

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ – UEM PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO / DOUTORADO EM GEOGRAFIA – ANÁLISE REGIONAL E AMBIENTAL

UNIDADES GEOAMBIENTAIS DA MARGEM ESQUERDA DA PLANÍCIE ALUVIAL DO RIO IVAÍ-PR

MARTA GASPAR SALA

MARINGÁ – PR

2014

MARTA GASPAR SALA

**UNIDADES GEOAMBIENTAIS DA MARGEM ESQUERDA DA PLANÍCIE
ALUVIAL DO RIO IVAÍ-PR**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação
– Doutorado em Geografia, área de concentração:
Análise Regional e Ambiental – do Departamento
de Geografia, do Centro de Ciências Humanas,
Letras e Artes da Universidade Estadual de
Maringá, como requisito parcial para a obtenção
do título de Doutor em Geografia. Orientador:
Prof. Dr. Nelson Vicente Lovatto Gasparetto

MARINGÁ – PR

2014

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Biblioteca Central - UEM, Maringá, PR, Brasil)

S159u Sala, Marta Gaspar
Unidades geoambientais da margem esquerda da
planície aluvial do rio Ivaí-PR / Marta Gaspar Sala.
-- Maringá, 2014.
155 f., anexo : il. color., figs., tabs. quadros

Orientador: Prof. Dr. Nelson Vicente Lovatto
Gasparetto.

Coorientador: Prof. Dr. Manoel Luiz dos Santos.
Tese (doutorado) - Universidade Estadual de
Maringá, Programa de Pós-Graduação em Geografia,
2014.

1. Planície aluvial - Solos - Rio Ivaí (PR). 2.
Planície aluvial - Planejamento ambiental - Rio Ivaí
(PR). 3. Planície aluvial - Unidades geoambientais -
Rio Ivaí (PR). I. Gasparetto, Nelson Vicente
Lovatto, orient. II. Santos, Manoel Luiz, coorient.
III. Universidade Estadual de Maringá. Programa de
Pós-Graduação em Geografia. IV. Título.

CDD 21.ed. 551.30098162

AMMA-001841

UNIDADES GEOAMBIENTAIS DA MARGEM ESQUERDA DA PLANÍCIE ALUVIAL
DO RIO IVAÍ - PR

Tese de Doutorado apresentada a Universidade Estadual de Maringá, para obtenção do grau de Doutor em Geografia, área de concentração: Análise Regional e Ambiental, linha de pesquisa Análise Ambiental.

Aprovada em 12 de setembro de 2014.

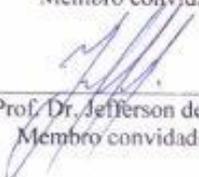
BANCA EXAMINADORA


Prof. Dr. Nelson Vicente Lovatto Gasparetto
Orientador – PGE/UEM


Prof. Dr. Paulo Nakashima
Membro convidado –PGE/UEM


Prof. Dr.ª Marta Luzia de Souza
Membro convidado – PGE/UEM


Prof. Dr. Sidney Kuerten
Membro convidado – UEMS


Prof. Dr. Jefferson de Queiroz Crispim
Membro convidado – UNESPAR

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, por ter terminado mais uma etapa tão importante em minha vida.

Ao meu professor orientador, e amigo, Dr. Nelson Vicente Lovatto Gasparetto, pelas orientações e palavras de ânimo.

À professora e amiga, Dr^a Marta Luzia de Souza, pelo empréstimo do espaço em sua sala, pelas orientações e pelas palavras amigas.

Ao técnico de laboratório do Grupo de Estudos Multidisciplinares do Ambiente (GEMA-UEM) e amigo, Vanderlei Grzegorzczuk, pela grande ajuda nas análises de solos e conselhos, nos momentos oportunos.

Ao professor Dr. Manoel Luiz dos Santos (Co-orientador), pelo auxílio no desenvolvimento desta tese.

À professora Dr^a Maria Tereza de Nóbrega, pelas importantes orientações, quanto aos solos da área e estrutura desta tese.

À técnica do laboratório do departamento de química da Universidade de Maringá (DQI-UEM), Sandra, pela ajuda nas análises de química de rotina dos solos da área de estudos.

À amiga Rafaela Harumi Fugita, pela ajuda com os gráficos e pelas palavras de conforto.

Ao amigo Marcel Hideyuki Fumyia, principalmente pela disposição de ajuda no campo.

Ao amigo João Cláudio Alcântara dos Santos, também pela ajuda no campo.

Ao amigo Carlos Henrique da Graça, pelo auxílio com os produtos cartográficos.

Ao amigo Michael Sordi, pelo auxílio com os gráficos de solos e pela amizade.

À professora e amiga Maria Lucia, pela ajuda e dedicação com a correção ortográfica dessa pesquisa.

À amiga Patricia de Sousa pela ajuda com os gráficos de médias pluviométricas.

A todos os amigos do Grupo de Estudos Multidisciplinares do Ambiente (GEMA-UEM), pela amizade e ajuda.

Ao CNPq, processo 473023/2010-5 e processo 470446/2012-9, que possibilitou tanto o financiamento dos trabalhos de campo quanto o financiamento das análises químicas da água da área de estudos.

Faço, ainda, um agradecimento em especial:

Para a minha família: ao meu marido Luis Eduardo Sala e aos meus filhos Luis Eduardo sala Filho e Daniela Sala, pela compreensão nos momentos de minha ausência, pela força nos momentos mais difíceis, e, principalmente pela grandiosa ajuda nos trabalhos de campo.

Às minhas irmãs Angélica, Joana, Luciana e Érica e ao meu irmão Gaspar que sempre me incentivaram a continuar estudando.

À minha cunhada Eliane Miquelão, pela força e palavras de incentivo.

Novamente às minhas irmãs Érica e Joana, pela bondade de acolher e cuidar da minha mãe, principalmente no período de escrita desta tese.

Ainda, um agradecimento especial, para a minha irmã Érica e para meu cunhado Edilson. Valeu pela ajuda nos trabalhos de campo.

E aos amigos Cleuza e Paulo, residentes em Icaraíma, principalmente pelo acolhimento, hospedagem e também pela colaboração com os trabalhos de campo.

RESUMO

Esta pesquisa teve como principal objetivo a elaboração de um mapa de unidades geoambientais da margem esquerda da planície aluvial do rio Ivaí-PR. Para execução desse produto cartográfico, foram analisados e mapeados diversos elementos do meio físico e antrópico da área (solo, geomorfologia, geologia, declividade, hipsometria e uso e ocupação do solo). Destacando que, em todos os mapeamentos, toda planície aluvial foi representada para uma melhor visualização dos atributos que compõem essa paisagem. No entanto, as análises dos solos e da água de superfície e subsuperfície, para identificação de uma possível contaminação desse ecossistema por resíduos de agrotóxicos, foram efetuadas somente do lado esquerdo, devido à extensão de toda a planície e similaridade dos solos e geoformas, nos dois lados da planície aluvial. As análises morfológicas e físicas dos solos dos perfis distribuídos nas unidades geoambientais permitiram a identificação de oito tipos de solos: Gleissolo Háptico Eutrófico cambissólico, Gleissolo Háptico Distrófico típico, Gleissolo Háptico Eutrófico, Neossolo Flúvico Eutrófico, Neossolo Flúvico Eutrófico gleizado, Neossolo Quartzarênico Órtico, Argissolo Vermelho Eutrófico e Latossolo Vermelho Distrófico de textura média. A maioria desses solos são formados a partir de sedimentos aluviais. Logo, encontram-se associados aos depósitos aluviais, e, geralmente apresentam-se mal drenados, devido à alta disponibilidade hídrica da planície, sujeita às inundações e à frequente elevação do lençol freático. A capacidade de troca catiônica (CTC) e os teores de matéria orgânica apresentaram-se mais elevados nos solos com uso de floresta natural. Quanto às análises químicas da água, não foram encontrados valores representativos de contaminação. Para um melhor entendimento das potencialidades, limitações e fragilidades da área de estudos, também foi efetuado um levantamento referente à legislação ambiental e à identificação das unidades de conservação ambiental. Assim, a correlação entre todos os dados levantados permitiu a divisão da área de estudos em cinco unidades geoambientais. A análise desse produto cartográfico evidenciou que todas as unidades possuem potencialidades quanto ao uso, principalmente agropecuário, com o predomínio de pastagens e de cultivo de arroz. A atividade de mineração, em especial de argila, também se constituiu em um potencial de uso em alguns locais. Sobre as fragilidades e limitações ambientais das unidades, são evidenciadas, sobretudo, pelo desmatamento generalizado, pelas características dos solos, pelos períodos de inundação e pelo risco de contaminação por agrotóxico. Ressaltando que a área de estudos, como toda a planície aluvial do rio Ivaí, fazem parte da área de Preservação Ambiental das Ilhas e Várzeas do rio Paraná e do Corredor de Biodiversidade Caiuá - Ilha Grande, que estão incluídos no plano de manejo do Parque Nacional de Ilha Grande (PNIG). No entanto, o que se identifica na área é uma forma de ocupação, principalmente voltada para a agropecuária sem o compromisso de preservar e reconstituir os remanescentes da floresta natural ou até mesmo de utilizá-los de maneira sustentável.

Palavras-chave: Planície aluvial, Solos, Planejamento ambiental, Unidades Geoambientais.

ABSTRACT

This research has as its main objective the elaboration of a geoenvironmental units map of the alluvial plain from Ivaí river (PR) left margin. To the execution of this cartographic product were analyzed and mapped several elements from physical and anthropic environment (soil, geomorphology, geology, slope, hypsometry, land use and land occupation). Highlighting that in all mappings the whole alluvial plain were represented for a better visualization of the attributes that compound this landscape. However, the soil and surface and subsurface water analysis to identification a possible contamination of the ecosystem by agrichemical residua were performed only on left side, due to the extension of the whole plain and the soil e geoshapes similarity of both alluvial plain sides. The morphological and physical analysis of profiles distributed in the geoenvironmental units allowed identification of eight types of soils: Eutrophic Haplic Gleysoil cambissolic, Typical Distrophic Haplic Gleysoil, Eutrophic Haplic Gleysoil, Eutrophic Fluvic Neosols, Gley Eutrophic Fluvic Neosols, Orthic Quartzarenic Neosol, Eutrophic Red Argisoil and Medium Texture Distrophic Red Latosol (Oxisoil). Most of this soils are formed from aluvial sediments, therefore founds associated to alluvial deposits, and in general shows poorly drained, due to high hydric availability of the plain, subjected to inundation and frequent elevation of the groundwater level. The cation-exchange capacity (CEC) and the organic matter levels showed high values in soils under natural forest cover. As for chemical analysis of water weren't found representative values of contamination. For a better understanding of the potentialities, limitations and fragilities of the study area, also were accomplished a data survey about legal legislation and the identification of environmental conservation units. Thus, the correlation of all data collected allowed the study area division in five geoenvironmental units. Analysis of this cartographic product evidenced that all units have potential as use, mainly agricultural with predominance of rice farming and grasslands. The mining activity, especially clay, also constitutes a potential usage in some locals. About the environmental fragilities and limitations of units are evidenced, mainly, by the generalized deforestation, by the soil characteristics, by the inundation periods, and by agrichemical contamination. Stressing that the whole study area as the whole alluvial plain of Ivaí river are part of the environmental Preservation area of Islands and floodplains of Parana River and Caiua-Ilha Grande biodiversity corridor, that are included in the Ilha Grande National. However, it appears that the area is a form of occupation, mainly focused on agriculture without a commitment to preserve and reconstruct the remaining natural forest or even use them in a sustainable manner.

Keywords: Alluvial Plain, Soil, Environmental Planning, Geoenvironmental Unit.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localização da área de estudo.....	18
Figura 2: Precipitação total anual- estação de Icaraíma.....	25
Figura 3: Precipitação total anual- estação de Tapira.....	26
Figura 4: Precipitação total anual- estação de Novo Porto Taquara.....	26
Figura 5: Mapa de localização das principais drenagens da área de estudo.....	29
Figura 6: Mapa geológico-geomorfológico da planície do rio Ivaí.....	40
Figura 7: Diferentes etapas da inundação sobre a planície.....	42
Figura 8: Carta de áreas inundáveis da planície aluvial do rio Ivaí.....	45
Figura 9: Mapa de compartimentação da área de pesquisa.....	58
Figuras 10: Afloramento rochoso da Formação Caiuá no porto Herculândia.....	59
Figuras 11: Afloramento rochoso da Formação Caiuá no porto Herculândia.....	59
Figura 12: Mapa geológico da área de pesquisa.....	61
Figura 13: Mapa de solos da área de pesquisa.....	63
Figura 14: Mapa de declividade da área de pesquisa.....	65
Figura 15: Mapa hipsométrico da área de pesquisa.....	67
Figura 16: Imagem de satélite CNES/SPOT (2012) exibindo marcas de paleocanais....	69
Figura 17: Desnível do Terraço Ivaí com a Planície de inundação Ivaí.....	70
Figura 18: Mapa geomorfológico da área de pesquisa.....	71
Figura 19: Unidades de Conservação Ambiental da área de pesquisa.....	82
Figura 20: Evolução da cultura de cana-de-açúcar dos municípios limieiros a área.....	84
Figura 21: Mosaico com os principais tipos de uso de solo da área de pesquisa.....	86
Figura 22: Mapa de uso e ocupação do solo da área de pesquisa.....	88
Figura 23: Mapa de localização dos perfis de solo da área de pesquisa.....	90
Figura 24: Distribuição granulométrica em profundidade dos perfis de solo do CI.....	95
Figura 25: Distribuição granulométrica em profundidade dos perfis de solo do C II...102	
Figura 26: Distribuição granulométrica em profundidade dos perfis de solo do C III..110	
Figura 27: Mapa de localização dos pontos de coleta de água da área de pesquisa.....	115
Figura 28: Locais de coleta de água.....	117
Figura 29: Mapa de Unidades Geoambientais da área de estudos.....	119
Figura 30: Representação fotográfica do perfil de solo 1.....	143
Figura 31: Representação fotográfica do perfil de solo 2.....	144
Figura 32: Representação fotográfica do perfil de solo 3.....	145

Figura 33: Representação fotográfica do perfil de solo 4.....	146
Figura 34: Representação fotográfica do perfil de solo 5.....	147
Figura 35: Representação fotográfica do perfil de solo 6.....	148
Figura 36: Representação fotográfica do perfil de solo 7.....	149
Figura 37: Representação fotográfica do perfil de solo 8.....	150
Figura 38: Representação fotográfica do perfil de solo 9.....	151
Figura 39: Representação fotográfica do perfil de solo 10.....	152
Figura 40: Representação fotográfica do perfil de solo 11.....	153
Figura 41: Representação fotográfica do perfil de solo 12.....	154

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Tipo de solos (EMBRAPA 2013), morfologia do terreno e uso do solo dos perfis 1, 2, 3 e 12.....	89
Tabela 2: Composição granulométrica, grau de flocculação e dispersão da argila e relação silte/argila dos solos dos perfis do compartimento I.....	93
Tabela 3: Características químicas dos solos dos perfis do compartimento I.....	97
Tabela 4: Tipo de solos (EMBRAPA 2013), morfologia do terreno e uso do solo dos perfis 4, 5, 6 e 7.....	98
Tabela 5: Composição granulométrica, grau de flocculação e dispersão da argila e relação silte/argila dos solos dos perfis do compartimento II.....	100
Tabela 6: Características químicas dos solos dos perfis do compartimento II.....	105
Tabela 7: Tipo de solos (EMBRAPA 2013), morfologia do terreno e uso do solo dos perfis 8, 9, 10, e 11.....	106
Tabela 8: Composição granulométrica, grau de flocculação e dispersão da argila e relação silte/argila dos solos dos perfis do compartimento III.....	108
Tabela 9: Características químicas dos solos dos perfis do compartimento III.....	112

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Principais linhas metodológicas para elaboração de mapas geoambientais (Cendrero, 1990).....	34
Quadro 2 - Grupos químicos, características, localização e efeitos- Baseado de Chicati et al. (2012).....	114
Quadro 3: Síntese das principais características físicas e de uso e ocupação das unidades geoambientais da área de estudos.....	126

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	15
2 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE PESQUISA.....	18
3 CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO IVAÍ.....	19
3.1 SUBSTRATOS ROCHOSOS.....	19
3.2 RELEVO.....	21
3.3 VEGETAÇÃO.....	22
3.4 CLIMA.....	23
3.5 REDE DE DRENAGEM.....	27
3.6 SOLOS.....	30
4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICO-METODOLÓGICA.....	32
4.1 PLANEJAMENTO AMBIENTAL.....	32
4.2 PLANÍCIE ALUVIAL.....	37
4.3 SOLOS DE PLANÍCIE ALUVIAL.....	46
5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	52
5.1 TÉCNICAS DE ELABORAÇÃO DOS PRODUTOS CARTOGRÁFICOS.....	52
5.2 TÉCNICAS DAS ETAPAS DE CAMPO E DE LABORATÓRIO.....	54
5.2.1 Análise morfológica dos perfis de solo.....	54
5.2.2 Análise granulométrica.....	55
5.2.3 Química de rotina.....	55
5.2.4 Análise química da água para identificação de agrotóxicos.....	55
6 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	57
6.1 MAPA DE DIVISÃO DE COMPARTIMENTAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDOS.....	57
6.2 MAPA GEOLÓGICO.....	59
6.3 MAPA DE SOLOS.....	62

6.4 MAPA DE DECLIVIDADE.....	64
6.5 MAPA DE HIPSOMÉTRICO.....	64
6.6 EVOLUÇÃO DA PAISAGEM DA ÁREA DE ESTUDO E ANÁLISE DO MAPA GEOMORFOLÓGICO.....	66
6.7 USO E OCUPAÇÃO DOS SOLOS DA ÁREA DE ESTUDOS.....	74
6.7.1 Histórico de uso e ocupação da região da área de estudos.....	74
6.7.2 Legislação ambiental e Unidades de Conservação Ambiental (UCs) da área de estudos.....	77
6.7.3 Forma de ocupação dos municípios limítrofes a área de estudos.....	83
6.7.4 Mapa de uso e ocupação do solo da área de estudos.....	85
6.8 Análises morfológica, física e química dos perfis de solo.....	89
6.9 Análise química da água de superfície e subsuperfície da área de estudos.....	113
6.10 MAPA DE UNIDADES GEOAMBIENTAIS DA ÁREA DE ESTUDOS.....	118
7 CONCLUSÕES.....	127
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	130
APÊNDICE.....	142
ANEXO.....	155

1 INTRODUÇÃO

O crescente uso das planícies aluviais para fins urbanos, industriais e agrícolas coloca em evidência os aspectos do meio físico dessas áreas. Neste sentido, o conhecimento de seus atributos é estratégico, pois viabiliza a exploração sustentável dos recursos naturais para os diversos setores da atividade humana. No seu curso inferior, o rio Ivaí desenvolve uma planície aluvial com uma intensa ocupação agrícola com uma importante indústria de fabricação de álcool e açúcar. O intenso plantio de cana-de-açúcar e arroz, aliado ao desenvolvimento da pecuária e atividades de mineração de argila podem tornar esse ambiente vulnerável a degradação de seus elementos naturais.

Considerando essas formas de ocupação da área, identificou-se que boa parte das propriedades rurais localizam-se em locais de mata ripária e de várzeas, consideradas por lei como Áreas de Proteção Permanente (APP). Encontram-se na planície apenas fragmentos da floresta natural que estão distribuídos no interior das propriedades rurais, em algumas nascentes e margeando alguns trechos do rio Ivaí e tributários. O aumento do percentual de ocupação e produção nas Áreas de Preservação Permanente (APPs) gera preocupações quanto à fragilidade desse ambiente que poderia ser utilizado de maneira sustentável, por exemplo, para fins de turismo ecológico, já que a área apresenta potencial para essa atividade.

Outra questão a se considerar é que apesar de existirem várias pesquisas voltadas ao planejamento ambiental de bacias hidrográficas, municípios e até regiões maiores, as pesquisas efetuadas somente em planícies aluviais ainda são incipientes, principalmente as que analisam a cobertura pedológica relacionada a outros atributos naturais e de uso e ocupação dessas áreas. O que frequentemente se encontra a respeito dos solos de planícies aluviais são relatórios técnicos. Assim, a análise integrada dos elementos naturais e de uso e ocupação nesse ecossistema permite o conhecimento da dinâmica atual da paisagem que é fundamental para os estudos ambientais.

Diante do exposto, essa pesquisa justifica-se em contribuir com estudos relacionados às áreas de planícies aluviais, já que são poucos os trabalhos que adotam somente essas áreas como objeto de estudo. Assim, essa pesquisa se propõe a fornecer informações e a servir de instrumento para o planejamento e gestão dos recursos naturais da margem esquerda da planície aluvial do rio Ivaí. Considerando a área de estudo como parte integrante do sistema fluvial da bacia hidrográfica do rio Ivaí e que é formada pelo conjunto de várias feições

morfológicas: planície de inundação, diques marginais, terraços fluviais, paleocanais, meandros abandonados e canal fluvial, com coberturas pedológicas distintas.

Dessa forma, o principal objetivo desse trabalho foi analisar os elementos naturais e de uso e ocupação da margem esquerda da planície aluvial do rio Ivaí complementando com a análise e discussão da física e química dos solos e química da água de superfície e subsuperfície da área para efetivação de um mapa de Unidades Geoambientais.

A escolha como área de pesquisa somente do lado esquerdo da planície aluvial do rio Ivaí deve-se: 1- Tamanho da área pesquisada e otimização das análises de solo e da água. Como a planície aluvial do rio Ivaí apresenta uma área total de aproximadamente 628,55km², se fossem escolhidos os dois lados da planície aluvial, o número de análises seria maior, o que demandaria mais recursos. 2- Em ambos os lados da planície aluvial ocorrem as mesmas geoformas (terraços, paleocanais, planície de inundação e diques marginais), fazendo, com que o estudo de somente um dos lados da planície seja significativo. 4- Estudando-se toda extensão da margem esquerda da planície aluvial, já tem-se a possibilidade da análise das variações das características dos solos da planície, influenciadas pelo regime das cheias, principalmente na parte a montante da planície que é diferente da parte jusante da mesma. Pois, a jusante existe uma combinação dos fluxos do Paraná e do Ivaí, permitindo que os solos se desenvolvam com alta umidade, devido às constantes oscilações do lençol freático.

A hipótese dessa pesquisa parte da premissa de que o uso do solo da planície aluvial do rio Ivaí foi responsável pela retirada de grande porcentagem da floresta natural, reduzindo significativamente as Áreas de Preservação Permanente (APPs) e de Reserva Legal (RL) o que pode ter acentuado a fragilidade ambiental, limitando a potencialidade de uso desse ecossistema.

Outra hipótese levantada foi que o uso de pesticidas e herbicidas nas lavouras pode estar causando contaminação das águas superficiais e subsuperficiais, e que as áreas sujeitas a inundações frequentes são as que mais apresentam risco de fragilidade dos seus recursos naturais devido à conectividade com outros ecossistemas. Essa conectividade é estabelecida, principalmente a partir da hidrodinâmica entre os ambientes de canal e a planície de inundação. Em síntese, uma das consequências desse processo é carrear materiais de natureza e tamanhos diversos, principalmente de solo e sedimentos, para diferentes ambientes, sendo considerado um processo natural. Porém, agregados a esses materiais, também podem vir substâncias contaminantes, expondo os diferentes ecossistemas a riscos ambientais.

Diante do exposto, é necessário considerar que a dinâmica dos processos naturais, somados aos da ação humana, sobretudo àquelas advindas do uso e da ocupação dos solos, podem interferir na dinâmica natural dos ambientes. Dessa forma, essa pesquisa se estruturou em cinco partes, além desta parte introdutória. Sendo a primeira parte formada pela localização e caracterização dos elementos geográficos da bacia hidrográfica do rio Ivaí e de sua planície aluvial.

Na segunda parte são apresentadas revisões bibliográficas com destaque para as que priorizam temas referentes a planejamentos ambientais, planícies aluviais e solos de planícies aluviais. A terceira parte traz os procedimentos metodológicos e as técnicas de produção cartográfica, ensaios de campo e laboratório dos solos típicos da área de pesquisa e análise química da água de superfície e subsuperfície.

Na quarta parte é realizada a apresentação e discussão dos resultados obtidos nessa pesquisa e apresentação e discussão do mapa de Unidades Geoambientais. Por fim, na quinta e última parte são expostas as conclusões dessa pesquisa.

2 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDOS

A área de estudos com cerca de 276,4 km², localiza-se na margem esquerda da planície aluvial do rio Ivaí, desenvolvendo-se desde a foz com rio Paraná, no município de Icaraíma, até a corredeira do Ferro em Guaporema-PR, aproximadamente entre as coordenadas de 23°21'12.74''S – 53°42'22.40''W e 23°18'32.28''S – 52°51'19.53''W (Figura 1). Os municípios limieiros a área de estudos são Icaraíma, Ivaté, Douradina, Tapira, Cidade Gaúcha e Guaporema. Segundo o IPARDES (2012) esses municípios estão inseridos na Microrregião Geográfica de Umurama, pertencente a Mesorregião Geográfica Noroeste Paranaense.

A largura da planície aluvial é maior próxima a sua foz com o rio Paraná, exibindo cerca de 15km sendo, nessa área, construída pela dinâmica conjunta do rio Ivaí e Paraná. Em direção a montante, a planície diminui sensivelmente sua largura, variando de 3 a 5km no início da planície aluvial, próximo ao município de Guaporema.

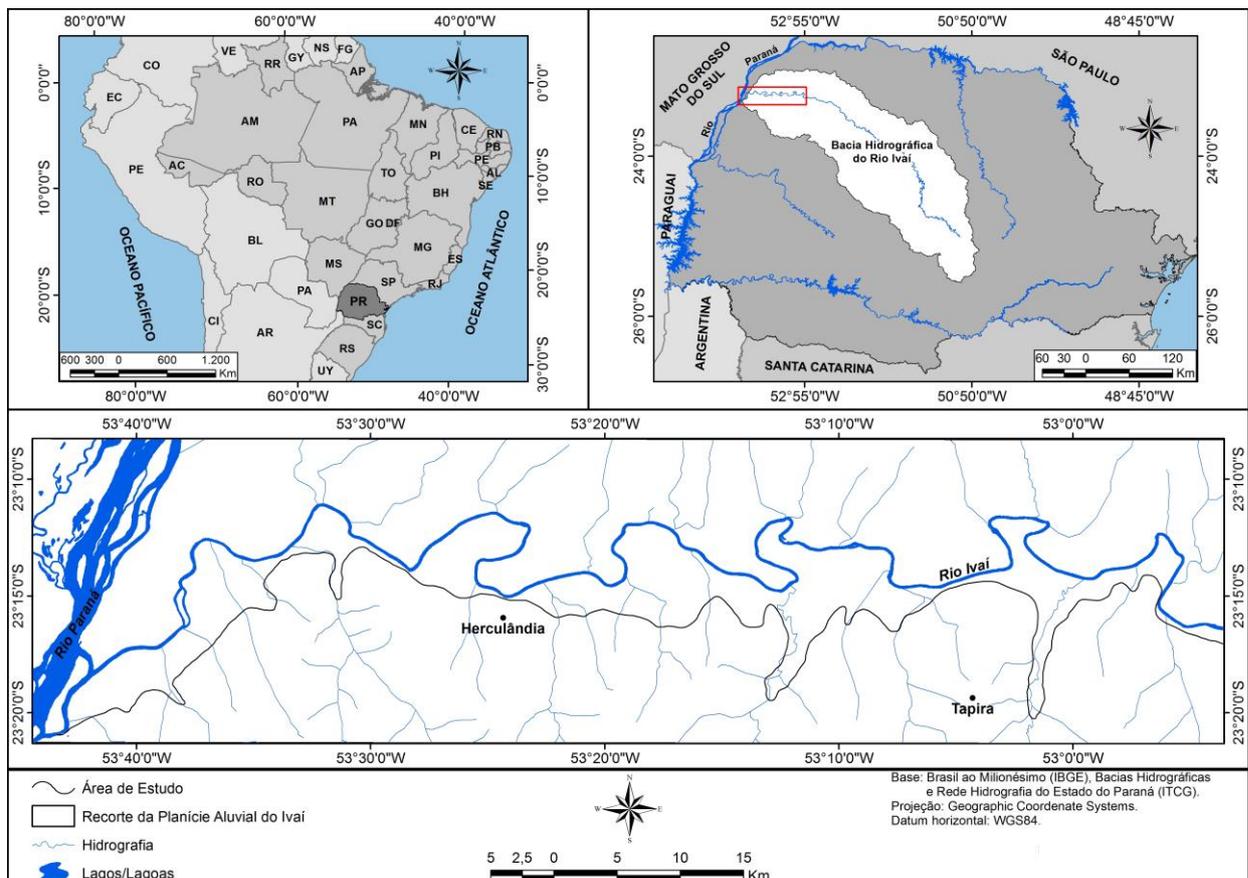


Figura 1: Mapa de localização da área de estudos

3 CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO IVAÍ

A análise física das paisagens resulta da interação de seus vários componentes, solo, clima, geologia, geomorfologia, vegetação, redes de drenagem, entre outros. Alguns autores atribuem graus de importância diferenciados na escolha desses elementos ao fazerem uma análise integrada da paisagem, a exemplo de Goosen (1971) que considera a ocorrência de solos como objeto principal dos estudos fisiográficos. Para Villota (2005) os padrões de solos de uma área podem ser reconhecidos a partir da análise fisiográfica de uma área que tem por sua vez o objetivo de classificar e correlacionar as paisagens típicas e seus processos de formação.

Ab' Saber (1969) propõe uma metodologia para esses estudos que se baseia no mapeamento geomorfológico, para divisão de unidades de paisagem. No entanto, não de forma obrigatória, estabelecendo de maneira clara três níveis de tratamento para as pesquisas sobre o relevo. Esse autor denota extrema importância para a observação sistemática, por meio da descrição do relevo e da paisagem como um todo.

Dessa forma, todos os elementos que compõem as paisagens possuem seu grau de importância, e, exercem influência uns sobre os outros. Assim, essa parte da pesquisa descreve de uma maneira geral alguns elementos físicos naturais que fazem parte da bacia hidrográfica do rio Ivaí. As descrições mais detalhadas desses elementos na área de estudos estão registradas nos resultados desse trabalho.

3.1 SUBSTRATOS ROCHOSOS

Devido a sua dimensão, a bacia do rio Ivaí é formada por uma ampla diversidade litológica, representadas pelas Formações Caiuá, Serra Geral, Botucatu/Pirambóia (Mesozóico), Rio do Rastro, Teresina, Irati (Paleozóico), e por sedimentos recentes datando do Cenozóico (MINEROPAR, 2001). Desde a sua nascente até próximo ao seu segmento médio o substrato geológico da bacia é complexo, compreendendo vários tipos de rochas sedimentares componentes das formações paleozóicas e mesozóicas. De uma maneira geral, as rochas sedimentares dominam o segmento superior da bacia do rio Ivaí. No segmento médio constata-se a presença rochas basálticas, e, no segmento inferior, também a presença de rochas sedimentares predominantemente da Formação Caiuá e aluviões compostos de sedimentos recentes localizados na planície aluvial e terraços (MINEROPAR, 2001).

Segundo Maack (2002), na porção Noroeste da bacia do rio Ivaí, sobreposto ao basalto da Formação Serra Geral, encontra-se o arenito da Formação Caiuá do grupo Bauru do período Cretáceo, que documentou um clima árido. De acordo com a proposição de Soares et al (1980) o Grupo Bauru é constituído pelas Formações Caiuá, Santo Anastácio, Adamantina e Marília. Fernandes (1992) e Fernandes e Coimbra (1994) propuseram a divisão do Grupo Bauru em dois: Grupo Caiuá (Formações: Goio Erê, Rio Paraná e Santo Inácio) e Grupo Bauru (Formações: Adamantina, Uberaba e Marília). Neste trabalho será adotada a proposição de Soares *et al.* (1980) em relação a Formação Caiuá.

Assim, a Formação Caiuá é descrita por Soares *et al.* (1980) como constituída de arenitos finos a médios, seleção regular a boa, arroxeados, estratificação cruzada de grande porte, assentadas discordantemente sobre o basalto. Devido aos regimes de cheia do rio Ivaí e seus tributários, a planície de inundação também é formada por vários depósitos colúvio-aluvionares.

Gasparetto (1999) descreve que desde sua proposição até hoje, a Formação Caiuá tem sido objeto de grandes controvérsias no que tange à gênese, idade e posicionamento estratigráfico.

Gasparetto e Souza (2003) citam que a Formação Caiuá ocorre na Região Noroeste do Paraná, recobrando uma área de aproximadamente 25.000Km², sendo constituída predominantemente por arenitos de frações médias, finas a muito finas, moderadamente bem selecionados, de cores vermelho-arroxeados a vermelho-escuro, porém quando alterado apresenta tons amarelados. O comportamento das rochas do Arenito Caiuá é classificado como brando em termo referente às rochas que cedem facilmente à pressão, apresentando geralmente dificuldade em definir com precisão os limites de resistência que devem ser adotados para esse tipo de material.

Para Bigarella e Mazuchowski (1985), a origem da Formação Caiuá é eólica. Jabur e Santos (1984) descrevem que essa formação apresenta duas litofácies distintas: na base dessa formação ocorrem arenitos arroxeados ou avermelhados com estratificação cruzada planar de grande parte geradas em ambiente desértico.

Carvalho *et al.* (1989) descrevem que o segmento inferior da bacia do rio Ivaí (área de estudo) é composto de antigos terraços e amplas várzeas de inundação (planícies) datadas do Holoceno e constituídas por sedimentos inconsolidados arenosos, argilosos e siltosos. As áreas adjacentes a planície aluvial são formadas por rochas da Formação Caiuá constituindo um manto quase que contínuo e raramente cortado por vales onde afloram derrames basálticos (CARVALHO *et al.*, 1989).

Em relação aos lineamentos estruturais, a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM -1981) descreve que a bacia do rio Ivaí desenvolve-se de um modo geral acompanhando o mergulho monoclinal das camadas paleozóicas e mesozóicas da bacia sedimentar do Paraná. A área da bacia é cortada por uma série de lineamentos estruturais de origem e tamanhos variados, dominadas por falhas, fraturas e lineações com direção preferencial NW-SE, paralela ao Arco de Ponta Grossa. As áreas de diques e lineamentos devem estar relacionadas à reativação tectônica dos alinhamentos e geração de novos fraturamentos preenchidos por diques, ocorrida no período Jurássico-Cretáceo (CPRM, 1981).

3.2 RELEVO

A bacia do rio Ivaí está inserida no compartimento, denominado por Maack (2002) de Segundo Planalto Paranaense (alto curso) e Terceiro Planalto Paranaense (médio e baixo curso). De acordo com o autor citado, uma paisagem formada por cuestras, de relevo suavemente ondulado, com colinas, outeiros, boqueirões e vales, caracterizam o Segundo Planalto Paranaense. Enquanto o Terceiro Planalto Paranaense é formado por uma paisagem representada pelo reverso da cuesta da escarpa da Serra Geral, constituída por estratos do arenito Botucatu, mas também com espessos derrames de lavas basálticas muito compactas.

Na área que compreende o médio e baixo curso, o relevo apresenta-se suavemente ondulado a ondulado, com topos alongados, vertentes convexas, com presença de saltos e cachoeiras. Nas áreas de domínio da Formação Caiuá, o relevo apresenta-se uniforme e horizontalizado com colinas convexas, caracterizado por extensas chapadas e platôs suavemente ondulados e uma expressiva planície aluvial.

Santos *et al.* (2006) contribuíram para os estudos geomorfológicos do estado Paraná, identificando grandes unidades morfoestruturais e morfoesculturais, com suas respectivas subunidades. Por meio dessa compartimentação, os autores apontam que a bacia do rio Ivaí, devido a seu tamanho, engloba duas unidades morfoestruturais formadas pela bacia sedimentar do Paraná e pelas bacias sedimentares cenozóicas e depressões tectônicas.

O rio Ivaí somente apresenta uma planície aluvial, nos seus últimos 150km, a partir da corredeira do Ferro no município de Guaporema. De acordo com Santos *et al.* (2008), essa planície aluvial representa um conjunto de depósitos, com mais de 20m de espessura, predominantemente formado por pelitos, subordinadamente de areia fina e com delgadas e

descontínuas camadas de cascalho e areia grossa depositadas sobre a Formação Caiuá (Cretáceo Superior).

A respeito dos estudos de sistemas fluviais, o que se verifica é uma extensa literatura internacional, porém, no Brasil, ainda há uma carência nesses tipos de trabalho. Desatacam-se os estudos no rio Araguaia (LATRUBESSE; STEVAUX, 2002), no rio Amazonas, (IRIONDO; SUGUIO, 1981; LATRUBESSE; RANCY, 2000; DUNNE *et al.*, 1998), no rio Taquari (ARAÚJO *et al.*, 2002) e para o rio Paraná (SANTOS 1991, 1997, 2005; STEVAUX, 1993,1994; SOUZA FILHO, 1993, 1997; SANTOS; STEVAUX, 2000; STEVAUX; SANTOS,1998; SOUZA FILHO; STEVAUX, 2004; FERNANDEZ, 1990; FERNANDEZ *et al.*, 1995).

Para o rio Ivaí os estudos geomorfológicos são quase inexistentes, destacando-se os relatórios internos da MINEROPAR e da COPEL, estudos sobre perdas de solo (SANTOS, 1999), clima (ANDRADE, 2002), e regime de débito (RAMOS, 1973), de Biazin (2005) sobre a mobilidade das formas de leito do rio Ivaí; de Destefanni (2005) sobre a hidrodinâmica do rio Ivaí; de Barros (2006) sobre a sedimentologia e geomorfologia na confluência dos rios Ivaí e Paraná, de Kuerten (2006) acerca da variação longitudinal da carga hidrotransportada e da morfologia do canal do rio Ivaí; Morais *et al.* (2005) sobre a qualidade da água do rio e de Santos *et al.* (2005).

3.3 VEGETAÇÃO

De acordo com o IBGE (1992), a bacia do rio Ivaí exibia uma vegetação com características tropicais e subtropicais, remetentes às condições da latitude, longitude, altitude e clima, fatores estes que propiciavam condições para o desenvolvimento de um substrato vegetal rico, que variavam de Floresta Ombrófila Mista e Floresta Estacional Semidecidual. Atualmente são identificados alguns fragmentos dessas florestas nas áreas sobre os diques marginais ao longo do rio Ivaí e em algumas áreas isoladas dentro da bacia. Os principais fatores responsáveis por esses desmatamentos foram a urbanização e a agropecuária.

Maack (2002) destaca que na bacia do rio Ivaí como um todo, a vegetação natural foi quase totalmente retirada e transformada em campos de cultivo ou pastagens. Este desmatamento ocorreu em vários momentos históricos, iniciando-se no século XX ao sul, indo até as décadas de 40 a 60 do mesmo século, a noroeste e a oeste da bacia.

A fisionomia da Floresta Ombrófila Mista é caracterizada pela presença do pinheiro do Paraná (*Araucaria augustifolia*) e espécies associadas: *Ocotea* (imbúia, canela), *Ilex paraguayensis* (erva-mate), *Mimosa scabrella* (bracatinga), entre outras. No que se refere a Floresta Estacional Semidecidual as principais espécies são: *Cariniana strelensis* (jequitibá), *Aspidosperma polyneuron* (peroba rosa), *Cedrela fissilis* (cedro), *Ficus* spp. (figueira), entre outras variações vegetacionais.

Na área da planície aluvial da bacia hidrográfica do rio Ivaí as variações da vegetação estão relacionadas mais com as diversificações fisiográficas, nas partes mais altas, como nos diques marginais dos rios, nas rampas colúvio-aluvionares, bem como nas partes mais altas das barras de meandros, ocorre a Floresta Tropical Perenifólia, estando sua maior ou menor exuberância relacionada com aspectos físico-químicos dos solos onde se situa (CARVALHO *et al.*, 1989).

A riqueza dessa floresta é refletida pela presença de espécies vegetais, como as *meliáceas* (cedro), as *apocináceas* (cedros), as *lauráceas* (canela), as *cecropias* (embaúba) entre outras espécies nativas. Nesse tipo de vegetação, também é bastante comum a presença de palmeiras (CARVALHO *et al.*, 1989). É importante ressaltar que essa vegetação atualmente encontra-se bastante antropizada, principalmente pelo cultivo de arroz, cana-de-açúcar e formação de pastagens.

Nas partes mais baixas da planície aluvial encontra-se uma floresta menos exuberante a Floresta Tropical de Várzea, que também se apresenta quase totalmente ocupada por pastagens e cultura de arroz.

3.4 CLIMA

A bacia do rio Ivaí está sob a influência de um clima mesotérmico, com verões quentes e chuvosos, com a média do mês mais quente superior a 22°C. A precipitação média anual varia de 1.200mm até 1.700mm nas cabeceiras. Baseado na classificação de Koepen, o IAPAR (1994) descreve que na bacia hidrográfica do rio Ivaí podem ser identificados dois tipos climáticos principais: o subtropical, que compreende o curso superior da bacia, que apresenta temperatura média no mês mais frio abaixo de 18°C (mesotérmico), com verões frescos, temperatura média no mês mais quente abaixo de 22°C e sem estação seca definida; e o tropical, que apresenta temperaturas médias que variam de 18°C a 22°C, com verões quentes e presença de geadas, que abrange os cursos inferior e médio.

Godoy *et al.* (1978) cita que a temperatura média é superior a 22°C e as médias do mês mais quente (fevereiro) e mais frio (julho) são de 25°C e 18°C, respectivamente.

Baldo (2006) analisou os aspectos da climatologia regional da bacia do rio Ivaí, como a distribuição espacial e a variabilidade interanual. A autora concluiu que a distribuição espacial da pluviosidade, para todas as escalas de análise, apresentou um padrão com os valores mais elevados a montante da bacia, devido ao efeito orográfico e ao clima subtropical úmido predominante nessa área, enquanto os menores valores foram observados a jusante, por se localizarem em um setor de baixas altitudes, numa faixa de transição do clima tropical.

Quanto à sazonalidade das chuvas na bacia hidrográfica do rio Ivaí, Andrade *et al.* (2003) identificou o mês de agosto como o mês mais seco, enquanto o mês de janeiro é o mais chuvoso, na maior parte da bacia, representando até 80% da área total.

De acordo com Godoy *et al.* (1978), na área de estudo, a precipitação anual situa-se em torno de 1.200mm. No trimestre menos chuvoso (junho, julho e agosto), o nível de precipitação reduz praticamente pela metade, sendo os meses de dezembro, janeiro e fevereiro os mais chuvosos. Segundo Bittencourt (1982), a alta concentração de chuvas no fim da primavera, coincide com a época em que grande parte dos terrenos está desprotegida pela ausência de vegetação, devido ao preparo da terra para as culturas de verão.

Destefani (2005) destaca que dentre os elementos climáticos, a precipitação pluviométrica deve ser considerada o elemento de maior importância para definir um padrão de vazão nas mais diferentes escalas temporais de análise para um sistema fluvial, pois é a principal entrada de água na bacia hidrográfica. Para a autora, se o padrão pluvial da bacia apresentar uma distribuição temporal espacial homogênea durante o ano, é bem provável que a tendência do regime fluvial, também não apresente uma sazonalidade acentuada.

Para Andrade e Nery (2003), Andrade (2002) e Baldo (2006) a variabilidade pluviométrica na bacia hidrográfica do rio Ivaí apresenta uma correlação significativa com os períodos em que ocorrem os eventos *El Niño* e *La Niña*. Com base em dados de 1974 a 2001, Andrade (2002) analisou o comportamento pluviométrico diário na bacia, concluindo que a média de dias com precipitações para esse período foi de aproximadamente 100 para os anos com padrão normal. O autor constatou que nos anos de ocorrência de *El Niño*, o número de dias com chuva chegou a 135, e nos anos com ocorrência de *La Niña*, não chegou a 100. Para Douhi (2013), essa situação associada à intensidade das precipitações interfere diretamente no balanço hídrico da bacia e no comportamento fluvial.

