

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
CENTRO ESTADUAL DE PESQUISA EM SENSORIAMENTO REMOTO E
METEOROLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SENSORIAMENTO REMOTO**

**ZONEAMENTO DA FLORESTA NACIONAL DE
BRASÍLIA - DF, UTILIZANDO TÉCNICAS DE
GEOPROCESSAMENTO E SENSORIAMENTO
REMOTO**

ANDRÉ LUÍS BIER LONGHI

Orientador: Prof. Dr. Paulo Roberto Meneses
Porto Alegre - RS, Março de 2004

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Sensoriamento Remoto, área de concentração em Geoprocessamento aplicado aos Recursos Naturais e Meio Ambiente.

AGRADECIMENTOS

A todos os professores e funcionários deste Centro, em especial aos professores Victor Haertel e Jorge Ducati, pelos conhecimentos transmitidos em Sensoriamento Remoto e Imagens de Satélite e às secretárias Magdalena e Mônica, pelos auxílios prestados ao longo do curso.

A Riocell S.A., pelo ajuste de horário de trabalho durante as aulas e a todos os colegas de trabalho, pelo companheirismo e incentivo.

Ao Laboratório de Geoprocessamento do Centro de Geociências da Unb, pela base digital e imagem de satélite cedidas.

Ao Centro de Sensoriamento Remoto do IBAMA pela disponibilização dos programas computacionais para realização do estudo.

A Companhia de Água e Esgotos de Brasília – CAESB, pela disponibilização das séries históricas de pluviometria para o Distrito Federal.

Ao professor Paulo Roberto Meneses, pelo apoio imprescindível prestado na orientação da dissertação.

A geóloga Maria Carolina Stellfeld, pelo auxílio dado na modelagem do modelo digital de elevação do terreno.

A engenheiros cartógrafos Noely e Nilson Ferreira, pelo auxílio dado em cartografia e geoprocessamento.

A zootecnista Elisa, pelas informações referentes às Florestas Nacionais.

A engenheira florestal Lucila Kloth, pela revisão do texto e abstract.

A todos aqueles que contribuíram, de alguma forma, para a realização deste trabalho.

RESUMO

ZONEAMENTO DA FLORESTA NACIONAL DE BRASÍLIA - DF, UTILIZANDO TÉCNICAS DE GEOPROCESSAMENTO E SENSORIAMENTO REMOTO

Utilizando técnicas de geoprocessamento, desenvolveu-se metodologia para avaliar e diagnosticar os impactos ambientais decorrentes do uso e ocupação do solo em áreas de Florestas Nacionais. A área teste da pesquisa foi a Floresta Nacional de Brasília. No modelamento para avaliação da perda e tolerância de solo em função de seu uso, utilizou-se das ferramentas de geoprocessamento e imagem de satélite para a solução da equação USLE. Foi possível determinar as áreas de preservação permanente e as áreas passíveis de reflorestamento, através da criação de cenários de colheita florestal, bem como as diferentes formas de manejo que devem ser adotadas em função das perdas de solo por erosão laminar. As áreas de perda de solo acima de sua tolerância representam 1,90 % (177,44 ha) da área total da Flona. As áreas consideradas de Preservação Permanente sob o aspecto da legislação vigente e do uso atual representam 6,78 % (633,46 ha) de sua área total. Destes, 140,18 ha (22,13 %) apresentam uma cobertura vegetal do tipo campo e devem ser recuperados e convertidos em áreas com cobertura vegetal do tipo floresta, a fim de adequar-se a legislação vigente como também minimizar os processos erosivos que possam comprometer os cursos d'água. A área passível de implantação de floresta corresponde a 8.712,82 ha (93,22 %), onde 5.642,48 ha (64,76%) podem ser manejados a corte raso e 3.070,34 hectares (32,24 %) devem ser manejados a corte seletivo, para que não haja comprometimento do solo devido às perdas por erosão laminar.

ABSTRACT

ZONING OF THE NATIONAL FOREST OF BRASÍLIA - DF , USING TECHNIQUES OF GEOPROCESSING AND REMOTE SENSING

Using geoprocessing techniques, a methodology was developed to evaluate and diagnose the current environmental impacts caused by the use and occupation of the soil in areas of National Forests. The target area was the National Forest of Brasília. In the modeling for evaluation of the soil loss and soil tolerance as a function of its use, geoprocessing tools were used, as well as satellite images for the USLE equation. Creating situations that represented forest crops, it was possible to determine the areas of permanent preservation and those susceptible to reforestation, as well as the different possible managing forms, considering the soil losses by laminated erosion. The areas of soil losses beyond its tolerance limit represent 1,90% (177,44 hectares - ha) of the total area. The areas of Permanent Preservation under the aspect of the current legislation and use represent 6,78% (633,46 ha) of the total area. Of these, 140,18 ha (22,13%) present a vegetation layer of the "savana" type and should be converted into areas with vegetation of the "forest" type, to abide by the current legislation, thus minimizing the erosive processes that can commit the water resources. The area susceptible to forest implantation corresponds to 8.712,82 ha (93,22%), whereas 5.642,48 ha (64,76%) can be managed through shallow cut, and 3.070,34 ha (32,24%) through selective cut, so that there is no compromising of the soil due to the losses by laminated erosion.

SUMÁRIO

1 - INTRODUÇÃO	1
2 - OBJETIVOS E JUSTIFICATIVA.....	3
2.1 GERAL.....	3
2.2 ESPECÍFICO.....	3
2.3 JUSTIFICATIVA E IMPORTÂNCIA DA DISSERTAÇÃO.....	4
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	5
3.1 ZONEAMENTO AMBIENTAL E EROSÃO DO SOLO.....	5
3.1.1 EQUAÇÃO DA PERDA DE SOLO POR EROSÃO LAMINAR.....	7
3.1.1.1 EROSIVIDADE (R).....	8
3.1.1.2 ERODIBILIDADE (K).....	10
3.1.1.3 DECLIVIDADE E COMPRIMENTO DE RAMPA (FATOR LS).....	13
3.1.1.4 USO-MANEJO DO SOLO E PRÁTICAS CONSERVACIONISTAS CP).....	14
3.1.2 POTENCIAL NATURAL DE EROSÃO DOS SOLOS – PNE.....	16
3.1.3 TOLERÂNCIA DE PERDAS DE SOLO POR EROSÃO LAMINAR.....	17
3.2 GEOPROCESSAMENTO E SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFI- CAS (SIG).....	18
3.3 SENSORIAMENTO REMOTO E IMAGENS DE SATÉLITE.....	21
3.4 LEGISLAÇÃO.....	27
3.4.1 DEFINIÇÃO DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE.....	27
4. ÁREA DE TRABALHO, MATERIAIS E MÉTODOS.....	30
4.1 ÁREA DE ESTUDO.....	30
4.1.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	30
4.1.2 CLIMA.....	32
4.1.3 GEOLOGIA.....	32
4.1.4 GEOMORFOLOGIA.....	35
4.1.5 SOLOS.....	38
4.2 MATERIAIS.....	42
4.3 MÉTODOS.....	43
4.3.1 EROSIVIDADE DAS CHUVAS (R).....	44
4.3.2 ERODIBILIDADE DOS SOLOS (K).....	45
4.3.3 MODELO DIGITAL DE ELEVAÇÃO (MDE).....	46
4.3.4 FATOR TOPOGRÁFICO (LS).....	47
4.3.5 POTENCIAL NATURAL DE EROSÃO DOS SOLOS - PNE.....	48
4.3.6 ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE – APPs.....	48
4.3.7 USO DO SOLO E FATOR CP.....	49
4.3.8 PERDA DE SOLO POR EROSÃO LAMINAR – A.....	51
4.3.9 TOLERÂNCIA DOS SOLOS POR EROSÃO LAMINAR.....	51
4.3.10 COMPARAÇÃO ENTRE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE X ASPECTOS LEGAIS.....	52
4.3.11 ZONEAMENTO FLORESTAL DA FLONA DE BRASÍLIA EM FUNÇÃO DAS PERDAS DE SOLOS SOB DIFERENTES FORMAS DE MANEJO FLORESTAL.....	56

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	53
5.1 EROSIVIDADE DAS CHUVAS (R).....	53
5.2 ERODIBILIDADE DOS SOLOS (K).....	58
5.3 MODELO DIGITAL DE ELEVAÇÃO – MDE.....	65
5.4 FATOR TOPOGRÁFICO (LS).....	69
5.5 POTENCIAL NATURAL DE EROÇÃO DOS SOLOS – PNE.....	75
5.6 ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE – APPs.....	79
5.7 USO DO SOLO.....	82
5.8 PERDA DE SOLO POR EROÇÃO LAMINAR – A.....	89
5.9 TOLERÂNCIA DOS SOLOS POR EROÇÃO LAMINAR.....	92
5.10 COMPARAÇÃO ENTRE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE X ASPECTOS LEGAIS.....	95
5.11 ZONEAMENTO FLORESTAL DA FLONA DE BRASÍLIA EM FUNÇÃO DAS PERDAS DE SOLOS SOB DIFERENTES FORMAS DE MANEJO FLORESTAL.....	98
6 CONCLUSÕES.....	102
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	104
ANEXOS.....	109

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Erodibilidade dos solos e matriz de correlação entre os quatro métodos indiretos de determinação de K.....	12
TABELA 2 - Valores médios para LS por classe de declividade.....	14
TABELA 3 – Categorias de ocupação e valores correspondentes de CP atual estabelecidos por Stein et al. (1987).....	15
TABELA 4 – Valores de tolerância de perdas para cada grande grupo de solo do Distrito Federal.....	18
TABELA 5 – Principais regiões ou intervalos espectrais usados em sensoriamento remoto.....	24
TABELA 6 – Relação de cores e faixas na região do visível.....	25
TABELA 7 – Características espectrais e espaciais do LANDSAT 7 ETM+.	26
TABELA 8 – Macrounidades geomorfológicas.....	36
TABELA 9 - Localização geográfica e precipitação média anual das estações pluviométricas da CAESB.....	44
TABELA 10 – Erodibilidade dos solos estimada pelo monograma de Wischmeier (1971).....	45
TABELA 11 – Classes de Uso do Solo utilizado para o cálculo do CP.....	51
TABELA 12 – Erosividade das chuvas para as Estações Pluviométricas da CAESB.....	53
TABELA 13 - Fator de Erosividade da chuva para a Flona de Brasília.....	58
TABELA 14 – Área de ocupação por classe de solo – Flona - Área 1.....	59
TABELA 15 – Área de ocupação por classe de solo – Flona - Área 2.....	60
TABELA 16 – Área de ocupação por classe de solo – Flona - Área 3.....	61
TABELA 17 – Área de ocupação por classe de solo – Flona - Área 4.....	62
TABELA 18 – Hipsometria da Flona de Brasília.....	69
TABELA 19 – Declividade mínima, máxima e média da Flona de Brasília.....	72
TABELA 20 – Classes de Declividade da Flona de Brasília.....	75
TABELA 21 – Potencial Natural de Erosão – PNE dos solos da Flona de Brasília.....	78
TABELA 22 – Comprimento linear de cursos d’água e Áreas de Preservação Permanente da Flona de Brasília.....	81
TABELA 23 – Classes de uso do solo e Fator CP – Flona – Área 1.....	85
TABELA 24 – Classes de uso do solo e Fator CP – Flona – Área 2.....	86
TABELA 25 – Classes de uso do solo e Fator CP – Flona - Área 3.....	87
TABELA 26 – Classes de uso do solo e Fator CP – Flona - Área 4.....	88
TABELA 27 - Valores mínimos, máximos e médios de Perda Potencial por Erosão Laminar, para a Flona de Brasília.....	91
TABELA 28 – Perdas de solo em função de sua tolerância – Flona de Brasília	94
TABELA 29 – Uso Irregular de APPs – Flona de Brasília.....	97

TABELA 30 – Área disponível para reflorestamento e Forma de Manejo Florestal – Flona de Brasília.....	100
---	-----

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Mapa de localização da Floresta Nacional de Brasília.....	31
FIGURA 2 – Geologia do Distrito Federal.....	34
FIGURA 3 – Geomorfologia do Distrito Federal.....	37
FIGURA 4 – Pedologia do Distrito Federal.....	41
FIGURA 5 – Localização das Estações Pluviométricas da CAESB.....	54
FIGURA 6 – Erosividade da Chuva no Distrito Federal.....	55
FIGURA 7 – Erosividade da chuva – Flona – Área 1.....	56
FIGURA 8 – Erosividade da chuva – Flona – Área 2.....	56
FIGURA 9 – Erosividade da chuva – Flona – Área 3.....	57
FIGURA 10 – Erosividade da chuva – Flona – Área 4.....	57
FIGURA 11 – Pedologia da Flona – Área 1.....	59
FIGURA 12 – Pedologia da Flona – Área 2.....	60
FIGURA 13 – Pedologia da Flona – Área 3.....	61
FIGURA 14 – Pedologia da Flona – Área 4.....	62
FIGURA 15 – Erodibilidade dos solos da Flona – Área 1.....	63
FIGURA 16 – Erodibilidade dos solos da Flona – Área 2.....	64
FIGURA 17 – Erodibilidade dos solos da Flona – Área 3.....	64
FIGURA 18 – Erodibilidade dos solos da Flona – Área 4.....	65
FIGURA 19 – Hipsometria da Flona – Área 1.....	67
FIGURA 20 – Hipsometria da Flona – Área 2.....	67
FIGURA 21 – Hipsometria da Flona – Área 3.....	68
FIGURA 22 – Hipsometria da Flona – Área 4.....	68
FIGURA 23 – Declividade da Flona – Área 1.....	70
FIGURA 24 – Declividade da Flona – Área 2.....	70
FIGURA 25 – Declividade da Flona – Área 3.....	71
FIGURA 26 – Declividade da Flona – Área 4.....	71
FIGURA 27 – Fator LS calculado para a Flona de Brasília – Área 1.....	73
FIGURA 28 – Fator LS calculado para a Flona de Brasília – Área 2.....	73
FIGURA 29 – Fator LS calculado para a Flona de Brasília – Área 3.....	74
FIGURA 30 – Fator LS calculado para a Flona de Brasília – Área 4.....	74
FIGURA 31 – PNE calculado para a Flona de Brasília – Área 1.....	76
FIGURA 32 – PNE calculado para a Flona de Brasília – Área 2.....	76
FIGURA 33 – PNE calculado para a Flona de Brasília – Área 3.....	77
FIGURA 34 – PNE calculado para a Flona de Brasília – Área 4.....	77
FIGURA 35 – Áreas de Preservação Permanente da Flona de Brasília – Área 1.....	79
FIGURA 36 – Áreas de Preservação Permanente da Flona de Brasília – Área 2.....	80
FIGURA 37 – Áreas de Preservação Permanente da Flona de Brasília – Área 3.....	80
FIGURA 38 – Áreas de Preservação Permanente da Flona de Brasília – Área 3.....	81
FIGURA 39 – Carta Imagem da Flona de Brasília – Área 1.....	82
FIGURA 40 – Carta Imagem da Flona de Brasília – Área 2.....	83
FIGURA 41 – Carta Imagem da Flona de Brasília – Área 3.....	83

FIGURA 42 – Carta Imagem da Flona de Brasília – Área 4.....	84
FIGURA 43 – Classes de Uso do Solo e Fator CP para a Flona de Brasília – Área 1.....	85
FIGURA 44 – Classes de Uso do Solo e Fator CP para a Flona de Brasília – Área 2.....	86
FIGURA 45 – Classes de Uso do Solo e Fator CP para a Flona de Brasília – Área 3.....	87
FIGURA 46 – Classes de Uso do Solo e Fator CP para a Flona de Brasília – Área 4.....	88
FIGURA 47 – Perda de Solo por erosão laminar para a Flona de Brasília – Área 1.....	89
FIGURA 48 – Perda de Solo por erosão laminar para a Flona de Brasília – Área 2.....	90
FIGURA 49 – Perda de Solo por erosão laminar para a Flona de Brasília – Área 3.....	90
FIGURA 50 – Perda de Solo por erosão laminar para a Flona de Brasília – Área 4.....	91
FIGURA 51 – Tolerância dos Solos a Perda por Erosão Laminar - Flona – Área 1.....	92
FIGURA 52 – Tolerância dos Solos a Perda por Erosão Laminar - Flona – Área 2.....	93
FIGURA 53 – Tolerância dos Solos a Perda por Erosão Laminar - Flona – Área 3.....	93
FIGURA 54 – Tolerância dos Solos a Perda por Erosão Laminar - Flona – Área 4.....	94
FIGURA 55 – Uso irregular de Áreas de Preservação Permanente - Flona – Área 1.....	95
FIGURA 56 – Uso irregular de Áreas de Preservação Permanente - Flona – Área 2.....	96
FIGURA 57 – Uso irregular de Áreas de Preservação Permanente - Flona – Área 3.....	96
FIGURA 58 – Uso irregular de Áreas de Preservação Permanente - Flona – Área 4.....	97
FIGURA 59 – Área disponível para reflorestamento e Forma de Manejo Florestal para a Flona de Brasília – Área 1.....	98
FIGURA 60 – Área disponível para reflorestamento e Forma de Manejo Florestal para a Flona de Brasília – Área 2.....	99
FIGURA 61 – Área disponível para reflorestamento e Forma de Manejo Florestal para a Flona de Brasília – Área 3.....	99
FIGURA 62– Área disponível para reflorestamento e Forma de Manejo Florestal para a Flona de Brasília – Área 4.....	100

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A: Média dos Totais Mensais e Anuais de Precipitação (mm) da CAESB - Estação: Área Alfa.....	110
ANEXO B: Média dos Totais Mensais e Anuais de Precipitação (mm) da CAESB - Estação: Barreiro.....	111
ANEXO C: Média dos Totais Mensais e Anuais de Precipitação (mm) da CAESB - Estação: Brazlândia.....	112
ANEXO D: Média dos Totais Mensais e Anuais de Precipitação (mm) da CAESB - Estação: Cabeça de Viado.....	113
ANEXO E: Média dos Totais Mensais e Anuais de Precipitação (mm) da CAESB - Estação: Colégio Agrícola.....	114
ANEXO F: Média dos Totais Mensais e Anuais de Precipitação (mm) da CAESB - Estação: Contagem.....	115
ANEXO G: Média dos Totais Mensais e Anuais de Precipitação (mm) da CAESB - Estação: Descoberto.....	116
ANEXO H: Média dos Totais Mensais e Anuais de Precipitação (mm) da CAESB - Estação: ETB Norte.....	117
ANEXO I: Média dos Totais Mensais e Anuais de Precipitação (mm) da CAESB - Estação: ETB Sul.....	118
ANEXO J: Média dos Totais Mensais e Anuais de Precipitação (mm) da CAESB - Estação: Gama.....	119
ANEXO K: Média dos Totais Mensais e Anuais de Precipitação (mm) da CAESB - Estação: Jatobalzinho.....	120
ANEXO L: Média dos Totais Mensais e Anuais de Precipitação (mm) da CAESB - Estação: Jockey Club.....	121
ANEXO M: Média dos Totais Mensais e Anuais de Precipitação (mm) da CAESB - Estação: Papuda.....	122
ANEXO N: Média dos Totais Mensais e Anuais de Precipitação (mm) da CAESB - Estação: Paranoá.....	123
ANEXO O: Média dos Totais Mensais e Anuais de Precipitação (mm) da CAESB - Estação: Riacho Fundo.....	124
ANEXO P: Média dos Totais Mensais e Anuais de Precipitação (mm) da CAESB - Estação: Rio Preto.....	125
ANEXO Q: Média dos Totais Mensais e Anuais de Precipitação (mm) da CAESB - Estação: Santa Maria.....	126
ANEXO R: Média dos Totais Mensais e Anuais de Precipitação (mm) da CAESB - Estação: Sobradinho.....	127
ANEXO S: Média dos Totais Mensais e Anuais de Precipitação (mm) da CAESB - Estação: Taguatinga.....	128
ANEXO T: Média dos Totais Mensais e Anuais de Precipitação (mm) da CAESB - Estação: Taquara.....	129

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

\varnothing	Variação
%	Porcentagem
°	Graus
° C	Graus Centígrados
Σ	Somatório
'	Minutos
"	Segundos
A	Perda de Solo
A	Horizonte do solo
A	Solos Aluviais
APA	Área de Proteção Ambiental
APPs	Áreas de Preservação Permanente
Art.	Artigo
AQ	Areias Quartzosas
Aw	Clima de savana, cuja temperatura do mês mais frio é superior a 18° C
B	Horizonte do solo
BV	Brunizém Avermelhados
C	Horizonte do solo
C	Fator de uso e manejo do solo
C	Camada de solo possível de ser removida (equação 07)
CSR	Centro de Sensoriamento Remoto
Cd	Cambissolos
CP	Fator de uso e manejo do solo e de práticas conservacionistas
CAESB	Companhia de Água e Esgotos de Brasília
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
CORINE	Coordination Of Information on the Environment
Cov	Matriz covariância
<i>D</i>	Declividade
D	Distância de Mahalanobis
E_c	Energia cinética
EI_{30}	Índice de erosão (equação 03)
EI	Média mensal do índice de erosão (equação 04)
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ERSI	Environmental System Research Institute Inc.
ETM+	Enhanced Thematic Mapper Plus
EUA	Estados Unidos da América
Flonas	Florestas Nacionais
GIS	Geographical Information System
gride	Dados em formato matricial
h	Espessura dos horizontes A e B (equação 07)
h	Hora
ha	Hectare
Hi	Solos Hidromórficos indiscriminados
Hi	Laterita Hidromórfica
I	Intensidade do evento pluviométrico
I_{30}	Intensidade da chuva máxima em 30 minutos
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas

IV	Infra-Vermelho
K	Fator de erodibilidade do solo
Km	Kilometros
L	Fator de comprimento de rampa
LE	Latossolo Vermelho-Escuro
LS	Fator declividade e comprimento de rampa
LV	Latossolo Vermelho-Amarelo
log	Logarítmo
m	Metros
Mc	Valor médio dos pixels da classe (equação 10)
Mm	Milímetros
nm	Nanômetro
MDE	Modelo Digital de Elevação
MJ	Mega Joule
NASA	National Aeronautics and Space Administration
P	Precipitação média anual (equação 04)
P	Fator de práticas conservacionistas
PAN	Pancromática
PNE	Potencial Natural de Erosão
PE	Podzólico Vermelho-Amarelo equivalente eutrófico
PV	Podzólico Vermelho-Amarelo
r	precipitação média mensal (equação 04)
r	fator que expressa o efeito da relação textural (equação 07)
R	Fator erosividade da chuva
RMS	Root Mean Square
S	Fator de declividade do terreno
SAD	South American 1969
SICAD	Sistema Cartográfico do Distrito Federal
SIG	Sistema de Informações Geográficas
SPRING	Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas
Sp.	Espécie não identificada
SITURB	Sistema de Transporte Urbano
T	Função Transposição
Tan	Tangente
TERRACAP	Companhia Imobiliária de Brasília
TIN	Triangular Irregular Network
TM	Thematic Mapper
ton	Tonelada
Ter	Terra Roxa estruturada similar
UTM	Universal Transverse de Mercator
UFRJ	Unifersidade Federal do Rio de Janeiro
Unb	Universidade de Brasília
USLE	Equação Universal de Perda de Solos
z	Valor de Elevação - Altitude (cota)
X	Amostra de pixels da classe (equação 10)
x, y	Coordenadas cartesianas
VIS	Visível
µm	Micrômetro

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 01: Equação Universal de Perda de Solos – USLE.....	7
Equação 02: Energia Cinética.....	9
Equação 03: Índice de Erosão.....	9
Equação 04: Média mensal do Índice de Erosão.....	10
Equação 05: Erosividade da chuva.....	10
Equação 06: Potencial Natural de Erosão – PNE.....	16
Equação 07: Tolerância dos solos em relação a erosão laminar.....	17
Equação 08: Triangulação de Delaunay.....	46
Equação 09: Declividade em graus.....	47
Equação 10: Declividade em valores percentuais.....	48
Equação 11: Classificador da Distância de Mahalanobis.....	50

1. INTRODUÇÃO

As Florestas Nacionais (FLONAs) criadas segundo a Lei Nº 4.771 de 15 de setembro de 1965, são áreas de domínio público, providas de cobertura vegetal nativa ou plantada, estabelecidas com os objetivos de promover o manejo dos recursos naturais, com ênfase na produção de madeira e outros produtos vegetais, garantir a proteção dos recursos hídricos, das belezas cênicas e dos sítios históricos e arqueológicos, assim como fomentar o desenvolvimento da pesquisa científica básica e aplicada, da educação ambiental e das atividades de recreação, lazer e turismo.

A Floresta Nacional constitui uma Unidade de Conservação de Uso Sustentável, ou seja, a exploração do ambiente é feita de maneira a garantir a perenidade dos recursos ambientais renováveis e dos processos ecológicos, mantendo a biodiversidade e os demais atributos ecológicos, de forma socialmente justa e economicamente viável (Lei Nº 9.985 de 18 de julho de 2000).

A história das Florestas Nacionais Brasileiras teve início na década de quarenta. Estas unidades foram inicialmente criadas como Parques Florestais e destinadas ao reflorestamento, principalmente com *Araucaria angustifolia* na região sul do país, desempenhando um papel fundamental no fornecimento de mudas de essências florestais e no suprimento de madeira aos mercados regionais.

Atualmente as FLONAs são administradas pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA e contam com 64 Unidades, que somam 17,4 milhões de hectares. Por estas dimensões faz-se necessária a busca de novas ferramentas para a gestão ambiental, voltadas ao manejo florestal sustentável e ao uso racional dos recursos naturais renováveis.

Devido à complexidade e a interatividade das variáveis ambientais (solo, vegetação, clima, declividade, relevo, entre outros) que envolvem planejamento ambiental, torna-se necessário desenvolver técnicas de suporte à tomada de decisões. Sistemas de Informações Geográficas combinados com sensoriamento remoto são de fundamental importância para o estudo e manejo

dos recursos naturais, pois tornam o planejamento muito mais dinâmico e eficiente, permitindo o monitoramento, a avaliação e, principalmente, a tomada de decisões para melhor gerenciamento dos recursos disponíveis.

Sua utilização no gerenciamento das Florestas Nacionais contribuirá para a utilização dos recursos naturais renováveis de forma mais racional, permitindo o zoneamento das áreas de produção florestal, de proteção ambiental e a forma de manejo mais adequada para cada local envolvido.

Na Floresta Nacional de Brasília, este trabalho pode subsidiar a confecção do Plano de Manejo que vem sendo desenvolvido para a mesma, dando noção sobre locais onde a exploração florestal é viável e qual a forma de manejo a ser adotada, com base na tolerância dos solos às suas respectivas perdas por erosão natural, bem como as áreas de proteção ambiental, sob o aspecto da legislação vigente.

2. OBJETIVOS E JUSTIFICATIVA

O trabalho baseia-se na utilização de Sistemas de Informações Geográficas como ferramenta de análise de dados espaciais, e tem como objetivos:

2.1 GERAL

Pela utilização de Geoprocessamento, desenvolver metodologia para diagnosticar os impactos ambientais ocasionados pela perda de solo, inerentes ao processo de manejo florestal, servindo como forma de Zoneamento Florestal e que possa ser aplicada às demais Unidades de Conservação Federais de Uso Direto.

2.2 ESPECÍFICO

Para a Floresta Nacional de Brasília:

- Determinar o potencial natural de erosão – PNE dos solos;
- Determinar o uso atual do solo com a utilização de imagem de satélite;
- Determinar a Perda de Solo baseado na Equação Universal da Perda de Solos – USLE;
- Comparar a Perda de Solo Atual com os limites de tolerância de perda para cada tipo de solo;
- Determinar as Áreas de Preservação Permanente – APP, com base na legislação vigente e compará-la com seu uso do solo atual;
- Determinar a área disponível para reflorestamento e a forma de manejo florestal ideal - manejo a corte raso ou a corte seletivo, com base na tolerância à perda por erosão laminar dos solos, através da criação de cenários de colheita florestal.

2.3 JUSTIFICATIVA E IMPORTÂNCIA DA DISSERTAÇÃO

Estas análises podem servir como subsídios necessários à elaboração do Plano de Manejo da Floresta Nacional de Brasília, pois a sustentabilidade dos recursos naturais, no caso específico, a sustentabilidade do solo, tem fundamental importância para a manutenção do processo de produção florestal ao longo do tempo, ou seja, para um manejo florestal sustentável.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 ZONEAMENTO AMBIENTAL E EROSÃO DO SOLO

O termo *zoneamento*, segundo Allaby (1998), é definido como um sistema de planejamento de uso do solo baseado em áreas que podem ser usadas para algum propósito específico.

O zoneamento é utilizado pelos planejadores como instrumento básico para o ordenamento de uma unidade. Ele consiste no parcelamento de uma área geográfica em setores, ou zonas, onde, após devidas análises, certas atividades são permitidas e outras são proibidas. Ou seja, ele consiste em identificar quais áreas são mais adequadas para cada uso ou objetivo de manejo. Portanto, o zoneamento é um procedimento usado para estratificar a área segundo critérios técnico-científicos, visando a prescrição de normas e ações (Griffith *et al.*, 1995) apud Neto *et al.* (2001).

Os primeiros trabalhos de zoneamento florestal no Brasil tiveram seu início na década de 60. Dentre os quais, Golfari (1974), que considerou os parâmetros: tipo climático, precipitação média anual, regime de precipitação, ocorrência de geadas e deficiência hídrica do solo, estabelecendo um zoneamento ecológico florestal para o Brasil, e Ogawa *et al.* (1983), que considerou quatro parâmetros para o zoneamento florestal: declividade, relevo, altitude e exposição de vertentes. A partir do cruzamento destes parâmetros e empregando um sistema cartográfico para zoneamento do uso do solo, os autores demonstraram que é possível obter estimativas de áreas aptas para reflorestamentos como também as que exigem maior atenção do ponto de vista ambiental.

Neto *et al.* (2001) elaboraram o Plano de Manejo do Parque *Grande Sertão Veredas* por meio de um Sistema de Informações Geográficas, gerando um mapa final de zoneamento para o Parque, onde foram definidas as áreas de proteção, de recuperação, de uso público, entre outras.

Segundo Finger (1992), o crescimento das árvores é influenciado pelos fatores genéticos da espécie interagindo com o meio ambiente, o qual compreende os elementos:

- a) Climáticos: temperatura, precipitação, vento e insolação;
- b) Solo: características físicas, químicas e biológicas;
- c) Topográficos: inclinação, altitude e exposição solar;
- d) Competição: influência de outras árvores, vegetação rasteira e animais.

O solo pode ser definido como um corpo natural da superfície terrestre cujas propriedades são devidas aos efeitos integrados do clima e dos organismos vivos (animais e plantas) sobre o material de origem, condicionado pelo relevo durante um período de tempo (Moreira, 2003).

Segundo Bertoni e Lombardi Neto (1993), o solo é a camada superficial da crosta terrestre em que se sustentam as plantas, composta por partículas de rochas em diferentes estádios de desagregação, água e substâncias químicas em dissolução, ar, organismos vivos e matéria orgânica em distintas fases de decomposição.

A erosão do solo pode ser entendida como o processo de desagregação, transporte e deposição de partículas componentes do solo, determinado pela ação do vento (erosão eólica) e, mais especificamente, pela água (erosão laminar ou hídrica). No Brasil, a erosão hídrica é a que mais tem contribuído para a improdutividade do solo. O solo perdido pela erosão hídrica é geralmente o mais fértil, contendo maior parte de nutrientes disponíveis para as plantas e húmus (Bertoni e Lombardi Neto, 1993).

A erosão é causada por forças ativas, como as características da chuva, a declividade e o comprimento do declive do terreno e a capacidade que tem o solo de absorver água, e por forças passivas, como a resistência que exerce o solo à ação erosiva da água e a densidade da cobertura vegetal (Bertoni e Lombardi Neto, 1993).

3.1.1 EQUAÇÃO UNIVERSAL DE PERDA DE SOLO – USLE

A partir dos anos 40, diversos pesquisadores desenvolveram equações empíricas para quantificar as perdas de solo por erosão laminar, como a equação de Zingg de 1940, equação de Musgrae de 1947, a de Smith e Whitt de 1947, Hudson de 1961 e a de Stocking e Elwel de 1977. O desenvolvimento dessas equações subsidiaram o trabalho de dois cientistas do Serviço de Pesquisa Agrícola (ARS) do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA), W.H. Wischmeier e D. D. Smith (1978), chamada de Equação Universal de Perdas de Solo (USLE – Universal Soil Loss Equation), sendo uma das mais aceitas e utilizadas para o cálculo das perdas de solo (Baptista, 1997).

De acordo com Wischmeier & Smith (1978), USLE é uma equação empírica, porém universal, e pode ser aplicada onde os valores de seus parâmetros (fatores) forem disponíveis (Chaves, 1994). Com a USLE, a perda de solo média anual é expressa pela equação:

$$A = R . K . L . S . C . P \quad \text{(Equação 01)}$$

onde:

A = perda de solo em ton/(ha.ano);

R = fator de erosividade da chuva em MJ.mm/ha.h.ano;

K = fator de erodibilidade do solo em ton.h/MJ.mm;

L = fator de comprimento de rampa, baseado nos valores , em metros, do comprimento de rampa (adimensional);

S = fator de declividade, baseado nos valores, em porcentagem, da declividade (adimensional);

C = fator de uso e manejo do solo (adimensional);

P = fator de práticas conservacionistas (adimensional).

No Brasil, os trabalhos iniciais sobre a equação de perdas de solo foram desenvolvidos utilizando os dados existentes para as condições do estado de São Paulo. A partir de 1975 vários autores vêm tentando avaliar os fatores da

equação para outras regiões, servindo como guia para o planejamento do uso do solo e determinação das práticas de conservação do solo mais apropriadas a uma dada área (Bertoni e Lombardi Neto, 1993).

Trabalhos com o uso de Sistemas de Informações Geográficas – SIG´s aplicados a estimativas de erosão laminar dos solos foram desenvolvidos por Chaves (1994), que obteve a estimativa da erosão atual e potencial dos solos do Vale do Rio São Francisco através do emprego da USLE aplicada a um SIG e por Baptista (1997), que, utilizando a USLE, obteve um diagnóstico ambiental da perda laminar de solos para o Distrito Federal, por meio de geoprocessamento.

Werlang e Strieder, (1999), usando a Equação Universal da Perda de Solo (USLE) na folha topográfica de São Pedro do Sul – RS, e combinando técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto, estabeleceram um zoneamento para esta região, com o objetivo de localizar, espacialmente, os pontos de maior propensão à erosão.

Para cada variável da USLE é necessária uma grande quantidade de experimentos, mas quando aliada a técnicas de geoprocessamento se torna mais prática e de fácil aplicação, além de muito mais acessível economicamente. O único problema é que na maior parte dos casos ela superestima a perda de solo, já que não leva em consideração, por exemplo, que ao longo de uma vertente ocorrem simultaneamente os processos de erosão e deposição. O maior problema encontra-se em quantificar a perda de solo por erosão laminar, sendo então melhor empregada para qualificar a área, podendo com isso dar uma base para tomadores de decisão, determinando melhor o uso da terra (Baptista, 1997).

3.1.1.1 EROSIVIDADE (R)

O fator R é um índice numérico que expressa a capacidade da chuva, esperada em dada localidade, de causar erosão (Bertoni e Lombardi Neto, 1993).

Pode ser considerada como a capacidade que a precipitação tem de erodir os solos de áreas desprotegidas (Wischmeier, 1959); é o produto da energia cinética pela intensidade da chuva, ou índice de erosão (EI), sendo o melhor índice para medir o potencial de erosão das chuvas.

Para Foster *et al.* (1981), a energia da chuva aqui referida é uma energia decorrente do movimento, resultando na seguinte equação:

$$Ec = 0,119 + 0,0873 \log I \quad (\text{Equação 02})$$

onde:

Ec = energia cinética em MJ/ha.mm;

I = intensidade da chuva em mm/h.

Estudos de Wischmeier e Smith (1978) demonstraram que a perda de solo provocada pela chuva é diretamente proporcional ao produto da energia cinética total e sua intensidade máxima em 30 minutos. O índice de erosão EI_{30} é dado pelo produto:

$$EI_{30} = Ec \times I_{30} \quad (\text{Equação 03})$$

onde:

EI_{30} = índice de erosão em MJ.mm/ha.h;

Ec = energia cinética da chuva em MJ/ha;

I_{30} = intensidade da chuva máxima em 30 minutos em mm/h.

O valor da erosividade da chuva (R), para dado local, pode ser calculado a partir da média dos valores anuais de EI de um período longo de tempo - 20 anos ou mais (Bertoni e Lombardi Neto, 1993).

Lombardi Neto e Moldenhauer (1980), utilizando 22 anos de registros de precipitação da cidade de Campinas - SP, encontraram alto coeficiente de correlação para a regressão linear entre o índice médio mensal de erosão e o

coeficiente de chuva, modificado do coeficiente original proposto por Founier, obtendo a seguinte equação:

$$EI = 67,355 (r^2/P)^{0,85} \quad (\text{Equação 04})$$

onde:

EI= média mensal do índice de erosão em MJ.mm/ha.h;

r= precipitação média mensal em mm;

P= precipitação média anual em mm.

A soma dos valores de EI de cada chuva, isoladamente, em um certo período de tempo, corresponde à avaliação numérica da erosividade da chuva no período (Bertoni e Lombardi Neto, 1993), logo a erosividade da chuva é expressa pela equação:

$$R = \sum EI \quad (\text{Equação 05})$$

onde:

R = erosividade da chuva em MJ.mm/ha.h;

EI= média mensal do índice de erosão em MJ.mm/ha.h.

3.1.1.2 ERODIBILIDADE (K)

O significado de erodibilidade do solo é diferente de erosão do solo. A intensidade de erosão de uma área qualquer pode ser influenciada mais pelo declive, características das chuvas, cobertura vegetal e manejo, do que pelas propriedades do solo. Contudo, alguns solos são mais facilmente erodidos que outros, mesmo quando o declive, a precipitação, a cobertura vegetal e as práticas de controle de erosão são as mesmas. Essa diferença, devido às propriedades inerentes ao solo, é referida como erodibilidade do solo (Bertoni e Lombardi Neto, 1993).

Erodibilidade é a propriedade dos solos que reflete a sua resistência à desagregação e transporte de partículas, podendo ser definida como a quantidade de material removido por unidade de área, quando os demais fatores determinantes da erosão são mantidos sob condições padrão (Freire *et al.*, 1992, apud Stellfeld e Fiori, 1999).

Wischmeier e Mannering (1969), apud Baptista (1997), concluíram que a erodibilidade inerente ao solo, considerada a mais importante variável na predição da erosão e no planejamento do uso do solo, é uma complexa propriedade composta pela sua capacidade de infiltração e pela sua capacidade de resistir à fragmentação e transporte de sedimentos pela precipitação e pelo escoamento superficial. As relações entre essas capacidades e as propriedades físico-químicas dos solos foram investigadas em cinco anos de trabalho de campo, laboratório e estudos estatísticos sobre solos do Corn Belt (cinturão do milho nos EUA). As propriedades que contribuíram mais significativamente para explicar a variância da perda de solo incluíram as porcentagens de areia, silte, argila e matéria orgânica; ph, estrutura e densidade da camada superior e da subsuperfície, espaço poroso ocupado por ar; concavidade e conexividade da encosta escarpada; resíduos de culturas; entre outros, e as diversas interações entre essas variáveis. Com este estudo, desenvolveram ainda uma equação empírica para a determinação do fator K (erodibilidade) para solos específicos, composta por vinte e quatro variáveis.

A erodibilidade depende basicamente da estrutura e textura do solo, as quais afetam a capacidade e a velocidade de infiltração das águas pluviais. Este valor é obtido experimentalmente, em condições específicas de declividade (9%) e comprimento de rampa (25 m), e requer, para sua determinação, a instalação de tanques coletores de enxurrada. As medições experimentais são custosas e exigem muitos anos de pesquisa. Porém, através de um nomograma desenvolvido por Wischmeier *et. al.* (1971), que considera aspectos texturais, estruturais, orgânicos e de permeabilidade dos solos, pode-se estimar de forma indireta, o valor de K (Baptista, 1997).

Como pode ser visto na Tabela 1, um estudo realizado por Baptista (1997), quando buscava definir qual método adotar em sua dissertação de

mestrado para a determinação do fator K, comparou alguns procedimentos metodológicos: Wischmeier et al. (1971), Roloff e Denardin (1994), Denardin (1990), Chaves (1994), Freire e Pessetti (1994), Bertoni e Lombardi Neto (1993) e Chaves (Vale do São Francisco, 1994), com os valores de K obtidos por Bertoni e Lombardi Neto (1993), que foram determinados em laboratório para os diversos solos do país. O autor concluiu que os valores do nomograma de Wischmeier et al. (1971), foram os que mais se aproximaram dos valores obtidos por Bertoni e Lombardi Neto (1993), adotando-o em sua dissertação de mestrado. Além disso, concluiu que nomograma de Wischmeier et al. (1971), dentre os métodos estudados, é o método indireto mais completo para a determinação da erodibilidade dos solos, pois contempla aspectos texturais, estruturais e orgânicos, além da permeabilidade dos solos.

Tabela 1 - Erodibilidade dos solos e matriz de correlação entre os quatro métodos indiretos de determinação de K.

Grandes grupos de solos	Erodibilidade em ton.h/MJ.mm						
	Nomograma Wischmeier et al.(1971)	Roloff e Denardin (1994)	Denardin (1990)	Chaves (1994)	Freire e Pessetti (1994)	Bertoni e Lombardi Neto (1993)	Chaves (S. Francisco) (1994)
Latossolo vermelho-escuro	0,013	0,099	0,002	0,045	0,218	0,016	0,013
Latossolo vermelho-amarelo	0,020	0,084	0,002	0,016	0,100	0,015	0,020
Podzólico vermelho-amarelo	0,042	0,175	0,005	0,097	0,386	0,032	0,029
Podzólico vermelho-amarelo equivalente eutrófico	0,030	0,222	0,006	0,163	0,155	0,055	-
Terra roxa estruturada similar	0,013	0,170	0,006	0,113	0,030	0,018	-
Cambissolo	0,024	0,189	0,008	0,099	-	-	0,060
Aluviais	0,029	0,205	0,004	0,108	-	-	0,047
Hidromórficos indiscriminados	0,031	0,125	0,006	0,312	0,170	-	0,008
Areias quartzosa	0,027	0,060	0,0002	0,028	-	-	0,078
Brunizem avermelhado	0,038	0,208	0,004	0,070	-	-	-
Matriz de Correlação entre os quatro Métodos indiretos para K			Nomograma Wischmeier et al.	Roloff e Denardin	Denardin (1990)	Chaves (1994)	
Nomograma Wischmeier et al (1971)			1				
Roloff e Denardin(1994)			0,41	1			
Denardin (1990)			0,151	0,725	1		
Chaves (1994)			0,271	0,324	0,615	1	

Fonte: Baptista (1997).

3.1.1.3 DECLIVIDADE E COMPRIMENTO DE RAMPA OU FATOR LS

A influência do relevo na intensidade erosiva verifica-se, principalmente, pela declividade e comprimento da rampa da encosta ou da vertente, que interferem diretamente na velocidade do escoamento superficial das águas pluviais. O comprimento da encosta é definido como a distância que vai do ponto de origem do escoamento superficial até o ponto onde a inclinação diminui e começa a deposição de sedimentos ou até onde o escoamento atinge um canal bem definido, integrante de uma rede de drenagem (Smith & Wischmeier, 1957, apud Stellfeld e Fiori, 1999).

Os terrenos com maiores declividades e comprimentos de rampa apresentam maiores velocidades de escoamento superficial e, conseqüentemente, maior capacidade erosiva, mas uma encosta com baixa declividade e comprimento de rampa grande também pode ter alta intensidade erosiva, desde que sujeita a grande vazão do escoamento das águas superficiais.

É muito comum nos trabalhos de determinação das variáveis da USLE por meio de geoprocessamento, considerar a integração da declividade com o comprimento de rampa, gerando uma única variável, conhecida como LS (Baptista, 1997).

O fator LS é a relação esperada de perdas de solo por unidade de área em um declive qualquer em relação às perdas de solo correspondentes de uma parcela unitária de 25 metros de comprimento com 9% de declive.

Este fator é muito importante na equação, pois quanto maior for o comprimento de rampa e o grau de declive maior será a velocidade e a força de carreamento das partículas de solo (Baptista, 1997).

Tendo em vista que um valor constante da declividade de uma vertente tende a superestimar ou subestimar a erosão, Kok *et al.* (1995), tomaram um valor médio de declividade por classes de declividade, para o cálculo do Fator LS da equação da USLE, dentro do projeto CORINE Land Cover – *Coordination of Information on the Environment*, na aplicação da Equação Universal da Perda

de Solos na Espanha. Segundo os autores, os valores medidos foram calculados a partir das relações estabelecidas entre comprimento da vertente e o gradiente. O fator LS medido para diferentes classes de declividade está representado na Tabela 2.

Tabela 2 - Valores médios para LS por classe de declividade .

Classe de Declividade (%)	Fator LS
0 – 5	0,5
5 – 15	3,5
15 – 30	9
> 30	16

Fonte: Kok *et al.* (1995).

Em um SIG, a declividade pode ser calculada a partir de um MDE - Modelo Digital de Elevação.

Segundo Medeiros e Camara (1998), um MDE é utilizado para denotar a representação quantitativa de uma grandeza que varia continuamente no espaço. Comumente associados à altimetria, também podem ser utilizados para modelar informações relativas às unidades geológicas ou pedológicas, como propriedades de fertilidade do solo ou subsolo.

3.1.1.4 USO-MANEJO DO SOLO E PRÁTICAS CONSERVACIONISTAS (CP)

O fator C e P consideram a participação antrópica no processo de perda de solo. Sabe-se que um solo desprovido de cobertura vegetal é geralmente mais susceptível à erosão do que outro recoberto. A proteção desse solo basicamente depende do estágio de crescimento e desenvolvimento da vegetação associado à sua forma de manejo (Bertoni e Lombardi Neto, 1993).

Stein *et al.* (1987) adotaram um valor de CP único para classes de uso do solo, como pode ser visto na Tabela 3.

Tabela 3 – Categorias de ocupação e valores correspondentes de CP atual estabelecidos por Stein *et al.* (1987).

GRUPO	CATEGORIA	CP
1- Vegetação de porte alto a médio, cobertura total do terreno	a- Floresta	0,00004
	b- Vegetação secundária	0,00004
	c- Cerradão	0,00004
	d- reflorestamento	0,0001
2- Vegetação de porte médio a baixo, cobertura total do terreno	a- Cobertura total do terreno	0,0007
	b- Cerrado	0,0007
	c- Cultura Perene	0,02
	d- Cana-de-açúcar	0,05
3- Vegetação de porte médio a baixo, cobertura parcial do terreno	a- Cobertura residual	0,25
	b- Cultura perene	0,25
4- Vegetação de porte baixo a rasteiro, cobertura total do terreno	a- Cobertura total do terreno	0,01
	b- Pastagem	0,01
	c- Cultura temporária	0,20
	d- Campo cerrado	0,01
	e- Campo natural	0,01
5- Vegetação de porte baixo a rasteiro, cobertura parcial do terreno	a- Cobertura residual	0,10
	b- Pastagem	0,10
	c- Cultura temporária	0,20
6- Ocupações naturais diversas	a- Várzea	0,00
	b- Espelho d'água	0,00
7- Ocupações antrópicas diversas	a- Área urbanizada	0,00
	b- Estrada	0,00

Fonte: Stein *et al.* (1987).

