

MANOEL MARQUES MACIEL

**APLICAÇÃO DA EQUAÇÃO UNIVERSAL DE PERDAS
DE SOLO (USLE) EM AMBIENTE DE GEOPROCESSAMENTO
E SUA COMPARAÇÃO COM APTIDÃO AGRÍCOLA.**

Dissertação apresentada como requisito parcial
à obtenção do grau de Mestre. Curso de Pós-
Graduação em Agronomia - Área Concentração
Ciência do Solo - Setor de Ciências Agrárias da
Universidade Federal do Paraná.

Orientador:

Prof. Dr. Helio Olympio da Rocha

Co-orientador:

Prof. Dr. Luiz Claudio de Paula Souza

CURITIBA

2000




MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E DO DESPORTO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE SOLOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA: CIÊNCIA DO SOLO(MESTRADO) e
MONITORAMENTO, MODELAGEM E GESTÃO AMBIENTAL(DOUTORADO)
Rua dos Funcionários, 1540-Curitiba/PR-80035-050-Fone/Fax 41-350-5648
E-mail: pgcisolo@agrarias.ufpr.br

P A R E C E R

Os Membros da Comissão Examinadora, designados pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia-Área de Concentração "Ciência do Solo", para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado, apresentada pelo candidato **MANOEL MARQUES MACIEL**, com o título: "**Aplicação da equação universal de perdas de solos-USLE em ambiente de geoprocessamento e sua comparação com a aptidão agrícola**", para obtenção do grau de Mestre em Agronomia-Área de Concentração "Ciência do Solo" do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, após haver analisado o referido trabalho e arguido o candidato, são de Parecer pela "**APROVAÇÃO**" da Dissertação com o conceito "**B**", completando assim, os requisitos necessários para receber o diploma de **Mestre em Agronomia-Área de Concentração "Ciência do Solo"**.

Secretaria do Programa de Pós-Graduação em Agronomia-Área de Concentração "Ciência do Solo", em Curitiba 17 de agosto de 2000.


Prof. Dr. Helio Olympio da Rocha, Presidente.


Prof.^ª Dr.^ª Maria Esmeralda Santos de Moraes, I^ª Examinadora.


Prof. Dr. Luiz Claudio de Paula Souza, II^º Examinador.

À minha mãe e amiga Maria Madalena Marques Maciel e
aos meus filhos Leonam Felipe e Lívia Beatriz;
À meu pai "in memoriam".

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Ao professor Doutor Helio Olympio da Rocha, pelo estímulo, amizade e orientação;

Ao professor Doutor Luiz Cláudio de Paula e Souza pelas valiosas sugestões;

Ao amigo Valter Antonio Becegato pela amizade, auxílio e fornecimento de importantes informações;

Aos amigos Rodrigo, Silvia e Carla Sória;

A Doutora Ivone Prestridge Greiner, pela amizade e préstimos ofertados;

Ao Curso de Pós-graduação em Agronomia pelo auxílio e facilidade em especial ao amigo Gerson, secretário da Pós-graduação;

Ao IPARDES, em especial aos amigos: Renate, Lucrecia, Mariana, Júlio e João;

À COMEC pelo empréstimo de parte da base digital, em especial ao arquiteto Milton Luiz;

À ENGEFOTO pela reprodução das fotografias aéreas;

Aos funcionários da biblioteca setorial e central pela amizade e cooperação;

Ao CNPQ pela concessão de bolsa de estudo de Pós-graduação;

A todos que de uma forma contribuíram para a realização do presente trabalho.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS.....	vii
LISTA DE TABELAS.....	viii
RESUMO.....	x
SUMMARY.....	xi
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1. Fotografias aéreas aplicadas ao uso da terra.....	3
2.2. Fotografias aéreas aplicadas ao estudo da erosão da terra	4
2.3. Componentes da Equação Universal de Perdas de Solo (USLE).....	5
2.3.1. Fator R - Erosividade da chuva.....	7
2.3.2. Fator K - Erodibilidade do solo.....	8
2.3.3. Fator LS - Comprimento de rampa e declividade.....	10
2.3.4. Fator C - Uso e manejo.....	12
2.3.5. Fator P - Práticas conservacionistas.....	13
2.4. Índices de Tolerância de perdas de solo - IT.....	13

2.5. Aptidão agrícola.....	14
2.5.1. Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras.....	15
2.5.2. Níveis de manejo considerados.....	17
2.6. Aplicações do Sistema de Informações Geográficas - SIG.....	18
3. MATERIAL E MÉTODOS	20
3.1. Material.....	20
3.1.1. Caracterização da área de estudo.....	20
3.1.2. Material cartográfico.....	31
3.1.2.1. Digital.....	31
3.1.3. Fotografias aéreas.....	31
3.1.4. Equipamentos de informática e softwares.....	32
3.1.4.1. Equipamentos de informática.....	32
3.1.4.2. Softwares.....	32
3.1.5. Outros.....	32
3.2. Métodos.....	33
3.2.1. Interpretação das fotografias aéreas pancromáticas.....	33
3.2.1.2. Correção geométrica.....	33
3.2.1.3. Mosaicagem.....	34
3.2.1.4. Digitalização	34
3.2.2. Obtenção dos fatores da USLE.....	36
3.2.2.1. Fator Erosividade da chuva (R).....	36
3.2.2.2. Fator Erodibilidade do solo (K).....	36
3.2.2.3. Fator Topográfico (LS).....	36

3.2.2.4. Fator Uso e manejo do solo (C) e Práticas conservacionistas (P).....	39
3.2.3. Limite de tolerância de perdas de solos (IT)	39
3.2.4.Erosão potencial.....	40
3.2.5. Aptidão agrícola dos solos.....	40
3.2.6. Adequação.....	40
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	41
4.1. Fotointerpretação do uso da terra sobre fotografias aéreas de 1996.....	41
4.2 Distribuição dos solos e valores de erodibilidade.....	44
4.3. Aptidão agrícola dos solos.....	46
4.4. Distribuição do uso atual e Erosão Potencial.....	47
4.5. Adequação para uso do solo.....	59
5. CONCLUSÃO.....	64
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	65

LISTAS DE FIGURAS

FIGURAS	Página
1 - Localização da área de estudos.....	20
2 - Mapa geológico da área em estudo.....	22
3 - Mapa da rede de drenagem.....	25
4 - Mapa de solos da área 01.....	28
5 - Mapa de solos da área 04.....	29
6 - Mapa de solos da área 06.....	30
7 - Fluxograma metodológico para obtenção do comprimento de rampa (L).....	38
8 - Mapa de uso da terra da área 01 -1996.....	42
9 - Mapa de uso da terra da área 04 -1996.....	42
10 - Mapa de uso da terra da área 01 -1996.....	43
11 - Espacialização dos valores de K da área 01.....	45
12 - Espacialização dos valores de K da área 04.....	45
13 - Espacialização dos valores de K da área 06.....	45
14 - Classes de uso da unidade de mapeamento $Ca1$ da área 01.....	48
15 - Classes de uso da unidade de mapeamento $Lva1$ da área 06.....	48
16 - Unidade de mapeamento $Ca2$ (área 06)com classes de erosão potencial.....	50
17 - Unidade de mapeamento $Pva2$ (área 06)com classes de erosão potencial.....	53
18 - Unidade de mapeamento $Lva1$ (área 06)com classes de erosão potencial.....	58

LISTAS DE TABELAS

TABELAS	Página
1 - Classes de uso da terra obtidas das fotografias aéreas.....	35
2 - Valores dos Fatores C P para as classes de uso na área em estudo	39
3 - Classes de uso do solo da área 01.....	41
4 - Classes de uso do solo da área 04.....	41
5 - Classes de uso do solo da área 06.....	41
6 - Unidade de mapeamento e valores de K (área 01).....	44
7 - Unidade de mapeamento e valores de K (área 04).....	44
8 - Unidade de mapeamento e valores de K (área 06).....	44
9 - Aptidão agrícola da área 01.....	46
10 - Aptidão agrícola da área 04.....	46
11 - Aptidão agrícola da área 06.....	46
12 - Distribuição do uso atual do solo por faixas de EP da unidade de mapeamento $Ca2$	49
13 - Distribuição do uso atual do solo por faixas de EP da unidade de mapeamento $Ca1$	51
14 - Distribuição do uso atual do solo por faixas de EP da unidade de mapeamento $PVa2$	52
15 - Distribuição do uso atual do solo por faixas de EP da unidade de mapeamento $PVa3$	54
16 - Distribuição do uso atual do solo por faixas de EP da unidade de mapeamento $PVa1$	55
17 - Distribuição do uso atual do solo por faixas de EP da unidade de mapeamento LVa	56
18 - Distribuição do uso atual do solo por faixas de EP da unidade de mapeamento $LVa1$	57

19 - Adequação de uso da unidade <i>PVa2</i> para diversos fatores de CP.....	59
20 - Adequação de uso da unidade <i>PVa3</i> para diversos fatores de CP.....	60
21 - Adequação de uso da unidade <i>PVa1</i> para diversos fatores de CP.....	60
22 - Fator LS de previsão de Perdas de Solos de 1 a 8 graus de declive e vários comprimento de rampa.....	61
23 - Fator LS de previsão de Perdas de Solos de 8 a 13 graus de declive e vários comprimento de rampa.....	61
24 - Adequação de uso da unidade <i>Ca2</i> para diversos fatores de CP.....	62
25 - Adequação de uso da unidade <i>Ca1</i> para diversos fatores de CP.....	62
26 - Adequação de uso da unidade <i>LVa</i> para diversos fatores de CP.....	62
27 - Adequação de uso da unidade <i>LVa1</i> para diversos fatores de CP.....	63

**"APLICAÇÃO DA EQUAÇÃO UNIVERSAL DE PERDAS DE SOLO
EM AMBIENTE DE GEOPROCESSAMENTO E SUA COMPARAÇÃO
COM APTIDÃO AGRÍCOLA."**

Autor: Manoel Marques Maciel

Orientador: Prof. Dr. Hélio Olympio da Rocha

RESUMO

Grande atenção tem sido dada ao uso do solo e a necessidade de um planejamento ambiental integrando a estimativa de desempenho (aptidão), manejo e sua relação com o potencial de erosão para o desenvolvimento de um manejo sustentável. O presente estudo objetivou a aplicação da Equação de Perdas de Solo (USLE), através do software IDRISI v 2.0 e sua comparação com aptidão agrícola.

A medida que o relevo deixa de ser plano dois aspectos condicionam a erosão: a declividade (S) e o comprimento de rampa (L). O efeito do comprimento da pendente está em função do aumento da velocidade da água de enxurrada, a medida que aumenta seu percurso numa superfície inclinada. Observa-se que o fator de suscetibilidade a erosão na aptidão agrícola, os graus de limitação são determinados somente em função das classes de declive (S).

Foi avaliado para cada unidade de mapeamento os índices de estimativa de perdas de solos (A) para diversos fatores de CPgenéricos e EPmédios versus a indicação sugerida pelo Sistema FAO/Brasileiro, em três áreas, na maior parte, do município de Fazenda Rio Grande PR.. Observou-se que os índices de estimativa da Erosão potencial, na área estudada, restringiram mais a utilização da terra para agricultura do que pela aptidão agrícola.

"APPLICATION OF UNIVERSAL SOIL LOSS EQUATION (USLE), IN
AMBIENT OF THE GEOPROCESSING, AND ITS "LAND SUITABILITY"
COMPARISON.

Author: Manoel Marques Maciel

Adviser: Prof. Dr. Hélio Olympio da Rocha

SUMMARY

A great attention has been dedicate to soil use and the necessity of environmental planning integrating the performance estimation ("Land Suitability"), manipulation and its relationship with the erosion potential to the development of a sustainable manipulation. The present study objectives an application of Universal Soil Loss Equation (USLE) through IDRISI v.2.0 software, and its Land Suitability comparison.

When the relief is not plane, two aspects conditioned the erosion: the declivity (S) and the ramp length (L). The length effect of the slope is function of the water flux velocity increasing, as a consequence of its path and the inclination of the surface. It can be observed that the susceptibility factor to the agricultural aptitude, the limitation degrees are determined only as function of the declivity classes (S).

It were evaluate, for each map unity, the estimate index of soil loses (A) to several factors of CP generic and EP medium versus the FAO/Brazilian System suggested indication, in three areas located at Fazenda Rio Grande County, Pr. It was observed that the estimate index of potential erosion of the studied area, were more restrict to the agricultural soil use than to Land Suitability.

1. INTRODUÇÃO

O solo é o recurso natural fundamental para manutenção da vida na Terra, e nas últimas décadas também tem sido alvo de atenção e preocupação, o uso e manejo em função de suas implicações econômicas, sociais e ambientais.

Uma das constatações mais evidentes ligadas ao uso do solo é o crescimento demográfico, o qual gera uma utilização cada vez mais intensiva deste recurso e uso indiscriminado para a produção de alimentos implica numa grande problemática: a erosão. Completando o círculo, o esgotamento provocado pela erosão que causa a escassez de alimento e a fome.

Isto posto, é conveniente lembrar que na literatura específica há inúmeros trabalhos que recomendam a utilização das classes de declive (S), somente para a determinação do grau de limitação por suscetibilidade à erosão. No entanto, estes estudos deixam uma lacuna importante no que se refere à erosão hídrica relacionada as características topográficas e o comprimento de rampa (L).

Sendo assim, o objetivo deste trabalho é a aplicação destes indicadores através da Equação Universal de Perdas de Solo (USLE) utilizando o software IDRISI comparando com a aptidão agrícola na área de estudo.

Esta proposição baseia-se na integração da aptidão agrícola com o manejo e sua relação com o potencial de erosão dos solos. Estes fatores são importantes para o processo de manejo sustentável, pois são indicadores na definição de uso do solo, não sendo necessariamente relacionados com a produtividade mas com sua preservação.

Tais informações podem ser obtidas através de diversos meios, como imagens digitais, fotografias aéreas e mapas que podem estar em diferentes escalas e em diferentes períodos de tempo. O processamento dessas informações nas últimas décadas, tem sido efetivado com o uso de computadores devido a enorme capacidade de processamento, especificamente em ambiente de sistemas geográficos de informações. Isto possibilita aos pesquisadores, um melhor planejamento e interpretação de campo nos solos da área de estudo.

Observando o trabalho desenvolvido na área de estudo é importante ressaltar a obtenção do fator topográfico (LS) da USLE em ambiente de geoprocessamento, diminuindo a influência humana na interpretação visual para a

delimitação do gradiente do terreno e seu comprimento, sendo esta técnica rígida no processo de interpretação.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Fotografias aéreas aplicadas ao uso da terra

Com uma das técnicas de sensoriamento remoto as fotografias aéreas têm sido bastante utilizadas em diversos levantamentos.

Segundo NOVO (1989), os primeiros dados coletados por sensoriamento remoto foram através de fotografias aéreas, ainda são utilizadas para a confecção de mapas mosaicos e fotoíndices.

Após a II^a grande Guerra, a fotografia aérea passou a ser empregada em diversos ramos da ciência. Conforme SIMONSON (1950), Bushnelle e colaboradores realizaram em 1920, no Estado de Indiana (USA), o primeiro levantamento de solos utilizando fotografias aéreas pancromáticas.

Segundo BELCHER (1960), as mais importantes feições reconhecidas dos materiais terrestres através de fotografia aéreas são: topografia, drenagem, erosão, coloração do solo, vegetação e uso da terra, sendo elementos essenciais que levam ao entendimento do que não se vê, mas está indicado pela combinações dos mesmos.

A utilização de fotos aéreas, dentro de procedimentos amplamente difundidos por manuais e trabalhos, tem possibilitado meios para o estudo de parâmetros, da rede de drenagem e relevo que, através de índices numéricos, expressam quantitativamente as diferenças entre tipos ou classes de solos VALÉRIO FILHO (1984).

SANTOS (1986), concluiu que através das fotografias aéreas foi possível identificar os seguintes sistemas de manejo: a) sistema de cultivo em contorno; b) sistema de cultivo em contorno com terraceamento; c) sistema de cultivo morro abaixo; d) sistema de cultivo convencional, enquanto que as composições coloridas permitiram caracterizar os seguintes sistemas de manejo como: a) sistema de cultivo convencional; b) sistema de cultivo morro abaixo; c) sistema de cultivo em contorno.

Das fotografias aéreas a mais utilizada têm sido a pancromática. Em alguns trabalhos têm sido utilizado um tipo especial de fotos aéreas coloridas que abrangem a porção do infravermelho próximo e são denominadas de falsa-cor, uma vez que nelas as cores naturais dos alvos apresentam-se modificadas. O trabalho desenvolvido por GARCIA e MARCHETTI (1976) com fotografias infravermelhas

coloridas, salientou a importância das fotos na identificação e traçado da rede de drenagem.

Os estudos aerofotográficos permitem deduzir a conformação superficial, vegetação e tonalidade do solo. Amostras de campo e análises de laboratório, devem necessariamente complementar o estudo das fotografias, de modo que os fotointerpretes possam criar certos padrões de relação GARCIA (1982).

SCHMIDLIN (1998), utilizando técnicas de geoprocessamento para geração do Mapa Compilado de Solos da Área de Proteção Ambiental- APA de Guaratuba (PR), usou fotografias aéreas como auxílio de campo, favorecida pela visão estereoscópica, proporcionada por pares de fotos aéreas seqüenciais, na integração de dados.

Apesar das vantagens apresentadas pelas fotografias aéreas, BOMBERGER & DILL (1960), informam da importância relevante do trabalho de campo, o qual não pode ser substituído completamente.

2.2. Fotografias aéreas aplicadas ao estudo da erosão da terra

Para RAY (1963), cada padrão de relevo está associado com um processo geomórfico específico de erosão ou deposição e reflete a origem e o caráter geral da paisagem.

Segundo TYTHERLEIGH (1967), as formas de relevo são certamente o fenômeno mais evidente que aparece na imagem tridimensional, obtido pelo estudo estereoscópico de fotografias aéreas.

GOOSEN (1968), afirma com respeito a imagem estereoscópica da paisagem, que esta revela os aspectos principais do terreno de maneira mais eficiente do que aquela observada pela visão normal, devido ao exagero vertical proporcionada pela imagem tridimensional.

A distribuição do solo, para ROSSETI et al. (1970), está estreitamente ligada as formas de relevo. Essa análise levou em consideração o tipo de paisagem, o modelado, as pendentes, as formas de erosão, os padrões de drenagem.

Ao lado da drenagem, o relevo é de capital importância no estudo dos solos, uma vez que ele representa um dos fatores de formação do solo e parece ao

mesmo tempo, ter uma evolução dependente da natureza desse próprio solo ESPÍNDOLA & GARCIA (1978) & GARCIA (1982).

AVERBECK & SANTOS (1969), relatam que a variação na declividade geralmente implica em variação do solo. O relevo, a declividade e as formas de erosão resultam, na fotografia aérea, em diferenças no padrão e na textura fotográfica.

No estado do Paraná, KRONEM & ROCHA (1985) e ROCHA et. al. (1985), analisaram os danos causados por erosão, através de fotografias aéreas. Conforme os autores as fotografias aéreas mostraram-se bastante úteis para visualizar focos de maior incidência de erosão e estabelecer relações com classes de solos, uso agrícola e morfologia geral do terreno.

MURATORI (1984), delimitou as feições erosivas (sulcos e vossorocas) em planta a partir de análise de aerofotos tomadas em diferentes períodos, na Bacia do Ribeirão do Rato, situada no Noroeste do estado do Paraná.

SCOPEL et. al. (1988) analisaram, a drenagem, a partir de fotografias aéreas pancromáticas no Município de Cornélio Procópio (PR), concluindo que houve um acréscimo considerável no comprimento dos canais de primeira e segunda ordem.

SILVA & POLITANO (1995), utilizando fotografias aéreas pancromáticas, avaliaram a ocupação do solo e das áreas submetidas aos processos de erosão, a fim de constatarem o nível de alteração antrópica e os processos de erosão na área do conjunto de Urubupungá municípios de Pereira Barreto, Ilha Solteira e Suzanápolis (S.P.).

SCOPEL (1988), a partir da interpretação das fotografias aéreas identificou o uso e manejo do solo (C), práticas conservacionistas (P), áreas com erosão, rede de drenagem, várzeas e o comprimento das pendentes (L) na avaliação da erosão com auxílio da USLE no Município de Cornélio Procópio (PR).

2.3. Componentes da Equação Universal de Perdas de Solo - (USLE)

O desenvolvimento de equações, visando prever as perdas de solo, começaram na década de 1940. A USLE, foi desenvolvida para determinar perdas do solo por erosão laminar e em sulco em pequenas parcelas agrícolas e para longo período de tempo, independentemente de ter ou não uma denominação correta. Ficou assim conhecida para se distinguir das equações que visam prever perdas de solo em regiões

pré-estabelecidas WISCHMEIER & SMITH (1978).

Os componentes da USLE são agrupadas em seis fatores, que auxiliam no entendimento da atuação dos processos de erosão acelerada e de diferentes níveis de susceptibilidade. O produto dos fatores representa a média anual de perdas de solo (A) WISCHMEIER (1976) e estão relacionados da seguinte forma:

$$A = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P$$

Onde:

- A = representa a estimativa de perda média anual de solo em determinada área, em condições específicas de uso e ocupação do solo.(t/ha.ano) .
- R = Erosividade da chuva (Mj.mm/ha.h.ano)
- K = Erodibilidade do solo (t.h/Mj.mm)
- L = Comprimento de rampa (m)
- S = Declividade de rampa (%)
- C = Uso e manejo do solo (0 a 1)
- P = Práticas conservacionistas (0 a 1)

A precisão da USLE foi testada considerando-se os dados obtidos em 2300 parcelas, durante vários anos e em 189 locais espalhados pelos vários estados dos Estados Unidos da América. A estimativa de perdas de solo de cada parcela foi comparada com a obtida a campo. Como resultado, em média foi perdido 27,9 t.ha⁻¹.ano⁻¹ com uma média de erro de 3,4 t.ha⁻¹ em 159 estimativas. Oitenta e quatro por cento das estimativas possuíam erro menor do que 4,9 t.ha⁻¹; 2/3 das estimativas que excederam 2,5 t.ha⁻¹ foram de comparações com registros de perdas de solo de menos de 10 anos, provavelmente, pelos efeitos cíclicos das chuvas WISCHMEIER & SMITH (1978).

2.3.1. Fator R - Erosividade da chuva.

O fator erosividade (R) é o índice de erosão pelas chuvas, que expressa a capacidade de uma chuva erodir um solo desprotegido, WISCHMEIER (1959). Esse parâmetro representa numericamente a força da chuva e do escoamento. É constituído por valores EI_{30} de cada evento de chuva de uma região, sendo que o somatório destes determina o valor R.

O parâmetro EI_{30} é definido como sendo igual ao produto da energia cinética total da chuva (E_c) pela sua máxima intensidade de precipitação verificada em 30 minutos (I_{30}). Sendo $EI_{30} = E_c \times I_{30} \times 10^{-3}$, onde EI_{30} é o índice de erosão do evento.

Em Campinas (SP), LOMBARDI e MOLDENHAUER (1980), analisaram 22 anos de registros de precipitação e encontraram alto coeficiente de correlação para regressão linear entre o índice mensal de erosão e o coeficiente chuva, com base na proposição de FOURNIER (1960).

A relação obtida é descrita por:

$$EI = 6,886 (r^2 / p)^{0,85}$$

Onde:

EI = média mensal do índice de erosão

r = precipitação média mensal em milímetros

p = precipitação média anual em milímetros

Com base nessa equação, LOMBARDI NETO et al. (1981), obtiveram registros pluviométricos de 115 localidades do estado de São Paulo, e estabeleceram linhas de igual valor de potencial de erosão, confeccionando um mapa de isoerodentes do estado.

RUFINO (1986), utilizando o índice EI_{30} proposto por WISCHMEIER (1959), traçou um mapa de isoerodentes para o estado do Paraná, sendo que os índices variaram de 537 a 1280 $tm.mm.ha^{-1} ano^{-1}$

RUFINO et. al. (1993), comenta que a estimativa do fator R, da equação universal de perdas de solo atende a interesses da conservação de solo e a outros modelos de predição de perdas de solo para o planejamento conservacionista.

2.3.2 Fator K - Erodibilidade do solo.

A erodibilidade refere-se às propriedades inerentes ao solo (textura, estrutura, porosidade e profundidade) e reflete a sua suscetibilidade à erosão. É medida em termos de taxa de perda de solo por unidade de erosividade , WISCHMEIER & SMITH (1978). Um solo, com baixa erodibilidade, no campo pode apresentar elevado índice de erosão, devido os demais fatores da equação. Como também alguns solos que erodem mais, mesmo que todos os outros fatores da USLE permaneçam constantes, e esta característica é definida como fator de erodibilidade.

WISCHMEIER & SMITH (1978), adotaram padronizar as parcelas para o fator de erodibilidade do solo (K). Tais parcelas deveriam ter ao redor de 22m de comprimento, 9 % de declive e mantida continuamente descoberta, sendo preparada no sentido do declive, e prevenida contra o encrostamento superficial. Nesta condições, os fatores L, S, C e P são iguais a 1,0 e $K = A/EI$. Com esta determinação foram obtendo o fator K indiretamente.