Cabe ressaltar que a forma estreita e alongada da bacia do rio Ivaí influencia na resposta do rio em relação às inundações, principalmente frente aos eventos pluviométricos de grande intensidade. Destefani (2005), acrescenta que esses eventos não seguem uma sazonalidade, podendo ocorrer em diferentes períodos do ano e que a bacia de drenagem do rio Ivaí não apresenta grande capacidade de armazenamento, fazendo com que as vazões de maior magnitude, registradas em períodos de maior concentração de chuva, tenham uma resposta rápida de vazão. Para a autora, este padrão deve-se principalmente à forma da bacia, cuja área de captação é pequena em relação ao comprimento do canal.

Os dados de precipitação, entre os anos de 1980 a 2013, coletados dos postos pluviométricos dos municípios de Icaraíma, Tapira, e Santa Isabel do Ivaí (posto Novo Porto Taquara), evidenciaram que a média anual total de precipitação para essa área foi de aproximadamente 1600mm. Esses dados (Figura 2, 3 e 4) evidenciam que nos anos de 1983, 1992, 1997, 2005 e 2009 as médias de chuva ficaram acima do nível padrão, enquanto que nos anos de 1995, 1998, 1999, 2005 e 2012 as médias ficaram abaixo. Esses resultados corroboram com os dados de anos de ocorrência de *El Niño* e *La Niña*, registrados pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas e Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos (INPE-CEPTEC, 2013).

Para o ano de 2013 identificou-se um aumento das médias de pluviosidade que se concentraram no mês de junho onde nas estações acima citadas registrou-se valores entre 231mm a 340,9mm. Essa quantidade de chuva, apesar de não apresentar aumento significativo de desvio padrão, com excessão para no município de Tapira (Figura 3), colaborou para ocorrência de inundações com transbordamento dos diques marginais na planície, causando perdas materiais para os agricultores da área.

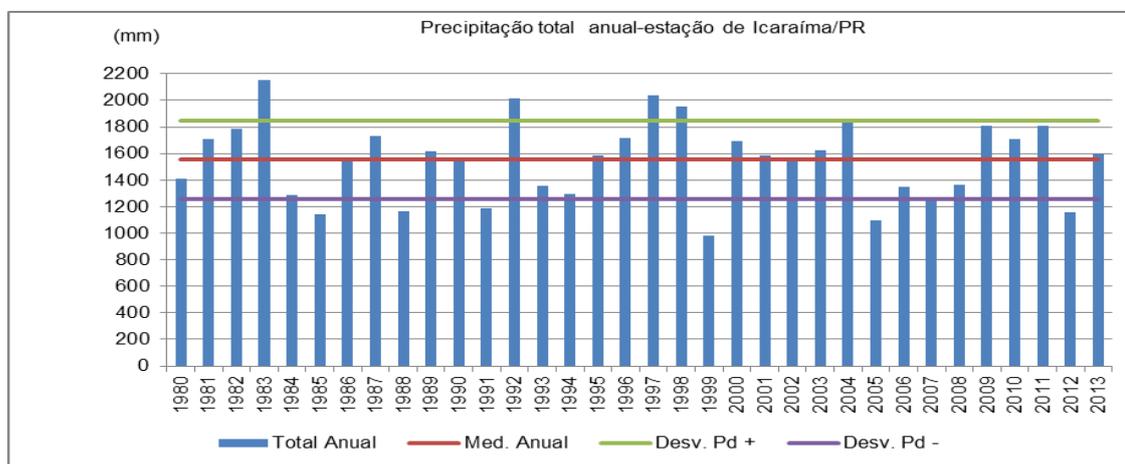


Figura 2: Precipitação total anual- estação de Icaraíma-PR. Fonte: Instituto das Águas do Paraná (ÁGUASPARANÁ, 2013)

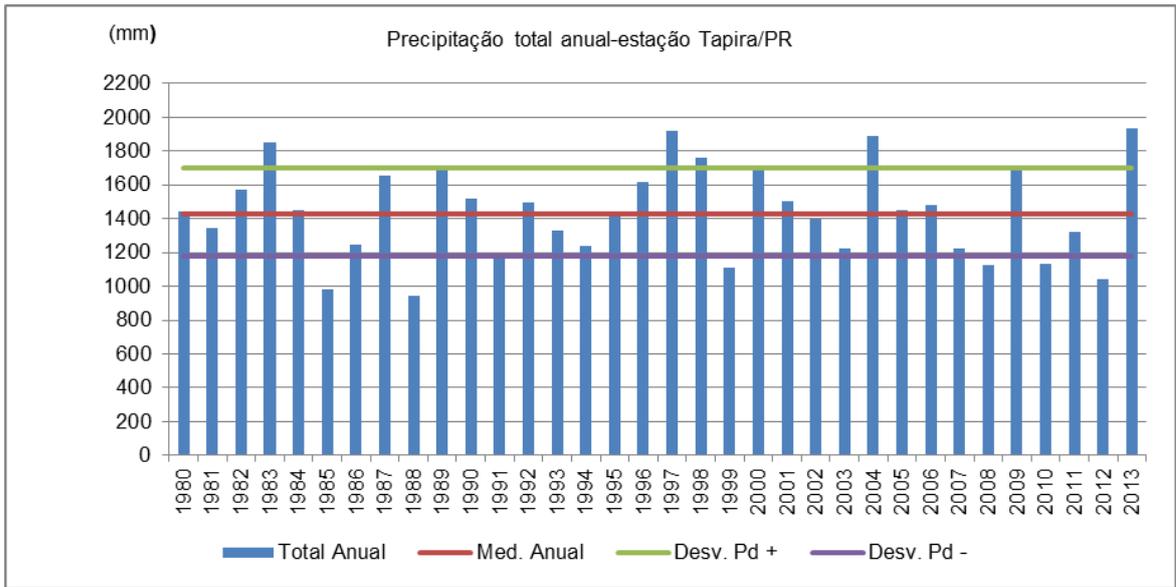


Figura 3: Precipitação total anual- estação de Tapira-PR. Fonte: Instituto das Águas do Paraná (ÁGUASPARANÁ, 2013)

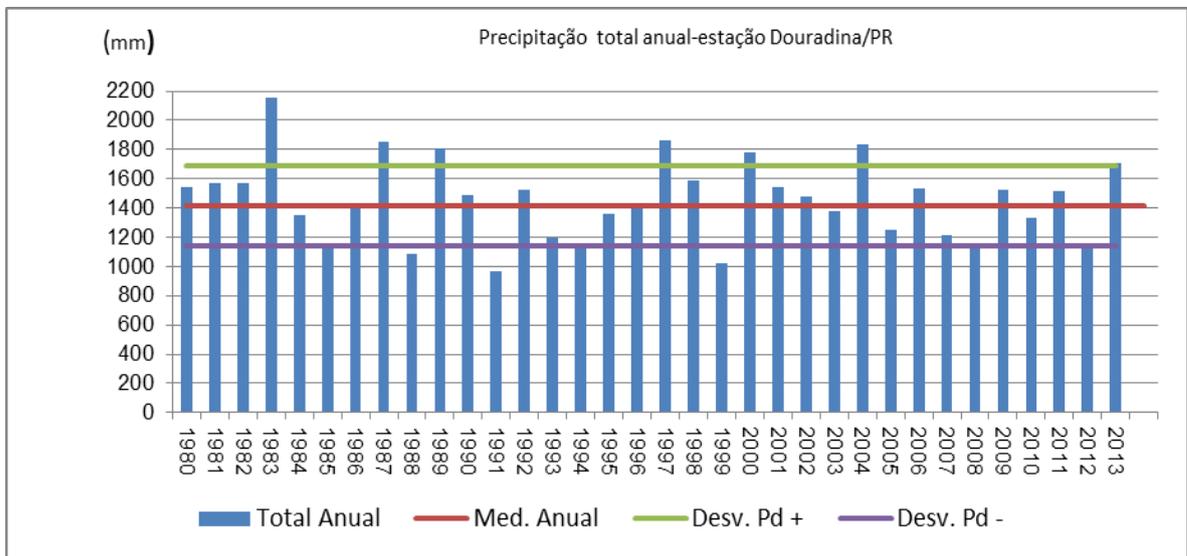


Figura 4: Precipitação total anual- estação de Douradina-PR: Fonte: Instituto das Águas do Paraná (ÁGUASPARANÁ, 2013)

3.5 REDE DE DRENAGEM

A bacia hidrográfica do rio Ivaí possui uma área de 35.845Km², sendo que o percurso total do principal rio (Ivaí) é de 685km. O rio Ivaí é formado pela junção do rio dos Patos, cuja nascente localiza-se na Serra da Boa Esperança com o rio São João no início do Terceiro Planalto Paranaense (MAACK, 2002).

Na margem direita, os principais afluentes do rio Ivaí são: rio dos Patos, sistema do rio Ubazinho, sistema do rio Alonzo, sistema do rio Bom, sistema do rio Keller, sistema do rio Bandeirantes do Sul, sistema do rio Anhuma e rio das Antas. Na margem esquerda, os rios de maior importância são: os sistemas do rio São João, Marrecas, Corumbataí, Mourão, Ligeiro, dos Índios e os rios Bulha e Tapiracui (CARVALHO *et al.*, 1989).

No Brasil algumas bacias hidrográficas, como a do rio Paraguai, Paraná, São Francisco, entre outras, possuem uma significativa quantidade de estudos realizados desde o início da construção das primeiras obras fluviais no país, como mostram os trabalhos de Souza Filho *et al.* (2004) sobre o rio Paraná e, Latrubesse e Stevaux (2002) sobre rio Araguaia. Este fato não é observado em relação ao rio Ivaí, considerando os poucos estudos que foram efetuados, no sentido de se conhecer, por exemplo, sua dinâmica sedimentar.

Uma contribuição para os estudos da bacia hidrográfica do Ivaí é o relatório da Companhia Paranaense de Eletricidade (COPEL, 1984) que descreve que o rio Ivaí pode ser dividido em três segmentos: a primeira (alto curso) situa-se próximo à nascente e estende-se até o quilômetro 420 e apresenta uma declividade relativamente baixa, porém, interrompida por trechos de grande declividade. Neste segmento, o substrato é formado por rochas sedimentares da bacia do Paraná. O segundo (médio curso) vai do quilômetro 420 até a Corredeira do Ferro (Tapira-PR), e apresenta declividade crescente e mais acentuada para montante, com ocorrência de inúmeras corredeiras, rasas e pequenos saltos e onde o substrato é formado pelas rochas eruptivas básicas da Formação Serra Geral (Juro-cretáceo). O terceiro segmento (curso inferior) estende-se da Corredeira do Ferro até a foz, nesse setor o rio corre sobre um substrato de arenitos cretáceos da Formação Caiuá, apresentando uma declividade muito pequena e praticamente não ocorrendo corredeiras.

A possibilidade de se utilizar o rio Ivaí para a geração de energia elétrica vem há décadas sendo estudada pela COPEL. Para Richard (1982) e Fernandez, (1990) esta ação pode implicar no desenvolvimento de obras que alterarão expressivamente as condições naturais deste rio, forçando o mesmo a buscar estabilidade compatível com as novas

condições impostas, dadas principalmente às modificações de vazão nos períodos de cheia e no transporte de sedimentos.

As vazões do rio Ivaí destacam-se por uma grande variabilidade marcada por mudanças abruptas de magnitude. Significa que o rio não tem uma estação definida de cheia e estiagem, os períodos de cheia podem ocorrer em qualquer período do ano.

Fugita (2009) analisou os aspectos físicos da bacia do rio Ivaí. O propósito maior do seu estudo foi a construção de um perfil longitudinal para identificação de sua relação com a dinâmica de fluxos e possíveis desajustes fluviais e zonas anômalas, correlacionando com as variáveis da morfo-hidráulica. A autora constatou que a dinâmica de fluxos do rio Ivaí sofre grande influência de variáveis, como controle litológico e estrutural, confluência de canais fluviais e também da energia que o canal possui em determinada seção de executar os processos de erosão, transporte e deposição de sedimentos.

Segundo Morais (2010), os aspectos hidrodinâmicos dos canais dos rios Ivaí e Paraná na região da confluência, apresentam significativa variabilidade em razão do tipo, tamanho e quantidade de carga transportada. As diferentes características climáticas e geomorfológicas das duas bacias promovem diferente oferta de sedimentos para os respectivos canais fluviais.

Na região de sua planície aluvial os alinhamentos tectônicos a NW e NE controlam o traçado meândrico do rio Ivaí. Estes alinhamentos são reconhecidos nas direções de fratura dos afloramentos da Formação Caiuá dentro do canal do rio. O rio Ivaí abandona o sentido geral NW e passa a correr no sentido E-W, a partir da corredeira do Ferro em Tapira-PR, até sua foz no rio Paraná. Essa direção também é encontrada em outros rios do estado, como o Tibagi e o Paranapanema e representam os grandes alinhamentos tectônicos de direção NW, NE e, E-W desenvolvidos na região centro-sul brasileira, desde o final do Mesozóico (SANTOS *et al.*, 2008).

Na área de estudos (margem esquerda do rio Ivaí) os principais tributários do rio Ivaí são representados pelos rios Coroa, das Antas, Indovaí e Córregos Duzentos e Quinze e da Onça, formando uma considerável rede de drenagem. Os rios da margem direita também exercem grande importância para esse sistema fluvial, portanto também estão registrados na Figura 5.

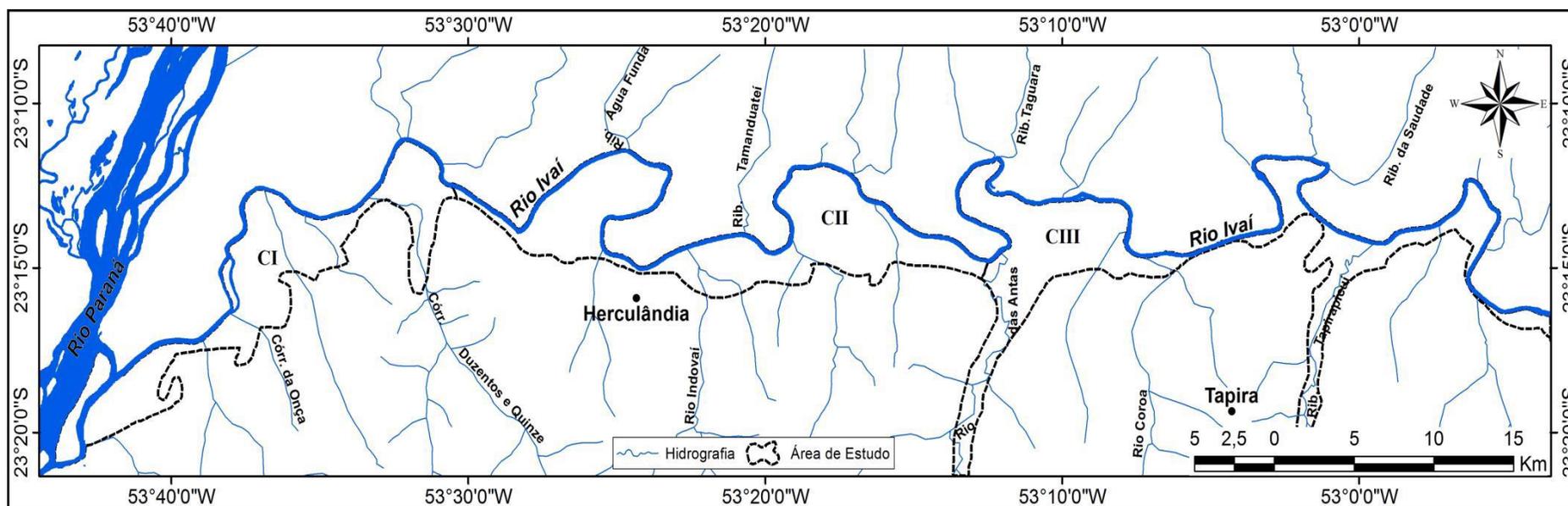


Figura 5: Mapa de rede de drenagem da área de estudos

3.6 SOLOS

Os solos são o resultado da ação combinada dos fatores de formação do material de origem, clima, relevo, organismos e tempo. Para Breemen e Buurman (1998), os solos formam um recurso único e insubstituível, essencial para todos os organismos terrestres, incluindo o homem. Os solos formam não só a camada muito fina externa da crosta terrestre, mas servem de suporte para as raízes das plantas que em troca são fontes de água e nutrientes. Para esses autores, os solos também são formados sob a influência de microrganismos, plantas, ar, material de origem e sedimentos.

A MINEROPAR (2001) aponta que a parte superior da bacia do rio Ivaí, localizada no Segundo Planalto Paranaense, é formada principalmente por solos derivados da decomposição de rochas sedimentares. Na parte média, já inserida no Terceiro Planalto Paranaense, os solos são originados da Formação Botucatu e por rochas de origem basáltica (Formação Serra Geral). A jusante da bacia são encontrados solos derivados de rochas sedimentares da Formação Caiuá.

A montante da bacia recobrimo os afloramentos de rochas sedimentares do Segundo Planalto Paranaense são encontrados Argissolos Vermelhos eutróficos, Latossolos Vermelhos de textura Média, e associações de Cambissolos Flúvicos e Gleissolos Háplicos. No setor médio da bacia estão presentes solos derivados da Formação Serra Geral, predominando nas partes mais elevadas do terreno os Latossolos Vermelhos distroféricos, os Latossolos Vermelhos eutroféricos, os Latossolos Vermelhos distróficos e os Latossolos Vermelhos eutróficos.

Nas partes médias das vertentes são encontrados os Nitossolos Vermelhos distroféricos e os Nitossolos Vermelhos eutroféricos (EMBRAPA/IAPAR, 2008). Na região do baixo curso do rio Ivaí, predominam os Latossolos Vermelho de textura arenosa/média, desenvolvendo-se em relevo com topos planos, ligeiramente convexos, e em vertentes longas e os Argissolos Vermelho-Amarelo e/ou Argissolos Vermelho de textura arenosa/média nas médias e baixas vertentes (NAKASHIMA; NÓBREGA, 2003).

De maneira mais detalhada, segundo o mapa de solos do estado do Paraná (EMBRAPA/IAPAR, 2008) os solos predominantes no setor que abrange o baixo curso da bacia são os Latossolos Vermelhos de textura média, os Argissolos Vermelhos distróficos e os Argissolos Vermelhos eutróficos. Junto às áreas de planície de inundação encontram-se associações de Organossolos Háplicos e Gleissolos Háplicos. Nessa mesma área, ainda se encontram em grande proporção os Neossolos Flúvicos Psamíticos.

A maioria dos solos da área de estudos são de médio a mal drenados, o processo de remoção de água desses solos é lento, permanecendo com elevados teores de umidade boa parte do ano. Esta condição é o reflexo da morfologia suave do terreno e da elevação do lençol freático, principalmente durante os eventos de alta precipitação.

Dessa forma, o relevo é preponderante nas características dos solos, principalmente nas áreas de planície de inundação onde os solos possuem características marcantes de hidromorfismo a partir da oxiredução de compostos ferruginosos presentes nos perfis desses solos. Segundo a EMBRAPA (2013), a hidromorfia nos solos é expressa por forte gleização, resultante de processamento de intensa redução de compostos de ferro, em presença de matéria orgânica, com ou sem alternância de oxidação, por efeito de flutuação de nível do lençol freático, em condições de regime de excesso de umidade permanente ou periódico.

4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICO-METODOLÓGICA

4.1 PLANEJAMENTO AMBIENTAL

De acordo com Grecchi (1998), os estudos geoambientais possibilitam a caracterização de áreas quanto as suas aptidões e restrições de uso, diagnosticando as porções do terreno mais vulneráveis aos processos de degradação de suas propriedades naturais, passíveis de preservação. Lanna (1995) destaca que a gestão ambiental é precedida pelo planejamento ambiental que se define como um processo organizado de obtenção de informações, reflexão sobre os problemas e potencialidades de uma região.

O planejamento é um processo contínuo que envolve coleta, organização e análise sistematizadas das informações, para chegar a decisões ou melhores alternativas para o aproveitamento dos recursos disponíveis. O termo ambiental é um adjetivo que vem se estabelecendo com pouca propriedade, pois ainda não existe uma definição precisa do termo planejamento ambiental. Nele, o ambiente é interpretado tanto ao que se refere às questões humanas, quanto físicas e bióticas (NAPOLEÃO, 2003).

Nesse contexto, muitas pesquisas adotam a bacia hidrográfica como unidade de paisagem, nos planejamentos ambientais, estabelecendo relações entre os vários elementos naturais e antrópicos, com o objetivo de se detectar ecossistemas suscetíveis às várias formas de fragilidade ambiental e áreas com maior potencial de uso e ocupação.

Vedovello e Mattos (1998) citam que o termo paisagem pode ser adotado como critério na realização da compartimentação de uma bacia hidrográfica, pela união de características geoambientais em cada unidade diferenciada de paisagem. Uma maneira de se determinar as diferentes unidades de paisagem a é o uso das geotecnologias. Uma prática adotada são as técnicas cartográficas que podem fornecer contribuições para o estudo do meio de sua dinâmica natural e antropizada.

No Brasil, o termo unidade geoambiental foi oficialmente conceituado pelo Decreto nº 5.300 de 7 de dezembro de 2004, Lei no 7.661 o qual regulamenta que “Unidade Geoambiental é a porção do território com elevado grau de similaridade entre as características físicas e bióticas, podendo abranger diversos tipos de ecossistemas com interações funcionais e forte interdependência”.

Rodriguez (2004) considera a paisagem e seus fatores de formação (geologia, clima, geomorfologia, recursos hídricos, edáficos e bióticos) como elementos fundamentais nos estudos geoambientais, pois permitem a integração e espacialização de aspectos em uma

única unidade geoambiental o que constitui uma célula básica para o planejamento territorial.

Nóbrega e Cunha (2011) descrevem que a unidade de paisagem que corresponde a um dado setor, identificado e delimitado em decorrência da sua homogeneidade interna na escala considerada, pode ser assumida como um sistema caracterizado por suas inter-relações internas e externas (conexões com outras unidades), configurando-se como um instrumento de mapeamento e como um meio de aplicação do conhecimento da paisagem, servindo de base para a avaliação da suscetibilidade da paisagem em face de vários tipos de uso.

Nesse aspecto, algumas ferramentas, como os produtos cartográficos, são importantes para o diagnóstico do meio e contribuem para o planejamento ambiental. A respeito, Vedovello (2004) ressalva: “A cartografia geoambiental pode ser entendida de forma ampla, como todo o processo envolvido na obtenção, análise, representação, comunicação e aplicação de dados e informações do meio físico, considerando-se as potencialidades e fragilidades naturais do terreno, bem como os perigos, riscos, impactos e conflitos decorrentes da interação entre as ações humanas e o ambiente fisiográfico”.

De acordo com Silva e Dantas (2010), o mapa geoambiental, por se tratar de um produto relativamente novo, não enquadrado como um tipo de carta geotécnica, multi e interdisciplinar e, conseqüentemente, de difícil padronização, possui diversos nomes na literatura: Mapa de Ordenamento do Território, Mapa de Recursos Naturais, Mapa de Zoneamento Geoambiental, Diagnóstico Geoambiental, Avaliação Geoambiental, Mapa Geológico-Ambiental, Mapa Geocientífico, Mapa Geoambiental, Mapa Geotécnico, ou de Engenharia para Ordenamento e, mais recentemente, Mapa de Geodiversidade. Para os autores, apesar da enorme difusão de nomes, esses mapas apresentam, em geral, a espacialização das variáveis do meio físico sobre o território. Observa-se, entretanto, que estes mapas contribuem, invariavelmente, para o planejamento, gestão e ordenamento do território.

Cendrero (1990) aponta que a cartografia geotécnica tradicional passa de uma abordagem essencialmente geotécnica para incorporar informações sobre riscos naturais, erosão, contaminação de águas subterrâneas, além da preocupação com a exaustão ou subaproveitamento de recursos minerais, etc. E, aponta o mapeamento geoambiental como um ramo da Geologia Ambiental, o qual vem sendo utilizado em vários países em vista da busca do entendimento da relação entre os componentes do meio físico, juntamente com a

consideração de fatores biológicos e do uso e ocupação do solo. O autor identifica duas linhas metodológicas apresentadas no Quadro 01.

Quadro 01-Principais linhas metodológicas para elaboração de mapas geoambientais (Cendrero, 1990)

ANALÍTICA	SINTÉTICA
Elaboração de mapas temáticos	Elaboração de mapas de unidades homogêneas
Avaliação de elementos em mapas temáticos	Avaliação das unidades homólogas por foto-análise
Análise multitemática, com enfoque geossistêmico	Análise sintética, com ênfase na informação geológica
Elaboração de mapas de Unidades de Paisagem	Elaboração de mapas de Geodiversidade

A produção, análise e cruzamento de informações de mapas temáticos de uma área, permitem ao pesquisador a compartimentação da paisagem em unidades, segundo a homogeneidade dos seus elementos físicos naturais e antrópicos. Neste contexto, quando aliados a cartografia, os estudos geoambientais geram uma série de produtos georreferenciados e com aplicabilidade para diversos usos, em função da já referida análise integrada que os caracterizam, podendo ser utilizados para o planejamento, gestão ambiental, assim como subsídios para a implantação de projetos que visem a recuperação de áreas degradadas e ganhos significativos quanto à qualidade ambiental (ROBAINA *et al.*, 2012).

Monteiro (2000) corrobora com essa questão a partir do conceito de geossistema e sua compartimentação em unidades de paisagem, em que os elementos naturais que compõem o geossistema são utilizados em um primeiro momento para a realização da divisão de um determinado espaço geográfico em compartimentos. Por meio dessa compartimentação, o pesquisador consegue organizar o espaço, dependendo do objetivo de sua pesquisa. Monteiro *op cit* ressalta que ao compartimentar um espaço em unidades de paisagem, é preciso fazer uma correlação dos dados, obtidos com as informações fornecidas do meio natural. No entanto, sem também se esquecer da influência dos elementos sociais sobre o ambiente.

Os trabalhos de Ross (1994) também contribuem no planejamento ambiental à medida que propõe a análise empírica de fragilidade para ambientes naturais e antropizados, cujos conhecimentos setorializados dos componentes de estrato geográfico (solos, relevo, rochas, clima, flora, fauna, entre outros), que dão suporte à vida animal e ao homem, sejam avaliados de forma integrada, calcados sempre no princípio de que a natureza apresenta funcionalidade intrínseca entre seus elementos físicos e bióticos. Visando avaliar a fragilidade, tomando por base dois aspectos: potencial e emergente, o autor propõe uma

classificação do relevo para o planejamento ambiental a partir de uma compartimentação da paisagem de modo crescente em escala de detalhamento.

Cabe ressaltar que os estudos de Ross (*op cit.*) também baseiam-se no conceito de Unidades Ecodinâmicas de Tricart (1977) que está integrado ao conceito de ecossistemas, podendo ser analisado desde uma abordagem sistêmica, constituindo-se em um instrumento lógico que se dispõe para estudar os problemas do meio, porque oferece uma visão dinâmica e integrada dos elementos que fazem parte da paisagem. A análise sistêmica procura retirar a subjetividade da pesquisa sem criar distinções, busca uma construção teórica a partir da quantificação e monitoramento dos dados.

De acordo com Crepani *et al.* (2001), as unidades de paisagem, enquanto unidades territoriais básicas, passíveis de georreferenciamento, contêm uma porção do terreno onde se inscreve uma combinação de eventos e interações, visíveis e invisíveis, cujo resultado é registrado e pode ser visto na forma de imagem fotográfica de um determinado momento, representando um elo de ligação entre a Geografia e a Ecologia. Os autores destacam a importância da variável solo, em seus estudos, considerando-os indicadores básicos da posição ocupada pela unidade dentro da escala da Ecodinâmica.

Dessa forma, o zoneamento ambiental torna-se um ponto de partida para um planejamento que visa o aproveitamento racional dos recursos naturais, adequado pelas suas potencialidades e pelo equilíbrio ambiental (FREITAS FILHO *et al.*, 1996).

A expressão Zoneamento, relacionada ao meio ambiente, foi por muito tempo atribuída às setorizações realizadas para apoiar planos de manejo em unidades de conservação, florestas, parques, etc. Relativo ao planejamento urbano e industrial, visando a destinação de áreas propícias à instalação de indústrias, a Lei 6.803/80 alavancou o que mais tarde seria declarado um instrumento de planejamento e gestão, juntamente com os estudos e relatório de impacto ambiental (EIA/RIMA) e gerenciamento das bacias hidrográficas (LOSSARDO 2010). De acordo com a lei 6.938/81 que dispõe sobre a política nacional do meio ambiente, o zoneamento ambiental é considerado como uma integração sistemática interdisciplinar da análise ambiental ao planejamento do uso do solo, com objetivo de definir a gestão dos recursos ambientais.

Silva e Santos (2004) destacam que o termo zoneamento pode ser empregado em pesquisas agrícolas, agro-ecológicas, urbanas, industriais, ambientais entre outras, e que independente da metodologia que os zoneamentos são realizados eles chegam a um resultado comum, em que a definição de zonas variam em relação aos objetivos ou objetos adotados.

Rodriguez (2004) afirma que a realização de um zoneamento geoambiental corresponde a um diagnóstico físico-biótico, cujo objetivo é individualizar zonas do terreno com comportamento similar, possibilitando a orientação de diretrizes do planejamento e a elaboração de prognósticos.

Nesse sentido, Lossardo (2010) concorda que basicamente o papel do zoneamento geoambiental, voltado para o ordenamento do território, consiste, então, em formular e programar ajustes, prever e controlar transformações geoambientais, a fim de, administrar as contradições entre a sociedade, a economia e os limites e potencialidades do meio físico natural.

Para OHARA (1995), o zoneamento geoambiental, deve ter como meta o fornecimento de subsídios técnicos para orientar e elucidar a tomada de decisões na implementação de alternativas de desenvolvimento regional compatíveis com a sustentabilidade e vulnerabilidade dos sistemas ambientais.

Para Rueda *et al.* (1995), o zoneamento geoambiental consiste no exame sistemático de uma região com a finalidade de obter informação sobre as variáveis litológicas, morfoestruturais, microclimáticas, fisiográficas e coberturas/unidades de alteração intempérica, definindo com isso as zonas geoambientais que apresentam as potencialidades de suporte do meio físico, de acordo com os condicionadores naturais que podem ser modificados por ações antrópicas. Essas informações permitem a adequação das necessidades sócio-econômicas às possibilidades físicas e ecológicas da região, resultando na ocupação ordenada e sustentável do território.

Assim, o zoneamento geoambiental torna-se uma ferramenta importante para o planejamento e a gestão ambiental, determinando unidades territoriais que evidenciam relações e características semelhantes. A respeito dessa questão, Napoleão *et al.* (2011) destacam: “o zoneamento ambiental vem configurando uma prática de ordenamento territorial de significativa relevância para o desenvolvimento sustentado, envolvendo estratégias para melhoria e disciplina das relações entre o sistema socioeconômico e os geossistemas, com o objetivo de normatização do uso do território para conservação dos recursos hídricos em uma bacia hidrográfica.”

A esse respeito, Zacharias (2010) destaca que o zoneamento geoambiental quando associado às metodologias da cartografia, torna-se um importante instrumento de estudo das unidades de paisagem, permitindo a representação dos elementos temáticos e a elaboração de cenários que evidenciam os acontecimentos do presente, do passado e possivelmente

registros do futuro, diagnosticando as potencialidades e restrições naturais da paisagem em questão.

Trentin e Robaina (2005) desenvolveram uma técnica de mapeamento geoambiental utilizada no Laboratório de Geologia Ambiental (LAGEOLAM/UFSM) que se sustenta na possibilidade de divisão da área estudada em unidades homogêneas. Essa metodologia de zoneamento geoambiental foi utilizada na análise e definição das unidades as quais representam uma síntese das informações então obtidas, correspondendo a uma análise integrada de todos os elementos investigados, oriundos de uma caracterização física da área, somados aos diferentes usos do território. A partir desta metodologia são descritas, para cada unidade geoambiental, os elementos e atributos que as caracterizam, as limitações e fragilidades a diferentes tipos de uso e as diversas potencialidades que cada unidade oferece.

Robaina *et al.* (2012) utilizam da metodologia de Trentin e Robaina (2005) ao realizarem o zoneamento geomabiental do município de São Pedro do Sul (RS), correlacionam dados oriundos da caracterização física da área, somados aos diferentes usos do território para definição de unidades geoambientais do município, tratando as áreas de planície aluvial como áreas de várzea, analisando-as como parte integrante de outras unidades geoambientais. Os autores utilizaram dos seguintes atributos para a análise e zoneamento geoambiental: o substrato geológico e os principais lineamentos estruturais, as formas do relevo, feições da rede hidrográfica, tipos de solo, uso e ocupação da terra, feições superficiais e características ambientais marcantes.

Em relação à determinação de áreas para se efetivar um planejamento ambiental, a partir da identificação de unidades geoambientais, constata-se que as áreas de planície aluvial, devido ao seu tamanho, muitas vezes reduzido em relação as outras áreas, são pouco estudadas. O que se encontra, na maioria das vezes, são pesquisas que adotam a bacia hidrográfica ou um município ou até mesmo regiões maiores como objeto de estudo, podendo ou não determinar dentro dessa área a planície aluvial como uma unidade geoambiental separada das outras unidades.

4.2 PLANÍCIE ALUVIAL

O conceito de planície aluvial tem sido tratado de forma diferenciada por diferentes autores. Para MINEROPAR (2009), planície aluvial também é sinônimo de planície de inundação ou várzea, sendo a parte do vale do rio que é coberta pela água durante os períodos de inundação, correspondendo, em verdade, ao chamado leito maior.

De maneira mais detalhada, a MINEROPAR (*op cit*) descreve que a planície de inundação é formada por uma área contígua ao leito fluvial, recoberta por água nos períodos de cheia e transbordamento; constituída de camadas sedimentares depositadas durante o regime atual de um rio e que recobrem litologias pré-existentes. Ao transbordar, há a formação de diques naturais, depósitos que flanqueiam o canal; e depósitos de várzea, constituídos pela fração silte e argila, que se espalham pela planície de inundação. A planície de inundação encontra-se geralmente em um vale, e sua sedimentação, que constitui o fácies fluvial, passa interdigitadamente aos sedimentos do fácies de piemonte em direção aos flancos deste mesmo vale.

Santos et al (2008) consideram que a planície aluvial é formada por um conjunto de unidades morfoestratigráficas, podendo apresentar: terraços, planícies de inundação, diques, paleocanais, espiras de meandro, canal fluvial, entre outros. De maneira geral, apontam que as planícies aluviais são terrenos baixos e planos junto aos cursos d'água e são formadas por sedimentos aluvionares, argila, silte e areia. Durante os períodos de inundação, essas áreas que correspondem ao chamado leito maior, recebem sedimentos aluviais, recobrando litologias pré-existentes que no decorrer do tempo podem formar os terraços.

Latrubesse *et al.* (2008) citam que quando se define o termo várzea, faz-se referência ao conceito equivalente de planície de inundação de um sistema fluvial, isto é, a área ribeirinha de um canal fluvial sujeita a inundações periódicas. Porém, para os autores, do ponto de vista geomorfológico esta definição é insatisfatória. Argumentam que a planície aluvial parte do sistema fluvial, pode ser interpretada como arquivo morfossedimentar de uma sucessão de eventos paleohidrológicos e que no Brasil os estudos sobre os processos físicos que levam à conformação do arcabouço arquitetural das planícies aluviais ou várzeas de grandes rios são escassos.

Para Nanson, Croke (1992) as planícies aluviais são formadas por uma complexa interação de processos fluviais, sua evolução pode depender da capacidade de um rio de arrastar e depositar sedimentos e das características e resistência à erosão dos sedimentos. De acordo com os autores, esses fatores fornecem a base para a classificação genética das planícies aluviais.

Lewin (1996) ressalta que nas planícies dos rios estão registradas as mudanças históricas do ambiente ao longo do tempo em que ela se formou. Elas são formadas por processos físicos de deposição dos rios numa variedade de subambientes sedimentares, cujas variações dominantes produzem uma grande variedade de formas. Dessa maneira, os depósitos sedimentares de uma mesma planície podem ser gerados em contextos

geomorfológicos, diferentes, em que cada sub ambiente pode ser identificado por sua morfologia.

Christofoletti (1981) destaca que apesar de englobar o canal fluvial como um subsistema e ser uma forma herdada do mesmo, a planície de inundação não deve ser confundida e nem caracterizada pelos processos e formas de relevo desenvolvidas no canal.

Rocha (2011) destaca que do ponto de vista dos processos fluviais, a planície de inundação é tomada como uma feição deposicional do vale do rio, associada com um clima particular ou com o regime hidrológico da bacia de drenagem. Para o autor, uma diversidade de estágios geomórficos pode ser observada nos sistemas rio-planície de inundação, quer seja nas altas latitudes ou nos trópicos, ou considerando um determinado trecho no perfil longitudinal dos rios, os quais admitem relações particulares entre o canal fluvial e sua planície de inundação, e que estão também associados com a evolução do sistema ao longo do tempo.

Nesse trabalho será adotado o termo planície aluvial na conotação dada por Santos et al (2008), ou seja, planície aluvial como parte do sistema fluvial, formada por sedimentos aluviais depositados pelo canal fluvial nela inserido, podendo apresentar várias unidades morfoestratigráficas com associações faciológicas próprias como terraços, paleocanais, diques marginais, várzea e canal fluvial. Nesse contexto, a planície de inundação abrange aquela área contígua ao canal fluvial regularmente inundável.

Em relação aos terraços fluviais Gerrard (1992) discute que são superfícies não relacionadas aos processos fluviais presentes, constituídas por duas partes: escarpa e degraus. Essas feições são demasiadamente importantes na planície, pois registram a evolução geomórfica aluvial e/ou os eventos neotectônicos ocorrentes em determinada área (SUGUIO, 1998). Segundo o autor, podem ocorrer vários níveis de terraços e, nesse caso, o mais alto em relação ao nível atual do rio será o mais antigo e, cada terraço corresponderá a uma retomada erosiva.

De acordo com Christofoletti (1981), os terraços fluviais representam antigas planícies de inundação que foram abandonadas, e, morfologicamente, surgem como patamares aplainados, de largura variada, limitados por uma escarpa em direção ao curso d'água. No caso de terraços compostos por materiais relacionados à antiga planície de inundação, são designados terraços aluviais. Para o autor, esses terraços situam-se a determinada altura acima do curso do rio atual que não tem mais capacidade para recobri-los em épocas de cheia.

Paula Souza (1990) identificou terraços nas planícies do rio Iguazu no Primeiro Planalto Paranaense, sendo que o autor separou nessa feição os terraços altos e os baixos, constatando que eles pedologicamente, diferem na sua composição.

Santos, *et al.* (2008), analisaram os terraços fluviais da planície aluvial do rio Ivaí, verificando que os terraços associados aos depósitos do rio na região de sua foz estão compreendidos entre as cotas 239m e 244m e apresentam morfologia levemente ondulada com desnível de cerca de 3m a 4m acima da planície do rio Ivaí. Esses terraços são formados pela ocorrência conjunta de depósitos pelíticos, com quantidade variável de matéria orgânica. Os autores dividiram a planície do rio Ivaí em seis unidades morfoestratigráficas de idades distintas: Planície Paraná Ivaí, Terraço Paraná, Terraço Ivaí, Leque Aluvial e Canal Fluvial. Todas essas unidades ocorreram em diferentes cotas em relação ao canal fluvial (Figura 6).

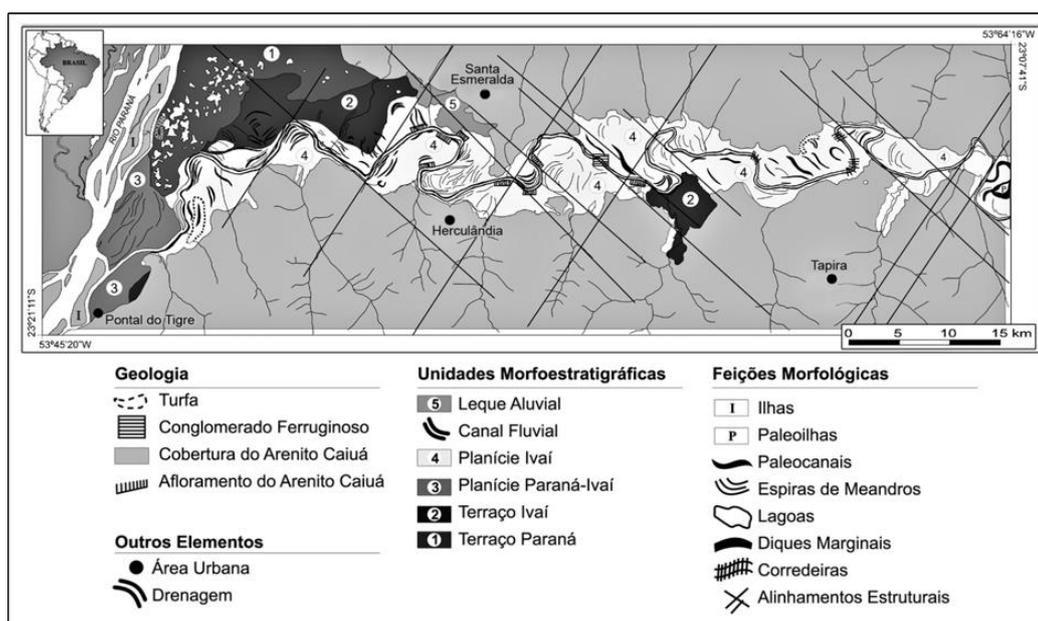


Figura 6: Mapa geológico-geomorfológico da planície do rio Ivaí, Santos (2008).

Ao analisarem a geologia e geomorfologia da planície aluvial mais detalhadamente em seu curso inferior, os autores *op cit* verificaram uma diversidade de depósitos sedimentares gerados em contextos geomorfológicos diferentes, identificaram cada sub-ambiente (canal, planície proximal ou planície distal) por sua morfologia, geometria e por uma associação faciológica. E de uma maneira geral concluíram que:

“A planície aluvial do rio Ivaí mostra por intermédio de suas diferentes unidades morfoestratigráficas e referentes associações faciológicas a complexa evolução da arquitetura aluvial. Escavada sobre as litologias da Formação Caiuá, teve sua evolução associada a estruturação da bacia hidrográfica do rio Paraná, provavelmente já a partir do Terciário. O múltiplo retrabalhamento das unidades morfoestratigráficas, com a formação de nítidas superfícies erosivas e o isolamento de terraços são resultado da interação de eventos climáticos e tectônicos que atuaram ao longo de todo o seu desenvolvimento. A tectônica está muito evidenciada pelas mudanças abruptas na direção geral do rio Ivaí e de seus meandros. A largura e a espessura dos depósitos dentro dos paleocanais mais antigos mostram que o sistema sempre foi muito encaixado, revelando atuação da tectônica" (SANTOS et al, 2008 p32).

Morais (2010) também utilizou a divisão da planície aluvial do rio Ivaí em unidades morfoestratigráficas proposta por Santos *et al.* (2008) ao analisar que a unidade Ivaí apresenta grande importância por concentrar a zona da paleoconfluência dos rios Ivaí e Paraná. Apontando que é uma área evidenciada pelo encontro dos paleocanais. Segundo o autor, é nesse local que se encontram os depósitos mais recentes, formados pela dinâmica do rio Ivaí durante a construção de sua planície sobre os antigos depósitos do rio Paraná. O autor realizou algumas sondagens nessa área, as quais evidenciaram que o ambiente mais próximo ao canal é comumente associado a áreas com certo grau de umidade e que mantêm o maior nível de retrabalhamento dos depósitos pelo sistema fluvial do rio Ivaí.

Ainda se encontram em áreas de planície aluvial os depósitos de turfeiras utilizadas para fins econômicos (combustível) e de recuperação de áreas degradadas como adubo. Franchi *et al.* 2003) analisaram aplicação de turfas em áreas submetidas à extração mineral de areia às margens do rio Paraíba do Sul, município paulista de Jacareí, que receberam aplicações experimentais de turfa com o objetivo de melhorar características dos seus solos no estágio final da recuperação ambiental, ou seja, a recomposição da vegetação nativa. Estas áreas apresentavam em comum o insucesso dos programas originais de recuperação. A introdução da turfa conseguiu reduzir os elevados índices de não evolução das mudas.