O fator C está ligado ao estágio de desenvolvimento da cultura e ao tipo de cultura. Já o fator P está ligado às práticas conservacionistas, ou seja, a sua forma de manejo.

3.1.2 POTENCIAL NATURAL DE EROSÃO DOS SOLOS – PNE

O PNE deriva da Equação Universal da Perda de Solos (USLE) e serve como uma indicação para se localizar onde ocorreria maior ou menor erosão de solo, caso os fatores antrópicos se mantivessem constantes, ou seja, sem considerar o uso atual do solo.

O PNE é de suma importância para o presente estudo, pois indica os locais com risco de erosão natural de solo e permite determinar a forma de manejo (corte raso, corte seletivo) da floresta onde sua implantação for viável.

O PNE estima o risco potencial de erosão de um solo, considerando não apenas suas propriedades intrínsecas, mas também as condições climáticas e topográficas às quais o solo está sujeito. Esta análise não considera a cobertura vegetal ou as práticas conservacionistas. (IPT, 1986 apud Fernandez, 1996).

Segundo Fernandez (1996), o Potencial Natural de Erosão dos solos é expresso pela equação:

$$PNE = R. K. L. S \quad \text{(Equação 06)}$$

onde:

PNE= potencial natural de perda de solo média anual ton/(ha.ano);

R = fator de erosividade da chuva em MJ.mm/ha.h.ano;

K = fator de erodibilidade do solo em ton.h/MJ.mm;

L = fator de comprimento de rampa, baseado nos valores , em metros, do comprimento de rampa (adimensional);

S = fator de declividade, baseado nos valores, em porcentagem, da declividade (adimensional).

3.1.3 TOLERÂNCIA DE PERDAS DE SOLO POR EROSÃO LAMINAR

Os processos erosivos são considerados como a principal causa da redução da produtividade dos solos e com a necessidade cada vez mais de se produzir alimentos em terras que inevitavelmente sofrem perda de solo, é necessário determinar os limites de tolerância de perda de solo. O critério mais importante, do ponto de vista agrônômico, é a espessura da camada de solo favorável ao enraizamento das culturas, ou seja, a profundidade dos horizontes A e B (Galdino e Margolis, 1989, apud Baptista, 1997).

Além da espessura dos horizontes A e B, Lombardi Neto e Bertoni (1975), apud Baptista (1997), consideram a relação textural da argila entre os horizontes A e B como um dos fatores importantes para a tolerância de perdas, pois ela afeta a infiltração e a permeabilidade dos solos.

A tolerância dos solos em relação à erosão laminar é dada pela taxa máxima de erosão que pode ocorrer no solo, mantendo sua sustentabilidade de produção (Bertoni e Lombardi Neto, 1993). Os mesmos autores desenvolveram, para expressar a tolerância de perdas de solo por erosão laminar, a seguinte equação:

$$C = h \cdot r \quad \text{(Equação 07)}$$

onde:

C = camada de solo possível de ser removida (mm/ano);

h = espessura dos horizontes A e B (m); e

r = fator que expressa o efeito da relação textural de argila.

Para os solos do Distrito Federal, os valores de tolerância de perdas para cada grande grupo de solo foram calculados por Baptista (1997), como pode ser visto na Tabela 4.

Tabela 4 – Valores de tolerância de perdas para cada grande grupo de solo do Distrito Federal.

Grande Grupo	Tolerância de perdas de solo (ton/ha.ano)
Latossolo vermelho-escuro	22,90
Latossolo vermelho-amarelo	13,38
Podzólico vermelho-amarelo	14,45
Podzólico vermelho-amarelo equivalente eutrófico	10,97
Terra roxa estruturada similar	10,83
Cambissolo	10,85
Aluviais	20,06
Hidromórficos indiscriminados	16,96
Areia quartzosa	17,39
Brunizém avermelhado	13,38

Fonte: Baptista (1997).

3.2 GEOPROCESSAMENTO E SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS (SIG)

Um Sistema de Informações Geográficas, segundo Arnof (1989), apud Medeiros e Camara (1998), é um conjunto manual ou computacional de procedimentos utilizados para armazenar e manipular dados georreferenciados.

Segundo Medeiros e Camara (1998), o termo geoprocessamento denota a disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da informação geográfica e que vem influenciando de maneira crescente as áreas de Cartografia, Análise de Recursos Naturais, Transportes, Comunicações, Energia e Planejamento Urbano e Regional. As ferramentas computacionais para geoprocessamento, chamadas de Sistemas de Informação Geográfica (GIS ou SIG), permitem realizar análises complexas, ao integrar dados de diversas fontes e ao criar bancos de dados georreferenciados. Tornam ainda possível automatizar a produção de documentos cartográficos.

O termo geoprocessamento pode ser definido como um conjunto de tecnologias voltadas à coleta e ao tratamento de informações espaciais para um objetivo específico (Vettorazzi *et al.*, 2000).

O geoprocessamento tem sido empregado em diversas áreas da Ciência, dentre as quais pode-se citar a Cartografia, a Geografia, a Agricultura e Floresta e a Geologia. Também tem contribuído para estudos de planejamento urbano e rural, meios de transporte, comunicação e energia. As ferramentas utilizadas para realizar o geoprocessamento compõem um conjunto denominado Sistema de Informação Geográfica (SIG), às vezes chamado de GIS, *Geographical Information System* (Moreira, 2003).

O uso do geoprocessamento tem contribuído para a solução de problemas espaciais, através da visualização, consulta, análise e organização de informações geográficas (ESRI a, 1996).

Através da modelagem espacial é possível descrever fenômenos que ocorrem em nosso meio, que não podem ser diretamente observados, como por exemplo, um mapa de sustentabilidade ambiental ou a melhor localização de uma rodovia (ESRI b, 1996).

No Brasil, a introdução do geoprocessamento teve início nos anos oitenta, a partir dos esforços do professor Jorge Xavier da Silva, da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). No ano de 1982 veio ao Brasil o Dr. Roger Tomlinson, responsável pela criação do primeiro SIG (*Canadian Geographical Information System*). Sua vinda incentivou vários grupos de pesquisas, em diversas instituições, a desenvolver SIG's. Os principais sistemas criados foram: SAGA (Sistema de Análise Geoambiental - UFRJ), MaxiCad (Aerosul), SAGRE (Sistema Automatizado de Gerência da Rede Externa – Telebrás) e SITIM SGI e SPRING (INPE) (Moreira, 2003).

Segundo o INPE (1997), apud Moreira (2003), de modo geral, qualquer SIG é capaz de:

- representar graficamente informações de natureza espacial, associando aos gráficos informações alfanuméricas tradicionais;
- representar informações gráficas sob a forma de vetores (pontos, linhas e polígonos) e/ou imagens digitais (matrizes de pixels);
- recuperar informações com base em critérios alfanuméricos, semelhante a um sistema de gerenciamento de banco de dados tradicional, e com base em relações topológicas, como convergência, adjacência e interceptação;

- realizar operações de aritmética de polígonos, como união, interseção e diferença, bem como gerar polígonos paralelos (buffers) ao redor de elementos ponto, linha e polígono;
- limitar o acesso e controlar a entrada de dados através de um modelo de dados previamente construído;
- oferecer recursos para a visualização dos dados geográficos na tela do computador, utilizando uma variedade de cores;
- interagir com o usuário através de uma interface amigável, geralmente gráfica;
- recuperar as informações geográficas de forma ágil, usando algoritmos de indexação espacial;
- possibilitar a importação e exportação de dados de/para outros sistemas semelhantes, ou para outros software gráficos;
- oferecer recursos para a entrada e manutenção de dados, utilizando equipamentos como: mouse, mesa digitalizadora e scanner;
- oferecer recursos para a composição de saídas e geração de resultados, sob a forma de mapas, gráficos e tabelas, a serem empregados em impressoras, plotters, etc;
- oferecer recursos para o desenvolvimento de aplicativos específicos, de acordo com as necessidades do usuário, utilizando para isso a linguagem de programação, inclusive possibilitando a customização da interface do SIG com o usuário.

Todos estes recursos podem ser agrupados em categorias básicas para facilitar a comparação entre diferentes sistemas. Estas categorias são: entrada de dados, gerenciamento de informações, manipulação e análise, e exibição e produção de saídas.

Com o desenvolvimento dos SIG's, vários trabalhos de integração com modelos ambientais têm sido propostos (Haan *et al.*, 1993; Maidment, 1993; Tim & Jolly, 1994; Jankowski & Haddock, 1996), apud Assad e Sano, 1998.

Técnicas de geoprocessamento oferecem soluções para resolução de problemas ambientais, permitindo análises técnicas, facilitando o processo de

tomada de decisão e administrando melhor as informações ambientais. (Vetorazzi *et al.*, 2000).

Na área ambiental, diversos trabalhos têm sido desenvolvidos com a utilização de SIG's, dentre os quais podemos citar:

Fontana *et al.* (2001), usando dados meteorológicos, técnicas de sensoriamento remoto e sistemas de informações geográficas, desenvolveram e testaram metodologias para o monitoramento e previsão de safras no Brasil.

Szmuchrowski e Martins (2001) utilizaram o geoprocessamento para a indicação de corredores ecológicos interligando os fragmentos florestais e áreas de proteção ambiental no Município de Palmas – TO;

Andrade (1999) identificou áreas potenciais para instalação de aterros sanitários no Distrito Federal através do uso de sistemas de informação geográfica;

Fitz (1999) utilizou técnicas de geoprocessamento para a realização de zoneamentos de diversas culturas anuais no Estado do RS, demonstrando a potencialidade dos SIG's em sua aplicação.

Moraes *et al.* (2001), utilizaram técnicas de geoprocessamento na definição de diretrizes de políticas públicas para fins de planejamento agroambiental.

Moura *et al.* (2001) determinaram a melhor rota para coleta seletiva de lixo no campus da Universidade Federal de Viçosa utilizando Sistemas de Informações Geográficas – SIG.

3.3 SENSORIAMENTO REMOTO E IMAGENS DE SATÉLITE

O Sensoriamento Remoto pode ser entendido como o conjunto das técnicas relacionadas com a aquisição e a análise de dados por sensores remotos imageadores. Os sensores remotos são sensores óptico-eletrônicos capazes de detectar e registrar, sob a forma de imagens, a intensidade de radiação eletromagnética refletida ou emitida pelos objetos terrestres, em diferentes comprimentos de onda (Steffen e Moraes, 1996).

Segundo Morais Novo (1998), o Sensoriamento Remoto pode ser definido como sendo a utilização conjunta de modernos sensores, equipamentos para processamento de dados, equipamentos de transmissão de dados, aeronaves, espaçonaves etc., com o objetivo de estudar o ambiente terrestre através do registro e da análise das interações entre a radiação eletromagnética e as substâncias componentes do planeta Terra em suas mais diversas manifestações. É considerado como a ciência através da qual dados de radiância de uma cena são transformados em informações sobre os objetos que a compõem, utilizando para isso técnicas computacionais, que não se limita apenas à operação dos sensores, mas também à análise de dados e processamento das imagens, onde o sinal elétrico do sensor é transformado em dados numéricos, que podem ser processados através dos sistemas de análise de imagens digitais.

O Sensoriamento Remoto pode ser visto como sistema de aquisição de informações e pode ser subdividido em dois subsistemas: 1) subsistema de coleta de dados e 2) subsistema de análise de dados. Para que o sistema de coleta de dados funcione é necessário que sejam preenchidas algumas condições: a) existência de fonte de radiação; b) propagação de radiação pela atmosfera; c) incidência da radiação sobre a superfície terrestre; d) ocorrência de interações entre a radiação e os objetos da superfície; e) produção de radiação que retorna ao sensor após propagar-se pela atmosfera. (Morais Novo, 1998).

As imagens orbitais constituem matrizes de pixel's (*picture cells*) onde cada elemento representa (através de seu nível digital) o valor médio da radiância dos objetos que compõe o elemento de cena correspondente. A radiância é uma grandeza radiométrica que depende da iluminação solar e principalmente do modo particular como cada objeto interage com a radiação solar. Este fenômeno pode ser estudado através dos espectros de reflectância ou assinaturas espectrais desses objetos que estão intimamente relacionados com suas propriedades físicas, químicas e biológicas (Steffen e Morais, 1996).

Diferenças nas assinaturas espectrais dos objetos terrestres produzem diferenças correspondentes nas suas radiâncias e por essa razão aparecem de maneira distinta nas imagens orbitais (Steffen e Morais, 1996).

Radiometria é, por definição, a medida quantitativa da intensidade de qualquer um dos tipos conhecidos de radiação, como por exemplo, a radiação eletromagnética, emitida pelo Sol ou por uma fonte artificial, como uma lâmpada. A radiação eletromagnética, por ter a propriedade de se propagar no espaço vazio ou no vácuo, é a que se presta para fins de sensoriamento remoto, pois o sensor detecta este tipo de radiação, seja ele uma câmera fotográfica ou um imageador multiespectral, colocado a bordo de aviões ou satélites, sem estar em contato físico direto com o objeto (Meneses e Madeira Neto, 2001).

A radiometria espectral é uma das mais importantes áreas do conhecimento do sensoriamento remoto. Isto porque é por meio das medidas radiométricas de laboratório ou de campo que se descobre com qual intensidade cada material, seja um solo, um tipo de rocha ou uma vegetação, reflete a radiação eletromagnética nos diferentes comprimentos de onda do espectro e isso permite explicar e entender como cada um desses objetos irá aparecer nas imagens (Meneses e Madeira Neto, 2001).

Segundo Meneses e Madeira Neto (2001), a radiação eletromagnética mais familiar ao homem é a própria luz do Sol, que ilumina a superfície da Terra. Ela é denominada de luz visível porque é sensível ao olho humano, um eficiente sensor capaz de identificar e discriminar os objetos da superfície da Terra por meio dos raios de luz refletidos dos objetos. O sol, como fonte de radiação eletromagnética, emite não somente luz visível, mas também radiação do ultravioleta ou infravermelho. A Terra, sendo também uma fonte de radiação eletromagnética, é capaz de emitir radiação infravermelho denominada de termal. Radiação ultravioleta, visível, infravermelho de ondas curtas, infravermelho termal e, ainda, a de microondas são algumas das denominações dadas pelo homem para fins práticos a uma divisão do espectro em regiões ou intervalos espectrais, os quais podem ser identificados pelos seus comprimentos de onda, medidos em sistemas métricos (nanômetro, micrômetro, centímetro).

As principais regiões espectrais usadas no sensoriamento remoto são descritas na Tabela 5.

Tabela 5 – Principais regiões ou intervalos espectrais usados em sensoriamento remoto.

Nome	Intervalo Espectral (micrometro - μm)	Fonte de radiação	Propriedade medida
Visível	0,4 – 0,7	Sol	Reflectância
Infravermelho próximo	0,7 – 1,1	Sol	Reflectância
Infravermelho de ondas curtas	1,1 – 1,35 1,4 – 1,8 2,0 – 2,5	Sol	Reflectância
Infravermelho médio	3,0 – 4,0	Sol Corpos terrestres com altas temperaturas (incêndio)	Reflectância Temperatura
Infravermelho termal	8,0 – 9,5 10,0 14,0	Terra	Temperatura
Microondas, radar	1 mm – 1m	Terra (passivo) Artificial (ativo)	Temperatura (passivo) Rugosidade dos alvos (ativo)

Fonte: Meneses e Madeira Neto, 2001. (micrômetro = 10^{-6} m)

Desde a descoberta de que os vegetais extraem da radiação eletromagnética emitida pelo Sol parte da energia que necessitam para viver, a interação entre essa radiação e a vegetação passou a ser estudada detalhadamente. O mapeamento da distribuição geográfica da cobertura vegetal, com base em suas características fisionômicas, ecológicas e florísticas ganhou impulso considerável com o advento do sensoriamento remoto, primeiramente com o uso de fotografias aéreas e, posteriormente, com a disponibilidade de imagens orbitais que ampliaram as possibilidades de análise no domínio espectral das propriedades e condições ambientais da cobertura vegetal (Meneses e Madeira Neto, 2001).

A capacidade visual humana para distinguir as diferentes cores dos objetos existentes na natureza é a comprovação de que cada material ou objeto interage espectralmente de forma distinta em relação à energia iluminante, proveniente do Sol. A folha de uma árvore é verde porque ela reflete a luz verde do visível, irradiada pelo Sol, absorve grande parte da radiação dos comprimentos de onda da luz azul e vermelho, a fim de transformar a energia eletromagnética e produzir fotossíntese. Se o objeto for muito claro, como a areia branca de uma praia, a reflectância é elevada e mais ou menos igual em todos os comprimentos de onda do violeta ao vermelho. Diferentes materiais existentes na natureza exibem distintos comportamentos de reflectância, porque cada um absorverá ou refletirá maiores ou menores quantidades de radiação eletromagnética em função das suas diferentes constituições físicas, químicas e biológicas (Meneses e Madeira Neto, 2001).

A radiação visível é o conjunto de radiações eletromagnéticas compreendidas entre 0,39 e 0,70 μm . As radiações contidas nesta faixa de comprimento de onda, ao incidirem no sistema visual humano, são capazes de provocar a sensação de cor no cérebro (Moreira, 2003). A relação de cores e faixas espectrais na região do visível podem ser vistas na Tabela 6.

Tabela 6 – Relação de cores e faixas na região do visível.

Cor	Comprimento de onda
	Micrômetro (μm)
Violeta	0,400 a 0,446
Azul	0,446 a 0,500
Verde	0,500 a 0,578
Amarela	0,578 a 0,592
Laranja	0,592 a 0,620
Vermelha	0,620 a 0,700

Fonte: Moreira, 2003.

As imagens de satélite possuem uma representação matricial. Na estrutura matricial, o espaço é representado por uma matriz $P(m, n)$, composta de m colunas e n linhas; cada matriz possui um número de linhas, um número

de colunas e um valor (Z) correspondente ao atributo investigado. Nos dados de satélite, o valor Z refere-se ao número digital (nível de cinza) do pixel. Cada célula é acessada individualmente pelas suas coordenadas espaciais. A resolução espacial do sistema é dada pela relação entre o tamanho da célula no mapa e a área por ela coberta no terreno.

O programa Landsat, desenvolvido pela NASA (*National Aeronautics and Space Administration*), opera desde 1972 e compõe uma série de sete satélites lançados até o momento. O satélite Landsat 7 ETM+, lançado em abril de 1999, com um novo sensor a bordo denominado ETM+ (*Enhanced Thematic Mapper Plus*), é o mais recente, porém por problemas técnicos, atualmente encontra-se fora de operação (NASA, 2003).

Uma imagem LANDSAT 7 ETM+ é composta por 8 bandas espectrais, como pode ser visto na Tabela 7, que podem ser combinadas em inúmeras possibilidades de composições coloridas e opções de processamento. Entre as principais melhorias técnicas se comparado ao seu antecessor, o satélite Landsat 5, destacam-se a adição de uma banda espectral (banda Pancromática) com resolução de 15 m, perfeitamente registrada com as demais bandas, melhorias nas características geométricas e radiométricas, e o aumento da resolução espacial da banda termal para 60 m (NASA, 2003).

Tabela 7 – Características espectrais e espaciais do LANDSAT 7 ETM+

Banda	FAIXA ESPECTRAL	REGIÃO DO ESPECTRO	RESOLUÇÃO ESPACIAL
	Nm		(m x m)
1	450 – 520	Azul	30
2	530 – 610	Verde	30
3	630 – 690	Vermelho	30
4	780 – 900	IV/Próximo	30
5	1550 – 1750	IV/Médio	30
6	10400– 12500	IV/Termal	60
7	2090 – 2350	IV/Médio	30
8 (PAN)	520 - 900	VIS/IVPróximo	15

Fonte: Moreira, 2003.

O Landsat7 pode adquirir imagens numa área que se estende desde 81° de latitude norte até 81° de latitude sul e obviamente, em todas as longitudes do globo terrestre, sendo que sua órbita é realizada em aproximadamente 99

minutos, permitindo ao satélite dar 14 voltas ao redor da Terra por dia, e a cobertura total do nosso planeta é completada em 16 dias. A órbita é descendente, ou seja, de norte para sul, com o satélite cruzando a linha do Equador entre 10:00 e 10:15 (hora local) em cada passagem. O Landsat7 é "heliosincronizado", ou seja sempre passa num mesmo dado local ao mesmo horário solar (NASA, 2003).

3.4 LEGISLAÇÃO

3.4.1 DEFINIÇÃO DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE

Segundo a Resolução Nº 303/CONAMA , de 20 de Março de 2002, Art. 3º, Constitui Área de Preservação Permanente a área situada:

I - em faixa marginal, medida a partir do nível mais alto, em projeção horizontal, com largura mínima, de:

a) trinta metros, para o curso d`água com menos de dez metros de largura;

b) cinqüenta metros, para o curso d`água com dez a cinqüenta metros de largura;

c) cem metros, para o curso d`água com cinqüenta a duzentos metros de largura;

d) duzentos metros, para o curso d`água com duzentos a seiscentos metros de largura;

e) quinhentos metros, para o curso d`água com mais de seiscentos metros de largura;

II - ao redor de nascente ou olho d`água, ainda que intermitente, com raio mínimo de cinqüenta metros de tal forma que proteja, em cada caso, a bacia hidrográfica contribuinte;

III - ao redor de lagos e lagoas naturais, em faixa com metragem mínima de:

a) trinta metros, para os que estejam situados em áreas urbanas consolidadas;

b) cem metros, para as que estejam em áreas rurais, exceto os corpos d`água com até vinte hectares de superfície, cuja faixa marginal será de cinqüenta metros;

IV - em vereda e em faixa marginal, em projeção horizontal, com largura mínima de cinqüenta metros, a partir do limite do espaço brejoso e encharcado;

V - no topo de morros e montanhas, em áreas delimitadas a partir da curva de nível correspondente a dois terços da altura mínima da elevação em relação à base;

VI - nas linhas de cumeada, em área delimitada a partir da curva de nível correspondente a dois terços da altura, em relação à base, do pico mais baixo da cumeada, fixando-se a curva de nível para cada segmento da linha de cumeada equivalente a mil metros;

VII - em encosta ou parte desta, com declividade superior a cem por cento ou quarenta e cinco graus na linha de maior declive;

VIII - nas escarpas e nas bordas dos tabuleiros e chapadas, a partir da linha de ruptura em faixa nunca inferior a cem metros em projeção horizontal no sentido do reverso da escarpa;

IX - nas restingas:

a) em faixa mínima de trezentos metros, medidos a partir da linha de preamar máxima;

b) em qualquer localização ou extensão, quando recoberta por vegetação com função fixadora de dunas ou estabilizadora de mangues;

X - em manguezal, em toda a sua extensão;

XI - em duna;

XII - em altitude superior a mil e oitocentos metros, ou, em Estados que não tenham tais elevações, a critério do órgão ambiental competente;

XIII - nos locais de refúgio ou reprodução de aves migratórias;

XIV - nos locais de refúgio ou reprodução de exemplares da fauna ameaçadas de extinção que constem de lista elaborada pelo Poder Público Federal, Estadual ou Municipal;

XV - nas praias, em locais de nidificação e reprodução da fauna silvestre.

4. ÁREA DE TRABALHO, MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 ÁREA DE ESTUDO

4.1.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A FLONA de Brasília foi instituída segundo o Decreto de 10 de junho de 1999, onde a Companhia Imobiliária de Brasília - TERRACAP, doou à união, aproximadamente nove mil, trezentos e quarenta seis hectares e duzentos e oitenta e um centiares, sendo estes divididos em quatro áreas localizados no Distrito Federal, conforme pode ser observado na Figura 1.

O IBAMA ficou autorizado a celebrar os instrumentos legais pertinentes, visando atingir os fins técnicos, científicos e econômicos, e tem como objetivo promover o manejo de uso múltiplo e de forma sustentável dos recursos naturais renováveis, a manutenção e proteção dos recursos hídricos e da biodiversidade do Cerrado, a recuperação de áreas degradadas, a educação florestal e ambiental, a manutenção de amostras do fragmento do ecossistema e o apoio ao desenvolvimento sustentável dos recursos naturais das áreas limítrofes, com a maior participação da comunidade e o manejo dos recursos naturais da Floresta Nacional de Brasília, sob o regime de produção econômica e auto - sustentada.

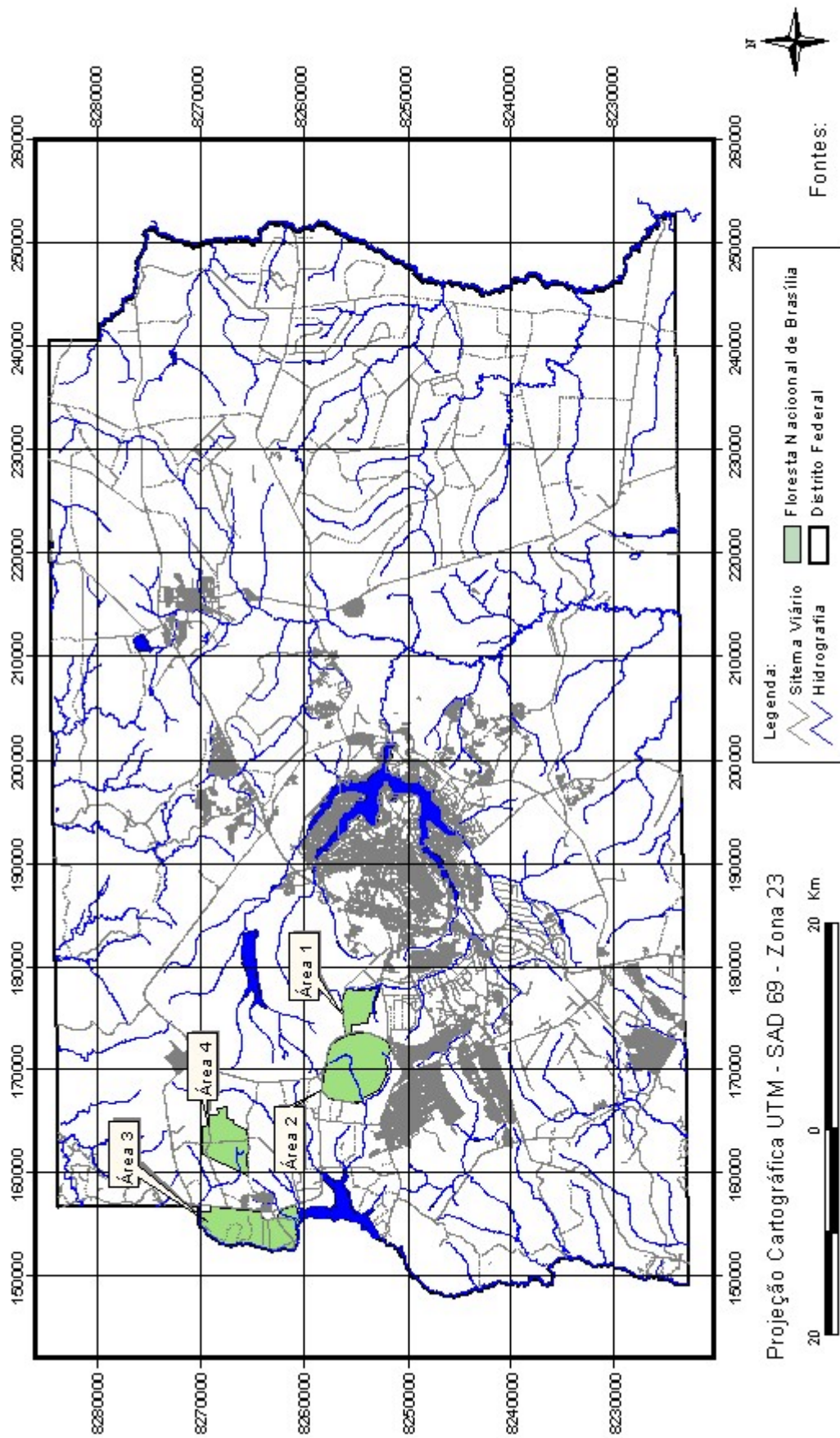


Figura 1 - Mapa de localização da Floresta Nacional de Brasília.

4.1.2 CLIMA

De acordo com a classificação de Köppen o clima do Distrito Federal é tropical (Aw) com a concentração da precipitação pluviométrica no período do verão. Os meses mais chuvosos são novembro, dezembro e janeiro, e a época seca ocorre nos meses de inverno, ou seja, de junho a agosto, evidenciado pela baixa taxa de precipitação, baixa nebulosidade, alta taxa de evaporação, com umidades relativas diárias muito baixas (tendo sido registrados valores inferiores a 15%). O período entre outubro e abril apresenta padrões contrastantes, sendo que o trimestre de novembro a março concentra 47% da precipitação anual (Codeplan, 1984).

4.1.3 GEOLOGIA

Segundo Faria (1995) apud Baptista (1997), o Distrito Federal apresenta uma série litológica bastante antiga, O Grupo Paranoá, datado do Proteozóico Médio (1350 a 950 milhões de anos). Esse Grupo é uma formação detrítica deposicional de origem marinha rasa, apresentando uma espessura média de 1.600 m, limitando-se com o Grupo Bambuí no topo e com o Grupo Canastra na Base. O Grupo Paranoá é subdividido em sete unidades: A, B, C, D, E, F, G, de acordo com a idade, da mais antiga para a mais recente, caracterizadas por litologias compostas por: ardósias rosadas com bandas brancas, lentes de quartzitos (A); metarritmitos inferiores (B); quartzitos finos e médios (C); metarritmitos superiores (D); ardósias/metarritmitos com calcários (E); metassilitos (F); e quartzitos microconglomeráticos (G). Também encontram-se na área de estudos terrenos recentes, pertencentes a Era Cenozóica, Período Terciário, compostos principalmente por lateritas limoníticas (canga), solos lateríticos, latossolos vermelho-amarelos, em suma, coberturas detrito-lateríticas, encontradas no topo de chapadas. Mais recente ainda são os aluviões fluviais e lacustres, datados do período Quaternário, depositados nas margens dos cursos d'água, formados por argilas, lateritos, areias siltosas, etc.

(CODEPLAN, 1975, 1984) e Faria (1995), apud Baptista (1997), apresentam a Estratigrafia do Distrito Federal assim distribuída:

Quaternário:

- depósitos aluvionares.

Terciário / Quaternário:

- latossolos e lateritas.

Proterozóico Médio / Superior:

- fácies argilo-carbonatada;
- fácies metarritmito argiloso;
- fácies quartzito médio;
- fácies metarritmito arenoso;
- fácies ardósia;
- fácies metassiltitos;
- fácies quartzito microconglomerático.

Proterozóico Médio:

- filitos a sericita e clorita;
- fácies calcixisto;
- micaxisto – biotita – muscovita.

A Estratigrafia do Distrito Federal é representada na Figura 2.

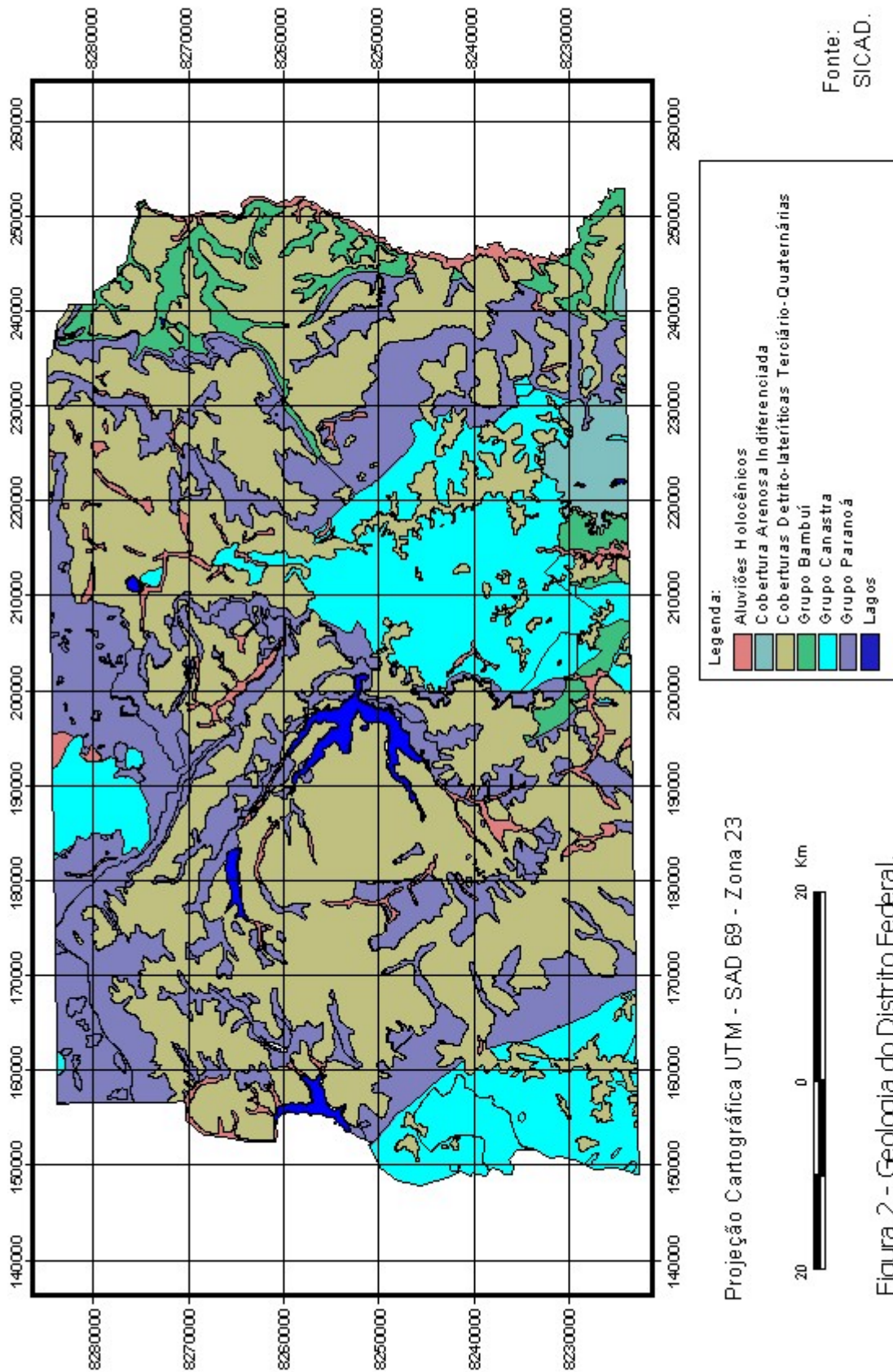


Figura 2 - Geologia do Distrito Federal.

4.1.4 GEOMORFOGIA

A região do DF está localizada no setor oriental da Província Estrutural do Tocantins, mais especificamente, situada na porção centro sul da Faixa de Dobramentos Brasília (Almeida e Hasui, 1984; Marini e Fuck, 1981).

Sob o aspecto geomorfológico, quatro unidades caracterizam a área, segundo o Atlas do Distrito Federal (CODEPLAN, 1984), apud Baptista (1997): o Pediplano Contagem / Rodeador; o Pediplano de Brasília; Depressão Interplanática Pediplana e Planícies Aluviais e Alveolares. O Pediplano (superfícies inclinadas, aplainadas sob climas quentes áridos e semi-áridos) Contagem / Rodeador apresenta formas de relevo tipo chapadão, chapada e interflúvios (elevação que separa os vales dissecados) tabuliformes (de topo plano), o que garante uma estrutura não movimentada bastante monótona. Esta unidade foi elaborada por processos erosivos de desagregação mecânica bastante característica de climas secos. Situa-se em cotas superiores a 1.200 metros.

A transição do Contagem / Rodeador para o Pediplano de Brasília ocorre de forma brusca percebida pela ruptura topográfica, assemelhando-se a um degrau.

Com sua altimetria oscilando entre 950 a 1.200 metros, o Pediplano de Brasília apresenta formas de relevo semelhantes ao compartimento mais elevado. Sua formação caracterizou-se pelos processos erosivos de paleoclimas secos associados a processos deposicionais, ou seja, os sedimentos gerados no Contagem / Rodeador depositaram-se no pediplano logo abaixo.

A Depressão Interplanática Pediplanada, com altitudes entre 800 a 950 metros caracteriza-se por apresentar vales dissecados formados essencialmente pela alternância de ciclos paleoclimáticos, ou seja, períodos de climas secos seguidos por períodos de clima úmido, e pela retomada de processos erosivos influenciados por segmentos tectônicos. Apresenta paisagem mais movimentada, com a presença de interflúvios tabulares e colinas, vertendo com declividades suaves em direção às calhas de drenagem.

As Planícies Aluviais e Alveolares são as estruturas planas, mais baixas topograficamente e mais recentes datadas provavelmente do Quaternário. Estão restritas ao longo dos cursos d'água, diferenciando-se apenas pela forma, sendo a alveolar mais larga a montante, e a aluvial longitudinal ao curso.

Novaes Pinto (1994), apud Baptista (1997), propõe uma divisão para o Distrito Federal em três macrounidades de relevo, expostas na Tabela 8.

Tabela 8 – Macrounidades geomorfológicas.

Macrounidades	Unidades	Área Total (Km²)	%
Região de Chapada 1.968 Km ² 33,8 %	Chapada da Contagem	1.028	17,7
	Chapada de Brasília	202	3,5
	Chapada do Pipiripau	445	7,7
	Chapada Divisora São Bartolomeu/Preto	188	3,2
	Chapada Divisora Descoberto – Alagado	105	1,8
Área de Dissecação Intermediária 1.793 Km ² - 30,9 %	Depressão do Paranoá	726	12,5
	Vale do rio Preto	1.067	18,4
Região Dissecada de Vale 2.053 Km ² 35,5 %	Curso superior do rio Maranhão	574	9,9
	Alto Curso do rio São Bartolomeu	270	4,6
	Curso superior do rio São Bartolomeu	608	10,5
	Alto curso do rio Descoberto	237	4,1
	Curso superior do rio Descoberto	270	4,6
	Alto curso do rio Alagado	94	1,6
Total		5.814	100

Fonte: Novaes Pinto, M. (1994), apud Baptista (1997).

A geomorfologia do Distrito Federal é representada pela Figura 3.

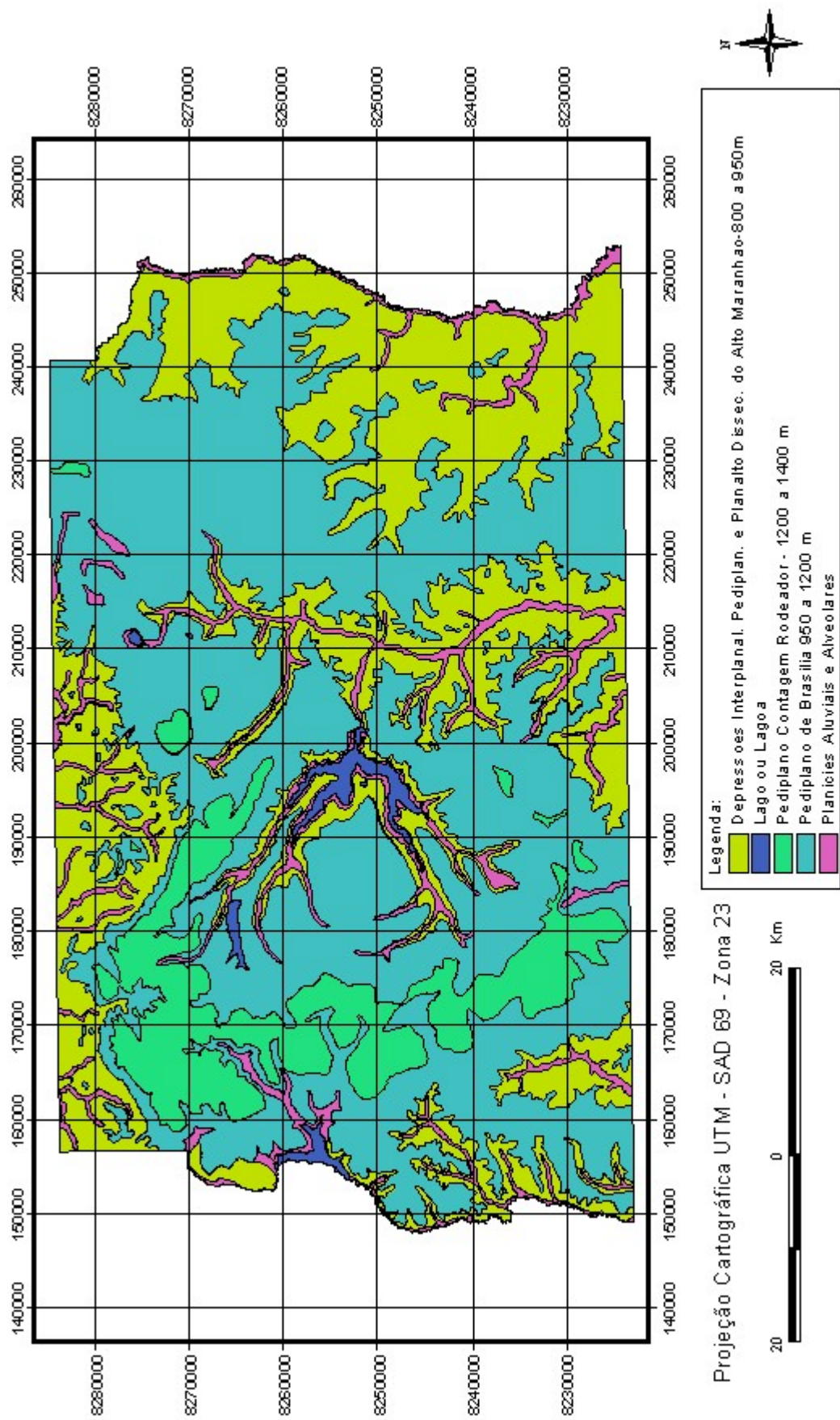


Figura 3 - Geomorfologia do Distrito Federal.

4.1.5 SOLOS:

De acordo com o Mapa de Reconhecimento dos Solos do Distrito Federal (EMBRAPA, 1978), na escala 1:100.000, o DF possui diversas variações de latossolo vermelho – escuro, de latossolo vermelho – amarelo, de podzólico vermelho – amarelo, de podzólico vermelho – amarelo equivalente eutrófico, de terra roxa estruturada similar, de cambissolo, de solos aluviais, de solos hidromórficos indiscriminados, de laterita hidromórfica, de podzol hidromórfico, de areia quartzosa e de brunizem avermelhado.

Vieira e Vieira (1983), apud Batista (1997), descrevem os solos do DF:

- latossolo vermelho – escuro (LE): solo mineral, muito profundo, com sua textura variando de média a argilosa, ricos em sesquióxidos, bastante porosos, muito permeáveis, sendo, portanto, de bem a acentuadamente drenados os de textura argilosa, e de acentuadamente a fortemente drenados, os de textura média.
- Latossolos vermelho – amarelos (LV): também são solos de perfis profundos e de baixa fertilidade natural. Ocorrem em relevos planos a suave ondulados, podendo também ocorrer com menos frequência em áreas onduladas e fortemente onduladas. Também são pouco susceptíveis a processos erosivos, tal como os latossolos vermelho-escuro. Sua formação está associada a um severo processo de intemperismo das rochas – matrizes. Apresentam boa drenagem e baixo acúmulo de matéria orgânica nos horizontes superficiais. Sob o aspecto de vegetação, esse solo encontra-se associado com coberturas arbóreas, cerrado, campo cerrado e vegetação campestre.

Segundo o Boletim Técnico nº 53 (EMPRABA), apud Baptista (1997), os outros grandes grupos são definidos da seguinte forma:

- Podzólico vermelho – amarelo (PV): são solos profundos, onde consegue-se separar nitidamente os perfis. Apresentam uma textura de argilosa a média, sendo bem drenados e moderadamente porosos. Apresentam, na maioria dos casos, erosão moderada, à exceção das porções submetidas às fortes inclinações do terreno, sendo visíveis, nestes casos, as presenças de

ravinamentos em diversos estágios de desenvolvimento. Estão associados a terrenos ondulados e fortemente ondulados, num nível topográfico oscilando entre 800 e 900 metros, e a uma cobertura vegetal de florestas subcaducifólias e cerradão subcaducifólio.

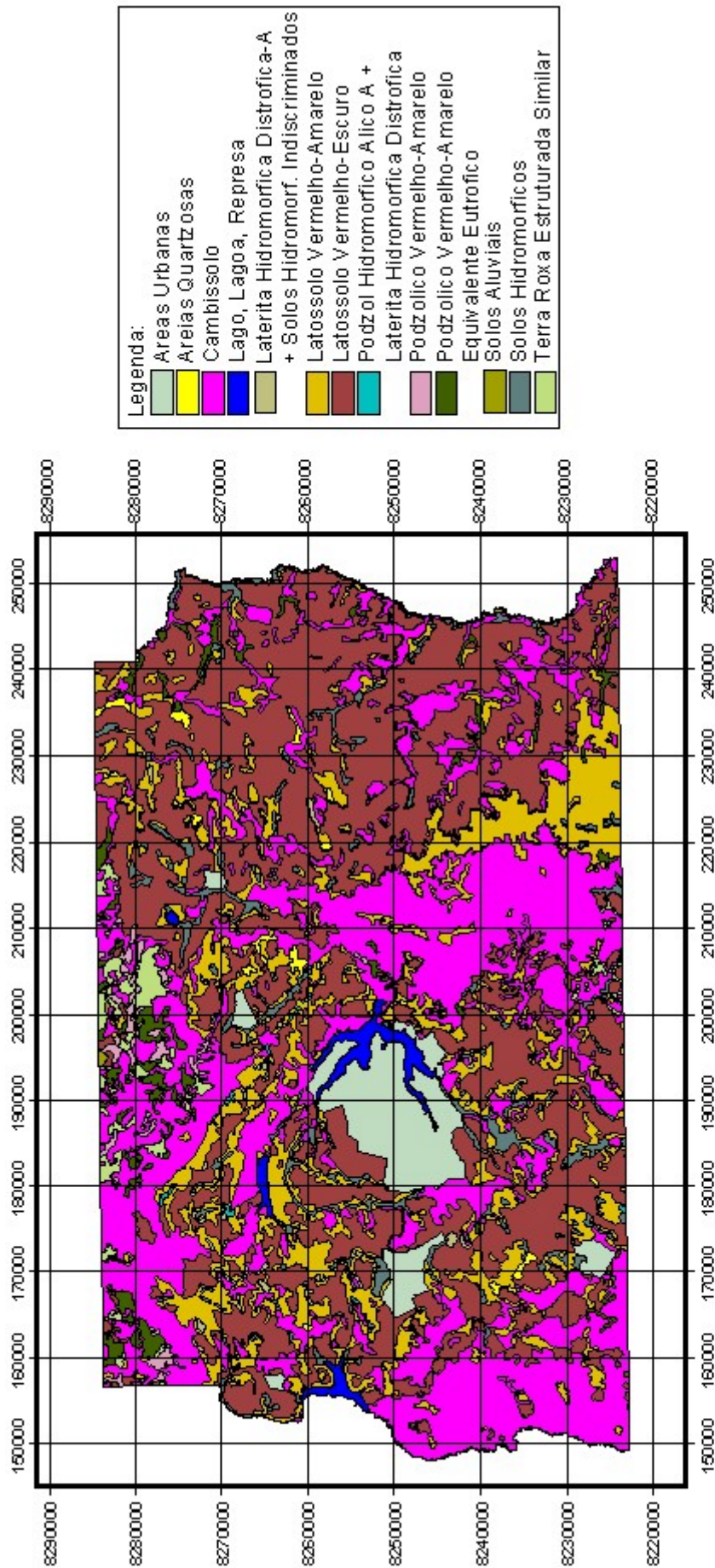
- Podzólico vermelho – amarelo equivalente eutrófico (PE): são solos profundos e apresentam-se bem drenados, com textura da classe franco – argiloso – siltoso, sendo ligeiramente endurecidos quando secos e quando úmidos apresentam-se plásticos e de pegajosos a muito pegajosos. Ocorrem em terrenos com relevo de suave ondulado a fortemente ondulado ou montanhoso, em altitudes oscilando entre 900 e 1000 metros, sob uma vegetação do tipo floresta subcaducifólia. São originados do intemperismo de calcários com presença de outras rochas.
- Terra roxa estruturada similar (Tre): é uma classe de solos profundos, cuja textura varia de argilosa a franco argilosa. Bem drenados, esses solos aparecem em áreas de relevo suave ondulado a fortemente ondulado e montanhoso, de 900 metros de altitude e sob vegetação do tipo floresta subcaducifólia. Sua origem está relacionada com os calcários do Grupo Bambuí.
- Cambissolos (Cd): são solos que apresentam-se rasos, sendo pouco desenvolvidos, de moderados a bem drenados. A textura é de média a argilosa, porém não há o acúmulo de argila em qualquer parte do perfil, e em alguns casos, o teor de silte é maior que o de argila no horizonte B, câmbico nesse tipo de solo. São muito susceptíveis à erosão, do tipo laminar moderada ou severa, bem como em sulcos ou vossorocas. Sua formação está relacionada ao intemperismo de filitos, ardósias e metassiltitos da formação Paraopeba do Grupo Bambuí. A vegetação associada é a floresta subcaducifólia, cerradão subcaducifólio, campo cerrado e vegetação campestre.
- Aluviais (A): são caracterizados por serem solos minerais, rasos, pouco desenvolvidos, com uma seqüência de perfil do tipo A sobre C. Normalmente é um solo mal drenado, devido à presença de camadas gleizadas e mosqueadas. São desenvolvidos a partir de sedimentos fluviais

recentes não consolidados, em relevos planos, sob vegetação de floresta subcaducifólia.

