

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL**

ADELSON RAIMUNDO ANGELO

**ESTUDO DE VULNERABILIDADE À EROSÃO E PROPOSTA
DE ADEQUAÇÃO DO USO DO SOLO, UTILIZANDO
GEOPROCESSAMENTO**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**CURITIBA
2014**

ADELSON RAIMUNDO ANGELO

**ESTUDO DE VULNERABILIDADE À EROSÃO E PROPOSTA
DE ADEQUAÇÃO DO USO DO SOLO, UTILIZANDO
GEOPROCESSAMENTO**

Dissertação apresentada como requisito para obtenção do grau de Mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental, do Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Área de concentração: Tecnologia e Processos Ambientais

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Josmaria Lopes de Moraes

Coorientador: Prof. Dr. Everton Passos (UFPR)

**CURITIBA
2014**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

A584 Angelo, Adelson Raimundo

Estudo da vulnerabilidade à erosão proposta de adequação do uso do solo, utilizando geoprocessamento fixação com pinos transversos / Adelson Raimundo Ângelo. – 2014.

137 f. : il. ; 30 cm

Orientador: Josmaria Lopes de Moraes.

Coorientador: Everton Passos.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental. Curitiba, 2014.

Bibliografia: f. 129-137.

1. Gerenciamento ambiental. 2. Terras – avaliação da aptidão – Paraná. 3. Solo – uso – aspectos ambientais. 4. Geoprocessamento. 5. Aptidão agrícola das terras. 6. Tecnologia ambiental – Dissertações. I. Moraes, Josmaria Lopes de, orient. II. Passos, Everton, coorient. III. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-graduação em Tecnologia Ambiental. IV. Título.

CDD (22. ed.) 363.7

TERMO DE APROVAÇÃO

ADELSON RAIMUNDO ANGELO

ESTUDO DE VULNERABILIDADE À EROSÃO E PROPOSTA DE ADEQUAÇÃO DO USO DO SOLO, UTILIZANDO GEOPROCESSAMENTO

Dissertação aprovada como requisito para a obtenção do grau de mestre no programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, pela seguinte banca examinadora:

Orientadora:

Profª. Drª. Josmaria Lopes de Moraes

Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental
Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR

Membro:

Prof. Dr. Carlos Augusto Petersen Parchen

Pontifícia Universidade Católica do Paraná - PUC

Membro:

Dr. Oromar João Bertol

Instituto Paranaense de Assistência Técnica e Extensão Rural - EMATER

Curitiba, 24 de abril de 2014

- *Documento assinado está arquivado na UTFPR.*

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me dar disposição para trabalhar e estudar.

A minha orientadora Prof^a. Dr^a. Josmaria Lopes Morais pela atenção, auxílio, disponibilidade e parceria.

Ao Prof. Dr. Everton Passos, por sua coorientação e por estar sempre disposto a explicar o que eu não compreendia.

Aos professores do PPGCTA.

Agradeço a Prof^a. Dr^a. Tamara Simone van Kaick ao Prof. Dr. Carlos Petersen Parchem por terem colaborado na minha qualificação.

Agradeço aos membros da Banca Examinadora desta defesa de mestrado, Prof. Dr. Carlos Petersen Parchem e Dr. Oromar João Bertol.

Aos companheiros da EMATER;

Áos funcionários da Fundação de Apoio ao Desenvolvimento Rural – Fundação Terra;

Aos meus amigos do PPGCTA, em especial aos colegas: Patrícia Ribas Canedo, Tamires Oliveira de Melo e Nilson Filho, que me proporcionaram momentos de alegria, e incentivaram o bom andamento do trabalho.

A minha esposa e minha filha, pelo apoio nas horas mais difíceis desta trajetória.

RESUMO

ANGELO, Adelson Raimundo. **Estudo de vulnerabilidade à erosão e proposta de adequação do uso do solo, utilizando geoprocessamento**. 2014. 145 f. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2014.

Os trabalhos de planejamento e gerenciamento ambiental requerem informações de recursos naturais como: litologia, relevo, água; vegetação e uso de solos para identificar aptidões ou limitações de classes de solos. A integração dessas informações, bem como o processamento desses dados, pode ser realizada através do uso de Sistemas de Informações Geográficas. O presente trabalho objetivou, um estudo de classes de vulnerabilidade à erosão e proposta de adequação de uso à aptidão agrícola do solo de uma área localizada no Município de Paiçandu, região noroeste do Paraná, Sul do Brasil, através de geoprocessamento. Na pesquisa, foram utilizadas arquivos digitais no formato matricial referente a imagens orbitais, na identificação da cobertura vegetal; e em fontes secundárias obtiveram-se dados, relativos as temáticas: geologia, geomorfologia, pedologia; e planilhas de índices pluviométricos. A edição dos arquivos vetoriais, cruzamento de dados alfanuméricos cartográficos e edição dos mapas finais foram organizados em planos de informação e processados em ambiente computacional empregando como ferramenta recursos de um Sistema de Informações Geográficas. Na atualização e validação das informações processadas, as informações produzidas foram averiguadas em campo, especialmente das características de classes de solos, uso do solo e da hidrografia. Constatou-se que o estudo, na proposta metodológica utilizada, para áreas com explorações consolidadas, possibilitou identificar e mensurar diferentes graus de vulnerabilidades a erosão dos solos conferindo ao ferramental eficiência e relativa rapidez na integração e processamento de dados espaciais e alfanuméricos no diagnóstico ambiental. No estudo realizado foram identificadas e quantificadas áreas de vulnerabilidade à erosão e respectivos valores: Muito Baixa - 0,22%; Baixa - 29,16%; Média - 62,84%; e Forte - 7,79%. Quanto à aptidão agrícola das terras identificaram-se e quantificaram-se: os Subgrupos de terras Boas, Regulares e Restritas, para culturas temporárias, em 69,71%; terras Boas, para pastagens cultivadas e/ou culturas permanentes, em 9,49%; terras Regulares, para pastagens cultivadas e/ou culturas permanentes e terras Boas para silvicultura, em 15,20%; terras Restritas, para pastagens e terras Regulares para silvicultura, em 0,26%; e terras Sem aptidão agrícola em 5,33%. Com base nos resultados deste estudo, foi efetuada avaliação da intensidade de uso e recomendação de adequação de uso / ocupação de acordo com os parâmetros de aptidão agrícola das terras.

Palavras-chave: Gerenciamento Ambiental; Terras – Avaliação de Aptidão Agrícola; Geoprocessamento, Serrinha - Paiçandu, PR.

ABSTRACT

ANGELO, Adelson Raimundo. **Study of vulnerability to erosion and suitability of the proposed land use using geoprocessing.** 2014. 145 f. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2014.

Work planning and management of natural resources require information rocks, relief, class, and use of soil, water and vegetation. The integration of this information be as rapid processing of data, can be realized with the use of Geographic Information Systems (GIS). This study aimed a study of classes of vulnerability to erosion and proposal of usability to agricultural soil suitability of an area located in the City Paiçandu, northwest of Paraná, southern Brazil, through GIS. In the survey, digital files were used in matrix format referring to satellite images, the identification of vegetation cover, and secondary sources yielded data on the themes: geology, geomorphology, pedology, and spreadsheets rainfall. The editing of vector files, employed alphanumeric mapping data and editing of the final maps. The information were organized and processed using computational environment as a tool features a Geographic Information System. For updating and validation of information processed, the new information were verified in the field, especially the characteristics of soil types, land use and hydrology. Noted that the study, the methodological approach used for areas with consolidated holdings, enabled us to identify and measure different degrees of vulnerability to erosion, giving the tooling on efficiency and speed in the processing and integration of spatial and alphanumeric data in environmental assessment. were identified and quantified areas of vulnerability to erosion and their values: Very Low - 0.22%; Low - 29.16%; Average - 62.84%; and Strong - 7.79%. In the study for land suitability were identified and quantified the space agricultural. Subgroups of the land Good , Regular and Restricted to temporary crops, 69.71%; Good land to cultivated and/or permanent crops, 9.49% pasture ; Regular land to cultivated and/or permanent crops and pasture lands Good for forestry, in 15.20% ; Restricted land , land for pasture and forestry Regular, 0.26%; Without land and agricultural suitability in 5.33 %. Based on the results of this study, was conducted assessing the intensity of use and recommendation of suitability of use / occupancy in accordance with the parameters of agricultural land suitability.

Palavras-chave: Environmental Management; Land - Agricultural Assessment Expertise; Geoprocessing; Serrinha - Paiçandu, PR.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Classificação Ecodinâmica dos Ambientes realizada com base na “Ecodinâmica dos Ambientes de Tricart (1977)”	20
Quadro 2: Modelo de análise dos temas considerando os parâmetros, grau de vulnerabilidade e pesos para os cinco planos de informação.....	21
Quadro 3: Escala de vulnerabilidade à denudação das rochas mais comuns.....	22
Quadro 4: Intervalos de declividades e graus de vulnerabilidade atribuídos.....	22
Quadro 5: Valores de vulnerabilidade em função das classes dos solos.....	23
Quadro 6: Grau de vulnerabilidade a erosão do solo segundo o tipo de ocupação e uso da terra.....	23
Quadro 7: Intensidade pluviométrica (mm/mês) e valores de vulnerabilidade à perda de solo.	24
Quadro 8: Intervalos e Classes de vulnerabilidade e respectivas cores a estas associadas para representação.	24
Quadro 9: Principais características do ambiente, relativas às classes de solos, classes de relevo e clima, para determinação dos graus de limitações.....	29
Quadro 10: Quadro de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras para Região de Clima Subtropical; Graus de limitação: nulo (N), ligeiro (L), moderado (M), forte (F) e muito forte (MF).	31
Quadro 11: Concatenação resultante da correlação dos PI's de solos e declividade e atribuição dos graus de limitações relativos a: deficiência de fertilidade, deficiência ou excesso de água, suscetibilidade a erosão e impedimento à mecanização.....	32
Quadro 12: Níveis de intensidades de Uso em Função do Uso Atual Agrícola da Terras.	33
Quadro 13: Evolução da Devastação Florestal no Paraná.....	41
Quadro 14: Intervalos de classe de declividade voltada à carta de vulnerabilidade à perda de solos.	52
Quadro 15: Intervalos de classe de declividade voltada à carta de aptidão agrícola das terras.	52
Quadro 16: Chave de fotointerpretação das Imagens SPOT 5, 2756-4 e 2782-2, cena: 705/397 (03/10/05), para a área de pesquisa.....	53
Quadro 17: Feições Tipológicas usadas para Elaboração da Carta de Uso/Ocupação da Terra.....	54

Quadro 18: Distribuição da declividade na área de estudo por intervalo de classe para vulnerabilidade.....	63
Quadro 19: Distribuição da declividade na área de estudo por intervalo de classe para Aptidão.....	64
Quadro 20: Distribuição das classes de solos na área de pesquisa.....	72
Quadro 21: Distribuição do uso/ocupação da área de pesquisa.....	81
Quadro 22: Distribuição das Áreas de interesse ambiental em hectares na área de estudo.....	85
Quadro 23: Distribuição da Área por Intervalos de classe de declividade e Graus de vulnerabilidade na área de estudo.....	92
Quadro 24: Classes de solos e respectivos graus de vulnerabilidade identificados na área de estudo.	92
Quadro 25: Distribuição da ocupação e uso da terra em alqueires (ha) na área de estudo, e os respectivos graus de vulnerabilidade.....	93
Quadro 26: Intervalos e classes de vulnerabilidade (ha e percentagem), para as Equações 2 e 3.	96
Quadro 27: Resultados de análises de solos e índices/níveis de suficiência dos principais elementos ou compostos químicos (macros), sendo as cores: azul - Nível Alto; amarelo – Nível médio e bege – Nível Baixo. Quanto ao $H^+ + Al^{+3}$ e Al^{+3} : vermelho – Nível Alto (indesejável); laranja – Nível Médio (intermediário) e verde – Nível Baixo (desejável).....	102
Quadro 28: Grau de limitação atribuído às classes de solos, relativo ao fator limitante deficiência de fertilidade encontrada na área de pesquisa.....	103
Quadro 29: Grau de limitação atribuído às classes de solos e clima, relativo ao fator limitante deficiência de água identificados na área de pesquisa.....	103
Quadro 30: Grau de limitação atribuído às classes de solos, relativo ao fator limitante deficiência de oxigênio identificados na área de pesquisa.....	104
Quadro 31: Graus de limitação atribuídos a suscetibilidade a erosão e impedimento a mecanização em função dos intervalos de classes de declividade e características dos solos.....	104
Quadro 32: Grupos, subgrupos, classes de aptidão e explorações indicadas, resultante da correlação em ambiente SIG, das cinco variáveis consideradas para avaliação de aptidão agrícola das terras.....	105
Quadro 33: Distribuição dos grupos, subgrupos e classes de aptidão, e respectivas áreas em ha da região estudada.....	107

Quadro 34: Níveis de intensidades de uso do solo e ocupação das terras, frente às classes de aptidão agrícola do solo.....	110
Quadro 35: Esquema representativo de correlação em ambiente SIG, das classes de uso/ocupação da terra, com a aptidão diagnosticada, e respectivos níveis de intensidades de usos para a área de pesquisa.....	110
Quadro 36: Valoração dos níveis de intensidade de uso atribuídos às classes de uso/ocupação da terra, face aos grupos, subgrupos e classes de aptidão diagnosticadas da área de pesquisa.....	111
Quadro 37: Valoração dos níveis de intensidade de uso atribuídos às classes de uso/ocupação da terra, face aos grupos, subgrupos e classes de aptidão diagnosticadas da área de pesquisa.....	112
Quadro 38: Distribuição dos níveis de intensidade de uso diagnosticados para área de estudo.....	113
Quadro 39: valores em ha e percentagem (%) da ocupação atual, níveis de intensidade de uso e seus respectivos tipos de explorações recomendadas.....	118
Quadro 40: Distribuição do uso / ocupação recomendado para a área de estudo..	119
Quadro 41: Relação: Uso Atual/Ocupação, Aptidão das Terras e Proposta de Ocupação das Terras.....	121

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Alternativas de utilização das terras de acordo com a aptidão agrícola. .	27
Figura 2: Mapa da Evolução do Desmatamento no Estado do Paraná.	41
Figura 3: Localização da Área de Estudo.....	44
Figura 4: Procedimentos para elaboração das etapas da pesquisa.	46
Figura 5: Esquema de sobreposição dos PI's empregados para elaborar a carta base. A: imagem de satélite, B: Perímetro, C: hidrografia, D: estradas, E: cotas de altitude.	48
Figura 6: Esquema metodológico da sobreposição dos PI's para confecção da carta de vulnerabilidade à perda de solos.....	57
Figura 7: Esquema metodológico da sobreposição dos PI's para confecção da carta de aptidão de uso agrícola das terras.	60
Figura 8: Setores Geográficos da área de estudo.....	62
Figura 9: Carta base da localidade de Serrinha – Paiçandu PR.....	65
Figura 10: Carta de Declividade para estudo de vulnerabilidade à erosão dos solos.	66
Figura 11: Carta de Declividade para estudo de aptidão agrícola das terras.....	67
Figura 12: Foto do “Setor Nordeste” ao fundo, ocupado com culturas anuais e constituído por grandes colinas, com topos amplos e arredondados. Foto de abril de 2013.....	68
Figura 13: Foto vista do “Setor Sul” ao fundo e porção central da área com vertentes mais curtas e topos mais estreitos. Foto de abril de 2013.	69
Figura 14: Foto área de várzea “Solos Hidromórficos” no vale do Córrego Sacriva, ao fundo “Setor Noroeste”. Foto de novembro de 2009.	69
Figura 15: Carta de Classes Geológicas.....	71
Figura 16: Foto de observação de extratificação após tradagem em Latossolo Vermelho Distroférico (LVDF) no setor nordeste da área de estudo. Visita de campo realizada em julho de 2013.	73
Figura 17: Foto de observação de perfis em barranco de Neossolos Regolíticos Eutrófico. Visita de campo realizada em julho de 2013.	74
Figura 18: Carta de Solos da Localidade de Serrinha – Paiçandu – PR.....	76

Figura 19: Carta de Uso do Solo de 1972, para a da Localidade de Serrinha – Paiçandu – PR.....	79
Figura 20: Carta de Uso Atual do Solo, localidade de Serrinha – Paiçandu – PR..	80
Figura 21: Foto do setor Sul (ao fundo), presença de Neossolo Litólico Eutrófico e Neossolos Regolíticos Eutróficos, com cultivo de culturas anuais. Abril de 2013. ...	82
Figura 22: Foto de pequenas áreas de mata “capões” no “Setor Sudeste/Sul” em meio às pastagens. Abril de 2013.	84
Figura 23: Carta de Área de Interesse Ambiental da localidade de Serrinha, Paiçandu – PR.....	86
Figura 24: Foto de área de nascente no “Setor Sul/Sudoeste” em área de lavoura sem isolamento, ao fundo Empreendimento de turismo rural em APP. Fevereiro de 2013.....	87
Figura 25: Carta de Classificação Climática do Estado do Paraná.....	88
Figura 26: Carta de Precipitação Média Anual do Estado do Paraná.....	88
Figura 27: Gráfico de precipitação média anual da Bacia do Rio Ivaí no período de 1975 a 2005.....	89
Figura 28: Gráfico de Intervalos e classes de vulnerabilidade para as Equações 2 e 3.	96
Figura 29: Carta de Vulnerabilidade a Erosão dos Solos da Localidade de Serrinha – Paiçandu PR (Equação 2).....	97
Figura 30: Carta de Vulnerabilidade a Erosão dos solos da Localidade de Serrinha – Paiçandu PR (Equação 3).....	98
Figura 31: Carta de Aptidão Agrícola das Terras da Localidade de Serrinha – Paiçandu PR.....	106
Figura 32: Carta de Níveis de Intensidade de Uso Agrícola das Terras da Localidade de Serrinha – Paiçandu PR.....	114
Figura 33: Carta de Proposta de Uso Adequado das Terras da Localidade de Serrinha – Paiçandu PR.....	120
Figura 34: Gráfico de relação entre uso/ocupação atual, aptidão e proposta de uso das terras.....	123

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AGR P	Agricultura Permanente
AGR T	Agricultura Temporária
APP	Área de Preservação Permanente
A URB	Área Urbana
EDF	Edificações e Benfeitorias
EMATER	Instituto Paranaense de Assistência Técnica e Extensão Rural
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EST M	Estradas municipais
FLN EM	Floresta Nativa Secundaria Estagio Médio Avançado de Regeneração
FLN EI	Floresta Nativa Secundaria Estagio Inicial de Regeneração
GPS	<i>Global Positioning System</i>
HID	Corpos D'água
IAPAR	Instituto Agrônômico do Paraná
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
ITCG	Instituto de Terras Cartografia e Geociências
LANDSAT	<i>Land Remote sensing Satellite</i>
LVdf	LATOSSOLOS VERMELHOS Distroféricos
NASA	<i>National Aeronautics and Space Administration</i>
NPK	Nitrogênio, Fósforo, Potássio
NVEf	NITOSSOLOS VERMELHOS Eutroféricos
PAS C	Pastagens Cultivadas
PI	Plano de Informação
REF	Reflorestamento Energético
ROD EST	Rodovia Estadual
S	Sul
SIG	Sistema de Informações Geográficas
SHP	<i>Shapefiles</i>
SPOT	<i>Satellite Pour l'Observation de la Terre</i>
SRTM	<i>Shuttle Radar Topography Mission</i>
W	Oeste
WS	Sudoeste
SiBCS	Sistema Brasileiro de Classificação de Solos

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
1.1	JUSTIFICATIVA	17
1.2	OBJETIVO GERAL.....	18
1.2.1	Objetivos Específicos	18
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	19
2.1	VULNERABILIDADE AMBIENTAL	19
2.2	APTIDÃO AGRÍCOLA DAS TERRAS.....	25
2.1	INTENSIDADE DE USO DE TERRAS.....	32
2.1.1	Intensidade de Uso das Terras e a Legislação Ambiental	34
2.2	ADEQUAÇÃO DO USO À APTIDÃO AGRÍCOLA DAS TERRAS	36
2.3	EMPREGO DO SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS	37
3	CARACTERIZAÇÃO GERAL DA ÁREA DE PESQUISA	40
3.1	ESTADO DO PARANÁ.....	40
3.2	ÁREA DE ESTUDO: LOCALIDADE DE SERRINHA	42
4	MATERIAIS E MÉTODOS	44
4.1	DELIMITAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	44
4.2	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	45
4.3	ETAPA 1 – PESQUISA BIBLIOGRÁFICA, COLETA, ORGANIZAÇÃO E PROCESSAMENTO DE DADOS	45
4.3.1	Pesquisa Bibliográfica	47
4.3.2	Carta Base	47
4.3.3	Confecção das Cartas Temáticas / Planos de Informação (PI's)	49
4.3.3.1	Carta Geológica	49
4.3.3.2	Carta de Declividade para Estudos de Vulnerabilidade	50
4.3.3.3	Carta de Declividade para Estudos de Aptidão das Terras.....	51
4.3.3.4	Carta de Uso/Ocupação da Terra - Caracterização do Meio Físico	52
4.3.3.5	Carta de Classes de Solos	54
4.3.3.6	Carta de Dados Climáticos (Pluviosidade Anual).....	55
4.3.3.7	Carta de Áreas de Interesse Ambiental	56
4.4	ETAPA 2: REALIZAÇÃO DE CORRELAÇÃO DOS PI'S OBTIDOS.....	57
4.4.1	Carta de Vulnerabilidade à Perda de Solos	57
4.4.2	Carta de Aptidão.....	58
4.5	ETAPA 3: AVALIAÇÃO DA INTENSIDADE DE USO DA ÁREA ESTUDADA..	60
4.5.1	Carta de Níveis de Intensidade de Uso do Solo	60
4.6	ETAPA 4: PROPOSTA DE USO ADEQUADO DAS TERRAS.....	61
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	62
5.1	DESCRIÇÃO DOS PRODUTOS GRÁFICOS E CARTOGRÁFICOS GERADOS.....	63

5.1.1	Carta Base	63
5.1.2	Carta de Declividade para Vulnerabilidade	63
5.1.3	Carta de Declividade para a Aptidão	64
5.1.4	Carta Geológica	70
5.1.5	Carta de Classes de Solos	70
5.1.5.1	Latosolo Vermelho Distroférico (LVDf).....	72
5.1.5.2	Nitossolo Vermelho Eutrófico (NVEf).....	73
5.1.5.3	Associação Neossolos Litólicos Eutróficos + Neossolos Regolíticos Eutrófi- cos + Afloramento de rochas	74
5.1.5.4	Gleissolos Háplicos (GX).....	75
5.1.6	Caracterização do Meio Físico com Relação à Uso/Ocupação da Terra.....	77
5.1.6.1	A Evolução do Uso do Solo	77
5.1.6.2	Carta de Uso/Ocupação da Terra	78
5.1.6.3	Análise das Principais Classes Tipológicas	81
5.1.6.3.1	Agricultura e Pecuária	81
5.1.6.3.2	Reflorestamento.....	82
5.1.6.3.3	Vegetação Arbórea	83
5.1.6.4	Carta de Áreas de Interesse Ambiental	84
5.1.7	Clima (Características de Pluviosidade)	87
5.2	CARTA DE VULNERABILIDADE À PERDA DE SOLOS	91
5.2.1	Determinação das Classes de Vulnerabilidade à Erosão do Solo.....	94
5.2.2	Análise da distribuição das Classes de Vulnerabilidade (Eq. 3).....	99
5.2.3	Análise da Distribuição das Classes de Vulnerabilidade Relacionada às Equações 2 e 3	100
5.3	CARTA DE APTIDÃO AGRÍCOLA DAS TERRAS	101
5.3.1	Análise dos Grupos e Subgrupos de Aptidão Agrícola das Terras.....	107
5.4	CARTA DE INTENSIDADE DE USO DOS SOLOS	109
5.4.1	Análise dos Níveis de Intensidade de Uso dos Solos	113
5.5	CARTA DE ADEQUAÇÃO DE USO À APTIDÃO AGRÍCOLA DAS TERRAS....	116
5.5.1	Análise da Adequação de Uso à Aptidão Agrícola das Terras.....	121
5.6	CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE A PESQUISA REALIZADA	124
6	CONCLUSÕES	127
7	PERSPECTIVAS PARA CONTINUIDADE DO TRABALHO.....	128
	REFERÊNCIAS	129

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, a preocupação com a degradação ambiental tem sido motivo de vários debates e discussões em todo o mundo. Uma parte dos problemas está relacionado com o uso incorreto dos recursos naturais causa de muitos dos impactos negativos ao meio ambiente natural (SANTOS, 2009).

A crescente necessidade em produzir alimentos para o consumo humano e de animais tem levado à constante expansão da produção agropecuária, seja pelo aumento na produtividade de áreas já exploradas ou pelo avanço de fronteiras (MORO, 1991). Como consequência, observa-se o desmatamento generalizado e a degradação dos solos, gerados principalmente pelo estabelecimento de processos erosivos em áreas cujas boas técnicas de exploração não têm sido implantadas integralmente.

De acordo com Crepani *et al.* (2001), quando as técnicas de manejo e aptidão dos solos não são utilizadas corretamente, a espessura de 1,0 cm de solo, que demora de centenas a milhões de anos para se formar, pode ser erodida e carregada para os rios no período de uma safra.

Estudos elaborados por Tricart (1977) estabeleceram classes de vulnerabilidade à perda de solos para os diferentes tipos de uso da terra, levando em consideração o papel da densidade da vegetação como protetor do solo. Para o autor, a cobertura vegetal densa propicia a redução da força com que as águas das chuvas atuam na remoção e transporte de material, o que favorece os processos pedogenéticos de formação do solo. Diferentemente, a falta de cobertura florestal densa contribui para a instabilidade ambiental, devido o desenvolvimento da morfogênese.

Paredes (1994) considera que os trabalhos de planejamento e gerenciamento dos recursos naturais requerem informações de classes e uso dos solos, água e vegetação. Enquanto que, para Ross (2000), o conhecimento da estrutura da paisagem no tocante à geologia, geomorfologia, pedologia, clima, uso e ocupação do solo são fundamentais para a identificação e caracterização dos níveis de vulnerabilidade à perda por processos erosivos, possibilitando a previsão e prevenção dos possíveis impactos decorrentes da exploração pelo homem.

Os Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) são ferramentas importantes para a análise integrada dos dados do meio físico (MAXIMINIANO, 1996; CREPANI *et al.*, 2002; ECKHARDT *et al.*, 2010).

Eckhardt *et al.* (2010), utilizaram ferramentas de geoprocessamento, dados de sensoriamento remoto e GPS, para atualizar informações ambientais e territoriais, afirmaram que tal procedimento propiciou a compreensão do espaço estudado de forma integrada.

Sporl (2001) a partir da avaliação de três modelos de diagnóstico ambiental esclarece que, os SIGs representam ferramenta indispensável para elaboração de projetos que demandam processamento rápido e com bons resultados.

Crepani *et al.* (2001), para trabalhos para delimitar as áreas mais propensas à perda de solos e, propõe metodologia de elaboração de mapas de vulnerabilidade à perda de solos, com o auxílio de mapas temáticos, cartas topográficas e imagens aéreas, utilizando-se do SIG através do geoprocessamento.

De acordo com ALVES *et al.* (1994) a ocupação e povoamento das regiões norte e noroeste do estado do Paraná, sem a aplicação integral das técnicas de exploração racional dos solos, tem produzido significativos impactos ambientais. Esses impactos estão relacionados com a retirada da Mata Tropical dos Planaltos do Interior e do Vale do Ivaí, inicialmente para a implantação da cafeicultura e, posteriormente, para as lavouras mecanizadas de soja-trigo-milho ou pastagens (MORO, 1991; NAKASHIMA *et al.*, 1992; ALVES *et al.*, 1994).

Neste trabalho propõe-se, elaborar um estudo de vulnerabilidade ambiental referente à erosão e proposta de adequação de uso à aptidão agrícola do solo, empregando ferramentas de geoprocessamento em ambiente SIG, combinadas com levantamento de dados em campo da localidade de Serrinha, Município de Paiçandu, região noroeste do estado do Paraná.

1.1 JUSTIFICATIVA

O local que se propõe estudar caracteriza-se por pertencer à área de abrangência dos basaltos originados por derrames basálticos da Formação Serra Geral (BARROS, 2004). O autor *op. cit.* menciona que os solos originários desta formação rochosa caracterizam-se como sendo susceptíveis aos processos

erosivos, principalmente quando ocorre em relevo ondulado a fortes ondulado, associados às classes de neossolos e cambissolos.

Assim, pelas características dos solos, relevo e regime hídrico, esta área merece ser analisada, servindo de base para que outros trabalhos possam ser desenvolvidos, no município e em outras regiões, cujas características de rocha, relevo e solos se assemelhem, particularmente aqueles que viabilizem propostas adequadas de uso e manejo dos solos.

1.2 OBJETIVO GERAL

Realizar estudo de vulnerabilidade à erosão e proposta de adequação de uso à aptidão agrícola do solo, empregando ferramentas de geoprocessamento em ambiente SIG, combinadas com levantamento de dados em campo, da localidade de Serrinha, Município de Paiçandu – PR.

1.2.1 Objetivos Específicos

Organizar, em ambiente computacional utilizando Sistema de Informação Geográfica (SIG), uma base de dados composta por imagens de satélite e dados temáticos referente a área de estudo;

Elaborar carta base da localidade a ser estudada, contendo perímetro, cotas de altitude e hidrografia;

Elaborar cartas temáticas (geologia, relevo, pedologia, vegetação, clima e de áreas de interesse ambiental) em ambiente SIG;

Realizar levantamento de campo, relacionados com as classes de solos, uso do solo e hidrografia, com propósito de complementar as informações contidas nas cartas temáticas;

Realizar correlações dos planos de informações (PI's) da área para gerar: cartas de vulnerabilidade à erosão; classes de aptidão agrícola das terras e carta de intensidade de uso do solo;

Apresentar propostas de adequação de uso de acordo com a aptidão agrícola para a região estudada.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 VULNERABILIDADE AMBIENTAL

A vulnerabilidade ambiental pode ser compreendida como o risco de degradação do ambiente natural relacionada à erosão do solo, à perda de biodiversidade, ao assoreamento e à contaminação dos recursos hídricos (COSTA *et al.*, 2006).

Para ¹Smith e Wischmeier (1962), apud Bertol (2011), fatores como: cobertura e manejo do solo; capacidade da chuva em causar erosão (erosividade); capacidade do solo em resistir à erosão (erodibilidade); topografia; e, práticas conservacionistas utilizadas, são determinantes do processo erosivo dos solos.

Os autores Crepani *et al.* (1996), Barbosa (1997), Medeiros (1999), Souza (1999) e Costa *et al.* (2006) estudaram a vulnerabilidade natural a erosão para avaliar as condições restritivas do meio físico, em diversas áreas, no ordenamento territorial brasileiro.

Costa *et al.* (2006), na integração dos dados temáticos de rocha, relevo, solos, uso do solo/vegetação e dados do clima, seguem um modelo utilizado por Barbosa (1997), Crepani *et al.* (1996), e Grigio (2003). Nesse modelo o grau de vulnerabilidade estipulado a cada classe foi distribuído em uma escala de 1,0 a 3,0 com intervalo de 0,5, distribuídas entre as situações de predomínio dos processos de pedogênese (às quais se atribuem valores próximos de 1,0), passando por situações intermediárias (às quais se atribuem valores ao redor de 2,0) e situações de predomínio dos processos erosivos modificadores das formas de relevo, morfogênese (às quais se atribuem valores próximos de 3,0). Com a realização de uma média aritmética dos valores obtidos para cada conjunto de dados temáticos obtem-se o Grau de vulnerabilidade dos mapas temáticos.

Os pesquisadore Batista e Veríssimo (2012) consideraram a relação entre morfogênese e pedogênese como sendo um critério fundamental para realizar a classificação da vulnerabilidade ambiental à perda de solos.

¹SMITH, D. D; WISCHMEIER, W.H. Rainfall erosion. **Advances in Agronomy**, New York, 14: 109-48, 1962.

Os autores *op. cit.* classificam os níveis de vulnerabilidade ambiental ligada a processos erosivos em nula ou muito baixa, moderada a forte, forte e muito forte. Essa classificação foi realizada com base na “Ecodinâmica dos Ambientes de Tricart (1977) e está apresentada no Quadro 1.

CATEGORIA DOS AMBIENTES	CONDIÇÕES DE BALANÇO ENTRE MORFOGÊNESE E PEDOGÊNESE	VULNERABILIDADE AMBIENTAL
Ambientes Estáveis	Estabilidade morfogênica antiga, solos espessos e bem evoluídos, franca predominância da pedogênese, cobertura vegetal em equilíbrio.	Nula ou Muito Baixa
Ambientes de Transição	Ação simultânea dos processos de morfogênese que indica tendência a instabilidade e pedogênese que indica tendência a estabilidade.	Moderada a Forte
Ambientes Instáveis	Morfogênese intensificada, relevo dissecados e vertentes com declividade elevadas, condições climáticas agressivas e baixa capacidade protetora exercida pela vegetação, solos erodidos, nítida predominância da morfogênese sobre a pedogênese.	Forte
Ambientes Fortemente Instáveis	Pedogênese praticamente nula, ausência ou extrema rarefação da cobertura vegetal, incidência acentuada dos processos erosivos.	Muito Forte

Quadro 1: Classificação Ecodinâmica dos Ambientes realizada com base na “Ecodinâmica dos Ambientes de Tricart (1977)”.

Fonte: BATISTA; VERÍSSIMO (2012)

Ferreira *et al.* (2011), na integração dos dados temáticos, sugerem uma classe intermediária denominada de Moderadamente Instável com valores próximos a 2,5. Segundo os autores, o acréscimo desta classe proporciona melhor representação da vulnerabilidade entre as subclasses *Intergrades* e Instável. O modelo de análise considerando a classe intermediária proposta pelos autores *op. cit.*, está apresentado no Quadro 2.

Crepani *et al.* (2001), consideram áreas de vulnerabilidade ambiental aquelas em que há maior perda de solo. Os autores, fundamentados na Ecodinâmica de Tricart (1977), levam em consideração os processos morfogênicos e pedogenéticos nas avaliações de vulnerabilidade. Uma vez que, geralmente, a perda de solos é decorrente do carreamento de massa, levando consigo tudo o que estiver acima deste substrato, sejam construções, plantações, estradas entre outros. Desta forma os autores *op. cit.*, propõem a atribuição de valores de vulnerabilidade aos temas: geologia, geomorfologia, pedologia, uso/vegetação e clima, previamente cartografados em função das diferentes características de cada tema.

PLANOS DE INFORMAÇÃO	PARÂMETROS	GRAU DE VULNERABILIDADE	PESO
Geologia	Grau de coesão das rochas	Estável	1,0
		<i>Integrades</i>	2,0
		Moderadamente instáveis	2,5
		Instável	3,0
Geomorfologia	Amplitude do relevo, densidade e graus de dissecção (índices Morométricos)	Estável	1,0
		<i>Integrades</i>	2,0
		Moderadamente instáveis	2,5
		Instável	3,0
Pedologia	Maturidade dos solos, processos erosivos, lixiviados e desenvolvimento.	Estável	1,0
		<i>Integrades</i>	2,0
		Moderadamente instáveis	2,5
		Instável	3,0
Clima	Pluviosidade	Estável	1,0
		<i>Integrades</i>	2,0
		Moderadamente instáveis	2,5
		Instável	3,0
Vegetação	Densidade	Estável	1,0
		<i>Integrades</i>	2,0
		Moderadamente instáveis	2,5
		Instável	3,0

Quadro 2: Modelo de análise dos temas considerando os parâmetros, grau de vulnerabilidade e pesos para os cinco planos de informação.
 Fonte: adaptado de FERREIRA *et al.*, (2011).

Quanto à geologia, para determinação da escala de vulnerabilidade, Crepani *et al.* (2001, p. 74), considerou à denudação (intemperismo + erosão) das rochas mais comumente encontradas, relativos ao grau de coesão das rochas ígneas, metamórficas e sedimentares, Quadro 3.

No estudo relativo ao relevo, para determinação da escala de vulnerabilidade, Crepani *et al.* (2001, p. 81), considerou 21 intervalos entre classes de declividade (em %), adotados de acordo com os valores de vulnerabilidade para a declividade das encostas, Quadro 4.

No estudo relativo à pedologia, para determinação da escala de vulnerabilidade, Crepani *et al.* (2001, p. 86), considerou a maturidade dos solos, através das classes pedológicas predominantes, Quadro 5

No estudo relativo às áreas antropizadas, Crepani *et al.* (2001, p. 104 a 113), ao atribuir graus de vulnerabilidade à erosão, considerou os níveis de densidade de cobertura vegetal, aos fragmentos que denominou de “Casos Especiais de Vegetação”. Os autores, *op. cit.*, se referiam aos polígonos de exploração agrícola

do solo e polígonos com vegetação nativa em diferentes níveis de regeneração. Para as coberturas artificiais do terreno, como as pastagens, as culturas perenes e as culturas anuais, utilizam-se respectivamente os valores de 2,8, 2,9 e 3,0, da escala de vulnerabilidade natural. Quanto as áreas de vegetação nativa em regeneração, em específico, remanescentes de Floresta Estacional Semidecidual, atribuíram valor de 1,60 da escala de vulnerabilidade a erosão dos solos (Quadro 6).

CARACTERÍSTICAS LITOLÓGICAS DAS ROCHAS	VULNERABILIDADE	CARACTERÍSTICAS LITOLÓGICAS DAS ROCHAS	VULNERABILIDADE
Quartzitos ou metaquartzitos	1,0	Filito, Metassiltito	2,1,
Riólito, Granito, Dacito	1,1	Ardósia, Metargilito	2,2
Granodiorito, Quartzo Diorito, Granulitos	1,2	Mármore	2,3
Migmatitos, Gnaisses	1,3	Arenitos quartzosos ou ortoquartzitos	2,4
Fonólito, efelina, Sienito, raquito, Sienito	1,4	Conglomerados, Subgrauvacas	2,5
Andesito, Diorito, Basalto	1,5	Grauvacas, Arcózios	2,6
Anortosito, Gabro, Peridotito	1,6	Siltitos, Argilitos	2,7
Milonitos, Quartzo muscovita, Biotita, Clorita xisto	1,7	Folhelhos	2,8
Piroxenito, Anfibolito Kimberlito, Dunito	1,8	Calcários, Dolomitos, Margas, Evaporitos	2,9
Hornblenda, Tremolita, Actinolita xisto	1,9	Sedimentos Inconsolidados: Aluviões, Colúvios.	3,0
Estaurolita xisto, Xistos granatíferos	2,0		

Quadro 3: Escala de vulnerabilidade à denudação das rochas mais comuns.
Fonte: adaptado de CREPANI *et al.* (2001).

DECLIVIDADE	VULNERABILIDADE	DECLIVIDADE	VULNERABILIDADE	DECLIVIDADE	VULNERABILIDADE
0 a 3,5	1,0	17,4 a 19,8	1,7	34,6 a 37,2	2,4
3,5 a 5,8	1,1	19,8 a 22,2	1,8	37,2 a 39,8	2,5
5,8 a 8,2	1,2	22,2 a 24,5	1,9	39,8 a 42,4	2,6
8,2 a 10,3	1,3	24,5 a 27,2	2,0	42,4 a 45,3	2,7
10,3 a 12,9	1,4	27,2 a 29,6	2,1	45,3 a 48,1	2,8
12,9 a 15,1	1,5	29,6 a 32,1	2,2	48,1 a 50	2,9
15,1 a 17,4	1,6	32,1 a 34,6	2,3	50 a 999	3,0

Quadro 4: Intervalos de declividades e graus de vulnerabilidade atribuídos
Fonte: adaptado de CREPANI *et al.* (2001).

CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS (Camargo et al., 1987)	CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS (EMBRAPA, 1999b)	CLASSE DE VULNERABILIDADE
Latossolos Amarelos Latossolos Vermelho-Amarelos Latossolos Vermelho-Escuros Latossolos Roxos Latossolos Brunos Latossolos Húmicos Latossolos Húmicos Brunos	Latossolos Amarelos Latossolos Vermelho-Amarelos Latossolos Vermelhos Latossolos Vermelhos Latossolos Brunos Latossolos (...) Húmicos. Latossolos Bruno (...) Húmicos.	1,0
Podzólicos Amarelos Podzólicos Vermelho-Amarelos Podzólicos Vermelho-Escuros Terras Roxas Estruturadas Brunos Não-Cálcicos Brunizéns Brunizéns Avermelhados Rendzinas Planossolos Solos Hidromórficos (abrupticos) Podzóis	Argissolos Argissolos Luvisolos Alissolos Nitossolos Argissolos Luvisolos Alissolos Nitossolos Argissolos Nitossolos Luvisolos Chernossolos Chernossolos Chernossolos Planossolos Planossolos Espodossolos	2,0
Cambissolos	Cambissolos	2,5
Solos Litólicos Solos Aluviais Regossolos Areias Quartzosas Vertissolos Solos Orgânicos Solos Hidromórficos (não abrupticos) Glei Húmico Glei Pouco Húmico Plintossolo Laterita Hidromórfica Solos Concrecionários Lateríticos Afloramento Rochoso	Neossolos Litólicos Neossolos Flúvicos Neossolos Regolíticos Neossolos Quartzarênicos Vertissolos Organossolos Gleissolos Gleissolos Plintossolos Gleissolos Plintossolos Plintossolos Plintossolos Plintossolos Plintossolos Afloramento Rochoso	3,0

Quadro 5: Valores de vulnerabilidade em função das classes dos solos.

Fonte: Adaptado de CREPANI *et al.* (2001).

TIPO DE OCUPAÇÃO E USO DA TERRA	GRAU DE VULNERABILIDADE
Culturas Perenes	2,9
Culturas Perenes	3,0
Floresta Estacional Semidecidual	1,6
Pastagens	2,8

Quadro 6: Grau de vulnerabilidade a erosão do solo segundo o tipo de ocupação e uso da terra.

Fonte: adaptado de CREPANI *et al.* (2001).

No estudo relativo ao clima, para determinação da escala de vulnerabilidade, Crepani *et al.* (2001, p. 98), considerou o potencial de erosividade, através dos índices pluviométricos mensais médios registrados (Quadro 7).

PLUVIOSIDADE (mm/mês)	CLASSE DE VULNERABILIDADE	PLUVIOSIDADE (mm/mês)	CLASSE DE VULNERABILIDADE
< 50	1,0	300 – 325	2,1
50 – 75	1,1	325 – 350	2,2
75 – 100	1,2	350 – 375	2,3
100 – 125	1,3	375 – 400	2,4
125 – 150	1,4	400 – 425	2,5
150 – 175	1,5	425 – 450	2,6
175 – 200	1,6	450 – 475	2,7
200 – 225	1,7	475 – 500	2,8
225 – 250	1,8	500 – 525	2,9
250 – 275	1,9	> 525	3,0
275 – 300	2,0	-	-

Quadro 7: Intensidade pluviométrica (mm/mês) e valores de vulnerabilidade à perda de solo.
Fonte: Adaptado de CREPANI *et al.* (2001, p. 98).

Crepani *et al.* (1996), representaram as classes de vulnerabilidade por meio de 21 cores, obtidas a partir da combinação aditiva das três cores primárias (azul, verde, e vermelho), sendo que ao valor médio de maior estabilidade (1,0) se associou a cor azul, ao valor intermediário (2,0) associou a cor verde e às unidades de maior vulnerabilidade (3,0), foi associado a cor vermelha, Quadro 8.