Como estas medidas experimentais são custosas e requerem muitos anos de determinações, tornaram necessárias a estimativa da erodibilidade do solo por outros meios. MIDDLETON (1930), citado por LOMBARDI NETO e BERTONI (1975), foi o pioneiro na avaliação desse parâmetro, introduzindo a razão de dispersão (razão entre teor de silte + argila dispersa e teor de silte + argila em amostra não dispersa).

LOMBARDI NETO e BERTONI (1975), modificaram o método de MIDDLETON (1930), e através de análise de regressão da razão entre “teor de argila natural/teor de argila dispersa “ x “argila dispersa/umidade equivalente”, observou que os solos do estado de São Paulo, com horizontes B textural apresentaram valores mais elevados de erodibilidade que os solos com horizontes B latossólico. Este fenômeno ocorre tanto nos horizontes superficiais como nos subsuperficiais.

WISCHMEIER & SMITH (1978), estimaram os valores de K através de nomogramas, considerando a porcentagem de silte + areia muito fina, porcentagem de areia e porcentagem de matéria orgânica, relações da estrutura do solo e sua permeabilidade.

ANGULO (1983), na determinação do fator K através de método direto com gotejamento sobre os agregados dos solos, obteve valores que variaram de 0,08 a 0,44 para os latossolos e 0,9 a 0,26 para podzólicos.

DENARDIN (1990), para estimar o fator erodibilidade dos solos brasileiros, considerou os seguintes fatores e coeficientes como características dos solos estudados.

$$K = 0,00608397X_1 + 0,00834286X_2 - 0,001166162X_3 - 0,00037756X_4$$

K = é o valor de erodibilidade do solo, em t.ha.h/ha.MJ.mm;

X₁ = permeabilidade do perfil do solo codificada por WISCHMEIER & SMITH (1978);

X₂ = teor de matéria orgânica (1,72 x % de carbono);

X₃ = teor de óxidos de alumínio extraíveis pelo ataque de ácido sulfúrico;

X₄ = porcentagem de partículas com diâmetro entre 2,0 a 0,5 mm.

ROLOFF e DENARDIN (1994), na tentativa de estimar k a partir de características que constam no levantamento de solos do estado do Paraná EMBRAPA - SNLCS (1984), usando as variáveis da equação de DENARDIN (1990), retrabalhada, obtiveram os seguintes fatores e coeficientes com a equação.

$$K = 0,0049 X_1 + 0,0331 x (Mm^{0,5})$$

Com r² de 0,93, onde Mm é o parâmetro de WISCHMEIER et. al. (1971), modificado, calculado pela fração silte multiplicada pela soma das frações silte e areia fina (g/g), X₁ a permeabilidade do perfil codificada por WISCHMEIER et. al.(1971), citado por ROLOFF e DENARDIN (1994). Os autores entendendo que na estimativa de permeabilidade não existem critérios precisos, resolveram excluir o fator X₁ formulando a seguinte equação:

$$K = 0,1038 \times (Mm^{0,5}) - 0,0454 X_3$$

com r^2 de 0,90, onde o X_3 é o teor de óxido de alumínio extraível pelo ataque de ácido sulfúrico, expresso em (g/g). As duas equações são facilmente aplicadas, devido a existência de dados nos levantamentos pedológicos do estado do Paraná.

2.3.3. Fator LS - Comprimento de rampa e declividade.

A intensidade de erosão pelas águas é grandemente afetada tanto pelo comprimento do declive como pelo seu gradiente BERTONI et. al. (1975). Esses dois efeitos têm sido avaliados separadamente na pesquisa e são representados na equação por L e S. Em aplicação a campo, é mais conveniente considerar-se conjuntamente LS como fator topográfico WISCHMEIER & SMITH (1978).

Os fatores LS é uma relação de perda de solo por unidade de área em um declive qualquer em relação a uma parcela de 22m de comprimento e 9% de declive, mantidas as demais condições constantes. Estes dois fatores interagem de forma muito estreita, sendo que esta relação pode ser obtida a partir de equações derivadas em função de L e S, assim equacionadas por WISCHMEIER & SMITH (1978), para as condições nos Estados Unidos da América.

$$LS = (l/72,6)^m (65,41.\text{sen}^2\theta + 4,56\text{sen}\theta + 0,065)$$

Onde:

l = comprimento da rampa em pés.

m = 0,2 para gradiente <1% de declividade;

0,3 para gradiente de 1 a 3 % de declividade;

0,4 para gradiente de 3,5 a 4,5 de declividade;

0,5 para gradiente com 55 de declividade ou mais.

θ = ângulo da rampa em graus.

A partir de dados experimentais, BERTONI et al. (1975), consideraram a seguinte formulação do fator LS.

$$LS = L^{0,5}/100 \cdot (1,36 + 0,97 S + 0,1385 S^2)$$

Onde:

L = comprimento da rampa em metros.

S = grau do declive em porcentagem.

Esta equação pressupõe os declives e os comprimentos de rampas essencialmente uniformes, desconsiderando os efeitos de rampas côncavas, convexas e complexas.

Utilizando dados das determinações de perdas por solos, obtidos nos principais tipos de solos do Estado de São Paulo, numa média de 10 anos de observações em talhões de diferentes comprimentos de rampa e de grau de declividade, BERTONI e LOMBARDI (1985), determinaram uma equação que permite as perdas médias de solos para várias porcentagens de declive e comprimento de rampa.

$$LS = 0,00984 \cdot C^{0,63} \cdot D^{1,18}$$

Onde:

LS = fator topográfico.

C = comprimento de rampa em metros.

D = grau de declive em porcentagem.

Esta equação também apresenta limitações quando aplicado em pendentes com inclinação irregular.

FOSTER e WISCHMEIER (1974), desenvolveram uma equação para o cálculo do valor de LS da USLE em rampas irregulares. Esta equação permite o seccionamento da rampa em diversos segmentos, conforme o número de inflexões do gradiente de declividade que a rampa apresentar.

FOSTER e WISCHMEIER (1974) e CASTRO (1986), observaram que a forma de curvatura do declive influencia o escoamento superficial, constatando que num mesmo gradiente médio de declive o fator LS aumentou: côncavo < uniforme

< complexo < convexo. É recomendável a subdivisão da rampa em seguimentos uniformes, considerando-se também a forma da rampa.

PINTO (1991), através de análise mostrou a influência do LS na erosão potencial (EP). O fator mais influente é a declividade (S), apresentando o valor de coeficiente de determinação $r^2 = 0,47$ seguida pela erodibilidade do solo (K) com $r^2 = 0,41$.

O modelo Water Erosion Prediction Project -WEPP, que busca aprimorar a predição da perda de solo e do aporte de sedimentos em áreas agrícolas e florestais dos EUA, os dados para seu arquivo relevo, requer o número de elementos de escoamento, a largura e, para cada seção mais ou menos retilínea da vertente, seu comprimento e sua declividade, possibilitando a representação no arquivo de formas vertentes complexas, côncavas, convexas e em formato de "S" CHAVES (1994).

ROCHA et. al. (1995), desenvolveram uma metodologia para obtenção de um mapa de comprimento de rampa (L) em um ambiente SIG, a partir de uma combinação entre o mapa de aspecto do terreno, o MDE - Modelo Digital de Elevação e o mapa de declividades. O resultado final é um mapa com polígonos representando rampas, onde os valores de pixel de cada polígono significa o comprimento de rampa (L).

2.3.4. Fator C - Uso e manejo de solo.

O fator C da USLE é definido como sendo a razão entre as perdas de solo de uma parcela cultivada sob condições específicas de manejo, e as correspondentes a uma parcela mantida continuamente limpa e preparada para plantio WISCHMEIER & SMITH (1978).

Devido as diversas interações das variáveis uso e manejo, estes elementos são avaliados conjuntamente na USLE.

O fator C envolve também o manejo, que inclui combinações de cobertura vegetal, seqüência de cultivos, estágio fenológico, etc. BERTONI e LOMBARDI (1985).

O fator C abrange valores entre 0 e 1. Os valores maiores são para as culturas que protegem menos, enquanto as plantas que oferecem maior proteção ao solo possuem valores menores, criando menor probabilidade de perdas de solos por erosão WISCHMEIER & SMITH (1978), DONZELLI et. al. (1987).

2.3.5. FATOR P - Práticas conservacionistas.

O fator P é definido como sendo a razão entre a quantidade de solo perdido, verificada com uma prática conservacionista específica e as correspondentes obtidas quando se cultiva na direção da pendente WISCHMEIER & SMITH (1978). Este fator corresponde as práticas de conservação da erosão na proteção do solo.

As principais práticas para as culturas anuais são: preparo do solo em contorno ($P = 0,5$), alternância de capinas + plantio em contorno ($P = 0,4$), cordões de vegetação permanente ($P = 0,2$) e terraço ($P = 0,1$) BERTONI et. al. (1975).

Segundo WISCHMEIER & SMITH (1978), a eficiência da prática de cultivo em contorno, vai depender do gradiente de declive, das propriedades do solo, do manejo e das características da chuva.

Para áreas terraceadas, o comprimento do declive utilizado na determinação do valor LS na equação, é o intervalo do terraço BERTONI e LOMBARDI NETO (1985). O valor P deverá ser o mesmo do plantio em contorno, uma vez, que reduzindo o comprimento de declive, reduzem-se as perdas de solo pela raiz quadrada do comprimento.

Conforme BERTONI e LOMBARDI (1985), BERTONI et. al.(1975) e WISCHMEIER & SMITH (1978), os valores de P podem assumir valores entre 0,1 e 0,5 com adoção de plantio em contorno.

2.4. Índices de tolerância de perdas de solo - IT

A tolerância de perda de solo é conceituada como o nível máximo de perdas que o solo pode sofrer, sem que seja esgotado completamente seu potencial produtivo, econômica e indefinidamente BERTONI et. al. (1975).

Os limites de tolerância não impõem restrições arbitrárias ao uso e manejo do solo, mas simplesmente estabelecem limites dentro dos quais as escolhas das técnicas adotadas devem ser feitas BERTONI e LOMBARDI (1985).

Conforme WISCHMEIER & SMITH (1978), quando a perda de solo por erosão é limitada numa dada tolerância T, pode ser substituída pela estimativa de perda média de solo (A) da USLE sendo possível obter valores do fator C permissível, considerando o fator $P = 1$, resultando na seguinte formulação:

$$\text{CP permissível} = T/\text{RKLS}$$

BERTONI et. al. (1975) constataram que a tolerância de perdas de solo para o estado de São Paulo, varia de 4,5 a 15,0 t/ha/ano, de acordo com as características do solo.

O valor de tolerância de perdas (T) admitido ainda é incompleto, para nossos solos. Ressalta-se que as bases para a sua determinação ainda estão sob discussão, bem como suas implicações sócio-econômicas MANNERING, J.V. (1981), BENNEMA, J.; De MEESTER, T.(1981), MEYE et. al. (1984), MCCORMACK e YOUNG (1981), PIERCE, F.J.(1987), STOCKING, M.A.(1981), (1984). Considera-se, no entanto, a estimativa média para o Brasil, de 25t/ha/ano COGO, N. (1988). Percebe-se que as perdas são bem superiores a este limite.

2.5. Aptidão agrícola

O processo de avaliação de terras busca identificar tipos de uso sustentado, em função das estimativas de desempenho (aptidão) das terras, quando usada para propósitos específicos envolvendo a execução e interpretação de levantamentos e estudos das formas de relevo, solos, vegetação, clima e outros aspectos, de modo a identificar e proceder a comparação dos tipos de usos da terra mais promissores em termos de aplicabilidade aos objetivos da avaliação FAO (1976).

No terço inicial deste século, surgiram as primeiras abordagens científicas sobre a avaliação de terras STEELE (1967). Os maiores avanços, ocorreram após a IIª Guerra Mundial, com desenvolvimento dos métodos do Land Capability Classification (SCS/USDA) KLINGBIEL e MONTGOMERY (1961) e do Land Evaluation, do U.S. Department of Interior ESTADOS UNIDOS (1953). A partir desses trabalhos, muitas adaptações foram geradas em vários países, entre eles o México PATIÑO (1974), o Canadá STOBBE & LEAHEY (1944) e o Brasil MARQUES et al. (1949).

Em 1955 foi lançado uma primeira aproximação deste sistema para as condições do Estado de São Paulo. A segunda MARQUES (1958), e a terceira aproximação MARQUES (1971), apresentaram estudos mais amplos.

BENNEMA, BEEK, CAMARGO em 1964, elaboraram estudos referentes a aplicação da capacidade de uso da terra para levantamento de reconhecimento de solos. Este documento pode ser considerado um marco na evolução dos trabalhos sistemáticos sobre interpretação de levantamentos de solos do país. A avaliação da aptidão agrícola das terras, naquele sistema, foi feita segundo quatro classes, indicadas para lavouras de ciclos curto e longo, em vários sistemas de manejo, fato inovador, por procurar atender as condições dos países de agricultura menos desenvolvida RAMALHO FILHO et al.(1983).

A SUPLAN-MA, em cumprimento as metas do Sistema Nacional de Planejamento Agrícola estabeleceu um programa no qual inclui a avaliação da aptidão agrícola das terras como um meio de conhecer sua disponibilidade em diferentes tipos de utilização. Neste sentido, foi desenvolvido o método Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras RAMALHO FILHO et al.(1983), adotado pelo SNLCS/EMBRAPA.

Existem hoje alguns sistemas de avaliação de terras aplicados no Brasil. Os mais utilizados considerando a tipologia de BEEK (1978) são: o Sistema de classificação da Capacidade de Uso da Terra (Marques et al.(1949); LEPSCH et. al. (1983), publicado pela Sociedade Brasileira de Ciência do Solo; o Sistema de Aptidão Agrícola das Terras OLIVEIRA e BERG (1985), desenvolvido no Instituto Agrônomo de Campinas, aplicado no Estado de São Paulo, sendo uma adaptação do sistema SCS/USDA, incorporando alguns conceitos da FAO (1976); e o Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras RAMALHO FILHO et al.(1983), utilizado pelo SNLCS/EMBRAPA, derivado do trabalho de BENNEMA et. al.(1964) e da FAO (1976) constituindo na segunda edição revisada da publicação original do método de 1978. Segundo SILVA (1993), na avaliação dos três sistemas científicos citados, os resultados mostraram-se parcialmente coincidentes na avaliação das terras da microbacia Cascavel (PR),sendo que o sistema de RAMALHO FILHO et al.(1983), mostrou-se como o mais adequado para avaliação de terras de baixa aptidão em agrícola, microbacias ou microregiões.

2.5.1. Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras

Posteriormente o sistema criado por BENNEMA et al. (1964), passou por uma série de modificações, dando origem ao Sistema FAO/Brasileiro de avaliação

da aptidão agrícola das terras RAMALHO FILHO e BEEK (1995).

Segundo RESENDE et al.(1995), as principais características do Sistema FAO/Brasileiro são as seguintes:

- 1 - Este sistema, pela primeira vez, passou a considerar, implicitamente, na sua estrutura os chamados níveis de manejo, num reconhecimento altamente válido para países como o Brasil, cujos problemas de solo não são igualmente importantes para os grandes e pequenos agricultores;
- 2 - O sistema considerava também uma estimativa da viabilidade de redução dos problemas, por meio do uso de capital e técnica, o que afetava diferentemente o grande e o pequeno agricultor;
- 3 - O Sistema FAO/Brasileiro tem uma estrutura que permite o seu ajustamento a novos conhecimentos, inclusive adaptações regionais, sem perder a sua unidade. Parte desse ajustamento é feita pela metodologia que sintetiza as qualidades do ecossistema em relação a cinco parâmetros: Fertilidade (F), Água (A), Oxigênio(O), Mecanização (M) e Erosão (E);

O sistema prevê, de acordo com RESENDE et al.(1995), as seguintes etapas no processo de determinação da aptidão agrícola;

- 1- Estimativa dos desvios ΔF (Fertilidade), ΔA (Água), ΔO (Oxigênio), ΔE (Erosão) e ΔM (Mecanização) - Trabalho de síntese da influência das várias propriedades do ecossistema, em termos daquelas fundamentais para as plantas ou para utilização agrícola;
- 2- Estimativa da viabilidade de redução dos desvios, nos vários níveis de manejo - Balanço entre a intensidade dos desvios e a possibilidade, dificuldade e conveniência de sua redução, considerando-se as opções dos vários níveis de manejo;
- 3- Uso de uma tabela de conversão (quadro-guia) para determinar a classe de aptidão - Identificação da classe, confrontando-se as informações a respeito dos desvios e da aptidão.

A estimativa do grau dos desvios consiste na avaliação do quanto a condição atual se desvia das do solo ideal. O solo ideal é aquele no qual os desvios de deficiência de fertilidade (ΔF), de água (ΔA), de oxigênio (ΔO), de risco de erosão (ΔE) e de impedimentos à mecanização (ΔM) são nulos. Evidentemente, esse solo não

existe. Todo solo real desvia-se do solo ideal em F, A, O, E ou M. Esse desvio (afastamento) do solo ideal pode ser estimado em graus (nulo, nulo/ligeiro, ligeiro, moderado, forte, muito forte e extremamente forte), expressando-se, nessa ordem, o agravamento da situação, maiores problemas a corrigir e maiores limitações RESENDE et al.(1995).

Esta estimativa equivale a sintetizar as qualidades do ambiente sem suprimir qualquer dado importante. Esse passo ainda é muito subjetivo, em parte, porque ainda não é possível estimar os desvios com base simplesmente nos dados analíticos, havendo necessidade de considerar todo o ecossistema BENNEMA et al.(1964).

2.5.2. Níveis de manejo considerados

No Sistema FAO/Brasileiro são considerados três níveis de manejo, visando diagnosticar o comportamento das terras em diferentes níveis tecnológicos. A indicação dos níveis é feita pelas letras A, B e C RAMALHO FILHO e BEEK (1995).

O nível de manejo A está baseado em práticas agrícolas que refletem um baixo nível tecnológico. Praticamente, não há aplicação de capital para manejo, melhoramento e conservação das condições das terras e das lavouras. As práticas agrícolas dependem de trabalho braçal, podendo ser utilizadas, alguma tração animal, com implementos agrícolas simples.

No nível de manejo B estão previstas práticas agrícolas que refletem um nível tecnológico médio. Caracteriza-se pela modesta aplicação de capital e de resultados de pesquisa para manejo, melhoramento e conservação das condições das terras e das lavouras. As práticas agrícolas estão condicionadas principalmente à tração animal.

O nível de manejo C esta baseado em práticas agrícolas que refletem um alto nível tecnológico. É caracterizado pela aplicação intensiva de capital e de resultados de pesquisa para manejo, melhoramento e conservação das condições das terras e das lavouras. A motomecanização está presente nas diversas fases da operação agrícola.

2.6. Aplicações do Sistema de informações geográficas - SIG

O SIG é uma forma particular de Sistema de Informação aplicado a dados geográficos. Um sistema de Informação é um conjunto de processos, executados no dado natural, produzindo informações úteis na tomada de decisões CALIJURI et al. (1998).

A utilização de SIGs possibilita a geração de bancos de dados codificados especialmente, promovendo ajustes e cruzamentos simultâneos de um grande número de informações. Além disso pode-se acompanhar a variação de temas, obtendo-se novos mapas com rapidez e precisão, a partir da atualização dos bancos de dados. Trata-se, portanto, de uma importante ferramenta no estudo de potencialidades do meio ambiente. A utilização de SIGs, sob suporte informático, vem permitindo o zoneamento de áreas de forma mais adequada e eficiente, substituindo os métodos tradicionais de análise que são, quase sempre, mais onerosos e de manipulação mais difícil SANO et al.(1989).

ROCHA (1994) observou que, apesar de algumas técnicas e materiais empregados atualmente em geoprocessamento já virem sendo utilizados há algumas décadas, só recentemente é que tem havido preocupação no sentido de otimizar e substituir os métodos manuais, especialmente na avaliação da aptidão agrícola das terras, por meio de ferramentas mais adequadas como SIGs, que permitem a manipulação de dados temáticos codificados espacialmente.

A modificação rápida do uso do meio físico, decorrente da intensificação e da modernização da agricultura brasileira, particularmente em áreas de expansão de fronteiras agrícolas, impõe a adoção de técnicas de avaliação de diagnóstico que acompanham a dinâmica espaço temporal do uso das terras. Uma das grandes dificuldades na avaliação das terras para fins de manejo consiste em definir um método que, a partir da dinâmica ambiental, permita estudar o comportamento do meio quando submetido a dado manejo ASSAD (1993). Essa dificuldade torna bastante evidente em áreas onde a ocupação acelerada exige rapidez na caracterização da aptidão da terra e da sua capacidade de suportar os impactos causados pelo uso.

ASSAD (1993), utilizou SIG para determinação da aptidão de uma área de 4000 ha localizada a sudoeste de Brasília. Esse autor concluiu que as maiores vantagens apresentadas pelo uso do SIG foram a quantificação automática de áreas,

obtenção de mapas intermediários e possibilidade de constante atualização das informações geoambientais utilizadas.

FORMAGGIO et al.(1992), utilizaram SIG e imagens de satélite para determinação da aptidão agrícola e da adequação de uso. Segundo esses autores, os dados necessários a determinação da aptidão agrícola foram extraídos do levantamento de solos e de cartas planialtimétricas. Após feita a determinação da aptidão agrícola com o SIG, as informações foram comparadas com as informações de uso atual, obtidas por meio da classificação de imagens de satélite. Os referidos autores afirmaram que esta técnica permite o monitoramento contínuo e preventivo, permitindo também a adoção de medidas antes que os problemas se tornem de difícil solução econômica e técnica.

MOTTER (1996), fazendo uso SIG (INPE), concluiu que foi possível a obtenção, quantificação e a representação espacial automatizada dos fatores da USLE, em formato raster e vetorial na microbacia piloto do projeto PARANÁ RURAL em Campo Tenente (PR).

RIBEIRO (1997) utilizando técnicas de geoprocessamento para estudo de solos no Município de Palotina (PR), conclui que a utilização de cartas digitais, imagens orbitais, fotografias aéreas, como subsídio para o banco de dados, foram indispensáveis, agilizando e direcionando os trabalhos de campo.

NASCIMENTO (1998), comenta que foi possível determinar o potencial natural, a perda de solos e a expectativa de erosão em 30 microbacias, utilizando a equação universal de perdas de solos em ambiente de geoprocessamento. Concluindo: o ambiente SIG, permitiu agilidade e interatividade, proporcionando todos os cruzamentos e operações matemáticas exigidos pela equação.

3.1. Material

3.1.1 Caracterização da área de estudo

A) Localização da área

A área situa-se no Primeiro Planalto Paranaense, a aproximadamente 30 Km de Curitiba, BR.116, sentido sul. Abrange o município de Fazenda Rio Grande, na maior parte. Está localizada entre as coordenadas UTM 663.500 m a 675.000 m. E e 7.152.800 a 7.163.600 m. S do meridiano central – 51°, conforme a FIGURA 1.

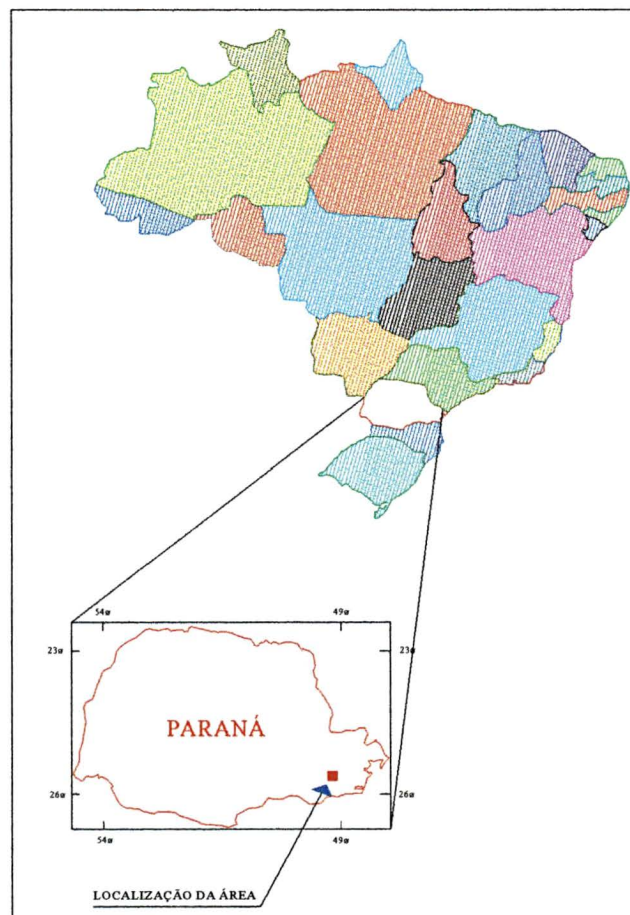


FIGURA 1 – Localização da área de estudos

B) Geologia

A porção Sudoeste do Primeiro Planalto Paranaense está representada litologicamente por migmatitos e gnaisses granitizados do complexo cristalino OLIVEIRA (1925, 1927) e MAACK (1953), rochas associadas aos migmatitos como xistos magnesianos, anfibolitos e quartzitos, diques de rocha básica, sedimentos plio-pleistocênicos da Formação Guabirota MARINI (1967) e sedimentos da Formação Tinguis BECKER (1982), além de sedimentos holocênicos correspondendo aos aluviões

A Formação Guabirota, termo utilizado por BIGARELLA e SALAMUNI (1962), para designar os sedimentos pleistocênicos da Bacia de Curitiba, é composta de sedimentos clásticos formados preferencialmente em clima seco que ocorre em discordância sobre as rochas do complexo cristalino. Estes depósitos compreendem seqüências litológicas onde predominam argilitos de coloração cinza esverdeada e areias arcossianas com 20 a 40% de feldspato.

