

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E RECURSOS NATURAIS

**ANÁLISE AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PINHEIROS
(MUNICÍPIOS DE ORLEANS E SÃO LUDGERO, SC), COM BASE NA
CARACTERIZAÇÃO E DIAGNÓSTICO DOS ELEMENTOS DA PAISAGEM E DA
PERDA DE SOLO POR EROÇÃO LAMINAR.**

FÁTIMA ELIZABETI MARCOMIN

São Carlos, SP

2002

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E RECURSOS NATURAIS

**ANÁLISE AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PINHEIROS
(MUNICÍPIOS DE ORLEANS E SÃO LUDGERO, SC), COM BASE NA
CARACTERIZAÇÃO E DIAGNÓSTICO DOS ELEMENTOS DA PAISAGEM E DA
PERDA DE SOLO POR EROSÃO LAMINAR.**

FÁTIMA ELIZABETI MARCOMIN

**Tese apresentada ao Programa de Pós –
Graduação em Ecologia e Recursos
Naturais do Centro de Ciências Biológicas e
da Saúde da Universidade Federal de São
Carlos, como parte dos requisitos para a
obtenção do título de Doutor em Ciências,
área de concentração em Ecologia e
Recursos Naturais.**

Orientador: Dr. José Eduardo dos Santos

São Carlos, SP

2002

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da
Biblioteca Comunitária/UFSCar**

M321aa Marcomin, Fátima Elizabeti.
Análise ambiental da bacia hidrográfica do Rio Pinheiros
(Municípios de Orleans e São Ludgero, SC), com base na
caracterização e diagnóstico dos elementos da paisagem e
da perda de solo por erosão laminar / Fátima Elizabeti
Marcomin. -- São Carlos : UFSCar, 2002.
155 p.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal de São
Carlos, 2002.

1. Ecologia. 2. Ecologia da paisagem. 3. Erosão do solo.
4. Sistema de informação geográfica. 5. Bacia hidrográfica.
I. Título.

CDD: 574.5 (20^a)

Dr. JOSÉ EDUARDO DOS SANTOS

Orientador

DEDICO

A Deus, por tudo e por todos;

Ao Geraldo, pela liberdade e pelo amor;

À vida que se está formando.

AGRADECIMENTOS

Ao Dr. José Eduardo dos Santos, pela orientação, análise crítica, favorecendo um grande crescimento, e pela amizade e total incentivo ao longo deste trabalho, sou imensamente grata.

Ao Dr. José Salatiel Rodrigues Pires, pela amizade, críticas e sugestões.

Aos Drs. Marcus Polette e Felisberto Cavalheiro, pelas sugestões iniciais do projeto, (que culminaram com o redirecionamento do mesmo), e particularmente ao primeiro, por ter dado a oportunidade de consultar seu acervo bibliográfico na UNIVALI.

Ao Dr. Francisco Lombardi Neto, do Instituto Agrônomo de Campinas, especialmente pelo total despreendimento, paciência e empenho com que prestou as orientações no cálculo dos fatores da Equação Universal de Perda de Solo (EUPS), Expectativa e Potencial de Risco de Erosão, bem como por ter realizado, com base em seu conhecimento e experiência, todas as adaptações necessárias para a área em estudo. Sou imensamente grata e honrada pela convivência e aprendizado.

À Dra. Iandara Alves Mendes, UNESP-Rio Claro, em especial, pela discussão sobre o uso da EUPS, pela atenção, paciência, carinho e amizade em todas as visitas a sua Instituição.

Ao Dr. Márcio Valeriano, do Instituto Agrônomo de Campinas, por ter disponibilizado o uso do Programa LS 30.iml para cálculo do fator LS da Equação, além dos esclarecimentos quanto ao uso do mesmo, bem como pela sua atenção.

Ao Prof. Antônio A. A. Uberti, da Faculdade de Agronomia da UFSC, pelas orientações na identificação dos solos da área de estudo, por diversos esclarecimentos e pela amizade de sempre. Além dos Profs. Joel Pelerin, Antônio Luis Paulino e Henrique Villela, do Departamento de Geografia, pelos esclarecimentos quanto à compatibilização IDRISI-MICROSTATION, aliás, a este último, pela digitalização da base cartográfica e pela amizade.

Ao Dr. Carlos Henke-Oliveira pelo auxílio e esclarecimentos no uso do IDRISI v. 2.0, sempre com muito didatismo, paciência, amizade e incentivo.

A Yara M. A. Chanin e Dr. Murilo Pundek, da EPAGRI/Florianópolis, por terem disponibilizado, respectivamente, as fotos aéreas da área para reprodução das mesmas e dados

específicos para o Estado de Santa Catarina; e, também, aos Engs. Agrônomos Hélio Luis Paim e Nilton Benedetti, EPAGRI/Orleans, pelas informações e esclarecimentos sobre a área de estudo.

Ao Dr. Ildegardis Bertol, da UDESC-Lages-SC, por esclarecimentos quanto ao cálculo dos valores de tolerância de perda de solo e pelo envio de material bibliográfico.

A Dra. Maria Amélia Nascimento (UFG) e Cenira Lupinacci (UNESP-Rio Claro), pelo atendimento cordial e por sugestões quanto à EUPS. Sou imensamente grata.

A Dra. Sandra Elisa C. Pitton e ao Técnico Carlos Prochnow, do Depto. de Climatologia da UNESP de Rio Claro, respectivamente, por terem favorecido o uso do SURFER 5.0 e pela orientação na aplicação do mesmo.

A CAPES/PICDT, pela concessão da bolsa de estudos.

Na UNISUL, ao Dr. Edgar Lanzer, Diretor de Pesquisa naquele período, e a Profa. Islândia Herdet, Coordenadora do Programa de Qualificação Docente, pelo apoio e incentivo. Aos Professores Gisele Hadlich, Nuno de Campos Filho e Gilmar Plá do Curso de Agronomia, respectivamente, pelas orientações no uso de fotos aéreas, pelo acompanhamento nas saídas de campo para identificação dos perfis de solo e pelo incentivo. Ao Prof. Hamilton de Bem e à Prof^a Arlete Piucco, respectivamente, pelos importantes esclarecimentos em Estatística e Cartografia (Escala). Às Professoras Jane Knabem, Kátia Mazzuco, Rozane Goularte, Renilda de Jesus e Selma Serafim, do Curso de Ciências Biológicas, pelo carinho, compreensão e amizade constantes, bem como ao Sr. Alberto e à Lenir, do Setor de Apoio, pelo carinho e incentivo. Aos alunos do 4^o e do 5^o semestres do Curso de Ciências, do período de 1998 - 2002, pelo amor, respeito, compreensão, solidariedade e por serem grande incentivadores. Ao GRUPERH, por disponibilizar cópia da imagem de satélite de 1997 e pelo empréstimo do GPS MAGELAM na etapa inicial dos trabalhos (pilotagem).

A Zuleima Mota Longo e Jaime Paladini, do CINCREC, pela compreensão e apoio.

Ao PPGERN, em especial as funcionárias Renata e Grace, pelo carinho e atenção e aos colegas do curso de doutorado pelo incentivo, em especial a Lucília Pacobahyba, David Rosalen, Roberto Feres e Adriana Paese.

Às Secretárias Beti e Tânia, do Departamento de Solos do IAC-Campinas; às bibliotecárias Celeste (IAC-Campinas), Albertina (UNICAMP-Campinas), Mônica (UNESP-Rio Claro), Teresa (UFSCar-São Carlos), Nilda e Cibele (UNISUL) pelo atendimento gentil.

Ao Corpo de Bombeiros de Tubarão, especialmente ao Comandante Carlos Moisés da Silva, pelo apoio nas saídas de campo durante o período de pilotagem.

Aos moradores da bacia hidrográfica do Rio Pinheiros pelo carinho e apoio.

À Empresa De Biasi/Orleans, na pessoa de Robson e Tânia, pelo auxílio e empréstimo do equipamento fotográfico em situações críticas.

A **Deus**, não há palavras suficientes para expressar todas as razões dos meus agradecimentos. Apenas por ser a razão e oportunizar tudo isso.

Muito especialmente, ao Geraldo, pelo amor e apoio plenos em todos os momentos e pela realização de mais um sonho.

Aos meus familiares, em especial aos meus pais, Mário e Lúcia, pelo apoio incondicional de sempre, por respeitarem meus sonhos, pelo amor constante e por me tornarem parte do que sou. Ao meu pai também, por todo acompanhamento de campo, sua memória fotográfica e conhecimento da área que em muito facilitaram este trabalho, assim como, por importantes esclarecimentos a respeito do cultivo do fumo na região. A Goreti e Ivana, irmãs amadas, ao Dinho, e à Milene, sobrinha e afilhada que, apesar da pouca idade, tem se mostrado tão compreensiva, mesmo na minha ausência. A Djalma, Cléo e demais familiares, pela compreensão, respeito e carinho.

A Keila, pelo afeto e apoio permanentes ao longo dos anos.

E a todas as pessoas, iluminadas, que cruzaram meu caminho e me deram oportunidade de crescimento, harmonia, paz e amor. Apesar de não terem sido citadas, são dignas do meu agradecimento, respeito e carinho. Que Deus os abençoe sempre e suas vidas sejam repletas de luz.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	I
LISTA DE FIGURAS.....	III
LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E TERMOS TÉCNICOS.....	VI
LISTA DE ANEXOS.....	VII
RESUMO.....	VIII
ABSTRACT.....	IX
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS.....	8
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	9
3.1 Área de estudo.....	9
3.2 Elementos da paisagem e cartografia.....	12
3.3. Fatores da Equação Universal de Perda de Solo (EUPS).....	14
3.4. Limite de Tolerância de Perda de solo.....	22
3.5 Potencial Natural de Erosão Laminar (PNE).....	23
3.6 Expectativa de Risco de Erosão laminar (ERE).....	25
3.7 Perda de Solo por erosão laminar (A)	26
3.8 Potencial de Risco de Erosão laminar.....	26
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	28
4.1 Elementos da paisagem e cartografia.....	28
4.2 Fatores da Equação Universal de Perda de Solo (EUPS).....	48
4.3 Limite de Tolerância de Perda de solo.....	60
4.4 Potencial Natural de Erosão Laminar (PNE).....	61
4.5 Expectativa de Risco de Erosão laminar (ERE).....	66
4.6 Perda de Solo por erosão laminar (A).....	69
4.7 Potencial de Risco de Erosão laminar.....	76

4.8 Análise das subunidades enfocando os elementos da paisagem, o PNE, a ERE, a perda de solo (A) e o Potencial de Risco de erosão laminar.....	79
4.9 Cruzamentos.....	134
4.9.1 Entre o uso do solo e os elementos da paisagem.....	134
4.9.2 Entre a perda de solo, o PNE e os elementos da paisagem.....	137
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES.....	140
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	144
7. ANEXO A	155

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Precipitação (mm) da Estação Meteorológica de Orleans (SC).....	16
Tabela 2 - Modelo de tabela empregada para os cálculos do fator C.....	21
Tabela 3 - Área e padrão de drenagem das subunidades da paisagem da bacia hidrográfica do Rio Pinheiros (SC).....	30
Tabela 4 - Hipsometria das subunidades da paisagem da bacia hidrográfica do Rio Pinheiros (SC).....	32
Tabela 5 - Área das classes hipsométricas da bacia hidrográfica do Rio Pinheiros (SC).....	34
Tabela 6 - Clinografia das subunidades da paisagem da bacia hidrográfica do Rio Pinheiros (SC).....	35
Tabela 7 - Área das classes clinográficas da bacia hidrográfica do Rio Pinheiros (SC).....	35
Tabela 8 - Área ocupada pelos tipos de solo nas subunidades da paisagem da bacia hidrográfica do Rio Pinheiros (SC).....	39
Tabela 9 - Área ocupada pelos tipos de usos do solo na bacia hidrográfica do Rio Pinheiros (SC).....	41
Tabela 10 - Área ocupada pelos tipos de usos do solo nas subunidades da paisagem da bacia hidrográfica do Rio Pinheiros (SC).....	42
Tabela 11 - Erosividade mensal, total e acumulada da bacia hidrográfica do Rio Pinheiros (SC).....	50
Tabela 12 - Erodibilidade dos solos da bacia hidrográfica do Rio Pinheiros (SC).....	50
Tabela 13 - Valores médio e máximo do Fator topográfico (LS) das subunidades da paisagem da bacia hidrográfica do Rio Pinheiros (SC).....	53
Tabela 14 - Valores da correlação entre o fator topográfico (LS) e as variáveis comprimento de rampa e declividade para as diferentes subunidades da paisagem da bacia hidrográfica do Rio Pinheiros (SC).....	54
Tabela 15 - Cálculo de C (fator uso e manejo) para a cultura de feijão.....	55
Tabela 16 - Cálculo de C (fator uso e manejo) para a rotação de cultura de fumo-feijão.....	56
Tabela 17 - Cálculo de C (fator uso e manejo) para a rotação de cultura de fumo-milho.....	57
Tabela 18 - Cálculo de C (fator uso e manejo) para a cultura de milho.....	58

Tabela 19 - Cálculo de C para o cultivo agrícola, em função da proporção de ocorrência de cada tipo de cultivo na área de estudo.....	59
Tabela 20 - Cálculo do valor de correção final para os tipos de preparo do solo, em função da proporção de ocorrência de cada tipo de preparo do solo na área de estudo.....	59
Tabela 21 - Valores do Fator P (práticas conservacionistas) segundo as classes de declividade para a bacia hidrográfica do Rio Pinheiros (SC).....	60
Tabela 22 - Limites de tolerância para os tipos de solos da bacia hidrográfica do Rio Pinheiros (SC).....	61
Tabela 23 - Valores médio e máximo do Potencial Natural de Erosão laminar (PNE) das subunidades da paisagem da bacia hidrográfica do Rio Pinheiros (SC).....	62
Tabela 24 - Valores da correlação entre o Potencial Natural de Erosão laminar (PNE) e as variáveis fator topográfico (LS) e erodibilidade (K).....	63
Tabela 25 - Classes de Potencial Natural de Erosão laminar (PNE).....	65
Tabela 26 - Percentagem (%) de área de cada classe de Potencial Natural de Erosão laminar (PNE) nas subunidades da paisagem da bacia hidrográfica do Rio Pinheiros (SC).....	65
Tabela 27 - Valores médio e máximo da Expectativa de Risco de Erosão laminar (ERE) das subunidades da paisagem da bacia hidrográfica do Rio Pinheiros (SC).....	67
Tabela 28 - Classes de Expectativa de Risco de Erosão laminar (ERE).....	67
Tabela 29 - Valores médio e máximo de Perda de Solo por erosão laminar (A) das subunidades da paisagem da bacia hidrográfica do Rio Pinheiros (SC).....	70
Tabela 30 - Valores da correlação entre a Perda de Solo por erosão laminar (A) e as variáveis Fator topográfico (LS), uso e manejo (C), práticas conservacionistas (P) e erodibilidade (K).....	71
Tabela 31 - Classes de Perda de solo por erosão laminar (A).....	72
Tabela 32 - Percentagem (%) de área de cada classe de Perda de Solo (A) nas subunidades da paisagem da bacia hidrográfica do Rio Pinheiros (SC).....	73
Tabela 33 - Cruzamentos entre os tipos de usos do solo e os elementos da paisagem das subunidades da bacia hidrográfica do Rio Pinheiros (SC).....	135
Tabela 34 - Cruzamentos entre a perda de solo, o PNE e os elementos da paisagem das subunidades da bacia hidrográfica do Rio Pinheiros (SC).....	138

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização geográfica da bacia hidrográfica do Rio Pinheiros (SC).....	10
Figura 2 - Representação esquemática para a obtenção do Potencial Natural de Erosão laminar (PNE).....	24
Figura 3 - Representação esquemática para a obtenção da Perda de Solo por erosão laminar (A).....	27
Figura 4 - Rede hidrográfica e subunidades da paisagem da bacia hidrográfica do Rio Pinheiros (SC).....	29
Figura 5 - Hipsometria da bacia hidrográfica do Rio Pinheiros (SC).....	31
Figura 6 - Perfil topográfico associado ao Modelo Digital do Terreno da bacia hidrográfica do Rio Pinheiros (SC).....	33
Figura 7 - Clinografia da bacia hidrográfica do Rio Pinheiros (SC).....	36
Figura 8 - Levantamento Exploratório de Solos da bacia hidrográfica do Rio Pinheiros (SC).....	38
Figura 9 - Uso do solo da bacia hidrográfica do Rio Pinheiros (SC).....	40
Figura 10 - Vista parcial de algumas áreas de cultivo da bacia hidrográfica do Rio Pinheiros (SC).....	43
Figura 11A - Vista parcial de cada subunidade da paisagem, (1-7), da bacia hidrográfica do Rio Pinheiros (SC).....	44
Figura 11B - Vista parcial de cada subunidade da paisagem, (8-14), da bacia hidrográfica do Rio Pinheiros (SC).....	45
Figura 12A - Quadro esquemático representando o gradiente de classificação das subunidades de acordo com a maior percentagem de: A)Vegetação arbóreo-arbustiva, B)Pastagem.....	46
Figura 12B - Quadro esquemático representando o gradiente de classificação das subunidades de acordo com a maior percentagem de: C) Cultivo agrícola.....	47
Figura 13 - Malha viária da bacia hidrográfica do Rio Pinheiros (SC).....	49
Figura 14 - Fator topográfico (LS) da bacia hidrográfica do Rio Pinheiros (SC).....	52
Figura 15 - Potencial Natural de Erosão laminar (PNE) da bacia hidrográfica do Rio Pinheiros (SC).....	64
Figura 16 - Expectativa de Risco de Erosão laminar (ERE) da bacia hidrográfica do Rio Pinheiros (SC).....	68

Figura 17 - Perda de Solo por erosão laminar (A) da bacia hidrográfica do Rio Pinheiros (SC).....	74
Figura 18 - Quadro esquemático representando o gradiente de classificação das subunidades de acordo com os maiores valores médios de perda de solo.....	75
Figura 19 - Potencial de Risco de erosão laminar na bacia hidrográfica do Rio Pinheiros (SC).....	78
Figura 20A - Subunidade Leito principal - elementos da paisagem.....	80
Figura 20B - Subunidade Leito principal - elementos da paisagem e PNE.....	81
Figura 20C - Subunidade Leito principal - ERE, A e Potencial de Risco de erosão laminar.....	82
Figura 21A - Subunidade “Linha da Invernada” - elementos da paisagem.....	84
Figura 21B - Subunidade “Linha da Invernada”- elementos da paisagem, PNE, ERE e A.....	85
Figura 21C - Subunidade “Linha da Invernada” - Potencial de Risco de erosão laminar.....	86
Figura 22A - Subunidade “Alto Barracão” - elementos da paisagem.....	88
Figura 22B - Subunidade “Alto Barracão” - elementos da paisagem, PNE, ERE e A.....	89
Figura 22C - Subunidade “Alto Barracão” - Potencial de Risco de erosão laminar.....	90
Figura 23A - Subunidade “Furninhas”- elementos da paisagem.....	92
Figura 23B - Subunidade “Furninhas”- elementos da paisagem, PNE, ERE e A.....	93
Figura 23C - Subunidade “Furninhas”- Potencial de Risco de erosão laminar.....	94
Figura 24A - Subunidade Rio das Furnas - elementos da paisagem.....	96
Figura 24B - Subunidade Rio das Furnas - elementos da paisagem e PNE.....	97
Figura 24C - Subunidade Rio das Furnas – ERE, A e Potencial de Risco de erosão laminar.....	98
Figura 25A - Subunidade “Rio Pinheiros Alto - B. E. ” - elementos da paisagem.....	100
Figura 25B - Subunidade “Rio Pinheiros Alto - B. E. ” - elementos da paisagem, PNE, ERE e A.....	101
Figura 25C - Subunidade “Rio Pinheiros Alto - B. E. ” - Potencial de Risco de erosão laminar.....	102
Figura 26A - Subunidade “Barreira” - elementos da paisagem.....	104
Figura 26B - Subunidade “Barreira” - elementos da paisagem, PNE, ERE e A.....	105
Figura 26C - Subunidade “Barreira” - Potencial de Risco de erosão laminar.....	106

Figura 27A - Subunidade “Rio Pinheiros de Baixo - B. E.” - elementos da paisagem.....	108
Figura 27B - Subunidade “Rio Pinheiros de Baixo - B. E.” - elementos da paisagem, PNE, ERE e A.....	109
Figura 27C - Subunidade “Rio Pinheiros de Baixo- B. E.”- Potencial de Risco de erosão laminar.....	110
Figura 28A - Subunidade “Rodeio” - elementos da paisagem.....	112
Figura 28B - Subunidade “Rodeio” - elementos da paisagem e PNE.....	113
Figura 28C - Subunidade “Rodeio” - ERE, A e Potencial de Risco de erosão laminar.....	114
Figura 29A - Subunidade Rio Carlota - elementos da paisagem.....	116
Figura 29B - Subunidade Rio Carlota - elementos da paisagem, PNE, ERE e A.....	117
Figura 29C - Subunidade Rio Carlota - Potencial de Risco de erosão laminar.....	118
Figura 30A - Subunidade “Vila dos Bianco” - elementos da paisagem.....	120
Figura 30B - Subunidade “Vila dos Bianco” - elementos da paisagem, PNE, ERE e A.....	121
Figura 30C - Subunidade “Vila dos Bianco” - Potencial de Risco de erosão laminar.....	122
Figura 31A - Subunidade “Boa Vista”- elementos da paisagem.....	124
Figura 31B - Subunidade “Boa Vista”- elementos da paisagem, PNE, ERE e A.....	125
Figura 31C - Subunidade “Boa Vista”- Potencial de Risco de erosão laminar.....	126
Figura 32A - Subunidade Rio Belo Alto - elementos da paisagem.....	128
Figura 32B - Subunidade Rio Belo Alto - elementos da paisagem, PNE, ERE, A e Potencial de Risco de erosão laminar.....	129
Figura 33A - Subunidade “Taipa” - elementos da paisagem.....	131
Figura 33B - Subunidade “Taipa” - elementos da paisagem, PNE, ERE e A.....	132
Figura 33C - Subunidade “Taipa” - Potencial de Risco de erosão laminar.....	133

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E TERMOS TÉCNICOS

A – Perda de solo por erosão laminar.

BHRP – Bacia hidrográfica do Rio Pinheiros.

C – Fator uso e manejo.

CAPES – Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.

CINCRES – Centro Integrado de Ciências da Região Sul de Santa Catarina.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.

EPAGRI - Empresa de Pesquisa Agropecuária e de Extensão Rural de Santa Catarina.

EUPS – Equação Universal de Perda de Solo.

ERE – Expectativa de Risco de Erosão laminar.

GPS – Sistema de Posicionamento Global.

GRUPERH – Grupo de Pesquisa em Recursos Hídricos.

IAC – Instituto Agrônomo de Campinas.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

K – Fator erodibilidade.

LS – Fator topográfico.

SIG – Sistema de Informações Geográficas.

P – Fator práticas conservacionistas.

PNE – Potencial Natural de Erosão laminar.

R – Fator erosividade.

UDESC – Universidade do Desenvolvimento do Estado de Santa Catarina.

UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina.

UFSCar – Universidade Federal de São Carlos.

UFG – Universidade Federal de Goiânia.

UNESP – Universidade Estadual Paulista.

UNICAMP – Universidade de Campinas.

UNISUL – Universidade do Sul de Santa Catarina.

UNIVALI – Universidade do Vale do Itajaí.

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A - Erosividade (% acumulada) para um ciclo agrícola anual da bacia hidrográfica do Rio Pinheiros (SC).

RESUMO

Foi realizada a análise ambiental da bacia hidrográfica do Rio Pinheiros, SC, com base na caracterização e diagnóstico dos elementos da paisagem (altitude, declividade, tipos de solos, tipos de uso e ocupação do solo e malha viária) e da perda de solo por erosão laminar, aplicando esta abordagem para quatorze subunidades de gerenciamento da paisagem delimitadas na área de estudo. A perda de solos, estimada com base na Equação Universal de Perda de Solo (EUPS), os fatores componentes da mesma e os elementos estruturais da paisagem foram gerados no Sistema de Informação Geográfica (SIG) – IDRISI v. 2.0. Nas subunidades da paisagem predominaram perdas de solo inferiores a 10 t/ha/ano, sendo que valores superiores a 50 t/ha/ano foram observados somente em áreas de cultivo agrícola. Os maiores e menores valores médios de perdas de solo, correspondentes a 242,3 e 39,1 t/ha/ano, foram estimados para as subunidades “Rio Pinheiros Alto-B.E” e “Barreira”, respectivamente. A subunidade “Barreira” correspondeu a de menor comprometimento da qualidade ambiental com relação ao tipo de uso e perda de solo, pois apresenta a maior percentagem de cobertura vegetal, menor percentagem de cultivo agrícola e menor valor médio de perda de solo. As mais comprometidas foram às subunidades do “Rio Pinheiros Alto-B.E.” e a “Boa Vista”, onde ocorrem os maiores valores médios de perda de solo; esta última também a com maior percentagem de cultivo agrícola. A análise integrada entre os valores de perda de solo e os elementos estruturais da paisagem evidencia que as áreas críticas de perda de solo (classes alta e muito alta), estão associadas às áreas de cultivo agrícola. Cerca de 23% da área total da bacia hidrográfica do Rio Pinheiros apresenta perdas de solo acima do limite de tolerância, indicando a necessidade da revisão dos tipos de uso e manejo do solo na perspectiva de reduzir os efeitos dos impactos decorrentes da erosão.

Palavra-chave: EUPS; erosão do solo; bacia hidrográfica; ecologia da paisagem, SIG.

ABSTRACT

The environmental analysis of the Pinheiros River watershed basin was performed by means of characterization and diagnosis of the landscape factors (altitude, slope, road net, land use and type of soil) and soil loss by sheet erosion, applying this approach to fourteen subunits of landscape managing delimited on the study area. The soil loss evaluated and based on the Universal Soil Loss Equation (USLE), the factors making part of it and the landscape structural factors were generated by the Geographical Information System (GIS) – IDRISI v. 2.0. Soil losses lower than 10 t/ha/year predominated over the landscape subunits, being that values over 50 t/ha/year were only observed in cultivation areas. The higher and lower average values of soil loss, corresponding to 242,3 and 39,1 t/ha/year, were evaluated for the subunits “Pinheiros Alto River – B.E” and “Barreira”, respectively. The “Barreira” subunit corresponded to that of lower environmental quality risky exposure in relation to the use and soil loss, once it shows a higher percentage of vegetation area, a lower percentage of cultivation area as well as a lower average value of soil loss. “Pinheiros Alto River – B. E.” and “Boa Vista”, were the most exposed subunits, and where the highest average values take place; the latter one is also that with a higher cultivation area. The integrated analysis between the soil loss values and the landscape structural factors give proof that critical areas of soil loss (high and very high classes), are associated with the cultivation areas. Around 23 % of the Pinheiros River watershed basin total area reveal soil losses above the tolerance limit, signaling the need for review concerning the soil use types and soil handling in the hope of reducing the impact effects derived from the erosion.

Key-words: USLE; soil erosion; watershed basin; landscape ecology; GIS.

1. INTRODUÇÃO

A alteração das paisagens, quando decorrente do aumento dos processos erosivos, vem se manifestando com características desde estéticas até estruturais e funcionais. Tais processos geram modificações visuais nas paisagens, ora pela redução das áreas cobertas por vegetação, ora pelo aumento das áreas de solo descoberto ou empregado para outros fins, afetando, a estrutura e dinâmica dos ambientes.

Com isso, atinge-se o fluxo dos constituintes do solo, o que culmina por alterar todas as relações entre tais substâncias e os demais componentes abióticos e bióticos do sistema. Vários segmentos da paisagem também são alterados por processos de deposição, que se dão desde áreas com relevo mais plano até o que é mais grave, o assoreamento dos corpos d'água.

Nesse sentido, a erosão do solo se constitui em um problema que se agrava à medida em que não se atua no sentido de minimizar os efeitos dos processos erosivos, cujos reflexos se manifestam não somente na esfera econômica, mas social, política, estética e ambiental.

A erosão é um processo mecânico que atua simultaneamente na superfície e na profundidade do perfil do solo, tornando-se crítica em função da intensidade das atividades humanas (CAMPOS, 1987). As causas desse processo são complexas e decorrentes de fatores culturais, institucionais, sociais, econômicos e ambientais (BARROW, 1994). A erosão tem sido relacionada não somente com a perda de solo, mas também com a redução da profundidade do solo (SPAROVEK e VAN-LIER, 1997); com a redução da fertilidade do solo (MAFRA, 1999; FAO, 1967); com a perda de solos agricultáveis e assoreamento dos corpos d'água (OLIVEIRA *et al.*, 1987); com a redução da capacidade produtiva do solo e da qualidade do cultivo agrícola (BERTONI e LOMBARDI NETO, 1999, QUEIRÓZ NETO, 1978); com o empobrecimento do meio rural (BERTOLINI e LOMBARDI NETO, 1993; LOMBARDI NETO, 1992); com a redução da capacidade de armazenamento de água (PAREIRA, 1997); com a alteração da dinâmica e estrutura das paisagens e da qualidade ambiental dos corpos d'água (MAFRA, 1999); com a diminuição da uniformidade das condições do solo, deterioração dos habitats aquáticos, comprometimento da qualidade da água, aumento dos custos do tratamento e danos ao sistema de distribuição da água (CANTER, 1986); e com a perda de equipamentos urbanos e deterioração das obras civis, onerando os órgãos públicos em termos da necessidade de obras de infra-estrutura e da aplicação de medidas corretivas (OLIVEIRA *et al.*, 1987).

A vulnerabilidade ambiental tem sido também associada com a vulnerabilidade do solo à erosão, principalmente em áreas onde a capacidade de infiltração na superfície do solo tenha sido reduzida pela atividade humana ou com solos expostos à forte precipitação (FALKENMARK e SUPRAPTO, 1992). Neste contexto, a presença de vegetação constitui a defesa natural do solo contra a erosão (SALOMÃO e IWASA, 1995) e degradação do mesmo (BREWER, 1994), sendo a responsável pela proteção contra a água da chuva, além de contribuir com a retenção da água no solo pela ação das raízes, bem como em participar na estruturação do solo pela incorporação de matéria orgânica (BERTONI e LOMBARDI NETO, 1999).

Segundo BERTONI e LOMBARDI NETO (1999, p. 26) “o desaparecimento de toda a vegetação deixando o solo descoberto, é, provavelmente, o pior que pode ocorrer a uma terra”. Isso porque a vegetação age como uma camada protetora ou tampão entre a atmosfera e o solo, já que as folhas e ramos absorvem parte da energia das gotas da chuva, reduzindo a velocidade da queda d’água e protegendo, pela ação das raízes, os solos contra os movimentos de massa (EVANS, 1980; MORGAN, 1995). A ausência da cobertura vegetal protegendo os solos é um importante fator que afeta a perda de solo (ROSE, 1988), além de comprometer o volume e a qualidade da água (PIRES, 1995). Em áreas desprovidas de vegetação, ou em pastagens e lavouras, o aquecimento da atmosfera é maior do que em áreas com cobertura vegetal mais densa, causando maior ascensão de ar, o que pode interferir com a vegetação e desestruturar a camada superficial do solo, provocando a erosão (PEREIRA e ALMEIDA, 1996). Áreas com cobertura vegetal são importantes para o desenvolvimento sustentável quando, dentre outros aspectos, conservam o solo e a água em áreas altamente erodíveis, caso a vegetação original fosse removida (IUCN/UNEP/WWF, 1991 citado por LUCAS, 1995). PIRES e SANTOS (1995) salientam que a retirada da cobertura vegetal gera, por um lado, a diminuição da precipitação local, da infiltração de água e do estoque de água subterrânea; por outro lado, o aumento no escoamento superficial, a erosão dos solos e o assoreamento dos corpos d’água, além da alteração nos padrões de vazão e volume dos cursos d’água. A redução da vegetação também gera o empobrecimento e diminuição da produtividade do solo (RICKLEFS, 1993).

A ocupação do espaço desencadeada pelas ações de desmatamento, cultivo do solo, implantação de estradas, criação e expansão de cidades efetuada de modo inadequado é o fator fundamental na aceleração da erosão (SÃO PAULO, 1990). Além disso, o uso abusivo

da mecanização e a queima de restos culturais desestruturam o solo e aumentam a erosão (TAVARES, 1986). A maior quantidade de perda de solo tem sido observada em áreas com cultivo agrícola, em áreas fortemente pisoteadas, de corte e derrubada de madeira, de abertura de ruas e com outros distúrbios em declives íngremes (FORMAN e GODRON, 1986). De acordo com BELLINAZZI *et al.* (1981, citado por BERTOLINI e LOMBARDI NETO, 1993), estima-se que 80% da área cultivada do Estado de São Paulo apresentam erosão além dos limites de tolerância, gerando perdas de 194.000.000 de toneladas de solo por ano.

Dentre os processos erosivos a erosão laminar é considerada o principal tipo de perda de solo, sendo somente percebida quando ocorre a exposição das raízes e quando as diferenças das características do solo indicam a profundidade da camada de solo arrastada (BERTONI e LOMBARDI NETO, 1999). As perdas de solo por erosão laminar são particularmente afetadas por fatores relacionados às condições naturais locais como a precipitação, a cobertura vegetal, a topografia e os tipos de solo (SALOMÃO, 1999). Essas perdas por erosão laminar têm sido estimadas com base na EUPS – Equação Universal de Perda de Solo (WISCHMEIER e SMITH, 1978), como no Brasil, onde diversos trabalhos vêm sendo realizados com adaptações às condições regionais (BERTONI *et al.*, 1972; BERTONI *et al.*, 1975; LOMBARDI NETO, 1977; LOMBARDI NETO, 1979; PONÇANO e CHRISTOFOLETTI, 1987; STEIN *et al.*, 1987; DENARDIN, 1990; LOMBARDI NETO e MOLDENHAUER, 1992; MARQUES *et al.*, 1997a, b, c; VALERIANO, 1999).

BERTONI *et al.* (1972) avaliaram o efeito de vários fatores sobre as perdas de solo, dentre eles o efeito do tipo de uso do solo, do comprimento de rampa, das práticas conservacionistas e das técnicas de preparo do solo, em 108 talhões de diferentes tamanhos, tipos de solo, culturas, declives e tratamentos. BERTONI *et al.* (1975) fizeram um breve histórico dos trabalhos que culminaram com a elaboração da EUPS proposta em 1954 no Runoff and Soil – Loss Data Center, do Agricultural Research Service, e modificada por WISCHMEIER e SMITH (1978), e que vem sendo utilizada atualmente, além de terem empregado a equação para as condições da cidade de Campinas-SP, ressaltando a importância de aplicá-la a dados específicos para cada região. LOMBARDI NETO (1977) analisou o fator erosividade das chuvas para as condições de Campinas-São Paulo, para um período de 22 anos, empregando a fórmula $EI = 6.872 (p^2/P)^{0.850}$. LOMBARDI NETO (1979) também aprofundou a questão, salientando que o comprimento de rampa e a declividade afetam consideravelmente a taxa de erosão causada pela água da chuva. DENARDIN (1990) correlacionou o fator erodibilidade do solo com parâmetros físicos e químicos do solo para 31

amostras de solo do Brasil e dados analíticos de 46 solos dos EUA disponíveis em literatura. RANIERI *et al.* (1996a) empregou o módulo Scalar, do Sistema de Informações Geográficas – IDRISI para o cálculo do comprimento de rampa, constatando a rapidez deste na produção de tal fator. MARQUES *et al.* (1997a) trabalharam com índices de erosividade da chuva, perda de solo e erodibilidade de dois solos da região dos cerrados, enquanto que MARQUES *et al.* (1997b, c) ocuparam-se com métodos de estimativa da erodibilidade de solos com horizonte B textural.

A EUPS continua sendo um método amplamente usado para estimar a perda de solo, apesar de considerar sua simplificação e as muitas variáveis envolvidas (SCHWAB *et al.*, 1993). Segundo MARQUES *et al.* (1997a, b, c) a EUPS é considerada o modelo mais eficiente para estimativa de perda de solo, embora os parâmetros envolvidos devam ser determinados localmente (FOSTER *et al.*, 1982 citado por MARQUES *et al.*, 1997 c). PAREIRA (1997) considera o uso de modelos como a EUPS uma possível ferramenta para servir como indicador ambiental. CASTRO e VALÉRIO FILHO (1997) consideram a aplicação da EUPS vantajosa e útil como instrumento de simulação e zoneamento ambiental.

As atividades associadas ao uso e ocupação do solo são acompanhadas de uma série de alterações na dinâmica dos elementos físicos, biológicos e antrópicos, em função da integridade e das complexas interações existentes entre os mesmos na formação de um complexo sistema natural em contínuo desenvolvimento representado pela paisagem (RODRIGUES, 1984). A paisagem é considerada como a expressão morfológica de diferentes formas de ocupação e transformação do ambiente, como resultado do processo de ocupação e gestão diante de qualquer ação que proporcione uma alteração morfológica sobre a mesma (MACEDO, 1993). Representa uma unidade distinta e mensurável com diversas características ecológicas, onde se encontram repetidos por toda a superfície um mosaico de ecossistemas locais ou usos distintos do solo e de regimes de distúrbios (FORMAN, 1995; FORMAN e GODRON, 1981). A utilização da bacia hidrográfica como unidade de estudo da paisagem representa uma abordagem fundamental para tratar as subunidades nela contida, permitindo integrar os diversos aspectos e interações que se estabelecem no âmbito da mesma (ROCHA *et al.*, 2000).

POLETTE (1999) salienta a importância do entendimento da estrutura, funcionamento e das mudanças que ocorrem na paisagem, visando ao desenvolvimento sustentável, reforçando a importância de ferramentas que possibilitem o conhecimento desta. A

abordagem estrutural no estudo da paisagem esclarece como os objetos são distribuídos em relação a tamanho, forma, número, tipo e configuração dos ecossistemas ou elementos da paisagem presentes. A abordagem funcional explora as interações entre os elementos da paisagem envolvendo os ecossistemas adjacentes os mosaicos contidos na mesma. Ainda há a abordagem dinâmica que focaliza as alterações na estrutura e função dos mosaicos ecológicos no tempo (FORMAN, 1990).

A aplicação de métodos quantitativos tem sido extremamente importante para comparar unidades da paisagem, relacionando os seus padrões de ocupação e organização espacial com as funções ecológicas, permitindo a identificação de mudanças significativas das mesmas na escala temporal (TURNER, 1989). Processos associados às mudanças da paisagem, como a erosão do solo, estão altamente relacionados com os aspectos estruturais da mesma (WESTMAN, 1985), e esta correlação pode servir como base para a estimativa da perda de solo com o uso da EUPS.

A degradação do território agrícola devido à erosão do solo é o “contraste fundamental” para a concretização do desenvolvimento sustentável, logo uma economia global, baseada na sustentabilidade, deve ser aquela em que a erosão do solo e a degradação não ultrapassem o processo de formação deste, que é da ordem de mm/ano (NORSE *et al.*, 1994).

Os processos erosivos associados à atividade agrícola são intensificados em função de o uso e o manejo inadequados do solo excederem a capacidade de suporte do mesmo (RANIERI *et al.*, 1996b). Há solos em que, mesmo em se adotando práticas de controle da erosão, esta ocorre, uma vez que tais áreas apresentam sérias limitações de uso, daí a importância de que o uso do solo seja compatível com essas limitações (FREIRE, 1995).

BARROW (1994) destaca, dentre outras, algumas medidas visando à redução ou o controle da degradação do solo, como: educar as pessoas sobre o valor da conservação do solo, oferecer concessões e empréstimos para incentivar a adoção de práticas de conservação do solo, proibir as práticas que causem erosão ou danos ao solo, controlar ou impedir a comercialização de safras nas quais tenha havido erosão do solo.

SCHWAB *et al.* (1993) consideram os terraços e canais vegetados importantes medidas de controle da erosão, assim como o cultivo em curva de nível, o plantio em faixas, com faixas alternadas de diferentes culturas.

FORMAN e GODRON (1986) reforçam o papel das cercas vivas na redução da erosão do solo em declives, quando estas contornam o terreno. Além disso, salientam que, apesar de as cercas vivas reduzirem a área cultivada, produzirem sombra e competirem por nutrientes do solo com as plantas da cultura, a decisão pela presença de cercas vivas deve basear-se em múltiplas funções, como: abrigar animais selvagens, inibir a velocidade dos ventos, e desta forma, reduzir processos erosivos, abrigar potenciais predadores, bloquear o maquinário agrícola e assim reduzir o maior movimento de terra, inibir a erosão e o escoamento de nutrientes, além de outros. As cercas vivas ainda desempenham papel importante no controle do fluxo de água, agem como barreira para a dispersão de animais e plantas, controlam o lixiviamento de nutrientes, podendo ser vistas como estruturas a partir das quais a regeneração das florestas tende a se processar (FARINA, 1998), além de controlar o fluxo d'água nas áreas de declividades e platôs, e, diminuir a intensidade de inundações em córregos (BUREL *et al.*, 1993). A remoção das cercas vivas, ou de apenas um fragmento delas, em áreas de declive, pode gerar o aumento significativo da erosão, sendo a erosão laminar um fenômeno controlado pelas cercas vivas (BUREL e BAUDRY, 1990).

BERTONI *et al.* (1972) observaram que o plantio em contorno controla 47% das perdas de solo, como os cordões de vegetação permanente de cana-de-açúcar que controlam 90% das perdas. Segundo KEMPER e DERPSCHE (1981), estudos realizados no Instituto Agrônômico do Paraná, em encostas com declividade de 6 %, mostraram que as perdas de solo, quando o preparo deste é feito morro abaixo, são de cerca de 700 t/ha/ano; quando em nível, as perdas podem chegar a 400 t/ha/ano; e quando em curvas de nível (terraceamento) juntamente com um bom preparo do solo, as perdas chegam a 97 t/ha/ano. Outras práticas também podem reduzir a erosão conforme destacado por BARROW (1994), SCHWAB *et al.* (1993) e SÃO PAULO (1990).

SÃO PAULO (1990) destaca como técnicas conservacionistas mais empregadas: cultura perene com utilização de plantas de cobertura, o que mantém o solo coberto no período chuvoso; plantio direto com culturas anuais, o qual preserva o solo coberto; rotação de culturas associadas a faixas de culturas, ficando o solo coberto na maior parte do ano, e a alternância de culturas reduz a erosão; cultura anual com cordões de vegetação permanente, o que facilita a infiltração e reduz a velocidade do impacto das chuvas; culturas anuais com faixas de retenção de vegetação permanente, ideal para terrenos com declividade inferior a 10%; entre outras. Também se considera necessário adaptar tais técnicas às características

físicas e químicas do solo, à declividade, ao comprimento de rampa e ao tipo de cultura, a fim de gerar o mínimo de escoamento.

CASTRO e VALÉRIO FILHO (1997) observaram a influência exercida pelas técnicas de manejo e práticas conservacionistas sobre as perdas de solo. BIGARELLA *et al.* (1979, citado por CUNHA e GUERRA, 1996) acreditam que áreas com declividade superior a 45% devem ser de preservação permanente, enquanto que as entre 20 – 45% para culturas perenes com restrições.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Avaliar o comprometimento da qualidade ambiental das subunidades da paisagem da bacia hidrográfica do Rio Pinheiros, municípios de Orleans e São Ludgero, com base na perda de solo por erosão laminar e na caracterização e diagnóstico ambiental dos elementos estruturais da paisagem, gerando subsídios para a gestão e planejamento ambiental da área em questão.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diagnosticar os elementos estruturais da paisagem;
- Descrever os elementos da paisagem para determinação da organização espacial e do cenário de cada subunidade da bacia hidrográfica do Rio Pinheiros;
- Estimar a perda de solo por erosão laminar em cada subunidade da paisagem por meio da Equação Universal de Perda de Solo (EUPS);
- Cruzar as informações entre valores de perdas de solo e da condição dos elementos estruturais da paisagem, para estabelecer um diagnóstico ambiental de cada subunidade;
- Identificar as áreas críticas da bacia hidrográfica do Rio Pinheiros, relacionadas com as perdas de solo e usos do mesmo;
- Gerar subsídios para a gestão e planejamento ambiental da bacia hidrográfica;
- Propor algumas estratégias para melhoria do cenário atual da bacia hidrográfica do Rio Pinheiros.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de estudo

A área de estudo, compreendendo a bacia hidrográfica do Rio Pinheiros (BHRP), está situada entre os municípios de Orleans e São Ludgero, na região sul do Estado de Santa Catarina, entre os paralelos 28°10' e 28°25' S e meridianos 49°10' e 49°25' W (Figura 1).

É uma área em que as principais atividades econômicas são a agricultura, com predomínio do cultivo de fumo, milho e feijão, enquanto na pecuária destacam-se a suinocultura e avicultura. Para a EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EPAGRI (1995) a fruticultura ainda é bastante restrita com a maioria das propriedades não ultrapassando áreas acima de 1 ha.

A classificação climática, segundo Köeppen, é do tipo subtropical úmido (Cfa), uma vez que a temperatura média do mês mais quente é superior a 22 °C (EPAGRI, 1995). Informações obtidas junto a Estação Meteorológica de Orleans, cedidos pelo CHIMERH/EPAGRI, Florianópolis, SC, relatam que a temperatura média anual é de 20,2 °C, dados médios de 24 anos, enquanto que a precipitação média anual, dados de 50 anos, é de 122,43 mm. A região está sujeita a geadas, principalmente nos meses de junho e julho.

Do ponto de vista geomorfológico, parte da área da BHRP está inserida na Unidade Geomorfológica Depressão da Zona Carbonífera Catarinense, de relevo colinoso com vales encaixados, vertentes íngremes e manto de intemperismo que favorece, ocasionalmente, a ocorrência de movimentos de massa. A outra parte está localizada na Unidade Geomorfológica Serra do Tabuleiro/Itajaí, de encostas íngremes e vales profundos que também favorecem os processos erosivos (SANTA CATARINA, 1986).

Geologicamente, parte da área da BHRP pertence à bacia do Rio Paraná, de rochas sedimentares com siltitos, folhelhos, argilitos, arenitos, arcóseos e conglomerados, enquanto que a outra pertence ao Complexo Canguçu, decorrente da associação de rochas metamórficas cujos tratos rochosos são metatexitos.

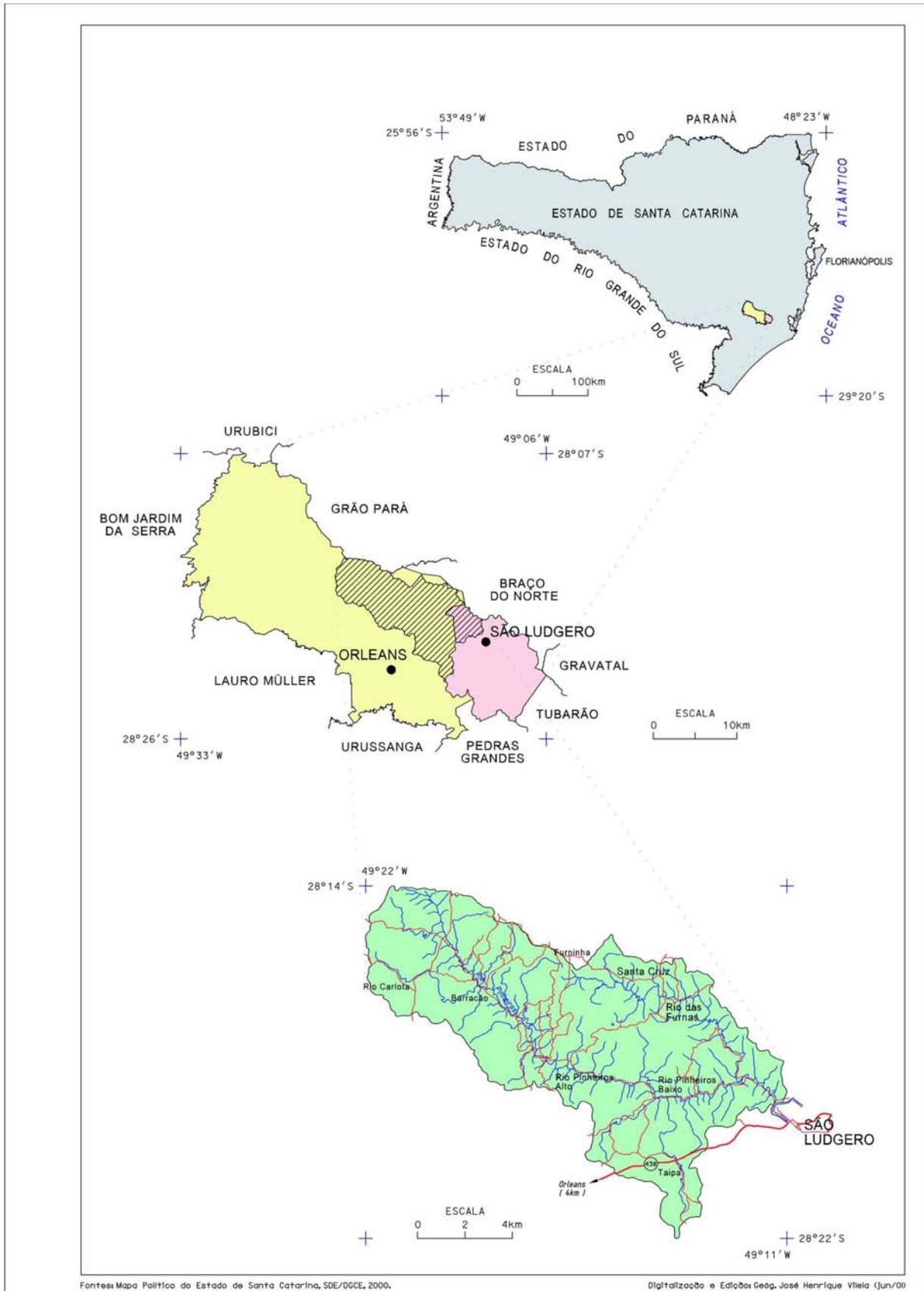


FIGURA 1: Localização geográfica da bacia hidrográfica do Rio Pinheiros (SC).

Quanto aos municípios situados na BHRP, Orleans apresenta uma área de 689 Km², uma economia baseada na exploração de atividades primárias (agricultura e pecuária), e cerca de 63 % da população concentrada na área rural (EPAGRI, 1995). Segundo INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE (2002), cerca de 36 % da população concentra-se na área rural e 64% na área urbana, evidenciando o êxodo rural. Com relação ao município de São Ludgero, o mesmo ocupa uma área de 112 Km², com predomínio da atividade agropecuária, sendo cerca de 68% da área agrícola ocupada por minifúndios (SANTA CATARINA, 1990a). De acordo com IBGE (2002), cerca de 30 % da população de São Ludgero concentra-se na área rural.

Os primeiros habitantes do município de Orleans foram índios Botocudo. A existência de reservas de carvão mineral e a construção, no período de 1874 – 1885, da Estrada de Ferro Dona Teresa Cristina contribuíram para o desenvolvimento de Orleans. A partir de 1883, começou o processo de imigração de alemães, italianos e poloneses para a região, sendo o município de Orleans emancipado em 1913 (SANTA CATARINA, 1990b).

A estrutura agrária de Orleans é caracterizada, predominantemente, por minifúndios e favorece o desenvolvimento das lavouras de ciclo mais curto (fumo, milho e feijão), da pecuária leiteira e da criação de aves e suínos. A renda do agricultor resulta da interligação da atividade agrícola e da pecuária. A elevada representatividade da lavoura de fumo decorre de a mesma estar consorciada a companhias que prestam assistência técnica e são responsáveis pela compra de toda a produção. Mesmo com atividades primárias (agricultura e pecuária), o setor industrial também vem se desenvolvendo nos gêneros: madeira, mobiliário, calçados, produtos alimentícios e transformação de minerais não metálicos. O turismo é uma atividade que vem se estruturando, destacando-se as esculturas nas rochas do Paredão e o museu ao ar livre (SANTA CATARINA, 1990b).

Em São Ludgero, os imigrantes alemães começam a se dirigir para a região por volta de 1870, abrindo a mata e cultivando a terra (SÃO LUDGERO, 1995), sendo a emancipação do município obtida em 1962 (SANTA CATARINA, 1990a). Vale acrescentar que migrantes italianos também contribuíram para o desenvolvimento da região.

Quanto à utilização da terra, no município de São Ludgero, predominam as culturas temporárias frente às permanentes, sendo que a cultura do fumo é responsável pela maior geração de renda, na agricultura, no município. Na pecuária, destacam-se a bovinocultura e a suinocultura. O mesmo tipo de sistema consorciado desenvolvido no caso do fumo, também ocorre na produção de suínos e aves. No setor secundário, os gêneros mais expresivos são a

madeira, produtos de matéria plástica, produtos alimentícios e vestuário. Já o turismo praticamente inexistente no município (SANTA CATARINA, 1990a).

EPAGRI (1995) embora não tenha contemplado a área total da BHRP, conforme abordado neste estudo, identificou o despejo de dejetos suínos como principal fonte de poluição nos corpos d'água, seguida pelo uso de agrotóxicos. Destacou, ainda a erosão dos solos decorrente da utilização inadequada das práticas conservacionistas nas culturas agrícolas como mais um grave problema ambiental.