CLASSE DE VULNERABILIDADE	INTERVALO DE CLASSE	COR REPRESENTATIVA
Estável (Muito Baixa)	1,0 – 1,40	Azul
Moderadamente Estável (Baixa)	1,40 – 1,80	Verde Claro
Medianamente Estável / Vulnerável (Média)	1,80 – 2,20	Verde Laranja
Moderadamente Vulnerável (Forte)	2,20 – 2,60	Laranja
Vulnerável (Muito Forte)	2,60 – 3,0	Marrom

Quadro 8: Intervalos e Classes de vulnerabilidade e respectivas cores a estas associadas para representação.
Fonte: Adaptado de CREPANI *et al.* (1996).

Ferreira *et al.* (2011), atribuíram graus de vulnerabilidade às variáveis de cada um dos cinco temas (geologia, geomorfologia, pedologia, clima e vegetação) em ambiente computacional utilizando-se do geoprocessamento. Para determinar valor de vulnerabilidade média, os autores realizaram a média aritmética dos graus de vulnerabilidade atribuídos aos temas, por meio da intercessão das cartas

temáticas através da operação overlay no software ArcGIS 9.3.1, conforme apresentado na equação 1.

$$V = \frac{V_{gl} + V_{gm} + V_{pd} + V_{cl} + V_{vg}}{5} \quad \text{Equação 1}$$

Onde:

V=Vulnerabilidade média;

V_{gl}=Variável geologia,

V_{gm}=Variável geomorfologia,

V_{pd}=Variável pedologia;

V_{cl}=Variável clima;

V_{vg}=Variável vegetação.

2.2 APTIDÃO AGRÍCOLA DAS TERRAS

Segundo EMBRAPA (2005), as três principais classificações interpretativas para capacidade de uso das terras são: classificação para fins de irrigação; capacidade de uso; e aptidão agrícola.

De acordo com Ramalho Filho e Beek (1995) a aptidão das terras é definida por meio da comparação de suas condições para explorações agrícolas, em relação aos fatores limitantes atribuídos em função: da deficiência de fertilidade; deficiência de água; excesso de água; da susceptibilidade à erosão; e de impedimentos à mecanização.

Avaliar a aptidão agrícola das terras corresponde a interpretar estudos e informações obtidas dos levantamentos de solos, complementados com as características climáticas, cujo principal intuito é orientar a utilização dos recursos naturais de forma planejada nos níveis regional e nacional (IBGE, 1994).

Para os autores Menezes, Araújo e Galvíncio (2007, p. 23) determinar a aptidão agrícola de terras é “realizar a avaliação física das terras, baseada nas suas qualidades e em níveis de manejo para diferentes usos da terra”.

No Brasil, para efetuar o levantamento do potencial de uso dos solos, são utilizados comumente dois sistemas de classificação técnica: o sistema de aptidão agrícola das terras descrito por Ramalho Filho e Beek, (1995) e o sistema de capacidade de uso das terras, originalmente desenvolvido nos EUA e adaptado às condições brasileiras por Lepsch *et al.* (1983).

Para a EMBRAPA (2005), com vistas a realização do planejamento regional, a diferença existente na aplicação dos métodos propostos por Lepsch (1991) e Ramalho Filho e Beek (1995) está na aplicação em diferentes escalas de trabalho. Enquanto que para o método proposto por Lepsch *et al.* (1991) são utilizados mapas temáticos em escalas maiores (1:25.000), o método proposto por Ramalho Filho e Beek (1995) emprega mapas temáticos em escalas menores (1:100.000).

Ramalho Filho e Beek (1995) descreveram o sistema de aptidão agrícola das terras, que visa o diagnóstico de comportamento das terras em diferentes níveis tecnológicos, num contexto específico, técnico, social e econômico. Como o sistema de classificação de capacidade de uso, o sistema de aptidão baseia-se em níveis de manejo (A, B e C) e grupos de aptidão agrícola (1, 2, 3, 4, 5 e 6), sendo que as classes de aptidão agrícola foram apresentadas como boa, regular, restrita ou sem aptidão agrícola.

Os níveis tecnológicos revelaram o conjunto de tecnologias empregadas pelo agricultor e evoluem do nível A (baixo), B (médio) e C (alto). Quanto mais elevado o nível tecnológico, ou seja, quanto maior é o uso de capital e tecnologias, aumenta as possibilidades de superar as condições limitantes de uma determinada área e possibilita viabilizar produções de forma economicamente viáveis (RAMALHO FILHO; BEEK, 1995).

Segundo os autores *op. cit.*, o nível de manejo “A” é considerado primitivo, cujas práticas agrícolas empregadas refletem um baixo nível técnico-cultural, com reduzida aplicação de capital, o trabalho é braçal e pode-se utilizar alguma mecanização com base em tração animal ou com implementos agrícolas simples; o nível de manejo “B” é considerado pouco desenvolvido, cujas práticas agrícolas empregadas refletem um nível tecnológico médio. Este nível caracteriza-se pela pequena aplicação de capital e de resultados de pesquisa, inclui calagem e adubação com NPK (nitrogênio, fósforo, potássio), tratamentos fitossanitários simples, alguma mecanização com base em tração animal ou na motorizada apenas para desbravamento e preparo inicial do solo. O nível de manejo “C”, considerado desenvolvido, baseia-se em práticas agrícolas que refletem um alto nível tecnológico, com aplicação intensiva de capital e de resultados de pesquisa, a motomecanização está presente nas diversas fases da operação agrícola.

Para os autores *op. cit.*, os grupos de aptidão 1, 2 e 3 identificam terras cuja recomendação prevê uso mais intensivo com lavouras temporárias. O grupo 4

representa terras cujo tipo de uso mais intensivo deve ser pastagem plantada e lavoura permanente. Para o grupo 5 o uso mais intensivo das terras deve limitar-se à silvicultura, pastagem natural. Enquanto que, para o grupo 6, as áreas de terras são consideradas inaptas para qualquer uma das atividades agrícolas, sendo a sua ocupação condicionada à preservação da fauna e da flora.

A Figura 1 apresenta um conjunto de alternativas de utilização das terras, em função dos grupos e classes de aptidão diagnosticadas, de acordo com proposto por Ramalho Filho e Beek (1995).

GRUPO DE APTIDÃO AGRÍCOLA	AUMENTO DA INTENSIDADE DE USO →					
	Preservação da flora e da fauna	Silvicultura e/ou pastagem natural	Pastagem plantada	Lavouras		
				Aptidão restrita	Aptidão regular	Aptidão boa
1						
2						Sobreutilizado
3					Sobreutilizado	
4				Sobreutilizado		
5			Sobreutilizado			
6		Sobreutilizado				

Figura 1: Alternativas de utilização das terras de acordo com a aptidão agrícola.
 Fonte: Adaptado de RAMALHO FILHO e BEEK (1995).

Para Ramalho Filho e Beek (1995), as classes expressam a aptidão agrícola das terras para uma determinada exploração, em função do nível de manejo definido para um determinado subgrupo, refletindo o grau de intensidade com que as limitações afetam as terras.

Considerando os tipos de utilização: lavouras, pastagem plantada, silvicultura e pastagem natural, as classes de aptidão são definidas pelas características do ambiente, sendo consideradas: BOA, REGULAR, RESTRITA e INAPTA, observando as condições de manejo.

A classificação “BOA” é para áreas cujos solos não possuem limitações significativas para a produção sustentada de um determinado tipo de exploração. As áreas cujos solos apresentam limitações moderadas para a produção sustentada de um determinado tipo de exploração, recebem a denominação de “REGULAR”. São denominadas de “RESTRITA” as áreas cujos solos apresentam limitações fortes para a produção sustentada de um determinado tipo de utilização e essas limitações

umentam ainda mais a necessidade de insumos. São consideradas na classificação de “INAPTA”, as áreas cujos solos não apresentam condições para exploração. As terras consideradas inaptas para exploração são indicadas para a preservação da flora e da fauna, recreação ou algum outro tipo de uso não-agrícola, devendo ser estabelecida ou mantida uma cobertura vegetal, não só por razões ecológicas, mas também para a proteção de áreas contíguas agricultáveis.

Ramalho Filho e Beek (1995) preconizam que a carta de classes de solos deve ser referência para elaboração dos planos de informação relativos aos fatores limitantes: deficiência de fertilidade, deficiência ou excesso de água no solo. Enquanto que, a avaliação das cartas de classes de solos e das cartas de declividade servirão de parâmetro para elaboração dos planos de informações relativos aos fatores limitantes: suscetibilidade à erosão e impedimento à mecanização. Já os dados relativos à pluviosidade e classes de solos, servem de parâmetros para elaboração do plano de informação relativo à deficiência de água.

O Quadro 9 apresenta um resumo das principais características no ambiente, relativas a classes de solos, relevo e clima, para determinação dos graus de limitações.

Ramalho Filho e Beek (1995) determinaram as classes de aptidão através de estudo comparativo entre os graus de limitações atribuídos às terras e os estipulados nos quadros-guia para as regiões de clima subtropical, tropical-úmido e semi-árido. Essas representações, conhecidas com a denominação de quadros de conversão (ou quadros guias), são referências para atribuição de aptidão em função dos graus de limitações para os níveis de manejo A, B e C.

Com esta metodologia, atribui-se a classe de aptidão, em função do grau limitante mais forte, atribuído a qualquer um dos cinco fatores limitantes, que influenciam na exploração do solo, face as propriedades físico-químicas, e relações com o ambiente.

O Quadro 10 apresenta as combinações dos graus de limitação atribuídos aos fatores limitantes para determinação dos grupos, subgrupos, classes de aptidão e respectivas explorações indicadas, preconizadas por proposto por Ramalho Filho e Beek (1995, p. 38), denominado pelos autores de “Quadro de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras para Região de Clima Subtropical”.

GRAU DE LIMITAÇÃO	CARACTERÍSTICAS DOS AMBIENTES
Deficiência de Fertilidade	
(N) Nulo	Apresenta elevadas reservas de nutrientes e ausência de elementos tóxicos. Mesmo as plantas exigentes não respondem à adubação. Ótimos rendimentos por mais de 20 anos. Ao longo do perfil: saturação por bases (V)>80%, soma de bases (S)>6cmolc/kg, Sat. (saturação por) Al = 0 na camada arável e condutividade elétrica (CE)<4mS/cm a 25 °C.
(L) Ligeiro	Ausência de elementos tóxicos e boas reservas de nutrientes. Boa produção por mais de 10 anos, com baixa exigência para a manutenção do estado nutricional. V>50%, S>3 cmolc/kg e Sat. Na<6%.
(M) Moderado	Um ou mais nutrientes com reservas limitadas, podendo conter sais tóxicos. Rendimentos bons só nos anos iniciais e rápido declínio da produtividade após cinco anos. CE entre 4 e 8mS/cm ou Sat. Na entre 6 e 15%.
(F) Forte	Um ou mais nutrientes com reservas muito limitadas, podendo conter sais tóxicos em quantidades elevadas. Baixos rendimentos de culturas e pastagens desde o início da exploração. Baixa soma de bases, ou CE entre 8 e 15mS/cm, ou Sat. Na>15%.
(MF) Muito Forte	Muito baixa concentração de nutrientes, com remotas possibilidades de exploração para atividade agrícola. Apenas plantas altamente tolerantes conseguem adaptar-se. CE>15mS/cm a 25°C ou solos tiomórficos.
Deficiência de Água	
(N) Nulo	Ausência de deficiência de água durante todo o ano, com possibilidade de dois cultivos por ano. Ausência de estação seca ou lençol freático elevado. Vegetação natural de floresta perenifólia, campos hidrófilos e higrófilos ou campos subtropicais sempre úmidos.
(L) Ligeiro	Pequena deficiência de água disponível durante período de um a três meses, limitando o desenvolvimento vegetativo de culturas mais sensíveis. Vegetação de floresta subperenifólia, cerrado subperenifólio e alguns campos.
(M) Moderado	Considerável deficiência na disponibilidade de água disponível num período de três a seis meses ou um pouco menos em solos com baixa capacidade de retenção de água disponível. Inapta para grande parte das culturas de ciclo longo e com possibilidades muito reduzidas de dois cultivos anuais. Vegetação de cerrado e floresta subcaducifólia.
(F) Forte	Acentuada deficiência na disponibilidade de água num período de seis a oito meses, ou um pouco menos em terras com baixa disponibilidade de água. Precipitação entre 600 e 800 mm anuais com irregularidade na distribuição e altas temperaturas. Possibilidade de desenvolvimento apenas de plantas mais adaptadas, ou no caso das de ciclo curto condicionadas à distribuição de chuvas. Vegetação de floresta caducifólia, transição de cerrado para caatinga e caatinga hipoxerófila.
(MF) Muito Forte	Severa deficiência de água por um período de oito a dez meses ou um pouco menos em terras com baixa disponibilidade de água ou com alta concentração de sais solúveis capaz de elevar o ponto de stress hídrico "murchamento". Sem possibilidade de desenvolvimento de culturas não-adaptadas. Vegetação de caatinga hiperxerófila ou mesmo ausente.
Deficiência de Oxigênio	
(N) Nulo	Boa aeração durante todo o ano. Solos bem a excessivamente drenados.
(L) Ligeiro	Pequena deficiência de aeração para plantas mais sensíveis na estação chuvosa. Solos moderadamente drenados.
(M) Moderado	Solos impróprios para culturas sensíveis durante a estação chuvosa. Imperfeitamente drenados sujeitos a inundações ocasionais.
(F) Forte	Solos com sérias deficiências de aeração. Sem possibilidade de desenvolvimento de culturas não-adaptadas. Obras de drenagem artificial viável ao agricultor. Solos mal ou muito mal drenados, sujeitos a inundações frequentes.
(MF) Muito Forte	Condições semelhantes ao anterior, porém o melhoramento está fora do alcance do agricultor individualmente.
Susceptibilidade à Erosão	
(N) Nulo	Relevo plano a praticamente plano (declive <3%) e boa permeabilidade. Erosão insignificante após 10 a 20 anos de cultivo, controlada com práticas conservacionistas simples.
(L) Ligeiro	Relevo suave ondulado (declives entre 3 e 8%) e boas propriedades físicas. Após 10 a 20 anos de cultivo, podendo ocorrer perda de 25% do horizonte superficial, que pode ser prevenida com práticas conservacionistas ainda simples.
(M) Moderado	Relevo moderadamente ondulado a ondulado (declives entre 8 e 20%), que podem variar para mais ou para menos conforme as condições físicas do solo. Requer práticas intensivas de controle à erosão.
(F) Forte	Relevo forte ondulado (declives entre 20 e 45%), que podem variar conforme as condições físicas do solo. Prevenção à erosão é difícil e dispendiosa, podendo ser antieconômica.
(MF) Muito Forte	Relevo montanhoso ou escarpado (declive >45%), não sendo recomendável o uso agrícola, com sérios riscos de danos por erosão em poucos anos.
Impedimentos à Mecanização	
(N) Nulo	Relevo plano a praticamente plano (declive <3%), sem impedimento relevante à utilização de qualquer máquina ou implemento agrícola durante todo o ano. Rendimento do trator (RT) >90%.
(L) Ligeiro	Relevo suave ondulado (declives entre 3 e 8%), sem outros impedimentos, ou mais suave com limitações como pedregosidade ou rochiosidade, sulcos de erosão, textura arenosa ou muito argilosa etc. É possível o emprego da maioria das máquinas agrícolas durante quase todo o ano. RT entre 75 e 90%.
(M) Moderado	Relevo ondulado ou mais suave no caso de ocorrência de outros impedimentos já citados, ou por restrições de drenagem (drenagem imperfeita). Sem possibilidade de emprego da maioria das máquinas agrícolas durante todo o ano. RT entre 50 e 75%.
(F) Forte	Relevo forte ondulado ou mais suave, no caso de outros impedimentos que restringem as possibilidades de utilização a implementos de tração animal ou máquinas especiais. RT <50%.

Quadro 9: Principais características do ambiente, relativas às classes de solos, classes de relevo e clima, para determinação dos graus de limitações.

Fonte: Adaptado de RAMALHO FILHO e BEEK (1995)

Os estudos de avaliação da aptidão agrícola de terras voltadas ao planejamento territorial associada aos SIG's visando à obtenção de mapas de aptidão e mapas de conflitos de uso da terra foi abordado nos trabalhos realizados pelos autores Chaves *et al.*, 2010; Barros *et al.*, 2004; Silva (2007) e Silva *et al.* (2010), entre outros.

Silva² (2007), apud Silva *et al.* (2010), utilizam-se do SIG's empregando o geoprocessamento para elaborar a avaliação da aptidão agrícola das terras. A correlação das unidades de mapeamento de classes de solos e declividade resultou em fragmentos de áreas, sendo a estes atribuídos graus de limitações aos fatores: deficiência de fertilidade, deficiência ou excesso de água, suscetibilidade a erosão e impedimento à mecanização. Os graus de limitações foram atribuídos, levando em conta, as classes dos solos e declividade, frente às características do ambiente, para exploração das terras em condições naturais ou pelo nível de manejo B, conforme preconizado no trabalho de Ramalho Filho e Beek (1995).

A correlação dos PI's foi efetuada em ambiente SIG, pela junção de códigos alfanuméricos na tabela de atributos do PI de solo e declividade, com os códigos numéricos representando graus de limitações atribuídos aos 05 fatores limitantes, que resultou em um identificador de classe único para cada combinação possível. Esse identificador foi convertido da representação numérica para a alfabética. Tomando como referência o preestabelecido no quadro-guia para região subtropical, proposto por Ramalho Filho & Beek (1995), a representação alfabética, foi recodificada, estabelecendo as classes de aptidão agrícola para cada polígono de solo da área de estudo.

No Quadro 11 estão apresentados os resultados da correlação dos PI's de solos e declividade e atribuição dos graus de limitações relativos a: deficiência de fertilidade, deficiência ou excesso de água, suscetibilidade a erosão e impedimento à mecanização.

²SILVA, E. B. **Avaliação da aptidão agrícola das terras como subsídio à reforma agrária: Assentamento Eldorado dos Carajás**. 2007. 147p. (Tese de Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

APTIDÃO AGRÍCOLA									GRAU DE LIMITAÇÕES DAS CONDIÇÕES AGRÍCOLA DAS TERRAS PARA OS NÍVEIS DE MANEJO A, B E C									EXPLORAÇÕES INDICADAS
Grupo	Subgrupo	Classe	Deficiência de Fertilidade			Deficiência de Água			Excesso de Água			Suscetibilidade à Erosão			Impedimento à Mecanização			
			A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	
1	1ABC	Boa	N/L	NL ₁	N ₁	L	L	L	L	L ₁	N ₂	L/M	N/L ₁	N ₁	M	L	N	Lavouras Anuais
2	2abc	Regular	L	L ₁	L ₂	M	M	M	M	L/M ₁	L ₂	M	L ₁	N ₂ /L ₁	M/F	M	L	
3	3(abc)	Restrita	M	LM ₁	L ₂	M/F	M/F	M/F	M/F	M ₁	M ₂	F	M ₁	L ₂	F	M/F	M	
4	4P	Boa		M ₁			M			F ₁			M/F ₁			M/F		Pastagens Cultivadas
	4p	Regular		M/F ₁			M/F			F ₁			F ₁			F		
	4(p)	Restrita		F ₁			F			MF			MF			F		
5	5S	Boa		M/F ₁			M			L ₁			F ₁			M/F		Silvicultura
	5s	Regular		F ₁			M/F			L ₁			F ₁			F		
	5(s)	Restrita		MF			F			M ₁			MF			F		
	5 N	Boa	M/F				M			M/F			F			MF		Pastagens Nativas
	5n	Regular	F				M/F			F			F			MF		
	5(n)	Restrita	MF				F			MF			F			MF		
6	6	Sem Aptidão Agrícola	-	-	-		-	-		-	-		-	-		-	-	Preservação da Flora e da Fauna

Quadro 10: Quadro de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras para Região de Clima Subtropical; Graus de limitação: nulo (N), ligeiro (L), moderado (M), forte (F) e muito forte (MF).

Fonte: Adaptado do “Quadro de Avaliação para Região de Clima Subtropical” de RAMALHO FILHO E BEEK (1995).

Notas: Os algarismos são descritos na coluna subgrupos em maiúsculo: A, B, C, P, S e N representam classe de aptidão “Boa”; os em minúsculo: b, c, p, s e n, representam classe de aptidão “Regular”; os em minúsculo e entre parênteses: (bc), (p), (s) e (n), representam classe de aptidão “Restrita”, ambos para os seus respectivos grupos de aptidão.

Os algarismos sublinhados correspondem aos níveis de viabilidade possíveis de melhoramento das condições agrícolas das terras. Sendo: 1) Melhoramento viável com práticas simples e pequeno emprego de capital; 2) Melhoramento viável com práticas intensivas e mais sofisticadas e considerável aplicação de capital.

PI1	PI2	FATORES LIMITANTES					IDENTIFICADOR DE CLASSES	GRAU DE LIMITAÇÃO	CLASSES DE APTIDÃO AGRÍCOLA
		PI3	PI4	PI5	PI6	PI7			
RLd	4	2	0	0	3	3	20033	MNNFF	Regular para Pastagem
GMa	2	2	0	3	1	4	20314	MNFL MF	Sem Aptidão Agrícola
NVdf	1	2	0	0	0	0	20000	MNNN	Restrita para Lavouras

Quadro 11: Concatenação resultante da correlação dos PI's de solos e declividade e atribuição dos graus de limitações relativos a: deficiência de fertilidade, deficiência ou excesso de água, suscetibilidade a erosão e impedimento à mecanização.

Fonte: Adaptado de SILVA *et al.* (2010).

Nota: PI1 - Unidades de mapeamento de solos: RLd-Neossolo Litólico distrófico; GMa-Gleissolo Melânico aluminico; NVdf- Nitossolo Vermelho distroférico; PI2 - Classes de declividade: 1(0–3 %); 2(3,1–8 %); 3(8,1–20 %); 4(20,1–45 %); 5(45,1–75 %); Identificador de classes: 0(nulo);1(ligeiro); 2(moderado); 3(forte); 4(muito forte); Graus de limitação: nulo (N), ligeiro (L), moderado (M), forte (F) e muito forte (MF).

2.1 INTENSIDADE DE USO DE TERRAS

A constante necessidade em se produzir alimentos e outros bens de consumo levou a mudança nos níveis de cobertura vegetal natural do solo, resultando em diferentes níveis de exposição à erosão e degradação das terras, principalmente quando medidas de contenção não são tomadas (MORO, 1991).

O ordenamento voltado à adequação no uso de terras baseado no conhecimento dos recursos naturais e aptidão das terras em nível de região, município, localidades ou mesmo de lotes rurais, torna-se imprescindível para o planejamento da utilização destes, por parte dos órgãos públicos ou privados, voltados para recuperação de áreas, cuja intensidade de uso esteja conflitando com suas reais aptidões agrícolas ou de interesse ambiental.

O passo inicial na busca da sustentabilidade do meio ambiente é pelo uso adequado da terra, de forma a propiciar a utilização de cada fragmento de área de acordo com sua capacidade de sustentação e produtividade econômica, a fim de garantir estes recursos para as gerações futuras (LEPSCH *et al.*, 1991).

Para Klamt *et al.* (1997), conhecer as classes pedológicas do solo, juntamente com demais características ambientais, é uma base para elaboração de classificação interpretativa e planejamento do uso correto dos solos.

Segundo Pedron *et al.*, (2006), o planejamento dos recursos naturais de um município ou localidade necessita da elaboração de mapas de aptidão de uso agrícola das terras, uso atual e de áreas de preservação permanente, que, por correlação, permitam determinar as áreas com conflitos de uso. O autor afirma que

com tais informações, é possível planejar o uso das terras para obtenção de rendimentos economicamente e ambientalmente sustentáveis.

Santos e Klamt (2004) propõem gerar mapas de conflitos de uso das terras, cuja aplicação é de fundamental importância em projetos executivos, delimitando glebas em que os solos são sobreutilizados ou subutilizados que necessitam da revisão de uso.

³Santos e Klamt³ (2004), apud Silva *et al.* (2010), propõem a correlação em ambiente SIG através do geoprocessamento, dos tipos de explorações indicadas no diagnóstico de classes de aptidão agrícola das terras, com o uso e cobertura atual do solo e áreas de interesse ambiental, que resultou num mapa de conflitos de uso das terras, possibilitando a avaliação da intensidade de utilização do solo.

O procedimento constou da geração de um plano de informação específico, que é composto por informações gráficas e alfanúmericas (tabelas e polígonos) 04 níveis em intensidade de utilização das terras, sendo estes: (a) - “Uso Satisfatório/Adequado”, as áreas em que o uso atual atende à classe de aptidão agrícola diagnosticada; (b) - “Subutilizado”, as áreas em que o uso é menos intensivo do que o recomendado pela classe de aptidão agrícola diagnosticada; (c) - “Sobreutilizado/Inadequado”, as áreas em que o uso atual é mais intensivo que o recomendado pela classe de aptidão agrícola diagnosticada; e (d) - “Conflito Ambiental”, as áreas em que o uso fere a legislação ambiental considerada para o estudo, conforme Quadro 12.

NÍVEIS DE INTENSIDADES DE USO	RELAÇÃO: USO ATUAL E CLASSES DE APTIDÃO DIAGNOSTICADAS
(a) Uso Satisfatório/ Adequado	Áreas em que o uso atual atende à classe de aptidão agrícola diagnosticada
(b) Subutilizado	Áreas em que o uso é menos intensivo do que o recomendado pela classe de aptidão agrícola
(c) Sobreutilizado/Inadequado	Áreas em que o uso atual é mais intensivo que o recomendado pela classe de aptidão agrícola
(d) Conflito Ambiental	Áreas em que o uso fere as leis ambientais aplicadas (áreas de interesse ambiental)

Quadro 12: Níveis de intensidades de Uso em Função do Uso Atual Agrícola da Terras.

Fonte: Adaptado de SILVA *et al.* (2010).

³SANTOS, F. J; KLAMT, E. Gestão agroecológica de microbacias hidrográficas através de técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto – caso Fazenda Pantanoso. *Ciência Rural*, 34, p. 1785-1792, 2004.

2.1.1 Intensidade de Uso das Terras e a Legislação Ambiental

As florestas do território brasileiro já eram consideradas como “bem de interesse comum a todos os habitantes do país” desde 1934 com o Decreto nº 23.793/34, o que agrega uma função social à cobertura vegetal e impõe, portanto, restrições ao seu uso independente de limites políticos e de propriedades (BRASIL, 1934).

Esse decreto foi posteriormente substituído pelo “novo” Código Florestal, Lei 4.771, sancionada em 15 de setembro de 1965, que considera as áreas, cobertas ou não por vegetação nativa, como áreas de preservação permanentes (APP's), protegidas nos termos dos artigos 2º e 3º dessa Lei (Art. 1º, §2º, II da Lei 4.771/1965), “com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico da fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem estar das populações humanas” (BRASIL, 1965).

Em setembro de 1985, foi publicada a Resolução CONAMA 04/85 (BRASIL, 1985) promovendo alterações mais restritivas que aquelas estabelecidas no Código Florestal. Estas alterações especificaram os conceitos até então utilizados no referido código: introduziram o conceito de leito maior sazonal, alterando a largura das faixas marginais aos cursos d'água, estabelecendo as larguras das faixas de preservação em torno de lagoas, lagos e reservatórios d'água naturais ou artificiais, ampliaram a APP em torno das nascentes, e inserindo critérios para delimitação de áreas de preservação localizadas no topo de morros e introduzindo o critério de proteção à vegetação nas linhas de cumeada.

O Código Florestal (Lei 4771/65) foi alterado posteriormente pelas Leis 7803/89(BRASIL, 1999) e 9985/2000 (BRASIL, 2000) e pela Medida Provisória 2166-67/2001(BRASIL, 2001) onde Reserva Legal (RL) é definida como sendo:

“Toda área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, executada e de preservação permanente, necessária ao uso sustentável dos recursos naturais, à conservação da biodiversidade e ao abrigo e proteção de fauna e flora nativas” (BRASIL, p.2, 2001).

A Resolução CONAMA 004/85 (BRASIL, 2005) foi revogada pela Resolução 303/02 (BRASIL, 2002), que apresentou algumas modificações relacionadas aos limites das APPs em torno de lagos e lagoas naturais, em função da localização e tamanho.

No Estado do Paraná, visando cumprir o disposto no Código Florestal, instituiu o Sistema de Manutenção, Recuperação e Proteção da Reserva Legal e Áreas de Preservação Permanente – SISLEG, a legislação utilizada foi o Decreto Estadual 387/1999 (PARANÁ, 1999). De acordo com referido decreto, os proprietários rurais deveriam apresentar proposta de averbação da reserva legal ao IAP – Instituto Ambiental do Paraná - e a partir daí recuperar 1/20 (5%) por ano da área, prevendo para 2018 a recuperação de floresta nativa em 20% da propriedade. Esta legislação tem sido considerada como referência para outros estados e, inclusive, para o Governo Federal.

Ainda, objetivando a proteção de mangues, várzeas e banhados, o Estado do Paraná criou uma regulamentação para proteger e recuperar as chamadas ‘áreas úmidas. De acordo com IBAMA/SEMA/IAP, Resolução Conjunta 045/2007,

“Áreas úmidas são espaços de grande valor ecológico que sofrem influência de cheias sazonais ocasionadas por rios e riachos que freqüentemente os inundam, como banhados, várzeas e manguezais, muitos freqüentes em todo estado devido a rica malha hídrica” (BRASIL, 2007, p.1)

A resolução conjunta 45/2007 envolve os dois órgãos ambientais oficiais do estado, a então Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídrico (SEMA), hoje AGUAS PARANÁ – Instituto das Águas do Estado do Paraná, e o Instituto Ambiental do Paraná (IAP), e um órgão ambiental federal, o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA).

Em de outubro de 2012, a legislação ambiental federal, estabeleceu normas de caráter geral aos Programas de Regularização Ambiental - PRA, através do Decreto Federal nº 7.830, de 17 de outubro de 2012, que regulamenta a Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, criando o SISCAR – Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural, que dispunha informações sobre o CAR – Cadastro Ambiental Rural, disciplinado no âmbito do SINIMA - Sistema Nacional de Informação sobre Meio Ambiente.

O Cadastro Ambiental Rural (CAR), que se trata de registro eletrônico, obrigatório para todos os imóveis rurais, tem por finalidade integrar as informações ambientais referentes à situação das Áreas de Preservação Permanente - APP, das áreas de Reserva Legal, das florestas e dos remanescentes de vegetação nativa, das Áreas de Uso Restrito e das áreas consolidadas das propriedades e posses rurais do

país, de forma a preservar a vegetação nativa remanescente existente nestas áreas até 22 de julho de 2008, sob pena de o proprietário da área, possuidor ou ocupante a qualquer título ser obrigado a promover a recomposição da vegetação suprimida após esta data, exceto os usos autorizados previstos na Lei nº 12.651, de 2012.

No Estado do Paraná, o CAR foi regulamentado através do Decreto estadual Nº 8680 DE 06/08/2013 (PARANÁ, 2013), que Institui o Sistema de Cadastro Ambiental Rural do Estado do Paraná SICAR-PR que é integrado ao SISCAR nacional, embora não tenha sido emitida até o momento a resolução que discipline esta atividade pelos órgãos responsáveis pela gestão ambiental no estado.

2.2 ADEQUAÇÃO DO USO À APTIDÃO AGRÍCOLA DAS TERRAS

Adequar o uso da terra às classes de aptidão é ação voltada à preservação do recurso natural solo, buscando uma agricultura sustentável. Para isso, cada parcela de terra, deve ser explorada de acordo com a sua aptidão, capacidade de sustentação e produtividade econômica de forma que os recursos naturais sejam disponibilizados ao homem propiciando adequado uso e benefício, sem prejuízo do sustento das gerações futuras (Lepsch *et al.*, 1991).

Quando consideradas globalmente, a adequação do uso do solo as reais aptidões, são de relevante importância para os aspectos chave do funcionamento do sistema terrestre global, conforme citado por Lambin *et al.* (2001). Essas mudanças podem impactar positivamente sobre a diversidade biótica (Sala *et al.*, 2000), contribuir para as mudanças climáticas locais e regionais (Chase *et al.*, 1999), assim como, para a mudança climática global (Houghton *et al.*, 1999), e contribuir diretamente para preservação dos solos (Tolba *et al.*, 1992).

O Committee on Global Change Research (1999), tem enfatizado a necessidade de entendimento das causas de mudanças no uso da terra, e defende serem estas causas voltadas as alterações no uso e cobertura da terra, dominadas pelas políticas de desenvolvimento ambientais. Concluiu que as oportunidades e limitações para novos usos da terra são criadas por mercado e políticas locais e nacionais, porem a força global é a principal determinante das alterações de uso da terra, que são potencializadas ou atenuadas por fatores locais.

De acordo com Manzatto *et al.* (2002), a avaliação da aptidão agrícola de terras, é condição imprescindível para o desenvolvimento de uma agricultura em

bases sustentáveis. Os autores enfatizam que esta avaliação deve ser obtida através de estudo de aptidão agrícola das terras e diagnóstico de intensidade de uso, realizados por meio de interpretação de levantamentos de recursos naturais, principalmente para o recurso solo, que juntamente com dados de clima e o nível tecnológico define a adequação necessária para diversos tipos de exploração desses solos, determinando assim, o planejamento de uso de uma determinada região ou localidade.

Para Ramalho Filho e Beek (1995), a aptidão das terras depende de condições que influenciam na capacidade de produção, entre elas, os fatores de limitação do solo como: fertilidade, disponibilidade de água, excesso de água, susceptibilidade à erosão e impedimentos à mecanização, assim como, o nível tecnológico adotado. Os autores *op. cit.*, afirmam a necessidade da adequação do uso do solo ser efetuado na seqüência ao diagnóstico de aptidão das terras, de forma a reduzir a pressão na exploração dos recursos naturais, considerando para tal, a permanência do uso e ocupação nas chamadas áreas de ocupação consolidadas. Diferentemente, enfatizam a necessidade de adequação de uso para as áreas consideradas de interesse ambiental, nem sempre especificadas por ocasião do diagnóstico de aptidão agrícola das terras.

2.3 EMPREGO DO SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS

Os Sistemas de Informação Geográfica (SIGs) são definidos por Burrough (1986) como sendo "Conjunto poderoso de ferramentas para coletar, armazenar, recuperar, transformar e visualizar dados sobre o mundo real". Já Aronoff (1989) define SIG como "Um conjunto manual ou computacional de procedimentos utilizados para armazenar e manipular dados georreferenciados"; e para Smith *et al.* (1987), são "um banco de dados indexados espacialmente, sobre o qual opera um conjunto de procedimentos para responder a consultas sobre entidades espaciais".

Os (SIGs) através do geoprocessamento são recursos indispensáveis aplicados em diagnósticos voltados ao planejamento de uso dos recursos naturais para exploração agropecuária e no planejamento ambiental, auxiliando na análise integrada das variáveis do meio físico, tornando o planejamento uma atividade mais dinâmica, eficiente e simplificada.

Para Paredes (1994), os trabalhos de planejamento e gerenciamento dos recursos naturais requerem, principalmente, as informações sobre o uso do solo, tipologia dos solos, superfícies de água e vegetação. Segundo o autor, para cada problema, um cenário deve ser desenvolvido com o propósito de identificar os tipos de dados quantitativos que são necessários para produzir o conjunto de informações (dados básicos), que permitam conduzir a análise dos recursos e avaliação, de modo a prover informações para o planejamento.

Segundo Maximiliano (1996), os SIG`s na análise integrada dos dados do meio físico, têm sido usados por vários setores que tratam da questão ambiental, como importante ferramenta para o planejamento ambiental. Para Câmara e Freitas (1994) a “característica fundamental de um Sistema de Informações Geográficas e seu processamento é a faculdade de armazenar, recuperar e analisar mapas num ambiente computacional”.

De acordo com Spori (2001) “SIG é uma ferramenta indispensável para elaboração de projetos uma vez que permitem analisar em intervalos de tempos menores, grande base de dados que são características dos estudos relacionados à fragilidade ambiental e necessária para fins de plano de ordenamento territorial”.

Iniciativas voltadas a elaboração de diagnóstico ambiental, empregando SIG como ferramenta de gestão, foram abordadas por Batista e Veríssimo (2012), Silva Neto (2012), Ferreira *et al.* (2011), Silva *et al.* (2010), Costa *et al.* (2007), Pedron *et al.* (2006), Santos e Klamt (2004), Grigio (2003), Crepani *et al.* (2001) e Spori (2001). Os mapas obtidos permitem a identificação dos ambientes naturais e suas vulnerabilidades proporcionando uma melhor definição de diretrizes e ações a serem implantadas no espaço físico-territorial, servindo de base para o zoneamento e fornecendo subsídios à gestão do território.

Castelani (2003) e Florenzano (2002), em estudos voltados adequação do uso da terra em função da legislação ambiental utilizando imagens de satélite, afirmam que na atualidade, os SIG – Sistemas de Informações Geográficas, através de técnicas de Geoprocessamento constituem um conjunto de ferramentas importantes na obtenção de dados a serem utilizados no planejamento e zoneamento, em diferentes escalas aplicáveis ao planejamento geográfico. Barros *et al.* (2004), propõe a utilizados de SIG como ferramentas adequadas para estudos desta natureza.

Marques *et al.* (1961), realizaram estudos empíricos relacionando perdas geradas pelo processo erosivo e apresentaram dados obtidos na primeira fase dos trabalhos da Seção de Conservação do Solo, do Instituto Agronômico de Campinas (IAC) de São Paulo, entre os anos agrícolas de 1943/1944 a 1958/1959. Os estudos em talhões experimentais, com chuva natural, registraram variação nas perdas por erosão em função do tipo de uso do solo, sendo: Mata natural: 0,04 t/ha/ano; Pastagem: 0,40 t/ha/ano; Café: 0,90 t/ha/ano e Algodão: 26,60 t/ha/ano. Estudos semelhantes efetuados por Casseti (1995) em Goiânia, GO, indicam perdas de terra em: Mata natural - 0,03 t/ha/ano; Pastagem - 0,23 t/ha/ano; Arroz - 51,65 t/ha/ano.

Desta forma, considerando o propósito do diagnóstico temático para a área de estudo, que envolveu processamento, levantamento de campo para classes de solos, relevo, uso/ocupação, assim como, sistematização das informações de rocha e clima, seguido da correlação destes temas para obtenção de diagnósticos ambiental e proposta de uso do solos, entendeu-se que os autores e respectivos trabalhos acima citados, reforçam a viabilidade do uso do geoprocessamento para este tipo de estudo.

3 CARACTERIZAÇÃO GERAL DA ÁREA DE PESQUISA

3.1 ESTADO DO PARANÁ

De acordo com Maack (1981), o Paraná é formado por planaltos que declinam suavemente em direção oeste (W) e sudoeste (SW), delimitados por escarpas. Assim, salienta-se o traço mais evidente do estado do Paraná e a sua divisão em duas grandes regiões naturais: o litoral e os planaltos do interior. Segundo o autor *op. cit.*, o Terceiro Planalto ou Planalto de Trapp do Paraná ocupa 2/3 da área do estado e corresponde geologicamente ao vasto derrame de rochas eruptivas (basaltos, diabásios) intercalados aos arenitos Botucatu. A Formação Caiuá (arenitos) ocorre sobre os derrames na porção noroeste do Estado.

O Paraná possui 98% do território caracterizado pelo bioma Mata Atlântica, formado por diferentes ecossistemas florestais: Floresta Ombrófila Densa (Floresta Atlântica), Floresta Ombrófila Mista (Floresta com Araucária) e Floresta Estacional Semidecidual (Floresta Seca do Rio Paraná), além das formações de Estepes e Savanas (Campos gerais e Cerrados) (RODERJAN *et al.*, 2002).

Segundo Maack (1968) as florestas primárias ocupavam 83,4% do território paranaense no início do século XIX. Os diferentes ciclos econômicos ocorridos na história do Paraná contribuíram para a ocupação das regiões e consequente o desmatamento de grande parte da vegetação nativa (GUBERT FILHO, 2010).

De acordo com Gubert Filho (2010), nos séculos XVI, XVII e XVIII, essa ocupação não caracterizou significativas transformações na paisagem, devido ao número reduzido de habitantes e as principais atividades econômicas serem agricultura de subsistência e o pastoreio extensivo. Já a partir das últimas décadas do século XIX, de acordo com o autor *op. cit.*, com o início do ciclo da madeira e a construção de ferrovia ligando Curitiba ao Porto de Paranaguá, a devastação das matas iniciam-se rapidamente na região do Primeiro Planalto Paranaense.

Segundo Maack (1968), no início do século XX as florestas do Segundo Planalto Paranaense foram o foco das derrubadas para ocupação de agricultura extensiva, sendo que no Terceiro Planalto, as matas começaram a serem derrubadas significativamente a partir de 1935 com a implantação da cultura do café principalmente nas regiões norte e noroeste do estado.

O Quadro 13 apresenta dados sobre a devastação florestal do Paraná, de 1930 a 1990.

ANO	ÁREA FLORESTAL TOTAL DO PARANÁ (KM ²)	PERCENTUAIS RELATIVOS A ÁREA FLORESTAL DE 1930
1930	167.824	100%
1937	129.024	76,88%
1950	118.022	70,32%
1955	79.834	47,57%
1960	55.636	33,15%
1965	48.136	25,68%
1980	19.970	11,90%
1990	8726	5,20%

Quadro 13: Evolução da Devastação Florestal no Paraná.
 Fonte: Adaptado de GUBERT FILHO, 2010.

Figura 2 ilustra a evolução do desmatamento no Estado do Paraná, a partir da última década do século XIX até 1990.