- Hidromórficos indiscriminados (Hi): agrupam os solos do tipo glei húmico, glei pouco húmico e solos orgânicos, além da laterita hidromórfica e do podzol hidromórfico, e são mapeados sob a forma de uma classe por apresentarem características comuns determinadas pela influência do excesso de água, perene ou intermitente sazonalmente. Pouco desenvolvidos, apresentam os horizontes superficiais (A) orgânico – minerais, no qual a matéria orgânica apresenta-se parcial ou totalmente decomposta, e horizonte C gleizado, de cor cinzenta, o que representa processo de redução. Pouco profundos, apresentam uma textura predominantemente argilosa, o que resulta em uma drenagem lenta.
- Laterita hidromórfica (Hi): são solos de textura argilosa, média ou arenosa, mal drenados, e apresentam concreções ferruginosas a partir de 40 cm. São relacionados a áreas de surgência de água, com relevo plano a suave ondulado, e a uma camada impermeável formada pelo acúmulo subsuperficial de matéria orgânica e óxidos. Encontra-se sob uma vegetação do tipo campo higrófilo.
- Areias quartzosas (AQ): são consideradas como solos tipicamente minerais, pouco desenvolvidos, porém profundos. Por apresentarem uma textura arenosa e excelente drenagem, devido ao fato de serem porosos, são muito suscetíveis à erosão.
- Brunizém Avermelhados (BV): são solos pouco profundos, bem drenados, bem desenvolvidos, apresentando os horizontes A, B e C. O horizonte B possui uma coloração vermelho – escura e apresenta-se endurecido quando ressecado. Ocorrem em áreas de relevo suave ondulado a ondulado, associados a formações arbóreas.

No estudo da variável solo, foi utilizada a base cartográfica de solos da EMBRAPA, em escala 1:100.000, disponível em formato digital disponibilizada pelo SICAD - Sistema Cartográfico do Distrito Federal.

A Figura 4 representa os tipos de solos encontrados no Distrito Federal.



Projeção Cartográfica UTM - SAD 69 - Zona 23



Figura 4 - Pedologia do Distrito Federal.

Fonte:
EMBRAPA.

4.2 MATERIAIS:

A Equação Universal da Perda de Solos, bem como de seu Potencial Natural de Erosão, são determinados a partir da integração dos fatores Erosividade, Erodibilidade, Fator LS e Uso e Práticas Conservacionistas do solo que, por sua vez, podem ser estimados e espacializados a partir de técnicas de geoprocessamento.

O material utilizado e os passos metodológicos adotados para a elaboração do zoneamento florestal da Flona de Brasília são descritos a seguir:

- Imagem de satélite LandSat 7 ETM+ órbita-ponto 221-71 de 05 de maio de 2002, disponibilizada pelo Laboratório de Geoprocessamento do Instituto de Geociências, da Unb;
- Modelo Digital de Elevação - MDE (pontos cotados e curvas hipsométricas) e bases digitais de hidrografia e sistema viário na escala 1:10.000 e de geologia, geomorfologia e pedologia, na escala 1:100.000, disponibilizadas pelo Sistema Cartográfico do Distrito Federal – SICAD (CODEPLAN, 1991);
- Base digital de pedologia na escala 1:100.000, obtida a partir do Mapa de Reconhecimento dos Solos do Distrito Federal (EMBRAPA, 1978), e
- Série histórica validada de índices pluviométricos de 20 anos das Estações Meteorológicas da Companhia de Água e Esgotos do Distrito Federal (CAESB,2002).

SOFTWARE:

Os softwares utilizados são os mais conhecidos e utilizados no geoprocessamento e sensoriamento remoto, com grande respaldo técnico quanto às rotinas computacionais implementadas nestes programas. Tal escolha deu-se em função da disponibilização dos mesmos pelo IBAMA, o qual possui suas licenças de operação e liberou as mesmas para a realização do trabalho, através do laboratório do Centro de Sensoriamento Remoto – CSR.

Os programas computacionais utilizados foram:

- ERDAS Imagine 8.3.1;
- ARCINFO 7.1.2;
- ARCVIEW 3.2 e
- Extensões *Spatial Analyst*, *Imagine Analyst*, *Grid Plus*, *Geoprocessing* e *Projection Utility* do ARCVIEW.

4.3 MÉTODOS:

Foi calculado para a Flona de Brasília o Potencial Natural de Erosão do solo – PNE, sendo em seguida comparado com simulações de diferentes formas de manejo florestal – corte raso e corte seletivo. Verificou-se, para as diferentes formas de manejo florestal, se a perda potencial do solo é maior ou menor que sua respectiva tolerância à erosão laminar, obtendo-se o mapeamento dos locais que permitem um manejo a corte raso ou um manejo a corte seletivo. Com isso foi possível obter estimativas quanto à viabilidade de implantação da floresta e o tipo de manejo florestal adequado para cada local, em função do grau de limitação do uso do solo.

Outro parâmetro calculado foi a Perda Potencial de Solo Atual – USLE, através da utilização de imagem de satélite na identificação das classes de uso de solo. A USLE foi comparada com a tolerância de cada solo à erosão laminar, obtendo-se o mapeamento dos locais que atualmente apresentam uma perda de solo acima de sua tolerância.

Com a comparação entre o uso atual do solo, obtido através de imagem de satélite, e as Áreas de Preservação Permanente mapeadas a partir da base digital fornecida, foi possível obter o mapeamento dos locais que encontram-se em desacordo com a legislação vigente.

Como os dados são provenientes de várias fontes, os mesmos possuem sistemas de projeções cartográficas diferentes. Para cruzamento de informações é necessário que todos estejam em um mesmo sistema de projeção. A projeção cartográfica adotada foi a Universal Transverse de

Mercator – UTM, e Datum SAD 69 – Zona 23, onde todos os dados foram projetados para esta projeção.

Todos os níveis de informação foram convertidos para formato raster, utilizando-se a extensão Spatial Analyst do ArcView 3.2, onde foram gerados grides (*covers*) para cada nível de informação, a fim de possibilitar a análise geográfica destas informações. O tamanho do pixel utilizado foi de 30 x 30 metros, compatível com a resolução das bandas espectrais utilizadas da imagem Landsat 7 ETM+.

4.3.1 EROSIVIDADE DAS CHUVAS (R)

Para a determinação do fator R utilizou-se o índice pluviométrico de 20 Estações Pluviométricas da CAESB - Companhia de Água e Esgotos de Brasília, obtidos através da média aritmética simples de séries históricas de totais pluviométricos mensais dos anos de 1982 a 2001, expostas na Tabela 9.

Tabela 9 - Localização geográfica e precipitação média anual das estações pluviométricas da CAESB

Nome Estação	Latitude Sul	Longitude Oeste	Precipitação Média Anual (mm)
AREA ALFA	15° 58' 45"	47° 58' 30"	1.409,3
BARRAGEM PARANOÁ	15° 47' 48"	47° 47' 01"	1.293,9
BARREIRO	15° 50' 19"	47° 37' 38"	1.355,8
BRAZLANDIA	15° 41' 03"	48° 12' 27"	1.584,7
CABECA DE VIADO	15° 53' 27"	47° 50' 44"	1.349,6
COLEGIO AGRICOLA	15° 39' 26"	47° 41' 47"	1.342,5
CONTAGEM	15° 39' 11"	47° 52' 44"	1.547,4
DESCOBERTO	15° 46' 49"	48° 13' 49"	1.440,0
ETEB NORTE	15° 44' 36"	47° 52' 38"	1.358,2
ETEB SUL	15° 59' 39"	47° 54' 40"	1.372,9
GAMA	15° 56' 42"	48° 03' 00"	1.592,1
RIACHO FUNDO	15° 53' 09"	48° 02' 37"	1.514,6
JATOBALZINHO	15° 42' 43"	48° 05' 33"	1.512,4
JOCKEY CLUB	15° 48' 21"	47° 59' 53"	1.487,4
PAPUDA	15° 57' 33"	47° 39' 40"	1.346,3
RIO PRETO	15° 47' 32"	47° 25' 58"	1.205,2
SANTA MARIA	15° 40' 12"	47° 57' 09"	1.258,5
SOBRADINHO	15° 39' 40"	47° 48' 42"	1.411,6
TAGUATINGA	15° 47' 34"	48° 07' 03"	1.533,7
TAQUARA	15° 37' 56"	47° 31' 13"	1.318,7

Fonte: CAESB. (2002).

Para o cálculo da erosividade utilizou-se a Equação 04 e 05, desenvolvidas por Lombardi Neto e Modenhauer (1980).

Com o R obtido para cada estação, realizou-se a espacialização da erosividade para o Distrito Federal, através da locação das estações no mapa do Distrito Federal, resultando nos mapas de erosividade dos solos para cada Flona.

Para a geração das isoerodentes utilizou-se o Interpolador Spline, que faz uma interpolação bidimensional de curvatura mínima sobre o conjunto de pontos, gerando uma superfície suave que passa exatamente por todos os pontos amostrais. É eficiente para modelagem de dados como os de elevação do terreno (ESRI b, 1996).

4.3.2 ERODIBILIDADE DOS SOLOS (K)

Para a geração do mapa de erodibilidade dos solos, foi necessário o mapa de solos da região – EMBRAPA (1978) na escala 1:100.000.

O que o mapa de solos difere do mapa de erodibilidade é o valor médio de K que cada classe passa a assumir. O valor de K adotado foi o do nomograma de Wischmeier *et al* (1971), expresso na Tabela 10.

Tabela 10 – Erodibilidade dos solos estimada pelo nomograma de Wischmeier (1971).

Grupos de Solo	Erodibilidade em ton.ha/(MJ.mm)
Latossolo vermelho escuro	0,013
Latossolo vermelho amarelo	0,020
Podzólico vermelho amarelo	0,042
Podzólico vermelho amarelo equivalente eutrófico	0,030
Terra roxa estruturada similar	0,013
Cambissolo	0,024
Aluviais	0,029
Hidromórficos indiscriminados	0,031
Areia quartzosa	0,027
Brunizem avermelhado	0,038

Fonte- Baptista (1997).

4.3.3 MODELO DIGITAL DE ELEVAÇÃO - MDE

Para a geração do MDE e os respectivos mapas para cada Flona, foram utilizados pontos cotados e curvas de nível, na escala 1:10.000 e rede hidrográfica na escala 1:10.000, obtendo-se uma matriz de declividade. A interpolação foi feita em ambiente Arc/Info sendo utilizado o método de interpolação – TIN (Triangulated Irregular Network).

O TIN é uma estrutura do tipo vetorial, e representa uma superfície através de um conjunto de faces triangulares interligadas. Para cada um dos três vértices da face do triângulo são armazenadas as coordenadas x e y e o atributo z, com valor de elevação.

Esta modelagem permite que as informações morfológicas importantes como as discontinuidades, representadas por feições de relevo (cristas) e drenagem (vales), sejam consideradas durante a geração da grade triangular, possibilitando modelar a superfície do terreno preservando as feições geomorfológicas da superfície (SPRING, 1998).

No Arc/Info os algoritmos para geração da grade triangular baseiam-se na Triangulação de Delaunay. O critério utilizado é o de maximização dos ângulos mínimos de cada triângulo, ou seja, a malha final deve conter triângulos o mais próximo possível de equiláteros, evitando-se a criação de triângulos com ângulo interno muito agudo – afinados (Kozciak *et al.*, 1999).

Na triangulação de Delaunay cada triângulo é tratado como uma superfície plana. Determina-se a equação para cada face triangular a partir dos pontos conhecidos. Usando um sistema de coordenadas cartesianas, com leste como x, norte como y, e elevação como z, a equação para uma face triangular é:

$$Z = a + bx + cy \quad \text{(Equação 08)}$$

Onde:

a, b e c = coeficientes;

x, y = coordenadas axiais;

Z = cota ou elevação.

Os três coeficientes são resolvidos para um triângulo particular aplicando-se a equação acima para cada um dos três vértices do triângulo, cujos pontos, x,y e z são conhecidos, levando a um sistema de equações simultâneas, com 3 incógnitas.

Para a geração do modelo de superfície TIN foi utilizada a interpolação linear, que considera um comportamento linear dentro de cada triângulo, podendo estimar, com facilidade, o valor de qualquer ponto da superfície definida pela malha triangular (Kozciak *et al.*, 1999).

4.3.4 FATOR TOPOGRÁFICO - LS

Para o cálculo do Fator LS, foi necessária a obtenção do mapa de declividade.

A declividade é a inclinação da superfície do terreno em relação ao plano horizontal. No geoprocessamento a declividade é calculada a partir de derivadas parciais de primeira e segunda ordem obtidas de uma grade (retangular ou triangular) resultante dos valores de altitude da superfície. Para cada ponto desta grade são calculadas as derivadas parciais, computando-se os valores de altitude em uma janela de 3 x 3 pontos que se desloca sucessivamente sobre a grade. O resultado corresponde a uma nova grade de gradiente ou declividade (SPRING, 1998).

A declividade é expressa em graus ou em valores percentuais, sendo calculada, respectivamente, a partir das equações:

$$D = \arctan \sqrt{\left(\frac{\partial z}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial z}{\partial y}\right)^2} \quad (\text{Equação 09})$$

e

$$\tan D = \sqrt{\left(\frac{\partial z}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial z}{\partial y}\right)^2} \quad (\text{Equação 10})$$

onde:

D = declividade;

z = altitude;

x, y = coordenadas axiais.

Com a matriz declividade calculada em percentagem, foi feita uma reclassificação da mesma, atribuindo-se para cada célula os valores da tabela 2, propostos por Kok *et al.*(1995), resultando nos mapas de Fator LS para cada Flona.

4.3.5 POTENCIAL NATURAL DE EROSÃO DOS SOLOS – PNE

O PNE foi obtido através da Equação 06, resultando nos mapa de Potencial Natural de Erosão dos solos, em toneladas por hectare, para cada Flona.

4.3.6 ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE – APP'S

Para a determinação das áreas de preservação permanente utilizou-se o MDE obtido através da Equação 07, e a base cartográfica de hidrografia linear na escala 1:10.000 - SICAD.

Com o MDE, foram determinadas as áreas com declividades superiores a 45° e com a base hidrográfica foram criados buffers de 30 metros para cada lado, ao longo dos cursos d'água, resultando nos mapas de áreas de preservação permanente para cada Flona.

4.3.7 USO DO SOLO E FATOR CP

Nesta etapa, foi utilizada imagem obtida pelo Sistema Sensor ETM+ Landsat 7, bandas 3-4-5, visando-se obter estimativas quanto ao uso atual do solo.

A imagem utilizada foi a correspondente a órbita ponto 221-71 do Sistema Sensor ETM + Landsat 7, a qual foi cedida pelo Laboratório de Sensoriamento Remoto – Unb.

A correção geométrica de imagem foi feita baseada em pontos de controle bem distribuídos por toda a imagem e facilmente identificáveis na imagem e na base cartográfica (Crosta, 1993). Para cada par de pontos homólogos o RMS - erro médio quadrático máximo aceito foi de um pixel, ou 30 metros, resultando nas cartas-imagem para cada Flona.

O software utilizado no georreferenciamento da imagem foi o ERDAS IMAGINE versão 8.3.1.

A transformação utilizada foi uma polinomial de primeiro grau, utilizando o sistema de projeção cartográfica UTM - Universal Transverse de Mercator, e Datum SAD 69.

Com a imagem georreferenciada procedeu-se a classificação supervisionada da mesma, visando-se obter estimativas quanto ao uso e ocupação do solo.

Para a classificação da imagem, foram estabelecidas seis classes: Campo, Mata de Galeria, Pinus, Eucalipto, Queimada e Lago.

Nesta etapa, foi necessária a coleta de pixels representativos de cada classe de uso do solo, a fim de fornecer ao sistema, os parâmetros de cada classe, necessários à classificação da imagem.

A classificação das imagem foi feita utilizando-se o o Classificador da Distância de Mahalanobis, resultando nos mapas de uso do solo para cada Flona.

Segundo Richards (1986), o Classificador da Distância de Mahalanobis é expresso pela equação:

$$D^2 = (X - M_C)^T (Cov_C^{-1})(X - M_C) \quad (\text{Equação 11})$$

onde:

D = distância de Mahalanobis;

c = uma particular classe;

X = uma amostra de pixels da classe;

M_C = o valor médio dos pixels da classe;

Cov_C = a matriz covariância dos pixels da classe;

Cov_C^{-1} = inverso de Cov_C ;

T = função transposição

Com a imagem classificada, foi feita uma operação de filtragem da mesma a fim de obter uma redução na quantidade de pixels isolados, tornando a classificação mais homogênea (ERDAS, 1995). O filtro adotado foi um filtro de suavização (smoothing) ou passa-baixas 3 x 3, utilizando um filtro de média.

Posteriormente, a imagem foi convertida para formato vetorial, e, em ambiente Arc/Info, o tema foi editado, a fim de eliminar vetores que representavam pixels isolados, não eliminados no processo de filtragem da imagem. A função utilizada no Arc/Info foi a *Eliminate*, onde os vetores cuja área fosse menor que 900 metros quadrados (representados na imagem por 1 pixel de 30 x 30 metros) eram eliminados, sendo associados ao vetor adjacente. No caso do mesmo estar presente entre os limites de dois ou mais classes, o critério utilizado foi o de associar o vetor a ser eliminado à classe cujo vetor adjacente apresentasse uma maior área, ou seja, o mais representativo. Este procedimento teve a finalidade de eliminar vetores com área pouco significativas.

O fator CP foi calculado a partir da simplificação dos valores propostos por Stein *et al.* (1987), Tabela 3. Para as classes de uso de solo obtidas na imagem classificada foram atribuídos os valores de CP, expressos na Tabela 11, resultando nos mapas de uso e manejo do solo e práticas conservacionistas.

Tabela 11 – Classes de Uso do Solo utilizado para o cálculo do CP.

CLASSES DE USO DO SOLO	CP
Lagos	0,00
Queimada	0,10
Reflorestamento Pinus	0,0001
Reflorestamento Eucalipto	0,0001
Mata de Galeria	0,00004
Campo	0,01

4.3.8 PERDA DE SOLO POR EROSÃO LAMINAR - A

A Perda Potencial de Solo por Erosão Laminar – USLE, expressa em toneladas por hectare ao ano, foi obtida através da Equação 01. Todos os fatores foram convertidos em *gride* e multiplicados utilizando-se a extensão *Spatial Analyst* do software ArcView, resultando nos mapas de perda potencial de solo por erosão laminar para as áreas da Flona.

4.3.9 TOLERÂNCIA DOS SOLOS POR EROSÃO LAMINAR

Nesta etapa foram gerados, para cada área da Flona, os grides com os valores de tolerância de perdas para cada tipo de solo do Distrito Federal, expressos na Tabela 4, em seguida, sendo subtraído com o *gride* de Perda de Solo por Erosão Laminar. O resultado da subtração foi reclassificado, gerando um novo *gride*, onde valores negativos foram reclassificados para perda de solo maior que sua tolerância e valores positivos para perda de solo menor que sua tolerância.

4.3.10 COMPARAÇÃO ENTRE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE ATUAIS X ASPECTOS LEGAIS

Nesta etapa foram comparadas as Áreas de Preservação Permanente obtidas a partir do MDE e base de hidrografia linear com o mapa de Uso Atual do Solo. No aspecto da legislação vigente, as faixas de preservação permanente devem apresentar uma cobertura vegetal correspondente à classe de uso de solo "mata de galeria". Através desta comparação foi possível identificar os locais de preservação permanente que apresentam uma cobertura diferente da classe de uso de solo mata de galeria, ou seja, que estão em desacordo com a legislação vigente.

4.3.11 ZONEAMENTO FLORESTAL DA FLONA DE BRASÍLIA EM FUNÇÃO DAS PERDAS DE SOLOS SOB DIFERENTES FORMAS DE MANEJO FLORESTAL

Nesta etapa foram consideradas as formas de manejo: corte raso e corte seletivo. Para cada forma de manejo adotou-se um valor CP, que foi multiplicado pelo PNE, obtendo-se os *grades* da Perda Potencial por Erosão Laminar – A, estimados para cada forma de manejo, em seguida, sendo subtraídos com o *gride* da Tolerância à Erosão para cada tipo de solo. Descontadas as Áreas de Preservação Permanente segundo a legislação vigente, as "matas de galeria" e os lagos, obtiveram-se para cada área da Flona, os mapas da área disponível para uso florestal bem como a forma de manejo ideal da floresta sem comprometimento do solo, garantindo sua sustentabilidade. Para cada forma de manejo foi adotado um valor de CP, conforme os propostos por Stein *et al.* (1987), Tabela 3. Para a forma de manejo a corte seletivo adotou-se o valor CP estabelecido para reflorestamento (0,0001), enquanto que para a forma de manejo a corte raso adotou-se o valor CP estabelecido para cobertura residual (0,10).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 EROSIVIDADE DAS CHUVAS (R)

Utilizando-se os dados médios dos totais mensais e médios dos totais anuais, das 20 Estações Pluviométricas da CAESB do período de 1982 a 2001, expostos na Tabela 9, e calculando-se o índice de erosividade EI_{30} , de acordo com a Equação 05, obtiveram-se os seguintes valores do fator R, relacionados na Tabela 12.

Tabela 12 – Erosividade das chuvas para as Estações Pluviométricas da CAESB

Estação	Erosividade(R) MJ.mm/(ha.h.ano)
Área Alfa	7.472,47
Barreiro	7.419,28
Brazlândia	8.495,94
Cabeça de Viado	7.773,77
Colégio Agrícola	7.297,32
Contagem	8.254,38
Descoberto	7.653,32
ETB Norte	7.232,28
ETB Sul	7.312,25
Gama	8.314,10
Jatobalzinho	8.158,58
Jockey Club	7.811,26
Papuda	7.465,89
Paranoá	7.108,27
Riacho Fundo	7.923,72
Rio Preto	6.857,48
Santa Maria	6.854,68
Sobradinho	7.584,09
Taguatinga	8.218,13
Taquara	7.304,47
Média	7.625,58

Com os valores de R para cada Estação, procedeu-se a espacialização deste parâmetro, representado na Figura 5, obtendo-se os mapas de erosividade do solo para o Distrito Federal e para a Flona, representados nas Figuras 06 a 10.

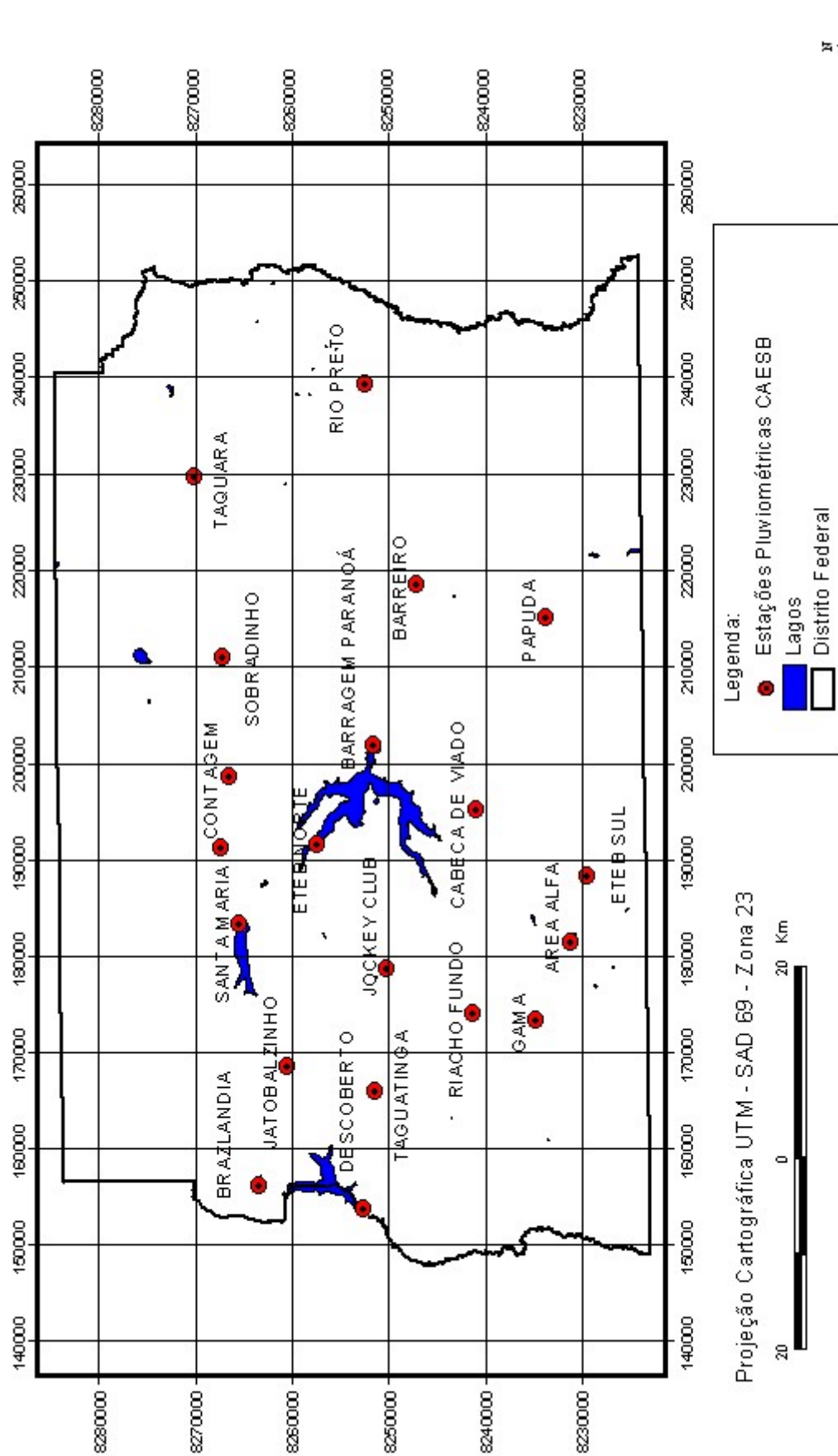


Figura 5 - Localização das Estações Pluviométricas da CAESB.

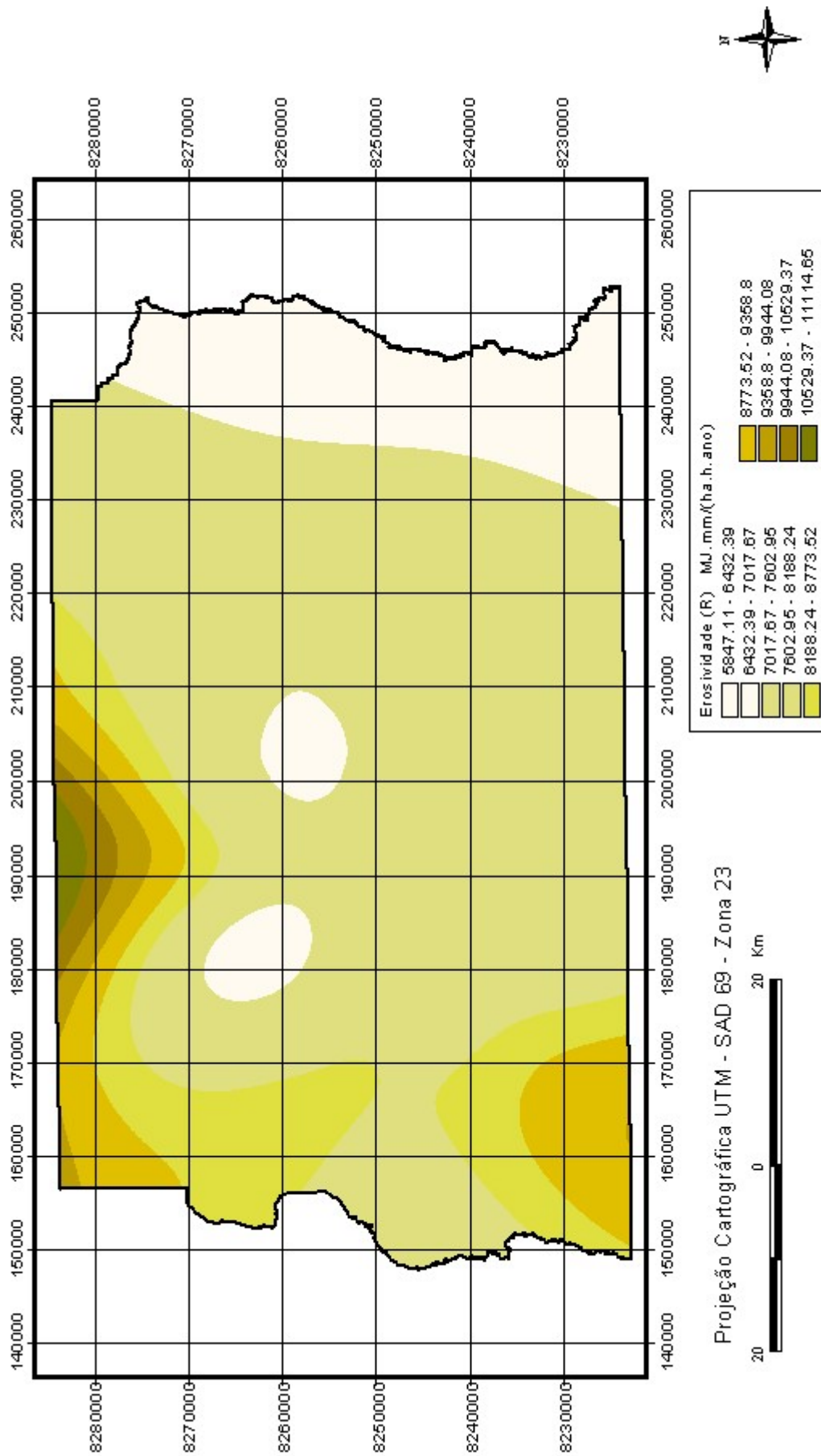


Figura 6 - Erosividade da Chuva no Distrito Federal.

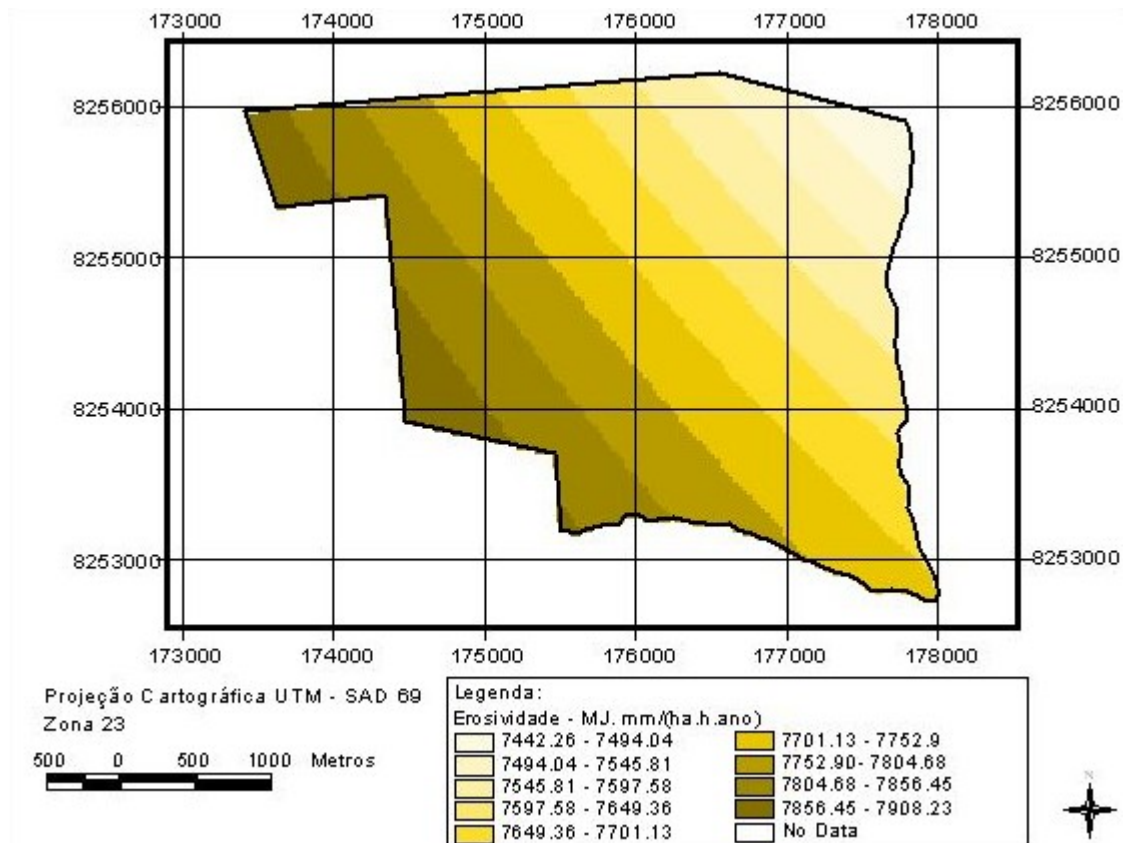


Figura 7 – Erosividade da chuva – Flona – Área 1.

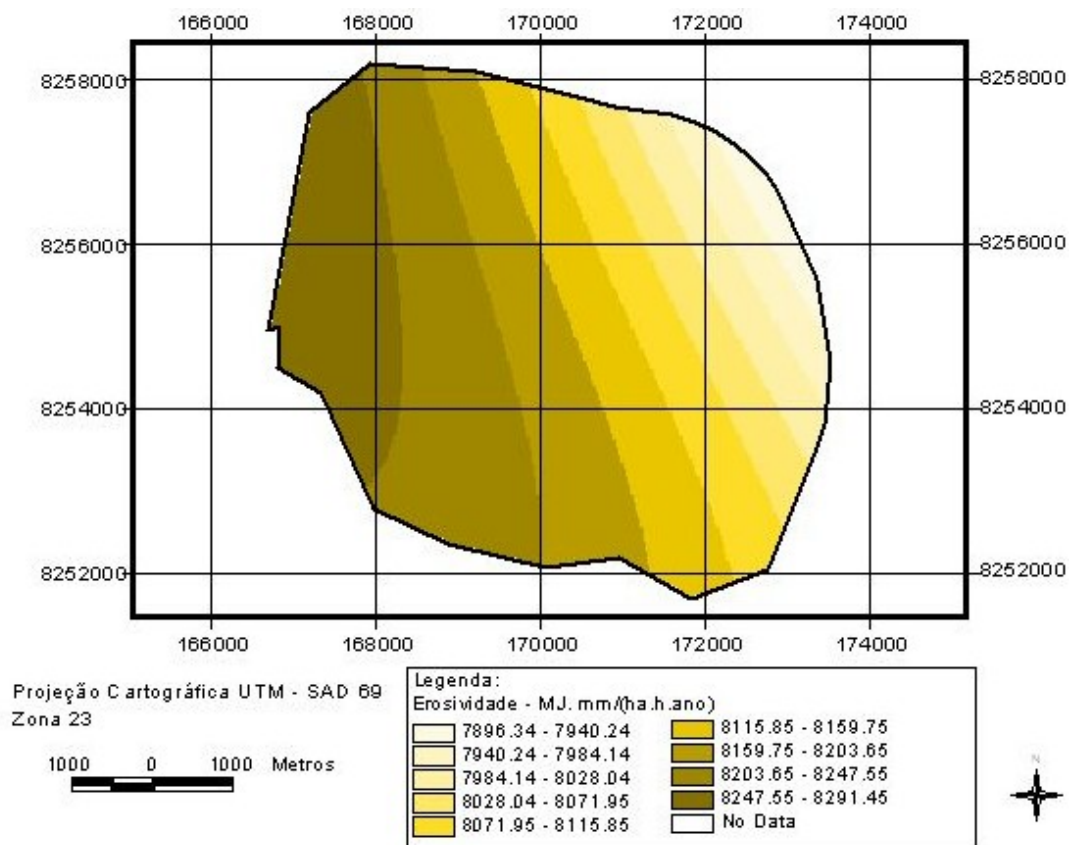


Figura 8 – Erosividade da chuva – Flona – Área 2.

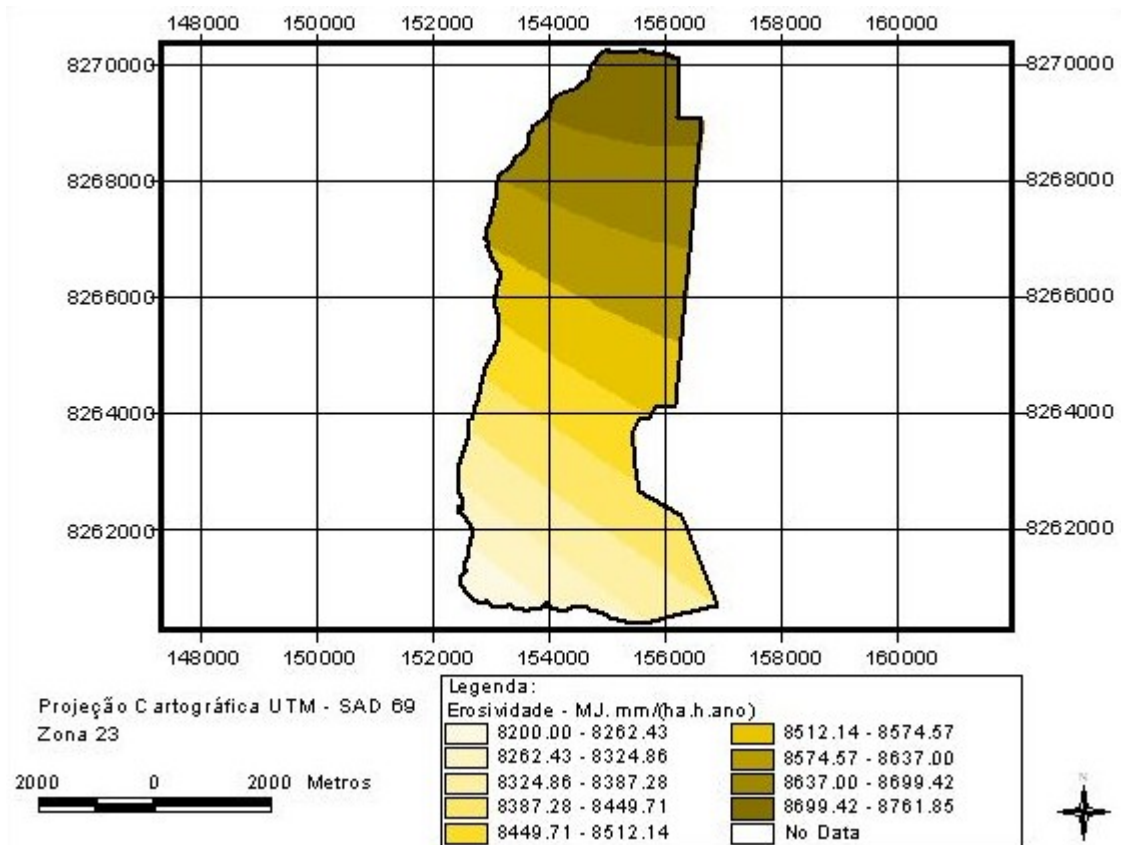


Figura 9 – Erosividade da chuva – Flona – Área 3.

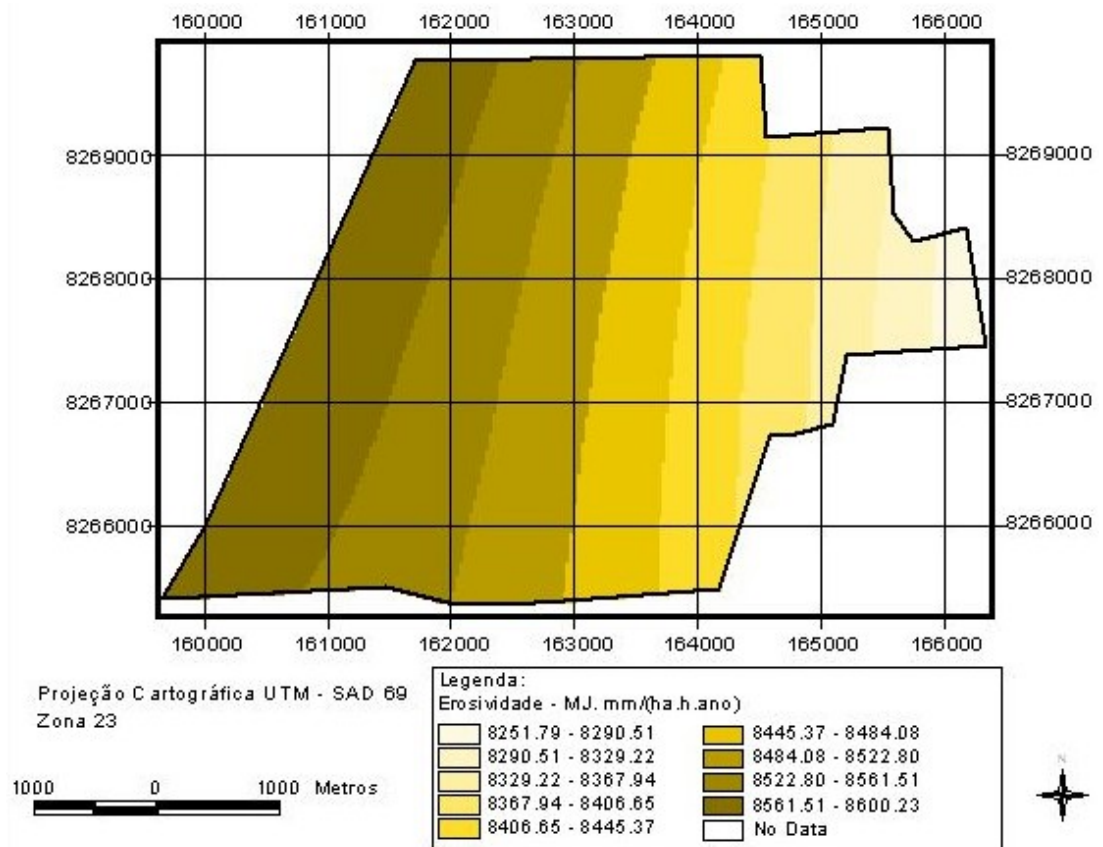


Figura 10 Erosividade da chuva – Flona – Área 4.

A Tabela 13 expressa os valores mínimos, máximos e médios de erosividade da chuva, verificados para cada área da Flona.

Tabela 13 - Fator de Erosividade da chuva para a Flona de Brasília

Flona	Fator de Erosividade da Chuva – R MJ.mm/(ha.h.ano)		
	Mínimo	Máximo	Médio
Área 1	7742,2642	7908,2251	7710,6827
Área 2	7896,3389	8291,4541	8150,4861
Área 3	8201,6924	8761,8457	8516,7030
Área 4	8251,7920	8600,2275	8486,8594

Os valores apresentados na Tabela 13 demonstram que há variação na intensidade da chuva para cada área da Flona. A área 1 apresentou a menor taxa de erosividade média, que foi de 7710,68 MJ.mm/(ha.h.ano), enquanto que a área 3 apresentou a maior taxa de erosividade média 8516,70 MJ.mm/(ha.h.ano).

5.2 ERODIBILIDADE DOS SOLOS (K)

Através do cruzamento do mapa de solos do Distrito Federal com os limites da Flona, obtiveram-se os mapas de solos para cada área da Flona, representados nas Figuras 11 a 14. Os tipos de solos encontrados na Flona, bem como a área ocupada por cada classe e seu respectivo percentual em relação à área total, são expostos nas Tabelas 14 a 17.

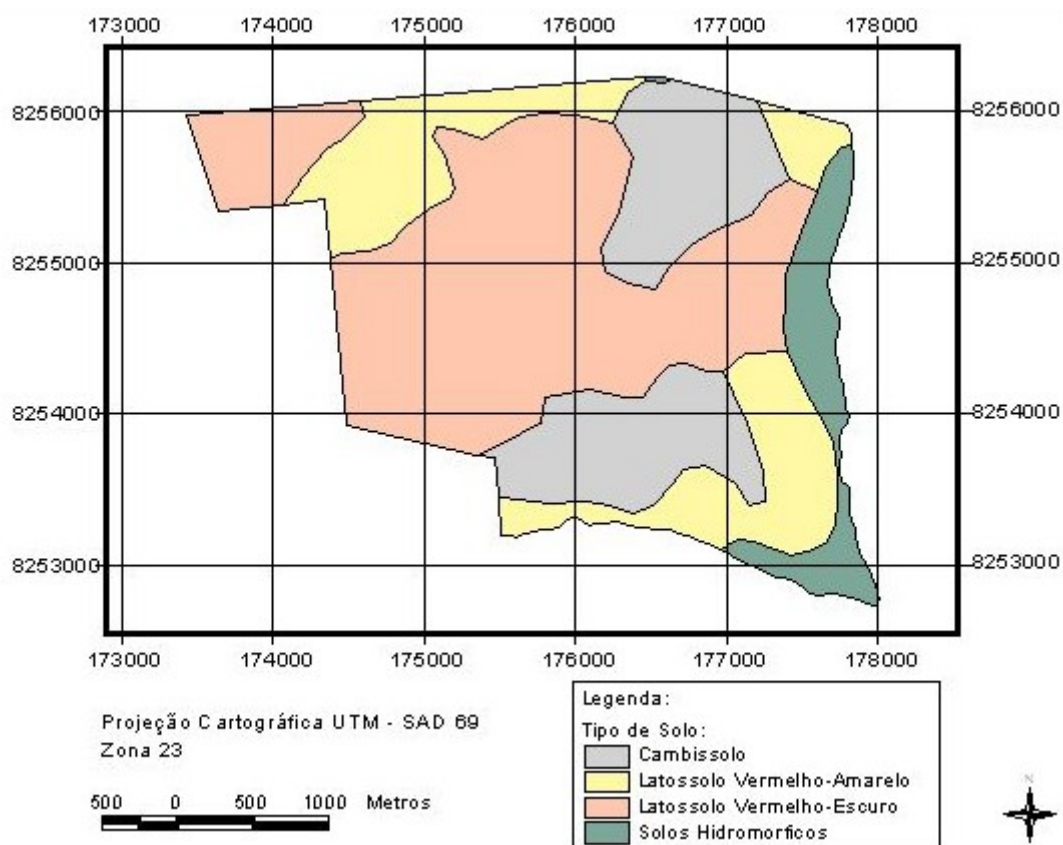


Figura 11 – Pedologia da Flona – Área 1.