3.2 Elementos da paisagem e cartografia

A área total da BHRP foi delimitada em subunidades de gerenciamento da paisagem, considerando a categorização dos rios acima da 3ª ordem, conforme o padrão de drenagem proposto por STRAHLER (1954, citado por STRAHLER, 1957). O critério adotado permitiu caracterizar um padrão de drenagem que contempla o nível de ramificação dos cursos d'água, além de favorecer o maior detalhamento no estudo da paisagem.

A delimitação de subunidades de uma paisagem também confere maior precisão na estimativa dos parâmetros da Equação Universal de Perda do Solo –EUPS, pois quanto menor a área mais precisos são os cálculos dos fatores que compõem a equação (IPT, 1986 citado por SALOMÃO 1999).

Com base nas folhas SH-22-X-B-I-1, Aiurê; SH-22-X-B-I-3, Orleans; SH-22-X-B-I-4, Tubarão, (IBGE, 1976), na escala de 1:50000, foram digitalizados, em MICROSTATION v. 95, a hidrografia, a malha viária, as microbacias (subunidades da paisagem) e as curvas de nível. Com exceção das curvas de nível, os demais arquivos foram salvos na extensão .dxf e importados pelo IDRISI for Windows versão 2.0 por meio do módulo Import/line para linhas e Import/polylines para polígonos. Foram rasterizados os arquivos de linhas através do comando Lineras, e os polígonos pelo comando Polyras.

As curvas de nível digitalizadas com equidistância de 20 metros foram salvas na extensão .dxf e levadas ao programa DXF2DAT.exe para conversão da extensão .dxf para .dat. Em EXCEL, foram feitos os ajustes necessários (substituição de vírgulas por espaços), para compatibilizar o uso no programa SURFER 5.0. Neste último, após importação do arquivo .dat, foi realizada a interpolação das curvas de nível através do método de Krigagem,

quando foram dadas informações como valores máximos e mínimos de X e Y, resolução e, então, efetuada a alteração para o formato GS ASCII (grd).

Por julgarem mais eficiente que o IDRISI, NASCIMENTO (1998) e VALERIANO (1999) utilizaram esse método para obtenção dos mapas e dados de declividade necessários ao cálculo do fator topográfico da Equação Universal de Perda de Solo (EUPS).

Mediante os comandos File/Import/Software Specifics Formats/Srfdiris, o arquivo foi importado pelo IDRISI, e, o modelo digital do terreno (MDT) gerado no SURFER, reclassificado por meio do módulo Reclas.

Quanto ao tipo de solo, foi produzido um mapa Exploratório de Solos com base em estereoscopia de fotos aéreas na escala de 1:25.000, produto do levantamento aerofotogramétrico realizado pela empresa Cruzeiro do Sul em 1978. A fotointerpretação preliminar foi realizada com estereoscópio de espelho, para a identificação e o mapeamento das fases de relevo as quais compreenderam as seguintes classes (UBERTI *et al.*, 1991) : 1) 0 – 3% (relevo plano), 2) 3 – 8% (relevo suavemente ondulado), 3) 8 – 20% (ondulado), 4) 20 – 45% (fortemente ondulado), 5) = ou > 45% (de montanhoso a escarpado). Tais classes foram checadas em campo, com auxílio das fotos aéreas, para verificação da coerência das manchas traçadas, assim como foram extraídos perfis modais de cada classe para identificação de cada tipo de solo. Nos perfis, analisou-se a profundidade, a cor e a textura. Uma vez registradas todas as constatações de campo, realizou-se a estereoscopia definitiva. As manchas de solo geradas foram transferidas das fotos aéreas para o papel poliéster, onde estavam plotados os arquivos vetoriais de estradas e divisor da bacia, sendo as estradas empregadas como referência na sobreposição. Logo após, procedeu-se à digitalização em MICROSTATION v. 95. Em IDRISI, o arquivo .dxf foi importado (File/Import/Polyline) e, posteriormente, rasterizado (Polyras), gerando assim o mapa Exploratório de Solos. Para identificação e descrição dos solos dominantes na região foi usada a classificação proposta pela EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA - EMBRAPA (1999). Tendo em vista que não houve a restituição das fotos aéreas, o mapa gerado não pode ser empregado para fins estritamente cartográficos. Entretanto o mesmo atendeu as proposições do presente estudo uma vez que contemplou as manchas de solo existentes na região, além disso, ao ser cruzado com as informações de estradas da folha do IBGE (1976), possibilitou a sobreposição das mesmas.

No Mapa de Levantamento Exploratório as unidades são identificadas no campo por extrapolação de observações, em vários intervalos, e as informações mais generalizadas (VIEIRA *et al.*, 1988; PALMIERI e LARACH, 1996; BOTELHO, 1999).

Para análise do uso do solo foi empregada uma imagem de satélite LANDSAT TM 5, datada de agosto de 1997, órbita ponto 220.80, nas bandas 3, 4, 5. Cada banda foi georreferenciada em IDRISI através do módulo Resample. As coordenadas de campo empregadas nesse processo foram obtidas por meio de GPS 3000 MAGELLAN, PN12010. Em seguida, foi produzida uma composição falsa cor das três bandas, procedendo-se a uma classificação não supervisionada com a opção Cluster (fine). Foram feitas diversas expedições em campo para análise e comparação das manchas existentes antes e durante o processo de classificação, utilizando-se o GPS GARMIN ETREX, buscando o refinamento da imagem e coerência das informações. Por meio do módulo Edit, foram gerados arquivos de valores empregados na rotina Assign, para refinamento do número de classes de uso.

3.3 Fatores da Equação Universal de Perda de Solo (EUPS)

Diversos estudos vêm sendo realizados na perspectiva da obtenção de equações que permitam avaliar a perda de solos (BERTONI e LOMBARDI NETO, 1999). WISCHMEIER e SMITH (1978) foram os responsáveis pela revisão e reformulação da equação nos termos de sua aplicação atual:

$$A = R \cdot K \cdot LS \cdot C \cdot P$$

Em que: A= perdas de solo (t/ha/ano)

R= erosividade (poder erosivo das chuvas – MJ.mm/ha.h.ano)

K= erodibilidade do solo (suscetibilidade dos solos à erosão – t.h/MJ.mm)

LS= fator topográfico (produto da declividade e do comprimento de rampa – adimensional).

C= fator uso e manejo (adimensional)

P= fator práticas conservacionistas (adimensional)

PUNDEK (1998) considera os fatores R, K, L, S como componentes ativos de erosão, enquanto que C e P como os componentes atenuantes. Na concepção de PONÇANO e CHRISTOFOLETTI (1987) os fatores R, K e LS são dependentes das características naturais do solo, enquanto que C e P estão relacionados às formas de ocupação e uso da terra.

Como a equação foi desenvolvida para áreas restritas com base em experimentos com talhões de 22.1 m de comprimento, no meio oeste americano, e 9 % de declividade, o uso da mesma não possibilita a resolução de problemas regionais. Sua aplicação deve ser reavaliada, priorizando as adaptações dos fatores da equação, especificamente para cada região. Mesmo porque as perdas na natureza são acompanhadas por deposição, aspecto este que não é contemplado na equação (PONÇANO e CHRISTOFOLETTI, 1987). Conforme Lombardi Neto (informação verbal), o comprimento padrão empregado nos experimentos no Brasil é de 25 m.

- Erosividade (R)

A erosividade expressa a capacidade da chuva em causar erosão em uma área sem proteção (BERTONI e LOMBARDI NETO, 1999), desde que as outras variáveis permaneçam constantes (STEIN *et al.*, 1987).

A erosividade permite quantificar o efeito do impacto das gotas de chuva e também fornecer informações sobre a soma e a taxa de escoamento que pode ser associada com a chuva (WISCHMEIER e SMITH, 1978). De acordo com WISCHMEIER e SMITH (1958, citado por PONÇANO e CHRISTOFOLETTI, 1987), a erosividade apresenta boa correlação entre o produto da energia total de um evento chuvoso (E) pela intensidade máxima do evento durante 30 minutos (I_{30}). LOMBARDI NETO *et al.* (1981) estabeleceram o valor de EI_{30} para 115 locais do estado de São Paulo, sendo que os valores locais do índice de erosão variaram de 600 a 1200.

Com base em vinte e dois anos de registros de precipitação LOMBARDI NETO e MOLDENHAUER (1992) estabeleceram um alto coeficiente de correlação entre o índice médio mensal de erosão e o coeficiente chuva, simplificando o método para cálculo do índice de erosão para um determinado local, através da seguinte expressão:

$$EI = 68.730 (p^2/P)^{0.841}$$

Em que: EI = média mensal do índice de erosão (MJ.mm/ha.h.ano)

p = precipitação média mensal (mm)

P = precipitação média anual (mm)

Com base nos dados pluviométricos de 50 anos da Estação Meteorológica de Orleans, cedidos pelo CLIMERH/EPAGRI (Tabela 1), foi utilizada a equação expressa a seguir,

desenvolvida por LOMBARDI NETO e MOLDENHAUER (1992), modificada por LOMBARDI NETO (1995) e sugerida por Lombardi Neto (informação verbal) para a área de estudo, na perspectiva de atender as características regionais:

$$EI = 89.823 (p^2/P)^{0.759}$$

Tabela 1: Precipitação (mm) da Estação Meteorológica de Orleans (SC).

Mês	Precip. (mm)
Julho	89,9
Agosto	116,6
Setembro	135,4
Outubro	131,5
Novembro	107,2
Dezembro	137,6
Janeiro	167,2
Fevereiro	167,8
Março	156,7
Abril	93,5
Mai	87,3
Junho	78,5
TOTAL	1469,2

Fonte: CLIMERH/EPAGRI – Florianópolis, SC.

Com base nos dados pluviométricos (Tabela 1) e na fórmula proposta por Lombardi Neto, foram calculadas a erosividade (EI) mensal, percentual e acumulada para a BHRP, e gerado no IDRISI v. 2.0 o mapa com o valor interno da erosividade calculada. Através do módulo Reclass e Overlay do IDRISI foram obtidos os mapas de erosividade para cada subunidade da BHRP.

- Erodibilidade (K)

A erodibilidade pode ser considerada como o índice relativo às propriedades inerentes do solo e que reflete a sua suscetibilidade à erosão (STEIN *et al.*, 1987). Tem um valor numérico determinado em parcelas unitárias, expresso como a perda de solo (A) por unidade de índice de erosão da chuva (EI) (LOMBARDI NETO e BERTONI, 1975).

O significado da erodibilidade é diferente de erosão do solo (WISCHMEIER e SMITH, 1978). Esta é muito mais influenciada pelas características das chuvas, declive, cobertura vegetal e manejo do que pelas propriedades inerentes do solo. No entanto, mesmo quando as variáveis citadas são controladas, alguns solos erodem mais do que outros, em decorrência das propriedades do solo em si, o que se constitui na erodibilidade.

Entre as propriedades do solo que influenciam a erodibilidade pela água, podem ser destacadas: as que afetam a velocidade de infiltração, a permeabilidade e a capacidade de absorção, as relacionadas com a resistência e a dispersão, ao salpicamento, à abrasão e às forças de transporte da chuva e enxurrada (BERTONI *et al.*, 1975; LOMBARDI NETO e BERTONI, 1975).

Os valores de erodibilidade usados no presente estudo foram obtidos com base no índice de erodibilidade estabelecido para alguns solos do Estado de Santa Catarina (PUNDEK, 1998).

No módulo Edit do IDRISI v. 2.0 foi gerado um arquivo de valores em que os tipos de solos foram substituídos por seus respectivos valores de erodibilidade. Com base neste arquivo e no mapa Exploratório de Solos foi elaborado o mapa de erodibilidade com o uso da rotina Assign. Através dos módulos Reclass e Overlay foram gerados os mapas de erodibilidade para todas as subunidades da BHRP.

- Fator Topográfico (LS)

Este fator representa as perdas de solo esperadas por unidade de área em um declive qualquer, em relação às perdas de solo correspondentes a uma parcela unitária de 25 metros de comprimento e 9% de declividade. Basicamente, é composto pela declividade e pelo comprimento de rampa (STEIN *et al.*, 1987). É considerado um fator adimensional desde que considera a relação entre perdas em condição real e em condição padrão (25 metros de comprimento de rampa e 9% de declividade) (VALERIANO, 1999).

As formas do relevo exercem uma grande influência sobre os processos erosivos. A declividade determina a quantidade e a velocidade do escoamento superficial, e o comprimento de rampa influencia no comportamento da enxurrada, velocidade do fluxo, e do grau de confluência do escoamento superficial. Deste modo, a capacidade de remoção e

transporte de partículas do solo por escoamento superficial estão diretamente relacionadas com o comprimento de rampa (VALERIANO, 1999).

O fator topográfico pode ser determinado pela fórmula proposta por BERTONI e LOMBARDI NETO (1999):

$$LS = 0.00984 \cdot C^{0.63} \cdot D^{1.18}$$

Em que: LS = fator topográfico

C = comprimento de rampa (metros)

D = declividade (percentagem)

NASCIMENTO (1998) considera o cálculo do fator LS um dos mais complexos para a aplicação da EUPS, principalmente quando se quer estimar a perda de solo em bacias hidrográficas (TAVARES, 1986). Os métodos disponíveis para o cálculo do fator LS consideram a paisagem uniforme, não respeitando os efeitos de concavidade e convexidade das vertentes (NASCIMENTO, 1998; VALERIANO, 1999). Diante deste fato, diversos trabalhos têm sugerido novas abordagens para o cálculo deste fator (ROCHA *et al.*, 1995, 1996 ; VALERIANO, 1999; DESMET e GOVERS, 1996 citado por SILVA e SCHULZ, 2001).

O fator LS foi obtido por meio do Programa LS 30.iml, elaborado por VALERIANO (1999), aperfeiçoado pelo autor e cedido para uso no presente estudo. O Programa constitui um macro a ser rodado no próprio IDRISI pelo comando File/Run macro. Contempla uma sequência de comandos que calculam a declividade, o comprimento de rampa e o fator LS, gerando suas respectivas imagens. Como requisito prévio há necessidade da interpolação das curvas em um sistema que gere o mínimo de falhas possível. No presente estudo foi empregado o SURFER 5.0, a exemplo de NASCIMENTO (1998), VALERIANO (1999), CAVALLI (1999) que consideram o SURFER mais eficiente que o IDRISI na realização desta atividade. RANIERI *et al.* (1996a) aconselham o trabalho com mapas de declividade mais detalhados para evitar distorções e perda de informações no cálculo do fator topográfico da EUPS.

O método de interpolação efetuado no SURFER foi o de Krigagem que respeita a variabilidade espacial dos dados. A Krigagem constitui uma série de técnicas de análise de regressão, que procura minimizar a variância estimada a partir de um modelo prévio que considera a dependência estocástica entre os dados distribuídos no espaço (LANDIM, 1998).

Além disso, a geoestatística empregada no referido método, quando aplicada em áreas com elevada densidade de curvas de nível, mostra-se mais eficiente que a interpolação realizada no IDRISI, apresentando uma redução considerável nas falhas geradas neste último, quando aplicado em áreas de baixa densidade de curvas.

Enquanto outros métodos de interpolação são apenas matemáticos, a Krigagem é baseada num modelo de variação espacial estocástica que se ajusta muito bem à realidade (OLIVER e WEBSTER, 1990). O MDT gerado foi renomeado para ALTITUDE e uma imagem booleana da BHRP com fundo zero e centro 1 foi gerada através do módulo Initial e Polyras, e renomeada para LIMITES, procedimento este que é uma exigência para que o LS 30.iml seja processado. Antes de rodar o Programa foi necessário informar a resolução da imagem. Para tanto, na linha de comando do programa “scalar x fatrito ATRITO3”, no espaço foi atribuída a resolução 30, conforme as demais imagens utilizadas, e posteriormente, rodado o Programa.

O Programa LS 30.iml calcula o comprimento de rampa baseado na análise de custo anisotrópico, sendo que o mesmo utiliza o comando Varcost do próprio IDRISI para obtenção desse dado. A análise de custo anisotrópico é muito semelhante à determinação do comprimento de rampa, e os testes realizados apresentaram resultados coerentes com a conformação da topografia (VALERIANO, 1999). Segundo este autor, a análise de custo anisotrópico considera forças distribuídas ao longo da área, visando determinar o transporte ou fluxo modelado. A análise tem início de uma Origem, e de acordo com vetores de Força (Módulo e Direção), acumula valores de Custo ou Atrito. Exige ainda a escolha de uma Função Angular de Atenuamento (FAA), que configure possíveis deflexões no ângulo de direção do fluxo modelado, avaliando o acúmulo de valores de custo ou atrito de uma célula a outra. Deste modo, a análise apresenta cinco elementos de associação: Origem, Atrito, Força (Direção), Força (Módulo), FAA – Função Angular de Atenuamento.

NOGUEIRA (2000) também empregou o método desenvolvido por VALERIANO (1999) para cálculo do comprimento de rampa, sendo que o Programa calcula o Fator LS com base na equação proposta por BERTONI e LOMBARDI NETO (1999).

Os módulos Reclass e Overlay do IDRISI foram usados para delimitação das subunidades da BHRP, e o módulo Extract utilizado para obtenção dos valores de LS máximo, mínimo e médio relacionados as mesmas. Por meio do módulo Regress foi efetuada

uma Análise de Regressão Linear Simples, considerando-se o fator LS como variável dependente e as variáveis declividade e comprimento de rampa como independentes para cada uma das subunidades da BHRP.

- Fator uso e manejo (C)

O fator uso e manejo (C) corresponde a relação esperada entre as perdas de solo de um terreno cultivado sob determinadas condições e as perdas de um outro mantido continuamente descoberto (WISCHMEIER e SMITH, 1965 citado por BERTONI e LOMBARDI NETO, 1999). O fator C expressa as diferentes formas de manejo aplicáveis a uma dada cultura (incorporação de resíduos, tipos de preparo de solo, rotação de culturas ...) e as condições da própria cultura (estádio de desenvolvimento e crescimento, densidade, cobertura foliar, cobertura do solo) (VALERIANO, 1999; BERTONI e LOMBARDI NETO, 1999).

Por serem intrinsecamente relacionadas, as variáveis uso e manejo não podem ser analisadas separadamente na abordagem da perda de solos por erosão (STEIN *et al.*, 1987). O uso de uma área pode ocorrer sob diferentes formas de manejo, assim como um mesmo manejo pode ser aplicado a diferentes tipos de usos do solo; dessa forma, diferentes combinações refletirão diferentes níveis de perdas de solo.

O fator C foi calculado com base na proposta de BERTONI e LOMBARDI NETO (1999), na qual fixam-se as principais operações realizadas na cultura e estimam-se as datas de tais operações, para então estimar os valores de erosividade acumulada, a erosividade do período, a relação de perdas e o valor de C (Tabela 2).

Os valores de razões de perdas para a cultura de feijão foram sugeridos por Lombardi Neto (informação verbal), enquanto para o milho e o fumo foram usados os valores propostos por PUNDEK (1998).

Com base nas informações disponibilizadas pelo Eng^o Agrônomo Hélio Luis Paim, da EPAGRI (Orleans) e do Ex - Seleccionador de fumo, Mário Marcomin, da Companhia Souza Cruz, foram obtidas as datas aproximadas de preparo, plantio e colheita das culturas de feijão, fumo e milho, bem como o percentual aproximado de ocorrência de cada cultura e de cada tipo de preparo do solo.

Tabela 2: Modelo da tabela empregada para os cálculos do fator C .

Operações	Data	El acum.	El período	R. Perdas	C	C total
Preparo						
Plantio						
1 mês						
2 meses						
Colheita						
Preparo						

Onde:

El acum. = erosividade acumulada

El período = erosividade do período, obtida pela diferença dos valores de El acum. da data de operação anterior e posterior/100.

R. perdas = relação de perdas

C = valor de C obtido do produto de R. perdas x El. Período.

C total = soma do valor de C até a colheita + o valor de C do preparo seguinte.

Por meio do módulo Edit do IDRISI foi produzido um arquivo de valores com as três classes de uso do solo e os respectivos valores de C. Com base nesse arquivo e na imagem de uso do solo foi rodado o módulo Assign do IDRISI, obtendo-se o mapa de uso e manejo (C). Com os módulos Reclass e Overlay foram gerados os mapas de uso e manejo para cada subunidade da BHRP.

- Fator práticas conservacionistas (P)

Expressa a relação entre a intensidade de perdas esperadas com determinada prática conservacionista e aquelas decorrentes quando o cultivo ocorre no sentido do declive. São consideradas práticas conservacionistas comuns o plantio em contorno, o plantio em faixas de contorno, o terraceamento e a alternância de capinas (BERTONI e LOMBARDI NETO, 1999).

Os valores de P foram sugeridos por Lombardi Neto (informação verbal), considerando a declividade, adaptado de WISCHMEIER e SMITH (1978), conforme as características da região.

No módulo Edit do IDRISI foi gerado um arquivo de valores contendo as classes de declividade e os respectivos valores de P. Por meio do módulo Assign e utilizando os dados de clinografia, foi produzido o mapa de P, e posteriormente empregado os módulos Reclass e Overlay para obtenção dos mapas de P de cada subunidade da BHRP.

Todos os mapas gerados (erosividade, erodibilidade, fator LS, C e P) foram submetidos as rotinas do IDRISI para isolar cada área estudada. Essas rotinas compreendem os módulos Reclass e Overlay. O produto dos overlays de (R. K. LS) gerou o Potencial Natural de Erosão laminar (PNE), enquanto que o produto dos overlays de todos os parâmetros da equação (R. K. LS. C.P) gerou as estimativas de Perda de Solo por erosão laminar (A). O módulo Area possibilitou a obtenção do valor das áreas em Km² de cada fator para cada subunidade da BHRP.

3. 4. Limite de Tolerância de Perda de solo

Representa a intensidade máxima de erosão de solo que possibilita um elevado nível de produtividade por um longo período de tempo (BERTONI *et al.*, 1975; WISCHMEIER e SMITH, 1978; BERTONI e LOMBARDI NETO, 1999).

PUNDEK (1998) considera a tolerância de perdas a máxima intensidade de erosão de solo permitida, mantendo integralmente suas propriedades, por um longo período de tempo. Também tem sido considerado como a taxa de erosão presente que permite avaliar a degradação do solo por meio da mudança de profundidade do mesmo (SPAROVEK e VAN LIER, 1997).

A comparação da perda de solo com a tolerância de perda de solo, com a primeira menor que a segunda, permite determinar as combinações de cultivo e manejo a serem adotadas para o controle da erosão (BERTONI *et al.*, 1975).

Para os tipos de solo da BHRP foram empregados os valores de limite de tolerância propostos por BERTOL e ALMEIDA (2000) no Método III. Os autores estimaram a tolerância de perdas de solo por erosão hídrica, para os principais solos do Estado de Santa Catarina, testando três métodos baseados em profundidade efetiva do solo, relação textural entre os horizontes B e A, teor de argila no horizonte A, teor de matéria orgânica na camada 0 – 20 cm de profundidade e grau de permeabilidade do solo. A opção pelo Método III, adaptado e testado pelos autores, deve-se ao fato dos mesmos terem concluído ser este o

método mais indicado para alguns tipos de solo do Estado de Santa Catarina, os quais se enquadram os solos da BHRP.

Cada valor de tolerância foi multiplicado pelo valor $1,25 \text{ g.cm}^{-3}$, equivalente a densidade média do solo, em função da inexistência de dados da densidade média específicos para os solos da região e o produto transformado em t/ha/ano. Segundo Bertol (informação verbal), o uso de valores de densidade específicos para os tipos de solo da área de estudo deve ser priorizado. Entretanto, na ausência de tais dados, pode ser usada a densidade de 1,25 que representa um valor médio.

3.5. Potencial Natural de Erosão laminar (PNE)

O PNE representa a perda de solo causada exclusivamente pelos fatores naturais condicionantes da erosão relacionados com a erosividade, erodibilidade e fator topográfico (BUENO, 1994). Corresponde ainda às perdas de solo em áreas continuamente desprovidas de cobertura vegetal e sem intervenção antrópica. Exprime somente uma ordenação qualitativa das áreas quanto ao seu potencial de perdas por erosão laminar, que não podem ser avaliadas quantitativamente (STEIN *et al.*, 1987).

No presente estudo, foi adotada uma abordagem quanti-qualitativa, desde que foi considerado necessário atribuir a cada valor numérico a respectiva classe qualitativa, possibilitando um maior entendimento sobre o que representam tais classes, bem como as considerações efetuadas por STEIN *et al.* (1987).

Os dados do Potencial Natural de Erosão (PNE) foram obtidos da equação:

$$\text{PNE} = \text{R.K.LS}$$

sendo que todos os layers de cada variável foram multiplicados dois a dois, com o módulo Overlay até obtenção do PNE de cada subunidade da BHRP (Figura 2), e com base no módulo Extract do IDRISI obtidos os valores de PNE mínimo, médio e máximo das mesmas.

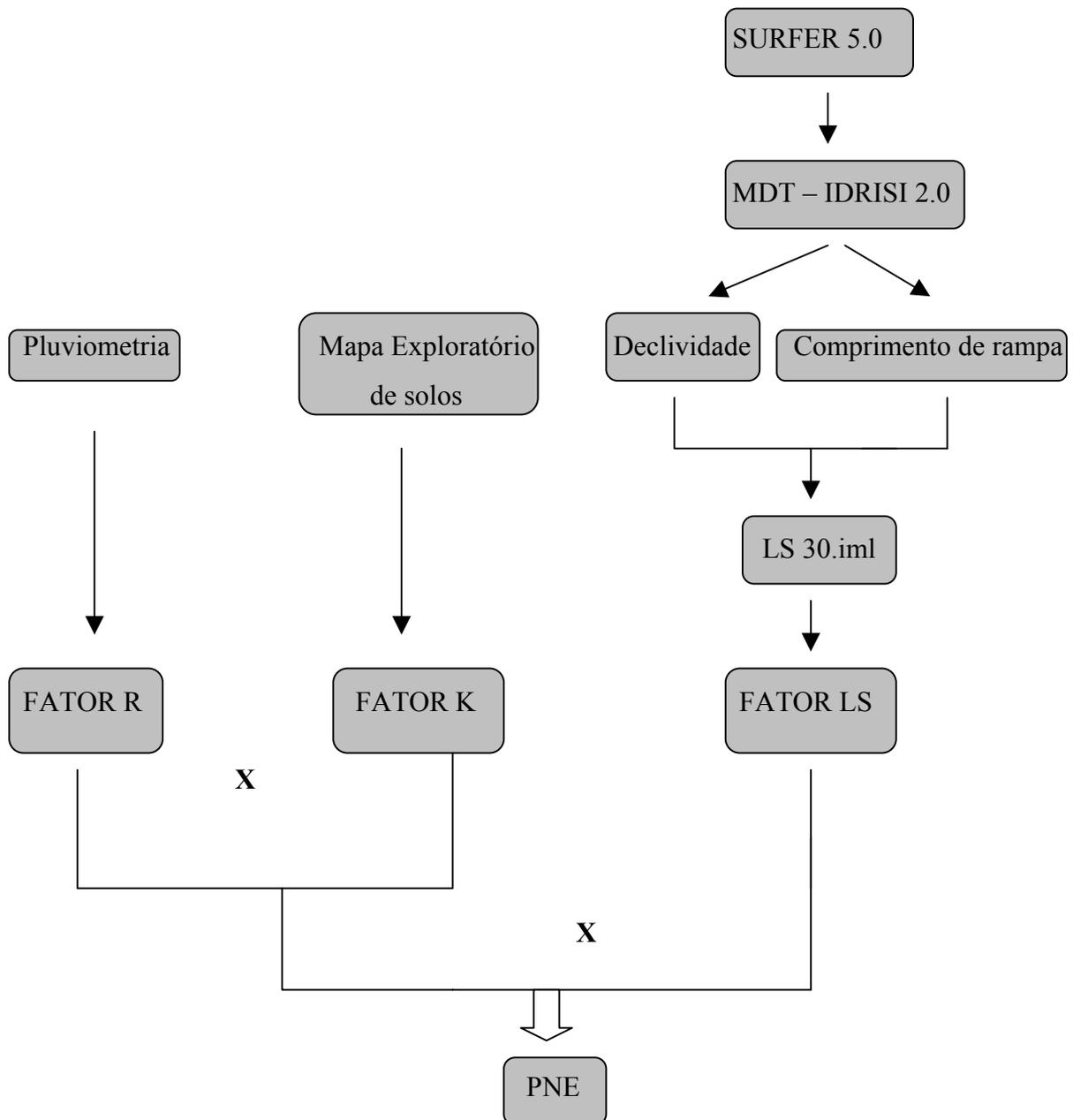


FIGURA 2: Representação esquemática para a obtenção do Potencial Natural de Erosão Laminar (PNE). Onde: Fator R = erosividade, Fator K = erodibilidade, Fator LS = fator topográfico.

A Análise de Regressão Linear Simples entre os valores de PNE e do fator topográfico (LS) e da erodibilidade (K) também foi efetuada por meio do módulo Regress do IDRISI.

Para a definição das classes de PNE foram usados métodos estatísticos básicos, considerando os valores mínimos, máximos e o número de classes a serem consideradas (SPIEGEL, 1993), e revistos com a orientação de Lombardi Neto (informação verbal).

3.6. Expectativa de Risco de Erosão laminar

Representa a suscetibilidade à erosão laminar a que uma área está sujeita quando ocupada pelo homem, sendo obtida pela diferença entre a ocupação antrópica e a vocação natural da gleba (STEIN *et al.*, 1987).

A expectativa de erosão tem por base o fator uso e manejo (C) e as práticas conservacionistas (P), calculado pela diferença entre o CP atual e o CP tolerável (NASCIMENTO, 1998).

Com a orientação de Lombardi Neto foi elaborado um conceito para a Expectativa de Risco de Erosão Laminar (ERE), definida como: “A possibilidade de ocorrência de erosão em função do uso e manejo máximo permissível para uma determinada área, representada neste estudo pela expressão”:

$$\mathbf{ERE = CP\ atual - CP\ tolerável.}$$

Quando o resultado da diferença entre CP atual e CP tolerável for positivo, é esperada a manifestação de processos erosivos, que seriam tanto mais intensos quanto maior a diferença. Se o resultado for negativo ou nulo, os fatores de ocupação não estão induzindo a perdas de solo por erosão laminar; isto é, a ocupação não incrementa o conjunto de fatores físicos no sentido de favorecer a erosão laminar (STEIN *et al.*, 1987).

O CP atual foi gerado no IDRISI, por Overlay (multiplicação) das imagens de C e P (**CP atual = C.P**), para cada subunidade da BHRP.

O CP tolerável foi obtido pela relação **CP tolerável = A tolerável / PNE**, sendo **A tolerável** a perda máxima tolerável para cada tipo de solo (valores obtidos de BERTOL e ALMEIDA, 2000), enquanto o **PNE = R.K.L.S**.

Com uso do módulo Overlay (divisão) foi efetuado o cálculo do CP tolerável para cada subunidade da BHRP e, por meio da opção subtração, obtida a diferença entre CP atual – CP tolerável, que corresponde à Expectativa de Risco de Erosão, para todas as áreas estudadas.

Para cálculo dos valores máximos e médios, a exemplo de NASCIMENTO (1998), foram considerados somente os valores iguais ou maiores que zero, e a análise realizada com

o módulo Histo do IDRISI. Para definição das classes também foram adotados somente os valores iguais ou maiores que zero.

3.7. Perda de Solo por erosão laminar (A)

Compreende o produto dos fatores da Equação Universal de Perda de Solo (EUPS), incorporando inclusive o efeito da ação antrópica, representado pela expressão:

$$A = R.K.LS.C.P \text{ (t/ha/ano).}$$

Todos os layers produzidos para cada um dos fatores da equação, para cada subunidade da BHRP, foram processados dois a dois, por meio do módulo Overlay (multiplicação) do IDRISI (Figura 3). Com base no módulo Extract do IDRISI foram obtidos os valores de perdas médias e máximas.

Para definição da amplitude das classes foi adotado o limite de tolerância máximo para os solos da área, a exemplo do que é empregado pelo IAC (Instituto Agrônomo de Campinas), segundo Lombardi Neto (informação verbal).

Para a Análise de Regressão Linear Simples foi empregado o mesmo critério adotado para o cálculo do PNE, com a inclusão, entretanto do fator uso e manejo e práticas conservacionistas (CP).

Através do módulo Crosstab do IDRISI foram efetuados diversos cruzamentos para identificar possíveis relações e permitir a maior integração na análise dos dados com relação as perdas de solo (A x PNE; A x ERE; A x Hipsometria; A x Clinografia; A x Malha viária; A x Tipo de solo; A x Uso do solo).

3.8. Potencial de Risco de Erosão laminar

Com base nos resultados da EUPS tem sido possível determinar as classes de Potencial de Risco de Erosão, de acordo com Lombardi Neto (informação verbal) e CAVALLI (1999). Para tanto, foi usado o módulo Overlay do IDRISI, dividindo-se as perdas de solo (A) pela tolerância de perda de solo. Assim, nas áreas em que o risco de erosão é menor que o limite de tolerância, é possível estabelecer práticas de controle da erosão a fim de impedir a manifestação de processos erosivos.

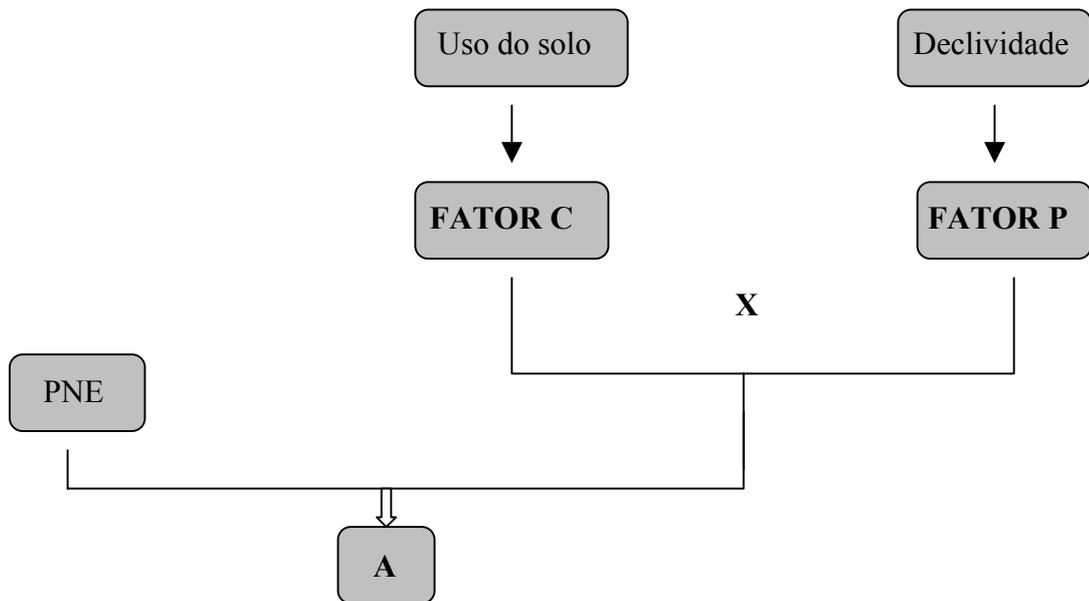


FIGURA 3: Representação esquemática para a obtenção da Perda de Solo por erosão laminar (A). Onde: Fator C = fator uso e manejo, Fator P = fator práticas conservacionistas, PNE = Potencial Natural de Erosão laminar.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Elementos da paisagem e cartografia

- Hidrografia

A área física da bacia hidrográfica do Rio Pinheiros foi estimada em 114,68 Km², sendo o leito principal do rio, com aproximadamente 29,3 Km de extensão, configurada pela área da calha do rio principal e dos rios de 2^a ordem. As outras áreas compreendem subunidades com rios acima de 3^a ordem, totalizando quatorze subunidades da BHRP (Figura 4). Foram adotados nomes específicos, entre aspas, para as subunidades que não possuíam nome próprio. De acordo com o padrão de drenagem de STRAHLER (1954, citado por STRAHLER, 1957), somente três subunidades são consideradas de 4^a ordem (Rio das Furnas, “Rodeio”, e “Taipa”); as demais são de 3^a ordem.

A maior subunidade da BHRP está representada pelo Leito principal, abrangendo cerca de 34% da área total. A subunidade do Rio das Furnas possui cerca de 23 Km² de área, representando 20% da BHRP; a subunidade “Taipa” com cerca de 11 Km² (8,9% da área total), e as demais subunidades apresentam áreas inferiores a 10 Km² (Tabela 3).

Cerca de 89,5% da área da BHRP está localizada no município de Orleans, enquanto que a área restante, abrangendo a região da foz, se encontra no de São Ludgero.

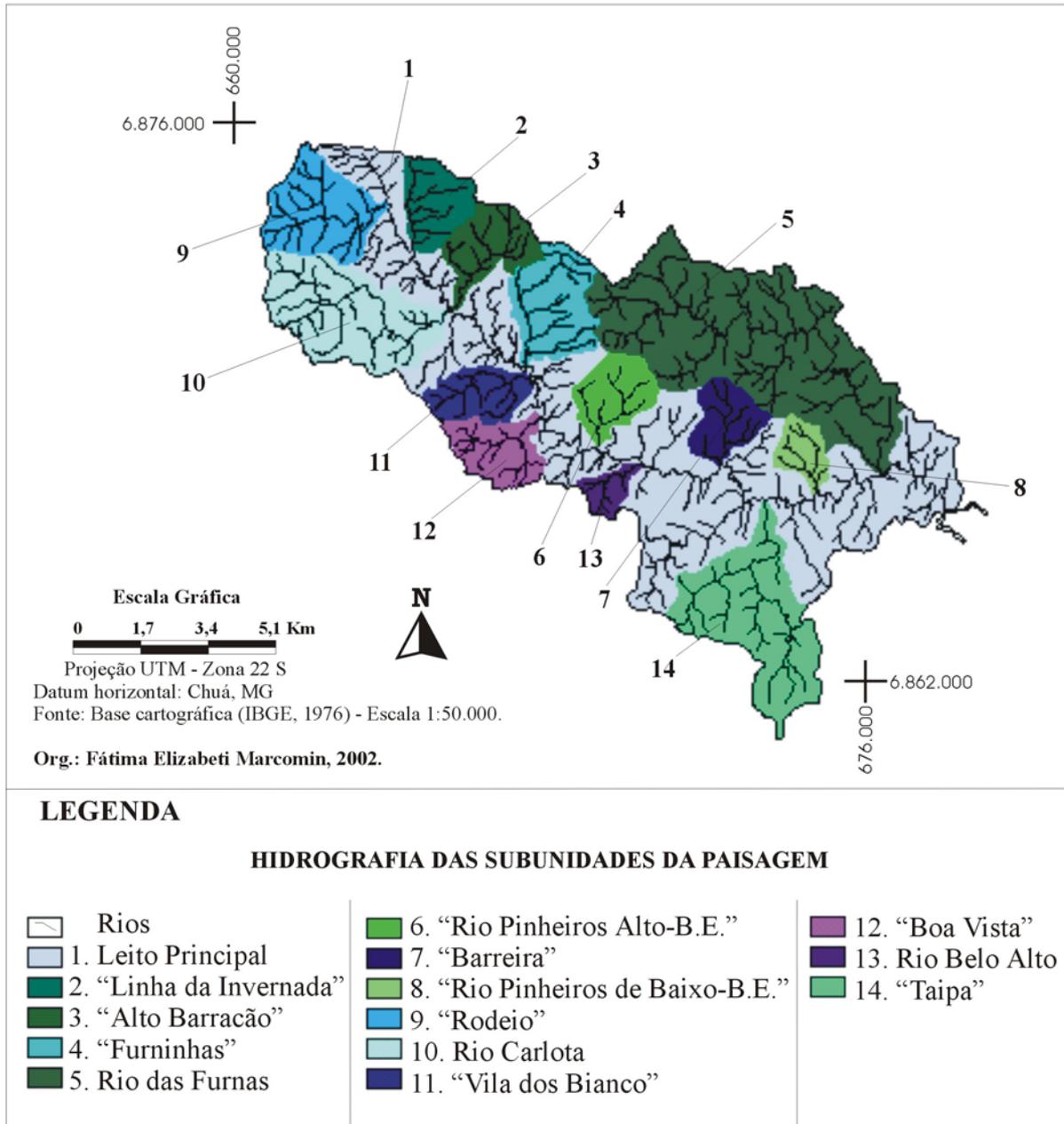


FIGURA 4: Rede hidrográfica e subunidades da paisagem da bacia hidrográfica do Rio Pinheiros (SC).

Tabela 3: Área e padrão de drenagem das subunidades da paisagem da bacia hidrográfica do Rio Pinheiros (SC).

Subunidades	Area (km²)	Área (%)	Padrão de drenagem
Leito principal Rio Pinheiros	39,35	34,3	5ª ordem
“Linha da Invernada”	3,3	2,9	3ª ordem
“Alto Barracão”	3,63	3,2	3ª ordem
“Furninhas”	5,17	4,5	3ª ordem
Rio das Furnas	23,18	20,2	4ª ordem
“Rio Pinheiros Alto – B. E.”	3,21	2,8	3ª ordem
“Barreira”	2,78	2,4	3ª ordem
“Rio Pinheiros de Baixo – B. E.”	1,76	1,5	3ª ordem
“Rodeio”	5,71	5,0	4ª ordem
Rio Carlota	9,00	7,9	3ª ordem
“Vila dos Bianco”	2,97	2,6	3ª ordem
“Boa Vista”	3,24	2,8	3ª ordem
Rio Belo Alto	1,18	1,0	3ª ordem
“Taipa”	10,2	8,9	4ª ordem
TOTAL	114,68	100,0	-

B. E. – Braço Esquerdo

- Hipsometria

Com base nos valores mínimos e máximos e da definição por 14 classes de altitude para visualizar melhor a conformação do relevo, foi obtido o mapa hipsométrico da BHRP (Figura 5), evidenciando as seguintes classes hipsométricas: 1) < 40; 2) 40 – 80; 3) 80 – 120; 4) 120 – 160; 5) 160 – 200; 6) 200 – 240; 7) 240 – 280; 8) 280 – 320; 9) 320 – 360; 10) 360 – 400; 11) 400 – 440; 12) 440 – 480; 13) 480 – 520; 14) = ou > 520 m.

A BHRP apresenta uma altitude média de 278,5 m, com os maiores valores de altitude máxima observados nas subunidades do Rio das Furnas e no “Rio Pinheiros Alto – B. E.”, de 568 e 542 m, respectivamente. O maior valor médio foi evidenciado para a subunidade “Alto Barracão” e o mínimo no Leito principal, situado na região da foz do Rio Pinheiros (Tabela 4).

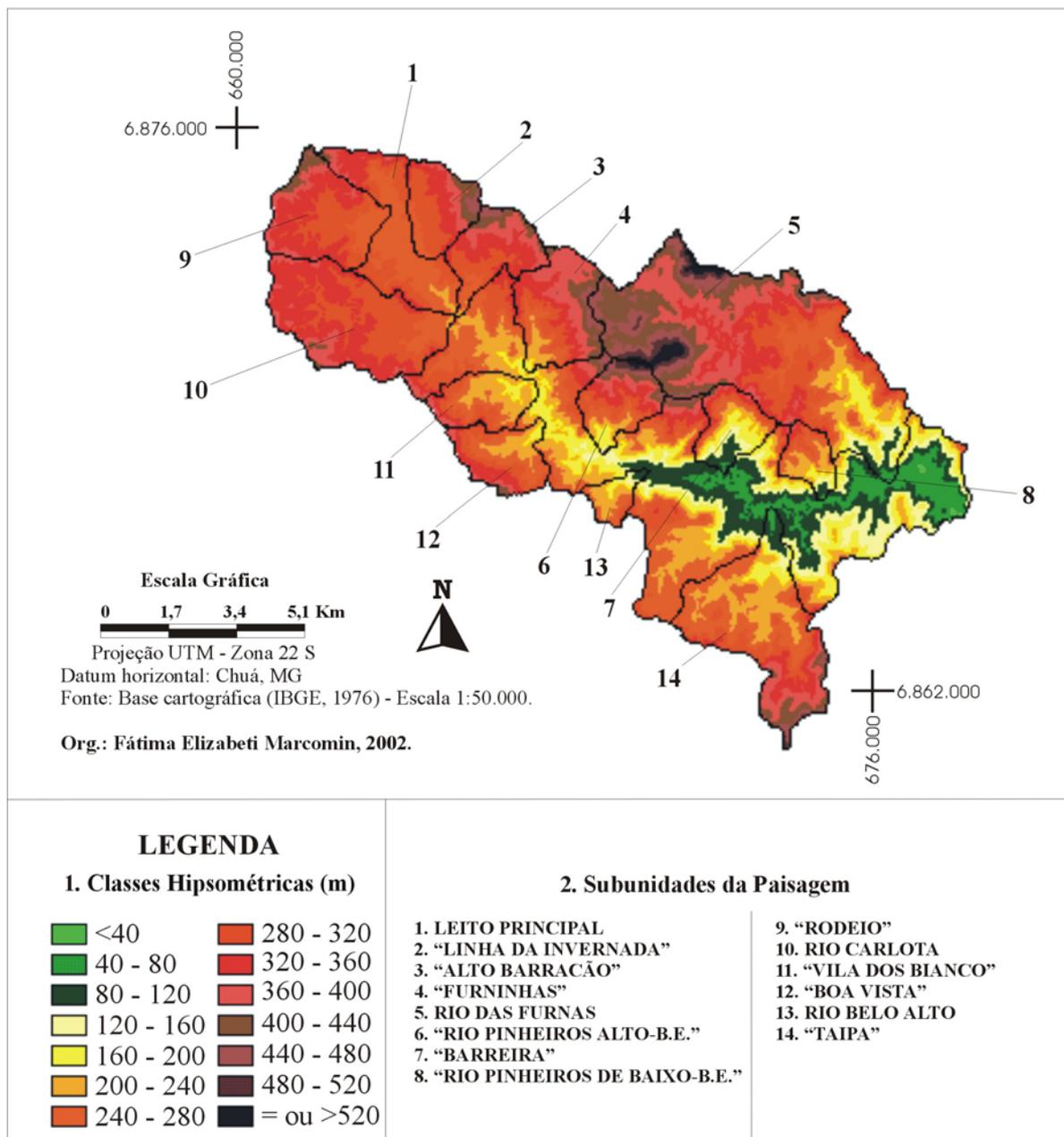


FIGURA 5: Hipsometria da bacia hidrográfica do Rio Pinheiros (SC).

Tabela 4: Hipsometria das subunidades da paisagem da bacia hidrográfica do Rio Pinheiros (SC).

Subunidades	Altitude min. (m)	Altitude máx. (m)	Altitude méd. (m)
Leito principal Rio Pinheiros	35,6	486	207,4
“Linha da Invernada”	255,2	463	340,7
“Alto Barracão”	237,2	463,2	345,9
“Furninhas”	198,5	468	344,7
Rio das Furnas	54,6	567,9	341,3
“Rio Pinheiros Alto- B. E.”	136,5	541,6	331,1
“Barreira”	78,3	431,1	223,8
“Rio Pinheiros de Baixo- B. E.”	74,4	400	238,5
“Rodeio”	254,8	443,7	330,6
Rio Carlota	238,4	420	325,3
“Vila dos Bianco”	196,7	405,5	257,8
“Boa Vista”	193,8	424	285,4
Rio Belo Alto	95,4	302,6	218,5
“Taipa”	75	504,7	278,2

B. E. – Braço Esquerdo

Cerca de 17,5% da área da BHRP está situada entre as cotas altimétricas de 280 – 320 m, enquanto que 17,2% entre as cotas de 240 – 280 m. Aproximadamente, 60% da área total da bacia hidrográfica corresponde à faixa compreendida entre 200 - 360 metros de altitude, e o restante distribuído entre as demais classes (Tabela 5). As subunidades “Alto Barracão”, “Furninhas”, Rio das Furnas e “Linha da Invernada” apresentam valores de altitude média muito próximos, entre 340 – 346 metros, constituindo a região de maior altitude média da BHRP (sentido noroeste – norte).

O perfil topográfico traçado no sentido oeste-leste da BHRP (Figura 6) evidencia altitudes que variam de 350 metros (região oeste) a 50 metros (sentido leste), sendo que na porção central são atingidas as cotas entre 400 e 500 m, nos limites entre as subunidades Rio das Furnas, “Rio Pinheiros Alto – B. E.” e “Barreira”.

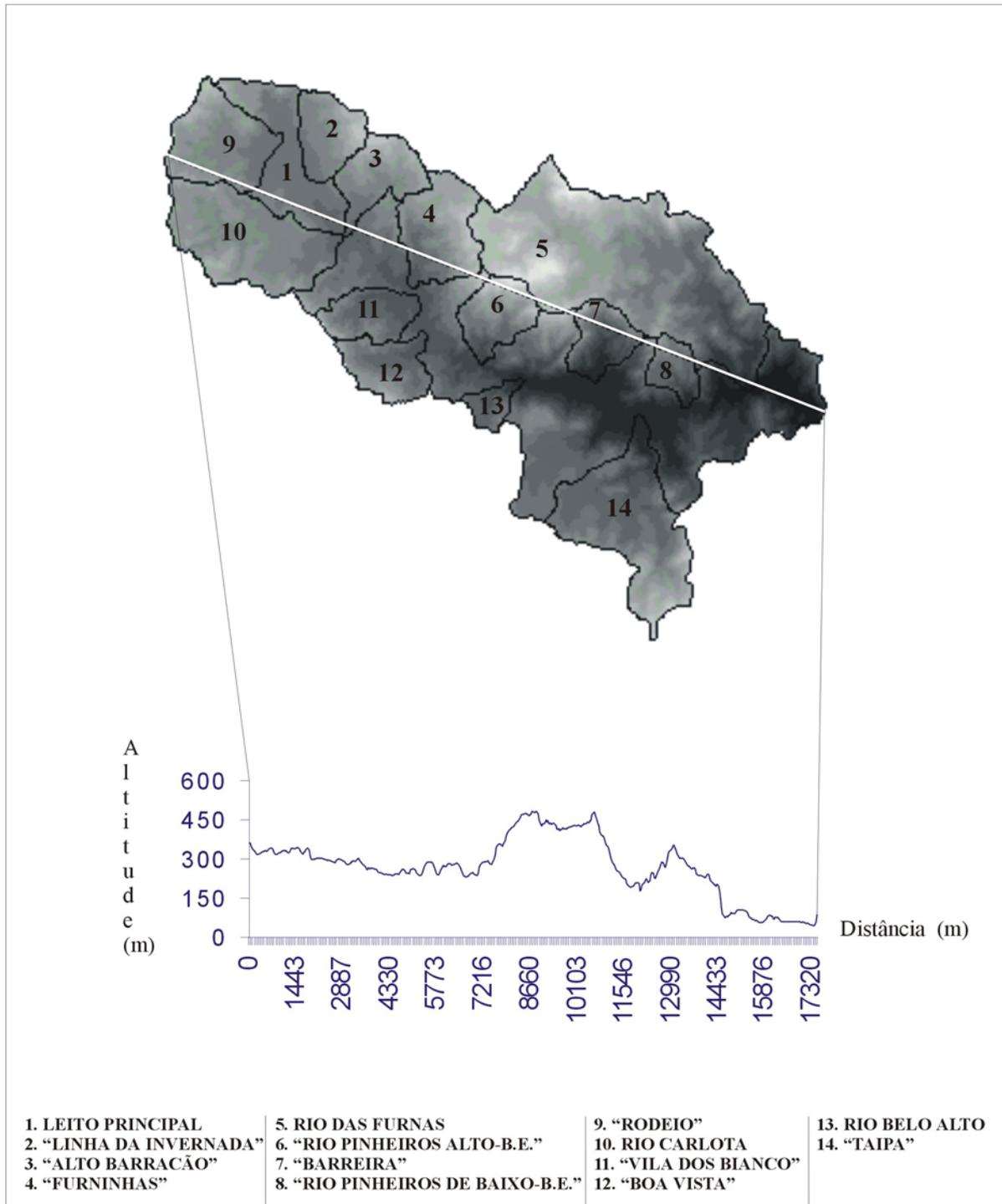


FIGURA 6: Perfil topográfico associado ao Modelo Digital do Terreno da bacia hidrográfica do Rio Pinheiros (SC).

Tabela 5: Área das classes hipsométricas da bacia hidrográfica do Rio Pinheiros (SC).

Classe altimétrica (m)	Área (km²)	Área (%)
< 40	0,06	0,05
40 – 80	3,85	3,4
80 – 120	6,15	5,4
120 – 160	5,02	4,4
160 – 200	7,81	6,8
200 – 240	13,2	11,5
240 – 280	19,78	17,3
280 – 320	20,04	17,5
320 – 360	15,72	13,7
360 – 400	10,88	9,5
400 – 440	7,16	6,2
440 – 480	3,43	3,0
480 – 520	0,93	0,8
= ou > 520	0,65	0,5
TOTAL	114,68	100

- Clinografia

A declividade média da bacia hidrográfica do Rio Pinheiros é de 19,47%, e a máxima, de 74,68%. O menor valor de declividade (mínimo) foi observado no Leito Principal (0,01%), enquanto o maior valor médio (33,94%) e o máximo (74,68%) ocorrem na subunidade “Barreira (Tabela 6). As subunidades “Rio Pinheiros Alto - B. E.” , “Barreira” e “Rio Pinheiros de Baixo - B. E. ” correspondem às com maiores valores de declividade média, formando uma espécie de “cordão” na região centro-leste da bacia do Rio Pinheiros.