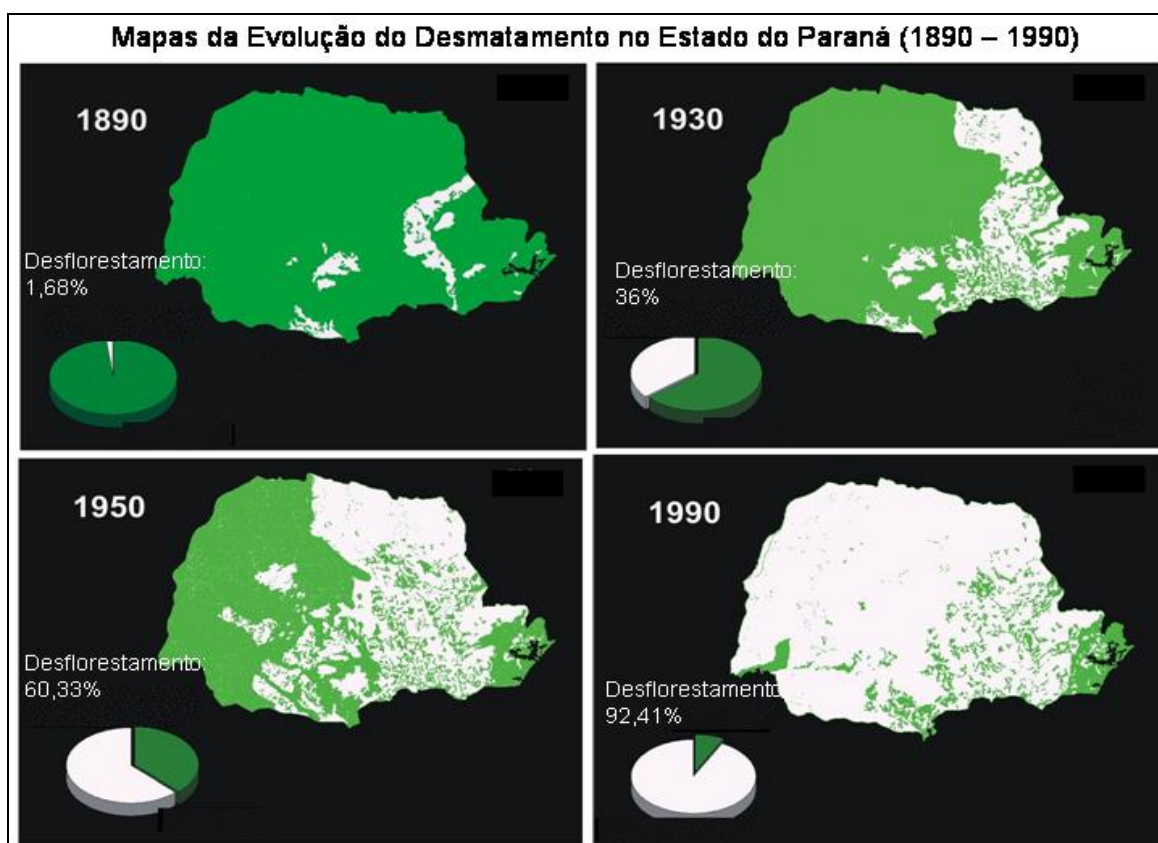


Figura 2: Mapa da Evolução do Desmatamento no Estado do Paraná.
 Fonte: Adaptado de MAACK 1968 e GUBERT FILHO, 2010.

No que se refere a cobertura floresta, no Brasil, a atividade agropecuária causou 91% do desmatamento com ênfase nos anos 80 (AMELUNG; DIEHL, 1992). Nos anos 90, devido à suspensão dos subsídios para a expansão da pecuária, ocorreu uma redução nesta taxa de desmatamento. Segundo Manzatto *et al.* (2002),

as áreas destinadas às unidades de conservação representavam em 2002 cerca de 10% do território nacional. Os autores *op. cit* relatam que, no decorrer da década de 1970, a política mundial, bem como a política interna do país, promoveu a erradicação do café, substituindo-o por soja, trigo, milho, algodão, cana de açúcar, dentre outros. Nas porções mais dissecadas do relevo esculpido no basalto, observou-se, sobretudo entre 1980–1985, a ampliação das pastagens.

3.2 ÁREA DE ESTUDO: LOCALIDADE DE SERRINHA

O Planalto de Apucarana está localizado entre os rios Tibagi, Paranapanema, Ivai e Paraná. Este bloco declina da escarpa da Serra do Cadeado e serra da Bufadeira numa extensão de 150 km até atingir os rios Paranapanema, Ivai e Paraná. Apresenta altitudes que atingem 1.125 m nos topos que bordejam a escarpa da Serra do Cadeado, e declinam até atingir 290 m no Rio Paranapanema (MAACK 1981).

O município de Paiçandu está inserido no Planalto de Apucarana, uma porção do Terceiro Planalto (PARANÁ, 2011). A área de estudo corresponde a localidade de Serrinha - Paiçandu – PR, e se insere numa região que corresponde a um trecho do setor basáltico do Planalto de Apucarana.

A Localidade de Serrinha é dissecada pelo Córrego Sacriva e tributários, ambos afluentes do Ribeirão Bandeirantes do Sul, afluente do Rio Ivai, Bacia Hidrográfica do Baixo Ivai / Paraná. As altitudes variam entre 320 m, no baixo curso do Córrego Sacriva, a 506 m no topo do interflúvio, localizado na porção sul da área de estudo. (PARANÁ, 2011).

Do ponto de vista geológico a localidade de Serrinha – Paiçandu / PR está inserida no Terceiro Planalto Paranaense conforme a compartimentação proposta por Maack (1981). Para o autor *op cit*, esse planalto é constituído por rochas Mesozóicas do Jurássico-Cretáceo, composto por três formações separadas por discordâncias, a saber: Formação Botucatu (arenitos), Formação Serra Geral (basaltos) e Formação Caiuá (arenitos).

Na área de estudo ocorre a Formação Serra Geral que pertence ao Grupo São Bento. É representada pelas rochas basálticas oriundas do vulcanismo fissural, que constituem a maior manifestação de vulcanismo conhecida no mundo. Para Barros *et al.* (2004), o magmatismo mesozóico recobre mais de 1.200.000Km² nos estados do sul e centro-sul do País, atingindo igualmente o noroeste do Uruguai, o

nordeste da Argentina e o sudeste do Paraguai. Cordani *et al.* (1980), enfatizam o caráter intermitente deste evento magmático, que se processou na forma de sucessivos derrames da lava vindo a constituir posteriormente o planalto Meridional.

A atividade vulcânica é datada do Cretáceo Inferior (120 -130 milhões de anos passados). Os derrames de lavas assentam-se sobre os arenitos eólicos da Formação Botucatu, correspondentes ao topo da seqüência Gondwânica que preencheu a Bacia do Paraná, Cordani *et al.* (1980). Na localidade de Serrinha observam-se as seguintes litologias: basalto de estrutura maciça, basalto amigdaloidal, diabásio e depósitos recentes, (PARANÁ, 2011).

No que diz respeito à classificação climática, relatórios do IAPAR (1994) incluem a região, no "Cfa: clima subtropical temperado húmido com Verão quente" da Classificação climática de Köppen-Geiger (1918, 1927 e 1936), dominante no norte, noroeste e sudoeste do estado do Paraná, nas altitudes inferiores a 850-900 m. A área de Serrinha se insere na região noroeste do estado do Paraná e em posições altimétricas que variam entre 320-506 metros. O clima Cfa, caracteriza-se por apresentar temperatura do mês mais frio abaixo de 18°C, verões com temperatura do mês mais quente superior á 22°C e geadas pouco frequentes. Possui tendência à concentração de chuvas de verão, contudo, sem apresentar uma estação seca definida (IAPAR, 1994).

Baseado no Mapa de Solo do Estado do Paraná (PARANÁ, 2008; EMBRAPA, 1999), a área de estudo apresenta as classes de solo Latossolos de textura argilosa, Neossolos e Nitossolos formados pelas intemperização de rochas basálticas da Formação Serra Geral. Os Latossolos compreendem solos em avançado estágio de intemperização, muito evoluídos, como resultado de enérgicas transformações no material constitutivo. Os Neossolos compreendem solos constituídos por material mineral, ou por material orgânico pouco espesso, que não apresentam alterações expressivas em relação ao material originário. Os Nitossolos são grupamento de solos com horizonte B nítico, com argila de atividade baixa, ou com caráter alítico, possuindo avançada evolução pedogenética (EMBRAPA, 1999).

Para Alves e Reis Nakashima (1994), Moro (1991), Nakashima *et al.* (1992), a região noroeste do Paraná, esteve ocupada no período anterior a 1950 pela Floresta Estacional Semidecidual. Após 1950, houve a retirada quase total essa mata, substituída então pelo cultivo perene do café, que dominou soberanamente a paisagem até 1970-1975.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 DELIMITAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A localidade de Serrinha compreende uma área de 1070,70 ha e está localizada no Município de Paiçandu, região noroeste do Paraná (Figura 3).

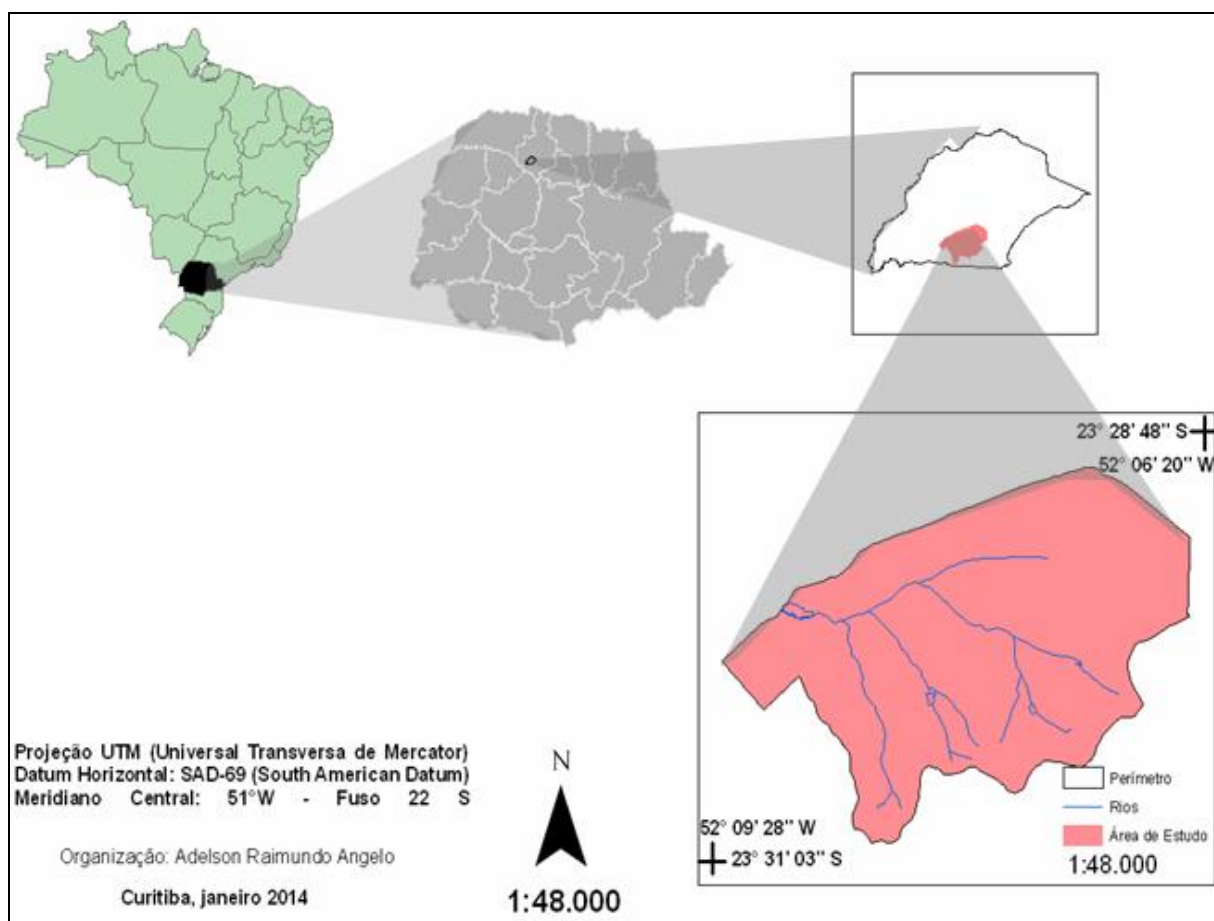


Figura 3: Localização da Área de Estudo.

Elaboração: Autor a partir de base cartográficas do ÁGUAS PARANÁ (PARANÁ, 2011).

Serrinha está localizada no Sul do Brasil, entre as coordenadas de UTM (metros) 381.800 W – 387.100 W e 7.398.705 S – 7.402.870 S, Meridiano Central 51° W – Fuso 22 S, em um setor do reverso da costa do Terceiro Planalto Paranaense, conforme a divisão do relevo, elaborada por Maack (1953). A área é drenada pelo Córrego Sacriava que tem como afluente o Córrego Favo e dois afluentes pertence à Bacia Hidrografia Ivaí e abrangendo uma área de 1070 ha (PARANÁ, 2011), sendo o perímetro limitado ao norte pela Estrada Marilá e ao sul pela Estrada Serrinha.

4.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Uma vez definido o tema e a área de estudo, a pesquisa foi dividida em uma sequência de cinco etapas

Etapa 1 – Coleta, análise e seleção dos dados utilizados no trabalho (aquisição das informações pré-existentes nos formatos *rasters* e *vetorias*). Na sequência, efetuou-se a interpretação das imagens de sensores orbitais em ambiente computacional. Estes procedimentos resultaram nas cartas temáticas, que seguido de coleta de informações em campo e posterior aferição, resultou nos PI's, utilizados na pesquisa.

Etapa 2 - Correlação das informações e dos dados levantados, para elaboração das cartas de vulnerabilidade à perda de solos e de aptidão agrícola das terras.

Etapa 3 – Correlação de informações relativas às cartas de aptidão agrícola e de ocupação e uso da terra e áreas de interesse ambiental, para elaboração da carta de níveis de intensidade de uso do solo.

Etapa 4 – Correlação de informações, indicadas na carta de aptidão agrícola das terras com o uso e ocupação atual do solo e intensidade de uso para elaboração de proposta de uso adequado das terras.

Após esta etapa foi realizada análise dos resultados e síntese na forma de uma proposta de uso adequado das terras.

A Figura 4 apresenta as etapas resumidas:

4.3 ETAPA 1 – PESQUISA BIBLIOGRÁFICA, COLETA, ORGANIZAÇÃO E PROCESSAMENTO DE DADOS

Nesta etapa, foram realizadas pesquisas bibliográficas, organização em ambiente computacional e aferição a campo.

O banco de dados digital, constituiu-se de arquivos *rasters* (imagens de satélite, mapa de solos, cartas cartográficas do exército, fotos aéreas, cartas de geologia) e dados *vetoriais* (pontos, linhas, polígonos). Essas informações são relativas às variáveis: geomorfologia, pedologia, hidrografia e planilhas de índices pluviométricos.

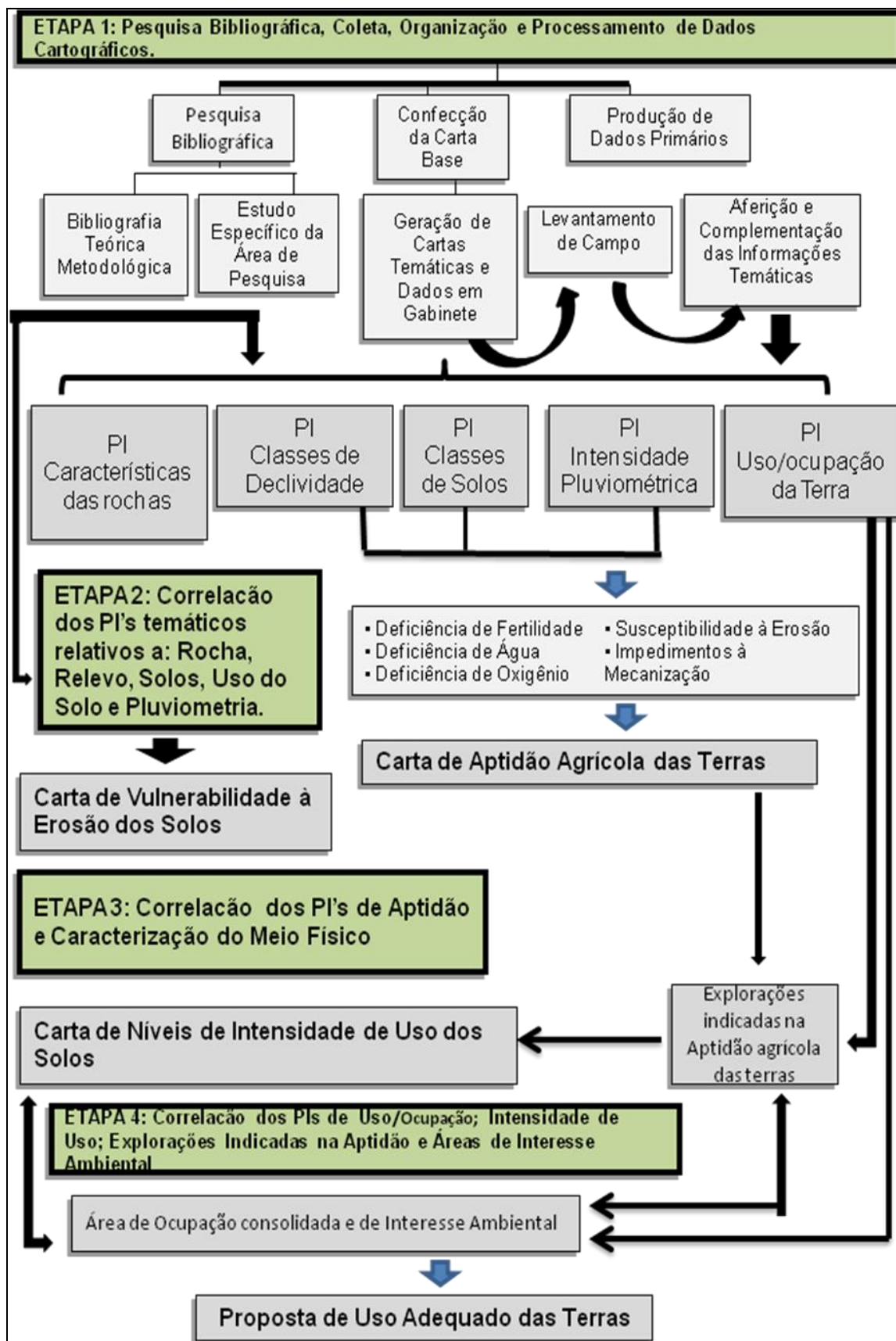


Figura 4: Procedimentos para elaboração das etapas da pesquisa.
Fonte: O Autor.

Estes produtos cartográficos digitais foram cedidos pelo ITCG / Paraná, Águas Paraná / Paraná, EMATER – PR. Os dados pluviométricos foram obtidos a partir de consulta bibliográfica. Esses dados, depois de organizados em ambiente SIG, foram processados através dos softwares de geoprocessamento para confecção dos Planos de Informação (PI's).

O processamento dos arquivos vetoriais, cruzamento dos mapas temáticos, dados alfanuméricos, bem como a edição dos mapas finais, foram efetuados utilizando os softwares ArcGis® versão 9.3.1, ArcView versão 3.2, trackmaker, disponibilizados pela EMATER – PR (Curitiba). O software SPRING foi disponibilizado pelo INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.

O processamento de informações cartográficas possibilitou a confecção da carta base e das cartas temáticas.

4.3.1 Pesquisa Bibliográfica

Correspondeu ao levantamento dos dados bibliográficos em todas as etapas da pesquisa o que possibilitou o embasamento teórico e orientações sobre os procedimentos técnicos e operacionais necessários para desenvolvimento do trabalho.

4.3.2 Carta Base

Para confecção da carta base foi necessário o seguinte procedimento:

Através do software ArcGis® versão 9.3.1, ferramenta *Arc Toolbox / Create Feature Class*, criou-se arquivo vetorial de geometria poligonal, formato *SHP / Shapefiles*. Na sequência, a análise prosseguiu com o uso das Imagens SPOT 5, 2756-4 e 2782-2, cena: 705/397 (03/10/05); Sensores: HRG (High Resolution Geometric), VEGETATION-2 e HRS (High Resolution Stereoscopic), bandas “Red - 1”, “Green - 2” e Blue – 3, formato TIF, resolução espacial de 5 m. No processamento digital foi empregado a ferramenta *Sketch Tool*, tomando como referências as estradas municipais Marilá ao norte e Serrinha ao sul da área de estudo, efetuou-se a vetorização do perímetro que constituiu a área de estudo, das estradas (municipal e estadual) e da área urbana.

Utilizando-se ferramentas de registro, ajustamento, correção e manipulação foi elaborado o mosaico das imagens de satélite, e eliminação de sombras e recorte

pelo perímetro da área no software Global Mapper 12. No software ArcGis® versão 9.3.1, ferramenta *Arc Toolbox / Analysis Tool*, utilizando a ferramenta *Clip*, efetuou-se recorte através do perímetro dos arquivos vetoriais em formato *SHP / Shapefiles*: cotas de altitude (curvas de nível) e base hidrográfica, base de dados Águas Paraná (PARANA, 2011), ambas das cartas números 2756-4 e 2782-2, escala de 1:50.000, sendo as curvas de níveis com equidistância vertical de 20 metros;

A Figura 5 ilustra o procedimento utilizado.

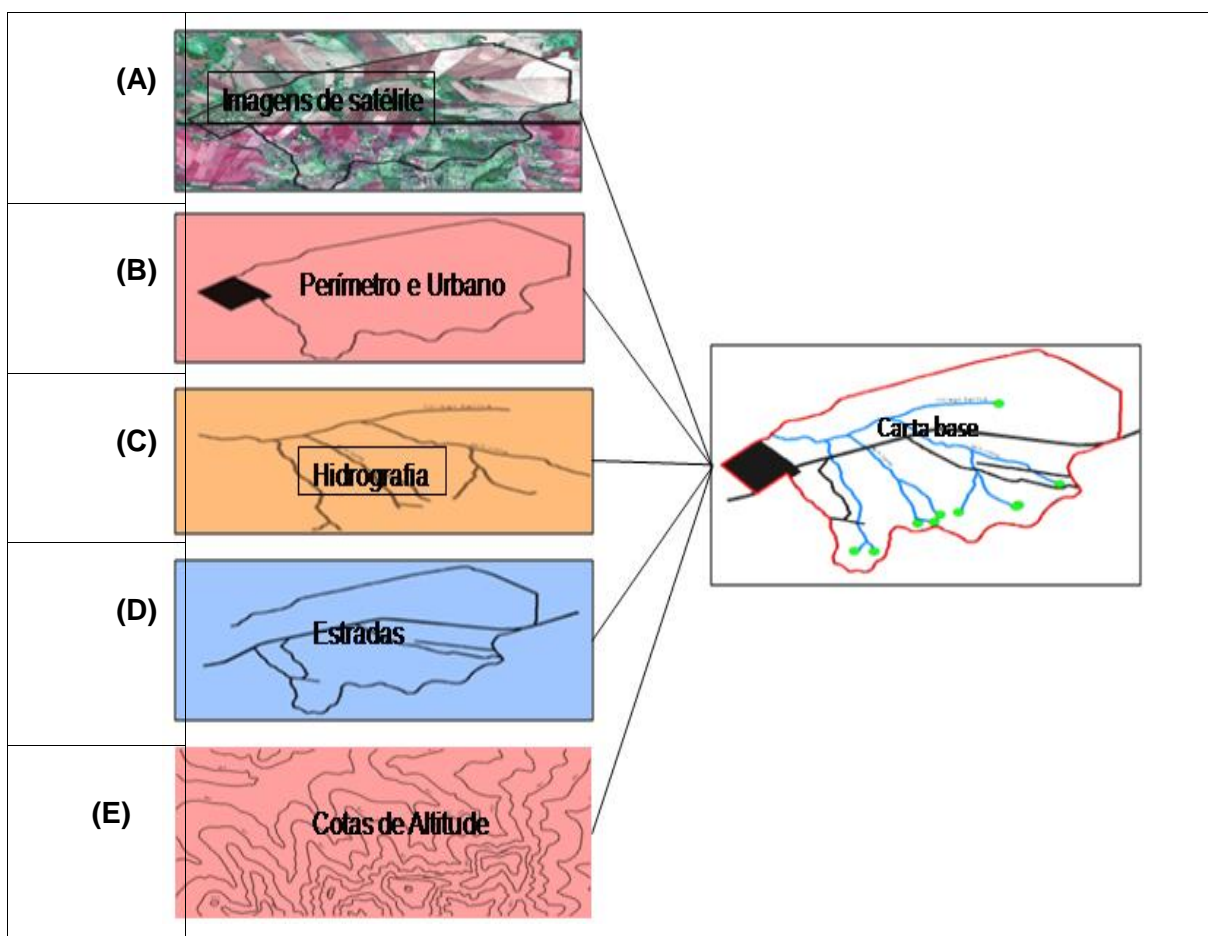


Figura 5: Esquema de sobreposição dos PI's empregados para elaborar a carta base. A: imagem de satélite, B: Perímetro, C: hidrografia, D: estradas, E: cotas de altitude. Elaboração: Autor a partir de base cartográficas do ÁGUAS PARANÁ (PARANÁ, 2011).

Foi realizada visita á área de estudo (março de 2013), para aferir o perímetro, hidrografia de rios e nascentes. O procedimento se deu através de registro de pontos com as coordenadas geográficas, utilizando aparelho receptor de sinais de satélites artificiais do sistema de posicionamento global. Estas informações foram processadas no software ArcGis® versão 9.3.1, utilizando as ferramentas acima mencionadas.

No software ArcGis® versão 9.3.1, ferramenta *Layers* efetuou-se a sobreposição dos arquivos vetoriais: perímetro, base hidrográfica, cota de altitude, estradas e sedes urbanas, e através da opção *Layout view*, atribui-se escala 1:30.000 para confecção da carta. Na carta base foram destacadas informações relativas ao perímetro da área, rede de drenagem, cota de altitude (curvas de nível, pontos cotados), a rede viária (vias: estaduais, municipais e particulares), e sede urbana.

A carta base esta entre os limites de coordenadas geográficas: 381.800 W – 387.100 W e 7.398.705 S – 7.402.870 S (Figura 3), de Projeção UTM (Universal Transversa de Mercator) Datum Horizontal: SAD-69 (South American Datum) Meridiano Central: 51°W - Fuso 22 S.

A referida carta e sistema de projeção geográfica foram utilizados como base de referência para confecção das demais cartas temáticas.

4.3.3 Confecção das Cartas Temáticas / Planos de Informação (PI's)

Nesta etapa, foram processados em ambiente computacional os arquivos digitais *rasters* (imagens de satélite) e dados vetoriais (pontos, linhas, polígonos), para gerar as informações relativas às variáveis: geologia (rocha), relevo (declividade), ocupação e uso da terra, pedologia (solos), e dados climatológicos (pluviosidade).

O recursos de geoprocessamento utilizados, bem como, as fontes das informações dos arquivos digitais *rasters*, vetorias e dados climatológicos, serão mencionados do item 4.3.3.1 ao 4.3.3.6.

4.3.3.1 Carta Geológica

Gerada a partir de compilação da “Carta de Unidades de Formação Geológica e Tipos Litólicos sf-22-lito Paranapanema”, escala 1:500.000, obtidos do ITCG – PR (PARANA, 2012), em formato SHP / Shapefiles, compreende região entre longitude 54° 00' 1.6107" W - 48° 00' 1.4342" W e latitude 24° 00' 1.7170" S - 20° 00' 1.6221" S, no sistema coordenadas de Lat/Long Datum WGS84.

No ambiente do software ArcGis® versão 9.3.1, opção *Layer Propriertis / Symbology* e *Unique values / Value Field* consistiu a classificação das unidades de formações geológicas e tipos litólicos, atribuindo-lhes tons de cinzas, seguido da

sobreposição do perímetro da região administrativa de Maringá (EMATER, 2012) e perímetro da área de estudo.

O objetivo da carta geológica foi representar a estrutura rochosa da região onde se insere a área de pesquisa. A carta representou os grandes grupos de rochas que servem de base ao relevo e formação dos solos existentes na região da área de estudo, indicando às características básicas das rochas mais comuns, que serviu de parâmetro para determinação das escalas de vulnerabilidade à denudação das rochas.

Para esta carta, os valores de vulnerabilidade à perda de solos, foram estabelecidos conforme a escala de vulnerabilidade a denudação das rochas mais comuns, proposta por Crepani *et al.* (2001, p. 74).

4.3.3.2 Carta de Declividade para Estudos de Vulnerabilidade

Para atribuição dos graus de vulnerabilidade a variável relevo, consideraram-se as classes de declividade (valores em percentagem). Para esta finalidade, adaptou-se da “Equação 1”, proposta Crepani *et al.* (2001) e Ferreira *et al.*, (2011), que considera além da declividade, a amplitude de relevo e o grau de dissecação da unidade de paisagem.

A carta de declividade foi gerada a partir das curvas de nível, pontos cotados e base hidrográfica do Estado do Paraná, base de dados Águas Paraná (PARANÁ, 2011), ambas oriundas das cartas números 2756-4 e 2782-2, escala de 1:50.000, sistema de projeção UTM e Datum SAD-1969, sendo as curvas de níveis com equidistância vertical de 20 metros. A base de dados foi inserida no software SPRING 5.2.6 na categoria MNT (Modelo Numérico do Terreno), como amostras foi gerada a grade TIN (Triangular Irregular Network - estrutura vetorial com topologia do tipo nó) e realizado o fatiamento, conforme procedimento abaixo:

No *software SPRING*, foi criado o banco de dados, através do *menu* “Arquivo > Banco de Dados” denominado “SERRINHA_BD”, gerenciado pelo *Microsoft Access*, constituído de arquivos em formato *Shapefiles* de curvas de nível, pontos cotados e hidrografia. Na sequência, foi criado o projeto denominado “Serrinha”, selecionando o banco de dados “SERRINHA_BD” em “Ativar” *menu* “Arquivo > Projeto”, seguido de preenchimento do campo *Retângulo Envolvente do software* com as coordenadas de UTM X1-Y1: 380990,3846 - 7397729,2882 referentes o canto inferior esquerdo e X2-

Y2: 388030,8664 - 7403922,7519 referentes o canto superior direito, todos referentes ao retângulo envolvente à área de pesquisa, para processar no *software* de SIG.

Na seqüência foi criado de uma “Categoria” do “Modelo de Dados” “Temático” e, se estabeleceu os intervalos de classes do mapa de declividade (Quadro 14). Em “Modelo de Dados”, digitou-se o nome da “Categoria” “Declividade”, selecionou o “Modelo” Temático”, seguindo de “Criar” > “Executar”.

O procedimento seguinte foi criar a grade TIN da imagem de declividade, na janela “Modelo de Dados” selecionou-se a “Categoria” “Mapa_Declividade” e na opção “Classes Temáticas” digitou-se os nomes das classes seguido de clique em “Criar” > Executar. O procedimento foi efetuado para todos os intervalos de classes, previstos no Quadro 14.

Para criar fatiamento da imagem de declividade, onde foram associadas cores às classes temáticas com a representação de declividade, selecionou-se o PI “Declividade” na “Categoria” “Grade_Declividade” menu “MNT > Fatiamento”. Na janela “Fatiamento” opção “Categoria” selecionou-se “Mapa_Declividade” > Executar. Digitou-se o nome do PI de saída “Carta_de_Declividade”, indicou-se a “Definição de Fatias” e, os dados da grade foram fatiados em intervalos de declividade, com os mesmos intervalos que foram definidos as classes temáticas. O procedimento foi efetuado para todos os intervalos de classes, seguido do comando Executar.

Com o objetivo de gerar a declividade, selecionou-se o PI “Mapa_de_Declividade”, na categoria “Mapa_Declividade” > “Matriz” no “Painel de Controle” e executou-se a opção “Desenhar”. Para editar e converter a carta do formato matricial para vetor, selecionou-se o PI “Mapa_de_Declividade”, menu “Temático > Matriz > Vetor”. Na janela “Matriz > Vetor” foram definidos: “Suavização dos Arcos: sim”; “Tipo de Conversão: Total” > Executar.

Os intervalos entre classes de declividade foram adotados de acordo com os valores de vulnerabilidade para a declividade das encostas, proposta por Crepani *et al.* (2001, p. 81). Foram utilizadas 21 classes de declividade (Quadro 14).

4.3.3.3 Carta de Declividade para Estudos de Aptidão das Terras

Esta carta foi elaborada utilizando o banco de dados e procedimento descrito no item 4.3.3.2, através da inserção da base de dados na categoria MNT (Modelo Numérico do Terreno) como amostras, de forma a gerar grade TIN (Triangular

Irregular Network - estrutura vetorial com topologia do tipo nó), seguido da realização de fatiamento. Para criar a “Categoria” do “Modelo de Dados” “Temático”, a grade TIN da imagem de declividade na janela “Modelo de Dados” e criar o “Fatiamento” da imagem de declividade, estabeleceram-se os intervalos de classes de declividade apresentados no Quadro 15.

INTERVALOS DE CLASSES DE DECLIVIDADE EM (%)		
0 - 3,5	17,4 - 19,8	34,6 - 37,2
3,5 – 5,8	19,8 - 22,2	37,2 - 39,8
5,8 – 8,2	22,2 - 24,5	39,8 - 42,4
8,2 – 10,3	24,5 - 27,2	42,4 - 45,3
10,3 – 12,9	27,2 - 29,6	45,3 - 48,1
12,9 – 15,1	29,6 - 32,1	48,1 – 50
15,1 – 17,4	32,1 - 34,6	>50

Quadro 14: Intervalos de classe de declividade voltada à carta de vulnerabilidade à perda de solos.

Fonte: Autor

INTERVALOS DE CLASSES DE DECLIVIDADE EM (%)		
0 - 3,0	8,0 – 13,0	20,0 – 45,0
3,0 – 8,0	13,0 – 20,0	45,0 – 100,0

Quadro 15: Intervalos de classe de declividade voltada à carta de aptidão agrícola das terras.

Fonte: Autor

Os intervalos de classes de declividade serviram para subsidiar a determinação dos graus de limitações para suscetibilidade à erosão e impedimento a mecanização. Essas variáveis são necessárias para a elaboração da carta classes de aptidão de uso agrícola das terras (RAMALHO FILHO e BEEK, 1995, p. 31 - 34).

4.3.3.4 Carta de Uso/Ocupação da Terra - Caracterização do Meio Físico

Esta carta foi elaborada a partir de interpretação visual em ambiente computacional, das Imagens SPOT 5, 2756-4 e 2782-2, cena: 705/397 (03/10/05); Sensores: HRG (High Resolution Geometric), VEGETATION-2 e HRS (High Resolution Stereoscopic), bandas “Red - 1”, “Green - 2” e Blue - 3, formato TIF, resolução espacial de 5 m, através da identificação das feições tipológicas referentes ao uso e ocupação do solo existentes na área.

Os critérios de distinção, que possibilitaram a pré-identificação das respectivas tipologias de ocupação do solo, representados nas imagens de satélites,

consideraram fatores como: cor, textura e formas e tamanho, dos elementos apresentados nas imagens de satélites (Quadro 16).

CATEGORIA DE USO	COR	TEXTURA	FORMA	TAMANHO
Agricultura Permanente	Verde Claro	Média	Regular	Pequena
Agricultura Temporária	Violeta, verde e branco	Lisa	Regular	Grande
Área Urbana	Rosa	Rugosa	Irregular	Pequena
Edificações e Benfeitorias	Branca	Lisa	Regular	Pequena
Estradas municipais	Branca	Lisa	Regular	Grande
Rodovia Estadual	Cinza	Lisa	Regular	Grande
Florestas Nativas	Verde Escuro	Rugosa	Irregular	Pequeno
Corpos D'água	Roxo	Lisa	Irregular	Pequeno
Pastagens Cultivadas	Verde Claro	Média	Irregular	Pequeno a Médio
Reflorestamento Energético	Verde Escuro	Média a Rugosa	Regular	Pequeno

Quadro 16: Chave de fotointerpretação das Imagens SPOT 5, 2756-4 e 2782-2, cena: 705/397 (03/10/05), para a área de pesquisa.

Fonte: Adaptado de ALVES e COSTA, (2007).

As classes de uso identificadas foram anotadas na tabela de atributos, utilizando a função *Layers > Open Attribute Table*, do banco de dados do *software ArcGis®* versão 9.3.1.

Esta etapa contou com os procedimentos:

Importar as Imagens SPOT para o ArcGis® versão 9.3.1, utilizando a função *Add Data*;

Importar o perímetro da área de estudo para o ArcGis® versão 9.3.1, utilizando a função *Add Data*, mantendo em sobreposição às imagens;

Definir da chave de interpretação.

A chave de interpretação permitiu identificar o tipo de utilização da terra nas imagens de satélite, através de interpretação visual preliminar, possibilitando obter uma pré-delimitação dos tipos de uso presentes na área de estudo.

Os valores do Quadro 16 representam a chave de interpretação elaborada para a fotointerpretação da área de estudo utilizando as Imagens SPOT 5, 2756-4 e 2782-2, cena: 705/397 (03/10/05), apoiado na metodologia adotada por Alves e Costa, (2007).

Na sequência foi realizado visita a campo (abril de 2013), onde se utilizando da chave de interpretação, foram aferidos e complementados os tipos de usos referentes a estágios sucessionais de vegetação nativa, reflorestamento com espécies exóticas, existência de culturas permanentes e presença de corpos de água. Estas informações foram registradas através de fotos, coordenadas geográficas e

anotação em caderneta de campo, que complementaram as informações pré-identificadas na carta temática.

Após a realização do trabalho em gabinete e a visita ao local de estudo, as classes de ocupação para a Carta de Uso/Ocupação da Terra, definidas para os propósitos desta pesquisa, foram categorizadas de acordo com as feições tipológicas de uso apresentadas no Quadro 17.

Nesta pesquisa, a carta de Uso/Ocupação da Terra será utilizada para os estudos de vulnerabilidade a perda de solo (metodologia proposta por Crepani *et al.*, 2001, p. 113). A correlação do uso atual do solo e as explorações indicadas pelas classes de aptidão agrícola das terras, proposta por Ramalho Filho e Beek (1995, p. 38), permite a elaboração da carta de níveis de intensidade de uso dos solos com base no processo de avaliação de Santos e Klamt (2004), adaptado por Silva *et al.* (2010, p. 5).

SIGLAS UTILIZADAS	TIPO DE OCUPAÇÃO E USO DO SOLO
AGR P	Agricultura Permanente
AGR T	Agricultura Temporária
A URB	Área Urbana
EDF	Edificações e Benfeitorias
EST M	Estradas municipais
ROD EST	Rodovia Estadual
FLN EM	Floresta Nativa Secundária Estagio Médio Avançado de Regeneração
FLN EI	Floresta Nativa Secundária Estagio Inicial de Regeneração
HID	Corpos D'água
PAS C	Pastagens Cultivadas
REF	Reflorestamento Energético

Quadro 17: Feições Tipológicas usadas para Elaboração da Carta de Uso/Ocupação da Terra.
Fonte: Autor

4.3.3.5 Carta de Classes de Solos

A carta foi elaborada a partir de consulta a informações disponíveis nas publicações Embrapa (1999) e Bhering *et al.* (2008). A identificação das classes de solos se deu a partir de arquivo digital em formato vetorial - *SHP / Shapefiles*, do mapeamento dos solos para o Estado Paraná, disponível no Site do ITCG (PARANÁ, 2013).

Este mapeamento, foi constituído a partir de cartas temáticas de solos do Estado do Paraná em formato *rasters*, publicada pela EMBRAPA em 2008 na escala 1:250.000. Cartas estas, constituídas de atualização para o SiBCS – Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, de levantamento de reconhecimento de solos do Estado do Paraná, EMBRAPA/SLNCS (1984), publicado em 2007 pela EMBRAPA (MARINGÁ, 2013).

As classes de solos identificadas foram anotadas na tabela de atributos, utilizando a função *Layers > Open Attribute Table*, do banco de dados do *software* ArcGis® versão 9.3.1. Esta etapa contou com os procedimentos:

Importar orquivo vetorial formato *SHP / Shapefiles* “Solo” para o compartimento *Layers* do ArcGis® versão 9.3.1, utilizando a função *Add Data*;

Importar o perímetro da área de estudo para o ArcGis® versão 9.3.1, utilizando a função *Add Data*, mantendo em sobreposição às imagens;

Em Arc Toolbox > Analysis Tools > Extract, utilizando a ferramenta “Clip”, foi realizado o recorte pelo perímetro da área de pesquisa. Ainda no ambiente do *software* ArcGis® versão 9.3.1, opção *Layer Propriertis / Symbology e Unique values / Value Field* constituiu as classes de solos existentes, atribuindo-lhes tons de cinzas para representação em legenda.

Para aferição das classes de solos identificadas pelo procedimento descrito nos parágrafos anteriores, foi realizado visita a área de estudo nos meses de abril e julho de 2013. Nesse local foram realizadas leituras de perfis do solo em barrancos, tradagens para observação de estratificação, e observação visual para identificação de áreas de afloramento de rochas.

Estas informações foram registradas através de fotos, pontos de GPS e anotação em caderneta de campo. Na sequência foi realizada a complementação de informações na carta temática, propiciando de modo exploratório para este estudo, uma aproximação da escala 1:250.000 para 1:25.000.

A finalidade da elaboração desta carta foi identificar as classes de solos predominantes. Estas informações foram necessárias na elaboração das cartas de vulnerabilidade, de aptidão agrícola das terras e de proposição de uso do solo.

4.3.3.6 Carta de Dados Climáticos (Pluviosidade Anual)

Constituída a partir de arquivos relativos à classificação climática do estado do Paraná, obtidos do ITCG – PR, em formato *SHP / Shapefiles*, utilizando o *software*

ArcGis® versão 9.3.1. O procedimento consistiu em selecionar a classificação do tipo de clima, seguido da sobreposição do perímetro da região administrativa de Maringá e da área de estudo.

A carta climática associada a informações bibliográficas relativas à média pluviométrica anual e mensal para a Bacia do Rio Ivaí constituiu base para atribuição dos valores para determinar a escala de vulnerabilidade à intensidade pluviométrica mensal, metodologia proposta por Crepani *et al.* (2001, p. 74). Também contribuiu para determinar o grau de limitação à “Deficiência de Água”, na confecção da carta de aptidão agrícola das terras (metodologia descrita por Ramalho Filho e Beek, 1995, p. 26 a 29).

4.3.3.7 Carta de Áreas de Interesse Ambiental

A partir da base hidrográfica (rios e nascentes e corpos d’água), carta de uso/ocupação da terra e carta de classes de solos, foi gerada a carta de áreas de interesse ambiental.

Para definir as áreas de interesse ambiental foi considerada a Lei nº 4 771/65, que institui o Código Florestal (Brasil, 1965), e a Resolução CONAMA 303/02 (BRASIL, 2002) que dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente.

Então, a referida carta foi constituída a partir das Áreas de Preservação Permanentes (APP’s), Áreas Úmidas (AU’s) e Áreas de Entornos Protetivo das Áreas Úmidas (AEP’s).

As APP’s de rios foram geradas a partir da criação de um *buffer* em ambiente SIG, de largura igual a 30 m no entorno dos rios (que apresentam leito inferior a 10 m), tendo como base o arquivo tipo linha em formato *Shapefiles*, que representou os rios.

As APP’s de nascentes foram geradas a partir da criação de um *buffer* em ambiente SIG, de largura igual a 50 metros no entorno destas, tendo como base o arquivo tipo ponto em formato *Shapefiles*, que representou as nascentes.

As AU’s foram classificadas no SIG através da exportação da classe de Gleissolos (áreas de várzeas) a partir da Carta de Solos. As AEP’s foram classificadas no SIG, criando-se um *buffer* de largura igual a 50 m no entorno das áreas unidas.

Não foi considerada para esta pesquisa, a representação da área de reserva legal, por demandar um estudo em nível de propriedades rurais que exigiria um estudo cadastral em escala superior a estabelecida para o presente estudo.

O procedimento foi realizado em ambiente computacional através de SIG, utilizando-se do software ArcGis® (versão 9.3.1), com apoio nas técnicas de geoprocessamento.

4.4 ETAPA 2: REALIZAÇÃO DE CORRELAÇÃO DOS PI'S OBTIDOS

4.4.1 Carta de Vulnerabilidade à Perda de Solos

Uma vez determinado o grau de vulnerabilidade à perda de solos para as cartas temáticas geologia (5.1.4), relevo (5.1.2), caracterização do meio físico/ ocupação e uso da terra (5.1.6.2), classes de solos (5.1.5), e dados climáticos (5.1.7), foram realizadas sobreposições dos PI's para obtenção da carta de vulnerabilidade à perda de solos (Figura 6).