Na área de pesquisa, o que se identifica é a formação de solos orgânicos que se desenvolvem nos baixios junto aos paleocanais e entre as espiras de meandro. Destacando que a proximidade do lençol freático ou a formação de alagados contribuem para a ocorrência desse tipo de solo, por muitas vezes confundido como depósitos de turfas. Assunto discutido nessa pesquisa no item sobre solos aluviais. Em alguns locais da planície, associado a essas áreas, foram identificadas atividades de exploração mineral, principalmente de argila.

A respeito da importância do regime de cheias dos ambientes aluviais, Ward e Stanford (1995) descrevem que a planície de inundação do sistema fluvial, sujeita às

inundações periódicas, possui uma importância fundamental na manutenção da diversidade de habitats lânticos, lóticos e semi-aquáticos nas planícies aluviais, transformando-os em ambientes de grande riqueza de espécies.

Thomaz *et al.* (1997) apontam que do ponto de vista ecológico, os eventos de cheia podem homogeneizar os ambientes e conectá-los, enquanto os extremos mínimos que apresentam pouca atividade em relação à geomorfologia do canal podem ser fatores limitantes para as espécies que necessitam da manutenção de água nos ambientes lânticos do ecossistema rio-planície de inundação. Junk (1997) ressalta que o processo de inundação das planícies, tanto pelas águas dos rios, lagos, precipitação direta ou água subterrânea, é responsável pelas interações físico-químicas entre a água, solo, organismos e vegetação ripária, influenciando na adaptação da biota e produzindo comunidades com estruturas características.

Tucci *et al.* (2009) versam que o extravasamento de água do rio para a planície é uma consequência natural do regime hidrológico. Durante a maior parte do tempo, correspondente às épocas de estiagem e de cheias moderadas, o escoamento está limitado ao canal principal do rio. Em eventos de cheia maiores, ocorre o aumento do nível da água acima das margens do canal e o extravasamento do escoamento para a planície. A figura 7 elaborada pelos autores (*op cit*) ilustra um episódio de inundação de uma planície.

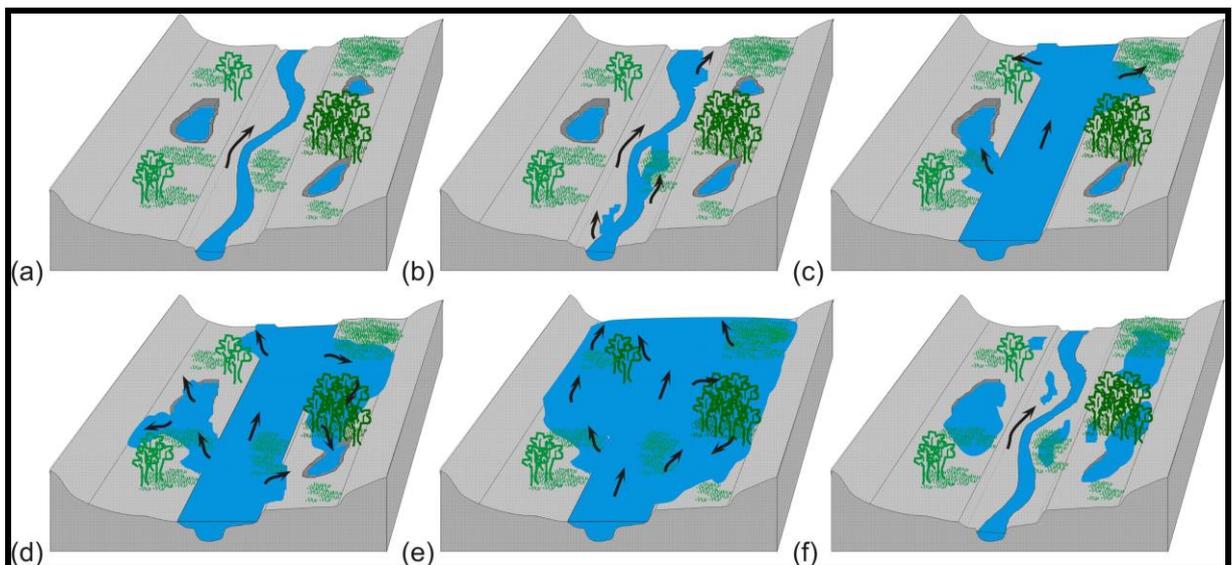


Figura 7 – Diferentes etapas da inundação sobre a planície: (a) Escoamento restrito à calha principal do rio, com água armazenada em lagoas da planície decorrentes de cheia anterior, chuva local ou água subterrânea; (b) Início do extravasamento da calha; (c), (d) Extravasamento da calha inunda a planície, alcançando lagoas e seguindo fluxos independentes do escoamento principal na calha; (e) Inundação ocorrendo sobre toda a planície e interagindo com a calha do rio ao longo de toda sua extensão; (f) Após passagem da cheia, acréscimo do volume armazenado na planície em relação à situação inicial.

Em alguns casos, pode ocorrer a inundação de extensas áreas e o surgimento de escoamentos independentes do fluxo principal no canal. Parte do volume extravasado do canal pode ficar armazenado na planície e não retornar ao fluxo principal do rio, sendo perdido por evapotranspiração e infiltração, ou retornar parcialmente com a passagem de uma nova onda de cheia (TUCCI *et al.*, 2009)

Na área de estudos, um importante trabalho que contribui para o entendimento de conectividade dos ambientes é a carta de áreas inundáveis da planície aluvial do rio Ivaí (FIGURA 8) realizado por Douhi (2013).

Douhi (2013) concluiu que o comportamento das inundações do rio Ivaí são determinadas principalmente pelas condições de distribuição e intensidade das precipitações ao longo da bacia e pelas características morfológicas da planície aluvial, muitas associadas às modificações antrópicas. As condições hidrológicas apresentadas na zona de confluência pelo rio Ivaí e o canal receptor – rio Paraná, também exercem influência, mesmo que em intensidade e dimensão espacial menor.

A partir do exposto, é preciso considerar que a presença da vegetação e os tipos de uso do solo exercem um papel fundamental na manutenção e condição ambiental favorável à biota, principalmente das áreas inundáveis da planície aluvial.

A retirada total ou até parcial da floresta natural dessas áreas para a realização da agricultura pode oferecer risco ambiental a esse ambiente. O principal tipo de cultivo das áreas alagáveis da planície aluvial do rio Ivaí como um todo é o arroz germinado que exige o uso de agrotóxicos o ano todo, devido à diversidade de pragas que acometem essas plantações. Os compostos nocivos encontrados nos agrotóxicos, além de prejudicarem os organismos vivos, o solo e as águas da área em que são aplicados, também podem ser mobilizados para áreas distantes, a partir da conectividade entre os ambientes.

Para Thomaz *et al.* (1997), essa conectividade pode ser proporcionada tanto pela água do canal fluvial, do lençol freático e até do escoamento das águas pluviais. Para Bortoluzzi *et al.* (2006), o impacto da atividade humana sobre um território pode ser facilmente avaliado a partir do diagnóstico da qualidade das águas superficiais.

Em relação a formas de uso alternativas das planícies alúvias, um exemplo seria a utilização dos recursos naturais dessas áreas para fins de turismo ecológico e educação ambiental. Sobre essa temática destaca-se a pesquisa de Marcotti (2013) que efetuou o levantamento do potencial turístico na planície aluvial do rio Ivaí, abrangendo os municípios lindeiros a planície, de Douradina, Icaraíma, Ivaté, Querência do Norte, Santa Cruz de Monte Castelo, Santa Isabel do Ivaí, Santa Mônica e Tapira.

O autor (*op cit*) determinou o papel da atividade turística no processo de organização do espaço, investigando as políticas públicas e a participação do Estado como agente no processo de desenvolvimento turístico municipal e regional.

Marcotti (2013) identificou que a atividade turística ainda não corresponde, de maneira satisfatória, com o desenvolvimento socioeconômico nos municípios estudados e que as principais atividades econômicas estão relacionadas à agricultura, à indústria e ao comércio. Segundo o autor os municípios de Icaraíma e Querência do Norte foram os únicos que apresentaram um maior planejamento relacionado à atividade turística, uma vez que o poder público organizou-se de maneira que foram criados setores específicos, designando cargos e funções para a atividade do turismo. Todavia, conjectura-se que a organização desses municípios possa ser advinda da influência turística que o sistema fluvial do rio Paraná já exerce sobre a região (MARCOTTI, 2013).

Outra forma alternativa de ocupação do solo que prioriza o uso de sustentável dos recursos naturais, e, pode ser aplicada também em áreas de planície aluvial, são os Sistemas Agroflorestais (SAFs). Esses sistemas associam espécies arbóreas da floresta natural com a agropecuária, promovendo a reconstituição dos ambientes naturais.

Para Altieri (2002) as práticas agroflorestais ocupam espaço no preenchimento de lacunas ambientais como no aumento da biodiversidade, na produção e qualidade da água, no amparo à fauna, na reciclagem de nutrientes, e na produção de matéria orgânica. Além de abranger também aspectos sociais e econômicos como o aumento da oferta de empregos, da melhoria da saúde e da diversificação na oferta de produtos, sem contar que há uma valorização da paisagem onde os SAFs são aplicados

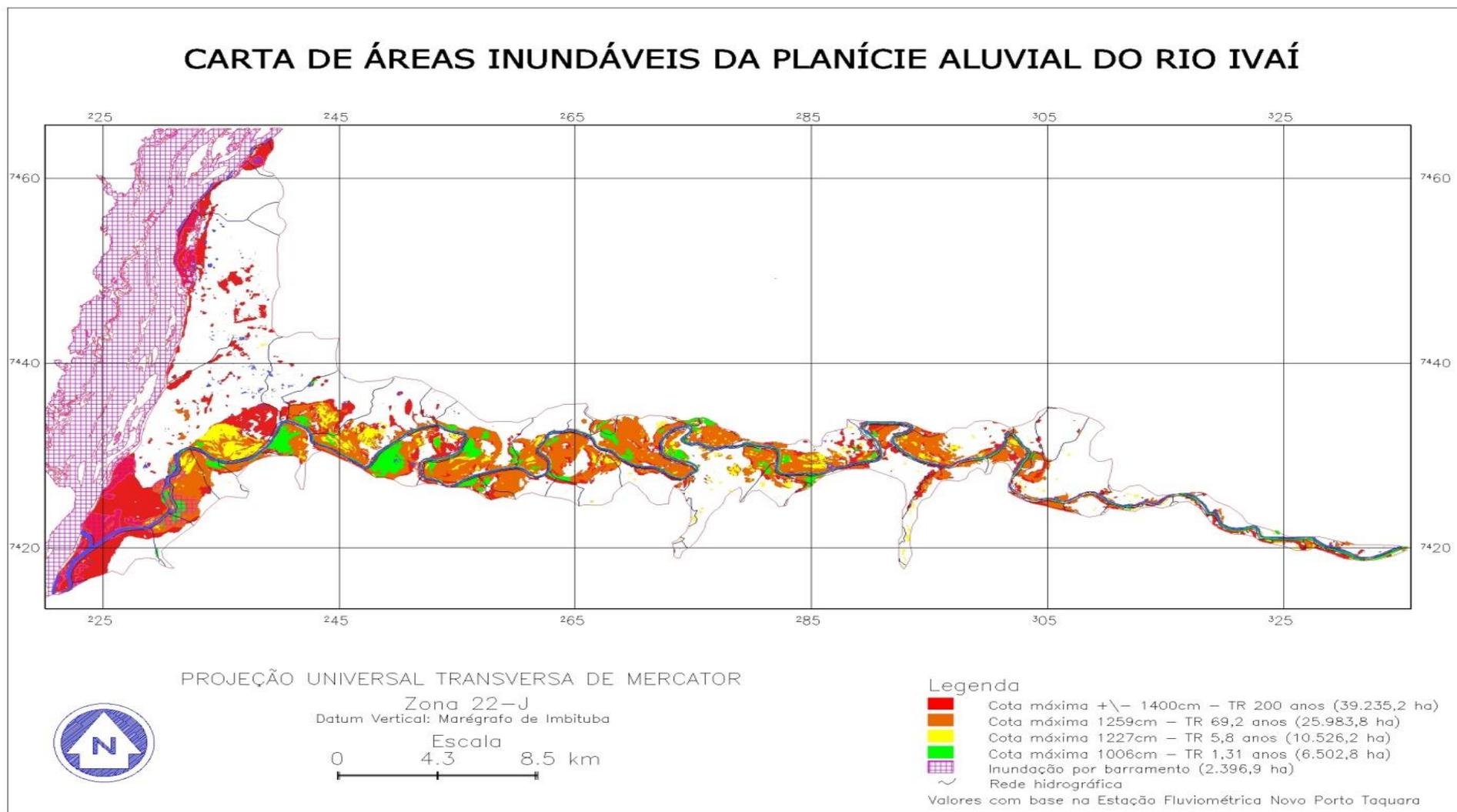


Figura 8: Carta de inundação da planície aluvial do rio Ivaí. Autor: Douhi, N (2013)

Vivan (1998) afirma que os SAFs são uma alternativa para minimizar a degradação ambiental, numa perspectiva de desenvolvimento sustentável, devido à maior diversidade de espécies no sistema. Dessa forma, há melhor utilização dos recursos naturais disponíveis (nutrientes, água e luz), e o componente arbóreo, geralmente, contribui para proteção e melhoria do solo e manutenção do processo de ciclagem direta de nutrientes.

Os SAFs São uma ferramenta complementar para a conservação, ao serem incorporados no manejo das paisagens, para conservar e proteger os fragmentos de bosques remanescentes, aumentar a cobertura arbórea das fazendas agrícolas e conectar áreas de proteção ambiental, funcionando como corredores ecológicos (BEER *et al.*, 2003; SCHROTH *et al.*, 2004). Porém a problemática da efetivação desse sistema gira em torno da falta de interesse dos proprietários rurais, da falta de incentivo dos órgãos governamentais e mesmo da iniciativa privada em investir nesse tipo de manejo, que demanda mais tempo que as formas de usos agrícolas convencionais.

4.2.1 SOLOS DE PLANÍCIE ALUVIAL

O número de pesquisas que tratam sobre o desenvolvimento pedogenético dos solos e suas distribuições dentro das planícies aluviais ainda não são expressivas, sobretudo, quando se relacionam as características pedogenéticas com as unidades morfológicas do relevo. O que se encontra com frequência são livros, artigos e relatórios, todos de cunho técnico sobre o assunto. As reduzidas dimensões geográficas das planícies, em relação aos contextos regionais podem ser condicionantes para o baixo número de trabalhos sobre esses tipos solos. Sem dúvida, um dos motivos pelo qual se evidencia essa carência é o número notavelmente maior de prospecções pedológicas necessárias por unidade de área que, na maioria das vezes, é difícil de ser estabelecido em função dos regimes hídricos, prevacentes nos solos das planícies (CURSIO 2006).

O autor (*op cit*) caracterizou, a partir da segmentação de ambientes, as florestas fluviais do rio Iguaçu no estado do Paraná. Relacionando dentro de compartimentos geológicos distintos a estrutura e composição florística das florestas fluviais às diferentes características geomorfológicas e pedológicas. Em cada feição, foram procedidos levantamentos ultra detalhados de solos com a finalidade de conseguir áreas pedologicamente homogêneas. Constatou que os diferentes tipos de rocha e estruturas tectônicas presentes exercem forte influência nos atributos geomorfológicos e pedológicos que, por sua vez, interferem nas características da cobertura arbórea da planície fluvial do rio Iguaçu.

Gerrard (1992) aponta que as planícies aluviais ocupam somente uma área de aproximadamente 3% da superfície da América do Sul. Segundo o autor o desenvolvimento das planícies exerce um grande efeito sobre o desenvolvimento pedogenético, fator que deve ser considerado ao se estudar os solos dessas áreas. Os solos variam conforme o modelado aluvial ocupado como diques marginais, bacias de inundação, terraços, entre outras paisagens. O fator tempo de formação das feições morfológicas também deve ser considerado, exemplificando que os solos que se encontram nos terraços, antes antigas planícies de inundação, geralmente são mais desenvolvidos do que os encontrados em planícies de inundação mais recentes.

Para Cursio (2006), as formas deposicionais, como: terraço aluvial, depósitos de planície de inundação, depósitos de dique marginal, depósitos de rompimento de dique marginal *crevases*, meandros abandonados, barras de pontal, entre outros, constituem feições geomórficas elaboradas em planos de superfícies altimétricas distintos. Portanto, devem apresentar possibilidades diferenciadas de evolução dos solos, em pelo menos algum atributo.

Uma outra situação que corrobora com a dificuldade de produção de trabalhos em solos de planície é a dinâmica de construção e destruição dessas áreas que podem ocorrer em questão de rápidos momentos, devido ao regime de inundações. Brady e Weil (1999) descrevem que a cada episódio de inundação são formadas novas camadas de sedimentos nos solos, das planícies com características distintas. No entanto, ao se estudar esses tipos de solos, é preciso considerar não só a heterogeneidade dos sedimentos depositados, mas também os processos pedogenéticos.

Sobre os níveis de maturação dos solos de planícies, Knighton (1984) e Miall (2006) afirmam que, em áreas onde ocorrem taxas altas de acumulação de sedimentos, com maior granulometria, como nos cordões marginais convexos, nos diques marginais e nos depósitos de rompimento de diques, formam-se solos pouco desenvolvidos ou imaturos.

Solos de maturação intermediária ocorreriam na transição entre a planície proximal (mais próximas ao canal hídrico) e a planície distal (mais distante do canal hídrico). Já os solos maduros ou mais desenvolvidos, formar-se-iam em locais mais distantes do curso hídrico atual, com taxas de acumulação mais baixas e sedimentos com menor granulometria, como nas bacias de decantação.

Do ponto de vista geológico e geotécnico, Salomão e Antunes (1998) descrevem que os aluviões encontrados nas planícies de inundação são formados por materiais constituídos por sedimentos erodidos, retrabalhados e transportados pelos cursos d'água nos seus leitos e margens. São também depositados nos fundos de lagoas e lagos, sempre associados a ambientes fluviais. Variações na natureza dos materiais e na capacidade de transporte dos cursos d'água refletem-se na formação de camadas com características distintas. Cada camada representa uma fase de

deposição, e, conseqüentemente, tem espessura, continuidade lateral, mineralogia e granulometria particulares. Conseqüentemente, o pacote aluvionar é altamente heterogêneo. Entretanto, as camadas isoladas podem apresentar-se muito homogêneas.

Assim, a enxurrada e as águas dos rios em seu caminho para o mar transportarão os detritos de erosão e os sedimentos em camadas, na ordem decrescente de seus diâmetros. Inicialmente, sedimentam-se as camadas de pedregulhos, depois as de areias e siltes, e, por fim, a camada de argila. Essas camadas constituem os solos transportados aluvionares, formando o seu conjunto, “ciclos de sedimentação”. Em cada camada predominam ordenadamente os tamanhos de grãos correspondentes aos pedregulhos, areias, silte e argila (MARANGON, 2008).

Segundo Zancopé (2008) “a relação entre a migração lateral do canal fluvial e os processos de deposição promove uma rede de fácies sedimentares e formas de relevo nas planícies aluviais de rios meandrantés”. Os processos pedogenéticos, interagindo com a migração do canal e com as taxas de sedimentação, agem sobre esses materiais, originando um complexo mosaico de tipos de solo. Assim:

“fácies, relevo e solos são resultantes das condições de sedimentação, do arranjo estrutural do acamamento sedimentar, da distância em relação ao canal, da flutuação do nível freático, da posição topográfica na planície, da composição mineralógica dos sedimentos, bem como do tempo de exposição aos processos pedogenéticos”. (ZANCOPÉ, 2008, p. 93).

Sobre a diversidade pedológica das planícies aluviais, Jacomini (2000) salienta que está essencialmente relacionada ao grau de hidromorfismo, além da natureza do material originário. Ao relacionar os tipos de solos com as unidades fisiográficas das planícies, o autor descreve que os Organossolos encontram-se em áreas permanentemente encharcadas, nas porções mais baixas das planícies, podendo também ser encontrados, contudo em menor proporção, os Gleissolos e os Neossolos Quartzarênicos. Nas superfícies mais elevadas das várzeas, com drenagem boa a moderada, não sujeitas a encharcamento, predominam o Neossolo Flúvico e o Cambissolo Flúvico. Em situações intermediárias, todavia, com restrição de drenagem e com significativa flutuação do lençol freático, é constatada a presença de Plintossolos.

Dessa forma, uma das características mais importantes dos solos de planícies aluviais é a hidromorfia, determinada pela presença do lençol freático, referente à intensidade de saturação hídrica, o tempo de permanência da água nesse ambiente, assim como ao grau de recorrência das saturações. PAULA SOUZA (1990), estudando as relações entre os tipos de solos com as

unidades geomórficas da planície do rio Iguaçu no primeiro planalto, observou ocorrências diferenciadas de solos com características distintas, devido ao processo de hidromorfia.

De acordo com a EMBRAPA (2013), tanto os Gleissolos como os Organossolos, estão sujeitos aos processos de hidromorfia por ocorrerem normalmente em áreas baixas de várzeas, depressões e locais de surgentes em ambientes mal a muito mal drenados, sobre vegetação hidrófila ou higrófila. Sendo que os Gleissolos são formados, principalmente a partir de sedimentos, estratificados ou não e os Organossolos são resultantes da acumulação de restos vegetais, em graus variados de decomposição. Comumente, esses solos desenvolvem-se em sedimentos recentes nas proximidades dos cursos d'água e em materiais colúvio-aluviais sujeitos a condições de hidromorfia, podendo formar-se também em áreas de relevo plano de terraços fluviais, lacustres ou marinhos, como também em materiais residuais em áreas abaciadas e depressões.

Ainda sobre os Gleissolos, a EMBRAPA (2013) os caracterizam pela forte gleização, em decorrência do regime de umidade redutor, virtualmente livre de oxigênio dissolvido em razão da saturação por água durante todo o ano, ou pelo menos por um longo período, associado à demanda de oxigênio pela atividade biológica. O processo de gleização implica na manifestação de cores acinzentadas, azuladas ou esverdeadas, devido a redução e solubilização do ferro, permitindo a expressão das cores neutras dos minerais de argila, ou ainda a precipitação de compostos ferruginosos

Sobre o caráter flúvico dos Neossolos encontrados em maior proporção na área de estudos, a EMBRAPA (2013) descreve que, não relacionada a processos pedogenéticos; e/ou esse termo é indicado para definir solos formados sobre forte influência de sedimentos de natureza aluvionar, que apresentam um dos seguintes requisitos:

- 1) distribuição irregular (errática) do conteúdo de carbono orgânico em profundidade
- 2) camadas estratificadas em 25% ou mais do volume do solo.

De acordo com a EMBRAPA (*op cit*), na classe dos Neossolos estão incluídos os solos que foram reconhecidos anteriormente como Litossolos e Solos Litólicos, Regossolos, e Areias Quartzosas (Distróficas, Marinhas e Hidromórficas). E, inclusive os solos Aluviais, como os analisados por Carvalho *et al.* (1989) na planície aluvial do rio Ivaí.

Por serem formados a partir de sedimentos aluviais, os Neossolos Flúvicos encontram-se associados aos depósitos aluvionares no interior das áreas sujeitas à inundação e nos diques marginais nas planícies dos rios. Dessa forma, essas áreas podem ser analisadas tanto pelas suas características pedológicas quanto por suas características sedimentares. Para EMBRAPA (2013) os Neossolos Flúvicos são solos derivados de sedimentos aluviais que apresentam caráter

flúvico, horizonte glei, ou horizontes de coloração pálida, variegada ou com mosqueados abundantes, comuns de redução, se ocorrerem abaixo do horizonte A, devem estar a profundidades superiores a 150 cm.

Diante das discussões de se analisar as áreas de depósitos aluviais apenas como depósitos sedimentares ou como perfis de solos, essa pesquisa adota a classificação da EMBRAPA (2013) para análise dos solos localizados em áreas de depósitos aluviais.

Outra questão importante de ser abordada é que as áreas planas portadoras de sedimentos e solos orgânicos hidromórficos podem criar um ambiente ideal para formação de turfeiras. Para Suguiu (1998), turfa é um sedimento orgânico residual de cor castanha-escura ou preta, produzido pela decomposição parcial de plantas de áreas pantanosas, frequentemente a turfeira pode ser estratificada devido às mudanças sazonais no crescimento da vegetação e no processo de formação da turfa.

De acordo com Junk (1983), as turfeiras são raras em ambientes tropicais, devido às elevadas temperaturas e a sazonalidade de períodos úmidos. Segundo Gorham (1991), as turfeiras são *hábitats* de escassa representação em nível mundial, ocupando cerca de 420 milhões de hectares, dos quais cerca de 2/3 localizam-se na Rússia e Canadá. Todavia, Grover (2006) descreve que esse pedoambiente também pode se formar em locais de elevadas altitudes e em planícies fluviais e mangues, onde as condições favoreçam o acúmulo de matéria orgânica.

Valladares (2003) descreve que para um material ser considerado como uma turfa, necessita de apresentar mais de 50% de material orgânico, e que, muitas vezes a coloração do material, devido à decomposição, pode gerar confusão na classificação. A esse respeito, Franchi (1996) diz que as áreas de clima subtropical podem acelerar o grau de decomposição do material orgânico, na maioria das vezes falseando os resultados e simulando sedimentos turfosos. No entanto, como as turfás são intimamente relacionadas aos materiais de origem dos Organossolos, em várias publicações esses solos são referidos usando-se como sinônimo o termo material turfoso ou turfeira (PEREIRA *et al.*, 2005). A exemplo da EMBRAPA (2013), que classifica as turfeiras como Organossolos tiomórficos, fólicos ou háplicos, a United States Department of Agriculture (USDA, 1999) classifica como Histosols e a Food and Agriculture Organization (FAO, 1990) como Histossoles.

Quanto a estudos sobre possíveis turfeiras na área de pesquisa, o trabalho de Marcotti (2012) trata sobre o assunto ao analisar dois perfis sedimentológicos na planície de inundação, especificamente no município de Santa Mônica e Icaraíma. A autora identificou que as características e a coloração do material analisado correspondia com as descritas por Suguiu (1999). Assim, o material aparentemente apresentava-se bem decomposto e com coloração

escura, remetendo a um material antigo, podendo preliminarmente ser classificado como uma turfeira.

Para comprovar a idade do material, Marcotti *op cit* realizou datações nos dois perfis, constatando que os resultados obtidos no perfil de Icaraíma entre a profundidade de 20 a 24cm, indicavam um material jovem (2.850 anos AP). E, que no perfil de Santa Mônica, os resultados indicaram um material mais antigo no intervalo de 60 a 63cm de profundidade (22.090 anos AP). Esse material, aparentemente remetia às características de turfa. Porém, a autora concluiu que o sedimento analisado não era uma turfa, já que não apresentava os teores de matéria orgânica necessários para ser considerado como tal, não ultrapassando a quantidade de 10% em ambos os testemunhos.

A classificação de turfa descrita pela literatura e a quantidade de material orgânico presente nos testemunhos de Santa Mônica e Icaraíma indicou que os depósitos presentes nos paleocanais, antes designados como turfás por Santos *et al.* (2008) e Morais (2010), são, na realidade, sedimentos orgânicos (MARCOTTI, 2012).

Quanto ao uso e manejo dos solos de planícies aluviais, Couto *et al.* (1985) enfatizam que o ecossistema de várzeas, parte das planícies, é extremamente frágil, tornando-se imperativa a necessidade do conhecimento de subsídios para a identificação e análise dos elementos dessas áreas, principalmente quanto a sua aptidão agrícola para um manejo racional dos seus solos. Para os autores, outro fator importante e vital é a preservação da salubridade química e biológica do sistema hidrológico desse ambiente.

A respeito da salubridade química da água da área de estudos, o trabalho realizado por Chicati *et al.* (2012) avaliou os níveis de contaminação causados por algumas substâncias químicas utilizadas no cultivo de arroz nas águas da área de Proteção das Ilhas e Várzeas do Rio Paraná ao longo da margem direita do rio Ivaí, lateralmente à área do presente estudo, pertencentes ao município de Querência do Norte. Os autores detectaram a presença de oito grupos de compostos químicos nas águas da área de estudos. Lembrando que a conexão entre os diferentes ambientes da planície aluvial podem transportar e depositar componentes tóxicos das lavouras, tanto nos ambientes aquáticos como nos solos.

Em relação à aptidão agrícola da área de trabalho, Carvalho *et al.* (1989) contribuíram ao investigarem as áreas de maior e menor potencial de uso agrícola para o cultivo de arroz irrigado, em relação aos tipos e propriedades dos solos, nas áreas de várzea da planície aluvial do rio Ivaí. Os autores identificaram que as unidades do terreno formadas pelos Gleissolos Háplicos Alíticos planossólicos de textura média a argilosa, relevo plano e mal drenados são mais aptas a esse cultivo.

5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A partir dos pressupostos supracitados, essa pesquisa propõe uma análise dos elementos físicos e de ocupação da margem esquerda da planície aluvial do rio Ivaí, para elaboração de um mapa de unidades geoambientais com características semelhantes. Ressaltando que essa pesquisa, além de se basear nos cruzamentos de dados obtidos por imagens e trabalhos de campo, baseou-se também em análises físicas e químicas dos solos, e na química da água superficial e subsuperficial de alguns pontos da área de estudo.

5.1 TÉCNICAS DE ELABORAÇÃO DOS PRODUTOS CARTOGRÁFICOS

A partir da análise de imagens de sensores remotos, acompanhadas de trabalhos de campo foi criado um banco de dados, georreferenciado com o uso do Sistema de Informação Geográfica (SIG) *ArcGIS 10.1* (ESRI, 2006) para confecção dos produtos cartográficos: mapa do substrato geológico, de solos, de geomorfologia, de hipsometria, de declividade, de unidades de conservação, de uso e ocupação dos solos e de divisão da área em unidades.

A base cartográfica foi adquirida gratuitamente via sítio eletrônico do Instituto de Terras Cartografia e Geociências (ITCG) e os dados geomorfométricos para execução dos mapas de declividade e hipsometria, da missão *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) realizada pela NASA (*National Aeronautics and Space Administration*) (ZYL, 2001), com resolução espacial de 30 metros, reamostrada pelo projeto TOPODATA (INPE, 2011). O mapa de declividade, também foi elaborado com base nas classes de declividades propostas por Ross (1994).

O mapa de divisão da área em compartimentos foi elaborado com a intenção de facilitar e organizar a discussão dos resultados obtidos nos outros mapeamentos, na escolha das áreas para coleta de solos e análises de campo de doze perfis. Sendo assim, a área foi dividida em três compartimentos distintos (CI, CII e CIII). O critério utilizado para essa compartimentação foi a divisão da planície aluvial em partes inferior próximo a foz (CI), média (CII) e superior (CIII). A elaboração desse mapa também auxiliou na produção do mapa de Unidades Geoambientais da área.

O mapa geomorfológico foi baseado nos trabalhos de Santos (2004) e Aguiar e Santos (2004). Na discussão desse produto cartográfico foram realizadas correlações com dados de datação por ^{14}C e Luminescência Oticamente Estimulada (LOE), efetuadas em materiais de solo e sedimentos da planície aluvial por Morais (2010), Guerreiro (2011)

Marcotti (2012) e Santos (2013). Os resultados das pesquisas realizadas por esses autores contribuíram para o entendimento da evolução da paisagem da planície aluvial em estudo.

Para a elaboração do mapa de solos, foi utilizado como parâmetro, os dados da EMBRAPA/IAPAR (2008), e, para o mapa geológico, os dados foram obtidos da MINEROPAR (2001).

O uso do solo foi mapeado a partir de imagens orbitais do satélite Landsat 8 sensor TIRS, a data selecionada foi a de 04/09/2013, as identificações de campo com auxílio de GPS também colaboraram na elaboração desse produto cartográfico. As classes temáticas e cores foram baseadas no manual do uso da terra desenvolvido pelo IBGE (2006).

Nos resultados do mapa de uso de solo também foram apresentadas discussões baseadas em pesquisas realizadas na Lei nº 12.651 do novo Código Florestal brasileiro, promulgada em data recente de 25/05/2012 sobre APPs e UCs (Áreas de Preservação Permanente e Unidades de Conservação) e em dados do IBGE (2012) sobre o uso e ocupação dos municípios limítrofes a área de estudos (Icaraíma, Ivaté, Douradina e Tapira).

Ainda nesse item, a partir de informações coletadas do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBIO, 2013), Marcotti (2013) e Projeto CanaSat (CANASAT/INPE, 2013) foi realizado o mapeamento das Unidades de Conservação presentes na área e de evolução da cultura de cana-de-açúcar.

O mapa de Unidades Geoambientais foi elaborado a partir da sobreposição dos mapas de solos, geomorfologia e geologia, para determinação de áreas homogêneas que dessem aporte a caracterização geral das unidades. A sobreposição dessas informações foram efetuadas em ambiente *ArcMap* (*ArcGIS*), com rotina aplicada na extensão *Geoprocessing – Intersect* para gerar e espacializar as áreas em comum.

A execução desse produto cartográfico, também se apoiou na metodologia desenvolvida por Trentin e Robaina (2005), que se sustenta na possibilidade da divisão da área estudada em unidades com características físicas homogêneas.

Os atributos predominantes por unidade foram definidos da relação de ocorrência, sendo considerado predominante o atributo que representasse uma área maior que 40% da área correspondente à unidade no qual está inserido. Quando os atributos apresentaram valores proporcionalmente próximos com variação de no máximo 10%, ambos foram considerados como predominantes.

Dentro de cada unidade foram identificados e discutidos os atributos predominantes relacionados ao meio físico (solos, geologia, geomorfologia, declividade) e antrópico (uso e ocupação do solo) da região, visando estabelecer um diagnóstico que aponte as

potencialidades, fragilidades ou limitações frente às formas de apropriação da área. Os trabalhos de campo para identificação e confirmação do uso do solo da área de estudos também auxiliaram na discussão das potencialidades e limitações e fragilidades de cada unidade. Além da apresentação deste mapa, essa parte da pesquisa traz um quadro síntese com as características principais de cada unidade geoambiental.

5.2 TÉCNICAS DAS ETAPAS DE CAMPO E DE LABORATÓRIO

Essa parte do trabalho abrange e detalha os materiais e técnicas utilizadas no decorrer da pesquisa de campo e de laboratório. A partir de análise de imagens e saídas de campo, foi estabelecido a localização de pontos em diferentes morfologias (diques, terraços fluviais, planície de inundação) e coberturas pedológicas distintas ao longo da margem esquerda da planície aluvial abrangendo os compartimentos CI, CII e CIII para a determinação dos perfis de solos.

Nas áreas de depósitos aluviais os perfis serão analisados como de solos e não sedimentos, pelo fato de que os depósitos aluviais constituem-se em termos pedogenéticos, nos materiais de origem dos atuais Neossolos Flúvicos (EMBRAPA, 2013) de expressiva ocorrência na área de pesquisa.

Nos perfis foram procedidas análises morfológicas e coleta de amostras de solo para determinações granulométricas e de química de rotina.

Para identificação de áreas com possíveis contaminações por multiresíduos de agrotóxicos foram realizadas coletas de água de superfície e subterrânea em cinco pontos da área de pesquisa, localizados na planície aluvial da margem esquerda do rio Ivaí. Nos itens abaixo estão relacionados de forma mais detalhada os procedimentos metodológicos dessa parte da pesquisa.

5.2.1 Análise morfológica dos perfis de solo

A descrição morfológica dos solos dos perfis seguiu a metodologia proposta por Lemos e Santos (1976), as cores das amostras de solo foram definidas com base na tabela de Munsell (1975), os locais foram pré-determinados na carta morfológica de Santos et al (2008) e definidos no campo. Os perfis podem ser visualizados na figura de localização dos pontos nos resultados e discussões desse trabalho. As descrições morfológicas detalhadas foram representadas a partir de fotografias e com o auxílio do programa Corel Draw X5 Graphic e se encontram no Apêndice dessa pesquisa.

5.2.2 Análise Granulométrica

A análise granulométrica foi efetuada no laboratório do Grupo de Estudos Multidisciplinares do Ambiente (GEMA) da Universidade Estadual de Maringá (UEM) segundo a metodologia da EMBRAPA (1997). Foram determinados em porcentagem as frações de argila, silte fino, silte grosso, areia fina, areia grossa e argila dispersa em água. Os resultados foram apresentados por meio de tabelas e gráficos elaborados no programa Graffer e editados no COREL Draw 14

5.2.3 Química de rotina

A análise química de rotina das amostras de solos foi executada no laboratório de Agroquímica e Meio Ambiente do departamento de química (DQI-UEM) e forneceu dados sobre acidez ativa (pH em CaCl_2 e H_2O), acidez potencial ($\text{H}+\text{Al}$), fósforo, sódio, potássio, cálcio, magnésio, capacidade de troca catiônica (CTC), soma de base (SB), saturação por alumínio (m%) e saturação por bases (V%). Os resultados dessa etapa do trabalho estão registrados em forma de tabela no corpo de trabalho na parte dos resultados e discussões.

5.2.4 Análise química da água para identificação de agrotóxicos

A análise química da água superficial e subsuperficial dessa pesquisa baseou-se na pesquisa de Chicati *et al.* (2012), por se tratar de uma área relativamente próxima e com características, principalmente de uso semelhantes à área de estudos (área das ilhas e várzeas do rio Paraná no município de Querência do Norte, área que compreende principalmente as zonas úmidas, as planícies de inundação e outros setores localizados na margem direita do rio Ivaí).

Para essa análise foram efetuadas 2 coletas em 5 pontos, todos localizados na margem esquerda da planície de inundação do rio Ivaí, desde as proximidades do município de Tapira até próximo a Pontal do Tigre em Icaraíma, abrangendo os compartimentos de pesquisa I, II e III.

A localização dos pontos está representada nos resultados dessa pesquisa em forma de mapa. As amostras foram coletadas em maio de 2013 e setembro de 2013, seguindo os padrões estabelecidos pelas Normas Brasileiras Registradas (NBR 9898, 1987) e enviadas

para o Instituto de Tecnologia do Estado do Paraná (TECPAR) para detecção de compostos contaminantes provenientes dos multiresíduos de agrotóxicos. O método de ensaio utilizado foi o de cromatografia a líquido com detecção por espectrometria de massas sequencial – LC-MS/MS. Os laudos técnicos dessa análise encontram-se no anexo dessa pesquisa.

Os princípios ativos dos multiresíduos dos agrotóxicos analisados seguem a seguinte lista: 3-hidroxi-carbofurano, abamectina, alacloro, aldicarbe, aldicarbesulfona, aletrina, ametrina, atrazina, azinfós etílico, azinfós metílico, azoxistrobina, bifentrina, carbaril, carbendazina, carbofurano, carbosulfan, ciflutrina, cimoxamil, cipermetrinas, ciproconazol, ciprodinil, clofentezina, clomazona, clorfenvinfós, clorpirifós etílico, clorpirifós metílico, cresoxim metílico, deltametrina, diazinona, diclorvós, difenoconazol, dimetoato, disulfoton, diuron, epoxiconazol, etiona, etoprofós, fenamifós, fenarimol, fenhexamida, fenpiroximato, fenpropratrina, fentoato, fentiona, fipronil, fluazifo-butílico, flufenoxurom, fluometuron, flutriafol, forato, fosalona, fosfolan, fosmete, hexaconazol, hexazinona, hexitiazoxi, imazalil, imidacloprido, indoxacarbe, lambda-cialotrina, linuron, lufenuron, malationa, metalaxil metílico, metidationa, metiocarbe, metolacoloro, metsulfurom metílico, mevinfós, oxamil, paraoxom, parationa etílica, penconazol, pendimetalina, permetrina, pirazofós, piridabem, pirimetanil, pirimicarbe, pirimifós etílico, pirimifós metílico, piriproxifem, procloraz, profenofós, promecarbe, prometrina, propanil, propargito, propiconazol, propoxur, simazina, tebuconazol, terbufós, tiabendazol, tiacloprido, tiametoxan, tiofanato metílico, tolclofós metílico, tolifluanida, triadimefom, triazofós, triclorfon, trifloxistrobina, triflumizol e vamidotona.

6 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Na apresentação e discussão dos resultados, será abordada primeiramente a análise dos produtos cartográficos. Na sequência, serão apresentados os resultados obtidos com os levantamentos de campo e análises laboratoriais de física e química dos solos. Essa parte enfatiza os dados das diferentes coberturas pedológicas ao longo das várias geoformas da área estudada finalizando na sequência, com a apresentação dos resultados de análise química da água coletada em alguns pontos da área e com a apresentação e discussão do mapa de Unidades Geoambientais.

6.1. MAPA DE COMPARTIMENTAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDOS

A área de estudos foi dividida em três compartimentos (CI, CII e CIII) facilitando e promovendo uma organização na análise e discussão dos resultados (FIGURA 9). O compartimento CI (jusante da margem esquerda da planície aluvial do rio Ivaí) limita-se com o município de Icaraíma e está próximo da foz com o rio Paraná, localidade sujeita tanto ao regime fluvial do rio Paraná quanto do rio Ivaí. O compartimento CII (setor médio da margem esquerda da planície aluvial) compreende aos limites do município de Douradina e Ivaté, porém é o distrito de Herculândia que se localiza às margens da planície. O compartimento CIII (setor a montante da margem esquerda da planície aluvial do rio Ivaí) limita-se com o município de Tapira, Cidade Gaúcha e Guaporema.

Basicamente, em uma primeira análise, todos os compartimentos possuem características semelhantes. Dessa maneira, os produtos cartográficos a seguir procuram evidenciar as diferenças e particularidades dos elementos naturais e antrópicos, mesmo que a primeira vista sutis, mas principalmente quando analisados de forma conectada, importantes na gênese e evolução da paisagem da planície em estudo.

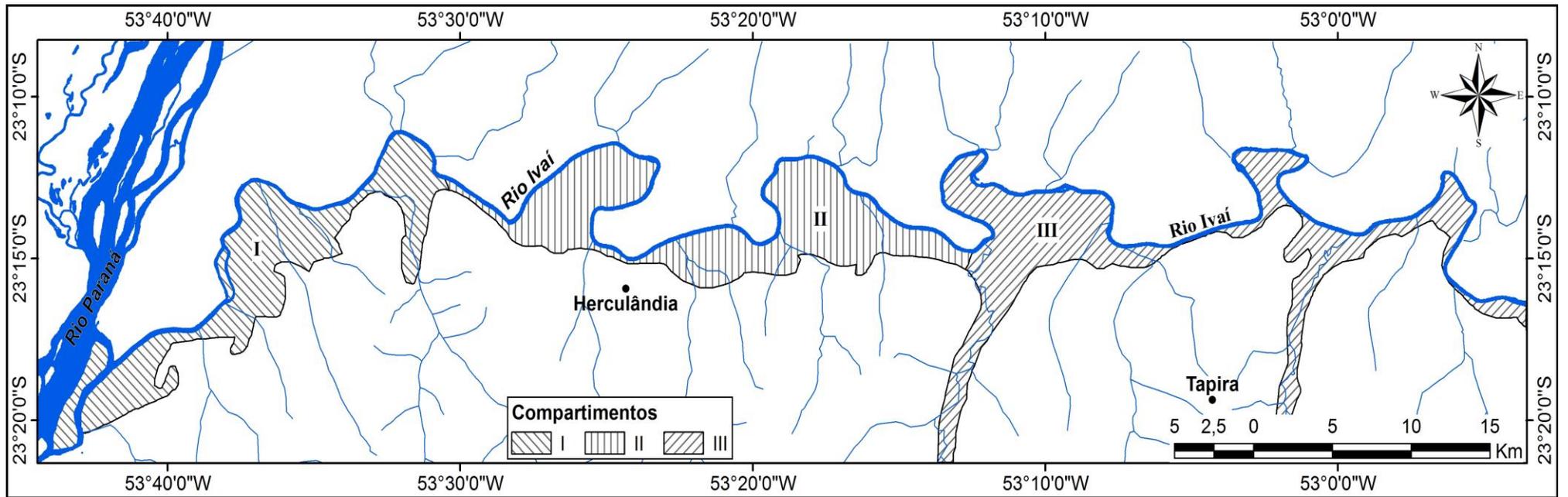


Figura 9: Mapa de compartimentação da área de pesquisa

6.2 MAPA GEOLÓGICO

A planície aluvial do rio Ivaí desenvolveu-se sobre a Formação Caiuá. De acordo com o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT, 1989), as rochas pertencentes a esse substrato, formaram-se a partir do Cretáceo inferior, na borda da bacia sedimentar do Paraná e parte sobre o embasamento mais antigo, em decorrência de atividades positivas dos arcos de Ponta Grossa e Rio Grande associados à reativação sulatlântica.