Tabela 14 – Área de ocupação por classe de solo – Flona - Área 1.

Tipo de Solo	Área 1	
	Área (ha)	%
Cambissolo	220,67	22,17
Hidromórficos	77,55	7,79
Latossolo Vermelho-Amarelo	222,40	22,34
Latossolo Vermelho-Escuro	474,81	47,70
TOTAL	995,43	100

Como pode ser observado na Tabela 14, na área 1 predominam o Latossolo Vermelho-Escuro (47,70%), seguido pelo Latossolo Vermelho-Amarelo (22,34%), pelo Cambissolo (22,17%) e pelos Solos Hidromórficos (7,79%).

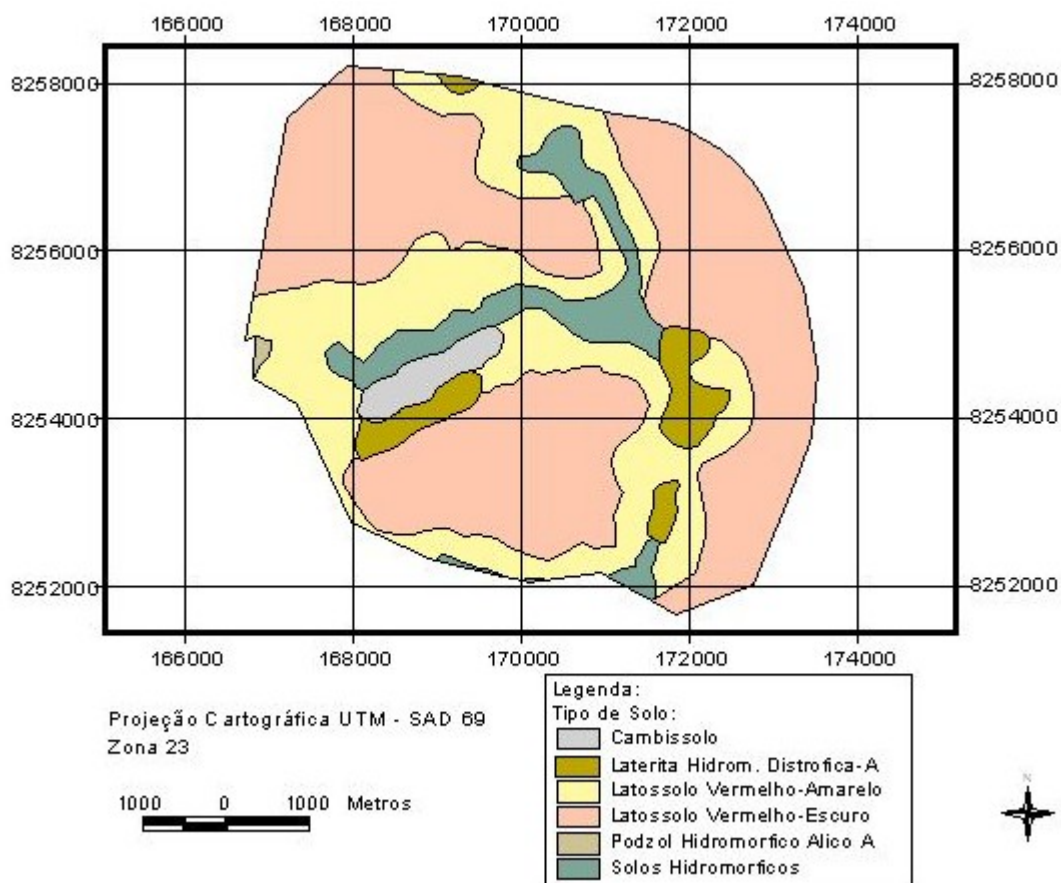


Figura 12 – Pedologia da Flona – Área 2.

Tabela 15 – Área de ocupação por classe de solo – Flona - Área 2.

Tipo de Solo	Área 1	
	Área (ha)	%
Cambissolo	75,82	2,26
Hidromórficos	252,46	7,53
Laterita Hidromórfica Distrófica-A	158,74	4,73
Latossolo Vermelho-Amarelo	1025,83	30,59
Latossolo Vermelho-Escuro	1834,65	54,72
Podzol Hidromórfico Álico-A	5,60	0,17
TOTAL	3353,10	100

A Tabela 15 expressa os tipos de solo presentes na área 2. Predominam o Latossolo Vermelho-Escuro (54,72%), seguido pelo Latossolo Vermelho-Amarelo (30,59%), pelos Solos Hidromórficos (7,53%), a Laterita Hidromórfica Distrófica – A (4,73%), o Cambissolo (2,26%) e o Podzol Hidromórfico Álico – A (0,17%).

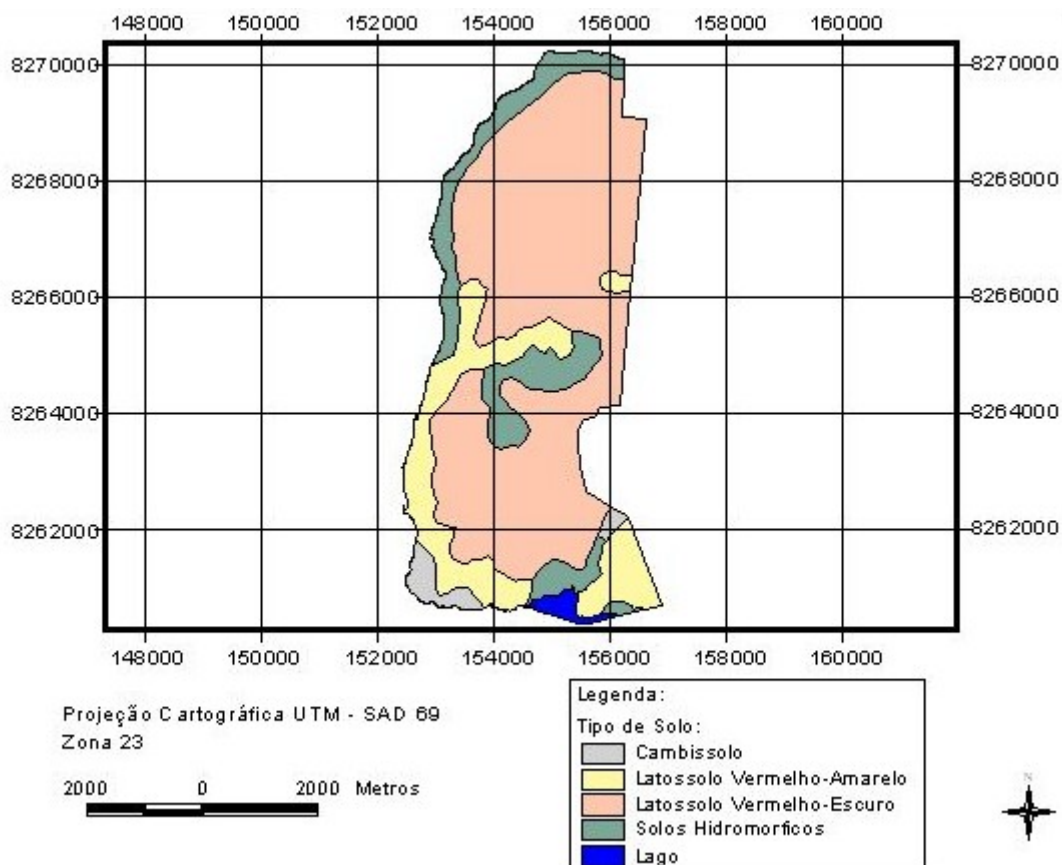


Figura 13 – Pedologia da Flona – Área 3.

Tabela 16 – Área de ocupação por classe de solo – Flona - Área 3.

Tipo de Solo	Área 1	
	Área (ha)	%
Cambissolo	75,43	2,46
Hidromórficos	446,45	14,55
Latossolo Vermelho-Amarelo	521,62	17,00
Latossolo Vermelho-Escuro	1989,15	64,81
Lago	36,32	1,18
TOTAL	3068,97	100

A Tabela 16 expressa os tipos de solo presentes na área 3. Predominam o Latossolo Vermelho-Escuro (64,81%), seguido pelo Latossolo Vermelho-Amarelo (17,00%), pelos Solos Hidromórficos (14,55%), o Cambissolo (2,46%) sendo o restante ocupado por lago (1,18%).

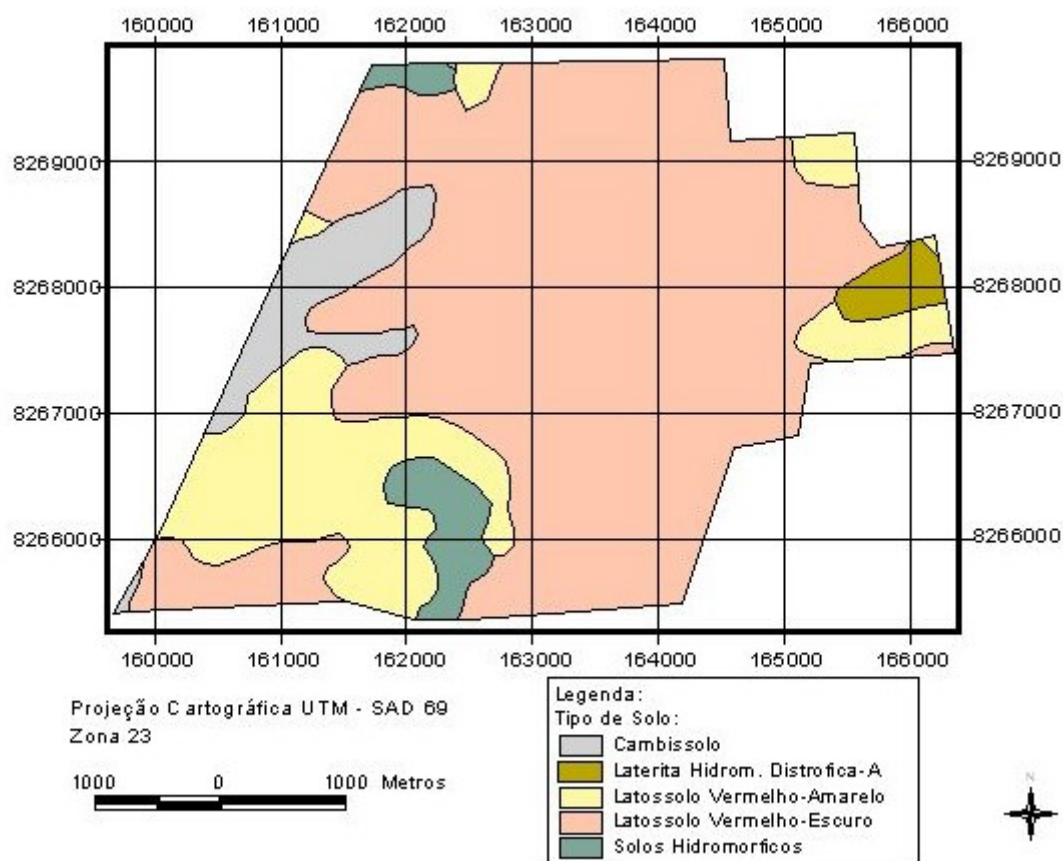


Figura 14 – Pedologia da Flona – Área 4.

Tabela 17 – Área de ocupação por classe de solo – Flona - Área 4.

Tipo de Solo	Área 1	
	Área (ha)	%
Cambissolo	117,83	6,11
Hidromórficos	73,88	3,83
Laterita Hidromórfica Distrófica-A	35,55	1,84
Latossolo Vermelho-Amarelo	362,85	18,81
Latossolo Vermelho-Escuro	1338,67	69,41
TOTAL	1928,78	100

A Tabela 17 expressa os tipos de solo presentes na área 4. Predominam o Latossolo Vermelho-Escuro (69,41%), seguido pelo Latossolo Vermelho-Amarelo (18,81%), pelos Solos Hidromórficos (3,83%), o Cambissolo (6,11%) e a Laterita Hidromórfica Distrófica – A (1,84%).

Como a espacialização de K é uma propriedade inerente a cada classe de solo, atribuíram-se valores às classes de solos, obtendo-se os mapas de

erodibilidade dos solos para cada área da Flona, sendo representados nas Figuras 15 a 18.

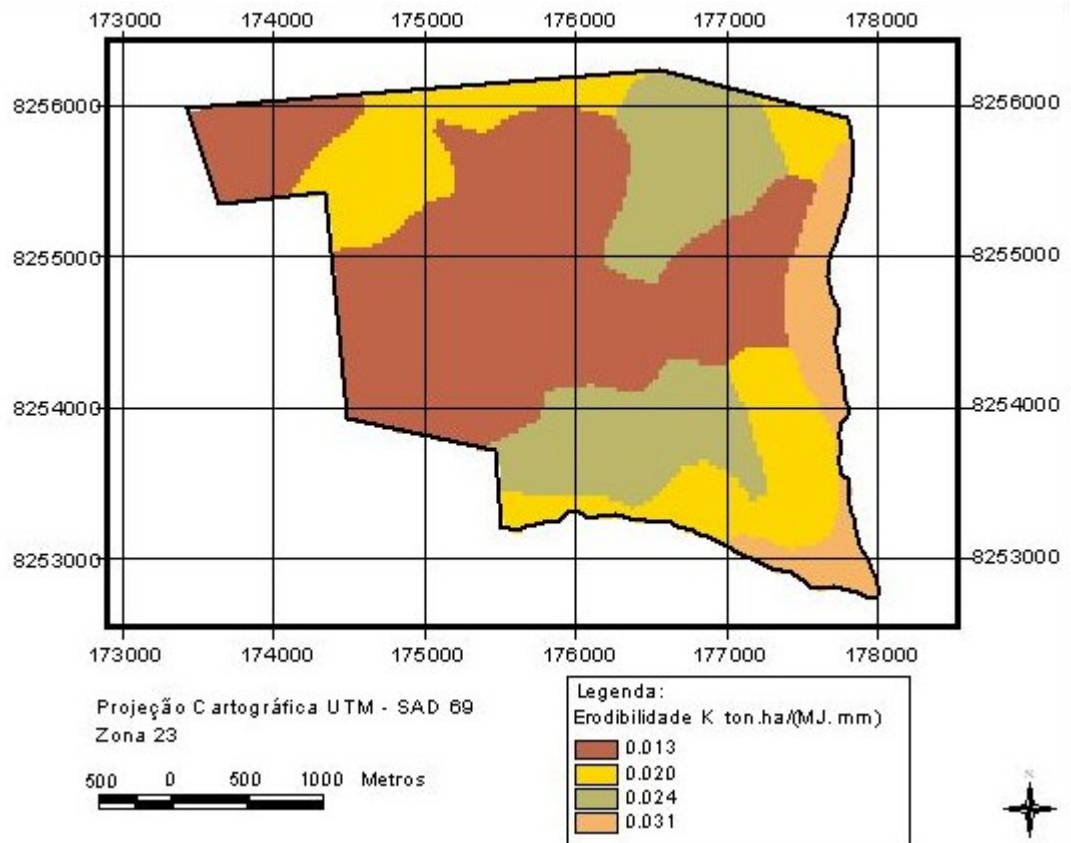


Figura 15 – Erodibilidade dos solos da Flona – Área 1.

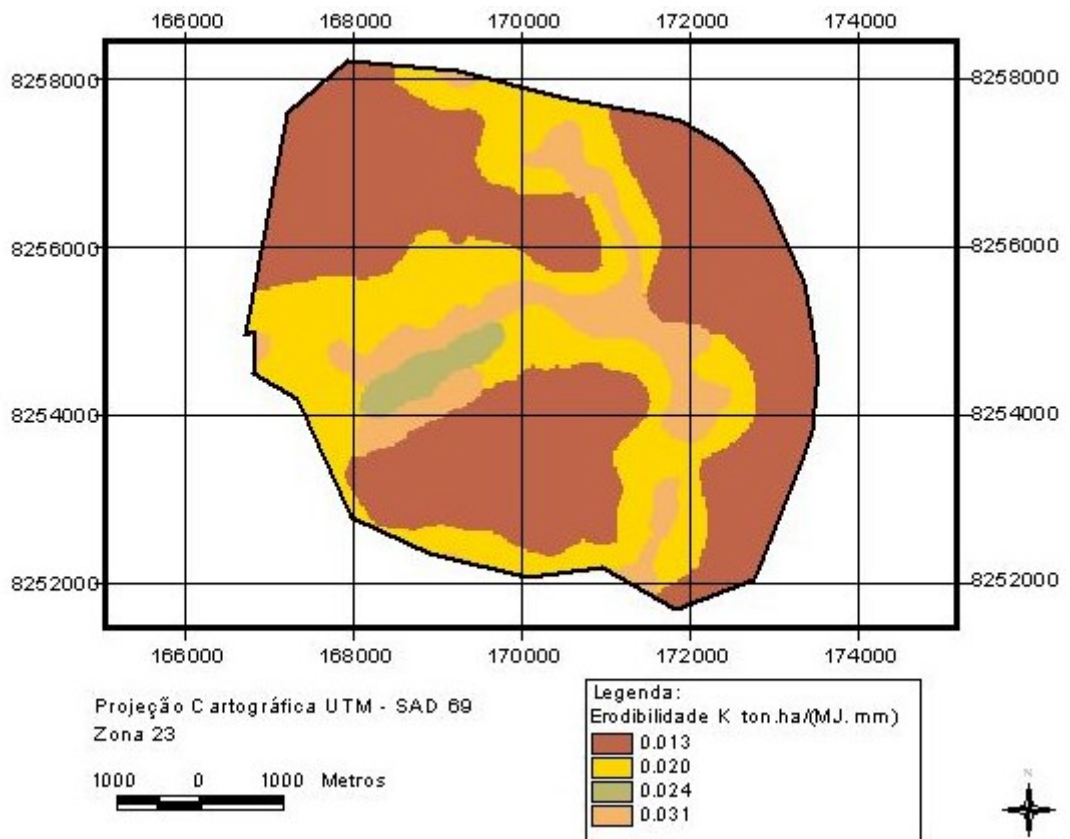


Figura 16 – Erodibilidade dos solos da Flona – Área 2.

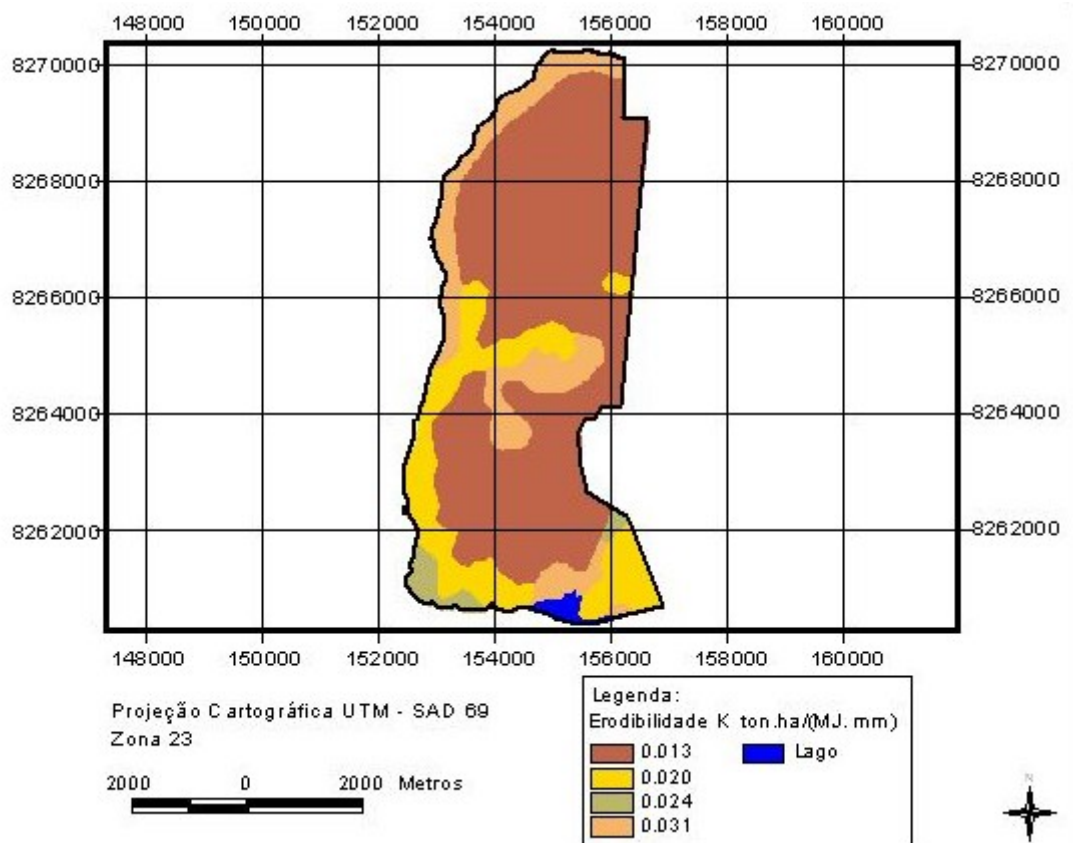


Figura 17 – Erodibilidade dos solos da Flona – Área 3.

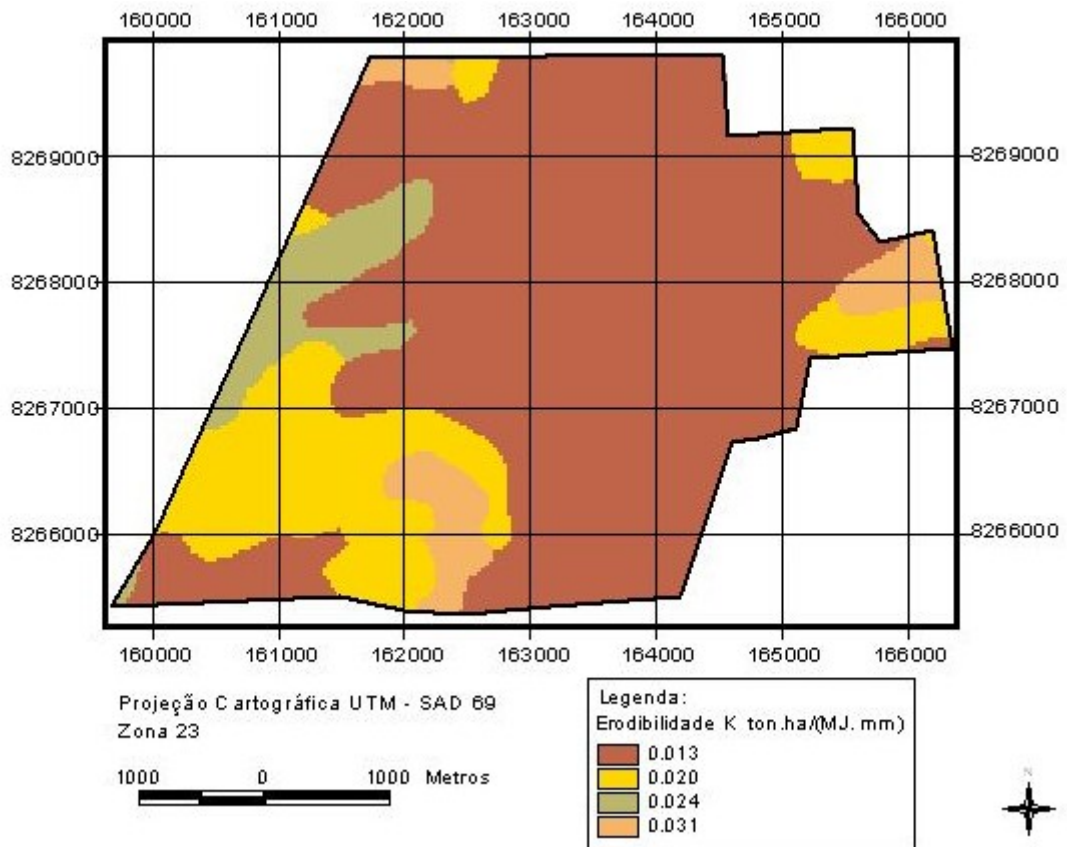


Figura 18 – Erodibilidade dos solos da Flona – Área 4.

5.3 MODELO DIGITAL DE ELEVAÇÃO – MDE

Para a geração do MDE primeiramente foi necessário, para muitas feições da base digital fornecida (pontos cotados e curvas de nível), a correção do valor da cota na tabela de atributos do arquivo digital. Uma curva de nível muitas vezes era representada por várias feições no arquivo digital, e apresentava valores distintos no campo cota em sua tabela de atributos, para a mesma curva hipsométrica, um erro gerado no momento da digitação do valor da referida cota. Os pontos cotados muitas vezes apresentavam sobreposição de pontos (2 ou mais pontos cotados nas mesmas coordenadas x , y , porém com atributos diferentes no campo cota da tabela de atributos do arquivo digital, ou com valores incoerentes quando comparados aos valores adjacentes presentes nas curvas de nível. A representação espacial x e y estavam corretas, porém havia erros na representação em z .

A correção visual foi praticamente impossível, visto que a base hipsométrica digital era formada por mais de 10.000 segmentos de reta e 5.000 pontos cotados.

A correção foi feita gerando-se um MDE, e derivando, a partir do mesmo, novas curvas hipsométricas. Nos locais onde havia erros no valor da cota fornecida pelo ponto ou pelo segmento de reta da curva hipsométrica da base digital, o modelo gerava várias curvas hipsométricas, ausentes ou diferentes da representação espacial da base cartográfica, ou seja, o MDE representava com isso, mudanças abruptas no relevo, dado em função do valor da cota estar errado. Com isso era possível identificar os locais e corrigir os valores de cota para os pontos ou segmentos de reta, gerando-se um novo MDE e novamente fazendo a comparação detalhada com a representação espacial da base, até que a mesma fosse totalmente corrigida.

Com o modelo digital de elevação para cada área da Flona, obtiveram-se os mapas hipsométricos das mesmas, representados nas Figuras 19 a 22.

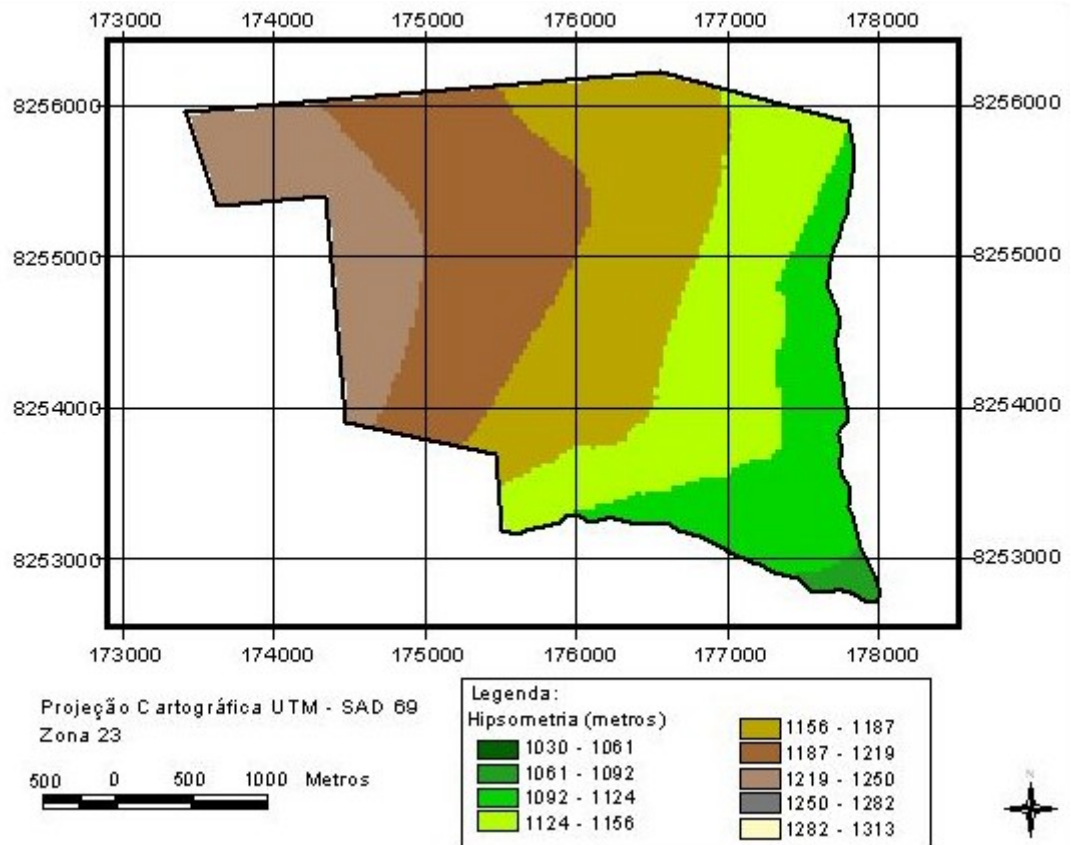


Figura 19 – Hipsometria da Flona – Área 1.

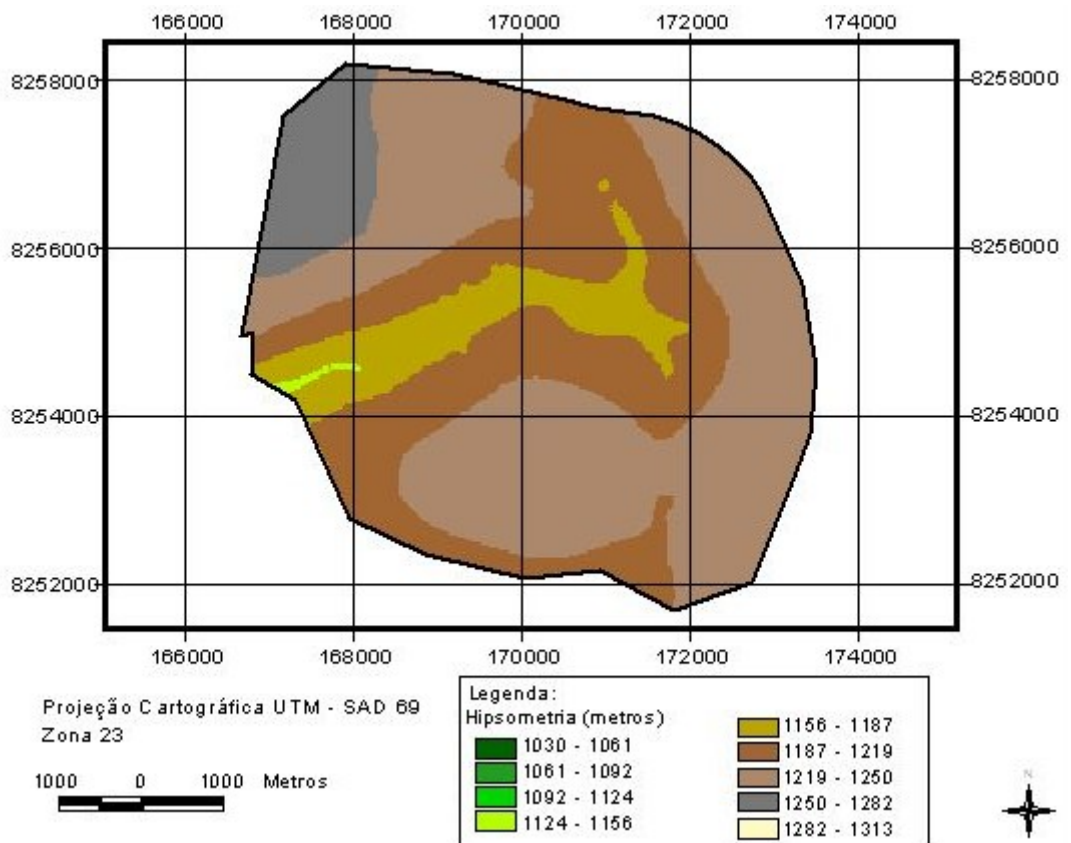


Figura 20 – Hipsometria da Flona – Área 2.

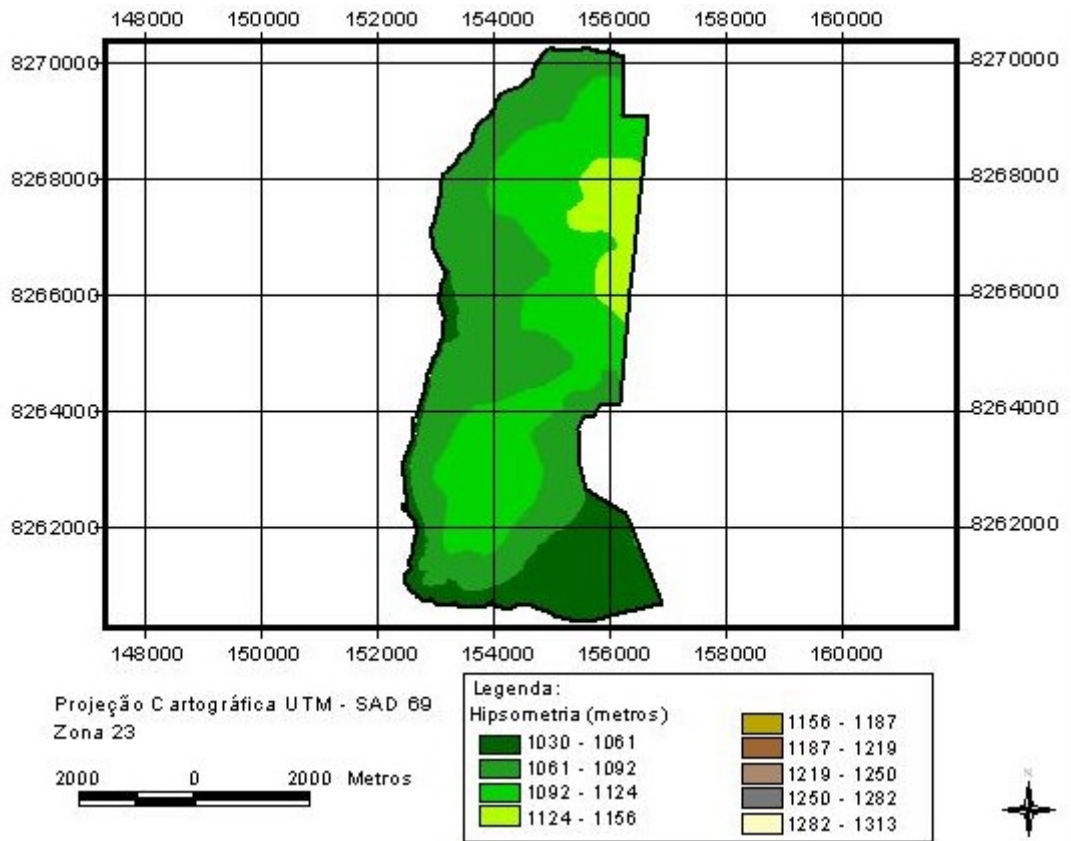


Figura 21 – Hipsometria da Flona – Área 3.

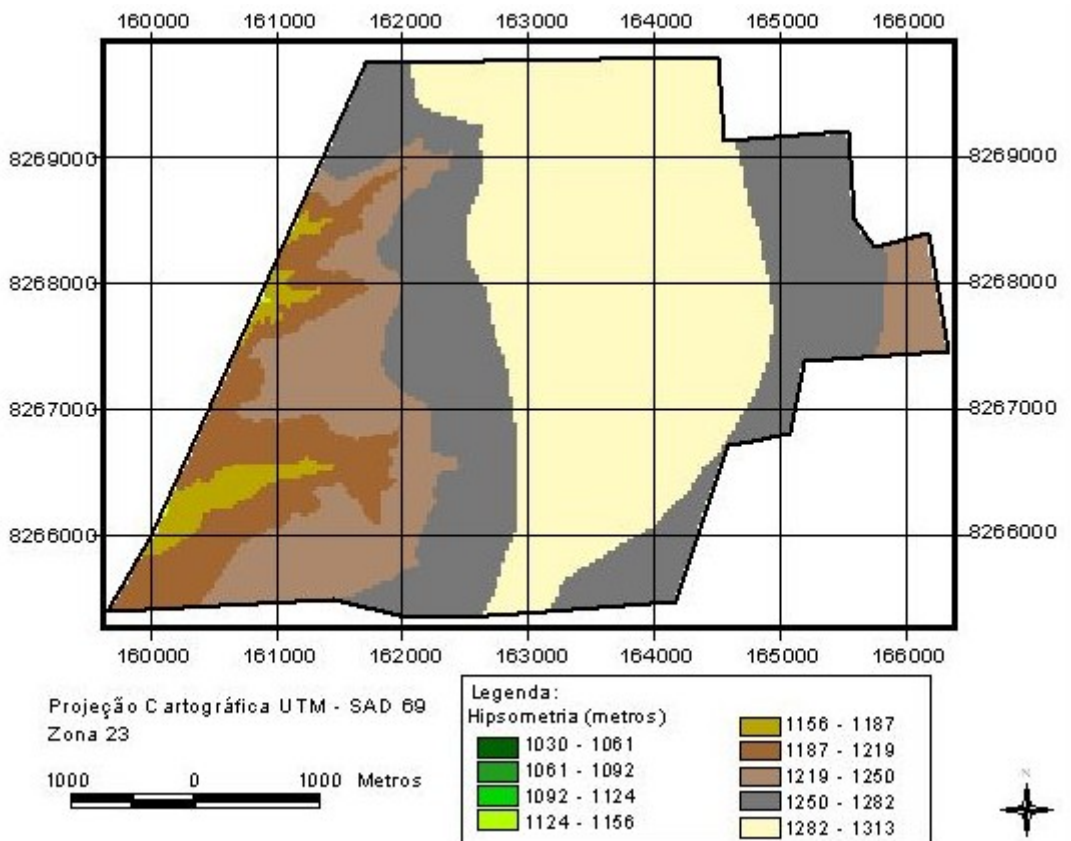


Figura 22 – Hipsometria da Flona – Área 4.

A Tabela 18 expressa as altitudes mínimas e máximas, bem como a variação entre as mesmas, para cada Flona. A área 3 é a que possui uma menor altitude, enquanto que a maior altitude foi verificada na área 4, que também apresenta a maior variação entre a maior e a menor cota, de 162 metros.

Tabela 18 – Hipsometria da Flona de Brasília.

Flona	Altitude (metros)		Variação Δ (metros)
	Mínima	Máxima	
Área 1	1089	1242	153
Área 2	1148	1271	123
Área 3	1029	1144	115
Área 4	1152	1314	162

5.4 FATOR TOPOGRÁFICO (LS)

A partir do modelo digital de elevação, foram gerados os mapas de declividade em graus para cada área da Flona de Brasília, representados nas Figuras 23 a 26.

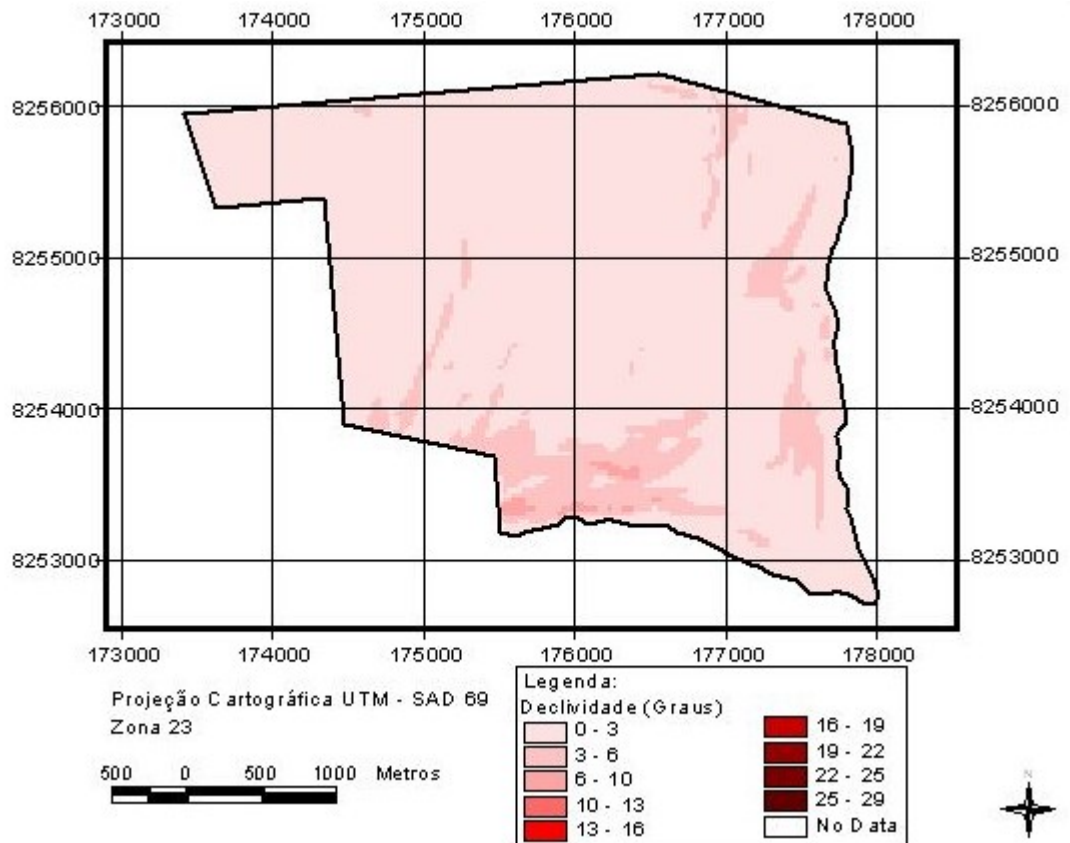


Figura 23 – Declividade da Flona – Área 1.

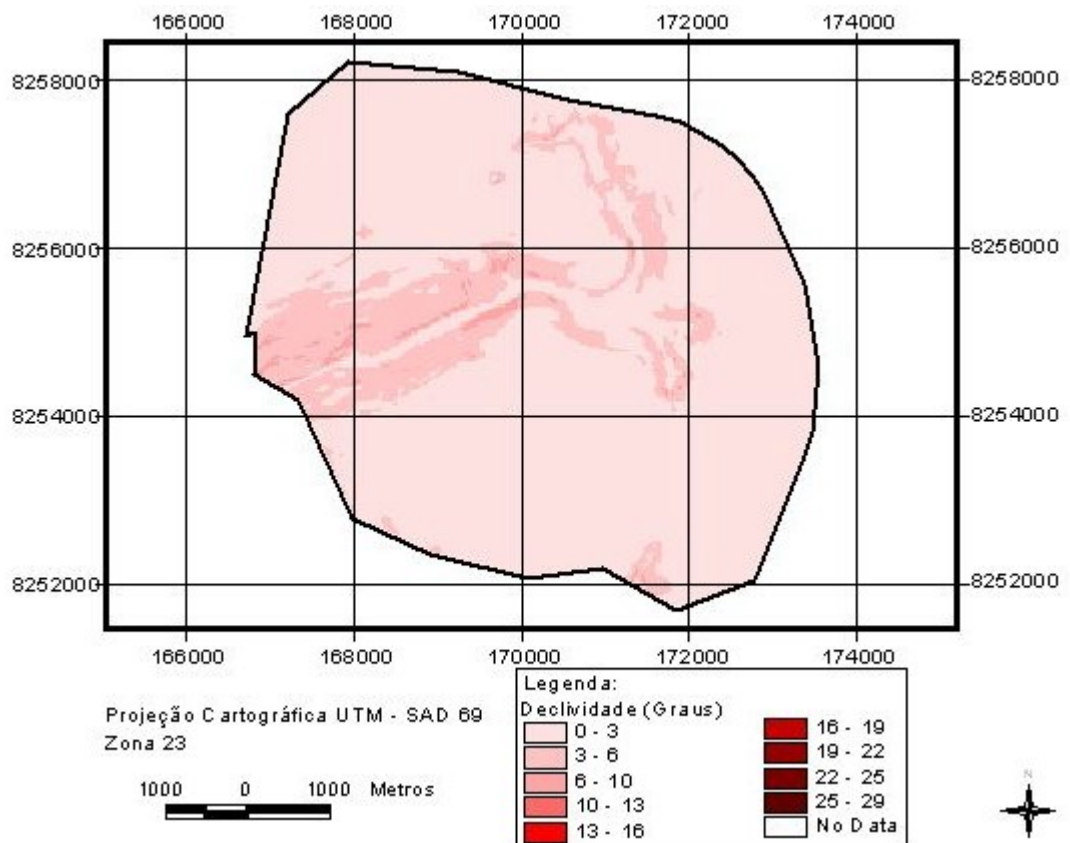


Figura 24 – Declividade da Flona – Área 2.

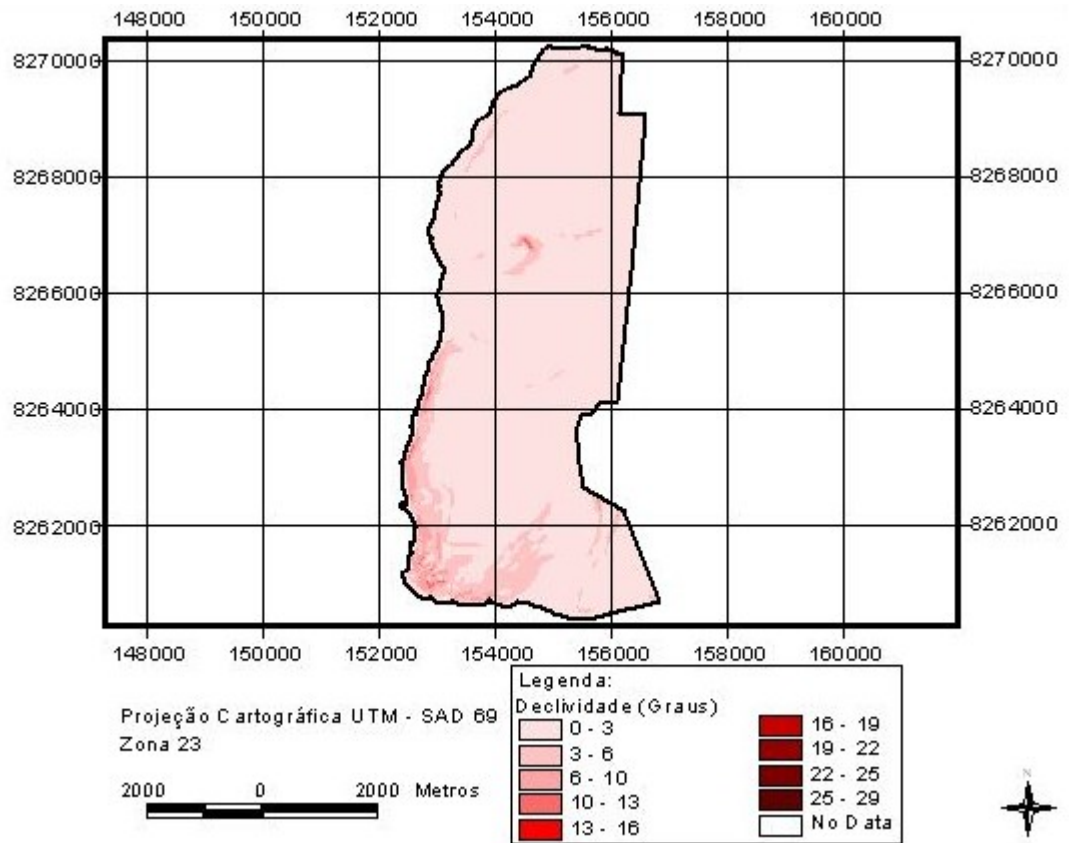


Figura 25 – Declividade da Flona – Área 3.