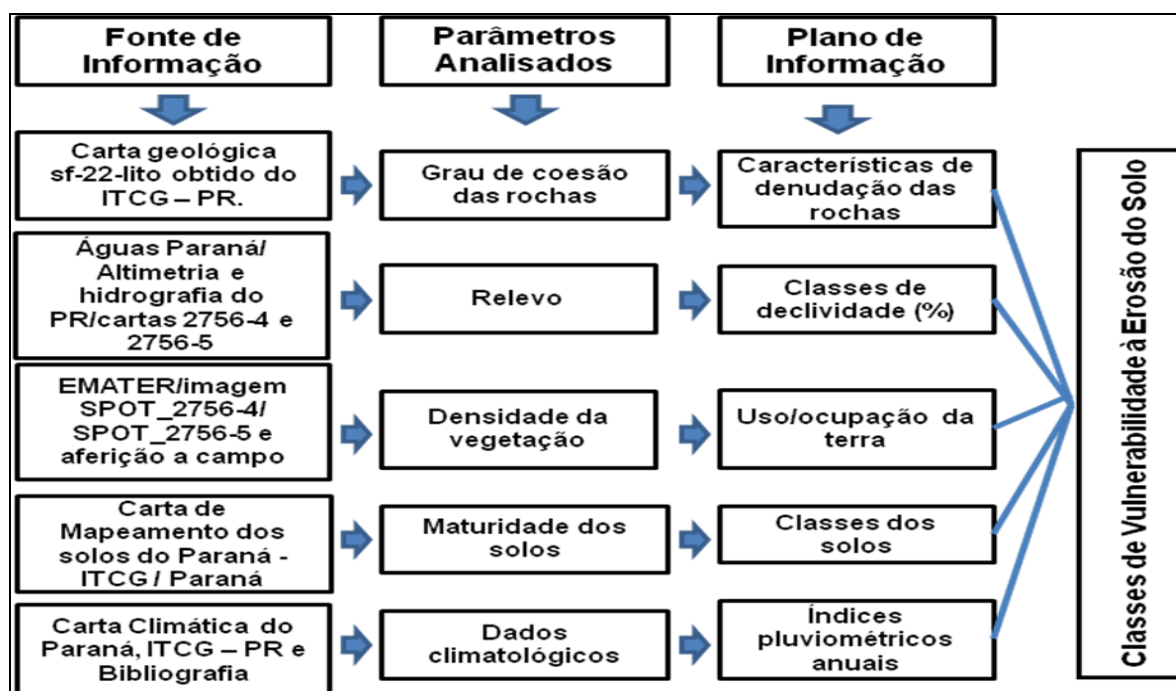


Figura 6: Esquema metodológico da sobreposição dos PI's para confecção da carta de vulnerabilidade à perda de solos.

Fonte: adaptado de SILVA NETO (2012).

O procedimento para execução da sobreposição, partiu da confecção de PI no programa ArcGis 9.3.1, provido de tabela de atributos com um campo para cada um dos temas: geologia, geomorfologia, pedologia, uso do solo e clima, onde foram relacionados os respectivos valores numéricos de vulnerabilidade foram atribuídos por ocasião da confecção destes PI's temáticos, conforme o preconizado por Crepani *et al.* (2001).

Para a sobreposição dos PI's foi empregada metodologia desenvolvida por Ferreira *et al.* (2011), p. 3 e 4).

O procedimento para execução da sobreposição consistiu em:

Criar o PI cartas temáticas no programa ArcGis 9.3.1, provido de tabela de atributos com um campo para cada um dos temas: geologia, geomorfologia, pedologia, uso do solo e clima, onde serão relacionados os respectivos valores de vulnerabilidade atribuídos por ocasião da confecção destes temas; Criar os campos, somatória e classe numérica média, para determinar a vulnerabilidade, o que foi feito através do resultado da média aritmética dos valores dos respectivos campos divididos por cinco;

Criar o campo grau de vulnerabilidade e nominar em função do valor numérico a eles atribuído. Realizar a somatória destas classes numéricas para obtenção da média (aritmética e ponderada).

4.4.2 Carta de Aptidão

A partir da carta de declividade (5.1.3), classes de solos (5.1.5) e de dados climáticos (5.1.7), foram atribuídos os graus de limitações relativos à deficiência de fertilidade, deficiência de água, excesso de água, suscetibilidade a erosão e de impedimento a mecanização, que foram correlacionados para obtenção da carta de aptidão agrícola das terras (Figura 8).

Para complementação das informações necessárias à atribuição dos graus de limitações relativos à fertilidade dos solos, elaborou-se planilha com informações de análises padrão de macro elementos para adubação e correção dos solos, com as variáveis: saturação por alumínio (%), matéria orgânica, acidez potencial e alumínio trocável. Tais variáveis são parâmetros para determinação da fertilidade do solo de acordo com o IBGE (2007).

A obtenção destas informações se deu através de busca de resultados de análise de solos de lotes rurais pertencentes à área de pesquisa no escritório do EMATER de Paiçandu – PR.

As análises foram feitas a partir de amostras coletadas pelos agricultores para fins de correção de acidez, adubação de correção, manutenção e reposição de nutrientes para exploração de pastagens, culturas temporárias e culturas perenes, nos laboratórios: Laboratório Rural de Maringá, percentente a Sociedade Rural de Maringá e Laborfort Análise Química LTDA, pertencente a FORQÍMICA AGROCIÊNCIA LDA, com sede em Cambira - PR.

A metodologia de coleta das amostras pelos agricultores seguiu o recomendado pela “CIRCULAR N° 90 do IAPAR – Instituto Agronomico do Paraná (AGOSTO/96), intitulada: AMOSTRAGEM DE SOLO PARA ANÁLISE QUÍMICA plantio direto e convencional, culturas perenes, várzeas, pastagens e capineiras”.

O Laboratório Rural de Maringá adotou o método de análise Extrator, sendo: Ca, Mg e Al: Extrator Cloreto de Potássio 1N; P, K, Cu, Zn, Fe e Mn: Extrator Mehlich; B: Extrator Cloreto de Bário a quente e S: Extrator Acetato de Amônio – Ácido Acético.

O Laborfort Análise Química LTDA adotou o método de análise Extrator, sendo: Água Quente – B; Mehlich I 1:10 - P, K, Na, Cu, Zn, Fe e Mn Ca, Mg e Al; KCl 1N 1:10 – Al, Ca, Mg; Acetato de Cálcio IN pH 7,2 1:15 – H+Al; Fosfato Monocálcio em Ácido Acético 2M – Enxofre.

A sobreposição dos PI's e da carta de Aptidão foram efetuados em ambiente computacional através de SIG, utilizando-se do *software* ArcGis® (versão 9.3.1), com apoio das técnicas de geoprocessamento.

O procedimento tomou como base o elaborado por Silva *et al.* (2010), e os valores de referência para graus de limitação e classes de aptidão, foram baseados no quadro-guia de aptidão agrícola das terras, para região de clima subtropical, descrito por Ramalho Filho e Beek (1995).

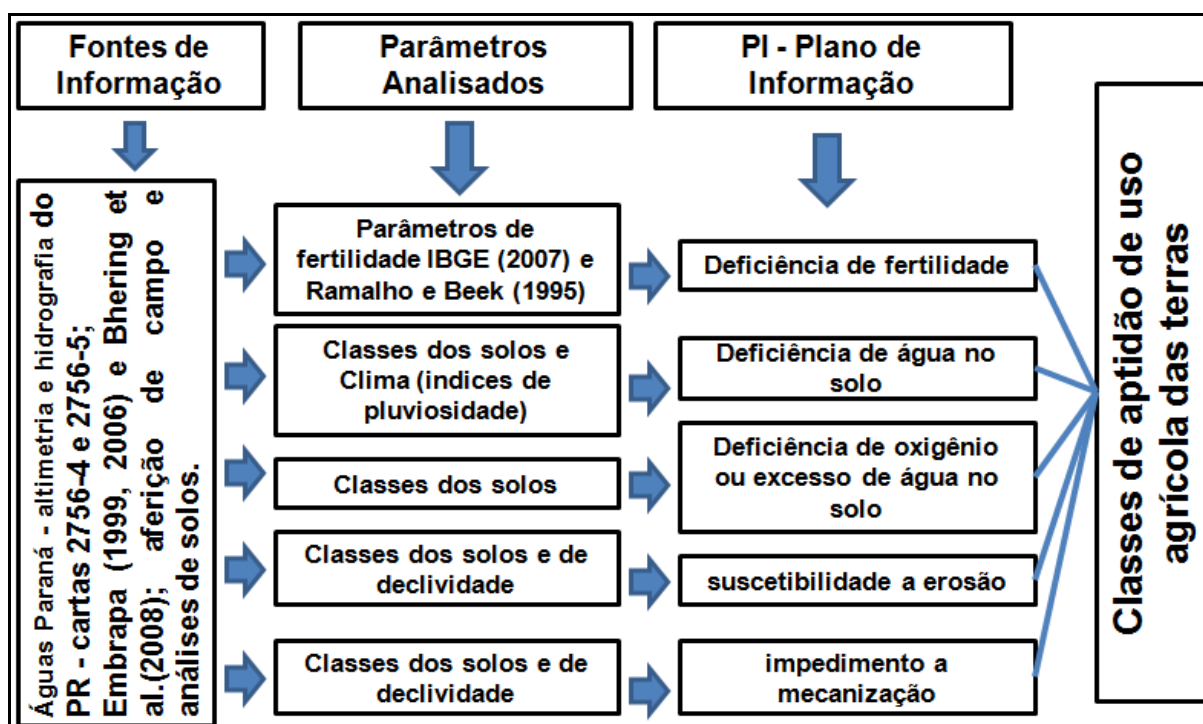


Figura 7: Esquema metodológico da sobreposição dos PI's para confecção da carta de aptidão de uso agrícola das terras.

Fonte: Adaptado de SILVA NETO (2012).

4.5 ETAPA 3: AVALIAÇÃO DA INTENSIDADE DE USO DA ÁREA ESTUDADA

4.5.1 Carta de Níveis de Intensidade de Uso do Solo

A partir da correlação da carta de aptidão agrícola das terras, uso/ocupação da terra, e carta de áreas de interesse ambiental, foi gerada a carta de intensidade de uso do solo. Para esse procedimento foi tomado como base o processo de avaliação de intensidade de uso do solo, elaborado por Silva *et al.* (2010), adaptado de Santos e Klamt (2004).

Em adaptação a avaliação de intensidade de uso solo efetuada por Silva *et al.* (2010), foram consideradas como foram consideradas como **(sa)** Sem avaliação de Conflito de Uso, as áreas de ocupações consolidadas, constituídas de: as EDF - Edificações e Benfeitorias, a HID - Corpos d'água, a A URB - Área Urbana, as EST M - Estradas Municipais e as ROD EST – Rodovias Estaduas.

Os demais níveis de intensidade de uso seguiram o previsto no estudo elaborado por Silva *et al.* (2010).

O procedimento foi realizado em ambiente computacional através de SIG, utilizando-se do software ArcGis® (versão 9.3.1), com apoio nas técnicas de geoprocessamento.

4.6 ETAPA 4: PROPOSTA DE USO ADEQUADO DAS TERRAS

A proposta de uso do solo levou em conta a relação entre o uso/ocupação atual com os diversos tipos de uso potencial de exploração das terras apontado pelo diagnóstico de classes de aptidão, considerando as áreas de ocupação consolidadas, as áreas de interesse ambiental, bem como, atender a necessidade de redução da pressão sobre a exploração do solo apontado pelo estudo de níveis de intensidade de uso.

Para elaboração desta carta, em ambiente SIG, adaptou-se o processo de avaliação de intensidade de uso do solo de Silva *et al.* (2010), adaptado de Santos e Klamt (2004).

A carta resultou da correlação em ambiente SIG dos PI's: uso/ocupação atual das terras: avaliação de intensidade de uso e de aptidão agrícola das terras. Na sequência, foi acrescentado ao PI proposta de uso adequado das terras, resultante do procedimento descrito, um campona tabela de atributos, onde se adicionou classe de legendas relativas às ocupações propostas.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para melhor entendimento das características advindas do arranjo e interação dos elementos, relevo, pedológico e da dinâmica antrópica relativa ao uso da terra/vegetação, a área objeto desta pesquisa, foi subdividida em função do relevo e declividade em unidades de posição geográfica. Assim, será tratado como “Setor Sul”, “Setor Sudeste”, “Setor Sudoeste”, “Setor norte” e “Setor Nordeste”, conforme Figura 8.

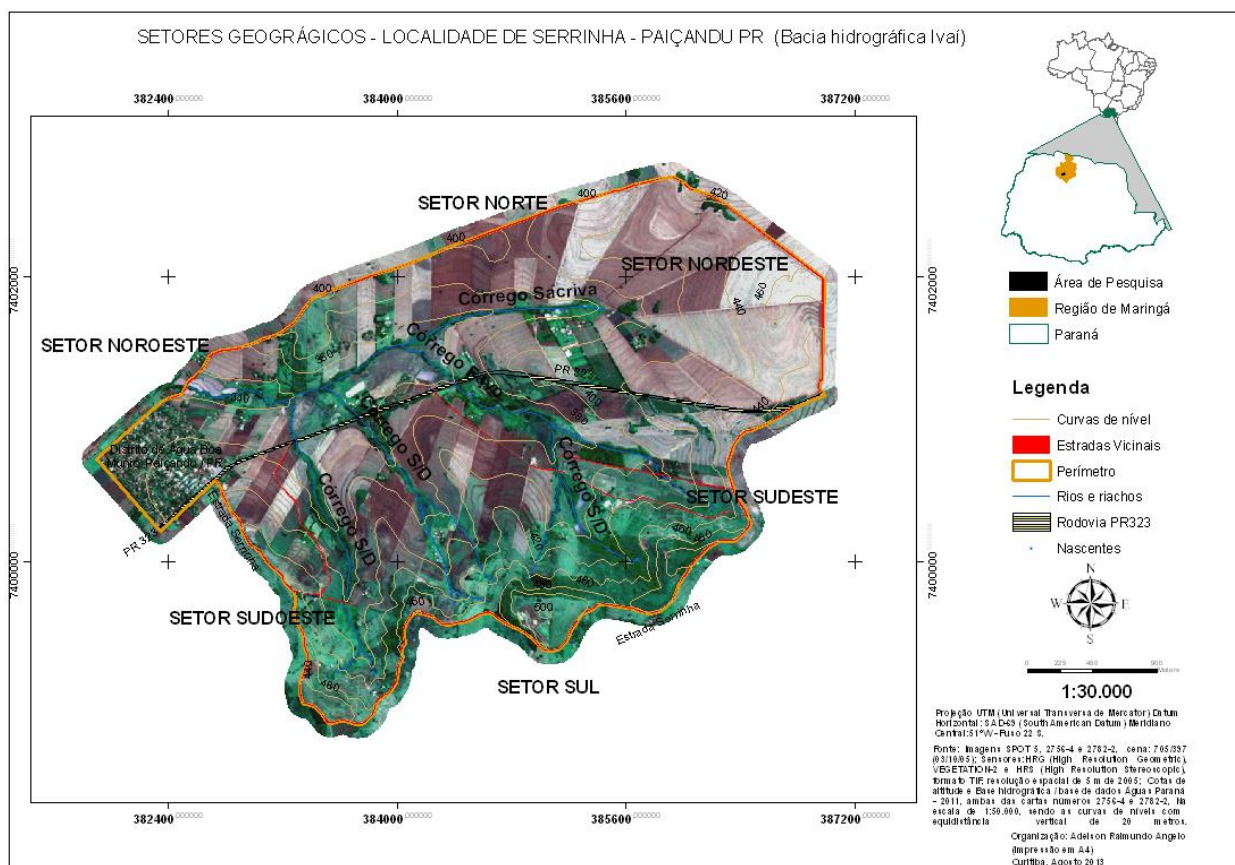


Figura 8: Setores Geográficos da área de estudo.
Elaboração: Autor a partir de base cartográficas do ÁGUAS PARANÁ (PARANÁ, 2011).

5.1 DESCRIÇÃO DOS PRODUTOS GRÁFICOS E CARTOGRÁFICOS GERADOS

5.1.1 Carta Base

Esta carta foi utilizada (Figura 9) como referência para confecção das demais cartas temáticas necessárias ao estudo.

Foi constituída de informações relativas ao perímetro, rede de drenagem, corpos d'água, malha viária, sede urbana e cotas de altitude (curvas de nível, pontos cotados). A partir desta base de informações, todos os Pl's foram ajustados e georreferenciados, para manter a base de dados com única referência espacial e escala de 1:30.000.

5.1.2 Carta de Declividade para Vulnerabilidade

Para esta carta foram definidos 21 intervalos de classes de declividade voltados a subsidiar a utilização desta variável na confecção da carta de vulnerabilidade a perda de solos da área de estudo (Figura 10). A distribuição das classes de declividade na área de estudo (Quadro 18).

INTERVALOS	ÁREA (ha)	(%)	INTERVALOS	ÁREA (ha)	(%)
0 a 3,5	154,99	14,38	27,2 a 29,6	5,65	0,52
3,5 a 5,8	222,81	20,67	29,6 a 32,1	4,81	0,45
5,8 a 8,2	190,79	17,70	32,1 a 34,6	2,83	0,26
8,2 a 10,3	168,98	15,68	34,6 a 37,2	2,62	0,24
10,3 a 12,9	125,07	11,61	37,2 a 39,8	2,04	0,19
12,9 a 15,1	69,38	6,44	39,8 a 42,4	0,52	0,05
15,1 a 17,4	51,00	4,73	42,4 a 45,3	0,49	0,05
17,4 a 19,8	33,39	3,10	45,3 a 48,1	0,61	0,06
19,8 a 22,2	18,56	1,72	48,1 a 50	0,40	0,04
22,2 a 24,5	11,92	1,11	50 a 99	0,72	0,07
24,5 a 27,2	10,12	0,94	TOTAL	1077,00	100,00

Quadro 18: Distribuição da declividade na área de estudo por intervalo de classe para vulnerabilidade.

Fonte: Autor

O Quadro 18 permitiu observar que aproximadamente 51% da área apresentam relevo plano a suave ondulado (declividades de 0% a 8%), 44 % relevo ondulado (devidade de 8% a 20%), e 5% relevo forte ondulado.

Esta distribuição de classes de declividade contribuiu com graus de vulnerabilidade entre 1,0 e 3,0 na elaboração da carta de vulnerabilidade.

5.1.3 Carta de Declividade para a Aptidão

Os 06 intervalos de classes de declividade adotados, na confecção desta carta foram voltados a subsidiar a utilização desta variável na confecção da carta de aptidão agrícola das terras para a área de estudo (Figura 11).

A distribuição das classes de declividade da área de estudo está apresentada no Quadro 19.

INTERVALOS DE CLASSES	ÁREA (ha)	(%)
0 a 3	154,99	14,38
3 a 8	393,39	36,50
8 a 13	318,19	29,52
13 a 20	150,85	14,00
20 a 45	58,47	5,43
45 a 99	1,83	0,17
TOTAL	1077,00	100,00

Quadro 19: Distribuição da declividade na área de estudo por intervalo de classe para Aptidão
Fonte: Autor

O Quadro 19 apresenta a distribuição das classes de declividade na área de estudo permitindo observar que, aproximadamente 51 % da área possuem relevo plano a suave ondulado, 44% relevo ondulado e 5% relevo forte ondulado. Esta distribuição de classes de relevo contribuiu com graus de limitações à erosão e de impedimento à mecanização entre Ligeiro (L) a Muito Forte (MF) na a elaboração da carta de aptidão agrícola das terras.

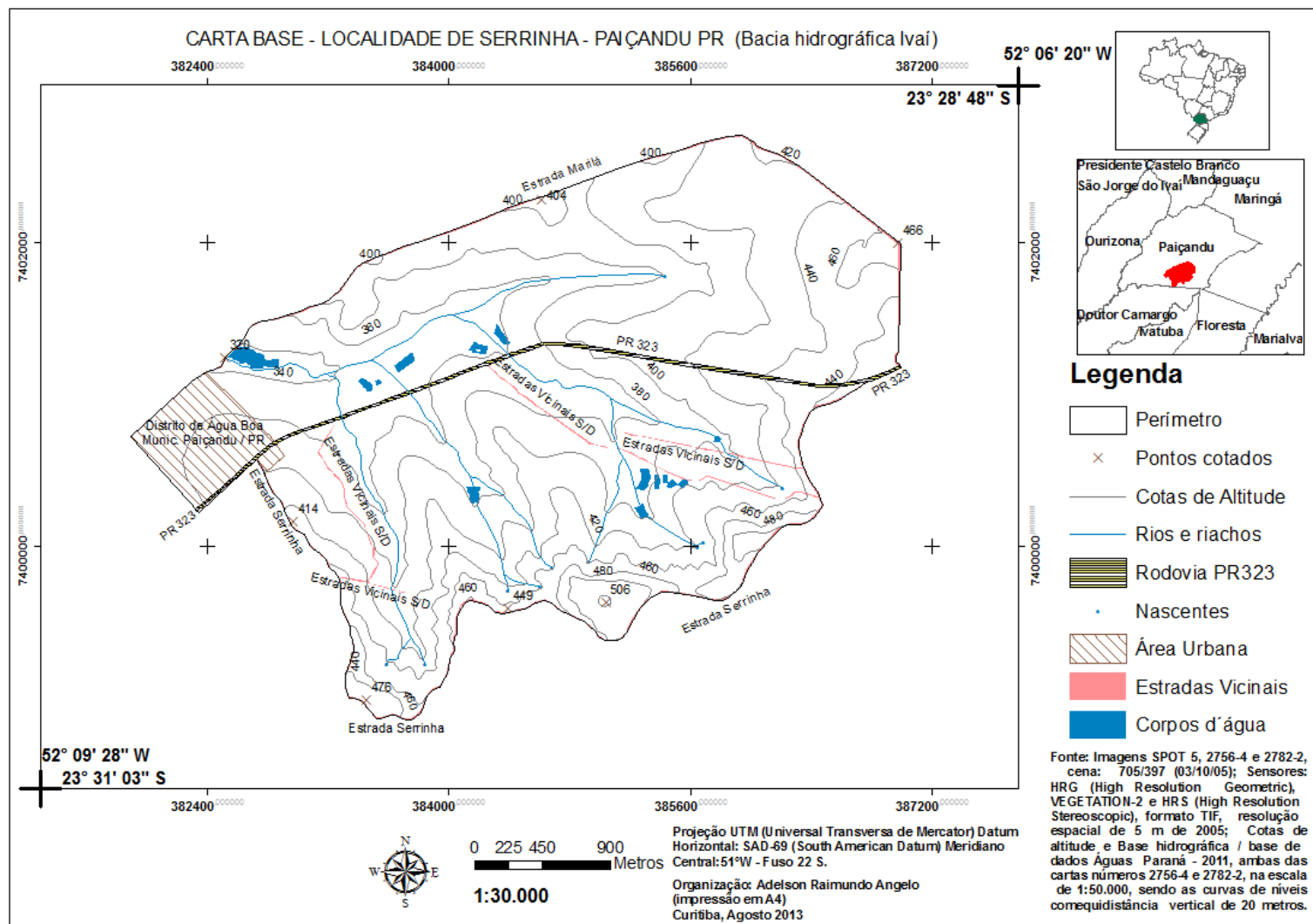
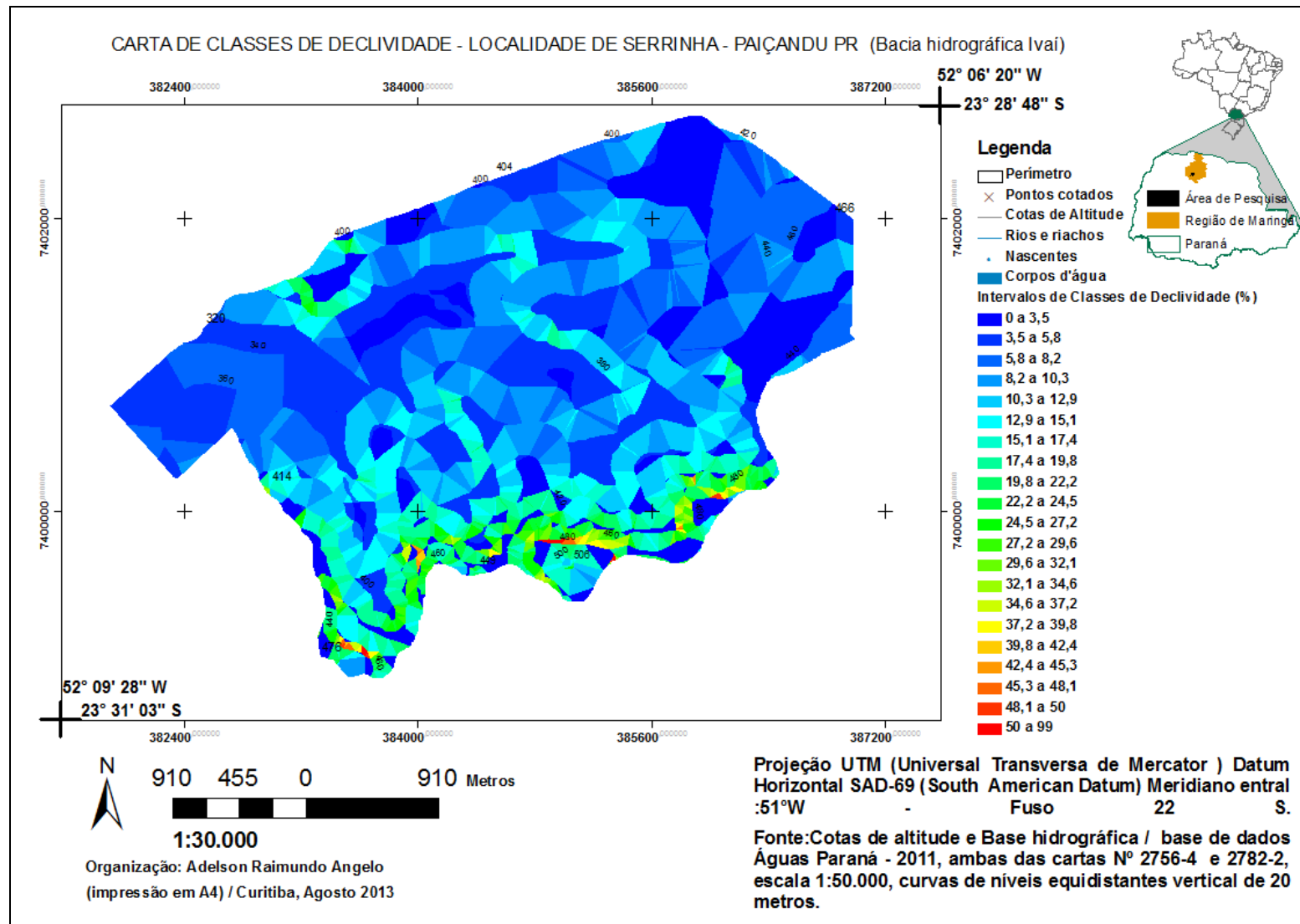
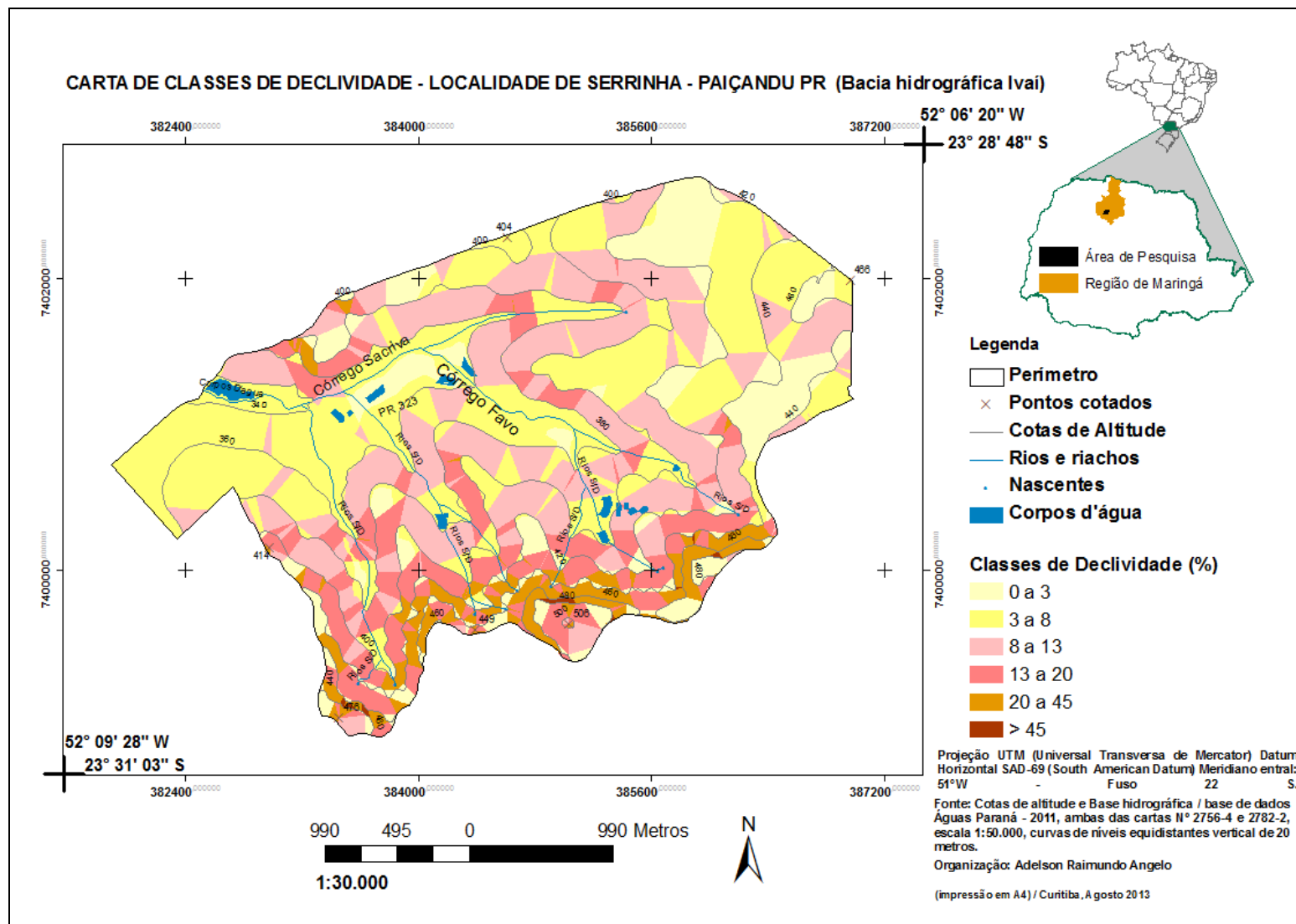


Figura 9: Carta base da localidade de Serrinha – Paçandu PR
 Elaboração: Autor a partir de base cartográficas do ÁGUAS PARANÁ e ITCG (PARANÁ, 2011 e 2013).



**Figura 10: Carta de Declividade para estudo de vulnerabilidade à erosão dos solos.
Elaboração: Autor a partir de base cartográfica do ÁGUAS PARANÁ E ITCG (PARANÁ, 2011 e 2013)**



**Figura 11: Carta de Declividade para estudo de aptidão agrícola das terras.
Elaboração: Autor a partir de base cartográfica do ÁGUAS PARANÁ E ITCG (PARANÁ, 2011 e 2013)**

As cartas de declividades (Figuras 10 e 11) mostram que no “Setor Nordeste” da área de pesquisa o relevo é constituído por grandes colinas, observadas na foto (Figura 12) com topos amplos e arredondados de aproximadamente 1500 m Sul/Norte por 800 m Leste/Oeste (Figuras 10 e 11), cujas altitudes estão compreendidas entre 380 e 460 m (Figura 10 e 11).



**Figura 12: Foto do “Setor Nordeste” ao fundo, ocupado com culturas anuais e constituído por grandes colinas, com topos amplos e arredondados. Abril de 2013.
Fonte: Autor**

As vertentes são longas variando de 1000 m a 2400 m, predominando declividades fracas a moderada, (< 13%) nos setores de alta a média encosta. As declividades aumentam a partir da média vertente (> 13), chegando a 20% em segmentos de baixa encosta em alguns trechos ao longo dos vales, ainda na parte superior da bacia de drenagem.

Os “Setores Sul, Sudeste e Sudoeste” da área caracterizam-se por apresentar altitudes mais elevadas, chegando a de 506 metros (Figura 13).

Nessa região os topos de morros são mais estreitos (150 a 400 metros) e as vertentes relativamente mais curtas, entre 150 m e 900 m (Figuras 10 e 11). Nestes setores, as declividades mais fortes ocorrem associadas aos segmentos de alta vertente, onde variam de 20% a 50% (Figura 10). Essas fortes declividades apresentam pontos isolados nestes setores, com início nos topos dos morros seguindo até a média vertente.

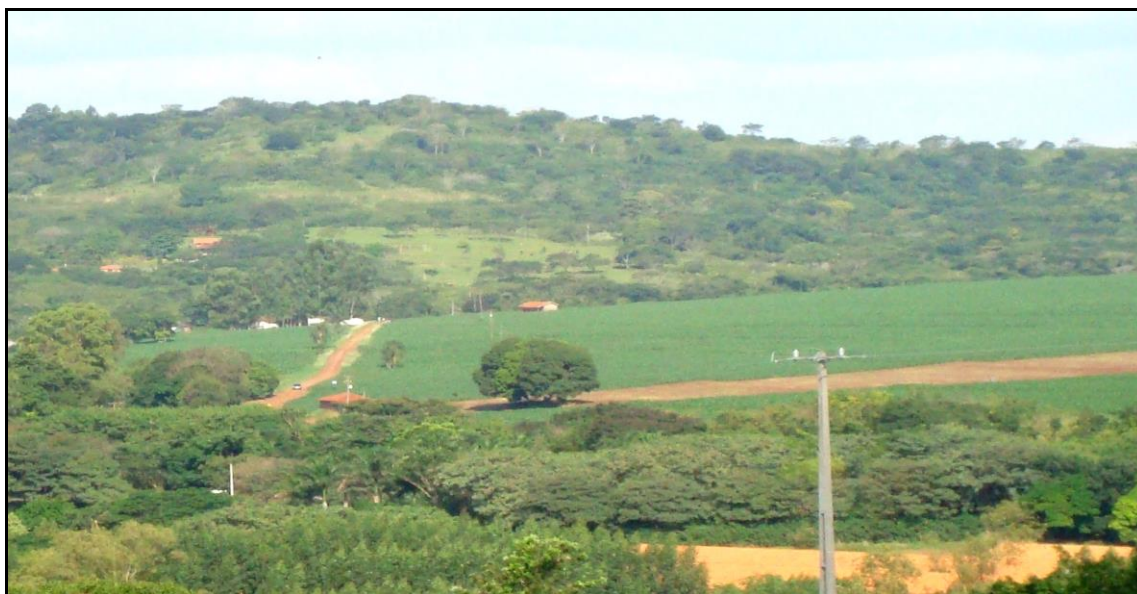


Figura 13: Foto vista do “Setor Sul” ao fundo e porção central da área com vertentes mais curtas e topos mais estreitos. Abril de 2013.

Fonte: Autor.

A partir dos setores: Sul, Sudeste e Sudoeste em direção a porção central da área, as vertentes se alongam, em forma de patamares, com altitudes compreendidas entre 380 e 400 m (Figuras 10 e 13), associadas a relevo suave ondulado a ondulado, cujas declividades variam de 6% a 20% (Figura 10). Essas vertentes se estendem até as áreas de Gleissolos (várzeas) no vale do Córrego Sacriva, no curso esquerdo do Córrego Favo e nos seus afluentes (Figura 14).



Figura 14: Foto área de várzea “Solos Hidromórficos” no vale do Córrego Sacriva, ao fundo “Setor Noroeste”. Novembro de 2009.

Fonte: Autor

5.1.4 Carta Geológica

A carta geológica refere-se à composição rochosa e constitui-se em uma das variáveis direta para construção da carta de vulnerabilidade a perda de solos e indiretamente na construção da carta de aptidão agrícola das terras.

Neste estudo, o objetivo da carta geológica foi atribuir um grau de vulnerabilidade, dentro de uma escala de vulnerabilidade à denudação de rocha (intemperismo + erosão), absolutamente relativa e empírica, seguindo o proposto por Crepani *et al.* (2001). O autor *op. cit.* pressupõe que, em rochas pouco coesas podem prevalecer os processos erosivos modificadores das formas de relevo (morfogênese), enquanto que, nas rochas bastante coesas devem prevalecer os processos de intemperismo e formação de solos (pedogênese).

A área de estudo está inserida na unidade de formação geológica Serra Geral sob rochas ígneas efusivas básicas (basalto amigdaloidal de base, maciço e vesicular) (Figura 15), cujo grau de vulnerabilidade, está representado no item 5.2 que compreende a descrição da carta de vulnerabilidade à perda de solos.

5.1.5 Carta de Classes de Solos

Para as classes de solos identificadas, foram atribuídos valores de vulnerabilidade estabelecidos de acordo com o proposto por Crepani *et al.* (2001, p.86). Estas escalas de valores foram contempladas no item 5.2 que compreende a descrição da carta de vulnerabilidade à perda de solos.

Às características de fertilidade, drenagem e de maturação dos solos auxiliaram na atribuição dos graus de limitações referentes à: deficiência de fertilidade, deficiência de água, e excesso de água ou deficiência de oxigênio. Essas informações servem de subsídios para a elaboração da carta classes de aptidão de uso agrícola das terras. Estes fatores limitantes foram estabelecidos conforme preconizado por Ramalho Filho e Beek (1995, p. 23-34). Estas escalas de valores foram contempladas no item 5.3 que compreende a descrição da carta de aptidão agrícola das terras. A cobertura pedológica da localidade de Serrinha apresentou as unidades de solo, apresentadas nos itens: 5.1.5.1, 5.1.5.2, 5.1.5.3 e 5.1.5.4.

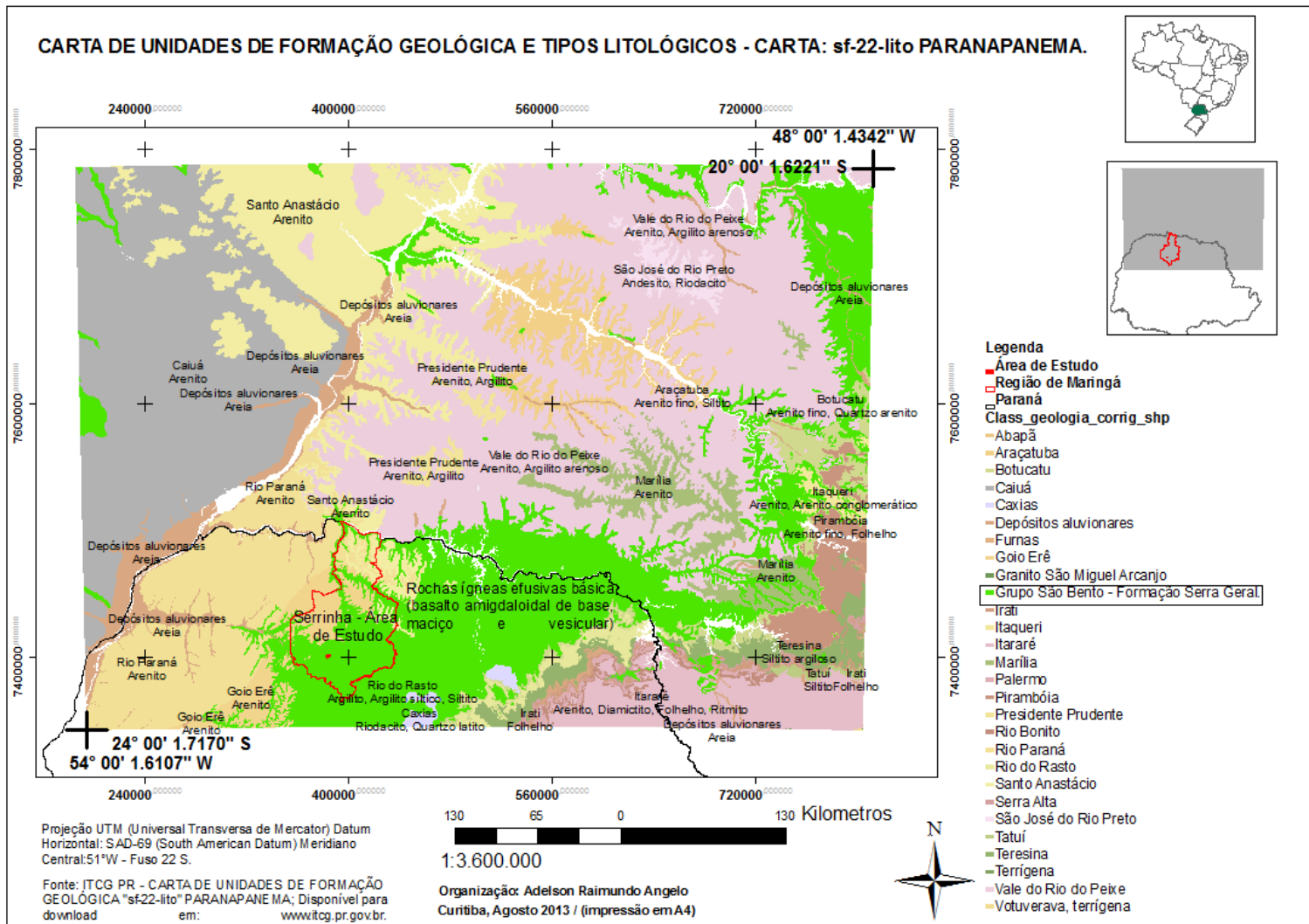


Figura 15: Carta de Classes Geológicas.
Elaboração: Autor a partir de base cartográfica do ITCG (PARANÁ, 2013)

)

O Quadro 20 apresenta a distribuição das classes de solos identificadas na área de estudo, evidenciando a predominância da classe de Nitossolos Vermelhos Eutroféricos em 56,0%, seguido pelos Latossolos Vermelhos Distroféricos e associação Neossolos Litólicos Eutrófico + Neossolos Regolíticos + Afloramento de rochas, que ocupam cerca de 21,0%. A menor contribuição é dos Gleissolos Háplicos que ocupam aproximadamente 3,0 %.

CLASSE DE SOLOS	ÁREA (ha)	(%)
Gleissolos Háplicos	29,48	2,74
Latossolos Vermelhos Distroféricos	224,38	20,82
Associação Neossolos Litólicos + Neossolos Regolíticos + Afloramento de rochas	223,05	20,70
Nitossolos Vermelhos Eutroféricos	600,79	55,75
TOTAL	1077,00	100,00

Quadro 20: Distribuição das classes de solos na área de pesquisa.

Fonte: Autor

5.1.5.1 Latossolo Vermelho Distroférico (LVDf)

Na área de pesquisa, ocorrem nos topos convexos amplos com altitudes entre 400 e 466 m, com predomínio de relevo plano a ondulado, cujas declividades variam entre predominantemente entre 0 a 13%, tendo como substrato o basalto amigdaloidal.

A equipe de pedologia e fertilidade de solos do Ministério da Agricultura, EMBRAPA (1981), descrevem-no como solo muito profundo formado a partir de rochas eruptivas básicas, com seqüência de horizontes A, B, C, pouco diferenciada, com transição geralmente difusa. Possui coloração arroxeadada, sendo poroso, muito friável e acentuadamente drenado.

