveis na escala mapeada, composto principalmente por açudes; banhado, localizado em área de baixada junto ao Guaíba (1,73%); cultivos (0,9%), que em geral estão inseridos na porção da área que corresponde aos campos, em áreas planas e mais próximos aos cursos d'água. Essas cinco categorias (Corpos d'água, Banhado, Silvicultura, Cultivo e Campo Manejado) juntas somam uma área que ocupa 32,82% da bacia, exercendo baixo grau de proteção ao solo.



Figura 20: Imagem de área de cultivo sazonal (hortaliças)
Autora: Michelli de Oliveira Schneider (2009).

As demais categorias: Vias (0,93%), estradas vicinais de chão batido que ligam a região ao centro de Porto Alegre, bem como ao município de Viamão; Solo Exposto (1,02%) corresponde a solos em preparo para o cultivo e área de extração de saibro, localizado no Município de Viamão; e áreas urbanizadas (4,8%), compostas por casas em terrenos grandes, sítios, edificações comerciais e rurais, aparecem principalmente ao norte e no sul da bacia, mas também há uma ocorrência mais ao centro, exercem grau de proteção muito baixo. Os solos expostos em áreas sem vegetação e impermeabilizados, em vias que cortam os leitos dos rios e em áreas urbanizadas, exercem grau nulo de proteção ao solo, classificados, conforme a metodologia de Ross (1994) de Muito Baixa proteção, abrangendo 6,8% da área de estudo.



Figura 21: Imagens das áreas de solo exposto (saibreira) e urbanizadas
Autora: Michelli Schneider (2009).

5.6 Mapa da Fragilidade Ambiental Emergente

O Mapa final da Fragilidade Ambiental Emergente considera os elementos da Fragilidade Ambiental Potencial, solos e declividade, relacionados ao Mapa de Fragilidade dos Usos e Ocupação dos Solos , baseados na interferência antrópica exercida na área de estudo. Na Tabela 7 podem-se verificar as áreas e porcentagem das Classes de Fragilidade Ambiental Emergente da Bacia Hidrográfica do arroio Lami.

Tabela 7: Fragilidade Ambiental Emergente da Bacia Hidrográfica do Arroio Lami e suas respectivas áreas e porcentagem de abrangência.

<i>Classes de Fragilidade</i>	<i>Área (km²)</i>	<i>Porcentagem na Bacia (%)</i>
Muito Baixa	20,83	40,85
Baixa	5,24	10,24
Média	2,83	5,54
Alta	17,54	34,4
Muito Alta	4,56	8,97

Fonte: Ross (1994)

A Figura 22 apresenta o mapa da Fragilidade Ambiental Emergente da Bacia Hidrográfica do Arroio Lami.