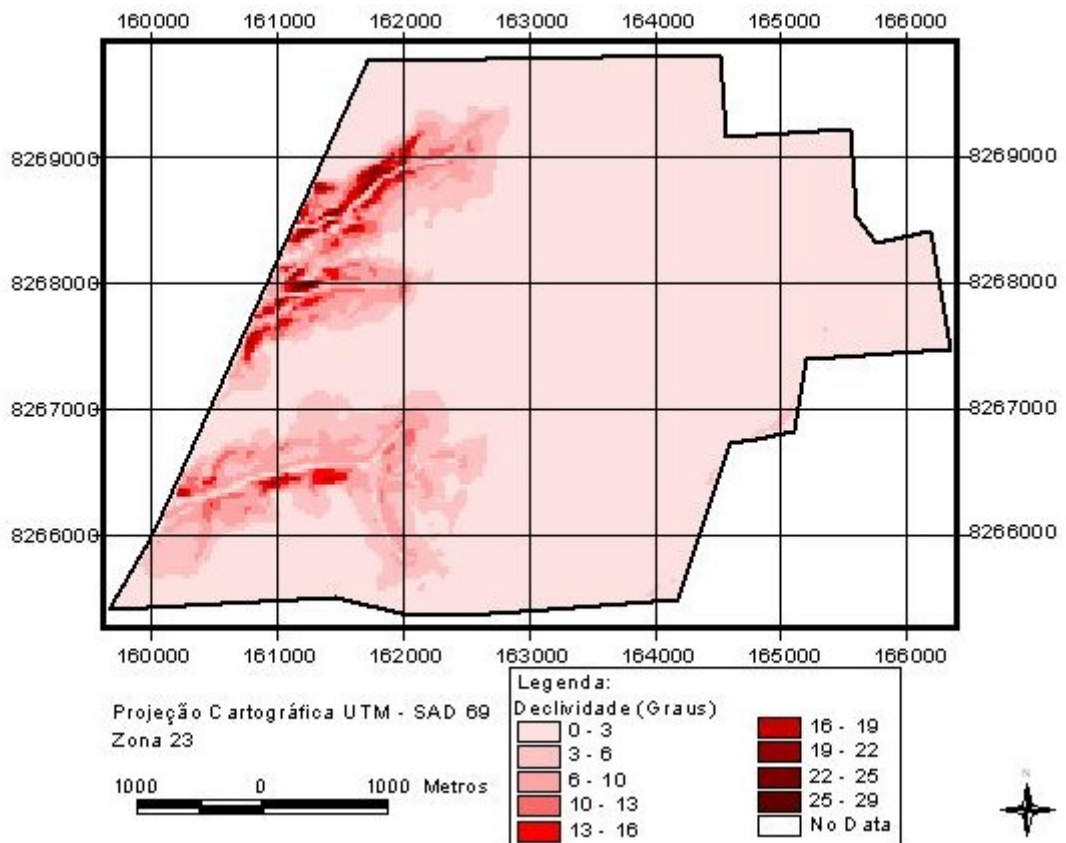


Figura 26 – Declividade da Flona – Área 4.

A Tabela 19 apresenta os valores mínimos, máximos e médios de declividade obtidos para cada área da Flona de Brasília.

Tabela 19 – Declividade mínima, máxima e média da Flona de Brasília.

Flona	Declividade (Graus)		
	Mínima	Máxima	Média
Área 1	0	9,65	2,37
Área 2	0	9,71	2,12
Área 3	0	13,14	2,07
Área 4	0	28,60	2,93

Sob o aspecto geomorfológico verifica-se que as maiores declividades das áreas 2 e 4 ocorrem entre a transição do Pediplano Contagem Rodeador para o Pediplano Brasília, caracterizada por apresentar uma forma brusca percebida pela ruptura topográfica. Na área 3, as maiores declividades foram verificadas nas Depressões Interplanática Pediplanada, caracterizada por apresentarem uma paisagem mais movimentada, enquanto que a área 1 apresenta as maiores declividades no Pediplano de Brasília.

Como o Fator LS é calculado a partir do valor da declividade em percentagem, foi necessária a conversão da matriz declividade em graus para valores percentuais, sendo em seguida reclassificada a partir dos valores propostos por Kok *et al.* (1995), expressos na Tabela 2, obtendo-se os mapas de Fator LS, representados nas Figuras 27 a 30.

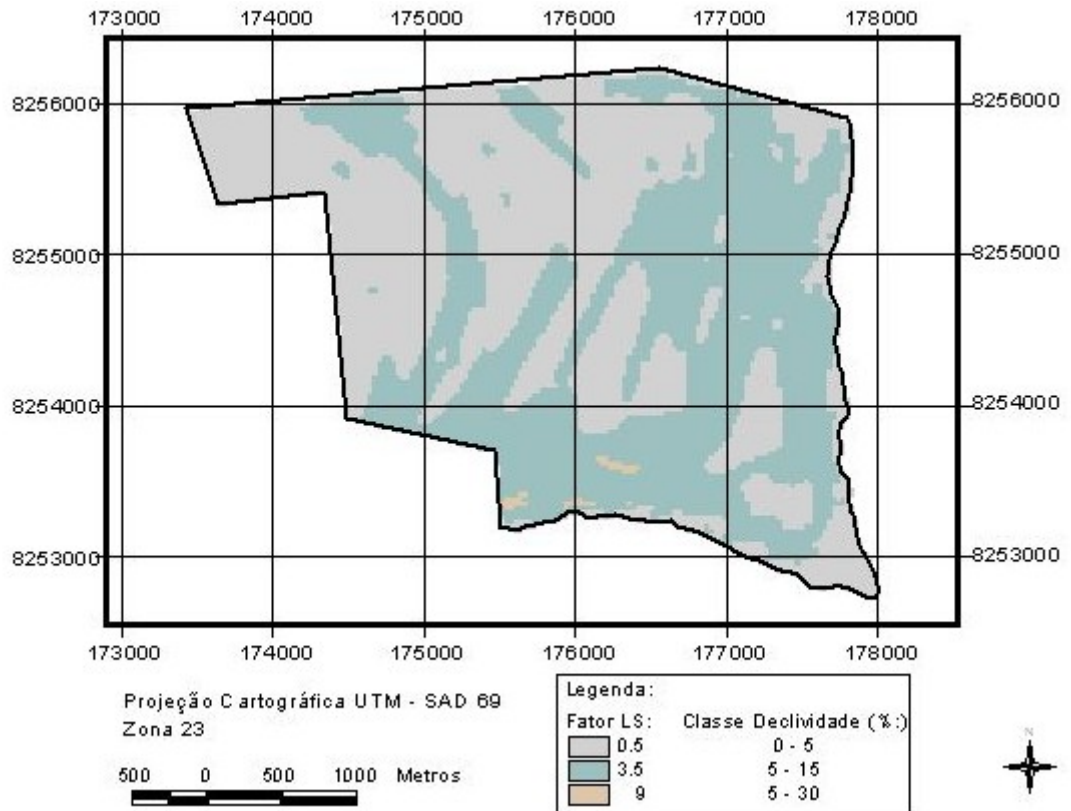


Figura 27 – Fator LS calculado para a Flona de Brasília – Área 1.

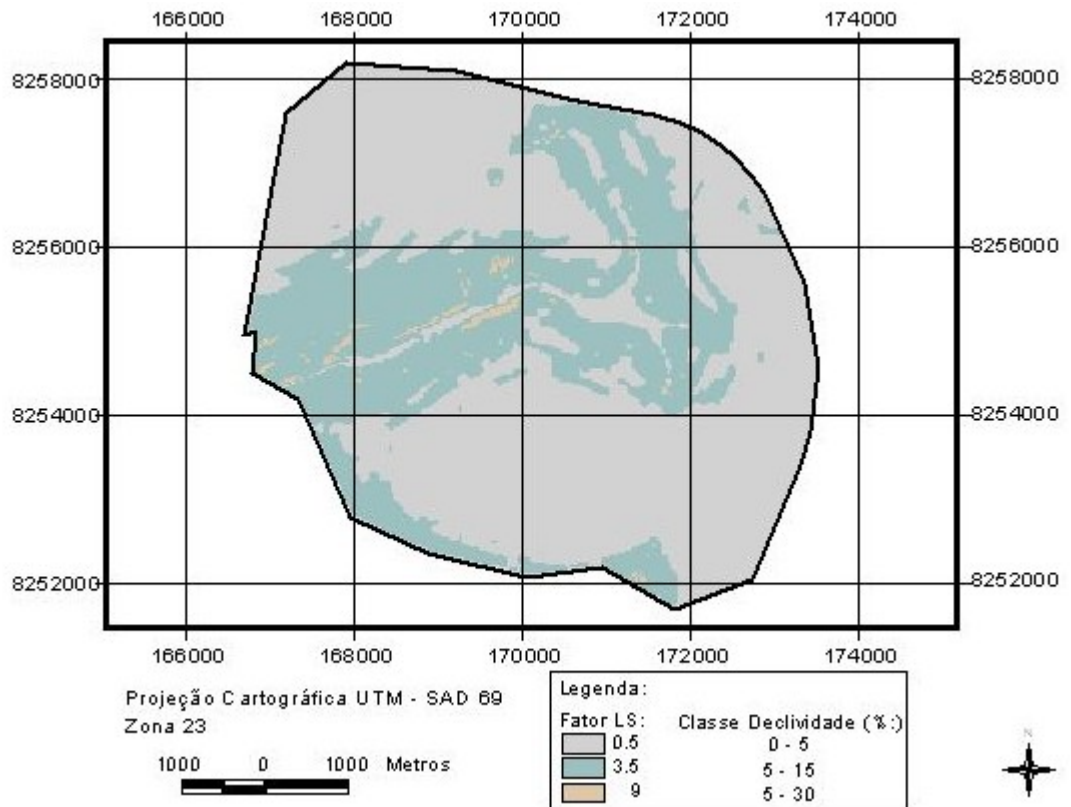


Figura 28 – Fator LS calculado para a Flona de Brasília – Área 2.

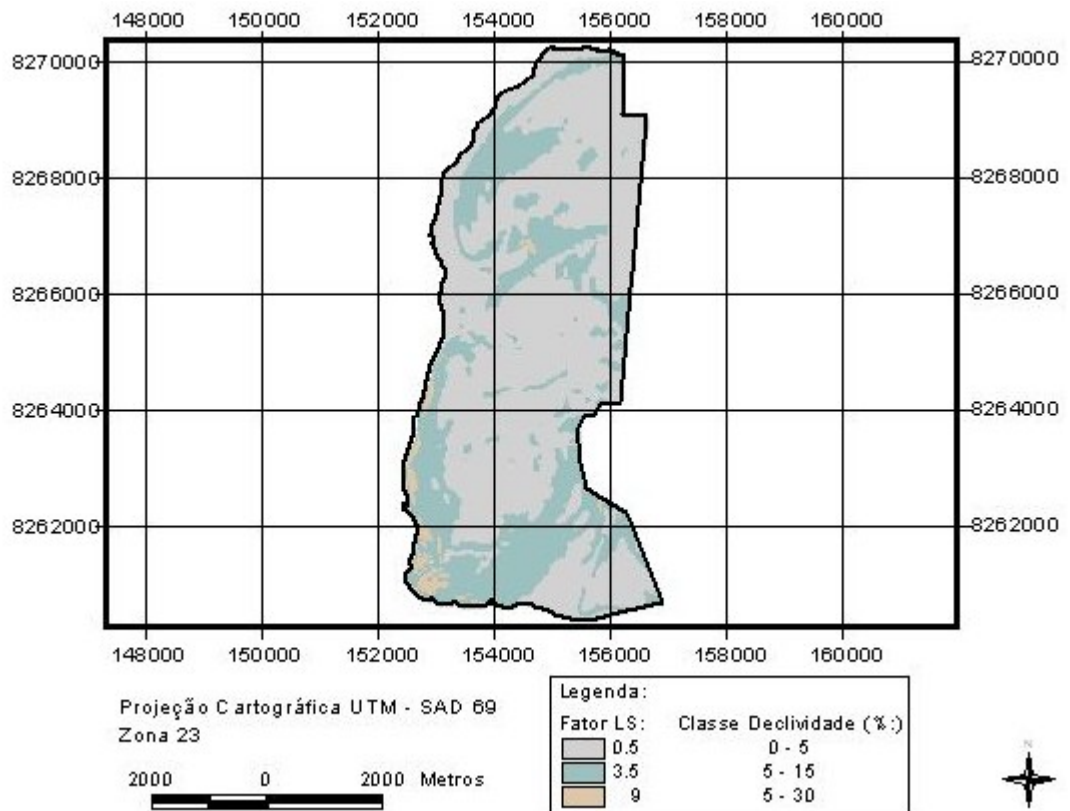


Figura 29 – Fator LS calculado para a Flona de Brasília – Área 3.

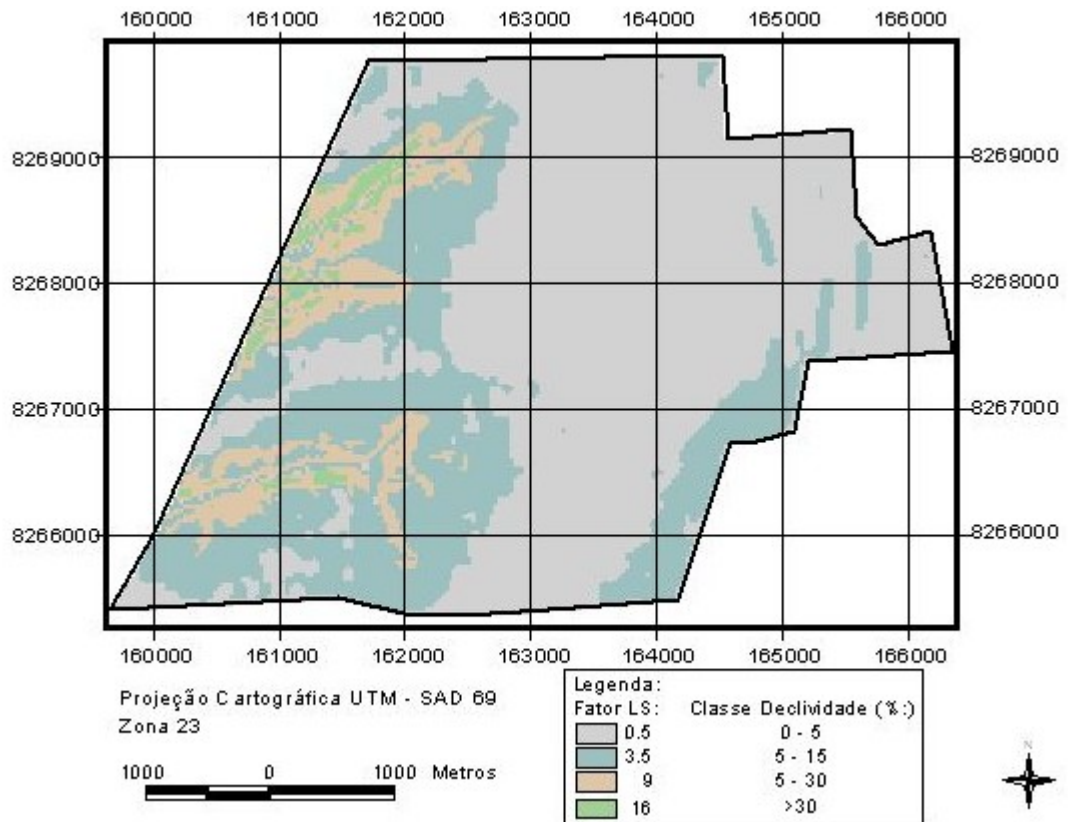


Figura 30 – Fator LS calculado para a Flona de Brasília – Área 4.

A Tabela 20 apresenta a área ocupada por cada classe de declividade e seu respectivo percentual em relação à área total, bem como os Fatores LS calculados para cada área da Flona de Brasília.

Tabela 20 – Classes de Declividade da Flona de Brasília.

Classes de Declividade (%)	Floresta Nacional de Brasília							
	Área 1		Área 2		Área 3		Área 4	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
0 – 5	510,39	51,27	2187,80	65,25	2043,13	66,58	1144,65	59,35
5 – 15	481,17	48,34	1138,30	33,95	970,51	31,62	590,51	30,62
15 – 30	3,87	0,39	27,00	0,80	55,33	1,80	160,58	8,32
> 30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	33,04	1,71
Total	995,43	100	3353,1	100	3068,97	100	1928,78	100

Como pode ser observado na Tabela 20, predominam as declividades entre 0 -15% nas áreas da Flona de Brasília. Declividades superiores a 30% somente foram observadas na área 4.

5.5 POTENCIAL NATURAL DE EROSÃO DOS SOLOS – PNE

Com a integração dos fatores R, K e LS, foram obtidos os mapas do Potencial Natural de Erosão dos solos para cada área da Flona, representados nas Figuras 31 a 34.

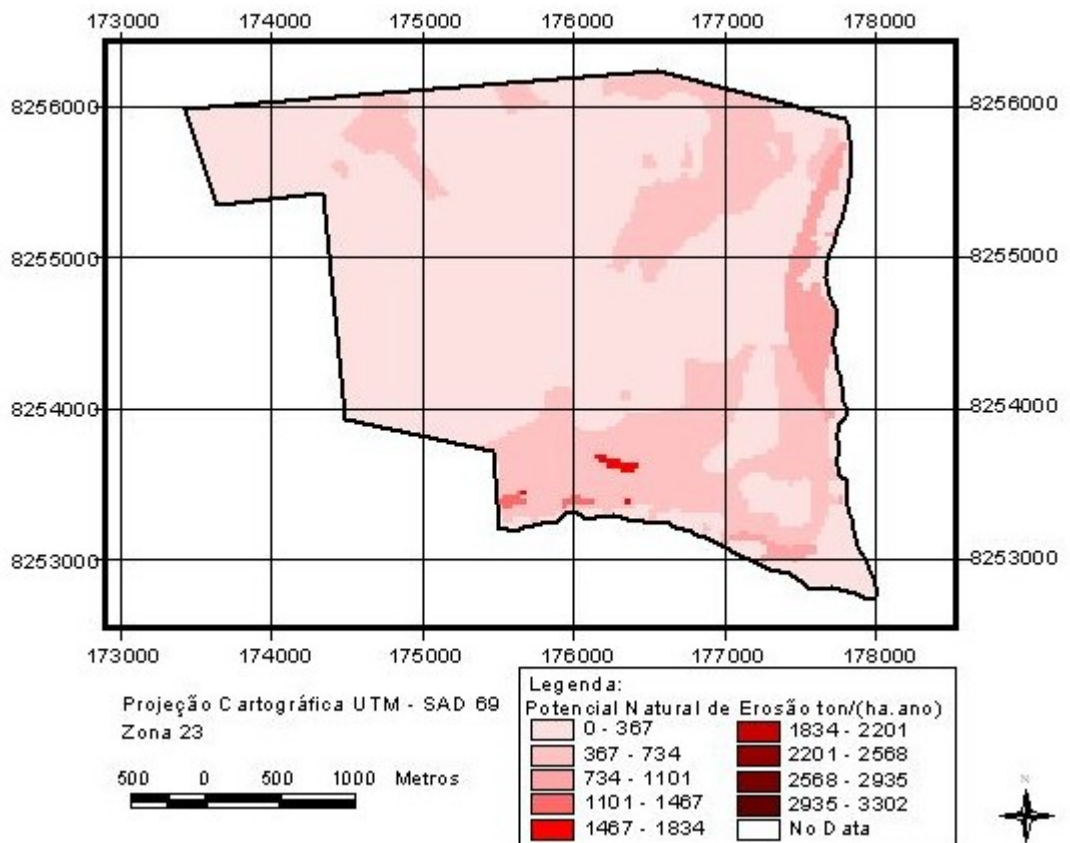


Figura 31 – PNE calculado para a Flona de Brasília – Área 1.

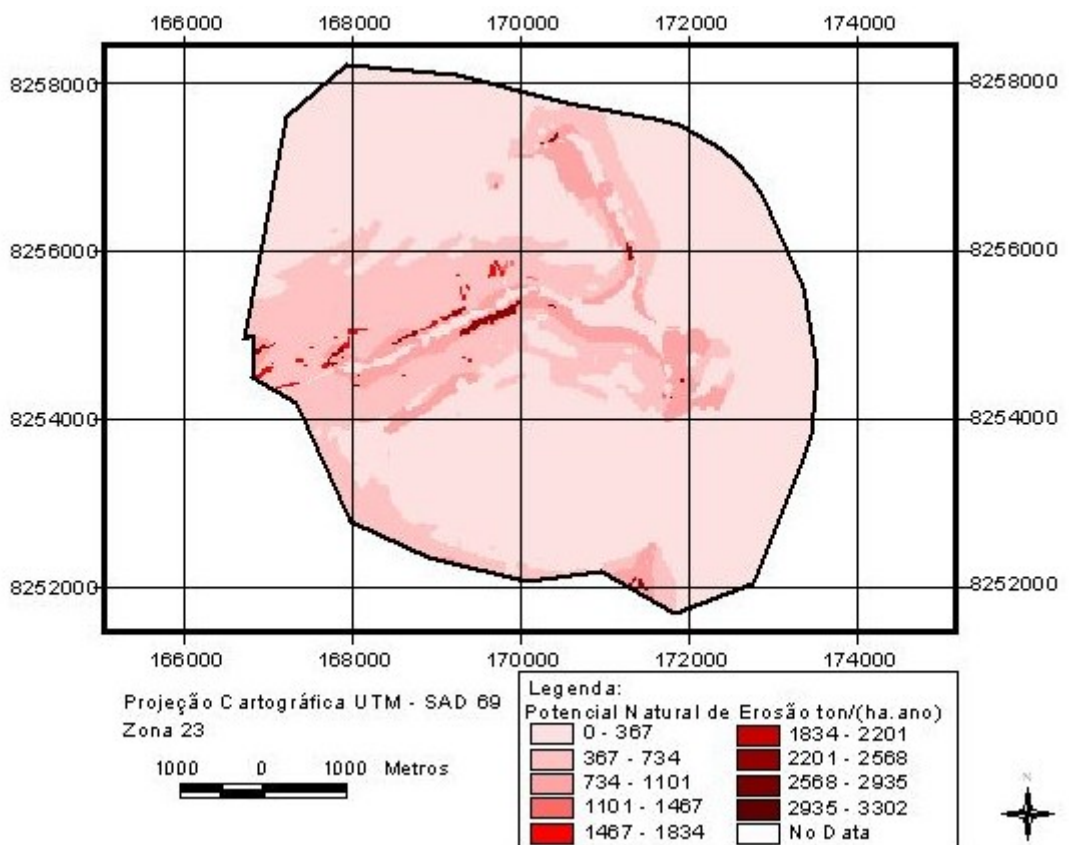


Figura 32 – PNE calculado para a Flona de Brasília – Área 2.

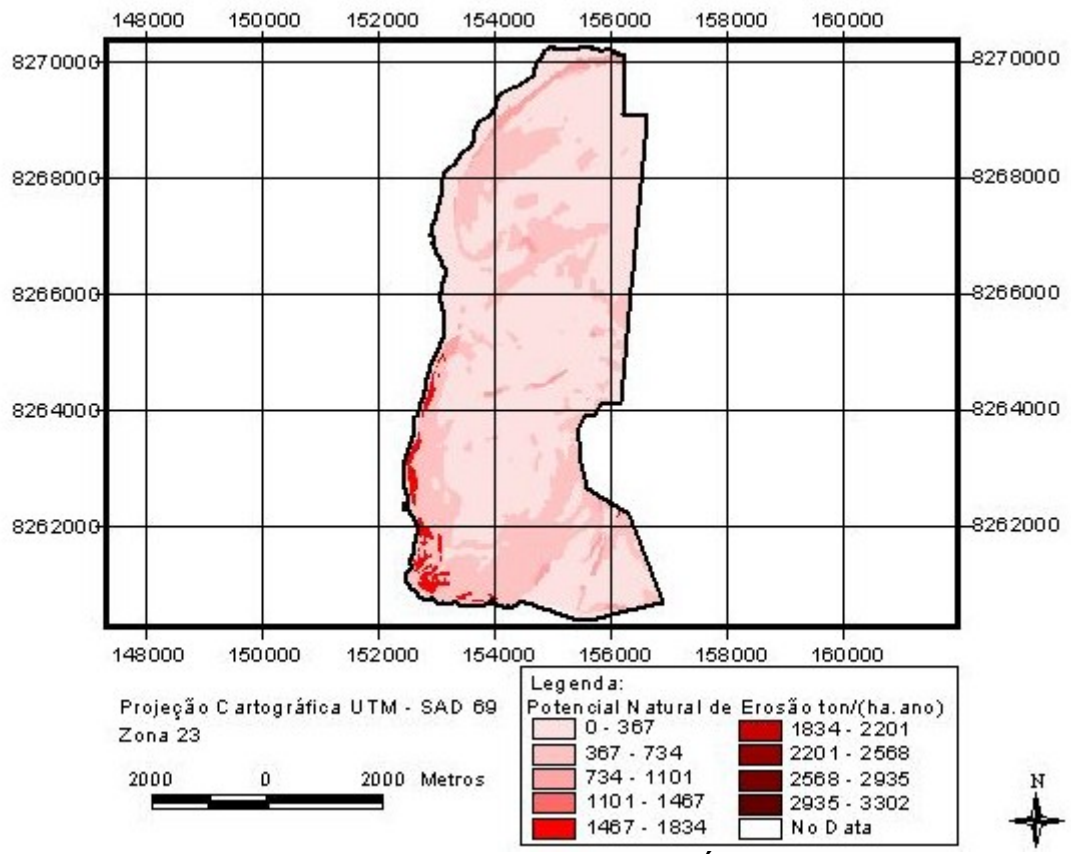


Figura 33 – PNE calculado para a Flona de Brasília – Área 3.

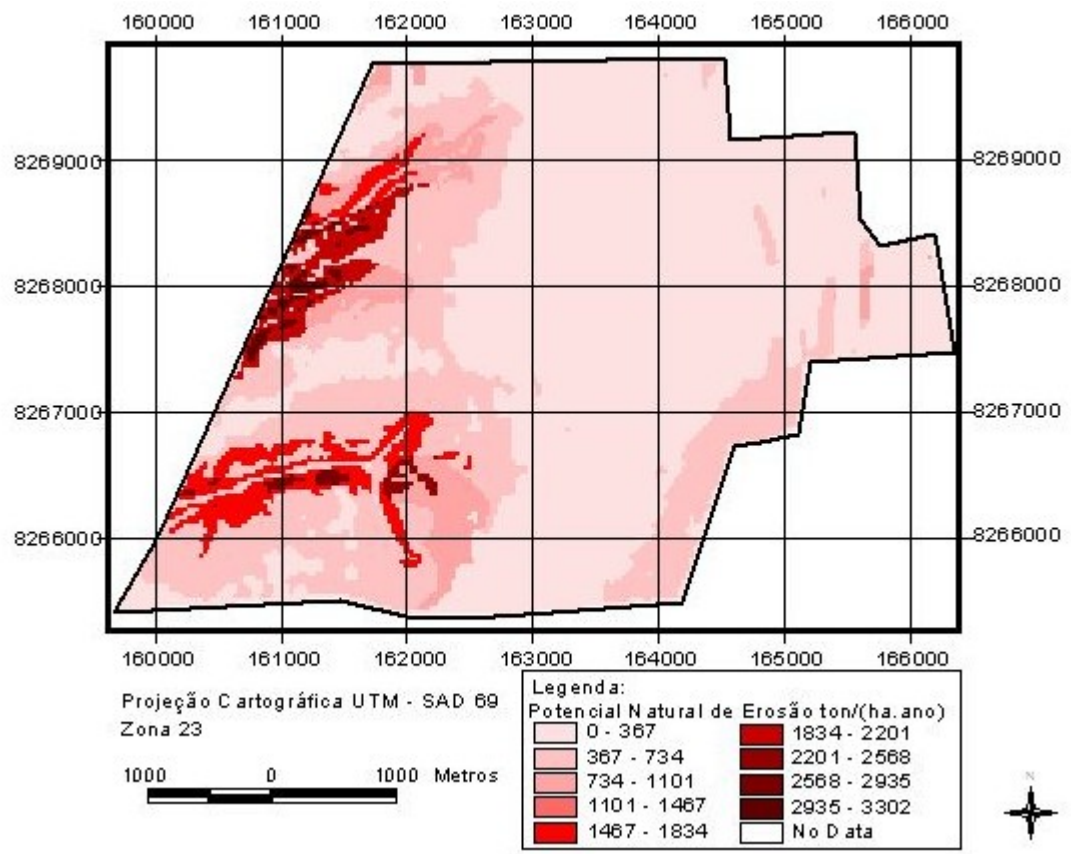


Figura 34 – PNE calculado para a Flona de Brasília – Área 4.

A Tabela 21 expressa os valores mínimos, máximos e médios de Potencial Natural de Erosão para os solos da Flona.

Tabela 21 – Potencial Natural de Erosão – PNE dos solos da Flona de Brasília.

Flona	Potencial Natural de Erosão (ton/(ha.ano))		
	Mínimo	Máximo	Médio
Área 1	48	1694	291
Área 2	51	2310	259
Área 3	0	2365	231
Área 4	53	3301	365

Conforme pode ser observado na Tabela 21, as maiores taxas de potencial natural de erosão foram verificadas na área 4, a qual também apresentou a maior taxa média de perda. As maiores taxas ocorrem em solos do tipo cambissolos, com declividades superiores a 10°. Na área 3 as maiores taxas ocorrem nos latossolos vermelho-amarelo e cambissolos, em locais com relevo mais movimentado. Na área 2 as maiores taxas foram verificadas nos solos hidromórficos com declividades superiores a 6°, enquanto que a área 1 as maiores taxas de perda ocorrem nos cambissolos e latossolo vermelho-amarelo com declividades superiores a 6°, porém foi a área que apresentou a menor taxa média de potencial natural de erosão do solo.

5.6 ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE – APPs

O cruzamento do mapa da Flona com a base hidrográfica e o Modelo Digital de Elevação – MDE, resultou nos mapas de áreas de preservação permanente para cada área da Flona, representados nas Figuras 35 a 38.

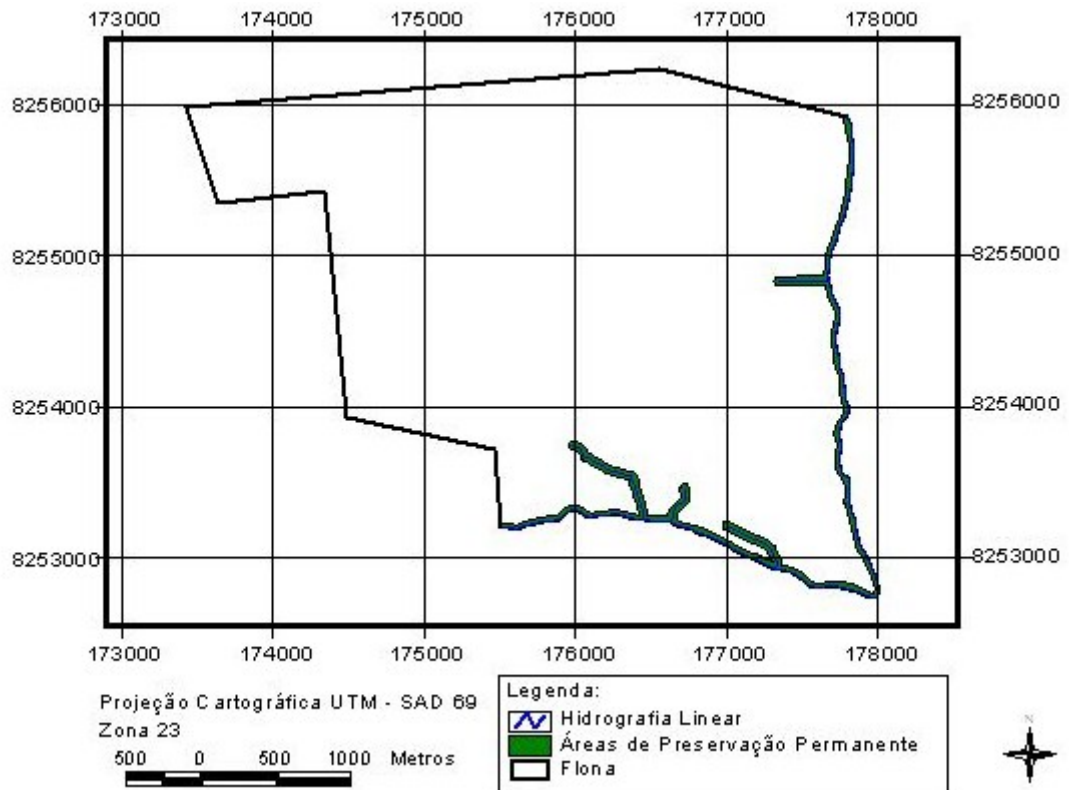


Figura 35 – Áreas de Preservação Permanente da Flona de Brasília – Área 1.

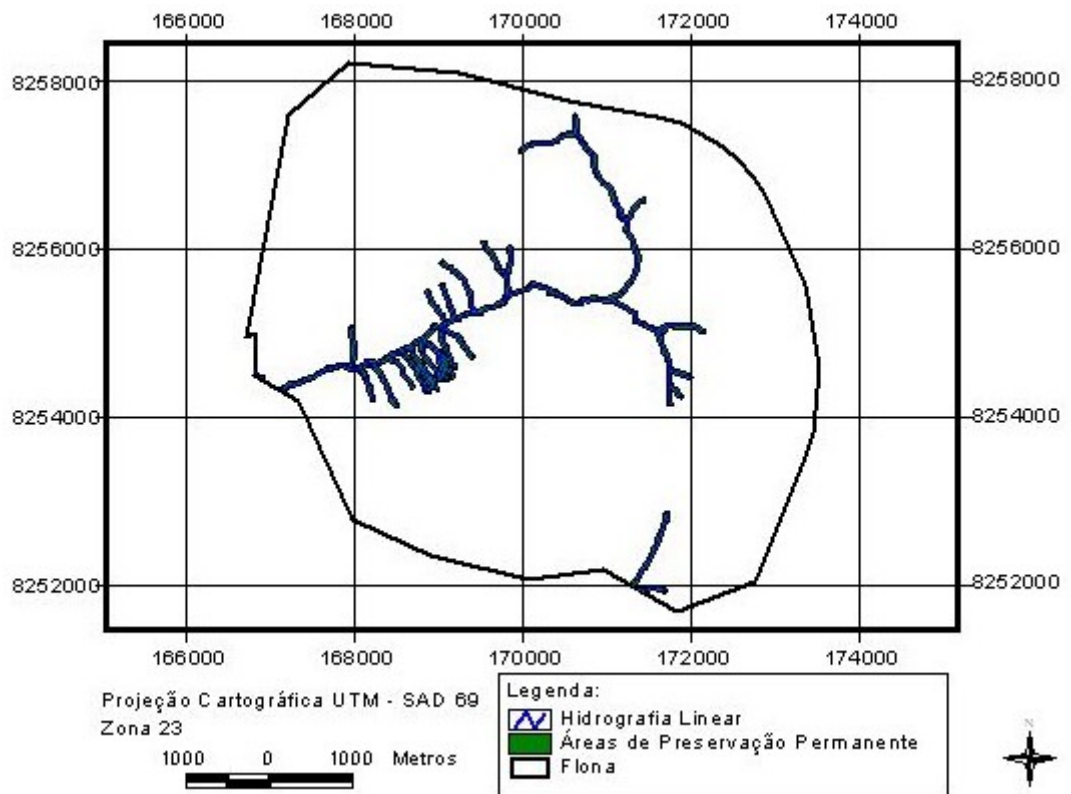


Figura 36 – Áreas de Preservação Permanente da Flona de Brasília – Área 2.

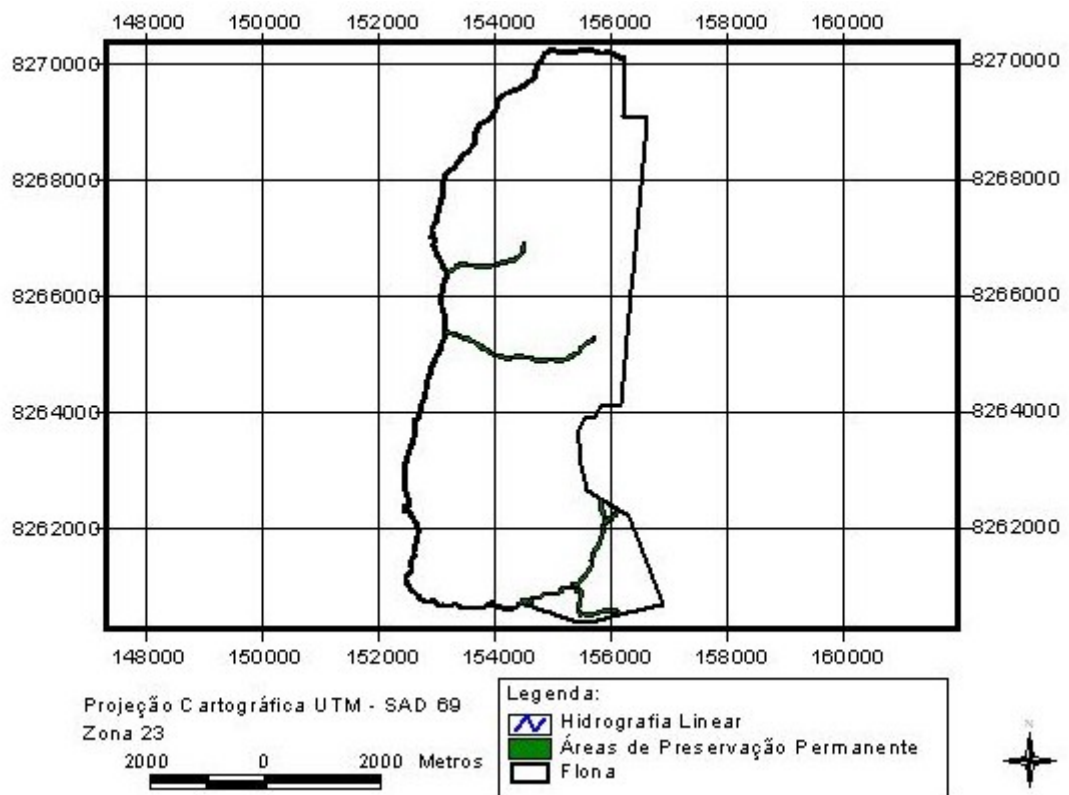


Figura 37 – Áreas de Preservação Permanente da Flona de Brasília – Área 3.

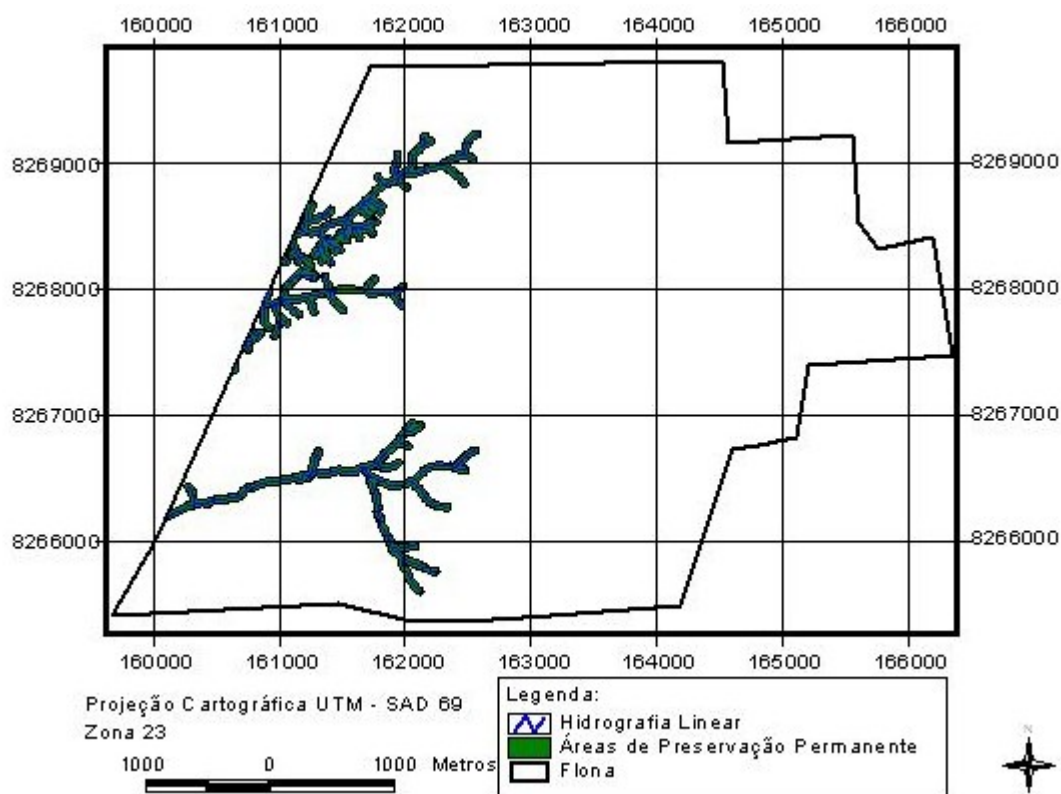


Figura 38 – Áreas de Preservação Permanente da Flona de Brasília – Área 4.

A Tabela 22 expressa os valores de comprimento linear de cursos d’água e a respectiva área de preservação permanente obtidas para cada área da Flona.

Tabela 22 – Comprimento linear de cursos d’água e áreas de preservação permanente da Flona de Brasília.

Flona	Comprimento linear (m) de cursos	Área de Preservação Permanente (ha)
	d’água	
Área 1	7791,11	28,51
Área 2	21517,57	124,53
Área 3	24047,59	94,36
Área 4	15440,54	87,91
Total	68796,81	335,31

Conforme pode ser observado na Tabela 22, sob os aspectos legais, a Flona de Brasília possui um total de 335,31 ha considerados como Área de Preservação Permanente. As maiores taxas de área de preservação permanente foram observadas na área 2 (124,53 ha), seguidas pelas áreas 3 (94,36 ha), pela área 4 (87,91 ha) e pela área 1 (28,51 ha). A área 3 apresenta uma maior

presença de cursos d'água, seguida pelas áreas 2 e 4, enquanto que a área 1 foi a que apresentou menor presença de cursos d'água. O fato da área 3 apresentar o maior comprimento linear de cursos d'água e não apresentar a maior área de Áreas de Preservação Permanente deve-se ao fato que o curso d'água encontra-se no limite da mesma.

5.7 USO DO SOLO

A partir do cruzamento da imagem de satélite com o mapa da Flona de Brasília, foram obtidas as cartas imagens, para cada área, representadas nas Figuras 39 a 42.

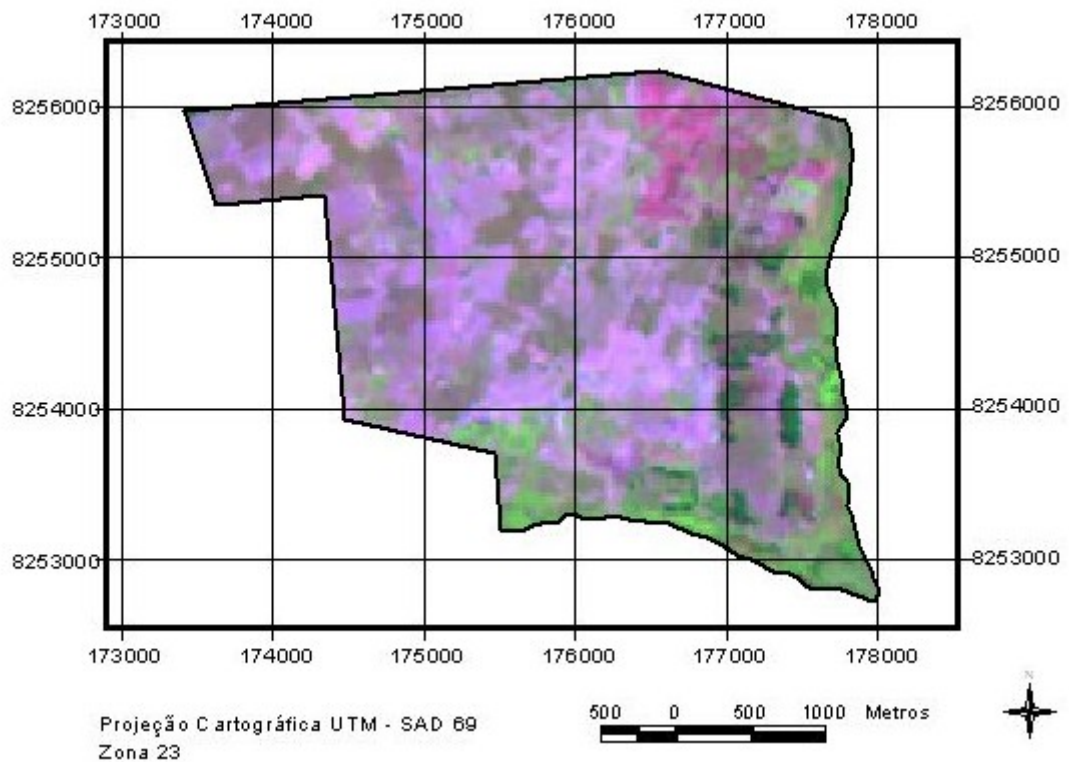


Figura 39 – Carta Imagem da Flona de Brasília – Área 1.