Foram mantidas as classes de declividade sugeridas por Lombardi Neto (informação verbal) e empregadas na determinação do fator P da Equação Universal de Perda de Solo, na perspectiva de padronizar a abordagem e permitir comparações (0 – 3%, 3 – 6%, 6 – 9%, 9 – 12%, 12 – 18%, 18 – 25%, = ou > 25%). Cerca de 28,8% da área correspondem a áreas de declividade igual ou superior a 25%, enquanto 20,5% abrangem de 18 – 25% e 21,3% de 12 – 18% (Tabela 7). As nascentes do Rio Pinheiros encontram-se em áreas com declividade na faixa superior a 18%, enquanto a foz entre 3 - 6% (Figura 7).

Tabela 6: Clinografia das subunidades da paisagem da bacia hidrográfica do Rio Pinheiros (SC).

Subunidades	Declividade mínima (%)	Declividade máxima (%)	Declividade média (%)
Leito principal Rio Pinheiros	0,01	74,4	20,0
“Linha da Invernada”	1,3	36,8	13,5
“Alto Barracão”	1,6	31,9	16,0
“Furninhas”	0,3	44,8	18,2
Rio das Furnas	0,1	57,0	21,3
“Rio Pinheiros Alto – B. E.”	3,8	60,7	26,5
“Barreira”	0,6	74,7	33,9
“Rio Pinheiros de Baixo – B. E.”	2,9	58,8	26,0
“Rodeio”	0,01	38,4	13,5
Rio Carlota	0,04	43,1	11,4
“Vila dos Bianco”	0,06	49,7	19,4
“Boa Vista”	2,1	42,3	20,9
Rio Belo Alto	2,8	55,3	19,3
“Taipa”	0,2	61,1	19,9

B. E. – Braço Esquerdo

Tabela 7: Área das classes clinográficas da bacia hidrográfica do Rio Pinheiros (SC).

Declividade (%)	Área (km²)	Área (%)
0 – 3	6,03	5.3
3 – 6	8,34	7.3
6 – 9	8,9	7.7
9 – 12	10,36	9.1
12 – 18	24,39	21.3
18 – 25	23,57	20.5
= ou > 25	33,09	28.8
TOTAL	114,68	100

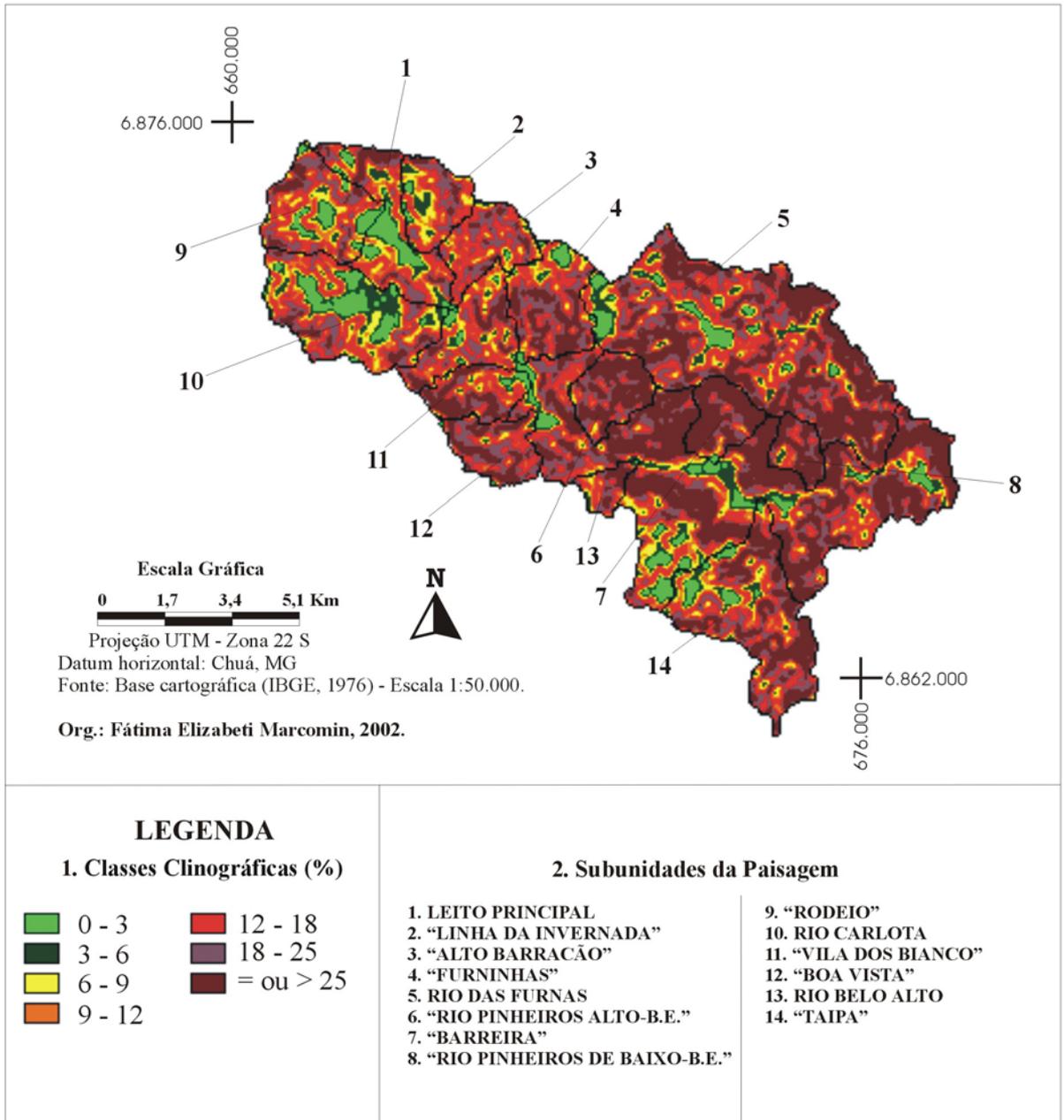


FIGURA 7: Clinografia da bacia hidrográfica do Rio Pinheiros (SC).

- Tipo de solo

Foram identificados os solos do tipo Cambissolo e Podzólico vermelho amarelo, o que, de acordo com a nova classificação de solos (EMBRAPA, 1999), Uberti (informação verbal) enquadrou-os como CAMBISSOLO HÁPLICO Distrófico típico e ARGISSOLO VERMELHO Amarelo Distrófico típico, respectivamente (Figura 8).

Cerca de 97% da área total da bacia hidrográfica compreendem ARGISSOLO VERMELHO Amarelo Distrófico típico e somente 3% de CAMBISSOLO HÁPLICO Distrófico típico, tendo este último sua maior ocorrência na subunidade do Leito Principal (Tabela 8). Sendo os Argissolos considerados mais erosíveis do que os Cambissolos (PUNDEK, 1991), e uma vez que predominam em todas as subunidades da paisagem estudada, é necessária atenção quanto ao tipo de uso do solo nas mesmas a fim de evitar maiores riscos de erosão.

Nas subunidades Leito principal, Rio das Furnas, “Barreira”, Rio Carlota, “Boa Vista”, Rio Belo Alto e “Taipa”, foram identificados o ARGISSOLO VERMELHO Amarelo distrófico típico e o CAMBISSOLO HÁPLICO Distrófico típico, sendo este superior a 1% somente na subunidade Leito principal. Nas subunidades remanescentes foi observada somente a presença de ARGISSOLO VERMELHO Amarelo distrófico típico, com horizonte A moderado. Os ARGISSOLOS são solos com horizonte B textural, com argila de atividade baixa, enquanto os CAMBISSOLOS são pouco desenvolvidos e com horizonte B incipiente (EMBRAPA, 1999). Os ARGISSOLOS, com horizonte A moderado, apresentam suscetibilidade muito forte à erosão, enquanto que os CAMBISSOLOS em declividade até 8% revelam suscetibilidade ligeira; em declividade maior que 8% a suscetibilidade é moderada (PUNDEK, 1991). Na BHRP tanto o ARGISSOLO quanto o CAMBISSOLO ocorrem em todas as classes de declividade.

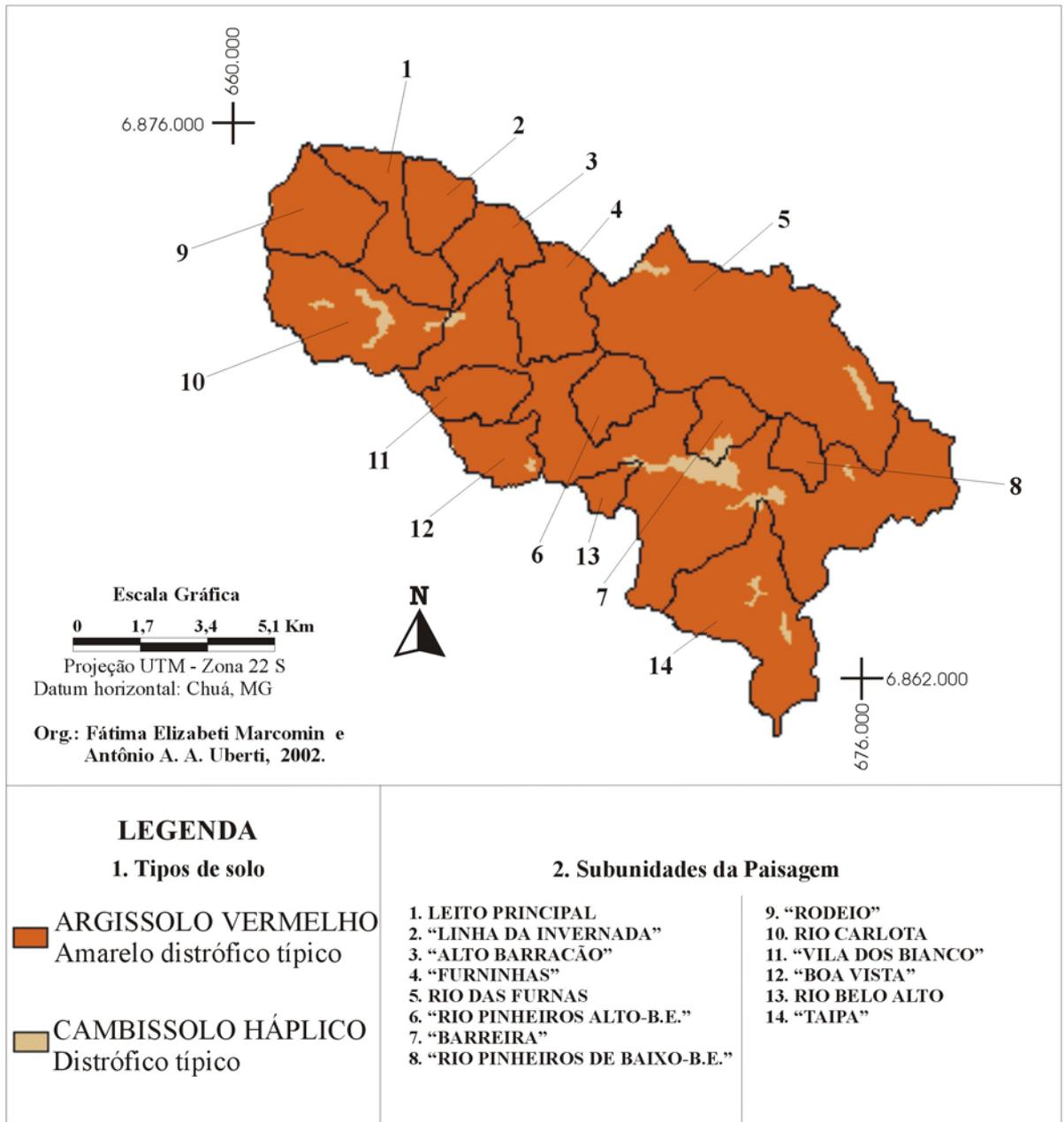


FIGURA 8: Levantamento Exploratório de Solos da bacia hidrográfica do Rio Pinheiros (SC).

Tabela 8: Área ocupada pelos tipos de solo nas subunidades da paisagem da bacia hidrográfica do Rio Pinheiros (SC).

Subunidades	Argissolo*		Cambissolo**		Área total (km ²)
	(km ²)	(%)	(km ²)	(%)	
Leito principal Rio Pinheiros	37,64	32,8	1,71	1,5	39,35
“Linha da Invernada”	3,3	2,9	0	0	3,3
“Alto Barracão”	3,63	3,2	0	0	3,63
“Furninhas”	5,17	4,5	0	0	5,17
Rio das Furnas	22,77	19,8	0,41	0,4	23,18
“Rio Pinheiros Alto – B. E.”	3,21	2,8	0	0	3,21
“Barreira”	2,47	2,1	0,31	0,3	2,78
“Rio Pinheiros de Baixo – B. E.”	1,76	1,5	0	0	1,76
“Rodeio”	5,71	5,0	0	0	5,71
Rio Carlota	8,36	7,3	0,64	0,6	9,00
“Vila dos Bianco”	2,97	2,6	0	0	2,97
“Boa Vista”	3,17	2,7	0,07	0,06	3,24
Rio Belo Alto	1,13	0,9	0,05	0,04	1,18
“Taipa”	9,9	8,6	0,30	0,3	10,2
TOTAL	111,19	96,8	3,49	3,2	114,68

B. E. – Braço Esquerdo

* **ARGISSOLO VERMELHO Amarelo Distrófico típico**

** **CAMBISSOLO HÁPLICO Distrófico típico**

- Uso do solo

Devido a heterogeneidade espacial da paisagem e a dificuldade em identificar pequenos fragmentos existentes nas pequenas propriedades, optou-se por analisar apenas três tipos de uso do solo: vegetação arbóreo-arbustiva (incluindo fragmentos de mata nativa, capoeira em diferentes estágios, eucalipto e pinus), pastagem (natural ou artificial) e cultivo agrícola principalmente associado a milho, feijão e fumo com suas rotações (Figura 9). Para a área de estudo o emprego de fotografias aéreas seria ideal para a análise de uso do solo, permitindo o maior detalhamento do mesmo. A matriz da paisagem é dominada pela vegetação arbóreo-arbustiva (cerca de 43%), seguida pelo cultivo agrícola (31%) e finalmente pela pastagem com 26% (Tabela 9).

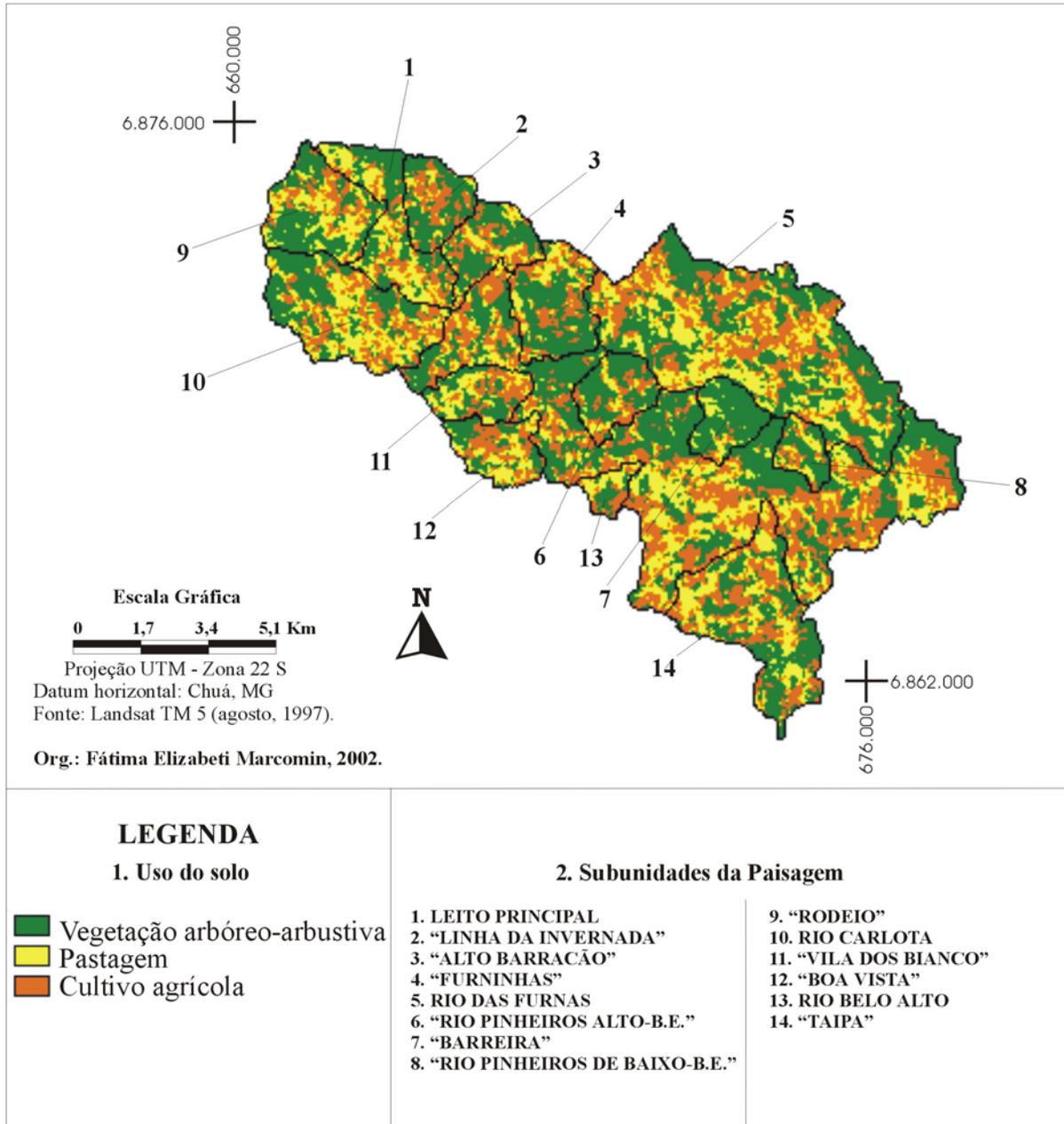


FIGURA 9: Uso do solo da bacia hidrográfica do Rio Pinheiros (SC).

Tabela 9: Área ocupada pelos tipos de usos do solo na bacia hidrográfica do Rio Pinheiros (SC).

Uso do solo	Área (Km ²)	Área (%)
Cultivo	35,41	30,9
Pastagem	30,06	26,2
Vegetação	49,21	42,9
TOTAL	114.68	100

Com relação ao cultivo agrícola, predomina a cultura de fumo, aproximadamente em 75% da área, seguida pela do milho com 20% e a do feijão com 5%. Como técnica predominante de preparo do solo foi observado o uso de disco (60%), enquanto o cultivo mínimo ocorre em cerca de 35% da área e o plantio direto em cerca de 5% somente (Figura 10). Nas áreas de pastagem há um manejo considerado rudimentar, restrito a roçada e a retirada de plantas invasoras, sendo este tipo de pastagem predominante na bacia hidrográfica.

Este cenário compromete consideravelmente a área da bacia hidrográfica uma vez que, segundo LOMBARDI NETO (1992), o uso do disco agrava os processos erosivos, acelerando a decomposição de resíduos, reduzindo a atividade biológica do solo, compactando o solo subsuperficialmente, destruindo a estrutura superficial e reduzindo o potencial produtivo do solo.

Nas subunidades “Barreira”, “Rodeio” e Rio Carlota, a exemplo das demais, ocorre o predomínio da vegetação. No entanto, nessas subunidades constata-se a maior ocorrência de pastagem do que de cultivo; o contrário do que ocorre para as demais subunidades da paisagem, onde predomina o cultivo em relação a pastagem (Tabela 10). Situação peculiar ocorre na subunidade Rio Belo Alto, onde o predomínio é de pastagem, cerca de 35%, seguido por cultivo, e finalmente por vegetação. A subunidade “Barreira” é a que apresenta maior percentagem de vegetação, cerca de 80%, e corresponde também à de maior declividade média. A maior percentagem de cultivo agrícola está na subunidade “Boa Vista”, com o cultivo agrícola predominando sobre a vegetação. A visão parcial, plotada pontualmente no mapa, de cada uma das subunidades da paisagem estudada está apresentada nas Figuras 11A e 11B.

Tabela 10: Área ocupada pelos tipos de usos do solo nas subunidades da paisagem da bacia hidrográfica do Rio Pinheiros (SC).

Subunidades	Vegetação		Pastagem		Cultivo		TOTAL	
	(Km ²)	(%)	(Km ²)	(%)	(Km ²)	(%)	(Km ²)	(%)
Leito principal Rio Pinheiros	15,93	40,5	10,16	25,8	13,26	33,7	39,35	100
“Linha da Invernada”	1,78	53,7	0,39	12,0	1,13	34,3	3,3	100
“Alto Barracão”	1,70	46,8	0,75	20,7	1,18	32,5	3,63	100
“Furninhas”	2,65	51,3	0,97	18,7	1,55	30,0	5,17	100
Rio das Furnas	9,35	40,4	6,83	29,4	7,00	30,2	23,18	100
“Rio Pinheiros Alto – B. E.”	1,80	56,1	0,50	15,6	0,91	28,3	3,21	100
“Barreira”	2,23	80,3	0,39	14,0	0,16	5,7	2,78	100
“Rio Pinheiros de Baixo – B. E.”	0,96	54,5	0,39	22,2	0,41	23,3	1,76	100
“Rodeio”	2,74	48,0	1,67	29,3	1,3	22,7	5,71	100
Rio Carlota	3,49	38,8	2,93	32,5	2,58	28,7	9,00	100
“Vila dos Bianco”	1,05	35,4	0,94	31,6	0,98	33,0	2,97	100
“Boa Vista”	1,09	33,6	0,98	30,3	1,17	36,1	3,24	100
Rio Belo Alto	0,35	30,0	0,42	35,8	0,40	34,2	1,18	100
“Taipa”	4,08	40,0	2,73	26,8	3,39	33,2	10,2	100

B. E. – Braço Esquerdo

As Figuras 12A e 12B apresentam um gradiente das subunidades da bacia hidrográfica em função da percentagem de vegetação arbóreo-arbustiva, de pastagem e de cultivo agrícola. A maior percentagem de cobertura vegetal correspondem as subunidades “Barreira”, “Rio Pinheiros Alto – B. E.” e “Rio Pinheiros de Baixo – B. E. ”, concentrando-se no sentido centro-leste da bacia hidrográfica do Rio Pinheiros.



Cultivo de fumo.



Solo arado para cultivo de fumo.



Cultivo de feijão (sistema de rotação fumo-feijão).



Cultivo de milho e, ao fundo, cordões permanentes de cana-de-açúcar.



Cultivo mínimo - fumo.



Área preparada para plantio de fumo.

**Figura 10: Vista parcial de algumas áreas de cultivo da bacia hidrográfica do Rio Pinheiros (SC).
(Fotos: Fátima Elizabeti Marcomin e Mario Marcomin - Período (1999-2000))**

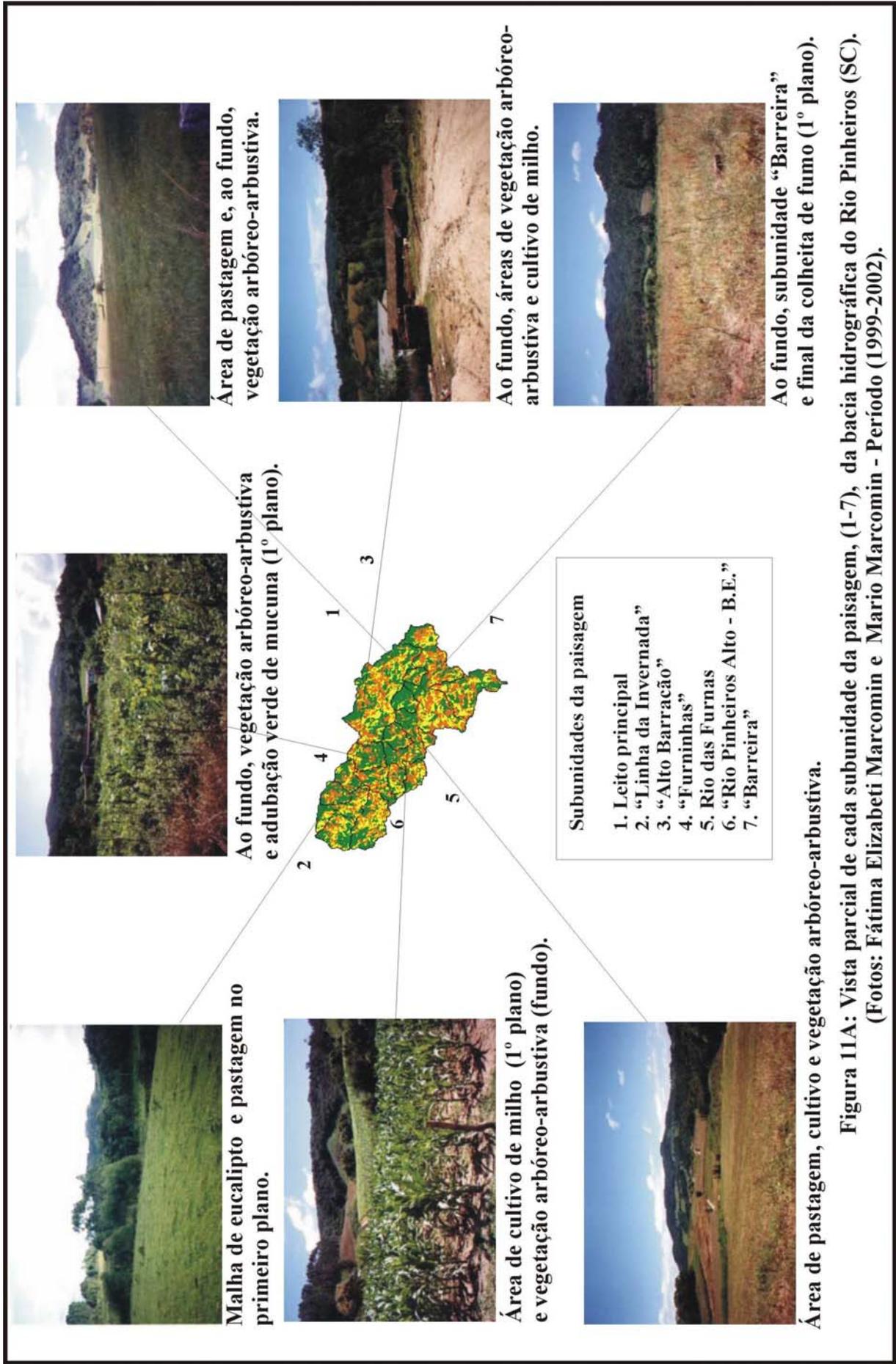


Figura 11A: Vista parcial de cada subunidade da paisagem, (1-7), da bacia hidrográfica do Rio Pinheiros (SC). (Fotos: Fátima Elizabeti Marcomin e Mario Marcomin - Período (1999-2002).

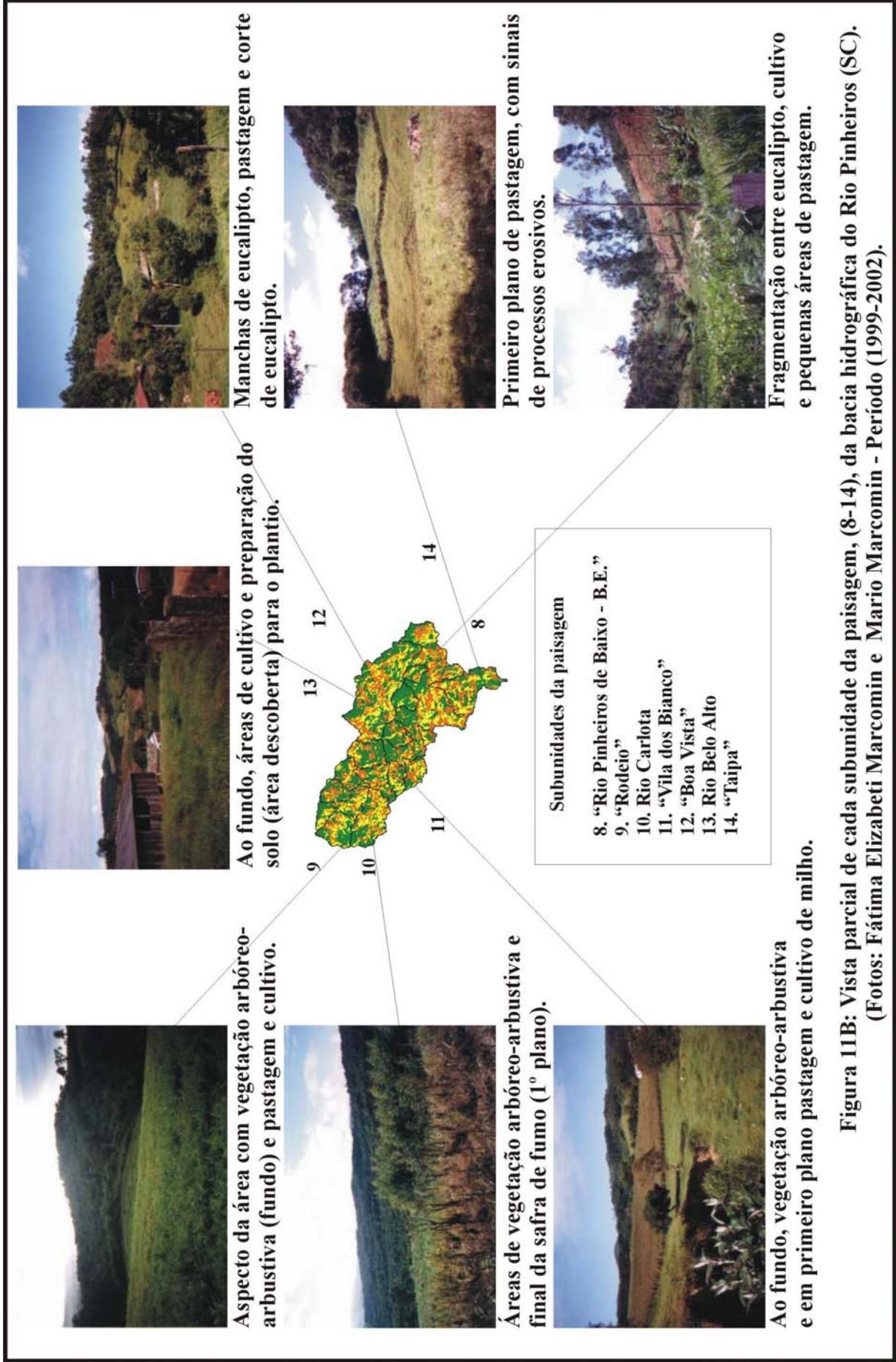
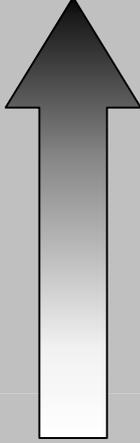
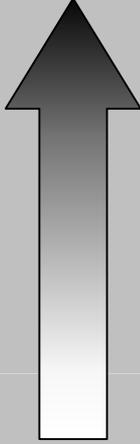


Figura 11B: Vista parcial de cada subunidade da paisagem, (8-14), da bacia hidrográfica do Rio Pinheiros (SC). (Fotos: Fátima Elizabeti Marcomin e Mario Marcomin - Período (1999-2002)).

GRADIENTE	Subunidades	Vegetação (%)	% > 
1°	S 7	80,3	
2°	S 6	56,2	
3°	S 5	54,3	
4°	S 2	54	
5°	S 4	51,2	
6°	S 9	48,1	
7°	S 3	46,9	
8°	S 1	40,5	
9°	S 5	40,4	
10°	S 14	40,1	
11°	S 10	38,8	
12°	S 11	35,3	
13°	S 12	33,6	
14°	S 13	30,1	

1) Vegetação arbóreo-arbustiva

GRADIENTE	Subunidades	Pastagem (%)	% > 
1°	S 13	35,9	
2°	S 10	32,5	
3°	S 11	31,8	
4°	S 12	30,4	
5°	S 5	29,4	
6°	S 10	29,2	
7°	S 14	26,7	
8°	S 1	25,8	
9°	S 8	22,5	
10°	S 3	20,7	
11°	S 4	18,7	
12°	S 6	15,6	
13°	S 7	14	
14°	S 2	11,8	

2) Pastagem

Onde:

S1 - Leito Principal

S2 - "Linha da Invernada"

S3 - "Alto Barracão"

S4 - "Furninhas"

S5 - Rio Das Furnas

S6 - "Rio Pinheiros Alto - B. E. "

S7 - "Barreira"

S8 - "Rio Pinheiros de Baixo -B. E"

S9 - "Rodeio"

S10 - Rio Carlota

S11 - "Vila dos Bianco"

S12 - "Boa Vista"

S13 - Rio Belo Alto

S14 - "Taipa"

FIGURA 12A: Quadro esquemático representando o GRADIENTE de classificação das subunidades de acordo com a maior percentagem de 1)Vegetação arbóreo-arbustiva, 2)Pastagem.

GRADIENTE	Subunidades	Cultivo (%)	
1°	S 12	36,1	
2°	S 2	34,2	
3°	S 13	34,1	
4°	S 1	33,7	
5°	S 14	33,2	
6°	S 11	32,9	
7°	S 3	32,4	
8°	S 5	30,8	
9°	S 4	30	
10°	S 10	28,7	
11°	S 6	28,2	
12°	S 8	23,2	
13°	S 9	22,7	
14°	S 7	5,7	

3) Cultivo Agrícola

Onde:

S1 - Leito Principal

S2 - "Linha da Invernada"

S3 - "Alto Barracão"

S4 - "Furninhas"

S5 - Rio Das Furnas

S6 - "Rio Pinheiros Alto - B. E. "

S7 - "Barreira"

S8 - "Rio Pinheiros de Baixo -B. E"

S9 - "Rodeio"

S10 - Rio Carlota

S11 - "Vila dos Bianco"

S12 - "Boa Vista"

S13 - Rio Belo Alto

S14 - "Taipa"

FIGURA 12B: Quadro esquemático representando o GRADIENTE de classificação das subunidades de acordo com a maior percentagem de: 3) Cultivo agrícola.

- Malha viária

Ao longo do Leito principal do Rio Pinheiros há uma estrada de tráfego periódico, sem pavimentação, mas que se constitui na principal estrada da região, embora predominem na área os caminhos e trilhas (IBGE, 1976).

Estrada de tráfego permanente ocorre somente nas subunidades Leito principal e “Taipa”, sendo na primeira em área muito restrita. O tráfego periódico ocorre nas subunidades Leito principal, “Furninhas”, Rio das Furnas, “Rio Pinheiros Alto – B. E.”, Rio Carlota, “Vila dos Bianco” e “Taipa”; nas demais subunidades ocorrem somente caminhos e trilhas (Figura 13).

4.2 Fatores da Equação Universal de Perda de Solo (EUPS)

- Erosividade:

Com base nos valores pluviométricos (Tabela 1), foram calculados os valores de erosividade mensal (Tabela 11), mediante os quais se obtiveram os valores de erosividade acumulada para todos os dias e meses de um ano (Anexo A), dado este necessário para o cálculo do valor de C para as culturas de fumo, milho e feijão.

Como se dispunha somente de dados de precipitação da Estação Meteorológica de Orleans para toda a bacia hidrográfica do Rio Pinheiros, o valor de erosividade encontrado foi o mesmo para todas as subunidades, tendo sido então empregado o valor de erosividade anual de 6435 MJ.mm/ha.h.ano

A erosividade (%) foi obtida de: erosividade mensal (MJ.mm/hah) x 100/erosividade anual (MJ.mm/ha.h.ano). A erosividade (% acumulada) foi decorrente do somatório da Erosividade (%) de cada mês + a erosividade (%) do mês seguinte (Tabela 11). Os cálculos foram sugeridos por Lombardi Neto (informação verbal).

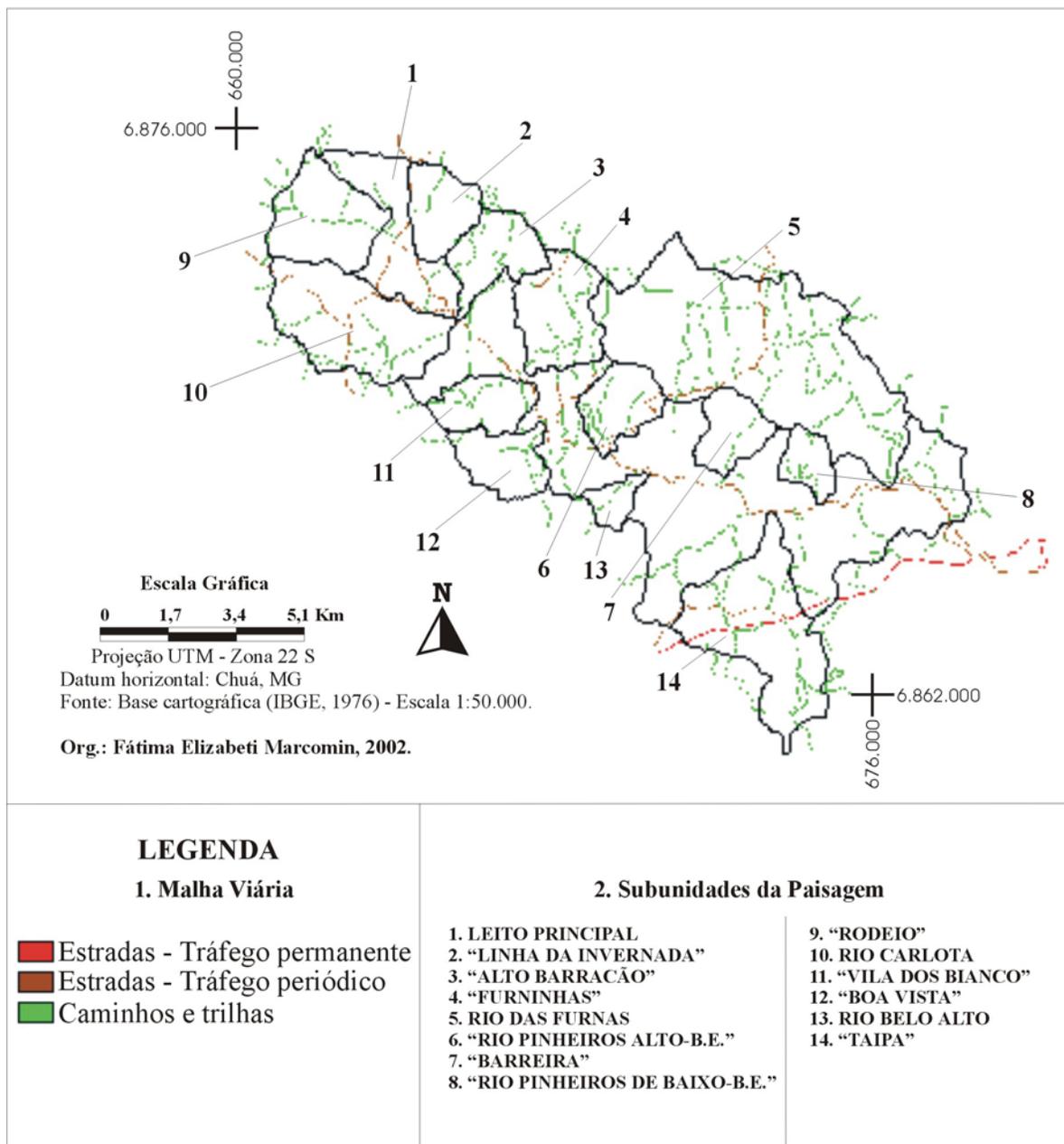


FIGURA 13: Malha viária da bacia hidrográfica do Rio Pinheiros (SC).

Tabela 11: Erosividade mensal, total e acumulada da bacia hidrográfica do Rio Pinheiros (SC).

Mês	Precip (mm)	Erosividade (MJmm/ha.h.ano)	Erosividade (%)	Erosividade (% acumulada)
Julho	89,9	328	5,1	5,1
Agosto	116,6	486	7,6	12,6
Setembro	135,4	610	9,5	22,1
Outubro	131,5	584	9,1	31,2
Novembro	107,2	428	6,7	37,8
Dezembro	137,6	625	9,7	47,6
Janeiro	167,2	840	13,1	60,6
Fevereiro	167,8	845	13,1	73,7
Março	156,7	762	11,8	85,6
Abril	93,5	348	5,4	91,0
Mai	87,3	313	4,9	95,9
Junho	78,5	267	4,1	100,0
TOTAL	1469,2	6435	100,0	

- **Erodibilidade:** Os valores de erodibilidade para os solos da área de estudo (ARGISSOLO VERMELHO Amarelo distrófico típico e CAMBISSOLO HÁPLICO Distrófico típico), obtidos de PUNDEK (1998) e adaptados à nova classificação de solos (EMBRAPA, 1999), estão apresentados na Tabela 12.

Tabela 12: Erodibilidade dos solos da bacia hidrográfica do Rio Pinheiros (SC).

Tipo de solo	Valor de erodibilidade (t.h/MJ.mm)
ARGISSOLO VERMELHO Amarelo distrófico típico	0,0375
CAMBISSOLO HÁPLICO Distrófico típico	0,0356

- **Fator LS:** O valor médio do Fator LS para a BHRP foi de 16,3, enquanto que para as subunidades da mesma foi obtido um valor mínimo de zero. O valor máximo do Fator LS (153) foi observado na subunidade “Barreira” (Tabela 13), assim como o valor médio (40,6), correspondendo ainda a subunidade de maior declividade máxima e média (74,68 e 34 %, respectivamente), como a com maior valor médio de comprimento de rampa (737 metros). Esta subunidade também apresentou a maior percentagem de cobertura vegetal, justificando a necessidade de uma avaliação crítica da mesma no contexto do uso do solo, desde que, sob tais condições topográficas, os riscos de erosão serão eminentes na ausência de cobertura vegetal. Os menores valores máximo (39,6) e médio (5,42) de LS foram encontrados na subunidade Rio Carlota, à qual também apresenta os menores valores de declividade e comprimento de rampa. As áreas com maiores valores de LS podem ser observadas no sentido centro-leste, nas imediações da subunidade “Barreira”, bem como no âmbito da mesma, onde se observa a maior concentração de áreas com fator topográfico > 20 , quando comparado com as demais subunidades da bacia hidrográfica do Rio Pinheiros (Figura 14).

Com base nos valores obtidos de LS e de acordo com Lombardi Neto (informação verbal), foram estabelecidas cinco classes: 1) $< 1,0$; 2) 1,0-5,0; 3) 5,0-10,0; 4) 10,0-20,0 e classe 5) > 20 . Cerca de 30% da área da bacia hidrográfica do Rio Pinheiros enquadram-se na classe superior a 20, enquanto que as classes < 1 e de 1,0 – 5,0 correspondem, respectivamente, a 11,1 e 18,8%. A classe de 5,0 – 10,0 abrange 18% da área e 22,1% de 10,0 – 20,0.

Uma Análise de Regressão Linear Simples entre o fator topográfico (variável dependente) e as variáveis declividade e comprimento de rampa (Tabela 14), a exemplo do observado por NASCIMENTO (1998) e VALERIANO (1999), indicou a influência da declividade sobre o fator LS (valor médio $r = 0,90$, contra $r = 0,86$ para o comprimento de rampa). No presente estudo esta influência foi observada em dez das 14 subunidades analisadas; não apresentaram essa condição as subunidades “Alto Barracão”, “Furninhas”, “Rio Pinheiros de Baixo – B. E. ” e “Boa Vista”, onde a maior correlação foi observada para o comprimento de rampa.

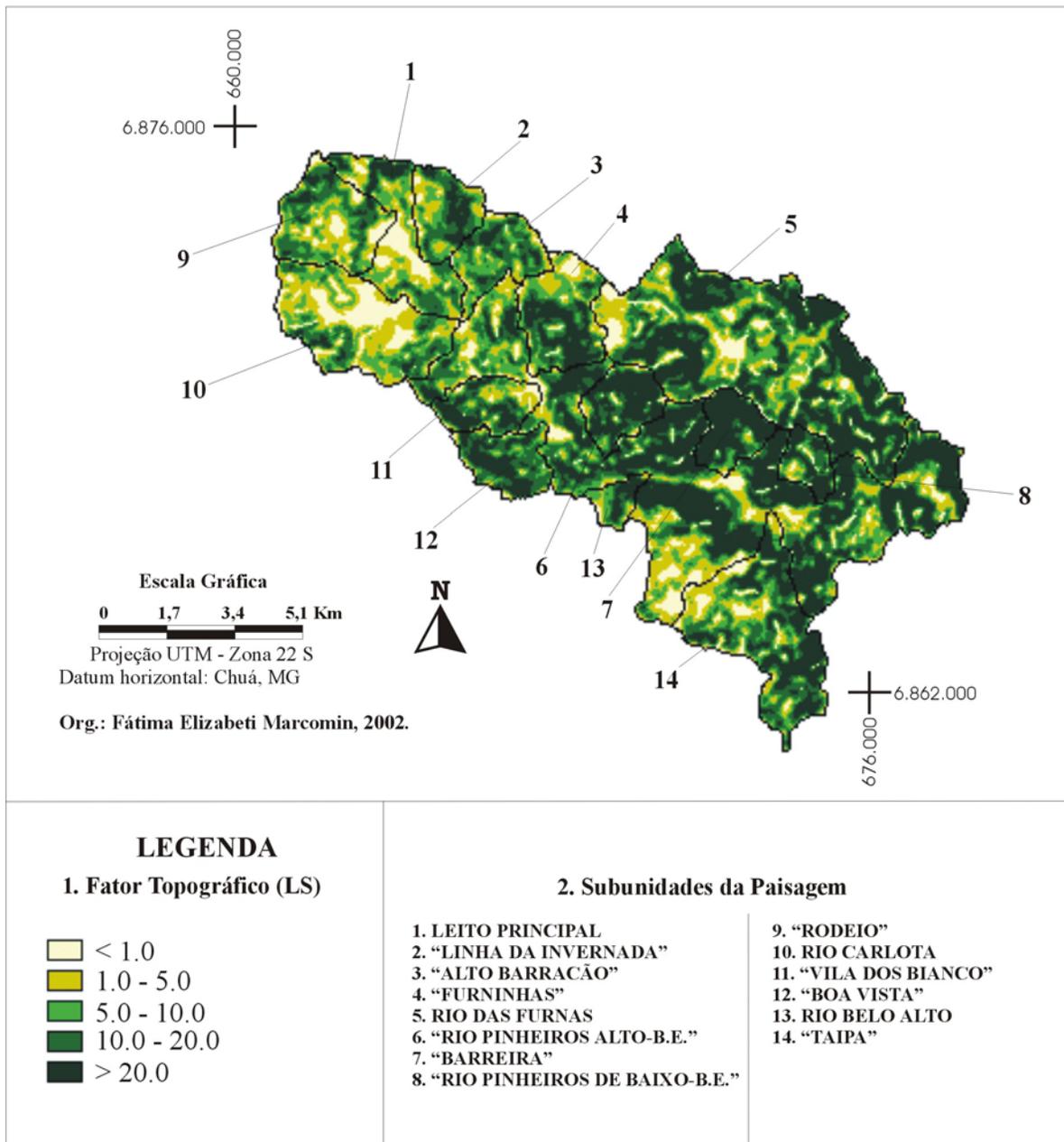


FIGURA 14: Fator topográfico (LS) da bacia hidrográfica do Rio Pinheiros (SC).

Tabela 13. Valores médio e máximo do Fator topográfico (LS) das subunidades da paisagem da bacia hidrográfica do Rio Pinheiros (SC).

Subunidades	LS (méd.)	LS (máx.)
Leito principal	17,8	149,12
“Linha da Invernada”	11,58	49,90
“Alto Barracão”	10,75	42,34
“Furninhas”	15,24	100,04
Rio das Furnas	17,79	99,86
“Rio Pinheiros Alto-B. E.”	25,93	85,74
“Barreira”	40,66	153,00
“Rio Pinheiros de Baixo-B.E.”	19,66	74,57
“Rodeio”	8,58	46,76
Rio Carlota	5,42	39,60
“Vila dos Bianco”	14,60	59,49
“Boa Vista”	16,74	58,50
Rio Belo Alto	17,11	99,96
“Taipa”	15,44	106,75

B.E. – Braço Esquerdo

De uma maneira geral, altos valores de LS correspondem a relevos mais enérgicos, enquanto que relevos mais suaves originam valores baixos e médios de LS (STEIN *et al.*, 1987). Neste caso, relevos mais enérgicos são assim considerados sob o ponto de vista geomorfológico, na concepção de Felisberto Cavalheiro (informação verbal).

Tabela 14: Valores da correlação entre o fator topográfico (LS) e as variáveis comprimento de rampa e declividade para as diferentes subunidades da paisagem da bacia hidrográfica do Rio Pinheiros (SC).

Subunidades	Compto de rampa (r)	Declividade (r)
Leito principal	0,7996	0,8920
“Linha da Invernada”	0,8283	0,8952
“Alto Barracão”	0,9116	0,9041
“Furninhas”	0,9305	0,8713
Rio das Furnas	0,8500	0,8952
“Rio Pinheiros Alto-B. E.”	0,9182	0,9224
“Barreira”	0,8888	0,9222
“Rio Pinheiros de Baixo-B. E.”	0,9190	0,9094
“Rodeio”	0,7931	0,9012
Rio Carlota	0,7659	0,8747
“Vila dos Bianco”	0,8685	0,9174
”Boa Vista”	0,9128	0,9088
Rio Belo Alto	0,8716	0,9166
“Taipa”	0,8438	0,8983
Média	0,8647	0,9021

B. E. – Braço Esquerdo

- **Fator C:** Com base nas informações de Hélio Luis Paim (informação verbal) e Mário Marcomin (informação verbal) foram aproximadas as datas de operação (atividade) para cada tipo de cultivo, mediante as quais se efetuou o cálculo de C (Tabelas 15 a 18).

Uma vez que após a colheita do fumo há rotação de cultura com feijão e/ou milho, foram feitos, por sugestão de Lombardi Neto (informação verbal), os cálculos de C para cada situação, e destes, calculada a média; esta por sua vez foi multiplicada pelo valor de rotação (sem gramínea e leguminosa), proposto por PUNDEK (1998), obtendo-se assim o valor de C para a cultura de fumo. Foram consideradas somente os três tipos de culturas predominantes (fumo, feijão e milho), sendo o valor de C de cada cultura multiplicado pelo

percentual de ocorrência na bacia hidrográfica, resultando o somatório de todos os produtos de C calculados. Além disso, como na área ocorrem três tipos de preparo do solo, cada um deles teve seu valor de correção (atribuído por Lombardi Neto, informação verbal), multiplicado por sua ocorrência. O somatório dos produtos constituiu o valor de correção do preparo do solo. Este valor foi multiplicado pelo valor de C, obtendo-se o valor final de C para o cultivo agrícola.

A classe vegetação arbóreo-arbustiva inclui fragmentos de vegetação nativa, mata secundária, diversas fases de capoeira, eucalipto e pinus, e a classe pastagem apresenta um manejo rudimentar (roçada e retirada de plantas invasoras), os valores estimados de C para vegetação e pastagem, sugeridos por Lombardi Neto (informação verbal), foram de **0,0004** e **0,001**, respectivamente.

Tabela 15 – Cálculo de C (fator uso e manejo) para a cultura de feijão.

Operações	Data	EI acum.	EI	R. Perdas	C	C total
Preparo	22/Jan	56,83				
			0,0704	1,00	0,0704	
Plantio	07/Fev	63,87				
			0,0936	0,82	0,0768	
20 dias	27/Fev	73,23				
			0,0968	0,37	0,0358	
45 dias	24/Mar	82,91				
			0,0935	0,45	0,0421	
90 dias	08/Mai	92,26				
			0,0222	0,23	0,0051	
Colheita	22/Mai	94,48				0,2301
			0,1231	0,23	0,0283	
Plantio	07/Ago	106,79				0,2585
			0,0484	0,66	0,0319	
20 dias	27/Ago	111,63				
			0,0762	0,67	0,0511	

45 dias	21/Set	119,25				
			0,1305	0,59	0,0770	
90 dias	05/Nov	132,30				
			0,0771	0,49	0,0378	
Colheita	07/Dez	140,01				0,1978
			0,1682	0,23	0,0387	
Preparo	22/Jan	156,83				0,2365
		100,00	1,0000			0,4949

Tabela 16 – Cálculo de C (fator uso e manejo) para a rotação de cultura de fumo – feijão.