BECKER (1982) subdividiu a Formação Guabirota em duas unidades distintas separadas por discordância erosiva, sendo a unidade superior caracterizada por uma coloração avermelhada a qual foi denominada de Formação Tinguis.

BIGARELLA e SALAMUNI (1959), afirmam que os depósitos holocênicos são de espessura reduzida e constituem exclusivamente as várzeas recentes, compostas por areias não arcossianas, depósitos silticos, sedimentos argilosos e muitas vezes constituídas por material de caráter orgânico.

Os depósitos Holocênicos ocorrem nas planícies aluviais principalmente ao longo do Rio Iguaçu MINEROPAR (1989).

Segundo CHODUR (1990), os migmatitos que ocorrem na região, são constituídos mineralogicamente por quartzo, plagioclásio, ortoclásio, microclínio, biotita, hornblenda e granada, além de minerais acessórios como zircão, apatita, clorita, pistacita, alanita, zoizita, opacos, sericita, calcita e muscovita, com porções variadas de cada uma destas espécies minerais. As outras litologias associadas aos migmatitos são os xistos magnesianos constituídos principalmente por talco, tremolita, actinolita, hornblenda, clorita e serpentina. Os anfibolitos, constituídos por hornblenda, quartzo, plagioclásio, apatita, titanita e opacos. As rochas básicas, de idade juro-Cretácea, apresentam-se na forma de diques e são constituídas principalmente por plagioclásio, piroxênio e anfibólio além de acessórios como opacos, quartzo e apatita. As rochas que

formam os diques básicos são classificadas como diabásicos diorito e gabro. O mapa geológico pode ser observado na FIGURA 2.

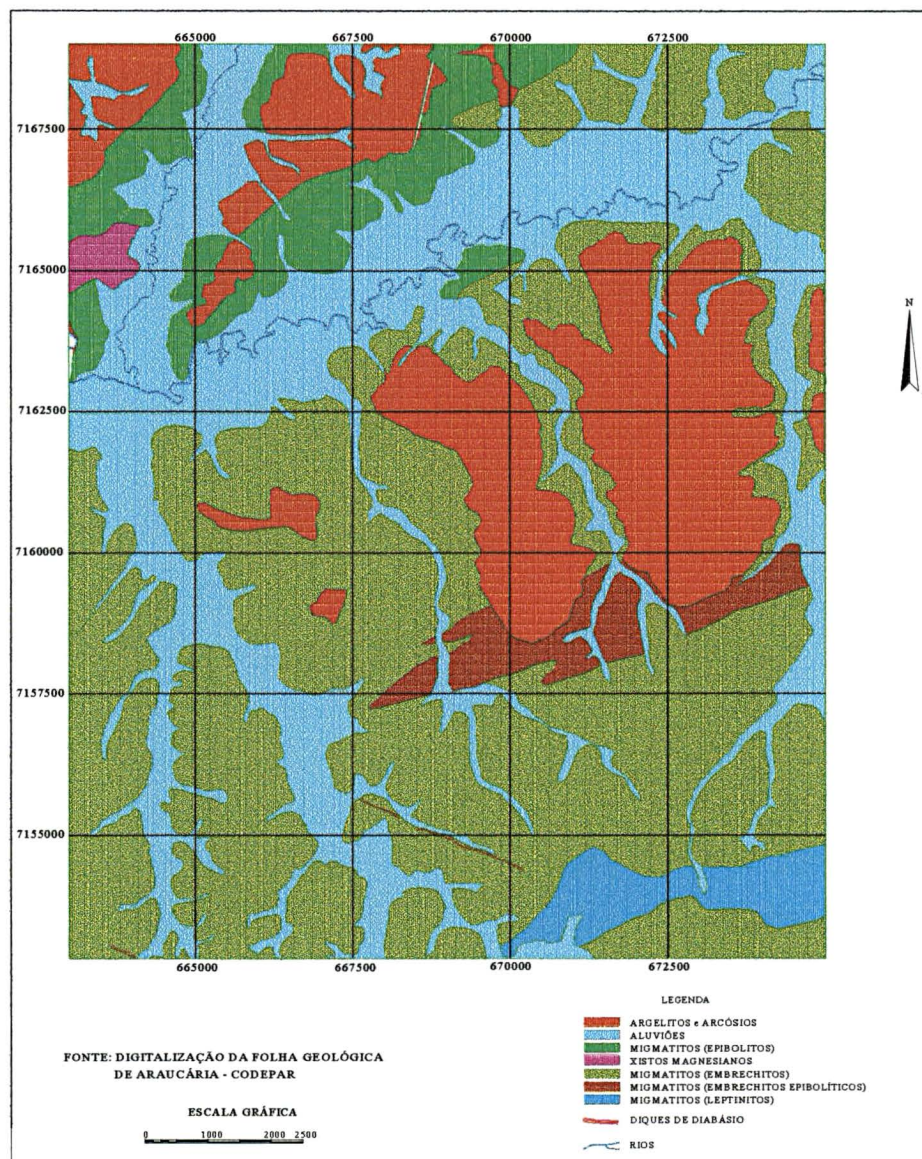


FIGURA 2 – Mapa geológico da área em estudo

C) Relevo

A região em estudo está localizada na porção sul do Primeiro Planalto Paranaense. Conforme MAACK (1981), o relevo é aplainado no conjunto, porém no detalhe mostra feições de moderadamente acidentado, ou seja um relevo ondulado. A região é representada por uma superfície de eversão esculpida por processos morfoclimáticos abaixo da superfície de aplainamento pré-Devoniana e que está em pleno processo de reentalhamento.

Segundo BIGARELLA e SALAMUNI (1961 e 1962), uma sucessão de climas úmidos e semi-áridos é responsável pela evolução da paisagem, pelo menos durante o Quaternário. Durante as fases úmidas uma predominância da erosão linear originou dissecação do relevo, enquanto as fases semi-áridas seriam responsáveis pelo desenvolvimento de superfícies de pedimentação, durante as glaciações pleistocênicas. Os climas úmidos ocorreriam nos períodos interglaciais e os semi-áridos corresponderiam aos períodos glaciais.

A paisagem é constituída por colinas baixas e arredondadas do tipo “meia laranja”, formadas sobre os migmatitos, regiões mais aplainadas quase tabuliformes sobre a Formação Guabirota, além das planícies aluviais do Rio Iguaçu e seus afluentes MARINI (1967).

D) Clima

De acordo com a Divisão Climática do Estado do Paraná MAACK (1981), baseada na classificação de KOEPPEN, predomina na região o tipo climático Cfb, ou seja, clima mesotérmico, úmido a superúmido, sem estação de seca, com verões brandos e com média do mês mais quente inferior a 22°C, sendo as geadas demasiadamente freqüentes.

A precipitação média anual está ao redor de 1343mm. As precipitações mais freqüentes e intensas nos meses de setembro a outubro. A força dos ventos, segundo a escala Beaufor, atinge média de 2,9 durante o ano. Os ventos de SE e NE atuam, originados pelo anticiclone do Atlântico Sul

.Em termos de temperatura média anual, o Primeiro Planalto é o mais frio onde predominam os índices 16° C a 18° C.

E) Vegetação primária

A vegetação primária na região é classificada como floresta subtropical perenifólia EMBRAPA (1984). Caracteriza-se pela maior resistência a climas frios que as florestas tropicais. Apresenta, normalmente árvores de porte médio. O pinheiro, Araucária angustifolia é comum neste tipo de vegetação. O ciclo vegetativo da maioria das espécies é determinado fundamentalmente pelas baixas temperaturas dos meses de inverno.

Segundo MAACK (1981), a mata apresenta três níveis. O nível superior constituído por araucária, imbuía, cedro, canela e outras espécies folhosas de grande porte. O nível médio é composto por podocarpus, pimenteira, guaramirim, erva-mate, caroba, bracinga, guaviroba além de outras. O nível inferior é constituído por ervas, arbustos e gramíneas em geral.

Atualmente, a vegetação nativa se restringe a pequenos núcleos semi-intactos, e no restante, aparece a mata secundária composta principalmente por bracinga, vassourão branco, pau toucinho e canela sebo.

F) Hidrografia

MAACK (1981), descreve que o Primeiro Planalto é constituído, basicamente, por duas grandes bacias hidrográficas: a bacia do rio Ribeira e a bacia do rio Iguaçu, local da área de estudo, que constitui a maior bacia do Paraná, incluindo os afluentes da margem esquerda. Ressalta o autor que no Primeiro Planalto o rio Iguaçu apresenta-se com aspecto “senil”.

Densa rede de drenagem cobre a área, representada por um coletor-mestre: o Iguaçu, que corta a folha de Araucária na região mediana de Este para Oeste, e seus tributários, conforme a FIGURA 3 .

As principais falhas e diáclases controlam a drenagem maior, conferindo-lhe um padrão ortogonal a retangular. A drenagem média, por sua vez, apresenta comumente um padrão paralelo a sub-paralelo, enquanto que a mais fina, nas cabeceiras, é sub-dendrítica.

O rio Iguaçu, embora apresente extensas várzeas e seu curso seja meandriforme, o seu vale é controlado por falhas. A vasta planície de inundação do rio

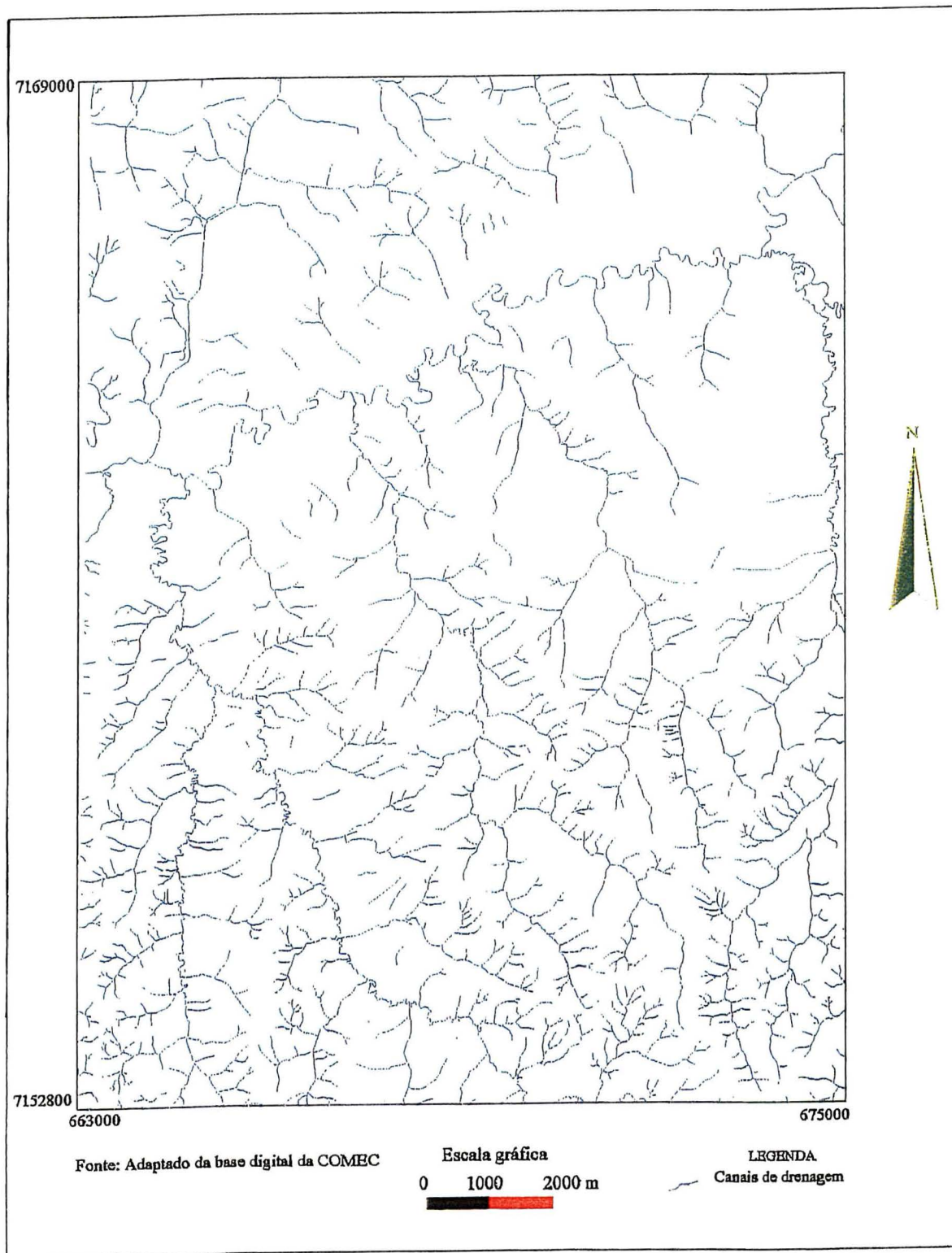


FIGURA 3- Mapa da rede de drenagem

Iguaçu, com seu curso meandrando caprichosamente, constitui feição morfológica marcante. Lagos em ferradura ("oxbow-lakes") e cicatrizes ocorrem por todo o vale.

Durante as cheias, comumente de novembro a maio, os materiais disponíveis no solo são carregados para as planícies de inundação provocando uma agradação constante das várzeas.

G) Solos

Na área objeto de estudo os mapas de solos utilizados, FIGURAS 4, 5 e 6 são produtos da pesquisa realizada por BECEGATO (1999), que utilizou as unidades de mapeamento a nível de reconhecimento da EMBRAPA (1984), efetuou estudos de análise de agrupamentos em ambiente de geoprocessamento, avaliou a potencialidade de 8 variáveis na separação das unidades fisiográficas que após o apoio de campo permitiu a confecção dos mapas de solos. Os resultados foram eficiente na discriminação dos solos, resultando em sete novas unidades.

Solos área 01

PVa1 - PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO Tb textura média argilosa relevo Ondulado, A proeminente; PVa2 - PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO Tb câmbico textura argilosa relevo forte ondulado A proeminente; Ca1 - CAMBISSOLO ÁLICO Tb A moderado textura argilosa relevo suave ondulado substrato migmatitos; Ca2 - CAMBISSOLO ÁLICO Tb A moderado textura argilosa relevo ondulado substrato migmatitos; HGH1 - GLEY HÚMICO ÁLICO Ta textura argilosa fase de relevo plano mal a muito drenado; HGP1 - GLEY HÚMICO ÁLICO Ta textura argilosa fase de relevo plano mal a imperfeitamente drenado;

Solos área 04

PVa1 - PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO Tb textura média argilosa relevo ondulado A proeminente; PVa2 - PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO Tb câmbico textura argilosa relevo forte ondulado A proeminente; PVa3 - PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO Tb câmbico textura argilosa relevo suave ondulado A

proeminente; LVa - Associação LATOSSOLO VERMELHO/AMARELO + CAMBISSOLO ÁLICO Tb substrato sedimentos pleistocênicos ambos A proeminente; Ca2 - CAMBISSOLO ÁLICO Tb A moderado textura argilosa relevo ondulado substrato migmatitos;

Solos área 06

PVa1 - PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO Tb textura média argilosa relevo ondulado A proeminente; PVa2 - PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO Tb câmbico textura argilosa relevo forte ondulado A proeminente; PVa3 - PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO Tb câmbico textura argilosa relevo suave ondulado A proeminente; LVa - Associação LATOSSOLO VERMELHO/AMARELO + CAMBISSOLO ÁLICO Tb substrato sedimentos pleistocênicos ambos A proeminente; LVa1 - Associação LATOSSOLO VERMELHO/AMARELO + CAMBISSOLO ÁLICO Tb substrato sedimentos pleistocênicos ambos A proeminente; Ca2 - CAMBISSOLO ÁLICO Tb A moderado textura argilosa relevo ondulado substrato migmatitos; HGH1 - GLEY HÚMICO ÁLICO Ta textura argilosa fase de relevo plano mal a muito drenado; HGP1 - GLEY HÚMICO ÁLICO Ta textura argilosa fase de relevo plano mal a imperfeitamente drenado; HGP2 - Associação de HGP1+A1 ; HO1 - SOLOS ORGÂNICOS ÁLICOS.

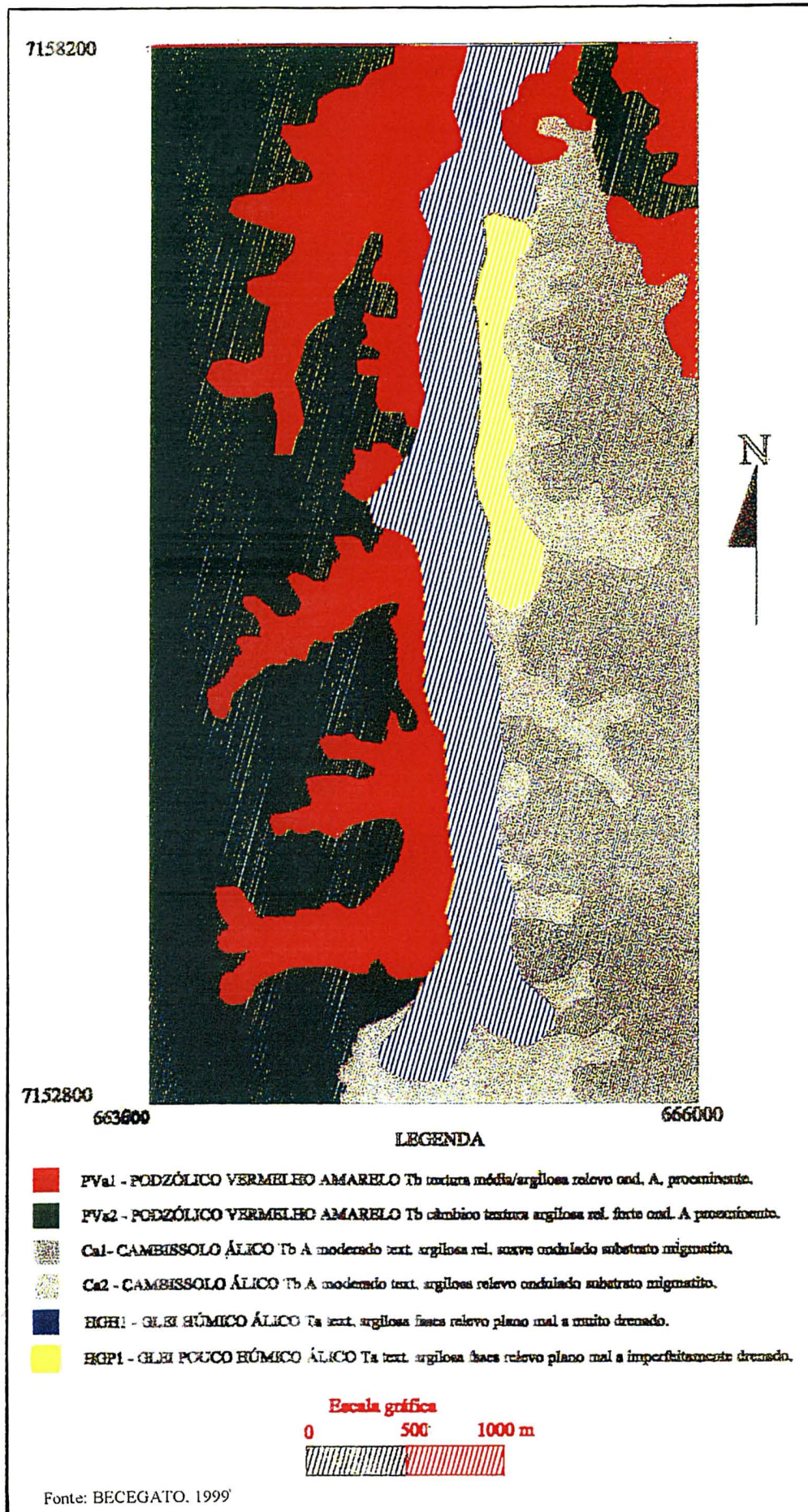
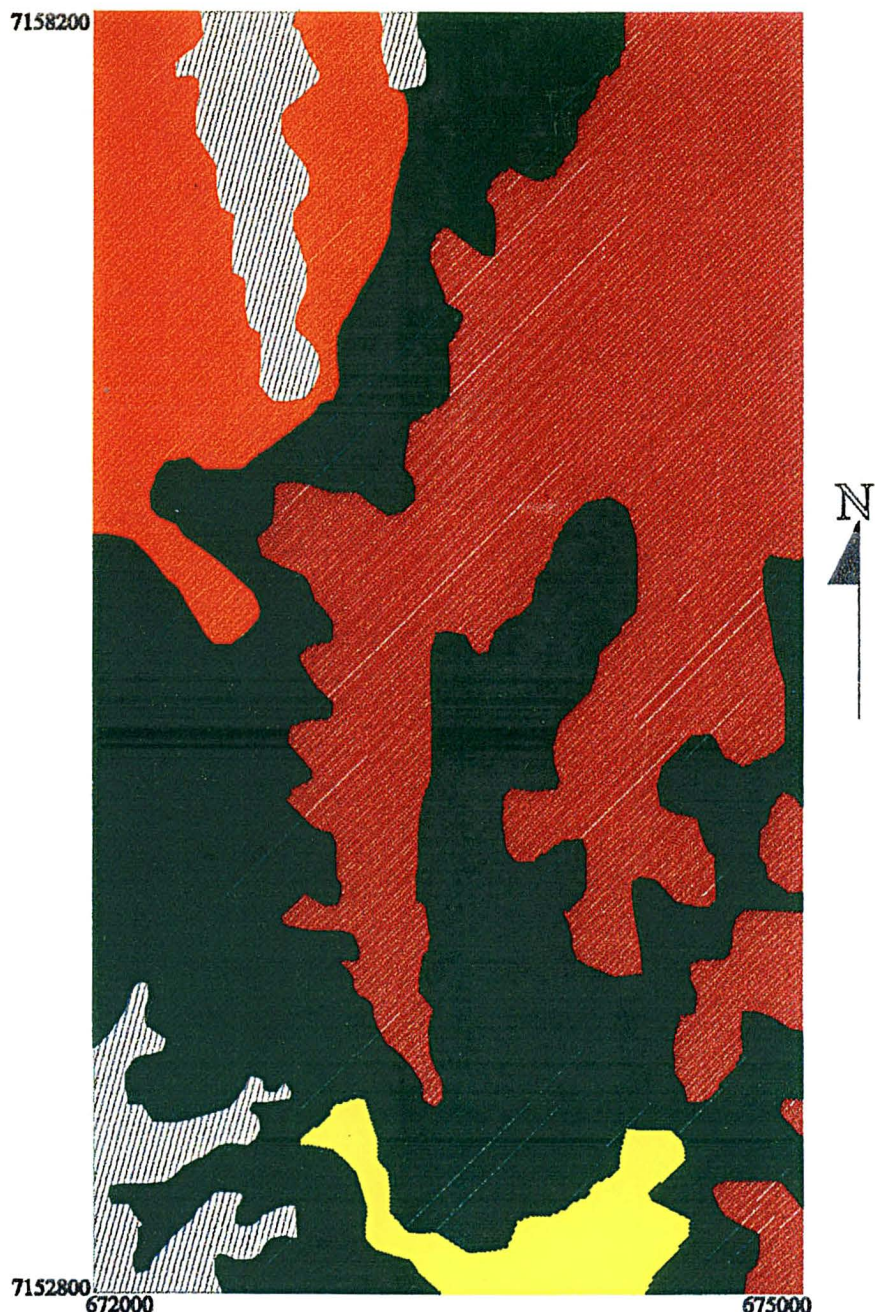


FIGURA 4 - Mapa de solos da área 01



LEGENDA

- PVa1 - PODZÓLICO VERMELHO AMARELO Tb textura média/argilosa rel. ondulado A proeminente.
- PVa2 - PODZÓLICO VERMELHO AMARELO Tb cámbico textura argilosa rel. forte ondulado A proeminente.
- PVa3 - PODZÓLICO VERMELHO AMARELO Tb cámbico textura argilosa rel. suave ondulado A proeminente.
- LVa - Assoc. LATOSSOLO VERMELHO-AMAR.+ CAMBISSOLO ÁLICO Tb substrato sed. pleistocênicos ambos A proeminente.
- Ca2 - CAMBISSOLO ÁLICO Tb A mod. textura argilosa relevo ondulado subs. migmatito.



Fonte: Becegato, 1999.