A EMBRAPA e IAPAR - Instituto Agronomico do Paraná (1984), ressaltam que os Latossolos Vermelhos Distroféricos – LVDf, podem ser considerados ideais para o uso agrícola e estão incluídos entre os de maior potencial, inclusive quando considerados em uma ótica mundial, pois não apresentam dificuldade para mecanização e possuem fertilidade natural regular. Características relativas a esta classe de solo, como substrato rochoso, relevo e coloração foram confirmadas no

decorrer do trabalho de campo, sendo identificado na porção Nordeste (Figura 18), nos setores de alta a médias vertentes de encostas longas.

A Figura 16 mostra um exemplo de observação de extratificação após tradagem em Latossolos Vermelhos Distroféricos (LVDf).



Figura 16: Foto de observação de extratificação após tradagem em Latossolo Vermelho Distroférico (LVDf) no setor nordeste da área de estudo. Visita a campo realizada em Julho de 2013.

Fonte: Autor

5.1.5.2 Nitossolo Vermelho Eutroférico (NVEf)

A EMBRAPA e IAPAR (1984) caracterizam estes solos, como profundo, originado de rochas básicas, com seqüência de horizontes A, B, C pouco diferenciada e, em geral, com transição gradual. Possui coloração arroxeadada, sendo poroso e bem drenado.

Para EMBRAPA e IAPAR (1984), os Nitossolos Vermelhos Eutroféricos são solos de alta potencialidade agrícola, possuindo elevada e bem equilibrada reserva de nutrientes para as plantas. Por outro lado, apresentam ligeira deficiência de água, são moderadamente susceptíveis a erosão, podem ser facilmente mecanizadas em cerca de 90% das áreas que ocupam.

Os Nitossolo Vermelho Eutrófico (NVEf) foram predominante na área de pesquisa, Quadro 20, presente geograficamente em todos os setores (Figura 17). No relevo, ocupa a média e baixa vertente, cujas declividades variam entre 0% a 20% em altitudes de até 420 metros, sendo atualmente explorados predominantemente por lavouras anuais e pastagens.



Figura 17: Foto de observação de perfis em barranco de Neossolos Regolíticos Eutrófico. Visita a campo realizada em Julho de 2013.
Fonte: Autor

5.1.5.3 Associação Neossolos Litólicos Eutróficos + Neossolos Regolíticos Eutróficos + Afloramento de rochas

A equipe de pedologia e fertilidade de solos do Ministério da Agricultura, EMBRAPA (1981), caracterizam esta associação como solos rasos, onde a soma dos horizontes sobre a rocha não ultrapassa 50 cm para os Neossolos Litólicos e até 120 cm para o Neossolos Regolíticos, associados normalmente a relevos mais declivosos. Segundo o órgão de pesquisa, as áreas de ocorrência destes solos, possuem limitações ao uso relacionadas a pouca profundidade, afloramento de rocha e aos declives acentuados. Acrescenta ainda, que estes fatores limitam o crescimento

radicular, o uso de máquinas e elevam o risco de erosão. Por tratar-se de solos Eutróficos, sua fertilidade é alta.

Devido às limitações à mecanização caracterizada pela declividade acentuada e presença de rochas na superfície, são normalmente indicados para preservação da flora e fauna (EMBRAPA e IAPAR, 1984).

Na área de estudo, os Neossolos Litólicos Eutróficos apresentam horizonte com espessuras entre 15 a 50 cm, assentados diretamente sobre a rocha em processo de intemperização (Figura 18), relacionados, sobretudo, à ocorrência de níveis maciços de basalto, presentes nos compartimentos, sul, suldoeste e noroeste, (Figura 8). Quanto aos Neossolos Regolíticos Eutróficos, apresentam desenvolvimento do horizonte superficial de até 50 cm, ou entre 50 cm e 120 cm, baixo grau de desenvolvimento do horizonte superficial, apresentando fragmentos da rocha semi-intemperizada, formados por restos de estrutura orientada das rochas, Figura 17.

A associação Neossolos Litólicos Eutrófico + Neossolos Regolíticos + Afloramento de rochas, ocupam topos de relevo suave a ondulados e as vertentes de forte declividade que podem ocorrer até acima de 45%.

Esta associação de classe de solos atualmente é ocupada com culturas anuais, pastagem e fragmentos de floresta nativa, Figura 18.

5.1.5.4 Gleissolos Háplicos (GX)

Dentre os Gleissolos, compreendem solos hidromórficos, os constituídos por material mineral, permanentemente ou periodicamente saturados por água, exceto os periodicamente drenados. São solos mal ou muito mal drenados naturalmente, tendo o horizonte "A" cores desde cinzentas até pretas, (EMBRAPA 1999). Na área de pesquisa estes solos estão presentes principalmente na porção Noroeste, às margens, do Córrego Sacriva e Córrego Favo, sendo o relevo plano a suave ondulado, apresentando declividades predominantes entre 0%-6%. A distribuição das classes de solos da área de estudo está apresentada conforme a Figura 18.

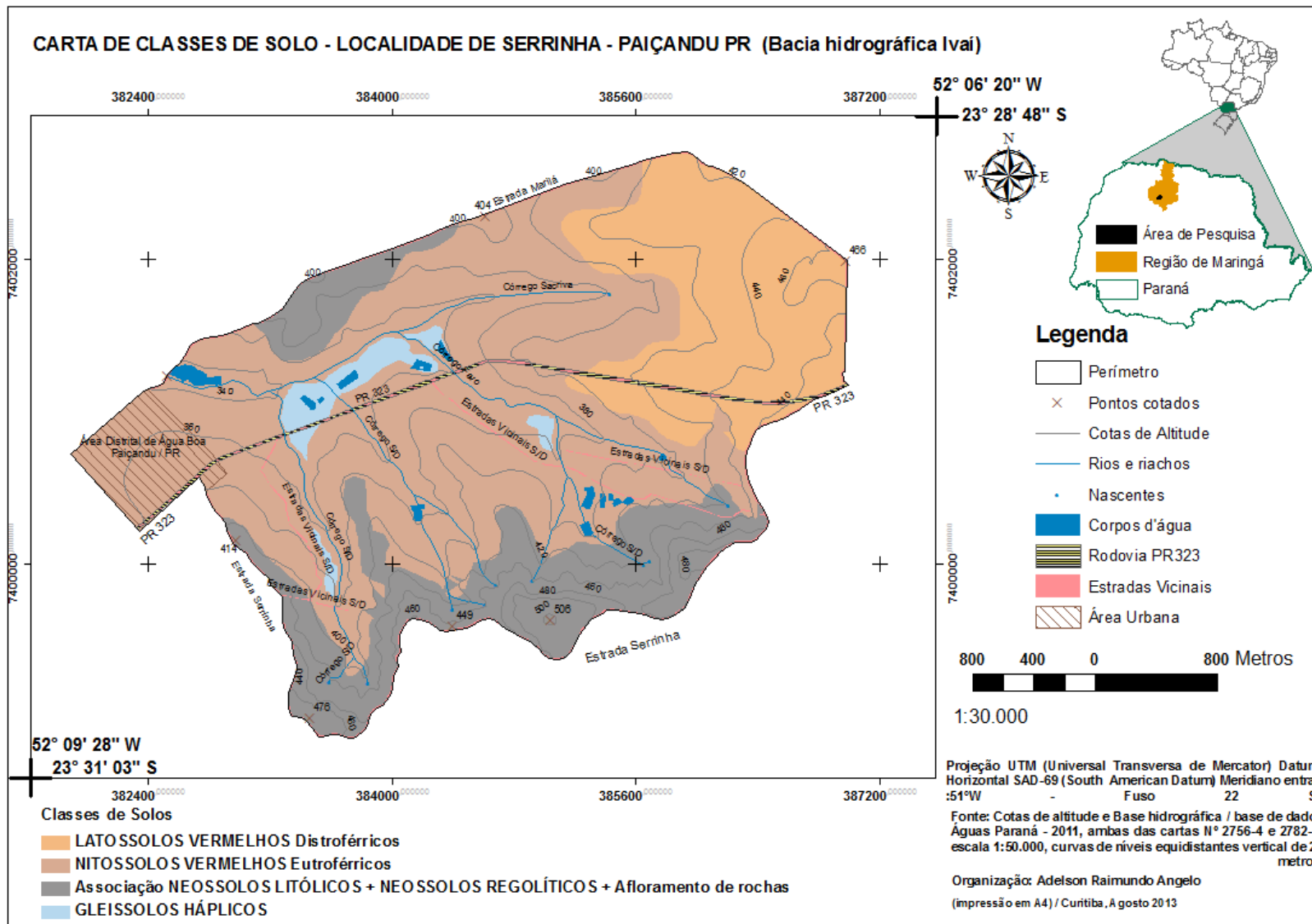


Figura 18: Carta de Solos da Localidade de Serrinha – Paíçandu – PR. Elaboração: Autor a partir de base cartográficas do ÁGUAS PARANÁ e ITCG (PARANÁ, 2011 e 2013).

5.1.6 Caracterização do Meio Físico com Relação à Uso/Ocupação da Terra

5.1.6.1 A Evolução do Uso do Solo

O Norte Novo, região econômica onde se insere a área de pesquisa, registrou desmatamento no decorrer do período 1930-1950 para dar lugar à agricultura perene do café, que dominou a paisagem até 1970-1975 (MAACK, 1968).

As transformações históricas da paisagem que ocorreram e continuam ocorrendo na região Norte e Noroeste do Paraná estão diretamente ligadas ao processo de colonização e ocupação, que num primeiro momento se deu com o avanço da marcha do café e, num segundo momento, essa cultura foi substituída pela agricultura mecanizada, que predomina no Norte do Paraná por ocasião da decadência do café, principalmente em áreas cujos solos apresentam maior fertilidade (MAACK, 1968).

A colonização do município de Paiçandu, não difere do acima mencionado, voltada à exploração agrícola dos solos. Essa exploração, baseada na implantação do café, inicialmente fomentada pelos planos governamentais de ocupação do interior do país, ganhou o incentivo da iniciativa privada, na região Norte do Paraná em específico, pela Companhia Melhoramentos Norte do Paraná, que pouco considerou a aptidão dos solos, as características topográficas e morfológicas, expondo estes solos a degradação ou mesmo inviabilizando a exploração em determinadas áreas. (ALVES e REIS NAKASHIMA (1994), MORO (1991), NAKASHIMA *et al.*, 1992).

Desta forma, ocorreram consideráveis perdas de nutrientes dos solos, bem como o desencadeamento de processos erosivos, agravados com maior intensidade, em particular nas áreas de ocorrência do Arenito Caiuá (Maack, 1968). Para o autor, esse modelo de exploração perdurou até ao início da década de 1970.

No decorrer da década de 1970, a política mundial, bem como a política interna do país, promoveu a erradicação do café, substituindo-o por soja, trigo, milho, algodão, cana de açúcar, dentre outros.

Nas porções mais dissecadas do relevo esculpido no basalto, observou-se, sobretudo entre 1980-1985 a ampliação das pastagens, conforme constatações de Alves e Nakashima (1994), Moro (1991), Nakashima *et al.*, 1992.

O processo de modernização da agricultura que ocorreu na década de 1970, substituindo o café pela agricultura produção de grãos, predominou no Norte do Paraná por ocasião da decadência do café, principalmente em áreas cujos solos apresentaram maior fertilidade. Trata-se de um modelo que necessita de grandes áreas, desencadeando profundas transformações na área de estudo, principalmente a concentração da posse da terra. No entanto, os pequenos produtores que não aderiram ao novo modelo de uso da terra buscaram na diversificação de culturas, as alternativas para permanecerem no campo.

A Figura 19 mostra o uso do solo na área de pesquisa no início da década de 1970, quando se iniciava, também, a substituição da cultura do café pelas culturas mecanizadas de soja/trigo/milho.

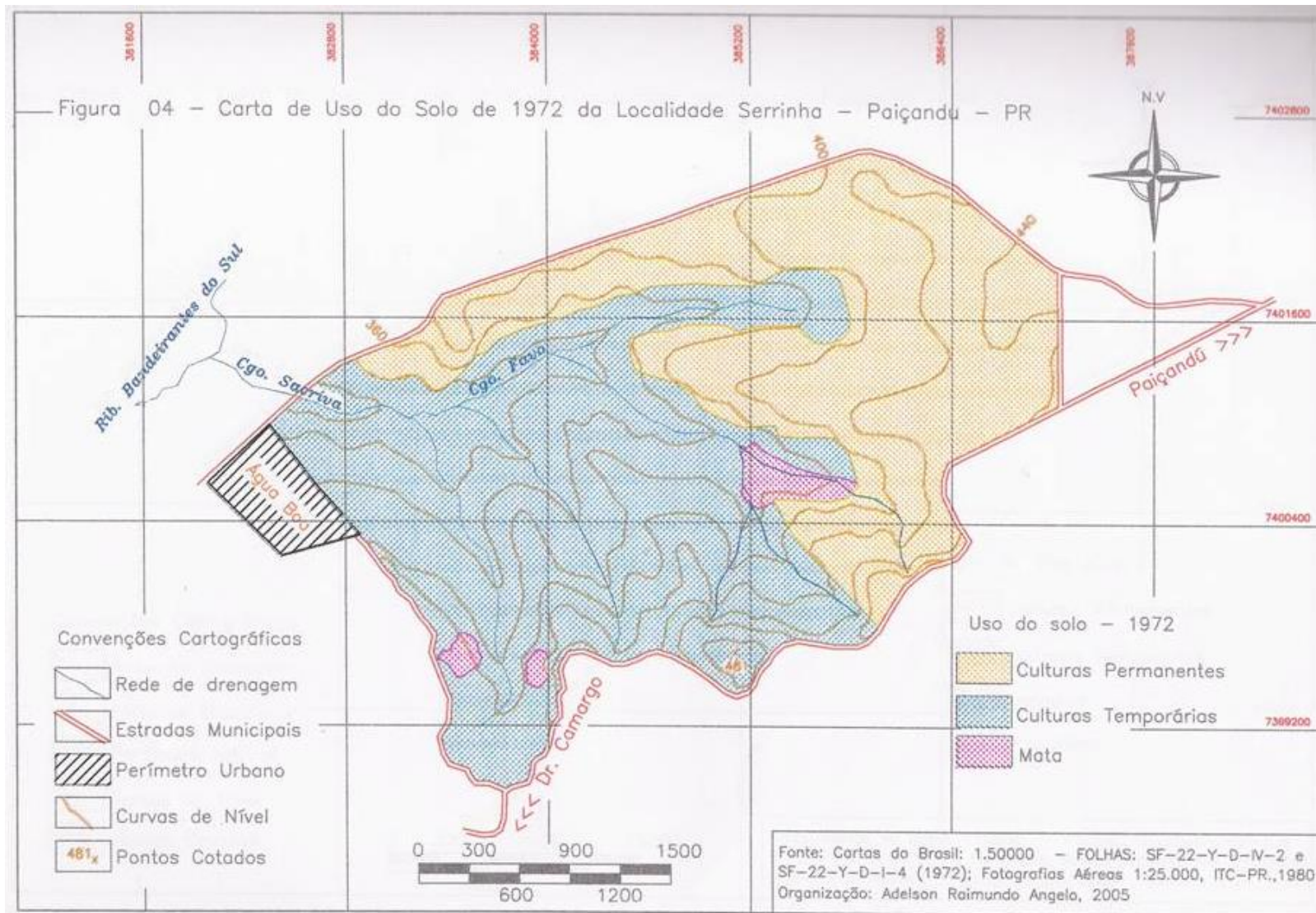
5.1.6.2 Carta de Uso/Ocupação da Terra

O uso do solo compreende a forma como o homem está ocupando o meio físico.

As classes de ocupação definidas para a Carta de Uso/Ocupação da Terra buscaram atender aos objetivos da pesquisa, que num primeiro momento, diagnosticou os diferentes níveis de exposição que as explorações submetiam o solo, através da identificação de diferentes graus de vulnerabilidade à perda de solos, atribuídos a cada tipo de ocupação do solo, conforme a densidade da cobertura vegetal (com valores de 1,0 a 3,0), conforme estabelecido por Crepani *et al.* (2001). Em um segundo momento, avaliou-se os diferentes níveis de intensidade de uso destes solos, através da correlação entre o uso atual e as classes de aptidão agrícola das terras, proposta por Ramalho Filho e Beek (1995, p. 38), que possibilitou a elaboração da carta de proposição do uso adequado destes solos.

Os procedimentos de correlação dos PI's nos dois momentos mencionados acima estão descritos nos itens 4.4.1 e 5.2, relacionado com a carta de vulnerabilidade à erosão dos solos, e 4.5.1 e 5.4, relacionado com a carta de níveis de intensidade de uso.

A Figura 20 mostra o uso atual do solo e permite observar a predominância das culturas temporárias mecanizadas, seguido de pequenas áreas, dispersas, com culturas permanentes (café) e reflorestamento energético (eucalipto).



**Figura 19: Carta de Uso do Solo de 1972 da Localidade de Serrinha – Paiçandu – PR.
Elaboração: Autor a partir de Cartas do Brasil: Folhas SF-22-Y-D-IV-2 e SF-22-Y-D-I-4 (1972) ITCF-PR (PARANÁ, 1980).**

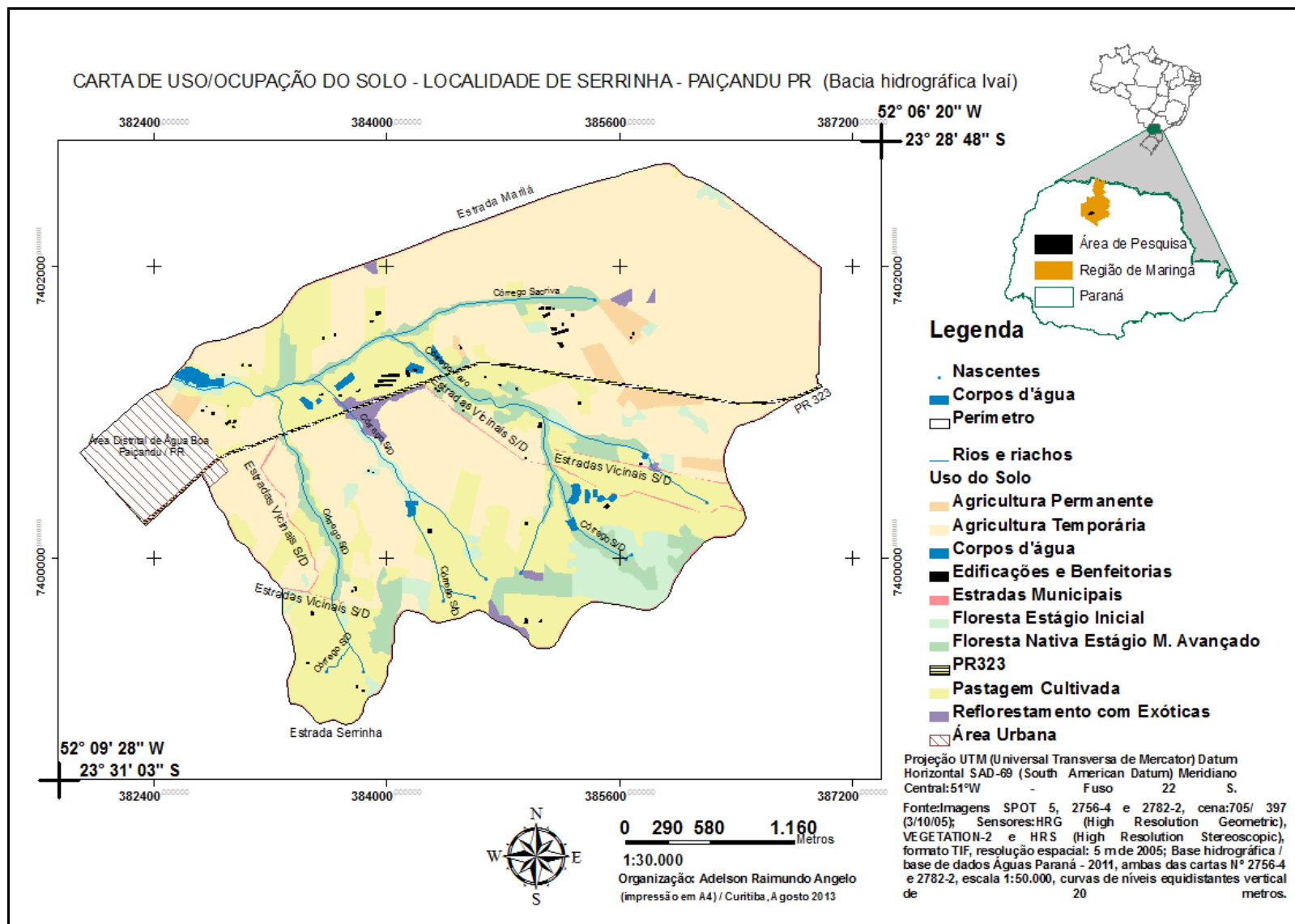


Figura 20: Carta de Uso Atual do Solo da localidade de Serrinha – Paçandu – PR.
Elaboração: Autor a partir de base cartográficas do ÁGUAS PARANÁ e ITCG (PARANÁ, 2011 e 2013).

Os bosques de floresta nativa, estão concentradas no setor sul, sudeste e sudoeste da área de pesquisa, associadas às áreas de topografia mais elevada e de maiores declividades.

O Quadro 21 apresenta a distribuição das explorações na área de pesquisa, destacando as explorações de agricultura temporária com aproximadamente de 52%, seguida de pastagens cultivadas com 26% e áreas de floresta nativa com valor em de aproximadamente 12%.

CLASSE DE OCUPAÇÃO	ÁREA (ha)	(%)
Agricultura Permanente	19,79	1,83
Agricultura Temporária	559,13	51,88
Corpos d'água	8,57	0,79
Edificações e Benfeitorias	3,75	0,34
Estradas Municipais	13,59	1,26
Floresta Nativa Secundária Estágio Inicial	50,60	4,69
Floresta Nativa Secundária Estágio Médio Avançado	80,36	7,45
Rodovias Estaduais	9,72	0,90
Pastagem Cultivada	275,94	25,60
Reflorestamento com Exóticas	10,75	0,99
Área Urbana	45,45	4,21
TOTAL	1077,00	100,00

Quadro 21: Distribuição do uso/ocupação da área de pesquisa.

Fonte: Autor

5.1.6.3 Análise das Principais Classes Tipológicas

5.1.6.3.1 Agricultura e Pecuária

Os Latossolos Vermelho férricos podem ser considerados quase ideais para o uso agrícola e os Nitossolos Vermelho férricos, um solo de alta potencialidade agrícola, pois ambos possuem elevadas e bem equilibradas reservas de nutrientes para as plantas e podem ser facilmente mecanizados em cerca de 90% da área que ocupam. Por outro lado, podem apresentar deficiência de água e são moderadamente susceptíveis a erosão. Ressalta-se ainda, que os Neossolos, devem ser preferencialmente, dedicados às pastagens, manchas de matas e capoeiras (EMBRAPA e IAPAR (1984).

Na área de estudo a agricultura temporária e permanente é explorada em 578,92 ha, sendo estas na sua maioria em Latossolos Vermelho férricos e Nitossolos Vermelho férricos.

Embora em contradição à recomendação oficial, observa-se a exploração de agricultura em áreas de Gleissolos e Neossolos, neste último caso, em vertentes com declividade superior a 20%. Essa situação está ilustrada na Figura 21.



Figura 21: Foto do setor Sul (ao fundo), presença de Neossolo Litólico Eutrófico e Neossolos Regolíticos Eutróficos, com cultivo de culturas anuais. Abril de 2013.
Fonte: Autor

A pastagem ocupa 275,94 ha, explorada na maioria de forma extensiva com cria e recria (gado de corte) e poucos criadores de gado com característica leiteira de produção para subsistência. Predominantemente o rebanho pertence a pequenos e médios criadores. Estes tipos de explorações estão instalados nos setores Sul, Sudeste e Sudoeste da área de estudo, onde predominam as declividades entre 20 a 40 %, e às margens de córregos, lagos e nascentes.

5.1.6.3.2 Reflorestamento

Segundo EMATER (2007), o incentivo à produção de reflorestamento energético com espécie de eucalipto, para uso na pequena propriedade rural e comercialização de excedentes, teve início na região e no município desde a década de 1980. A partir do ano 2000, visando atender a crescente demanda de mercado e

as exigências legais (PARANÁ, 1999), o instituto EMATER, passou a incentivar o plantio e cultivo de energéticos em áreas destinadas a Reserva Legal com o intuito de se efetuar 2 (dois) cortes para comercialização e posterior destinação da área para reposição da floresta nativa através de regeneração e/ou plantio de espécies nativas até 2018 EMATER (2007).

Desta forma, o proprietário rural atenderia o previsto na legislação, que entre outras providencias previa a averbação da reserva legal das propriedades rurais do estado e a reposição da floresta nativa em 1/20 (um vinte avos) por ano a partir de 1999, concluindo esta reposição em 20% (vinte por cento) da área em 2018 (PARANÁ, 1999).

Na área de estudo observou pequenos bosques de eucalipto, que na maioria das vezes foram plantados em área de meia encosta com declividade mais acentuada.

Aparentemente, estes cultivos foram plantados e se desenvolveram sem se efetuar práticas de manejo que caracterize a destinação para uso na propriedade ou comercialização voltada à produção de mourões, madeira serrada ou outra utilidade. Observam-se bosques de 10 a 12 e 15 a 30 anos que pelas características apresentadas indicam que foram retiradas poucas árvores para uso na propriedade e com raras exceções, assumindo a função de ornamentar a paisagem.

5.1.6.3.3 Vegetação Arbórea

Os resquícios de vegetação arbórea se encontram distribuídos ao longo dos cursos d'água, e em pequenos bosques nas áreas de declividade mais acentuada, nos setores sul, sudeste e sudoeste, totalizando 130,96 ha, Quadro 21. Estes fragmentos de área possuem nos limites o cultivo de lavouras e vegetação herbácea campestre, na maioria pastagens, onde os solos rasos impedem a formação de uma vegetação mais exuberante. Trata-se de pequenos "capões" de matas, na maioria das vezes sem nenhum tipo de isolamento com as explorações de lavouras ou pastagens, resultando numa vegetação profundamente alterada pelas ações antrópicas, Figura 22.



**Figura 22: Foto de pequenas áreas de mata “capões” no “Setor Sudeste/Sul” em meio às pastagens. Abril de 2013.
Fonte: Autor**

5.1.6.4 Carta de Áreas de Interesse Ambiental

Segundo Oliveira (1999), a motivação da destruição das matas ciliares e transformação em áreas de pastagem ou lavouras, se justificativa devido a maior umidade das várzeas, já que esta umidade, permite melhor desenvolvimento vegetativo destas plantas na estação seca.

De acordo com o autor *op. cit.*, “ a manutenção do equilíbrio ecológico pelos remanescentes florestais, é um dos fatores dependentes da preservação das matas ciliares”. Isso ocorre porque a proximidade de floresta nativa favorece o controle de pragas nas lavouras e criações.

Historicamente o município de Paiçandu já foi produtor de arroz em áreas úmidas, isso se deu por iniciativa do próprio poder público, que durante os anos 1980, fomentou a sistematização das chamadas áreas de “várzeas” (EMATER, 2007).

Segundo o Instituto EMATER (2007), órgão de assistência técnica e extensão rural vinculada ao Sistema Estadual de Agricultura, foram realizados juntamente com o ITCF – instituto de Terras e Cartografia, hoje IAP – Instituto Ambiental do Paraná e a CODAPAR - Companhia de Desenvolvimento do Paraná, o PROID – Programa de Irrigação e Drenagem.

Durante a realização desse Programa esses órgãos governamentais incentivaram os pequenos médios e grandes agricultores a sistematizar e explorar as áreas de “várzeas” com cultivo de arroz. Para os agricultores as vantagens eram: o programa subsidiava horas/máquina através da CODAPAR e financiava o investimento através do então BANESTADO – Banco do Estado do Paraná, sendo o agricultor orientado a preservar uma faixa de 5,00 (cinco) metros de mata ciliar às margens dos rios de até 10 metros de largura, EMATER (2007).

As áreas de várzea (Áreas Úmidas constituídas por Gleissolos Háplicos) ocupam 29,48 ha, distribuídos às margens do Córrego Sacriava, do Córrego Favo e dos seus afluentes, são exploradas com pastagem (bovinocultura de corte e leite, ovinos e caprinos), tanques escavados para piscicultura, avicultura de corte, suinocultura e lavouras (sorgo vassoura, soja, milho e eucalipto).

No Quadro 22 está apresentado a distribuição das áreas de interesse ambiental na área de estudo.

CLASSE DE INTERESSE AMBIENTAL	PRESERVADA (ha)	DEGRADADA (ha)
APP's - Rios e Nascentes	45,05	37,21
AU's - Áreas Úmidas	3,65	25,83
AEP's - Entorno Protetivo às AU's	2,04	13,01
TOTAL	50,74	76,05

Quadro 22: Distribuição das Áreas de interesse ambiental em hectares na área de estudo.
Fonte: Autor

Nas áreas cultivadas com lavouras temporárias ou permanentes, as APP's de rios e nascentes caracterizam-se por apresentar vegetação arbórea ciliar descontínua e, na maioria não corresponde ao mínimo de 30 metros previstos no Código Florestal, Lei nº 4.771 de 1965 (BRASIL, 1965) com ocorrência de espécies de gramíneas entre a vegetação florestal nativa e o cultivo de lavouras, evidenciando exploração recente, Figuras 22 (Item 5.1.6.3.3) e 23.

As áreas cultivadas com pastagens, as APPs de rios e nascentes, também se caracterizam por apresentar vegetação arbórea ciliar descontínua e na maioria não corresponde ao mínimo de 30 metros de vegetação arbórea, com ocorrência de exploração de pastagens, Figuras 23 e 24.

r

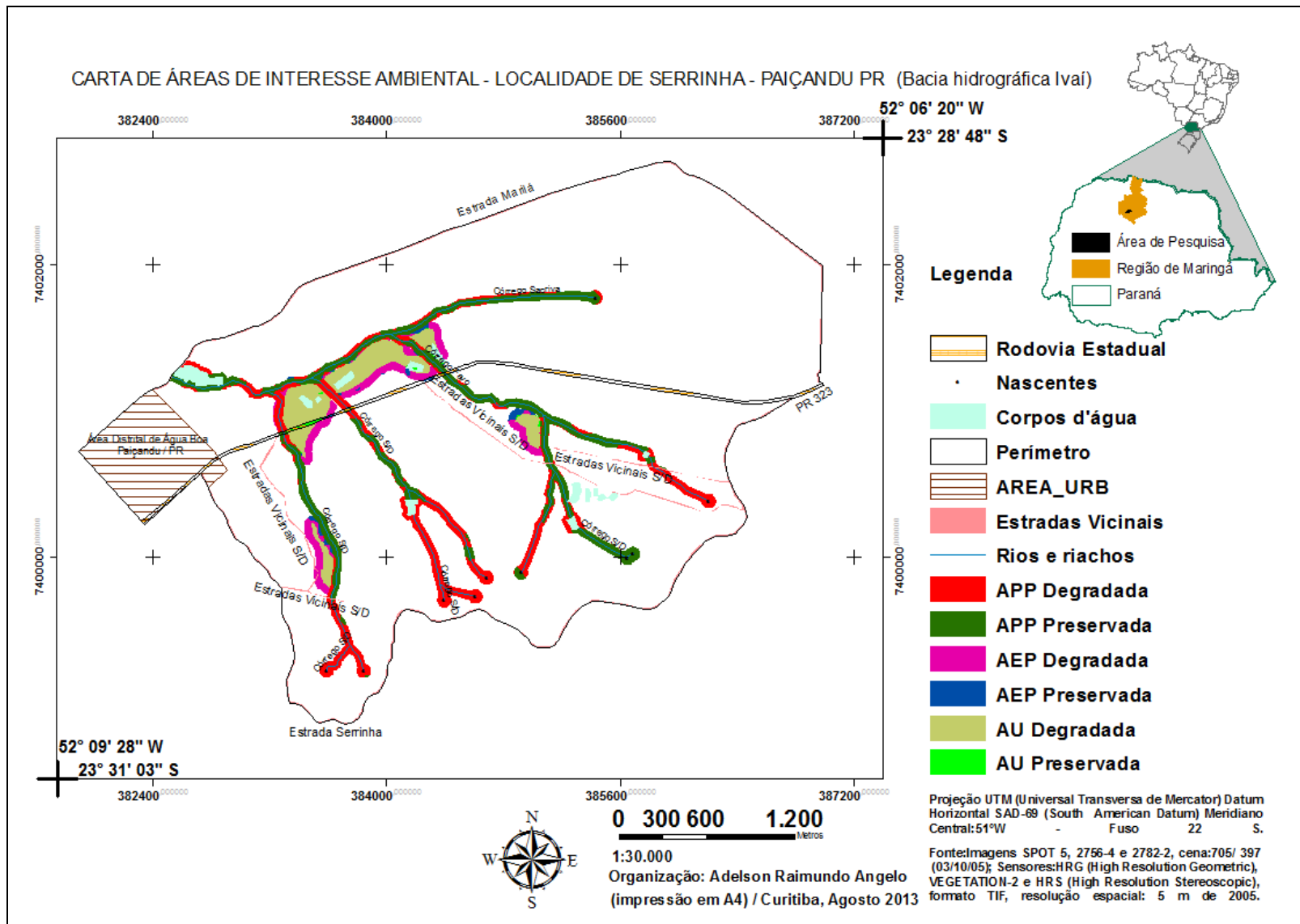


Figura 23: Carta de Área de Interesse Ambiental da localidade de Serrinha, Paçandu – PR.
Fonte: Autor



Figura 24: Foto de área de nascente no “Setor Sul/Sudoeste” em área de lavoura sem isolamento, ao fundo Empreendimento de turismo rural em APP. Fevereiro de 2013.
Fonte: Autor

5.1.7 Clima (Características de Pluviosidade)

A carta climática objetivou localizar a área de estudo frente à distribuição da classificação climática do estado do Paraná, de forma a auxiliar na tomada de decisão quanto à determinação da escala de vulnerabilidade à intensidade pluviométrica mensal e anual, variável utilizada na elaboração da carta de vulnerabilidade à perda de solos, bem como, auxiliar na determinação do grau de limitação de “Deficiência de Água”, variável utilizada na elaboração da carta de aptidão agrícola das terras.

Através da carta climática, carta de precipitação (média anual) do Paraná (IAPAR, 1994), (Figuras 25 e 26), e de informações obtidas com base no trabalho de Andrade e Nery (2011), foi possível analisar a sazonalidade pluviométrica na bacia hidrográfica do Rio Ivaí, sendo atribuídos; grau de vulnerabilidade à variável intensidade pluviométrica e grau de limitação deficiência de água.

O IAPAR (1994), inclui a região dominante no norte, noroeste e sudoeste do estado do Paraná, nas altitudes inferiores a 850-900 m como sendo pertencente ao clima Cfa. A área de estudo se insere na região noroeste e as posições altimétricas variam entre 320-506 m.

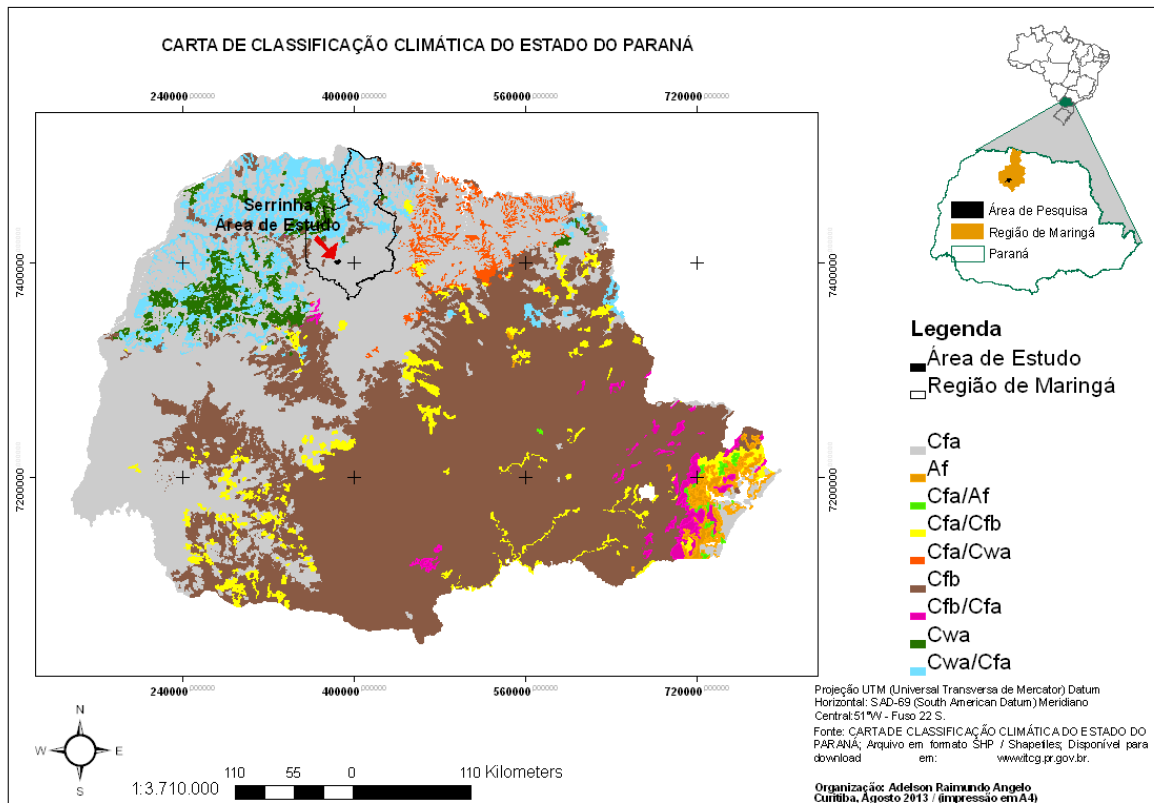


Figura 25: Carta de Classificação Climática do Estado do Paraná
 Fonte: ITCG PR. Organização: Autor

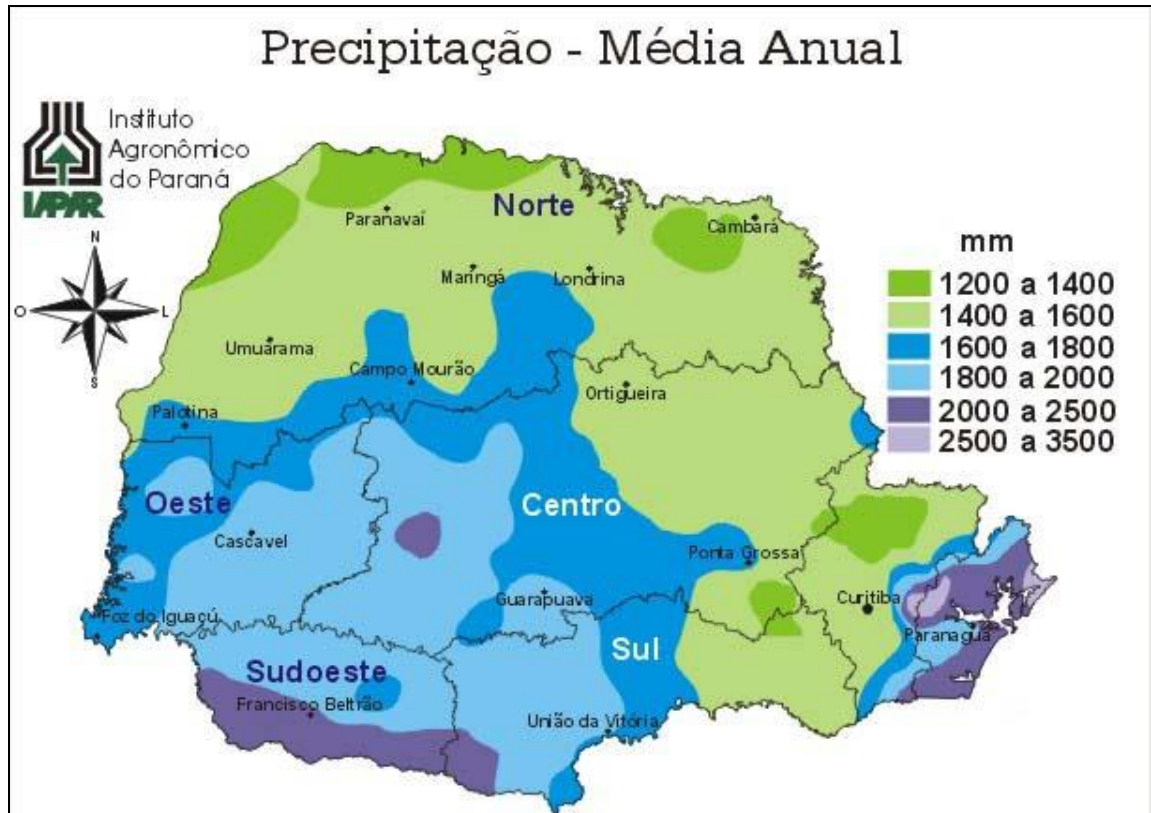


Figura 26: Carta de Precipitação Média Anual do Estado do Paraná
 Fonte: Extraído do IAPAR PR.

Andrade e Nery (2011) analisaram dados pluviométricos da bacia do Ivaí, do período de 1975 a 2005, de 38 postos de coleta, distribuídos numa área de cerca 36.000 km², percorrendo uma extensão de 680 km, entre as coordenadas 22°54'S a 25°44'S e 55°44'W a 52°42'W, obtiveram índices pluviométricos anuais médios de 1.606 mm ao longo de 30 anos.

O padrão da pluviometria na bacia foi entendido pelos autores, principalmente, por processos convectivos no verão (período úmido) e por entradas de sistemas frontais que provocam chuvas mais homogêneas sobre a bacia no inverno (período seco).

Os índices pluviométricos anuais médios registrados pelos autores pouco diferem das informações sistematizadas pelo IAPAR, (Figura 26), que atribui precipitação média anual de 1400 a 1600 mm para a mesma região.

A Figura 27, apresentando média de chuva anual na bacia do Rio Ivaí, resultante da somatória dos 38 postos no período de 1975 a 2005.