Operações	Data	EI acum.	EI	R. Perdas	C	C total
prep-fum	22/Jun	98,91				
			0,0471	0,38	0,0179	
Plantio	22/Jul	103,62				
			0,0680	0,33	0,0224	
1 mês	22/Ago	110,42				
			0,0915	0,15	0,0137	
2 meses	22/Set	119,57				
			0,0899	0,11	0,0099	
Colheita	22/Out	128,56				
			0,3531	0,07	0,0247	
prep-fei	07/Fev	163,87				0,0887
			0,0702	1,00	0,0702	
Plantio	22/Fev	170,89				
			0,0818	0,82	0,0671	
20 dias	14/Mar	179,07				
			0,0797	0,37	0,0295	
45 dias	08/Abr	187,04				

			0,0760	0,45	0,0342	
90 dias	23/Mai	194,64				
			0,0079	0,23	0,0018	
Colheita	28/Mai	195,43				
			0,0348	0,23	0,0080	
prep-fum	22/Jun	198,91				0,2108
		100,00	1,0000		0,2995	0,2995

Tabela 17 – Cálculo de C (fator uso e manejo) para rotação de cultura de fumo – milho.

Operações	Data	EI acum.	EI período	R. Perdas	C	C total
prep-fum	22/Jun	98,91				
			0,0471	0,38	0,0179	
Plantio	22/Jul	103,62				
			0,0680	0,33	0,0224	
1 mês	22/Ago	110,42				
			0,0915	0,15	0,0137	
2 meses	22/Set	119,57				
			0,0899	0,11	0,0099	
Colheita	22/Out	128,56				
			0,3531	0,07	0,0247	
prep-mi	07/Fev	163,87				0,0887
			0,0702	0,23	0,0161	
Plantio	22/Fev	170,89				
			0,1126	0,19	0,0214	
1 mês	22/Mar	182,15				
			0,0741	0,17	0,0126	
2 meses	22/Abr	189,56				
			0,0730	0,04	0,0029	

Colheita	07/Jun	196,86				
			0,0205	0,02	0,0004	
prep-fum	22/Jun	198,91				0,0535
		100,00	1,0000		0,1421	0,1421

Tabela 18 – Cálculo de C (fator uso e manejo) para a cultura de milho.

Operações	Data	EI acum.	EI período	R. Perdas	C	C total
Preparo	15/Jul	2,47				
			0,0626	0,23	0,0144	
Plantio	15/Ago	8,73				
			0,0862	0,19	0,0164	
1 mês	15/Set	17,35				
			0,0915	0,17	0,0156	
2 meses	15/Out	26,50				
			0,3597	0,04	0,0144	
Colheita	04/Fev	62,47				0,0607
			0,4000	0,02	0,0080	
Preparo	15/Jul	102,47				
		100,00	1,0000			0,0687

Com base nos resultados das Tabelas de rotação de culturas de fumo (Tabelas 16 e 17), foi realizado o cálculo de C médio, sugestão de Lombardi Neto, (rotação de culturas de fumo), obtendo-se:

$$C \text{ fumo (rotação)} = C \text{ fumo-feijão} + C \text{ fumo-milho}/2$$

$$C \text{ fumo (rotação)} = (0,2995 + 0,1421)/2 = \mathbf{0,2208}$$

Esse valor, por sua vez, sofreu uma alteração devido à multiplicação pelo fator de correção de rotação (sem gramínea e leguminosa), proposto por PUNDEK (1998):

$$\text{Cfumo (correção)} = \text{C fumo} \times \text{fator de correção da rotação}$$

$$\text{C fumo (correção)} = 0,2208 \times 0,90 = \mathbf{0,1987}$$

Este valor de C calculado (Cfumo-correção), bem como os valores de C obtidos para feijão e milho (Tabelas 15 e 18), foram novamente corrigidos em função da proporção de ocorrência de cada cultura na área; a somatória dos subtotais resultou num valor de C para cultivo agrícola (Tabela 19).

Tabela 19 – Cálculo de C para o cultivo agrícola, em função da proporção de ocorrência de cada tipo de cultivo na área de estudo.

Cultura	Valor de C (1)	Ocorrência na área (2)	Valor de Correção (1) x (2)
Feijão	0,4949	0,05	0,0247
Fumo	0,1987	0,75	0,1490
Milho	0,0687	0,20	0,0137
TOTAL			0,1874

Tendo em vista que na BHRP ocorrem três tipos de preparo do solo, este aspecto foi considerado para o cálculo de C. Para cada tipo de preparo do solo foi estabelecido um valor de correção, por orientação de Lombardi Neto (informação verbal), e considerada também a proporção de ocorrência de cada tipo de preparo, sendo o somatório do produto destes considerado o valor final de correção para o preparo do solo (Tabela 20).

Tabela 20 – Cálculo do valor de correção final para os tipos de preparo do solo, em função da proporção de ocorrência de cada tipo de preparo do solo na área de estudo.

Preparo do solo	Correção (1)	Ocorrência na área (2)	Valor Correção (1) x (2)
Cultivo mínimo	0,65	0,35	0,2275
Disco	1,00	0,60	0,6000
Plantio direto	0,20	0,05	0,0100
TOTAL			0,8375

O produto dos valores de C das Tabelas 19 e 20 resultou no valor de C para cultivo agrícola, englobando assim as culturas de feijão, fumo (e suas respectivas rotações) e milho, conforme destacado abaixo:

**C cultivo = C (correção proporção de ocorrência de cada cultura) x C
(correção tipo preparo solo)**

$$C \text{ cultivo} = 0,1874 \times 0,8375$$

$$C \text{ cultivo} = 0,1569$$

- **Fator P:** Os valores de P estabelecidos, considerando as classes de declividade (Lombardi Neto, informação verbal), adaptados de WISCHMEIER e SMITH (1978), podem ser observados na Tabela 21.

Tabela 21: Valores de P (práticas conservacionistas) segundo as classes de declividade para a bacia hidrográfica do Rio Pinheiros (SC).

Classe	Declividade (%)	Fator P
1	0 – 3	0,59
2	3 – 6	0,51
3	6 – 9	0,56
4	9 – 12	0,68
5	12 – 18	0,90
6	18 – 25	1,0
7	= ou > 25	1,0

4.3 Limite de Tolerância de Perda de solo

Os valores obtidos para ARGISSOLO VERMELHO Amarelo distrófico típico e para CAMBISSOLO HÁPLICO Distrófico típico, extraídos de BERTOL e ALMEIDA (2000), estão demonstrados na Tabela 22. Cada valor foi multiplicado pela densidade de 1,25 (segundo Bertol, informação verbal).

Tabela 22: Limites de Tolerância para os tipos de solos da bacia hidrográfica do Rio Pinheiros (SC).

Tipo solo	Limite Tolerância	Dens.(gcm ⁻³)	Valor final	Valor em t/ha/ano
1	0,58	1,25	0,725	7,2
2	0,71	1,25	0,8875	8,9

1 – ARGISSOLO VERMELHO Amarelo distrófico típico

2 – CAMBISSOLO HÁPLICO Distrófico típico

4.4 Potencial Natural de Erosão laminar (PNE)

Os valores médios e máximos de PNE, para cada subunidade da paisagem, foram extraídos do produto dos parâmetros físicos da equação (EUPS), sem considerar a intervenção humana. Os valores máximos de potencial natural de erosão correspondem a dados pontuais, enquanto que os valores médios correspondem a média da área total de cada subunidade (Tabela 23). O valor médio de PNE para a bacia hidrográfica do Rio Pinheiros foi de 3938,7 t/ha/ano.

Os maiores valores médio e máximo de PNE foram observados na subunidade “Barreira”, onde ocorrem os maiores valores de declividade máxima e média e de comprimento de rampa, e ainda o maior valor de LS. O segundo maior valor máximo de PNE foi encontrado para a subunidade leito principal, área que também corresponde ao segundo maior valor de LS máximo e de declividade máxima. Os menores valores máximos e médios de PNE foram encontrados na subunidade Rio Carlota, correspondente também à de menor valor de LS (máximo e médio). NASCIMENTO (1998) também relatou altos valores de PNE associados a altos valores de LS, considerado um fator determinante na perda natural de solos. Visando averiguar esta correlação, foi efetuada uma análise de regressão linear simples (Regress) no IDRISI entre o resultado da equação (PNE) e cada variável componente da mesma, considerando-se a primeira como variável dependente e os demais fatores (R, K, LS) como variáveis independentes (Tabela 24). Os dados de erosividade não foram usados nesta análise por terem sido obtidos de uma única estação meteorológica. Foi observada uma alta correlação para a variável LS (valor médio

de 0,99), enquanto que para erodibilidade obteve-se um valor médio de aproximadamente 0,74. Como o fator LS é decorrente da declividade e do comprimento de rampa, foi observada a maior correlação para a declividade (valor médio de 0,90) para dez das quatorze subunidades estudadas, e para o comprimento de rampa um valor médio de 0,86 para as demais subunidades. Deste modo, a declividade pode ser considerada o principal fator que influenciou o cálculo do PNE (WISCHMEIER e SMITH, 1978; NASCIMENTO, 1998).

Tabela 23: Valores médio e máximo do Potencial Natural de Erosão laminar (PNE), das subunidades da paisagem da bacia hidrográfica do Rio Pinheiros (SC).

Subunidades	PNE médio (t/ha/ano)	PNE Máx. (t/há/ano)
Leito principal	4293	35985
“Linha da Invernada	2794	12042
“Alto Barracão”	2595	10218
“Furninhas”	3679	24140
Rio das Furnas	4289	24099
“Rio Pinheiros Alto - B. E.”	6257	20691
“Barreira”	9792	36921
“Rio Pinheiros de Baixo -B. E.”	4744	17995
“Rodeio”	2072	11284
Rio Carlota	1306	9557
“Vila dos Bianco”	3523	14358
“Boa Vista”	4037	14117
Rio Belo Alto	4127	24123
“Taipa”	3724	25760

B. E. – Braço Esquerdo

Os diferentes tipos de relevo afetam a distribuição do PNE, sendo que cada um apresenta uma combinação distinta entre K e LS na determinação do mesmo (STEIN *et al.*, 1987). Além disso, os valores máximos e médios de PNE sempre são originados pelo fator topográfico e pela erodibilidade, sendo que a influência do fator R dificilmente se destaca.

Tabela 24: Valores da correlação entre o Potencial Natural de Erosão laminar (PNE) e as variáveis fator topográfico (LS) e erodibilidade (K).

Subunidades	Fator LS (r)	Fator K (r)
Leito principal	0,9996	0,6659
“Linha da Invernada”	0,9990	-
“Alto Barracão”	0,9989	-
“Furninhas”	0,9994	-
Rio das Furnas	0,9995	0,7216
“Rio Pinheiros Alto – B. E.”	0,9998	-
“Barreira”	0,9999	0,8483
“Rio Pinheiros de Baixo – B. E. ”	0,9997	-
“Rodeio”	0,9981	-
Rio Carlota	0,9951	0,6901
“Vila dos Bianco”	0,9994	-
“Boa Vista”	0,9996	0,8349
Rio Belo Alto	0,9996	0,6918
“Taipa”	0,9995	0,7153
Média	0,9991	0, 7383

B. E. – Braço Esquerdo

Com base nos valores encontrados e de acordo com Lombardi Neto (informação verbal), foram definidas cinco classes de amplitudes de PNE (Tabela 25). Na BHRP predominam áreas com PNE Muito Alto (36,1%), enquanto que PNE Muito Baixo está relacionado com 16,7% da área (Figura 15), distribuídas mais intensamente na região central da bacia hidrográfica. A classe de PNE Baixo ocorre em 9,7% da área, predominando na região oeste, enquanto que PNE Moderado em 16,3% e PNE Alto em 21,2%. As áreas com PNE Muito Alto ocorrem em regiões de declividade igual ou superior a 9%, enquanto as demais se distribuem em todas as faixas de declividade.

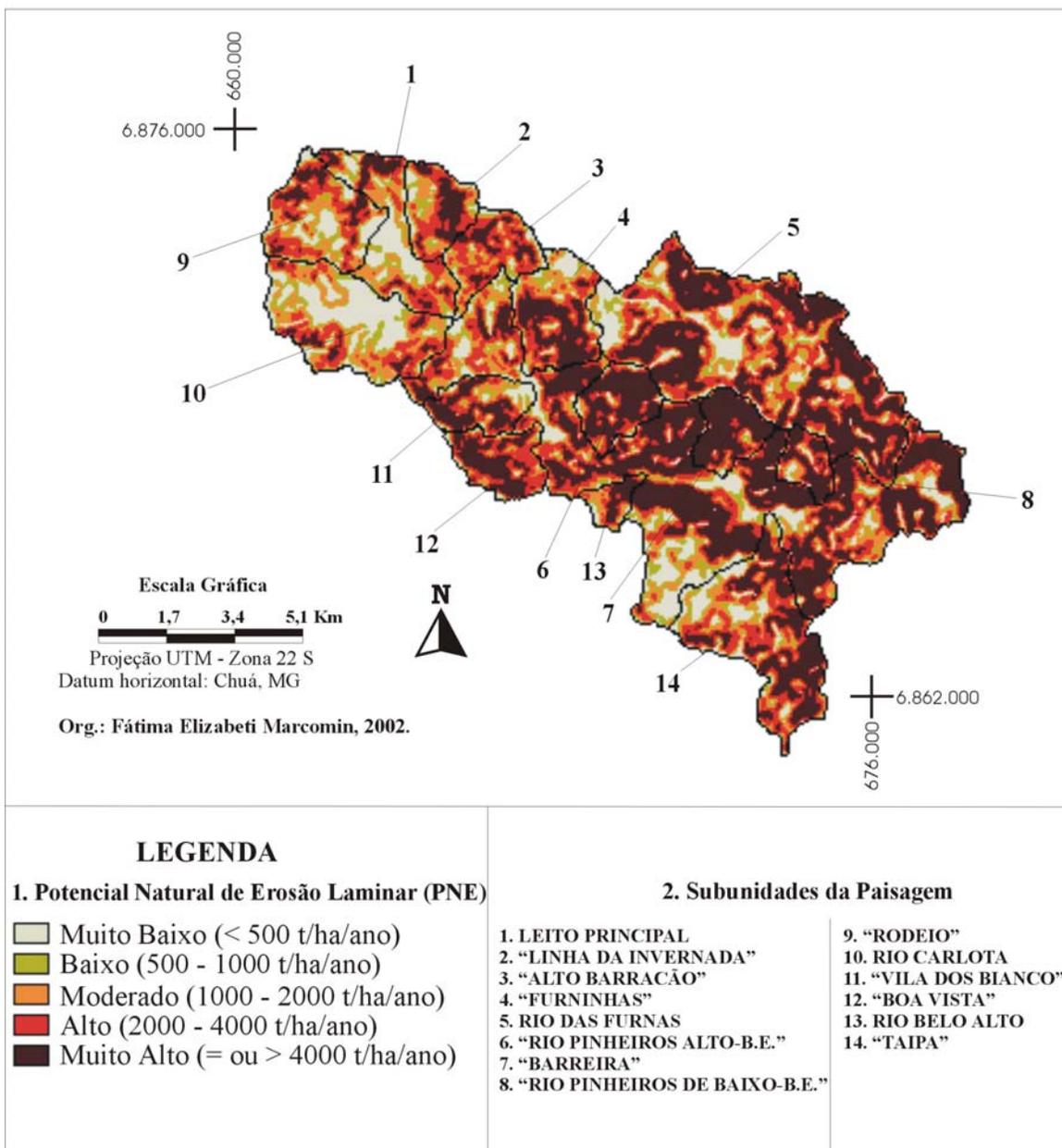


FIGURA 15: Potencial Natural de Erosão laminar (PNE) da bacia hidrográfica do Rio Pinheiros (SC).

Tabela 25: Classes de Potencial Natural de Erosão laminar (PNE).

Classes	Faixa de Amplitude (t/ha/ano)	Descrição do PNE
1	< 500	Muito Baixo
2	500 – 1000	Baixo
3	1000 – 2000	Moderado
4	2000 – 4000	Alto
5	= ou > 4000	Muito alto

A subunidade “Barreira” apresenta a maior percentagem de área com PNE Muito Alto (75,7%), enquanto a menor percentagem de área desta classe é observada na subunidade Rio Carlota com 6,1% (Tabela 26). Estas subunidades correspondem, respectivamente, a de maior e menor percentagem de área com declividade superior a 25%, refletindo, portanto, a influência da declividade sobre o cálculo do PNE.

Tabela 26: Percentagem (%) de área de cada classe de Potencial Natural de Erosão laminar (PNE) nas subunidades da paisagem da bacia hidrográfica do Rio Pinheiros (SC).

Subunidades	< 500	500 a 1000	1000 a 2000	2000 a 4000	= ou > 4000
Leito principal	17,0	10,1	16,1	18,9	37,9
“Linha da Invernada”	12,6	13,6	20,7	25,7	27,4
“Alto Barracão”	11,7	9,0	22,3	36,9	20,1
“Furninhas”	15,8	9,7	18,1	20,3	36,1
Rio das Furnas	14,0	8,0	14,0	21,5	42,5
“Rio Pinheiros Alto-B. E.”	6,7	2,7	7,0	17,1	66,5
“Barreira”	4,7	1,5	6,0	12,1	75,7
“Rio Pinheiros de Baixo-B. E.”	10,3	4,7	12,8	20,9	51,3
“Rodeio”	22,8	13,4	21,8	27,0	15,0
Rio Carlota	37,7	16,2	23,0	17,0	6,1
“Vila dos Bianco”	15,1	11,6	14,7	20,3	38,3
“Boa Vista”	6,8	5,1	12,3	30,8	45,0
Rio Belo Alto	9,4	9,4	25,6	18,0	37,6
“Taipa”	15,3	9,3	15,8	24,1	35,5

B. E. - Braço Esquerdo

4.5 Expectativa de Risco de Erosão laminar (ERE)

O valor mínimo de expectativa de risco de erosão para todas as subunidades é zero, sendo que este não foi representado na Tabela 27. Os valores médio e máximo foram obtidos com base nos valores positivos, já que somente estes indicam expectativa de risco de erosão em função do uso máximo permissível. Para a bacia hidrográfica do Rio Pinheiros foi encontrado um valor médio de ERE de 0,10 evidenciando que o uso e manejo do solo atuais incrementam a perda por erosão laminar.

O maior valor, médio, de expectativa de risco de erosão foi encontrado nas subunidades “Rio Pinheiros Alto - B. E ” e “Alto Barracão”, seguida pela subunidade “Boa Vista”, demonstrando que o uso do solo nessas subunidades está induzindo a perdas de solo por erosão laminar.

Uma vez que os valores de ERE variam de 0 à 1, valores negativos indicam que o uso atual não está induzindo perdas de solo acima do tolerável, ou seja, a ocupação está condizente com a capacidade de uso das terras, pois está mais próximo de zero do que de 1. Neste caso, as perdas de solo serão menores que as toleráveis. Portanto, a área estará em equilíbrio, adequado para aquele uso e manejo. Os valores positivos indicam a possibilidade da manifestação de processos erosivos. Se o valor for negativo, o uso e o manejo para aquele cultivo estão corretos.

As classes de expectativa de erosão do solo estabelecidas segundo SPIEGEL (1993) e Lombardi Neto (informação verbal), estão apresentadas na Tabela 28. Predomina na bacia do Rio Pinheiros com 67% ERE Ausente (Figura 16), ou seja áreas onde o uso e manejo do solo não estão induzindo a perdas de solo por erosão laminar, enquanto 20,1% abrangem áreas com ERE Alta, 7,1% ERE Moderada e 5,8% ERE Baixa.

Nas áreas de ERE Ausente e Baixa não ocorre cultivo agrícola, sendo neste tipo de uso do solo observados desde ERE Ausente até Alta, reforçando que o uso e manejo do solo necessitam ser revistos.

Tabela 27: Valores médio e máximo da Expectativa de Risco de Erosão laminar (ERE) das subunidades da paisagem da bacia hidrográfica do Rio Pinheiros (SC).

Subunidades	ERE (médio)	ERE (máximo)
Leito principal	0,0993	0,1566
“Linha da Invernada”	0,1138	0,1561
“Alto Barracão”	0,1260	0,1562
“Furninhas”	0,1155	0,1565
Rio das Furnas	0,1024	0,1566
“Rio Pinheiros Alto – B. E.”	0,1260	0,1565
“Barreira”	0,0321	0,1563
“Rio Pinheiros de Baixo – B. E. ”	0,1155	0,1564
“Rodeio”	0,1097	0,1561
Rio Carlota	0,1010	0,1561
“Vila dos Bianco”	0,0984	0,1563
“Boa Vista”	0,1210	0,1564
Rio Belo Alto	0,0984	0,1565
“Taipa”	0,1118	0,1564
Média	0,1049	0,1564

B. E. – Braço Esquerdo

Tabela 28: Classes de Expectativa de Risco de Erosão laminar (ERE).

Classes	Faixa de Amplitude	Descrição da ERE
1	< 0	Ausente
2	0 – 0,05	Baixa
3	0,05 – 0,10	Moderada
4	= ou > 0,10	Alta

Tendo em vista que os mapas de PNE apresentavam pontos com valores de zero, para proceder ao cálculo do CP tolerável foi necessário substituir tais valores por 0,001, por meio da opção Scalar (add), IDRISI. Optou-se por tal valor em função do mesmo produzir mínimas alterações nos dados, similar ao procedimento anteriormente adotado por NASCIMENTO (1998).

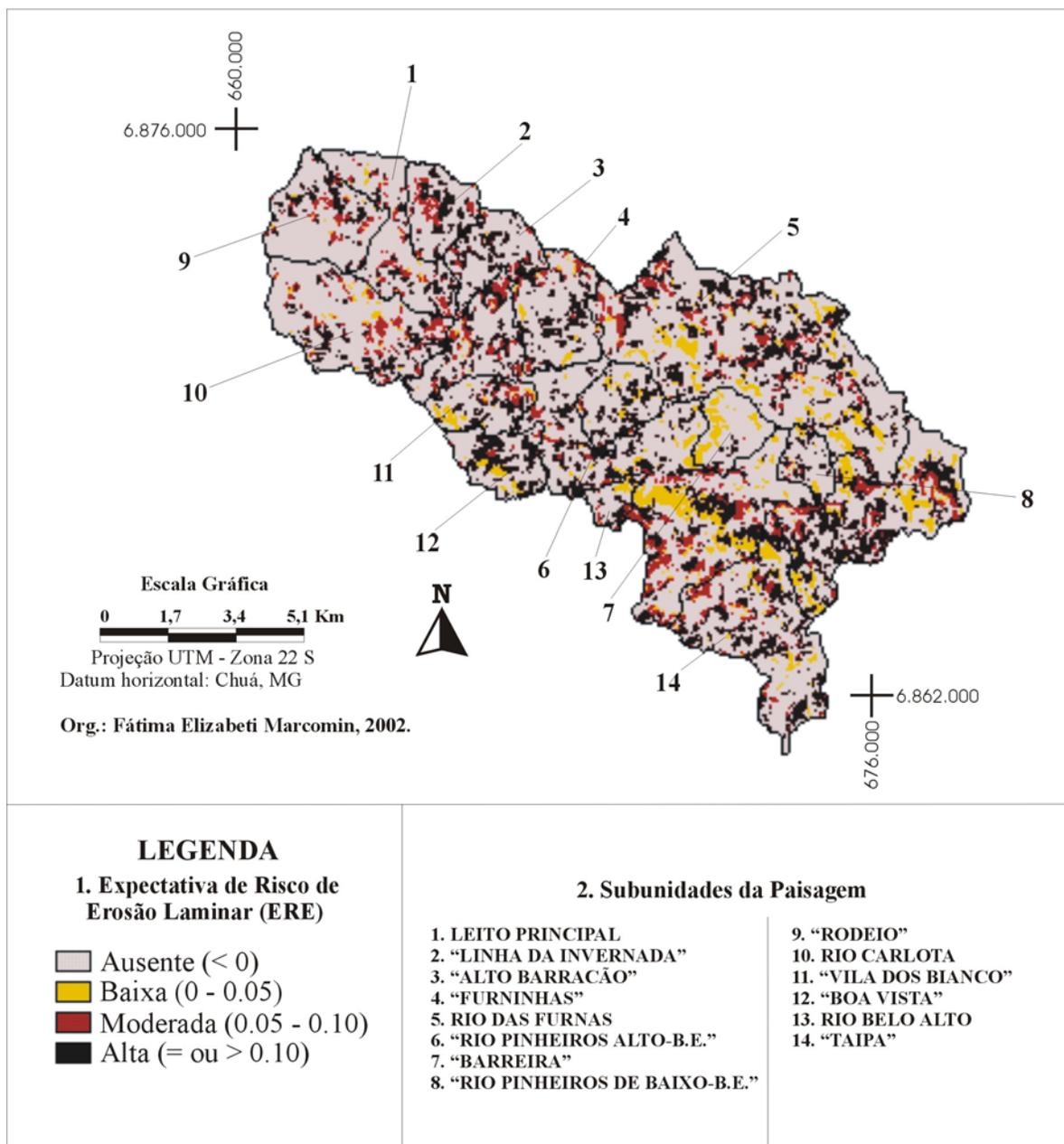


FIGURA 16: Expectativa de Risco de Erosão laminar (ERE) da bacia hidrográfica do Rio Pinheiros (SC).

4.6 Perda de Solo por erosão laminar (A)

O valor médio, correspondente a média para toda a bacia, de perda de solo para a BHRP foi de 128 t/ha/ano. Os maiores valores médios de perda de solo (Tabela 29) foram observados nas subunidades “Rio Pinheiros Alto – B, E, ” (242 t/ha/ano) e “Boa Vista” (223 t/ha/ano); esta última corresponde à área de maior percentagem de solo empregado para cultivo agrícola (36%). Parece haver uma integração de diversos fatores na determinação das maiores perdas de solo para a subunidade do “Rio Pinheiros Alto – Braço Esquerdo”. No entanto, a análise de regressão linear para esta subunidade, entre as perdas de solo e os demais fatores da EUPS, destaca o fator CP (uso-manejo e práticas conservacionistas) com a maior correlação (0,83), contra 0,43 para o fator topográfico (LS) e 0,35 para a erodibilidade (K). Esta resposta foi anteriormente relatada por NASCIMENTO (1998), indicando, portanto, que maior atenção deve ser empreendida às práticas de manejo e à conservação do solo efetuadas nessa subunidade (Tabela 30). A maior correlação (0,79), média das quatorze subunidades, também ocorreu para o fator uso – manejo e práticas conservacionistas (CP), contra 0,43 para LS e 0,35 para K.

O maior e o menor valor médio de perda de solo, correspondente a média em cada subunidade, foi encontrado nas subunidades “Rio Pinheiros Alto – Braço Esquerdo” e “Barreira”, ressaltando que o risco das práticas agrícolas empregadas na primeira (maior perda), se aplicadas na segunda (menor perda), podem comprometer a qualidade ambiental da mesma, uma vez que esta subunidade contempla a maior percentagem de vegetação da BHRP.

Do ponto de vista quantitativo, a subunidade mais comprometida é a do “Rio Pinheiros Alto - B.E.”, tendo em vista que apresenta o maior valor médio de perda de solo, enquanto a menos comprometida é a subunidade “Barreira”.

Tabela 29: Valores médio e máximo de Perda de Solo por erosão laminar (A) das subunidades da paisagem da bacia hidrográfica do Rio Pinheiros (SC).

Subunidades	Perda máx. (A) (t/ha/ano)	Perda média (A) (t/ha/ano)
Leito principal Rio Pinheiros	3923,6	146,5
“Linha da Invernada”	1370,6	125,3
“Alto Barracão”	1552,2	118,8
“Furninhas”	2716,2	115,1
Rio das Furnas	3328,4	132,0
“Rio Pinheiros Alto – B. E.”	2978,4	242,3
“Barreira”	1813,4	39,1
“Rio Pinheiros de Baixo-B.E. ”	2290,8	126,0
“Rodeio”	1346,8	59,4
Rio Carlota	1365,8	47,2
“Vila dos Bianco”	1963,7	101,5
“Boa Vista”	2215,0	223,0
Rio Belo Alto	3098,3	142,7
“Taipa”	2291,5	133,7

B.E.– Braço Esquerdo

Os menores valores médios, média da subunidade, de perdas de solo foram estimados na subunidade “Barreira” (39,1 t/ha/ano), com 80% de sua área ocupada por vegetação, 14% com pastagem e cerca de 5,6% de cultivo agrícola. Esta por sua vez, corresponde à subunidade da paisagem com maior valor médio de LS e de declividade. Considerando-se as condições topográficas, as possibilidades de perdas poderiam ser maiores com a redução da cobertura vegetal.

A máxima perda de solo observada ocorreu na área do leito principal do Rio Pinheiros (3923,6 t/ha/ano). Não há uma relação direta entre valores máximos de perda de solo com o maior percentual de uso para cultivo para as subunidades Leito principal, Rio das Furnas e Rio Belo Alto. No entanto, a exemplo das demais subunidades, a maior correlação linear, entre a perda de solo e os fatores da equação, foi obtida para o fator CP (uso-manejo e práticas conservacionistas).

Os valores numéricos não devem ser tomados como dados quantitativos de perdas de solo, mas sim para avaliar qualitativamente as áreas com maior risco de erosão (SALOMÃO *et al.*, 1990 *citado por* NASCIMENTO, 1998).

Tabela 30: Valores da correlação entre a Perda de Solo por erosão laminar (A) e as variáveis Fator topográfico (LS), uso e manejo (C), práticas conservacionistas (P) e erodibilidade (K).

Subunidades	Fator LS (r)	Fator CP (r)	Fator K (r)
Leito principal	0,4112	0,7024	0,3386
“Linha da Invernada”	0,5447	0,8464	-
“Alto Barracão”	0,5636	0,8347	-
“Furninhas”	0,3928	0,7495	-
Rio das Furnas	0,4009	0,7371	0,3534
“Rio Pinheiros Alto – B. E.”	0,4781	0,8380	-
“Barreira”	0,1256	0,8803	0,1192
“Rio Pinheiros de Baixo – B. E. ”	0,3785	0,7846	-
“Rodeio”	0,4308	0,8129	-
Rio Carlota	0,4867	0,7535	0,3404
“Vila dos Bianco”	0,3612	0,7656	-
“Boa Vista”	0,6102	0,8539	0,4912
Rio Belo Alto	0,4040	0,7232	0,3825
“Taipa”	0,4030	0,7886	0,4076
Média	0,4279	0,7907	0,3475

B. E. - Braço Esquerdo

Os menores valores médios de perda de solo concentram-se na região oeste da BHRP, exceto para a subunidade “Barreira” em que se observa a menor valor médio de perda de solo dentre as demais subunidades analisadas e que situa-se mais em direção centro-leste da área (Figura 17). Apesar de estar situada em um cinturão com grandes perdas de solo no entorno, esta subunidade apresenta ainda os menores valores médios de perda de solo, merecendo atenção a fim de impedir que as práticas de manejo adotadas no entorno desta subunidade venham a ser empregadas, comprometendo sua condição atual.

Os maiores valores médios de perda do solo concentram-se mais na direção sudoeste-sul da BHRP, com exceção da subunidade “Rio Pinheiros Alto – B, E,” situada na região central da bacia hidrográfica que possui o maior valor médio de perda de solo. Este cenário parece evidenciar uma prática regionalizada de uso do solo, com o maior comprometimento dessas áreas da bacia hidrográfica, indicando uma maior intensificação das atividades decorrentes do cultivo.

Foi estabelecido um gradiente de classificação com relação aos valores médios de perdas de solo para as subunidades analisadas (Figura 18).

Para a definição das classes de amplitude de Perda de solo por erosão laminar (A) adotou-se o mesmo critério do PNE, embora considerando o limite de tolerância máximo para a área, obtendo-se as faixas apresentadas na Tabela 31.

Tabela 31: Classes de Perda de solo por erosão laminar (A).

Classes	Faixa de Amplitude	Descrição da Perda de solo
1	< 10 t/ha/ano	Muito baixa
2	10 - 20	Baixa
3	20 - 50	Moderada
4	50 - 100	Alta
5	= ou > 100	Muito alta

Em cerca de 70% da BHRP predominam perdas de solo da classe Muito Baixa (< 10 t/ha/ano), enquanto as perdas Baixa, Moderada e Alta totalizam 8,9% e 21,1% representam perdas da classe Muito Alta (= ou > 100 t/h/ano). A classe Muito Baixa, predominante, encontra-se dispersa espacialmente por toda a bacia.

A maior percentagem de área com perda de solo da classe Muito Baixa ocorre na subunidade “Barreira” com 88,1% (Tabela 32), correspondente também a subunidade com maior percentagem de área com vegetação arbóreo-arbustiva, o que reforça a relação entre menores perdas de solo associadas a áreas com maior cobertura vegetal.

Em relação a perda de solo da classe Muito Alta (= ou >100 t/ha/ano), a maior percentagem de área nesta classe ocorre na subunidade “Boa Vista” com 31,5%, correspondente também a maior percentagem de área empregada para o cultivo agrícola, o que reflete o efeito deste tipo de uso sobre a perda de solo. Somente a subunidade “Barreira” apresenta área inferior a 5% na classe de perda de solo Muito Alta, as demais apresentam, nesta classe, áreas superiores a 10% e destas, nove subunidades possuem área superior a 20%.

Tabela 32: Percentagem (%) de área de cada classe de Perda de Solo (A) nas subunidades da paisagem da bacia hidrográfica do Rio Pinheiro (SC).

Subunidades	< 10	10 a 20	20 a 50	50 a 100	= ou > 100
Leito principal	66,1	4,3	3,4	3,8	22,4
“Linha da Invernada”	66,8	0,6	1,9	4,8	25,9
“Alto Barracão”	68,6	0,5	1,9	2,0	27,0
“Furninhas”	73,7	1,5	2,4	2,7	19,7
Rio das Furnas	70,8	2,8	2,5	2,8	21,1
“Rio Pinheiros Alto- B. E.”	72,2	1,7	0,4	0,9	24,8
“Barreira”	88,1	5,8	1,0	0,3	4,8
“Rio Pinheiros de Baixo-B. E.”	76,1	2,8	0,8	1,2	19,1
“Rodeio”	80,4	0,8	1,9	2,9	14,0
Rio Carlota	76,6	2,3	4,5	3,3	13,3
“Vila dos Bianco”	67,8	4,5	2,6	4,0	21,1
“Boa Vista”	65,0	1,1	0,9	1,5	31,5
Rio Belo Alto	62,9	5,9	3,8	3,5	23,9
“Taipa”	68,2	2,5	2,7	2,9	23,7

B. E. - Braço Esquerdo

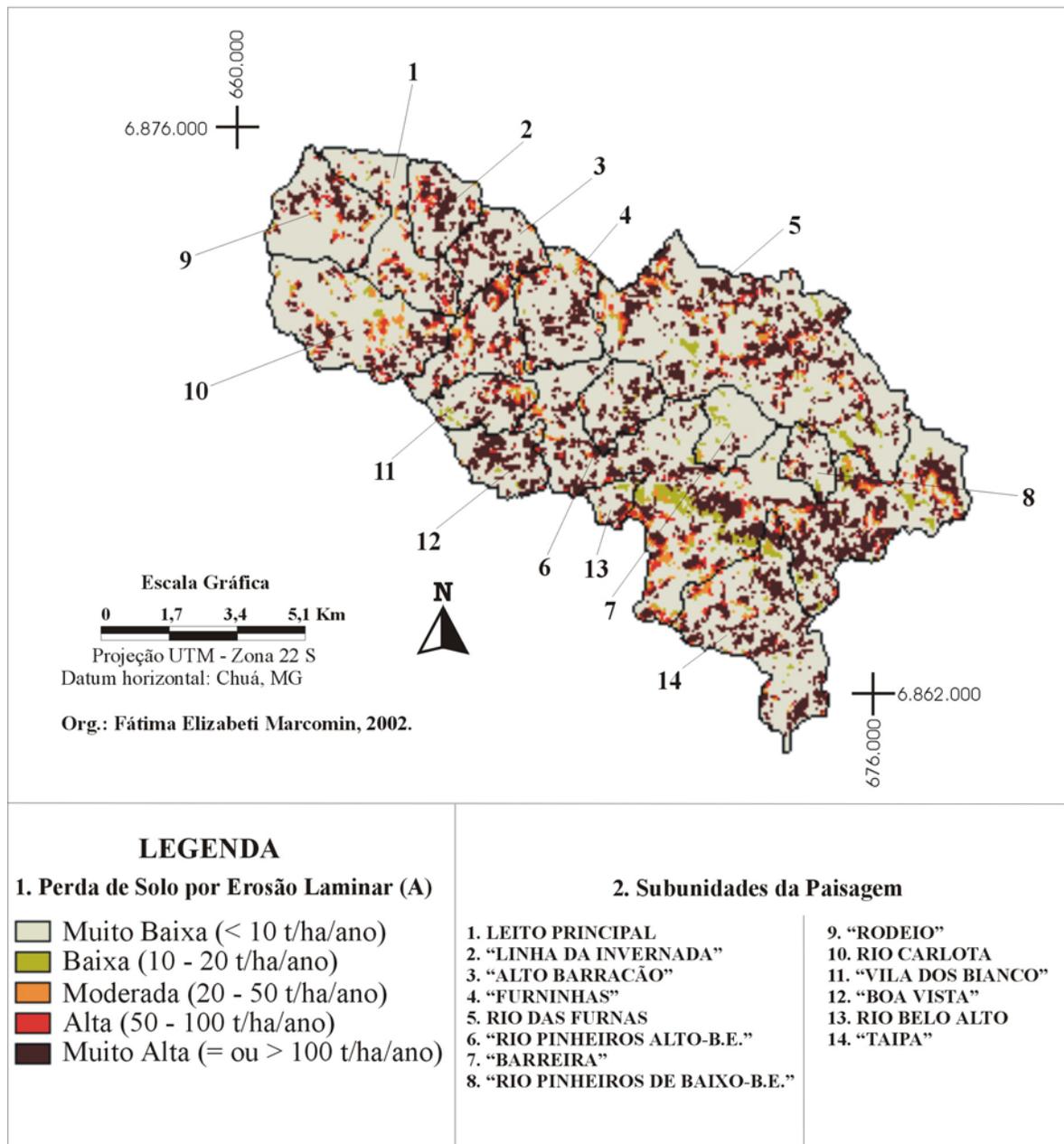
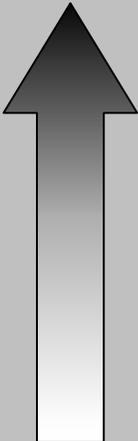


FIGURA 17: Perda de solo por erosão laminar (A) da bacia hidrográfica do Rio Pinheiros (SC).

Gradiente	Subunidades	A (t/ha/ano)	
1°	S 6	242,3	A > 
2°	S 12	223,0	
3°	S 1	146,5	
4°	S 13	142,7	
5°	S 14	133,7	
6°	S 5	132,0	
7°	S 8	126,0	
8°	S 2	125,3	
9°	S 3	118,8	
10°	S 4	115,1	
11°	S 11	101,5	
12°	S 9	59,4	
13°	S 10	47,2	
14°	S 7	39,1	

Onde:

A – Perda de solo por erosão laminar (valor médio)

S6 – “Rio Pinheiros Alto – B, E, ”

S12 – “Boa Vista”

S1 – Leito Principal

S13 – Rio Belo Alto

S14 – “Taipa”

S5 – Rio Das Furnas

S8 – “Rio Pinheiros de Baixo – B, E, ”

S2 – “Linha da Invernada”

S3 – “Alto Barracão”

S4 – “Furninhas”

S11 – “Vila dos Bianco”

S9 – “Rodeio”

S10 – Rio Carlota

S7 – “Barreira”

FIGURA 18: Quadro esquemático representando o gradiente de classificação das subunidades de acordo com os maiores valores médios de perda de solo.

4.7 Potencial de Risco de Erosão laminar

Foram definidas cinco classes de Risco de Erosão (Lombardi Neto, informação verbal e CAVALLI, 1999): 1) $< 1 \times \text{tol.}$; 2) $1 - 2 \times \text{tol.}$; 3) $2 - 5 \times \text{tol.}$; 4) $5 - 10 \times \text{tol.}$; 5) $> 10 \times \text{tol.}$, e adotadas as seguintes classes qualitativas: 1) Risco Nulo; 2) Baixo; 3) Moderado; 4) Alto e 5) Muito Alto.

Uma vez que a perda de solo, média, na BHRP é de 128 t/ha/ano e, portanto 14,4 vezes maior que o limite de tolerância máximo observado para os solos da área, em termos de média, pode-se considerar que a mesma está altamente comprometida quanto a perda de solo por erosão laminar.

No entanto, cabe ressaltar que em 76,8% da bacia hidrográfica do Rio Pinheiros o risco de erosão é nulo, ou seja os valores de perda de solo são menores que a tolerância não acarretando, portanto impacto ambiental por erosão. No restante da área (23,2%) há impacto decorrente da erosão (Figura 19), já que nessa região, 3,2% compreendem áreas de potencial de risco de erosão de $1 - 2 \times \text{tol.}$; 7,2% de $2 - 5 \times \text{tol.}$; 6,1% de $5 - 10 \times \text{tol.}$ e 6,7% > 10 vezes a tolerância; logo, são áreas merecedoras de atenção a fim de que sejam adotadas práticas de uso e manejo que visem a redução da perda de solo por erosão laminar.

Além disso, considerando-se que as classes de Perda Alta e Muito Alta estão associadas ao cultivo agrícola, é imprescindível o manejo e a adoção de práticas conservacionistas que revertam este cenário, como as mencionadas por BERTONI *et al.* (1972, 1975), SÃO PAULO (1990), SCHWAB *et al.* (1993) e BARROW (1994).

Exceto pelas subunidades “Barreira”, Rio Carlota e “Rodeio” todas as demais subunidades da paisagem, apresentam perda de solo, valores médios, média em cada subunidade, acima do limite de tolerância para os solos da BHRP e, portanto, comprometidas sob o ponto de vista da sua qualidade ambiental, implicando na correção do uso e manejo do solo visando adequar a perda de solo à tolerância de tais solos.

Nas áreas de vegetação e pastagem ocorrem somente potencial de risco de erosão nulo, enquanto nas de cultivo agrícola varia de nulo até muito alto. O ARGISSOLO e o

CAMBISSOLO ocorrem em todas as classes de risco de erosão, não denotando relação direta entre o tipo de solo e o risco de erosão. Com relação a declividade, a classe menor que 3% de declividade ocorre apenas em áreas de potencial de risco de erosão nulo, já a classe igual ou superior a 25% apresenta riscos nulo, moderado à muito alto.

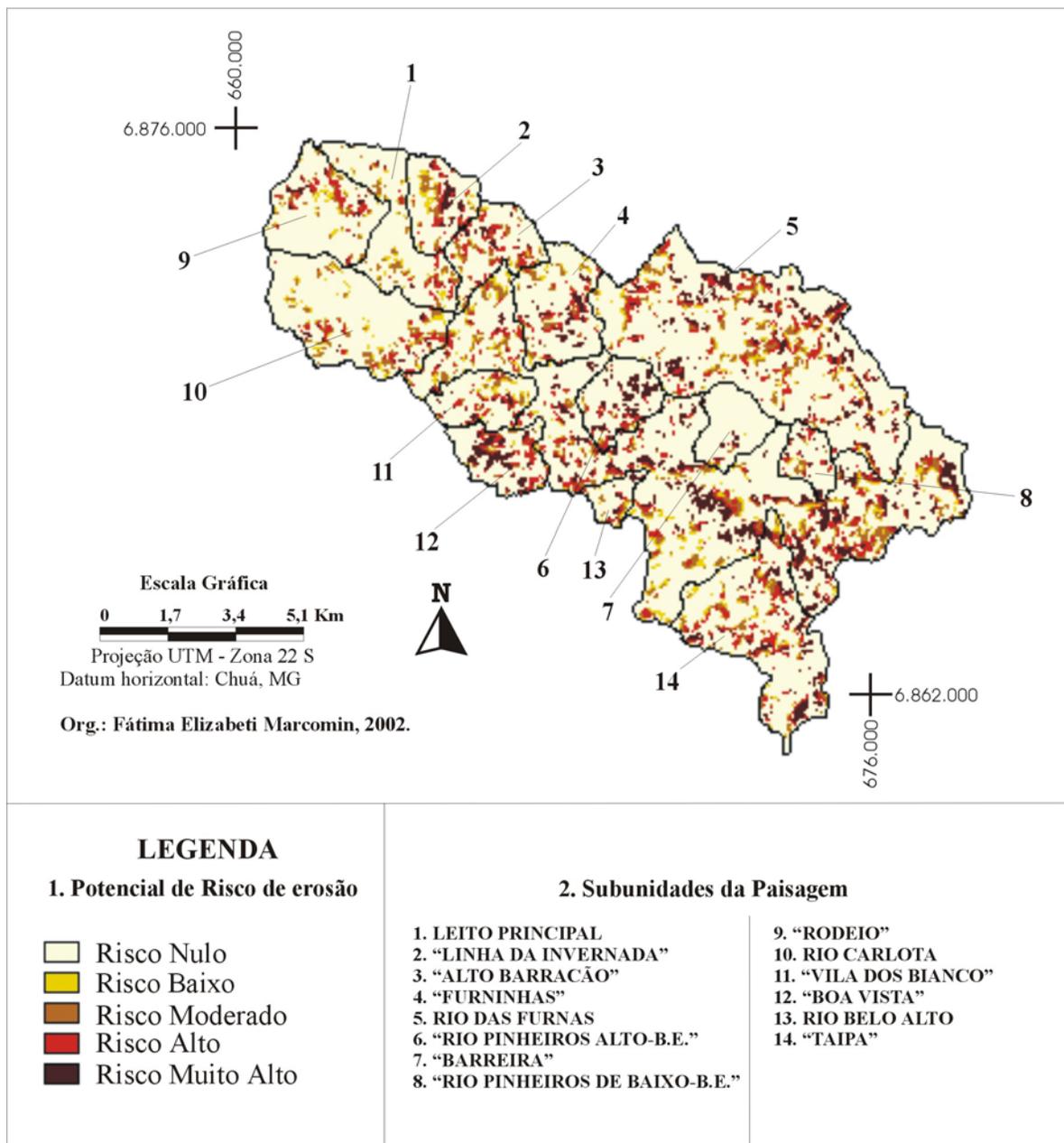


FIGURA 19: Potencial de Risco de erosão laminar na bacia hidrográfica do Rio Pinheiros (SC).

4.8 Análise das subunidades enfocando os elementos da paisagem, o PNE, a ERE, a Perda de Solo (A) e o Potencial de Risco de erosão laminar.

- **SUBUNIDADE Leito principal (Figuras 20 A,B,C):** com relação à hipsometria, as áreas de nascentes ocorrem em regiões na faixa de 400-440 metros, enquanto a foz em áreas menores que 40 metros. Predomina, nesta subunidade, áreas de 240-280 m em 25,4% da região. Ao longo da calha do rio principal, da nascente a foz, ocorrem áreas que vão de 120-280 m, até as imediações da subunidade “Rio Pinheiros Alto – B. E.”, a partir da qual predominam, ao longo do leito principal, as altitudes inferiores a 120 m. A classe de 440-480 m está no extremo da área de nascente e nas imediações das subunidades “Rio Pinheiros Alto – B. E.”, enquanto a classe 480-520 m ocorre somente numa porção muito pequena, no limite com a subunidade “Rio Pinheiros Alto – B. E.”. Em relação à declividade nas nascentes, ocorre classe igual ou superior a 25% e na foz, de 3-6%. Predominam áreas de classe igual ou superior a 25% (31%), que se estendem com maior expressão nos limites com a subunidade “Rio Pinheiros Alto – B. E.”. Quanto ao uso do solo, nas áreas de nascente, tem-se pastagem e na foz o cultivo agrícola. Há o domínio de pastagem na região centro-leste da subunidade. Predomina a vegetação arbóreo-arbustiva (40,4%), enquanto o cultivo agrícola ocupa cerca de 33,7%. Na margem direita do leito principal há uma incidência maior de cultivo agrícola e pastagem, quando comparado à margem esquerda. Quanto à malha viária, ocorrem todas as classes (estradas de tráfego permanente, periódico, caminhos e trilhas), sendo a primeira somente observada em uma pequena região mais ao sul da subunidade (IBGE, 1976). Ao longo da subunidade, ladeando o leito principal do Rio Pinheiros ocorre uma estrada de tráfego periódico. Quanto aos solos, predomina em 95,7% ARGISSOLO VERMELHO Amarelo distrófico típico, enquanto o CAMBISSOLO HÁPLICO Distrófico típico em somente 4,3%, e mais na região centro-leste desta subunidade. Quanto ao potencial natural de erosão, as nascentes encontram-se em áreas de PNE alto, enquanto a foz em PNE moderado. Predomina na área PNE da classe muito alto, aproximadamente 38%, seguido da classe alto (cerca de 19%). A menor ocorrência é da classe baixo com 10%. A classe muito alto predomina no sentido centro-leste. Predominam áreas de ERE ausente (63%), ou seja, uso compatível com a

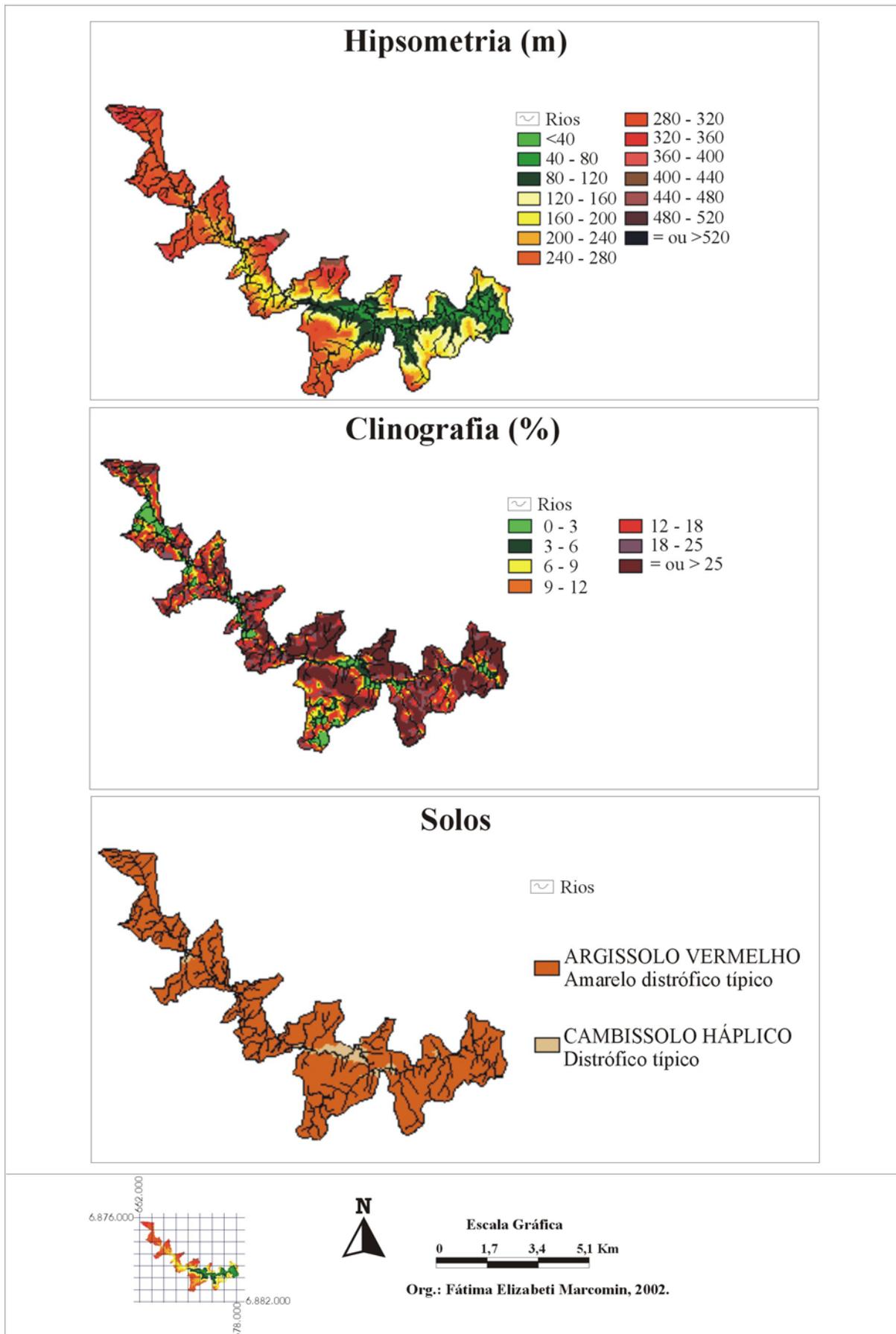


FIGURA 20A: Subunidade Leito principal - elementos da paisagem.