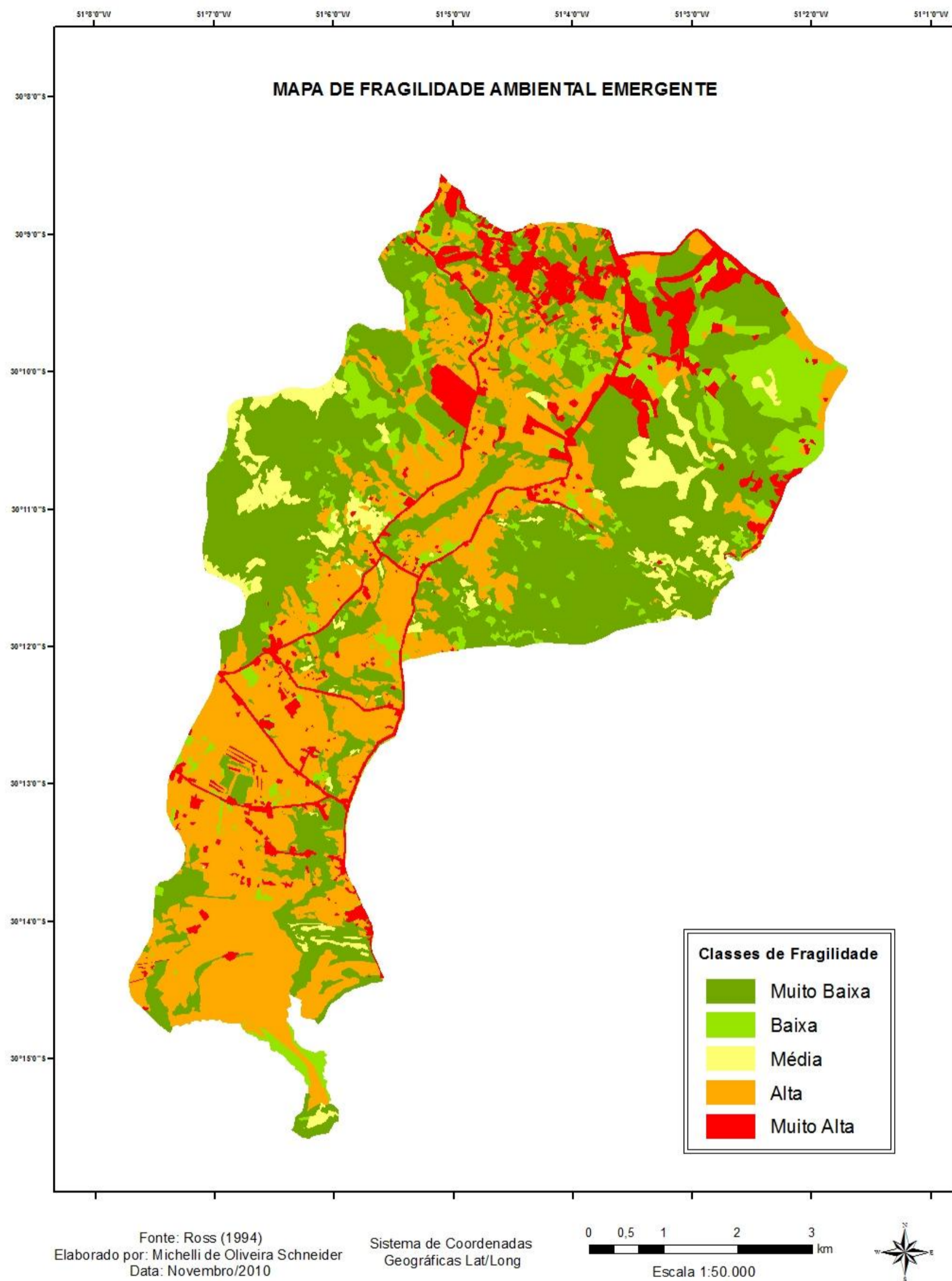


Figura 22: Mapa da Fragilidade Ambiental Emergente da Bacia Hidrográfica do Arroio Lami
Fonte: Ross (1994)

A Bacia Hidrográfica do Arroio Lami apresenta 40,85% de sua área com classe de grau de fragilidade emergente muito baixo associado principalmente à áreas de mata nativa com vegetação densa, solos rasos de manejo agrícola restrito, em relevo ondulado a fortemente ondulado, de declividades entre 20% a maiores de 30%. Em seguida, o grau com a segunda área de maior abrangência (34% da área total da bacia) é o que apresenta Alta Fragilidade, está associado principalmente aos Campos Manejados que ocorrem em relevos planos a suavemente ondulados. Com declividades inferiores a 12%. As unidades de solos de maior predominância nessas áreas são os SG1 - Associação de Planossolos Hidromórficos com Gleissolos Háplicos e Plintossolos Argilúvicos - e GX – Associação de Gleissolos Háplicos com Planossolos Hidromórficos, solos mal drenados de rápida saturação facilitando a ocorrência de inundações.