Santos *et al.* (2008) afirmam que na área de estudos, a Formação Caiuá aflora somente em alguns pontos na margem ou no leito do rio Ivaí, como um arenito fino a médio, estratificado de coloração avermelhada e fortemente cimentada. O alto grau de cimentação dessa formação na região da planície exerce um forte controle litológico no canal do rio Ivaí, que, aliado aos lineamentos tectônicos, condiciona seu traçado.

No mapa geológico não é possível observar esses afloramentos devido à escala, porém eles foram identificados no campo, na base de alguns diques marginais, no CII (Figuras 10 e 11).



Figuras 10 e 11: Afloramento rochoso da Formação Caiuá no porto Herculândia, distrito de Herculândia –PR (maio, 2011)

Analisando o mapa geológico, representado pela Figura 12, constata-se que não há uma variedade geológica na área de estudos em detrimento da planície aluvial, como já citado, ter se desenvolvido em sua totalidade sobre rochas da Formação Caiuá. Dessa forma, a planície representa um conjunto de depósitos com mais de 20m de espessura,

dominantemente formado por pelitos, subordinadamente de areia fina e com delgadas e descontínuas camadas de cascalho e areia grossa depositada sobre a Formação Caiuá (SANTOS *et al.* 2008).

A cor amarela clara em menor porcentagem no mapa geológico está localizada no CIII e representa os depósitos recentes do período Quaternário/Holoceno, configurados em forma de talus e blocos com matriz argilosa. Sobre esses depósitos prevalecem os Neossolos Flúvicos.

Os depósitos fluviais atuais e sub-atuais estão representados no mapa pela cor rosa e abrangem praticamente todos os compartimentos da área de estudos e margens dos rios tributários no setor da Formação Caiuá. Esses depósitos são predominantemente arenosos com intercalações de camadas argilosas e cascalhos. Destaca-se que esses depósitos encontram-se em maior proporção sobre a Planície Ivaí (presente em todos os compartimentos) onde estão instaladas a maioria das morfologias da área de estudos: espiras de meandro abandonados, paleocanais, terraços e diques marginais. De maneira geral, os solos predominantes nessa área também são os Neossolos Flúvicos, apresentando manchas de Gleissolos e Organossolos apenas em alguns setores.

Os aluviões recentes (cor laranja) dominam o compartimento I e margeiam o rio Ivaí, recobrimo em menor proporção o setor próximo das margens do ribeirão Tapirapicui na compartimento CIII. São constituídos de material argilo-silto-arenoso e argiloso e/ou arenoso. Associado a essa cobertura, identifica-se principalmente a presença de paleocanais e diques marginais que se desenvolveram somente ao longo da margem esquerda do rio Ivaí. Segundo Santos *et al.* (2008), atrás dos diques, no lado esquerdo do canal, nas partes mais distais da planície, ocorrem pântanos e alagadiços que ocupam as regiões mais deprimidas da planície. Os solos predominantes nessa área são os Neossolos Flúvicos, com associações de Gleissolos e Organossolos.

A cor amarela de tonalidade mais forte no mapa é representada pela Formação Caiuá descrita por Soares *et al.* (1980) e abrange todo o entorno da área de pesquisa, estendendo-se em menor proporção no CII. Essa formação é constituída por arenitos finos a médios, arroxeados com estratificação cruzada de grande porte. Os Latossolos Vermelhos de textura média e os Argissolos Vermelhos dominam a cobertura pedológica nesse setor.

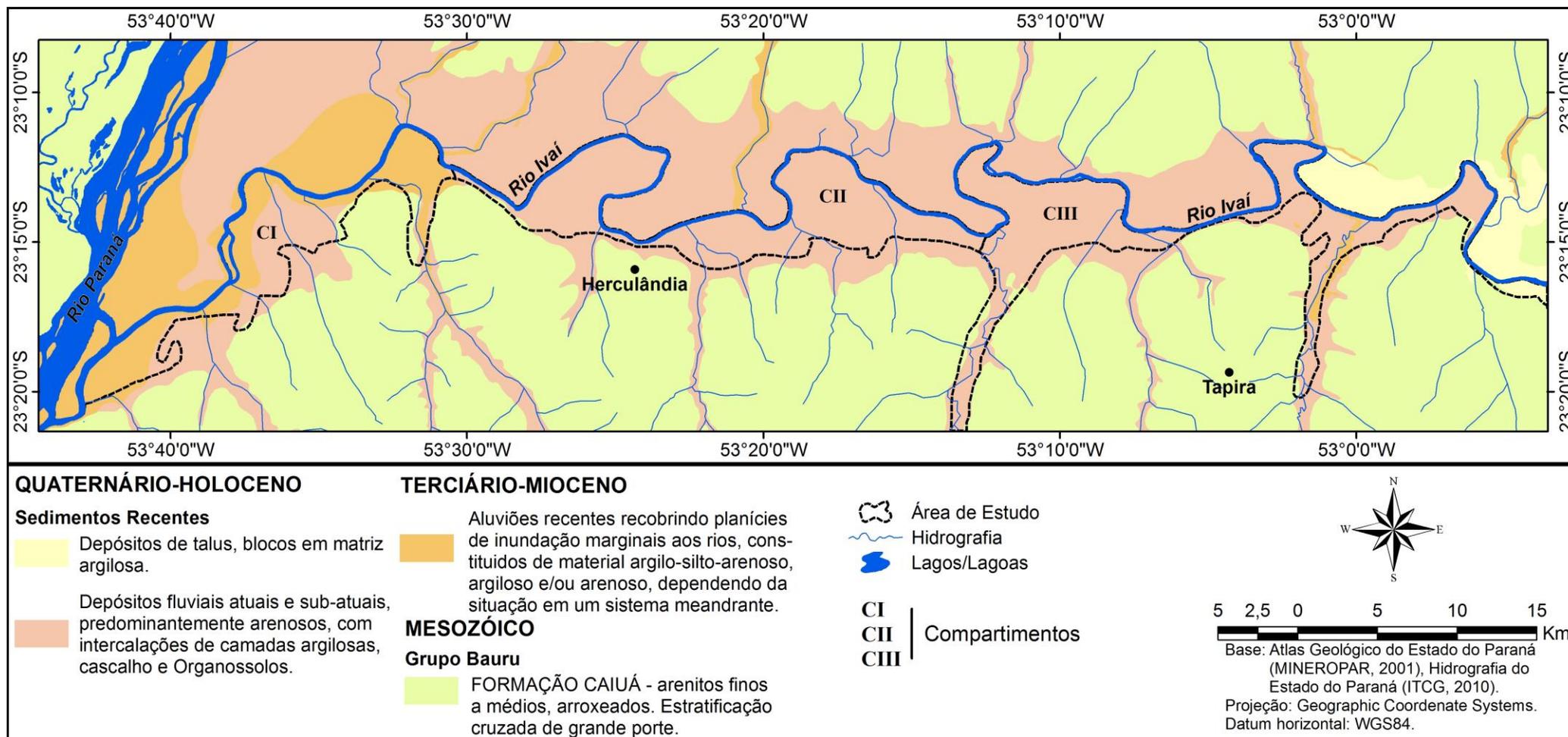


Figura 12: Mapa geológico da área de pesquisa

6.3 MAPA DE SOLOS

Analisando o mapa de solos da área de estudo (FIGURA 13), identificou-se cinco grupos de solos: Gleissolos Háplicos, Neossolos Flúvicos e os Organossolos Mésicos, quanto os Latossolos Vermelhos de textura média e os Argissolos Vermelhos encontram-se nas margens da área de estudo.

Os Argissolos Vermelhos e os Latossolos Vermelhos de textura média estão mapeados respectivamente na cor rosa-escuro e rosa-claro. Essas classes de solos recobrem as áreas da Formação Caiuá e dominam as médias vertentes, estendendo-se próximo às redes de drenagem. No compartimento III, próximo a Tapira, constata-se a presença dos Argissolos Vermelhos recobrendo a borda do Terraço Ivaí. Os Latossolos Vermelhos ocupam as partes altas das vertentes em toda área da Formação Caiuá adjacente à área de estudos.

Os Organossolos representados no mapa pela cor azul escuro estão situados próximos e nas áreas constituídas pelos paleocanais e espiras de meandro abandonados, principalmente na planície de inundação localizada no compartimento II, próximo ao distrito de Herculândia e na margem direita do rio, fora, portanto da área de estudo, na Planície Paraná Ivaí.

Os Neossolos Flúvicos foram mapeados na cor cinza e são encontrados praticamente em todos compartimentos, na área da planície de inundação, margeando o rio Ivaí e em alguns canais de drenagem secundários. Ao abranger essa extensa área, esses solos recobrem diferentes formas de relevo da planície aluvial (diques marginais, planície de inundação e terraços).

O Gleissolo Háplico, representado no mapa pela cor azul-claro foi identificado em áreas mais restritas na planície de inundação próximo ao município de Icaraíma, no CI. Porém em campo, esse tipo de solo pode ser identificado em outras áreas da planície, no CII próximo às plantações de arroz em Herculândia e no compartimento III, próximo de Tapira em áreas tanto de pastagens como de cultivo de arroz.

O mapa de solos permitiu a compreensão da distribuição dos tipos de solo da planície aluvial do rio Ivaí e seu entorno. A descrição dos perfis de solo e as campanhas de campo auxiliaram no entendimento dessa paisagem que, apesar de parecer homogênea, apresenta peculiaridades e diferenciações quanto aos tipos de solos.

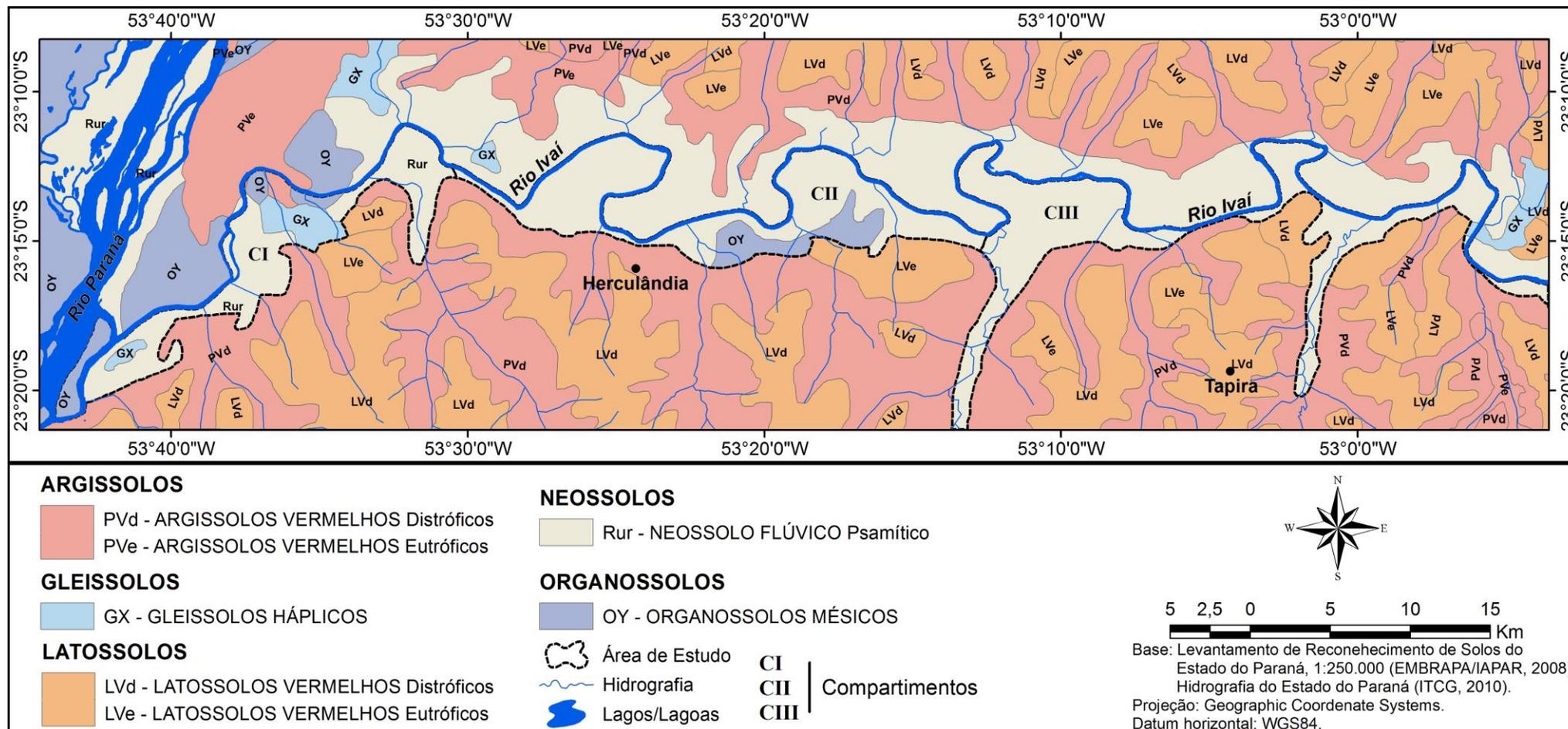


Figura 13: Mapa de solos da área de pesquisa

6.4 MAPA DE DECLIVIDADE

Ao analisar a Figura 14, confirma-se que a declividade predominante em todos os compartimentos da área de pesquisa é de 0 a 2 %, representada no mapa pela cor amarela. Nessa classe de declividade estão instaladas morfologias típicas de planícies aluviais, como espiras de meandros abandonados, paleocanais, paleolagoas e a própria planície de inundação que são importantes formas nos estudos sobre evolução dos sistemas fluviais. Sobre essa variação de declividade, predominam os Neossolos Flúvicos associados aos Organossolos e aos Gleissolos Háplicos. Essa classe de declividade, ainda abrange áreas próximas dos vales dos rios tributários.

A classe de declividade de 2 a 6% (laranja claro) abrange as margens dos fragmentos de terraço e topo dos diques marginais, estendendo-se, também, para as adjacências nas partes mais baixas das vertentes na área da Formação Caiuá. Nesta última área, os Latossolos Vermelhos de textura média e Argissolos Vermelhos, dominam a cobertura pedológica da região. Nos terrenos sobre essa declividade, predominam a cultura de cana-de-açúcar, questão a ser discutida no item de histórico de uso e ocupação da área de estudo.

As classes de declividades compreendidas entre 6 a 12%, na cor laranja, de tonalidade um pouco mais escura, são encontradas nas partes de topo e partes médias das vertentes na área da Formação Caiuá.

Destaca-se que as características de baixa declividade da planície aluvial, associadas aos tipos de solos constantemente vulneráveis ao regime de inundação e de elevação do freático incentivaram a implantação de pastagens com expansão da pecuária bovina e do cultivo de arroz na área de estudos. Porém, é preciso considerar que essas áreas não estão isentas aos processos de modificação e degradação do ambiente quando mal utilizadas nessas atividades.

6.5 MAPA DE HIPSOMÉTRICO

Para Queiroz (2003), a carta hipsométrica é muito importante para os estudos ligados ao uso e ocupação do solo, uma vez que fornece informações sobre o relevo que exerce grande influencia, tanto no aspecto natural, como no aspecto cultural de uma região. Esse produto cartográfico relacionado a outras informações como: tipo de solo, geologia e clima, possibilitam um uso mais adequado do ambiente, auxiliando na organização do espaço.

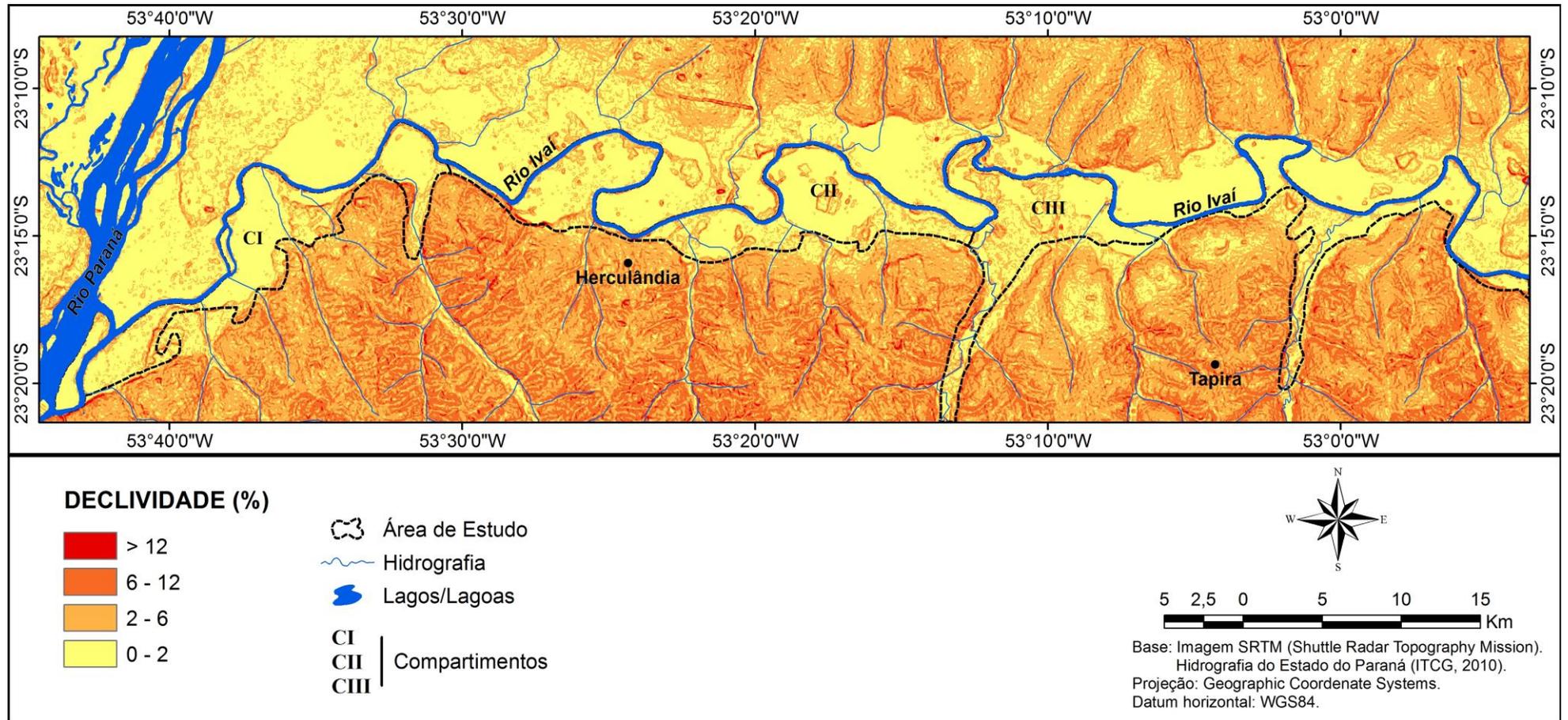


Figura 14: Mapa de declividade da área de pesquisa

Analisando a Figura 15, identificou-se o predomínio de baixas altitudes em todos os compartimentos da área de pesquisa. A altitude de 233m até aproximadamente 280m, representada no mapa pela cor verde, abrange todos compartimentos, estendendo-se próximo das margens dos rios tributários, no setor da Formação Caiuá. Nas áreas ocupadas pelos fragmentos de terraços fluviais identificou-se em campo, um pequeno aumento de altitude, cerca de 3m a 4m em relação a planície de inundação.

As altitudes de 280 a 330m destacadas no mapa pela cor amarela se localizam respectivamente nas baixas e médias vertentes na área da Formação Caiuá. Já a altitude de 380 a 432m (cor vermelha) foi identificada somente nas áreas de topo dos divisores de água também na área da Formação Caiuá.

Dessa forma, a hipsometria da área contribuiu na esculturação de um relevo representado por vertentes suaves de baixa declividade. Essas características também foram identificadas em campo e permitiram a instalação da agricultura e da pecuária, implicando na retirada quase que total da floresta original.

6.6 EVOLUÇÃO DA PAISAGEM DA ÁREA DE ESTUDO E ANÁLISE DO MAPA GEOMORFOLÓGICO

As mudanças ocorridas nos sistemas fluviais mantêm os registros preservados nas diferentes morfologias das planícies aluviais, e, a compreensão dos diferentes processos geomorfológicos pode revelar importantes aspectos da evolução da paisagem fluvial. Para Suguio (1999), a caracterização dos depósitos e morfologias fluviais constitui-se em importantes registros de mudanças ambientais e registros da adaptação do sistema fluvial às condições hidrológicas e climáticas. Destacando que a dinâmica exercida pelo canal fluvial é condicionante na formação e evolução das planícies aluvias.

Na área de pesquisa, o canal do rio Ivaí é caracterizado por Santos *et al.* (2008) por apresentar um padrão meândrico fortemente encaixado a montante da planície, devido a esse fator, não apresenta nenhuma mobilidade lateral. O canal está entalhado desde a corredeira do Ferro (Guaporema-PR) até cerca de 20km da foz no rio Paraná, sendo essa a região da planície com maior declividade.

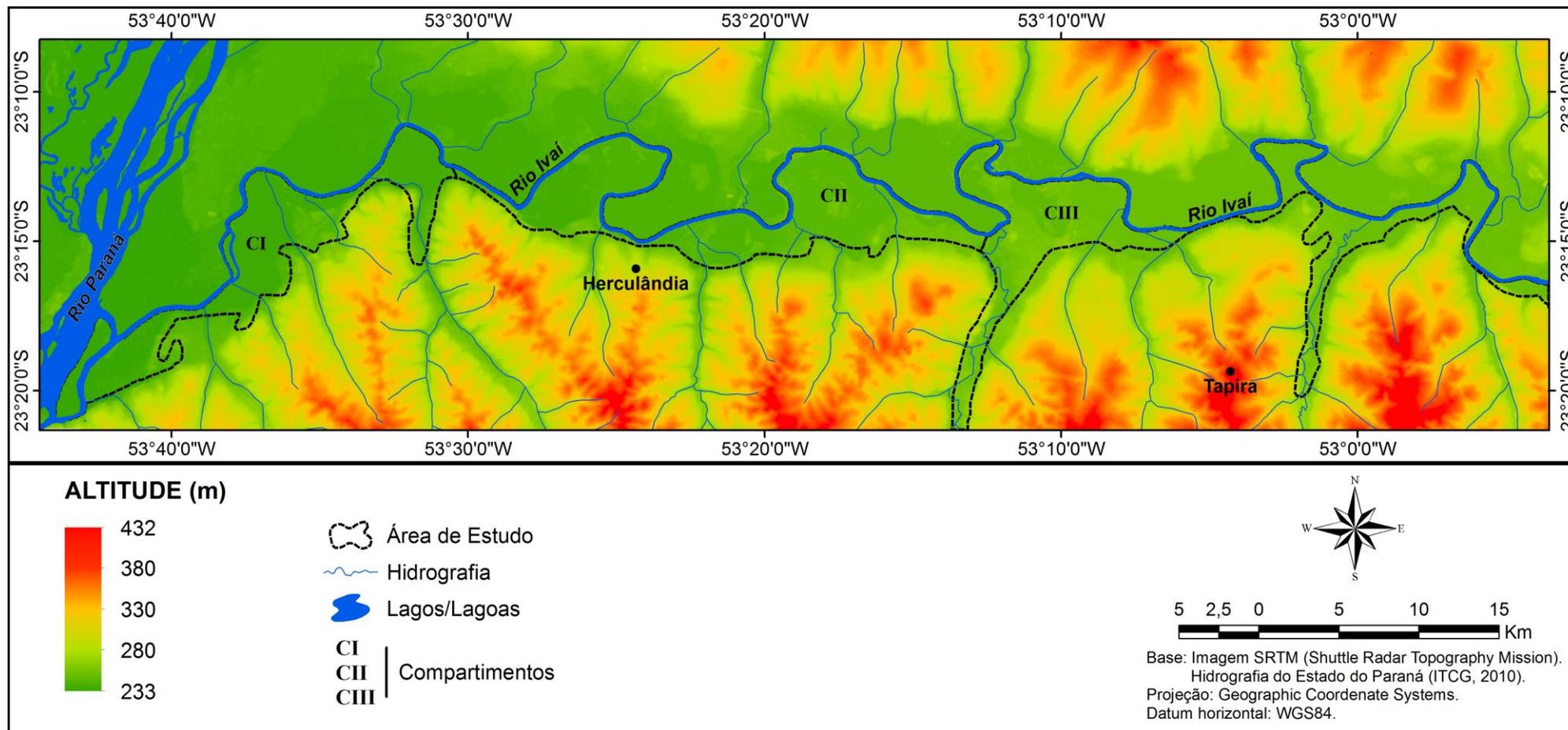


Figura 15: Mapa hipsométrico da área de pesquisa

A altura das margens diminui para jusante, ao contrário da largura do canal, que aumenta na mesma direção, variando muito pouco de acordo com as oscilações do nível da água. Dentro do canal ocorrem poucas corredeiras, formadas por afloramentos de rochas da Formação Caiuá ou por afloramentos de conglomerado fortemente limonitizados que se constituem na base do pacote sedimentar da planície.

Dessa forma, o canal do rio Ivaí evidencia importante controle tectônico, e, devido ser encaixado, apresenta proeminentes diques marginais que podem dificultar o extravasamento de águas para a planície durante o regime de cheias (SANTOS, 2008).

Na área da planície aluvial, os diques marginais podem se apresentar de forma contínua ou, não lateralmente aos canais e delimitam o limite de margens plenas natural (FERNANDEZ, 2003). Eles ocorrem aproximadamente 5m acima do nível da planície e são considerados depósitos de sedimentos elevados, alongados em faixas sinuosas, junto às margens do canal fluvial.

Uma feição geomorfológica evidente e de maior contribuição para o entendimento da evolução das planícies aluviais são os paleocanais. Na área de estudos, essa forma apresenta-se em tamanhos variados em todos os compartimentos da margem esquerda planície aluvial. A topografia deprimida desses paleocanais é passível de reconhecimento em campo e é frequentemente associada à vegetação característica das áreas mais úmidas da planície.

O mapeamento dos paleocanais realizado por Santos *et al.* (2008) em toda a planície, e posteriormente por Morais (2010) na zona de confluência do rio Ivaí com o rio Paraná, contribuíram para realização do mapa geomorfológico da área e permitiram a identificação de antigos cursos, tanto do rio Ivaí como do rio Paraná, bem como a constatação da direção assumida por esses canais em momentos pretéritos ao modelado fluvial atual. Ressaltando que devido à forma meandrante do canal do rio Ivaí, também se encontram na área um conjunto de paleomeandros bem marcados e desenvolvidos durante o Pleistoceno Tardio (Santos *et al.*, 2008). Essas formas concentram-se em maior número no compartimento II.

Santos (2013) aponta que as marcas deixadas pelos paleocanais comprovam que o rio Ivaí sofreu mudanças, com migração lateral do canal ao longo do Pleistoceno. Próximo à cidade de Santa Mônica/PR, constatou-se a presença de um paleocanal com maior largura (245m) do que o atual rio Ivaí (176m), comprovando que no passado havia uma maior dinâmica do canal fluvial. A figura 16 evidencia as marcas dos paleocanais.



Figura 16: Imagem de satélite CNES/SPOT (2012) exibindo marcas de paleocanais. Autor: Santos (2013)

Em relação aos terraços fluviais, Santos et al (2008) constataram que a formação de superfícies erosivas e o isolamento de terraços são resultados da interação de eventos climáticos e tectônicos ocorridos a partir do Terciário. Em campo, os terraços foram identificados como patamares escalonados planos e pouco ondulados com altitude variando de 230 a 247m com desnível de cerca de 3m a 4m acima da planície do rio Ivaí. No compartimento I onde foi descrito um perfil de solo, próximo a Pontal do Tigre o terraço ocupa uma pequena área localizada na margem esquerda do rio Ivaí entre a planície Paraná-Ivaí, e os solos da Formação Caiuá. A Figura 17 evidencia o suave desnível desse terraço em relação à planície de inundação.

No compartimento III foram identificados fragmentos de terraço fluvial entre o município de Tapira e o distrito de Herculândia. Tanto esse terraço quanto o localizado no compartimento I, tem sua origem ligada a processos aluviais relacionados ao rio Ivaí e a processos coluviais relacionados à cobertura superficial da Formação Caiuá. Fora da área de estudos, porém, parte igualmente importante e integrante do conjunto de formas da planície aluvial, identifica-se uma área mais extensa na margem direita do rio Ivaí, próximo a Querência do Norte, formada por terraços aluviais, que em trabalhos já realizados, demonstram aspectos correlatos com os fragmentos de terraço presentes na margem esquerda do rio Ivaí.



Figura 17: Desnível do Terraço Ivaí com a Planície de inundação Ivaí (2012)

Segundo Santos *et al.* (2008), esses terraços são formados pela ocorrência conjunta de depósitos pelíticos, com quantidade variável de matéria orgânica e de areia fina maciça ou estratificada. Um intrincado conjunto de paleocanais e de espiras de meandro de direções variáveis mostra que esse depósito foi profundamente retrabalhado por processos de abandono de canal e de migração de meandros durante a evolução do rio Ivaí. As diferentes morfologias das unidades da área de estudos acima analisadas estão evidenciadas na Figura 18.

Quanto à energia dos sistemas fluviais relacionadas com as diferentes morfologias presentes nas planícies aluviais, Souza Filho (1993) descreve que essa relação possui certa correlação quanto à gênese e à evolução desse ambiente. Ou seja, as diferentes geoformas são consideradas parte resultante da dinâmica do sistema fluvial, definidas e especializadas a partir da entrada, transferência e saída de energia do sistema.

A transferência dessa energia ocorre a partir dos canais fluviais que transportam e depositam os sedimentos que escoam e acumulam a água no interior das planícies. Assim, toda dinâmica formada pela ação de entrada e saída de materiais e água, do clima, da vegetação, do tempo, entre outros, pode permitir o registro de dados *proxy* das mudanças ambientais preservadas nas áreas de planície aluvial. Os trabalhos a partir de dados *proxy* podem contribuir para o entendimento da evolução dos ambientes naturais.

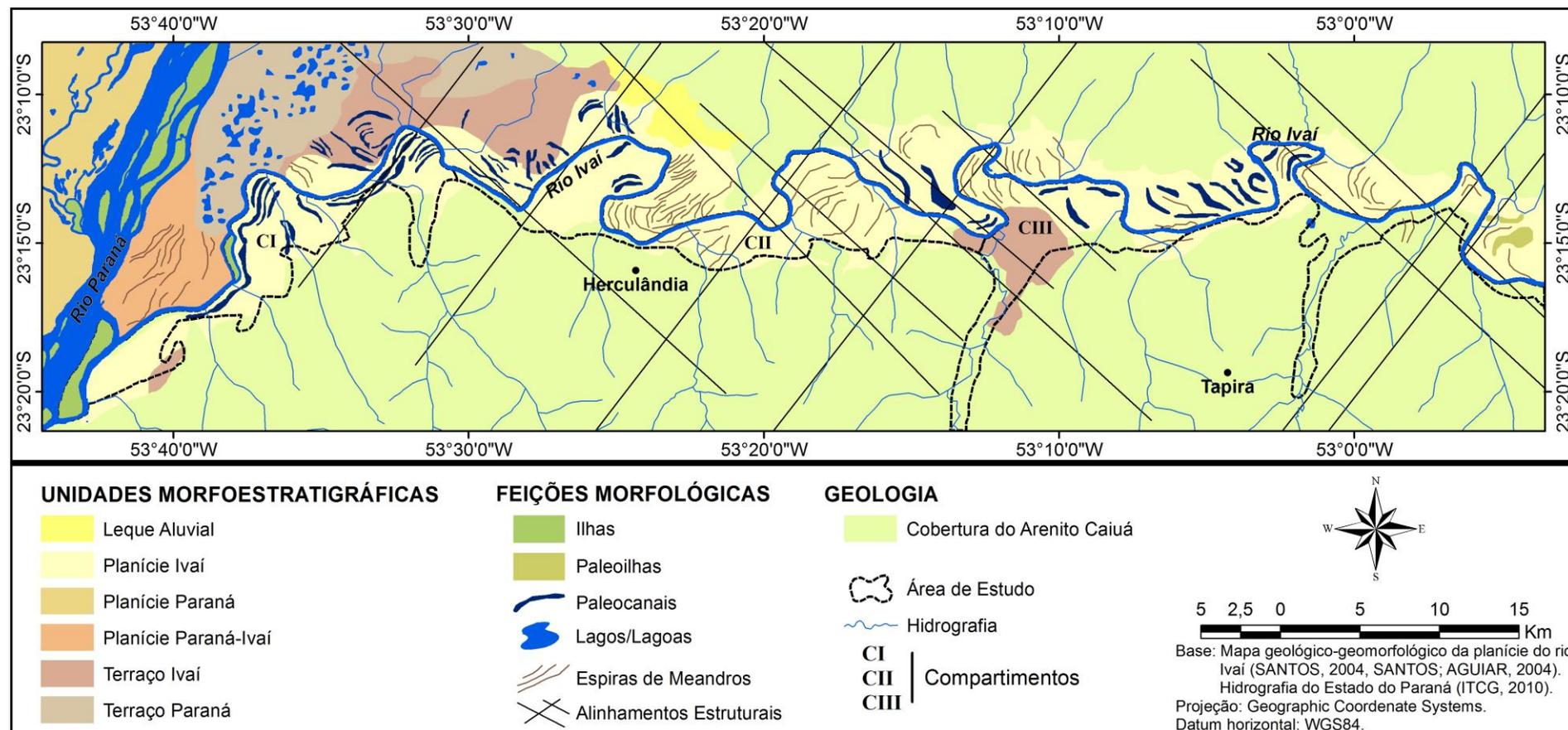


Figura 18: Mapa geomorfológico da área de pesquisa

De acordo com Santos (2013), os dados *proxy* indiretamente fornecem informações sobre antigos climas ou ambientes. Esses dados podem ser constituídos por informações históricas (antigos mapas de navegação), paleontológicas (grãos de pólen, fitólitos, entre outros), geológicas (mineralogia de argila e fácies sedimentares), geomorfológicas (terraços, paleocanais), entre outros.

Para uma melhor representatividade dos dados *proxy*, de preferência, esses devem estar associados a informações cronológicas. Dentre os métodos cronológicos mais utilizados no Brasil em estudos dessa natureza, estão os denominados de datação absoluta, que incluem o ^{14}C , ^{210}Pb e os luminescentes (Termoluminescência-TL e Luminescência Ópticamente Estimulada -LOE), entre outros (SANTOS, 2013).

Nessa perspectiva, essa parte da pesquisa estabelece uma relação entre trabalhos já realizados na área da pesquisa e na área da planície aluvial do rio Paraná. Esses trabalhos, ao utilizarem análises de dados *proxy* (espículas de esponja, fitólitos e diatomáceas), e datações por ^{14}C e LOE, de certa forma contribuíram no entendimento da gênese e evolução das diferentes morfologias da planície aluvial do rio Ivaí. Compreendendo que a planície aluvial do rio Paraná e a do rio Ivaí fazem parte de um amplo sistema fluvial com dinâmicas próprias que permitem estabelecer conectividade e correlação entre os diferentes ecossistemas da área.

Guerreiro (2011), utilizando *proxies* de espículas de esponja, fitólitos e diatomáceas, na região de Querência do Norte/PR, no setor da planície aluvial, localizada na margem direita do rio Ivaí, apontou eventos secos, na Lagoa Coceira, datado em 26.900 ± 5.000 (LOE) e na Lagoa Milharal, datado em 20.600 ± 4.800 (LOE). As condições paleoambientais indicadas por Guerreiro (2011) são concordantes às descritas por Parolin et al (2006 e 2007), no sudeste do Mato Grosso do Sul próximo à divisa com o estado do Paraná. O autor detectou, com base em espículas de esponjas, períodos mais secos, datados em TL $32,740 \pm 163$ anos.

Stevaux e Souza (2004), ao estudarem um segmento da planície do rio Paraná, 120 km a montante da área em estudo, em compartimento geomorfológico similar ao da planície aluvial do rio Ivaí, obtiveram resultados com datações de radiocarbono que atestam que a planície começou a ser preenchida há pelo menos 4.910 A.P. No entanto, Santos et. al. (2008), ao analisar os restos orgânicos de um paleocanal presente na planície do rio Ivaí, indicou que a área estaria ativa há pelo menos 14.307 A.P.

Morais (2010) realizou duas datações por LOE na planície aluvial do rio Ivaí: uma área de confluência Paraná-Ivaí sobre o Terraço Ivaí e outra sobre um leque aluvial. Ambas

próximas a Pontal do Tigre, no compartimento I (Icaraíma). A datação por LOE do Terraço que bordeja a planície, tanto na margem esquerda, como direita do rio, revelou uma atividade do sistema fluvial, há pelo menos 23.400 A. P. Desse modo o autor descreve que nesse período pode-se presumir que os paleocanais que atualmente constituem a planície, estavam ativos, sendo responsáveis pela construção do terraço. No período em questão, o terraço funcionava como a planície do pretérito sistema fluvial.

Durante a manutenção da paleodrenagem, o rio Ivaí e Paraná possuíam uma paleoconfluência a montante da confluência atual. O paleocanal do rio Ivaí mantinha o fluxo na margem direita do canal atual em simetria ao modelo meândrico do canal atual, promovendo também o desenvolvimento da atual planície no restante do seu curso inferior (MORAIS, 2010).

Fortes *et al.* (2005) realizou uma datação em um terraço denominado de médio sobre os depósitos do rio Ivinhema e Paraná, situado no mesmo nível topográfico daquele analisado por Moraes *op cit*, os resultados revelaram uma idade idêntica de 23. 000 A.P., reforçando a dinâmica deposicional dessas feições nesse período.

Em relação ao leque fluvial, localizado próximo da foz, Moraes *op cit* discuti que a construção sobre a planície dessa morfologia demonstra a diversidade de ambientes na área. Datações por Luminescência Ópticamente Estimulada (LOE) realizadas nessa geoforma revelaram que os testemunhos há cerca de 1,5m de profundidade possuem 1.600 anos, corroborando para o período de aridez e datação de outros leques já comprovados na região.

Dados mais recentes obtidos por Santos (2013) em uma sondagem realizada por *vibro core* no compartimento III, sobre Terraço Ivaí, evidenciaram uma maior quantidade de areia média depositada na base do testemunho. Constatando que no passado havia a presença de um canal ativo com deposições laminar, há pelo menos 19.900 ± 2.800 anos A.P.

No intervalo entre 160 a 85cm, mais especificamente a 98cm do mesmo testemunho, Santos (2013) identificou que atualmente a morfologia configurada como terraço fluvial, apresentou indícios de um ambiente característico de uma planície de inundação, com grande probabilidade de ter ocorrido na área eventos climáticos mais secos intercalados por mais úmidos há pelos menos 13.250 ± 1.890 anos A.P, no Pleistoceno Tardio.

Cabe destacar que a datação realizada por Santos *op cit* apresentou correlações com datação realizadas por Marcotti 2012 na planície de inundação da margem direita do rio Ivaí próximo ao município de Santa Monica (22.090 ± 25 anos A. P.), por Moraes (2010) 23.400 anos A. P em Icaraíma/PR e por Guerreiro (2011) em Querência do Norte/PR $26.900 \pm$

5.000 anos A.P e 20.600 ± 4.800 anos A.P. Estas duas últimas, realizadas, por LOE, e, sendo este intervalo relacionado ao Pleistoceno.

Ao investigar um perfil de solo na área da formação Caiuá, próximo a primeira sondagem no Terraço Ivaí, na área da Formação Caiuá Santos (2013) identificou que as condições ambientais a partir de 210cm no perfil, datado em 10.195 A. P. (início do Holoceno) demonstraram-se ligeiramente mais secas que as atuais, e, a partir de dados isotópicos, o autor concluiu que nessa fase havia o predomínio de plantas C_3 , características de áreas de florestas.

Referente à investigação no intervalo de 150-140cm no mesmo perfil, o autor *op cit* constatou que a datação resultou em 5.963 anos A. P (médio Holoceno). Os dados isotópicos também apontaram para predomínio de plantas C_3 . Outros trabalhos realizados nas regiões próximas da área pesquisada apontam que entre 6.000 e 4.000 anos A. P. ocorreu um período que poderia estar relacionado ao *optimum climaticum*, condições essas que se assemelham às atuais.

Estudos semelhantes realizados apresentados por Santos et al (2012), na área da Formação Caiuá, próximo a área de pesquisa, sugerem que esse ambiente teria passado por uma fase mais seca, seguida de outra fase mais úmida que a atual, indicando prováveis mudanças ambientais.

6.7 USO E OCUPAÇÃO DOS SOLOS DA ÁREA DE ESTUDOS

6.7.1 Histórico da ocupação da região da área de estudos

A forma e o processo de ocupação do noroeste paranaense foram conturbados. Inicialmente, como boa parcela do Paraná, a região que faz parte da área de estudos, era ocupada pela população indígena, formada pelos índios Xetá que foram praticamente dizimados durante o período da última fronteira de colonização. A respeito do assunto Haracenko (2007 p83) destaca:

(...) e infelizmente num curto espaço de tempo deixou de existir-uma população indígena cujos vestígios restam somente em sete remanescentes dos índios Xetá, que habitaram o Noroeste e que estão espalhados pelas terras indígenas do Paraná e Santa Catarina, nos sítios arqueológicos e, quando menos, em simples monumentos dedicados ao índio em algumas poucas cidades da região (...) eles foram vítimas da expansão da última fronteira de colonização do Estado no período pós-1930. Portanto, o que se tem nessa região é o esfacelamento do território original dos povos autóctones juntamente com o aniquilamento dos recursos naturais, para a apropriação da propriedade privada (...).

Dessa forma, a região passou por várias fases de ocupação que imprimiu formas diferenciadas de divisão e uso do solo. Segundo a autora *op cit*, uma das fases de ocupação é comandada pelos “interesses do capital”, e a partir de projetos privados, as terras do estado passam a pertencer a empresas colonizadoras, as quais dividem o território em pequenos lotes destinados aos pequenos produtores. Para garantir o sustento das famílias praticamente toda a área desses lotes era utilizada para a agricultura, exigindo a retirada da floresta. Haracenko (2007) relata que essa ocupação contribuiu na forte degradação ambiental da região, que foi acentuada pela falta de órgãos oficiais com políticas públicas voltadas à proteção da fauna e da flora, por um conjunto de leis ambientais precárias e o total desconhecimento por parte da população camponesa quanto à existência dessas leis.

Campos (1999) versa que a entrada dos imigrantes europeus na metade do século XIX na região contribuiu na derrubada da mata para a subsistência, fator que alavancou o surgimento de várias serrarias, intensificando a dizimação das áreas vegetadas e aumentando os espaços abertos que inicialmente foram ocupados pela cultura do café até o início da década de 1970. Moro (1991) relata que, com o declínio do café, outras culturas dominaram a região (soja, trigo e milho e pastagem). Na região do baixo Ivaí, essa nova forma de produção do espaço culminou com uma profunda reestruturação fundiária-concentração e formação de grandes propriedades (MORO e TEIXEIRA, 1989). Atualmente, com o aprimoramento das técnicas agrícolas e ascensão do agronegócio essas modalidades de cultura ocupam não só grande parte da região Noroeste, mas boa parte do território paranaense.

Ainda, sobre a cultura de café, Moro (1991) aponta que a produção cafeeira sobre solos formados a partir da decomposição da Formação Caiuá não conseguiram se manter por muito tempo, pois a capacidade produtiva da cobertura pedológica foi decaindo rapidamente em função da baixa fertilidade natural, e, associado a isso, as constantes geadas obrigaram os produtores a erradicar os cafezais e substituí-los por culturas como o arroz e o algodão. Recentemente, constata-se que as culturas de arroz foram direcionadas somente para as áreas de planície de inundação.

Outra forma de ocupação a ser destacada na área de estudos, foi o surgimento dos assentamentos do Movimento dos Sem Terras (MST) que contribuíram para uma nova configuração da forma e do uso do solo. A esse respeito, Neves (2013) descreve que nessa área, nas décadas de 1990 e 2000, ocorreram grandes conflitos por terras, acarretando na criação de vários assentamentos. O autor estudou os assentamentos Ribeirinha, Zarantonello, Pontal do Tigre, Che Guevara e o Ildo Luiz Peruzzo, correlacionando os dados de uso e

ocupação desses assentamentos com outros tipos de propriedades da área, tendo por principal objetivo analisar as implicações ambientais ocorridas nos municípios que fazem parte do baixo curso do rio Ivaí.