FIGURA 5 - Mapa de solos da área - 04

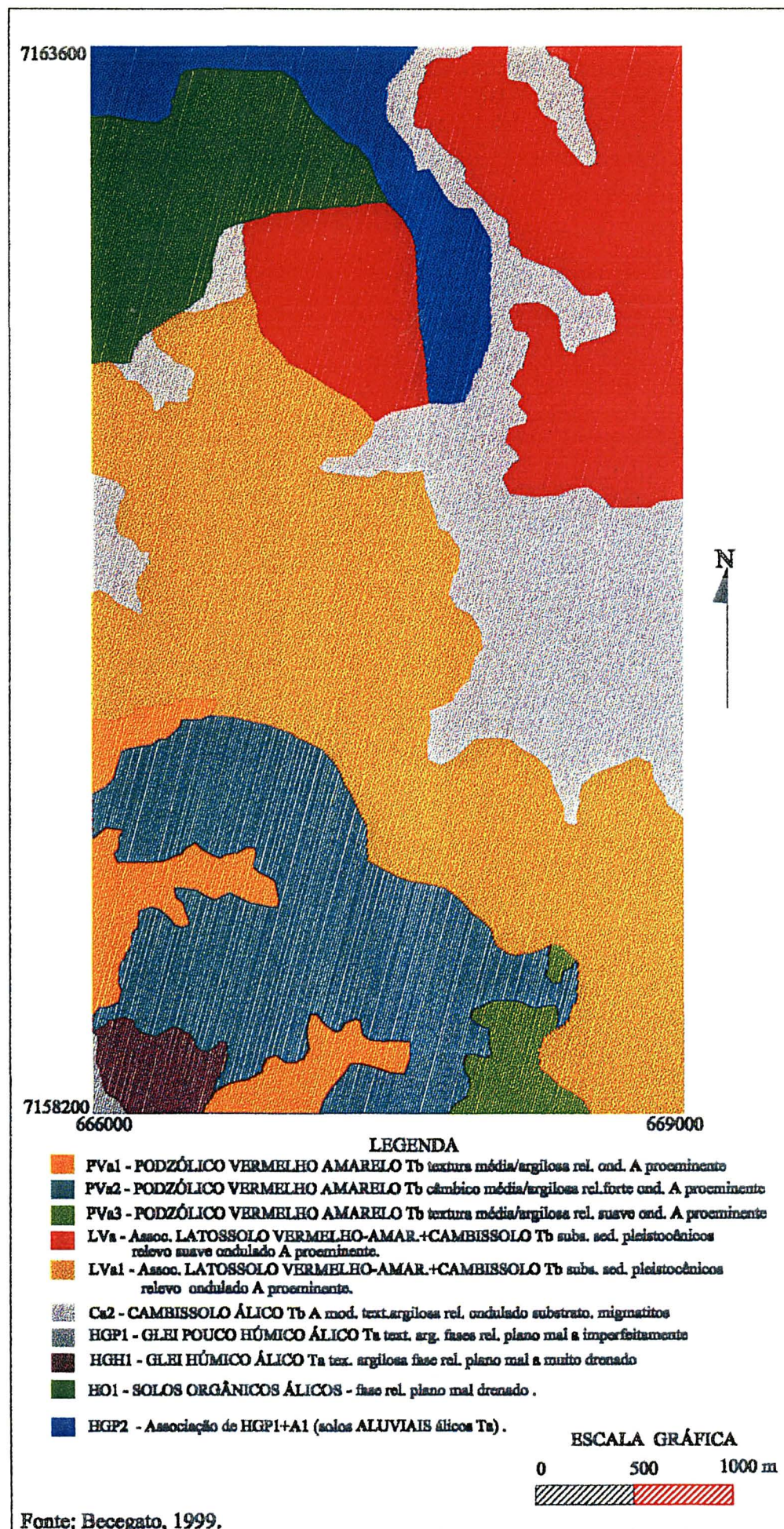


FIGURA 6 - Mapa de solos da área - 06

3.1.2. Material cartográfico

- Ortofotocarta, Empresa de Serviço Aerofotogramétrico Cruzeiro do Sul S.A. - escala 1:50.000, 1976, cedida pela COMEC- Coordenadoria da Região Metropolitana de Curitiba;
- Folha Geológica de Araucária - PR., escala 1:50.000 - 1966 - Comissão da Carta Geológica do Paraná;
- Cartas planialtimétricos escala 1:20.000 (A 137 e A138) ano 1976, cedida pela COMEC - Coordenadoria da Região Metropolitana de Curitiba;
- Mapa do levantamento semidetalhado dos solos de várzea da Bacia do Rio Iguaçu, na escala 1:50.000 - IAPAR - Instituto Agrônômico do Paraná - Londrina - PR.1994;
- Mapa de solos do Levantamento de reconhecimento dos Solos do Estado do Paraná, escala 1:600.000 - 1984.

3.1.2.1 Digital

- Arquivo digitais de curvas de níveis de 5 em 5 metros, elaborada pela Mineropar, cedida pela COMEC – Coordenadoria da Região Metropolitana de Curitiba;
- Arquivo digitais de mapa de solos a nível de semidetalhe, obtidos por BECEGATO (1999).

3.1.3. Fotografias Aéreas

Fotografias aéreas verticais do ano de 1996 nas escalas aproximada 1:60.000 - tomadas pela Universal S.A. para a Companhia Paranaense de Energia Elétrica - COPEL.

3.1.4. Equipamentos de informática e softwares

3.1.4.1. Equipamentos de informática

Computadores pentium 133 e 200 MHz, com 64 Mb Ram; mesas digitalizadoras, Digigraf formato A1 e Summagraphics IV formato A0; plotter no tamanho A0; impressora jato de tinta; scanner de mesa.

3.1.4.2. Softwares

- digitalização, criação e manutenção de bases, edição, poligonização foi usado o MaxiCAD e Autocad R-14;
- para mosaicagem e processamento de imagens Envi 3.0 e Idrisi 2.0;
- produção dos mapas Autocad R-14.

3.1.5. Outros

- estereoscópio de espelho, marca Topcon;
- estereoscópio de bolso marca Vasconcelos;
- mesa de luz

3.2. Métodos

3.2.1. Interpretação das fotografias aéreas pancromáticas

A primeira etapa, antes da interpretação propriamente dita, foi a de delimitar a área útil ou efetiva de cada fotografia segundo metodologia descrita por RABBEN (1960), e confeccionar “overlays” de acordo com as orientações de ANDERSON et al.(1979).

Sobre as fotografias aéreas através da formação do esteropar, foi realizada a interpretação do uso, traçando-se sobre os “overlays” independentes as classes do uso da terra com base nos elementos convencionais de reconhecimento como tonalidade, textura, forma, arranjo espacial, tamanho, padrão altura dos indivíduos, convergência de evidência, segundo MORAES (1968) e RAY (1963), além do apoio de campo.

A distribuição espacial do uso e manejo do solo foi determinada através da interpretação de fotografias aéreas dos cenários 1996. Foram consideradas as seguintes classes temáticas: mata de várzea, mata alta, campo, reflorestamento, agricultura, agricultura de várzea, várzea, área urbana.

Foi definida uma escala média das fotografias para cada vôo conforme orientações de RICCI & PETRI (1965).

3.2.1.2. Correção Geométrica

Trabalhos envolvendo análise e planejamento ambiental, utilizam documentos de várias origens, como cartas topográficas, fotografias aéreas, imagens analógicas orbitais e dados digitais. Cada um dos produtos analógicos apresentam variações dimensionais, em termos de níveis de cinza e de posicionamento relativo segundo condições ambientais e de geometria de cena. Existe portanto uma preocupação com a qualidade dos dados de entrada em SIG, visando a obtenção de produtos confiáveis PINTO (1991).

No caso de dados digitais uma das providências, além das correções radiométricas e geométricas de rotina, é o chamado Registro da Imagem, quando a

imagem processada é corrigida de acordo com a correspondente carta topográfica ou base cartográfica.

Como a imagem possui formato digital, o registro é baseado em funções numéricas, que permitem modificações na geometria da cena. Ela pode ser corrigida com o auxílio de mapas cartográficos, (Imagem x Mapa) ou utiliza-se uma imagem georeferenciada (Imagem x Imagem). Para ambos os registros, é necessário uma boa definição na escolha de pontos de controle na imagem e na carta topográfica para determinação de parâmetros matemáticos para a realização de transformações entre sistemas SANTOS et.al. (1988).

A precisão dos parâmetros a serem determinados está diretamente ligada à quantidade e distribuição dos pontos de imagem ARAÚJO (1986). Estes pontos de apoio devem ser elementos perfeitamente identificáveis, tanto na imagem como no mapa, cruzamentos ou bifurcações de estradas, confluência de rios, MITISHITA et al. (1988).

Assim sendo, logo após a digitalização automática das fotografias aéreas, que abrangem a área, foram efetuados no software MaxiCad a correção geométrica ou registro das mesmas. A primeira fase do registro foi a obtenção de pontos de controle, feições claramente identificáveis, da base cartográfica - ortofotocarta -COMEC, com as imagens das fotografias no monitor. Tomou-se o cuidado de se fazer a coleta de pontos em locais estratégicos, de tal forma que os mesmos se apresentassem de maneira bem distribuída por toda a imagem. Foram coletadas uma média de oito pontos de controle em cada fotografia, após foi feita a reamostragem de todos os pontos das fotografias em relação aos pontos de controle, tornando as fotografias georeferenciadas.

3.2.1.3. Mosaicagem

Após a correção geométrica das fotografias, foi possível identificar os limites em coordenadas UTM, necessários para que cada fotografia deveria ter para que formassem uma única imagem. O mosaico das cenas foi elaborado no software ENVI.

3.2.1.4. Digitalização

O Software utilizado para esta tarefa foi o MaxiCad, um sistema CAD

(Computer Aided Design), com interface DOS e Windows. O primeiro passo foi a criação de um novo arquivo, onde foram fornecidas as coordenadas geográficas da área e os demais parâmetros cartográficos, como elipsóide, datum, hemisfério e escala.

Em seguida foram inseridos os níveis de informação, que receberam os dados digitalizados da interpretação uso da terra, com sua classe de uso correspondente relacionado na TABELA - 1.

TABELA 1 - Classes de uso da terra obtidas das fotografias aéreas.

Classes de uso						
Mata de várzea	Mata alta	Campo nativo	Agricultura	Agr. de várzea	Várzea	Área urbana

Após a inserção dos níveis, realizou-se o procedimento chamado orientação da mesa. Foi realizado para cada “overlay” interpretado sobre as fotografias, um nível, denominado de “poligonal de controle“. Escolheu-se pontos de controle identificáveis no mosaico georeferenciado e nos “overlays” (mínimo de quatro e máximo de dez). Tendo digitalizado o último ponto homólogo, processou-se a orientação, sendo que o sistema informa, através de uma janela, os resíduos do processo de orientação e o erro ocorrido. Pode-se aceitar ou rejeitar a orientação, pode-se ainda eliminar os pontos que apresentam maior resíduo, processando novamente a orientação. Após realiza a operação de orientação da mesa, efetuou-se o processo de digitalização.

Após a digitalização dos “overlays” utilizou-se o programa MaxiHach na inserção das hachuras dos polígonos de mesma identidade, que estão no mesmo nível, para posteriormente serem plotados para que pudessem ser verificados possíveis erros ou falhas no processo.

3.2.2. Obtenção dos fatores da USLE

3.2.2.1. Fator Erosividade da Chuva (R)

A erosividade da chuva ou fator R foi estimado a partir do mapa de isoerodentes desenvolvido por RUFINO et al.(1993), correspondendo ao valor interpolado de $5625 \text{ Mj.mm.ha}^{-1}\text{h}^{-1}\text{ano}^{-1}$. O índice de erosividade EI_{30} foi calculado pela expressão sugerida por CASTRO FILHO et al.(1982) e convertido para o Sistema Internacional de Unidades FOSTER et al.(1981).

Os dados obtidos são resultantes do registro das chuvas de 1972 a 1989 em trinta e uma estações da rede meteorológica do Instituto Agrônomo do Paraná e de pluviômetros de 144 postos, com período de recorrência de 25 a 100 anos, da rede meteorológica da Secretaria de Recursos Hídricos e Meio Ambiente do Paraná.

3.2.2.2. Fator Erodibilidade do solo (K)

Para a estimativa da erodibilidade do solo ou fator K , foram utilizados os índices propostos por BERTONI et al.(1975), sendo os valores 0,033 e 0,022 t.h/Mj obtidos para os horizontes superficiais do Podzólico Vermelho-Amarelo e do Latossolo Vermelho-Amarelo, respectivamente.

Para as classes de solos pertencentes aos Cambissolos o valor de k adotado foi de 0,0269 t.h/Mj, utilizado nos dados analíticos de SILVA (1993) e determinado pela equação de ROLOFF e DENARDIN (1994) por MOTTER (1996).

3.2.2.3 Fator Topográfico (LS)

Os fatores comprimento de rampa (L) e declividade (S), que constituem em conjunto o fator topográfico, foram obtidos através dos seguintes procedimentos:

a) A declividade, representando o fator S, foi gerada a partir de arquivo digital fornecido pela COMEC contendo dados altimétricos de cartas topográficas, na escala 1:10.000 , curvas de níveis com equidistância de 5 m, que foram exportadas do

AutoCAD-14 no formato DXF e importado para IDRISI 2.01 através do comando File/Import/Desktop Publish Formats/Dxfidris.

Com o comando DataEntry/SurfaceInterpolation/Intercon, as curvas de nível foram interpoladas e foi gerado o modelo numérico do terreno (MNT), o qual possibilitou a geração de imagens de declividade em percentagens, através do comando Analysis/ContentOperator/Surface, ativando o subcomando Slope.

As imagens de declividade, em porcentagem, foram reclassificadas e definidas em intervalos de declive de 0-3%, 3-8%, 8-12%, 12%-20%, 20%- 45% e > 45% com o comando Analysis/DataBaseQuery/Reclass.

b) A determinação do comprimento de rampa (L) foi obtido no IDRISI, conforme o diagrama de blocos de RIBEIRO et al. (1999), FIGURA 7 modificado.

Para as faixas de rampa seguiu-se a metodologia de ROCHA et al.(1995), onde a imagem é reclassificada em oito intervalos iguais, tendo cada intervalo 45° ,completando 360°.

Realizou-se uma tabulação cruzada das imagens reclassificadas, seguida de um agrupamento de pixel representativo do mesmo grupo de rampa.

Foi extraído desse agrupamento de pixel faixas de valores das diferenças de alturas e ângulos médios das rampas com o respectivo valor do seno.

Sabendo-se que $L = DH/\text{SEN}\hat{\text{angulo}}$, executou-se a divisão entre as imagens, gerando uma imagem com os comprimento de rampa.

Para o cálculo do LS, utilizou-se a seguinte fórmula de BERTONI e LOMBARDI (1985): $LS = 0,00984 L^{0,63} D^{1,18}$, onde C é o comprimento da rampa em metros e D o grau do declive em porcentagem. O comprimento de rampa (L) foi gerado através do descrito nos parágrafos acima e o D é a imagem das classes de declive gerada anteriormente. Para executar esta tarefa no IDRISI v 2.01 utilizou-se o comando Analysis/MatematicsOperator/ Calculator.

O fator topográfico apresentou valores de 0,02 a 48,0, sendo que foram adotados à média dos intervalos para todas as unidades de mapeamento estudadas.

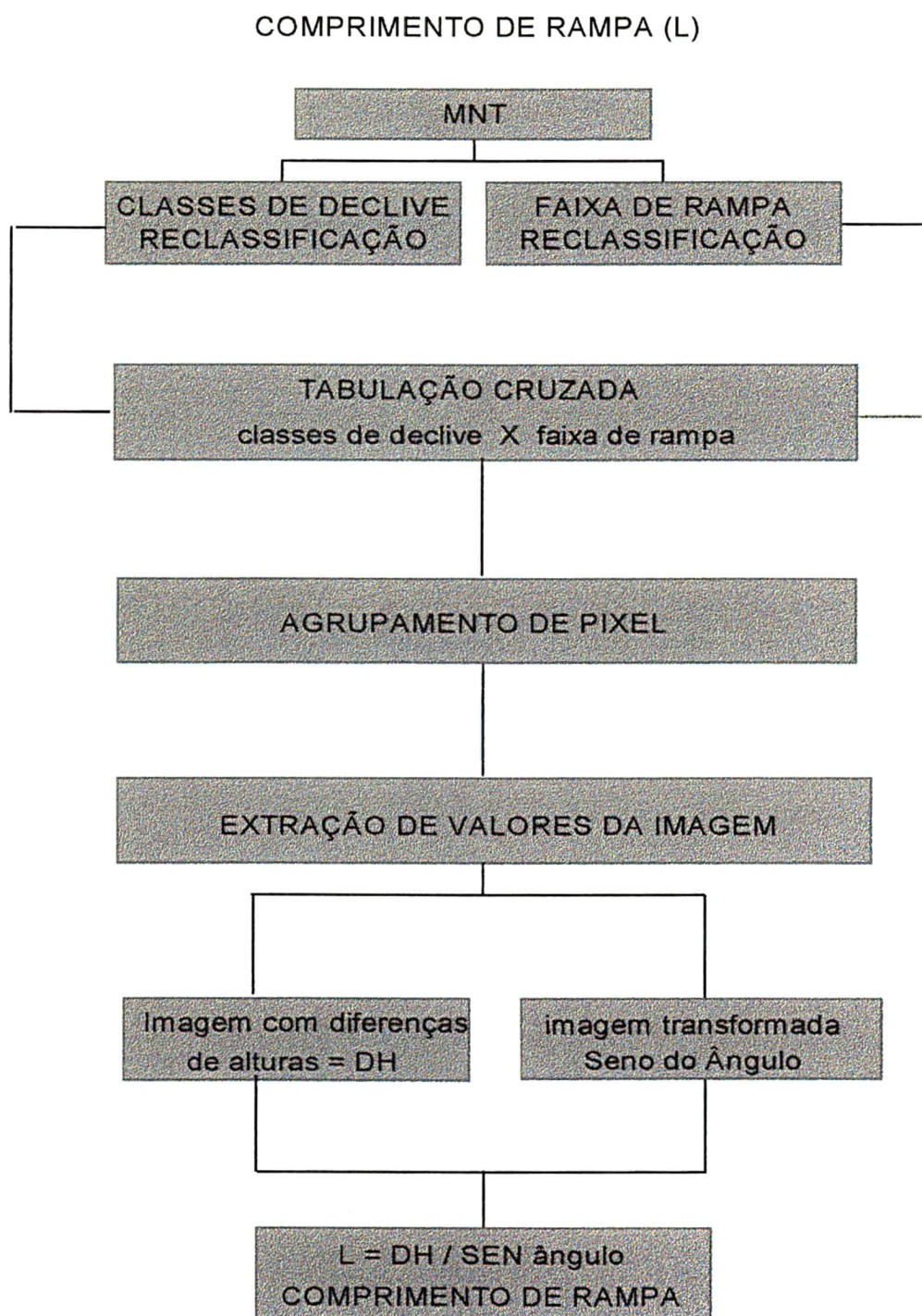


FIGURA 7 - Fluxograma metodológico para obtenção do comprimento de rampa - (L)

3.2.2.4. Fator Uso e Manejo do solo (C) e Práticas Conservacionistas (P)

Os fatores C e P foram tratados conjuntamente. Por se tratar de dois fatores que mantêm estreita relação, utilizou-se valores definidos por STEIN et al. (1987), TABELA 2 em área adjacente no Estado de São Paulo..

TABELA 2 - Valores dos Fatores C P para as classes de uso na área em estudo

Classe de uso	Valores de CP
Reflorestamento, matas	0,0001
Agricultura	0,20
Campo nativo	0,010
Pastagem	0,10
Floresta	0,00004
Área Urbana	0,0
Várzea	0,0

Conforme estes pesquisadores para obtenção do valor do fator uso-manejo do solo foi utilizado a sistemática proposta por BERTONI & LOMBARDI NETO (1985). Ainda segundo estes autores as práticas conservacionistas mais comumente empregadas são: plantio morro abaixo, plantio em contorno, plantio em faixas de contorno, terraceamento e alternância de capinas, as quais são utilizadas por STEIN et al. (1987).

3.2.3. Limite de tolerância de perdas de solo (IT)

Os limites de tolerância de perdas de solo para Latossolo Vermelho-Amarelo, Podzólico Vermelho-Amarelo foram de 12,8 e 7,6 t.ha⁻¹.ano⁻¹ respectivamente, conforme os índices BERTONI & LOMBARDI NETO (1985).

Para o grupo de solo Cambissolo, o valor adotado foi de $7,5 \text{ t.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ do levantamento semi-detalhado de solos SILVA ((1993), calculado conforme a equação de LOMBARDI e BERTONI (1975), por MOTTER (1996).

3.2.4 Erosão potencial

Com o produto dos fatores R.K.LS, onde corresponde a estimativa de perdas de solos em áreas desprovidas de vegetação e ação do homem foi calculado a erosão potencial para cada unidade de mapeamento. Os valores foram ordenados qualitativamente em cinco níveis, sendo adotado a media de cada intervalo para todas as unidades.

3.2.5. Aptidão agrícola dos solos

A aptidão agrícola das unidades de solos da área em estudo, dos grupos e subgrupos foram utilizados os indicados no estudos básicos para o planejamento agrícola BRASIL (1981) - *Aptidão Agrícola das Terras do Paraná* - série 21, e no trabalho realizado por BECEGATO (1999), na mesorregião 401, conforme a seguir: PVa1- Podzólico Vermelho-Amarelo, relevo ondulado, 2''b(c); PVa2- Podzólico Vermelho-Amarelo, relevo forte ondulado, 4p ; PVa3- Podzólico Vermelho-Amarelo, relevo suave ondulado, 2bc; LVa- Assoc. Latossolo Vermelho/Amarelo + Cambissolo relevo suave ondulado, 2''(b)c; Lva1 - Assoc. Latossolo Vermelho/Amarelo + Cambissolo, relevo ondulado, 3(bc); Ca1- Cambissolo Álico , relevo suave ondulado, 3(bc); Ca2 - Cambissolo Álico, relevo ondulado, 3(b).

3.2.6. Adequação para uso do solo

Com o resultado do produto dos fatores R, K e LS multiplicou-se por diversos fatores de $C_{p\text{genérico}}$, calculando para cada unidade de mapeamento índices de estimativa de perda de solos (A) para comparação com a indicação da aptidão do Sistema FAO/Brasileiro e os graus de limitação a suscetibilidade à erosão.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Fotointerpretação do uso da terra sobre as fotografias aéreas de 1996

De acordo com as TABELAS 03, 04 e 05 observa-se as classes de uso do solo, por área estudada, (FIGURAS 8, 9 e 10). Com relação a área 01, o predomínio de uso é a agricultura e mata de várzea, ocupando respectivamente uma área de 411,83 ha e 285,63 ha, perfazendo um percentual de 62,58% em relação ao total, o que já não acontece na área 04, onde a classe campo com agricultura correspondem a 69,51% da área total, totalizando 1126,09 ha. Na área 06 a classe de uso área urbana é dominante ocupando uma área de 711,58 ha com um percentual de 51,27%, seguida da classe agricultura com 197,19 ha com 14,21%.