Em seguida ocorrem em menor proporção as classes de: Baixa Fragilidade (10,24%), ocorrendo em áreas com vegetação homogênea de estrato arbustivo, em relevos pouco ondulados a fortemente ondulados com declividades entre 12% a 20%, sem alterações antrópicas; de fragilidade Muito Alta associada à áreas de solos expostos, urbanizadas e vias de chão batido, bem como em áreas de alto declive; e Média Fragilidade, ocorrendo em áreas de campo nativo principalmente, de estrato herbáceo homogêneo e em áreas de vegetação arbustiva localizados próximo à Ponta do Cego na Reserva Biológica do Lami.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A área da Bacia Hidrográfica do Arroio Lami, de modo geral, ainda se encontra em bom estado de preservação, quanto a suas matas, campos e banhados, embora se encontrem áreas de concentrações urbanas, cultivos em áreas planas e próximos à rede de drenagem, bem como áreas de solo exposto.

Apresentam dessa forma, áreas de Muito Baixa a Baixa Fragilidade Emergente, somando cerca de 50% da área total, esse fato decorre principalmente da grande área de mata nativa e vegetação arbustiva ainda preservada ou em estágio sucessional avançado.

A Fragilidade Ambiental Potencial da área de estudo apresenta-se entre Média a Alta, com 59,82% da área total com Médio grau de Fragilidade Potencial e 30,97% com Alto grau de Fragilidade Potencial, decorrentes principalmente de áreas declivosas a planas, de solos rasos e de baixa drenagem, favorecendo tanto processos erosivos (nas áreas declivosas) como de inundação (áreas planas de solos hidromórficos).

Os cultivos, embora encontrados em pequena porcentagem em relação à área total, da bacia, merecem atenção, pois a principal atividade econômica da região é a agricultura, apresentando terras no entorno do arroio Lami com cultivo. A produção, feita de forma tradicional, implica a necessidade de cuidados especiais, em função disso deve-se atentar para o uso de agrotóxicos, comum em práticas agrícolas tradicionais, pois podem ser carregados para o curso da água. As atividades agroecológicas não apresentam risco, se bem manejadas, e ampliadas podem contribuir para reduzir os problemas ambientais causados pela agricultura convencional.

Ao sul da bacia, próximo ao Guaíba e Reserva Biológica do Lami a área é ocupada em sua maior parte por banhados e campos, com pequenas porções de mata, principalmente junto à calha do arroio. São encontradas algumas porções de solo exposto o que implica na necessidade de cuidados especiais.

A integração entre os municípios de Porto Alegre e Viamão na forma de ações conjuntas para a adoção de medidas que contribuam para preservação e planejamento racional das áreas da bacia hidrográfica, é de grande importância, já que ele tem parte das suas nascentes localizadas nos dois municípios.

O fortalecimento da Reserva Biológica do Lami com uma boa relação com a comunidade do entorno, deve ocorrer através de trabalhos de conscientização dos moradores e agricultores principalmente sobre as formas mais adequadas de se relacionar com o meio natural, com o controle de práticas agrícolas predatórias, bem como o incentivo da agricultura de cunho ecológico, o que refletirá em resultados benéficas não só para a região, mas principalmente para a conservação da Reserva,

Essa metodologia possibilitou verificar que o estudo ambiental baseada nas dinâmicas da natureza implica em estudo integrado dos os componentes do “Estrato Geográfico”, dessa forma não se pode deixar de lado estudos sobre o solo, cobertura vegetal, regime hídrico, como também as formas de relevo, pois é nele que as forças de interação mais se manifestam. O homem como ser biológico interage com esse meio de forma predatória e a sua relação com o meio também deve ser considerada. A noção das potencialidades e limites de dependência dos componentes naturais com as inserções antrópicas necessita de estudos que esclareçam melhor essa relação com o objetivo de ordenar as práticas sociais.

Nesse estudo foi possível o levantamento dos dados atualizados da área da Bacia Hidrográfica do Lami junto com a realidade ambiental utilizando-se de ferramentas que permitem uma integração dos dados de forma rápida e de fácil análise dos resultados.