A partir de entrevistas, Haracenko (2007), conclui que, um dos fatores que desencadearam os conflitos pela terra nessa área, foi a existência de muitos latifúndios resultantes do grande êxodo rural da década de 80, decorrente das várias geadas que provocou desestímulo por parte de muitos agricultores a continuar na região, levando-os a vender suas propriedades. Para autora, outro fator que contribuiu para formação de latifúndios, foi a concessão de lotes de terras a apadrinhados políticos e muitas aquisições questionáveis quanto à legalidade.

Neves (2013) aponta que nesses assentamentos, a principal forma de uso do solo é o cultivo de mandioca e milho. Essas culturas são desenvolvidas nas terras não alagáveis das propriedades, sendo que as terras de várzea consideradas produtivas não são utilizadas. Esse fator ocorre em detrimento da falta de planejamento e apoio técnico que contribui para baixa produtividade e possíveis impactos nos recursos naturais. Assim, o que se constata é a baixa condição de aproveitamento das propriedades quanto à diversificação de culturas.

Sobre o assunto, Godoy e Silva (2008), ao analisar vários aspectos de transformação do território em decorrência do assentamento “Pontal do Tigre”, localizado próximo à confluência do rio Ivaí com o rio Paraná, destacam que:

apesar de todos os grupos produzirem, em função da qualidade da terra e da topografia e da existência de áreas alagadas, alguns assentados não conseguem diversificar a sua produção e ocupar todo o lote. Dos 91 chefes entrevistados, apenas quarenta e quatro disseram aproveitar 100% do lote. Em função das áreas alagadas, quinze assentados disseram que aproveitam menos de 75%, sendo que quatro aproveitam apenas 50% de seu lote (GODOY e SILVA, 2008, p. 137).

Em relação às fazendas não desapropriadas, a presença dos assentamentos trouxe uma preocupação maior em tornar as terras produtivas, fato que estimulou as atividades agropecuárias e a ampliação da infraestrutura das propriedades. Houve um aumento significativo nas áreas de cultivo de soja, milho, cana-de-açúcar, assim como no aumento do rebanho de bovinos (DOUHI, 2013).

6.7.2 Legislação ambiental e Unidades de Conservação Ambiental (UCs) da área de estudos

Em detrimento a todas essas formas de ocupação da área, identificou-se que boa parte das propriedades rurais localizam-se em áreas de mata ripária e de várzeas, consideradas por lei como Área de Proteção Permanente (APP). Encontram-se na área apenas fragmentos da floresta natural que estão distribuídos no interior das propriedades rurais, em algumas nascentes e margeando alguns trechos do rio Ivaí e tributários. O aumento do percentual de ocupação e produção nas áreas de APP gera preocupações quanto à fragilidade desse ambiente. Dessa maneira, a ocupação dessas áreas deveria ser submetida a planos de manejo que beneficiassem tanto os produtores quanto os recursos naturais.

Nesse contexto, evidencia-se que o tipo e a forma de ocupação das planícies aluviais, muitas vezes, ignoram as disposições da Lei nº 12.651 do novo Código Florestal, promulgada em data recente de 25/05/2012¹, que ainda está em discussão e com medidas provisórias. O novo Código Florestal Brasileiro veio substituir o antigo (Lei 4.771) de 15 de setembro de 1965, que já contava com inúmeras emendas.

Em razão do novo Código Florestal Brasileiro ser um documento muito recente, e ainda estar sendo objeto de discussão em algumas emendas, muitas das legislações ambientais dos estados brasileiros não foram adaptadas aos novos comandos legais. É o caso do estado do Paraná².

Dessa forma, com o advento do novo código, várias mudanças foram introduzidas no cenário ambiental brasileiro, muitas delas ainda alvo de discussão por parte dos ambientalistas, dos ruralistas e de parte do próprio legislativo, principalmente com referência às APPs (Áreas de Preservação Permanente)³ e à Reserva Legal.

Neste ponto, convém considerar que as áreas de várzeas ou baixios das bacias hidrográficas, objeto do presente trabalho, podem ser consideradas áreas de preservação permanente, no todo ou em parte, pois dentro delas encontram-se as matas ciliares, ou as faixas a elas destinadas, cuja função, entre outras, é proteger os cursos principais de rios e

¹ <http://planalto.gov.br>

² O site do IAP (Instituto ambiental do Paraná), até esta data, disponibiliza a legislação feita com base no Código Florestal antigo, sem qualquer menção ao novo diploma legal, de 25/05/2012.

³ No que se refere às APP's, por exemplo, há trechos, uma das discussões diz respeito às faixas de recuperação de áreas rurais consolidadas em Áreas de Preservação Permanente no entorno de nascentes e olhos d'água, que desagradaram aos ambientalistas. Foram definidos 5 (cinco) metros, para imóveis rurais com área de até 1 (um) módulo fiscal; 8 (oito) metros, para imóveis rurais com área superior a 1 (um) módulo fiscal e de até 2 (dois) módulos fiscais; e 15 (quinze) metros, para imóveis rurais com área superior a 2 (dois) módulos fiscais, faixa bem inferior ao que o antigo Código Florestal determinava e que a Agência Nacional das Águas recomendou em nota técnica, mínimo de 30 metros para mata ciliar.

arroyos. Além de que, as matas ciliares são refúgio de flora e fauna, estabilizam os taludes dos cursos de água, protegem e evitam erosões e assoreamentos.

No artigo 3º do novo Código Florestal Brasileiro, constam algumas definições que interessam ao presente trabalho, tais como:

“I – Reserva Legal: área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, delimitada nos termos do art. 12, com a função de assegurar o uso econômico de modo sustentável dos recursos naturais do imóvel rural, auxiliar a conservação e a reabilitação dos processos ecológicos e promover a conservação da biodiversidade, bem como o abrigo e a proteção de fauna silvestre e da flora nativa;

II – Áreas de Preservação Permanente - APP: área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas;

XXI - várzea de inundação ou planície de inundação: áreas marginais a cursos d'água sujeitas a enchentes e inundações periódicas;

XXII - faixa de passagem de inundação: área de várzea ou planície de inundação adjacente a cursos d'água que permite o escoamento da enchente;”

No capítulo II, ao tratar das áreas de preservação permanente, a seção I delimita as áreas de preservação permanente e com as metragens de acordo com a largura dos corpos d'água. O artigo 6º enumera outras áreas que podem também ser consideradas de preservação permanente, desde que sejam declaradas como tal pelo Poder Público. Eis a redação do dispositivo legal citado:

“Art. 6º Consideram-se, ainda, área de preservação permanente, quando declaradas de interesse social por ato do chefe do Poder Executivo, as áreas cobertas com florestas ou outras formas de vegetação destinadas a uma ou mais das seguintes finalidades:

- I - conter a erosão do solo e mitigar riscos de enchentes e deslizamentos de terra e de rocha;
- II - proteger as restingas ou veredas;
- III - proteger várzeas;
- IV - abrigar exemplares da fauna ou da flora ameaçados de extinção;
- V - proteger sítios de excepcional beleza ou de valor científico, cultural ou histórico;
- VI - formar faixas de proteção ao longo de rodovias e ferrovias;

VII - assegurar condições de bem-estar público;

VIII - auxiliar a defesa do território nacional, a critério das autoridades militares.

IX - proteger áreas úmidas, especialmente as de importância internacional.”

Constata-se, portanto, que para proteger as várzeas, por exemplo, desde que estas estejam cobertas com florestas ou outras formas de vegetação, o Poder Público, representado pelo poder executivo do município, do estado ou da união, pode declarar por meio de ato executivo que tais áreas são de preservação permanente.

O novo Código Florestal brasileiro dispõe ainda acerca do regime de proteção dessas áreas (APP), estabelecendo que a vegetação deve ser mantida pelo proprietário ou possuidor a qualquer título⁴. Prevê também que deve ser promovida a recomposição da vegetação, se tiver ocorrido a supressão⁵.

No que diz respeito a Reserva Legal, o novo Código Florestal brasileiro dedicou um capítulo inteiro ao tema (Capítulo IV), tratando “da delimitação da área da Reserva Legal”, nos artigos 12 a 16, estabelecendo, a princípio, a noção de reserva legal como “uma área com cobertura de vegetação nativa”, que todo imóvel rural deve ter, “sem prejuízo da aplicação das normas sobre as Áreas de Preservação Permanente”, nos percentuais mínimos que a lei estabelece, dependendo da região onde se situa o imóvel. Para o estado do Paraná, a lei determina 20% da área do imóvel para ser destinada como Reserva Legal.

Diante dessas questões, não podemos deixar de reconhecer que nas últimas décadas as preocupações em relação à preservação e à conservação ambiental acentuaram-se. Por esse motivo, nas áreas de importância ecológica e com alta fragilidade ambiental, vem sendo criadas unidades de conservação (UCs), porém muito ainda há de ser realizado em relação à implantação, monitoramento e planejamento para o uso sustentável dessas unidades. A respeito, Campos e Filho (2005) descrevem que passos têm de ser dados. Primeiramente, há a necessidade de se otimizar a conservação da biodiversidade *in situ* nas UCs já existentes, o

⁴ É o que consta da seção II, intitulada “ Do Regime de Proteção das Áreas de Preservação Permanente”, especialmente no artigo. 7º-“ A vegetação situada em Área de Preservação Permanente deverá ser mantida pelo proprietário da área, possuidor ou ocupante a qualquer título, pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado”.

⁵ De acordo com a redação do art. 7º, parágrafo 1º: “Tendo ocorrido supressão de vegetação situada em Área de Preservação Permanente, o proprietário da área, possuidor ou ocupante a qualquer título é obrigado a promover a recomposição da vegetação, ressalvados os usos autorizados previstos nesta Lei”.

que demanda uma gama de ações e de projetos que produzam resultados no aumento da expressividade e na busca de maior “estabilidade” dessas áreas.

Deve ser realizado um reenquadramento das UCs para adequá-las aos preceitos do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), tanto em relação aos aspectos do correto enquadramento nas categorias de manejo quanto, principalmente, às funções que elas devem desempenhar no processo de conservação da biodiversidade Campos e Filho (*op cit*).

De acordo com a Lei nº 9.985/2000, art 2º seção I (SNUC, 2004) as UCs são definidas como:

O espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituídos pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção.

Segundo o SNUC (*op cit*) as UCs são divididas em dois grupos:

I - Unidades de Proteção Integral;

II - Unidades de Uso Sustentável.

§ 1º O objetivo básico das Unidades de Proteção Integral é preservar a natureza, sendo admitido apenas o uso indireto dos seus recursos naturais, com exceção dos casos previstos nesta Lei.

§ 2º O objetivo básico das Unidades de Uso Sustentável é compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável de parcela dos seus recursos naturais.

Art. 8º O grupo das Unidades de Proteção Integral é composto pelas seguintes categorias de unidade de conservação:

I - Estação Ecológica;

II - Reserva Biológica;

III - Parque Nacional;

IV - Monumento Natural;

V - Refúgio de Vida Silvestre.

Constituem o Grupo das Unidades de Uso Sustentável as seguintes categorias de unidade de conservação:

I - Área de Proteção Ambiental;

II - Área de Relevante Interesse Ecológico;

III - Floresta Nacional;

IV - Reserva Extrativista;

- V - Reserva de Fauna;
- VI - Reserva de Desenvolvimento Sustentável; e
- VII - Reserva Particular do Patrimônio Natural.

Conforme o Instituto Ambiental do Paraná (IAP, 2007), atualmente, existem no estado 68 unidades de conservação estaduais, somando um total 1.205.632,0862 hectares. Sendo 45 Unidades de Conservação de Proteção Integral (89.493,70 hectares) e 23 Unidades de Conservação de Uso Sustentável (1.116.085,98 hectares). Em relação à planície aluvial do rio Ivaí, a Secretaria do Meio Ambiente (SEMA), em parceria com o IAP, declara-a como parte integrante do Corredor da Biodiversidade que estabelece uma conectividade com a APA (Área de Preservação Ambiental) das Ilhas e Várzeas do Rio Paraná, criada no dia 30 de Setembro de 1997 pelo Decreto s/nº da Presidência da República.

A APA das Ilhas e Várzeas do rio Paraná é uma unidade de conservação de uso sustentável, constituída por áreas públicas e privadas, e tem como objetivo geral disciplinar o processo de ocupação das terras, proteger os recursos bióticos e abióticos dentro de seus limites, procurar assegurar o bem-estar das comunidades locais, objetivando sempre o desenvolvimento sustentável.

Essa APA possui uma área aproximada de 1.003.059ha e um perímetro de 821,76Km. Compreende ilhas e ilhotas do rio Paraná, águas interiores, áreas lagunares, várzeas e áreas de terra firme que margeiam o rio Paraná. Possui em seu interior e entorno o Parque Nacional da Ilha Grande, o Parque Estadual das Várzeas do Rio Ivinhema, além de Áreas de Preservação Ambiental (APA's) municipais, Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPN's), ESEC (Estação Ecológica) Caiuá, ESEC (Estação Ecológica) Mico Leão Preto e Parque do Morro do Diabo. Desse modo, a região se configura em um mosaico de Unidades de Conservação (UC's). Destacando que um dos objetivos dessa APA é Garantir a conservação dos remanescentes da Floresta Estacional Semidecidual Aluvial, dos ecossistemas pantaneiros e dos recursos hídricos (GOVERNO MUNICIPAL DE NAVIRAÍ, 2013).

O corredor de biodiversidade Caiuá-Ilha Grande é um projeto criado para proteger a biodiversidade da região, tendo por principal objetivo a melhora das condições ambientais. De acordo com Tossulino *et al.* (2007), toda a extensão da planície aluvial do rio Ivaí faz parte da área prioritária de conservação.

A Figura 19 evidencia a localização das unidades de conservação da área de estudos. Destacando as reduzidas áreas de vegetação natural no interior dessas unidades.

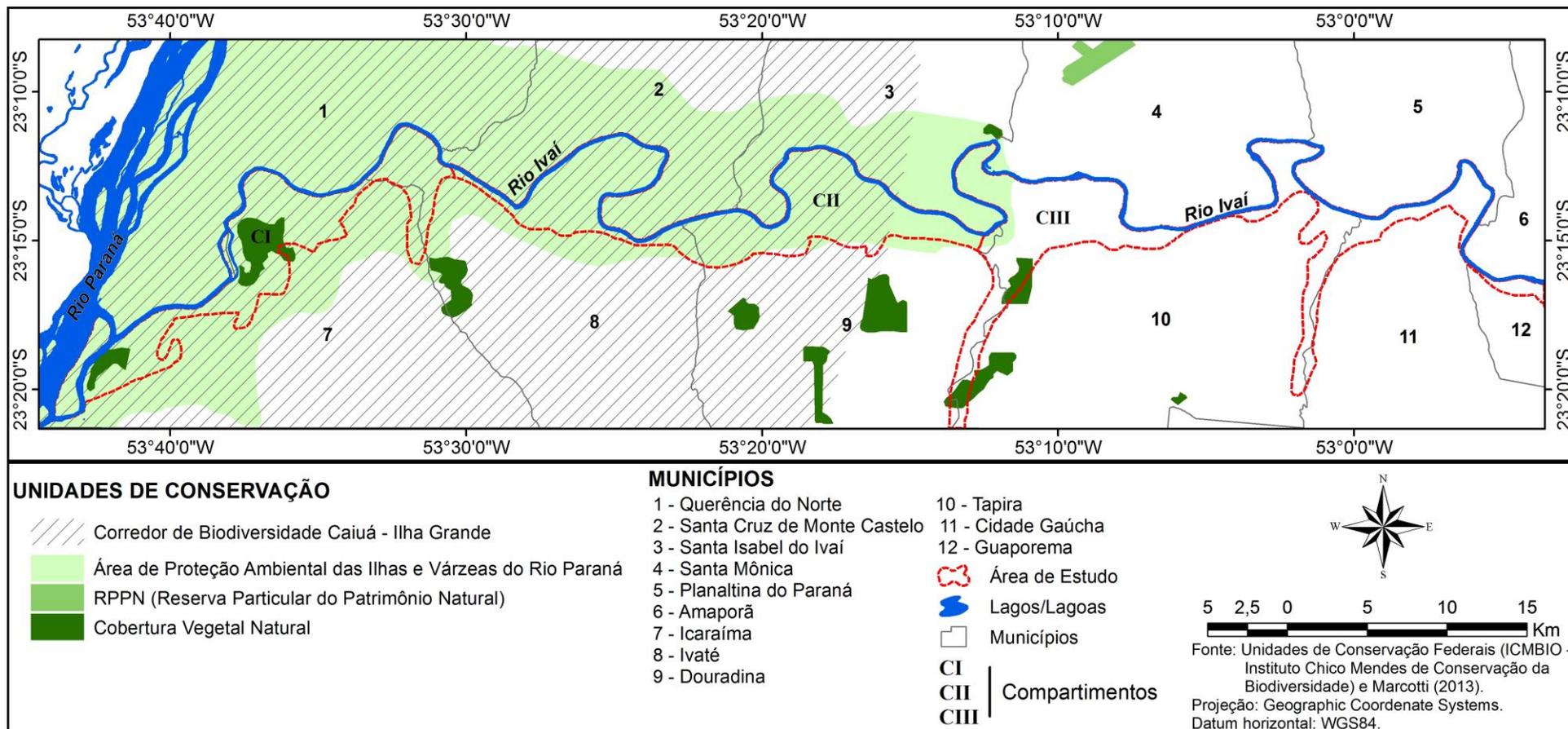


Figura 19: Unidades de conservação ambiental da área de pesquisa

6.7.3 Forma de ocupação dos municípios lindeiros a área de estudos

O IBGE (2006), em seu último levantamento, aponta que o principal uso do solo dos municípios lindeiros da área de pesquisa (Tapira, Douradina, Ivaté –Herculândia, Icaraíma, Cidade Gaúcha e Guaporema), foi a pastagem plantada em boas condições de uso. Esse tipo de uso localiza-se principalmente no interior da planície de inundação, onde também, encontram-se em menor número, áreas com cultivo de arroz irrigado. Constatou-se que o cultivo de lavouras temporárias é a segunda forma de uso predominante nesses municípios, com destaque para a cultura de cana-de-açúcar.

O tipo de uso de solo predominante dos municípios pertencentes à margem direita do Ivaí (Querência do Norte, Santa Cruz do Monte Castelo, Santa Izabel do Ivaí e Santa Mônica) também é a pastagem em boa condição de uso, porém identificam-se áreas maiores de produção de arroz irrigado do que na margem esquerda da planície (IBGE, 2006). A cultura temporária de cana-de-açúcar é constatada em menor proporção no lado direito da planície. Como a área de estudos faz parte da planície aluvial do rio Ivaí (margem esquerda), é preciso considerar o uso do solo de toda planície, já que os eventos, principalmente de cheias, podem homogeneizar os ambientes e conectá-los.

Em relação ao predomínio de cana-de-açúcar nas margens da planície aluvial, Marcotti (2013) versa que a década de 1990 foi marcada pelo início dessa cultura, principalmente nos municípios de Icaraíma e Ivaté. Em 1992, o grupo Santa Terezinha adquiriu a Cooperativa Agroindustrial dos Produtores de Cana de Icaraíma Ltda (COPICAR). E, em 1995, entrou em funcionamento a Usina de Álcool e Açúcar Ivaté S.A, na cidade de Ivaté, que atualmente tem capacidade de processar até 9.600 toneladas de cana-de-açúcar por dia. A Figura 20, baseada no mapeamento realizado pelo projeto CANASAT/INPE (2013), ilustra a evolução da cultura de cana-de-açúcar da área nos anos de 2003, 2006, 2009 e 2013.

Outra cultura que vem ganhando espaço, principalmente no município de Icaraíma é o cultivo de mandioca. A criação de uma fecularia em 2011 (Fecularia Lopes Ltda) nesse município vem incentivando principalmente os pequenos e médios produtores da região a substituírem as pastagens por essa modalidade de cultivo.

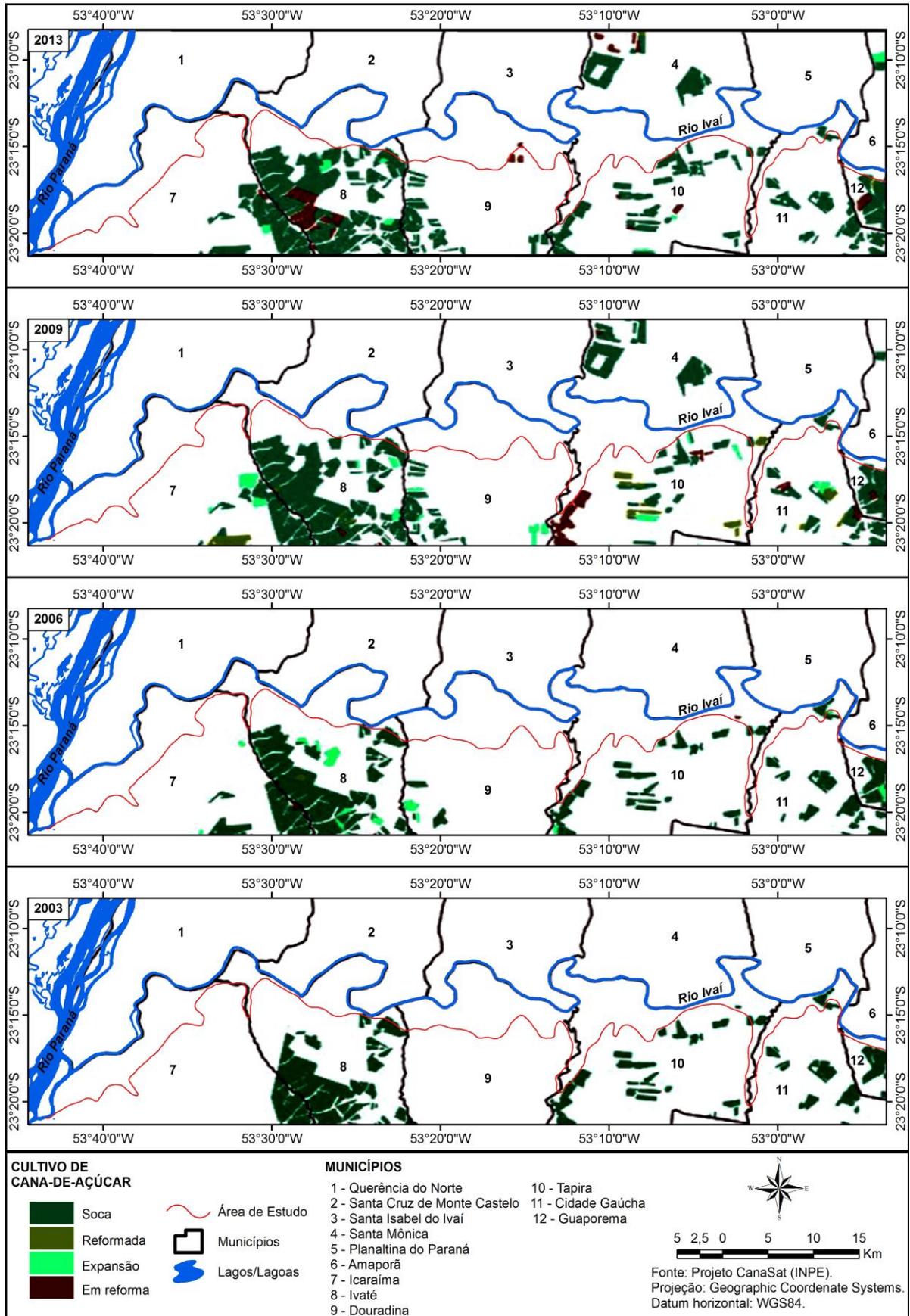


Figura 20: Evolução da cultura de cana-de-açúcar dos municípios lindeiros a área de pesquisa

Quanto à forma de plantio, identifica-se que a prática de preparo dos solos dominante na área agrícola desses municípios, é a convencional com aração e gradagem, seguida de somente gradagem (IBGE 2006)). Esse tipo de prática agrícola pode interferir no equilíbrio das propriedades físicas do solo.

Na margem esquerda da planície aluvial do rio Ivaí, ainda se encontram áreas de exploração de argila. Segundo Albuquerque *et al.* (2002), a retirada da vegetação é o primeiro passo de mudança no ambiente, em detrimento da atividade de mineração. A segunda grande mudança é na estrutura dos solos, de onde são retirados os horizontes A e B, pois o material de interesse encontra-se uma parte perto do horizonte B mais profundo e a maioria próxima do horizonte C. O intenso revolvimento do solo expõe sua superfície a ação do impacto das chuvas, contribuindo na modificação de sua estrutura física, levando ao processo de compactação, alterando a rugosidade superficial, a porosidade e a taxa de infiltração de água. A Figura 21 ilustra um mosaico de alguns tipos de uso de solo da área de pesquisa.

6.7.4 Mapa de uso e ocupação do solo da área de estudos

Ao analisar o mapa de uso de solo (FIGURA 22), confirma-se a ocorrência da significativa retirada da floresta original para dar lugar à agropecuária.

No compartimento I, constata-se o predomínio de pastagens até próximo das margens das redes de drenagem, o que praticamente acarretou a eliminação das matas que margeavam os rios e as nascentes. Nesse compartimento, ainda se encontram áreas de cultivo de arroz, pertencentes à fazenda Santa Filomena que também possui uma grande área destinada à pecuária e uma área mais restrita ao cultivo de mandioca.

Em campo, foram identificadas, ao longo do compartimento I, várias áreas de cultivo de mandioca, porém devido à escala do mapa, não foi possível registrar esse tipo de cultura nesse produto cartográfico. A cultura de cana-de-açúcar localiza-se nos limites desse compartimento entre os limites de Icaraíma e o distrito de Herculândia, sobre solos não sujeitos à elevação do freático e aos regimes de cheias (Neossolos Flúvicos).

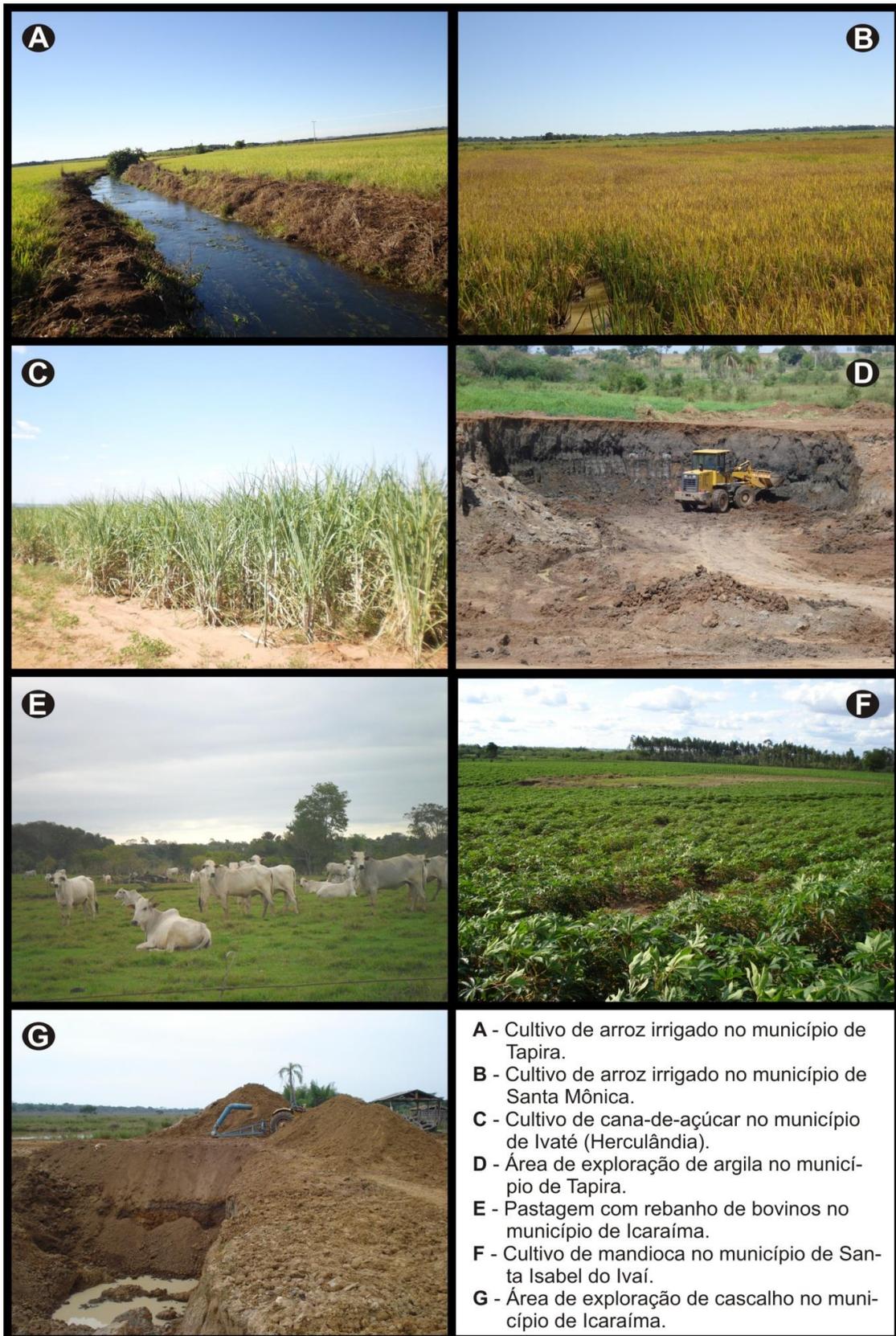


Figura 21-Mosaico com os principais tipos de uso de solo da área de estudos

No compartimento II, constata-se o predomínio de arroz irrigado, representado no mapa pela cor rosa, ocupando as áreas de domínio dos paleocanais e espiras de meandro abandonadas, onde estão instalados solos sujeitos aos regimes de cheias (Organossolos e Gleissolos). A pastagem também é representativa nessa área, ocupando tanto os solos vulneráveis às oscilações do freático (Gleissolos, Cambissolos) quanto os solos mais profundos (Neossolos Flúvicos e Quartzarênicos).

Em relação à cultura de cana-de-açúcar, nesse compartimento identificou-se uma pequena porcentagem de produção, próximo ao distrito de Herculândia. Fato favorecido pelo tipo de solos mais profundos (Argissolos Vermelhos) e livres da influência do freático. Cabe ressaltar que, apesar dessa área encontrar-se mais próxima do canal fluvial do Ivaí, os elevados diques marginais, provavelmente atuam como uma barreira, evitando as inundações, favorecendo também esse tipo de cultivo.

No compartimento III, a pastagem também predomina nas áreas de terraços e de planície de inundação sobre os Gleissolos e Cambissolos Hidromórficos. A porcentagem de mata é maior na planície, próximo ao município de Tapira, sendo praticamente inexistente nas margens do rio Ivaí até a montante desse compartimento. Fora da área de pesquisa, as áreas de mata são encontradas nas margens do rio Tapirapicui, pertencente ao município de Tapira.

O cultivo de arroz irrigado foi identificado em baixa proporção, próximo ao município de Tapira e nos limites entre Cidade Gaúcha e Guaporema (CIII), onde a planície aluvial é mais estreita que nos outros compartimentos. A cultura de cana-de-açúcar também encontra-se em maior parte nos limites da área de estudo. Todavia constata-se, nessa mesma área, um predomínio de pastagens. Estando esses dois tipos de uso sobre o Latossolo Vermelho de textura Média e Argissolo Vermelho como identificado nos outros compartimentos.

O cálculo em porcentagem do uso do solo da área de pesquisa está representado em forma de quadro na Figura 22, e evidencia o domínio das pastagens bovinas (71,92%) sobre os outros tipos de uso. O arroz irrigado abrange 6,48%, a cana-de-açúcar e a vegetação rasteira ou de banhado, respectivamente 1,23% e 1,56% da área. Chamando a atenção, nesse quadro, o dado de apenas 13,30% de vegetação densa distribuída de forma fragmentada por toda a área investigada.

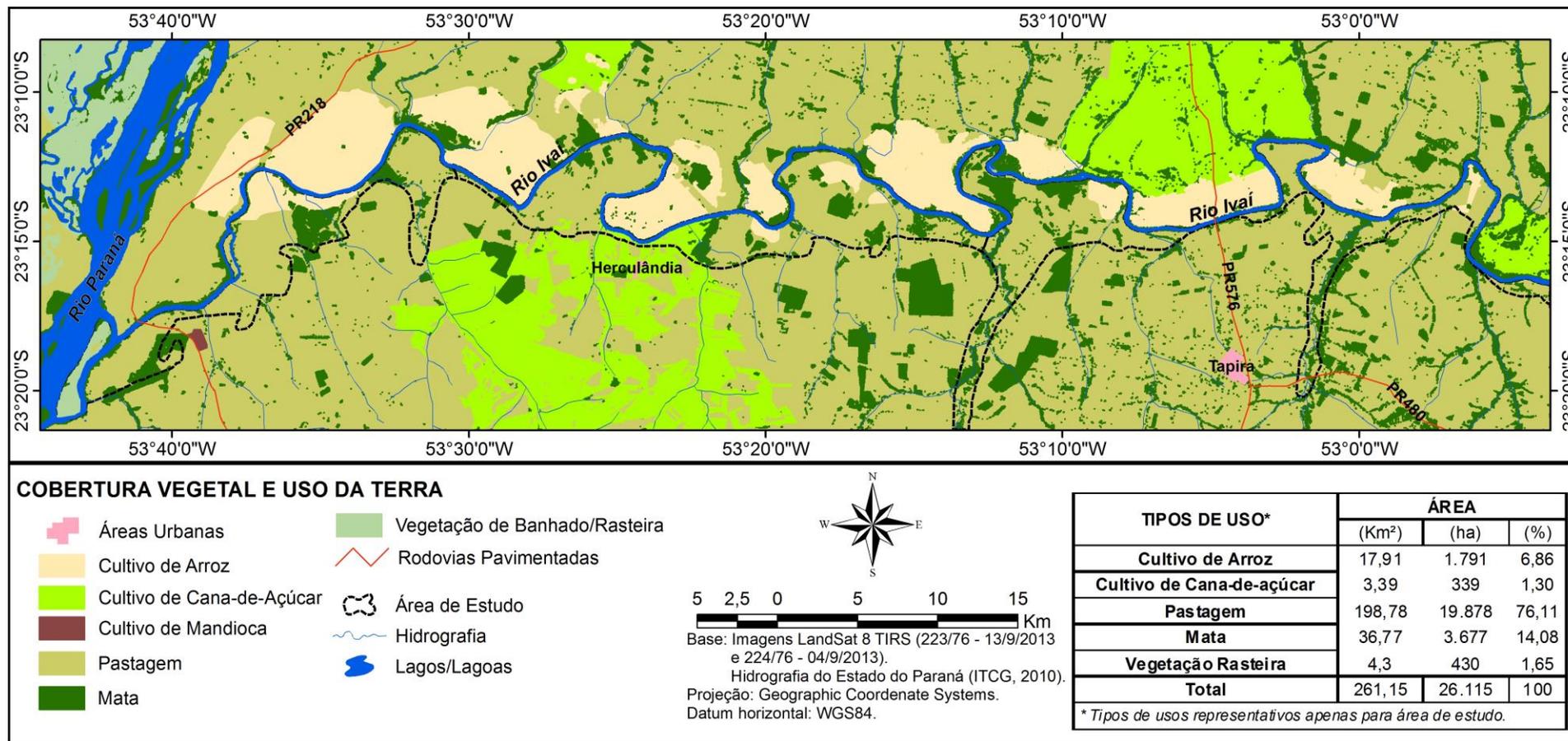


Figura 22: Mapa de uso e ocupação do solo da área de pesquisa

6. 8 ANÁLISES MORFOLÓGICA, FÍSICA E QUÍMICA DOS PERFIS DE SOLO

Nesse item são discutidos os resultados das características morfológicas, físicas e químicas dos perfis de solos, distribuídos nos compartimentos I, II e III representados na Figura 23. A descrição morfológica, nessa parte do trabalho, é realizada de forma sucinta, as fichas com a descrição detalhada encontram-se no apêndice dessa pesquisa.

COMPARTIMENTO I

A Tabela 1 a seguir, evidencia o tipo de morfologia e o uso do solo que se localiza cada perfil do compartimento I. Cabe ressaltar que o perfil 2 e 3, bem como o perfil 10 do compartimento III, foram realizados sobre a Formação Caiuá que limita margem esquerda, planície aluvial do rio Ivaí. A escolha pelo local desses perfis justifica-se pela área ser limítrofe com a planície, podendo, devido à baixa declividade do relevo, exercer influência na questão de transporte e deposição de sedimentos no interior da área de estudos, principalmente em períodos de alta pluviosidade.

Tabela 1: Tipo de solos (EMBRAPA 2013), morfologia do terreno e uso do solo dos perfis 1, 2, 3 e 12

Compartimento I	Tipo de solos	Morfologia do Terreno	Uso do Solo
Perfil			
1	GLEISSOLO HÁPLICO Eutrófico cambissólico	Terraço Fluvial Ivaí	Pastagem
2	LATOSSOLO VERMELHO Distrófico textura média	Formação Caiuá	Pastagem
3	GLEISSOLO HÁPLICO Distrófico típico	Planície de inundação Ivaí	Pastagem
12	NEOSSOLO FLÚVICO Eutrófico gleizado	Planície de Inundação	Antiga área de exploração de cascalhos

Ao analisar as propriedades morfológicas dos horizontes dos perfis de solo do CI, constata-se que os solos dos perfis 1, 3 e 12 apresentaram matizes de cores semelhantes devido à influência da oscilação do lençol freático, fator comum em solos de planície aluvial. As cores variaram de bruno-acinzentado, bruno-amarelado a vermelho-amarelado (10 R4/2, 10YR 5/4, 10YR 5/2, 7.5YR 5/8, 7.5 YR 6/8). A textura predominante foi a média nos perfis 1 e 2. Já no perfil 3, a textura foi argilosa em todos os horizontes.

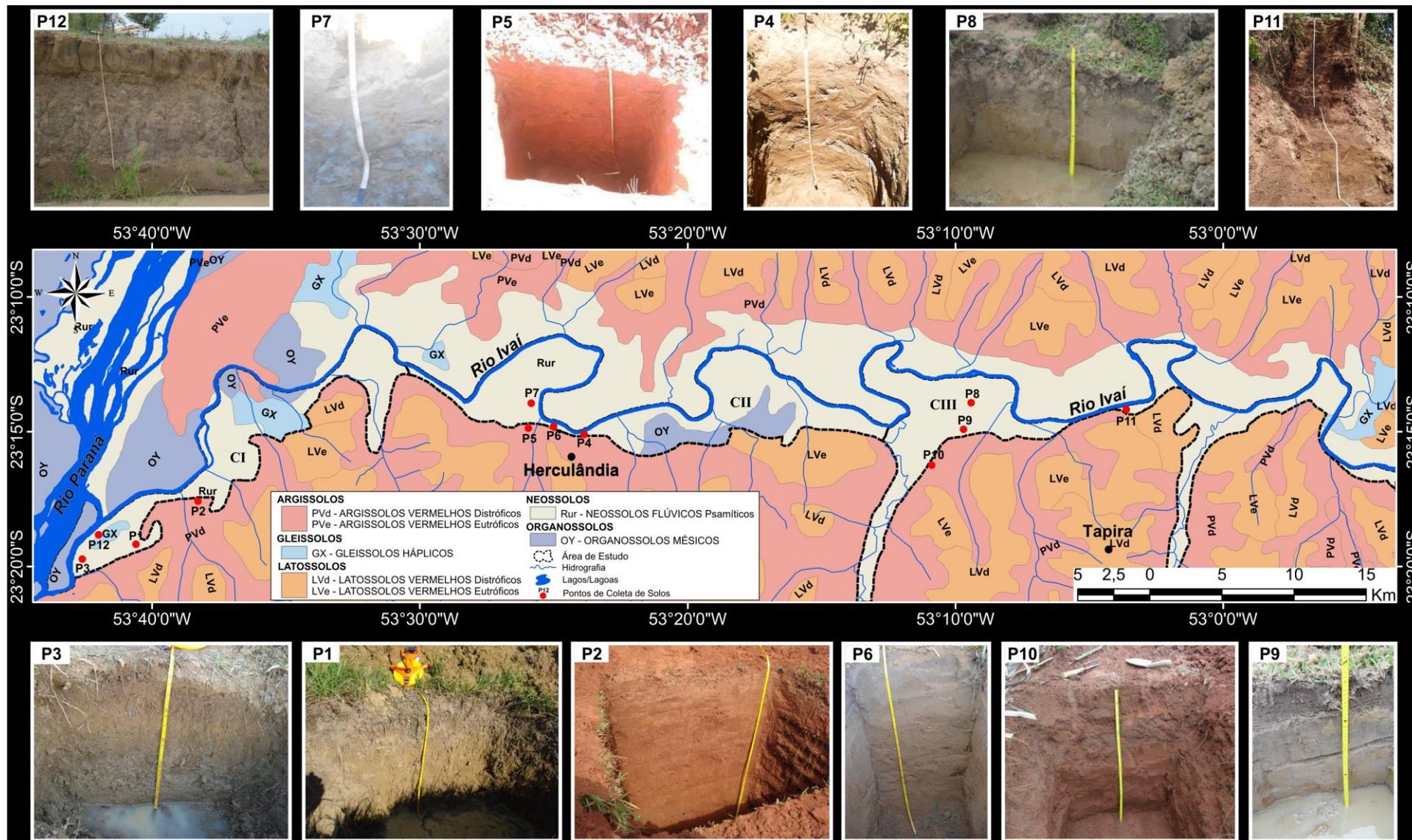


Figura 23: Mapa de localização dos perfis de solo da área de pesquisa

A textura do solo do perfil 12 variou entre muito argilosa a média, oscilação que pode ser justificada pelo fato desse perfil estar localizado em uma área sujeita às inundações do rio Ivaí e elevação do freático, ambos responsáveis pela deposição e retirada de materiais dessa área.

A estrutura variou de moderada, pequena subangular a granular nos horizontes dos perfis 1 e 3. No perfil 12, a estrutura apresentou-se em forte a moderada, pequena, média subangular nos horizontes abaixo do horizonte C1. Ressaltando que, nesse perfil, a presença de seixos de tamanhos diversos na camada subjacente aos horizontes analisados, revelam a energia de fluxo mais acentuada do que o rio Ivaí mantinha em épocas passadas.

A porosidade identificada nos perfis 1, 3 foi de micro poros e macro poros, de diâmetro variando entre 1mm a 5mm em todos os horizontes. A consistência dos solos desses perfis apresentou uma leve diferença dos horizontes superficiais para subsuperficiais, ligeiramente pegajosa e não plástica, quando úmida e ligeiramente plástica e pegajosa quando molhada. A consistência dos horizontes do perfil 12 manteve-se em não pegajosa e não plástica quando seca e pegajosa e não plástica quando molhada.

Quanto ao perfil 2, situado sobre a Formação Caiuá, esse apresenta morfologia de solos típicas dos Latossolos Vermelhos de textura média, com matizes de cores variando de vermelho a vermelho escuro (2.5YR 4/6 - 2.5YR 3/6), a textura média permaneceu em todos os horizontes, estrutura em blocos pequenos subangulares e granular nos horizontes subsuperficiais, com poros em grande quantidade, porém muito pequenos. A consistência dos horizontes variou de não pegajosa e não plástica quando seca, e, ligeiramente pegajosa e não plástica quando molhada.

A composição granulométrica desses perfis, evidenciada na Tabela 2, variou de acordo com a localização topográfica, e associada à morfologia e à química dos solos, auxiliou na classificação dos solos desse compartimento.

O perfil 1, GLEISSOLO HÁPLICO Eutrófico cambissólico, localizado sobre o Terraço Ivaí e o perfil 3 GLEISSOLO HÁPLICO Distrófico típico, localizado sobre a Planície Ivaí, apresentaram em campo características semelhantes de solos formados em condições hidromórficas, porém a composição granulométrica foi bem distinta. Nos dois perfis ocorre um incremento de argila em profundidade, porém no perfil 1, a porcentagem granulométrica dessa fração foi menos elevada que no perfil 3. Dessa maneira, pode-se definir a textura dos solos do perfil 1 como média e a do perfil 3 como argilosa, segundo os critérios do grupamento textural da EMBRAPA (2013).