TABELA 03 - Classes de uso do solo da área 01

Classes de uso	Área	
	ha	(%)
Mata alta	127,10	11,40
Mata de várzea	285,63	25,63
Agricultura	411,83	36,95
Várzea	9,54	0,86
Campo nativo	280,45	25,16
Total	1114,55	100

TABELA - 04 Classes de uso do solo da área 04

Classes de uso	Área	
	ha	(%)
Mata alta	122,51	7,56
Mata de várzea	371,43	22,93
Agricultura	498,52	30,77
Campo nativo	627,54	38,74
Total	1620,00	100

TABELA - 05 Classes de uso do solo da área 06

Classes de uso	Área	
	ha	(%)
Mata alta	158,58	11,43
Mata de várzea	84,96	6,12
Agricultura	197,19	14,21
Agricultura de várzea	4,32	0,31
Campo nativo	192,90	13,83
Área urbana	711,58	51,27
Várzea	39,36	2,83
Total	1387,89	100

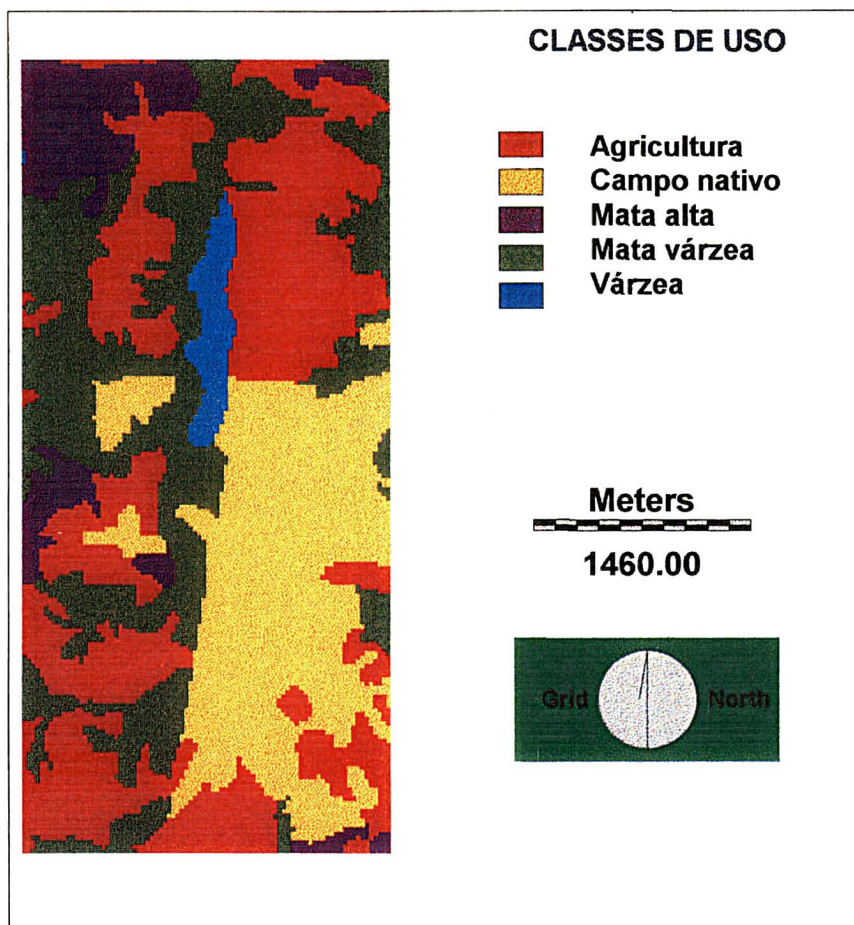


FIGURA 8 - Mapa de uso da terra da área 01 -1996

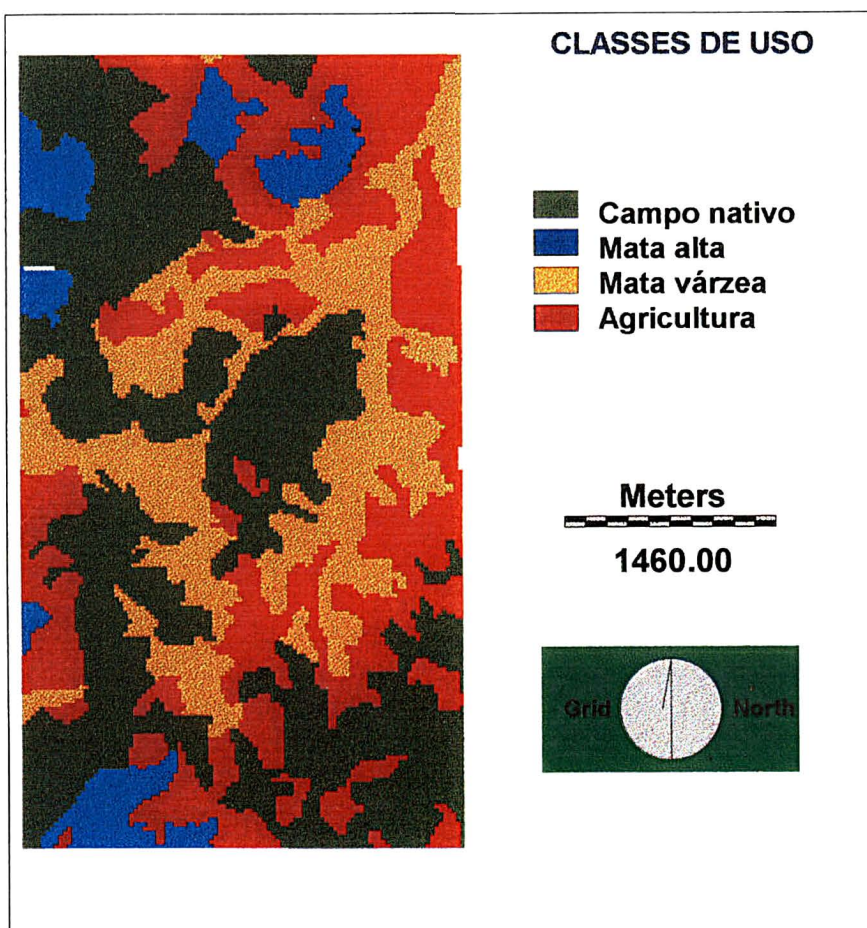


FIGURA 9 - Mapa de uso da terra da área 04 -1996

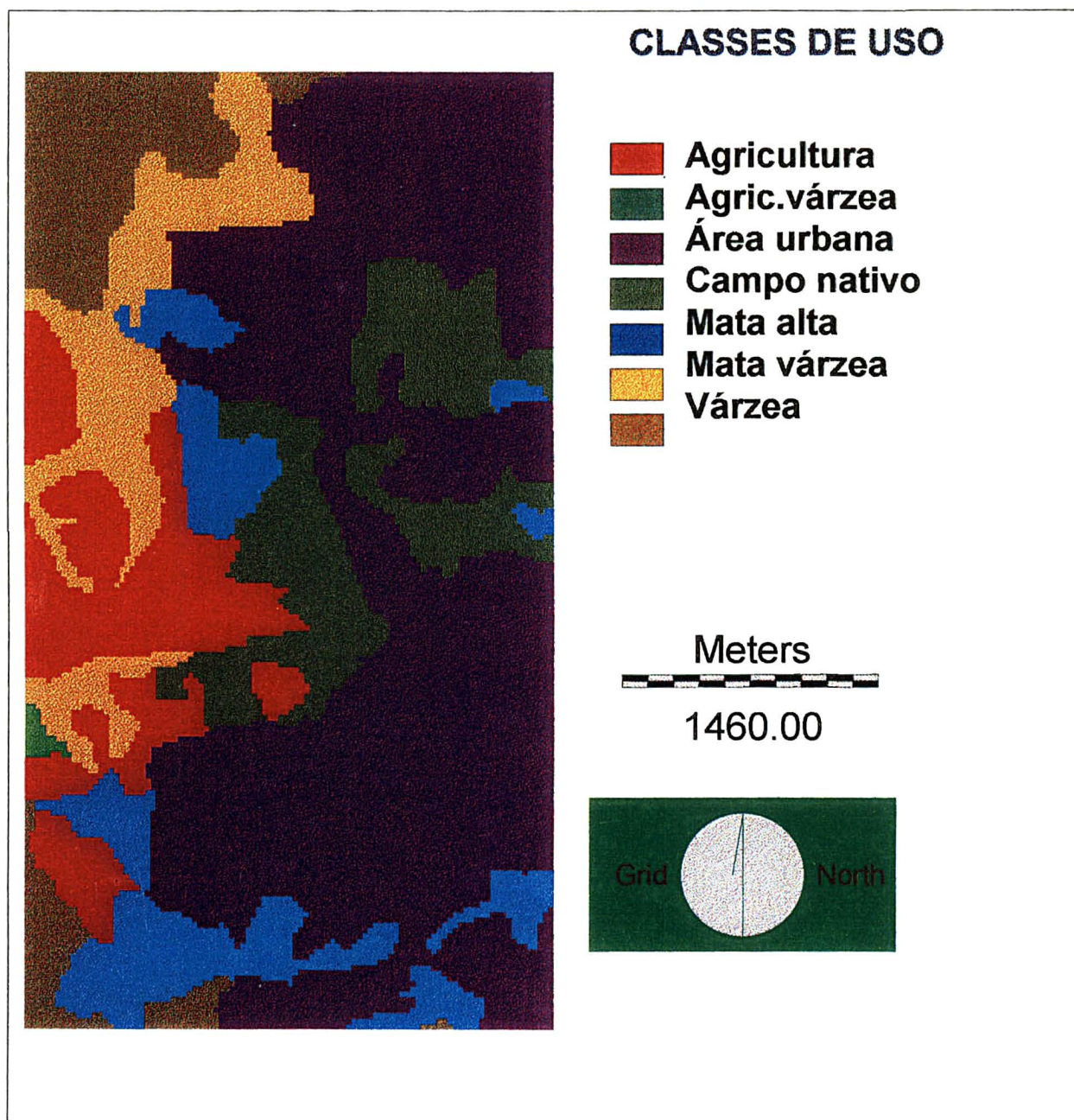


FIGURA 10 - Mapa de uso da terra da área 06 -1996

4.2. Distribuição dos solos e valores de erodibilidade

A presente discussão dos solos tem por objetivo mostrar como foi feito a espacialização da erodibilidade dos solos (FIGURAS 11, 12 e 13) com base no levantamento a nível de reconhecimento da EMBRAPA (1984), semidetalhado por BECEGATO (1999), que apresentam as seguintes distribuições conforme as TABELAS 6, 7, 8.

Com referência à área 01 e de acordo com a TABELA 06, está constituída de quatro unidades de mapeamento, totalizando 1114,55 ha. A unidade Ca2 ocupa 122,5 ha com um percentual de 10,99%; a unidade Ca1 298,57 ha 26,79%; a unidade PVa1 298,57 ha 26,79% e a unidade PVa2 377,23 ha ocupando a maior extensão com percentual de 33,85%. A área 04, TABELA 07, tem 1620 ha, composta de cinco unidades de mapeamento, sendo a dominante a PVa2 com 702,9 ha (43,38%); PVa1 577,89 ha (35,67%); Pva3 53,46 ha (3,30%); Lva 178,65 ha (11,03%) e a unidade Ca2 com 107,10 ha (6,62%). A área 06, TABELA 08, totaliza 1387,89 ha com seis unidades de mapeamento, ocupando a maior parte a Lva1 com 487,26 ha (35,1%); Ca2 281,43 ha (20,28%); Lva 269,64 ha (19,43%); PVa2 255,15 ha (18,38%); PVa1 68,58 ha (4,95%) e PVa3 25,83 ha (1,86%).

TABELA 06 - Unidade de mapeamento e valores de K (área 01)

Unidades de solos	K (t.h/Mj)	Área	
		ha	(%)
Podzólico Vermelho-Amarelo - relevo forte ondulado-PVa2	0,033	377,23	33,85
Podzólico Vermelho-Amarelo - relevo ondulado-PVa1	0,033	298,57	26,79
Cambissolo Alíco - relevo suave ondulado - Ca1	0,0269	316,25	28,37
Cambissolo Alíco - relevo ondulado - Ca2	0,0269	122,50	10,99
Total		1114,55	100

TABELA 07 - Unidades de mapeamento e valores de K (área 04)

Unidades de solos	K (t.h/Mj)	Área	
		ha	(%)
Podzólico Vermelho-Amarelo - relevo forte ondulado-PVa2	0,033	702,90	43,38
Podzólico Vermelho-Amarelo - relevo ondulado -PVa1	0,033	577,89	35,67
Podzólico Vermelho-Amarelo - relevo suave ondulado- PVa3	0,033	053,46	03,30
Assoc.Latossolo Vermelho-Amarelo relevo suave ondulado-LVa	0,022	178,65	11,03
Cambissolo Alíco - relevo ondulado - Ca2	0,0269	107,10	06,62
Total		1620,0	100

TABELA 08 - Unidades de mapeamento e valores de K (área 06)

Unidades de solos	K (t.h/Mj)	Área	
		ha	(%)
Podzólico Vermelho-Amarelo - relevo forte ondulado-PVa2	0,033	255,15	18,38
Podzólico Vermelho-Amarelo - relevo ondulado-PVa1	0,033	68,58	04,95
Podzólico Vermelho-Amarelo - relevo suave ondulado-PVa3	0,033	25,83	1,86
Latossolo Vermelho-Amarelo relevo ondulado-LVa1	0,022	487,26	35,10
Latossolo Vermelho-Amarelo relevo suave ondulado-LVa	0,022	269,64	19,43
Cambissolo Alíco - relevo ondulado - Ca2	0,0269	281,43	20,28
Total		1387,89	100

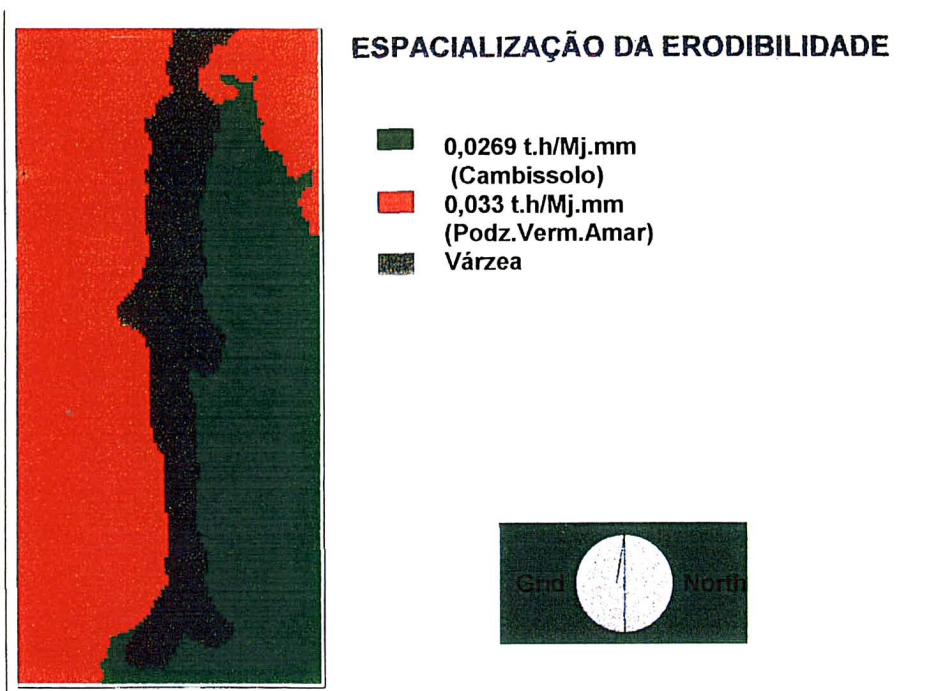


FIGURA 11- Espacialização dos valores de *K* da área 01

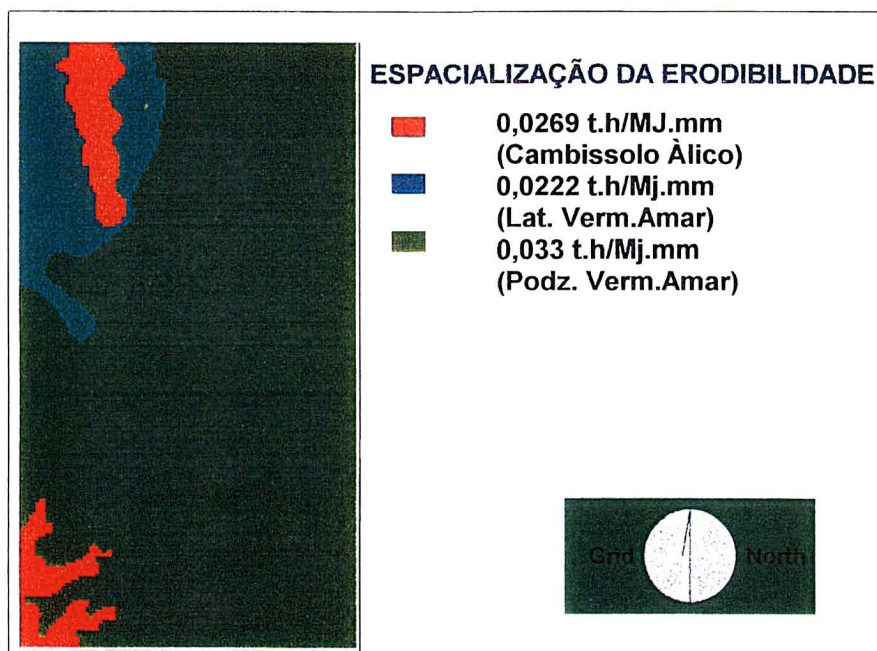
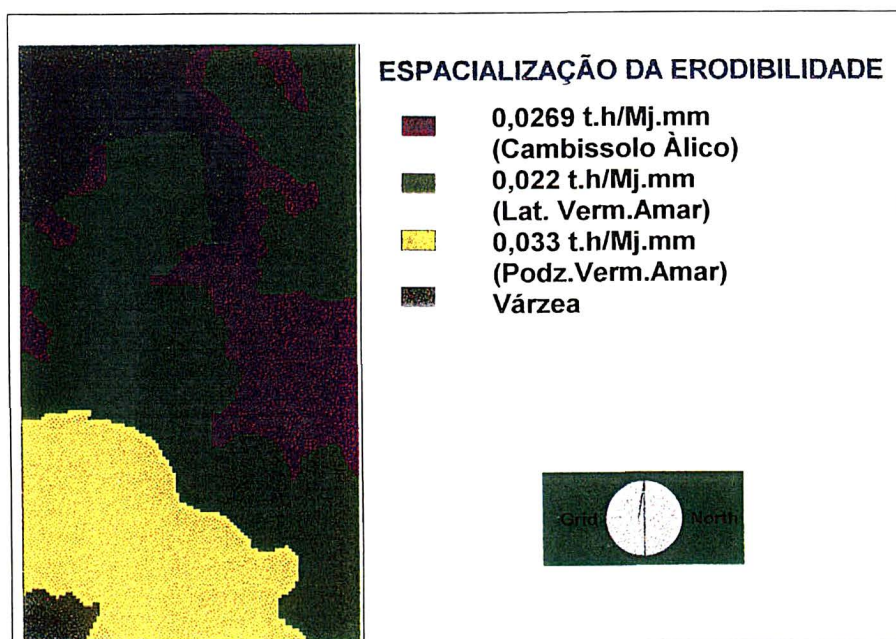


FIGURA 12- Espacialização dos valores de *K* da área 04



4.3. Aptidão agrícola dos solos

A classificação da aptidão agrícola das unidades de mapeamento está baseada nos trabalhos de BECEGATO (1999) e nos estudos do Ministério da Agricultura - Secretaria Nacional de Planejamento Agrícola (1981), conforme as TABELAS 09, 10 e 11 a seguir:

TABELA 09 - Aptidão agrícola da área 01

Solos	Classes de aptidão	Área	
		ha	(%)
Podzólico Vermelho-Amarelo - rel forte ond. PVa2	4p	377,23	33,85
Podzólico Vermelho-Amarelo - rel. ondulado - PVa1	2"b(c)	298,57	26,79
Cambissolo Alíco - rel. suave ondulado - Ca1	3(b,c)	316,25	28,37
Cambissolo Alíco - rel. ondulado - Ca2	3(b)	122,50	10,99
Total		1114,55	100

TABELA 10 - Aptidão agrícola da área 04

Solos	Classes de aptidão	Área	
		ha	(%)
Podzólico VermelhoAmarelo rel. forte ondulado PVa2	4p	702,90	43,38
Podzólico VermelhoAmarelo rel. ondulado - PVa1	2"b(c)	577,89	35,67
Podzólico VermelhoAmarelo rel. suave ondulado PVa3	2(b)	53,46	03,30
Assoc. Latossolo VermelhoAmarelo rel. ondulado LVa	2"(b,c)	178,65	11,03
Cambissolo Alíco - rel. ondulado - Ca2	3(b)	107,10	06,62
Total		1620,0	100

TABELA 11 - Aptidão agrícola da área 06.

Solos	Classes de aptidão	Área	
		ha	(%)
Podzólico Vermelho-Amarelo rel. forte ondulado- PVa2	4p	255,15	18,38
Podzólico Vermelho-Amarelo - rel. ondulado - PVa1	2"b(c)	68,58	4,95
Podzólico Vermelho-Amarelo rel. suave ondulado Pva3	2(b,c)	25,83	1,86
Latossolo Vermelho-Amarelo - rel. ondulado - LVa1	3(b,c)	487,26	35,10
Assoc. Latossolo Vermelho-Amarelo rel. suave ondulado LVa	2"(b,c)	269,64	19,43
Cambissolo Alíco - rel. ondulado- Ca2	3(b)	281,43	20,28
Total		1387,89	100

Evidencia-se o predomínio da classe de aptidão 4p nas áreas de unidade de mapeamento Pva2, perfazendo um total de 1335.28 ha. Na seqüência, a classe de aptidão 2"b(c) ocupando 35,67%, 4,95% e 26.79%, respectivamente nas áreas 04, 06 e 01 da unidade Pva1. A aptidão agrícola 3(bc) referentes as áreas 01 e 06, verifica-se um percentual de 28,17% e 35.1% nas unidades de mapeamento Ca1, Lva1. Para as classes de aptidão 3(b) e 2"(b)c estão indicadas para as unidades Ca2 e Lva respectivamente.

4.4. Distribuição do uso atual e Erosão Potencial

Com as classes de uso da terra, definidas por unidade de mapeamento (FIGURAS 14 e 15) objetivou-se o cálculo da erosão potencial.

Os valores dos índices de erosão potencial são resultantes do produto dos fatores R.K.LS da Equação Universal de Perdas de Solo. Correspondem as estimativas de perdas de solo em áreas continuamente destituídas de cobertura vegetal e sem qualquer intervenção antrópica.

Os valores alcançados foram ordenados qualitativamente em cinco níveis: I- baixa ($0-300 \text{ t.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$); II- média ($300-600 \text{ t.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$); III- alta ($600-900 \text{ t.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$); IV- muito alta ($900-1500 \text{ t.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$); V- extremamente alta ($1500 - 8898 \text{ t.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$). Esta classificação foi feita a partir do histograma dos valores contidos para todas as unidades de mapeamento (FIGURA 16,17 e18).

Utilizado os valores médio da erosão potencial (EP), quantificados por unidade de mapeamento, cruzou-se com as áreas das classes de uso da terra, conforme TABELA 1, por unidade de mapeamento resultando as TABELAS 12 a 18.

Com os valores de $EP_{\text{média}}$ e $CP_{\text{genéricos}}$, foi calculado o índice de perdas de solos (A), por unidade de mapeamento, enquadrando por faixas de erosão potencial e a área da classe de uso correspondente. Desta forma foi possível visualizar as perdas e destacar com sombreamento as áreas incompatíveis com os índices de limite de tolerância de perdas de solos, conforme item 3.2.3.

Na TABELA 12, referente a unidade de mapeamento Ca2, nível de aptidão 3(b), cujo uso do solo é permitido para agricultura restrita no nível B onde ocorre a seguinte distribuição de uso de solo: mata alta, mata de várzea, agricultura, campo nativo, várzea e área urbana, para as faixas de erosão potencial totalizando de 511.03 ha. As estimativas de $(EP)_{\text{média}}$ *baixa* engloba 11,94% da área total, 59,33% refere-se a somatória das classes denominadas *muito alta* e *extremamente alta*. Com referência a área 01 a ocupação é mais expressiva na classe de uso agricultura, com 44,82 ha enquadrando a maior parte na faixa de EP *extremamente alta* com 20,79 ha.