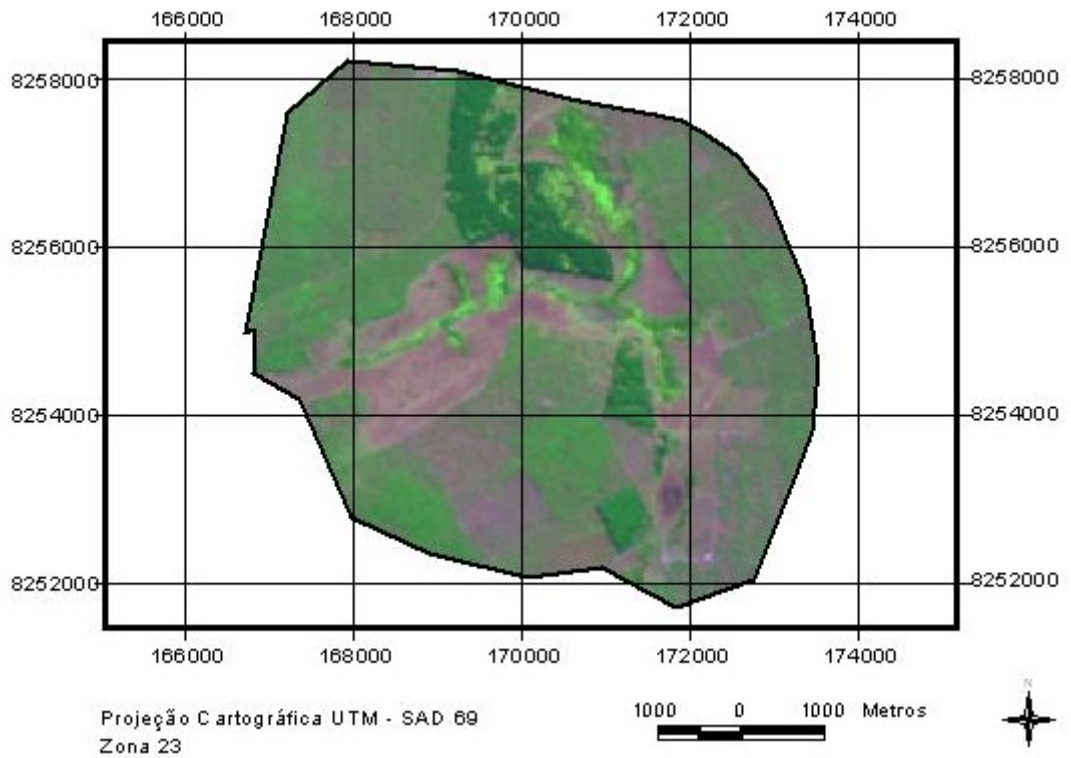


Figura 40 – Carta Imagem da Flona de Brasília – Área 2.

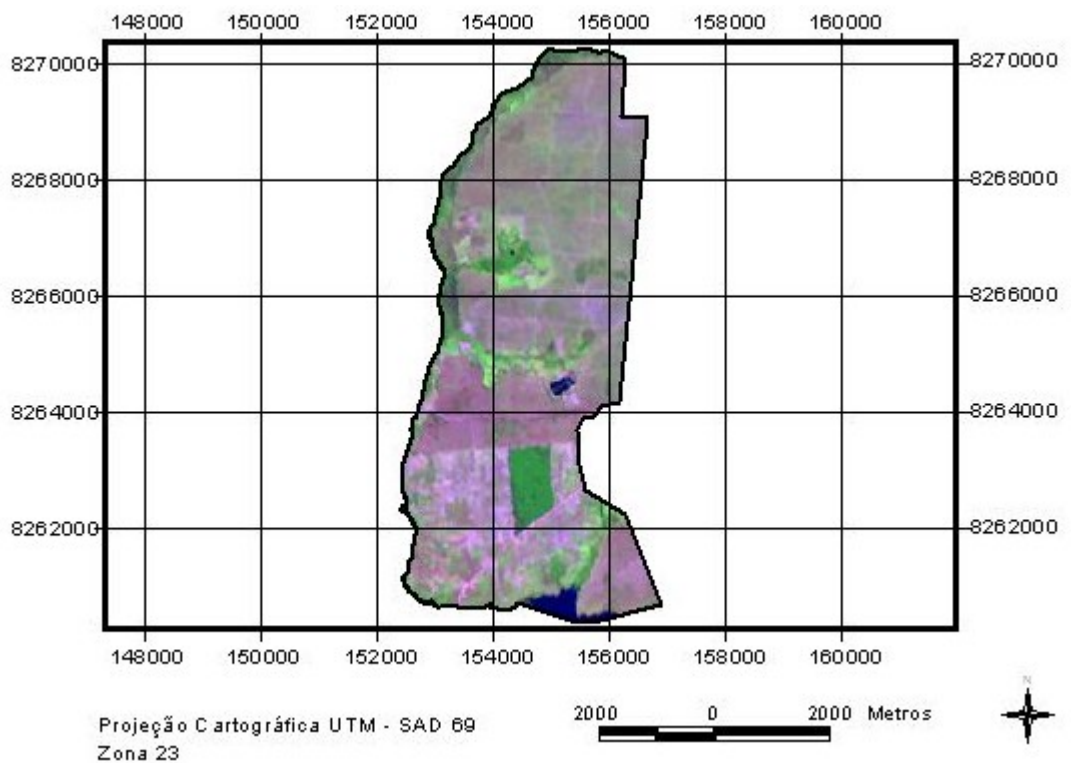


Figura 41 – Carta Imagem da Flona de Brasília – Área 3.

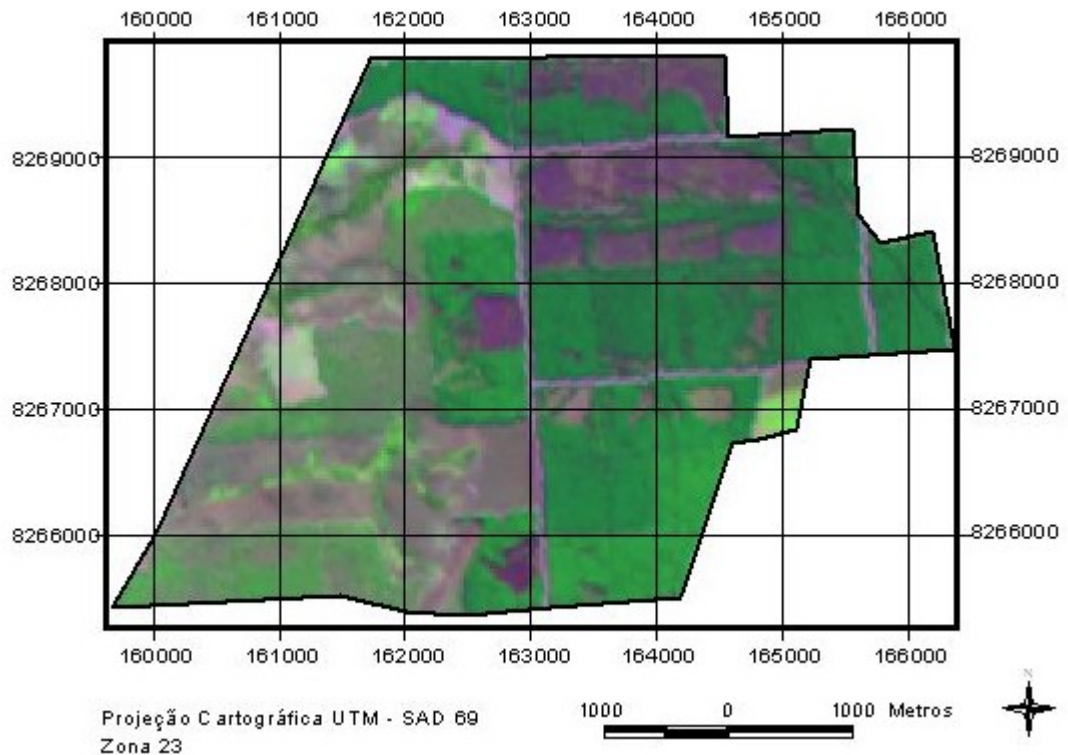


Figura 42 – Carta Imagem da Flona de Brasília – Área 4.

Com a imagem de satélite classificada através do método da Distância de Mahalanobis (Equação 11), foram obtidos os mapas de uso do solo e fator CP, para cada área, representados nas Figuras 43 a 46. Também foram calculadas as áreas de ocupação por cada classe de ocupação de uso de solo, bem como os respectivos percentuais em relação à área total, que são expostos nas Tabelas 23 a 26.

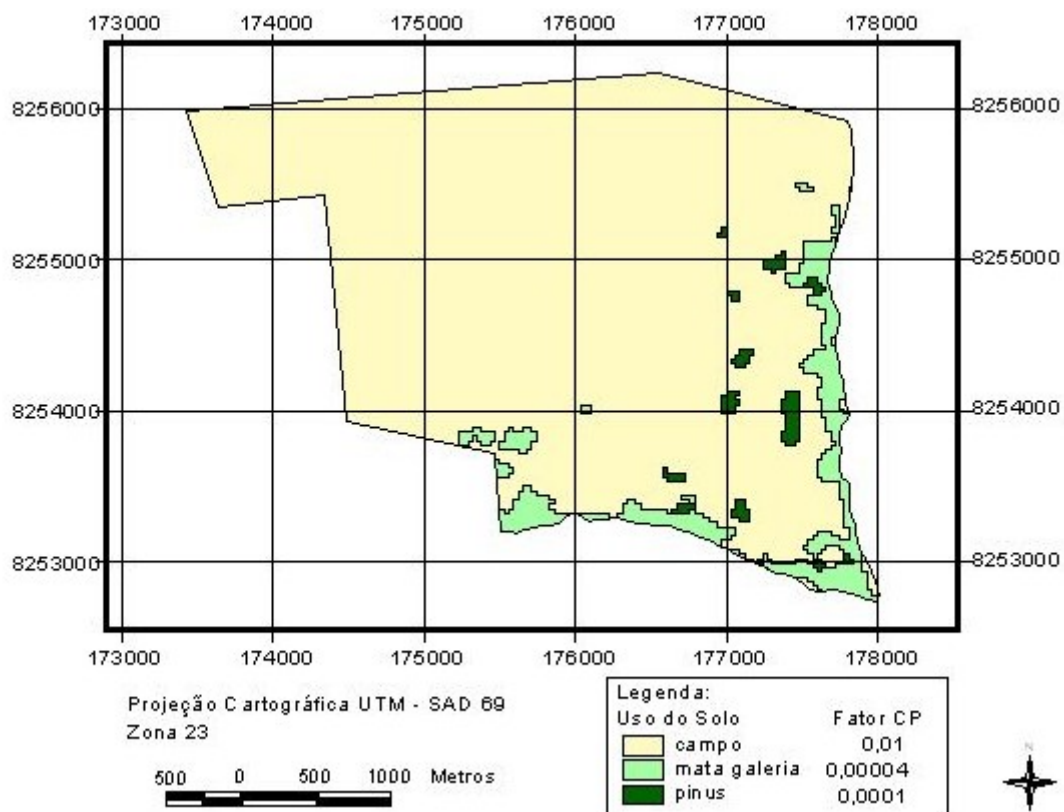


Figura 43 – Classes de Uso do Solo e Fator CP para a Flona de Brasília – Área 1.

Tabela 23 – Classes de uso do solo e Fator CP – Flona – Área 1.

Uso do Solo	Fator CP	Área (ha)	%
Campo	0,01	918,64	92,28
Mata de Galeria	0,00004	64,10	6,44
Pinus	0,0001	12,69	1,28
Total		995,43	100

Conforme pode ser observado na Tabela 23, a área 1 é praticamente formada por áreas de campo (92,28%), apresentando poucas áreas de reflorestamento com *pinus sp.* (1,28%). Também foi verificada a existência de mata de galeria (6,44%).

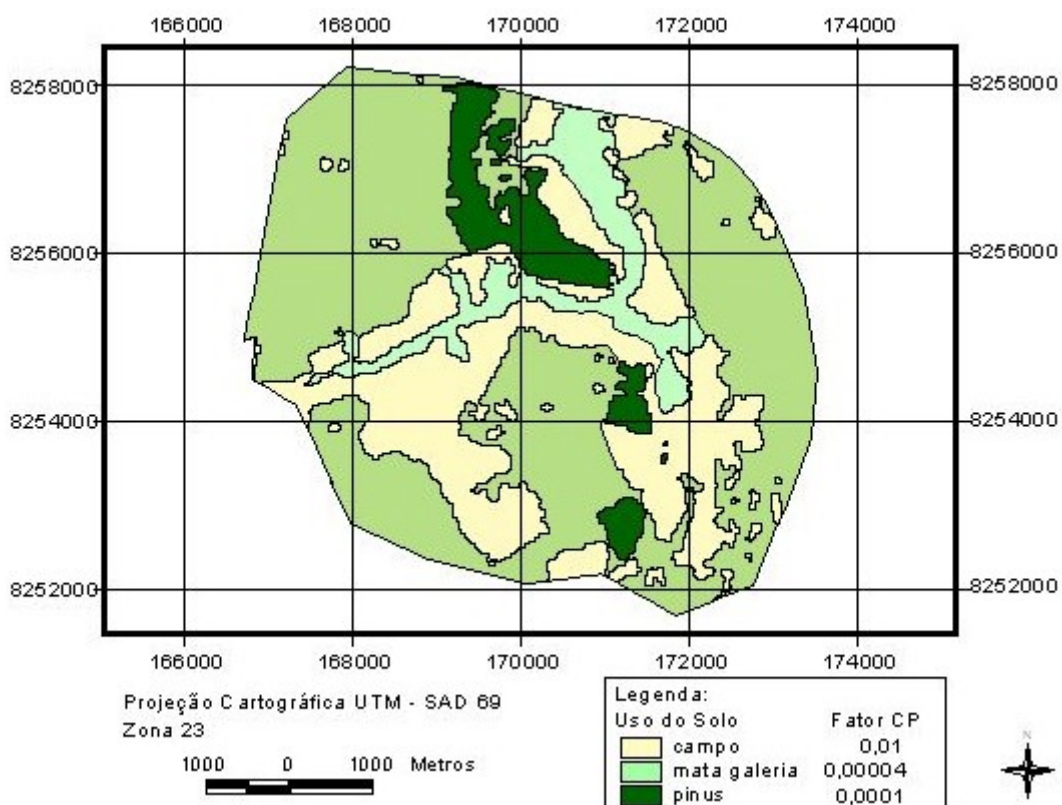


Figura 44 – Classes de Uso do Solo e Fator CP para a Flona de Brasília – Área 2.

Tabela 24 – Classes de uso do solo e Fator CP – Flona – Área 2.

Uso do Solo	Fator CP	Área (ha)	%
Campo	0,01	984,45	29,36
Mata de Galeria	0,00004	273,04	8,14
Pinus	0,0001	238,95	7,13
Eucalipto	0,0001	1856,66	55,37
Total		3353,10	100

Conforme pode ser observado na Tabela 24, a área 2 apresenta áreas de reflorestamento com *eucalyptus sp.* (55,37%) e *pinus sp.* (7,13%), como também áreas de campo (29,36%) e mata de galeria (8,14%). Quando comparada com as demais áreas que formam a Flona de Brasília, foi a que apresentou a maior área de reflorestamento.

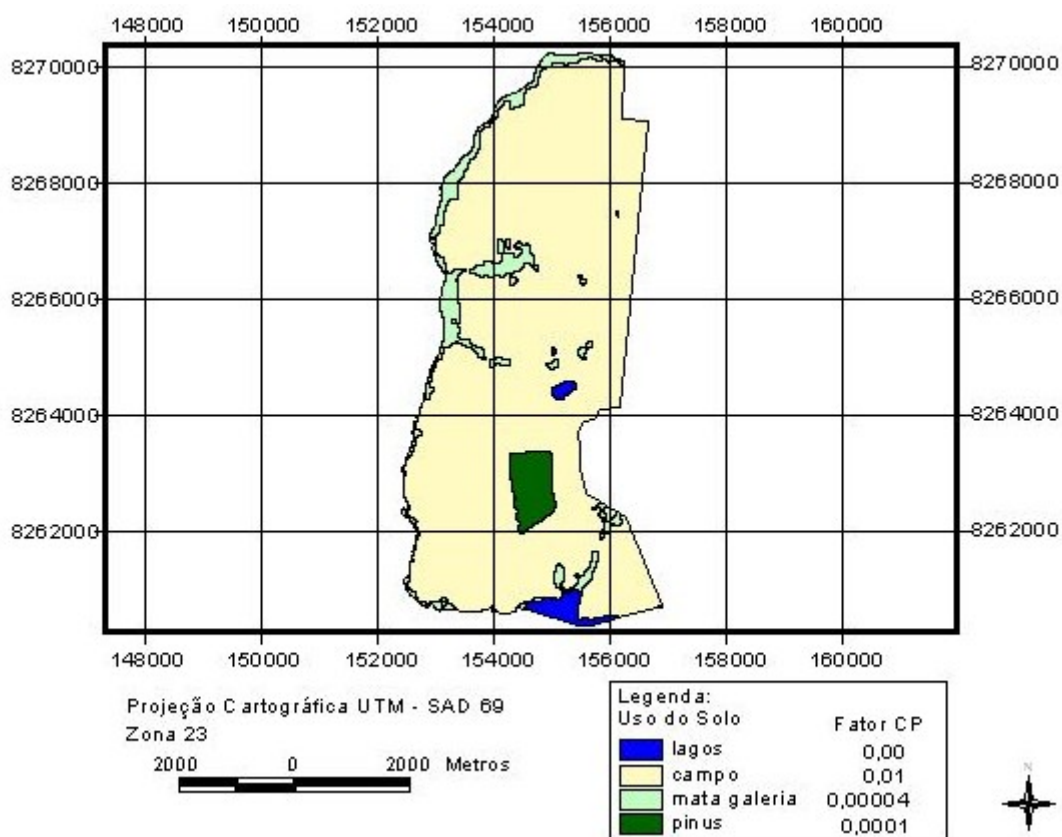


Figura 45 – Classes de Uso do Solo e Fator CP para a Flona de Brasília – Área 3.

Tabela 25 – Classes de uso do solo e Fator CP – Flona - Área 3.

Uso do Solo	Fator CP	Área (ha)	%
Campo	0,01	2729,56	88,94
Mata de Galeria	0,00004	208,39	6,79
Pinus	0,0001	84,20	2,74
Lagos	0,0	46,82	1,53
Total		3068,97	100

Conforme pode ser observado na Tabela 25, a área 3 é praticamente formada por áreas de campo (88,94%), com poucas áreas de reflorestamento com *pinus sp.* (2,74%). Apresenta também mata de galeria (6,79%) e lagos (1,53%).

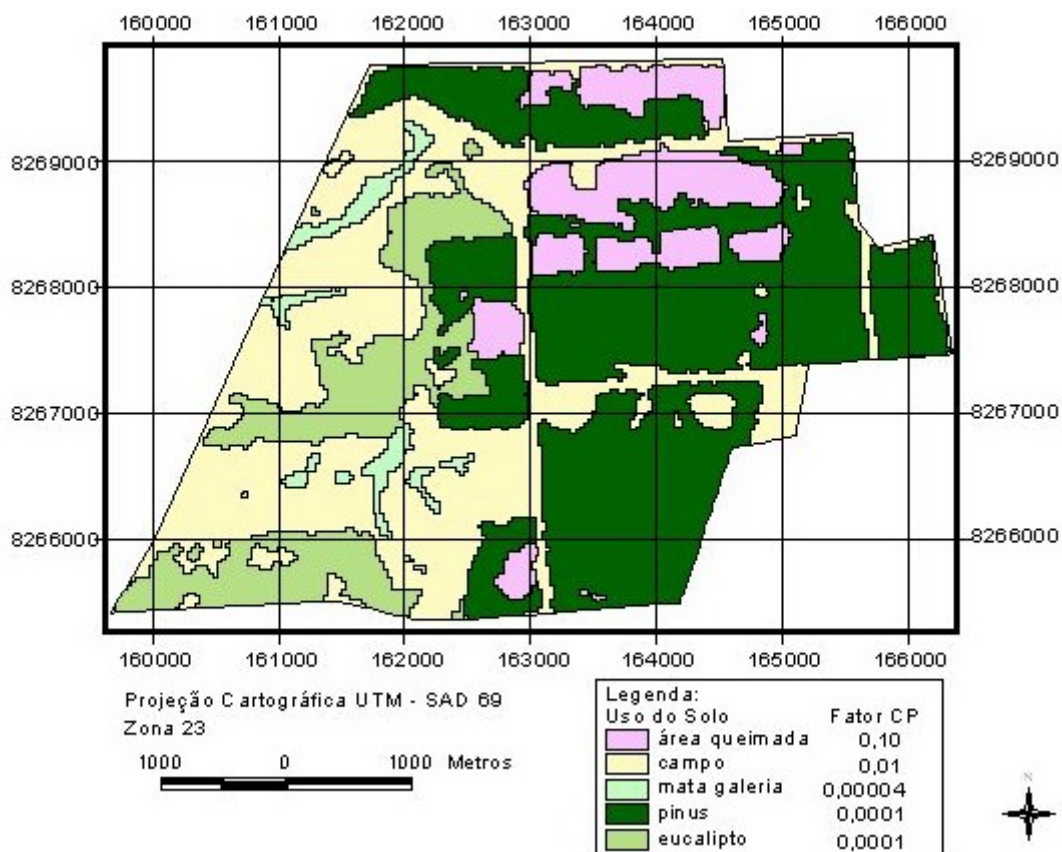


Figura 46 – Classes de Uso do Solo e Fator CP para a Flona de Brasília – Área 4.

Tabela 26 – Classes de uso do solo e Fator CP – Flona - Área 4.

Uso do Solo	Fator CP	Área (ha)	%
Área Queimada	0,1	204,90	10,62
Campo	0,01	658,08	34,12
Mata de Galeria	0,00004	47,67	2,47
Pinus	0,0001	772,60	40,05
Eucalipto	0,0001	245,53	12,74
Total		1928,78	100

Conforme pode ser observado na Tabela 26, a área 4 é formada por áreas de reflorestamento com *pinus sp.* (40,05%) e *eucaliptus sp.* (12,74%), por áreas de campo (34,12%), áreas de queimada (10,62%) e mata de galeria (2,47%).

5.8 PERDA DE SOLO POR EROSÃO LAMINAR – A

Através do cruzamento de todos os fatores que compõem a Equação 1, foram obtidos os mapas de Perda de Solo por Erosão Laminar, para cada área da Flona, representados nas Figuras 47 a 50.

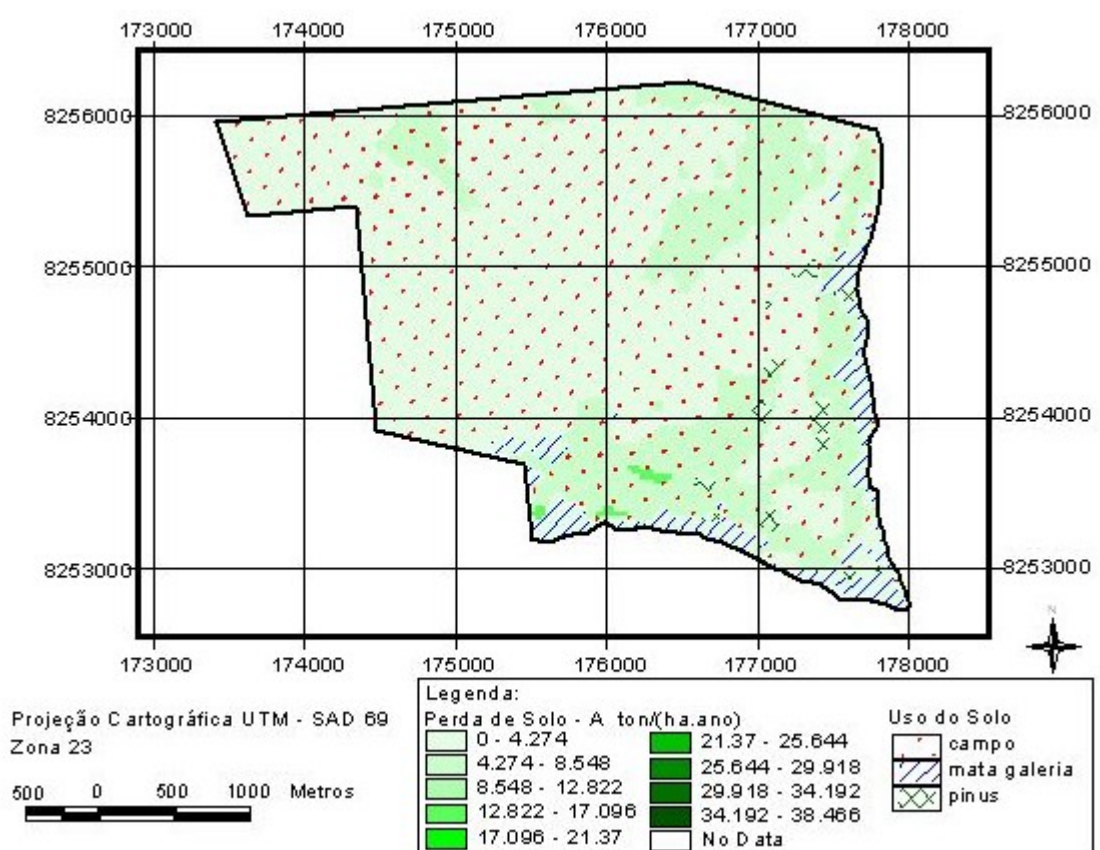


Figura 47 – Perda de Solo por erosão laminar para a Flona de Brasília – Área 1.

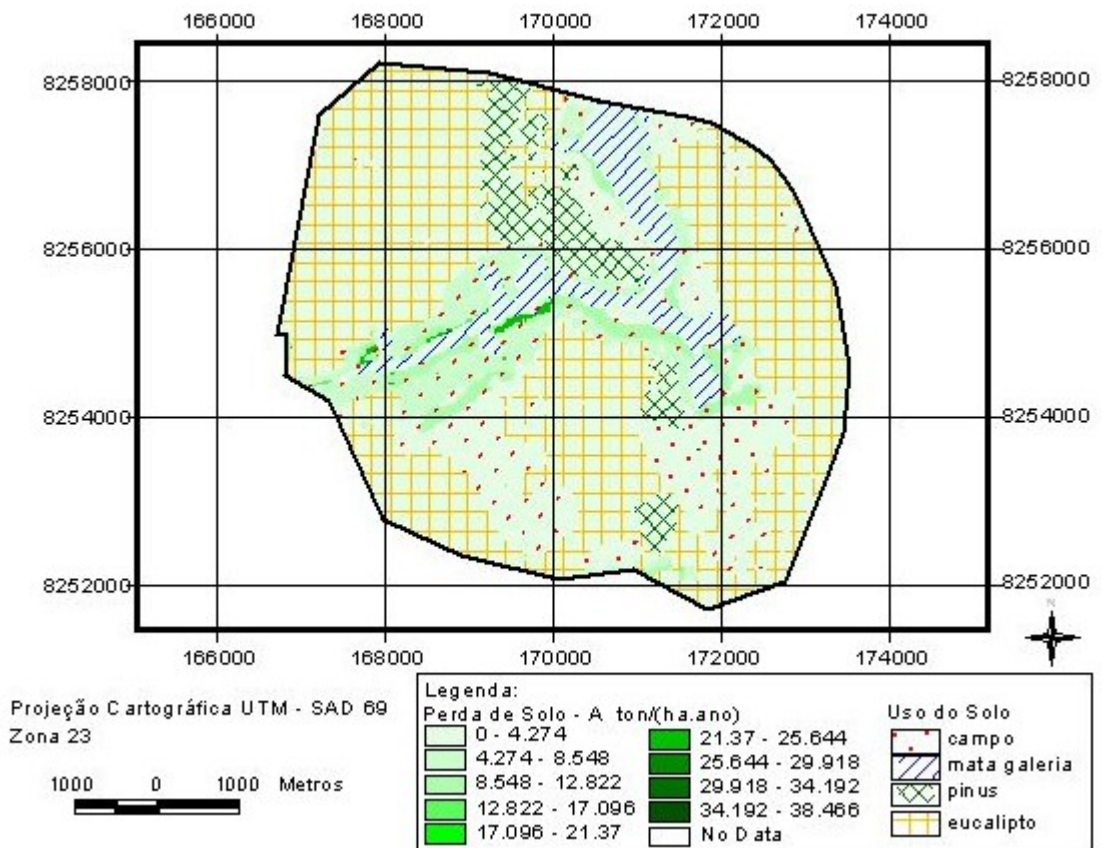


Figura 48 – Perda de Solo por erosão laminar para a Flona de Brasília – Área 2.

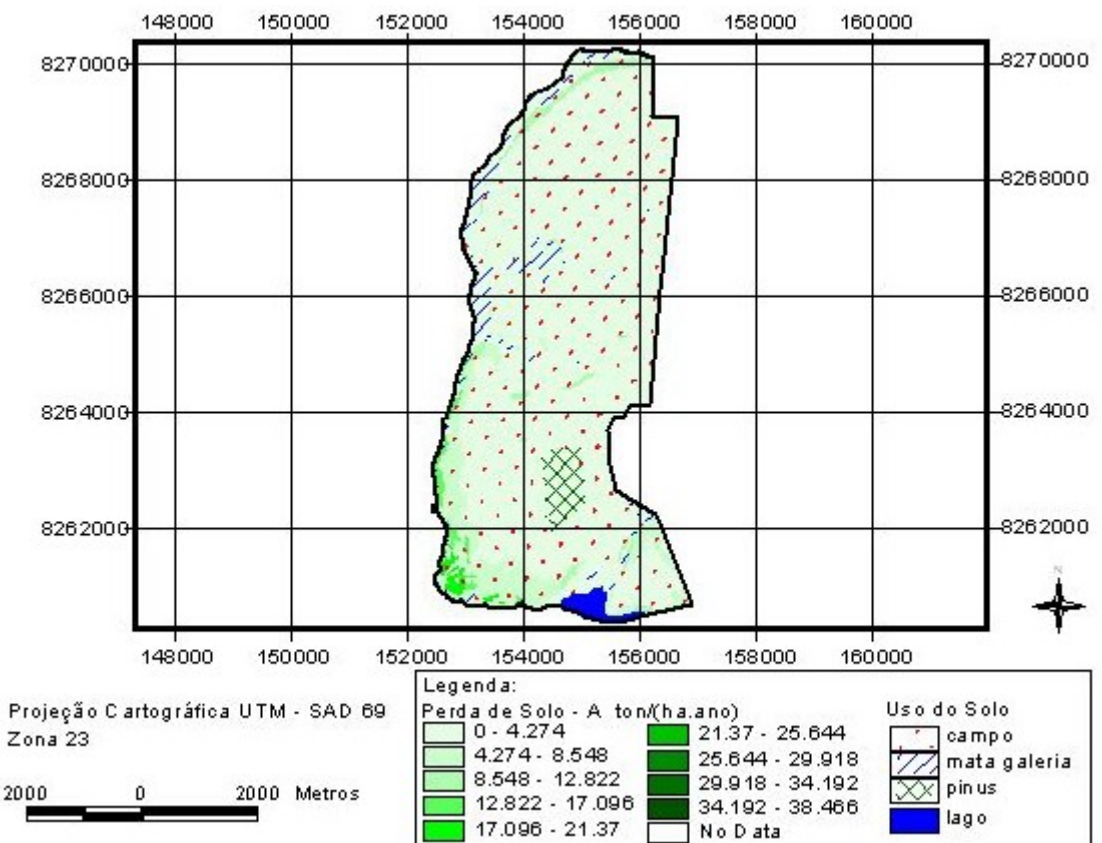


Figura 49 – Perda de Solo por erosão laminar para a Flona de Brasília – Área 3.

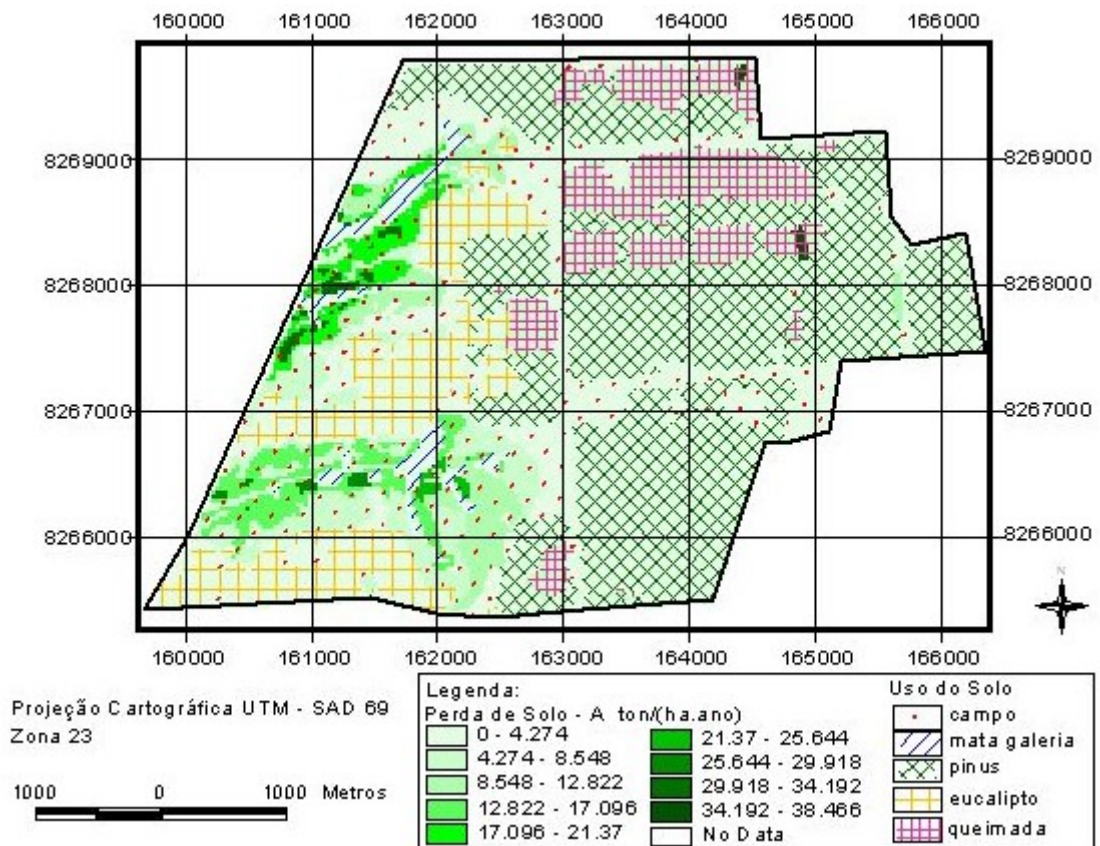


Figura 50 – Perda de Solo por erosão laminar para a Flona de Brasília – Área 4.

Os valores mínimos, máximos e médios de Perda Potencial por Erosão Laminar, obtidos para cada área da Flona, são expostos na Tabela 27.

Tabela 27 - Valores mínimos, máximos e médios de Perda Potencial por Erosão Laminar, para a Flona de Brasília.

Flona	Perda Potencial por Erosão Laminar – A ton/(ha.ano)		
	Mínimo	Máximo	Médio
Área 1	0,00195	16,82238	2,6100159
Área 2	0,00208	23,10366	1,0044351
Área 3	0,00000	23,65518	2,1301904
Área 4	0,00223	38,46628	2,9446613

Conforme pode ser observado na Tabela 27, as maiores taxas de perda potencial por erosão laminar do solo foram encontradas na área 4, que também apresentou a maior taxa média de perda. As áreas de campo apresentaram maiores taxas de perda, e na área 4, também foram observadas grandes taxas em áreas de queimada.

Os valores de perda potencial por erosão laminar foram similares aos observados por Ramos (2002) para a Área de Proteção Ambiental – APA da Bacia do Rio Bartolomeu – DF.

5.9 TOLERÂNCIA DOS SOLOS A PERDA POR EROSÃO LAMINAR

Foram obtidos os mapas de perda de solos por erosão laminar menor ou maior que suas respectivas tolerâncias, representados nas Figuras 51 a 54.

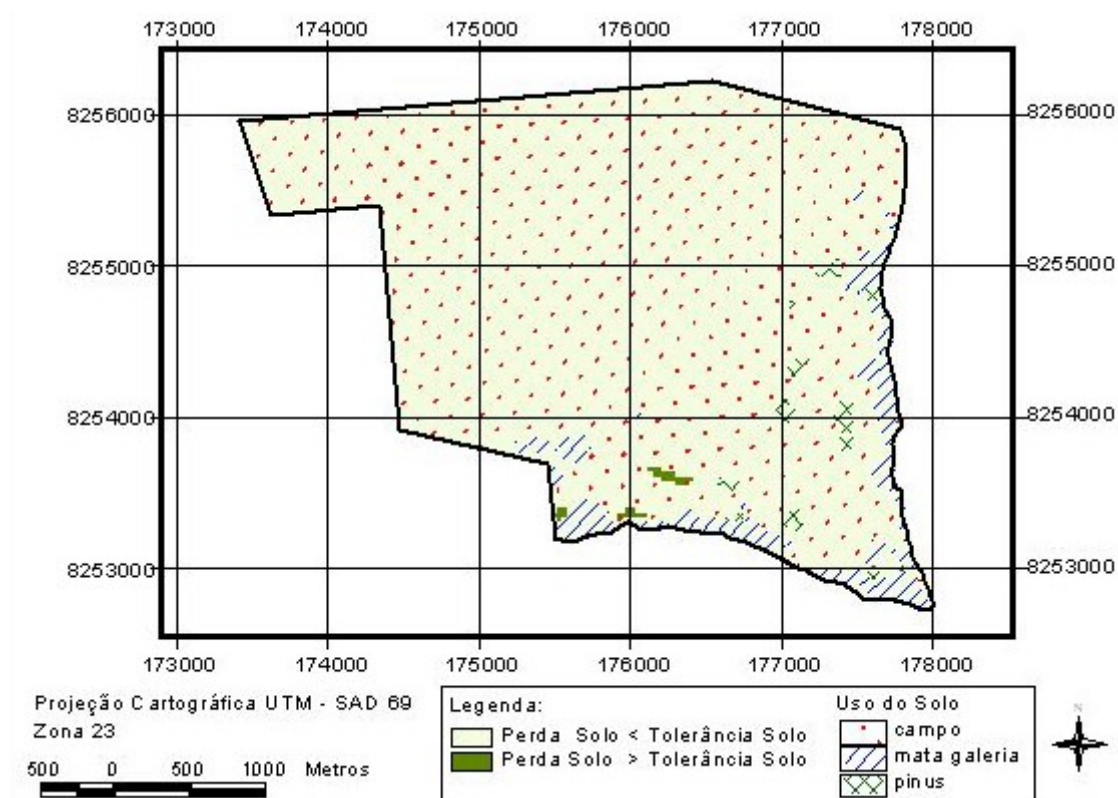


Figura 51 – Tolerância dos Solos a Perda por Erosão Laminar - Flona – Área 1.

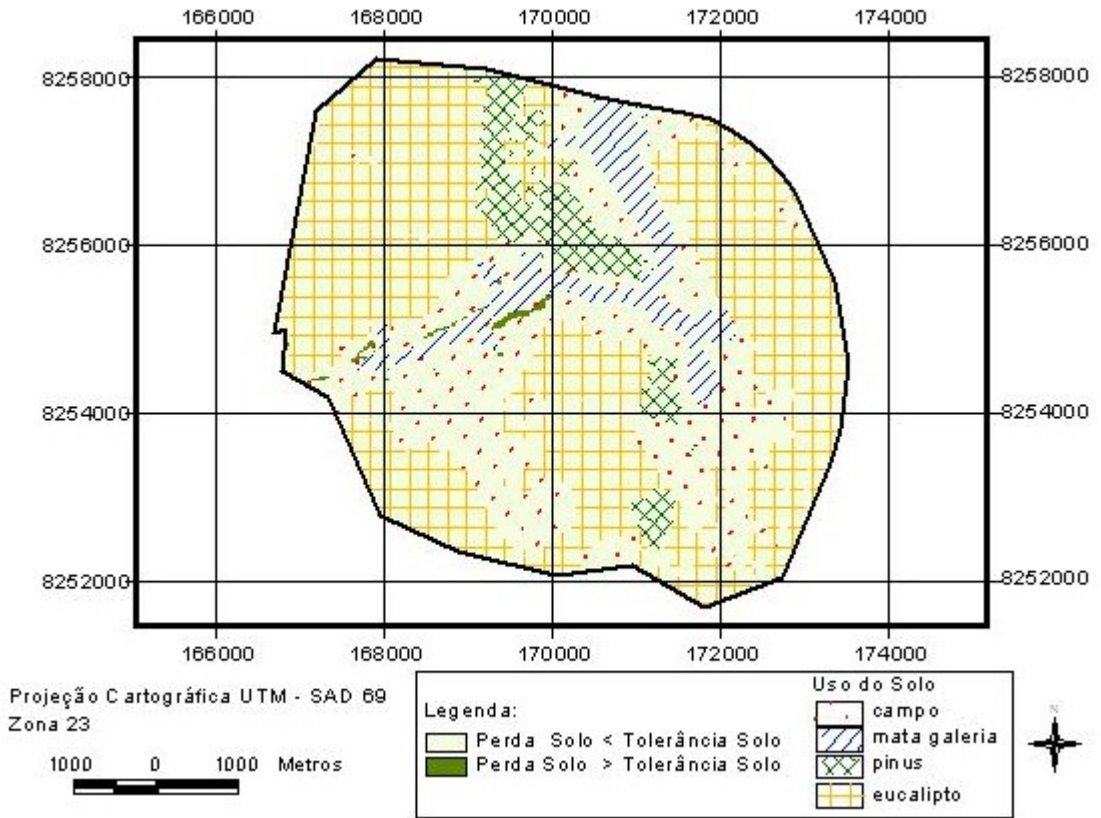


Figura 52 – Tolerância dos Solos a Perda por Erosão Laminar - Flona – Área 2.

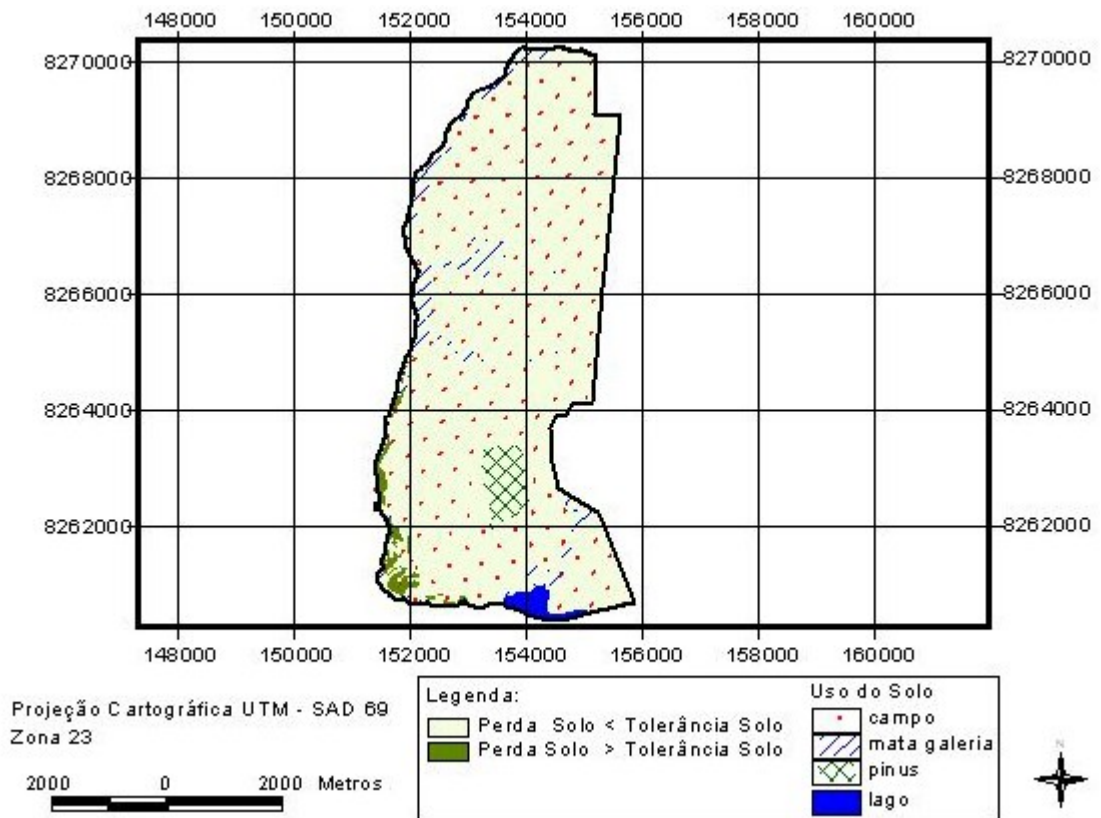


Figura 53 – Tolerância dos Solos a Perda por Erosão Laminar - Flona – Área 3.

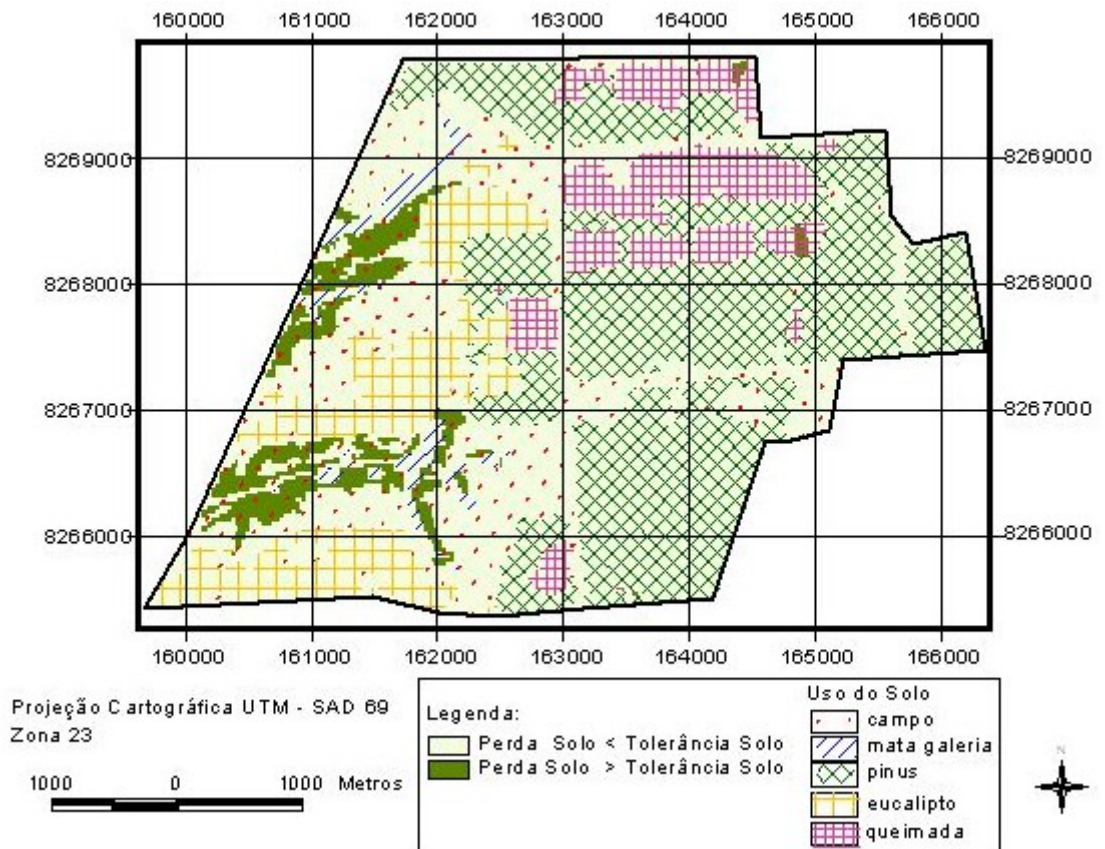


Figura 54 – Tolerância dos Solos a Perda por Erosão Laminar - Flona – Área 4.