Dessa forma, a predominância da textura argilosa dos solos desenvolvidos nas planícies de inundação denota a importância da hidrodinâmica fluvial na gênese dos solos e suas características decorrentes.

O perfil 1 apresentou uma quantidade menos elevada de silte total que o perfil 3, imprimindo nesse solo sinais de evolução pedogenética mais avançada, características comuns em solos de terraço fluvial em relação aos de planície de inundação. Fato também comprovado nas características cambissólicas do horizonte Big do perfil 1.

A textura dos solos do perfil 12 (NEOSSOLO FLÚVICO Eutrófico gleizado) confirmou os resultados da análise morfológica de muito argilosa, exceto no horizonte Cg3, onde a textura constatada foi média. Os resultados da análise granulométrica nesse perfil também revelaram que os eventos responsáveis pela deposição das camadas sedimentares são comandados por ciclos de inundação, com energia e distâncias variáveis, evidenciadas pelo incremento de teores de areia dos horizontes superficiais para os horizontes subsuperficiais. Processo que pode ser relacionado com as enchentes e vazantes do rio Ivaí.

O grau de floculação e dispersão de argila dos solos dos perfis desse compartimento apresentaram-se distintos. Destacando que, nos solos onde a quantidade de matéria orgânica, (TABELA 3) foi mais elevada e sem grandes variações em profundidade, caso do perfil 3, o grau de floculação manteve-se próximo de 100% em todos os horizontes. De acordo com OADES (1988), o fenômeno da dispersão-floculação é influenciado pela matéria orgânica do solo a qual afeta o desenvolvimento da estrutura e relaciona-se com o balanço das cargas elétricas do solo (GOMES *et al.*, 1994).

As relações silte/argila, igualmente variáveis, são reflexos das variações sedimentológicas que pedogenéticas dos solos de planície. De acordo com a EMBRAPA (2013,) um solo denota alto grau de intemperismo, quando apresenta, na maior parte do horizonte B, valor inferior a 0,7 nos solos de textura média.

Assim, os solos localizados na área de planície de inundação e terraço fluvial desse compartimento (perfil 1 e 3, exceto perfil 12), apresentaram menor grau de intemperismo, com relação silte/argila variando de 0,50 a 2,4. Provavelmente, por se tratar de antiga área de agradação (perfil 1) e área de agradação ainda ativa (perfil 3). No perfil 12, constata-se uma boa relação silte/argila até o horizonte C2 com valores entre 0,3 a 0,5, apesar desse perfil, também estar localizado em uma área de agradação de sedimentos.

O perfil 2, localizado sobre a Formação Caiuá, também evidenciou um nível de intemperização avançado, com valores de relação silte/argila nos horizontes Bw variando de 0,3 a 0,4, situação típica dos Latossolos Vermelhos de textura média.

Tabela 2 Composição granulométrica, grau de floculação e dispersão da argila e relação silte/argila dos solos dos perfis do compartimento I

	Horizonte	Profundidade (cm)	Composição granulométrica (%)					Grau floculação (%)	Grau dispersão (%)	Relação Silte/argila
			Argila	Silte fino	Silte grosso	Areia fina	Areia grossa			
Perfil 1	A	0-10	4,4	1,1	7,9	66,2	20,4	66	34	2,04
	AB	10-30	12,2	2,5	7,6	23,7	54,0	75	25	0,82
	Big	30-70	18,4	1,4	7,9	1,2	71,1	93	7	0,50
Perfil 2	A	0-10	13,3	7,9	7,1	63,5	8,2	29	71	7,57
	Bw1	10-70	19,5	1,8	4,6	62,5	11,6	82	18	0,32
	Bw2	70-120	18,7	1,9	7,3	64,0	8,1	77	23	0,49
	Bw3	120-200	18,4	1,5	5,9	66,3	7,9	99	1	0,40
Perfil 3	A	0-10	36,0	24,5	21,4	9,1	9,0	98	2	1,27
	Cg1	10-30	32,7	23,7	19,7	9,4	14,5	97	3	1,32
	Cg2	30-60	36,0	24,5	21,4	9,1	9,0	93	7	1,27
Perfil 12	C	70-100	67,8	16,0	9,7	5,2	1,3	70	30	0,37
	C1	100-170	59,1	17,5	13,5	8,7	1,4	65	35	0,52
	Cg1	170-200	60,4	16,4	14,0	6,5	2,7	57	43	0,50
	Cg2	200-250	17,4	5,8	12,4	59,7	4,7	48	52	0,87

A Figura 24, a seguir, evidencia a distribuição granulométrica em profundidade do material de solo dos perfis do compartimento I. Consta-se um aumento de argila em profundidade no perfil 1, sendo os valores de silte praticamente constantes em todos os horizontes. Chama a atenção nesse perfil a variação da composição de areia fina e grossa do horizonte superficial para o subsuperficial com o aumento de areia grossa em profundidade. Esses valores podem ser ratificados pela morfologia onde se localiza esse perfil (Terraço Fluvial Ivaí), antiga planície fluvial, no passado sujeita à deposição de materiais mais grosseiros carregados, como já citado, pelas águas do rio Ivaí, principalmente em períodos de cheia.

No perfil 2, a fração argila foi praticamente constante em profundidade, com pequena redução dessa granulometria apenas no horizonte A (aproximadamente 5,2%). Consta-se maior grau de floculação da argila no horizonte Bw3, com valor de 99%. A composição granulométrica de areia fina domina os horizontes desse perfil (62,5% a 63,3%) com pequeno aumento em profundidade, em torno de 4%. Já o silte mantém-se baixo em toda a extensão do perfil.

A variação de porcentagem de argila em profundidade, no perfil 3, também não foi significativa (4,3%). Nesse perfil, os elevados valores de silte grosso e fino respectivamente 23,7% a 24,5% e 19,7% a 21,4%, com pequena variação em profundidade pode ser um

indicativo de que esse solo não está em estágio de intemperismo avançado. Quanto aos teores de areia identificaram-se valores reduzidos nesse perfil, em torno de 9%, na maioria dos horizontes, com uma pequena variação em profundidade.

O perfil 12, não apresentou variação significativa de fração argila até o horizonte Cg1, em torno de 8%. Já no horizonte Cg3, próximo ao nível do lençol freático, constata-se uma redução significativa dessa fração (50,4%). Lembrando que esse perfil, na maioria de seus horizontes, apesar de apresentar textura muito argilosa, foi o que apresentou maior grau de dispersão de argila em relação aos outros perfis, e, conseqüentemente, menor grau de floculação. Fato que pode ser atribuído ao tipo de manejo dos solos e por esta área estar sujeita às constantes elevações do freático e cheias do rio Ivaí.

Em relação aos valores de pH dos solos do compartimento I, identificou-se que os resultados obtidos em água (H₂O) são sempre superiores ao pH em cloreto de cálcio (CaCl₂), ratificando que, predominam reações do tipo catiônicas e não aniônicas no complexo absorvente (TABELA 3)

O pH indica a quantidade de íons hidrogênio (H⁺) que existem no solo. Assim, um solo é ácido quando possui muitos íons H⁺ e poucos íons cálcio (Ca²⁺), magnésio (Mg²⁺) e potássio (K⁺) adsorvidos em seu complexo coloidal de troca (EMBRAPA 2013). Solos ácidos são comuns nas regiões sobre condições tropicais em que a grandeza da precipitação pluviométrica é tal que os elementos alcalinos, notadamente o Ca²⁺ e o Mg²⁺, são lixiviados das camadas superiores pelas águas contendo CO₂, sendo substituídos nos coloides pelos íons H⁺ (EMBRAPA 2013).

Dessa maneira, segundo critérios de classificação da Embrapa (2013), os resultados de reação predominante de pH para o perfil 1, foi de moderadamente alcalino, para o perfil 2 de praticamente neutro. Já os resultados de pH do perfil 3 e 12, foram de fortemente ácido a moderadamente ácido. Destacando que a leitura de pH em CaCl₂ dos solos desses perfis foi de alta a muita alta, em detrimento também aos teores elevados de Al³⁺ e H⁺, principalmente nos solos do perfil 12.

A acidez potencial (H⁺+Al³⁺), associada à soma de bases (SB) das amostras indicam que a capacidade de troca catiônica (CTC) foi baixa nos horizontes de solo dos perfis 1 e 2 variando entre 3,7 e 5,15 (cmol_c dm⁻³). Para os perfis 3 e 12, constata-se um aumento da CTC (5,23 a 32,1 cmol_c dm⁻³), sendo mais expressivo no perfil 12, em que a acidez potencial (H⁺+Al³⁺) elevada também condiciona esse aumento. De acordo com a EMPRAPA (2013), se a maior parte da CTC do solo está ocupada por cátions essenciais, como Ca²⁺, Mg²⁺ e K⁺, pode-se dizer que esse é um solo bom para a nutrição das plantas.

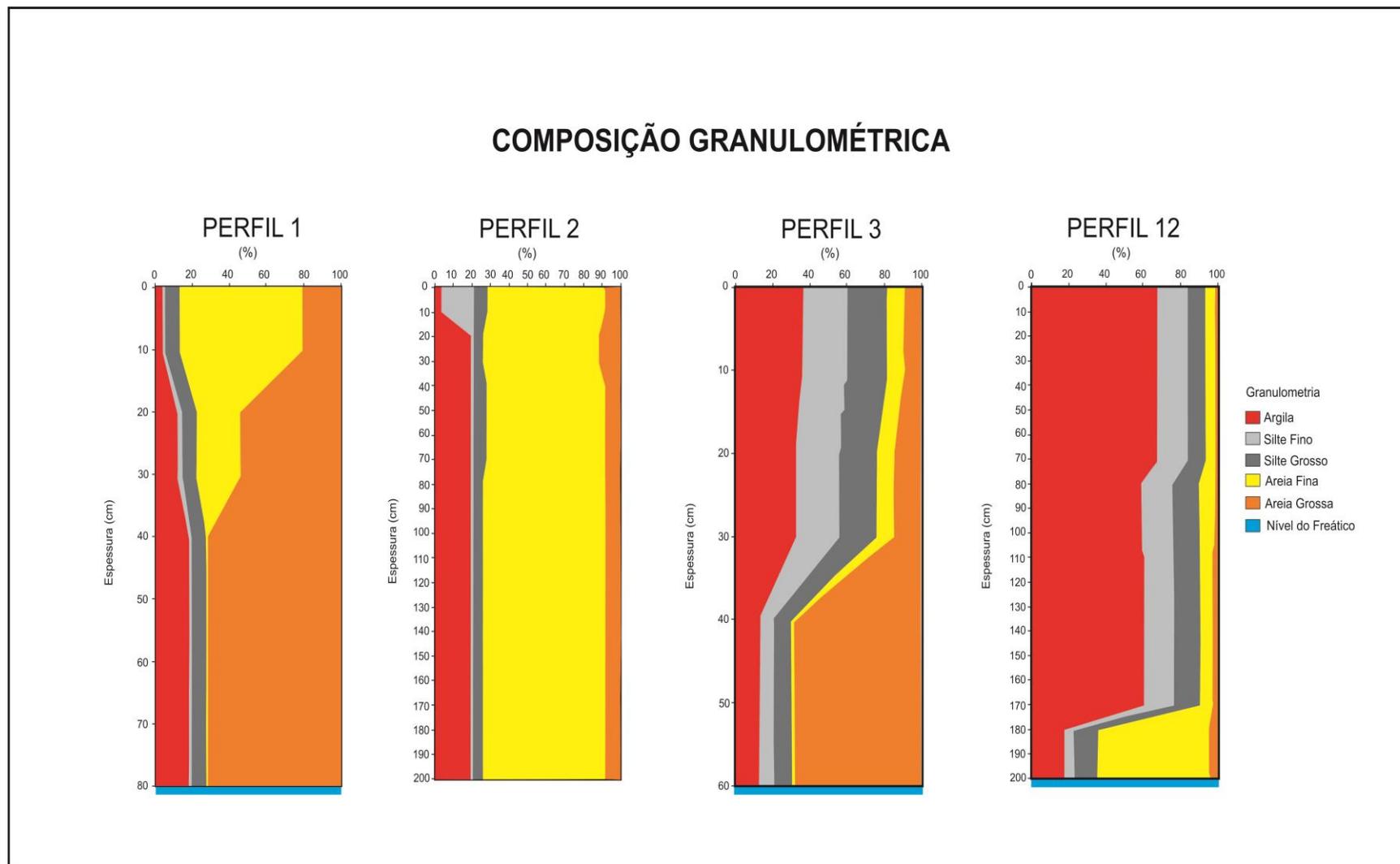


Figura 24: Gráficos exibindo a distribuição granulométrica em profundidade dos perfis de solo do Compartimento I

Por outro lado, se grande parte da CTC está ocupada por cátions potencialmente tóxicos como H^+ e Al^{3+} , esse será um solo pobre e vulnerável ambientalmente.

A respeito, GERRARD (1992) realizou uma comparação das características químicas de solos aluviais de climas tropical e temperado, referindo-se à baixa CTC dos primeiros, em função do maior grau de intemperismo dos materiais que geram sedimentos, ainda em posição de encosta.

Relacionando a matéria orgânica (MO) com a capacidade de troca catiônica (CTC) dos solos desses perfis, constata-se que, aparentemente, nos horizontes dos solos onde há uma maior quantidade de MO, a CTC, apresenta-se mais elevada, caso dos perfis 3 e 12 com valores de MO entre 21 a 25,3 g/dm^3 e CTC entre 5,23 a 32,21 $cmol_c/dm^3$.

Em relação à saturação por bases (V%), os solos podem ser divididos em solos eutróficos (férteis) = $V\% \geq 50\%$ e solos distróficos (pouco férteis) = $V\% < 50\%$. Alguns solos distróficos podem ser muito pobres em Ca^{2+} , Mg^{2+} e K^+ e apresentar teor de alumínio trocável muito elevado, chegando a apresentar saturação em alumínio (m%) superior a 50% e nesse caso são classificados como solos álicos (EMBRAPA 2013).

Para EMBRAPA (2013), a saturação por bases, além de ser um excelente indicativo das condições gerais de fertilidade do solo, pode ser utilizada também como complemento na nomenclatura dos solos. Dessa maneira, apenas os solos do perfil 1 e do horizonte Bw2 do perfil 2, podem ser classificados como eutróficos, com valores de saturação acima de 50%, atendendo aos critérios do terceiro nível categórico (saturação por bases) da classificação de solos da EMBRAPA (2013). Os demais solos foram considerados distróficos pela mesma classificação, apresentando valores de saturação por bases (V%) menores que 50%.

Quanto aos índices de fósforo dos perfis de solo desse compartimento, identificou-se que os solos do perfil 3 apresentaram valores mais elevados entre 4,51 a 8,25 mg/dm^3 em relação aos solos dos outros perfis, 1 e 2, com exceção do horizonte e Bw2 do perfil 3 e Cg2 do perfil 12 que apresentaram respectivamente valores de 8,14 e 8,47 mg/dm^3 (TABELA 3).

Nota-se que os perfis 3 e 12, por se localizarem em uma área sujeita a inundações do rio Ivaí, podem estar mais vulneráveis à saturação por bases, e, principalmente a um teor elevado de fósforo, decorrentes de possível contaminação das águas do rio Ivaí. Relacionado ao assunto, Curcio (2006), ao analisar os solos da planície do rio Iguaçu, no setor do Primeiro Planalto Paranaense, identificou elevados teores de fósforo, associados ao grau de contaminação das águas do rio.

Tabela 3: Características químicas dos solos dos perfis do compartimento I (CI)

CI	Horizonte	pH		Complexo sortivo (cmol _c /dm ⁻³)							V (%)	MO g/dm ³	P mg/dm ³
		água	CaCl ₂	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	SB	Al ³⁺	Al ³⁺ +H ⁺	CTC			
Perfil 1	A	7,55	6,22	2,00	0,24	0,04	2,28	0,0	1,85	4,1	55,61	2,7	3,6
	AB	7,94	6,12	1,84	0,24	0,02	2,1	0,0	1,66	3,7	56,75	3,9	3,5
	Big	7,06	6,12	2,64	0,23	0,02	2,89	0,0	1,61	4,5	64,22	1,9	4,5
Perfil 2	A	7,28	5,65	1,74	0,28	0,03	2,05	0,0	2,09	4,14	48,51	10,5	3,30
	Bw1	6,94	4,64	2,45	0,46	0,04	2,95	0,0	2,20	5,15	57,28	1,1	3,41
	Bw2	6,69	5,34	1,78	0,30	0,03	2,11	0,0	2,40	4,51	46,78	5,8	6,05
	Bw3	6,34	4,56	0,47	0,18	0,03	0,68	0,0	3,01	3,69	18,42	7,1	8,14
Perfil 3	A	5,38	3,95	1,60	0,64	0,04	2,28	1,01	7,80	10,08	22,61	22,6	13,25
	Cg1	5,28	3,80	1,40	0,59	0,06	2,05	1,30	10,36	12,41	16,51	21,4	10,72
	Cg2	5,53	4,32	2,03	0,65	0,04	2,72	0,70	2,51	5,23	52	21	13,51
Perfil 12	C	4,64	3,38	1,06	1,27	0,04	2,37	16,40	29,78	32,1	7,37	11,6	0,93
	C1	4,67	3,36	0,82	0,76	0,08	1,66	14,40	24,68	26,34	6,34	25,3	0,83
	Cg1	4,50	3,60	2,11	1,90	0,07	4,08	11,45	18,86	22,94	17,78	17,5	3,08
	Cg2	5,70	3,94	3,55	2,52	0,07	6,14	10,20	17,13	23,27	26,3	25,3	8,47

Outro fator que pode aumentar os níveis de fósforo nos solos é a mineralização da matéria orgânica. A matéria orgânica, como fonte de fósforo no solo, encontra-se ligada, semelhante ao que ocorre aos outros nutrientes, pela decomposição do tecido orgânico, quando na fase da mineralização, o fósforo presente no tecido é liberado para o solo (LENZI, 2001). Aparentemente identificou-se uma relação entre quantidade de matéria orgânica (MO) e aumento nos teores de fósforo no perfil 3, no perfil 12, que também apresentou valores de MO relativamente iguais aos do perfil 3, a quantidade de fósforo detectada do horizonte C ao Cg1 foi baixa, entre 0,83 a 3,08 mg/dm³.

COMPARTIMENTO II

Os perfis do compartimento II, também apresentaram uma variação de uso de solo e morfologia do terreno. Fator que colaborou para a compreensão das diferenças físicas e químicas dos solos localizados em uma mesma planície aluvial (TABELA 4).

Tabela 4: Tipo de solos (EMBRAPA 2013), morfologia do terreno e uso do solo dos perfis 4, 5, 6 e 7

Compartimento II Perfil	Tipo de Solos	Morfologia do Terreno	Uso do Solo
4	NEOSSOLO FLÚVICO Eutrófico	Dique marginal	Floresta
5	ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico típico	Formação Caiuá	Solo desnudo (posterior ao cultivo de soja)
6	NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico	Planície de inundação Ivaí	Pastagem
7	GLEISSOLO HÁPLICO Distrófico típico	Planície de inundação Ivaí	Rizicultura

O perfil 4 apresentou características morfológicas com cores variando dos horizontes superficiais para o mais profundo de bruno-pálido a (10YR 6/3) a bruno-avermelhado (2,5YR 4/4 e 5YR 5/3), a textura em todos os horizontes foi a arenosa, com estrutura de média a pequena e granular (friável). A consistência detectada em todos os horizontes, exceto no horizonte C1, foi de não pegajosa e não plástica quando seca e úmida.

A porosidade apresentou-se em grande quantidade nesse perfil, em forma de micro poros e macro poros de origem biológica abundante, em detrimento da área ser florestada.

No perfil 5, constata-se uma morfologia das propriedades dos solos diferenciada dos outros perfis desse compartimento, devido a esse solo localizar-se sobre a Formação

Caiuá. A cor no horizonte superficial foi vermelho-pálido (2.5YR 7/2), gradando em profundidade para vermelho-claro (2.5YR 6/6) e vermelho (2.5YR 4/6).

A textura analisada, nesse perfil, foi média na maioria dos horizontes, com exceção do horizonte A que apresentou textura arenosa, a estrutura dominante foi de blocos pequenos a médios moderados a fracos; solto a granular. A consistência da maioria dos horizontes apresentou-se quando seca não plástica e não pegajosa e ligeiramente pegajosa e não plástica quando molhada. Exceto no horizonte A, que a consistência foi de não pegajosa e não plástica quando seca e quando molhada. A porosidade evidenciada na análise morfológica foi abundante em micro poros. Não foram identificadas porosidades de origem biológica e nem de cavidades em forma túbulos, devido à ausência de raízes.

O perfil 6 apresentou cores variando da superfície para subsuperfície de cinza avermelhado (5YR 5/2), marrom acinzentado (10YR 5/2) a marrom avermelhado (5YR 5/3). A textura identificada em todos os horizontes foi a arenosa, estrutura granular não coerente a blocos pequenos fracos a granular. A consistência manteve-se de não pegajosa e não plástica quando seca e molhada em toda a profundidade. Identificou-se a presença abundante de micro poros e macro poros devido à estrutura, à presença de raízes e à atividade biológica.

No perfil 7, foram constatadas cores variegadas, devido a elevação do freático, bruno-acinzentado (10YR 4/2) a cinza muito escuro (10YR 3/2) e marrom acinzentado (10YR 5/2) a cinza escuro (10YR 4/2). A textura encontrada nos horizontes foi a argilosa com estrutura moderada/fraca pequena e média, em forma de blocos subangulares que se desfazem com facilidade, em detrimento, também da presença abundante de nódulos ferruginosos de 2mm a 5mm de diâmetro.

A consistência dos solos desse perfil gradou em profundidade de ligeiramente pegajosa a ligeiramente plástica a não pegajosa e não plástica (somente quando molhada). A porosidade detectada foi de elevado número macro e micro poros entre 2mm a 6mm. Identificou-se também a formação de túbulos derivados da presença abundante de raízes fasciculadas e atividade biológica.

A granulometria dos solos desses perfis (TABELA 5) veio confirmar o predomínio da fração areia nos perfis 4 (NEOSSOLO FLÚVICO Eutrófico), 5 (ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico típico) e 6 (NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico) que apresentaram valores totais de fração areia entre 66,4% a 89,2%. Apenas no perfil 7 (GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico) constatou-se um predomínio de fração argila entre 31,2% a 42,7% e maior representatividade da fração de silte grosso e fino com valores aproximados de 20% a 27,9%, caracterizando esse solo como argiloso.

Tabela 5 Composição granulométrica, grau de flocculação e dispersão da argila e relação silte/argila dos solos dos perfis do compartimento II

	Horizonte	Profundidade (cm)	Composição granulométrica (%)					Grau flocculação (%)	Grau dispersão (%)	Relação Silte/argila
			Argila	Silte fino	Silte grosso	Areia fina	Areia grossa			
Perfil 4	A1	0-20	6,0	11,8	1,0	80,0	1,2	67	33	2,13
	A2	20-30	5,4	4,1	7,1	53,0	30,4	82	18	2,07
	C1	30-55	7,4	12,3	5,0	48,4	26,9	73	27	2,33
	C2	55-70	6,5	11,6	1,3	50,0	30,6	68	32	1,98
	C3	70-130	4,5	8,9	7,9	56,7	22,0	89	11	3,7
Perfil 5	A	0-10	3,9	6,2	9,7	74,4	5,8	48	52	4,07
	E1	10-35	15,6	1,6	6,5	69,7	6,6	76	24	0,51
	E2	35-90	17,8	2,9	8,7	62,6	8,0	79	21	0,65
	BT	90-130	25,0	1,9	6,7	59,8	6,6	98	2	0,34
Perfil 6	A	0-20	2,2	1,6	7,1	65,7	23,4	66	34	3,95
	C1	20-50	2,9	2,3	5,7	67,8	21,3	70	30	2,75
	C2	50-100	2,2	2,8	5,8	67,8	21,4	62	38	3,90
	C3	100-150	2,2	3,0	6,1	64,6	24,1	69	31	4,13
Perfil 7	A	0-20	31,2	27,9	26,6	11,9	2,4	73	27	1,74
	Cg	20-40	42,7	20,2	23,0	10,0	4,1	83	17	1,01

Nos horizontes dos perfis 4, 5 e 6, as porcentagens de silte foram relativamente baixas, com máxima de concentração dessa granulometria no total de 17,3% encontrada no horizonte C1 do perfil 4. A relação silte/argila dos perfis dessa unidade apresentou valores bem acima da média de 0,7, indicados para solos com bom grau de intemperização (EMBRAPA, 2013). Os resultados variaram entre 1,01 até 4,13 nos horizontes dos solos dos perfis 4, 6 e 7. Apesar desses resultados não denotarem forte intemperização dos solos, é preciso considerar o fato de que essa é uma condição comum em solos de planície aluvial, principalmente nos Neossolos Flúvicos e Quartzarênicos. Nesse compartimento, somente os solos do perfil 5, localizado no limite da planície, sobre a Formação Caiuá, demonstraram uma relação silte/argila nos horizontes B, diagnósticos com valores entre 0,34 a 0,51.

Quanto ao grau de flocculação, foram identificadas pequenas variações nos valores dos solos desses perfis. No perfil 4, sobre o dique marginal, a maior quantidade de MO encontrada nos solos, entre 17,09 a 19,42 g/dcm⁻³ (TABELA 6) pode ter atuado como fator flocculante da argila, apesar desses solos estarem sujeitos a períodos de inundação. Todavia, por serem solos formados a partir de deposição do regime fluvial, ocorre uma significativa distinção na porcentagem de argila flocculada em profundidade, com uma variância de até 17%.

Destaca-se, no caso do perfil 5, o aumento de argila floculada em profundidade, alcançando valor próximo de 100% no horizonte Bt (98%). Esse valor coincide com o aumento de argila total, porém não com o resultado nulo encontrado para matéria orgânica. De acordo com Oades (1988 *apud* PRADO; CENTURION, 2001, p. 198), o processo da dispersão e floculação da argila nos solos é influenciado pela matéria orgânica do solo.

Nota-se que no horizonte A do perfil 5, aparentemente ocorre uma relação da baixa porcentagem de argila floculada com o baixo valor de argila total e com o uso e manejo dos solos (plantio de soja convencional). Esse tipo de manejo pode estar desestabilizando a estrutura desse solo, facilitando a dispersão da argila nesse horizonte.

No perfil 6, constata-se uma pequena variação de argila floculada em profundidade (8%), não coincidindo com os valores de argila total que foram bem baixos (entre 2,2 e 2,9). Os valores significativos de floculação de argila (entre 62 a 70%) nesse solo de textura arenosa podem ser justificados pelos teores de matéria orgânica razoavelmente altos para área, que no passado fora florestada e hoje é ocupada por pastagem (entre 21,82 a 23,38 g/dcm⁻³ de MO).

O perfil 7, sobre a cultura de arroz, também apresentou um bom grau de floculação de argila, apesar de se localizar em área de rizicultura sujeita à elevação do freático e à irrigação por canais artificiais, onde a água pode facilitar a dispersão das partículas finas do solo. Constata-se um aumento de 10% de argila floculada do horizonte A para o Cg, com respectivamente 73 e 83% de argila floculada.

Em relação à distribuição das porcentagens granulométricas em profundidade, ao analisar a Figura 25, constatou-se uma variância na fração argila, silte grosso e fino nos perfis 4 e 6. A distribuição de areia grossa e fina no perfil 6 foi sutil, já no perfil 4, identifica-se uma diferença de 28% a mais de areia grossa do horizonte A1 para o A2.

No perfil 5 e 7 não foram constatadas grandes variações de fração granulométrica em profundidade, ocorrendo um aumento gradual da fração argila dos horizontes superficiais para os subsuperficiais. Com exceção do horizonte Ap do perfil 5 que transiciona-se de 3,9% de fração argila para 25% dessa fração no horizonte Bt. Quanto à porcentagem de areia fina, no perfil 5 identificou-se uma pequena diferença e variedade de distribuição em profundidade, em torno de 14,6% do horizonte Ap para o Bt.

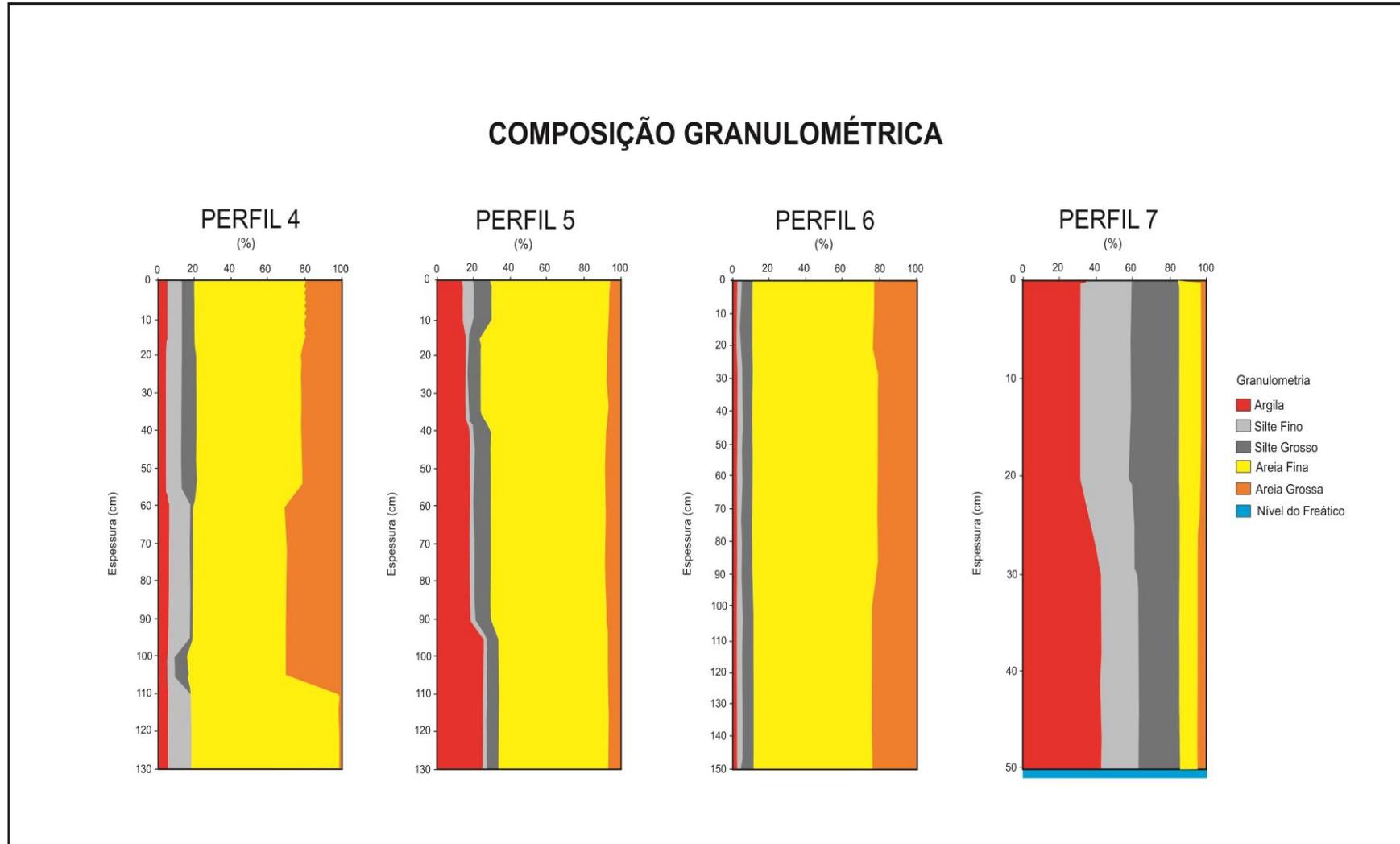


Figura 25: Gráficos exibindo a distribuição granulométrica em profundidade dos perfis de solo do Compartimento II

As análises químicas dos solos dos perfis desse compartimento (TABELA 6), evidenciam que os valores de pH em H₂O são mais elevados do que os analisados em CaCl₂, confirmando também, como nos perfis do compartimento I, que prevalecem no complexo absorvente dos solos reações do tipo catiônicas e não aniônicas.

Dessa maneira, os resultados de pH em água dos horizontes dos solos dos perfis 4, 5 e 6 são considerados moderadamente ácidos, apresentando resultados entre os valores de 5,4 a 6,5. Já, o perfil 7 apresentou classe de reação de moderadamente alcalino a fortemente ácido, em profundidade com valores de 6,8 a 5,0 (EMBRAPA 2013).

Os resultados de pH estão relacionados com os baixos resultados de Al³ e de acidez potencial (H⁺+Al³⁺) apresentados na Tabela 6. Sendo os valores de Al³ praticamente nulos e menores que 1,00 cmol_c/dm³, e, os valores de soma (H⁺+Al³⁺) permanecendo entre 2,03 e 4,18 cmol_c/dm³ nos horizontes dos perfis analisados.

A soma de bases associada com a acidez potencial dos solos desses perfis permitiram concluir que os solos do perfil 4 foram os que apresentaram uma maior capacidade de troca catiônica (CTC) com valores entre 6,87 a 12,97 cmol_c/dm⁻³ em relação aos solos dos outros perfis. Essa diferença pode estar relacionada ao tipo de geofoma em que se encontra esse perfil (dique marginal), sujeita à deposição de materiais diversos pelo fluxo de água do rio Ivaí. Lembrando que junto com a água do rio, podem vir resíduos de insumos utilizados na agricultura que podem ser responsáveis pela possível contaminação do ambiente, por excesso de bases.

Quanto à saturação por bases (V%), a maioria dos horizontes dos solos dos perfis apresentaram valores acima de 50%, sendo definidos como eutróficos (EMBRAPA 2013). Constatou-se somente mudança para solos distróficos no horizonte C3 do perfil 4, nos horizontes superficiais do perfil 5, e em toda extensão do perfil 7. Destacando que no perfil 7, a soma de bases associada à soma da acidez potencial foi baixa, colaborando com baixa CTC, e, conseqüentemente, com os resultados abaixo de 50% de saturação de base (21,9% e 27,45%).

Na análise de teores de fósforo dos solos desse compartimento, foi identificado que os horizontes do perfil 4 foram os que mais apresentaram concentração de fósforo (de 26,18 a 64,57 mg/dm⁻³). Esses resultados podem estar relacionados à quantidade de MO produzida pela ocupação de floresta, ou relacionados a possíveis concentrações desse elemento na água fluvial, proveniente do uso de fertilizantes fosfatados na lavoura. As principais fontes ambientais deste elemento são, entre outras, a agricultura, as águas residuais e as poeiras geogênicas (REIMANN; CARITAT, 1998).

Chama a atenção no perfil 5 (TABELA 6) que os teores de fósforo nos horizontes subsuperficiais $3,30 \text{ mg/dm}^{-3}$ e $14,63 \text{ mg/dm}^{-3}$, aparentemente não estão relacionados a MO, que se apresenta nula. Esses valores de fósforo podem estar relacionados ao possível uso de fertilizantes fosfatados, utilizados na atividade de plantio de culturas temporárias da área, no caso o solo estava desnudo devido a colheita do soja.

No perfil 7, os baixos valores de fósforo ($1,10 \text{ mg/dm}^{-3}$ e $1,05 \text{ mg/dm}^{-3}$) parecem não se relacionarem com os teores relativamente elevados de MO ($21,9 \text{ mg/dm}^{-3}$ e $27,45 \text{ mg/dm}^{-3}$, respectivamente).

Tabela 6: Características químicas dos solos dos perfis do compartimento II

CII	Horizonte	pH		Complexo sortivo (cmol _c /dm ⁻³)							V (%)	MO g/dcm ⁻³	P mg/dm ⁻³
		água	CaCl ₂	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	SB	Al ³⁺	Al ³⁺ +H ⁺	CTC			
Perfil 4	A1	5,87	5,85	7,43	2,84	0,46	10,73	0,00	2,24	12,97	82,72	18,01	25,08
	A2	5,92	5,84	4,78	0,48	0,33	5,59	0,00	2,32	7,91	70,67	19,01	64,57
	C1	5,94	5,87	7,48	0,49	0,45	9,42	0,00	2,74	12,16	77,46	19,42	26,18
	C2	5,56	5,0	1,48	2,64	0,06	5,85	0,00	4,18	10,13	57,7	19,27	52,03
	C3	5,61	4,99	1,39	1,20	0,30	2,89	0,60	3,98	6,87	42,06	17,09	42,87
Perfil 5	Ap	5,50	4,90	1,79	0,48	0,06	2,33	0,70	2,98	5,31	42,87	6,91	3,96
	E1	5,64	5,10	1,91	0,63	0,06	2,6	0,10	2,28	4,88	53,27	7,34	3,52
	E2	5,77	5,12	1,97	0,70	0,08	2,75	0,11	2,42	5,17	53,19	0,00	3,30
	Bt	5,95	5,25	2,01	0,52	0,06	2,6	0,00	2,15	4,75	54,73	0,00	14,63
Perfil 6	A	5,45	4,17	1,38	0,65	0,05	2,03	0,85	2,55	4,58	44,32	22,21	4,51
	C1	5,30	5,25	1,35	0,40	0,04	1,79	0,00	2,98	4,77	37,52	21,82	4,51
	C2	5,61	5,56	3,67	1,83	0,35	5,85	0,00	2,04	7,89	74,12	23,38	16,17
	C3	5,40	5,25	1,45	0,90	0,42	2,77	0,00	2,12	4,98	59,63	22,46	10,13
Perfil 7	A	6,89	4,20	0,36	0,20	0,01	0,57	1,00	2,03	2,6	21,9	10,52	1,10
	Cg	5,0	4,8	0,38	0,35	0,08	0,81	0,10	2,14	2,95	27,45	11,6	1,05

COMPARTIMENTO III

A Tabela 7 a seguir, evidencia a morfologia do terreno, e o tipo de uso dos solos onde se localizam os perfis desse compartimento.

Tabela 7: Tipo de solos (EMBRAPA 2013), morfologia do terreno e uso do solo dos perfis 8, 9, 10 e 11

Compartimento III Perfil	Tipo de Solos	Morfologia do Terreno	Uso do Solo
8	GLEISSOLO HÁPLICO Eutrófico típico	Planície de inundação Ivaí	Pastagem
9	GLEISSOLO HÁPLICO Distrófico típico	Planície de inundação Ivaí	Pastagem
10	LATOSSOLO VERMELHO Eutrófico textura média	Formação Caiuá	Cana-de-açúcar
11	NEOSSOLO FLÚVICO Eutrófico típico	Dique marginal	Floresta

O perfil 8 apresentou cor bruno-acinzentado (10YR 4/2) e mosqueamentos bruno-amarelado (10YR 5/8) em todos os horizontes diagnosticados; a textura identificada foi de arenosa para todo perfil. A estrutura predominante foi a moderada, pequena a granular com características friáveis. A consistência dos solos dos horizontes desse perfil gradou da superfície para subsuperfície de ligeiramente pegajosa e não plástica para não pegajosa e não plástica, apenas quando molhada, pois o nível do lençol freático encontrava-se a 60cm.

Analisando o perfil 9, identificou-se que as características morfológicas dos solos dos horizontes foram semelhantes as do perfil 8, ambos localizados na mesma área e sobre influência da elevação do freático. A diferença registrada foi na consistência relativamente mais pegajosa que no perfil 8. Outras diferenças quanto à textura, à dispersão e à flocculação da argila e à relação silte argila são discutidas na análise granulométrica.

O perfil 10 revelou cores gradando em profundidade de vermelho (2.5YR 4/6); a vermelho escuro (2.5YR 3/6). A textura identificada em todos os horizontes foi a média, a estrutura variou da superfície para subsuperfície de blocos pequenos, subangulares moderados a blocos pequenos angulares a subangulares moderados a fracos. A consistência dura quando seca, e ligeiramente pegajosa e não plástica quando molhada, associada a pouca expressividade de porosidade detectada nos horizontes superficiais desse perfil, podem ser um reflexo da compactação dos solos pelo uso de máquinas pesadas na cultura de cana-de-açúcar.

O perfil 11, por estar localizado sobre um dique marginal, e sujeito à retirada e à deposição de materiais provenientes das águas do rio Ivaí, como no caso do perfil 4, apresentou significativas variações de suas propriedades morfológicas em profundidade. As cores variaram da superfície para subsuperfície de marrom escuro (7,5YR 3/4) a marrom (7,5YR 4/4), de bruno-escuro (7,5YR 3/4) a variegado marrom (7,5YR 4/4) e bruno-amarelado (10YR 5/6).

A textura nesse perfil variou de média a argilosa, a estrutura predominante foi de moderada a fraca e em blocos médios a grandes, moderados a fracos, gradando em profundidade (local mais sujeito as cheias do Ivaí) para uma estrutura em grãos simples não coerentes. A consistência foi de ligeiramente pegajosa a não plástica, exceto no último horizonte Cg2, a consistência identificada foi de não plástica e não pegajosa.

A porosidade em todos os horizontes foi abundante e diversificada em macro e micro poros, derivados da própria morfologia dos solos, e, principalmente, da intensa atividade biológica. Destaca-se, nesse perfil, a presença de nódulos ferruginosos (>5mm) nos horizontes Cg2 e Cg3.

A análise granulométrica dos solos dos perfis desse compartimento (TABELA 8) colaborou na identificação da textura predominantemente média a arenosa desses solos. No perfil 10 (LATOSSOLO VERMELHO Eutrófico textura média) identificaram-se variações da fração de areia total nos horizontes subsuperficiais AB e Bw (63,4% e 63,1%, respectivamente) No perfil 11, classificado como NEOSSOLO FLÚVICO Eutrófico típico, a textura grada de arenosa (81,9% de areia total) do horizonte A para argilosa em profundidade, horizonte C e Cg1, variando respectivamente de 37,6% a 37,1% de argila, passando novamente para arenosa no horizonte Cg2 (70% de areia total e 14,1% de argila).

O perfil 8 (GLEISSOLO HÁPLICO Eutrófico típico) evidenciou teores baixos de argila menos de 10% em todos horizontes, porém esses valores parecem não ter influenciando na dispersão e floculação que apresentou de 74% a 81% de argila floculada. Já no perfil 9 (GLEISSOLO HÁPLICO Distrófico típico), em detrimento do maior grau de dispersão de argila, as porcentagens de floculação também apresentaram valores reduzidos, com pequeno aumento em profundidade (6% a 21%).

Os horizontes do perfil 10 foram os que indicaram maior grau de floculação (TABELA 8), com valores variando de 98% a 71% decrescentes em profundidade. No perfil 11, destacam-se alternâncias de porcentagens de argila floculada em toda extensão do talude, com o horizonte Cg2 apontando menor porcentagem (1%). Esse valor pode estar relacionado

à oscilação do freático que é mais frequente nesse horizonte, e que conseqüentemente causa maior desestabilização das argilas, tornando essa fração com maior grau de dispersão.

Quanto à relação silte/argila dos solos dessa Unidade (TABELA 8), o perfil 10 foi o que revelou em todos os horizontes valores inferiores a 0,7 decrescentes em profundidade (0,38 a 0,29) caracterizando alto grau de intemperismo, para solos de textura média (EMBRAPA, 2013). A relação silte/argila nos outros perfis dessa Unidade alcançou valores acima de 1,00 chegando a 2,56 no horizonte A do perfil 9, exceto no horizonte Cg1 do perfil 8 em que o valor foi abaixo de 1,00 (0,81).

A Figura 26 evidencia a distribuição granulométrica em profundidade dos perfis de solo. Identificou-se uma grande variação de distribuição de materiais finos e grossos da superfície para subsuperfície nos perfis. Características comuns em solos de planície aluvial que estão constantemente sujeitos à deposição e retirada de materiais provindos da conectividade existente entre planície de inundação e sistema fluvial.