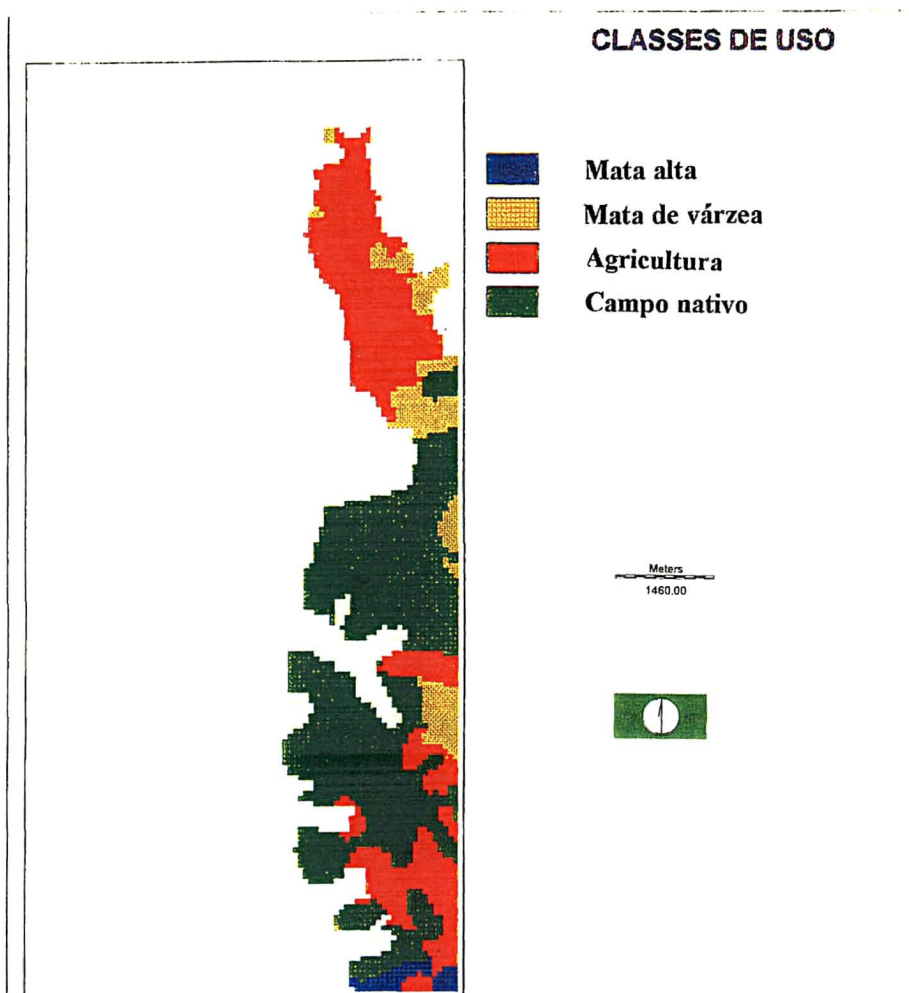


FIGURA 14 - classes de uso da unidade de mapeamento *Cal* da área 01

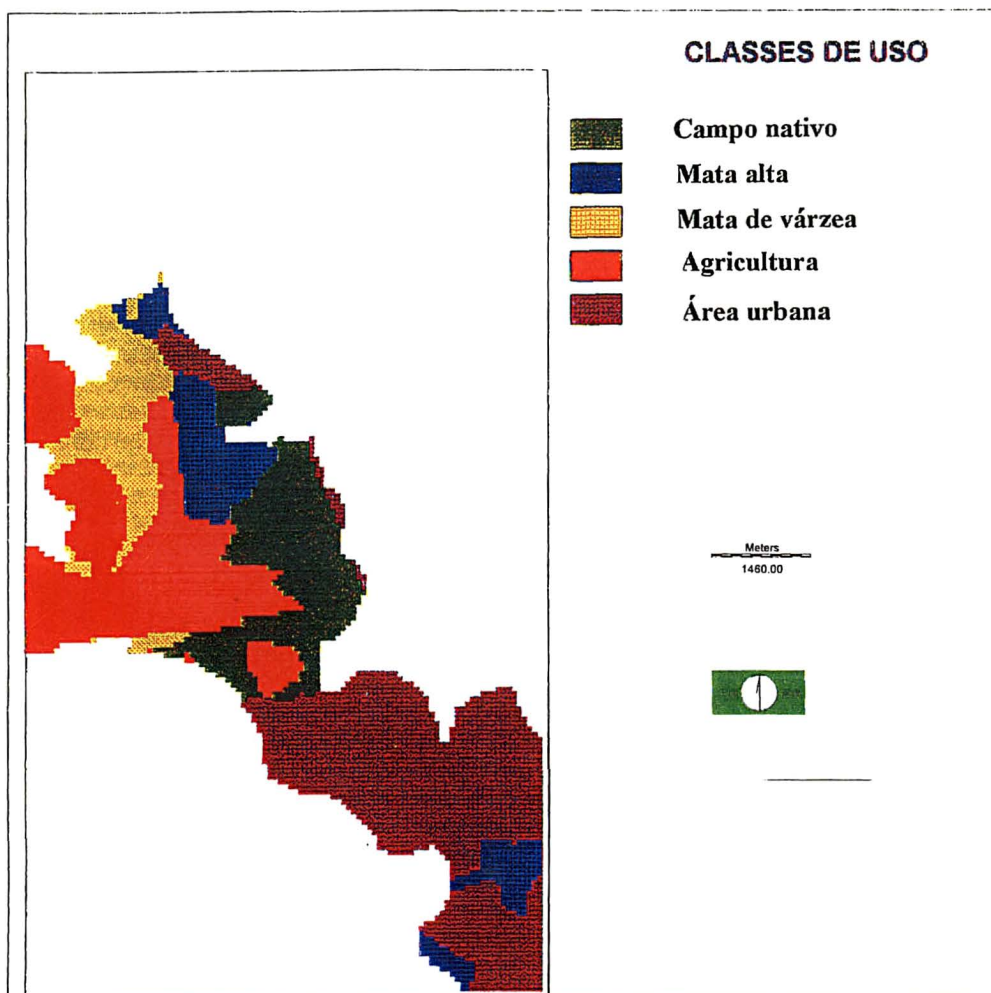


FIGURA 15 - classes de uso da unidade de mapeamento *LVal* da área 06

TABELA 12 - Distribuição do uso atual do solo por faixas de erosão potencial
unidade de mapeamento Ca2 - (área 06, 04, 01)

Unidade de mapeamento Ca2														
Faixa de Erosão Potencial média														
		Baixa	Média		Alta		Muito alta		Extr. alta					
		150	450		750		1200		5199					
Áreas incompatível com IEPS = A														
CP mata=0,0001		IEPS=A (t/ha. ano)										Área		
Classe de uso	Área	0,015		0,045		0,075		0,12		0,520		ha	(%)	
Mata alta	6		1,26	ha	0,09	ha	3,6	ha	2,34	ha	7,29	2,6		
Mata de várzea	6	0,72	ha	1,08	ha	0,72	ha	1,62	ha	3,06	ha	7,2	2,5	
											14,49	5,1		
CP agricultura=0,2		IEPS=A (t/ha. ano)												
Classe de uso	Área	30		90		150		240		1039		ha	(%)	
Agricultura	6	2,79	ha	0,09	ha	2,16	ha	2,07	ha	2,16	ha	9,27	3,3	
											9,27	3,3		
CP campo nativo=0,01		IEPS=A (t/ha. ano)												
Classe de uso	Área	1,5		4,5		7,5		12		51,99		ha	(%)	
Campo nativo	6	5,12	ha	10,51	ha	9,28	ha	23,69	ha	25,94	ha	74,54	26,5	
											74,54	26,5		
Urbana	6	30,51	ha	34,83	ha	31,3	ha	36,61	ha	33,92	ha	167,17	59,4	
Várzea	6	1,35	ha	0,36	ha	2,07	ha	5,04	há	7,14	há	15,96	5,7	
CP mata=0,0001		IEPS=A (t/ha.ano)												
Classe de uso	Área	0,015		0,045		0,075		0,12		0,520		ha	(%)	
Mata alta	4	0,63	ha	0,54	ha	1,44	ha	3,96	ha	9,52	ha	16,09	15,0	
Mata de várzea	4	0,9	ha			0,27	ha	1,53	ha	3,33	ha	6,03	5,6	
											22,12	20,6		
CP agricultura=0,2		IEPS=A (t/ha.ano)												
Classe de uso	Área	30		90		150		240		1039		ha	(%)	
Agricultura	4	0,36	ha	0,45	ha	1,26	ha	4,68	ha	6,48	ha	13,23	12,4	
											13,23	12,4		
CP campo nativo=0,01		IEPS=A (t/ha.ano)												
Classe de uso	Área	1,5		4,5		7,5		12		51,99		ha	(%)	
Campo nativo	4	7,11	ha	6,39	ha	12,8	ha	19,61	ha	25,84	ha	71,75	67,0	
											71,75	67,0		
CP mata=0,0001		IEPS=A (t/ha.ano)												
Classe de uso	Área	0,015		0,045		0,075		0,12		0,520		ha	(%)	
Mata alta	1					0,09	ha	0,36	ha	0,18	ha	0,63	0,51	
Mata de várzea	1	0,72	ha	0,27	ha	1,26	ha	1,26	ha	4,5	ha	8,01	6,54	
											8,64	7,05		
CP agricultura=0,2		IEPS=A (t/ha. ano)												
Classe de uso	Área	30		90		150		240		1039		ha	(%)	
Agricultura	1	3,87	ha	3,6	ha	6,84	ha	9,72	ha	20,79	ha	44,82	36,6	
											44,82	36,6		
CP campo nativo=0,01		IEPS=A (t/ha. ano)												
Classe de uso	Área	1,5		4,5		7,5		12		51,99		ha	(%)	
Campo nativo	1	5,49	ha	5,31	ha	9,81	ha	18,09	ha	24,49	ha	63,19	51,6	
											63,19	51,6		
Várzea	1	1,44	ha	1,80	ha	0,90	ha	0,18	ha	1,53	ha	5,85	4,72	
Total geral (ha)		61,01		66,49		80,29		132,02		171,22		511,03	100	
(%)		11,94		13,01		15,72		25,83		33,50		100		

Na área 06 a classe de uso campo nativo é predominante, tendo sua concentração na faixa de EP *muito alta e extremamente alta* com 23,69 ha e 25,94 ha respectivamente. Provavelmente nestas áreas seus usos seriam compatíveis com indicação para a preservação da fauna e flora, como na área 04 onde há uma predominância na classe de uso mata alta e mata de várzea nas faixas de EP_{média} 1200 e 1500. O ideal seria que as classes de uso com maiores valores de CP ocupassem as áreas com os menores valores de EP, e vice-versa.

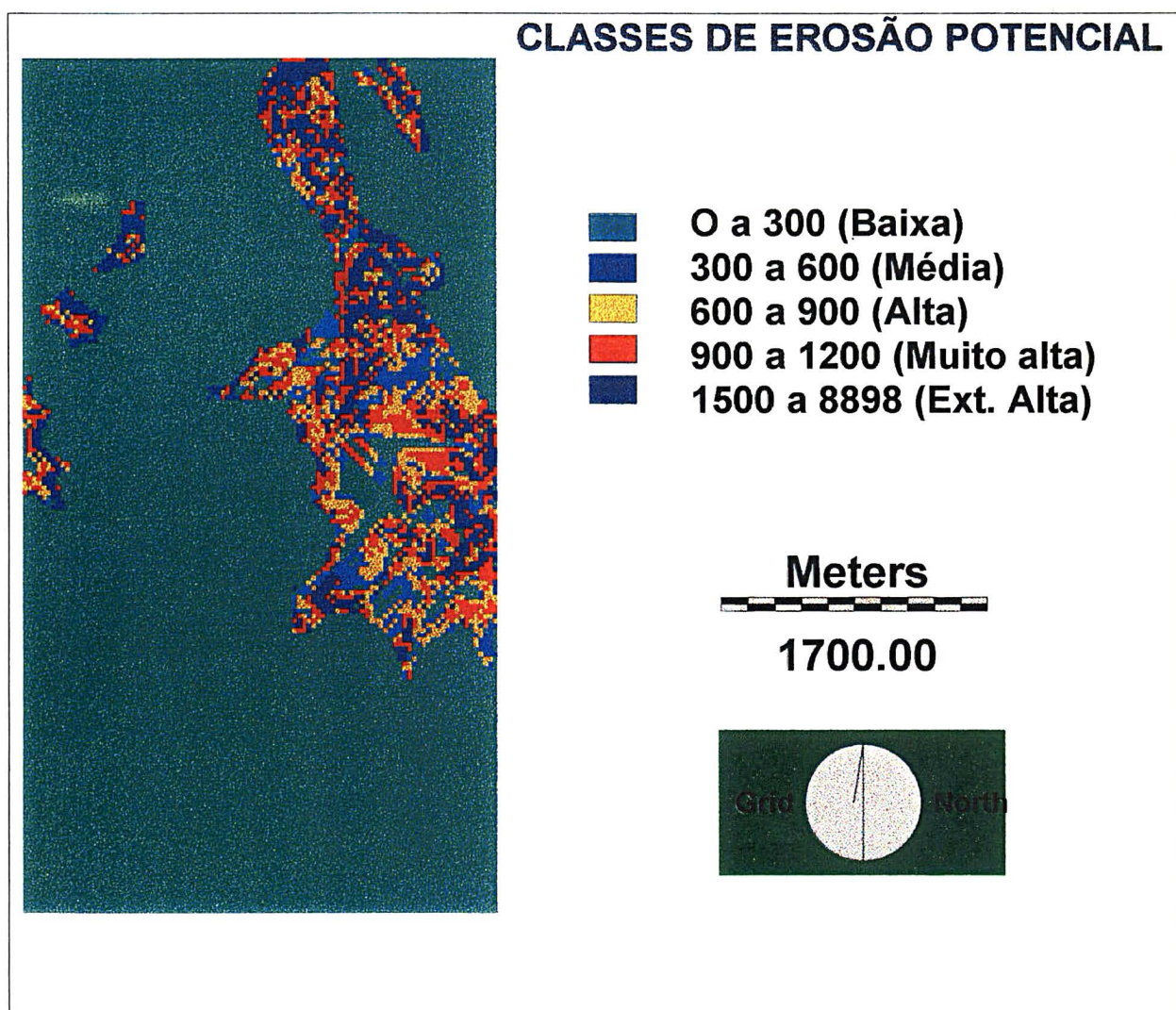


FIGURA 16 - Unidade de mapeamento Ca2 (área 06) com classes de erosão potencial

De acordo com a TABELA 13, a unidade de mapeamento Ca1 está localizada na área 01, classificada com aptidão 3(bc). A área mais expressiva é da classe de uso campo nativo com 176,39 ha seguido da agricultura com 105,86 ha. Observa-se uma concentração destas classes de uso na faixa de estimativa de EP *muito alta e extremamente alta*, apresentando um somatório percentual de 66,48%. As classes de uso mata alta e mata de várzea, que oferecem maior proteção aos solos, tem uma representação percentual pouco expressiva de 10,7 % da área total, provavelmente em função de ações antrópicas, possibilitando amplitude de áreas incompatíveis com seu uso.

TABELA - 13 Distribuição do uso atual do solo por faixas de erosão potencial unidade de mapeamento Ca1 - (área 01)

Unidade de mapeamento Ca1													
		Faixa de Erosão Potencial média											
		Baixa		Média		Alta		Muito alta		Extr. alta			
		150		450		750		1200		5199			
Áreas incompatível com IEPS = A													
CP mata=0,0001		IEPS=A (t/ha. Ano)										Área	
Classe de uso	Área	0,015		0,045		0,075		0,12		0,520		ha	(%)
Mata alta	1	0,18	ha	0,36	ha	1,08	Ha	2,88	ha	4,86	ha	9,36	2,9
Mata de várzea	1	4,32	ha	2,7	ha	4,32	Ha	7,47	ha	5,83	ha	24,64	7,8
												34,0	10,7
CP agricultura=0,2		IEPS=A (t/ha. Ano)											
Classe de uso	Área	30		90		150		240		1039		ha	(%)
Agricultura	1	10,8	ha	6,77	ha	16,74	ha	32,22	ha	39,33	ha	105,86	33,5
												105,86	33,5
CP campo nativo=0,01		IEPS=A (t/ha .ano)											
Classe de uso	Área	1,5		4,5		7,5		12		51,99		ha	(%)
Campo nativo	1	22,77	ha	10,80	ha	25,20	ha	45,45	ha	72,17	ha	176,39	55,8
												176,39	55,8
Total geral (ha)		3807		20,63		47,74		88,02		122,19		316,25	
(%)		12,04		6,5		14,98		27,84		38,64		100	

Pelos valores apresentados na TABELA 14, observa-se que a unidade de mapeamento Pva2 tem um total geral 1335,3 ha com a seguinte distribuição: área 01 377,23 ha, área 04 702,9 ha, área 06 255,15 ha. Recebe a classificação 4p para aptidão agrícola, carrega uma concentração de área com percentual 77,18% do somatório das classes de uso nas faixas de estimativa de EP *muito alta e extremamente alta* com predominância da classe de uso campo nativo e agricultura da área 04, ocupando respectivamente uma área de 306,09 ha e 244,44 ha. Esta expressiva incompatibilidade, provavelmente está relacionada ao tipo de uso com o relevo, pois a unidade Pva2 ocupa a área mais acidentada, com maior variabilidade de altitude conforme BECEGATO (1999). Observa-se um somatório parcial da área ocupada com a classe de uso campo nativo incompatível de 253,08 ha nas duas faixas supra citadas, provavelmente esta área seria indicada para preservação da flora e da fauna.

Na área 01, as classes de uso mata alta e mata de várzea ocupam a maior extensão de área com 203,28 ha, seguida da mesma classe pertence a área 04 com 152,37 ha, perfazendo um percentual somatório de compatibilidade respectivamente de 53,89 % e 21,68% que é pouco expressivo.

TABELA - 14 Distribuição do uso atual do solo por faixas de erosão potencial unidade de mapeamento PVa2 - (área 06, 04, 01)

Unidade de mapeamento PVa2													
		Faixa de Erosão Potencial média											
		Baixa		Média		Alta		Muito Alta		Extr. alta			
		150		450		750		1200		5199			
Áreas incompatível com IEPS = A													
CP mata=0,0001		IEPS=A (t/ha ano)											
Classe de uso	Área	0,015		0,045		0,075		0,12		0,520		ha	(%)
Mata alta	1	5,87	ha	4,23	ha	7,74	ha	10,44	ha	45,09	ha	73,37	19,45
Mata de várzea	1	11,56	ha	3,96	ha	10,8	ha	17,82	ha	85,77	ha	129,91	34,44
												203,28	53,89
CP agricultura=0,2		IEPS=A (t/ha .Ano)											
Classe de uso	Área	30		90		150		240		1039		ha	(%)
Agricultura	1	21,48	ha	4,95	ha	13,59	ha	12,87	ha	96,48	ha	149,37	39,6
												149,37	39,6
CP campo nativo=0,01		IEPS=A (t/ha .ano)											
Classe de uso	Área	1,5		4,5		7,5		12		51,99		ha	(%)
Campo nativo	1	1,63	ha	0,18	ha	0,99	ha	2,43	ha	15,66	ha	20,89	5,54
												20,89	5,54
Várzea	1	0,54	ha					0,18	ha	2,97	ha	369	0,98
CP mata=0,0001		IEPS=A (t/ha ano)											
Classe de uso	Área	0,015		0,045		0,075		0,12		0,520		ha	(%)
Mata alta	4	1,89	ha	0,45	ha	2,25	ha	3,69	ha	33,39	ha	41,67	5,93
Mata de várzea	4	13,68	ha	3,15	ha	7,02	ha	9,54	ha	77,31	ha	110,70	15,75
												152,37	21,68
CP agricultura=0,2		IEPS=A (t/ha .Ano)											
Classe de uso	Área	30		90		150		240		1039		ha	(%)
Agricultura	4	17,91	ha	5,85	ha	19,53	ha	31,14	ha	170,01	ha	244,44	34,78
												244,44	34,78
CP campo nativo=0,01		IEPS=A (t/ha .ano)											
Classe de uso	Área	1,5		4,5		7,5		12		51,99		ha	(%)
Campo nativo	4	25,29	ha	6,93	ha	20,79	ha	36,09	ha	216,99	ha	306,09	43,54
												306,09	43,54
CP mata=0,0001		IEPS=A (t/ha ano)											
Classe de uso	Área	0,015		0,045		0,075		0,12		0,520		ha	(%)
Mata alta	6	1,8	ha	0,81	ha	2,79	ha	2,34	ha	43,65	ha	51,39	20,14
Mata de várzea	6	4,05	ha	0,99	ha	1,08	ha	1,35	ha	4,95	ha	12,42	4,87
												63,81	25,01
CP agricultura=0,2		IEPS=A (t/ha .Ano)											
Classe de uso	Área	30		90		150		240		1039		ha	(%)
Agricultura	6	4,95	ha	5,58	ha	5,67	ha	5,67	ha	23,22	ha	45,09	17,67
Agric. de várzea	6	0,18	ha		ha	0,36	ha			2,25	ha	2,79	1,1
												47,88	17,78
CP campo nativo=0,01		IEPS=A (t/ha .ano)											
Classe de uso	área	1,5		4,5		7,5		12		51,99		ha	(%)
Campo nativo	6	1,44	ha	0,81	ha	1,08	Ha	1,44	ha	0,9	ha	5,67	2,22
												5,67	2,22
Área urbana	6	27,27	ha	14,49	ha	18,09	Ha	19,35	ha	52,02	ha	131,22	51,43
Várzea	6	0,18	ha	0,09	ha	0,36	Ha	0,27	ha	5,67	ha	6,57	2,57
Total geral (ha)		139,72		52,47		112,14		154,62		876,33		1335,3	
(%)		10,47		3,94		8,5		11,58		65,6		100	

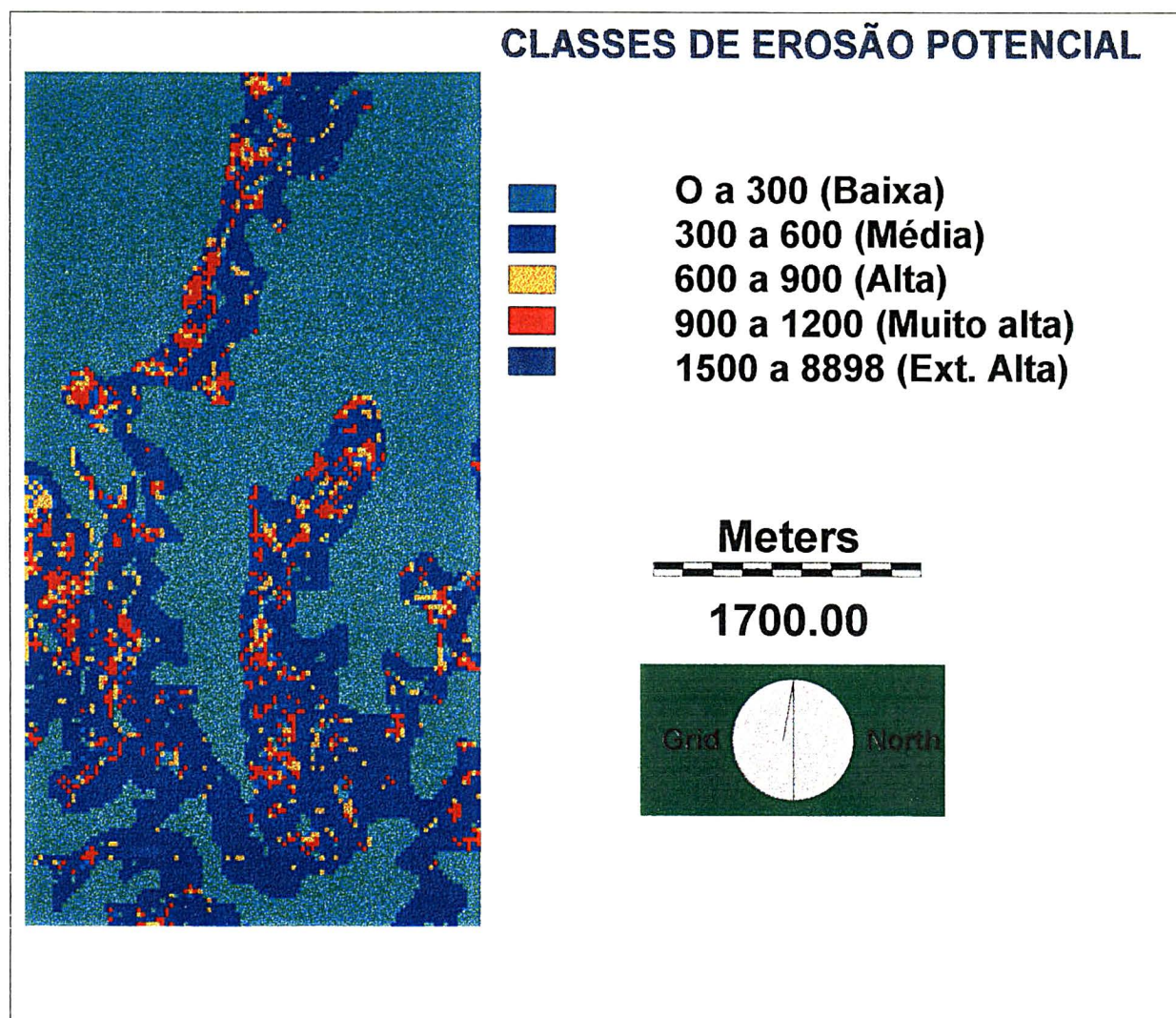


FIGURA 17 - Unidade de mapeamento *PVa2* (área 04) com classes de erosão potencial

Analisando-se os dados da TABELA 15, referente a unidade de mapeamento PVa3, que tem um total geral de 79,29 ha, sendo localizado 53,46 ha na área 04 e 25,83 ha na área 06. Esta unidade está inserida na parte mais alta do terreno, enquadrada na aptidão agrícola *2bc*, que é indicada para uso com lavouras, e apresenta uma concentração de áreas na faixa de EP *extremamente alta* com um percentual de 65,95%, com uma predominância das classes de uso agricultura e campo nativo da área 04 que representa o somatório percentual de 98,15% do total da área 04. Salienta-se que a classe de uso agricultura, apresenta incompatibilidade de uso como a maioria da classe campo nativo, que são áreas suscetíveis à erosão com IEPS > 7,5 t/ha.ano, o que já não acontece com a classe de uso mata alta que é mais expressiva e representa 45,30 % da área 06 com 11,7 ha de extensão.

TABELA 15 - Distribuição do uso atual do solo por faixas de erosão potencial unidade de mapeamento PVa3 - (área 04, 06)

Unidade de mapeamento PVa3													
		Faixa de Erosão Potencial média											
		Baixa		Média		Alta		Muito alta		Extr. alta			
		150		450		750		1200		5199			
Áreas incompatível com IEPS = A													
CP mata=0,0001		IEPS=A (t/ha ano)											
Classe de uso	Área	0,015		0,045		0,075		0,12		0,520		ha	(%)
Mata alta	4	0,09	ha							0,9	ha	0,99	1,85
												0,99	1,85
CP agricultura=0,2		IEPS=A (t/ha .Ano)											
Classe de uso	Área	30		90		150		240		1039		ha	(%)
Agricultura	4	4,5	ha	0,36	ha	2,25		2,07	ha	16,02	ha	25,2	47,14
												25,2	47,14
CP campo nativo=0,01		IEPS=A (t/ha .ano)											
Classe de uso	Área	1,5		4,5		7,5		12		51,99		ha	(%)
Campo nativo	4	3,15	ha			1,08	ha	1,35	ha	21,69	ha	27,27	51,01
												27,27	51,01
CP mata=0,0001		IEPS=A (t/ha ano)											
Classe de uso	Área	0,015		0,045		0,075		0,12		0,520		ha	(%)
Mata alta	6	0,41	ha	0,68	ha	1,81	ha	0,86	ha	7,94	ha	11,7	45,30
												11,7	45,30
Área urbana	6	0,71		2,15	ha	2,63	ha	2,63	ha	5,29	ha	13,41	51,92
Várzea	6	0,18				0,09	ha			0,45	ha	0,72	2,78
Total geral (ha)		9,04		3,19		7,86		6,91		52,29		79,29	100
(%)		11,41		4,02		9,91		8,71		65,95		100	

No tocante a unidade PVa1, a tabela 16, expressa um total geral de 945,04 ha, que está inserida no terço inferior das elevações e nas partes baixas da paisagem distribuída na seguinte forma: área 01 298,57 ha, área 04 577,89 ha, área 06 68,58 ha. A aptidão agrícola para esta unidade de mapeamento é *2^{bc}*, regular para lavouras com dois cultivos ao ano. Apresenta um acúmulo percentual de 58,48% de uso das áreas na faixa de estimativa de EP *extremamente alta*, com predomínio das classes mata de várzea e mata alta, agricultura e campo nativo.