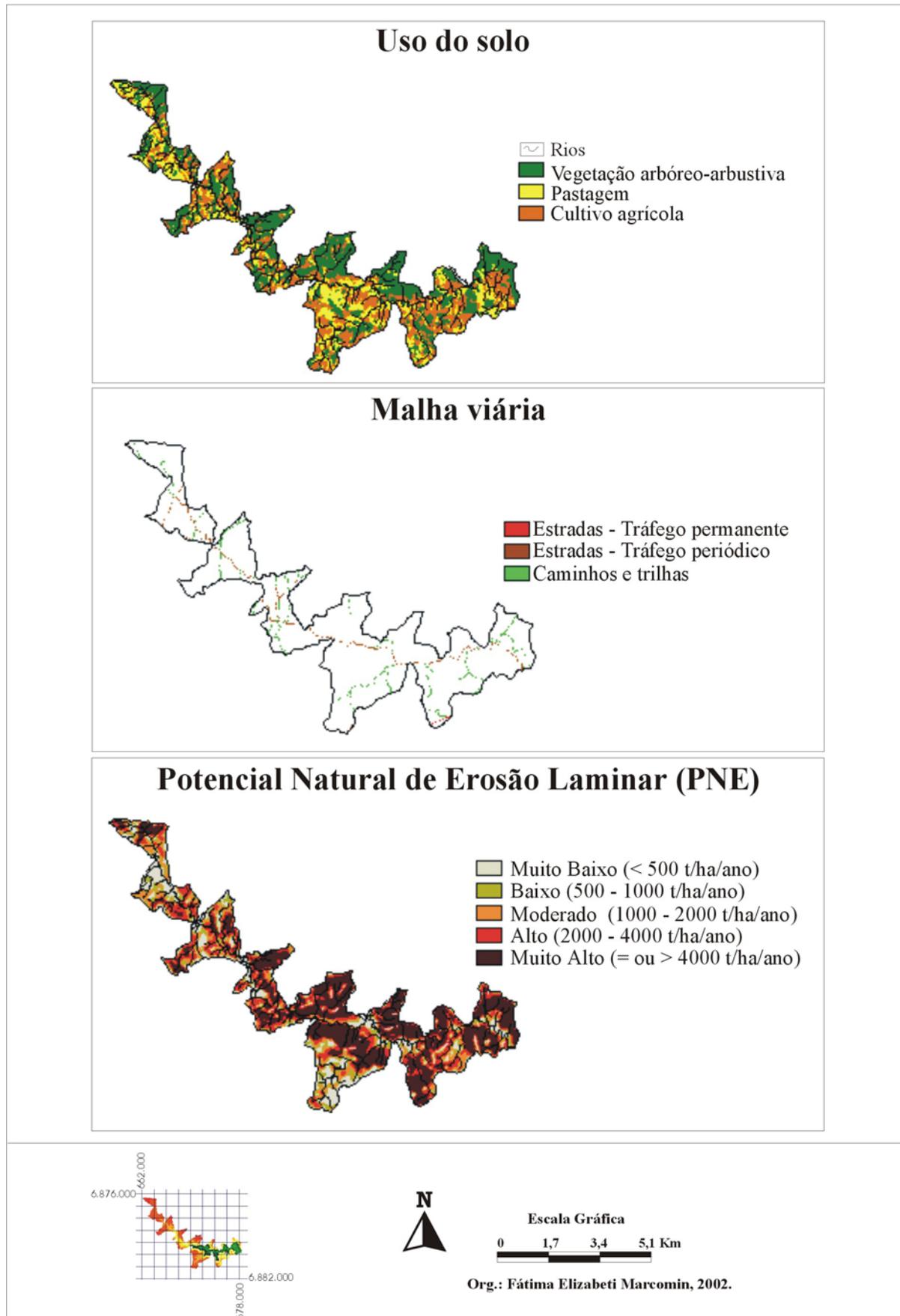


FIGURA 20B: Subunidade Leito principal - elementos da paisagem e PNE.

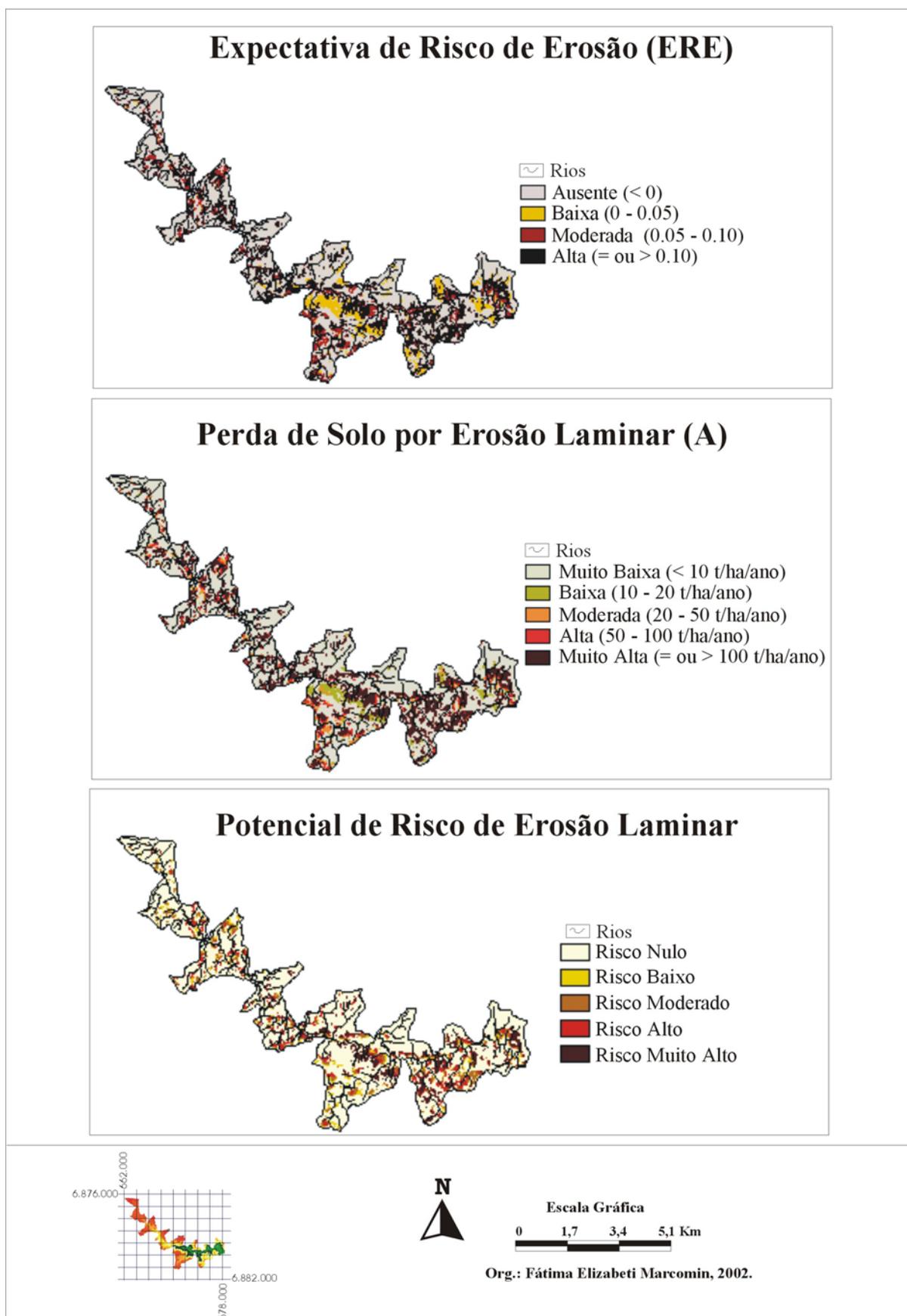


FIGURA 20C: Subunidade Leito principal - ERE, A e Potencial de Risco de erosão laminar.

capacidade máxima permissível de uso, seguida pela classe alta com 21%. As nascentes se encontram em áreas de expectativa ausente enquanto a foz em áreas de classe moderada. No que se refere à perda de solo, na nascente ocorre perda da classe muito baixa, enquanto na foz, da classe muita alta. Predomina, nesta subunidade, a perda de solo da classe muito baixa, 66%, seguida pela classe muito alta, 22,4%, sendo que esta última se concentra mais no sentido centro-leste da subunidade. Quanto ao potencial de risco de erosão em função da perda de solo e do limite de tolerância, predominam em 75,2% da área risco de erosão nulo, seguido pela classe de risco moderado em 7,9% e risco muito alto em 7,5%. Nascente em áreas de risco de erosão nulo, enquanto a foz em risco médio. No sentido centro-leste encontra-se a maior concentração de risco de erosão moderado a muito alto.

- **SUBUNIDADE “Linha da Invernada” (Figuras 21 A,B,C):** as nascentes existem em áreas na faixa de 320-360 m de altitude, enquanto a foz em áreas de 240-280m. A classe de 440-480 m concentra-se na região leste da subunidade. Predominam áreas da classe 280-320 m em 37,7% da área, e se concentram mais no sentido norte-sul. Com relação à declividade, nas nascentes ocorre classe de 18-25%, enquanto na foz, ocorre de 3-6%. Áreas de declividade inferiores a 6% concentram-se mais na região leste da subunidade. Predomina a faixa de 12-18% (cerca de 29%), seguida pela classe de 18-25% (20,3%). Na nascente há a presença de vegetação arbóreo-arbustiva e na foz o cultivo agrícola; este último se concentra mais na região central da subunidade. Predomina a vegetação arbóreo-arbustiva (54%) e, em seguida, o cultivo agrícola (34,2%). Com respeito à malha viária, ocorrem estradas de tráfego periódico, caminhos e trilhas. Apresenta somente ARGISSOLO VERMELHO Amarelo distrófico típico. As nascentes encontram-se em áreas de PNE da classe alto, enquanto a foz na classe muito baixo. Predomina PNE muito alto (31,8%), seguido pelo alto (19%), enquanto as menores ocorrências estão nas classes muito baixo (17%) e baixo (10%). A classe muito baixo concentra-se mais na região oeste e noroeste da subunidade. Predomina em cerca de 66% da área, expectativa de risco de erosão ausente, seguido pela expectativa alta em 21,5% da área. Nascentes em áreas de ERE ausente enquanto a foz em ERE moderada. Em relação à perda de solo, nas nascentes ocorre perda da classe muito baixa, enquanto na foz, classe moderada. A classe muito alta concentra-se na região norte-centro da área. Predomina a classe de perda muito baixa (66,8%), seguida pela classe muito alta (cerca de 26%). A classe de perda baixa dá-se em

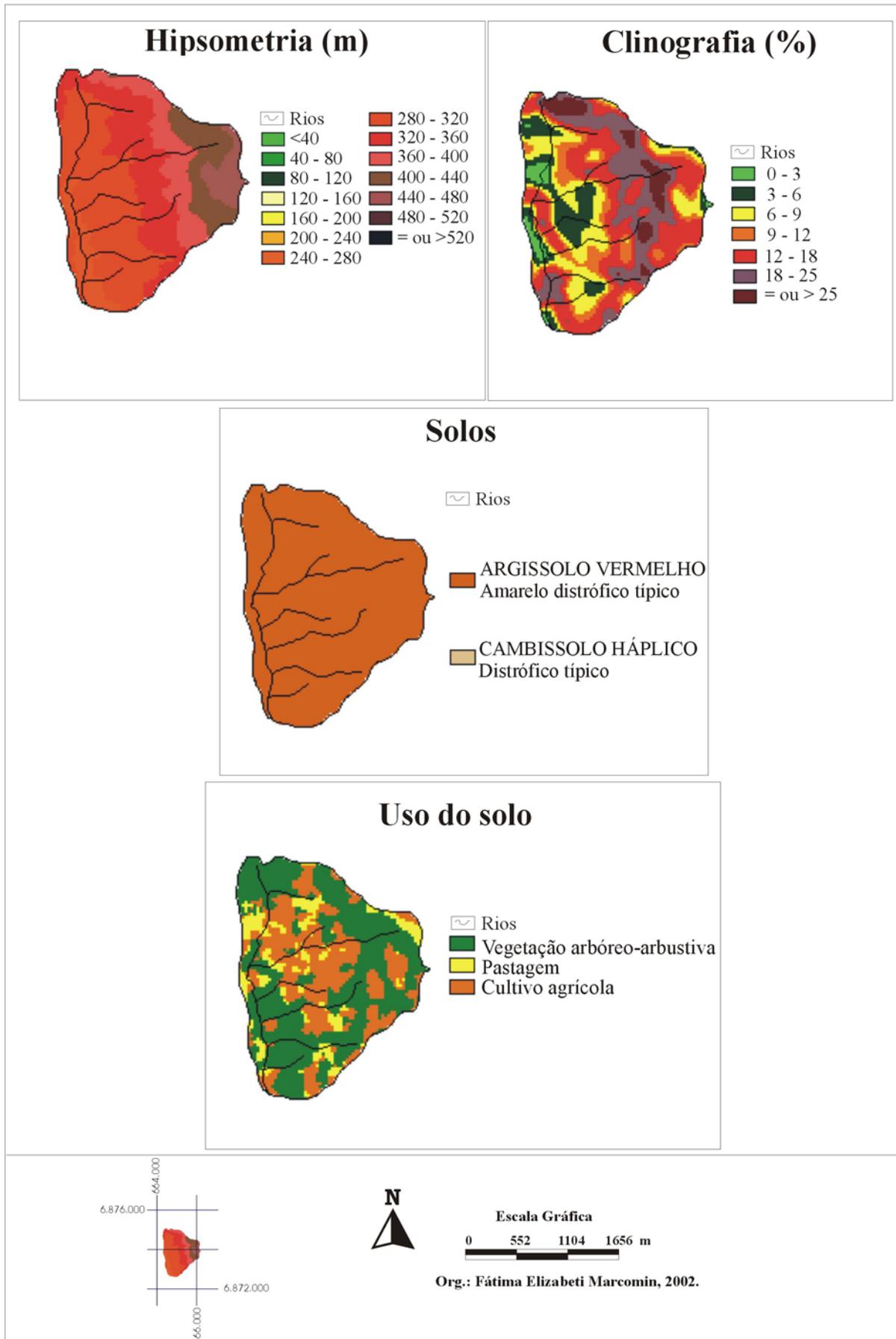


FIGURA 21A: Subunidade “Linha da Invernada” - elementos da paisagem.

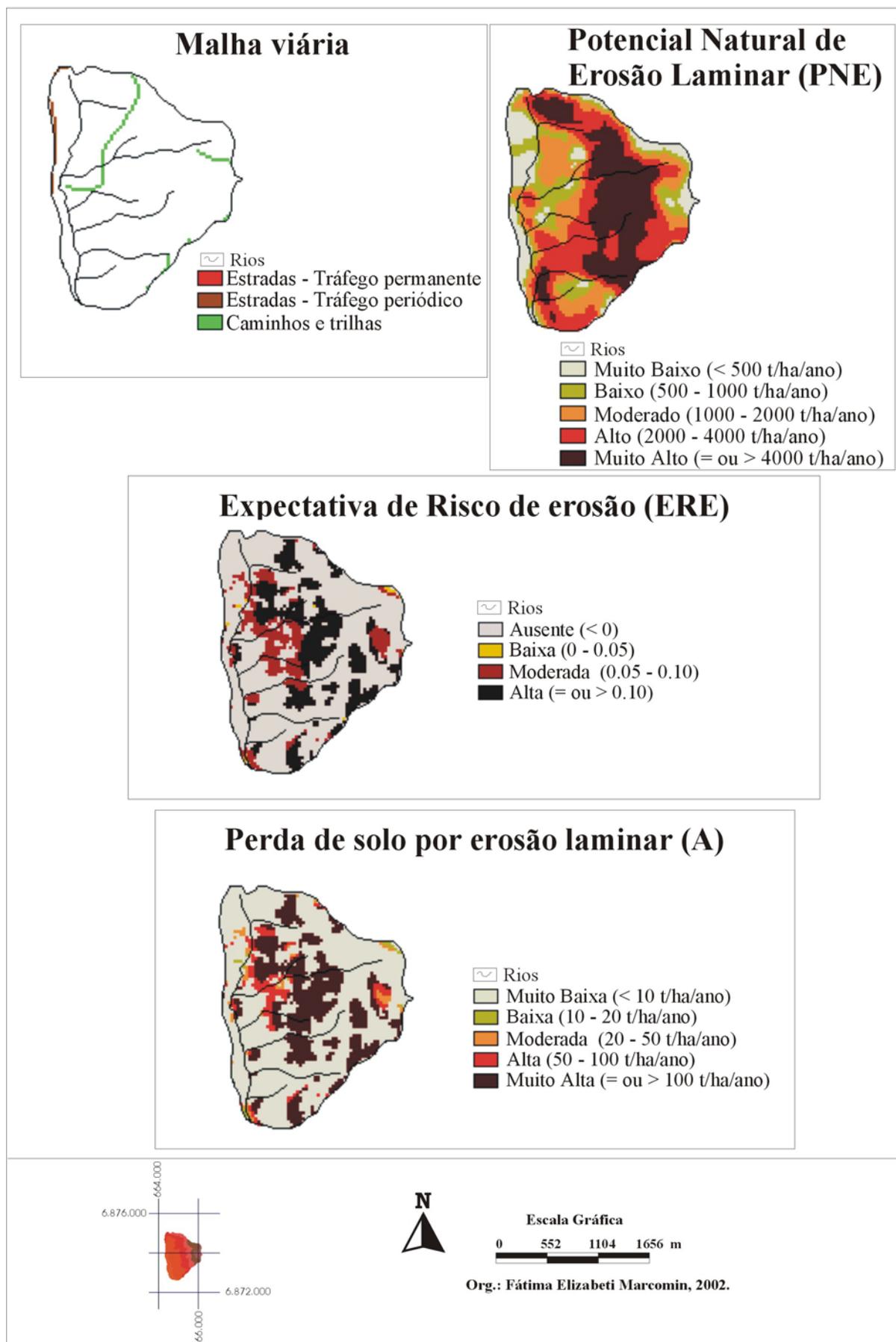


FIGURA 21B: Subunidade “Linha da Invernada”- elementos da paisagem, PNE, ERE e A.

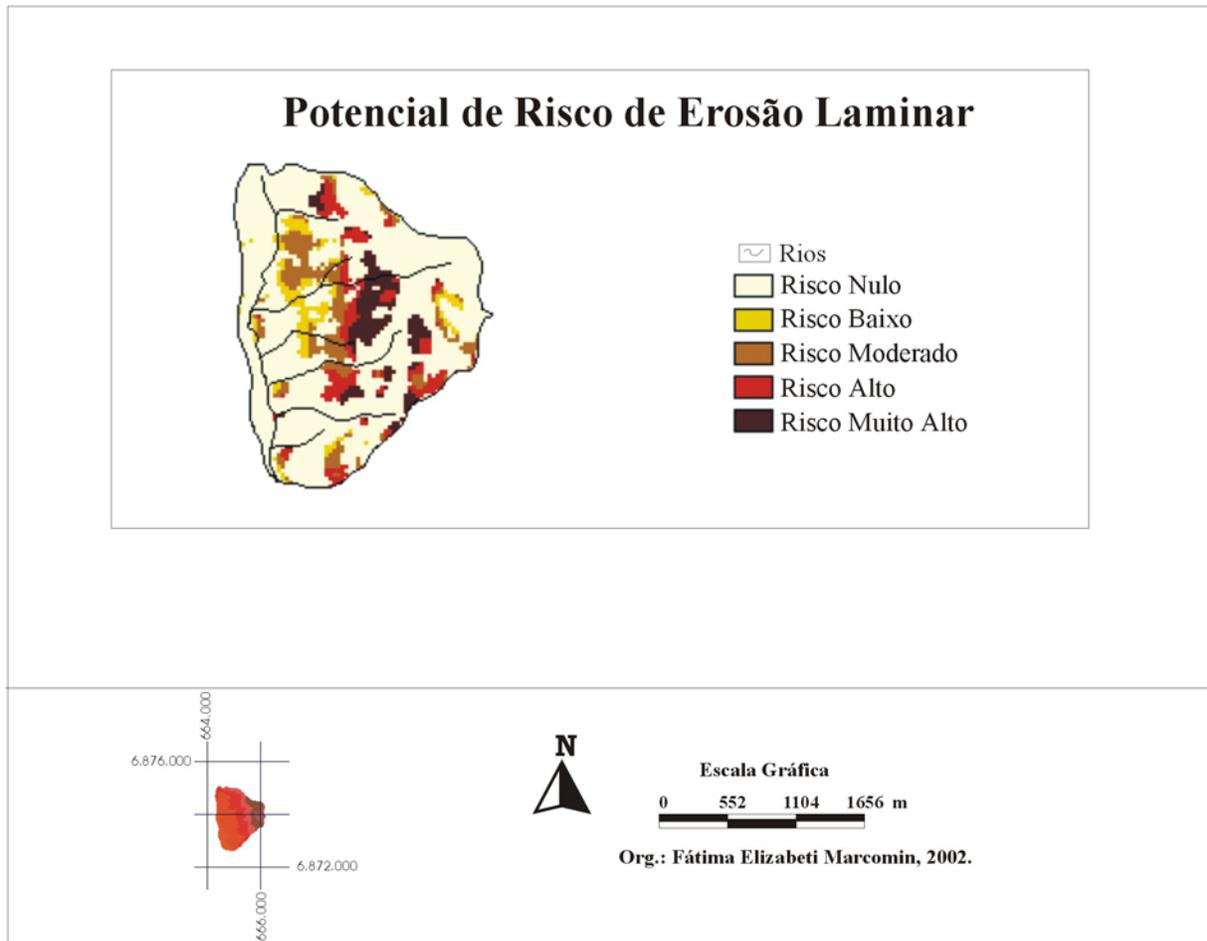


FIGURA 21C: Subunidade “Linha da Invernada”- Potencial de Risco de erosão laminar.

pontos isolados nesta subunidade. Predomina em 70,5% da área, potencial de risco de erosão nulo seguido pelo risco moderado em 9,7%, enquanto as classes alto e muito alto representam 7,3%, cada um, e o baixo corresponde a 5,2%. Nascente e foz em áreas de potencial de risco de erosão nulo.

- **SUBUNIDADE “Alto Barracão” (Figuras 22 A,B,C):** com relação à altitude, as nascentes acontecem em áreas de classe 400-440 m e a foz em classe 200-240 m. Predominam, na área, a faixa de 320-360 m com 30,6%, que se estende como uma faixa no sentido oeste-leste. A classe 440-480 m ocorre somente no extremo norte da subunidade. No que se refere à declividade, as nascentes encontram-se na faixa de 18-25% e a foz, < 3%. São predominantes as áreas de 12-18% (38,2%), seguida pela classe de 18-25% (30%), esta última por sua vez se estende por toda a bacia. Há presença nas nascentes de vegetação arbóreo-arbustiva e cultivo agrícola, sendo este último também na foz. Predomina a vegetação arbóreo-arbustiva com 46,8%. Ocorrem somente caminhos e trilhas nesta área (IBGE, 1976). Ocorre somente ARGISSOLO VERMELHO Amarelo distrófico típico. As nascentes se encontram em áreas de PNE da classe alto e foz classe muito baixo. A classe de PNE muito alto predomina em 37% da área, seguida pela classe de PNE médio (22,2%) e muito alto (20%). As classe de PNE muito baixo e baixo encontram-se dispersas na subunidade. A expectativa de risco de erosão ausente predomina em cerca de 68% da área, seguida pela ERE alta em 25,5%. Nascentes em áreas de ERE ausente e alta, já a foz em áreas de ERE ausente. Nas nascentes ocorrem perdas de solo das classes muito baixa e muito alta, enquanto na foz, ocorre a classe muito baixa. Predomina, na área, a classe muito baixa (68,6%), seguida pela classe muito alta com cerca de 27%. A menor ocorrência é da classe baixa, com menos de 1% da área e esta última ocorre mais pontualmente na subunidade. O potencial de risco de erosão nulo predomina em 71,6% da subunidade, seguido pelo moderado em 11,3%. As nascentes encontram-se em áreas de risco nulo e alto, já a foz em áreas de risco nulo. No sentido centro-norte encontra-se a maior concentração de potencial de risco muito alto.

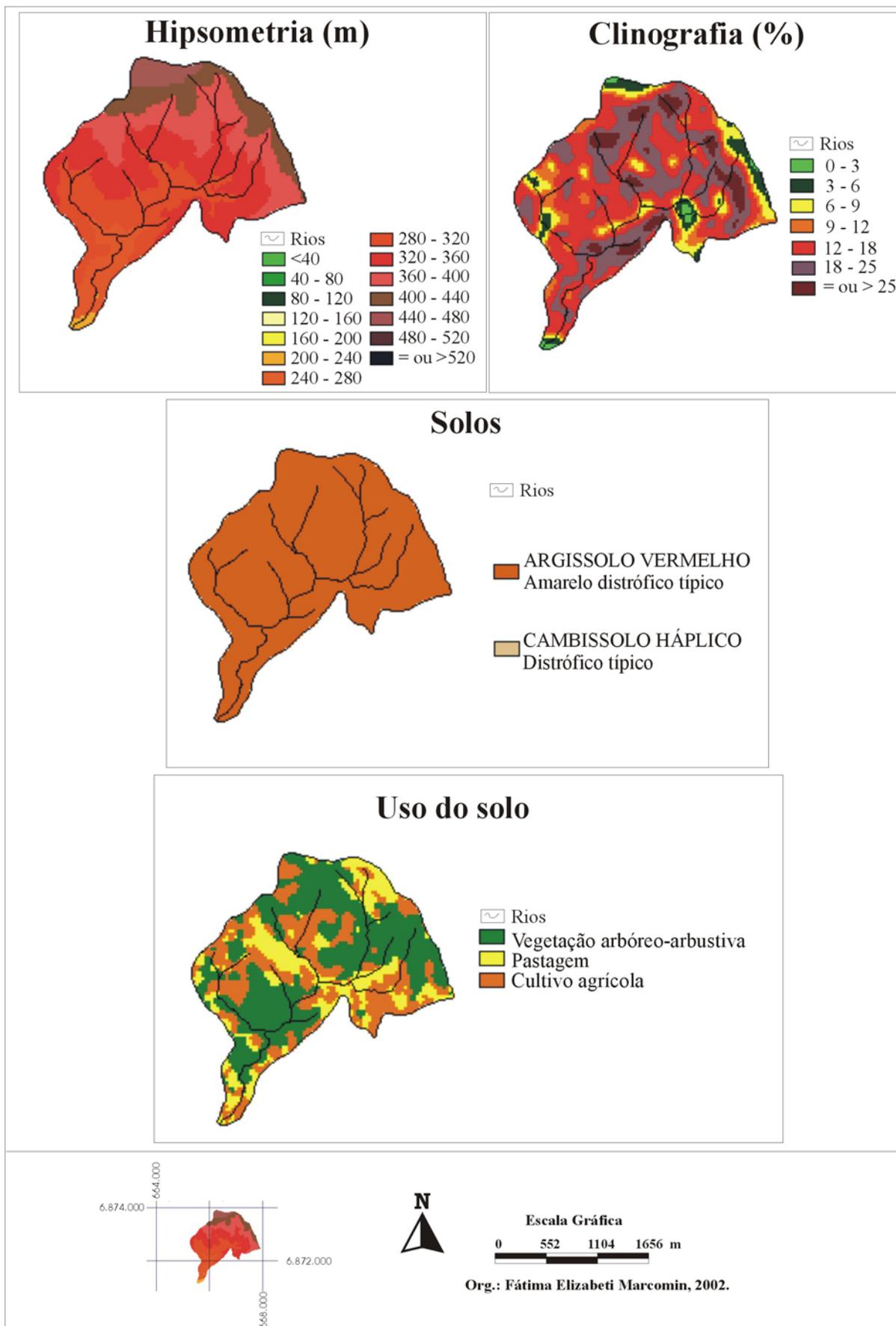


FIGURA 22A: Subunidade “Alto Barracão” - elementos da paisagem.

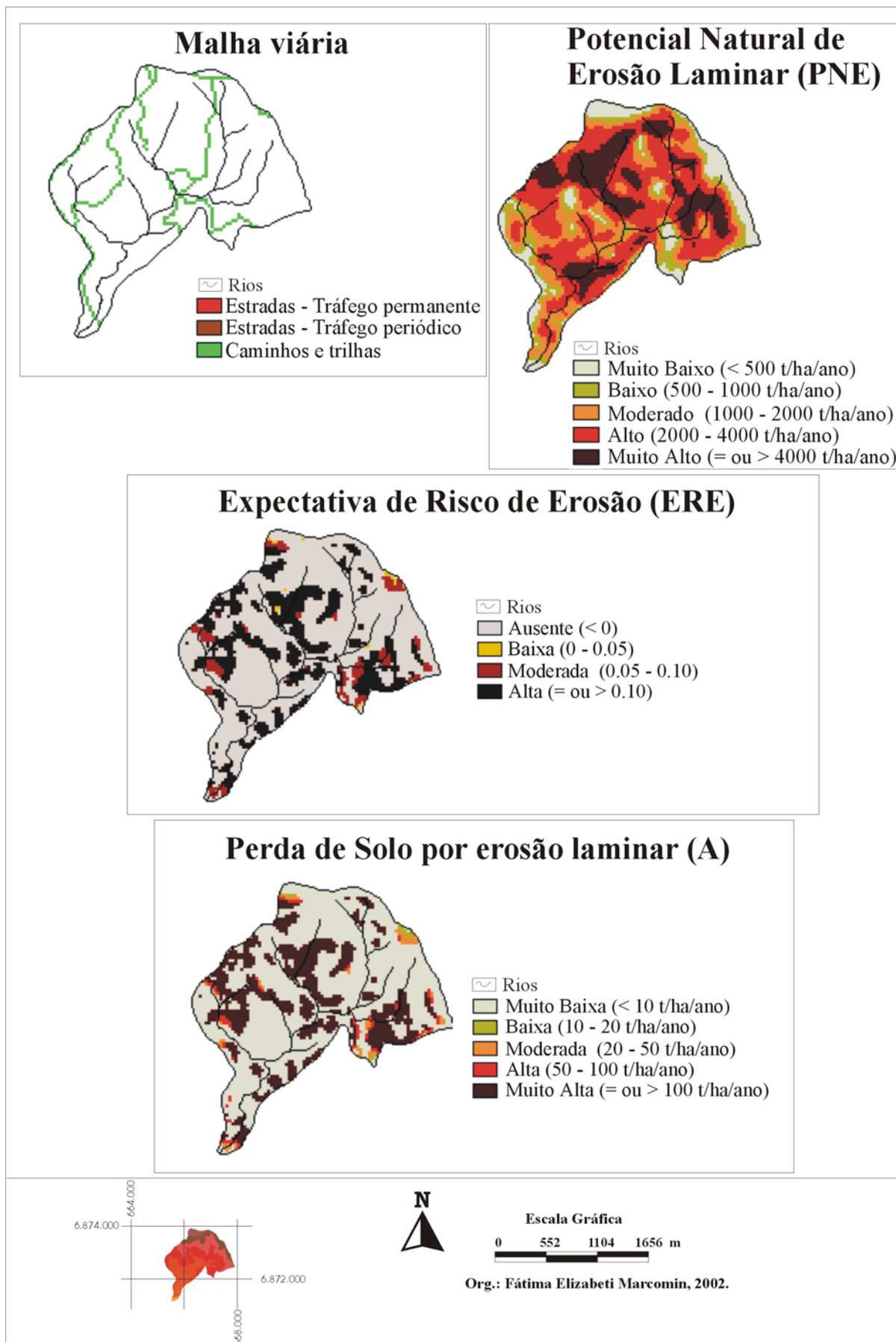


FIGURA 22B: Subunidade “Alto Barracão - elementos da paisagem, PNE, ERE e A.

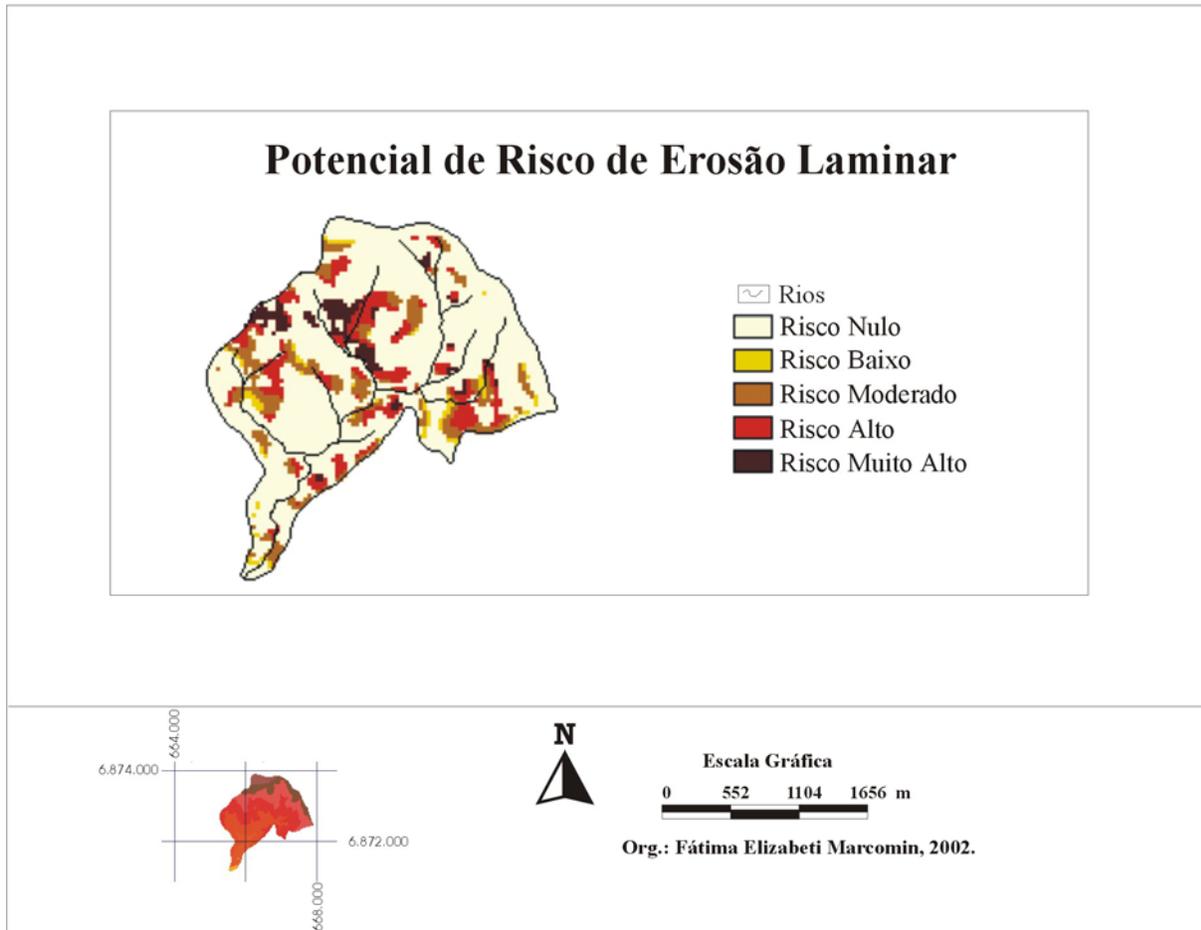


FIGURA 22C: Subunidade “Alto Barracão” - Potencial de Risco de erosão laminar.

-SUBUNIDADE “Furninhas” (Figuras 23 A,B,C): as nascentes ocorrem em áreas de classe hipsométrica 360-400 m, e a foz em classe de 160-220 m. Predomina com 29,8% áreas na classe 360-400. Nas nascentes encontra-se declividade em torno de 3-12%, enquanto na foz classe < 3% . Declividades maiores que 18% se concentram mais na região leste-oeste-sul. Predomina a classe 18-25% (25,4%), seguida pelas classes igual ou maior que 25% (24,3%) e 12-18% (23,7%). As nascentes compreendem áreas de vegetação arbóreo-arbustiva e pastagem, sendo esta última também observada na foz. Áreas de vegetação arbóreo-arbustiva concentram-se mais na margem esquerda do Leito principal. Há predomínio da classe de vegetação com 51,2%. Ocorrem estradas de tráfego periódico, caminhos e trilhas. Existe somente ARGISSOLO VERMELHO Amarelo distrófico típico. As nascentes ocorrem em áreas de PNE baixo, enquanto a foz em muito baixo. Predomina a classe de PNE muito alto (36%), seguida pela classe de PNE alto (20,3%). A menor ocorrência, classe Baixo, predomina mais ao norte da subunidade. A ERE ausente predomina em 71,5% da área, seguida pela classe alta com 19,5%. Nascente e foz em áreas de ERE ausente. Maior concentração de ERE alta na região central da subunidade. Nascente e foz em áreas de perdas de solo da classe muito baixa, sendo que na foz também ocorre a classe muito alta. Esta última ocorre mais no sentido centro-leste desta subunidade, enquanto a classe alta predomina mais na região norte. Predomina nesta subunidade perda de solo da classe muito baixa (73,7%), seguida pela classe muito alta (19,7%). A ocorrência menos expressiva é da classe baixa (1,4%), ou seja, na região norte da área. Com relação ao potencial de risco de erosão, predomina o risco nulo em 78,5 % da área, seguido pelo moderado com 6,7 % e muito alto com 6,4 %. Tanto as nascentes quanto a foz situam-se em áreas de risco de erosão nulo. Maior concentração de potencial de risco alto e muito alto na região centro-leste da subunidade.

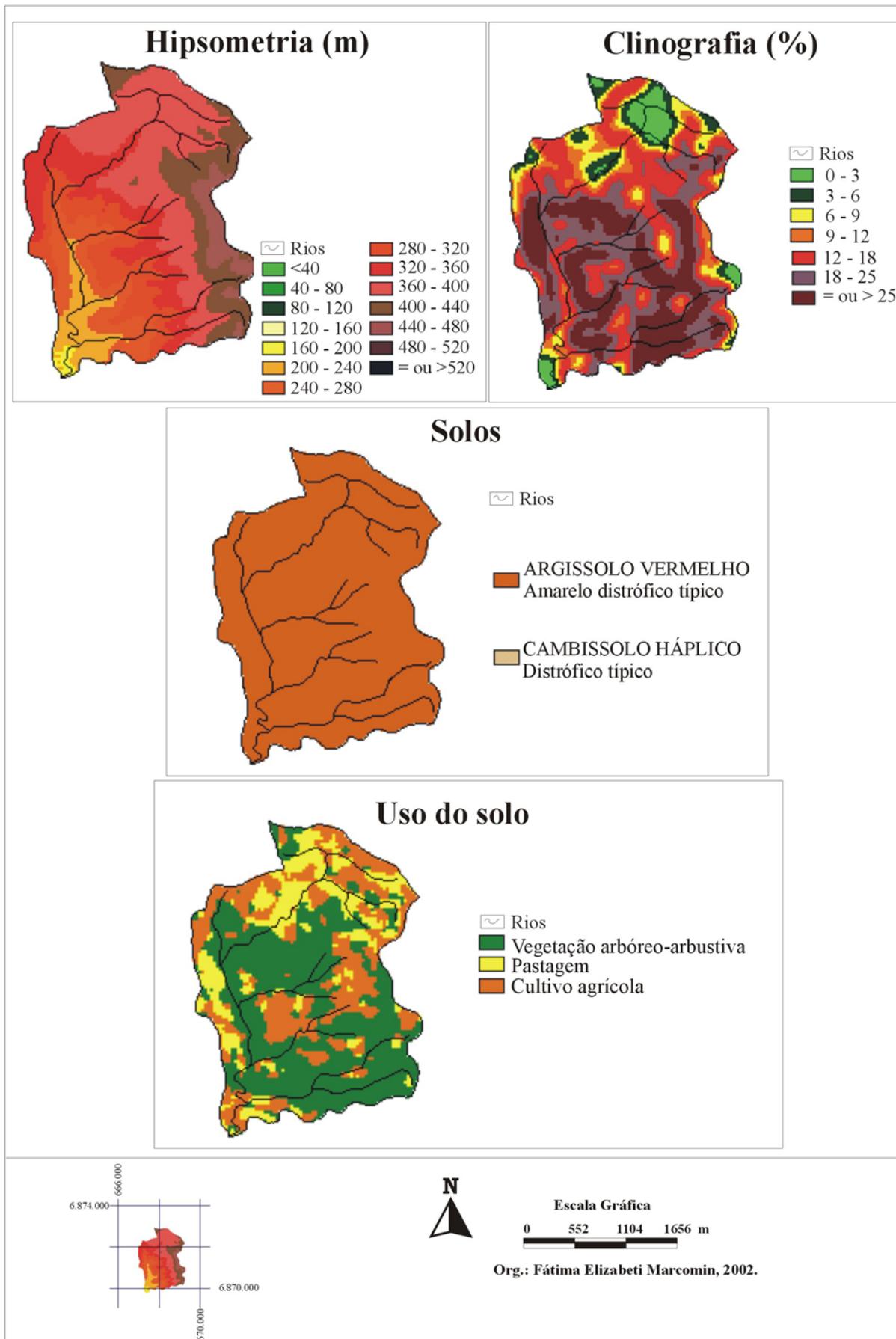


FIGURA 23A: Subunidade “Furninhas” - elementos da paisagem.

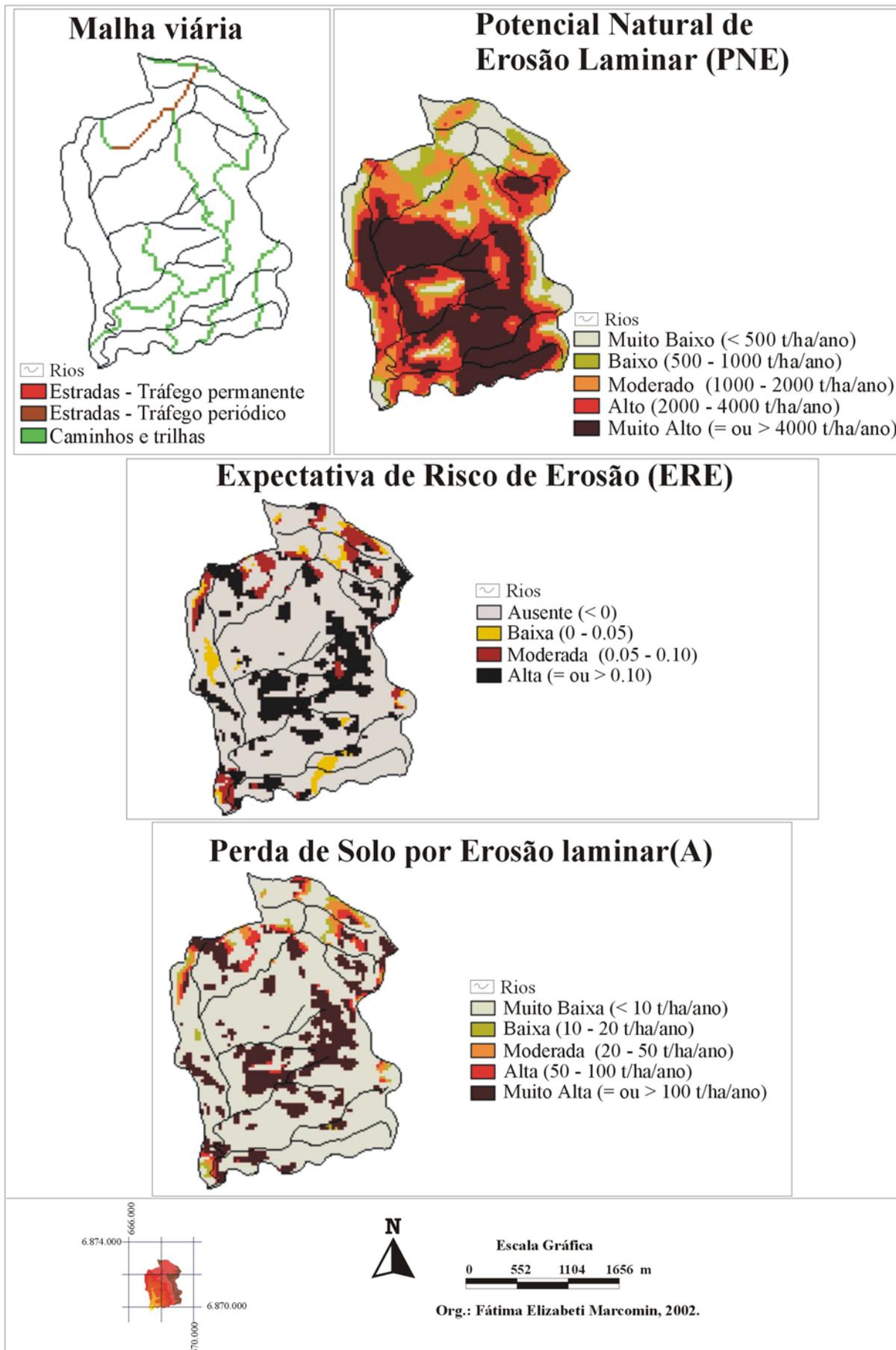


FIGURA 23B: Subunidade “Furninhas”- elementos da paisagem, PNE, ERE e A.

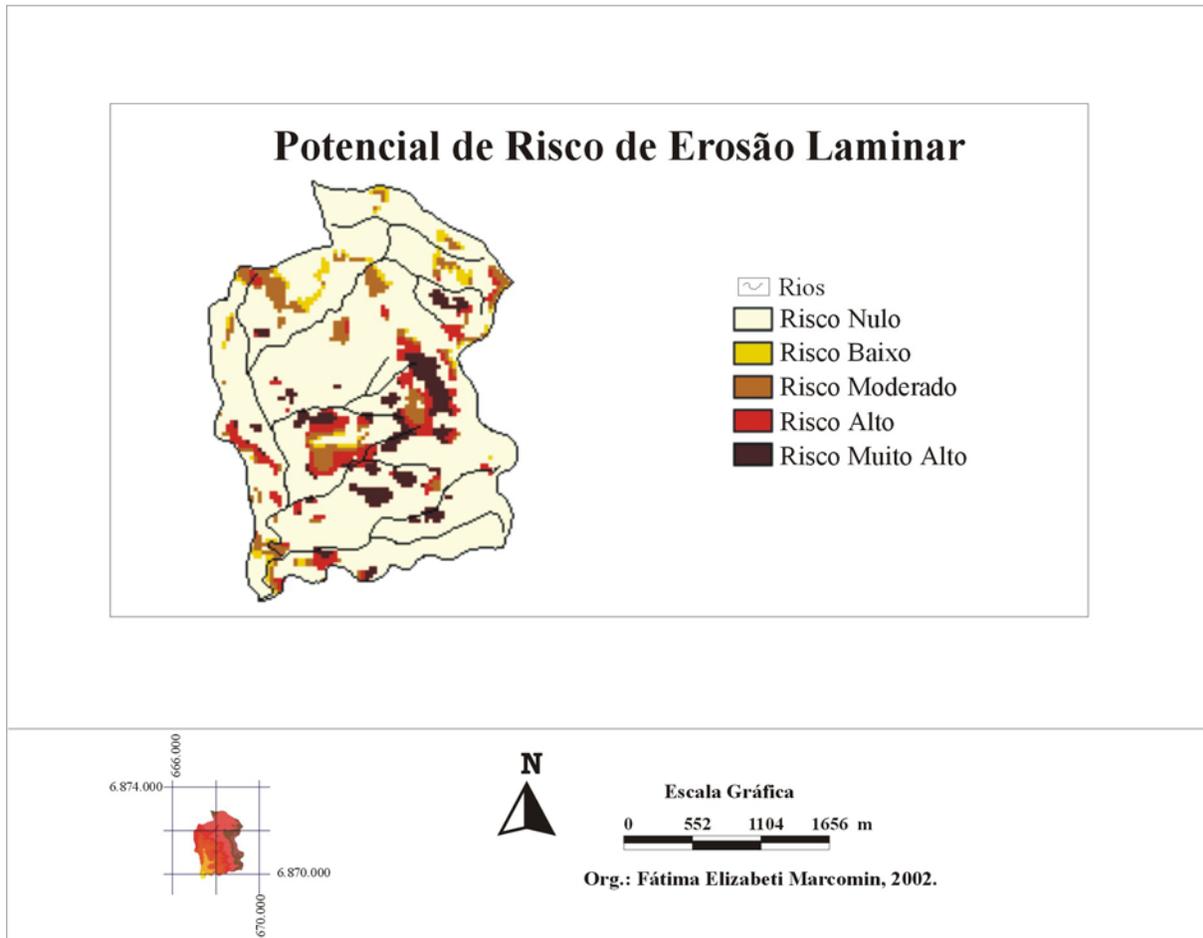


FIGURA 23C: Subunidade “Furninhas” - Potencial de Risco de erosão laminar.

- **SUBUNIDADE Rio das Furnas (Figuras 24 A,B,C):** quanto à altitude as principais nascentes ocorrem em áreas de classe 400-440 m e igual ou superior a 520 m enquanto na foz ocorre classe 40-80 m. As áreas de classe > 520 m concentram-se em lados opostos das regiões noroeste e sudoeste. Predominam com 16,4% áreas de classe 360-400 m, esta concentra-se mais na região central superior (em direção às nascentes). As nascentes encontram-se em áreas de declividade superior a 18%, enquanto a foz em classe 3-6%. Áreas com declividade inferior a 9% se concentram mais na porção oeste e centro desta subunidade. Predomina classe igual ou superior a 25% com 35,1% e distribui-se ao longo de toda a subunidade. Nascentes com classes de vegetação arbóreo-arbustiva e pastagem, enquanto a primeira também ocorre na área da foz. Predomina a classe de vegetação arbóreo-arbustiva (40,3%), seguida pelo cultivo agrícola. Ocorrem estradas de tráfego periódico e caminhos e trilhas. Quanto aos solos, ocorrem 98% de ARGISSOLO VERMELHO Amarelo distrófico típico e somente 2% de CAMBISSOLO HÁPLICO Distrófico típico, este último em áreas pontuais na região noroeste e leste. As nascentes situam-se em áreas de PNE alto, enquanto a foz em PNE moderado. A classe muito baixo concentra-se mais no sentido centro- oeste da bacia. Predomina a classe de PNE muito alto (42,4%), enquanto a menor ocorrência é da classe baixo (8%, aproximadamente). ERE ausente predomina em 66,6% da área, seguida pela classe alta em 20,5 %. Tanto as nascentes quanto a foz situam-se em áreas de ERE ausente. Nas nascentes, ocorrem as classes de perda de solo muito baixa e muito alta e na foz, perda de solo da classe muito baixa. É crítico o fato de em áreas de nascentes ocorrerem perdas de classe muito alta, uma vez que, teoricamente, deveriam se constituir nas áreas de menores perdas, pois deveriam estar protegidas por cobertura vegetal. Predomina a classe muito baixa (72%), enquanto as classes baixa a alta ocupam percentagens de áreas muito próximas. Cerca de 77% da subunidade apresenta potencial de risco de erosão nulo, enquanto 7,1% risco muito alto, 6,8 % moderado e 6,2 % risco alto. Nascentes em áreas de risco nulo e alto, enquanto a foz, em áreas de risco nulo.

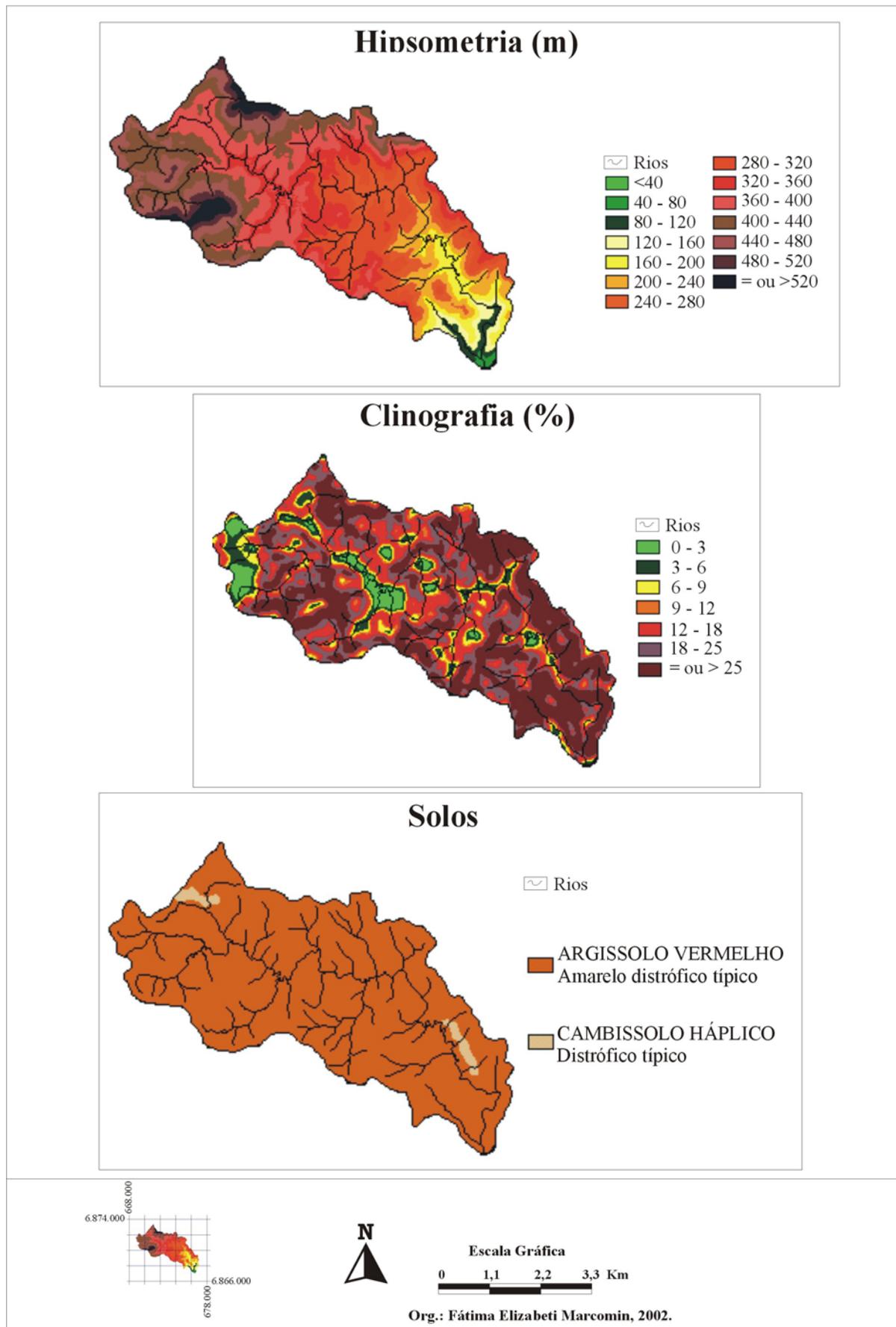


FIGURA 24A: Subunidade Rio das Furnas - elementos da paisagem.