Tabela 8: Composição granulométrica, grau de floculação e dispersão da argila e relação silte/argila dos solos dos perfis do compartimento III

Unidade III	Horizonte	Profundidade (cm)	Composição granulométrica (%)					Grau floculação (%)	Grau dispersão (%)	Relação Silte/argila
			Argila	Silte fino	Silte grosso	Areia fina	Areia grossa			
Perfil 8	A	0-10	9,1	2,8	6,7	74,9	6,5	81	30	1,04
	Cg1	10-30	6,9	1,4	4,2	76,5	11,0	76	24	0,81
	Cg2	30-60	5,7	1,4	5,0	77,5	10,4	74	26	1,12
Perfil 9	A	0-15	4,4	4,4	6,9	73,2	11,1	6	94	2,56
	Cg1	15-40	8,8	2,9	6,4	74,2	7,7	11	81	1,05
	Cg2	40-70	11,7	5,9	11,1	65,9	5,4	21	79	1,45
Perfil 10	A	0-20	13,1	2,5	2,5	40,3	41,6	98	2	0,38
	AB	20-35	25,1	2,6	8,9	59,9	3,5	71	29	0,45
	Bw	35-100	28,4	3,8	4,7	54,3	8,8	74	26	0,29
Perfil 11	A	0-80	10,5	8,2	11,2	66,2	3,9	73	27	1,84
	C	80-130	37,2	25,1	17,6	19,6	0,5	81	19	1,14
	Cg1	130-220	37,6	28,7	17,7	12,6	3,4	71	29	
	Cg2	220-300	14,1	6,9	9,0	1,0	69,0	1	99	1,12

No perfil 8, constata-se que a argila e o silte tanto grosso como fino diminuem em profundidade com um decréscimo de 5,6% de argila, de 1,4% de silte fino e de 4,2% de silte grosso). Já no perfil 9, sobre as mesmas condições de hidromorfia, ocorre um pequeno incremento desses materiais em profundidade cerca de 7,1% de argila, 1,5% de silte fino e 4,2% de silte grosso.

Quanto a porcentagens de areia fina e grossa nesses perfis, constatou-se um pequeno aumento em profundidade no perfil 8, ao contrário do perfil 9, em que essas frações sofrem uma pequena redução da superfície para subsuperfície. No perfil 10, identificou-se um aumento de porcentagem de argila em profundidade com uma variação de 13,1% a 28,4%. O silte fino e o grosso apresentaram oscilações nos valores, diminuindo e aumentando as porcentagens ao longo dos horizontes no perfil (Figura 26).

Nesse perfil, a quantidade de fração de areia fina foi mais elevada que de areia grossa, característica típica Latossolos Vermelhos de textura média, com um aumento dessa fração em profundidade e uma significativa redução dos valores de areia grossa do horizonte A para o Bw (de 41,6% a 8,8%)

O perfil 11, devido a sua posição na planície, foi o que mais demonstrou variação na distribuição de porcentagem granulométrica em profundidade. Fator que evidencia as alternâncias de materiais finos e mais grosseiros, transportados pelo regime de fluxo do rio Ivaí. Esse fator pode ser confirmado na diferença de areia fina para grossa de superfície para subsuperfície, com valores de 66,2% de areia fina no topo do perfil gradando para 69% de areia grossa para base.

Em relação à argila, constata-se um aumento dessa fração nos horizontes intermediários com redução para último horizonte que se encontra mais vulnerável às oscilações do nível de água do rio (de 37,1%, 37,6% a 14,1%). O silte fino e grosso apresentaram valores igualmente variados do topo até a base, sendo os horizontes intermediários com teores mais elevados em torno de 25,1% a 28,7% de silte fino e 17,6% e 17,7% de silte grosso.

Os valores de pH em água das amostras de solo dos perfis desse compartimento (TABELA 9) evidenciaram que a maioria dos solos analisados nessa unidade apresentam classes de moderadamente ácidos com valores de pH entre 5,4 e 6,5, estabelecidos pela EMPRAPA (2013). Com exceção dos solos do perfil 11, que se apresentaram praticamente neutros nos horizontes superficiais (6,66 e 6,65), gradando em profundidade de fortemente ácido a extremamente ácido (5,31 e 4,02). As análises de pH em CaCl_2 revelaram uma acidez predominante de alta a muita alta para os solos dessa unidade.

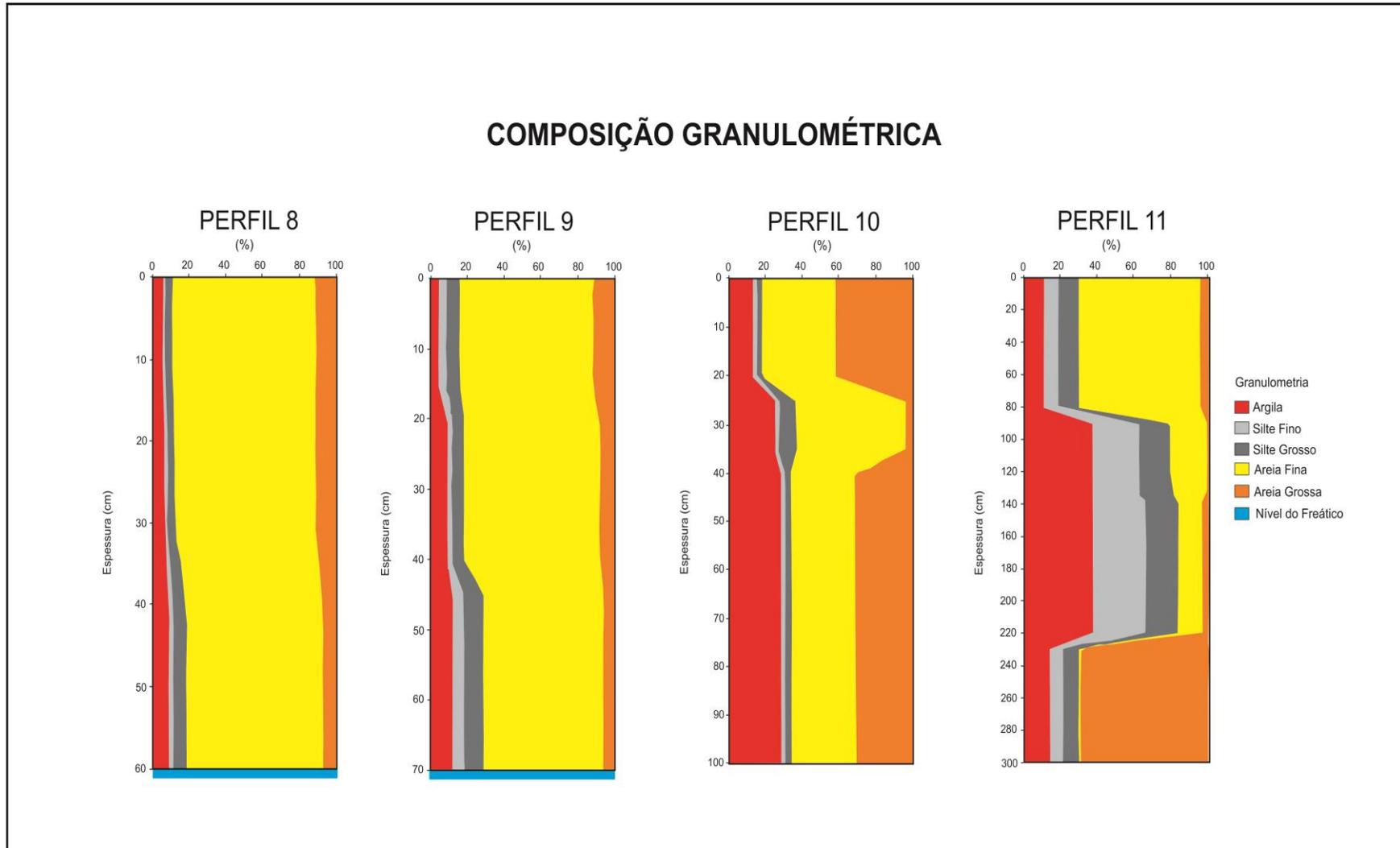


Figura 26: Gráficos exibindo a distribuição granulométrica em profundidade dos perfis de solo do Compartimento III

Em todos os perfis, parece que os valores de pH, predominantemente de moderadamente ácido, não estão relacionados com os teores de Al^{3+} e acidez em potencial $Al^{3+} + H^+$, já que esses valores revelaram-se baixos, exceto no perfil 9, em que a acidez potencial foi de 4,30 cmol_c/Kg, 4,84 cmol_c/Kg e 1,69 cmol_c/Kg. Esses valores podem ter influenciando no aumento da CTC dos solos desse perfil que não apresentou uma contribuição significativa soma de bases.

No caso do perfil 10 e do perfil 11, o aumento na soma de bases, relacionado ao aumento de teores de argila, foi um fator que contribuiu para o aumento da CTC nesses solos. Destacando os valores do perfil 11 que variaram de 13,53 cmol_c/Kg a 26,72 cmol_c/Kg. Outro fator importante de se considerar é a influência da matéria orgânica. Além dos colóides inorgânicos a CTC de um solo, também é dependente da presença dos colóides orgânicos. Estes são formados a partir da decomposição química e biológica dos materiais orgânicos adicionados ao solo (MCBRIDE, 1994; SPOSITO, 1989).

Assim, a quantidade de matéria orgânica, relativamente alta encontrada nos solos desses perfis, pode ter colaborado para o aumento da CTC, principalmente nos perfis 10 e 11. Em relação ao perfil 8, a quantidade de MO com valores entre 17,53 g/dcm³ e 23,38 g/dcm³, parece não ter influenciado nos valores da CTC; o que se constata é que a baixa CTC dos solos desse perfil está relacionada com os baixos valores de soma de bases (0,35 cmol_c/Kg a 2,51 cmol_c/Kg).

A saturação por bases (V%) dos solos desses perfis evidenciou que a maioria dos solos podem ser considerados segundo a EMBRAPA (2013), como eutróficos (V% > 50), excluindo os horizontes A do perfil 8 e Bg1 do perfil 9 que apresentaram valores de 13% e 11,19%, respectivamente.

Quanto aos teores de fósforo, constatou-se um aumento nos perfis 10 e 11, provavelmente pelo perfil 10, localizar-se em cultivo de cana-de-açúcar que pode utilizar adubos fosfatados, e, o perfil 11 estar em uma área de floresta onde há mais matéria orgânica para ser mineralizada, contribuindo na fixação do fósforo nos solos. É importante considerar também a posição do perfil 11 no relevo (dique marginal) sujeito à deposição de materiais e elementos diversos, transportados pela água do rio Ivaí, inclusive os resíduos provenientes de adubos, herbicidas e fungicidas.

Tabela 9: Características químicas dos solos dos perfis do compartimento III (CIII)

CIII	Horizonte	pH		Complexo sortivo (cmol _c /Kg)							V (%)	MO g/dcm ³	P mg/dm ³
		água	CaCl ₂	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	SB	Al ³⁺	Al ³⁺ +H ⁺	CTC			
Perfil 8	A	6,45	6,03	0,25	0,10	0,00	0,35	0,10	0,10	0,45	13	23,38	3,30
	Cg1	6,41	4,51	1,87	0,68	0,01	2,56	0,68	0,69	3,25	55,6	25,3	9,42
	Cg2	6,45	4,46	1,88	0,50	0,13	2,51	0,50	0,63	3,14	53,3	17,53	8,20
Perfil 9	A	5,71	3,64	0,99	0,37	0,10	1,46	2,65	4,30	5,77	25,30	17,5	8,40
	Cg1	5,54	3,58	0,26	0,29	0,06	0,61	2,85	4,84	5,45	11,19	21,4	1,43
	Cg2	5,56	4,27	1,10	0,51	0,10	1,71	0,25	1,69	3,4	50,2	25,3	5,96
Perfil 10	A	5,81	4,70	2,55	1,45	0,36	4,36	0,10	1,66	6,02	72,42	14,8	17,70
	AB	5,62	4,72	1,35	1,35	0,26	2,96	0,18	1,41	4,37	67,73	9,7	17,19
	Bw	5,43	4,60	0,86	1,17	0,19	2,22	0,31	1,77	3,99	55,63	14,81	14,41
Perfil 11	A	6,66	5,05	8,36	3,17	0,18	11,71	0,03	2,20	13,91	84,18	19,4	17,90
	C	6,65	5,30	17,74	6,13	0,20	24,07	0,00	2,65	26,72	90,08	19,4	12,98
	Cg1	5,31	5,8	5,69	4,80	0,12	10,61	0,00	2,92	13,53	78,41	19,5	12,57
	Cg2	4,02	5,28	5,06	5,75	0,10	10,91	0,00	2,75	13,66	79,86	9,7	24,05

6.9 ANÁLISE QUÍMICA DA ÁGUA DE SUPERFÍCIE E SUBSUPERFÍCIE DA ÁREA DE ESTUDOS

Chicati *et al.* (2012) avaliaram os níveis de contaminação causados por algumas substâncias químicas utilizadas no cultivo de arroz nas águas da área de Proteção das Ilhas e Várzeas do Rio Paraná ao longo da margem direita do rio Ivaí, lateralmente à área do presente estudo, pertencentes ao município de Querência do Norte. Os autores realizaram coletas de água em junho de 2006, março de 2007, agosto de 2007 e novembro de 2007. Os resultados dos testes indicaram que determinados compostos variaram em diferentes épocas do ano, baseando-se também no critério da adição e consumo de produtos agroquímicos na região.

Os autores detectaram a presença de oito grupos de compostos químicos nas águas da área de estudos. Sua representação localização e efeitos para o homem e o ambiente estão descritos no Quadro 1.

Chicati *et al.* (2012) concluíram que para a primeira bateria de amostragem, o carbofurano é o composto de maior ocorrência na área estudada, seguido de tebuconazol. Também constataram a presença de atrazina em várias amostras, podendo ser proveniente das culturas por eles estudadas (principalmente a cultura do arroz) ou da água que vem do rio Ivaí. Destacando que produtos químicos não autorizados pela Secretaria de Agricultura e Abastecimento do estado Paraná são usados para controle de doenças e pragas na cultura do arroz irrigado, sendo passível de punição.

Cabe ressaltar que as características da área pesquisada nesse trabalho são semelhantes as dos autores supracitados, por serem áreas passíveis de inundações, causadas pelo regime de cheias tanto do sistema do rio Paraná como do rio Ivaí. Esse fator dificulta a realização de pesquisas nesses locais, uma vez que a influência sazonal das inundações não pode ser determinada em períodos de tempo específicos. Destefani (2005), analisando a distribuição mensal das vazões do rio Ivaí, constatou que o rio tem uma resposta rápida aos eventos pluviométricos, podendo ocorrer cheias em todos os períodos do ano.

Outro fator a ser considerado nas análises de química da água em áreas inundáveis é a influência das áreas externas. Resíduos de agrotóxicos e fertilizantes utilizados nos campos de cultivo podem ser facilmente transportados pelas águas de inundação dos rios e córregos ou até mesmo pelo ar, contaminando áreas distantes de onde foram aplicados.

Quadro 2- Grupos químicos, características, localização e efeitos- Baseado de Chicati *et al.* (2012)

Grupo	Representação e localização	Características	Efeitos
Organofosforados	Clorpirifós - em toda área de estudos	-amplo espectro e de baixo custo -meia vida de 60 a 20 dias a um ano dependendo das condições do solo, clima, etc.	-moderadamente tóxico para os seres humanos podendo afetar o sistema nervoso, cardiovascular
Metilcarbamatos	Carbofurano -várias partes da área de trabalho	-largo espectro como um inseticida / nematocida -meia-vida de 30 a 120 dias.	-altamente tóxico por inalação e ingestão -contaminação de corpos d'água
	Carbaril -várias partes da área de trabalho	- controle de nematoides moluscos e insetos. -meia-vida de 7 a 14 solos arenosos e 14 a 28 dias solos argilosos	-altamente tóxico e ao inalar ou ingerir
Cloroacetamida	Metolacoloro -encontrado somente na água do rio Ivai (contaminação devido o regime de inundações)	-----	-ação não cancerígena
Triazóis	Constante,Folicure Elite - várias partes da área do trabalho	-persistente e relativamente imóvel no solo. -controle de doenças fúngicas das folhas	- possibilidade de carcinogenicidade para seres humanos
Piretróides	Deltametrina - em uma barragem responsável por toda a distribuição de água estações mais secas	- amplo espectro -mais poderoso dos piretróides sintéticos do mercado -meia vida cerca de 2 semanas	- a intoxicação pode ocorrer por ingestão ou contato -elimina insetos benéficos ao ambiente
Triazinas	Atrazina - em apenas um ponto na cultura de milho próxima a cultura de arroz	- em nível elevado é altamente contaminante	-moderadamente tóxico para os seres humanos e outros animais
Acetamida	Carbendazin - próximos das áreas de arroz, mas não necessariamente no campo de cultura (contaminação externa).	- controle de doenças, especialmente de soja,feijão, trigo e algodão -não indicado para o arroz - efeito residual muito pequeno	- pouco tóxico não apresenta riscos para a saúde humana não é considerado carcinogênicos ou mutagênico
Pirazóis	Fipronil -encontrado somente em um ponto da área na última coleta	- amplo espectro -controle de formigas	- danifica o sistema nervoso central - possibilidade de apresentar alto potencial carcinogênico

Assim, essa parte da pesquisa apresenta o resultado da análise química da água coletada em cinco pontos, distribuídos ao longo dos três compartimentos da área de estudo. As coletas de água para análises foram realizadas em dois períodos; um úmido em maio de 2013 e um seco em setembro de 2013. A Figura 27 traz a localização dos pontos de coleta.

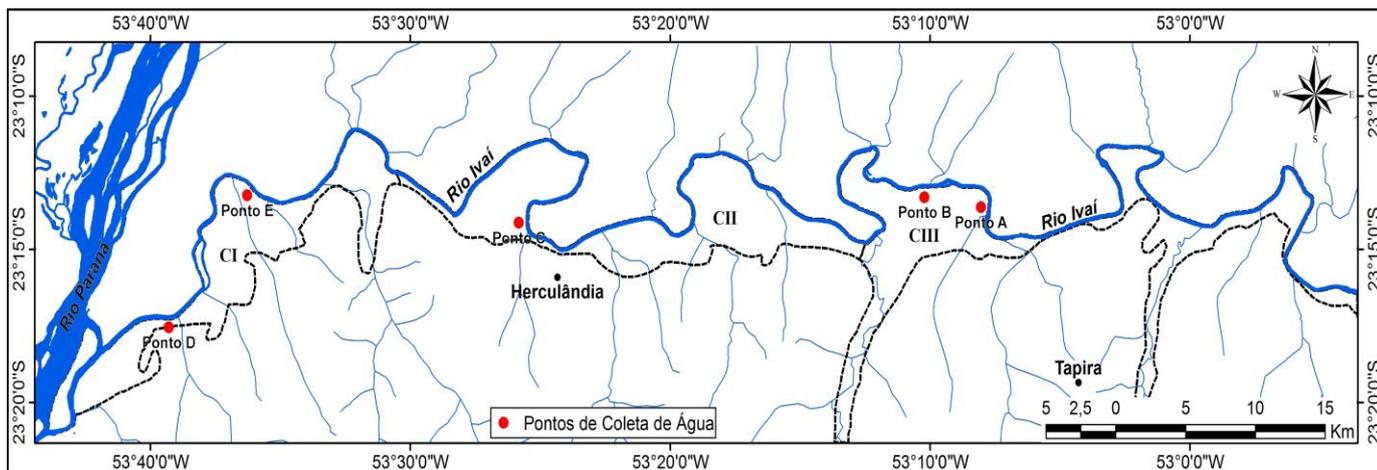


Figura 27: Mapa de localização dos pontos de coleta de água da área de pesquisa

A água do ponto A foi coletada na fazenda Boa Sorte sobre o cultivo de arroz irrigado, próximo ao município de Tapira (CIII). Na primeira coleta, a área estava alagada, situação considerada normal para esse tipo de cultivo; já na segunda coleta, a área estava bem seca devido à falta de precipitação. A água do ponto B foi coletada em um poço na Fazenda Bela Vista, também próximo ao município de Tapira (CIII). O uso do solo predominante nessa fazenda é a pastagem com uma pequena área voltada para o cultivo de arroz.

A água do ponto C foi coletada na fazenda Brasília também em uma área de cultivo de arroz irrigado, próximo ao distrito de Herculândia (CII). Na segunda coleta desse ponto, o solo estava sendo preparado para semeadura, recebendo uma carga de produtos químicos para o controle de ervas daninhas. No ponto D, a água foi coletada em um poço no sítio Morada do Sol, próximo ao município de Icaraíma (CI). Anteriormente, o uso de solo nessa propriedade era de extração de cascalhos e pastagem, atualmente essa propriedade foi vendida e está fechada sem nem um tipo de uso.

O último ponto de coleta (E) foi efetuado na fazenda Santa Filomena, no município de Icaraíma (CI). Nessa propriedade, o uso de solo predominante é de pastagem e arroz irrigado, e, atualmente, uma área de aproximadamente 100 alqueires está sendo destinada para o cultivo de mandioca. A plantação de arroz dessa área foi afetada pela enchente de junho de 2013, porém, medidas como a construção de canais de drenagem e diques de contenção, tornaram a área favorável a novos plantios.

Cabe destacar que os princípios ativos, provenientes dos multiresíduos dos agrotóxicos analisados nesse trabalho, abrangeram um número bem significativo de parâmetros (cem parâmetros), incluindo também os mesmos pesquisados por Chicati *et al.* (2012), com exceção dos compostos metomil, fenvalerato e triazina.

Os laudos das análises realizadas pelo TECPAR (em anexo) não revelaram a presença de nenhum contaminante nas águas coletadas. Essa ausência, provavelmente se deva ao tipo de ocupação do solo na área deste trabalho, que embora lindeira à área analisada por Chicati *et al.* (*op. cit.*), apresenta predomínio de pastagens, sendo a cultura de arroz restrita a pequenas áreas.

Outro fato a ser considerado é que o período das coletas efetuadas a partir deste trabalho, é diferente do período de coleta de Chicati *et al.*, portanto, apresentando condições de pluviosidade e manejo das culturas também diferentes. Alia-se a essa situação o restrito número de amostras coletadas neste trabalho. Portanto, o fato de não ter se constatado a presença de princípios ativos de fertilizantes e defensivos agrícolas, comumente utilizados na área deste estudo, não significa que as águas de superfície na região, não possam estar contaminadas. Para uma melhor avaliação, seria necessário um monitoramento mais prolongado.

O conjunto de fotografias representado pela Figura 28 ilustra os locais de coleta de água para realização das análises.

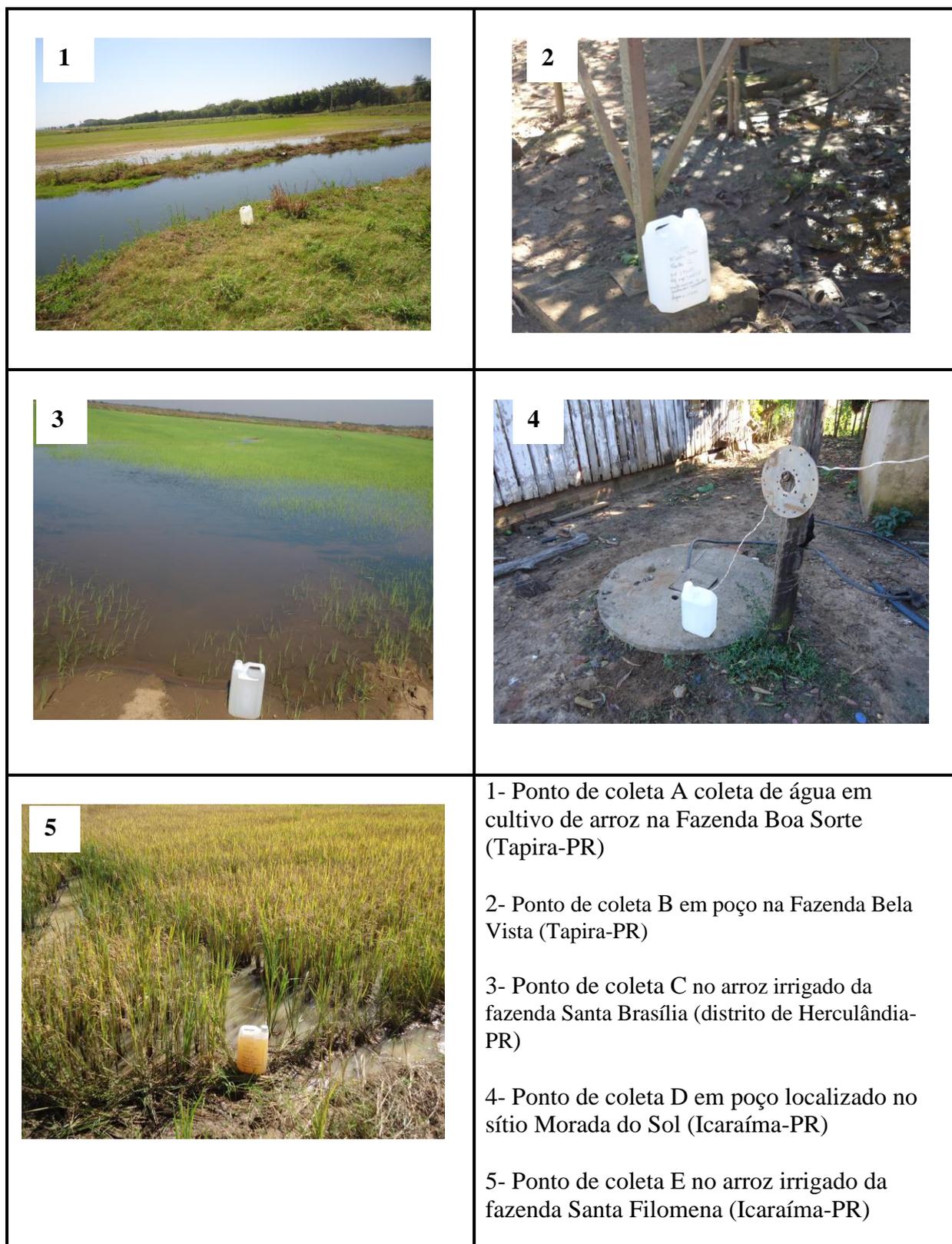


Figura 28: Conjunto de fotografias representando os locais de coleta de água para realização das análises

6.10 MAPA DE UNIDADES GEOAMBIENTAIS DA ÁREA DE ESTUDOS

As Unidades Geoambientais da margem esquerda da planície aluvial do rio Ivaí representam a integração das características do meio físico da área, frente às atividades e ocupação humanas (FIGURA 29). Como nos outros mapeamentos, toda a área da planície aluvial e seu entorno foram mapeados para uma melhor representação dos elementos da paisagem, porém nas discussões das unidades geoambientais, foram abordadas somente as unidades presentes na área de estudos, onde foram efetuadas as análises de solos e de água.

Os índices pluviométricos da região na qual estão inseridas as unidades geoambientais, atingem a média anual de 1400mm a 1600mm. Em alguns anos, tem-se o registro de meses atípicos com chuvas acima do normal como o ocorrido no mês de junho 2013, quando os índices atingiram a média de 231mm (ÁGUASPARANÁ, 2013). Essa quantidade de chuva implicou na inundação de boa parte da área de estudos, principalmente nas unidades formadas pelas planícies de inundação utilizadas para o cultivo de arroz e pastagem, causando perdas econômicas para os produtores.

Entende-se que a disponibilidade hídrica da planície aluvial, formada tanto pela elevação do lençol freático, quanto pelos canais de drenagem, principalmente do rio Ivaí, associada com os altos índices de chuva configuram um dos fatores responsáveis pela limitação de uso e ocupação dessa área.

Assim, o conjunto de todas as informações representadas no mapa de Unidades Geoambientais, poderá colaborar e ser utilizado em futuros trabalhos referentes ao planejamento e ao zoneamento geoambiental da planície aluvial do rio Ivaí como um todo.

Unidade Geoambiental (UGI) - Esta unidade geoambiental, representada no mapa pela cor amarelo-claro, tem por característica principal seu substrato geológico, composto por arenitos finos a médios arroxeados da Formação Caiuá. Os solos derivados dessa formação e que dominam essa unidade são os Latossolos Vermelhos, de textura média, presentes nas partes mais elevadas do relevo e os Argissolos Vermelhos, localizados nas médias e baixas vertentes.

As análises dos perfis de solo dessa unidade permitiram identificar que estes solos possuem uma drenagem acentuada, devida sua textura média, apresentando altas porcentagens de fração de areia e alta porosidade. São considerados solos distróficos e eutróficos, com pH moderadamente ácido.

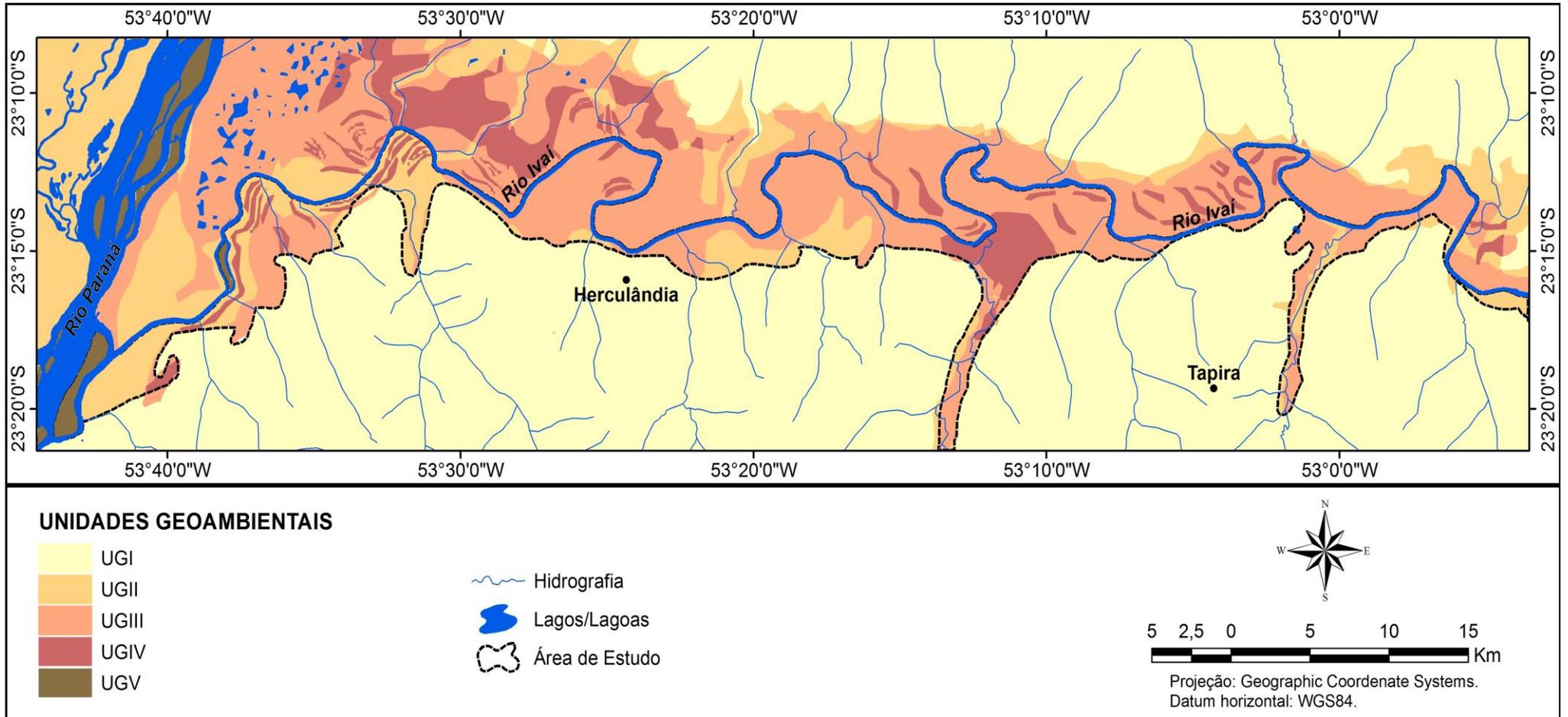


Figura 29: Mapa de Unidades Geoambientais da área de estudos

Os valores dos teores de matéria orgânica e de capacidade de troca catiônica (CTC) encontrados nesses solos foram baixos. As formas de relevo suaves e onduladas da área, com declividade pouco acentuada (6% a 12%), contribuíram para forma de uso atual do solo, com o predomínio das culturas de cana-de-açúcar e pastagem de bovinos, seguido em menor proporção das culturas de mandioca, soja e milho.

Constata-se que essa unidade geoambiental apresenta alta potencialidade quanto ao uso, devido ao seu relevo suave de fácil mecanização e solos profundos e bem drenados. Porém, os solos de textura média, considerados naturalmente mais frágeis que os solos argilosos, precisam ser avaliados mais criteriosamente quanto a sua estabilidade estrutural, destacabilidade de partículas, retenção de nutrientes, entre outros atributos.

As limitações que marcam essa área, além de serem as características dos solos, é a supressão da vegetação natural, incluindo as áreas de mata ciliar dos rios tributários do rio Ivaí e as áreas de reserva legal. Destacando que essa unidade geoambiental está praticamente toda inserida na unidade de conservação formada pelo Corredor de Biodiversidade Caiuá-Ilha Grande, e, em parte, pela Área de Proteção Ambiental de Ilhas de Várzeas do Rio Paraná. Todavia, o que se identifica é o desmatamento generalizado da área.

Unidade Geoambiental (UGII) - Esta unidade é marcada pelos depósitos aluviais assentados sobre a planície de Inundação Ivaí, dessa maneira alguns tipos de solos encontram-se associados a esses depósitos. Os Neossolos Flúvicos Psamíticos dominam a cobertura pedológica dessa unidade geoambiental. No entanto, a partir das análises dos solos dos perfis dessa unidade, foi possível classificar alguns outros solos em: Gleissolo Háptico Distrófico, Neossolo Quartzarênico Órtico e Neossolos Flúvicos Eutrófico gleizado.

Os Gleissolos apresentam-se mal drenados devido à elevação do lençol freático, já os Neossolos apresentam-se acentuadamente drenados, porém não se isentando de períodos de alta umidade, ocasionada pela inundação da planície em períodos de altos índices de pluviosidade. Desenvolvidos a partir de sedimentos aluviais recentes e finos, a fração granulométrica predominante nestes solos é a areia fina, exceto no Neossolo Flúvico Eutrófico gleizado, onde foi identificado uma maior porcentagem de fração argila e de matéria orgânica.

A análise química dos solos, efetuada nos horizontes dos perfis dos Gleissolos e dos Neossolos desta unidade, permitiu constatar uma baixa capacidade de troca catiônica (CTC), em detrimento também da baixa soma de bases de Ca, Mg e K. O pH variou de fortemente ácido a moderadamente alcalino em todas os tipos de solo.

A declividade menor que 6% do relevo dessa unidade, associada aos períodos de elevação lençol freático, são limitantes quanto ao uso e manejo dos Gleissolos e contribuíram na implantação de pastagens e cultivo de arroz que predominam sobre as reduzidas áreas de cultivos de mandioca, milho e frutas, geralmente instalados sobre áreas de domínio dos Neossolos. Esses tipos de usos do solo são também resultados do desmatamento em grande escala dessa unidade, que em quase toda sua extensão, também faz parte do Corredor de Biodiversidade Caiuá-Ilha Grande e da Área de Proteção Ambiental de Ilhas de Várzeas do Rio Paraná. Dessa forma, o desmatamento também se constitui em uma das fragilidades dessa unidade.

Unidade Geoambiental (GIII) - Esta unidade se distribui por toda a área de estudo sobre a morfologia Planície Ivaí, formada principalmente a partir de aluviões recentes. Os solos predominantes são os Neossolos Flúvicos Psamíticos. Todavia, a partir das análises de perfis de solo dessa unidade, identificou-se a presença de outros tipos de solo: Neossolo Flúvico Eutrófico de textura arenosa e argilosa, Gleissolo Háplico Distrófico típico de textura argilosa, Gleissolo Háplico Distrófico típico de textura arenosa, Gleissolo Háplico Eutrófico típico de textura arenosa. A capacidade de drenagem desses solos foi de mal drenado (Gleissolos) a fortemente e acentuadamente drenado (Neossolos).

Na maioria desses tipos de solos, foi constatada uma maior porcentagem de areia fina, exceto no Gleissolo Háplico Distrófico típico de textura argilosa, a porcentagem de fração argila prevaleceu sobre a de areia.

A capacidade de troca catiônica dos Gleissolos foi considerada baixa, já dos Neossolos foi relativamente alta, apresentando maiores valores de bases trocáveis de Ca, Mg e K e de matéria orgânica. Esse fator pode ter sido determinado pela presença da floresta natural nas áreas dos Neossolos analisados. O pH predominante dos solos dessa unidade foi de moderadamente ácido.

A baixa declividade de 0 a 2% do relevo dessa unidade, relacionada às limitações geradas pela elevação do freático e frequentes inundações ocasionadas pelas águas do rio Ivaí, em períodos de alta precipitação, condicionaram a implantação de pastagens e de plantio de arroz nesta unidade nas áreas de Gleissolos.

A cultura de arroz e as pastagens, em alguns segmentos ao longo do rio Ivaí avançam sobre a faixa que deveria ser estabelecida para manutenção da mata ripária, sendo comum a ocorrência principalmente de pastagens, sobre os diques marginais, onde a vegetação de maior porte já foi removida. Nesse contexto, a fragilidade dessa unidade pode ser expressa

pela possível erosão de margem do rio, assim como a contaminação da água da planície aluvial, em função da utilização de defensivos agrícolas aplicados na cultura de arroz. Lembrando que a conectividade hídrica desse ecossistema pode disseminar materiais contaminantes por toda área da planície e para outras áreas mais distantes, ao serem transportados pela água dos canais que drenam essa área.

Como potencialidades, esta unidade apresenta, de fato, o favorecimento para criação de gado em função de relevo plano, assim como o cultivo de arroz em detrimento da alta disponibilidade hídrica. Porém, essas culturas deveriam seguir um plano de manejo, voltado para o uso sustentável da área que por lei é decretada como área de preservação ambiental.

Os sistemas agroflorestais poderiam ser uma alternativa de uso sustentável para essa unidade geoambiental, por serem formas de uso ou manejo da terra, nos quais se combinam espécies arbóreas (frutíferas e/ou madeiras) com cultivos agrícolas e/ou criação de animais, de forma simultânea ou em sequência temporal, promovendo benefícios econômicos e ecológicos.

Outra potencialidade dessa unidade, são as áreas favoráveis à mineração, principalmente de argila, porém em menor proporção e identificadas, principalmente próximas ao município de Tapira. A atividade de mineração exige a retirada da vegetação e escavação do solo para exploração, portanto, também, tornando as áreas mineradas passíveis de planejamentos que visem à reconstituição dos seus atributos naturais.

Unidade Geoambiental (UGIV)-Em menor proporção na área de estudos, esta unidade é evidenciada pelas geofomas que a compõem: Terraço Ivaí, paleocanais e espiras de meandros abandonados, formadas por depósitos fluviais atuais e sub-atuais. De maneira geral, os solos predominantes, associados a esses depósitos são os Neossolos Flúvicos Psamíticos, os Organossolos Mésicos e os Gleissolos Háplicos.

A análise dos solos dessa unidade foi efetuada somente no Terraço Ivaí e permitiu a constatação da presença de Gleissolo Háplico Eutrófico cambissólico, denotando uma pequena evolução pedogenética em relação à maioria dos Gleissolos Háplicos Distróficos típicos encontrados nas áreas de planície de inundação (UGII e UGII). A fração granulométrica dos solos do perfil analisado neste terraço foi predominantemente de areia fina em superfície, e, grossa em profundidade, evidenciando uma deposição típica de canal fluvial na base. Quimicamente esse solo apresenta-se moderadamente alcalino, com baixa capacidade de troca catiônica (CTC) e baixos teores de matéria orgânica.

A baixa declividade dos terraços (0 a 2%) dessa unidade facilitou, como na UGII, a introdução das pastagens, o que resultou também no desmatamento acentuado da área. Quanto aos paleocanais e espiras de meandros abandonados, Carvalho et al (1989) analisaram a cobertura pedológica dessa área, concluindo que são formadas basicamente por Organossolos e Gleissolos. Em geral, os Organossolos da área são fortemente ácidos, com alta capacidade de troca catiônica, alta saturação com alumínio trocável e baixa saturação de bases, os Gleissolos apresentam-se também com alta capacidade de troca catiônica, com baixa saturação de bases e ao contrário dos Organossolos, baixa capacidade de troca catiônica.

Os Organossolos são desenvolvidos em condições de permanente encharcamento, com lençol freático à superfície ou próximo dela, durante a maior parte do ano. Nos Gleissolos a influencia do lençol freático também é grande, refletindo no perfil cores acinzentadas, indicando processos de redução característicos da gleização. Geralmente são solos de textura argilosa, podendo ser encontrado nos Organossolos horizontes com características turfosas.

O relevo plano e as características de baixa permeabilidade dos horizontes Gle respondem pelas más condições de drenagem dos solos dessa unidade (UGIV). Dessa maneira, tanto os Organossolos como os Gleissolos apresentam restrições quanto ao manejo agrícola. Ambos possuem baixa capacidade de suporte no que diz respeito a máquinas pesadas e consistência muito dura quando secos e muito pegajosa e plástica quando molhados, dificultando o tráfego de máquinas.

Uma potencialidade de uso desses solos, identificado nessa unidade é o cultivo de arroz irrigado. Segundo Carvalho *et al.* (1989), os Gleissolos apresentam condições a rizicultura mais favoráveis que os Organossolos, com produções bem mais satisfatórias. Os Organossolos são mais difíceis de manejar, devido ao excesso natural de água, e ao drenar essa água para fins de uso, estes solos tendem a diminuir seu volume, causando uma subsidência (rebaixamento superficial) bastante acentuada.

Unidade Geoambiental V - Esta unidade geoambiental é formada pelas ilhas do rio Paraná e rio Ivaí e foi determinada como uma unidade por representar uma geoforma distinta, não podendo ser incluída nas outras unidades da área de estudos. No entanto, o conjunto de ilhas que formam essa unidade configura-se em parte integrante e não menos importante desse ambiente. As maiorias das ilhas encontram-se no sistema fluvial do rio Paraná em apenas

duas ilhas no rio Ivaí. Essas duas ilhas fazem parte da área de estudos, sendo a maior localizada na área de confluência desses dois rios (Ilha Ivaí) e serão discutidas a seguir.

As ilhas do estado do Paraná são consideradas áreas estratégicas para a conservação e recuperação da biodiversidade a partir da Resolução Conjunta SEMA/IAP nº005/2009 de 29 de setembro de 2009. A Ilha Ivaí foi considerada parte integrante do Parque Nacional de Ilha Grande (PNIG), os artigos 1º e 3º do Decreto s/n de 1997, que cria o Parque Nacional de Ilha Grande, mencionam:

"Art. 1º - Fica criado o Parque Nacional de Ilha Grande, abrangendo as Ilhas Grande, Peruzzi, do Pavão e Bandeirantes, e todas as demais ilhas e ilhotas situadas desde o Reservatório de Itaipu e a foz do Rio Piquiri até a foz dos Rios Amambai e Ivaí (Ilha Ivaí), as áreas de várzea e planícies de inundação, situadas às margens do rio Paraná, as águas lacustres e lagunares e seu entorno e o Paredão das Araras" (Plano de Manejo-PNIG, 2008).

A categoria de manejo a ser contemplada para o plano estabelecido para o PNIG refere-se a um Parque que por definição legal: "tem como objetivo básico a preservação de ecossistemas naturais de grande relevância ecológica e beleza cênica, possibilitando a realização de pesquisas científicas e o desenvolvimento de atividades de educação e interpretação ambiental, de recreação em contato com a natureza e de turismo ecológico" (Lei 9.985/2000 Art. 11 *apud* Plano de Manejo-PNIG, 2008).

Com base na proposta de classificação do IBGE (2000), a região do Parque Nacional de Ilha Grande está inserida no ecossistema de Florestas Estacionais Semidecíduais. Os solos são derivados de sedimentos aluvionares, com predomínio de Organossolos e Neossolos Flúvicos Psamíticos (EMBRAPA/IAPAR, 2008).

Em relação ao uso da ilha Ivaí, identificou-se que por muito tempo a sua área foi utilizada para fins de pesca, com instalação de moradias fixas. Esse modo de uso acarretou em um significativo desmatamento, restando atualmente apenas uma faixa de vegetação formando a mata ciliar. Um incêndio ocorrido há aproximadamente dois anos na ilha Ivaí, acentuou o desmatamento da área. O que se constata é que, apesar de todos os esforços de criação de um plano de manejo para a área, incluindo também as ilhotas do rio Ivaí, atualmente o que está sendo efetuado é somente uma fiscalização contra a pesca ilegal, prevenções quanto aos incêndios e instalação e monitoramento de sinalizações (placas de aviso).