Na classe mata de várzea e mata alta que é compatível com IEPS (A) o somatório das áreas ocupadas na faixa de EP supra citada, é de 269,86 ha representando 48,83% dos 552,64 ha, destacando a área expressiva ocupada pela classe mata de várzea da área 04 de 122,85ha.

Na classe agricultura a incompatibilidade concentra-se nesta faixa de EP, tanto da área 04, com 104,04 ha quanto da área 01 com 83,07 ha representando um percentual mais expressivo que a área 06 que ocupa 6,75ha.

Observando a classe campo nativo, a faixa de incompatibilidade é mais expressiva em percentuais na área 01, pois representa 76,57% dos 19,98 ha de área total.

TABELA 16 - Distribuição do uso atual do solo por faixas de erosão potencial unidade de mapeamento PVal - (área 01, 04, 06)

Unidade de mapeamento PVal													
		Faixa de Erosão Potencial média											
		Baixa		Média		Alta		Muito alta		Extr.alta			
		150		450		750		1200		5199			
Áreas incompatível com IEPS = A													
CP mata=0,0001		IEPS=A (t/ha .ano)											
Classe de uso	Área	0,015		0,045		0,075		0,12		0,520		ha	(%)
Mata alta	1	0,45	ha	0,9	ha	2,61	ha	6,39	ha	33,39	ha	43,74	14,65
Mata de várzea	1	5,22	ha	9,99	ha	16,29	ha	17,73	ha	73,84	ha	123,07	41,22
												166,81	55,87
CP agricultura=0,2		IEPS=A (t/ha .ano)											
Classe de uso	Área	30		90		150		240		1039		ha	(%)
Agricultura	1	1,08	ha	4,41	ha	10,08	ha	13,14	ha	83,07	ha	111,78	37,44
												111,78	37,44
CP campo nativo=0,01		IEPS=A (t/ha .ano)											
Classe de uso	Área	1,5		4,5		7,5		12		51,99		ha	(%)
Campo nativo	1	1,17	ha	2,07	ha	1,44		2,43	ha	12,87	ha	19,98	6,69
												19,98	6,69
CP mata=0,0001		IEPS=A (t/ha .ano)											
Classe de uso	Área	0,015		0,045		0,075		0,12		0,520		ha	(%)
Mata alta	4	1,17	ha			0,9	ha	1,35	ha	19,71	ha	23,13	4,0
Mata de várzea	4	42,66	ha	16,74	ha	26,46	ha	38,88	ha	122,85	ha	247,59	42,84
												270,72	46,84
CP agricultura=0,2		IEPS=A (t/ha .ano)											
Classe de uso	Área	30		90		150		240		1039		ha	(%)
Agricultura	4	25,47	ha	6,30	ha	14,04	ha	29,25	ha	104,04	ha	179,1	30,99
												179,1	30,99
CP campo nativo=0,01		IEPS=A (t/ha .ano)											
Classe de uso	Área	1,5		4,5		7,5		12		51,99		ha	(%)
Campo nativo	4	22,77	ha	5,22	ha	12,78	ha	25,65	ha	61,65	ha	128,07	22,17
												128,07	22,17
CP mata=0,0001		IEPS=A (t/ha .ano)											
Classe de uso	Área	0,015		0,045		0,075		0,12		0,520		ha	(%)
Mata alta	6	1,53	ha	2,43	ha	1,8	ha	3,06	ha	12,24	ha	21,06	30,7
Mata de várzea	6	0,99	ha			0,18	ha			7,83	ha	9	13,1
												30,06	43,8
CP agricultura=0,2		IEPS=A (t/ha .ano)											
Classe de uso	Área	30		90		150		240		1039		ha	(%)
Agricultura	6	0,63	ha	0,27	ha	1,44	ha	2,61	ha	6,75	ha	11,70	17,1
Agric. várzea	6	0,09	ha	0,09	ha	0,09	ha	0,09	ha	1,17	ha	1,53	2,23
												13,23	19,33
Várzea	6	1,53	ha	2,61	ha	3,42	ha	2,61	ha	5,94	ha	16,11	23,5
Urbana	6	0,54	ha	0,18	ha	0,72	ha	0,45	ha	7,29	ha	9,18	13,3
Total geral (ha)		105,3		51,21		92,25		143,64		552,64		945,04	
(%)		11,14		5,42		9,76		15,20		58,48		100	

Pelos dados apresentados na TABELA 17, a unidade de mapeamento LVa apresenta cinco classes de uso, ocupando uma área total de 448,29 ha, tendo a maior extensão na área 06 com 269,64 ha e o restante 178,65 ha na área 04.

Esta unidade enquadra-se na aptidão agrícola 2"(b)c, prestando-se para uso com lavouras; apresenta uma concentração de áreas nas faixas EP *extremamente alta* com um percentual de 36,18%, tendo como predomínio a classe de uso campo nativo seguido mata de alta, mata de várzea e agricultura.

Observa-se que é expressiva a área compatível da classe campo nativo na área 04, IEPS (A) < 12,8 t/ha.ano perfazendo um percentual de 63,8 %. Sua representação percentual de área é de 52,81%, o que não acontece com a mesma classe e a de mata alta e de várzea na área 06, onde os valores representativos em percentuais das classes são baixos, influenciados pela expansão da classe urbana que representa 80,36% da unidade LVa na área 06.

Na classe de uso agricultura mesmo tendo restrição, apresenta uma concentração expressiva na faixa de EP *baixa* de 11,89 ha representando um percentual de 32,53% referente ao total da classe.

TABELA 17 - Distribuição do uso atual do solo por faixas de erosão potencial unidade de mapeamento LVa - (área 04, 06)

Unidade de mapeamento Lva													
		Faixa de Erosão Potencial média											
		Baixa		Média		Alta		Muito alta		Extr. alta			
		150		450		750		1200		5199			
Áreas incompatível com IEPS = A													
CP mata=0,0001		IEPS=A (t/ha ano)											
Classe de uso	Área	0,015		0,045		0,075		0,12		0,520		ha	(%)
Mata alta	4	10,3	ha	4,68	ha	6,93	ha	9,18	ha	9,54	ha	40,63	22,75
Mata de várzea	4	1,44	ha	0,99	ha	0,63	ha	1,17	ha	2,88	ha	7,11	3,98
		47,74											
		26,73											
CP agricultura=0,2		IEPS=A (t/ha .ano)											
Classe de uso	Área	30		90		150		240		1039		ha	(%)
Agricultura	4	11,89	ha	1,35	ha	4,59	ha	9,45	ha	9,27	ha	36,55	20,46
		36,55											
		20,46											
CP campo nativo=0,01		IEPS=A (t/ha .ano)											
Classe de uso	Área	1,5		4,5		7,5		12		51,99		ha	(%)
Campo nativo	4	5,71	ha	9,18	ha	20,25	ha	25,11	ha	34,11	ha	94,36	52,81
		94,36											
		52,81											
CP mata=0,0001		IEPS=A (t/ha ano)											
Classe de uso	Área	0,015		0,045		0,075		0,12		0,520		ha	(%)
Mata alta	6	3,42	ha	1,71	ha	1,71	ha	1,44	ha	4,86	ha	13,14	4,9
Mata de várzea	6	0,54	ha	0,99	ha	0,99	ha	0,72	ha	3,24	ha	6,48	2,4
		19,62											
		7,3											
CP campo nativo=0,01		IEPS=A (t/ha .ano)											
Classe de uso	Área	1,5		4,5		7,5		12		51,99		ha	(%)
Campo nativo	6	2,34	ha	2,52	ha	4,86	ha	6,66	ha	16,92	ha	33,3	12,34
		33,3											
		12,34											
Urbana	6	23,22	ha	37,80	ha	39,78	ha	34,56	ha	81,36	ha	216,72	80,36
Total geral (ha)		58,26		59,22		79,74		88,29		162,18		448,29	100
(%)		13,12		13,22		17,79		19,70		36,18		100	

Observando-se a TABELA 18 da unidade de mapeamento LVa1, cujo uso mais intensivo sugerido pela aptidão agrícola 3(bc), ocupa uma área total de 487,26 ha, localizada na área 06. Verifica-se uma concentração de áreas na faixa de EP *extremamente alta* com um percentual de 34,65%, com um predomínio da classe agricultura, seguido de mata alta, mata de várzea e campo nativo.

Nas classes de mata alta e mata de várzea que ocupam uma extensão de 103,86 ha estão totalmente compatíveis com IEPS (A), representando um percentual de 21,31% da área total. A classe campo nativo tem uma incompatibilidade com IEPS (A) de 20,79 ha, que representa em termos percentuais 26,52% dos 78,39 ha de área total da classe.

TABELA 18 - Distribuição do uso atual do solo por faixas de erosão potencial unidade de mapeamento LVa1 - (área 06)

Unidade de mapeamento LVa1													
		Faixa de Erosão Potencial média											
		Baixa		Média		Alta		Muito alta		Extr. alta			
		150		450		750		1200		5199			
Áreas incompatível com IEPS = A													
CP mata=0,0001		IEPS=A (t/ha .ano)										Área	
Classe de uso	Área	0,015		0,045		0,075		0,12		0,520		ha	(%)
Mata alta	6	9,81	ha	5,40	ha	6,93	Ha	8,46	ha	23,40	ha	54	11,08
Mata de várzea	6	15,93	ha	9,90	ha	4,05	Ha	4,41	ha	15,57	ha	49,86	10,23
												103,86	21,31
CP agricultura=0,2		IEPS=A (t/ha .ano)											
Classe de uso	Área	30		90		150		240		1039		ha	(%)
Agricultura	6	18,63	ha	23,31	ha	23,67	Ha	27,54	ha	37,98	ha	131,13	26,91
												131,13	26,91
CP campo nativo=0,01		IEPS=A (t/ha .ano)											
Classe de uso	área	1,5		4,5		7,5		12		51,99		ha	(%)
Campo nativo	6	12,78	ha	10,26	ha	16,02	ha	18,54	ha	20,79	ha	78,39	16,09
												78,39	16,09
Urbana	6	31,59	ha	13,77	ha	24,66	ha	32,76	ha	71,10	ha	173,88	35,69
Total geral (ha)		88,74		62,64		75,33		91,71		168,84		487,26	100
(%)		18,20		12,86		15,46		18,83		34,65		100	

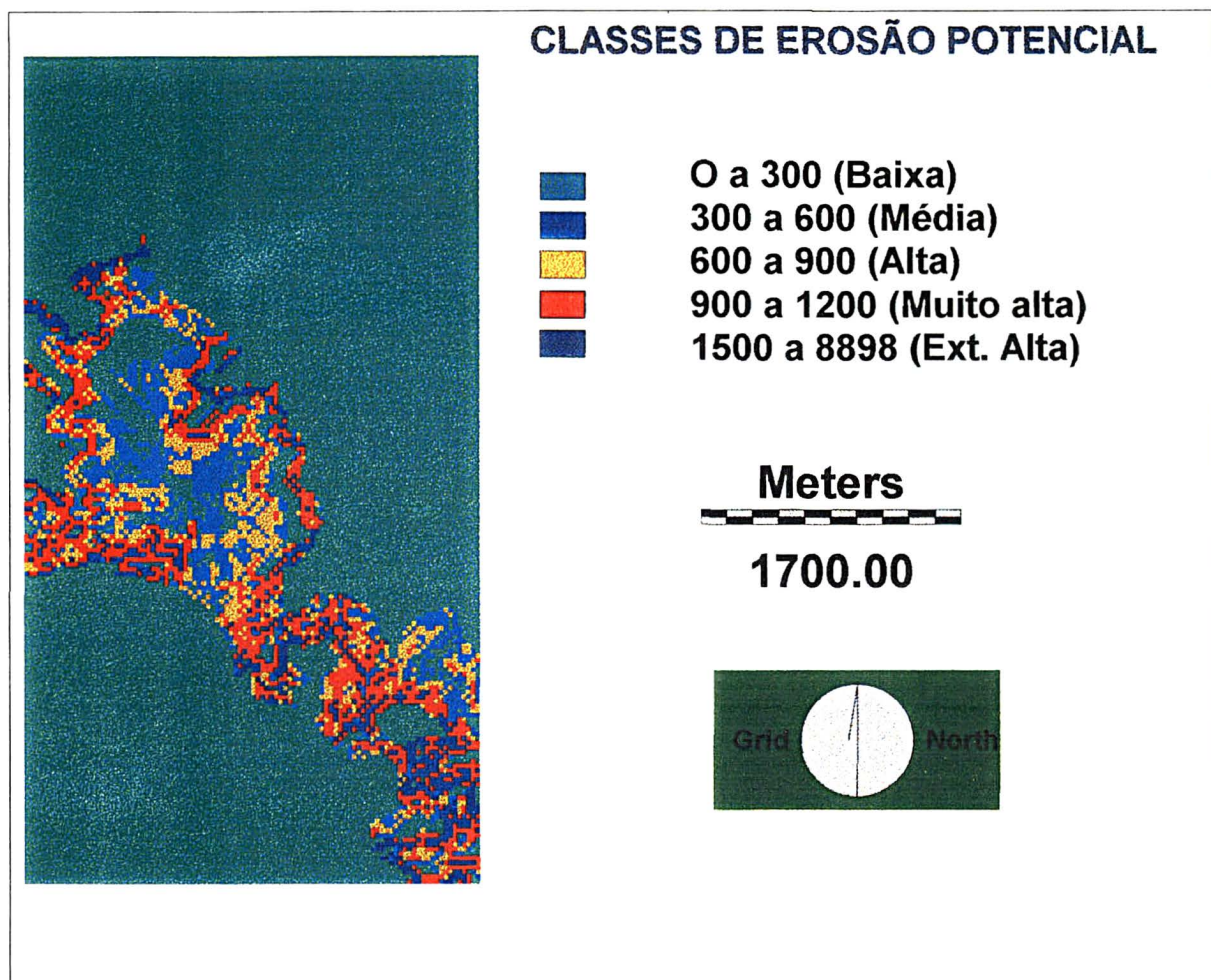


FIGURA 18 - Unidade de mapeamento *Lval* (área 06) com classes de erosão potencial

4.5 Adequação para uso do solo

Os resultados de adequação agrícola de cada unidade de mapeamento, foram obtidos contrastando-se os resultados do índice de estimativa de perdas de solos (A) para diversos fatores de $CP_{\text{genéricos}}$, conforme TABELA 2 e $LS_{\text{médios}}$ versus a indicação sugerida pelo Sistema FAO/Brasileiro e graus de limitação por suscetibilidade a erosão. Desta forma foi possível visualizar a distribuição das perdas por relação LS e estabelecer limites nas unidades de mapeamento, quanto ao índice de tolerância de perdas de solos (IT) para diversos CP. Nas células sombreadas nas tabelas abaixo destacam-se as estimativas de perdas (A) superiores ao índice de tolerância de perda, isto é, valores incompatíveis com o tipo de uso naquela unidade de mapeamento, podendo ser observados nas seguintes TABELAS 19, 20, 21, 24, 25, 26 e 27.

TABELA 19 - Adequação de uso da unidade PVa2 para diversos fatores de CP (áreas: 01 - 04 - 06).

Unidade de mapeamento - PVa2						
Valores de LS médio						
	0,06	0,86	2,4	4,0	6,4	27,9
Erosão Potencial (R.K(186).LSmédio)						
	11,16	159,9	446,4	744	1190	5189
IEPS=A(R.K.LS.CP genérico)						
Reflorestamento	0,001	0,016	0,045	0,074	0,012	0,519
Agricultura	2,23	31,99	89,28	148,8	238	1038
Campo nativo	0,11	1,59	4,46	7,44	11,9	51,19
Pastagem	1,12	15,99	44,64	74,4	119	519
Floresta	0,0004	0,0064	0,0179	0,0298	0,0476	0,208

Notas: aptidão agrícola: 4p; valor de R.K = 186 t.ha⁻¹.ano⁻¹; valor de IT.= 7,6 t.ha⁻¹.ano⁻¹

Conforme as tabela 19 a 21, os valores indicam que a unidade de mapeamento PVa2 está inserida numa faixa da relação LS médio de 0,06 a 27,9 , a unidade PVa3 está entre 0,06 a 24,86 e a unidade PVa1 vai de 0,06 a 27,6. Para CP de reflorestamento e floresta nativa, não há limites de uso para estas atividades em todas as três unidades de mapeamento; por outro lado, com relação a CP de campo nativo, o valor máximo de LS médio é de 4,0 correspondendo a uma perda de solo de 7,44 t/ha.ano e para pastagem o valor de LS médio é de 0,06 equivalente a 1,12 t/ha.ano, estando de acordo com os valores propostos por BERTONI e LOMBARDI (1985), que corresponde a um valor máximo de 7,6 t/ha/ano, compatível com as aptidões agrícolas nos níveis 4p para a unidade PVa2, 2bc para PVa3 e 2''b(c) para PVa1.

TABELA 20 Adequação de uso da unidade *PVa3* para diversos fatores de CP (áreas:01-04-06).

Unidade de mapeamento - <i>PVa3</i>						
Valor de LS médio						
	0,06	0,86	2,4	4,0	6,4	24,86
Erosão Potencial (R.K(186).LSmédio)						
	11,16	159,9	446,4	744	1190	4623,9
IEPS=A(R.K.LS.CP genérico)						
Reflorestamento	0,001	0,016	0,045	0,074	0,012	0,462
Agricultura	2,23	31,99	89,28	148,8	238	924,8
Campo	0,11	1,59	4,46	7,44	11,9	46,23
Pastagem	1,12	15,99	44,64	74,4	119	462,4
Floresta	0,0004	0,0064	0,0179	0,0298	0,0476	0,185

Notas: aptidão agrícola: *2bc*; valor de R.K = 186 t.ha⁻¹.ano⁻¹; valor de IT.= 7,6 t.ha⁻¹.ano⁻¹

TABELA 21- Adequação de uso da unidade *PVa1* para diversos fatores de CP (áreas: 04 - 06).

Unidade de mapeamento - <i>PVa1</i>						
Valor de LS médio						
	0,06	0,86	2,4	4,0	6,4	27,6
Erosão Potencial (R.K(186).LSmédio)						
	11,16	159,9	446,4	744	1190	5133,6
IEPS=A(R.K.LS.CP genérico)						
Reflorestamento	0,001	0,016	0,045	0,074	0,012	0,513
Agricultura	2,23	31,99	89,28	148,8	238	1026,7
Campo	0,11	1,59	4,46	7,44	11,9	51,34
Pastagem	1,12	15,99	44,64	74,4	119	513,4
Floresta	0,0004	0,0064	0,0179	0,0298	0,0476	0,205

Notas: aptidão agrícola: *2"b(c)*; valor de R.K = 186 t.ha⁻¹.ano⁻¹; valor de IT.= 7,6 t.ha⁻¹.ano⁻¹

De acordo com as TABELAS 20 e 21 as unidades de mapeamento *PVa1* se enquadra na aptidão agrícola regular para lavouras no nível B, restrita no nível C e inapta ao nível A, *2"b(c)*; e a unidade *PVa3*, regular para lavoura no nível B e C, inapta no nível A, *2bc*.

Os resultados de adequação aos índices de erosão, demonstram uma perda de solos de 2,23. t/ha.ano para as áreas agricultáveis, cuja relação de LS médio é de 0,06 para um CP genérico. No entanto, o limite máximo permitido é de 7,6 t/ha.ano de perdas de solo, para um LS médio de 0,2.

Na restrição no nível (c) e regular no nível B, o grau de limitação por suscetibilidade à erosão é ligeira (L) para ambas as unidades de mapeamento. Em função dos valores discutidos, para o intervalo da classe de declive 3% a 8 % implica valores altos no intervalo da relação LS entre 0,24 a 2,08 (TABELA 22), resultando índices de perdas extremamente altos, conforme BERTONI e LOMBARDI (1985), tornando-se necessário diminuir o intervalo da classe de declive.

TABELA 22 - Fator LS de previsão de Perdas de Solo de 1 a 8 graus de declive e vários comprimento de rampa.

Declive (%)	Comprimento de Rampa (metros)													
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	80	100
1	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11	0,12	0,12	0,13	0,16	0,18
2	0,06	0,09	0,12	0,15	0,17	0,19	0,21	0,23	0,25	0,26	0,28	0,29	0,35	0,41
3	0,1	0,155	0,2	0,24	0,275	0,31	0,34	0,385	0,4	0,425	0,455	0,48	0,575	0,66
4	0,14	0,22	0,28	0,33	0,38	0,43	0,47	0,51	0,55	0,59	0,63	0,67	0,80	0,92
6	0,23	0,35	0,45	0,54	0,62	0,69	0,77	0,85	0,90	0,96	1,02	1,07	1,29	1,48
8	0,32	0,49	0,63	0,76	0,87	0,98	1,08	1,17	1,26	1,34	1,43	1,51	1,81	2,08

In: BERTONI, J. E LOMBARDI NETO, F - Conservação de solo. Piracicaba, Livrocetes, 1985.368 p

As unidades de mapeamento Ca2 e Ca1 (TABELAS 24 e 25) de aptidão 3 (b) e 3(bc) respectivamente, regular para lavoura no nível B, inapta no nível A para ambas as unidades e restrita no nível C para a unidade Ca1, apresentam limitações para produção sustentada por um tipo de utilização, como no caso agricultura, associando a amplitude de valor da relação LS de 0,06, sendo mínima, cuja perda de solo é de 1,81 t/ha.ano. Para um valor máximo de LS de 0,24, o índice de tolerância de perdas é de 7,5 t/ha.ano. No entanto, havendo diferentes usos do solo que não seja agricultura, pode-se ampliar as faixas de valores de LS associada a uma erosão potencial menor, como por exemplo reflorestamento.

Observando-se os valores que limitam a suscetibilidade à erosão para os níveis B e C, moderado e ligeiro, com declives variando de 8 a 13% e 3 a 8% respectivamente, com relação aos níveis citados, a relação LS aumenta significativamente de 0,24 a 3,69, de acordo com BERTONI e LOMBARDI (1985), TABELA 23, elevando as perdas de solos.

TABELA 23- Fator LS de previsão de Perdas de Solo de 8 a 13 graus de declive e vários comprimento de rampa

Declive (%)	Comprimento de Rampa (metros)													
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	80	100
8														
10														
12														
13														

In: BERTONI, J. E LOMBARDI NETO, F - Conservação de solo. Piracicaba, Livrocetes, 1985.368 p.

TABELA 24- Adequação de uso da unidade *Ca2* para diversos fatores de CP (áreas:01-04- 06).

Unidade de mapeamento - <i>Ca2</i>						
Valor de LS médio						
	0,06	0,86	2,4	4,0	6,4	28,03
Erosão Potencial (R.K(151).LSmédio)						
	9,06	129,9	362,4	604	966,4	4232,5
IEPS=A(R.K.LS.CP genérico)						
Reflorestamento	0,0009	0,012	0,036	0,060	0,097	0,423
Agricultura	1,81	25,98	72,48	120,8	193,28	846,5
Campo	0,091	1,299	3,62	6,04	9,66	42,32
Pastagem	0,91	12,99	36,24	60,4	96,64	423,3
Floresta	0,0004	0,005	0,014	0,024	0,039	0,169

Notas: aptidão agrícola: 3(b); valor de R.K = 151 t.ha⁻¹.ano⁻¹; valor de IT.= 7,5 t.ha⁻¹.ano⁻¹

TABELA 25- Adequação de uso da unidade *Ca1* para diversos fatores de CP -(área 01).

Unidade de mapeamento - <i>Ca1</i>						
Valor de LS médio						
	0,06	0,86	2,4	4,0	6,4	27,9
Erosão Potencial (R.K(151).LSmédio)						
	9,06	129,9	362,4	604	966,4	4324,5
IEPS=A(R.K.LS.CP genérico)						
Reflorestamento	0,0009	0,012	0,036	0,060	0,097	0,432
Agricultura	1,81	25,98	72,48	120,8	193,28	864,9
Campo	0,091	1,299	3,62	6,04	9,66	43,24
Pastagem	0,91	12,99	36,24	60,4	96,64	432,4
Floresta	0,0004	0,005	0,014	0,024	0,039	0,173

Notas: aptidão agrícola: 3(bc); valor de R.K = 151 t.ha⁻¹.ano⁻¹; valor de IT.= 7,5 t.ha⁻¹.ano⁻¹

Para análise das condições agrícolas, além das características inerentes aos solos, também leva-se em consideração outros fatores, muito embora observando-se de forma mais atenuante o quadro-guia para região de clima subtropical RAMALHO FILHO et al. (1995), o grau de limitação por suscetibilidade à erosão para as unidades de mapeamento, LVa e LVa1 nas TABELAS 26 e 27 é: ligeiro (L), com declives na faixa de 3 a 8%. Neste intervalo de declividade, os índices de LS que ficam compreendidos entre 0,516 a 2,08, são considerados muito abrangentes, pois o limite máximo permitido é de 12,8 t/ha.ano de perdas de solo para um CP genérico de 0,20 .