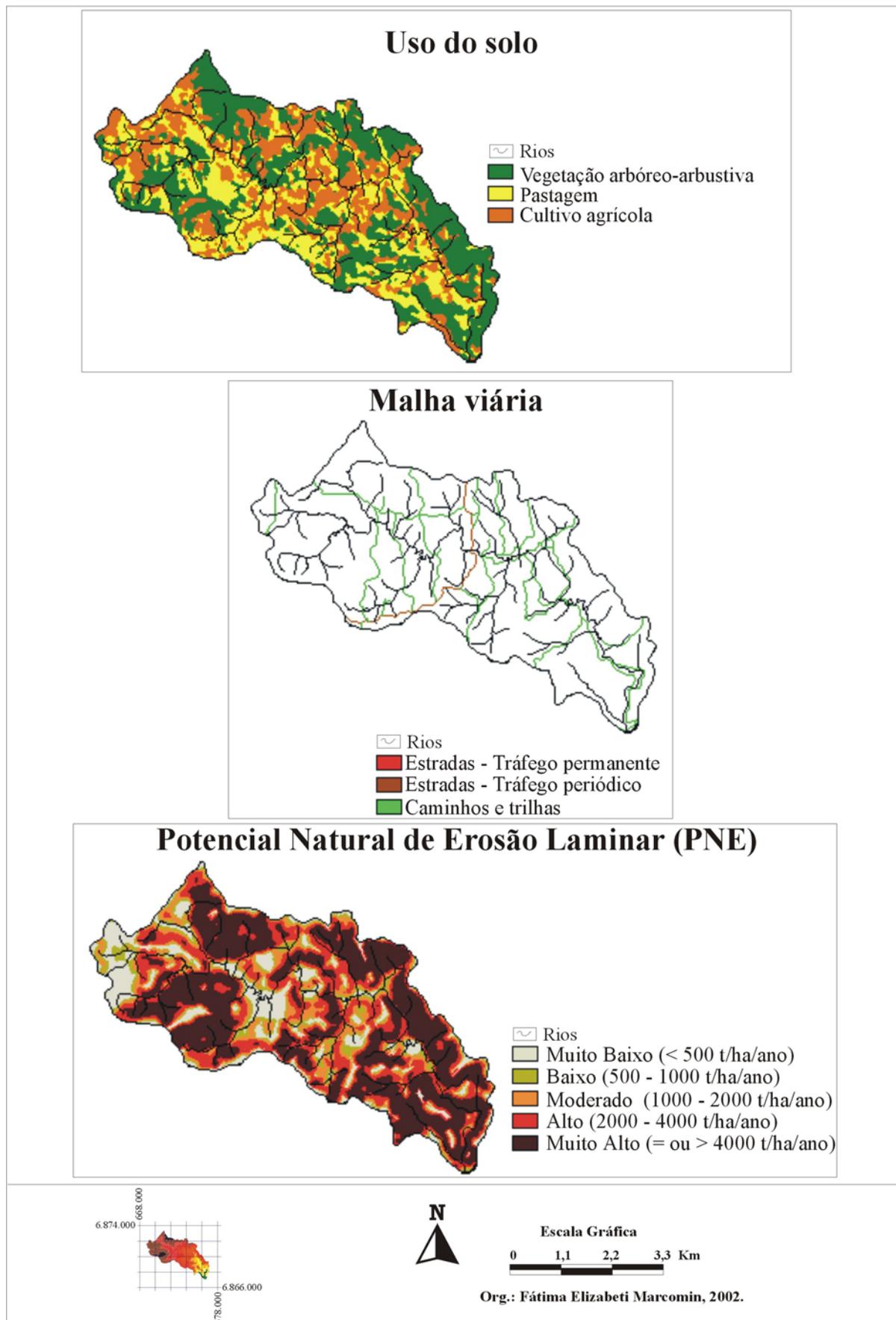


FIGURA 24B: Subunidade Rio das Furnas - elementos da paisagem e PNE.

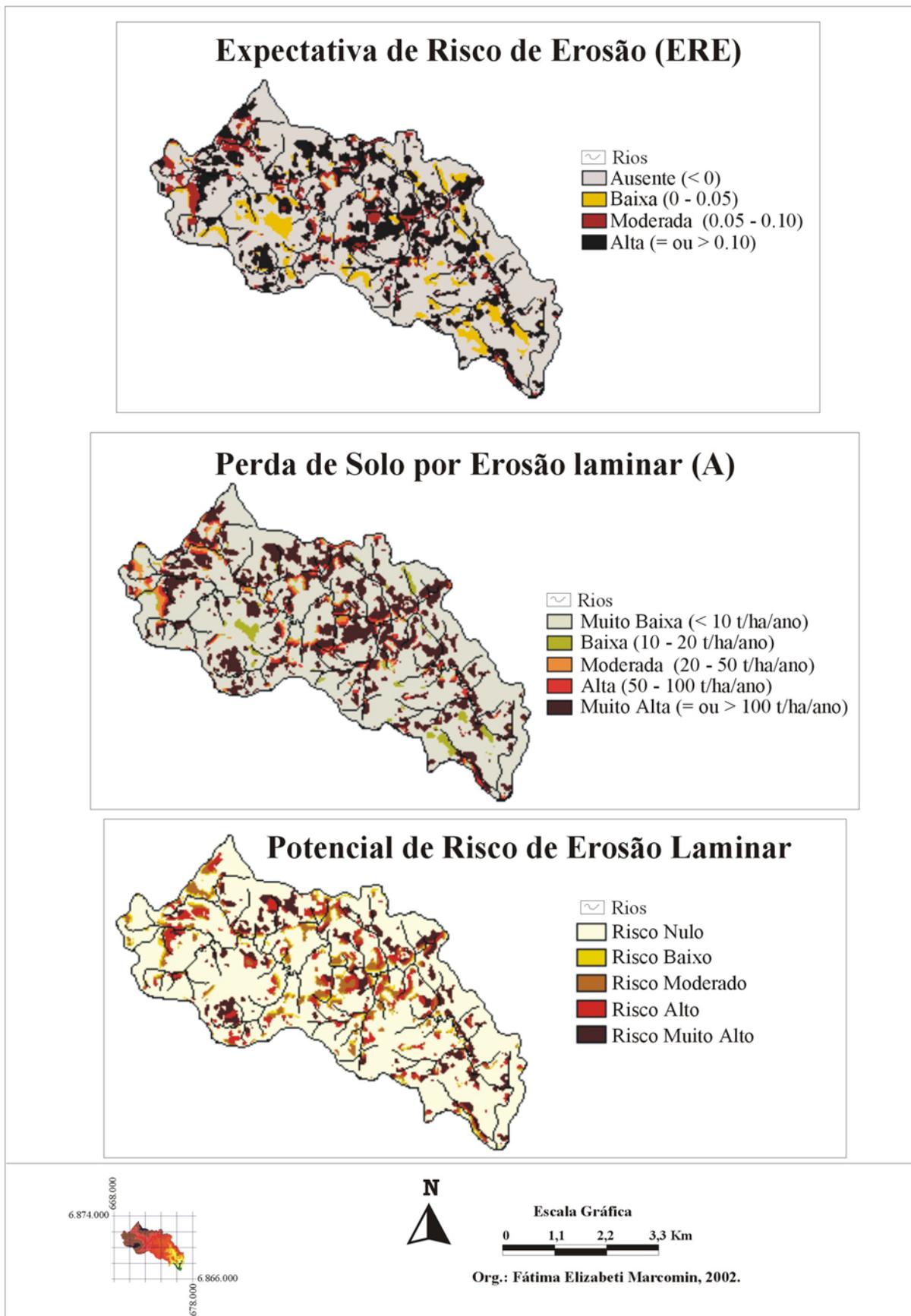


FIGURA 24C: Subunidade Rio das Furnas - ERE, A e Potencial de Risco de erosão laminar.

- **SUBUNIDADE “Rio Pinheiros Alto – B.E.” (Figuras 25 A,B,C):** ocorre nas nascentes classe 440-480 m e na foz 120-160 m, no que se refere à hipsometria. Predomina a classe 280-320 m em 18,5% da área. As classes superiores a 440 m concentram-se mais na porção norte da subunidade. As nascentes estão em declividade igual ou superior a 25% e a foz em 12-18%. Áreas de classe 3-6% são extremas nas regiões norte, leste e sudeste (pontuais). Predominam declividades iguais ou superiores a 25% (54,3%). As áreas de nascente e foz apresentam vegetação arbóreo-arbustiva, embora nesta última predomine o cultivo agrícola. A pastagem forma um cordão no sentido norte-sudoeste e oeste-sul. Predomina a vegetação arbóreo-arbustiva (56,2%), seguida pelo cultivo agrícola (28,2%). A mancha de vegetação é mais homogênea. Ocorrem estradas de tráfego periódico e caminhos e trilhas. Apresenta somente ARGISSOLO VERMELHO Amarelo distrófico típico. Nascente com PNE muito alto e foz com PNE alto. Predomínio da classe de PNE muito alto com 66,5%. A expectativa de risco de erosão ausente predomina em 69% da área, seguida pela ERE alta com 25,2%. Nascentes em áreas de ERE ausente e baixa, já a foz em ERE ausente e alta. Quanto à perda de solo, tanto em áreas de nascente quanto de foz há perdas de solo da classe muito baixa, embora na foz tal área esteja ladeada por áreas de perda muito alta. Predomínio da classe de perda de solo muito baixa (72%), seguida pela classe muito alta com 24,8%. A menor ocorrência, classe moderada com menos de 1%, pontualmente está na região oeste e leste da bacia. A classe alta distribui-se em pequenos fragmentos espalhados ao longo da subunidade. Predomina em 74,4% da subunidade o potencial de risco de erosão nulo, seguido pelo muito alto com 15,9%, aliás este último representa a maior percentagem de área com risco de erosão muito alto dentre todas as subunidades estudadas. Nascentes e foz em áreas de risco nulo, porém a região da foz acha-se ladeada pelas classes de risco alto e muito alto.

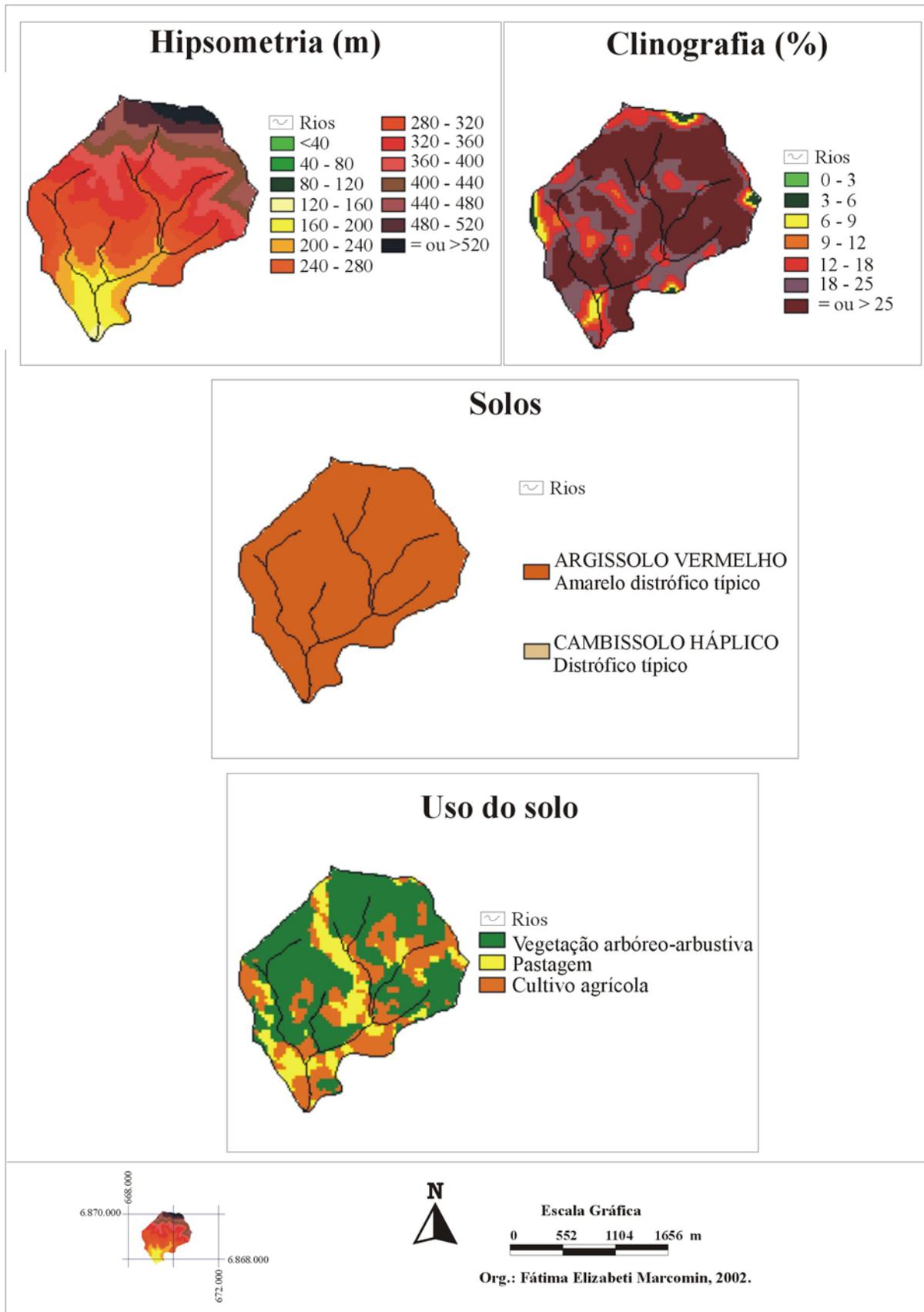


FIGURA 25A: Subunidade “Rio Pinheiros Alto - B.E.” - elementos da paisagem.

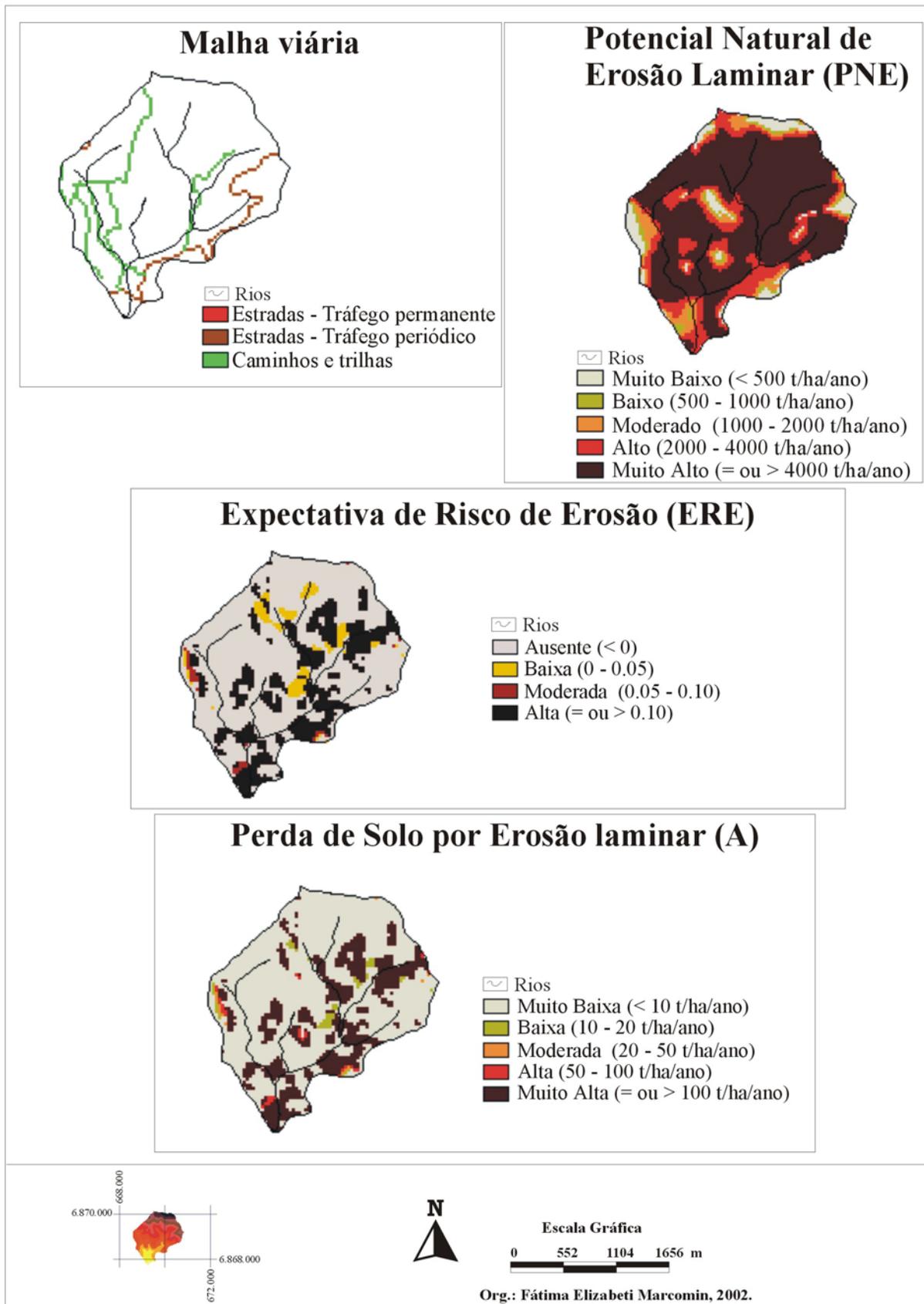


FIGURA 25B: Subunidade “Rio Pinheiros Alto-B.E.”- Elementos da paisagem, PNE, ERE e A.

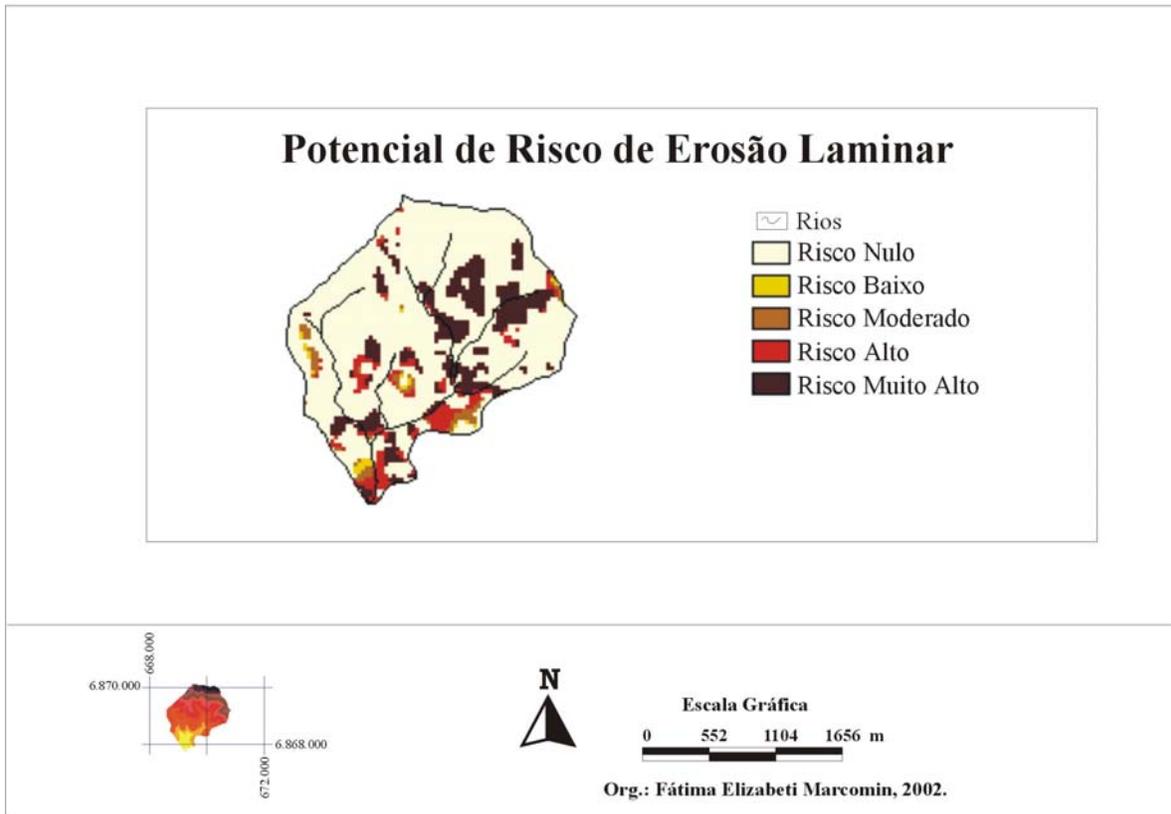


FIGURA 25C: Subunidade “Rio Pinheiros Alto - B.E.”- Potencial de Risco de erosão laminar.

- **SUBUNIDADE “Barreira” (Figuras 26 A,B,C):** no que se refere à hipsometria, as nascentes encontram-se em áreas de classe 360-400 m e a foz em classe 40-80 m. Predominam áreas da classe 160-200 m em 19,8%, que se concentram principalmente na região central da subunidade. Com relação à declividade, as nascentes ocorrem em áreas igual ou superior a 25% e a foz em classe inferior a 3%. As declividades inferiores a 6% ocorrem somente na foz e proximidades. Predomina classe igual ou maior 25% com 72,6% e dominam ao longo da área. Nascente em áreas de vegetação arbóreo-arbustiva e foz em áreas de cultivo agrícola, esta por sua vez concentra-se mais na região sul da bacia. Predominam áreas de vegetação arbóreo-arbustiva (80,3%), seguida pela pastagem (14%). Ocorre somente 5,7% de área com cultivo agrícola. Quanto à malha viária, há somente caminhos e trilhas. Apresenta cerca de 89,3% de ARGISSOLO VERMELHO Amarelo distrófico típico e 10,7% de CAMBISSOLO HÁPLICO Distrófico típico, este último na região sul. Nascente com PNE da classe muito alto, sendo que esta classe predomina em 75,7%, estendendo-se por praticamente toda a área. Manchas de classe de PNE alto e moderado são maiores na região sul e sudeste da subunidade. Predomina em 78,2% da área ERE ausente, seguida pela classe baixo com 16,4%, situação distinta de todas as demais subunidades. Nascentes e foz em áreas de ERE ausente. Maior concentração de ERE baixa nas regiões oeste, sudoeste e noroeste, já na região centro-sul encontra-se a maior concentração de ERE moderada e alta. Quanto à perda de solo, a nascente e foz estão em áreas de classe muito baixa. Na região nordeste da subunidade predomina perda da classe muito baixa. Na área há o predomínio da classe muito baixa, 88%, sendo que a menor ocorrência é da classe alta com 0,2% e mais pontualmente nas regiões sul e centro. Predomina em 95,3 % da área potencial de risco de erosão nulo, em segundo lugar o risco muito alto com 2, 1%. Convém salientar que essa percentagem de risco nulo é a maior dentre todas as subunidades estudadas. Nascentes e foz em áreas de risco nulo. A maior concentração de risco alto e muito alto situa-se na região centro-sul da subunidade.

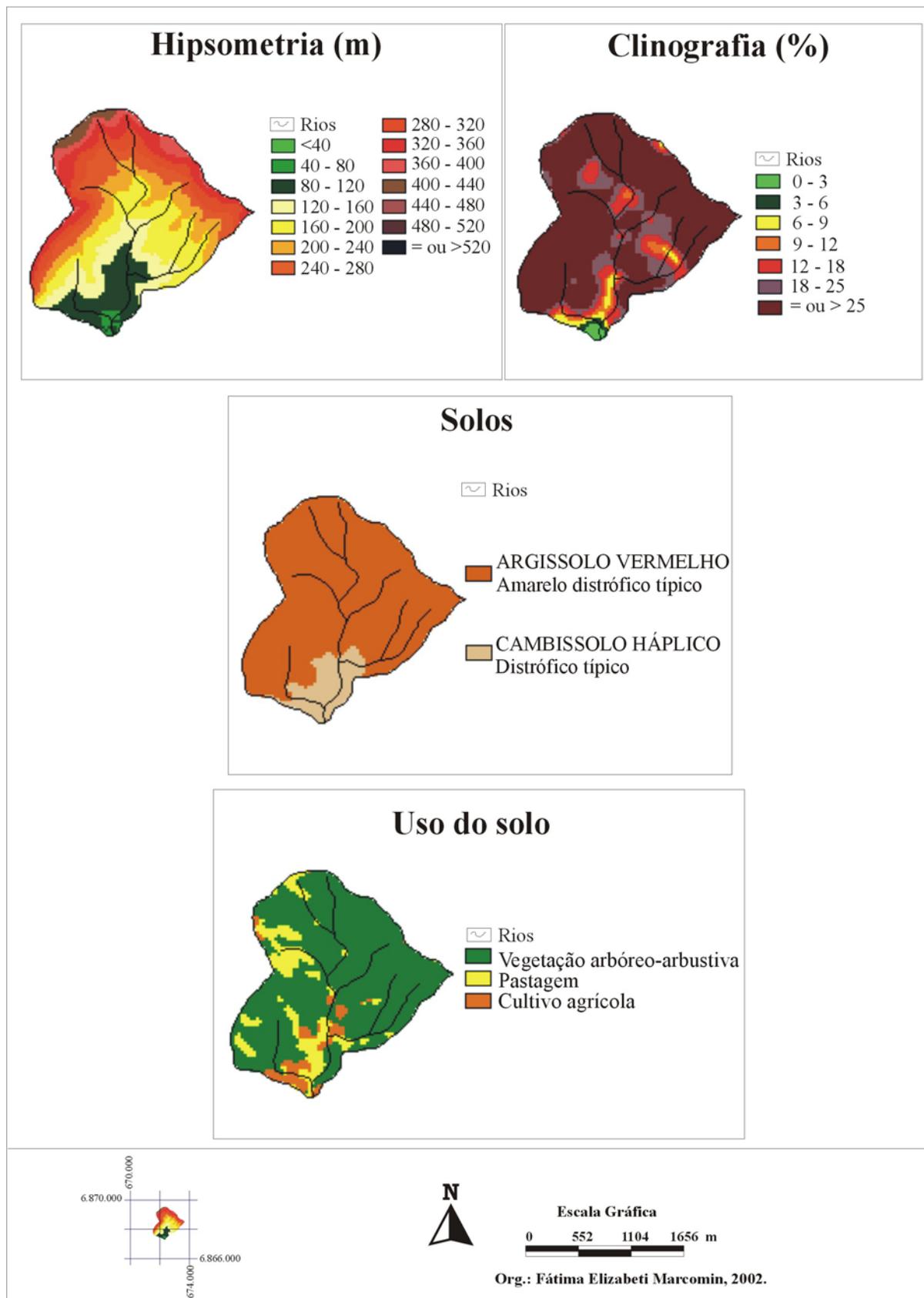


FIGURA 26A: Subunidade “Barreira” - elementos da paisagem.

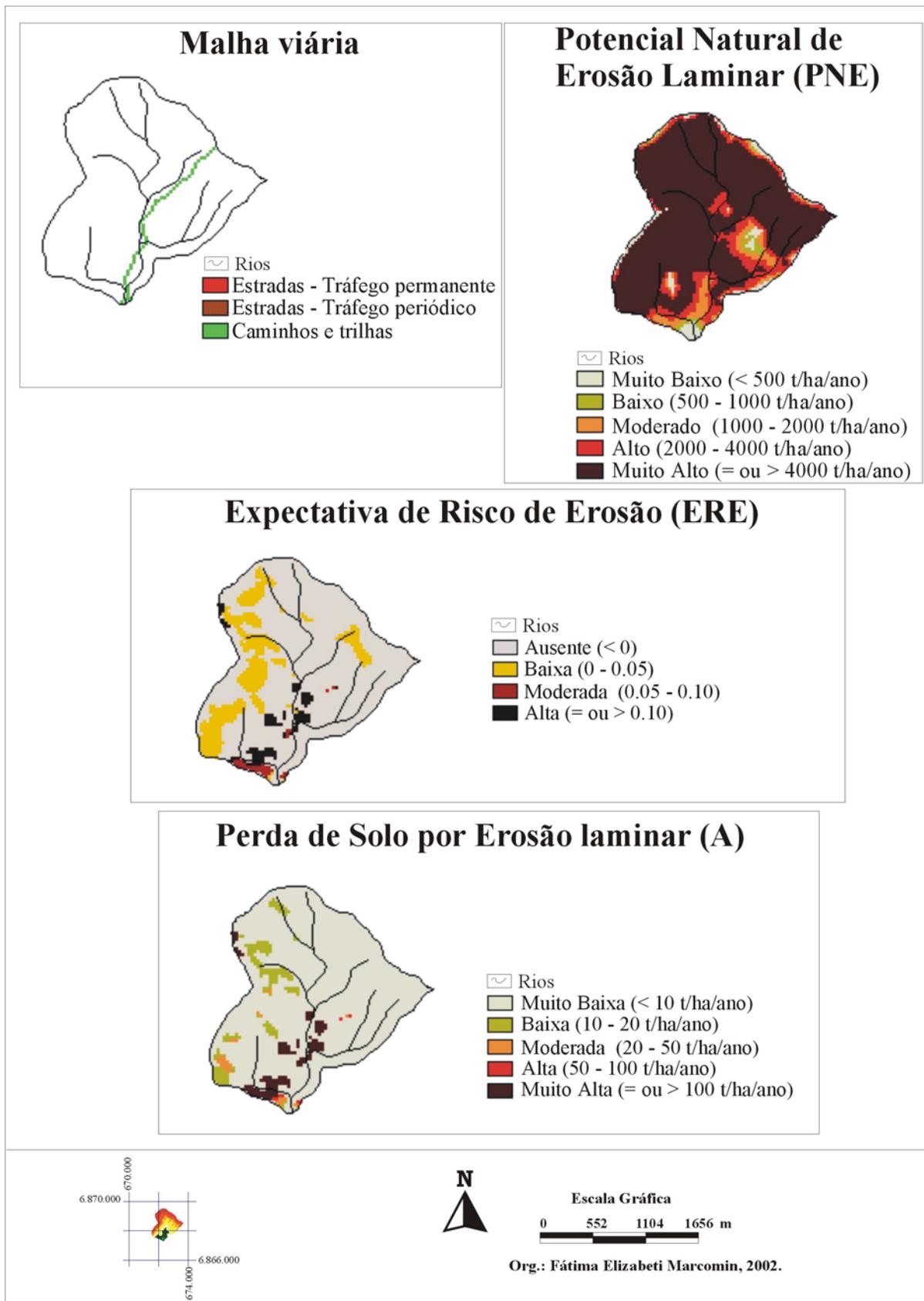


FIGURA 26B: Subunidade “Barreira” - elementos da paisagem, PNE, ERE e A.

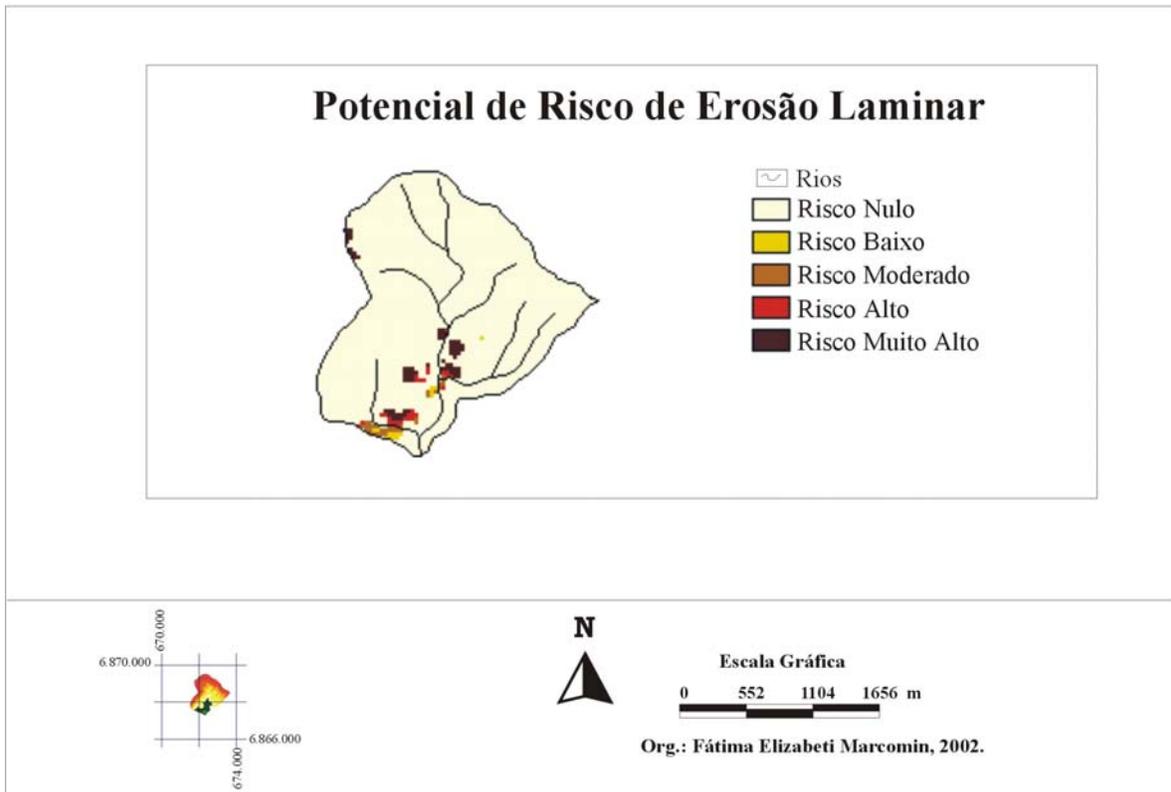


FIGURA 26C: Subunidade “Barreira” - Potencial de Risco de erosão laminar.

-SUBUNIDADE “Rio Pinheiros de Baixo - B. E.” (Figuras 27 A,B,C): quanto à altitude, nas nascentes ocorre a classe 280-320 m e na foz a classe 40-80 m . As áreas de classe 360-400 m concentram-se na região norte da subunidade. Predominam áreas de 200-280 m (56,2%). As nascentes situam-se em áreas de declividade igual ou maior que 25% e a foz em classe 6-9%. As classes inferiores a 6% ocorrem somente na região oeste. Predomina classe igual ou superior a 25% em 53,6% da área. As nascentes em áreas de pastagem e a foz em áreas de vegetação arbóreo-arbustiva. Ao longo dos rios principais predominam mais a pastagem e o cultivo. Destaca-se a classe vegetação (54,3%), seguida pelo cultivo (23,3%) e 22,4% com pastagem. Ocorrem estradas de tráfego periódico e caminhos e trilhas. Apresenta somente ARGISSOLO VERMELHO Amarelo distrófico típico. Nas nascentes, ocorrem PNE da classe muito alto enquanto na foz, PNE da classe alto. Predomina PNE de classe muito alto em 51,1% da subunidade, seguido pela classe de PNE alto com 21%, enquanto a menor ocorrência, classe de PNE baixo com 4,6%, distribui-se na região centro e sudoeste desta subunidade. Predomina ERE ausente em 74,4% da área desta subunidade, seguida pela ERE alta com 18,8%. Nascentes em áreas de ERE ausente e baixa enquanto a foz em ERE moderada. Nas nascentes ocorrem perdas das classes muito baixa e baixa, sendo esta última também observada na região da foz. Predomina a classe muito baixa com 76% e a menor ocorrência é da classe moderada, em menos de 1% da área, sendo que esta se distribui em pequenos pontos na região oeste. Cerca de 80% da área apresenta potencial de risco de erosão nulo, seguido por 7,4% de risco muito alto. Nascentes e foz em áreas de risco nulo.

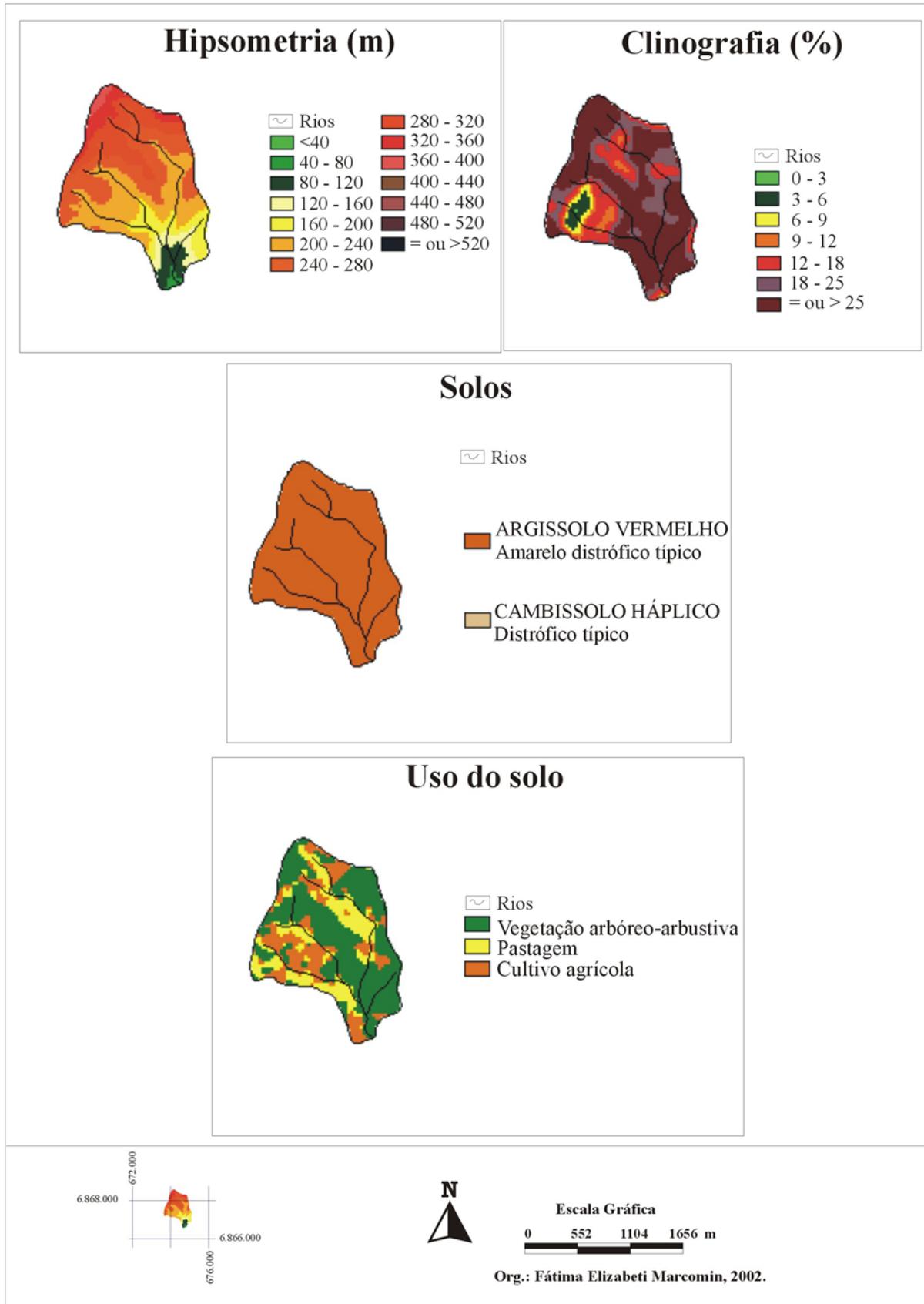


FIGURA 27A: Subunidade “Rio Pinheiros de Baixo - B. E.” - elementos da paisagem.

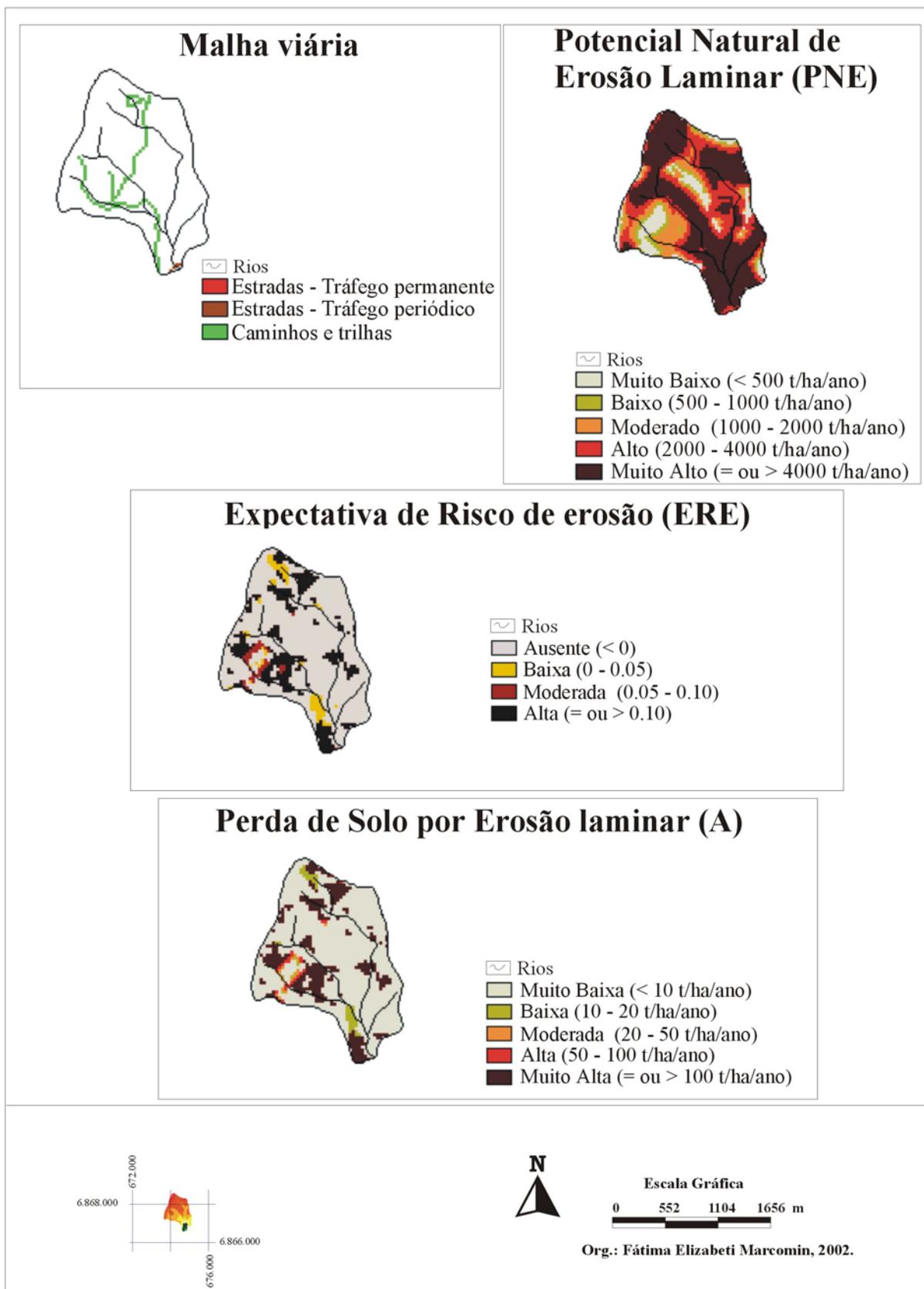


FIGURA 27B: Subunidade “Rio Pinheiros de Baixo-B.E.” - elementos da paisagem, PNE, ERE e A.

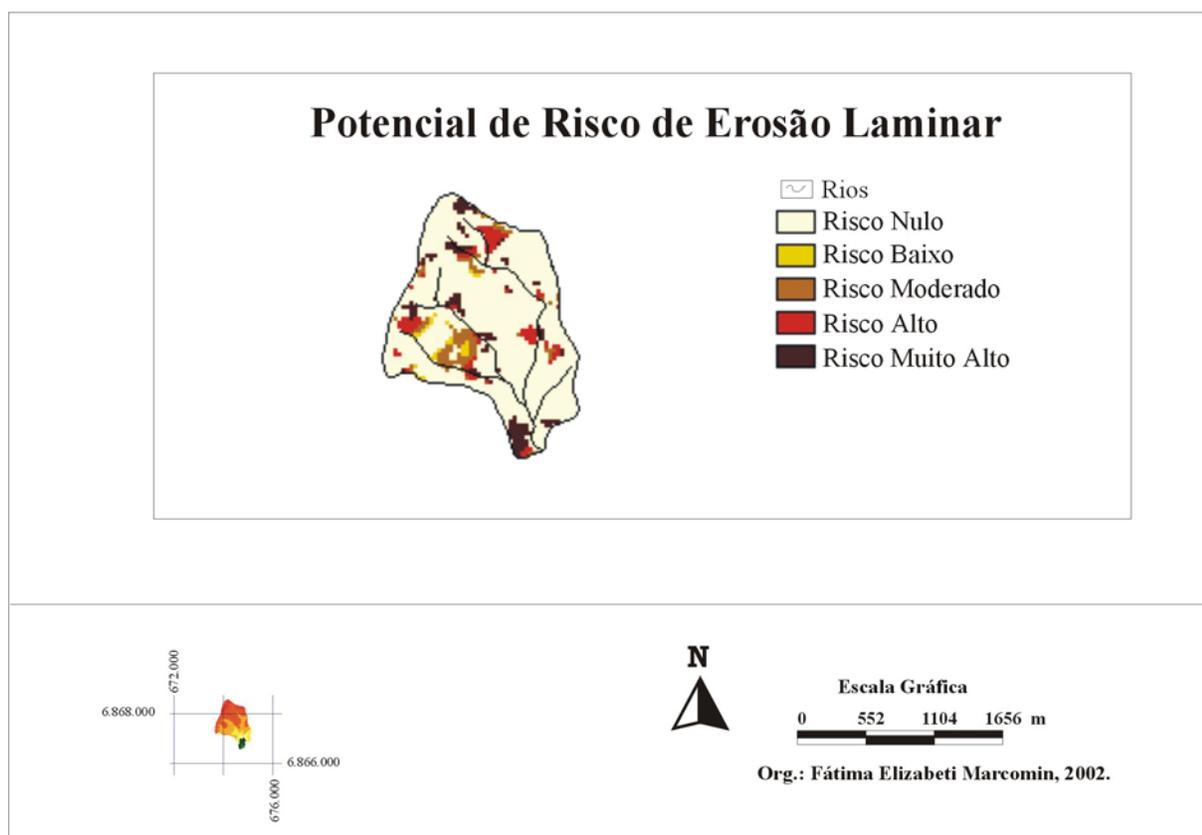


FIGURA 27C: Subunidade “Rio Pinheiros de Baixo - B.E.”- Potencial de Risco de erosão laminar.

- **SUBUNIDADE “Rodeio” (Figuras 28 A,B,C):** as nascentes situam-se em classe 360-400 m de altitude e a foz em classe 240-280 m. Áreas de classe 440-480 m ocorrem somente na porção norte da subunidade. Predomina a classe 320-360 m (35,4%) , seguida pela 280-320 m com 32%. No que se refere à declividade, as nascentes encontram-se em áreas de classe 12-18% enquanto a foz em classe 3-6%. Predomina classe 12-18% com 26%, seguida pela classe 18-25% com 20%. Tanto as nascentes quanto a foz se encontram em áreas de vegetação arbóreo-arbustiva. A pastagem ocorre mais na região central. Predomina a vegetação arbóreo-arbustiva (48%), seguida pela pastagem (29,3%) e finalmente o cultivo em 22,7%, sendo que este, por sua vez, ocorre mais no sentido centro-norte da subunidade. Quanto à malha viária, ocorrem somente caminhos e trilhas. Apresenta somente ARGISSOLO VERMELHO Amarelo distrófico típico. Nas nascentes ocorrem PNE da classe moderado, enquanto na foz, a classe muito baixo. Predomina nesta subunidade a classe de PNE alto, aproximadamente 27%, seguida pela classe muito baixo (22,8%). Cerca de 79,5% da área apresenta ERE ausente, seguida pela ERE alta em 12,2% da área. Nascentes e foz com ERE ausente. A nascente e a foz encontram-se em áreas de perda de solo da classe muito baixa. Na região sul da subunidade também predominam perdas de tal classe. A classe de perda muito alta concentra-se mais na região norte desta área. Predominam áreas de perda da classe muito baixa (80,3%), sendo a menor ocorrência da classe baixa, que se distribui na região central da área. Quanto ao potencial de risco de erosão, em função da perda de solo e do limite de tolerância, predomina o risco nulo em 83,8% da área, enquanto o moderado e o alto representam, respectivamente, 5,2% e 5,6%. Nascentes e foz em áreas de risco nulo.

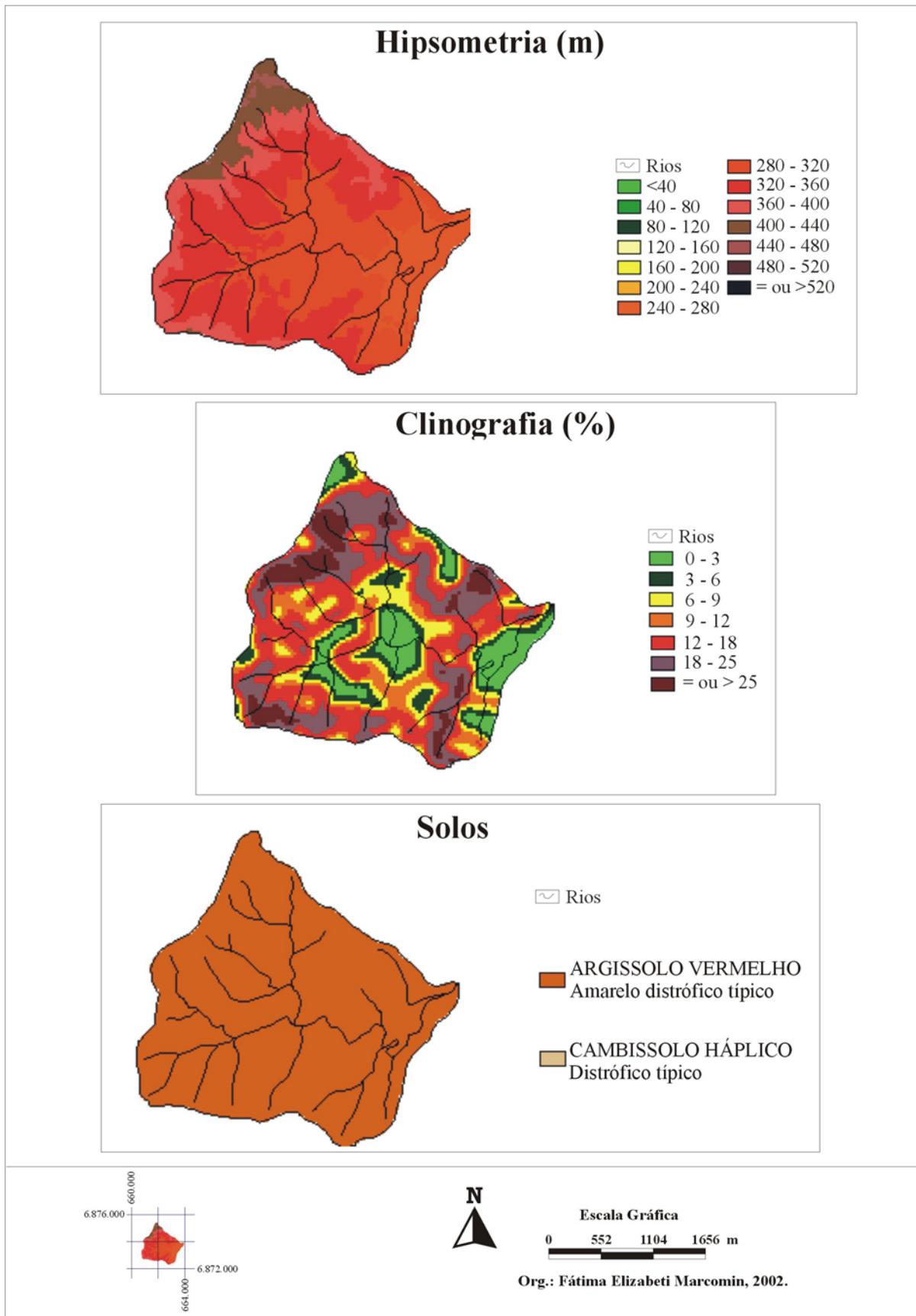


FIGURA 28A: Subunidade “Rodeio” - elementos da paisagem.