Dessa maneira, verificou-se que a utilização de trabalhos aplicados ao planejamento territorial e ambiental, através do levantamento de dados do meio físico e social de forma interligada, baseados na análise das fragilidades ambientais potenciais e emergentes em bacias hidrográficas, serve de apoio aos planejadores municipais na implementação de políticas de ordenamento visando o manejo adequado dos recursos, dentro de uma ótica conservacionista e preservacionista.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARCELLOS, T.M.; MAMMARELLA, R.; KOCH, M.R. **Tipologia radioespacial de Porto Alegre – 1980/1991**. In: SUERTEGARAY, D. M. A.; BASSO, L. A.; VERDUM, R. (Orga.). Rio Grande do Sul: paisagens e territórios em transformação. Porto Alegre: UFRGS, 2004.p 195-211.

BEETALANFFAY, L.Von . **Teoria Geral dos Sistemas**. Petrópolis: Vozes. 1977. 351p

BOTELHO, R.G.M. **Planejamento Ambiental em Microbacia Hidrográfica**. In: GUERRA, A.J.T; SILVA, A.S.; BOTELHO, R.G.M. (orgs). Erosão e conservação dos solos – conceitos, temas e aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999.

BRASIL, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Diretrizes de Pesquisa Aplicada ao Planejamento e Gestão Ambiental/ Ministério do Meio Ambiente e da Amazônia Legal**. Brasília, 1994. 101 p. (Coleção Meio Ambiente. Série Diretrizes – Gestão Ambiental).

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Brasil : Recursos Hídricos: componente da série de relatórios sobre o estado e perspectivas do meio ambiente no Brasil**. Agência Nacional de Águas/Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. Brasília: MMA; ANA, 2007. 264 p.: il. GEO Brasil Série Temática : GEO Brasil Recursos Hídricos.

CÂMARA, G. ; MONTEIRO, A.M.V. **Conceitos Básicos em Ciência da Geoinformação**. INPE. São José dos Campos. 2001. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/>>. Acesso em: 07/2010.

CÂMARA, G.; FREITAS, U.M. **Operações de Análise Geográfica**. INPE. São José dos Campos. 2001. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/>>. Acesso em: 07/2010.

COSTA, N. M. C. **Geoprocessamento nos estudos de impactos ambientais: uma análise crítica** . In: GEO UERJ, Rio de Janeiro, n. 1, p. 45 - 56, jan/1997.

CRISTOFOLETTI, A., **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Blucher, 2ª edição.1980.

CUNHA, S.B; GUERRA, A.J.T. **Degradação Ambiental**. In: GUERRA, A.J.T., CUNHA, S.B. Geomorfologia e Meio Ambiente. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 2010. 9ed. P337-396.

DIAS, T. S. ; FUJIMOTO, N. S. V. M. ; SOARES, A. Q. **Compartimentos de Relevo do Município de Porto Alegre - RS**. In: XIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Viçosa - MG : Universidade Federal de Viçosa, 2009.

EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Solo - Rio de Janeiro, RJ. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro, 1999, 412p.

ECAP79. **Avaliação dos morros do município de Porto Alegre/RS com base no uso do solo.** Porto Alegre, RS. UFRGS, 1994, 38p. Trabalho realizado na Disciplina Estágio Integrado do Curso de pós-graduação em ecologia.

FUJIMOTO, N. S. V. **A urbanização brasileira e a qualidade ambiental.** In: SUERTEGARAY, D. M. A.; BASSO, L. A.; VERDUM, R. (Orgs.). Ambiente e Lugar no Urbano - A Grande Porto Alegre: Ed. UFRGS, 2000. p 47-63.

FUJIMOTO, N. S. V. M. ; SCHMITZ, C.M. **Mapeamento Geomorfológico Aplicado a Análise Ambiental do Município de Viamão - RS.** Ciência e Natura, UFSM, Santa Maria,RS. p. 219-233. 2004.