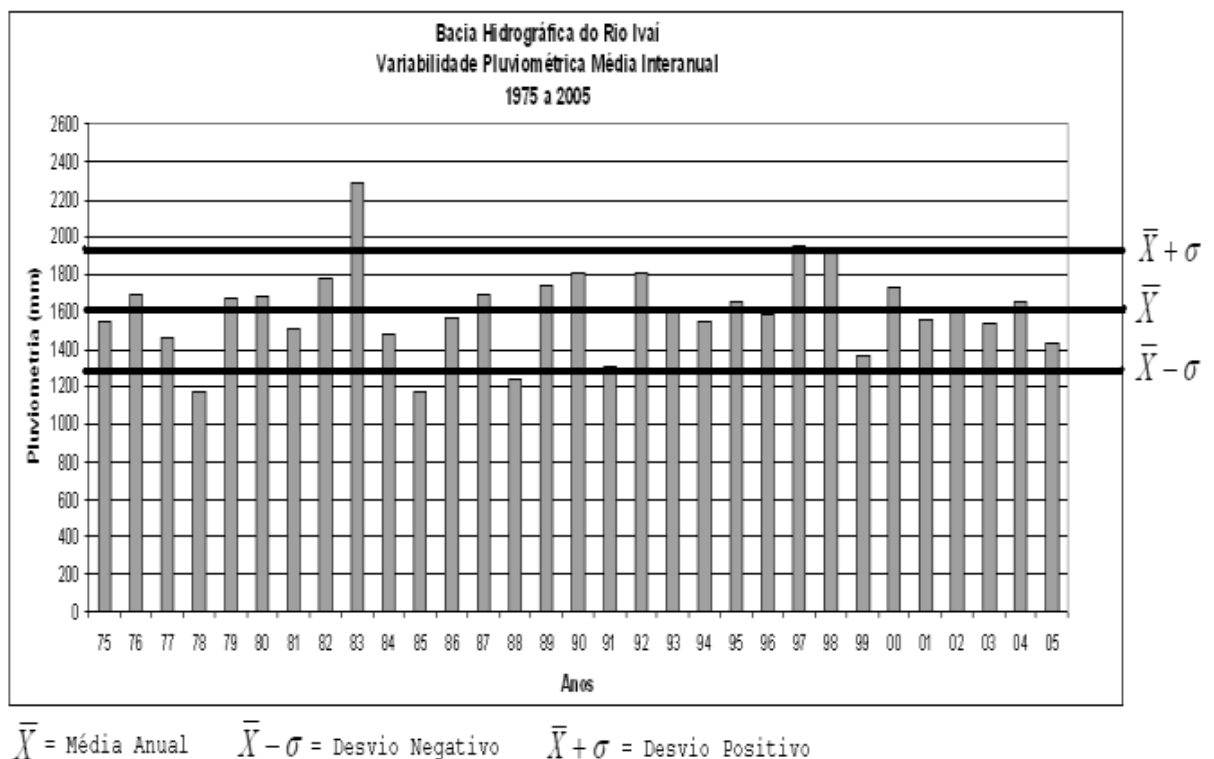


Figura 27: Gráfico de precipitação média anual da Bacia do Rio Ivaí no período de 1975 a 2005.
Fonte: Extraído de ANDRADE E NERY (2011).

Para Crepani *et al.* (2001), as informações pluviométricas, são importantes para realizar análise de vulnerabilidade e de aptidão dos solos, decorrente da sua

influencia direta na dinâmica do sistema ambiental. O autor ressalta que o efeito das chuvas, em especial quando concentrada em pequenos períodos é um importante elemento modificador sendo fundamentais para a análise da vulnerabilidade à perda de solos.

Segundo Crepani *et al.* (2001), a relação entre os valores máximos de pluviosidade e a duração da estação chuvosa, determina o intervalo de valor que estabelece a classe de vulnerabilidade de uma determinada região de estudo. Assim, regiões que apresentem menores índices pluviométricos anuais e maior duração para o período chuvoso terão graus de vulnerabilidade próximos à estabilidade (1,0), aos valores intermediários associam-se os valores de vulnerabilidade em torno de 2,0, e às áreas localizadas em regiões de maiores índices de pluviosidade anual e curto período chuvoso atribuem-se valores próximos da vulnerabilidade (3,0).

Em estudo sobre poder de erosividade das chuvas nos solos do Estado do Paraná, Waltrick (2010), afirma que os efeitos de fatores determinantes do processo erosivo tais como: uso e manejo do solo; capacidade da chuva em causar erosão (erosividade); capacidade do solo (classes) em resistir à erosão (erodibilidade); topografia (relevo/declividade); e, práticas conservacionistas utilizadas, se apresentam de forma desigual nas diferentes regiões, podendo variar mesmo entre municípios de uma determinada região. O autor relata que na região Noroeste do Estado, por exemplo, foi constatada erosão severa a moderada, devido às diferentes características dos solos que confere a eles de moderada a elevada erodibilidade. O autor *op. cit.*, observou em Maringá (município mais próximo a Localidade de Serrinha, área objeto desta pesquisa), poder erosivo de 7664 MJ (megajoule) mm ha⁻¹ h⁻¹ ano⁻¹, estando entre a mínima e média estadual. Condições inversas foram verificadas em Umuarama, também na região Noroeste, onde a característica da maioria dos solos é de alto percentual da fração areia e gradiente textural, o que conferiu a eles elevada erodibilidade, associado ao poder erosivo das chuvas, onde o poder erosivo foi de 10313 MJ (megajoule) mm ha⁻¹ h⁻¹ ano⁻¹), fixando-se entre médio e máximo estadual.

Devido à área de estudo abranger pequena extensão, quando relacionada com a escala de variações pluviométricas do estado, para a tomada de decisão quanto ao grau de vulnerabilidade, além da classificação climática e de pluviosidade, foram consideradas também as informações sobre os índices pluviométricos registrados para a Bacia Hidrográfica do rio Ivai, onde se insere a área deste trabalho.

Essas informações auxiliaram também na elaboração da carta de aptidão agrícola das terras, principalmente na determinação do grau de limitação “Deficiência de Água”, tomando como base o recomendado por Ramalho Filho e Beek (1995, p. 26 a 29).

5.2 CARTA DE VULNERABILIDADE À PERDA DE SOLOS

Para elaborar a carta de vulnerabilidade utilizou-se a metodologia proposta por Ross (1994) e Crepani *et al.* (1996; 2001). Essa metodologia tem como base o conceito de Ecodinâmica de Tricart (1977) e classifica o grau de vulnerabilidade à erosão de solos, tomando como base a relação morfogênese/pedogênese, o que possibilita a realização de estudos integrados.

Com o objetivo de realizar o mapa final de vulnerabilidade à erosão de solos, foi necessária à confecção de cada mapa temático, contendo as informações encontradas na área de estudo. As informações contidas em cada carta temática receberam um peso conforme a maior ou menor susceptibilidade que cada elemento apresentou a processos de perda de solos, possibilitando a composição da carta temática de vulnerabilidade, seguindo o proposto na metodologia de Crepani *et al.* (2001), utilizando as classes preestabelecidas pelo autor, bem como, a matriz de cores sugeridas para cada valor de vulnerabilidade.

Na sequência são apresentadas as distribuições dos valores de vulnerabilidade atribuídos aos cinco temas cartografados na área de pesquisa.

No estudo sobre as características rochosas, que resultou na carta temática de geologia, constatou-se que toda a área esta inserida na unidade de formação geológica Serra Geral, sendo as rochas ígneas efusivas básicas caracterizadas por basalto amigdaloidal de base, maciço e vesicular. Considerando a escala de vulnerabilidade à denudação (intemperismo + erosão) de rochas mais comumente encontradas, relativos ao grau de coesão das rochas ígneas, metamórficas e sedimentares, propostos por Crepani *et al.* (2001, p. 74), esta variável foi classificada como grau de vulnerabilidade de 1,50.

As informações do clima obtidas através de pesquisa bibliográfica, Andrade e Nery (2011), relativa a dados pluviométricos da bacia do Rio Ivaí, constataram índices pluviométricos anuais médios de 1.606 mm ao longo de 30 anos. Assim, os volumes anuais de chuvas, associado à forma como foi distribuída durante o período,

considerando os parâmetros atribuídos por Crepani *et al.* (2001, p. 98), apresentou moderado potencial de erosividade, correspondendo ao grau de vulnerabilidade de 1,4 para toda a área de estudo.

O Quadro 23 apresenta a distribuição da área de estudo em ha e %, por intervalo de classe de declividade das encostas e respectivos valores de vulnerabilidade, conforme proposto por Crepani *et al.* (2001, p. 81).

DECLIVIDADE	VULNERABILIDADE	ÁREA (ha)	(%)	DECLIVIDADE	VULNERABILIDADE	ÁREA (ha)	(%)
0a 3,5	1,0	154,99	14,38	27,2 a 29,6	2,1	5,65	0,52
3,5 a 5,8	1,1	222,81	20,67	29,6 a 32,1	2,2	4,81	0,45
5,8 a 8,2	1,2	190,79	17,70	32,1 a 34,6	2,3	2,83	0,26
8,2 a 10,3	1,3	168,98	15,68	34,6 a 37,2	2,4	2,62	0,24
10,3 a 12,9	1,4	125,07	11,61	37,2 a 39,8	2,5	2,04	0,19
12,9 a 15,1	1,5	69,38	6,44	39,8 a 42,4	2,6	0,52	0,05
15,1 a 17,4	1,6	51,00	4,73	42,4 a 45,3	2,7	0,49	0,05
17,4 a 19,8	1,7	33,39	3,10	45,3 a 48,1	2,8	0,61	0,06
19,8 a 22,2	1,8	18,56	1,72	48,1 a 50	2,9	0,40	0,04
22,2 a 24,5	1,9	11,92	1,11	50 a 99	3,0	0,72	0,07
24,5 a 27,2	2,0	10,12	0,94	TOTAL		1077,00	100,00

Quadro 23: Distribuição da Área por Intervalos de classe de declividade e Graus de vulnerabilidade na área de estudo.

Fonte: Autor

O Quadro 24 apresenta a distribuição de área em ha e %, para as classes de solos identificados na área de estudo, e respectivos valores de vulnerabilidade, conforme proposto por Crepani *et al.* (2001, p. 86).

CLASSE DE SOLOS	GRAU DE VULNERABILIDADE	ÁREA (ha)	(%)
Gleissolos Háplicos	3,0	29,48	2,74
Latosolos Vermelhos Distroféricos	1,0	224,38	20,82
Associação Neossolos Litólicos + Neossolos Regolíticos + Afloramento de rochas	3,0	223,05	20,70
Nitossolos Vermelhos Eutroféricos	2,0	600,79	55,75
TOTAL		1077,70	100,00

Quadro 24: Classes de solos e respectivos graus de vulnerabilidade identificados na área de estudo.

Fonte: Autor.

Crepani *et al.* (2001, p. 104 - 113), ao atribuir graus de vulnerabilidade ao tema uso e ocupação do solo em áreas antropizadas, considerou os níveis de densidade de cobertura vegetal aos fragmentos que denominou de “Casos Especiais de Vegetação” (abordado em: item 2.1 - Quadro 6 e item 5.2).

Na área de estudo, constatou-se intensa atividade antrópica (Item 3 – Caracterização Geral da Área e 5.1.6 – Caracterização do Meio Físico com Relação a Uso/Ocupação da Terra), o que requereu uma adaptação da proposta metodológica, quanto às classes de ocupação e uso da terra a considerar, de forma, a atender os propósitos deste estudo. Assim, foram acrescentadas classes relativas à urbanização, edificações e benfeitorias, rodovias estaduais, estradas municipais, corpos d’água e reflorestamento com plantas exóticas, conforme item 4.3.3.4 – Quadro 17 e Quadro 25.

O Quadro 25 apresenta a distribuição das classes de ocupação e uso da terra em hectares (ha), consideradas para a área de estudo, assim como, seus respectivos graus de vulnerabilidade, adaptado da proposta de Crepani *et al.* (2001).

CLASSE DE OCUPAÇÃO	GRAU DE VULNERABILIDADE	ÁREA (ha)	(%)
Agricultura Permanente	2,9	19,79	1,83
Agricultura Temporária	3,0	559,13	51,88
Área Urbana	3,0	45,45	4,21
Edificações e Benfeitorias	3,0	3,75	0,34
Rodovias Estaduais	3,0	9,72	0,90
Estradas Municipais	3,0	13,59	1,26
Corpos d’água	3,0	8,57	0,79
Floresta Nativa Secundária Estágio Inicial	1,7	50,60	4,69
Floresta Nativa Secundária Estágio Médio Avançado	1,4	80,36	7,45
Pastagem Cultivada	2,8	275,94	25,60
Reflorestamento com Exóticas	1,7	10,75	0,99
TOTAL		1077,70	100,00

Quadro 25: Distribuição da ocupação e uso da terra em alqueires (ha) na área de estudo, e os respectivos graus de vulnerabilidade.

Fonte: Valores adaptados de Crepani *et al.* (2001).

Após ter elaborado as cartas temáticas e atribuído os graus de vulnerabilidade a estas variáveis, fez-se a intercessão destas através da operação overlay no ArcGIS9.3.1. Este procedimento permitiu o cruzamento dos dados atribuídos em cada tema, que após operação de soma e divisão, resultou no mapa de vulnerabilidade final.

5.2.1 Determinação das Classes de Vulnerabilidade à Erosão do Solo

Conforme mencionado item 4 – materiais e métodos (subitem 4.3.3.2), para atribuição dos graus de vulnerabilidade para a variável relevo, esta pesquisa considerou as classes de declividade em percentagem, resultado de adaptação da “Equação 1”, proposta Crepani *et al.* (2001) e Ferreira *et al.*, (2011), que considerou além da declividade, a amplitude de relevo e o grau de dissecação da unidade de paisagem. Assim, para determinar a média aritmética dos graus de vulnerabilidade à erosão dos solos atribuídos aos 05 temas, foi proposto a “Equação 2”:

$$V = \frac{G+R+S+U+C}{4} \quad \text{Equação 2}$$

Na qual:

V: vulnerabilidade

G: vulnerabilidade para o tema geologia (classe de rocha)

R: vulnerabilidade para o tema relevo (declividade)

S: vulnerabilidade para o tema pedologia (classe de solos)

U: vulnerabilidade para o tema uso/ocupação da terra

C: vulnerabilidade para o tema clima (pluviosidade)

Na classificação dos graus de vulnerabilidade à erosão dos solos, os temas relativos à pluviosidade e a geologia, não apresentaram variações na área de estudo, sendo estas: “Muito Baixa” e “Baixa”, respectivamente.

Sporl (2001), em estudo que comparou 03 modelos metodológicos aplicados aos estudos de fragilidade ambiental em região situada a nordeste do estado de São Paulo e Sul de Minas Gerais, observou que quando da constatação de temas, cujo grau de vulnerabilidade é semelhante para toda extensão de uma determinada área de estudo, a falta de ponderação entre as diferentes variáveis que resulta em valores médios, pode “mascarar” ou “atenuar” o resultado final do grau de vulnerabilidade à erosão de solos, de determinados fragmentos de áreas, podendo não corresponder a realidade de campo. A autora *op cit*, conclui que apesar do observado, a metodologia proposta por Crepani *et al.* (2001), fornece resultados aproximados, com certo grau de subjetividade.

Considerando a constatação de graus de vulnerabilidades semelhantes para toda extensão da área pesquisada, relativo aos temas pluviosidade e características de rochas, neste estudo, foi realizado um segundo diagnóstico de classes de vulnerabilidade à erosão dos solos, a partir de adaptação da “Equação 1”, preconizada por Crepani *et al.* (2001, p. 22) e Ferreira *et al.* (2011), o que denominamos de “Equação 3”.

Na Equação 3, a atribuição dos graus de vulnerabilidade média é realizada a partir da aplicação de média ponderada, cujos pesos para características de rocha e pluviosidade são multiplicados pela constante 0,50 (meio) e, para conter a ponderação dos valores e manter a possibilidade de comparar com a metodologia de Crepani *et al.* (2001), a soma das cinco variáveis foram divididas por 4 (quatro).

Neste trabalho, a referida adaptação teve como propósito evitar que a vulnerabilidade final fosse atenuada, em função dos graus de vulnerabilidades relativos ao índice de pluviosidade e características de denudação de rocha, que não apresentaram variação na área de pesquisa.

$$V = \frac{\{G.(0,5)+R+S+U+C.(0,5)\}}{4} \quad \text{Equação 3}$$

Na qual:

V: vulnerabilidade

G: vulnerabilidade para o tema geologia (classe de rocha)

R: vulnerabilidade para o tema relevo (declividade)

S: vulnerabilidade para o tema pedologia (classe de solos)

U: vulnerabilidade para o tema uso/ocupação da terra

C: vulnerabilidade para o tema clima (pluviosidade)

A aplicação das equações 2 e 3, resultou na identificação de quatro classes de vulnerabilidade, com predomínio das classes Estável (Muito Baixa e Baixa), seguida pela classe Medianamente Estável (Média) e Moderadamente Vulnerável (Forte).

O Quadro 26 apresenta os intervalos de classes de vulnerabilidade encontradas, suas respectivas áreas em ha e percentagem (%).

INTERVALOS DE CLASSES	CLASSE DE VULNERABILIDADE	EQUAÇÃO 2		EQUAÇÃO 3	
		Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)
1,0 a 1,40	Estável (Muito Baixa)	2,41	0,22	2,41	0,22
1,41 a 1,80	Moderadamente Estável (Baixa)	517,05	47,98	314,21	29,16
1,81 a 2,20	Mediamente Estável (Média)	555,48	51,54	677,18	62,84
2,21 a 2,60	Moderadamente Vulnerável (Forte)	2,78	0,26	83,91	7,79
TOTAL		1077,00	100,00	1077,00	100,00

Quadro 26: Intervalos e classes de vulnerabilidade (ha e percentagem), para as Equações 2 e 3.
Fonte: Autor

A Figura 28 (Gráfico) apresenta os intervalos e classes de vulnerabilidade determinados (em %), a partir do emprego das Equações 2 e 3.

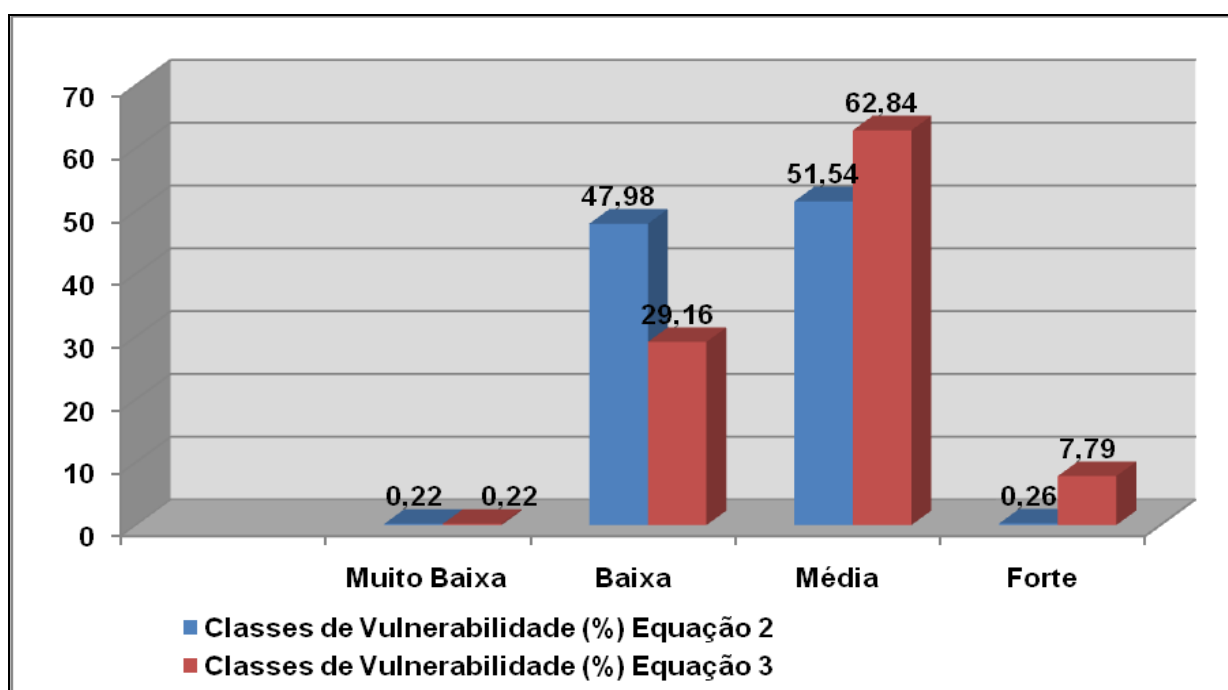


Figura 28: Gráfico de Intervalos e classes de vulnerabilidade para as Equações 2 e 3.
Fonte: Autor.

As figuras 29 e 30 apresentam a distribuição das classes de vulnerabilidade na área de pesquisa para as Equações 2 e 3, respectivamente.

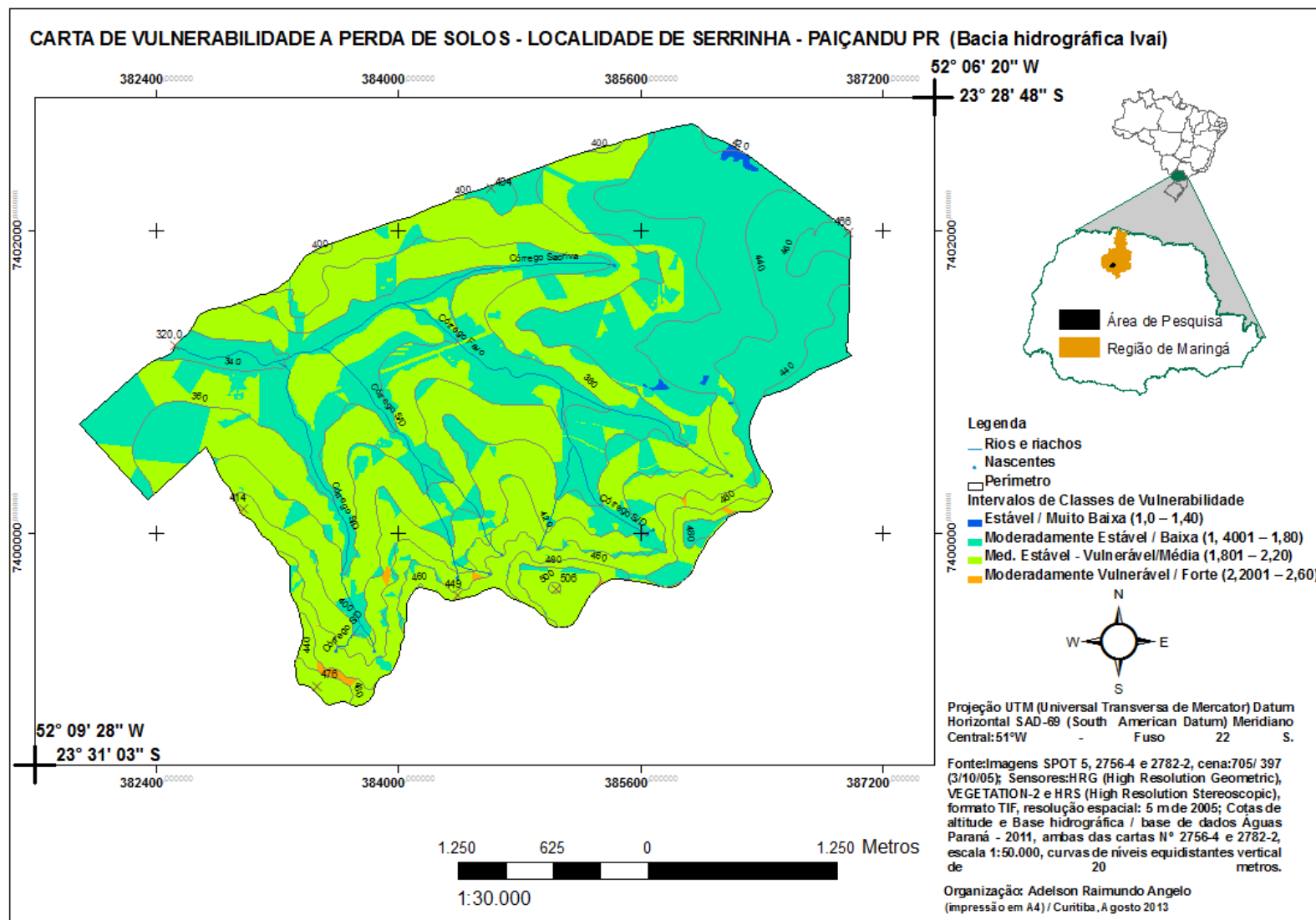


Figura 29: Carta de Vulnerabilidade a Erosão dos Solos da Localidade de Serrinha – Paçandu PR (Equação 2)
 Elaboração: Autor a partir de base cartográficas do ÁGUAS PARANÁ e ITCG (PARANÁ, 2011 e 2013).

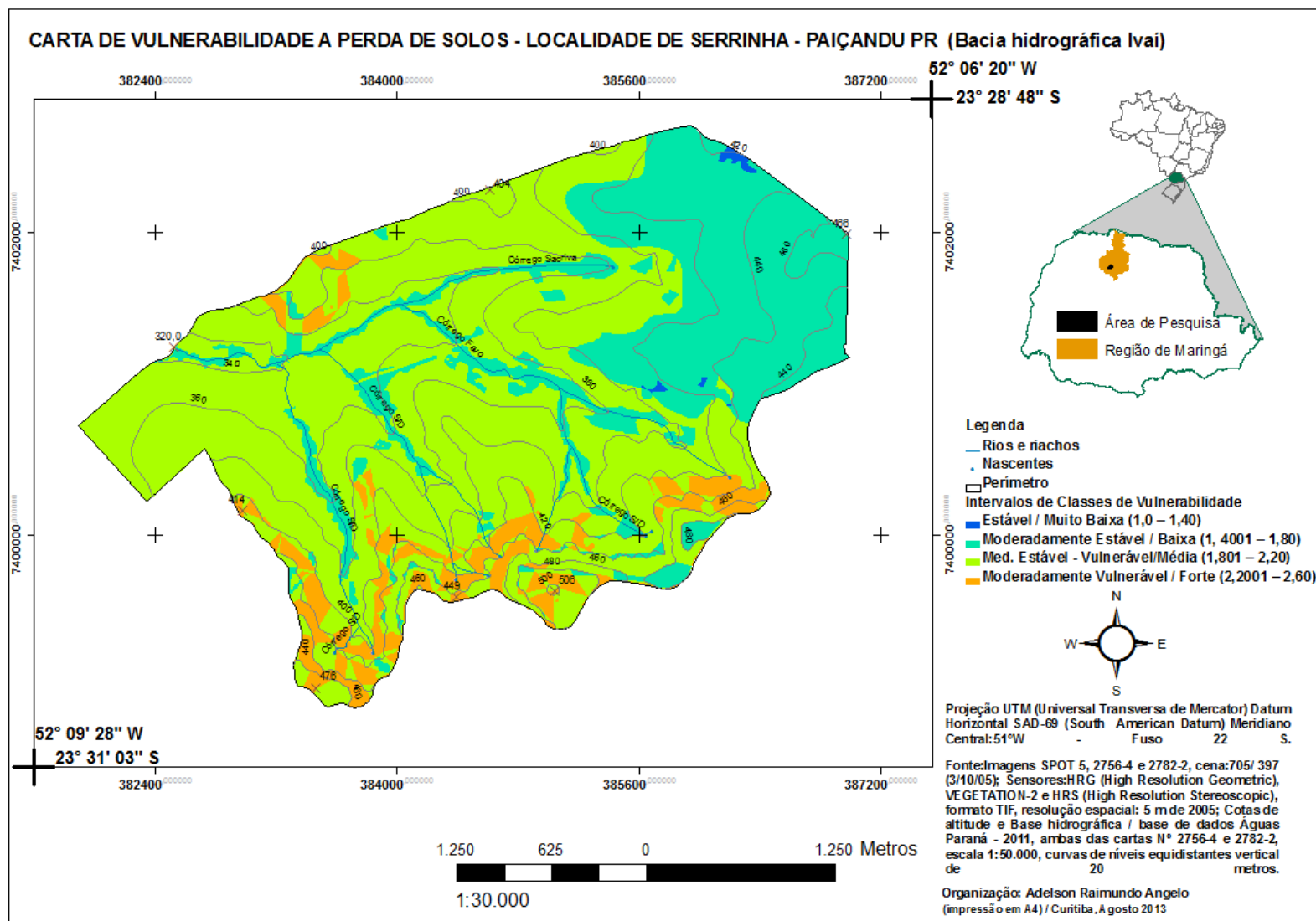


Figura 30: Carta de Vulnerabilidade a Erosão dos solos da Localidade de Serrinha – Paçandu PR (Equação 3)
 Elaboração: Autor a partir de base cartográfica do ÁGUAS PARANÁ e ITCG (PARANÁ, 2011 e 2013).

5.2.2 Análise da distribuição das Classes de Vulnerabilidade (Equação 3)

A classe de vulnerabilidade estável (Muito Baixa) abrange 0,22 % da área de estudo, distribuída em pequenos fragmentos, numa combinação temática de vegetação nativa, relevo plano a ondulado (0 a 13% de declividade) e com predomínio dos Latossolos Vermelhos Distroférricos.

A classe de vulnerabilidade moderadamente estável (Baixa), está presente em 29,16% da área, sendo os fragmentos distribuídos predominantemente no setor nordeste e ao longo dos fundos de vales. Nesta classe, a correlação dos temas se apresentou com predominância de áreas de lavouras anuais, seguido por vegetação nativa e pastagens, combinado com relevo plano a ondulado (0 a 13% de declividade) e solos Latossolos Vermelhos Distroférricos seguidos pelos Nitossolos Vermelhos Eutroférricos, que ocorreu em menor proporção.

A classe de vulnerabilidade mediamente estável (Vulnerabilidade Média) ocorreu em 62,84% da área total, não diagnosticada somente no setor nordeste, estando presente em todos os tipos de relevos. Na correlação dos temas, esta classe foi diagnosticada em todos os tipos de uso do solo e classes de declividades. Porém, se observou a predominância nas áreas de Nitossolos Vermelhos Eutroférricos seguida pela associação de Neossolos Litólicos Eutrófico + Neossolos Regolíticos + afloramento de rochas, o primeiro combinado com áreas de lavouras, e o segundo com pastagens e áreas remanescentes de floresta.

A classe de vulnerabilidade moderadamente vulnerável (Forte) ocorreu em 7,79% da área, em pequenos fragmentos localizados na porção sul, suldoeste e noroeste, numa combinação de exploração de pastagens e floresta, relevo forte ondulado (20 a 50% de declividade) com presença da associação: Neossolos Litólicos Eutrófico + Neossolos Regolíticos + afloramento de rochas.

Observou-se na distribuição das classes de solos, que os Latossolos Vermelhos Distroférricos, presente em cerca de 21,0 % da área de estudo, localizam-se predominantemente no setor nordeste, onde foi diagnosticada classe final de vulnerabilidade baixa, a mesma atribuída a esta classe de solo. A mesma coerência entre a classe de vulnerabilidade de solos e classe de vulnerabilidade media final ocorreu com Nitossolos Vermelhos Eutroférricos (56% da área de estudo), diagnosticado na área central, norte e noroeste e avaliado como classe de vulnerabilidade média.

As classes de vulnerabilidade a erosão dos solos classificadas como baixa média e forte foram diagnosticadas nos setores nordeste; área central, norte e noroeste; sul e sudoeste, onde as classes de declividades correspondem, predominantemente, a estes graus de vulnerabilidade, respectivamente.

A vulnerabilidade atribuída ao uso e cobertura atual do solo, quando diagnosticada em áreas de cultivo de lavouras anuais, contribuiu para a elevação do grau de vulnerabilidade média final. Enquanto que, em áreas de pastagens ou florestas, na sua maioria sobre solos neossolos e declividade mais acentuada (acima de 13%), essa classe de ocupação contribuiu para atenuação da vulnerabilidade média final.

5.2.3 Análise da Distribuição das Classes de Vulnerabilidade Relacionada às Equações 2 e 3

Com a aplicação da “Equação 2” foi possível diagnosticar que, aproximadamente, 50% da área foi classificada como baixa, 50% média e percentual insignificante para vulnerabilidade muito baixa e forte. Enquanto que na “Equação 3”, a vulnerabilidade muito baixa a baixa é reduzida para 29%, a média se eleva para 63%, e a forte passa para cerca de 8,0%, Quadro 26 e Figura 28 (gráfico). Essa diferença na distribuição de classes de vulnerabilidade, demonstra que, a Equação 3 atribuiu maior rigor na determinação dos graus médios de vulnerabilidade à erosão do solo.

Ao emprego da “Equação 3” (Item 5.2.1), também se atribuiu maior coerência na distribuição espacial das classes de vulnerabilidade com as características naturais da área de estudo, principalmente com relação as classes de relevo e solos. Como exemplos: 1º) A ocorrência de classes de vulnerabilidades muito baixa e baixa, em áreas com predomínio de Latossolos Vermelhos Distroféricos associado a relevo suave a suave ondulado, no setor Nordeste; 2º) A ocorrência de classes de vulnerabilidade média, em áreas de Nitossolos Vermelhos Eutroféricos associado a relevo ondulado a forte ondulado, nos setores Norte, Sul, Noroeste, Sudeste e Sudoeste; 3º) A ocorrência de classes de vulnerabilidade forte, principalmente em áreas que apresentaram associação de Neossolos Litólicos Eutrófico + Neossolos Regolíticos + afloramento de rochas, associados a relevo forte a fortemente ondulado, diagnosticados principalmente no setor Sul (Figura 30).

Conclui-se que a aplicação da média ponderada (Equação 3), cujos pesos foram menores para os temas rocha e pluviosidade, além do maior rigor, mostra maior coerência na distribuição das classes de vulnerabilidade final com a distribuição das características temáticas na área de estudo (Figuras 29 e 30).

5.3 CARTA DE APTIDÃO AGRÍCOLA DAS TERRAS

A avaliação da aptidão fundamentou-se no Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras proposto por Ramalho Filho e Beek (1995). Este sistema admite seis grupos (1 a 6) e quatro classes de aptidão agrícola (boa, regular, restrita e sem aptidão agrícola) em três níveis tecnológicos (A, B e C).

Para Ramalho Filho e Beek (1995), o nível de manejo “A” é considerado primitivo, cujas práticas agrícolas empregadas refletem um baixo nível técnico-cultural, que caracteriza agricultura de subsistência; o nível de manejo “B” é considerado pouco desenvolvido, cujas práticas de cultivo refletem um nível tecnológico médio; e o nível de manejo “C”, é considerado desenvolvido, baseia-se em práticas agrícolas que, refletem um alto nível tecnológico nas diversas fases da operação agrícola.

Tomando como base o conceituado pelos autores *op. cit.*, assim como, o uso/ocupação da terra (Itens: 5.1.6; 5.1.6.1; 5.1.6.2; 5.1.6.3; 5.1.6.3.1; 5.1.6.3.2; e 5.1.6.3.3), neste estudo, considerou-se: o nível “A” não é atualmente praticado; o nível “B” é empregado às explorações de pastagens, agricultura permanente e reflorestamento com espécies exóticas; e o nível “C” é empregado na exploração de agricultura temporária. Assim, utilizando o quadro guia para aptidão de terras na região subtropical, as terras da localidade de Serrinha foram classificadas, quanto ao nível tecnológico em “C” para as áreas consideradas aptas às lavouras anuais e, nível “B”, para as áreas consideradas aptas à exploração com pastagens, agricultura permanente e reflorestamento com espécies energéticas.

Para subsidiar a decisão quanto ao grau de limitação deficiência de fertilidade para os solos, além do diagnóstico mencionado nos itens 5.1.5, 5.1.5.1, 5.1.5.2, 5.1.5.3 e 5.1.5.4, efetuaram-se a sistematização de informações relativas aos níveis de suficiência dos principais elementos ou compostos químicos (macros), previstos por Ramalho Filho e Beek (1995, p. 24 a 26), Quadro 27.

Nº Do LOTE (MÊS E ANO)	GRAU DE LIMITAÇÃO	pH em H ₂ O	M.O. (g/dm ³)	C (g/dm ³)	P (mgP/d m ³)	K ⁺ (cmol _c /dm ³)	Ca ⁺² (cmol _c /dm ³)	Mg ⁺² (cmol _c /dm ³)	H ⁺ + Al ⁺³ (cmol _c /dm ³)	Al ⁺³ (cmol _c /dm ³)	SATURAÇÃO DE BASES S (V) (%)	SB (cmol _c /d m ³)	CTC (cmol _c /d m ³)
335 (09/11)	(L) Ligeiro	6,10	32,95	19,11	6,22	0,68	7,93	2,00	4,12	0,00	72,02	10,61	14,73
326 (08/12)	(L) Ligeiro	6,71	34,80	20,16	6,98	0,62	9,38	4,46	3,85	0,00	78,97	14,47	18,32
336 (08/12)	(L) Ligeiro	6,70	26,43	15,33	9,78	0,50	6,53	1,78	3,18	0,00	73,48	8,81	11,99
337 (08/11)	(L) Ligeiro	5,90	35,44	20,56	4,36	0,50	7,06	1,36	4,12	0,00	68,41	8,92	13,04
339 A, B; 340 B e B-1 (02/00)	(L) Ligeiro	6,50	20,67	11,99	4,11	0,17	8,02	2,75	3,55	0,00	75,50	10,94	14,49
420 (03/13)	(L) Ligeiro	6,00	23,32	13,53	12,80	0,08	7,11	1,40	4,12	0,00	67,60	8,60	12,72
341 A-1; 342, 342 D e 343 A. (08/11)	(L) Ligeiro	6,60	20,88	12,11	5,42	0,36	7,88	2,38	3,55	0,00	74,95	10,62	14,17
342 C (08/11)	(L) Ligeiro	6,30	38,31	22,22	11,29	0,24	11,55	2,51	3,30	0,00	81,25	14,30	17,60
344 A (09/06)	(L) Ligeiro	7,20	12,12	7,03	12,29	0,38	9,39	2,28	2,27	0,00	84,15	12,05	14,32
346 D (08/12)	(L) Ligeiro	7,30	31,44	18,24	16,54	0,21	4,92	1,78	2,54	0,00	73,14	6,92	9,46
353 (06/13)	(L) Ligeiro	6,40	32,13	18,64	13,60	0,33	6,50	1,53	3,83	0,00	68,59	8,36	12,19
368 (02/10)	(L) Ligeiro	7,00	30,51	17,69	79,58	0,85	10,07	2,59	3,18	0,00	80,95	13,51	16,70
404 (09/12)	(L) Ligeiro	6,20	17,10	9,92	2,05	0,38	7,60	1,53	4,44	0,00	68,17	9,51	13,95
411 (09/11)	(L) Ligeiro	5,00	34,72	20,14	5,60	0,52	3,34	1,32	5,35	0,35	49,18	5,18	10,53
418; 419; 367 (10/11)	(L) Ligeiro	6,70	31,61	18,33	9,96	0,33	9,21	2,46	3,83	0,00	75,81	12,00	15,83
419, 420 (12/11)	(L) Ligeiro	6,00	26,78	15,53	10,23	0,27	4,16	1,74	4,28	0,00	59,04	6,17	10,45
347 A e 348 – Fundo (10/08)	(L) Ligeiro	5,90	31,00	18,00	8,00	0,57	8,70	1,80	3,1	0,00	78,12	11,07	14,17
347 A e 348 – Cabeceira (10/08)	(L) Ligeiro	6,10	41,00	24	11,00	0,38	16,00	3,00	2,80	0,00	87,38	19,38	22,18
362 e 363	(L) Ligeiro	6,50	38,00	22,00	13,00	0,48	10,50	3,00	2,50	0,00	84,83	13,98	16,48

Quadro 27: Resultados de análises de solos e índices/níveis de suficiência dos principais elementos ou compostos químicos (macros), sendo as cores: azul - Nível Alto; amarelo – Nível médio e bege – Nível Baixo. Quanto ao H⁺ + Al⁺³ e Al⁺³: vermelho – Nível Alto (indesejável); laranja – Nível Médio (intermediário) e verde – Nível Baixo (desejável).

Fonte: Autor

O Quadro 27 apresentou as informações relativas aos resultados das análises padrão de macro elementos para adubação e correção dos solos (horizonte “A”) de propriedades rurais pertencentes à área de estudo. Enquanto que, no Quadro 28, estão apresentadas classes solos e grau de limitação atribuído ao fator limitante deficiência de fertilidade, preconizado por Ramalho Filho e Beek (1995, p. 24 a 26).

CLASSES DE SOLOS	DEFICIÊNCIA DE FERTILIDADE	GRAU DE LIMITAÇÃO
Gleissolos Háplicos	Ausência de elementos tóxicos e boas reserva de nutrientes; baixa exigência para a manutenção do estado nutricional; V>50%; S>3 cmolc/kg e Sat. Na< 6%.	(N) Nulo*
Latosolos Vermelhos Distroférricos		
Neossolos		
Nitossolos Vermelhos Eutroférricos		

Quadro 28: Grau de limitação atribuído às classes de solos, relativo ao fator limitante deficiência de fertilidade encontrada na área de pesquisa.

Fonte: Autor

*Nota: O grau de limitação “N” para o fator limitante deficiência de fertilidade, considera possível melhoramento das condições agrícolas das terras, viável com práticas intensivas e sofisticadas e considerável aplicação de capital, previstos para os níveis de manejo “B” e “C”.

O Quadro 29 apresenta classe climática, classes solos e grau de limitação atribuído ao fator limitante deficiência de água, preconizado por Ramalho Filho e Beek (1995, p. 26 a 29).

CLASSES DE SOLOS	CLASSE CLIMÁTICA	DEFICIÊNCIA DE ÁGUA	GRAU DE LIMITAÇÃO
Gleissolos Háplicos	Cfa	Ausência de deficiência de água durante todo o ano; ausência de estação seca ou lençol freático elevado.	(N) Nulo
Latosolos Vermelhos Distroférricos Nitossolos Vermelhos Eutroférricos.	Cfa	Terras não apresentam deficiência de água durante um período de 1 a 2 meses, podendo ocorrer pequena deficiência de água em período de veranicos em meio a estação chuvosa, limitando o desenvolvimento vegetativo de culturas mais sensíveis de ciclo curto.	(N) Nulo/ (L) Ligeiro
Neossolos	Cfa	Pequena deficiência de água disponível durante período de um a três meses; limitando o desenvolvimento vegetativo de culturas mais sensíveis.	(L) Ligeiro

Quadro 29: Grau de limitação atribuído às classes de solos e clima, relativo ao fator limitante deficiência de água identificados na área de pesquisa.

Fonte: Autor

O Quadro 30 apresenta classes de solos e graus de limitações, resultantes das características relativos à drenagem e aeração, atribuída ao fator limitante deficiência de oxigênio, preconizado por Ramalho Filho e Beek (1995, p. 29 a 31).

O Quadro 31 apresenta os intervalos de classes de declividades, que juntamente com as características dos solos mencionadas nos itens 5.1.5, 5.1.5.1, 5.1.5.2, 5.1.5.3 e 5.1.5.4, auxiliaram na determinação dos graus de limitações para suscetibilidade à erosão e impedimento à mecanização, conforme preconizado por Ramalho Filho e Beek (1995, p. 31 -34).

CLASSES DE SOLOS	EXCESSO DE AGUA OU DEFICIÊNCIA DE OXIGÊNIO	GRAU DE LIMITAÇÃO
Latossolos Vermelhos Distroférricos; Nitossolos Vermelhos Eutroférricos.	Boa aeração durante todo o ano. Solos bem a excessivamente drenados.	(N) Nulo
Neossolos Litólicos.	Pequena deficiência de aeração para plantas mais sensíveis na estação chuvosa. Solos moderadamente drenados.	(L) Ligeiro
Gleissolos Háplicos.	Solos com sérias deficiências de aeração. Sem possibilidade de desenvolvimento de culturas não-adaptadas.	(F) Forte

Quadro 30: Grau de limitação atribuído às classes de solos, relativo ao fator limitante deficiência de oxigênio identificados na área de pesquisa.