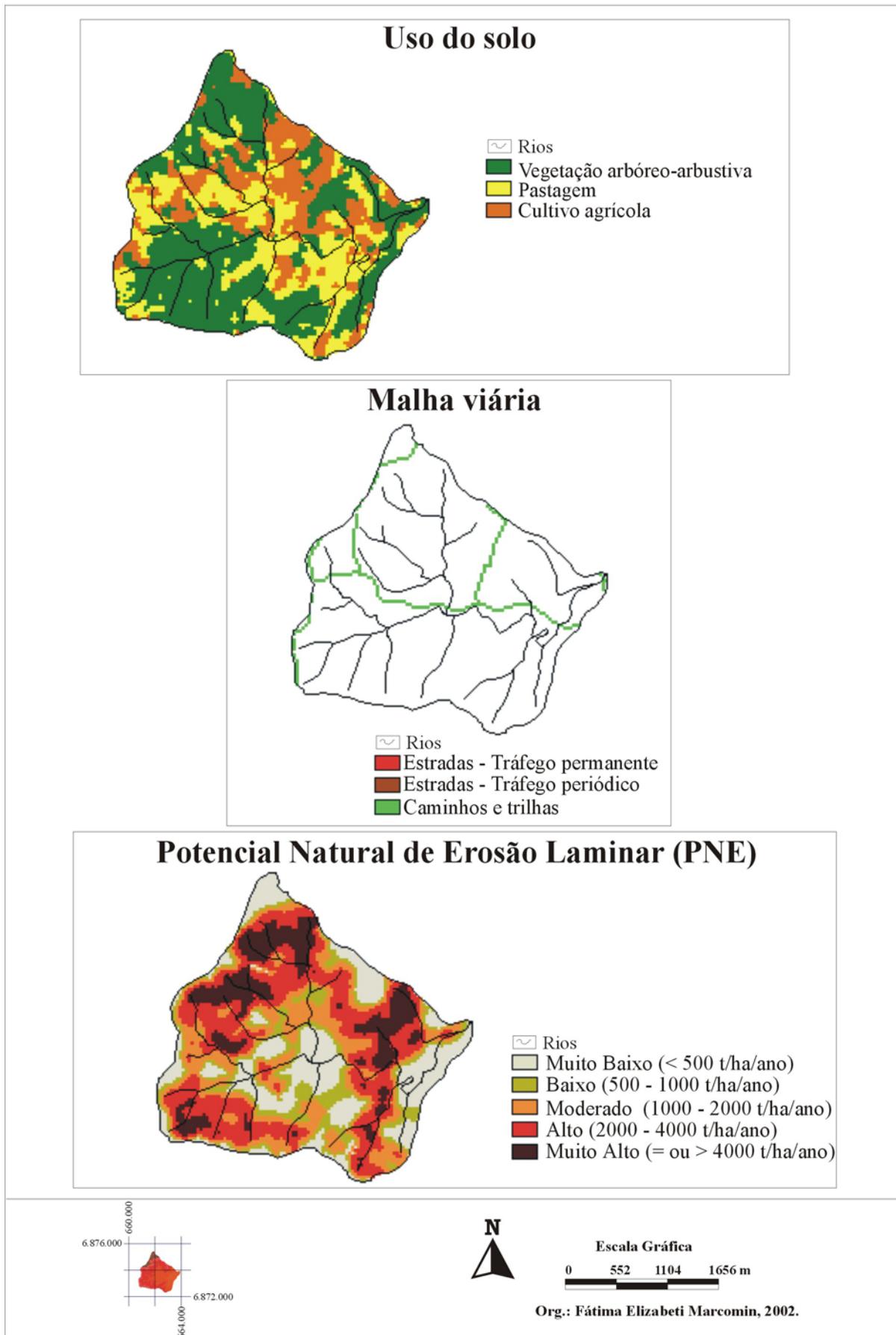


FIGURA 28B: Subunidade “Rodeio” - elementos da paisagem e PNE.

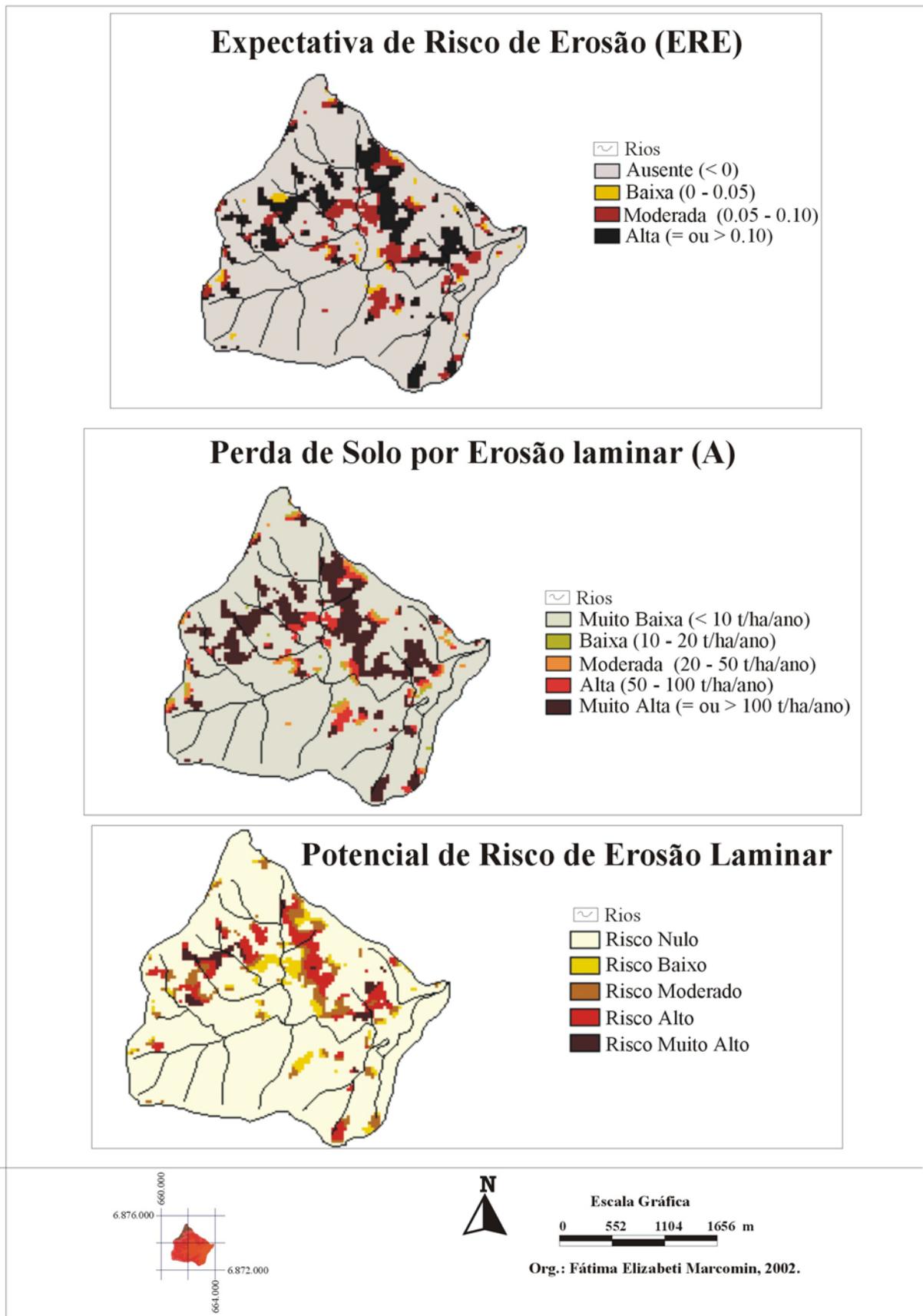


FIGURA 28C: Subunidade “Rodeio”- ERE, A e Potencial de Risco de erosão laminar.

-SUBUNIDADE Carlota (Figuras 29 A,B,C): com relação à altitude, nas nascentes ocorre a classe 360-400 m, enquanto na foz a classe 200-240 m. Áreas de classe 400-440 m ocorrem na região sudoeste e noroeste da subunidade. Predomina com 43,3% a classe 320-360 m, seguida pela classe 280-320 com 37%, que se estendem por quase toda a subunidade. Quanto à declividade, as nascentes estão em áreas iguais ou superiores a 25%, e a foz em classe inferior a 3%. A menor ocorrência é de classe igual ou superior a 25%, com aproximadamente 5% e, a maior é de 12-18% com cerca de 24%; as demais estão muito próximas. Nascentes e foz em áreas de vegetação arbóreo-arbustiva. Aliás, esta classe predomina em 38,7% da área, seguida pela pastagem em 32,5%. Quanto à malha viária ocorrem estradas de tráfego periódico, caminhos e trilhas. Quanto aos solos 93,3% de ARGISSOLO VERMELHO Amarelo distrófico típico e 6,7% de CAMBISSOLO HÁPLICO Distrófico típico. Nas nascentes estão PNE das classes muito alto e baixo, enquanto na foz classe muito baixo. Predomina, nesta subunidade, PNE da classe muito baixo (37,7%), seguido pela classe moderado (23%). A classe de PNE muito alto ocorre mais na região sudoeste e sudeste desta subunidade. A ERE ausente predomina em 75,7% da área, seguida pela ERE alta com 12,6%. Nascentes com ERE ausente e foz com baixa. No que se refere à perda de solos, predomina na área a classe muito baixa (76,6%), seguida pela classe muito alta (12,5%). A menor ocorrência é da classe baixa (2,3%). Tanto as nascentes quanto a foz se encontram em áreas de perda da classe muito baixa. As perdas da classe muito alta concentram-se mais na região sudeste e sudoeste da subunidade. Cerca de 84 % da área apresenta potencial de risco de erosão nulo, seguido por 7,3% de moderado. Nascentes e foz em áreas de risco nulo. A maior concentração de potencial de risco de erosão alto e muito alto situa-se nas regiões leste, sudeste e sudoeste.

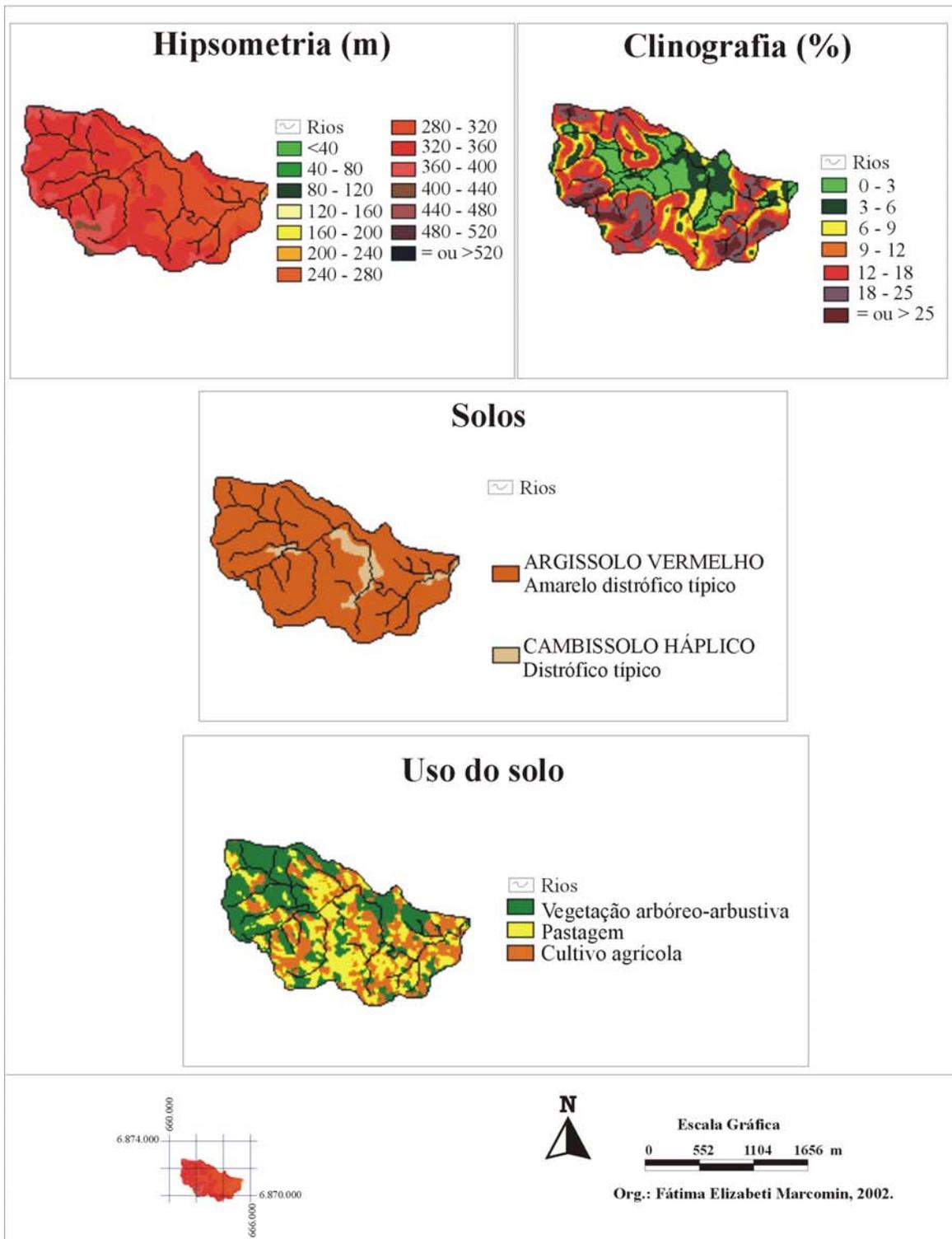


FIGURA 29A: Subunidade Rio Carlota - elementos da paisagem.

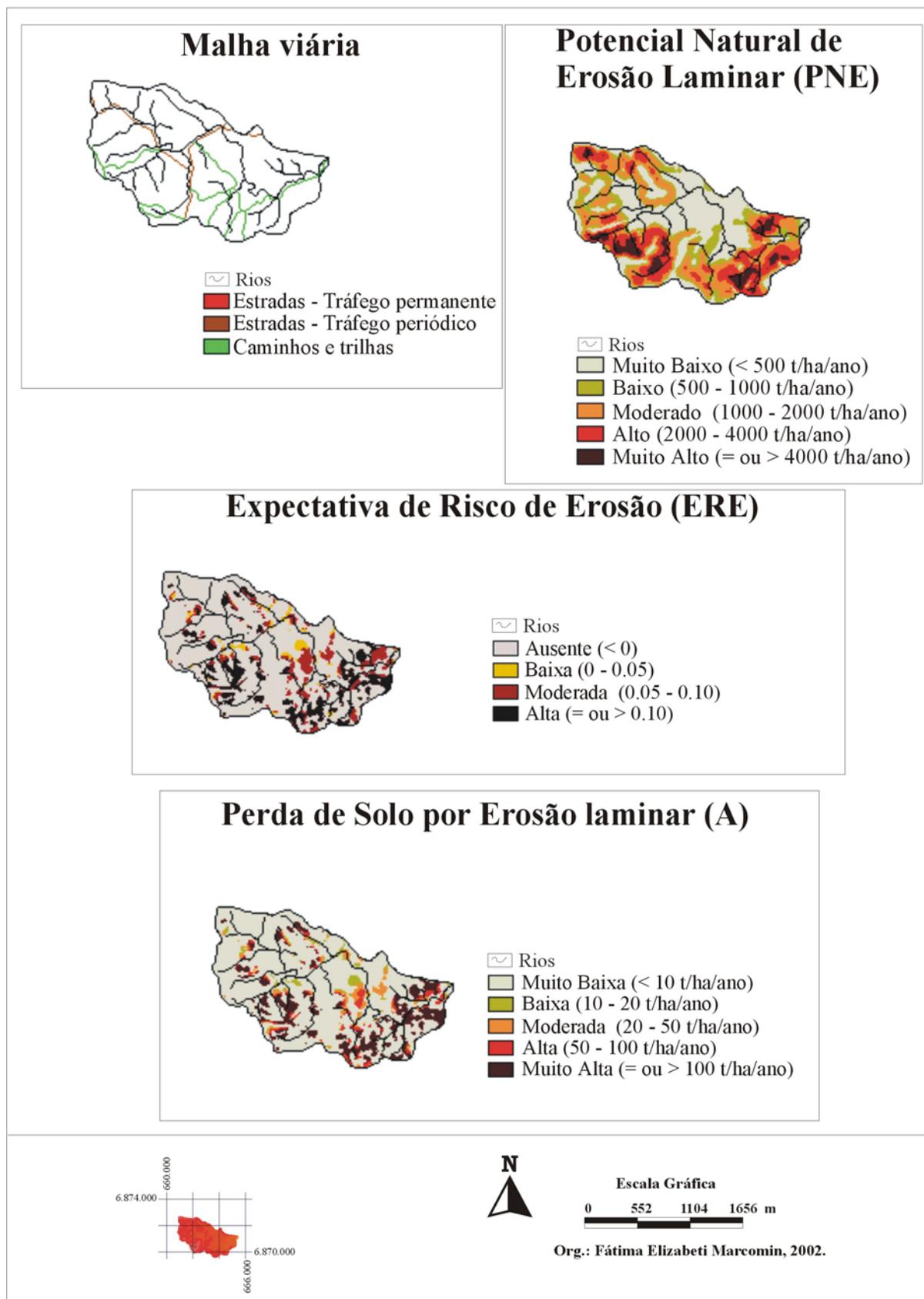


FIGURA 29B: Subunidade Rio Carlota - elementos da paisagem, PNE, ERE e A.

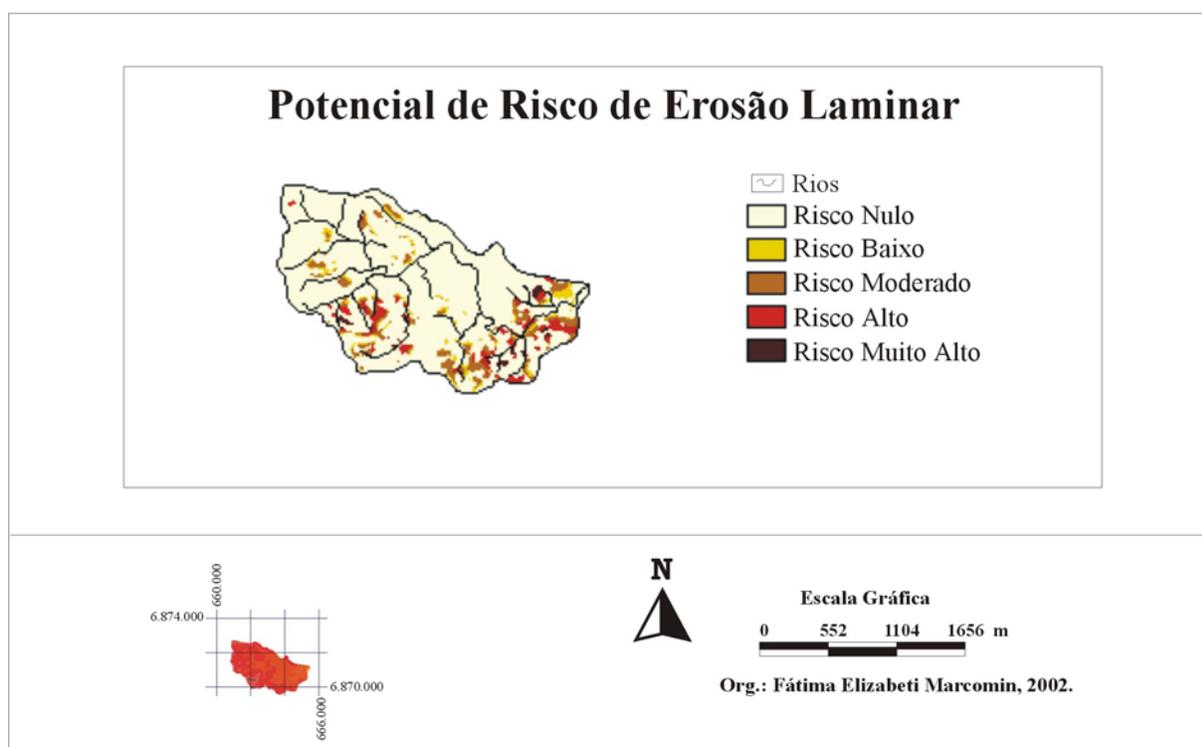


FIGURA 29C: Subunidade Rio Carlota - Potencial de Risco de erosão laminar.

- **SUBUNIDADE “Vila dos Bianco” (Figuras 30 A,B,C):** quanto à hipsometria, ocorre nas nascentes classe 320-360 m e na foz classe 160-200 m. Predomina a classe 200-240 m em 35,7%, mas na região central. As áreas de classe 400-440 m são restritas na região oeste, com menos de 1%. As nascentes ocorrem em classe igual ou maior que 25% de declividade e a foz em classe inferior a 3%, e esta por sua vez, predomina na região leste da subunidade. Predomina na área classe igual ou superior 25% (31,3%), seguida pela classe 12-18% (23%) e pela classe 18-25% (19,5%). Nascente em áreas de vegetação arbóreo-arbustiva e foz em áreas de pastagem. Predomina a primeira em 35,3% da área, enquanto o cultivo agrícola e a pastagem apresentam percentuais de ocorrência muito próximos, 32,9% e 31,8%, respectivamente. As estradas são de tráfego periódico, caminhos e trilhas. Apresenta somente ARGISSOLO VERMELHO Amarelo distrófico típico. Na nascente ocorre PNE da classe muito alto e na foz muito baixo, sendo que este último predomina na região leste e nordeste da subunidade. Predomina classe de PNE muito alto (38,3%), seguido pela classe alto (20,3%). Predominam nesta subunidade ERE ausente em 63,5% da área, seguida por ERE alta em 21,5 %. Nascentes com ERE ausente e baixa enquanto a foz apresenta ERE ausente. A maior concentração de ERE baixa situa-se na região sudoeste da subunidade. A nascente e a foz encontram-se em áreas de classe de perda muito baixa. Há o predomínio da classe de perda muita baixa (67,8%). O menor percentual de ocorrência é da classe moderada (2,6%), que se concentra mais na região leste. O potencial de risco de erosão nulo predomina em 75,7% da área, seguido por 7% de moderado. Tanto nas nascentes quanto na foz o potencial de risco de erosão é nulo.

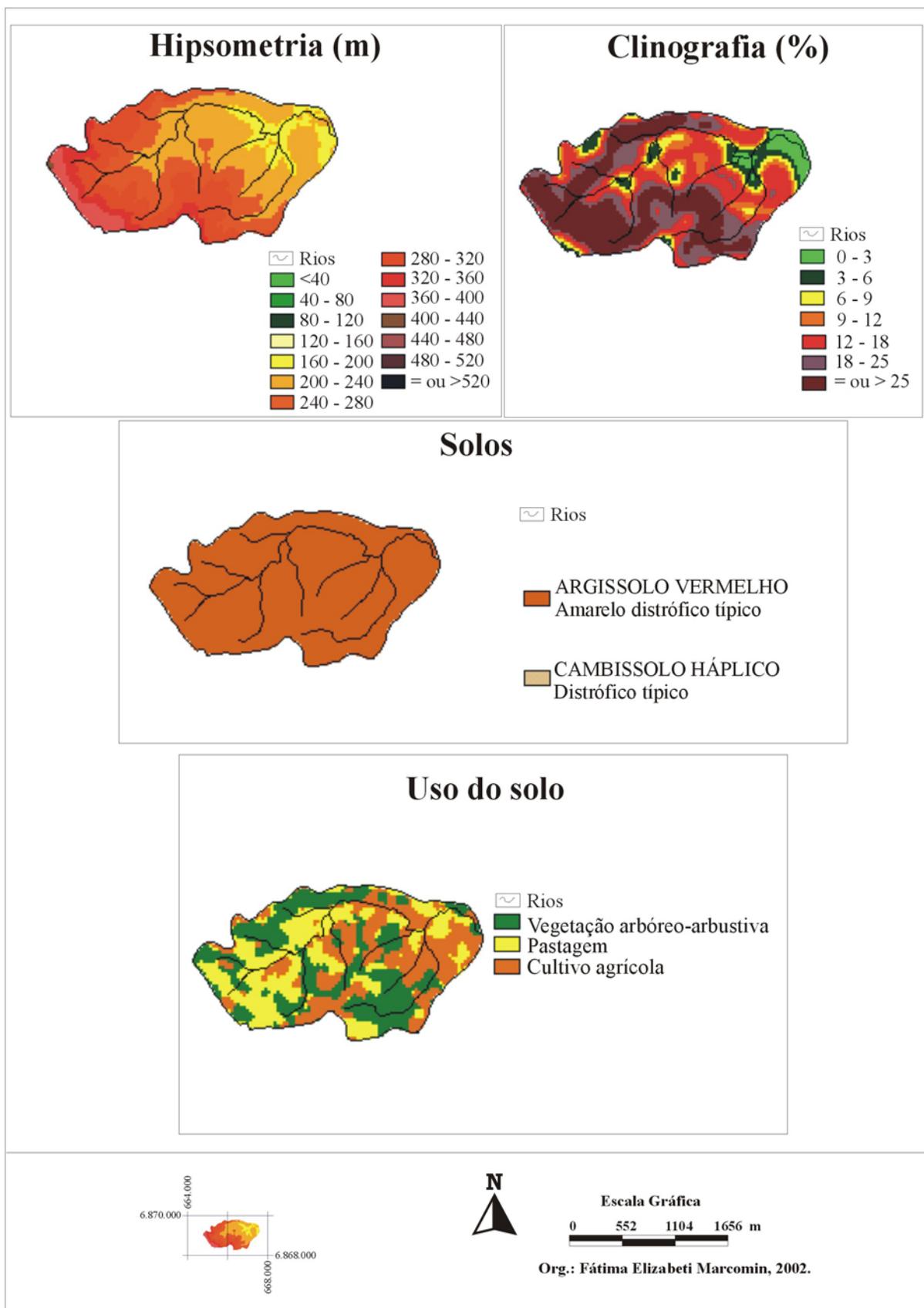


FIGURA 30A: Subunidade “Vila dos Bianco” - elementos da paisagem.

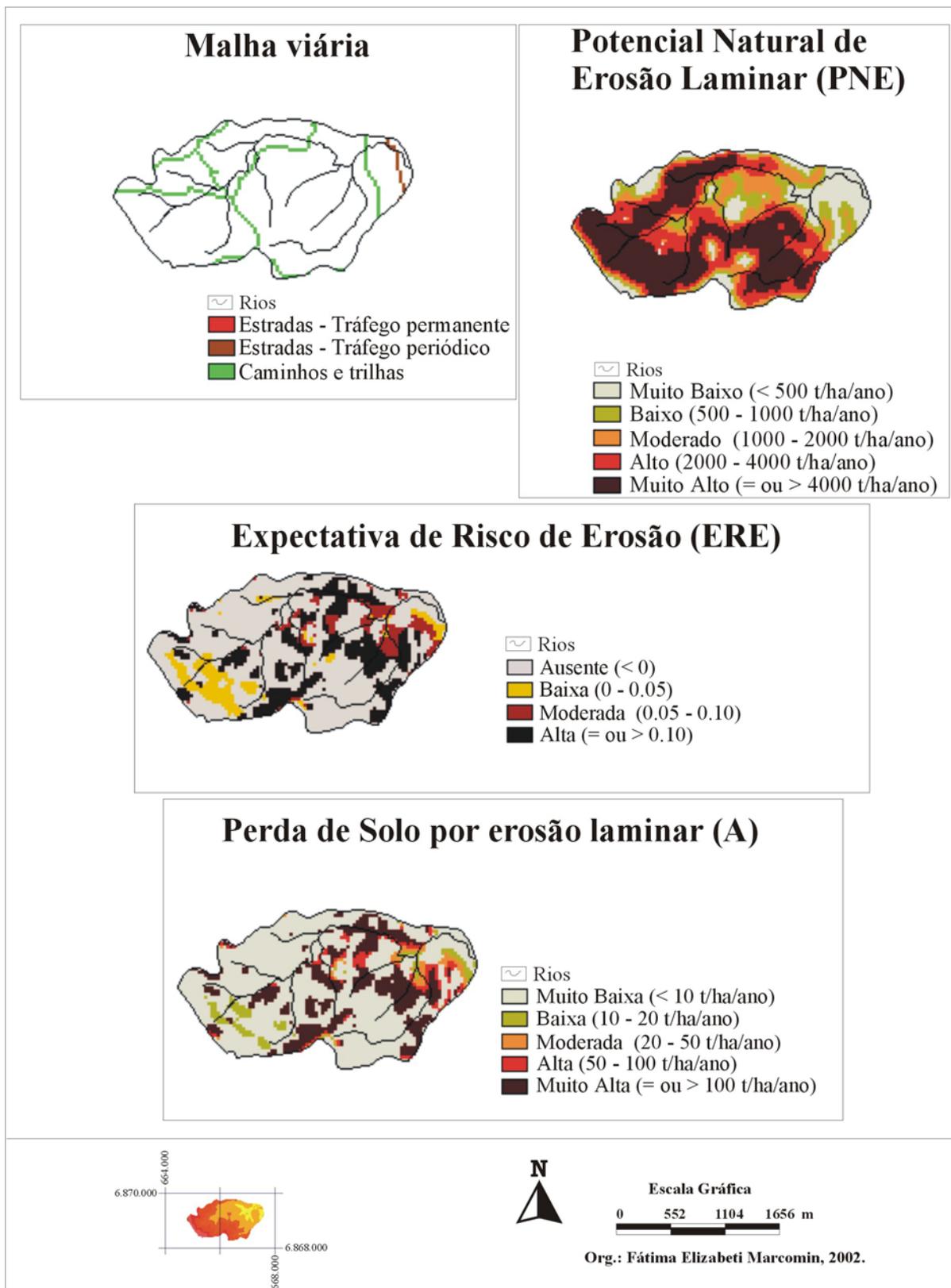


FIGURA 30B: Subunidade “Vila dos Bianco” - elementos da paisagem, PNE, ERE e A.

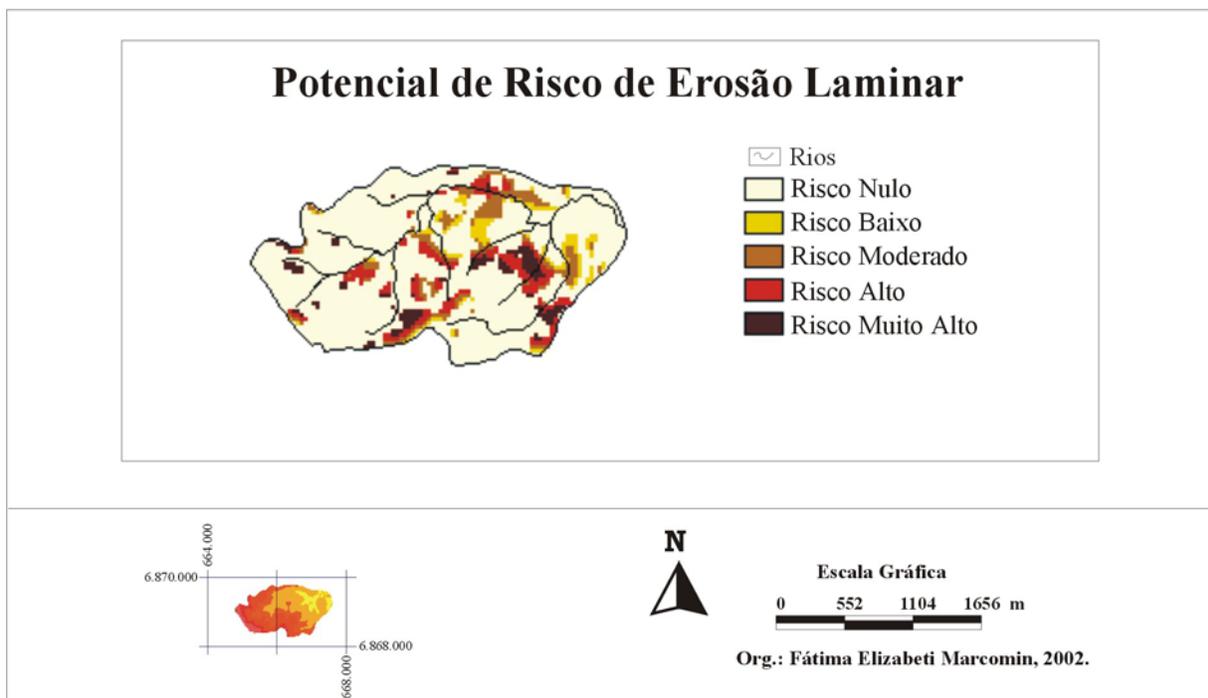


FIGURA 30C: Subunidade “Vila dos Bianco” - Potencial de Risco de erosão laminar.

-SUBUNIDADE “Boa Vista” (Figuras 31 A,B,C): nas nascentes ocorrem áreas da classe 320-360 m de altitude, enquanto na foz classe 160-200 m. Predominam áreas da classe 240-280 m (28,7%) e 280-320 m (25%), que se estendem por quase toda a subunidade. Áreas de classe 400-440 m, na porção sul e sudoeste da subunidade. As nascentes ocorrem em áreas iguais ou superiores a 25% de declividade, e a foz em classe inferior a 3%. Predomina a classe 18-25% (34,5%), seguida pela igual ou maior que 25% (30%). Nascentes em áreas de vegetação arbóreo-arbustiva e cultivado, sendo este último presente também na foz. Nesta subunidade, ocorre uma inversão dos percentuais de maior ocorrência, em primeiro o cultivo agrícola (36%), seguido pela vegetação arbóreo-arbustiva (33,6%) e finalmente a pastagem com 30,4%. Apresenta somente caminhos e trilhas. Quanto aos solos, 98,2% de ARGISSOLO VERMELHO Amarelo distrófico típico e somente 1,8% de CAMBISSOLO HÁPLICO Distrófico típico. Nas nascentes ocorrem PNE da classe muito alto enquanto na foz, muito baixo. Predomina a classe de PNE muito alto com 45% , seguido pela classe de PNE alto com 30,8%. A menor ocorrência, classe baixo, concentra-se mais na região centro-leste desta subunidade. Cerca de 60% abrangem áreas de ERE ausente, seguida pela ERE alta com 31,4%. Nascentes com ERE ausente e baixa enquanto a foz com ERE moderada. Maior concentração de ERE alta e moderada na região central da subunidade. As nascentes encontram-se em áreas de perda de solo da classe muito baixa, enquanto a foz em perdas da classe moderada. Ocorrem manchas pequenas de classe alta espalhadas pela subunidade. Predomina a classe muito baixa com 65% , seguida pela classe muito alta com 31,5%. O potencial de risco de erosão nulo predomina em 67,5% da área, seguido pelo muito alto, segunda maior percentagem, com 14,8 % e 10,8% de risco alto. Tanto as nascentes quanto a foz se encontram em áreas de risco de erosão nulo.

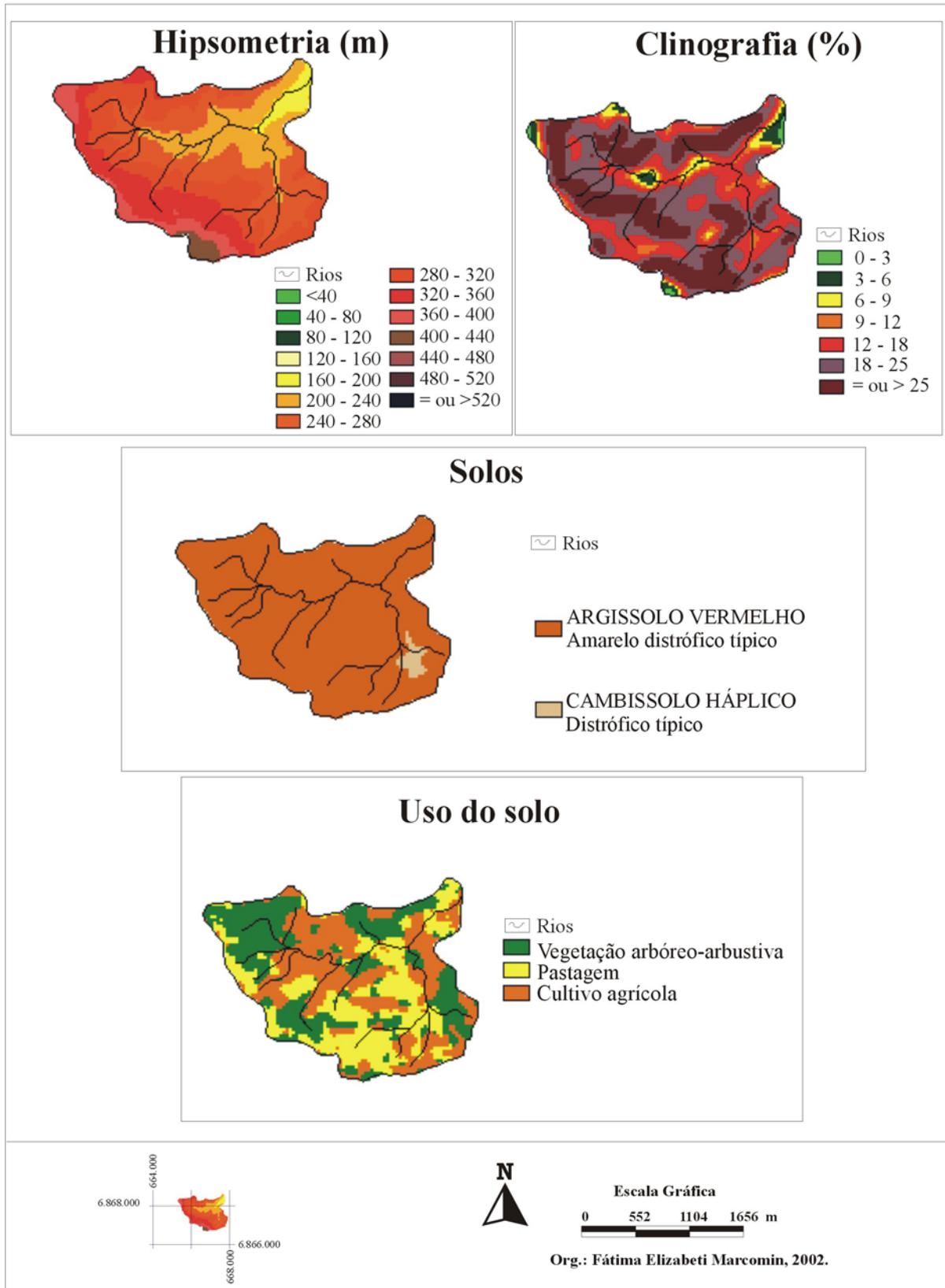


FIGURA 31A: Subunidade “Boa Vista” - elementos da paisagem.

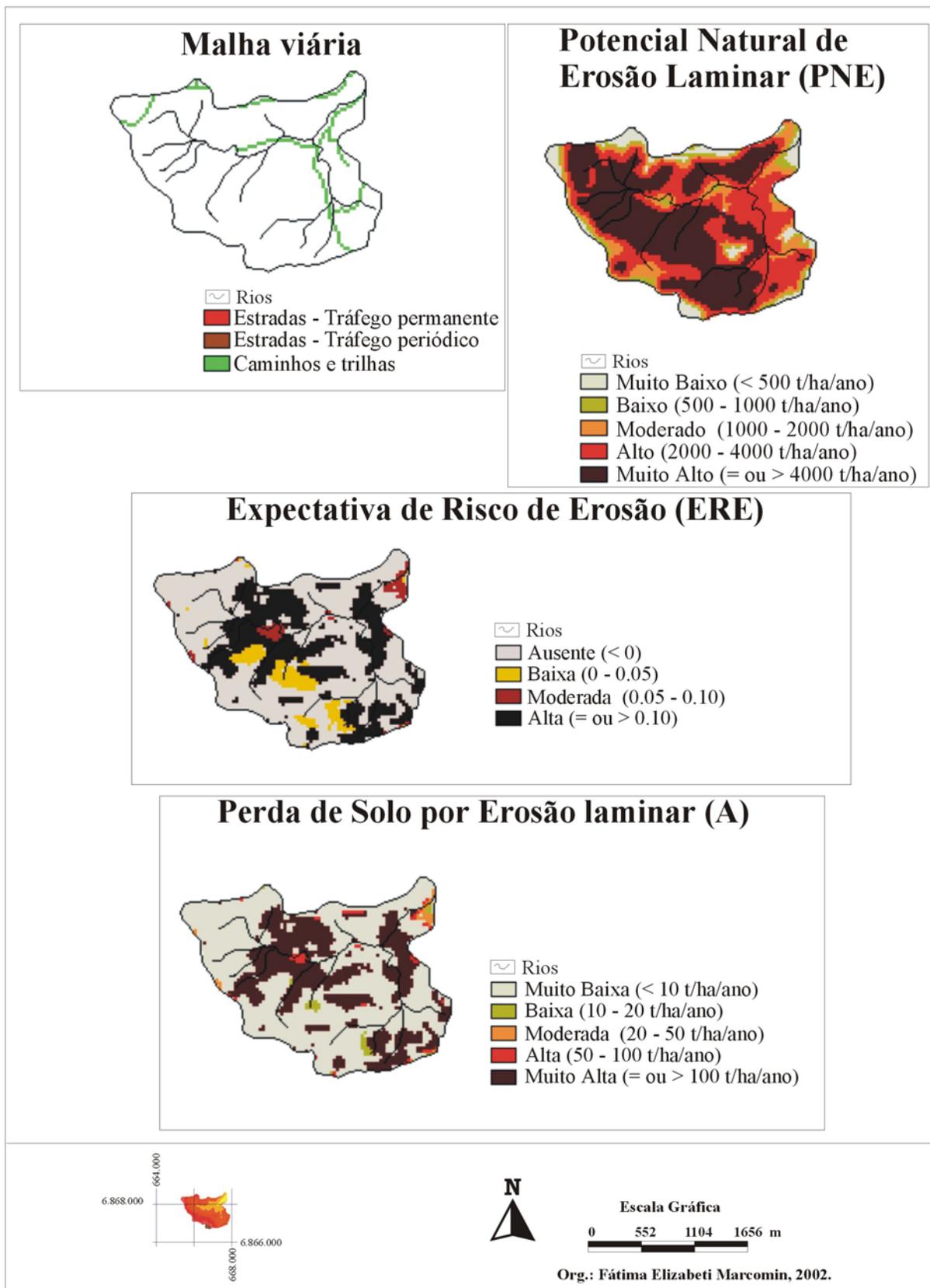


FIGURA 31B: Subunidade “Boa Vista”- elementos da paisagem, PNE, ERE e A.

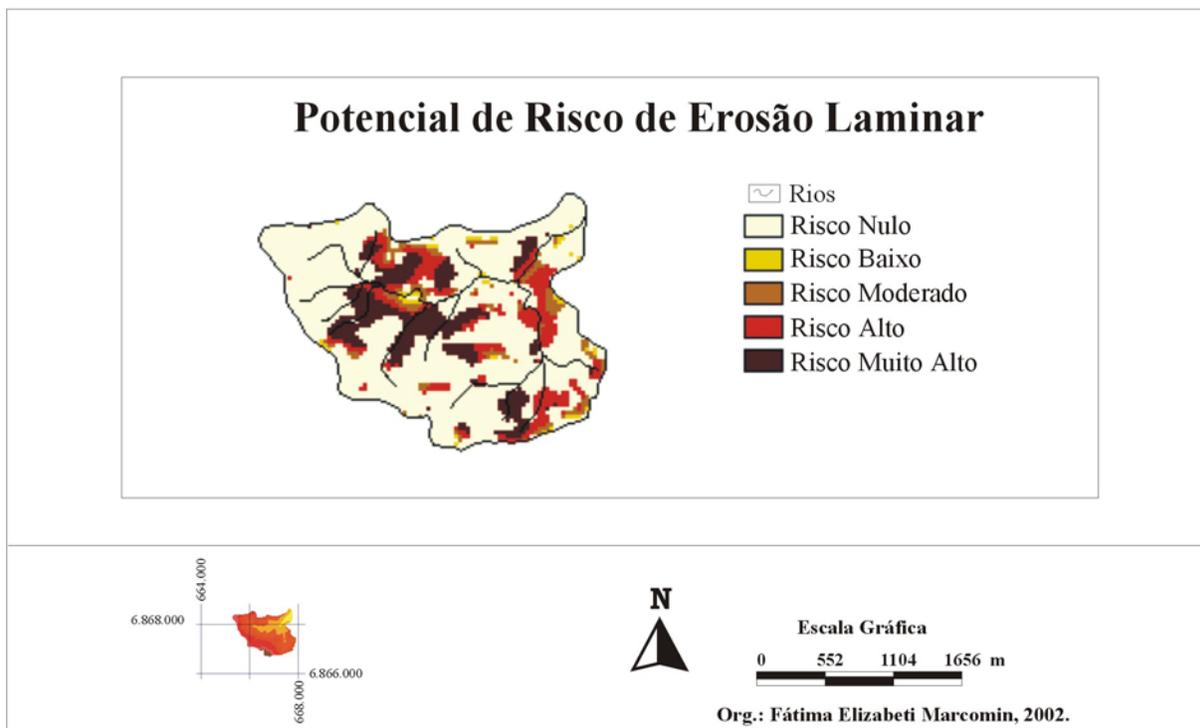


FIGURA 31C: Subunidade “Boa Vista” - Potencial de Risco de erosão laminar.

-SUBUNIDADE “Rio Belo Alto” (Figuras 32 A,B): nas nascentes ocorre classe de altitude 240-280 m e na foz entre 40 - 80 m. Predomina a classe 200-240 m , 39,5%, seguida pela classe 240-280 m, 26,4%. A classe 280-320 ocorre somente no sentido sudeste da bacia. Quanto à declividade, nas nascentes ocorre classe 16-25%, e na foz, classe 3-6%. Predomina a classe igual ou superior 25% (26,2%), seguida pelas classes 12-18% (25,8%) e 18-25% (21,5%). Na nascente e foz ocorre vegetação arbóreo-arbustiva. Predomina a pastagem em 35,7% da área, seguida pelo cultivo com 34,2% e 30,1% de vegetação arbóreo-arbustiva. O cultivo concentra-se mais na região sudeste. No que se refere à malha viária, ocorre somente caminhos e trilhas. Quanto aos solos ocorrem 96% de ARGISSOLO VERMELHO Amarelo distrófico típico e somente 4% de CAMBISSOLO HÁPLICO Distrófico típico. As nascentes ocorrem em áreas de PNE muito alto e moderado, enquanto a foz em PNE baixo. A classe muita baixa predomina na região sudoeste, sul e sudeste da subunidade. Predomina classe de PNE muito alto com 37,8%, seguido pela classe de PNE moderado (25%). A menor ocorrência é de classe de PNE baixo (9,8%) e concentra-se mais na região oeste da bacia. Predomina ERE ausente em 58% da área, seguida pela alta com 24,2%. Nascentes com ERE ausente e foz com ERE moderada. Tanto as áreas de nascentes quanto da foz se encontram em classes de perda de solo muito baixa. Áreas de perda muito alta e alta concentram-se mais na região sul desta subunidade. Há o predomínio de perda de solo da classe muito baixa (cerca de 63%), enquanto muito alta em 24%. Quanto ao potencial de risco de erosão, predomina em 73,5% da área o risco nulo, seguido por 8,5% de moderado e 7,7% de muito alto. Nascentes em áreas de risco de erosão nulo e moderado e foz em áreas de risco nulo. Maior concentração de potencial de risco de erosão baixo a alto na região sudeste da subunidade.

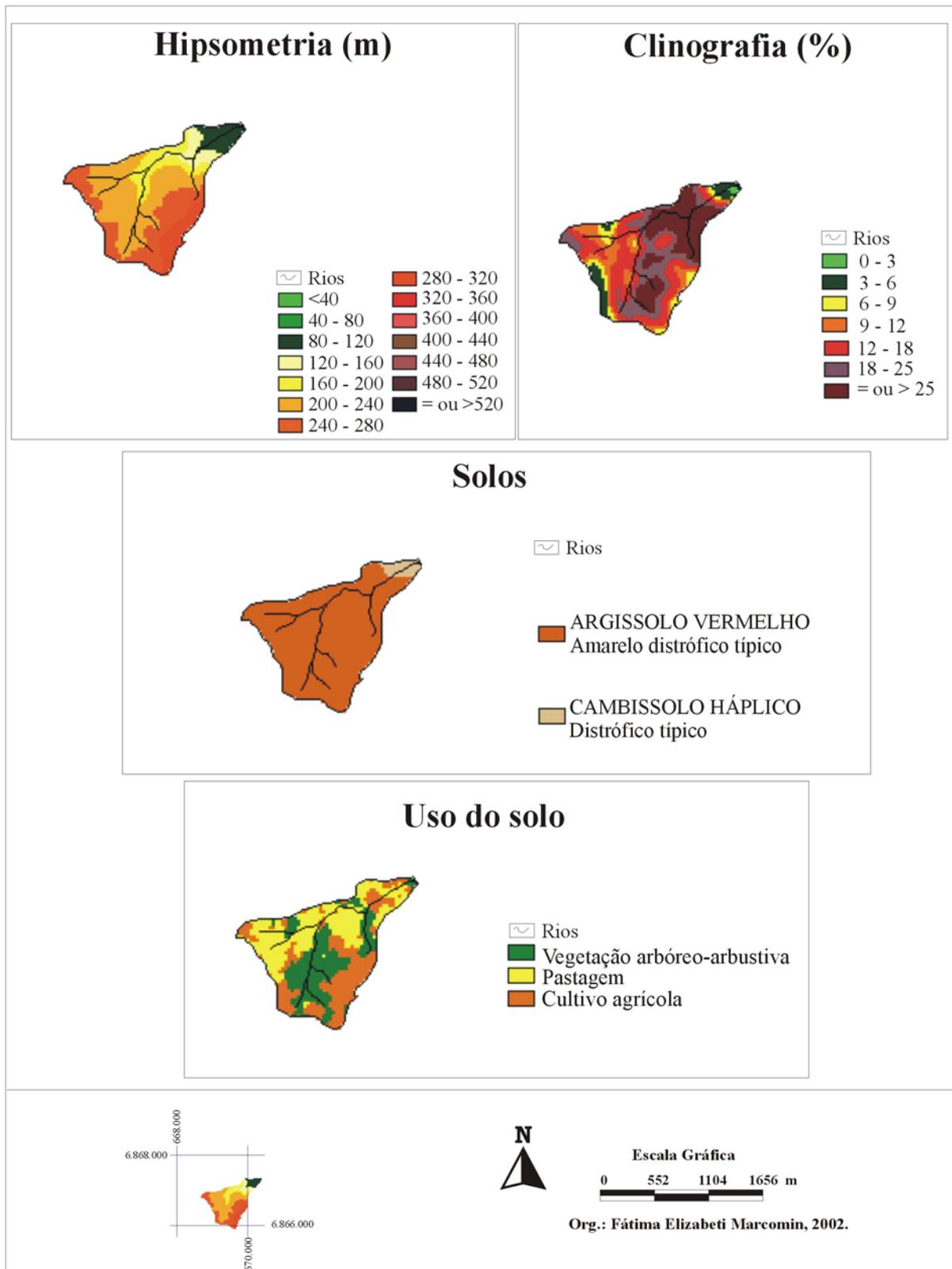


FIGURA 32A: Subunidade Rio Belo Alto - elementos da paisagem.