A Tabela 28 expressa as áreas de perdas de solo maior e menor que suas respectivas tolerâncias, bem como o percentual em relação à área total, para cada área da Flona.

Tabela 28 – Perdas de solo em função de sua tolerância – Flona de Brasília.

Flona	Tolerância a Perda de Solo ton/(ha.ano)			
	Perda de Solo < Tolerância		Perda de Solo > Tolerância	
	Área (ha)	%	Área (ha)	%
Área 1	992,37	99,69	3,06	0,31
Área 2	3341,40	99,65	11,70	0,35
Área 3	3022,56	98,49	46,41	1,51
Área 4	1812,51	93,97	116,27	6,03
Total	9168,84	98,10	177,44	1,90

Conforme pode ser observado na Tabela 28, em praticamente todos os locais da Flona a perda de solo está abaixo dos seus limites de tolerância. As

maiores áreas de perda de solo acima de sua tolerância foram verificadas na área 4 (116,27 ha) e na área 3 (46,41 ha).

Com exceção da área 4, onde também foram verificadas perdas em áreas de queimada, todas as perdas de solo acima de sua capacidade de tolerância estão localizadas em áreas de campo.

5.10 COMPARAÇÃO ENTRE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE ATUAIS X ASPECTOS LEGAIS

Os mapas que expressam os locais considerados, sob o aspecto da legislação vigente, como Áreas de Preservação Permanente que não possuem uma cobertura vegetal do tipo floresta, encontram-se representados nas Figuras 55 a 58.

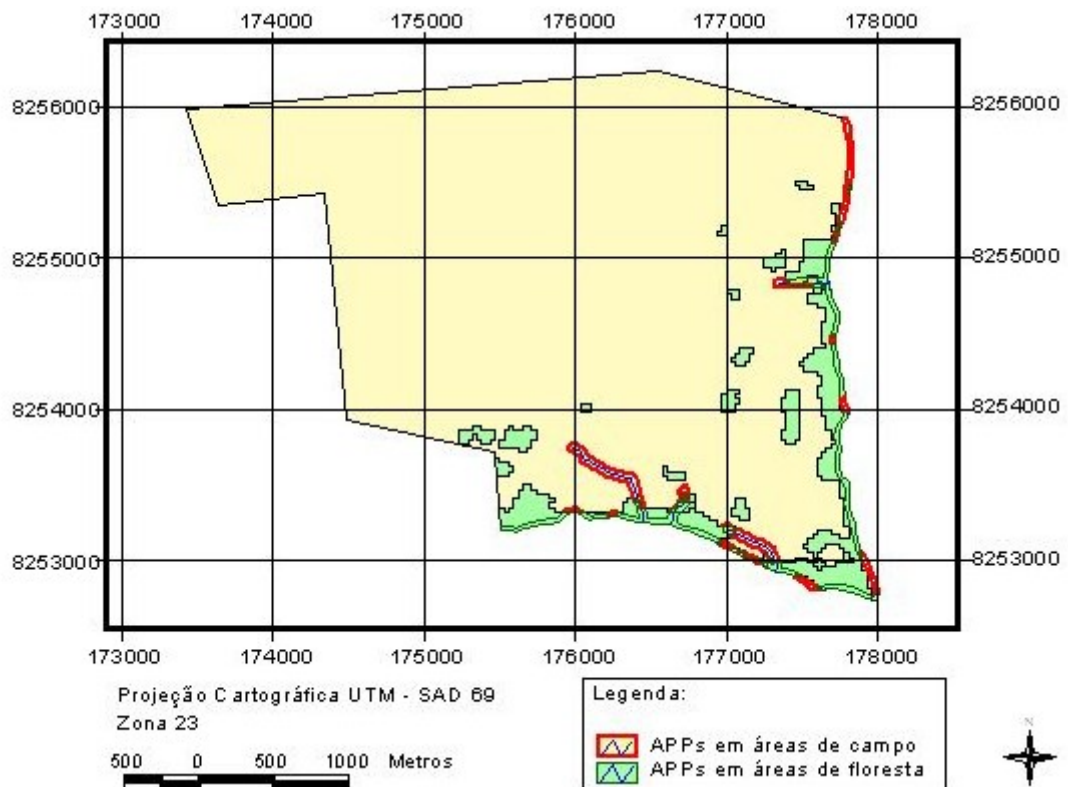


Figura 55 – Uso irregular de Áreas de Preservação Permanente - Flona - Área 1.

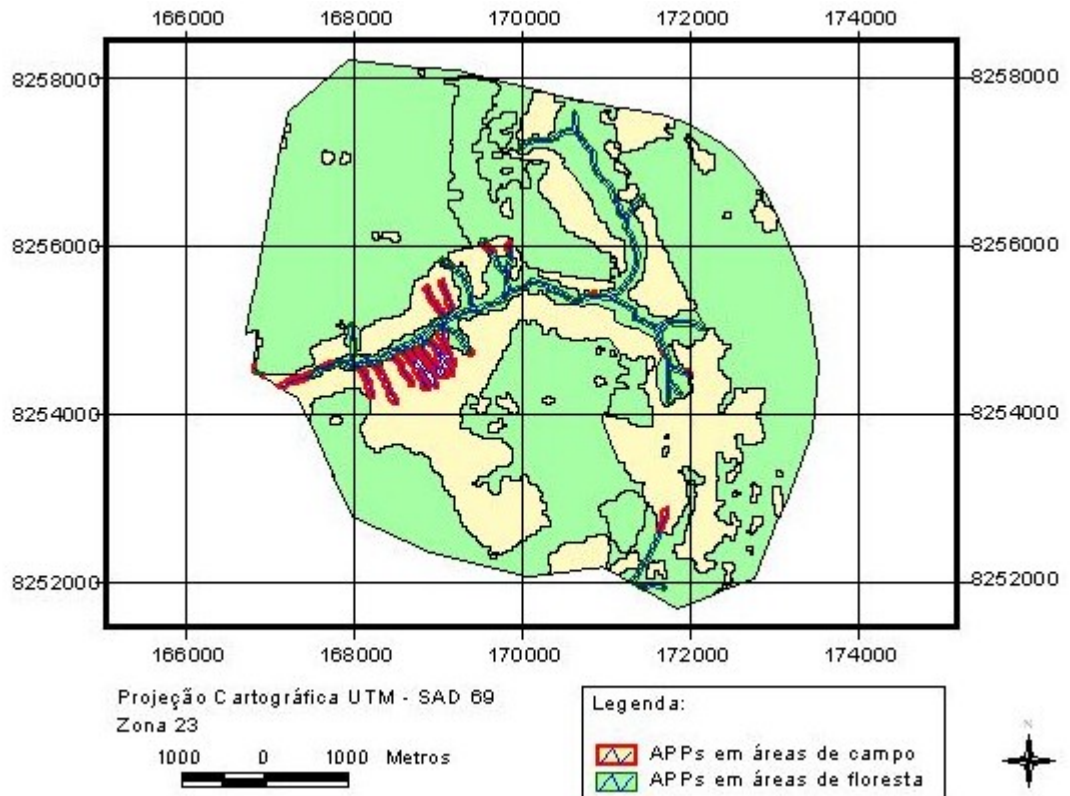


Figura 56 – Uso irregular de Áreas de Preservação Permanente - Flona - Área 2.

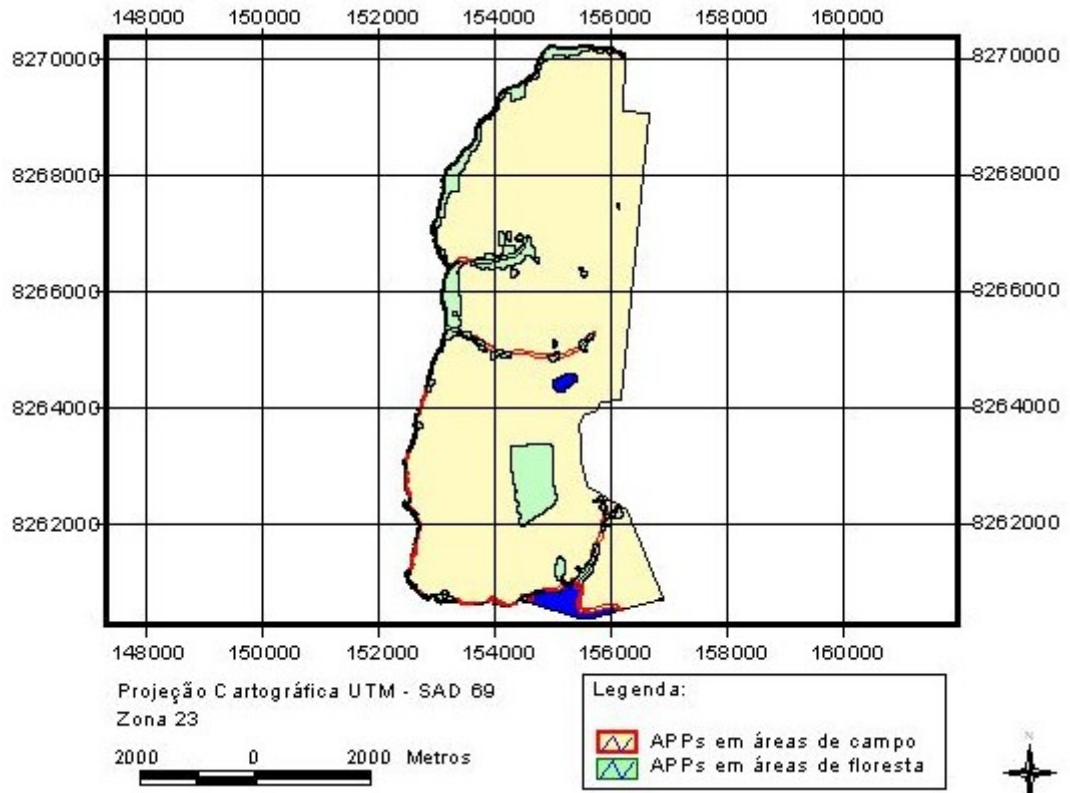


Figura 57 – Uso irregular de Áreas de Preservação Permanente - Flona - Área 3.

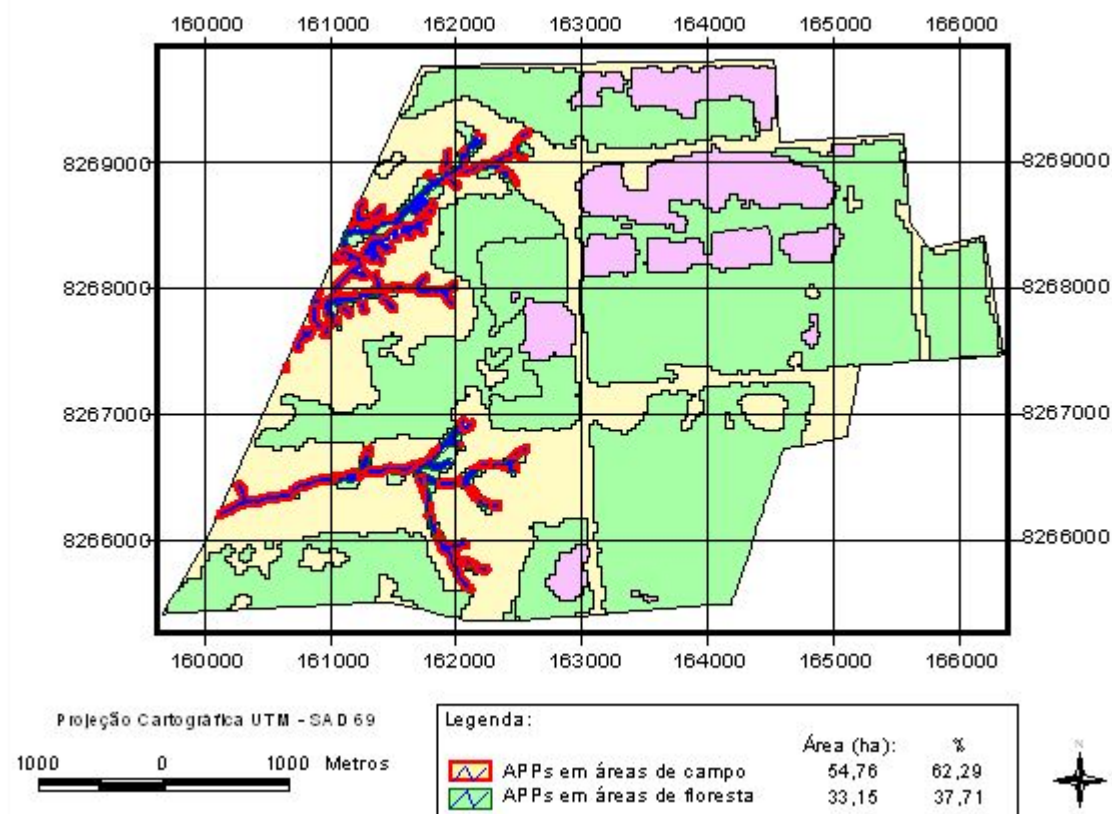


Figura 58 – Uso irregular de Áreas de Preservação Permanente - Flona - Área 4.

A Tabela 29 expressa o uso de solo em áreas consideradas, sob o aspecto legal, como de Preservação Permanente, para cada área da Flona de Brasília.

Tabela 29 – Uso Irregular de APPs – Flona de Brasília.

	Área de Preservação Permanente					
	Floresta		Campo		Total	
	Área (ha)	%	Área (ha)	%	Área (ha)	%
Área 1	16,40	57,52	12,11	42,48	28,51	100
Área 2	86,37	69,36	38,16	30,64	124,53	100
Área 3	59,21	62,75	35,15	37,15	94,36	100
Área 4	33,15	37,71	54,76	62,29	87,91	100
Total	195,13	58,19	140,18	41,81	335,31	100

Conforme pode ser observado na Tabela 29, 58,19% (195,13 ha) das áreas consideradas de preservação permanente possuem uma cobertura vegetal do tipo floresta, enquanto que 41,81% (140,18 ha) possuem uma cobertura vegetal do tipo campo.

5.11 ZONEAMENTO FLORESTAL DA FLONA DE BRASÍLIA EM FUNÇÃO DAS PERDAS DE SOLOS SOB DIFERENTES FORMAS DE MANEJO FLORESTAL

Os mapas que expressam a área disponível para reflorestamento bem como para as diferentes formas de manejo florestal – corte raso e corte seletivo, que podem ser adotadas para a Flona de Brasília, sem comprometimento do solo em relação às perdas por erosão laminar, encontram-se representados nas Figuras 59 a 62.

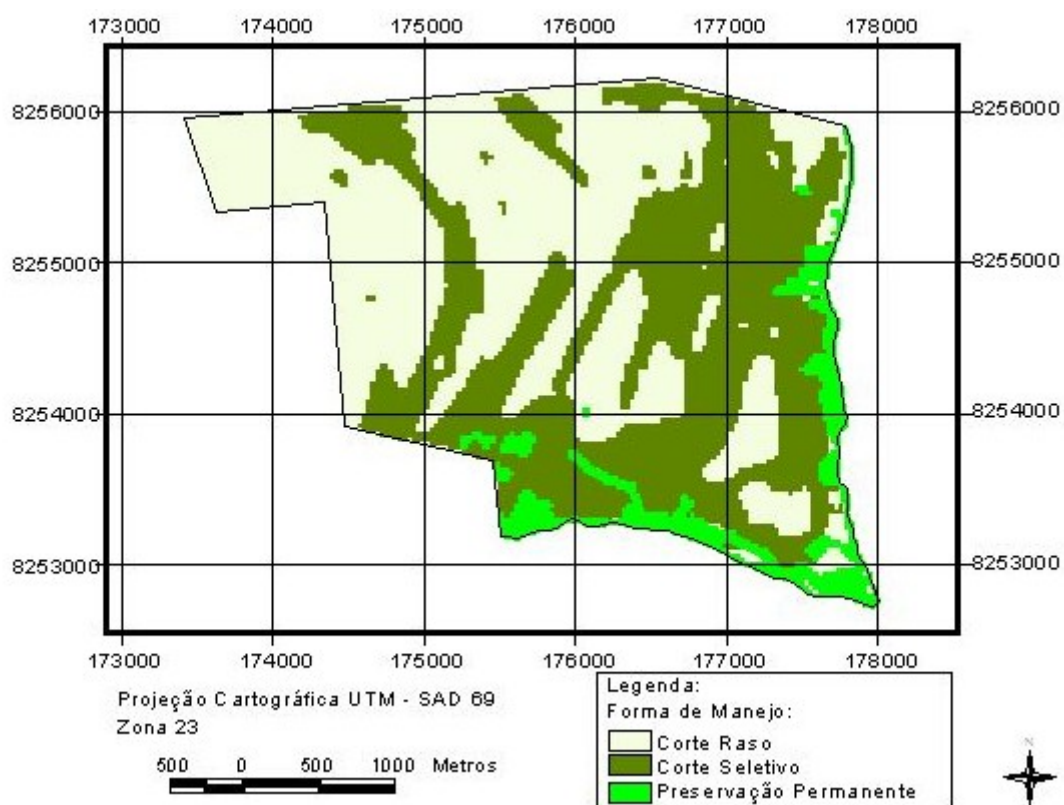


Figura 59 – Área Disponível para reflorestamento e forma de Manejo Florestal para a Flona de Brasília – Área 1.

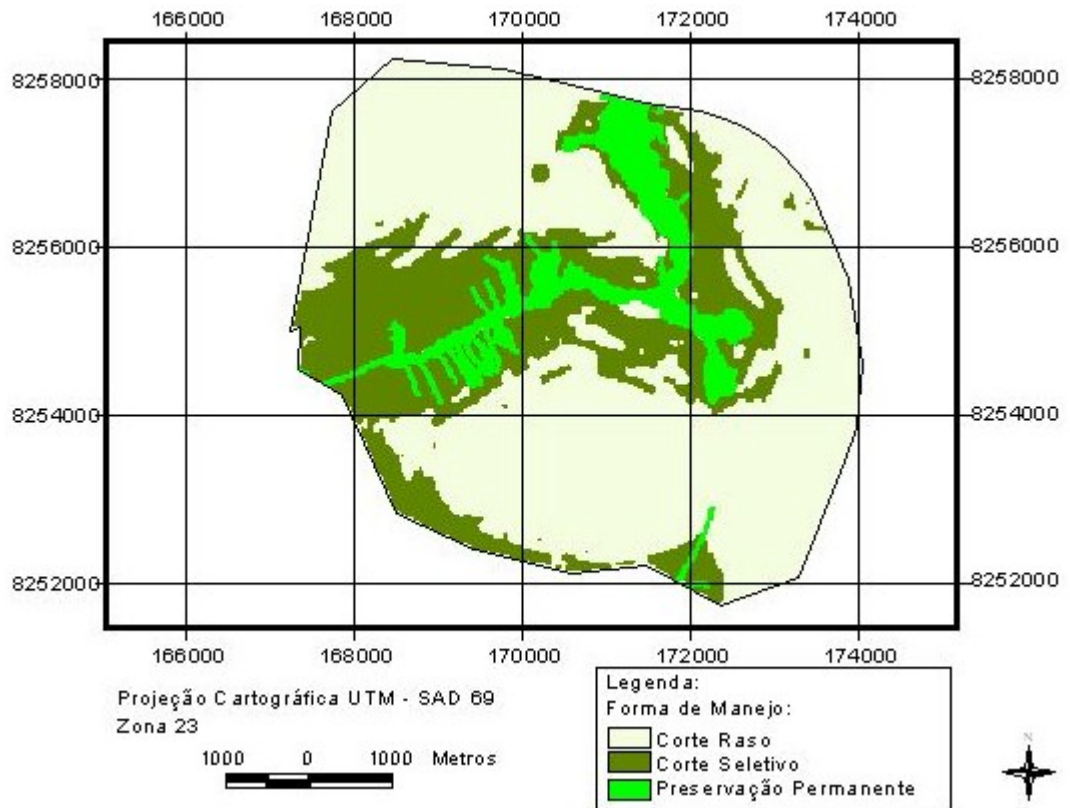


Figura 60 – Área Disponível para reflorestamento e forma de Manejo Florestal para a Flona de Brasília – Área 2.

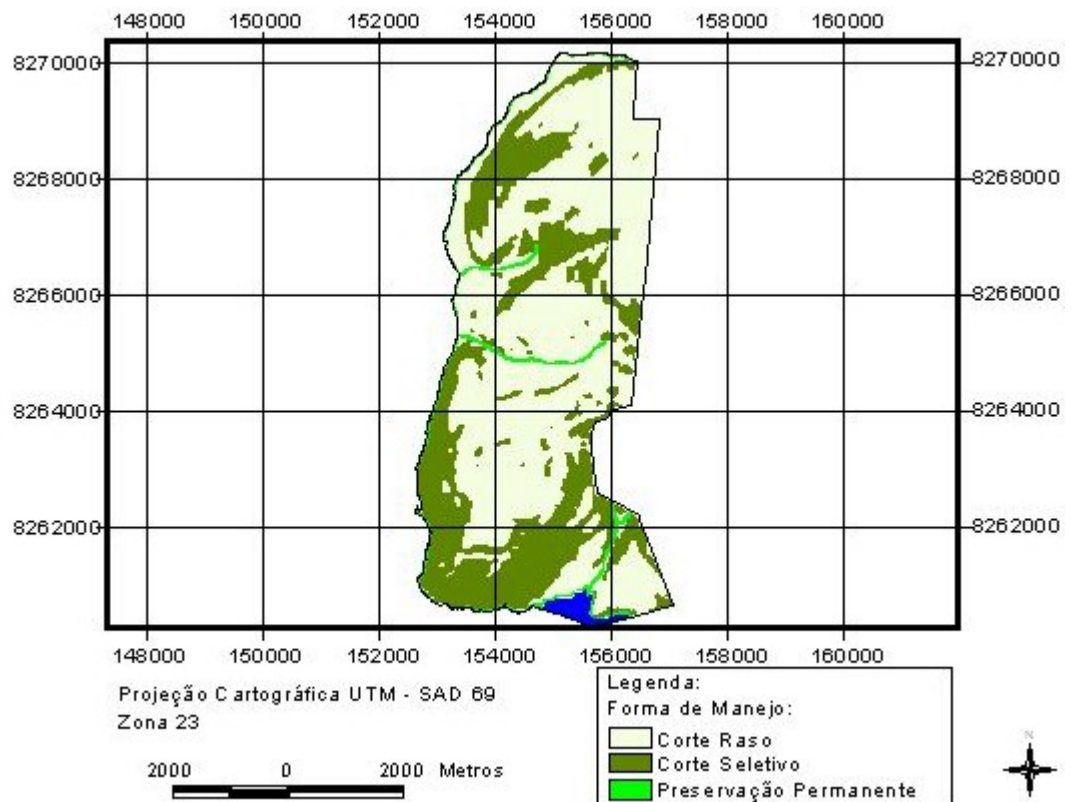


Figura 61 – Área Disponível para reflorestamento e forma de Manejo Florestal para a Flona de Brasília – Área 3.

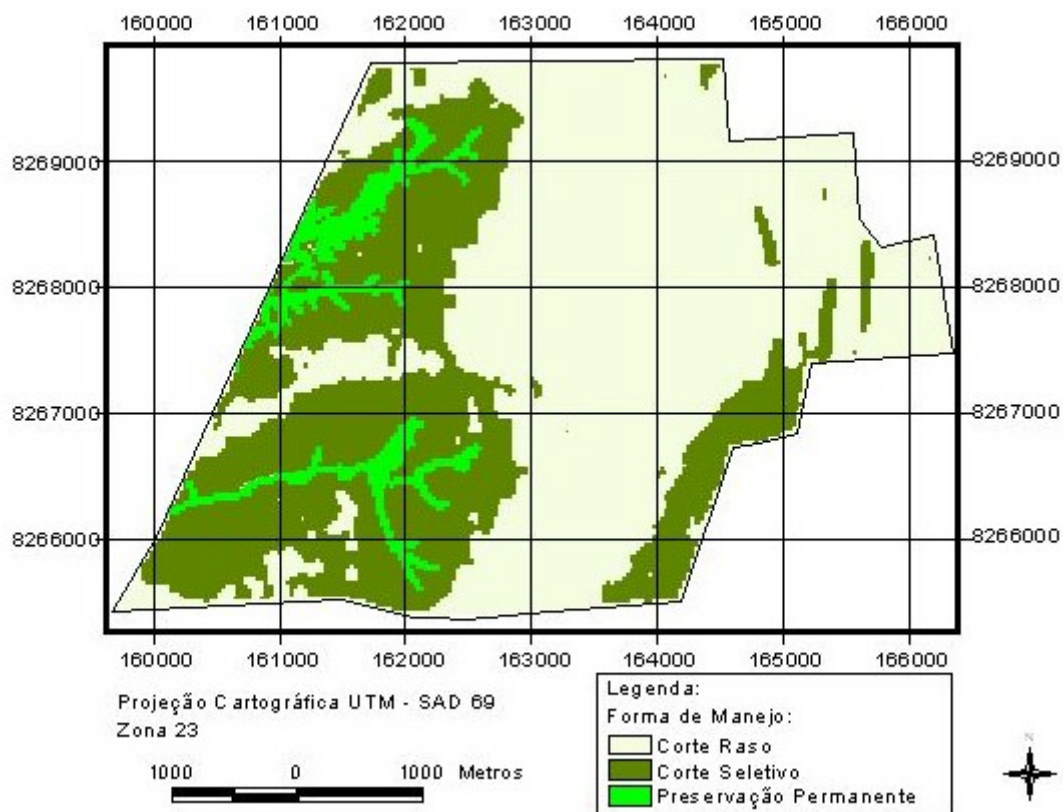


Figura 62 – Área Disponível para reflorestamento e forma de Manejo Florestal para a Flona de Brasília – Área 4.

A Tabela 30 expressa a área disponível para reflorestamento e para cada forma de manejo florestal a ser adotada, descontadas as áreas consideradas de Preservação Permanente sob o aspecto legal, as “matas de galeria” e os lagos identificados através da classificação da imagem de satélite, para cada área da Flona de Brasília.

Tabela 30 – Área disponível para reflorestamento e Forma de Manejo Florestal – Flona de Brasília.

	Forma de Manejo Florestal				Áreas de APPs	
	Corte Raso		Corte Seletivo		Mata de Galeria e Lagos	
	Área (ha)	%	Área (ha)	%	Área (ha)	%
Área 1	468,29	47,04	449,79	45,19	77,35	7,77
Área 2	2106,36	62,82	927,18	27,65	319,56	9,53
Área 3	1928,20	62,83	1010,09	32,92	130,68	4,25
Área 4	1139,63	59,09	683,28	35,42	105,87	5,49
Total	5642,48	60,37	3070,34	32,85	633,46	6,78

Conforme pode ser observado na Tabela 30, a Flona de Brasília possui 8712,82 hectares (93,22%) disponíveis para a implantação de floresta, destes 5642,48 hectares (60,37%) podem ser manejados a corte raso e 3070,34 hectares (32,85%) devem ser manejados a corte seletivo, para que não haja comprometimento do solo devido às perdas por erosão laminar. As áreas de as matas nativas já existentes, os lagos e as áreas consideradas de Preservação Permanente sob o aspecto legal, somam 633,46 hectares (6,78%).

6 CONCLUSÕES

Através do presente estudo pôde-se comprovar a viabilidade da utilização de técnicas de geoprocessamento associadas a imagens de satélites como instrumentos de metodologias para zonestar e diagnosticar os impactos ambientais ocasionados em Florestas Nacionais.

A aplicação da USLE e PNE por meio de Sistema de Informação Geográfica permitiu identificar as perdas de solo natural e atual, como também prever e criar cenários futuros.

A utilização de imagem de satélite Landsat ETM+ permitiu identificar e mapear com precisão as classes de uso de solo, inclusive quantificar as áreas de ocupação e uso para cada classe. O algoritmo da Distância de Mahalanobis mostrou-se ser eficiente na classificação da imagem, obtendo-se uma boa homogeneização entre as classes de uso e ocupação do solo.

Os resultados da pesquisa indicam que a área passível de implantação de florestas na Flona de Brasília é 8.712,82 hectares. Destes, 5.642,48 hectares (60,37%) podem ser manejados a corte raso e 3.070,34 hectares (32,85%) devem ser manejados a corte seletivo, para que não haja comprometimento do solo devido às perdas por erosão laminar.

As áreas consideradas de Preservação Permanente sob o aspecto da legislação vigente e do uso atual (matas de galeria e lagos) somam 633,46 hectares, representando 6,78% da área total da Flona. Destes, 140,18 hectares apresentam uma cobertura vegetal do tipo campo e devem ser recuperados e convertidos em áreas com cobertura vegetal do tipo floresta, a fim de adequar-se a legislação vigente como também minimizar os processos erosivos que possam comprometer os cursos d'água.

Os locais que atualmente apresentam uma taxa de perda de solo maior que sua respectiva tolerância somam 177,44 hectares, representando 1,90% da área total da Flona. Estes locais devem ser imediatamente recuperados, com a implantação de espécies florestais.

Por fim, para que a Floresta Nacional de Brasília cumpra seus objetivos finalísticos, deve-se buscar a conversão das áreas de campo e queimada em áreas de cobertura vegetal do tipo floresta, visando a produção florestal como também a diminuição nas taxas de perda de solo por erosão laminar.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLABY, M. **The Environment – Macmillan Dictionary of the Environment.** London, 1998. 423 p., 3^o Edition.
- ALMEIDA, F.F.M. ; HASUI, Y. **O Pré-Cambriano do Brasil.** São Paulo, 1984. 501 p.
- ANDRADE, F.S. **Uso de Sistemas de Informação Geográfica na Identificação de Áreas Potenciais para a Instalação de Aterros Sanitários no Distrito Federal.** Dissertação de Mestrado. Instituto de Geociências , Universidade de Brasília – Brasília, 1999.
- ASSAD, E.D.; SANO, E.E. **Sistemas de Informações Geográficas: Aplicações na Agricultura.** EMBRAPA - Brasília, 1998. 434 p., 2^o Edição.
- BAPTISTA, G.M.M. **Diagnóstico Ambiental da Perda Laminar de Solo, no Distrito Federal, por meio de Geoprocessamento.** Dissertação de Mestrado. Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Brasília – Brasília, 1997.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do Solo.** São Paulo, 1993. 355p., 3^o Edição.
- CAESB – Índices Pluviométricos verificados para o Distrito Federal. Companhia de Água e Esgotos de Brasília, 2002.
- CHAVES, H.M.L. **Estimativa da Erosão Atual e Potencial no Vale do São Francisco.** CODEVASF, FAO. Brasília, 1994.
- CODEPLAN. **Atlas do Distrito Federal.** Governo do Distrito Federal. Brasília, 1984. 1^o Edição.
- CODEPLAN. **Sistema Cartográfico do Distrito Federal – SICAD.** Cartas planialtimétricas em formato vetorial, nas escala 1:10.000, do Sistema Cartográfico do Distrito Federal, com informações sobre sistema viário, hidrografia, hipsometria, áreas urbanas. Brasília, 1991.
- CROSTA, A.P. **Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto** - UNICAMP – Campinas, 1993. 170p.
- DECRETO DE 10 DE JUNHO DE 1999. **Cria a Floresta Nacional de Brasília.** D.O.U. Brasília, 10/06/1999.
- EMBRAPA - **Levantamento de reconhecimento dos solos do Distrito Federal.** Boletim Técnico, nº 53, SNLCS, Rio de Janeiro, 1978. 455 p.

- ERDAS - **ERDAS FIELD GUIDE**. United States of America, 1995. 628 p., 3^o Edition.
- ESRI a - **ArcView GIS 3.2 - Using the ArcView Gis**. CA, USA, 1996. 346 p.
- ESRI b - **ArcView Spatial Analyst - Using the ArcView Spatial Analyst**. CA, USA, 1996. 148 p.
- FERNANDEZ, G.A.V. **Análise da erosão do Solo usando a EUPS, através de técnicas de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento**. Dissertação de Mestrado, INPE, São José dos Campos, 1996.
- FINGER, C.A.G. **Fundamentos de Biometria Florestal**. UFSM/CEPEF/FATEC. Santa Maria, 1992. 269 p.
- FITZ, P.R. **Metodologia para a Realização de Zoneamentos de Culturas Diversas Utilizando as Técnicas de Geoprocessamento - Um Exemplo de Caso: O Trigo no Estado do Rio Grande do Sul**. Boletim Gaúcho de Geografia nº 25 - Porto Alegre, 1999. p. 167-182.
- FONTANA, D.C.; WEBER, E.; DUCATI, J.; FIGUEIREDO, D.C.; BERLATO, M.A.; BERGAMASCHI, H. **Previsão da safra de soja no Brasil: 1999/2000**. In: XII CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 2001, Fortaleza. Anais. São Paulo: SBA, 2001.v. 2, p. 585-586.
- FOSTER, G.R.; McCOOL, D.K.; RENARD, K.G.; MOLDENHAUER, W.C. **Coverision of the universal soil loss equation to SI metric units**. Journal of Soil and Water Cons., Ankeney, Iowa. 36 (6), 1981. p.355-359.
- GOLFARI, L. **Esquema de Zoneamento Ecológico Florestal para o Brasil**. Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal – IBDF. Brasília, 1974. 10 p.
- KOK, K.; CLAVAU, M.B.W.; HEEREBOUT, W.M.; BRONSVELD, K. **Land degradation and land cover change detection using low-resolution satellite images and the CORINE database: a case study in Spain**. ITC Journal, 1995 (3). p. 217-228.
- KOZCIAK, S.; ROSTIROLLA, S. P.; FIORI, A. P. **Análise comparativa entre métodos de interpolação para construção de modelos numéricos do terreno**. Universidade Federal do Paraná. Dep. de Geologia. Boletim Paranaense de Geociências, n.47, 1999. p 19-30.
- LEI 4.771 de 15/09/1965. **Código Florestal**. (On Line). Available: <http://www.ipef.br/legislação> - Acessado em 20/08/2003.

- LEI 9.985 de 18/07/2000. **Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza.** (On Line). Available: <http://www.ipef.br/legislação> - Acessado em 20/08/2003.
- LOMBARDI NETO, F.; 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, 3., Recife, 1980. Anais...fl.13.
- MARINI, O.J. ; FUCK, R.A. **Atas do I Simpósio de Geologia do Centro - Oeste – SBG.** Goiânia, 1981. p. 716-745.
- MEDEIROS, J.S.; CAMARA, G. **Princípios básicos em Geoprocessamento.** In: Sistemas de Informações Geográficas: Aplicações na Agricultura. (ASSAD, E.D.; SANO, E.E.). EMBRAPA - Brasília, 1998. 434 p., 2º Edição.
- MENESES, P.R.; MADEIRA NETO, J.S. **Sensoriamento Remoto: Reflectância dos Alvos Naturais.** Ed. Universidade de Brasília – Unb; Embrapa Cerrados. Brasília, 2001. 262 p.
- MORAES NOVO, F.M.L. **Sensoriamento Remoto Princípios e Aplicações.** São Paulo, 1998. 297p., 2º Edição.
- MORAES, J.F.L.; VALERIANO, M.M.; TAVARES, A.F.C.; FILHO, A.F.; CARNEIRO, A.; FILHO, S.S. **Técnicas de Geoprocessamento na Definição de Diretrizes de Políticas Públicas para Fins de Planejamento Agroambiental.** X Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Foz do Iguaçu, 2001. In: Cd.
- MOREIRA, M.A. **Fundamentos do Sensoriamento Remoto e Metodologias de Aplicação.** Universidade Federal de Viçosa, 2003, 307 p., 2º Edição.
- MOURA, M.C. de; FONTES, A.A.; RIBEIRO, C.A.A.S. **Determinação da Melhor Rota para Coleta Seletiva de Lixo no Campus da Universidade Federal de Viçosa utilizando Sistemas de Informações Geográficas.** X Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Foz do Iguaçu, 2001. In:Cd.
- NASA - National Aeronautics and Space Administration. **The Landsat Program.** (On Line). Available: <http://landsat.gsfc.nasa.gov/project/L7 Specifications.html> - Acessado em 30/09/2003.
- NETO, A.S.; BRITES, R.S.; SOARES, V.P.; RIBEIRO, J.C. **Subsídios para Elaboração do Plano de Manejo do Parque Grande Sertão Veredas por meio de um Sistema de Informações Geográficas.** X Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Foz do Iguaçu, 2001. In: Cd

- OGAWA, H.Y.; NOFFS, M.S.; NEGREIROS, O. C.; MORAES, A. L. **Emprego do Sistema Cartográfico para Zoneamento do Uso do Solo**. Revista da Sociedade Brasileira de Silvicultura - SBS - São Paulo, 1983. p. 103-105.
- RAMOS, P.C. **Mapeamento das Áreas Indicativas da Degradação na APA da Bacia do Rio São Bartolomeu – DF, utilizando técnicas de Geoprocessamento**. Dissertação de Mestrado. Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília – Brasília, 2002.
- RESOLUÇÃO Nº 303 CONAMA de 20/03/2002. **Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente**. (On Line). Available: <http://www.ipef.br/legislação> - Acessado em 20/08/2003.
- RICHARDS, J.A. **Remote Sensing Digital Image Analysis**. University of New South Wales. Australia, 1986. 281 p.
- SPRING **Modelagem, Análise e Consulta Espacial**. Volume 3. NetGis – Geoprocessamento e Informática Ltda. São José dos Campos, 1998.
- STEFFEN, C.A.; MORAES, E.C. **Radiometria Óptica Espectral**. In: VII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 1996.
- 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**. 4º Simpósio Nacional de Controle de Erosão. In: Anais. Marília, 1987. Vol.1, p. 105-135.
- STELLFELD, M.C.; FIORI, A.P. **SIG e Análise Multitemporal da Folha Ribeirão Taquaruçu, Pantanal – MS**. Universidade Federal do Paraná. Dep. de Geologia. Boletim Paranaense de Geociências, n.47, 1999. p 73-88.
- SZMUCHROWSKI, M.A.; MARTINS, I.C.M. **Geoprocessamento para a Indicação de corredores ecológicos Interligando os fragmentos de florestais e áreas de proteção ambiental no Município de Palmas – TO**. X Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Foz do Iguaçu, 2001. In:Cd.
- VETTORAZZI, C.A.; FERRAZ, F.B.; FERRAZ, S.B. **I Curso Introductório sobre Geotecnologias Aplicadas à Gestão Ambiental**. IPEF/ESALQ/USP - Piracicaba, 2000. 97 p.
- WERLANG, M.K.; STRIEDER, I.T. **Aplicação da Equação Universal de Perdas de Solo (USLE) na Folha Topográfica de São Pedro do Sul – RS**. Ciclo de Atualização Florestal do Cone-Sul. Santa Maria, 1999. p. 194-200.
- WISCHMEIER, W.H. **A rainfall erosion index for a univesal soil-loss equation**. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. (23)-23, 1959. p. 246-249.

WISCHMEIER, W.H.; JOHNSON, C.B.; CROSS, B.V. **A soil erodibility nomograph farmland and construction sites.** Journal of Soil and Water Cons., v.26, 1971. p.189-193.

WISCHMEIER, W.H.; SMITH, D.D. **Predicting rainfall erosion losses: a guide planning.** Agr. Handbook, n.537, 1978. 58p.

ANEXOS

Anexo A: Média dos Totais Mensais e Anuais de Precipitação (mm) da CAESB - Estação: Área Alfa

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
1982	407,2	35,6	322,2	71,6	122	0	0	6,8	56	142,4	73,8	179	1416,6
1983	426	297,2	343	141,2	58	0	23,6	0	45,6	171,6	334	255,5	2095,7
1984	134	97,4	145,2	88,4	4	0	0	53,8	87,1	85,1	101,1	202,7	998,8
1985	271,1	154,4	169,4	83,3	55,4	0	0	1,2	70,4	128,4	55,1	83	1071,7
1986	115,2	109	177,7	41,6	16	0	41	39	5,1	93	115,4	154,1	907,1
1987	91	79,4	154,3	231,2	13,4	1	0	0,2	62,6	55,3	244,8	153,6	1086,8
1988	161,5	224,7	103,9	148,6	4,2	19,1	0	0	8,2	271,2	128,1	182,5	1252
1989	98,4	160	100,3	36,8	0	36	13	23,8	81,7	124,6	449,8	351,9	1476,3
1990	167,2	142,9	77,8	72,5	103,2	0	12,4	16	143,1	121	148,2	176,1	1180,4
1991	160,9	352,4	257,2	108,1	25,3	0	0	0	50,4	62,3	322,4	317	1656
1992	235,2	272,1	86,4	162,2	27,3	0	0	60,3	85,9	196,8	385,4	225,9	1737,5
1993	99,2	314,7	111,4	143,6	37,2	9,2	0	32,1	47,3	73,5	129,6	401,3	1399,1
1994	330,5	84,6	391,6	142,1	26,3	22,4	6	0	0	32,3	218,5	389,1	1643,4
1995	155,8	178,8	244,6	233	34,3	0	0	0	10,3	131,4	340,8	164,7	1493,7
1996	93,5	137,6	186,3	48,4	100	0	0	39,3	8,3	43,5	277,7	285,4	1220
1997	255,7	89,8	333,4	62,8	74,2	9,7	0	0	162,6	108,6	206,7	115,7	1419,2
1998	265,4	309,7	171,6	98,5	18,9	14,3	0	0	3,2	165,4	319	245,3	1611,3
1999	94	92	220,7	78,3	19,4	0	0	0	83,4	167,4	277,9	228,7	1261,8
2000	326	173,2	191,9	128,7	0	0	0	49,7	160,7	103,2	252,2	344,1	1729,7
2001	139,5	280,7	357,4	97	29	0	0	45,8	42,8	174,5	214,9	147,4	1529
MÉDIA	201,4	179,3	207,3	110,9	38,4	5,6	4,8	18,4	60,7	122,6	229,8	230,2	1409,3
R	1170,815	961,2653	1230,234	424,684	70,01237	2,64031	2,040919	20,04038	152,6026	503,4993	1465,258	1469,38	7472,5

Anexo B: Média dos Totais Mensais e Anuais de Precipitação (mm) da CAESB - Estação: Barreiro

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
1982	414,2	22,8	380,6	120,2	90,9	0	0	14,6	62,8	125,8	182,4	240,2	1654,5
1983	517,4	244,6	261,4	86,4	34,4	0	18,4	0	39,2	180,8	236,2	198,2	1817
1984	168	93,8	183,6	74,8	0	0	0	48,8	77,8	171,4	149,8	137	1105
1985	283,8	177,6	203,2	140,2	13,8	0	0	0	81,2	139	169,6	223,8	1432,2
1986	187,8	225,4	106,6	21,4	31,2	0,6	37,8	66,8	51,8	44	97,2	198,2	1068,8
1987	189,4	153	213,2	95,6	63,2	8,6	0	0	41,8	86	200,2	249,8	1300,8
1988	206	219,8	240,6	164,6	0	17,2	0	0	13,4	234	165,4	109,2	1370,2
1989	135,8	137,2	187,2	30,8	0	46	7,4	17,4	37,8	131,4	258,2	437	1426,2
1990	122,4	207,6	143,4	10,8	73,4	0	77,8	12	105	147	122	200,4	1221,8
1991	290,2	229,1	432,8	135,6	0	0	0	0	36,6	80,2	252,7	256,4	1713,6
1992	423	273,6	118,6	144	0,6	0	0	13,4	90,4	175,9	540,8	328,8	2109,1
1993	201	365	25,8	124	16	14,6	0	29,4	25,2	59	143,6	297,6	1301,2
1994	170,2	60,4	324,4	117,2	24,6	28,8	3,2	0	0	123	235	219	1305,8
1995	151,4	110,2	227,4	96	121,8	0	0	0	0	69,8	282,2	225,2	1284
1996	106,2	71,2	144,4	93,6	10,8	0	0	25,4	18,6	76,8	259,4	185,8	992,2
1997	214	55,4	386,2	115,2	70,2	20,8	0	0	54,8	65,4	140,8	137,8	1260,6
1998	140,6	202	103,4	131,4	53	3	0	5,6	0	128,8	284,8	196,4	1248
1999	100,8	50,2	167,2	31,2	4	0	0	0	37	170,4	238,2	281,8	1080,8
2000	218,6	208	163,2	33	0	0	4	37	110,6	77,2	242,8	247,6	1342
2001	73,6	148	275,4	14,8	22,4	0	2	19,6	33,6	118,2	182,4	191,4	1081,4
MÉDIA	215,7	162,7	214,4	89,0	31,5	7,0	7,5	14,5	45,9	120,2	219,2	228,0	1355,8
R	1360,279	842,5146	1346,48	302,2103	51,7004	3,986288	4,534881	13,81466	97,8981	503,3647	1397,632	1494,861	7419,3

Anexo C: Média dos Totais Mensais e Anuais de Precipitação (mm) da CAESB - Estação: Brazlândia

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
1982	388,6	132,6	308,4	85,6	55,2	0	0	53,2	96,5	200	123,5	276,6	1720,2
1983	373,6	311,2	291,2	104,9	25,5	0	25,6	0	33,4	183,1	385,8	272,4	2006,7
1984	147,1	173,8	166,6	118,8	3,5	0	0	51,7	71,3	153,6	89,3	217,5	1193,2
1985	431,5	115,3	231,6	138,4	28,7	0	1,6	0	40,9	195,8	142,9	402,4	1729,1
1986	213,4	131,3	115,2	76,7	55,5	0	4,8	38,4	36,6	141,4	135,8	273,3	1222,4
1987	95,3	142,1	323	92,3	17,2	2,1	0	0	64,3	120,7	358,4	328,7	1544,1
1988	139,6	280,2	384,5	183,1	0,3	10,5	0	0	3,2	221,5	205,3	300,2	1728,4
1989	313,7	250,9	189,4	117,6	0	19,7	21,8	35,7	99,3	201,1	172,6	648	2069,8
1990	139,4	177,1	62,6	116,9	65,1	0	72,9	18,1	94,9	117,5	220,2	143,2	1227,9
1991	241,2	141,6	307,6	137,8	10,8	0	0	0	46	55,6	205,2	302,6	1448,4
1992	343,4	327,8	120,7	341,1	0,5	9,8	0	42	115,2	163,4	338,8	454,8	2257,5
1993	135,2	275,3	179,2	86,2	60,9	8,8	0	69	58	82,4	127,9	417,6	1500,5
1994	375	222,7	430,2	117,6	77,2	26,8	2,2	0	2,2	70,4	243,5	181,3	1749,1
1995	154,7	205,4	261,5	229,6	76,5	0	0	0	10,8	43,2	216	394,9	1592,6
1996	68,2	54,8	183,7	46,6	52,3	0	0	84,5	24,3	154	318,4	132,3	1119,1
1997	333,4	95,6	312,2	128,6	64,5	33,4	0	0	62	44,5	183,4	179	1436,6
1998	268,1	200,9	203,2	26,5	3,1	3,7	0	8,6	2,8	109,8	303,4	117,5	1247,6
1999	221,6	119,2	299,3	41,6	16	5,9	0	0	76,8	230,9	346,3	284,1	1641,7
2000	313,5	129,4	173,6	52	0	0	0,1	38	91,7	135,6	349	349,5	1632,4
2001	205,5	203,8	221	27,4	25,1	0	0	28,1	70,9	129,7	430,9	283,4	1625,8
MÉDIA	245,1	184,6	238,2	113,5	31,9	6,0	6,5	23,4	55,1	137,7	244,8	298,0	1584,7
R	1480,161	913,7328	1410,376	399,6599	46,21189	2,726319	3,052649	27,22621	116,8907	555,4777	1477,39	2063,033	8495,9