FUJIMOTO, N. S. V. M. ; Dias, T. S. **Mapeamento Geomorfológico do Município de Porto Alegre/RS.** In: XXVIII Encontro Estadual de Geografia, 2008, Bento Gonçalves-RS. XXVIII Encontro Estadual de Geografia, 2008

HESSE, F.K. **Novas Urbanizações e Transformações sócio-espaciais: o condomínio horizontal Jardim do Sol.** Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Curso de Geografia. Departamento de Geografia.2006. 76p.(Trabalho de Conclusão de Curso).

HASENACK, H.; WEBER, E. (org.). **Base cartográfica vetorial contínua do Rio Grande do Sul - escala 1:50.000.** Porto Alegre, UFRGS-IB-Centro de Ecologia. 2010. DVD-ROM (Série Geoprocessamento, 3).

HASENACK, H.; WEBER, E.; MARCUZZO, S. (org.). **Diagnóstico Ambiental de Porto Alegre: Geologia, Solos, Drenagem, Vegetação e Ocupação.** Porto Alegre: Secretaria Municipal do Meio Ambiente, 2008. 84 p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico.** Banco de dados agregados: Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA. Disponível em: <www.sidra.ibge.gov.br>. Acesso em: 05/2010.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Limite vetorial do Brasil. Escala 1:1.000.000. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home>>. Acesso em: 10/2010.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. **Climatologia Gráficos Climatológicos.** <<http://www.inmet.gov.br/html/clima/graficos/index4.html>> Acesso em: 11/2010.

LEPSCH, Igo F. **Formação e conservação dos Solos.** São Paulo: Oficina de Textos, 2010. 216p.

LIVI, F. P. **Elementos do Clima: um contraste de tempos frios e quentes.** In: MENEGAT, R., PORTO, M.L., CARRARO, E. C. & BERNARDES, L. A. (Orgs.) Atlas Ambiental de Porto Alegre. Porto Alegre: UFRGS.1998. 228p.

MEDEIROS, J.S. & CAMARA, G. **Geoprocessamento para Projetos Ambientais**. INPE. São José dos Campos. 2001. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/>>. Acesso em: 07/2010.

MENEGAT, R.; HASENACK, H.; MOHR, F.V.; KIRCHHEIM, R.E. **Atlas Ambiental de Porto Alegre**. UFRGS/PMPA/INPE, 1998.

MIGUEL, L.A. **Heterogeneidade do Espaço Rural da Região Metropolitana de Porto Alegre**. In: SUERTEGARAY, D. M. A.; BASSO, L. A.; VERDUM, R. (Orgs.). Rio Grande do Sul: paisagens e territórios em transformação: ED. UFRGS, 2004. p 181-194.

ODUM, E.P. **Ecologia**; tradução: Cristopher J. Tribe. Rio de Janeiro, RJ: Guanabara. 1985.

PALMIERI, F. E LARACH, J.O.L. **Pedologia e Geomorfologia**. In: GUERRA, A.J.T., CUNHA, S.B.(orgs.). Geomorfologia e Meio Ambiente. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 2010. 9ed. 59-122p.

PINTO, S. A.F.; GARCIA, G.J. **Experiência de Aplicação de Geotecnologias e Modelos de Análise de Bacias Hidrográficas**. In: Revista do Departamento de Geografia – FFLCH - USP, n17, São Paulo. 2005. p30-37. Disponível em: <<http://www.geografia.ffe.ch.usp.br/>> Acesso em: 11/2010.

PMPA. PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE. SMAM - Secretaria Municipal de Meio Ambiente. **Plano de Manejo Participativo da Reserva Biológica do Lami**. Porto Alegre: SMAM, 2002, 133p.

PMPA. PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE. SMIC – secretaria municipal da produção indústria e comércio. **Diagnóstico do Meio Rural do Município de Porto Alegre**. Porto Alegre:SMIC, 1994. 147 p.

PMPA. PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE. Secretaria Municipal do Meio Ambiente. **Programa Guaíba Vive**. Porto Alegre: SMAM. Disponível em: <<http://www2.portoalegre.rs.gov.br/smam/>>. Acessado em: 05/2010.