Fonte: Autor

DECLIVIDADE (%)	CARACTERÍSTICA DO RELEVO	GRAU DE LIMITAÇÃO	
		Suscetibilidade a erosão	Impedimento a Mecanização
<3,0	Plano a praticamente plano	(N) Nulo	(N) Nulo
3,0 – 8,0	Suave ondulado	(L) Ligeiro	(L) Ligeiro
8,0 – 13,0	Moderadamente ondulado	(M) Moderado	(M) Moderado
13,0 – 20	Ondulado	(F) Forte	(M) Moderado
20 – 45	Forte ondulado	(MF) Muito forte	(F) Forte
45 – 100	Montanhoso	(EM) Extremamente Forte	(MF) Muito forte

Quadro 31: Graus de limitação atribuídos a suscetibilidade a erosão e impedimento a mecanização em função dos intervalos de classes de declividade e características dos solos.

Fonte: Autor

Considerando o procedimento elaborado por Silva *et al.* (2010), os planos de informações: deficiência de fertilidade, deficiência de água, excesso de água ou deficiência de oxigênio, suscetibilidade à erosão e impedimento à mecanização, foram correlacionados em ambiente SIG utilizando-se do geoprocessamento através do software ArcGis9.3.1.

Foram obtidos grupos e subgrupos da aptidão agrícola das terras, para cada fragmento da área de estudo (Quadro 32). A carta de aptidão agrícola da terra está apresentada na Figura 31.

Intervalos de Classes de Decividade (%)	CLASSES DE SOLOS	GRAUS DE LIMITAÇÕES DAS CONDIÇÕES AGRÍCOLAS DAS TERRAS					APTIDÃO AGRÍCOLA			EXPLORAÇÕES INDICADAS SEM CONSIDERAR AS ÁREAS CONSOLIDADAS E AS ÁREAS DE INTERESSE AMBIENTAL	ÁREA (ha)	(%)
		Deficiência Fertilidade	Deficiência Água	Excesso de Água	Suscetibilidade a Erosão	Impedimento a Mecanização	Grupo	Subgrupo	Classe			
0a3	Neossolos + Afloramento de rochas	N	L	L	F	F	4	4ps	Regular	PAST C, AGR P e/ou REF	57,18	5,31
0a3	Gleissolos Hápicos	N	N	F	N	N	4	4P	Boa	PAST C e/ou AGR P	18,10	1,68
0a3	Latossolos Vermelhos Distroférricos	N	N/L	N	N	N	1	1C	Boa	AGR T	79,71	7,40
3a8	Neossolos + Afloramento de rochas	N	L	L	F	F	4	4ps	Regular	PAST C, AGR P e/ou REF	2,70	0,25
3a8	Gleissolos Hápicos	N	N	F	L	L	4	4P	Boa	PAST C e/ou AGR P	11,38	1,06
3a8	Latossolos Vermelhos Distroférricos	N	N/L	N	L	N	1	1C	Boa	AGR T	83,54	7,75
3a8	Nitossolos Vermelhos Eutroférricos	N	N/L	N	L	L	2	2c	Regular	AGR T	295,76	27,44
8a13	Neossolos + Afloramento de rochas	N	L	L	F	F	4	4ps	Regular	PAST C, AGR P e/ou REF	27,80	2,58
8a13	Latossolos Vermelhos Distroférricos	N	N/L	N	L	N	3	3(c)	Restrita	AGR T	59,24	5,50
8a13	Nitossolos Vermelhos Eutroférricos	N	N/L	N	L	M	3	3(c)	Restrita	AGR T	231,14	21,45
13a20	Neossolos + Afloramento de rochas	N	L	L	F	F	4	4ps	Regular	PAST C, AGR P e/ou REF	76,16	7,07
13a20	Latossolos Vermelhos Distroférricos	N	N/L	N	L	M	3	3(c)	Restrita	AGR T	1,89	0,18
13a20	Nitossolos Vermelhos Eutroférricos	N	N/L	N	F	M	4	4P	Boa	PAST C e/ou AGR P	72,80	6,76
20a45	Neossolos + Afloramento de rochas	N	L	L	MF	F	4	4(ps)	Restrita	REF, podendo consórciar com PAS C e/ou AGR P	1,74	0,16
20a45	Neossolos + Afloramento de rochas	N	L	L	MF	MF	6	6	Sem apt. agrícola	Preservação da Flora e da Fauna	55,64	5,16
20a45	Nitossolos Vermelhos Eutroférricos	N	N/L	N	MF	F	4	4(ps)	Restrita	REF, podendo consórciar com PAS C e/ou AGR P	1,08	0,10
45a99	Neossolos + Afloramento de rochas	N	L	L	MF	MF	6	6	Sem apt. agrícola	Preservação da Flora e da Fauna	1,83	0,17
										TOTAL	1070,00	100,00

Quadro 32: Grupos, subgrupos, classes de aptidão e explorações indicadas, resultante da correlação em ambiente SIG, das cinco variáveis consideradas para avaliação de aptidão agrícola das terras.

Fonte: Autor

Nota: N: nulo, L: ligeiro, M: moderado, F: forte e MF: muito forte.

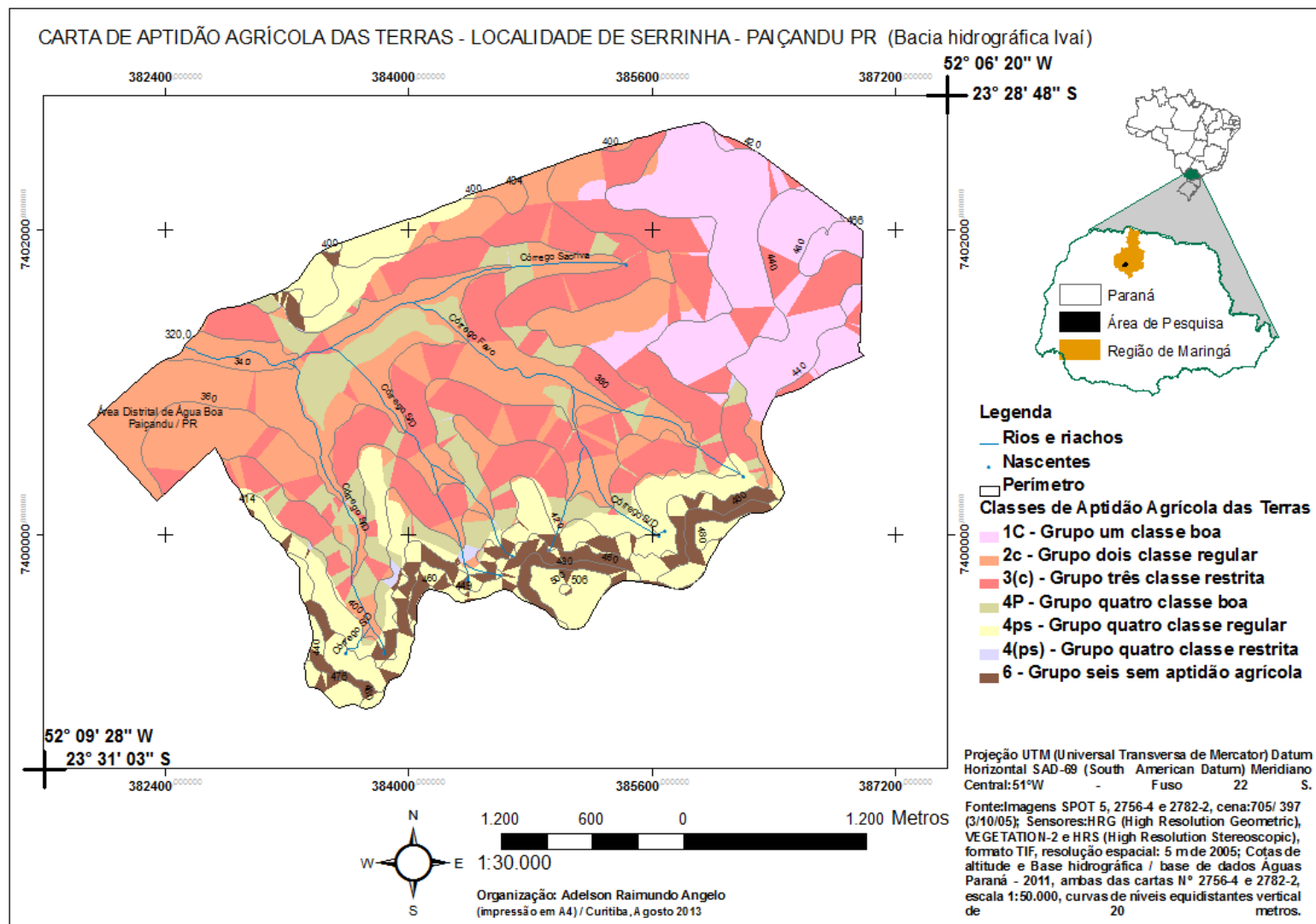


Figura 31: Carta de Aptidão Agrícola das Terras da Localidade de Serrinha – Paçandu PR
 Elaboração: Autor a partir de base cartográficas do ÁGUAS PARANÁ e ITCG (PARANÁ, 2011 e 2013).

Por meio de estudo comparativo entre as combinações resultantes dos graus de limitação atribuídos aos fatores limitantes da área de estudo e os preestabelecidos no quadro-guia para avaliação da aptidão para região subtropical, proposta por Ramalho Filho e Beek (1995, p. 38), obteve-se os grupos e subgrupos da aptidão agrícola das terras, para cada fragmento da área de estudo.

No Quadro 32 foram apresentados os fragmentos de área e a aptidão agrícola das terras para a área de estudo, nos níveis de manejo (B e C) e graus de limitação, geradas, no SIG, pela concatenação dos códigos na tabela de atributos do ArcGis9.3.1. A carta de aptidão agrícola das terras, Figura 31, apresenta a distribuição dos grupos, subgrupos e classes de aptidão na área de estudo

O Quadro 33 apresenta a distribuição o resumo dos grupos de aptidão agrícola das terras, na área de estudo.

GRUPOS	SUBGRUPOS	CLASSE	ÁREA (ha)	(%)
1	1C	Boa para culturas temporárias	163,25	15,15
2	2c	Regular para culturas temporárias	295,77	27,44
3	3(c)	Restrita para culturas temporárias	292,27	27,12
4	4P	Boa para pastagens cultivadas ou agricultura permanente	102,28	9,49
4	4ps	Regular para pastagem e agricultura permanente; Boa para reflorestamento energético	163,84	15,20
4	4(ps)	Restrita para pastagem e agricultura permanente. Regular para reflorestamento energético	2,82	0,26
6	6	Sem aptidão agrícola	57,47	5,33
TOTAL			1077,00	100,00

Quadro 33: Distribuição dos grupos, subgrupos e classes de aptidão, e respectivas áreas em ha da região estudada.

Fonte: Autor

5.3.1 Análise dos Grupos e Subgrupos de Aptidão Agrícola das Terras

No estudo de aptidão das terras, estas foram enquadradas em cinco grupos (1, 2, 3, 4 e 6) e quatro classes (boa, regular, restrita e sem aptidão agrícola).

O Quadro 33 apresenta a distribuição da avaliação da aptidão agrícola das terras, onde: 15,0% pertencem ao grupo 1 - subgrupo 1C, 27,5% pertencem ao grupo 2 - subgrupo 2c, e 27,0% pertencem ao grupo 3 - subgrupo 3(c), classes de aptidão agrícola boa, regular e restrita para lavouras temporárias, respectivamente; cerca de 25,0% pertence ao grupo 4 - subgrupo 4P, 4ps e 4(ps), classes de aptidões

boa, regular e restrita para pastagens, respectivamente (essas áreas são recomendadas para exploração com pastagem cultivada, agricultura permanente ou mesmo silvicultura); o grupo 6, sem aptidão para uso agrícola (recomendada para preservação da fauna e flora) corresponde a aproximadamente de 5,5 %.

Os grupos 1, 2 e 3, subgrupos 1C, 2c e 3(c), indicados para agricultura temporária, foi o que mais ocorreu, com 69,71%. Estes subgrupos estão distribuídos em todos os setores da área, com menor ocorrência nos setores sul, norte e sudoeste da área de estudo, Figura 31.

A ocorrência dos grupos 1, 2 e 3 se deve a combinação dos fatores limitantes (N) Nulo, para a variável deficiência de fertilidade, (N e L) Nulo e Ligeiro para suscetibilidade a erosão e impedimento a mecanização, (N/L) Nulo a Ligeiro, para a variável deficiência de água e (N) Nulo, para o variável excesso de água. Ambos os fatores limitantes, são caracterizados pela presença de Latossolos Vermelhos Distroféricos e Nitossolos Vermelhos Eutroféricos. Em ambas as situações estas características correlacionaram com relevo plano a ondulado (0 a 3%; 3 a 8%; 8 a 13% e 13 a 20% de declividade), Quadros 32. Tais características contribuíram para a classificação destes fragmentos de área, como aptas à exploração de agricultura temporária no nível de manejo C.

O grupo 4, subgrupo 4P, 4ps e 4(ps), indicados para pastagens cultivadas, agricultura permanente ou silvicultura, ocorreu em 24,95%. Estes subgrupos estão distribuídos principalmente nos topos de morros e em posição de meia encosta, localizados principalmente nos setores sul, sudoeste e noroeste da área de estudo, Figura 31.

A ocorrência do grupo 4 se deve principalmente a combinação dos fatores limitantes: (F) para a variável excesso de água, caracterizada por presença de Gleissolos Háplicos; (M), (F) e (MF) para a variável suscetibilidade a erosão, caracterizada principalmente pela presença da associação Neossolos Litólicos Eutrófico + Neossolos Regolíticos + afloramento de rochas; e (M) e (F) para a variável impedimento à mecanização caracterizada principalmente pela associação Neossolos Litólicos Eutrófico + Neossolos Regolíticos + afloramento de rochas. Em ambas as situações estas características correlacionaram com relevo ondulado a forte ondulado (13 a 45% de declividade).

As classes de aptidão agrícola das terras do grupo 4, subgrupos: 4P, 4ps e 4(ps), condiciona o uso das terras a atividades menos intensivas no nível de manejo B.

As classes de declividade acima de 13%, associadas aos Nitossolos Vermelhos Eutroféricos e associação Neossolos Litólicos Eutrófico + Neossolos Regolíticos + afloramento de rochas, foram as principais limitações quanto ao uso agrícola dessas áreas.

A ocorrência do grupo 6, corresponde a 5,33%, da área. Este grupo está distribuído principalmente nos topos de morros, localizados principalmente no setor sul, associado a relevo ondulado a forte ondulado e na presença da associação Neossolos Litólicos Eutrófico + Neossolos Regolíticos + afloramento de rochas, Figura 31. Portanto, sendo sem aptidão para uso agrícola é recomendado para preservação da fauna e flora.

5.4 CARTA DE INTENSIDADE DE USO DOS SOLOS

Para esta carta foi adaptado o processo de avaliação de intensidade de uso do solo, elaborado por Silva *et al.* (2010), adaptado de Santos e Klamt (2004).

Foram consideradas as indicações de explorações agrícolas de acordo com o estabelecido no “Quadro-guia de Avaliação para Aptidão Agrícola das Terras para Região de Clima Subtropical”, elaborado por Ramalho e Beek (1995), diagnosticadas para a área, correlacionadas com o uso/ocupação atual da terra e as áreas de interesse ambiental.

Para elaboração dos códigos alfabéticos que representaram os níveis de intensidade de uso na tabela de atributos do software ArcGis, em adaptação ao elaborado por Silva *et al.* (2010) além de adaptado de Santos e Klamt (2004), acrescentou-se a sigla **(sa)** que representou as áreas de uso consolidadas: edificações e benfeitorias, corpos d’água, áreas urbanas, estradas municipais e rodovia estadual. Para estas classes de usos, não foi avaliado o nível intensidade e ou de conflito de uso do solo, por considerar serem estas ocupações essenciais a vivências das pessoas pertencentes à área de estudo, assim como, do público externo o que dificultaria qualquer proposta de readequação de uso e ocupação.

O quadro 34 apresenta os níveis de intensidades de uso, representados pelos algarismos **(sa)**, **(na)**, **(nb)**, **(nc)**, **(nd)**, atribuídos às classes de uso atual do solo e ocupação da terra, frente aos grupos, subgrupos e classes de aptidão diagnosticada para a área de estudo.

NÍVEIS DE INTENSIDADES DE USO	SITUAÇÃO DA OCUPAÇÃO ATUAL DA OCUPAÇÃO ATUAL DO SOLO ATUAL FRENTE ÀS CLASSES DE APTIDÃO DIAGNOSTICADAS
(sa) Sem Avaliação de Conflito de Uso	Áreas de ocupação consolidadas
(na) Uso Satisfatório/Adequado	Áreas em que o uso atual atende à classe de aptidão agrícola definida
(nb) Subutilizado	Áreas em que o uso é menos intensivo do que o recomendado pela classe de aptidão agrícola
(nc) Sobreutilizado/Inadequado	Áreas em que o uso atual é mais intensivo que o recomendado pela classe de aptidão agrícola
(nd) Conflito Ambiental	Áreas em que o uso fere as leis ambientais aplicadas (áreas de interesse ambiental).

Quadro 34: Níveis de intensidades de uso do solo e ocupação das terras, frente às classes de aptidão agrícola do solo.

Fonte: Autor

O quadro 35 ilustra, o esquema metodológico de correlação em ambiente SIG, das classes de uso/ocupação da terra, com os grupos, subgrupos e classes de aptidão diagnosticadas para a área de estudo, e os possíveis níveis de intensidades de usos: **(sa)** – Sem Avaliação de Conflito de Uso, **(na)** - Uso Satisfatório/Adequado, **(nb)** - Subutilizado, **(nc)** - Sobreutilizado/Inadequado e **(nd)** - Conflito Ambiental.

CLASSES DE USO DO SOLO E OCUPAÇÃO DAS TERRAS	GRUPOS SUBGRUPO E CLASSES DE APTIDÃO DIAGNOSTICADAS PARA A ÁREA DE ESTUDO						
	1 C	2c	3c	4 P	4ps	4(ps)	6
Áreas de Ocupação Consolidadas.	(sa)	(sa)	(sa)	(sa)	(sa)	(sa)	(sa)
Áreas de Interesse Ambiental.	(na)	(na)	(na)	(na)	(na)	(na)	(na)
Reflorestamento Energético (silvicultura).	(nb)	(nb)	(nb)	(nb)	(na)	(na)	(nd)
Pastagens Cultivadas.	(nb)	(nb)	(nb)	(na)	(na)	(na)	(nd)
Agricultura Permanente.	(nb)	(nb)	(nb)	(na)	(na)	(na)	(nd)
Agricultura Temporária.	(na)	(na)	(na)	(nc)	(nc)	(nc)	(nd)

Quadro 35: Esquema representativo de correlação em ambiente SIG, das classes de uso/ocupação da terra, com a aptidão diagnosticada, e respectivos níveis de intensidades de usos para a área de pesquisa.

Fonte: Autor

Com a aplicação da correlação entre o uso/ocupação e a aptidão agrícola das terras, nos seus grupos, subgrupos e classes identificadas para a área de estudo, constituiu-se os Quadros 36 e 37.

NÍVEIS DE INTENSIDADE					
Níveis de Intensidade para (sa) - Sem Avaliação de Conflito de Uso					
Subgrupo de Classe de Aptidão	Uso/ocupação atual	Área (ha)	Subgrupo de Classe de Aptidão	Uso/ocupação atual	Área (ha)
4P	Corpos d'água	2,68	2c	Estradas Municipais	2,63
4P	Edificações e Benfeitorias	0,30	4ps	Estradas Municipais	4,44
1C	Estradas Municipais	1,46	2c	PR323	3,40
4P	Estradas Municipais	0,50	3(c)	Área Urbana	2,05
1C	PR323	3,41	3(c)	Corpos d'água	0,85
4P	PR323	0,81	3(c)	Edificações e Benfeitorias	1,39
2c	Área Urbana	43,40	3(c)	Estradas Municipais	3,13
2c	Corpos d'água	5,05	3(c)	PR323	2,11
2c	Edificações e Benfeitorias	1,68	6	Edificações e Benfeitorias	0,03
4ps	Edificações e Benfeitorias	0,34	6	Estradas Municipais	1,45
Subtotal: 81,11 ha - (7,53%)					
Níveis de Intensidade para (na) - Uso Satisfatório/Adequado					
Subgrupo de Classe de Aptidão	Uso/ocupação atual	Área (ha)	Subgrupo de Classe de Aptidão	Uso/ocupação atual	Área (ha)
4P	Agricultura Permanente	0,12	4ps	Floresta Nativa Secundária Estágio Médio Avançado	13,10
1C	Agricultura Temporária	149,14	4ps	Pastagem Cultivada	89,09
1C	Floresta Nativa Secundária Estágio Inicial	1,41	4ps	Reflorestamento com Exóticas	1,09
4P	Floresta Nativa Secundária Estágio Inicial	2,91	3(c)	Agricultura Temporária	214,62
4P	Floresta Nativa Secundária Estágio Médio Avançado	7,31	3(c)	Floresta Nativa Secundária Estágio Inicial	4,94
4P	Pastagem Cultivada	24,15	4(ps)	Floresta Nativa Secundária Estágio Inicial	0,08
2c	Agricultura Temporária	118,03	3(c)	Floresta Nativa Secundária Estágio Médio Avançado	7,41
2c	Floresta Nativa Secundária Estágio Inicial	9,56	4(ps)	Floresta Nativa Secundária Estágio Médio Avançado	0,13
4ps	Floresta Nativa Secundária Estágio Inicial	21,04	6	Floresta Nativa Secundária Estágio Inicial	10,66
2c	Floresta Nativa Secundária Estágio Médio Avançado	36,89	6	Floresta Nativa Secundária Estágio Médio Avançado	15,52
Subtotal: 727,20 ha - (67,48%)					

Quadro 36: Valoração dos níveis de intensidade de uso atribuídos às classes de uso/ocupação da terra, face aos grupos, subgrupos e classes de aptidão diagnosticadas da área de pesquisa.
Fonte: Autor

NÍVEIS DE INTENSIDADE					
Níveis de Intensidade para (nb) - Subutilizado					
Subgrupo de Classe de Aptidão	Uso/ocupação atual	Área (ha)	Subgrupo de Classe de Aptidão	Uso/ocupação atual	Área (ha)
1C	Agricultura Permanente	5,73	2c	Reflorestamento com Exóticas	3,49
1C	Pastagem Cultivada	2,09	3(c)	Agricultura Permanente	5,44
1C	Reflorestamento com Exóticas	0,00	3(c)	Pastagem Cultivada	40,06
2c	Agricultura Permanente	8,44	3(c)	Reflorestamento com Exóticas	2,63
2c	Pastagem Cultivada	37,36	Subtotal: 105,24 ha - (9,77%)		
Níveis de Intensidade para (nc) - Sobreutilizado/Inadequado					
Subgrupo de Classe de Aptidão	Uso/ocupação atual	Área (ha)	Subgrupo de Classe de Aptidão	Uso/ocupação atual	Área (ha)
4P	Agricultura Temporária	33,00	4(ps)	Agricultura Temporária	1,12
4ps	Agricultura Temporária	28,70	4(ps)	Pastagem Cultivada	1,03
Subtotal: 63,85 ha - (5,92%)					
Níveis de Intensidade para (nd) - Conflito Ambiental					
Subgrupo de Classe de Aptidão	Uso/ocupação atual	Área (ha)	Subgrupo de Classe de Aptidão	Uso/ocupação atual	Área (ha)
4P	Agricultura Temporária	4,26	3(c)	Agricultura Permanente	0,07
4P	Pastagem Cultivada	26,24	3(c)	Agricultura Temporária	1,94
4P	Reflorestamento com Exóticas	0,00	4(ps)	Agricultura Temporária	0,01
2c	Agricultura Temporária	6,93	3(c)	Pastagem Cultivada	5,63
2c	Pastagem Cultivada	17,34	4(ps)	Pastagem Cultivada	0,46
4ps	Pastagem Cultivada	5,86	6	Agricultura Temporária	1,39
2c	Reflorestamento com Exóticas	1,55	6	Pastagem Cultivada	26,64
4ps	Reflorestamento com Exóticas	0,19	6	Reflorestamento com Exóticas	1,79
Subtotal: 100,30 ha - (9,30%)					

Quadro 37: Valoração dos níveis de intensidade de uso atribuídos às classes de uso/ocupação da terra, face aos grupos, subgrupos e classes de aptidão diagnosticadas da área de pesquisa. Fonte: Autor

Com a aplicação da correlação entre o uso/ocupação e a aptidão agrícola das terras, nos seus grupos, subgrupos e classes identificadas para a área de estudo, que apresentam a valoração dos níveis de intensidade de uso, identificados nos fragmentos de área da região de pesquisa.

A correlação dos PI's de aptidão e de uso/ocupação da terra possibilitou avaliar a intensidade de utilização das explorações, diagnosticando a distribuição de níveis de intensidades de usos para área de estudo, apresentados no Quadro 38.

NÍVEIS	ÁREA(ha)	(%)
(sa) Sem avaliação de Conflito de Uso	81,11	7,53
(na) Uso Satisfatório/Adequado	727,20	67,48
(nb) Subutilizado	105,24	9,77
(nc) Sobreutilizado/Inadequado	63,85	5,92
(nd) Conflito Ambiental	100,30	9,30
TOTAL	1077,70	100,00

Quadro 38: Distribuição dos níveis de intensidade de uso diagnosticados para área de estudo
Fonte: Autor

Na carta de níveis de intensidade de uso, Figura 32, a legenda de cores, procura representar estes níveis em ordem de importância da exploração do solo, sendo cinza para **(sa)** - Sem Avaliação de Conflito de Uso, verde escuro para **(nb)** - Subutilizado, verde claro para **(na)** - Uso Satisfatório/Adequado, amarelo para **(nc)** - Sobreutilizado/Inadequado e vermelho para **(nd)** - Conflito Ambiental.

As divergências entre potencial de aptidão agrícola das terras e uso atual se traduzem em áreas de subutilização, áreas de sobreutilização, assim como, de conflito ambiental das terras, conforme pode se observar na Figura 32.

5.4.1 Análise dos Níveis de Intensidade de Uso dos Solos

No estudo de intensidade de uso, as terras foram enquadradas em cinco níveis: **(sa)**, **(na)**, **(nb)**, **(nc)** e **(nd)**.

O Quadro 38 apresenta a distribuição da avaliação dos níveis de intensidade de uso do solo, onde 7,53% não passou por avaliação de nível de intensidade de uso, por tratar-se de áreas de ocupação consolidada.

O nível **(na)** considerado uso satisfatório / adequado, para as explorações existentes, foi o que mais ocorreu, com **67,48%**. Este nível está distribuído em todos os setores geográficos (Figura 32).

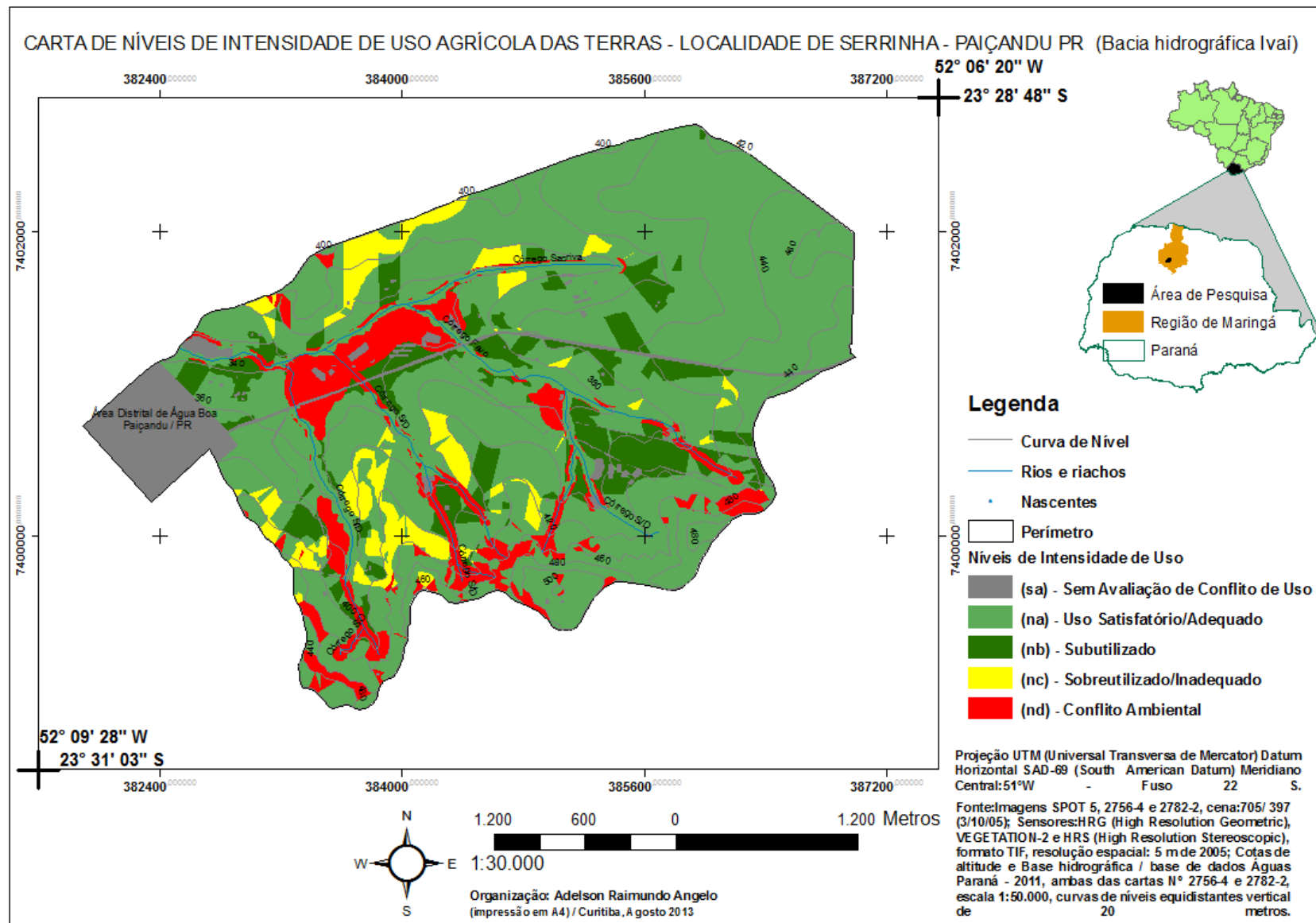


Figura 32: Carta de Níveis de Intensidade de Uso Agrícola das Terras da Localidade de Serrinha – Paíçandu PR. Elaboração: Autor a partir de base cartográficas do ÁGUAS PARANÁ e ITCG (PARANÁ, 2011 e 2013).

Trata-se, de áreas exploradas predominantemente com agricultura temporária, seguido de pastagens cultivadas, florestas nativas e reflorestamento com exóticas, cujas explorações indicadas pelos grupos, subgrupos e classes de aptidão diagnosticadas, não diferem da ocupação atual.

Foi diagnosticado 9,77% como nível **(nb)**, considerado subutilizado para as explorações existentes. Este nível apresenta pequenos fragmentos de áreas, distribuídos praticamente em todos os setores da área, a exceção do setor nordeste, Figura 32. Em geral, trata-se de áreas exploradas com pastagens cultivadas, seguido de agricultura permanente e reflorestamento com exóticas, cujos grupos, subgrupos e classes de aptidão diagnosticadas, indicam explorações com agricultura temporária e pastagens cultivadas, respectivamente.

O nível **(nc)**, considerado sobreutilizado / inadequado para as explorações existentes, foi diagnosticado em 5,92% da área de estudo. Este nível apresenta pequenos fragmentos de áreas, distribuídos praticamente em todos os setores geográficos, a exceção dos setores nordeste e extremo sul, Figura 32. Caracterizam-se por áreas ocupadas com agricultura temporária ou pastagens cultivadas, em fragmentos de áreas, cujos grupos, subgrupos e classes de aptidão diagnosticadas, indicam explorações com pastagens cultivadas, silvicultura, ou para proteção da fauna e da flora.

O nível **(nd)**, explorações consideradas em conflito com as áreas de interesse ambiental, foi diagnosticado em 9,30% da área de estudo. Este nível se distribui praticamente em todos os setores da área, a exceção do setor nordeste, Figura 32. Trata-se de áreas, cujos usos e ocupação atual são pastagens cultivadas, agricultura temporária e reflorestamento com exóticas, localizadas principalmente em fundo de vales, Figura 21 (Item 5.1.6.2). Essas áreas, de acordo com a legislação ambiental, devem ser destinadas para uso em APP's por se localizarem no entorno de rios, de nascentes, de áreas úmidas e seus entornos, Figura 23 (Item 5.1.6.4). No nível **(nd)**, ocorrem também explorações agrícolas em fragmentos recomendados para áreas de preservação da fauna e flora, face aos grupos, subgrupos e classes de aptidão diagnosticadas para a área.

De acordo com a Carta de Níveis de Intensidade de Uso Agrícola das Terras, Figura 32, o setor nordeste embora bastante antropizado, em com predomínio de culturas anuais, apresenta na sua maioria uma intensidade de uso satisfatório, face aos solos bem desenvolvidos, Figura 18 (Item 5.1.5), relativa as

classes de solos e relevo considerado plano a pouco ondulado, Figura 11 (Item 5.1.3), relativa as classes de declividades.

Verifica-se nas Figuras 21 (Item 5.1.6.2), relativa ao uso/ocupação da terra, que em geral, as atividades agrícolas (o termo “agrícola”, da forma como aqui esta expressa, inclui todas as formas de exploração agrônômica das terras) ocorrem quase em todos os setores, a exceção do setor sul, onde há maior incidência de fragmentos de floresta nativa. Este nível de antropização propicia a ocorrência de sobreutilização e conflitos de usos dos solos, principalmente em áreas, cujos solos apresentam as classes de associação Neossolos Litólicos + Neossolos Regolíticos + Afloramento de rochas, associados a relevos ondulados a forte ondulados, características dos setores sul, sudoeste norte e noroeste.

5.5 CARTA DE ADEQUAÇÃO DE USO À APTIDÃO AGRÍCOLA DAS TERRAS

O estudo da aptidão agrícola das terras, que diagnosticou os grupos: 1, 2, 3, 4 e 6; subgrupos: 1C - (classe Boa), 2c - (classe Regular), 3(c) – (classe Restrita), 4P - (classe Boa), 4ps - (classe Regular), 4(ps) – (classe Restrita) e 6 (Sem aptidão agrícola), não levou em conta as áreas de remanescentes da floresta nativa original, diagnosticadas por ocasião da elaboração do uso/ocupação atual dos solos, assim como, das áreas de ocupação consolidadas e de interesse ambiental, evidenciadas na carta de níveis de intensidade de uso e de áreas de interesse ambiental.

Desta forma, o diagnóstico de aptidão identificou que 69,71% das terras são aptas para lavouras temporárias, quando considerada as classes Boa, Regular e Restrita, condicionada ao nível tecnológico C; 9,49% das terras são indicadas para exploração de pastagens cultivadas ou agricultura permanente, considerada classe Boa, condicionada ao nível tecnológico B; 15,20% das terras foram indicadas para exploração de pastagem ou lavoura permanente, considerada classe Regular, condicionada ao nível tecnológico B, portanto, indicada preferencialmente exploração reflorestamento com espécies energéticas (silvicultura); 0,26% das terras foram consideradas Restritas para pastagem e lavoura permanente, e Regular para reflorestamento com espécies energéticas (silvicultura), condicionada ao nível tecnológico B, portanto, indicada preferencialmente exploração com silvicultura; e 5,33% foram consideradas sem aptidão para explorações agrícolas, devendo ser

destinadas a preservação da flora e fauna, (Item 5.3, Quadro 33), relativo às classes de aptidão agrícola das terras.

Tais características revelaram que 94,67% da área pesquisada podem ser exploradas por lavouras no nível de manejo C, pastagens e silvicultura no nível de manejo B. No entanto, a distribuição espacial dos tipos de usos indicados para exploração agrícola das terras no citado diagnóstico não coincidiu na sua totalidade com as explorações apresentadas pela atual situação de uso/ocupação da terra (Figura 21, Item 5.1.6.2). Tal correlação, feita através da análise de níveis de intensidade de uso, expôs conflitos de usos relacionados à sobreutilização/uso inadequado e de transgressão ambiental, (Quadro 38 e Figuras 32, Item 5.4), relativa aos níveis de intensidade de uso dos solos, o que evidenciou a importância da adequação de uso das terras na área de estudo.

Assim, na proposta de uso de acordo com a aptidão agrícola das terras da Localidade de Serrinha–Paiçandu, estado do Paraná, os tipos de explorações e ou ocupação foram recomendados, de forma a atender as preposições descritas em 03 situações:

1ª) Recomendar o uso como áreas de preservação ambiental, as áreas: diagnosticadas sem aptidão agrícola, portanto destinada à proteção da fauna e flora; os fragmentos de áreas de floresta nativas, diagnosticados na carta de uso e ocupação atual do solo; as áreas consideradas como de interesse ambiental e de conflito ambiental, diagnosticadas por ocasião da avaliação de intensidade de uso do solo, independente da classe de aptidão diagnosticada para o referido fragmento.

2ª) Recomendar que seja mantido a atual situação de uso/ocupação nas regiões (fragmentos de áreas) com explorações agrícolas, cuja intensidade de uso foi avaliada como: **(na)** – satisfatório.

3ª) Recomendar a adequação das explorações agrícolas nos demais fragmentos, cuja intensidade de uso foi avaliada como: **(nb)** - subutilizado ou **(nc)** sobreutilizado / inadequado.

Este estudo não permite estabelecer recomendação para as áreas consideradas de ocupação consolidada por ocasião do estudo.

No Quadro 39 são apresentados os fragmentos de áreas com indicativos de usos/ocupações.

O Quadro 40 apresenta a distribuição do uso/ocupação recomendado para a área de estudo.

OCUPAÇÃO ATUAL	NÍVEIS DE INTENSIDADE DE USO	PROPOSTA DE USO ADEQUADO DAS TERRAS	ÁREA (ha)	(%)
A URB	(sa)	A URB	45,45	7,53
EDF	(sa)	EDF	3,75	
EST M	(sa)	EST M	13,60	
HID	(sa)	HID	8,58	
ROD EST	(sa)	ROD EST	9,73	
Subtotal			81,11	
AGR P	(na)	PAST C e/ou AGR P	0,12	67,48
AGR T	(na)	AGR T	481,80	
FLN 2 EI	(na)	F FLN pres FA FLO	41,34	
FLN 2 EI	(na)	FLN em APP	9,26	
FLN 2 EM	(na)	FLN pres FA FLO	43,66	
FLN 2 EM	(na)	FLN em APP	35,01	
FLN 2 EM	(na)	FLN em AU e AEP	1,69	
PAS_C	(na)	PAST C e/ou AGR P	24,15	
PAS_C	(na)	PAST C, AGR P e/ou REF	89,09	
RFL E	(na)	PAST C e/ou AGR P	1,09	
Subtotal			727,21	
AGR P	(nb)	AGR T	19,61	9,77
PAS_C	(nb)	AGR T	79,51	
RFL E	(nb)	AGR T	6,13	
Subtotal			105,25	
AGR P	(nc)	REF consórcio com PAS C e/ou AGR P	0,00	5,92
AGR T	(nc)	PAST C e/ou AGR P	33,00	
AGR T	(nc)	PAST C, AGR P e/ou REF	28,70	
AGR T	(nc)	REF consórcio com PAS C e/ou AGR P	1,12	
PAS_C	(nc)	REF consórcio com PAS C e/ou AGR P	1,03	
Subtotal			63,85	
AGR P	(nd)	Rec FLN p/ APP	0,07	9,31
AGR T	(nd)	Rec FLN p/ APP	5,03	
AGR T	(nd)	Rec FLN p/ AU e AEP	8,11	
AGR T	(nd)	Rec FLN p/ FA e FLO	1,39	
PAS_C	(nd)	Rec FLN p/ APP	30,39	
PAS_C	(nd)	Rec FLN p/ AU e AEP	28,56	
PAS_C	(nd)	Rec FLN p/ FA e FLO	23,22	
RFL E	(nd)	Rec FLN p/ APP	1,73	
RFL E	(nd)	Rec FLN p/ AU e AEP	0,05	
RFL E	(nd)	Rec FLN p/ FA e FLO	1,76	
Subtotal			100,31	
TOTAL			1077,73	100,00

Quadro 39: valores em ha e percentagem (%) da ocupação atual, níveis de intensidade de uso e seus respectivos tipos de explorações recomendadas.

Fonte: autor

PROPOSTA DE OCUPAÇÃO E USO ADEQUADO DA TERRA		Área (ha)	(%)
Classes de Uso (Legenda)	Classes de Ocupação e Uso da Terra		
A URB	Área Urbana	45,45	4,22
EDF	Edificações e Benfeitorias	3,75	0,35
EST M	Estradas Municipais	13,60	1,26
ROD EST	Rodovia estadual	9,73	0,90
HID	Corpos d'água	8,58	0,80
FLN pres FA FLO	Destinar Floresta Nativa para Preservação da fauna e da Flora	85,01	7,89
FLN em APP	Destinar Floresta Nativa para Área de Preservação Permanente	44,27	4,11
FLN em AU e AEP	Destinar Floresta Nativa à Preservação de Área Úmida e seus Entorno Protetivos	1,69	0,16
Rec FLN p/ FA e FLO	Recuperar com espécies da Floresta Nativa e Destinar para Preservação da fauna e da Flora	26,37	2,45
Rec FLN p/ APP	Recuperar com espécies da Floresta Nativa e destinar para APP	37,21	3,45
Rec FLN p/ AU e AEP	Recuperar com Espécies da Floresta Nativa e Preservar Área Úmida e seu Entorno Protetivo	36,72	3,41
PAST C e/ou AGR P	Explorar com Pastagens Cultivadas e / ou Lavouras Perenes	57,27	5,31
PAST C, AGR P e/ou REF	Explorar com Pastagens Cultivadas, Lavouras Perenes e/ou Reflorestamento com Espécies Energéticas	118,88	11,03
REF, PAS C e/ou AGR P	Explorar com Reflorestamento Energético, podendo consorciar com Pastagens Cultivadas ou Lavouras Perenes	2,14	0,20
AGR T	Agricultura Temporária	587,05	54,47
TOTAL		1077,70	100,00

Quadro 40: Distribuição do uso / ocupação recomendado para a área de estudo.

Fonte: Autor

Para elaboração da carta de adequação de uso à aptidão agrícola das terras em ambiente SIG, adaptou-se o processo de avaliação de intensidade de uso do solo de Silva *et al.* (2010), adaptado de Santos e Klamt (2004), descrito na metodologia.

A concatenação dos códigos alfanuméricos na tabela de atributos do ArcGis, relativos aos temas já citados, considerando os itens 1 ao 3 acima, resultou em fragmentos de áreas com indicativos de usos/ocupações apresentados no Quadro 39.