TABELA 26 - Adequação de uso da unidade *LVa* para diversos fatores de CP (áreas: 04 - 06).

Unidade de mapeamento - <i>LVa</i>						
Valor de LS médio						
	0,06	0,86	2,4	4,0	6,4	22,03
Erosão Potencial (R.K(124).LSmédio)						
	7,4	106,6	297,6	496	793,6	2731,7
IEPS=A(R.K.LS.CP genérico)						
Reflorestamento	0,0007	0,011	0,029	0,049	0,079	0,273
Agricultura	1,48	21,32	59,52	99,2	158,72	546,3
Campo	0,074	1,07	2,98	4,96	7,94	27,32
Pastagem	0,74	10,66	29,76	49,6	79,36	273,2
Floresta	0,0003	0,004	0,012	0,019	0,032	0,109

Notas: aptidão agrícola: 2"(b)c; valor de R.K = 124 t.ha⁻¹.ano⁻¹; valor de IT= 12,8 t.ha⁻¹.ano⁻¹

TABELA 27 - Adequação de uso da unidade *LVal* para diversos fatores de CP (área 06)

Unidade de mapeamento - <i>LVal</i>						
Valor de LS médio						
	0,06	0,86	2,4	4,0	6,4	22,03
Erosão Potencial (R.K(124).LSmédio)						
	7,4	106,6	297,6	496	793,6	2049,7
IEPS=A(R.K.LS.CP genérico)						
Reflorestamento	0,0007	0,011	0,029	0,049	0,079	0,205
Agricultura	1,48	21,32	59,52	99,2	158,72	409,9
Campo	0,074	1,07	2,98	4,96	7,94	20,49
Pastagem	0,74	10,66	29,76	49,6	79,36	204,9
Floresta	0,0003	0,004	0,012	0,019	0,032	0,082

Notas: aptidão agrícola: 2"(b)c; valor de R.K = 124 t.ha⁻¹.ano⁻¹; valor de IT= 12,8 t.ha⁻¹.ano⁻¹

5. CONCLUSÃO

Conforme os resultados analisados e interpretados, foi possível concluir:

- Os índices de estimativas da erosão potencial restringem mais a utilização dos solos estudados para agricultura do que pela aptidão agrícola; estando esta discrepância associada ao peso relativo aos fatores de erosão potencial quanto à erosividade regional da chuva (R), declividade e comprimento de rampa (LS) e fragilidade do solo à erosão (K);
- A maior parte da região estudada encontra-se em desacordo com sua real aptidão, onde há necessidade de prosseguimento nas pesquisas e experimentação convencional e detalhamento de campo. Entretanto esses dados podem ajudar no desenvolvimento de programas de conservação do solo e determinar ações mediante a amplitude do problema;
- O tratamento dos dados em ambiente georreferenciado foi útil na visualização de uso dos solos, bem como possibilitou a integração de dados para obtenção dos valores de LS espacializados por unidade de mapeamento, facilitando a tomada de decisões.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDERSON, J. R.; HARDY, E. E; ROACH, J.T.; WITMER, R.E. Sistema de classificação do uso da Terra e do revestimento do solo para utilização com dados de sensores remotos. Rio de Janeiro : **IBGE**, 1979. 80p.
- ANGULO, R. J. **Relação entre a erodibilidade e algumas propriedades de solos brasileiros**. Curitiba, 1983, 130p.(Mestrado - Universidade Federal do Paraná)
- ARAÚJO, C. A.G. Correção geométrica de imagens: uma abordagem para registro de imagens digitais Landsat-TM apoiado em cartas topográficas de grande e média escala. In: **SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO DE SENSORIAMENTO REMOTO**, 1986, Gramado. **Anais...**São José dos Campos: INPE, 1986. P.526-530.
- ASSAD, M. L. L. Sistema de informações geográficas na avaliação da aptidão agrícola das terras. In ASSAD, E.D., SANO, E.E. (Ed) **Sistemas de informações geográficas: aplicações na agricultura**. Brasília, DF: EMBRAPA/CPAC, 1993. P. 173-199.
- BECEGATO, V. A .**Análise de Agrupamentos em Ambiente de Geoprocessamento na Discriminação de Unidades Fisiográficas para Estudos de Solos**. Curitiba 1999, 118 p (Mestrado - Universidade Federal do Paraná)
- BECKER, R.D. **Distribuição dos Sedimentos Cenozóicos na Região Metropolitana de Curitiba e sua Relação com a Estrutura Geológica e Morfológica regional**. Porto Alegre, 1982,237p (Doutorado - Universidade Federal do Rio Grande do Sul)
- BIGARELLA, J.J. e SALAMUNI, R. Caracteres texturais dos sedimentos da Bacia de Curitiba - **Boletim da Universidade do Paraná, Inst. Geol., (7)** : 1962 Curitiba.
- BIGARELLA, J.J. e SALAMUNI, R. Notas complementares à planta geológica da cidade de Curitiba e arredores. **Boletim IBTP** ,40, 1959. 14 P.

- BIGARELLA, J.J. e SALAMUNI, R. Ocorrências de sedimentos continentais na região litorânea de Santa Catarina e sua significação paleoclimática. **Boletim Paranaense de geografia** (4-5): 1961, 179-187 - Curitiba.
- BEEK, K.J. **Land evaluation for agricultural development**. Wageningen: ILRI, 1978. (Publications, 22)
- BELCHER, D.J. Interpretation in engineering. In: AMERICAN SOCIETY OF PHOTOGRAMMETRY. **Manual of Photographic interpretation**. Washington, 1960 p.99-163.
- BENNEMA, J.; BEEK, K. J.; CAMARGO, M. N. **Um Sistema de classificação de uso da terra para levantamento de reconhecimento de solos**. Rio de Janeiro: DPFS/DPEA/MA/FAO, 1964.(Mimeogr).
- BENNEMA, J.; De MEESTER, T. The role of soil erosion and land degradation in the process of land evaluation. In: MORGAN, R.P.C. (ed). **Soil conservation: problems and prospects**. New York: J.Wiley, 1981. P.77-85.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F.; BENATTI, R. J. Equação de perdas de solo. **Boletim Técnico do Instituto Agrônomo**, (21), 1975 25p.
- BERTONI, J. & LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. Piracicaba, Livroceres, 1985, 368p.
- BOMBERGER, E.H. & DILL Jr., H.W. Photointerpretation in agriculture. In: AMERICAN SOCIETY OF PHOTOGRAMMETRY. **Manual of photographic interpretation**. Falls Church, 1960. PP. 561-632.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Secretaria Nacional de Planejamento Agrícola. **Aptidão Agrícola das Terras do Paraná**. Brasília: BINAGRI. 1981. (Aptidão Agrícola das Terras, 21)

CALIJURI, M. L.; MEIRA, A. D.; PRUSKI, F. F. Geoprocessamento aplicado aos recursos hídricos. In: XXVII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA. Anais. Lavras - MG: 1998.v. 1p 167-225.

CASTRO, F.C. **Programas para cálculo do fator LS da equação universal de perdas de solo**, IAPAR, Contribuição nº 184, 6º Encontro Nacional de Pesquisa Sobre Conservação de Solo. Campo Grande, 1986.

CHAVES, H.M.L. Solos Altamente Suscetíveis à erosão. Jaboticabal- SP, FCAV-UNESP/Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. p 213-221, 1994.

CHODUR, N. L. **Caracterização de solos na região de Araucária - Contenda - PR**. Curitiba-PR, 1990. 104 p (Mestrado- Universidade Federal do Paraná)

DERNADIN, J. R. **Erodibilidade do solo estimada por meio de parâmetros físicos e químicos**. Piracicaba, 1990. (Doutorado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).

DONZELLI, P.L.; NOGUEIRA, F.P.; ROTA, C.L.; COELHO, A.G.S.; VIEIRA, S.R.; LOMBARDI NETO, F.; VAL, L.A.; PRADO, H.; STEIN, D. P.; GIMENES, A.F.; PONSANO, W.L.; NOVAIS SANTOS M. T.; XIMENES, F.; SANTORO, E.; CARSTRON, F. C.; PIRES, F. A.; VALERIO, F. M.; PINTO, S.A.; BERTOLDO, M. A.; RIEDEL, P.S.; LAMPARELLI, R.A. **Potencial natural e antrópico à erosão laminar. In: Orientação para o combate à erosão no estado de São Paulo (Bacia do Peixe-Paranapanema)**. Cooperação técnica. IPT-DAEE/IAC-INPE. Relatório IPT no 24.739, São Paulo, 1987. 110p.

EMBRAPA, SNLCS **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Paraná**. Curitiba, SUDESUL / IAPAR, 1984. **Boletim Técnico 57**.

ESPÍNDOLA, C. R.; GARCIA, G. J. **Interpretação fotográfica de redes de drenagem em diferentes categorias de solos**. *Notícias Geomorfológicas*, Campinas, v. 18, n.35, p.71-94,1978.

ESTADOS UNIDOS. Bureau of Reclamation **Bureau of Reclamation Manual**. S:
Irrigated land use. Part 2: land classification. USDA, 1953.

FAO. **A framework for land evaluation**. Rome, 1976, 15p. (FAO. Soils Bulletin, 32)

FORMAGGIO, A. R., ALVES, D. S., EPIPHANIO, J. C. N. Sistemas de informações geográficas na obtenção de mapas de aptidão agrícola e de taxa de adequação de uso das terras. Campinas, **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Piracicaba, v.16, n.2, p.249-256, maio/agosto. 1992

FOSTER, G.R.; McCOOL, D.K.; RENARD, K.G. & MOLDENHAUER, W.C.
Conversion of the universal soil loss equation to SI metric units. **Journal of Soil and Water Conservation**, 36 (6) : 355-59, 1981

FOSTER, G.R.; WISCHMEIER, W.H. **Evaluating irregular slope for soil loss prediction**. Trans. ASEA 1974. 17: 305-309.

FOURNIER, F. **Climat et erosion**. Paris, Press Universitaires de France, 1960.

GARCIA, G.J. **Sensoriamento Remoto: princípios e interpretação de imagens**. São Paulo: Nobel, 1982. 357p.

GARCIA, G.J. e MARCHETTI, D.A.B. Fotointerpretação comparativa entre fotografias pancromáticas, coloridas e infravermelhas coloridas através da drenagem. **Anais da Escola Superior da Agricultura "Luiz de Queiroz"**, 33:441-453. 1976.

GOOSEN, D. **Interpretation de fotos aéreas y su importancia en levantamiento de suelos**. Organización de Las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, 1968. 58p. (Bol. sobre Suelos, 6).

. KLINGEBIEL, A. A.; MONTGOMERY, P. H. **Land capability classification**. Washington: Soil Conservation Service. 1961. (Agriculture Handbook, 210).

KRONEN, M. & ROCHA, H.O. da Levantamentos dos danos causados pela erosão em

relação ao uso da terra, tipo de solo e práticas conservacionistas, através de fotos aéreas, no município de Ponta Grossa -PR. **In: SIMPÓSIO NACIONAL DE CONTROLE DE EROSÃO, 3.** , Maringá, 1985. **Anais.** Maringá, Associação Brasileira de Geologia e Engenharia / Associação de Defesa e Educação Ambiental, 1985. p.163-71.

LEPSCH, I.F.; BELLNAZI JÚNIOR, R.; BERTOLINI, D; SPINDOLA, C.R. **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso.** 4a. aproximação. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1983. 175p.

LOMBARDI NETO, F. e BERTONI, J. Erodibilidade de solos paulistas. **Boletim Técnico do Instituto Agrônomo**, (27), 1975. 12p.

LOMBARDI NETO, F.; SILVA, I. R. & CASTRO, O. M. Potencial de erosão das chuvas do Estado de São Paulo. **In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA SOBRE CONSERVAÇÃO DO SOLO, 3.**, Recife, 1980. **Anais.** Recife, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1981. f. 13-A.

LOMBARDI NETO, F. e MOLDENHAUER, W. C. Erosividade da chuva: sua distribuição e relação com perdas de solo em Campinas - SP **In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA SOBRE CONSERVAÇÃO DO SOLO.** Recife 1980.

MAACK, R. **Mapa Geológico do Estado do Paraná.** escala 1: 750.000 Serviço de Geologia do Instituto de Biologia e Pesquisas Tecnológicas. 1953

MAACK, R. **Geografia Física do Estado do Paraná.** 2.ed. Rio de Janeiro, J. Olympio, 1981. 442p.

MANNERING, J. V. The use of soil loss tolerances as an strategy for soil conservation. **In: MORGAN, R.P.C.** Soil conservation: problems and prospects. New Yor: J. Wiley, 1981.p.337-349.

- MARINI, O. J. Geologia da Folha de Araucária. **Boletim Univ. Fed. Pr., Geol.** 24, Curitiba, 1967.
- MARQUES, J.Q.A. (Coord.) **Manual brasileiro para levantamento da capacidade de uso da terra.** 3ª aproximação. Rio de Janeiro: Escritório Técnico de Agricultura Brasil - EUA. 1971
- MARQUES, J.Q.A. (Coord.) **Manual brasileiro para levantamento da capacidade de uso da terra.** 2ª aproximação. Rio de Janeiro: Escritório Técnico de Agricultura Brasil - EUA. 1958.
- MARQUES, J. Q. A .; GROHMANN, F. & BERTONI, J. Levantamento conservacionista. Levantamento e classificação de terras para fins de conservação do solo. In: **REUNIÃO BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, 2.,** Campinas, SP. 1949. Anais. Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1949. P.651-676.
- MCCORMARCK, D.E.; YOUNG, K.K. Technical and societal implication of soil loss tolerance. In: MORGAN, R.P.C. **Soil conservation: problems and prospects.** New York: J.Wiley, 1981.p.365-376.
- MEYER, L. D.; RHOTON, F.E.; RENARD, K.G. Soil erosion/soil productivity: a look to the future. In: **AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS.** Erosion and productivity. St. Joseph: ASAE. 1985, p.266-2277.
- MIDDLETON, H. E. **Properties of soils which influence soil erosion.** Washington, USDA, 1930. 16p. (Technical Bulletin, 178).
- MINEROPAR **Mapa geológico do Estado do Paraná.** Escala 1:650.000. Curitiba, 1989.
- MITISHITA, E. A .; KIRCHNER, F. P. ; ANDRADE, J. B. de ; DESTRO, J. N.; PROSCK, R. E. Transformação de entidades naturais e artificiais para o sistema cartográfico, obtidas a parti de imagens digitais de satélite. In : **SIMPÓSIO**

- BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 5.; 1988, Natal. **Anais...São José dos Campos: INPE, 1988. P. 497-502.**
- MORAES, R.L. Contribuição à identificação de tipos de utilização da terra através de fotografias aéreas. **Boletim Geográfico, 27 (204): 75-76, 1968.**
- MOTTER, I. **Uso do geoprocessamento como auxílio no monitoramento da ocupação do solo em microbacias.** Curitiba, 1996. 83p. (Mestrado – Universidade Federal do Paraná).
- MURATORI, A M. Erosão no noroeste do Paraná: uma proposta metodológica de estudo sistemática através do uso de fotografias aéreas. Curitiba, 1984.. 143 p. (Mestrado – Universidade Federal do Paraná).
- NASCIMENTO, A. L. S.M. **Bacia do Rio João Leite: Influência das condições ambientais naturais e antrópicas na perda de terra por erosão laminar.** Rio Claro, 1998. 176 p.(Doutorado - Curso de Pós-Graduação em Geografia/UNESP)
- NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento Remoto.** Princípios e aplicações ed. Blucher São Paulo, 1989.
- OLIVEIRA, E. P. **Mapa geológico do Estado do Paraná.** Escala 1.1000.000, Curitiba, 1925.
- OLIVEIRA, E. P. **Geologia e Recursos minerais do Estado do Paraná.** Serv. Geod. 21. Curitiba, 1927.
- OLIVEIRA, J. B.; BERG, M. **Aptidão agrícola das terras do Estado de São Paulo : Quadrícula de Araras II Memorial descritivo .** Campinas : IAC, 1985. (IAC, Boletim técnico, 102).
- PATIÑO, L.R. Instruciones provisionales sobre la forma com hacer un levantamiento de conservación del suelo. **Irrigación en Mexico, v.25,n. 3, p.22-51,1974.**

- PIERCE, F.J. Complexity of landscape. In: HALBACH, D.W. et.al. (Eds) Making soil and water conservation work: scientific and policy perspectives. Ankeny: Soil conservation Society of America, 1987. p.15-36.
- PINTO, S. dos A. F. **Sensoriamento remoto e integração de dados aplicados no estudo da erosão dos solos: Contribuição Metodológica.** "São José dos Campos, 1991, 134p. (Doutorado - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais).
- RABBEN, E. L. Fundamentals Photointerpretation. In: AMERICAN SOCIETY OF PHOTOGRAMMETRY, Manual of Photographic Interpretation, Washington , 1960, cap. 3 99-136.
- RAY, R. G. **Fotografias aéreas na interpretação e mapeamento geológico.** São Paulo, Instituto Geográfico e Geológico de São Paulo, 1963. 88 p.
- RAMALHO FILHO, A.; PEREIRA, E.G.; BEEK, K. J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras SNLCS/EMBRAPA,** 1983. 57p. 2.ed Rio de Janeiro: SUPLAN/MA;
- RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K. J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras.** 3.ed. ver. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 1995. 65p.
- RESENDE, M.; CURTI, N.; REZENDE, S. B. **Pedologia: base para distinção de ambientes.** Viçosa, MG: NEPUT, 1995. 304 p.
- RIBEIRO, S.R.A. **Aplicação de técnicas de geoprocessamento no estudo de solos e confecção de banco de dados relacional digital do município de Palotina - PR.** Curitiba, 1997. 155p. (Mestrado – Universidade Federal do Paraná).
- RIBEIRO, S.R.A.; BATISTA, A. G.; LEAL, L.L.; LORENA, A. ; ROCHA, H. O. **Uso do solo em relação à aptidão agrícola das terras e à erosão potencial, no município de Santa Helena - PR, utilizando o geoprocessador IDRISI 2.0. In GIS BRASIL 99: CONGRESSO E FEIRA PARA USUÁRIOS DE GEOPROCESSAMENTO. N 5, 1999, Salvador.**

- RICCI, M. & PETRI, S. **Princípios de aerofotogrametria e interpretação geológica**. São Paulo, Nacional, 1965. 226 p.
- ROCHA, H.O. Aplicações de geoprocessamento na avaliação da aptidão agrícola das terras. In GIS BRASIL 94: CONGRESSO E FEIRA PARA USUÁRIOS DE GEOPROCESSAMENTO. N1, 1994, Curitiba. *Anais.*, Curitiba : Sagres, 1994.
- ROCHA, O. H.; GHANI, N. L. B. Sobreposição dos solos com vegetação, geologia, hipsometria, zoneamento, através do sistema de informações geográficas. In: XXV CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO. *Anais...* Viçosa – MG: 1995. v. 3, p. 1640-42.
- ROCHA, H.O. da; SCOPEL, I.; SANTOS, M.E.L. & ITO, E. Utilização de fotografias aéreas no estudo dos solos e suas relações com o uso, manejo e classes de solos na região de Cornélio Procópio - PR. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE CONTROLE DE EROSÃO, 3. , Maringá, 1985. *Anais.* Maringá, Associação Brasileira de Geologia e Engenharia / Associação de Defesa e Educação Ambiental, 1985.
- ROCHA, J.V., LOMBARDI NETO, F., BACELLAR, A.A.A. Cálculo do fator comprimento de rampa (L): uma metodologia para uso em sistema de informação geográfica. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE CONTROLOE DE EROSÃO ,5., 1995, Bauru. *Anais...* Bauru, 1995 p.421-422.
- ROLOFF, G. e DENARDIN, J. E. Estimativa simplificada da erodibilidade do solo”. In **X Reunião brasileira de manejo e conservação de solo e água**. Pequena propriedade x desenvolvimento sustentado. Florianópolis, 1994. 146-153p.
- ROSSETI, M. et. ali. **Manual de Photo-Interpretation**, Paris, Editions Technip, 1970. 248p.
- RUFINO, R. L., BISCAIA R. C. M., MERTEN, G. H., Determinação do potencial erosivo da chuva do Estado do Paraná, através de pluviometria: terceira aproximação. Manejo e conservação do solo e da água. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, 17(3) 439-450.1993.

- RUFINO, R. L. Avaliação do potencial erosivo da chuva para o Estado do Paraná: segunda aproximação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 10 (3) : 279-278, 1986.
- SANO, E.E.; ASSAD, E.D.; MOREIRA, L.; MACEDO, J. & STONER, E. Utilização do SGI/INPE na caracterização ambiental dos campos experimentais do CPAC/EMBRAPA. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOPROCESSAMENTO**, São Paulo, 1989. Anais. São Paulo, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1989. P.273-282.
- SANTOS, M. E. L. **Avaliação dos Sistemas de Manejo, com Base em Levantamento do Uso da Terra, através de Técnicas de Sensoriamento Remoto**. Curitiba 1986, 201p (Mestrado - Universidade Federal do Paraná)
- SANTOS, M. J. dos; DA SILVA, A F. ; DE QUEIROZ, J. E. R. Comportamento espectral de solos a partir da análise de dados do TM/LANDSAT - 5 In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO 5.**, 1988, Natal. **Anais...São José dos Campos : INPE**, 1988, v. 1, p 898- 902.
- SCHMIDLIN, D. **Utilização de Técnicas de Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas para atualização e Geração do Mapa Compilado de Solos da Área de Proteção Ambiental - APA de Guaratuba (PR)**. Curitiba 1998, 111p. (Mestrado - Universidade Federal do Paraná).
- SCOPEL, I. **Avaliação da erosão com auxílio de técnicas de sensoriamento remoto e da equação universal de perdas de solo a nordeste de Cornélio Procópio (PR)**.Curitiba 1988, 156p. (Doutorado - Universidade Federal do Paraná)
- SILVA, H. R.; POLITANO, W. Análise do uso e ocupação do solo e processos de erosão de influência do conjunto de Urubupungá: Estudo dos municípios de Pereira Barreto, Ilha Solteira e Suzanópolis (SP). In: **SIMPÓSIO NACIONAL DE CONTROLE DE EROSAO**, 5o , Bauru, 1995. **Anais**. Bauru, Associação Brasileira de Geologia e Engenharia ,1995, p145-147.

- SILVA, G. M. da **Avaliação de Terras para o Desenvolvimento Rural com o Apoio do Enfoque de Sistemas, no Município de Campo do Tenente - PR.** Curitiba 1993, 125p. (Mestrado - Universidade Federal Paraná)
- SIMONSON, R.W. Use of Aerial Photographs in Soil Survey. In: **Photogrammetric Engineering**, 16 (2) : 308-315, 1950.
- STEIN, D. P. ; DONZELLI, P. L. ; GIMENEZ, A.F.; PONÇANO, W. L.; LOMBARDI NETO, F. Potencial de erosão laminar, natural e antrópica, na bacia do Peixe-Parapanema. In: SIMPOSIO NACIONAL DE CONTROLE DA EROSÃO, 4. , Marília, 1987. **Anais.** São Paulo, Dept. Tec. Águas e Energia Elétrica, 1987. p 105-135.
- STEELE, J.G. **Soil survey interpretation and its use.**Roma,FAO,1967.(Soils Bulletin, 8)
- STOBBE, P. C.; LEAHEY, A. Guide for selection of agricultural soils. **Farmer's Bulletin**,n. 17, Canadá, 1944. 21p.
- STOCKING, M. A . Conservation strategy for less developed countries. In: MORGAN, R. P.C. (Ed). **Soil conservation: problems and prospects.** New York: J.Wiley, 1981.p.377-384.
- TYTHERLEIGH, P.R.L. Photo-interpretation applied to a Soil Survey in West Central Luxemburg. Delft, ITC, série B, 43/44.1967,61p.
- VALÉRIO FILHO, M. **Parâmetros da drenagem e do relevo na caracterização de solos e suas relações fotointerpretativas em imagens de pequena escala.** Piracicaba: Editora da USP, 1984 (Doutorado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- WISCHMEIER, W. H. A rainfall erosion index for a universal soil loss equation. **Soil Science Society of America Proceedings.** 23:246-249, 1959

WISCHMEIER, W. H. Use and misuse of the universal soil loss equation. **Jornal of soil and water Conservation**, 31 (1): 5-9, 1976

WISCHMEIER, W. H.; JOHNSON, C. B.; CROSS, B.V. A erodibity nomograph for farmland and construction sites. **Journal of Soil and Water Conservation**, Ankeny, 26 (6): 189-93,1971.

WISCHMEIER, W. H. & SMITH, D. D. Predicting raifall erosion losses. a guide to conservation plainning. **Agriculture Handbook**. n. 537, 1978. 58p.