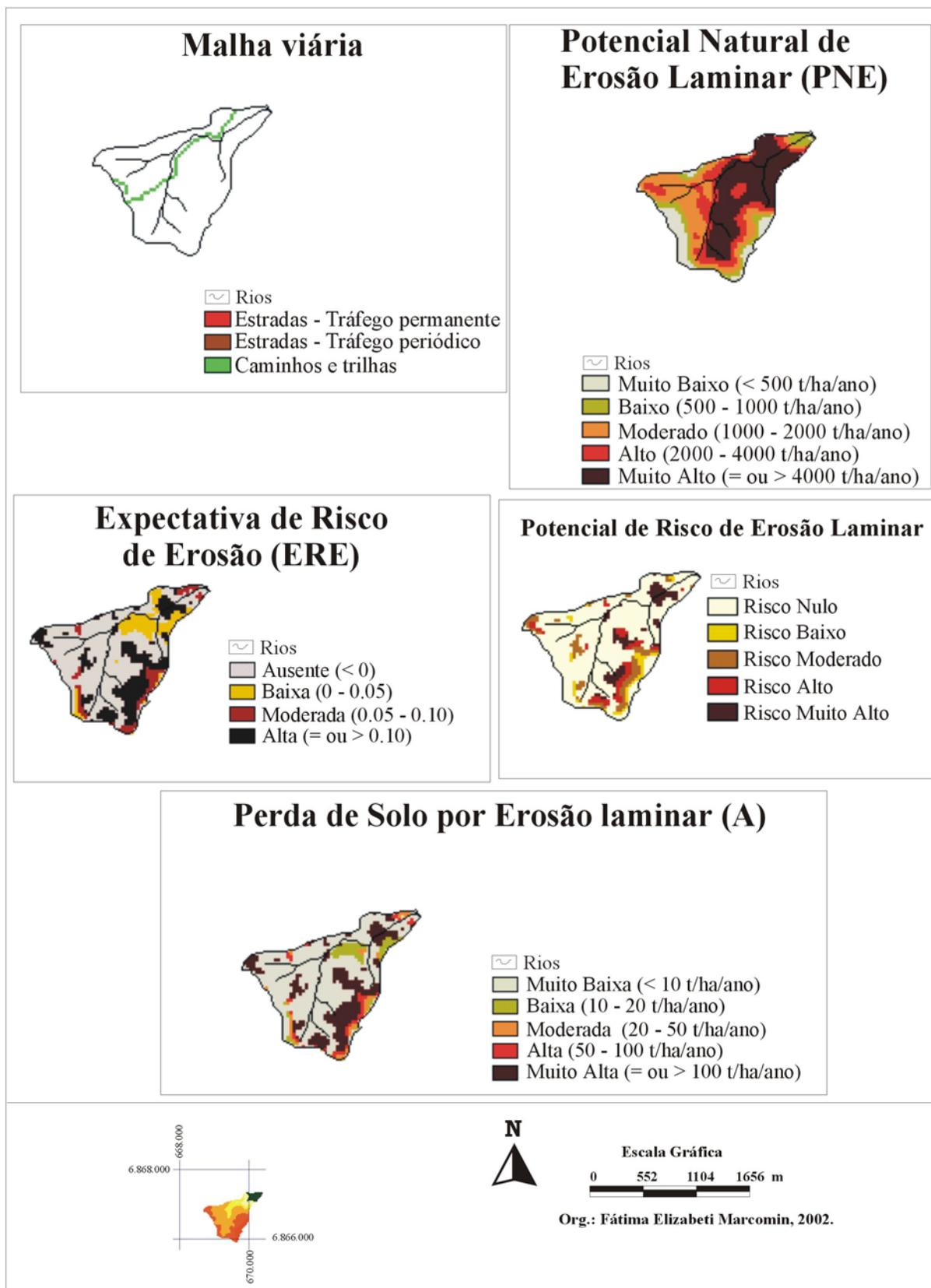


FIGURA 32B: Subunidade Rio Belo Alto - elementos da paisagem, PNE, ERE, A e Potencial de Risco de erosão laminar.

- **SUBUNIDADE “Taipa” (Figuras 33 A,B,C):** quanto à altitude, ocorre nas nascentes classe 360-400 m e na foz, classe 40-80 m. Áreas de classe 80-120 m aparecem na região sul e sudeste. Predomina a classe 240-280 m (30%), seguida pelas classes 200-240 m (20%). Com relação à declividade, nas nascentes ocorrem as classes 18-25% e 12-18% , enquanto na foz de 3-6%. Áreas inferiores a 6% concentram-se mais nas regiões oeste e noroeste da área. Predomina a classe igual ou maior que 25% com 30,7%. Nascente com vegetação arbóreo-arbustiva e cultivo, enquanto a foz com pastagem. Predomina a vegetação arbóreo-arbustiva (40%), seguida pelo cultivo agrícola (33,2%). Nesta subunidade ocorre a maior expressão de estradas de tráfego permanente, cortando a área no sentido leste-oeste. Ocorrem ainda estradas de tráfego periódico, caminhos e trilhas. Quanto aos solos, 97% de ARGISSOLO VERMELHO Amarelo distrófico típico e somente 3% de CAMBISSOLO HÁPLICO Distrófico típico. Quanto ao PNE, predomina classe muito alto em 35,5% da área, enquanto a ERE ausente predomina em 65,7% desta subunidade, seguida por ERE alta em 22,8% da área. Nascentes em áreas de ERE ausente e alta, enquanto a foz em ERE de classes ausente e moderada. Nas nascentes há perdas das classe muito baixa e muito alta, esta última, no entanto, não deveria se fazer presente em tais áreas, dada a necessidade de uso do solo compatível com a importância dessas áreas de nascente para o equilíbrio da dinâmica da paisagem. Seria fundamental que em áreas de nascentes as perdas de solo fossem mínimas ou nulas e que em tais áreas o uso do solo fosse preferencialmente por vegetação arbóreo-arbustiva. Nas áreas de foz, ocorre perda da classe muito baixa. As perdas da classe moderada concentram-se mais na região norte e nordeste da subunidade. Predomina perda da classe muito baixa (68,2%), seguida pela classe muito alta (23,7%). Cerca de 74% da área apresenta potencial de risco de erosão nulo, seguido pelas classes de risco alto, muito alto e moderado com, respectivamente, 7,9 %, 7,3 % e 7,2 %. Nascentes em áreas com risco de erosão nulo e muito alto, enquanto a foz em áreas de risco nulo.

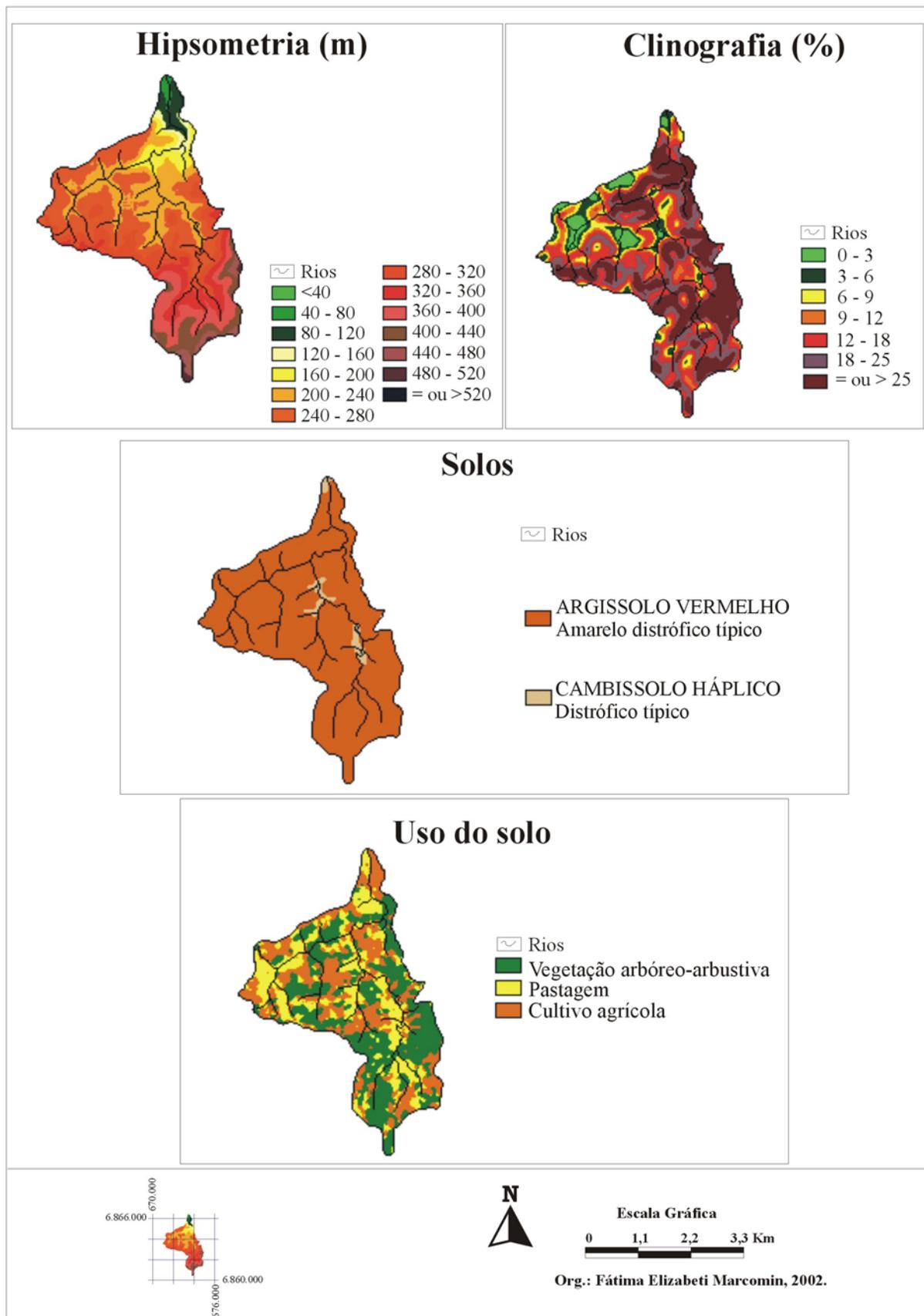


FIGURA 33A: Subunidade “Taipa”- elementos da paisagem.

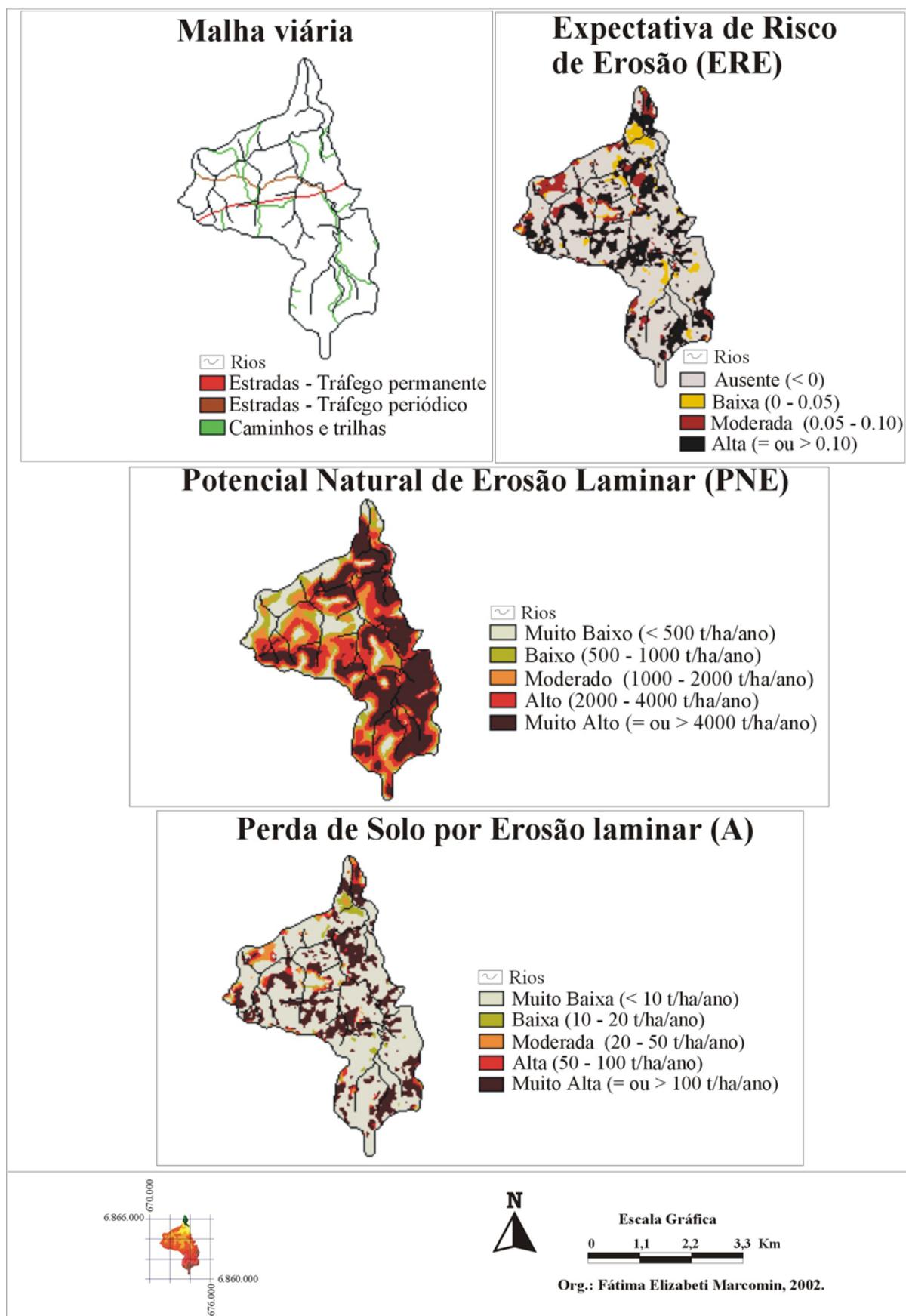


FIGURA 33B: Subunidade “Taipa”- elementos da paisagem, PNE, ERE e A.

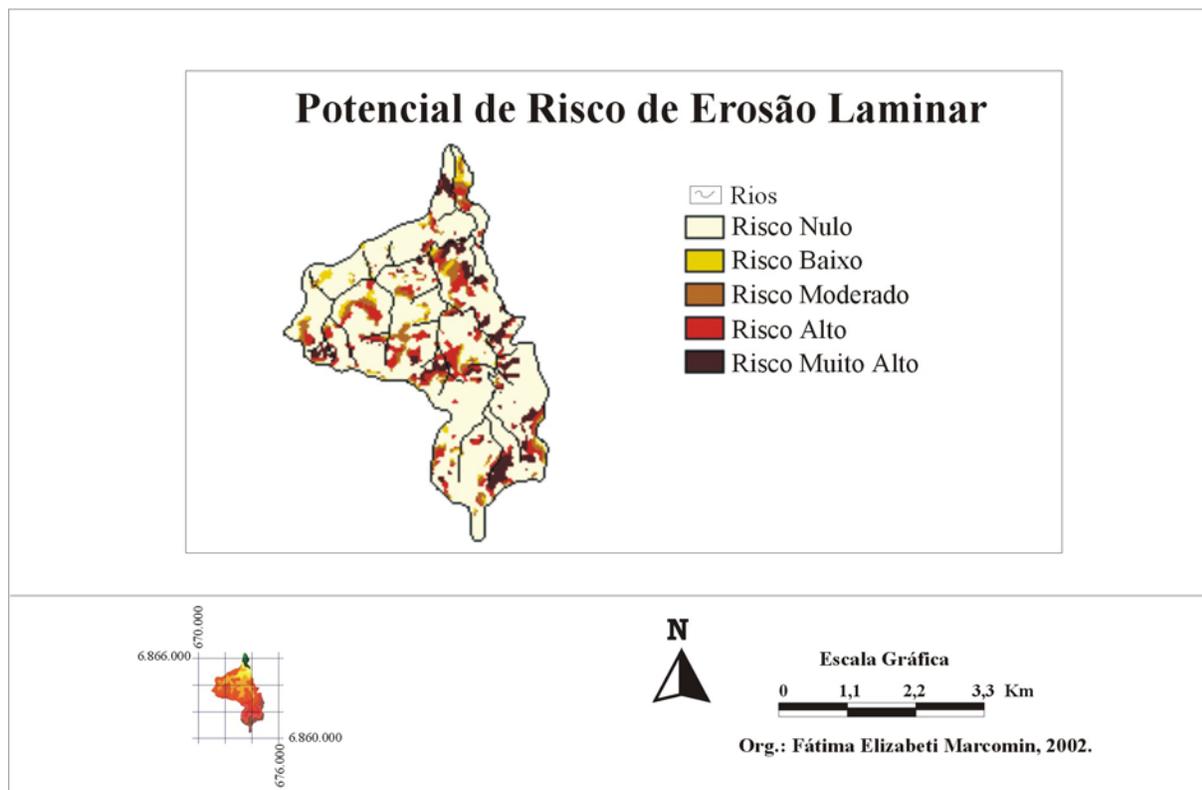


FIGURA 33C: Subunidade “Taipa” - Potencial de Risco de erosão laminar.

4.9 Cruzamentos

Tendo em vista que para todos os cruzamentos realizados houve uma repetição do comportamento em diversas classes, optou-se por fazer uma descrição geral dos cruzamentos, para não tornar a referida descrição tão repetitiva. Segue a descrição do comportamento observado para a maioria das subunidades, mencionando, no entanto às que apresentaram resultados diferenciados.

4.9.1 Entre o uso do solo e os elementos da paisagem

O cruzamento das imagens de uso do solo com a hipsometria, declividade, tipo de solo e malha viária (Tabela 33) permite constatar que o uso do solo, em todas as subunidades, não está ligado à presença de malha viária, desde que mesmo em áreas isentas de estradas ocorrem uso de solo por cultivo e pastagem; o mesmo ocorre em relação à hipsometria. Para 12 das 14 subunidades, as faixas de altitude existentes, em cada classe, aplicam-se a todas as classes de uso presentes, exceto pelas subunidades “Barreira” e “Vila dos Bianco”.

Em todas as classes de tipo de solo ocorre ocupação por vegetação arbóreo-arbustiva, pastagem e cultivo agrícola, para todas as subunidades da paisagem. Para onze das 14 subunidades da paisagem todos os tipos de uso ocorrem em todas as faixas de declividade; nas subunidades “Rio Pinheiros Alto – B. E.”, “Rio Pinheiros de Baixo – B. E.” a pastagem surge a partir de 3 % de declividade e na “Linha da Invernada” a pastagem não aparece em declividade maior que 25%. A subunidade de melhor qualidade sob o ponto de vista do uso do solo, uma vez que apresenta a maior percentagem de cobertura vegetal e menor percentagem de cultivo, é a subunidade “Barreira”. Essa área apresenta os maiores valores (máximo e médio) de declividade, e, portanto, com maiores riscos de perda de solo, não fosse a cobertura vegetal existente. A subunidade de menor qualidade ambiental, quanto ao uso do solo, é a subunidade “Boa Vista”, onde maior percentagem do solo é empregada para cultivo, embora os demais usos também sejam expressivos. As subunidades “Vila dos Bianco”, “Boa Vista” e Rio Belo Alto são geograficamente vizinhas e apresentam percentagens muito próximas nos três tipos de uso do solo, configurando um comportamento mais regionalizado com relação ao uso do mesmo.

Tabela 33: Cruzamentos entre os tipos de usos do solo e os elementos da paisagem das subunidades da bacia hidrográfica do Rio Pinheiros (SC).

Subunidades	Uso solo	ALTITUDE														DECLIVIDADE							TIPOSOLO			MALHA VIÁRIA					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	1	2	3	4	5	6	7	1	2	O	1	2	3			
Leito Principal	V	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x						
	P	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	C	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
“Linha da Invernada”	V							x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				x		x	
	P							x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				x		x	
	C							x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				x		x	
“Alto Barracão”	V						x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				x		x	
	P						x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				x		x	
	C						x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				x		x	
“Furninhas”	V					x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				x		x	
	P					x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				x		x	
	C					x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				x		x	
Rio das Furnas	V		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x		
	P		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x		
	C		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x		
“Rio Pinheiros Alto – B.E.”	V				x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				x		x	
	P				x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				x		x	
	C				x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				x		x	
“Barreira”	V		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				x	
	P		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				x	
	C		x	x	x	x				x	x	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				x	
“Rio Pinheiros de Baixo – B.E.”	V		x	x	x	x	x	x	x	x	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				x		x		
	P		x	x	x	x	x	x	x	x	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				x		x		
	C		x	x	x	x	x	x	x	x				x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				x		x		
“Rodeio”	V						x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				x		x		
	P						x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				x		x		
	C						x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				x		x		
Rio Carlota	V						x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x			
	P						x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x			
	C						x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x			
“Vila dos Bianco”	V					x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				x		x		
	P					x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				x		x		
	C					x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				x		x		
“Boa Vista”	V					x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				x		
	P					x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				x		
	C					x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				x		

4.9.2 Entre a perda de solo, o PNE e os elementos da paisagem

No cruzamento das imagens de perda de solo com os componentes estruturais da paisagem (altitude, declividade, tipo de solo, uso do solo e malha viária) (Tabela 34), observa-se um comprometimento de todas as subunidades da paisagem, uma vez que no cruzamento entre a perda de solo e uso do solo, as perdas de classes muito alta e alta ocorrem em todas as subunidades sempre associadas com áreas de cultivo agrícola, indicando a necessidade de rever tal ocupação e seu manejo. Além disso, podem ser apontados alguns aspectos interessantes que se refletem para a maioria das subunidades da paisagem: em áreas de vegetação ocorre perda de solo das classes Muito Baixa e Baixa e na pastagem as perdas variam de Muito Baixas a Moderadas. Entretanto, as faixas Alta e Muito Alta aparecem somente nas áreas de cultivo agrícola; as perdas de solo em todas as suas classes distribuem-se ao longo de todas as faixas de altitude; nas áreas desprovidas de malha viária também ocorre perda de solo de todas as classes. As perdas da classe Muito Alta aparecem desde a declividade de 3%; e nas subunidades onde ocorrem CAMBISSOLOS e ARGISSOLOS as perdas variam de Muito Baixa a Muito Alta, não evidenciando, portanto uma relação direta entre as perdas de classe Muito Baixa com solos menos propensos à erosão, como os CAMBISSOLOS. As perdas de solo Muito Alta ocorrem em áreas de PNE desde Baixo a Muito Alto; exceto para a subunidade “Barreira” em que essa classe de perda ocorre a partir de PNE Moderado. Na classe Muito Baixa de PNE não ocorre perda de solo Muito Alta.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

Como os maiores valores médios de perdas de solo se encontram associados ao fator CP, no caso da correlação linear na subunidade “Rio Pinheiros Alto-B. E.” e à maior percentagem de área empregada para cultivo, observada na subunidade “Boa Vista”, e que, em todas as subunidades as perdas de classes Alta e Muita Alta ocorrem somente em áreas de cultivo agrícola, é fundamental que sejam revistas as práticas de uso-manejo e de conservação do solo em todas as subunidades, visando impedir o agravamento das mesmas quando se trata de erosão do solo, assim como motivar a sustentabilidade regional.

Embora 76,8 % da bacia hidrográfica do Rio Pinheiros apresenta potencial de risco de erosão nulo, portanto em relativo equilíbrio, considera-se que os 23,2 % da área cujas perdas ultrapassam o limite de tolerância, são críticos e mereçam atenção no sentido de que se reavalie o uso e manejo do solo e as práticas conservacionistas, possíveis de serem adotadas na área, objetivando reduzir a perda de solo e melhorar a qualidade ambiental da bacia. Convém ressaltar que a bacia hidrográfica do Rio Pinheiros apresenta um valor médio de perda de solo, média para a bacia toda, que é de cerca de 14,4 vezes o limite de tolerância máximo para os solos da área, tornando-a bastante comprometida quanto a sua qualidade ambiental, em vários pontos da bacia em termos de média. Além disso, somente três subunidades da paisagem apresentam valores médios (média) de perda de solo dentro do limite de tolerância para os solos da área.

A ênfase qualitativa conferida aos valores de perda de solo e do potencial natural de erosão prevalece sobre a quantitativa, embora deva ser dada atenção às maiores e menores perdas de solo visando o manejo sustentado da bacia hidrográfica.

Os maiores valores médios de perdas de solo acontecem na direção centro- sudoeste da bacia hidrográfica do Rio Pinheiros, nas subunidades “Rio Pinheiros Alto - Braço Esquerdo” e “Boa Vista”, enquanto que, na região oeste, se concentram as subunidades de menores perdas de solo, exceto a subunidade “Barreira”, situada na região mais ao centro da bacia hidrográfica e que possui os menores valores médios de perda de solo. Aliás, esta subunidade é ladeada por subunidades com valores, médios, de perda de solo maiores que 100 t/ha/ano, e tendo em vista o aspecto topográfico desta subunidade aliado à maior

percentagem de vegetação, justifica-se a necessidade de mudanças no uso e manejo do entorno, buscando impedir que nesta subunidade sejam atingidos os níveis de perda de solo observados nas adjacências.

A subunidade “Barreira” pode ser considerada a de menor comprometimento quanto às perdas de solo por erosão laminar e uso do mesmo, por possuir a menor área da bacia hidrográfica do Rio Pinheiros empregada para cultivo agrícola, as maiores percentagens de área com vegetação arbóreo-arbustiva e de perda de solo da classe Muito Baixa, assim como o menor valor médio de perda de solo. Enquanto a subunidade de maior comprometimento é a do “Rio Pinheiros Alto-B. E.”, seguida pela “Boa Vista”, onde se observaram os maiores valores médios de perda de solo, além desta última apresentar a maior percentagem de área com cultivo agrícola e de perda de solo da classe Muita Alta.

Tendo em vista que em todas as subunidades ocorrem perdas das classes Muito Alta e Alta, e estas, por sua vez, estão sempre associadas a áreas de cultivo agrícola, sugere-se rever tal uso.

Dada a importância da análise do uso do solo para este estudo, em muito contribuiria se houvesse na região fotos aéreas atuais ou imagens de satélite de alta resolução, para que se pudesse proceder tal análise, o que caracterizaria um maior detalhamento da área, permitindo uma ênfase maior nos aspectos que não foram tratados em profundidade, com reflexos inclusive sobre o cálculo do fator uso e manejo (C) da equação de perda do solo.

A análise da perda de solo, por meio da EUPS, permite visualizar as subunidades mais críticas com relação às maiores perdas de solo, no entanto em muito contribuiria, a este estudo, a análise de sólidos em suspensão nos corpos d’água.

Uma classificação utilitária das terras, segundo o sistema de capacidade de uso, visando determinar a potencialidade agrícola e as práticas conservacionistas mais adequadas para cada subunidade, seria de extrema importância para complementar as sugestões de manejo para a bacia hidrográfica.

Os planos de gestão na bacia hidrográfica do Rio Pinheiros deverão priorizar ações emergenciais nas áreas de maior perda de solo, como, por exemplo, o incentivo ao manejo com a substituição do disco pelo cultivo mínimo ou plantio direto, prática adotada em pequena escala na região. Também devem ser incentivadas outras práticas conservacionistas adequadas à região e que poderiam contribuir para reduzir a perda de solo por erosão laminar e viabilizar o uso sustentável do solo na bacia hidrográfica em estudo. Além disso, considerando que os períodos de maior precipitação são os meses de fevereiro e janeiro, os quais correspondem ao período em que as áreas agrícolas estão sendo preparadas para o plantio de feijão, a redução da prática de uso do disco e substituição pelo cultivo mínimo ou plantio direto deve ser incentivada.

Convém ressaltar também que as áreas em que se verificou as menores perda de solo, também são merecedoras de atenção no sentido de impedir o desenvolvimento de práticas que comprometam as condições atuais.

Visando ao planejamento e o uso sustentável do solo na bacia hidrográfica do Rio Pinheiros sugere-se um trabalho de Educação Ambiental junto aos agricultores, no intuito de orientar e esclarecer sobre a necessidade de revisão das práticas agrícolas, bem como da importância de manutenção da cobertura vegetal, devido a importância da mesma na redução dos processos erosivos, corroborados neste estudo pela subunidade “Barreira”. Neste sentido, seria oportuno também rever junto aos agricultores a importância da existência e manutenção de cobertura vegetal como cortina ou cercas vivas, as quais poderiam contribuir para reduzir o comprimento de rampa, além de reduzir a erosão entre as propriedades rurais ou mesmo entre diferentes tipos de cultivos, e como fator de proteção em áreas de topos de morros, em encostas, ao longo dos cursos d’água e também ladeando as estradas.

No que tange à Educação Ambiental, ainda, a mesma poderá ser implementada utilizando-se também de palestras, a partir dos dados levantados neste estudo, junto aos agricultores e demais agentes da comunidade, alertando sobre a necessidade de revisão das práticas de manejo adotadas. Além disso, diversos materiais educativos poderão ser elaborados, abordando o uso atual do solo na bacia, os problemas advindos das práticas

agrícolas atualmente adotadas, as potencialidades da bacia e os possíveis métodos e ações de redução dos processos erosivos capazes de serem implementados na região.

É necessário que as práticas agrícolas, na área, considerem, por exemplo, a vocação agrícola dos solos, a necessidade e importância de redução do uso do disco, do incentivo ao plantio direto e cultivo mínimo, do aumento de barreiras naturais como as cercas vivas, da manutenção da cobertura vegetal e da proteção dos corpos d'água a fim de promover a sustentabilidade.

Nos municípios de Orleans e São Ludgero, áreas da bacia hidrográfica do Rio Pinheiros, a integração entre a EPAGRI, secretarias municipais de agricultura, associações, universidade, agricultores e demais moradores da bacia, deverá ser estimulada no sentido de favorecer parcerias que contemplem ações nas áreas mais afetadas pela erosão, objetivando a melhoria da qualidade ambiental, assim como nas áreas em equilíbrio, avaliando ações que permitam o desenvolvimento de uma agricultura sustentável para a bacia como um todo.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARROW, C. J. *Land degradation – development and breakdown of terrestrial environments*. Cambridge: Cambridge University, 1994. 295 p.
- BERTOL, I. ; ALMEIDA, J.A. Tolerância de perda de solo por erosão para os principais solos do estado de Santa Catarina. *Revista Brasileira Ciências do Solo - Sociedade Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.3, n. 24, p. 657- 68, 2000.
- BERTOLINI, D. ; LOMBARDI NETO, F. Embasamento técnico do programa estadual de subunidades hidrográficas. In: LOMBARDI NETO, F. ; DRUGOWICH, M. I. (Coords.) *Manual técnico de manejo e conservação do solo e água - (Embasamento técnico do programa estadual de subunidades hidrográficas)*. Campinas: CATI, 1993. 15 p. (Manual técnico n. 38).
- BERTONI, J. ; LOMBARDI NETO, F. *Conservação do solo*. 4 ed. São Paulo: Ícone, 1999. 355 p.
- BERTONI, J; LOMBARDI NETO, F. BENATTI JÚNIOR, R. *Equação de perdas de solo*. Campinas: Instituto Agrônômico, 1975. (Boletim Técnico n. 21).
- BERTONI, J.; PASTANA, F. I.; LOMBARDI NETO, F.; BENATTI JÚNIOR, R. *Conclusões gerais das pesquisas sobre conservação do solo no Instituto Agrônômico*. Campinas: Instituto Agrônômico, 1972. (Circular n. 20).
- BOTELHO, R. G. M. Planejamento ambiental em microbacia hidrográfica. In: GUERRA, A. J. T. ; SILVA, A. S. DA; BOTELHO, R. G. M. (orgs.). *Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999. 340 p. p. 269 - 300.
- BREWER, R. *The science of Ecology* . 2 ed. Orlando: Saunders College; Harcourt College, 1994. 773 p.
- BUENO, C. R. P. *Zoneamento da suscetibilidade à erosão dos solos da alta e média bacia do Rio Jacaré-Pepira. SP. com vistas ao planejamento ambiental*. 1994. 137 p. Tese

(Doutorado) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro - São Paulo.

BUREL, F. ; BAUDRY, J. Hedgerow network patterns and processes en France. In: ZONNEVELD, I. S.; FORMAN, R. T. T. (eds.). *Changing landscapes: an ecological perspective*. New York: Springer-Verlag, 1990. 286 p. p. 98 - 119.

BUREL, F. ; BAUDRY, J. ; LEFEUVRE, J. C. Landscape structure and the control of water runoff. In: BUNCE, R. G. H. ; RYSZKOWSKI, L.; PAOLETTI, M. G. *Landscape ecology and agroecosystems*. Boca Raton: Lewis, 1993. 240 p. p. 41 - 7.

CAMPOS, J. de O. Relato da seção técnica II. In: *Simpósio Nacional de controle de erosão*, 4, 1987, Marília. **Anais...** São Paulo: ABGE/DAEE, 1987. 571 p. p. 289 - 312.

CANTER, L. W. *Environmental impacts of agricultural production activities*. Michigan: Lewis, 1986.

CASTRO, A. G. ; VALÉRIO FILHO, M. Simulação da expectativa de perdas de solo em microbacia sob diferentes manejos florestais. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* - Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 21, n.1, p. 419 - 426, 1997.

CAVALLI, A. C. *Utilização de dados espectrais dos sensores TM/LANDSAT-5 e AVHRR/NOAA-14 como indicadores de processos de degradação do solo*. 1999. 153 p. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro - São Paulo.

CUNHA, S, B. DA ; GUERRA, A. J. T. Degradação ambiental. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S, B. DA (Orgs.). *Geomorfologia e meio ambiente*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. 372 p. p. 337 - 79.

DENARDIN, J. E. *Erodibilidade do solo estimada por meio de parâmetros físicos e químicos*. 1990. 81 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Agronomia, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba - São Paulo.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro

Nacional de Pesquisa de Solos. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Brasília: Embrapa Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 1999. 412 p.

EPAGRI - EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E DE EXTENSÃO RURAL DE SANTA CATARINA. *Inventário das terras em microbacias hidrográficas - microbacia: Rio Pinheiros (Orleans/SC)*. Florianópolis: EPAGRI, 1995. (Versão preliminar).

EVANS, R. Mechanics of water erosion and their spatial and temporal controls: an empirical viewpoint. In: KIRKBY, M. J. ; MORGAN, R. P. C. (eds.) *Soil erosion*. New York: John Wiley e Sons, 1980. p. 109 - 28.

FALKENMARK, M. ; SUPRAPTO, R. A. Population - landscape interations in development: a water perspective to environmental sustainability. *AMBIO*, v. 21, n. 1, p. 31 - 6, 1992.

FAO. *La erosion del suelo por el agua: algunas medidas para combatirla en las tierras de cultivo*. Roma: Organizacion de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentation, 1967. (Colección FAO: Fomento de tierra y aguas n. 7. FAO: Cuadernos de fomento agropecuário n. 81).

FARINA, A. *Principles and methods in landscape ecology*. London: Chapman e Hall, 1998. 235 p.

FORMAN, R. T. T. *Land mosaics - the ecology of landscapes and regions*. Cambridge: Cambridge University, 1995. 610 p.

FORMAN, R. T. T. Ecologically sustainable landscapes: the role of spatial configuration. In: ZONNEVELD. I. S. ; FORMAN. R. T. T. (eds) *Changing landscapes: a ecological perspective*. New York: Springer - Verlag, 1990. 286 p. p. 261 - 78.

FORMAN, R. T. T.; GODRON, M. Patches and strutural components for a landscape ecology. *BIOSCIENCE*. v. 31, n. 10, p. 733 - 40, 1981.

FORMAN, R. T. T.; GODRON, M. *Landscape ecology*. New York: John Wiley e Sons, 1986. 620 p.

FREIRE, O. Uso agrícola do solo: impactos ambientais. In: QUEIROZ, T. A.. (ed.) *Análise ambiental: estratégias e ações*. Rio Claro: UNESP, 1995. p. 280.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 1976. Escala 1:50.000. Folhas:

SH 22 - X - B - I - 1 - Aiurê

SH 22 - X - B - I - 3 - Orleães

SH 22 - X - B - I - 4 - Tubarão

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Censo demográfico 2000*. Disponível em:

<<http://www.ibge.gov.br/home/população/censo2000>. Acesso em março de 2002.

KEMPER, B. ; DERPSCH, R. Estudos sobre sustentabilidade dos solos à erosão e métodos de proteção do solo no Estado do Paraná. In: *Encontro Nacional de pesquisa sobre conservação do solo*, 3, 1980, Recife. **Anais...** Recife, 1981. P. 251 – 69.

LANDIM, P. M. B. *Análise estatística de dados geológicos*. São Paulo: UNESP, 1998. 226 p. (Ciência e tecnologia).

LOMBARDI NETO, F. *Rainfall erosivity – its distribution and relationship with soil loss at Campinas. Brazil*. 1977. 53 p. Degree (Master of Science) - Faculty of Purdue University, U.S.A.

_____. *Universal soil loss equation (USLE). runoff erosivity factor. slope length exponent and slope steepness exponent for individual storms*. 1979. Degree (Doctor of Philosophy) - Faculty of Purdue University, U.S.A.

_____. Uso e manejo do solo e da água – manejo e conservação do solo. In: LOMBARDI NETO, F.; CAMARGO, O. A. de (Coor.). *Microbacia do Córrego São Joaquim (município de Pirassununga. SP)*. Campinas: Instituto Agrônômico, 1992. p. 65 -85. (Documentos IAC n. 29).

_____. *Equação Universal de Perda de Solo*. Campinas: Instituto Agrônomo, 1995. 6 p.

LOMBARDI NETO, F. ; BERTONI, J. *Erodibilidade de solos paulistas*. Campinas: Instituto Agrônomo, 1975. 12 p. (Botetim Técnico - 27).

LOMBARDI NETO, F. ; MOLDENHAUER, W. C. Erosividade da chuva: sua distribuição e relação com as perdas de solo em Campinas (SP). *Bragantia* - Revista de Ciências Agrônomicas - Instituto Agrônomo, Campinas, v. 51, n. 2, p. 189-96, 1992.

LOMBARDI NETO, F.; SILVA, I. R. da; CASTRO, O. M. de. Potencial de erosão das chuvas no Estado de São Paulo. In: *Encontro Nacional de pesquisa sobre conservação do solo*, 3, 1980, Recife. *Anais...* . Recife, 1981.

LUCAS, P. H. C.. *Protected landscapes: a guide for policy - makers and planners*. London: Chapman e Hall, 1995.

MACEDO, S. S. *Paisagem. urbanização e litoral - do éden à cidade*. 1993. Tese (Livro Docência) - Faculdade de Arquitetura e urbanismo, Universidade de São Paulo - São Paulo.

MAFRA, N. M. C. Erosão e planificação de uso do solo. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S. da; BOTELHO, R. G. M. (Orgs). *Erosão e conservação dos solos: conceitos. temas e aplicações*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999. p. 301 -322.

MARQUES, J. J. G. S. M.; ALVARENGA, R. C.; CURI, N.; SANTANA, D. P. ; SILVA, M. L. N. Índices de erosividade da chuva. perdas de solo e fator erodibilidade para dois solos da região dos cerrados - primeira aproximação. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* - Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 21, n. 1, p. 427 - 34, 1997a.

MARQUES, J. J. G. S. M.; CURI, N.; FERREIRA, M. M.; LIMA, J. M.; SILVA, M. L. N.; CAROLINO DE SÁ, M. A. Adequação de métodos indiretos para estimativa da erodibilidade de solos com horizonte B textural no Brasil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* - Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 21, n. 1, p. 447 - 56, 1997b.

MARQUES, J. J. G. S. M.; CURI, N.; LIMA, J. M.; FERREIRA, M. M.; SILVA, M. L. N.; FERREIRA, D. F. Estimativa da erodibilidade a partir de atributos de solos com horizonte B textural no Brasil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* - Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 21, n.1, p. 457- 65, 1997c.

MORGAN, R. P. C. *Soil erosion and conservation*. 2. ed. England: Longman, 1995.

NASCIMENTO, M.A.L. S. *Bacia do Rio João Leite: influência das condições ambientais naturais e antrópicas na perda de terra por erosão laminar*. Rio Claro. S.P. 1998.176 p. Tese (Doutorado em Geografia) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro - São Paulo.

NOGUEIRA, F. de P. *Uso agrícola sustentado das terras no município de Vera Cruz. SP: proposta metodológica*. 2000. 84 p. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro - São Paulo.

NORSE, D.; JAMES, C.; SKINNER, B.J.; ZHAO, Q. Agriculture, landscape and degradation. In: DOOGE, J. C. I.; GOODMAN, G. T.; LA RIVIÈRE, J. W. M.; MARTON - LE FÈVRE, J.; RIORDAN, T. O.; PRADERIE, F.; BRENNAN, M. *An Agenda of science for environment and development into the 21 st century*. Cambridge: Cambridge University, 1994. 331 p. p. 79 - 89.

OLIVEIRA, A. M. dos S.; PONÇANO, W. L. ; SALOMÃO, F. X. de T. ; DONZELI, P. L.; ROCHA, G. A. ; VALÉRIO FILHO, M. Questões metodológicas em diagnósticos regionais de erosão: a experiência pioneira da bacia do Peixe Paranapanema - SP. In: *Simpósio Nacional de controle de erosão*, 4, 1987, Marília . **Anais...** . São Paulo: ABGE/DAEE, 1987. p . 51 - 71.

OLIVER, M. A. ; WEBSTER, R. Krigging: a method of interpolation for geographical information systems. *International Journal of Geographical Information Systems*. v.4, n. 3, p. 313 - 32, 1990.

PALMIERI, F. ; LARACH, J. O. I. Pedologia e geomorfologia. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. DA. (orgs.). *Geomorfologia e meio ambiente*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. 372 p. p. 59 -122.

PAREIRA, V. de P. Erosão hídrica e indicadores ambientais. In: MARTOS. H. L. e MAIA. N. B. (Orgs). *Indicadores ambientais*. Sorocaba. 1997. p. 175 - 84.

PEREIRA, J. B. DA S.; ALMEIDA, J. R. DE. Biogeografia e Geomorfologia. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. DA (Orgs.). *Geomorfologia e meio ambiente*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. 372 p. p. 196 - 247.

PIRES, J. S. R. *Análise ambiental voltada ao planejamento e gerenciamento do ambiente rural: abordagem metodológica aplicada ao município de Luís Antônio -SP*. 1995. 194 p. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos - São Paulo.

PIRES, J. S. R. ; SANTOS, J. E. dos. Bacias hidrográficas: integração entre meio ambiente e desenvolvimento. *Ciência Hoje*, v.19, n. 110, p. 4 - 45, 1995.

POLETTE, M. Paisagem: uma reflexão sobre um amplo conceito. *Revista Turismo - visão e ação* - UNIVALI, Itajaí, Ano 2, n. 3, p. 83 - 94, 1999.

PONÇANO, W. L. ; CHRISTOFOLETTI, A. Procedimentos estimativos para taxas de erosão pluvial em regiões tropicais. In: *Simpósio Nacional de Controle de Erosão*, 4, 1987, Marília. **Anais...** São Paulo: ABGE/DAEE, 1987. p. 263 - 86.

PUNDEK, M. Levantamento e planejamento conservacionista de propriedades rurais em microbacias. In: SANTA CATARINA. Secretaria da Agricultura e do Abastecimento. *Manual de uso, manejo e conservação do solo e da água*. Florianópolis, 1991. p. 259 - 81.

_____. *Utilização prática da equação universal de perdas do solo para as condições de Santa Catarina*. Florianópolis: EPAGRI/CIRAM, 1998. 29 p.

QUEIROZ NETO, J. P. *Les problemes de l' erosion aclerée dans L'Etat de São Paulo*. Brezil. Geo. - Eco. - Trop, 2, p. 205 - 20, 1978.

- RANIERI, S. B. L.; SOUZA, M. P. de; SPAROVEK, G. Cálculo do comprimento de rampa para bacias hidrográficas através do software IDRISI. In: *Simpósio de usuários IDRISI*, 1996, Campinas. Faculdade de Engenharia Agrícola - UNICAMP, Faculdade de Agronomia "Manoel Carlos Gonçalves". 1996a. p. 17 - 9.
- RANIERI, S. B. L.; SOUZA, M. P. de; SPAROVEK, G. Quantitative evaluation of the erosion risk in a watershed through geographic information system. In: *Conference on environmetrics in Brazil*, 1996, São Paulo. Abstracts - Institute of Mathematics and Statistics University of São Paulo, 1996b. p. P-11 - P-13.
- RICKLEFS, R. E. *A economia da natureza*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1993. 470 p.
- ROCHA, J. V. ; LOMBARDI NETO, F. ; BACELAR, A. A. A. Cálculo do fator comprimento de rampa (L): uma metodologia para uso em sistema de informação geográfica. In: *Simpósio Nacional de Controle de Erosão*, 5, 1995, Bauru. **Anais...** São Paulo, 1995, p. 421 - 2.
- _____. Metodologia para determinação do fator comprimento de rampa (L) para a equação universal de perdas de solo. In: *Simpósio de usuários IDRISI*, 1996, Campinas. Cadernos de resumos, Campinas: UNICAMP, 1996. p. 3-6 .
- ROCHA, O.; PIRES, J. S. R.; SANTOS, J. E. dos. A bacia hidrográfica como unidade de estudo e planejamento. In: ESPÍNDOLA. E. L. G.; SILVA. J. S. V.; MARINELLI. C. E.; ABDON. M. M. (Orgs). *A bacia hidrográfica do Rio Monjolinho: uma abordagem ecossistêmica e a visão interdisciplinar*. São Carlos: RIMA, 2000. p. 1 -16.
- RODRIGUES, J. M. *Apuntes de geografia de las paisages*. Havana: Faculdade de Geografia, 1984. 453 p.
- ROSE. C. W. Research progress on soil erosion processes and a basis for soil conservation practices. In: LAL. R. (ed.). *Soil erosion research methods*. Netherlands: Soil and Water Conservation Society, 1988. p. 119 - 39.

SALOMÃO, F. X. de T. Controle e prevenção dos processos erosivos. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S. da; BOTELHO, R. G. M. (Orgs). *Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999. p. 229 - 67.

SALOMÃO, F. X. T. ; IWASA, O. Y. Erosão e ocupação rural e urbana. In: BITAR, O. Y. *Curso de Geologia aplicada ao meio ambiente*. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia; Instituto de Pesquisas Tecnológicas – Divisão de Geologia, 1995. 247 p. (Série Meio Ambiente).

SANTA CATARINA. (Estado). Gabinete de Planejamento e Coordenação Geral. Subchefia de Estatística, Geografia e Informática. *Atlas de Santa Catarina*. Rio de Janeiro: Aerofoto Cruzeiro, 1986. 173 p.

_____. Secretaria de Estado da Indústria, do Comércio e Turismo. Centro de Apoio à Pequena e Média Empresa de Santa Catarina. Programa Integrado de Desenvolvimento Sócio-Econômico. *Diagnóstico municipal de São Ludgero*. Florianópolis: IOESC, 1990a.

_____. Secretaria de Estado da Indústria, do Comércio e Turismo. Centro de Apoio à Pequena e Média Empresa de Santa Catarina. Programa Integrado de Desenvolvimento Sócio-Econômico. *Diagnóstico municipal de Orleans*. Florianópolis: IOESC, 1990b.

SÃO LUDGERO. (Município). São Ludgero, sua história, sua gente, seu trabalho, 33 anos de emancipação política – 1962/1995. *São Ludgero*. São Ludgero, Junho. 1995. Suplemento Especial, p. 2.

SÃO PAULO. (Estado). Secretaria de Energia e Saneamento. Departamento de águas e Energia Elétrica. *Controle de erosão: bases conceituais e técnicas; diretrizes para o planejamento urbano e regional; orientações para o controle de boçorocas urbanas*. 2 ed., São Paulo: DAEE/IPT, 1990. 92 p.

SCHWAB, G. O.; FANGMEIER, D. D.; ELLIOT, W. J.; FREVERT, R. K. *Soil and water conservation engineering*. 4 ed. New York: John Wiley e Sons, 1993.

SILVA, A. M. da; SCHULZ, H. E. *Estimativa e análise do fator topográfico (LS) da Equação Universal de Perda de solo com o uso de aplicativo informatizado compatível com software de geoprocessamento*. Disponível em:
<<http://www.fatorgis.com.br/index.shtml>. Acesso em 06 de março de 2001.

SPAROVEK, G. ; VAN LIER, J. Definition of tolerable soil erosion values. In: *Revista Brasileira de Ciência do Solo* - Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 21, n.1, p. 467 - 71, 1997.

SPIEGEL, M.R. *Estatística*. 3. Ed. São Paulo: Makron Books, 1993. 643 p. (Coleção SHAUM).

STEIN, D. P. ; DONZELLI, P. L. ; GIMENEZ, A. F. ; PONÇANO, W. L. ; LOMBARDI NETO, F. Potencial de erosão laminar natural e antrópico. na bacia do Peixe-Paranapanema. In: *Simpósio Nacional de Controle de Erosão*, 4, 1987, Marília. **Anais...** . São Paulo: ABGE/DAEE, 1987, p. 105 - 35.

STRAHLER, A. N. Quantitative analysis of watershed geomorphology. *American Geophysical Union Transactions*, v. 38, n. 6, p. 913 – 20, 1957.

TAVARES, A. C. *A erosão dos solos no contexto da análise ambiental – o exemplo do alto curso do Rio São José dos Dourados*. 1986. 254 p. Tese (Doutorado em Geografia) - Faculdade de Filosofia, Letras, Ciências e História, Universidade de São Paulo - São Paulo.

TURNER, M. G. Landscape ecology: the effect of pattern and process. In: *Annual Review of Ecology and Systematics*, v. 20, p.171-97, 1989.

UBERTI, A. A. A.; BACIC, I. L.Z.; PANICHI, J. de A. V.; LAUS NETO, J. A.; MOSER, J. M.; PUNDEK, M; CARRIÃO, S. L. *Metodologia para classificação da aptidão de uso das terras do estado de Santa Catarina*. Florianópolis: EMPASC/ACARESC, 1991. 19 p. (EMPASC. Documentos. 119).

VALERIANO, M. de M. *Estimativa das variáveis topográficas por geoprocessamento para modelagem da perda de solos*. 1999. 146 p. Tese (Doutorado em Geociências) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro - São

Paulo.

VIEIRA, L. S. ; SANTOS, P. C. T. C. ; VIEIRA, M. N. S. *Solos: propriedade, classificação e manejo*. Brasília: MEC/ABEAS, 1988. 154 p. (Programa Agricultura nos Trópicos, v. 2).

WESTMAN, W. E. *Ecology, impact assessment and environmental planning*. New York: John Wiley e Sons, 1985. 532 p.

WISCHMEIER, W. H. ; SMITH, D. D. *Predicting rainfall erosion losses – a guide to conservation planning*. Washington: USDA/ARS, 1978. 58 p. (Agricultural Handbook no. 573).

ANEXO A: Erosividade (% acumulada) para um ciclo agrícola anual da bacia hidrográfica do Rio Pinheiros, SC.

Valores	5.1	12.6	22.1	31.2	37.8	47.6	60.6	73.7	85.6	91.0	95.9	100.0
DIAS	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Marco	Abril	Mai	Junho
1	0.16	5.34	12.92	22.39	31.42	38.12	48.02	61.07	74.08	85.78	91.16	96.04
2	0.33	5.58	13.23	22.69	31.64	38.43	48.44	61.54	74.47	85.96	91.32	96.17
3	0.49	5.83	13.55	22.98	31.86	38.75	48.86	62.00	74.85	86.14	91.47	96.31
4	0.66	6.07	13.87	23.27	32.08	39.06	49.28	62.47	75.24	86.32	91.63	96.45
5	0.82	6.31	14.18	23.57	32.30	39.38	49.70	62.94	75.62	86.50	91.79	96.58
6	0.99	6.55	14.50	23.86	32.52	39.70	50.12	63.41	76.00	86.68	91.95	96.72
7	1.15	6.79	14.82	24.15	32.74	40.01	50.54	63.87	76.39	86.86	92.11	96.86
8	1.32	7.04	15.13	24.45	32.96	40.33	50.96	64.34	76.77	87.04	92.26	96.99
9	1.48	7.28	15.45	24.74	33.18	40.65	51.37	64.81	77.16	87.22	92.42	97.13
10	1.65	7.52	15.77	25.04	33.40	40.96	51.79	65.28	77.54	87.40	92.58	97.27
11	1.81	7.76	16.08	25.33	33.62	41.28	52.21	65.75	77.92	87.58	92.74	97.40
12	1.97	8.00	16.40	25.62	33.84	41.59	52.63	66.21	78.31	87.76	92.90	97.54
13	2.14	8.25	16.72	25.92	34.06	41.91	53.05	66.68	78.69	87.94	93.05	97.68
14	2.30	8.49	17.03	26.21	34.28	42.23	53.47	67.15	79.07	88.12	93.21	97.81
15	2.47	8.73	17.35	26.50	34.50	42.54	53.89	67.62	79.46	88.30	93.37	97.95
16	2.63	8.97	17.67	26.80	34.72	42.86	54.31	68.08	79.84	88.48	93.53	98.09
17	2.80	9.21	17.98	27.09	34.94	43.17	54.73	68.55	80.23	88.66	93.69	98.22
18	2.96	9.46	18.30	27.38	35.16	43.49	55.15	69.02	80.61	88.84	93.85	98.36
19	3.13	9.70	18.62	27.68	35.38	43.81	55.57	69.49	80.99	89.02	94.00	98.50
20	3.29	9.94	18.93	27.97	35.60	44.12	55.99	69.96	81.38	89.20	94.16	98.63
21	3.46	10.18	19.25	28.26	35.	44.44	56.41	70.42	81.76	89.38	94.32	98.77
22	3.62	10.42	19.57	28.56	36.04	44.76	56.83	70.89	82.15	89.56	94.48	98.91
23	3.78	10.66	19.88	28.85	36.26	45.07	57.25	71.36	82.53	89.74	94.64	99.04
24	3.95	10.91	20.20	29.15	36.48	45.39	57.67	71.83	82.91	89.92	94.79	99.18
25	4.11	11.15	20.52	29.44	36.70	45.70	58.08	72.30	83.30	90.10	94.95	99.32
26	4.28	11.39	20.83	29.73	36.92	46.02	58.50	72.76	83.68	90.28	95.11	99.45
27	4.44	11.63	21.15	30.03	37.14	46.34	58.92	73.23	84.07	90.46	95.27	99.59
28	4.61	11.87	21.47	30.32	37.36	46.65	59.34	73.70	84.45	90.64	95.43	99.73
29	4.77	12.12	21.78	30.61	37.58	46.97	59.76		84.83	90.82	95.58	99.86
30	4.94	12.36	22.10	30.91	37.80	47.28	60.18		85.22	91.00	95.74	100.00
31	5.10	12.60		31.20		47.60	60.60		85.60		95.90	