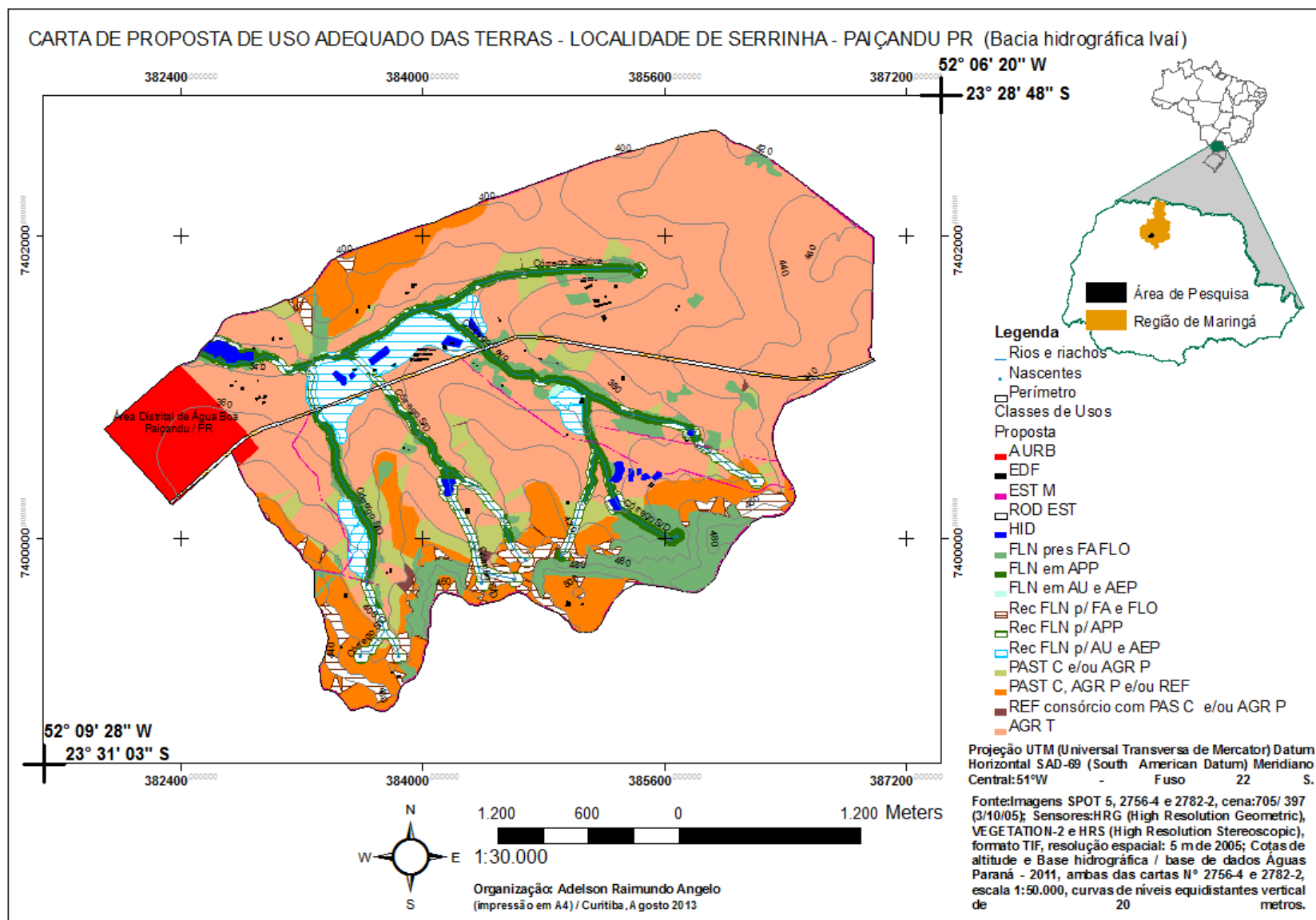


Figura 33: Carta de Proposta de Uso Adequado das Terras da Localidade de Serrinha – Paçandu PR. Elaboração: Autor a partir de base cartográficas do ÁGUAS PARANÁ e ITCG (PARANÁ, 2011 e 2013).

5.5.1 Análise da Adequação de Uso à Aptidão Agrícola das Terras

No Quadro 41, observa-se que a agricultura temporária é a principal ocupação atual do solo com 52% da totalidade da área, 2% menor que recomendada nesta proposta de adequação, para totalidade da área de estudo.

As áreas destinadas para lavouras temporárias estão distribuídas em todos os setores, com destaque para o setor nordeste, Figura 33. Neste setor, as terras apresentam aptidão no subgrupo 1C, 2c e 3(c), classes Boa, Regular e Restrita para cultivo de lavouras anuais no nível tecnológico C. Trata-se principalmente de fragmentos de áreas cujos solos são altamente desenvolvidos de classe Latossolos Vermelhos Distroféricos, seguido por áreas com Nitossolos Vermelhos Eutroféricos e relevo suave a suave ondulado.

RELAÇÃO: USO ATUAL/OCUPAÇÃO - APTIDÃO DAS TERRAS - PROPOSTA DE OCUPAÇÃO			
Classe de Ocupação	Ocupação Atual (%)	Aptidão das Terras (%)	Proposta de Ocupação (%)
Ocupação Consolidada	7,53	0,00	7,53
Agricultura Temporária	51,88	69,71	54,47
Pastagens e Agricultura Permanente	27,43	9,49	5,31
Pastagens, Agricultura Permanente e/ou Reflorestamento	0,00	15,2	11,03
Reflorestamento	0,99	0,26	0,20
Floresta Nativa	12,14	5,33	21,47
Total	100,00	100,00	100,00

Quadro 41: Relação: Uso Atual/Ocupação, Aptidão das Terras e Proposta de Ocupação das Terras

Fonte: Autor

As pastagens cultivadas e agricultura permanente se destacam em segundo lugar com 27% de ocupação atual da totalidade da área, aproximadamente 2% menos das terras destinadas a este tipo de exploração, pelas classes de aptidão, e 11% a menos quando considerado o estudo de níveis de intensidade de uso do solo. Sendo então, recomendado para ocupação em aproximadamente 16% da área, Quadros 40 e 41.

Trata-se de áreas, cuja aptidão pertence ao grupo 4P e 4ps, classe Boa e Regular para pastagens ou agricultura permanente, condicionada ao nível tecnológico B, estão localizados praticamente em todos os setores, a exceção do setor nordeste, Figura 33. Tais setores apresentam potencial para essas atividades, por trata-se

áreas, de solos Nitossolos Vermelhos Eutroféricos ou associação Neossolos Litólicos + Neossolos Regolíticos + Afloramento de rochas, combinados com relevo ondulado e forte ondulado, respectivamente.

Quanto ao reflorestamento com exóticas, estas apresentam ocupação de em 1% da área. Os grupos e subgrupos de aptidão 4ps e 4(ps) destinam 11,22% da área de estudo para exploração com pastagens cultivadas, lavouras perenes, considerando classe Regular e Restrita, condicionada ao nível tecnológico B. Estes fragmentos de áreas, são indicados preferencialmente para exploração com reflorestamento com espécies energéticas (silvicultura). Desta forma, esta exploração foi recomendada em aproximadamente 11% da área, podendo ser em consórcio com pastagens, ou culturas perenes, Quadro 40. Trata-se de associação Neossolos Litólicos + Neossolos Regolíticos + Afloramento de rochas, solos rasos ou pedregosos associados a relevo ondulado a forte ondulado.

Vale lembrar, que conforme entendimento do “Quadro de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras para Região de Clima Subtropical”, descrito na bibliografia, terras aptas apenas para silvicultura (Grupo 5, seus subgrupos e classes) não são aptas para pastagem plantada, da mesma forma, que terras aptas para pastagem são aptas para silvicultura, mas não são aptas para lavouras temporárias por ser esta uma atividade agrícola mais intensiva.

Os fragmentos remanescentes da floresta nativa foram identificados em 12% do uso e ocupação atual do solo. Estas áreas, associadas às áreas indicadas “Sem aptidão agrícola” no diagnóstico de aptidão das terras e áreas de interesse ambiental, resultou em aproximadamente 21% da totalidade da área de estudo a ser destinada à proteção da fauna e da flora, Quadros 40 e 41.

Os setores sul, sudoeste e extremo noroeste, apresentam fragmentos de áreas de classe de aptidão quase que exclusivamente Restrita para pastagem cultivada, portanto destinadas para preservação da fauna e da flora através da permanência da floresta existente ou recuperação com espécies nativas em áreas que atualmente exploradas. Estas áreas ocorrem principalmente pelo seu caráter constituído por classes de associação Neossolos Litólicos + Neossolos Regolíticos + Afloramento de rochas, e relevo ondulado a fortemente ondulado.

As demais áreas somam em torno de 8% da área de estudo, consideradas de ocupação consolidada. Sendo estas: as edificações e benfeitorias nas sedes rurais; os corpos d’água; a área urbana do Distrito de Água Boa; as estradas municipais; e a rodovia estadual – PR 323. Estas áreas estão distribuídas em todos os setores da

área de estudo. A Figura 34 (gráfico) ilustra a relação entre o uso/ocupação atual do solo, com a aptidão agrícola e a proposta de uso das terras.

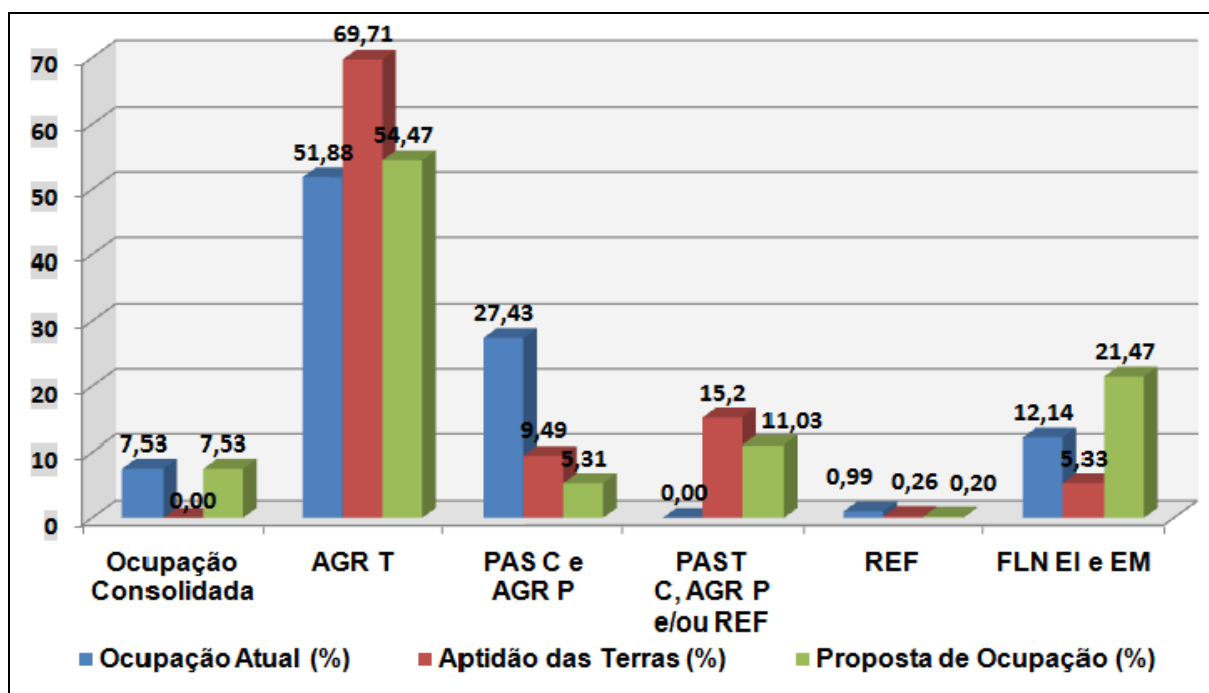


Figura 34: Gráfico de relação entre uso/ocupação atual, aptidão e proposta de uso das terras.
Fonte: Autor

A Figura 34 elucida melhor a existência de pressão sobre o uso atual dos solos. Esta é evidenciada principalmente pelo cultivo de pastagens presente em 27,44% da área, ou seja, ocupando 17% de área destinada pela proposta de ocupação preferencialmente às explorações de florestamento com espécies energéticas, ou mesmo em áreas destinadas para a recuperação com florestas nativas (áreas de interesse ambiental). Para BERTOL (2011), após realização do diagnóstico do uso do solo no estado do Paraná, a crescente participação da agricultura paranaense para produção de alimentos e energia, tem resultado em pressão sobre o uso do solo, com a exploração de áreas impróprias e até inaptas para agricultura. Tal cenário, além de elevar os custos de produção e reduzir os ganhos, favorece a erosão hídrica.

Neste estudo da Localidade de Serrinha – Paiçandu – Pr., as características das terras revelaram potencial agrícola para aproximadamente 95% da área, quando não considerado as áreas de ocupação consolidadas e de interesse ambiental, no entanto, a distribuição espacial dos tipos de usos indicados na aptidão, não coincidiu na sua totalidade com as explorações apresentadas pelo uso / ocupação atual do

solo. A análise de níveis de intensidade de uso, expos conflitos de usos relacionados à sobreutilização/uso inadequado em 5,92% e de transgressão ambiental em 9,30% da área de estudo.

Estudo semelhante, elaborado por Neto e Limberger (2002), voltado a adequações do uso do solo agrícola através de técnicas de geoprocessamento, realizado no Norte do Estado do Paraná, em área de aproximadamente doze mil hectares, diagnosticaram através da correlação uso do solo com classes de aptidão, que 68,07% da área estavam sendo utilizadas conforme a aptidão agrícola de seu solo; porém, em 26,28% da área, ocorreu uma utilização acima das suas capacidades físico-químicas.

5.6 CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE A PESQUISA REALIZADA

A elaboração das cartas temáticas na escala 1:30.000, tais como: relevo (declividade), pedológica (classes de solos), uso da terra/vegetação, foram frutos da interpretação das imagens orbitais, dos dados vetoriais e observações de campo.

As informações relativas a geologia (características de rochas) e clima (pluviosidade média anual), embora em escalas diferentes, foram cruciais na complementação dos temas necessários ao estudo. A interpretação desses produtos e, as consultas bibliográficas, possibilitaram análise e entendimento quanto aos graus de vulnerabilidade à erosão dos solos por processos erosivos, quanto a real aptidão das terras para exploração agropecuária, assim como, do entendimento dos níveis de intensidade de usos existentes e da elaboração da proposta de uso em atendimento ao diagnosticado pelos grupos, subgrupos e classes de aptidão das terras.

A carta de declividade possibilitou visualizar as particularidades dos setores geográficos da área de estudo. Em particular, possibilitou efetuar correlações com as formas de relevo, auxiliando na delimitação das unidades pedológicas. Também foi utilizada como elemento representativo do relevo na carta de vulnerabilidade a erosão dos solos, fornecendo argumentos para construção de algumas variáveis necessárias à elaboração da carta de aptidão agrícola das terras.

No mapeamento do uso/ocupação da terra, as observações retrataram dados do mês de abril de 2013. Vale lembrar que devido ao caráter dinâmico do calendário agrícola paranaense, os tipos de cultivos são mutáveis ao longo das estações do ano. Mesmo assim, o mapeamento foi considerado de utilidade, não invalidando a sua

contribuição como uma das variáveis para confecção da carta de vulnerabilidade à perda de solos. Portanto, as classes de ocupação foram referência para identificar áreas estáveis (predomínio de vegetação nativa) e áreas instáveis (maior incidência de explorações com lavouras e pastagens cultivadas), identificando áreas mais propícias ao desencadeamento de processos erosivos.

As classes de solos foram referência para identificar áreas estáveis (predomínio de classes de solos mais evoluídas como latossolos) e áreas instáveis (predomínio de classes de solos menos evoluídas como os neossolos e gleissolos), identificando áreas mais propícias ao desencadeamento de processos erosivo. Subsidiaram ainda, na determinação de graus de limitações das variáveis consideradas para a elaboração da carta de aptidão.

Na carta de classes de solos, as observações demonstraram que apesar da área de estudo ser considerada pequena para esta modalidade de diagnóstico, foi possível a percepção de 03 classes e uma associação de classes. Tal mapeamento foi considerado crucial, pois contribuiu como uma das variáveis para confecção da carta de vulnerabilidade à perda de solos.

A carta geológica atribuiu um grau dentro de uma escala de vulnerabilidade a denudação da rocha, necessária na correlação dos temas para diagnóstico do estudo de vulnerabilidade a perda de solos. Constatou-se que a área de estudo está inserida na unidade de formação geológica Serra Geral sendo de rocha caracterizada como rochas ígneas efusivas básicas, cujas características são bastante coesas, onde devem prevalecer os processos de intemperismo e formação de solos (pedogênese), referência para áreas de graus de vulnerabilidade classificados como estáveis.

Quanto aos dados climáticos, o fator pluviosidade foi considerado neste estudo, por ser a ação das chuvas importante modificador, por ativar os processos morfodinâmicos que contribuem significativamente com os processos erosivos, principalmente quando ocorrem em altos índices e em curto período de tempo. Na Localidade de Serrinha, os dados do clima referenciados pela carta climática do Estado do Paraná e consulta bibliográfica, possibilitaram estabelecer uma relação entre os valores máximos de pluviosidade e a duração da estação chuvosa, que lhes conferiu graus de vulnerabilidade a erosão dos solos próximos à estabilidade (1,40). Estas características climáticas foram importantes, na atribuição dos graus de limitações relativos à disponibilidade/deficiência de água, necessárias na elaboração da carta de aptidão das terras agrícolas.

Quanto à vulnerabilidade à perda de solos, a metodologia se constituiu como fundamental para a área de estudo, cujos resultados obtidos com a aplicação da “Equação 3” variaram de vulnerabilidade muito baixa a baixa (cerca de 29 % da área), média (cerca de 63 % da área) e forte (cerca de 8 % da área). Estes graus de vulnerabilidade estão predominantemente localizados em função de combinação dos fatores relativos às classes de solos, relevo e uso do solo, já que as variáveis rocha e pluviosidade foram constantes para toda a área.

Observou-se que a aplicação da média aritmética discriminada na “Equação 3”, para as 05 (cinco) variáveis, atribuindo um fator de ponderação para rocha e pluviosidade, resultou em graus de vulnerabilidade a erosão dos solos, que expressa principalmente, as características de solos e relevo da área, não sendo observado possível atenuação de classe de vulnerabilidade final para alguns fragmentos de áreas.

Com a metodologia utilizada foi possível identificar situações de sub e sobreutilização das terras. Por exemplo, a carta de uso do solo a pastagens presente em 27,44% da área, ou seja, ocupando 17% de área destinada pela proposta de ocupação preferencialmente às explorações de florestamento com espécies energéticas, ou mesmo em áreas destinadas para a recuperação com florestas nativas.

As características das terras revelaram o alto potencial agrícola, no entanto, a distribuição espacial dos tipos de usos indicados na aptidão, não coincidiu na sua totalidade com as explorações apresentadas pelo uso/ocupação atual do solo. A análise de níveis de intensidade de uso expôs conflitos de usos relacionados à sobreutilização/uso inadequado e de transgressão ambiental.

O uso da ferramenta de geoprocessamento permitiu a correlação das informações da área de estudo. Eckhardt *et al.* (2010) empregaram ferramentas de geoprocessamento, dados de sensoriamento remoto e GPS para atualizar informações ambientais e territoriais do município de Três Coroas, RS. Os autores *op. Cit* destacam que os recursos e ferramentas utilizados possibilitam a organização de uma estrutura básica de dados, destinados à interpretação territorial, municipal, ou mesmo de uma localidade, capaz de subsidiar na avaliação e decisão a respeito da ocupação e manejo de um determinado espaço.

Conclui-se então que este modelo de diagnóstico, estudo e análise, de grande aplicabilidade nas atividades do setor rural.

6 CONCLUSÕES

No desenvolvimento desta pesquisa, destacou-se a importância da documentação cartográfica de base e as observações de campo, que correlacionadas em ambiente computacional possibilitam estudos de vulnerabilidade ambiental capazes de subsidiar a gestão do território de forma planejada, voltadas a minimizar impactos em curso.

Quanto à vulnerabilidade à perda de solos, a metodologia se constituiu como fundamental para a área de estudo. Na determinação dos graus médios de vulnerabilidade a utilização de fatores de ponderação (Equação 3) permitiu maior rigor na distribuição dos graus médios de vulnerabilidade o que resultou em valores mais coerentes em relação a distribuição espacial, principalmente, em relação as classes de solo e de declividade.

O uso das ferramentas de SIG na correlação das variáveis temáticas permitiu a análise espacial da área de estudo, com significativa redução de tempo e subjetividade, quando comparado com o método tradicional.

Neste trabalho, foi possível detectar graus de vulnerabilidade e pressão no uso do solo, passíveis de problemas de erosão, e assim, desenvolver uma proposta de adequação do uso do solo de acordo com as classes de aptidão, necessária ao uso sustentável dos recursos naturais da área estudada. Assim, entende-se que os recursos de SIG possibilitam a organização de uma estrutura básica de dados capaz de subsidiar na avaliação e decisão a respeito da ocupação e manejo de um determinado espaço. Conclui-se então, ser este modelo de diagnóstico, estudo e análise, de grande aplicabilidade nas atividades do setor rural.

7 PERSPECTIVAS PARA CONTINUIDADE DO TRABALHO

Produzir documentos e materiais para apresentar e discutir os resultados obtidos na pesquisa junto aos gestores municipais, membros de comitê de bacia hidrográfica, assim como, aos moradores da localidade estudada, com informações mais detalhadas sobre o uso adequado do solo e suas implicações.

Realizar estudo considerando a delimitação através de bacias hidrográficas levando em consideração o novo código florestal.

Realizar estudos para áreas com características semelhantes e ou distintas, localizadas em pontos estratégicos, como divisas municipais, divisas de localidades (bairros) e principais rios da Bacia Hidrográfica a que se destina o estudo, de forma que tais dados de erosão pluvial possam subsidiar a governança territorial.

REFERÊNCIAS

ALVES, F. R. P; REIS NAKASHIMA, M. S. Análise dinâmica dos processos erosivos no vale do Rio Keller - PR. In: **3º encontro de Iniciação Científica, Anais**, 1994, p.172. UERPG-UEL-UEM. PR, 1994.

ALVES, A. K; COSTA, M. V. C. Mapeamento do uso do solo e cobertura vegetal da Bacia do Ribeirão Santa Juliana no Triângulo Mineiro. In: **Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 13. 2007**. Florianópolis. INPE. São José dos Campos: INPE, 2007. p. 2267 - 2274.

Disponível em: URLib:<//marte.dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.15.22.59/doc/2267-2274.pdf. Acesso em: 15 nov. 2013.

AMELUNG, T; DIEHL, M. 1992. **Deforestation of tropical rainforest - economic causes and impact on development**. 1 v. (Kieler Studien 241). Tubingen, Germany, [s.ed.], 1992.

ANDRADE, A. R; NERY, J. T. Análise sazonal e espacial da precipitação pluvial na Bacia Hidrográfica do Rio Itaipu – Paraná. Universidade Estadual de Maringá. **Boletim de Geografia**. Maringá, v. 29, n. 2, p. 107-121, 2011.

ARONOFF, S (1989) **Geographic Information Systems: A Management Perspective**. Ottawa: WDL Publications. 58 p.

BARROS, Z. X. Estudo da adequação do uso do solo, no município de Maringá - PR, utilizando-se de geoprocessamento. **Engenharia Agrícola de Jaboticabal**, v.24, n.2, p.436-444, 2004.

BARBOSA, C. C. F. **Álgebra de mapas e suas aplicações em Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento**. Programa de Pós-graduação em Sensoriamento Remoto. 1997. 126p. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São Paulo, 1997.

BATISTA. C. T.; VERÍSSIMO, C. U. V. Vulnerabilidade geoambiental da região metropolitana de fortaleza: análise comparativa de dois métodos com enfoque a processos erosivos. **Revista de Geociências**, v. 31, n. 1, p. 47-56, 2012.

BERTOL, O. J. Diagnóstico do uso do solo no Paraná. UFPR, Curitiba – PR. In: **II Reunião Paraense de Ciência do Solo. Anais**, Curitiba, Brasil, 4 a 6 de maio de 2011, Departamento de Solos e Engenharia Agrícola (PPGCS – UFPR), p. 269 -272, 201.

BHERING, S. B; SANTOS, H. G. dos; BOGNOLA, I. A; CÚRCIO, G. R; MANZATTO, C. V; CARVALHO JUNIOR, W. de; CHAGAS, C da S; ÁGLIO, M. L. D; SOUZA, J. S. de. **Mapa de solos do Estado do Paraná**: legenda atualizada. Rio de Janeiro: EM-BRAPA/IAPAR, 2008. 74p.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012.** Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.html Acesso em 04/08/2012.

_____. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA) **Resolução 302, de 20 de março de 2002.** Dispõe sobre os parâmetros definições e limites de Áreas de Preservação Permanente de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno. Disponível em <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30302.html>. Acesso em 19/07/2013.

_____. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA) **Resolução 303, de 20 de março de 2002.** Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Área de Preservação Permanente. Disponível em <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30302.html>. Acesso em 18/18/2013.

_____. **Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001.** Altera os arts. 1º, 4º, 14, 16 e 44, e acresce dispositivos à Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, que institui o Código Florestal, bem como altera o art. 10 da Lei nº 9.393, de 19 de dezembro de 1996, que dispõe sobre o Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural - ITR, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil.03/mpv/2166-67.htm>. Acesso em: 29/11/2013.

_____. – Sistema Nacional de Unidades Conservação - SNUC. **Lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000.** Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação e dá outras providências. Brasília, DF, 2000. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9985.htm. Acesso em 04/10/2012.

_____. **Lei nº 7.803, de 18 de julho de 1989.** Altera a redação da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, e revoga as Leis nºs 6.535, de 15 de junho de 1978, e 7.511, de 7 de julho de 1986. Brasília: Presidência da República. Casa Civil. Subchefia de assuntos jurídicos. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L7803.html Acesso em 03/11/2013.

_____. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução CONAMA Nº 004, de 18 de setembro de 1985.** Dispõe sobre definições e conceitos sobre Reservas Ecológicas. D. O. U. de 20/01/1986. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res85/res0485.html>, Acesso em 04/10/2012.

_____. **Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965.** Institui o novo Código Florestal. D.O.U. de 28/09/1965. Código Florestal. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L4771.html Acesso em: 04/09/2013.

_____. **Decreto nº 23.793, de 23 de janeiro de 1934.** Aprova o código florestal. Brasília: Presidência da República. Casa Civil. Subchefia de assuntos jurídicos. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1930-1949/D23793.html. Acesso em: 04/08/2013.

BURROUGH, P. A. **Principles of Geographic Information Systems for Land Resource Assessment**. Series: Monographs on Soil Resources Survey (Book 12). Oxford Science Publications, New York. 1986. 220 p.

CÂMARA, G; FREITAS, U. M; Perspectivas em sistemas de informações geográficas. In: **Simpósio de Qualificação em Geociências**. Rio Claro: UNESP. SP. 1994.

CASSETTI, V. **Ambiente e apropriação do relevo**. 2.ed. São Paulo: Contexto, 1995. 147 p.

CASTELANI, C, S; BATISTA, G. T; PEREIRA, W. F; Adequação do uso da terra em função da legislação ambiental. In: **Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Anais**, 11, 2003, Belo Horizonte. Belo Horizonte, 2003. P. 559 – 566.

CHASE, T. N.; PIELKE, R. A.; KITTEL, T. G. F.; NEMANI, R. R.; RUNNING, S. W. Simulated impacts of historical land cover changes on global climate in northern winter. **Climate Dynamics**, v.16, p. 93-105, 1999.

CHAVES, A. A; LACERDA, M. P. C; KATO, E; GOEDERT, W. J; RAMOS, M. L. G. Uso das terras da parte norte da bacia do rio descoberto, Distrito Federal, Brasil. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 3, p. 711-718. 2010.

CORDANI, U. G., SARTORI, P. L. P; KAWASHITA, K. Geoquímica dos isótopos de estrôncio e a evolução da atividade vulcânica na Bacia do Paraná (Sul Brasil) durante o Cretáceo. In: **Academia Brasileira de Geociências, Anais**, v. 52, n. 4, p. 785-799, 1980.

COMMITTEE ON GLOBAL CHANGE, RESEARCH. **Global environmental change: research pathways for the next decade**. Washington, DC: National Academy, 1999. v. 1. 616 p.

COSTA, F. H. S; PETTA, R. A; LIMA, R. F. S; MEDEIROS, C. N. Determinação da vulnerabilidade ambiental na bacia potiguar, região de Macau (RN), utilizando sistemas de informações geográficas. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 58, n.2, p. 119-127, 2006.

COSTA, T. C. C; UZEDA, M. C; FIDALGO, E. C. C; LUMBRERAS, J. F; ZARONI, M. J; NAIME, U. J; GUIMARÃES, S. P. Vulnerabilidade ambiental em sub-bacias hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro por meio de integração temática da perda de solo (USLE), variáveis morfométricas e o uso/cobertura da terra. In: **XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Anais**, Florianópolis, Brasil, INPE, p. 2493-2500, 21-26, 2007.

CREPANI, E; MEDEIROS, J. S. DE; AZEVEDO, L. G; HERNANDEZ, P; FLORENZANO, T. G; DUARTE, V; BARBOSA. C. C. F. **Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao zoneamento ecológico-econômico e ao ordenamento territorial**. Ministério de Ciências e Tecnologia. INPE, São José dos Campos – SP. 2001.

CREPANI, E; MEDEIROS, J. S. DE; AZEVEDO, L. G; HERNANDEZ, P; FLORENZANO, T. G; DUARTE, V. Uso de sensoriamento remoto no zoneamento ecológico-econômico. Ministério de Ciências e Tecnologia. INPE, São José dos Campos – SP. In: **VIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Anais**, Salvador, Brasil, 14-19 abril 1996, INPE, p. 129-135, 1996.

ECKHARDT, R. R; SILVA, J. F; LINN, R. M. As geotecnologias no contexto do planejamento ambiental municipal - estudo de caso para o município de Três Coroas - RS – Brasil. **Geografia**, UEL (Londrina) v. 19 n. 1, p. 23 – 47. 2010.

EMATER. Instituto de Assistência Técnica e Extensão Rural. **Perfil da Realidade Municipal de Paiçandu**, 2007.

EMBRAPA (SNLCS-RJ). **Mapa de solos do Brasil**. Rio de Janeiro: 1981. Mapa colorido, escala 1:5.000.000. Acompanha texto: CAMARGO, M.N. Comunicado expositivo do mapa de solos do Brasil, 1981.

EMBRAPA (CNPS-RJ. Documento 5). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: EMBRAPA, 1999, 412p.

EMBRAPA; IAPAR (Boletim Técnico 57). **Levantamento e Reconhecimento dos solos do Estado do Paraná**. Tomo II, Londrina, 1984, 781p.

EMBRAPA (CNPQ Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento Nº 59). **Proposta de Ocupação da Planície de Inundação do Rio Paraná**. Estudo de Caso - “Canal Cortado”. 1ª edição, 33p. Campina Grande, PB. Junho, 2005.

FERREIRA, C.C; MIRANDOLA, P. H; SAKAMOTO, A. Y; GONÇALVES, F. Uso de SIG para análise da vulnerabilidade ambiental da Bacia do Alto Sucuriú – MS/BR. In: **XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Anais** - SBSR, Curitiba, PR, Brasil, INPE p.1169, 30 de abril a 05 de maio de 2011.

FLORENZANO, T. G: **Imagens de satélite para estudos ambientais**. Sao Paulo: Oficina de Textos, 2002. 97 p.

GRIGIO, A. M. **Aplicação do sensoriamento remoto e Sistemas de informação geográfica na determinação da vulnerabilidade natural e ambiental do Município de Guamaré (RN): Simulação de Risco às Atividades da Indústria Petrolífera**. 2003. 222p. Dissertação (Mestrado) – CCET, PPGGG, UFRN. 2003.

GUBERT FILHO, F. A. O desflorestamento do Paraná em um século. In: SONDA, C.; TRAUZYNSKI, S. C. (Org.). **Reforma agrária e meio ambiente: teoria e prática no estado do Paraná**. Curitiba: ITCG, 2010. p. 15-25. Disponível em:<http://www.itcg.pr.gov.br/arquivos/File/LIVRO_REFORMA_AGRARIA_E_MEIO_AMBIENTE/PARTE_1_1_FRANCISCO_GUBERT.pdf>. Acesso em: 17 set. 2012.

HOUGHTON, R. A., HACKLER, J. L., LAWRENCE, K. T. The U.S. carbon budget: contribution from land-use change. **Science**, n. 285, p. 574-578, 1999.

IBAMA/SEMA/IAP. **Resolução Conjunta 045/2007**, disponível em: <http://www.iap.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=201#estdecretos>, Acesso em 12/11/2008.

IBGE. **Manual Técnico de Pedologia**. 1ª ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1994. 316 p.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico de Pedologia**. 2ª ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2007. 323 p.

IAPAR. **Cartas Climáticas do Estado do Paraná**. Londrina, IAPAR Ed. 1994. 45 p.

KLAMT, E; DALMOLIN, R. S. D; CABRAL, D. da R. Solos do Município de São João do Polêsine: **Classificação, distribuição geográfica e aptidão de uso**. Santa Maria: CCR, Departamento de Solos, 1997. 93p.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. *Klimate der Erde*. Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928. Wall-map 150cmx200cm. In: Kottek, M., J. Grieser, C. Beck, B. Rudolf, and F. Rubel, 2006: World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated. **Meteorologische Zeitschrift**, Vol.15, No. 3, 259-263, 2006.

LAMBIN, E. F; TURNERB, B. L; GEISTA, H. J; AGBOLAC, S. B; ANGELSEND, A; BRUCEE, J. W; COOMESF, O. T; DIRZOG, R; FISCHERH, G; FOLKEI, C; GEORGEJ, P. S; HOMEWOODK, K; IMBERNONL, J; LEEMANSM, R; LIN, X; MORANO, E. F; MORTIMOREP, M; RAMAKRISHNANQ, P. S; RICHARDSR, J. F; SKANESS, H; STEFFEN, W; STONEU, G. D; SVEDINV, U; VELDKAMPW, T. A; VOGELX, C; XUY, J. The causes o fland-use and land-cover change: moving beyond the myths. **Global Envi-ronmental Change**, v. 11, p. 261-269, 2001.

LANDAU, E. C; GUIMARÃES, D. P. Análise Comparativa entre os modelos digitais de elevação ASTER, SRTM e TOPODATA. In: **Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR)**, 15. 2011, Curitiba. Anais - São José dos Campos: INPE, 2011, p.4003.

LEPSCH, I.F.; BELLINAZZI JR., R.; BERTOLINI, D.; ESPÍNDOLA, C. R. **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso**. 4a aproximação. Campinas: SBCS, 175p. 1983.

_____. **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso: 4ª aproximação**. 2. Imp. rev. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1991. 175 p.

MAACK, R. **Geografia física do estado do Paraná**. 3 ed. Imprensa Oficial. Curitiba, 2002. 440 p.

_____. **Geografia física do Paraná**. 2ª ed. Livraria José Olímpio, Ed. Curitiba, 1981, 260 p.

_____ **Geografia Física do Estado do Paraná.** Curitiba: Badep: UFPR, 1968, 232 p.

_____ **As consequências da devastação das matas no estado do Paraná.** Arq. Biol. Técnol. v. 8. p. 437-457. Curitiba, 1953.

MANZATTO, C. V; RAMALHO FILHO, A; COSTA, T. C. E. C; SANTOS, M. L. M; COELHO, M. R; SILVA, E. F. da; OLIVEIRA, R. P. de. Potencial de uso e uso atual das terras. In: MANZATTO, C; JUNIOR, E. de F; PEREZ, J. R. R (Ed.). **Uso agrícola dos solos brasileiros.** Rio de Janeiro: Embrapa Solos, p. 13-21, 2002.

MARINGÁ. **Plano de manejo do horto floresta de Maringá (Horto Florestal Dr. Luiz Teixeira Mendes).** Prefeitura Municipal de Maringá – SMMA. 2013.

MARQUES, J. Q; BERTONI, J; BARRETO, G. B. Perdas por erosão no estado de São Paulo. **Bragantia**, v. 20, n. 47, p. 1143-1181, 1961.

MAXIMINIANO, G. A. **Bacia do Rio Pato Branco: ensaio cartográfico para análise da fragilidade do meio físico com uso de geoprocessamento.** 1996. Dissertação (Mestrado), São Paulo: USP, – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

MELGAÇO, L. M.; SOUZA FILHO, C. R.; STEINMAYER, M. Comparação entre modelos digitais de elevação gerados por sensores ópticos e por radar. In: **Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR)**, 12., Goiânia. Anais, São José dos Campos: INPE, 2005, p. 1215-1220.

MENEZES, J.B; ARAÚJO, M.S.B; GALVÍNCIO, J.D. Aptidão agrícola dos solos de uma bacia no semi-árido de Pernambuco, utilizando técnicas de geoprocessamento. **Revista de Geografia.** Recife: UFPE – DCG/NAPA, v. 24, nº3, 2007.

MORO, A. D. **Substituição das culturas, modernização agrícola e organização do espaço rural no norte do Paraná.** 1991. Tese (Doutorado em Geografia Física) - Instituto Geográfico, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1991.

NAKASHIMA, M.S.R; RONCADA, T.C; PRATES, D.C. Dinâmica do uso do solo agrícola no vale do rio Keller-PR. In: **Encontro Científico do Depart. Geografia, Universidade Estadual de Maringá.** Anais, UEM, p.67, Maringá, 1992.

NAKASHIMA, M.S.R. **Análise dos processos erosivos e de fragilidade ambiental na Bacia do Rio Keller-PR.** 1999. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

NETO, O. C. P; LIMBERGER, L. Estudo da adequabilidade do uso do solo na área rural, através de técnicas de geoprocessamento. **Geografia, UEL** (Londrina – PR), v. 11 - Número 2, p. 171 – 183, 2002

OLIVEIRA, M. A. T. Processos erosivos e preservação de áreas de risco de erosão por voçorocas. In: GUERRA, A. J. T; SILVA, A. S. & BOTELHO, R. G. M. (org). **Erosão e conservação dos solos**. Rio de Janeiro: Bertrand, 1999.

PAIÇANDU. **Lei 1802 de 05 de setembro de 2007**. Institui o Plano diretor do Município de Paiçandu – Pr. Paiçandu: Prefeitura Municipal, 2007.

Disponível: <http://www.controlemunicipal.com.br/inga/sistema/arquivos/17/61e156ab6490.pdf>. Acesso em 18/08/2012.

PARANÁ. **Decreto nº 8680 de 06/08/2013**. Publicado no D.O.E. em 6 ago 2013. Institui o sistema de cadastro ambiental rural do estado do paraná sicar-pr e adota demais providências.

Disponível: <HTTP://WWW.LEGISWEB.COM.BR/LEGISLACAO/?ID=257357>.

Acesso em 7/12/2013.

_____. **Decreto Estadual 387/1999**. Intitui o Sistema de Manutenção, Recuperação e Proteção da Reserva Florestal Legal e Áreas de Preservação Permanente. Disponível em:

http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/Legislacao_ambiental/Legislacao_estadual/DECRETOS/DECRETO_ESTADUAL_387_1999.pdf ,

Acesso em 17/12/2013.

_____. ITCF. **Mapeamento dos solos para o Estado Paraná 1:250.000**. 2008.

_____. ITCF. **Atlas do Estado Paraná**, 1:50.000, Curitiba, 1980.

_____. ITCG. **Dados e informações geoespaciais temáticos - climatologia**.

2013. Disponível em: <http://www.itcg.pr.gov.br/modules/faq/category.php?categoryid=9#>.

Acesso em 7/12/2013.

_____. Instituto das Águas do Paraná (ÁGUAS PARANÁ). **Base hidrográfica do Estado do Paraná 1:50.000**. 2011.

PAREDES, E. A. **Sistema de informação geográfica: (geoprocessamento) princípios e aplicações**. São Paulo: Editora Erica Ltda. 1994. 690 p.

PEDRON, F.A; POELKING, E.L; DALMOLIN, R.S.D; AZEVEDO, A.C; KLAMT, E. A. aptidão de uso da terra como base para o planejamento da utilização dos recursos naturais do município de São José do Polêsine – RS. **Ciência Rural**, 36:105-112, 2006.

RAMALHO FILHO, A; BEEK, K. J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. Brasília: SUPLAN/MA/SNLCS/EMBRAPA, 1995. 65 p.

RODERJAN, C. V; GALVÃO, F; KUNIYOSHI, Y. S; HATSCHBACH, G. G. As Unidades Fitogeográficas do Estado do Paraná. **Ciência e Meio Ambiente – Fitogeografia do Sul da América**. Santa Maria – RS, n. 24, p.75 - 92, 2002.

ROSS, J. L. S. Análise da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. **Revista do Departamento de Geografia**, nº 8. FFLCH-USP. São Paulo, 1994.

ROSS, Jurandir Luciano Sanches, **Geomorfologia: ambiente e planejamento**. 5ª. ed. – São Paulo: Contexto, 2000. 82p.

SALA, O. E; CHAPIN, F. S; ARMESTO, J. J; BERLOW, E; BLOOMFIELD, J; DIRZO, R; HUBER-SANWALD, E; HUENNEKE, L. F; JACKSON, R. B; KINZIG, A; LEEMANS, R; LODGE, D. M; MOONEY, H. A; OESTERHELD, M; POFF, N. L; SYKES, M. T; WALKER, B. H; WALKER, M; WALL, D. H. Biodiversity: global biodiversity scenarios for the year 2100. **Science**, n. 287, p. 1770-1774, 2000.

SANQUETTA, C. R. **Os números atuais da cobertura florestal do Paraná**. 2004. 6p. Disponível em:<www.ambientebrasil.com.br> Acesso em: 28 out. 2008.

SANTOS, A. F. **Estudo agroambiental de uma bacia hidrográfica, visando sua sustentabilidade**. 93f. 2009. Tese (Doutorado em Agronomia - Energia na Agricultura). Universidade Estadual Paulista, Botucatu, São Paulo, 2009

SANTOS, F. J; KLAMT, E. Gestão agroecológica de microbacias hidrográficas através de técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto – caso Fazenda Pantanoso. **Ciência Rural**, 34: 1785-1792, 2004.

SILVA, E. B. **Avaliação da aptidão agrícola das terras como subsídio à reforma agrária: Assentamento Eldorado dos Carajás**. 2007. 147p. (Dissertação de Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

SILVA, E. B; NOGUEIRA, R. E; UBERTI, A. A. A. Avaliação da aptidão agrícola das terras como subsídio ao assentamento de famílias rurais, utilizando sistemas de informações geográficas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, n.6, p. 1977 – 1990. 2010.

SILVA NETO, J. C. A. Indicação para o uso da terra na bacia hidrográfica do rio salobra – Serra da Bodoquena, Mato Grosso do Sul. **RA´E GA**, p. 279-304, Curitiba: Departamento de Geografia – UFPR. 2012.

SMITH, T; Peuquet, D; Menon, S; Agarwal, P. KBGIS-II, a Knowledge-Based Geographical Information System. **International Journal of Geographical Information Systems**. v. 1. n. 2. p. 149-172, 1987.

SPORL, C. **Análise da fragilidade ambiental relevo-solo com aplicação de três modelos alternativos nas altas bacias do rio Jaguari Mirim, Ribeirão do Quartel e Ribeirão do Prata**. 2001. 165 f. Dissertação (Mestrado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

TOLBA, M. K; EL-KHOLY, O. A. (ed.) **The World environment 1972-1992: two decades of challenge**. London: 1º v. Chapman & Hall, 1992.

TRICART, J. **Ecodidâmica**. FIBGE/SUPREN, 1977. Rio de Janeiro, 97 p. 1977. Original publicado em 1965, na França.

WALTRICK, P.C. **Erosividade de chuvas no Paraná: atualização, influência do “el niño” e “la niña” a estimativa para cenários climáticos futuros**. 2010. 106 f. Dissertação (Mestrado em em Pedologia e Manejo do Solo) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2010.