Anexo D: Média dos Totais Mensais e Anuais de Precipitação (mm) da CAESB - Estação: Cabeça de Viado

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
1982	424,8	32	237,8	117	142,1	0	0,7	38,1	54,7	122,3	264,9	222,7	1657,1
1983	414,2	288	351,1	45,3	50,8	0	26,3	0	39,8	220,8	304,1	284,6	2025
1984	76	67,8	90,4	105,3	0	0	0	37,3	71,1	146,3	107,1	161,7	863
1985	330,3	154,3	268,5	118,4	22,9	0	0	0	82,4	135,5	159,9	372,2	1644,4
1986	207,5	77	58,2	90	13,1	0,1	67,7	63	9,9	80,1	207,4	238,1	1112,1
1987	165,4	160,3	167,6	236,4	69,4	0,8	0	0	61	97,9	350,9	315,7	1625,4
1988	128,8	277,4	302	126	12,4	4,8	0	0	6,4	199	173,6	300	1530,4
1989	180,7	165,7	169,8	29,6	0	44,8	13,2	57,6	47,3	168,3	288,4	416,3	1581,7
1990	115,5	80,1	105,5	69,2	55	0	64,4	19,6	80,4	130,7	128,4	52,9	901,7
1991	245,3	203,7	293,5	107,8	13,8	0	0	0	12,6	66,2	333,7	322,4	1599
1992	222,8	222,5	116	183,5	9,2	0	0	28,6	54	148,6	282,9	264	1532,1
1993	193,7	242,5	54,2	72,6	48,6	19,8	0	25,7	64,2	48,7	161	407	1338
1994	267,1	148,5	426,9	135,5	39,4	21,4	0	0	0	61	350,6	319,9	1770,3
1995	258,4	242,8	251,6	290,6	38,8	0	0	0	4,2	82,5	240,9	308,6	1718,4
1996	92	178,3	299,1	105,6	18,8	0	0	57,1	55,6	38,9	247,4	229,4	1322,2
1997	341,4	88,2	332	142,2	50,6	14	0	0	51,4	40	173,2	234,5	1467,5
1998	232,6	242,7	213,4	63,2	14,8	0	0	5,2	0,4	157,8	311,1	139,2	1380,4
1999	68,5	85,9	236,3	61,5	0	1,1	0	0	97,9	187,5	343,4	174,4	1256,5
2000	84,7	145,7	274,2	156,9	6,3	0	1,1	51,7	116,4	107,5	238	173,9	1356,4
2001	75,9	103,8	184,1	97,1	24,1	0	6,3	30,3	40,4	143,7	193,7	211,8	1111,2
MÉDIA	206,3	160,4	221,6	117,7	31,5	5,3	9,0	20,7	47,5	119,2	243,0	257,5	1439,6
R	1197,929	780,7595	1353,181	461,4025	49,102	2,40256	5,818818	24,06358	98,69857	471,3102	1582,981	1746,124	7773,773

Anexo E: Média dos Totais Mensais e Anuais de Precipitação (mm) da CAESB - Estação: Colégio Agrícola

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
1982	256,8	76	400,8	66,9	62,1	0	0	65,8	60,6	141,8	92,2	133,9	1356,9
1983	331,4	208,5	294,6	106,7	31,5	0	27,7	0	25,5	171	276,3	235,6	1708,8
1984	153,2	143,3	176,2	157,7	0,4	0	0	41,9	78,6	186,2	99,7	214,5	1251,7
1985	259,9	136,8	286	42	21,1	0	0	1,2	36,9	193,6	123,3	229,6	1330,4
1986	211,1	189,8	144,9	20,5	10,3	1	23,4	62,4	9,1	100,8	89,1	210,8	1073,2
1987	145,8	174,2	167,3	127,1	11,9	5,7	0	2,6	61,6	91,3	210,6	256,7	1254,8
1988	194,3	240,7	239,1	183,3	0	13,1	0	0	3,7	162,8	219,3	207,1	1463,4
1989	172	228,5	94,9	26,4	0	28,9	0	27,8	45,9	227,4	307,7	448	1607,5
1990	141	160,1	100,6	45,4	156,6	0	86,5	19,1	109,5	159,4	97,6	154,1	1229,9
1991	291,1	229,4	274	78	20,6	0	0	0	59,9	121,1	251,2	113,2	1438,5
1992	337,1	256,2	194,2	166,8	0	0	0	36	81,6	130,9	412,6	268	1883,4
1993	217	279,4	72,4	101,2	21,2	11,3	0	44,8	63,9	41,9	145,8	325	1323,9
1994	195,5	127,4	323,1	51	37,2	43,1	0	0	0	43	200,5	149,1	1169,9
1995	185,2	121,2	128,2	128,1	41,7	0	0	0	0	121,5	246,3	267,2	1239,4
1996	60,6	59,4	189,4	50	14	0	0	33	6,5	83,1	141,6	259,9	897,5
1997	318,5	41,9	328,7	167,4	91,1	4,5	0	0	48,5	37,5	203,5	176,7	1418,3
1998	312	129,5	156,5	158,5	23,3	0	0	2	3	113	370,9	111	1379,7
1999	132,3	115	170,9	112,6	8	0	0	0	52	141,3	213,5	297,5	1243,1
2000	210,1	213,8	159,9	92	0	0	0	44	71	86	265	231,3	1373,1
2001	139,8	41,8	236	42,6	13,2	0	0	30	77,8	152,2	260,2	213	1206,6
MÉDIA	213,2	158,6	206,9	96,2	28,2	5,4	6,9	20,5	44,8	125,3	211,3	225,1	1342,5
R	1344,938	813,5187	1277,562	347,6298	43,1845	2,582097	3,92232	25,15961	94,72959	544,6288	1324,735	1474,734	7297,3

Anexo F: Média dos Totais Mensais e Anuais de Precipitação (mm) da CAESB - Estação: Contagem

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
1982	418,7	78,9	352,4	121,1	101,9	0	0	12,4	6	403,7	337,8	134,6	1967,5
1983	321,6	367	259,6	150,9	42,4	0	22,9	0	52,7	182,3	294,9	173,9	1868,2
1984	167,4	159,2	299,7	174	6,9	0	0	30,1	63	186,6	87	164,4	1338,3
1985	367,2	146	255,4	80	29,7	0	0	0	10,4	236,6	146,6	399	1670,9
1986	215,2	138,5	143,8	35,4	9,3	0	14,4	65,6	8,6	167,2	108,4	226,1	1132,5
1987	74,2	150,9	388,2	126,3	61,8	0,5	0	0	79,2	87,3	200,8	373,2	1542,4
1988	107,3	256,1	287,1	165,2	24,1	1,6	0	0	5,2	172,3	346,6	182,2	1547,7
1989	199,8	241,5	205,9	51,6	1,2	45,8	25,1	59,7	86,9	207,2	232,9	757,1	2114,7
1990	152,4	195,6	112,1	107,7	96,9	0	119,7	20,2	129,3	147,6	222	85,2	1388,7
1991	267,9	192,6	328,5	137,7	4,6	0	0	0	22,6	56,9	222,6	284	1517,4
1992	352,2	392,2	140,3	168,1	21,2	0	0	41,1	69,3	180,4	302,4	417,5	2084,7
1993	110,4	206,5	72,9	83,5	20,4	11,6	0	33,4	115,3	69,6	110	309	1142,6
1994	227,1	131,5	388,2	128,6	35	39,6	0	0	0	54,1	291,1	213,4	1508,6
1995	150,7	128,5	216,4	162,9	42,4	0	0	0	0	150,7	174,6	357,8	1384
1996	93,2	75	147,6	90,4	21,3	0	0	113,6	26,3	93,1	254,3	189,7	1104,5
1997	516,7	88,9	371,7	178,6	73,6	20	0	0	69,4	57,8	267,1	217,1	1860,9
1998	240,3	148	208,5	87,4	38,9	16,3	0	3,3	9,4	177,6	282,2	270,4	1482,3
1999	224,5	49,5	254,5	45,3	23,6	0	0	0	50,3	242,1	363	265,9	1508,7
2000	205,1	105,9	188	75,8	0	0	0	34,5	39	167,4	229,6	250,8	1296,1
2001	68,4	74,2	257,6	116,3	13,6	0	1,4	34,9	68,2	208,2	291,5	353,4	1487,7
MÉDIA	224,0	166,3	243,9	114,3	33,4	6,8	9,2	22,4	45,6	162,4	237,8	281,2	1547,4
R	1296,206	781,3231	1498,04	413,1805	51,10407	3,382234	5,670655	25,93831	86,43988	750,513	1434,399	1908,186	8254,383

Anexo G: Média dos Totais Mensais e Anuais de Precipitação (mm) da CAESB - Estação: Descoberto

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
1982	353,9	162,1	197,8	118,6	50,8	0	7,3	30,3	88,9	204,1	149,3	253,3	1616,4
1983	328,1	291,8	280,4	124,6	34,9	0	30,6	0	52,5	127,4	366,6	230,7	1867,6
1984	70,3	185,4	187,7	99,1	5,4	0	0	51,4	97,9	111,2	40,9	217,7	1067
1985	349,7	108,1	181,5	113,2	43,2	0	5,4	2	19,4	72,4	139,4	250,5	1284,8
1986	198	82,4	91,1	62	37,8	0	15,2	66,8	32,9	115,4	94,9	230	1026,5
1987	103,7	157,6	368,7	165,9	53,8	33,6	0	0	78,6	147	351,3	269,2	1729,4
1988	69,1	310,8	238,9	166	0	13	0	0	1,3	149,2	240,1	286,9	1475,3
1989	179,2	157,6	130,4	111	3,2	44,9	52,4	14,4	131,8	124,4	319,8	464,7	1733,8
1990	155,1	235,3	70,2	154,6	29,2	0	68,4	34,6	97,2	95,1	155,5	145,8	1241
1991	197,3	283,4	276	173	5	0	0	0	29	80,6	213	312	1569,3
1992	258,5	239,3	218,9	224,5	40,2	0	0	23,2	78,8	174,4	252,3	287	1797,1
1993	89,1	211,2	145,1	48,4	18,4	12,2	0	49,8	64	62,7	183,2	391	1275,1
1994	285,9	187,6	327,6	94,8	23,4	52,8	1,8	0	0,8	103,4	237,2	181	1496,3
1995	223,8	86	236,1	224,8	7,6	0	0	0	8,2	177,6	169,4	252,6	1386,1
1996	66,6	109,8	187,4	109,2	26,6	0	0	26,9	23	56,6	228,6	177,3	1012
1997	260,9	147,1	191,4	165,4	37,2	12,2	0	0	43,3	62,4	137,2	161,4	1218,5
1998	208,2	247,2	155,4	36,8	24,3	10	0	5,4	14,4	118,1	316,3	233,3	1369,4
1999	204,2	182	275,2	52,7	36,4	4,6	0	0	135,8	118,3	309,7	219,8	1638,7
2000	228,4	328,7	206,7	153	0	0	6,2	34,8	160,8	153,8	243,2	204,8	1720,4
2001	130,5	147,8	272	49,8	35	0	0	47,4	30	77,4	300	285,2	1375,1
MÉDIA	198,0	193,1	211,9	122,4	25,6	9,2	9,4	19,4	59,4	116,6	222,4	252,7	1440,0
R	1117,348	1070,141	1253,932	492,96	34,5421	6,017131	6,242054	21,43492	144,4023	453,9348	1361,059	1691,307	7653,32

Anexo H: Média dos Totais Mensais e Anuais de Precipitação (mm) da CAESB - Estação: ETB Norte

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
1982	481,9	51,7	418,6	171,2	74,3	0	0	9,7	70,5	191,7	240,8	225,7	1936,1
1983	412,1	228,8	202,6	122,2	31,8	0	29,5	1	75,7	205,6	371,9	243,6	1924,8
1984	241,1	132,2	196,5	129,4	0	0	0	107,2	72,6	313,8	109,7	166,1	1468,6
1985	305,3	148,6	322	177,6	46,5	0	0	2,9	69,6	235	83,4	301,2	1692,1
1986	290,8	125,7	103,3	11,4	24,7	5,4	17,5	49	9,1	117,3	167,7	287,1	1209
1987	188,4	145,2	302	138,6	65,9	3	0	2,2	76,1	113,2	280	381,7	1696,3
1988	120	228,1	274,9	108,1	3	5	0	0	0	154,3	173,2	216,8	1283,4
1989	244,6	271,8	131,9	37,4	0	36	22,2	35,6	125,2	227	250	362,5	1744,2
1990	142,2	226,2	86	100,4	92,6	0	79,9	18,8	93,8	89,8	89,8	29,8	1049,3
1991	213,8	193,6	216,6	126,1	0,2	0	0	0	21,1	94,5	240,1	256	1362
1992	243,7	256,6	126,7	202,5	0,2	0	0	13,4	102,6	261,6	299,1	220,2	1726,6
1993	104	234	39,8	72,4	28,2	8,8	0	30,7	74,6	42	49,6	253,6	937,7
1994	193,1	139,4	250,4	79,6	29,6	31,2	0	0	0	40,8	203,8	153	1120,9
1995	184,2	138,2	177,6	126,8	37,8	0	0	0	0	99,6	121,6	258,6	1144,4
1996	76,8	76,8	179	116,2	20,2	0	0	37,6	27,4	73,4	200,5	223,5	1031,4
1997	286,1	51,4	306,9	150,7	64,8	12,6	0	0	60,7	87,4	185,8	180,6	1387
1998	196,7	140,6	198,2	58,2	24,1	1	0	11,5	23,3	81,5	248,3	104,8	1088,2
1999	103,1	111,6	155,4	44,8	4,8	1,8	0	0	35,4	180,6	234,2	189,8	1061,5
2000	118,6	138,9	206,6	66,5	0	0	0,5	45	88,1	135,2	319,3	112,2	1230,9
2001	72,7	79,8	182,1	100,4	20,6	0	0	44,4	39,1	140,2	218,5	171,2	1069
MÉDIA	211,0	156,0	203,9	107,0	28,5	5,2	7,5	20,5	53,2	144,2	204,4	216,9	1358,2
R	1307,673	782,4945	1233,687	412,5568	43,4198	2,44468	4,477046	24,74785	125,9021	685,0587	1238,939	1370,882	7232,282

Anexo I: Média dos Totais Mensais e Anuais de Precipitação (mm) da CAESB - Estação: ETB Sul

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
1982	330,4	41,5	259,8	102,8	102	0	0	9,3	51,7	207,4	248,2	132	1485,1
1983	285,3	270,1	282,6	228	60,9	0	12,3	0	64,4	270,1	468,3	426,5	2368,5
1984	229,9	67,7	166,4	126,3	0	0	0	77,7	109,9	293,6	141,2	174,8	1387,5
1985	380,7	119,6	356,2	99,4	31	0	0	0	105,8	247,2	85,2	186,2	1611,3
1986	152,3	113,2	57	62	22,8	0	16	40,1	31	140	125,5	305	1064,9
1987	164,1	161,8	45	297,8	80	36,5	0	0	52,6	65,9	190,9	229	1323,6
1988	126,9	222,5	303,2	180	1,2	16,7	0	0	0	137,9	192,5	151,2	1332,1
1989	136,7	207,1	122,7	43,6	0	52	9	33,2	61,4	149,1	166	330,5	1311,3
1990	132	68,1	25,6	22,7	22,5	5	8,1	19,6	101,9	185,2	276,2	65,6	932,5
1991	329,4	187,4	216,4	150	2	0	0	0	18,4	105,8	243	273,6	1526
1992	221,1	302	160,2	288,3	3,2	0	0	30,1	94,3	180,8	412,7	254,2	1946,9
1993	160,4	292	31,8	75,5	24,6	3	0	20,4	91	65,7	98,4	263,9	1126,7
1994	135,2	114,6	343,7	139,9	56,4	19,6	2,4	0	0	41,2	293,3	217,5	1363,8
1995	226,1	176,5	254,4	193	32,8	0	0	0	2	83	246,8	198,4	1413
1996	71,8	105,1	29,3	59,2	29,8	0	0	39,6	55	65,3	222,4	197,7	875,2
1997	276,9	106,2	338,7	110,5	61,2	19,5	0	0	70	52,5	190,6	180,6	1406,7
1998	196,7	140,6	195,9	4,4	18,3	15	0	2	3,2	102,2	245	111,8	1035,1
1999	72,3	126,1	294,3	70,3	7	0,2	0	0	85	155	266,5	224,2	1300,9
2000	139,7	138	200,4	135,1	0	0	0	47,4	63,6	120,1	306,6	187,8	1338,7
2001	113,5	152,6	236,5	74	24,8	0	0	30,7	28,2	191,2	195,8	260,5	1307,8
MÉDIA	194,1	155,6	196,0	123,1	29,0	8,4	2,4	17,5	54,5	143,0	230,8	218,6	1372,9
R	1124,376	772,6174	1143,5	518,8726	44,47285	5,375964	0,637762	18,82599	129,673	668,7239	1509,173	1376	7312,249

Anexo J: Média dos Totais Mensais e Anuais de Precipitação (mm) da CAESB - Estação: Gama

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
1982	341,3	34,2	371,8	100,1	103	0	1,3	9,7	81,9	245,1	113	214,8	1616,2
1983	396	357,3	469,2	111,2	61,2	0	28,8	0	58,9	148	517,3	245,9	2393,8
1984	149,2	159,6	211,1	89,8	3,7	0	0	41,1	101,9	103,6	88,4	403,4	1351,8
1985	346	94,1	223,9	68,8	47,1	0	7,8	8	51,9	148,3	92,7	258	1346,6
1986	287,9	185,4	120	20,2	25,3	0	57,5	70,7	15,1	125,5	115,4	204,3	1227,3
1987	111,6	80,3	223,8	220,4	26,6	2	0	3,6	77,8	128,8	430,6	326	1631,5
1988	139,2	234	227	81,6	24,7	25	0	0	12,2	241	165,9	278,3	1428,9
1989	98,3	304,4	171,8	101	0	66,8	22	52,7	66,5	113,9	386,9	326,8	1711,1
1990	199,4	258,6	146,4	71,6	135,1	0	32,8	22,4	122	125,4	174	109,5	1397,2
1991	193,2	325	230,4	156,5	1,4	0	0	0	48,6	104,1	352,9	387,3	1799,4
1992	312,3	258,6	120,4	245	6,8	0	0	47,6	54,8	217,6	356,4	255,4	1874,9
1993	104,4	359,2	68,2	160,4	28,3	39	0	62,2	73,8	131,2	205,5	374	1606,2
1994	346,4	164,2	449	101,8	29	48,8	13,8	0	0,2	96	203,8	429,7	1882,7
1995	183,6	201,4	301,1	141,6	78	0	0	0	3,2	135,2	370,2	239	1653,3
1996	135,8	130	267,4	66,2	43,8	0	0	53,6	34,7	155,8	227,5	223,3	1338,1
1997	279,3	156,1	382,6	82,6	79	24	0	0	105,2	97,2	159,6	141,3	1506,9
1998	207,5	347,4	183	107,2	33,4	19	0	0	6,4	230,6	324,6	274,9	1734
1999	168,7	101,8	331,4	53,4	10,4	0	0	0	86,4	156,9	272,1	235,2	1416,3
2000	201,4	217,3	189,8	116,2	0	0	2,2	40	192,7	117,4	227,8	197	1501,8
2001	168,4	189,4	261,1	51,5	15,5	0	1,4	33,7	77,2	172,7	253,2	200,6	1424,7
MÉDIA	218,5	207,9	247,5	107,4	37,6	11,2	8,4	22,3	63,6	149,7	251,9	266,2	1592,1
R	1212,656	1114,533	1498,564	362,3137	60,92573	7,804274	4,744624	24,98305	148,6674	637,7316	1544,349	1696,827	8314,099

Anexo K: Média dos Totais Mensais e Anuais de Precipitação (mm) da CAESB - Estação: Jatobalzinho

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
1982	339,4	66,6	301,4	163	71,2	0	0	24,4	64,8	198	102	254,1	1584,9
1983	420,7	249,3	265,1	129,9	25,6	0	30,9	0	59,1	190,1	237	242,4	1850,1
1984	165,7	178,5	226,9	80	7,8	0	0	28	65,5	161,5	86,8	150,6	1151,3
1985	395,9	125,5	182,2	194,5	16,9	0	0	4,1	25,9	164,5	86,8	388,9	1585,2
1986	274	91	141,4	62,3	10,5	0	0	46,8	22,9	146,8	118,8	238,2	1152,7
1987	178,2	137	402,7	175	55,4	13,4	0	0	28,6	182,1	243,2	360,9	1776,5
1988	122	267,6	308,3	193,3	2,4	5,2	0	0	10,8	182,3	206,9	295,7	1594,5
1989	287,4	252,1	197,3	124,9	0	34	0	14,4	62	263,4	171,7	599,6	2006,8
1990	240,8	241,5	91,5	175,9	38	0	82,6	26,4	84,8	213,8	139,2	171,7	1506,2
1991	266,4	220,4	275,4	174,3	31,8	0	0	0	34,6	122,2	155,8	262,8	1543,7
1992	356,4	333	136,1	270,1	40,6	2,7	0	13,8	68,3	209,4	298,8	381,8	2111
1993	136,7	226,6	108,3	83,8	32	11	0	35,2	81	93	115,4	328,8	1251,8
1994	222,9	178,1	411,6	119,4	39,6	26,2	6,8	0	0	47	341,4	193,4	1586,4
1995	217,8	88,8	251,2	190,6	22,6	0	0	0	5,2	92,6	252,9	300,8	1422,5
1996	92,9	106,6	227,2	107,2	48,2	0,6	0	17	33,2	172	251,2	125,4	1181,5
1997	260,9	135,4	307	152,4	57,8	22,6	0	0	76,2	56,6	224	157	1449,9
1998	233,4	170	237,8	55,6	13,6	0	0	13,6	5,6	98	311,4	161,9	1300,9
1999	160,4	86	260,1	64,8	5,8	2,2	0	0	58,2	148	375,4	265,3	1426,2
2000	215,2	192,4	260,8	61	0	0	0	25,1	69,7	96,6	286,2	242,8	1449,8
2001	96,8	187,7	245,1	24,3	24,8	0	0	35	51,8	125,9	262	261,7	1315,1
MÉDIA	234,2	176,7	241,9	130,1	27,2	5,9	6,0	14,2	45,4	148,2	213,3	269,2	1512,4
R	1425,435	883,0563	1505,757	524,8339	36,74907	2,725761	2,820759	12,13488	87,66433	654,7229	1216,482	1806,199	8158,58

Anexo L: Média dos Totais Mensais e Anuais de Precipitação (mm) da CAESB - Estação: Jockey Club

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
1982	340	74	234,4	59,7	74,7	0	0	12,4	81,5	185,2	144,7	130,2	1336,8
1983	294	287,8	247	188,6	49,3	0	22	0	59,9	195,4	211,7	219,7	1775,4
1984	150,5	154,4	153	137,7	0	0	0	78,1	57,5	228,9	98	130,8	1188,9
1985	255,1	167,4	169,8	41	35,2	0	0	5,8	32	215,7	100,6	254,6	1277,2
1986	224,3	93,4	118,9	103,1	13,4	0	15,8	48,7	13,6	96,8	128,3	234,5	1090,8
1987	204	175,8	312,8	180,7	82,1	29,7	0	0	36,7	116,5	400,8	263,4	1802,5
1988	115,8	281,1	163,7	109,9	17,1	8,6	0	0	0	174,6	140,3	182,9	1194
1989	273,7	237,1	81,4	74,4	0	33,4	14,8	101,6	144,6	89,2	401,9	471,1	1923,2
1990	179,5	228,4	138,7	109,4	64,5	0	80,2	20,8	86,1	105,4	211,2	163,1	1387,3
1991	318,4	235,4	224,6	120,2	14,2	0	0	0	50,8	150,1	337,1	322,7	1773,5
1992	345,6	323,2	152,5	240,6	32,8	0	0	46,2	109,6	300,2	357,6	286,6	2194,9
1993	71,2	335,2	157,6	108,4	30,6	15	0	46,1	50,3	91,6	139,2	436,2	1481,4
1994	210	140,8	318,1	160,9	37	21	4,8	0	0	51,7	298,8	258,8	1501,9
1995	161,8	128,2	195	165,6	8,4	0	0	0	1,8	162	181	276,2	1280
1996	86,2	123	177,4	161	37,6	0	0	45,4	28,8	58,4	307	234,8	1259,6
1997	369	127	458,6	153,8	90	21,2	0	0	107,2	75	167,2	180,6	1749,6
1998	296,8	235	215,2	69,6	6,8	16,6	0	3,4	11,8	75,8	273	223,9	1427,9
1999	57,2	103,2	197,2	73,2	41	3	0	0	72,4	151	303,8	292,2	1294,2
2000	219,6	191	236,4	91,8	0	0	0	40,6	114	146,2	264,6	150,4	1454,6
2001	145,4	165,8	230	52	29,8	0	5,4	46,6	39,8	143,8	227,2	268,4	1354,2
MÉDIA	215,9	190,4	209,1	120,1	33,2	7,4	7,2	24,8	54,9	140,7	234,7	249,1	1487,4
R	1259,082	1016,45	1192,511	464,4165	52,27547	4,092526	3,838201	31,76352	122,8427	607,8218	1451,041	1605,127	7811,262

Anexo M: Média dos Totais Mensais e Anuais de Precipitação (mm) da CAESB - Estação: Papuda

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
1982	403,9	19,9	339,8	106,3	125,2	0	0	0	79,7	157,1	52,4	256,7	1541
1983	511	252,2	158,1	56,3	56,3	0	23,5	0	29,2	206,9	454	293,7	2041,2
1984	134,8	63,7	173,5	78,2	0	0	0	58,8	67	110,5	72,3	154,9	913,7
1985	259,4	124	157,5	32,4	26,6	0	0	0	51,6	82,5	152,5	273,8	1160,3
1986	232,5	143,8	60,8	57,5	28,8	0	25,6	62,2	25,4	114,1	85,7	146,7	983,1
1987	155,5	140,5	122,1	127,8	30,6	0,6	0	0	25,5	94,2	226,8	309,7	1233,3
1988	136,8	219,5	206,6	142,6	1,4	2,2	0	0	44,2	207,8	122	155,4	1238,5
1989	143,2	170,2	109,4	50,2	0	67,4	4,6	17,1	25,6	207	257,6	387	1439,3
1990	99,2	169,2	90,8	18,2	82,4	0,4	55,8	27	49,2	86,8	149	110	938
1991	256,3	246,6	299	110,4	0	0	0	0	46,4	116,8	279,6	521,6	1876,7
1992	308,6	273,2	69,6	206,1	0,2	0	0	46,2	37,4	194,2	348,2	286,7	1770,4
1993	137,6	353	11,6	147,6	20,2	22,2	0	20,6	32	107,8	183,9	307,8	1344,3
1994	218,4	138,4	359,4	171,6	9,8	20,8	2,6	0	0	76,6	234	197,4	1429
1995	154,6	189,6	239,2	68,5	70,4	0	0	0	0	102,4	316,5	235	1376,2
1996	63,2	124,8	152,2	69,8	44,6	0	0	25,6	25,2	136	277,8	245,2	1164,4
1997	273,2	51,3	261,2	95,8	48,2	24,2	0	0	64,8	83,8	140,4	133,8	1176,7
1998	253	172,6	170,8	27,2	3	7	0	5,4	0	148,4	368,2	141,4	1297
1999	157,8	108,8	173,9	6,8	3,8	0	0	0	33,6	231,2	255,4	376,6	1347,9
2000	182,6	171,7	259,1	57	0	0	0	35,4	84,2	74,8	269	256,8	1390,6
2001	121,2	73,8	354,2	18,8	56,2	0	0,2	21,6	44,8	78,4	256,6	239	1264,8
MÉDIA	210,1	160,3	188,4	82,5	30,4	7,2	5,6	16,0	38,3	130,9	225,1	251,5	1346,3
R	1308,756	826,3518	1087,397	266,7858	48,87812	4,267262	2,770055	16,41977	72,41673	585,051	1471,01	1775,787	7465,891

Anexo N: Média dos Totais Mensais e Anuais de Precipitação (mm) da CAESB - Estação: Paranoá

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
1982	301,7	122,1	313,1	91,5	81,6	0	0	11,1	43,3	126,4	187,1	207,9	1485,8
1983	503,1	327,1	339,5	127,3	33,4	0	25,3	0	7,3	208,4	335,1	174,8	2081,3
1984	157,7	83,5	180	147,8	0	0	0	43,8	44,2	210,9	139,7	94,8	1102,4
1985	192,8	192,9	198	104,4	45,5	0	0	0	23	74,6	109,7	184,7	1125,6
1986	117,4	170,4	51,8	26,2	31,8	0	20,6	28,8	6	89,9	120,5	222,6	886
1987	138,8	108,2	162,6	92,6	45	15	0	2,1	97,6	74,2	157,2	224,8	1118,1
1988	139,3	234	303,2	83,7	1	21,2	0	0	8,3	137,2	128,5	197,1	1253,5
1989	154,6	184,1	110,4	27,4	0	23,4	9,8	63,2	42,2	183,9	261	353,6	1413,6
1990	108,6	134,5	8,6	141,8	42,4	0	65,6	20,2	44,3	82,6	171,7	91,2	911,5
1991	246,4	156,1	248,3	101,3	0	0	0	0	60	70,3	199	362,1	1443,5
1992	256,1	280,9	86	164,2	1,4	0	0	21,2	54,1	184,2	296,6	227,5	1572,2
1993	105,9	142,3	23,4	76,6	22,2	32	0	21,7	17,7	93,6	107,3	263,2	905,9
1994	174,6	98	363,9	114	14	49,7	0,8	0	0	67,3	225,9	186,2	1294,4
1995	192,6	128,1	213,9	81,5	67,3	0,9	0	0	0	103,8	321,5	243,8	1353,4
1996	108,9	115,3	234,7	78,7	29,5	0	0	30,5	71,4	73,3	198,2	132,7	1073,2
1997	264,4	36,4	298,4	89,7	24,7	21,1	0	0	71,7	79,6	155,6	271,3	1312,9
1998	280,4	150,9	138,7	45,3	37	8,7	0	5,6	3,8	169,9	220,4	169,8	1230,5
1999	104,1	52,1	187,7	50,4	0,6	1,1	0	0	45,1	245,3	315,9	327	1329,3
2000	143,7	254,5	236,6	99,2	0,6	0	0	42,2	96,3	84,3	285,8	200	1443,2
2001	176,3	92,5	414,1	59,7	17,5	0	0	31	75,6	179,9	304,7	189,7	1541
MÉDIA	193,4	153,2	205,6	90,2	24,8	8,7	6,1	16,1	40,6	127,0	212,1	216,2	1293,9
R	1175,238	791,0065	1304,863	321,2394	35,73448	5,978858	3,303162	17,11951	82,73086	574,9291	1374,925	1421,201	7108,269

Anexo O: Média dos Totais Mensais e Anuais de Precipitação (mm) da CAESB - Estação: Riacho Fundo

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
1982	281,5	72,8	236,1	142,6	79,2	0	3,4	11	78,4	175,1	171,6	297	1548,7
1983	284,6	394,9	244,2	99,1	111	0	31,2	0	84,4	103,6	359,4	251,3	1963,7
1984	137,2	125,4	209,9	72,4	17,2	0	0	78,6	114,5	134,1	89,4	231,1	1209,8
1985	270,9	88,6	132,4	77,9	55,8	0	1,6	7,2	108,9	130,8	214,1	210,4	1298,6
1986	182,2	126,1	134	57,3	8	0	36,3	78,1	22,7	92,9	112,7	239,2	1089,5
1987	63,8	141	251,1	231	29	10,8	0	0	45,3	152,3	311,9	256,2	1492,4
1988	108,9	233,4	295,2	175,1	13,2	17,5	0	0	2,1	189,8	147,1	307,1	1489,4
1989	202,8	264,3	205,6	51,4	0	47,9	35,4	51,3	104,1	184,1	374,9	438,7	1960,5
1990	148	233,2	119,3	66,1	79,3	0	62,2	18,3	83,4	193,1	252,4	118,6	1373,9
1991	256	289,6	248,7	129,5	11	0	0	0	36,4	94,7	264,3	334,4	1664,6
1992	302,1	266,8	146,5	265,3	10,5	0	0	35,4	74,9	244,3	294,6	348	1988,4
1993	55,6	315,5	138	113,6	18,9	21,8	0	32,8	59,6	116,8	138,3	432,8	1443,7
1994	278,3	174,5	360,6	152	22,5	24,6	1,2	0	0	65,2	274,2	261,5	1614,6
1995	232,7	179,8	264,4	162,2	12,6	0	0	0	0	134,1	166,8	246	1398,6
1996	82,2	236	131,6	59,4	34,8	0	0	36,7	42,6	88,4	278,6	166	1156,3
1997	273,2	102,2	330,2	111,5	139,8	25,6	0	0	223,8	70,8	198	148,2	1623,3
1998	266,8	286,4	272,2	40,6	23	6,2	0	0	13,4	157,6	302,6	263	1621,8
1999	120,8	128,8	401,6	42,2	61	0	0	0	104	88	240,8	249,6	1436,8
2000	274,3	192,6	268,4	87,6	0	0	0	44,6	125,2	118,6	250,2	281,8	1643,3
2001	117,8	173,6	252,2	62,2	34,6	0	0	43,6	63,6	135,2	175,8	216,2	1274,8
MÉDIA	196,5	201,3	232,1	110,0	38,1	7,7	8,6	21,9	69,4	133,5	230,9	264,9	1514,6
R	1056,253	1100,4	1402,128	393,6769	64,87822	4,305836	5,137414	25,30396	179,9064	547,3787	1389,571	1754,777	7923,717

Anexo P: Média dos Totais Mensais e Anuais de Precipitação (mm) da CAESB - Estação: Rio Preto

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
1982	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1983	248,3	80,3	154,7	46	10	0	4	0	8,8	91,1	151,5	245,6	1040,3
1984	123,2	145,1	150,6	126,5	0	0	0	47,5	38,6	131	83,6	146,7	992,8
1985	294,3	100,9	257,6	114,9	2	0	0	0	47,7	114	101,9	249	1282,3
1986	198,4	205	109,4	53,2	22,1	0	17,1	63	2,4	74,9	71,7	228,4	1045,6
1987	115,4	218,7	192,2	108,8	17,4	0	0	8,4	45	135,8	195,8	273,8	1311,3
1988	169,9	178,2	235,3	188,6	0	6	0	0	0	199,7	197,9	44,8	1220,4
1989	204,2	302	147,7	27	0	2,9	0,6	30,3	18,5	104,7	327,8	477,4	1643,1
1990	115	155,8	120	20	103	0	59,8	8,8	66,5	49,3	180	41,9	920,1
1991	213,1	302	335	85,3	12,1	0	0	0	26,8	51,9	263,6	312	1601,8
1992	242,2	290,1	157,3	163	6,4	0	0	29,3	19,8	125,8	338,3	219,9	1592,1
1993	115,4	301,4	36,7	127,2	19,5	0	0	27,1	52,8	52,2	160,2	327,3	1219,8
1994	195,4	114,3	379,2	96,9	50,9	40,1	4,3	0	0	46,3	203,4	207,8	1338,6
1995	165,1	94,3	131,8	77,9	37,5	0	0	0	0	87,2	211,4	284,3	1089,5
1996	69,4	80,8	145,5	65,7	25,5	0	0	17,6	19,9	85,9	143	196,1	849,4
1997	220,5	19,8	286,1	182,6	49,8	14,6	0	0	20,8	87,5	138,2	185,6	1205,5
1998	186,5	213,6	88,6	52,9	8,6	10,2	0	2,1	0	102,7	284,1	185,4	1134,7
1999	141,9	113,6	165,4	38,9	28,1	0	0	0	42	63	219,4	271,4	1083,7
2000	218,1	153,1	199,5	42,7	1,2	0	0	29,5	165	69	242,7	312,8	1433,6
2001	110,1	40,1	182,8	0	44,5	0	5,2	26,2	26,4	158,7	150,4	150,6	895
MÉDIA	176,1	163,6	182,9	85,2	23,1	3,9	4,8	15,3	31,6	96,4	192,9	229,5	1205,2
R	1065,02	939,8413	1135,753	309,6597	33,6583	1,626565	2,322448	16,6396	57,49925	381,9661	1243,029	1670,468	6857,483

Anexo Q: Média dos Totais Mensais e Anuais de Precipitação (mm) da CAESB - Estação: Santa Maria

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
1982	311,7	27,8	294,2	77,2	68,6	0	0	7,4	62,1	177,1	-	-	-
1983	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1984	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1985	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1986	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1987	151,1	179,4	371,1	146,6	52,5	0,7	0	0	76,8	85	99,1	236,6	1398,9
1988	32,7	175,5	120,9	133,4	23	0	0	0	0	113,2	160,7	112,2	871,6
1989	152,4	265,2	155	40,2	0	52,5	20	67,1	73,5	194,4	233,9	557,5	1811,7
1990	132,8	146,5	60	69	74	0	56,7	24	68,4	141,7	173,7	59,3	1006,1
1991	200,3	115,2	227,8	110,9	0	0	0	0	54,9	56,5	154	202,2	1121,8
1992	342	278,3	83,4	174,3	50,5	0	0	24,5	94,7	205,8	262,5	296,4	1812,4
1993	139,4	206,5	98,3	45,8	31,4	14	0	24,3	63,1	21,5	126,3	276,6	1047,2
1994	233,4	176,1	177,6	127	49	6,2	0	0	0	37,7	266,5	117,3	1190,8
1995	163,8	142,3	220,4	135,9	12,5	0	0	0	0	87,7	236,5	273,8	1272,9
1996	28,5	79,1	129,9	76,7	13,1	0	0	35,1	31,9	78,5	182,3	209	864,1
1997	486,5	84,1	390,4	178,6	74,6	19,1	0	0	94,1	31,2	212,5	104,4	1675,5
1998	317,2	148,2	177,5	79,6	22,6	0	0	10,2	16,2	75,4	354,8	168,4	1370,1
1999	73,6	41,8	140,8	27	1,9	0	0	0	46,2	239,2	251,1	195	1016,6
2000	143,2	182,9	152,2	76,6	0	0	3	52,8	63	87	232,5	138,2	1131,4
2001	60,4	108,7	214,6	76,2	12,5	0	0	35,4	33,6	116,8	192,3	246,8	1097,3
MÉDIA	185,6	147,4	188,4	98,4	30,4	5,8	5,0	17,6	48,7	109,3	209,2	212,9	1258,5
R	1121,80	758,01	1150,92	381,82	51,77	3,08	2,39	20,36	115,24	456,14	1375,95	1417,19	6854,68

Anexo R: Média dos Totais Mensais e Anuais de Precipitação (mm) da CAESB - Estação: Sobradinho

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
1982	332,2	59,5	280,6	94,3	53,8	0	0	53	36,6	139,7	146,7	193,4	1389,8
1983	409,1	220,3	262,5	144	34,9	0	29,4	0	36,2	169,2	306,4	322,6	1934,6
1984	192,4	127,8	359,1	148,2	1,7	0	0	67,2	57	157,3	108,2	142,2	1361,1
1985	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1986	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1987	153,3	134,6	140,8	133,5	32,8	0	0	0	107,6	119,6	186	355,6	1363,8
1988	104,4	210,9	308,2	154,2	12,2	8,4	0	0	1,6	239,4	312,4	217,4	1569,1
1989	175,8	203,6	100	39,8	2,2	21,4	8,2	42,8	53,2	245,2	294	635,6	1821,8
1990	144,6	219,8	68,8	49,8	92	0	106,4	17,4	136	76,6	105	106	1122,4
1991	230,8	240,3	287,6	148,4	3,6	0	0	0	54,6	81,2	234	216,7	1497,2
1992	386,4	253,4	149,9	191,2	1,2	0	0	43,6	61,4	160	294,6	392,8	1934,5
1993	62,2	246	81	140,4	15,2	13,8	0	35,2	75,8	55,2	78,4	256,2	1059,4
1994	310,9	97,1	327	133,6	23,4	52,8	0	0	0	40,6	273,6	181,8	1440,8
1995	219,2	144,6	168,2	113,2	26,8	6,8	0	0	0	135,4	201	435,3	1450,5
1996	25,4	55,3	129,9	83,9	42,6	0	0	52,6	17	82,7	278,7	170,1	938,2
1997	387,5	67,6	322,1	138,7	91	15,3	0	0	64,4	40,6	219,4	134,7	1481,3
1998	183,6	151,2	221,2	111,4	19,8	1,3	0	30,2	4,8	121,6	201,6	141,9	1188,6
1999	180,5	41	201,8	19,9	51,2	0	0	0	53,6	236,6	252	229,8	1266,4
2000	218,7	178,5	227,1	38,3	3,6	0	4,1	26,6	51,9	100,6	256,3	201,3	1307
2001	101,4	69,1	239,6	84,5	24,4	0	0	46,9	72,9	162,8	269,2	210,7	1281,5
MÉDIA	212,1	151,1	215,3	109,3	29,6	6,7	8,2	23,1	49,1	131,4	223,2	252,5	1411,6
R	1277,502	717,9485	1310,091	413,7551	44,85057	3,552547	5,094563	29,42619	106,3244	565,5327	1392,799	1717,215	7584,1

Anexo S: Média dos Totais Mensais e Anuais de Precipitação (mm) da CAESB - Estação: Taguatinga

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
1982	396,4	78,7	255	93	85,5	0	0	19,5	52,7	199,7	219,5	255	1655
1983	307,9	376,3	172,9	178,3	32,1	0	29,7	0	60,6	172,4	354,4	245,5	1930,1
1984	115,7	233,8	175,6	100,1	1,8	0	0	61,6	91,4	142	111,1	190,1	1223,2
1985	380,4	93,5	166,2	93	95,1	0	8,4	4,4	32,9	158,6	103	271,6	1407,1
1986	248	157,3	155,1	50,8	72,1	0	22,1	79,8	29	121,9	54,2	247,3	1237,6
1987	88,9	105,4	303,1	170,6	45,1	15,8	0	0	50,7	181,7	361,5	287,1	1609,9
1988	183,1	281,7	233,6	237,6	15,7	10,5	0	0	16,3	140,3	247,6	222,4	1588,8
1989	187,7	303,6	190,9	38,5	0	28,4	28,1	25,4	82,3	140,4	357	566,2	1948,5
1990	132,8	281,2	115,2	103,5	56,5	0	74	23	75,5	76,1	228,6	173,5	1339,9
1991	326,2	201,7	250	120	4,5	0	0	0	31	116	239,8	285,8	1575
1992	307,6	357	125	294,5	3	0	0	32,5	84,5	200	373,5	294,1	2071,7
1993	147,8	333,3	97,8	88,5	19	23,5	0	35	55,8	71,5	112,5	469	1453,7
1994	270,5	162,5	337,5	142,1	32	22,5	4	0	0	78	253,3	220,1	1522,5
1995	255	160,8	275,8	151,8	17,2	0	0	0	9,7	73	249,5	294,8	1487,6
1996	114,1	112,8	244,7	73	9,3	0	0	22,2	43,5	165,6	266,2	186,9	1238,3
1997	292,8	188,7	240,6	121,3	25,4	28,4	0	0	69	31	256,9	157,1	1411,2
1998	239,4	226,2	255,2	37,9	29,3	3	0	17,4	7	144,2	335,5	225,6	1520,7
1999	192,4	187,8	291,6	55,7	11,4	3	0	0	96,2	106,6	335,8	207,8	1488,3
2000	217,5	247,4	160,4	114,4	0	0	0	42	105	169,2	295,7	257,7	1609,3
2001	107,1	174,9	305,3	14,5	33,6	0	0	49,2	31,9	79,1	218,7	340,9	1355,2
MÉDIA	225,6	213,2	217,6	114,0	29,4	6,8	8,3	20,6	51,3	128,4	248,7	269,9	1533,7
R	1321,47	1200,985	1242,884	413,9444	41,44181	3,395146	4,833493	22,59798	106,4081	506,821	1560,23	1793,117	8218,1

Anexo T: Média dos Totais Mensais e Anuais de Precipitação (mm) da CAESB - E estação: Taquara

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
1982	329,4	48,5	367,8	75,8	89,2	0	0	31,6	29,6	64,1	149,3	127,4	1312,7
1983	372,8	164,8	249,8	78	45,4	0	16,2	0	21,4	130	215,5	240,2	1534,1
1984	108,6	122	168,6	80,4	3,4	0	0	52,1	40,3	126,7	137,1	121,8	961
1985	310,1	92	285,9	76	39,8	0	0	0	9,4	229,4	240,9	316,3	1599,8
1986	183,8	128,7	95,4	61,5	5,5	0,4	13,6	33,6	12,6	134,3	72,3	254,8	996,5
1987	157,7	125,9	182,4	138,4	23,4	1	0	0,8	84,7	140,8	274,2	335,9	1465,2
1988	195,6	323,6	294,4	106,9	1,4	8,2	0	0	2,2	217,5	144,2	229,3	1523,3
1989	155,2	246	165,2	39,4	2	27,5	4,6	17,2	41,2	174,8	302,3	602,6	1778
1990	119,8	220,5	82,2	63	103,8	0	63	19,2	114,4	118,6	235,2	102,2	1241,9
1991	191,6	313,4	341,8	119	34,4	0	0	0	46,8	79,2	212,7	224,7	1563,6
1992	265,8	347,6	91	125,8	23,8	0	0	26,2	47,3	96	302,6	236,2	1562,3
1993	239	299,2	59,8	56,7	12,8	7,4	0	14,8	80	57,6	105,1	253,6	1186
1994	168	89,1	313,2	120,8	17,6	33,6	1	0	0	115,6	324,4	162,8	1346,1
1995	254	203,1	131,7	139,2	100,6	0	0	0	0,2	103,2	234	150,6	1316,6
1996	114,4	84,4	157	80,2	27,4	0	0	18,4	45,8	120	180,2	267,4	1095,2
1997	232,8	55,6	301	189,2	43,2	25,6	0	0	32	84,4	131,2	170	1265
1998	192,1	251,6	120,6	69,6	9	24,8	0	0	0	147,8	326,8	237,8	1380,1
1999	233,8	55,6	292,8	33,6	11,4	0	0	0	47	125,6	162,6	255,6	1218
2000	206	95	141,2	28,8	0	0	2,4	32,4	95,8	90	196,4	189,1	1077,1
2001	55,6	40,8	192,6	10	13,8	0	0	31,6	29,8	100,6	259	218,6	952,4
MÉDIA	204,3	165,4	201,7	84,6	30,4	6,4	5,0	13,9	39,0	122,8	210,3	234,8	1318,7
R	1269,718	886,3588	1242,529	283,7224	49,77334	3,54501	2,3462	13,15506	76,12303	534,4788	1333,705	1609,02	7304,5