PMPA. PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE. AHPAMV - **Arquivo Histórico de Porto Alegre Moysés Vellinho**. Disponível em: <<http://www.portoalegre.rs.gov.br>>. Acesso em 05/2010.

PMPA. PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE. **ObservaPOA: Observatório da cidade de Porto Alegre**. Banco Estatístico. Disponível em: <<http://www.observapoa.palegre.com.br>>. Acessado em 11/2010.

PMPA. PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE. **Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano Ambiental – PDDUA 1999**. Disponível em: <<http://www.portoalegre.rs.gov.br/planeja/pddua.htm> >. Acesso em: 05/2010.

PORTO, M. L.; MENEGAT, R. **Mapa Geotécnico de Solos**. In: MENEGAT, R; PORTO, M.L; CARRARO, C.C. e FERNANDES, L. A. D (orgs). Atlas Ambiental de Porto Alegre. Porto Alegre, RS: UFRGS, 1998. p. 51-52.

ROSA, R. **Geotecnologias na Geografia Aplicada**. Revista do Departamento de Geografia – FFLCH – USP. São Paulo. N16. 2005. p 81-90. Disponível em: <<http://www.geografia.fflch.usp.br/> > acesso em: 11/2010.

ROSS, J.L.S. **Análise emprírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados**. Revista do Departamento de Geografia, São Paulo, n.8. 1994. p63-75.

ROSS, J.L.S. **Geomorfologia: Ambiente e Planejamento**. 8ª edição. São Paulo: Contexto, 2007. (Repensando a Geografia). 85p.

ROSS, J.L.S. 2010. **Geomorfologia Aplicada aos Eias Rimas**. In: GUERRA, A.J.T., CUNHA, S.B. Geomorfologia e Meio Ambiente. Rio de Janeiro, RJ: Bertrand Brasil. 2010. 9ed. p291-336.

SPÖRL, C.; ROSS, J.S. **Análise Comparativa da Fragilidade Ambiental com Aplicação de Três Modelos**. GEOUSP - Espaço e Tempo, São Paulo, N° 15, p.39-49, 2004. Disponível em: <<http://www.geografia.fflch.usp.br/publicacoes/geousp/Geousp15/index.htm> >. Acesso em: 11/2010.

SADECK, L.W.R. **Metodologias de planejamento ambiental**. Belém-PA, 2009. Disponível em: < <http://geotecnologias.wordpress.com/2009/02/19/metodologias-de...ento-ambientalmetodologias-de-palnejamento-ambiental/> > acesso em: 08/2010

SANN, J.G.L.; **O Papel da Cartografia Temática nas Pesquisas Ambientais**. In: Revista do Departamento de Geografia – FFLCH - USP, n16, São Paulo. 2005. p 61-69. Disponível em: < <http://www.geografia.fflch.usp.br/> > Acesso em: 11/2010.

SANTOS, M. **A urbanização brasileira**. São Paulo: Editora Hucitec, 1994. p157.

SILVEIRA, A.L.L., **Ciclo Hidrológico e Bacia Hidrografica**. In: TUCCI, C.E.M (orgs.). 1997. Hidrologia: ciência e aplicações. 2 edição. Porto Alegre: Editora da Universidade: ABRH, p.35-51.

SILVA, J.X. (1992). **Geoprocessamento e Análise Ambiental**. Revista Brasileira de Geografia. N 54(3), Rio de Janeiro – RJ. P41-61. Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/colecao_digital_publicacoes_multiplo.php > Acessado 10/2010.

STRECK, E.V., KÄMPF, N., DALMOLIN, R. S. D., KLAMT, E., NASCIMENTO, P.C., SCHNEIDER, P. **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: EMATER/RS; Departamento de Solos da Faculdade de Agronomia/UFRGS. 2002.126 pág.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro. IBGE/ SUPREN.1977.91p

WILLISON, J.; **ArcGIS9, ArcGIS Spatial Analysis tutorial**, ESRI press, USA, 2001.