Quanto à ilha menor, localizada aproximadamente a cinco quilômetros da área de confluência, foi constatado, também, a retirada quase total da floresta natural, o que se identifica é o predomínio de vegetação rasteira de várzea e poucos trechos de mata ciliar.

Nesse contexto, a fragilidade dessa unidade geoambiental configura-se, devido ao uso ilegal que promove o desmatamento com perdas para flora e fauna das ilhas. Como a potencialidade, essa unidade poderia, como estabelecido no Plano de Manejo do PNIG (2008), servir de local de turismo e lazer ecológico, realização de pesquisas científicas e de locais para o desenvolvimento de atividades de educação ambiental.

A Quadro 3 sintetiza toda discussão sobre as unidades geoambientais descritas acima, relacionando os atributos naturais litoestratigráficos, morfoestratigráficos, os tipos de solos, a declividade e a altitude do relevo com os atributos antrópicos de uso da terra, permitindo um diagnóstico das potencialidades, das limitações e fragilidades ambientais da área.

Quadro 3: Síntese das principais características físicas e de uso e ocupação das unidades geoambientais da área de estudos

Unidades Geoambientais	Atributos Naturais					Atributos Antrópicos	Diagnóstico
	Unidades Litoestratigráficas	Unidades Morfoestratigráficas	Solos	Declividade (%)	Altitude (m)	Uso da Terra	Potencial e Limitações e fragilidades
UGI	Formação Caiuá	Cobertura Superficial do Arenito Caiuá	Argissolo Vermelho e Latossolo Vermelho de Textura Média	6 - 12	234 - 432	Pastagem, cana-de-açúcar e mandioca	Agropecuária. Solos vulneráveis a erosão, desmatamento.
UGII	Aluviões recentes	Planície Ivaí, dique marginal	Associação de Neossolos Flúvicos Gleissolos Háplicos.	> 6	233 - 323	Pastagem, cultivo de arroz, milho e mandioca	Pastagem e rizicultura. Desmatamento, solos rasos, risco de inundações
UGIII	Aluviões recentes	Planície Ivaí, dique marginal	Associação de Neossolos Flúvicos, Gleissolos Háplicos e Organossolos	0 - 2	233 - 299	Pastagem e Cultivo de arroz	Pastagem e rizicultura. Desmatamento, erosão das margens dos rios risco de inundações, contaminação por agrotóxicos
UGIV	Depósitos fluviais atuais e sub-atuais	Terraço Ivaí, paleocanais e meandros abandonados	Associação de Neossolos Flúvicos, Organossolos Gleissolos Háplicos e Gleissolos Cambissólicos	0 - 2	235 - 276	Pastagem e Cultivo de arroz	Pastagem e rizicultura. Desmatamento, risco de inundações, contaminação por agrotóxicos e subsidência dos solos.
UGV	Aluviões Atuais e sub-atuais	Ilhas	Neossolo Flúvico e Organossolo	0 - 2	233 - 255	Vegetação natural	Turismo e lazer ecológico, área de pesquisas científicas e educação ambiental. Ocupação e pesca ilegal, queimadas e desmatamentos.

7 CONCLUSÕES

A produção dos mapas temáticos, com o auxílio de trabalho de campo, permitiu o reconhecimento dos atributos naturais e antrópicos da área de estudos. A partir da análise dos produtos cartográficos, constatou-se que a área analisada possui baixa altitude com pouca declividade (0 a 2%). A geologia predominante é a Formação Caiuá e os depósitos aluviais formados no interior da planície de inundação. Apesar de em um primeiro momento, e a área aparentar ser homogênea quanto as suas feições morfológicas, na análise de campo e de imagens foi identificado que a planície aluvial apresenta várias geoformas compostas por diques marginais, paleocanais, espiras de meandro abandonadas, terraços fluviais, planície de inundação e os próprios canais de drenagem.

O mapa de solos auxiliou na compreensão de que a cobertura pedológica da área é formada, principalmente pelos Neossolos Flúvicos Psamíticos. No entanto, as análises físicas e químicas dos solos, distribuídos ao longo da margem esquerda da planície aluvial do rio Ivaí, possibilitou a identificação de outros tipos de solos e seus atributos (Gleissolo Háplico Eutrófico cambissólico, Gleissolo Háplico Distrófico típico, Gleissolo Háplico Eutrófico, Neossolo Flúvico Eutrófico, Neossolo Flúvico Eutrófico gleizado, Neossolo Quartzarênico Órtico, Argissolo Vermelho Eutrófico e Latossolo Vermelho Distrófico de textura média). Sendo esses dois últimos localizados nos limites da área de estudos sobre a Formação Caiuá.

Constatou-se que a maioria dos solos analisados são naturalmente formados em condições de má drenagem, devido à alta disponibilidade hídrica da planície aluvial, imprimindo nestes solos, características de hidromorfia com cores cinza amareladas com presença de mosqueamentos. Essa condição, acentua-se, principalmente nos períodos de inundação da planície, ocasionados pelos altos índices de chuva, como o ocorrido no mês de junho de 2013. Identificou-se também, que os Gleissolos localizados em geoformas mais antigas, como exemplo nos terraços fluviais, possuem características pedogenéticas mais evoluídas do que os Gleissolos localizados nas áreas de planície de inundação.

Quanto à análise química dos solos, confirmou-se a baixa capacidade de troca catiônica (CTC) na maioria dos horizontes dos perfis. Somente os solos localizados nas áreas de dique marginal (perfil 4 e 10), com remanescentes de floresta natural, e próximo à área de paleocanais (perfil 12), apresentaram um aumento na soma de bases de Ca, Mg e K e consequentemente, influenciando também o aumento da CTC. A concentração de matéria orgânica também foi mais elevada nos solos desses perfis que se encontravam com o uso de

floresta. O pH dos solos variou de moderadamente ácido a moderadamente alcalino, apresentando forte acidez apenas no perfil 12, próximo às áreas de paleocanal.

Em relação às análises químicas da água de superfície e subsuperfície da área de estudos, não foi encontrado nenhum resíduo contaminante proveniente de agrotóxicos, utilizados principalmente no cultivo de arroz. Esse resultado não significa que não possa ter alguma contaminação nesse ambiente por pesticidas, fungicidas, herbicidas, entre outros. Para uma melhor avaliação, seria necessário um monitoramento mais prolongado da área.

As discussões sobre a ocupação e uso da área de estudo, aliada à análise do mapa de unidades de conservação ambiental, de uso do solo e identificações de campo, comprovaram a ocorrência da retirada, praticamente total, da vegetação natural da área para dar lugar à agropecuária, principalmente para o cultivo de arroz e criação de gado. As culturas de milho e soja e fruticultura foram identificadas apenas em campo e em bem menor porcentagem. A cultura de cana-de-açúcar encontra-se às margens da área de pesquisa, sendo responsável por boa parte do crescimento econômico da região. Nessa análise, constatou-se também que o cultivo de mandioca vem ganhando espaço entre as culturas.

O levantamento e análise de todos esses dados possibilitou a elaboração do Mapa de Unidades Geoambientais da margem esquerda da planície aluvial do rio Ivaí, sendo a síntese de toda a pesquisa. A partir da análise desse produto cartográfico, confirmou-se que todas as unidades geoambientais (UGI, UGII, UGIII, UGIV e UGV) apresentam potencialidades quanto ao uso, principalmente agrícola voltados, de fato, para o cultivo de arroz e a pecuária, em que a baixa declividade, associada à disponibilidade hídrica, colaboram para essas atividades. Porém, a predisposição a períodos de alagamento e os solos rasos, principalmente nas UGII e UGIII são fatores limitantes para outras modalidades de cultura, fatores que também imprimem certa fragilidade ambiental nessas unidades.

As áreas de preservação ambiental, formadas pelo Corredor de Biodiversidade Caiuá-Ilha Grande e pela Área de Proteção Ambiental de Ilhas de Várzeas do Rio Paraná, abrangem praticamente todas as unidades geoambientais. Essas áreas fazem parte do Parque Nacional de Ilha Grande (PNIG). São áreas que deveriam garantir a conservação e reconstituição da fauna e da flora local e o uso sustentável dos recursos naturais. No entanto, o que se constata é a retirada quase total da floresta natural para dar lugar à atividade agropecuária e em menor porcentagem para mineração, principalmente de argila. Assim, as áreas de floresta natural que poderiam ser consideradas como um potencial de uso, voltado para pesquisas científicas, turismo ecológico, áreas de educação ambiental e até para criação

de sistemas agroflorestais, configuram-se em uma das fragilidades desse ambiente, devido ao desmatamento.

O que se identifica nas unidades geoambientais são apenas fragmentos da floresta natural dentro de algumas propriedades rurais e margeando alguns trechos da rede de drenagem, onde em muitos locais as atividades agrícolas avançam até próximo dos rios. Essa situação, associada a maioria dos solos de textura média e de estrutura fraca a moderada e a predisposição natural desse ambiente a alagamentos, podem representar as limitações e fragilidades naturais e de uso da área.

Assim, a elaboração de um Mapa de unidades geoambientais contribui e valoriza os estudos que englobam a cartografia, meio ambiente, planejamento e vários temas tangentes à Geografia. A análise integrada dos elementos que fazem parte da paisagem, torna-se de grande importância para a escolha do tipo e da forma do uso do solo, pois a ação do homem, quando realizada de forma inadequada, pode desencadear graves problemas aos ambientes naturais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB' SABER, A N. Um **conceito de Geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o Quaternário**, In Geomorfologia, 18 São Paulo, IGEOG USP, 1969.

AGUIAR, A. M. & SANTOS, M.L. **Implantação de um banco de dados georreferenciados no curso inferior do rio Ivaí**. In: XIII Encontro Anual de Iniciação Científica, Londrina. *Anais do Londrina*, CD ROM, 2004. 1p.

ALBUQUERQUE, J.A.; ARGENTON, J; FONTANA, E. C.; COSTA, F. S.; RECH, T.D. **Propriedades físicas e químicas de solos incubados com resíduo alcalino da indústria de celulose**. R. Bras. Ci. Solo, 26. 2002. p. 1065-1073.

ALTIERI, M. **Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável**. Ed. Agropecuária. Guaíba, RS. 2002. 592 p.

ANDRADE, A. R; NERY, J. T. **Análise da precipitação pluviométrica da bacia hidrográfica do rio Ivaí**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, Foz do Iguaçu. *Anais*. Foz do Iguaçu: Sociedade Brasileira de Meteorologia, 2002.

ANDRADE. A. R, NERY. T. J **Análise da precipitação pluviométrica diária, mensal e interanual da bacia hidrográfica do Rio Ivaí, Brasil**. Investigaciones Geográficas, **Boletín del Instituto de Geografía**. UNAM, n. 52. 2003. p. 7-30.

ARAÚJO, S.O C. de , M., MERTES , L. A K. and MELACK, J.M. **Forms and process along the Taquarí River Alluvial Fan, Pantanal, Brazil**, Zeitschrift fur Geomorphologie, 129. 2002). p. 73-107.

BALDO, M. C. **Variabilidade Pluviométrica e a Dinâmica Atmosférica na Bacia Hidrográfica do Rio Ivaí-PR**, Tese de doutorado, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente SP, 2006.

BARROS, C. S. **“Dinâmica Sedimentar e hidrológica do rio Ivaí em sua foz com o rio Paraná”**. Dissertação de Mestrado em Geografia, Universidade Estadual de Maringá. Maringá 2006.

BEER, J.; HARVEY, C.; IBRAHIM, M.; HARMAND, J. M.; SOMARRIBA, E.; JIMENEZ, F. **Servicios ambientales de los sistemas agroforestales. Agroforestería en las Américas**. Vol. 10 n 37-38. 2003.

BIAZIN, P. C. **Característica sedimentar e hidrológica do rio Ivaí em sua foz com o rio Paraná, Icaraíma – PR**. Dissertação Mestrado em Geografia Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2005.

BIGARELLA, J.J e MAZUCHOWSKY, Y. Z, **Visão integrada da problemática da erosão**. In. **Simpósio Nacional de Controle de Erosão**, Maringá. ABGFE, ADEA, 1985

BITTENCOURT, A. V. L. **Transporte de sólidos na bacia hidrográfica do rio Ivaí.** Boletim de Paranaense de Geociências, Curitiba, n. 35, 1982.

BORTOLUZZI, E. C.; RHEINHEIMER, D. S.; GONÇALVES, C. S.; PELLEGRINI, J. B. R.; ZANELLA, R.; COPETTI, A. C. C. **Contaminação de águas superficiais por agrotóxicos em função do uso do solo numa microbacia hidrográfica de Agudo, RS.** *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 10, n. 1. 2006 p. 881-887.

BRADY, N. C.; WEIL, R. R. **The nature and properties of soils.** 12. ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 1999. 881p.

BREEMEN, V. N; BUURMAN, P. **Soil Formation**, Kluwer Academic Publishers-Wageningen Agricultural University, the Netherlands, Boston / London. 1998.

CAMPOS, J. B. **A pecuária e a degradação social e ambiental do noroeste do Paraná.** *Cad. Biodiversidade*, [S. l.], v. 2, n. 1, jul. 1999. p. 1–3.

CAMPOS, J. B; FILHO, V. V. L. **Sistema ou Conjunto de Unidades de Conservação- Unidades de Conservação Ações para Valorização da Biodiversidade**, org: CAMPOS, B. J; TOSSULINO, P. G. M; MÜLLER, C. R. C - Capítulo I: Porque Conservar? Governo do Estado do Paraná, Instituto Ambiental do Paraná-Curitiba. 2005. 21p.

CANASAT/INPE. Mapa do cultivo. 2012. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/mapdsr>>. Acesso em: 5/6/2012 e 6/6/201.

CARVALHO. A. P, HOCHMULLER. P. D, FASOLO. P. J, PÖTER. R. O, CARDOSO. A, RAUEN. J. M, RACHWAL. G. M. F, CURCIO. R. G, in Boletim Técnico n° 24, set/89 **Potencial de Uso Agrícola das Áreas de Várzea do Estado Do Paraná; Levantamento Semidetalhado dos Solos**, EMBRAPA, Frente Nacional Sul de Levantamento e Conservação de Solos. ed. IAPAR, v 1 Curitiba –Pr, 1989 p.13-50.

CENDRERO, A. Desarrollo y tendencias de la Geología Ambiental en Europa. In: SEMINARIO Andino de Geología Ambiental, I.; CONFERENCIA Colombiana de Geología Ambiental, I., 30 abr.-2 mayo Medellín, 1990. **Memoria AGID/Report, 13.** Medellín, CO. 1990. p. 65-88.

CHICATTI. M. L; NANNI, M.R; CÉZAR. E, Chemical contamination of water in irrigated rice on Paraná State, Brazil **Contaminação química de água em arroz irrigado no estado do Paraná, Brasil.** *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 33, n. 4. jul./ago. 2012. p. 1455-1462.

CHRISTOFOLETTI, A., **Geomorfologia Fluvial.** São Paulo: Edgar Blucher Ltda, 313 p, 1981.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS (CPRM). PROJETO PAULIPETRO **Geologia da área de Cândido de Abreu – PR Bloco SG 22 – C (ASC- 76)**, 1981.

COMPANHIA PARANAENSE DE ENERGIA (COPEL), **Diagnóstico do aproveitamento do baixo curso do rio Ivaí para transporte e geração de energia**. Governo do estado do Paraná. Relatório Interno, 2v. 1984. 401p.

COUTO, E. G.; RESENDE, M. **Caracterização da matéria orgânica de alguns solos orgânicos e gleizados do sudoeste da Bahia**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 9, n. 3, p. 185-191, 1985, set./out, 1985

CREPANI, E.; MEDEIROS, J. S. DE; HERNANDEZ, P.; FLORENZANO, T.G.; DUARTE, V.; BARBOSA, C. C. F, **Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento Aplicados ao Zoneamento Ecológico-Econômico e ao Ordenamento territorial**. São José dos Campos. SAE/INPE. (INPE-8454-RPQ/722), 2001.

CURCIO, R. G. **Relações Entre Geologia, Geomorfologia, Pedologia e Fitosociologia Nas Planícies Fluviais Do Rio Iguaçu, Paraná, Brasil**. (Tese de doutorado)-Engenharia Florestal, área Conservação da Natureza, Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

DESTEFANI, E. V, **Regime hidrológico do rio Ivaí**. **Dissertação de Mestrado** defendido junto ao Programa de Pós Graduação em Geografia da UEM (inédito). 2005. 93 p.

DOUHI, N. **Regime e sistemas de controle das cheias do baixo Ivaí e cartografia das áreas inundáveis** (Tese de doutorado), Universidade Estadual de Maringá-UEM, 2013.

DUNNE, T., MERTES. L.A. K., MEADE, R.H., and FOSBERG, B.R. **Exchanges of sediments between the flood plain and channel of the Amazon River in Brazil**. Geol. Soc. Of. Am. Bull. 110. 1998. p. 450-467.

EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: CNPS, 1997.

EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). IAPAR (Instituto Agrônomo do Paraná) **Mapa de Solos do Estado do Paraná Legenda Atualizada**. (1:250.00), Editores: Bhering. S. B, Santos. G. H. Rio de Janeiro. Versão CD Rom. 2008.

EMBRAPA. (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, (SIBCS) **Manual de métodos de análises de solo 2 ed** EMBRAPA, Brasília, 2013.

ESRI. ArcGIS Desktop 9.2. **Guides Book**. 2006.

FERNANDEZ, L. A. COIMBRA, A. M. O Grupo Caiuá (Ks): Revisão estratigráfica e contexto deposicional. Revista Brasileira de Geociências, 24 (3): 1994). p.164-176.

FERNANDEZ, O.V.Q. **Mudanças no canal fluvial do rio Paraná e processos de erosão nas margens :região de Porto Rico, PR**. Dissertação de Mestrado, Inst. Geociências e Ciências Exatas, UNESP, Rio Claro. Inédito, 1990. 96p.

FERNANDEZ, O. V. Q, **Determinação do nível e da descarga de margem plena em cursos fluviais**. Boletim de Geografia, univ. Est. de Maringá, 1: 2003. p. 97-109.

FERNANDEZ, O.V.Q., SANTOS, M. L. STEVAUX, J.C. **Evolução e características faciológicas de conjunto de ilhas no Rio Paraná, região de Porto Rico, PR** Boletim de Geografia, univ. Est. de Maringá, v.1. 1995. p. 5-15.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. **Soil map of the world. Revised Legend.** Roma: FAO, 1990.

FORTES, E.; STEVAUX, J.C. & VOLKMER, S. **Neotectonics and channel evolution of the lower Ivinhema river: a right-bank tributary of the upper Paraná river, Brazil.** *Geomorphology* 70. 2005. p. 325-338

FRANCHI, J.G. **Utilização de turfa como adsorvente de metais pesados. O exemplo da contaminação da Bacia do Rio Ribeira de Iguape por chumbo e metais associados.** Tese de Doutorado, São Paulo, SP. Universidade de São Paulo. p. 186, 1996.

FRANCHI, J. G, SÍGOLO, J. B, LIMA, J. R. B. **Turfa Utilizada Na Recuperação Ambiental De Áreas Mineradas: Metodologia Para Avaliação Laboratorial.** Revista Brasileira de Geociências 33(3), setembro de 2003. p. 255-262

FREITAS FILHO, M. R. de.; AMARAL, S.; SOARES, Z. M. L. **Zoneamento geoambiental da bacia hidrográfica do rio Mundaú – CE, utilizando técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento.** In: VIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Salvador. Anais. Salvador, INPE. 1996.151-156p.

FUJITA, H. R, **O Perfil Longitudinal do Rio Ivaí e Sua Relação com a Dinâmica de Fluxos,** Dissertação de Mestrado em Geografia-Universidade Estadual de Maringá, 2009.

GASPARETTO, N. V. L. **As formações superficiais do noroeste do Paraná e sua relação com o Arenito Caiuá.** São Paulo, Instituto de Geociências-USP, (Tese de Doutorado), 1999.

GASPARETTO, V. L. N. , SOUZA, L. M. **Contexto geológico-geotécnico da Formação Caiuá no Terceiro Planalto Paranaense – Pr,** Anais do ENGEOPAR– I Encontro Geotécnico do Terceiro Planalto Paranaense – Maringá – UEM, 2003.

GERRARD, J. **Soil Gemorphology: an integration of pedology and geomorphology.** 5.ed. London: Chapman & Hall, 1992. 269p.

GODOY, A. M. G. & SILVA, P. B. **Reforma agrária: uma história de desenvolvimento de Querência do Norte – Paraná.** *RACE*, Unoesc, v. 7, n. 2, jul./dez. 2008. p. 131-148.

GODOY, M.; CORRÊA, A. R; BERNARDES, L. R. M. **Cartas Climáticas Básicas do Estado do Paraná.** Londrina: IAPAR. 1978. 30p.

GOOSEN, D. **Physiography and soils of the Llanos Orientales, Colombia.** Enschede: Publications of the International Institute for Aerial Survey and Earth Sciences (ITC).1971. 199p.

GORHAM, E. Northern peatlands: role in the carbon cycle and probable responses to climaticwarming. **Ecological Applications**, New York, v.1, n. 2, p.182-195, 1991. Disponível em: <<http://www.jstor.org/pss/1941811>>. Acesso em:26/11/2013.

GOVERNO MUNICIPAL DE NAVIRAÍ, **Área de Proteção Ambiental das Ilhas e Várzeas do Rio Paraná**, Disponível em <http://www.navirai.ms.gov.br/node/1946>, consulta realizada em 22/10/2013.

GRECCHI, R. C. Zoneamento Geoambiental da região de Piracicaba-SP, com o auxílio de geoprocessamento. Dissertação de mestrado. Escola de engenharia de São Carlos/USP, São Carlos 1998. 132p

GROVER, S. P. P.; **Carbon end water dynamics of peat soils in the Australian Alps**. 2006. 186 f. Tese (Doctor of Philosophy) - Faculty of Science La Trobe, Bundoora. 2006.

GUERREIRO, R.L. **Evolução geomorfológica e paleoambiental dos terraços do alto rio Paraná na área de confluência com o rio Ivaí**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Geociências, Rio Claro-SP. 2011.

HARACENKO, A. A. S. **O processo de transformação do território do noroeste do Paraná e a construção das novas territorialidades camponesas**. 2007. 627 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia Humana da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo – USP. São Paulo, 2007.

IAPAR - INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **Cartas climáticas do Estado do Paraná**. Londrina, 1994

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE)-**Manual Técnico da Vegetação Brasileira. Série Manuais Técnicos em Geociências** - n. 1. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Rio de Janeiro. 1992. 92 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE)-**Atlas Nacional do Brasil**. 3.ed. Rio de Janeiro : IBGE, 2000.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE)-**Manual técnico de uso da terra**. 2. ed., Rio de Janeiro: IBGE, 2006

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE)- Consulta eletrônica <http://ibge.gov.br/-@cidades> Acesso em 11/2012.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE (ICMBIO). **Atlas da biodiversidade brasileira**. Brasília, 2013. Disponível em: < <http://mapas.icmbio.gov.br/i3geo/icmbio/atlas/dibio/especies/home.html?bja1h2efg551av8uttsknievj5> > acessado em: 12 out. 2013

INSTITUTO DAS ÁGUAS DO PARANÁ (ÁGUASPARANÁ), **Mapas e Dados Espaciais**, consulta eletrônica www.aguasparaná.gov.br/. Acesso em 10/2013.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (IPT). **Compartimentação estrutural e evolução tectônica do Estado de São Paulo**. São Paulo. 2v. IPT. Relatório. 1989. p. 27-394.

INSTITUTO DE PESQUISAS ESPACIAIS. (INPE) **Projeto TOPODATA**. 2011. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/topodata/>>. Acesso em: 22 de junho de 2013.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE) CENTRO DE PREVISÃO DO TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS (CEPTEC): infoclima.cptec.inpe.br/: Acesso 11/2013.

INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL (IPARDES). **Cadernos Estatísticos. Município de Douradina, Icaraíma, Ivaté, Querência do Norte, Santa Cruz do Monte Castelo, Santa Isabel do Ivaí, Santa Mônica e Tapira**. 2012.

IRIONDO, M.H. & SUGUIO, K. **Neotectonic of the Amazon flood plain**. *Bull. of the INQUA*, Tectonic Commission. 1981. p. 72-78

ITCG-Instituto de Terras, Cartografia e Geociências, **Mapas de Informações Cartográficas do Estado do Paraná-Mapa de Solos** (2008) consulta eletrônica <http://www.itcg.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=47>. Acesso em 06/12/2012.

JACOMINE, P. K. T. Solos sob matas ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F.(Eds.) **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: Ed. Edusp, 2000. p. 27-31

JUNK, W. J. **Ecology of the swamps of the middle Amazon**. In: GORE, A.J.P. **Swamp, bog, fen and moor**. Amsterdam: Elsevier:1983. p. 269-294

JUNK, W. J. **Structure and function of the large Central-Amazonian river-floodplains: synthesis and discussion**. In: Org. *The Central Amazon Floodplain: Ecology of a Pulsing System*. Berlin: Springer Verlag, v. 126. 1997. p. 455-472.

KNIGHTON, D. **Fluvial forms and process**. London: E. Arnold, 1984. 218 p.

KUERTEN S, **Variação Longitudinal das características sedimentares e hidrológicas do rio Ivaí em seu curso inferior**. Dissertação Mestrado em Geografia, Universidade Estadual de Maringá, 2006.

LANNA, A. E. L. **Gerenciamento de bacias hidrográficas: aspectos conceituais e metodológicos**. Ed. Ibama. Brasília, 1995. 154p.

LATRUBESSE, E. M, STEVAUX, J. C. **Geomorphology and Environmental Aspects of Araguaia Fluvial Basin, Brazil**. *Z. fur. Geomorphol.*, 129, 2002. p.109-127.

LATRUBESSE, E. M, AQUINO. S, MORAIS. P. R **Controles Hidrogeomorfológicos nas Unidades Vegetacionais da Planície Aluvial do Rio Araguaia, Brasil** DOI: 10.4025/actascibiolsoci.v30i4.5871 *Acta Sci. Biol. Sci.* Maringá, v. 30, n. 4. 2008. p. 411-421
LEMOES.C. R; SANTOS.R. D, **Manual de Método de Trabalho de Campo** Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Instituto Agrônomo-Campinas-SP, 1976.

LENZI, E, LUCHESE, B. E, FAVERO, B.O. L, **Fundamentos da Química do Solo**, ed Livraria Freitas Bastos Editora S. A. Rio de Janeiro, 2001.

LEWIN, J. **Floodplain construction and erosion**. In Petts, G. Calow, P. (eds), *River Flows and Channel Forms*. Blackwell Science. 1996. 220p.

LOSSARDO, L. F. **O papel do zoneamento geoambiental na organização espacial do município de Araras-SP**. *UNAR* (ISSN 1982-4920), Araras (SP), v. 4, n. 1, 2010. p. 13-21

MAACK, H., **Geografia física do Paraná**. Secretaria da Cultura e do Esporte do Governo do Estado do Paraná. Ed. José Olimpo S.A. 2002. 450p.

MARANGON, M, Geotecnia de Fundações (GF111) Formação Geológica dos Solos 2008 - Scribd: pt.scribd.com/doc/.../GF111-Formacao-Geologica-dos-Solos-2008 Acesso em abril/2006.

MARCOTTI, A. R. **Atratividade Turística na Região dos Municípios Lindeiros com a Planície Aluvial do Rio Ivaí – Paraná**. Dissertação de mestrado- Universidade Estadual de Maringá-PR. 2013.116p.

MARCOTTI, B. T.C, **Considerações Sobre o Ambiente no Pleistoceno Tardio e Holoceno na Região do Baixo Curso do Rio Ivaí Utilizando Espículas de Esponjas e Fitólitos**. Dissertação de mestrado- Universidade Estadual de Maringá-PR. 2012. 62p.

MCBRIDE, B, M, **Environmental Chemistry of soils**, Oxford University Press, New York. 1994.

MINEROPAR– **Atlas Geológico do Paraná**. Secretaria da Indústria do Comércio e do Turismo. Governo do Estado do Paraná. (2001).

MINEROPAR–**Glossário de Termos Geológicos-2009**-Consulta eletrônica, www.mineropar.pr.br/modules/glossario/conteudo.php. Acesso em 10/09/2012

MINEROPAR-**Mapa Geomorfológico do Paraná**, escala 1:250.000, 2006.

MONTEIRO, C. A. F. **Geossistemas: A história de uma procura**, Contexto, São Paulo, 2000.

MORAIS, E. S. **Evolução da Planície de Inundação de Confluência do Rio Ivaí e Rio Paraná na Região do Pontal do Tigre, Iaraíma-Pr: Uma Abordagem Geomorfológica**-Dissertação de mestrado, Universidade Estadual de Maringá (UEM)-Maringá, 65p, 2010.

MORAIS, E S.; SANTOS, M L; COELHO, A. R. (2005). **Indicadores Físico- químicos da qualidade da água no rio Ivaí-PR em seu curso inferior**, *Anais do XI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada*, São Paulo-USP. 2005. p. 4863-4869.

MORO, D. A.; TEIXEIRA, W. A. **Diagnóstico técnico do impacto ambiental no meio antrópico para o projeto de irrigação e drenagem no Baixo Ivaí**. *Boletim de Geografia, Maringá: UEM*, v. 7, n. 1, set. 1989. p. 5-16.

MORO, D. A. **Substituição de culturas, modernização agrícola e organização do espaço rural, no Norte do Paraná.** 353 f. Doutorado. Rio Claro: UNESP, 1991.

MUNSELL. **Color MacBeth. A Division of Kollmorgen Corporation, 1975.**

NAKASHIMA, P.; NÓBREGA, M.T. de. Solos do Terceiro Planalto do Paraná- Brasil. In: Anais do ENGEOPAR 2003 – I Encontro Geotécnico do Terceiro Planalto Paranaense – Maringá – UEM. **Anais I Encontro Geotécnico do Terceiro Planalto Paranaense – Maringá – UEM.** 200. p. 66-85.

NANSON, G. C.; CROOKE, J. C. **A genetic classification of floodplains. Geomorphology,** In: G.R. Brakenridge and J. Hagedorn (Editors), Floodplain Evolution. Geomorphology 4: 1992. p. 459-486.

NAPOLEÃO. P. R, MATTOS. T. J, V **O uso de geotecnologias como subsídio à gestão dos recursos hídricos: o zoneamento ambiental da bacia hidrográfica do rio Capivari (SP),** Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Curitiba, PR, Brasil, INPE. 2011. 4744p.

NEVES, P. D. M. **A Estrutura Fundiária e Suas Implicações Ambientais em Municípios do Baixo Curso do Rio Ivaí-Pr, no Período de 2011 A 2012.** Universidade Estadual de Maringá (UEM), Dissertação de mestrado, Maringá, 2013.

NÓBREGA, M. T.; CUNHA, J. E. **A paisagem, os solos e a suscetibilidade à erosão.** Revista Espaço Plural. Ano XII. Nº 25. ISSN 1518-4196. 2º semestre de 2011. p. 63-72.

NORMAS BRASILEIRAS REGISTRADAS (NBR 9898)–Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores – Jun 1987.

OADES, J. M. **The retentions of organic matter in soils. Biogeochemistry,** Dordrecht, v. 5. 1988. 35-70p.

OHARA, T. Zoneamento geoambiental da região do alto-médio Paraíba do Sul (SP) com sensoriamento remoto. Tese (doutoramento). Rio Claro, IGCE/UNESP.1995. 235 p.

PAROLIN, M.; MEDEANIC, S.; C., S. J. Registros palinológicos e mudanças ambientais durante o Holoceno de Taquarussu (MS). **Revista Brasileira de Paleontologia,** v.1, 2006. 37-148p.

PAROLIN, M.; VOLKMER-RIBEIRO, C.; STEVAUX, J. C. Sponge Spicules in Peaty Sediments as Paleoenvironmental Indicators of the Holocene in the Upper Paraná River, Brazil. **Revista Brasileira de Paleontologia,** 10(1). 2007.17-26p

PAULA SOUZA, L.C. **Estudo das relações entre solos e as unidades fisiográficas da várzea do rio Iguçu (primeiro planalto)** Dissertação (Mestrado) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 1990. 162p.

PAZ, A.R, COLLISCHONM, W. TUCCI, C. E. M. Simulação hidrológica de rios com grandes planícies de inundação. In XVIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Campo Grande. ANAIS do XVIII SBRH, 2009. 19p.

PEREIRA, M. G.; ANJOS, L. H. C.; VALLADARES, G. S. Organossolo: ocorrência, gênese, classificação, alterações pelo uso agrícola e manejo. In: TORRADO, P.V. *et al.* **Tópicos em Ciência do Solo IV**. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005. 233-277p.

PLANO DE MANEJO-PARQUE NACIONAL DE ILHA GRANDE (PNIG), Ministério do Meio Ambiente (MMA), Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio). 2008. 752p.

PRADO, R. M.; CENTURION, J. F. **Alterações na cor e no grau de floculação de um Latossolo Vermelho-Escuro sob cultivo contínuo de cana-de-açúcar**. Pesquisa Agropecuária Brasileira [online]. vol.36, n.1. 2001. 197-203p.

QUEIROZ, E. R. D. **Atlas Geoambiental de Maringá- da Análise a Síntese: ocupação do espaço**. Clichetec. Maringá Paraná, 2003.

RAMOS, F, **Vazões de estiagem em pequenas bacias hidrográficas do Estado do Paraná**. CEPHH. Curitiba, UFPR.1973.

REIMANN, C., CARITAT, P. **Chemical elements in the environment factsheets for the geochemist and environmental scientist**. Berlin, Germany7 Springer-Verlag. ISBN. 1998. 540p.

RICHARD, K. **River. Forms and processes in alluvial channels**. New York: Methuen e Co. (Ed.). 1982. 358p.

ROBAINA, L. E. TRENTIN, R. MENEZES, J. D. SCCOTI, V. A. A. **Zoneamento Geoambiental do Município de São Pedro do Sul – Rs** Revista Geonorte, Edição Especial, V.2, N.4. 2012. p.1833–1844.

ROCHA, C. P, **Sistemas Rio-Planície de Inundação: Geomorfologia e Conectividade Hidrodinâmica**. Caderno Prudentino de Geografia, Presidente Prudente, n.33, v.1, jan./jul. 2011. 50-67p.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V.; CAVALCANTI, A. P. B. **Geocologia das paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental**. Fortaleza: Editora da Universidade Federal do Ceará UFC, 2004. 222 p.

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia: Ambiente e Planejamento**. 7º Ed., São Paulo: Contexto, 2003. 96p

ROSS, J. L. S. **Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados**. Revista do Departamento de Geografia, n 8. FFLCH-USP. São Paulo, 1994.

RUEDA, J.R.; LANDIM, P.M.B.; MATTOS, J.T. **Gerenciamento Geoambiental**. In: Tuk-Tornisielo, S.M.; Gobbi, N.; Foresti, C.; Lima, S.T. (orgs.) **Análise Ambiental: estratégias e ações**. São Paulo: T.A. Queiroz, Fundação Salim Farah Maluf; Rio Claro, SP: Centro de Estudos Ambientais – UNESP, p. 327-329, 1995.

SALOMÃO, F. X; T. ANTUNES, F.S. **Geologia de Engenharia – Associação Brasileira de Engenharia e Geologia (ABGE)-FAPESP**, São Paulo. 1998. p. 87-99.

SANTOS, A. C. J. **Paleogeografia E Paleoambientes Do Baixo Curso Do Rio Ivaí- Pr** (Dissertação de mestrado), Universidade Estadual de Maringá (UEM), Maringá, março, 2013.

SANTOS, I. **Avaliação por perdas de solo por erosão hídrica na bacia do rio Ivaí**. XIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Anais, Belo Horizonte, CD ROM. 1999. 13 p.

SANTOS, J. C.A. ; PAROLIN, M. ; GASPARETTO, N.V.L. **Condições Ambientais do Início do Holoceno Indicadas por Fitólitos e Análise de $\delta^{13}C$ Na Região de Douradina/PR**. In: XIV REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE PALEONTOLOGIA- PALEO PR/SC, 2012, Ponta Grossa- PR. 2012. p. 32-32.

SANTOS, L. J. C., OKA-FIORI C., CANALI N.E., FIORI A.P, SILVEIRA C.T., SILVA, J.M.F., ROSS J.L.S, **Mapeamento Geomorfológico do Estado do Paraná**. Revista Brasileira de Geomorfologia,. Rev.Bras. De Geomorfologia. Ano 7, n°2, 2006.

SANTOS, M. L. **Faciologia e evolução de Barras de canal do rio Paraná na região de Porto Rico (PR)**. Dissertação de Mestrado. IGCE/UNESP/Rio Claro, Inédito. 1991. 125p.

SANTOS, M. L. **Estratigrafia e evolução do sistema siliciclástico do rio. Paraná no seu curso superior: ênfase a arquitetura dos depósitos, variação longitudinal das fácies processos sedimentares**. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências da UFRGS, inédito, 2 V. 1997.

SANTOS, M. L. **Relatório técnico final, Projeto rio Ivaí**. Relatório interno da Fundação Araucária – PR. 2004. 185p.

SANTOS, M. L. **Unidades Geomorfológicas e depósitos sedimentares associados no sistema fluvial do rio Paraná no seu curso superior**. Revista Brasileira de Geomorfologia, 2005. p. 85-95.

SANTOS M.L; LENZI, E.; COELHO, A **Ocorrência de metais pesados no curso inferior do rio Ivaí, em decorrência do uso do solo em sua bacia hidrográfica**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos. 2005. 15p.

SANTOS M, L.; STEVAUX, J. C. **Facies and Architectural analysis of channel sandy macroforms in the upper Paraná river**. Quaternary International, Inglaterra, V. 72:1. 2000. p. 87-94.

SANTOS M. L; STEVAUX, J. C; SOUZA FILHO, E.E. ; GASPARETTO N.V.L. (2006). **Geologia e Geomorfologia da Planície Aluvial do Rio Ivaí**. Revista Brasileira de Geomorfologia. 2008. 16p.

SCHAETZL. J. R; ANDERSON. S, **Soils Genesis and Geomorphology**, Cambridge University Press, 2005.

SCHROTH, G. **Agroforestry and biodiversity conservation in tropical landscapes**. *Agroforestry Systems* 68, 2006. p 247–249.

SILVA, R. C, DANTAS, M. E. Mapas Geoambientais, (14/06/2010), www.cprm.gov.br/publique/media/mapas_geoambientais_SCGG.pdf. Consulta realizada em 12/06/2014.

SILVA, J. V; SANTOS, R. F. **Zoneamento para o planejamento ambiental: vantagens e restrições de métodos e técnicas**. Revista Caderno de Ciências e Tecnologia. Brasília, v. 21, n. 2. 2004. p. 221-263.

SISTEMA NACIONAL DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO – SNUC, Lei nº 9.985, 18 de julho de 2000; decreto nº 4.340, de 22 de agosto de 2002. 5. ed. aum. Brasília: MMA/SBF, 2004. 56 p.

SOARES, P. C. **Ensaio de caracterização estratigráfica do Cretáceo no estado de São Paulo**. Revista Brasileira de Geociências, n. 10, 1980.

SOUZA FILHO, E.E. **Aspectos da geologia e estratigrafia dos depósitos sedimentares do rio Paraná entre Porto Primavera (MS) e Guaira (PR)**. Tese de Doutorado, instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, USP. p. 1993. 214.

SOUZA FILHO, E.E. **Geologia e Geomorfologia do complexo rio Baia-Curutuba-Ivinheima**. In: Vazzoler, A E.A.M; Agostinho, A. A.; Hahn, N. S. A Planície de Inundação do alto Rio Paraná. EDUEM, 1997. 45p.

SOUZA FILHO; STEVAUX, J. C. **Geology and Geomorphology of the Baia – Curutuba –Ivinheima River Complex**. In: Thomaz, S.M.; Agostinho, A.A. ; Hahn, N.S. (eds). The Upper Paraná River and its Floodplain, Backhuys Publishers, Leiden. 2004. 29p.

SPOSITO, G. The chemistry of soils. New York, Oxford University Press, 1989. 345p.

STEVAUX, J. C. **O Paraná: Geomorfogênese, Sedimentação e Evoluçãp Quaternária do seu curso superior (região de Porto Rico,PR)**. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, Inédito. 1993. 242p.

STEVAUX, J. C. **The upper Paraná river (Brazil): Geomorphology, sedimentology and paleoclimatology**. Quaternary International, 21. 1994. p. 143-161.

STEVAUX, J.C. & SANTOS, M.L. **Palaeohydrological changes in the upper Parana river, during the Late Quaternary** In: Benito, G; Baker, V. J. and Gregory, K. (eds.). Plaeohydrology and environmental change. John Wiley & Sons, Londres, 1998. p 273-285.

STEVAUX, J. C.; SOUZA, I. A. Floodplain construction in an anastomosed river. **Quaternary International**, Amsterdam, v. 14, p. 55-66, 2004.

SUGUIO, K. **Introdução à Sedimentologia**. Editora da Universidade de São Paulo, 1973.

SUGUIO, K. **Dicionário de geologia sedimentar e áreas afins**. Rio de Janeiro: Bernard Brasil, 1998. 1222p.

SUGUIO, K. **Geologia do Quaternário e Mudanças Ambientais - Passado + Presente futuro?** São Paulo, Paulo's Editora, 1999.

THOMAZ, S.M., ROBERTO, M.C. & BINI, L.M. **Caracterização Limnológica dos Ambientes Aquáticos e Influência dos Níveis Fluviométricos**. In: Vazzoler, A.E.A.M., Agostinho, A.A. and Hahn, N.S. (eds), *A Planície De Inundação Do Alto Rio Paraná*. UEM-Nupelia, Maringá-PR. 1997.

TRENTIN, R.; ROBAINA, L. E. S. **Metodologia para Mapeamento Geoambiental no Oeste do Rio Grande do Sul**. Anais do XI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. São Paulo: USP, 2005 p. 3606-3615.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE, Supren, 1977. 97p.

TUSSOLINO, M. G. P; SCHAITZA, E. G; SIQUEIRA, J. D. P.; SAYAMA C.; MORATO, S. A. A. ULANDOWSKI, L. K. M. A. CAVILHA, M. R. **Resumo executivo da avaliação ecológica rápida do Corredor Iguazu-Paraná**. Curitiba: Instituto Ambiental do Paraná, 2007. 48 p. Disponível em: <<http://www.pr.biodiversidade.pr.gov.br/modules/biblioteca/uploads/livreto-iguacu.pdf>>. Acesso em: 19 fev 2014.

VALLADARES, G.S. **Caracterização de organossolos, auxílio à sua classificação**. Tese (Doutorado em Agronomia – Ciência do Solo) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2003. 142p.

VEDOVELLO, R. **Aplicações da Cartografia Geotécnica e Geoambiental no Planejamento Urbano**, In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA GEOTÉCNICA E GEOAMBIENTAL, 5., 2004. São Carlos, SP. Mesa redonda. São Carlos, SP: ABGE, Tema 6. 2004.

VEDOVELLO R. MATTOS, J. T. **A utilização de Unidades Básicas de Compartimentação (UBCs) como base para a definição de Unidades Geotécnicas. Uma abordagem a partir do Sensoriamento Remoto**. Simpósio Brasileiro de Cartografia Geotécnica. Florianópolis, 1998.

VILLOTA, H. **Geomorfología aplicada a levantamientos edafológicos y zonificación física de tierras**. Bogotá: Instituto Geográfico Agustín Codazzi. 2005. 184p.

VIVAN, J. L. **Agricultura e Florestas: princípios de uma interação vital**. Ed. Agropecuária. Guaíba, RS, 207p. 1998.

WARD, J. V; STANFORD, J. A, **The Serial Discontinuity Concept: Extending The Model to Foodplains Rivers**. Regulated Rivers: Research e Management, v 10. 1995. p. 159-168.

ZACHARIAS, A. A. **A representação gráfica das unidades de paisagem no zoneamento ambiental**. Ed. UNESP. São Paulo, 2010. 211p.

ZANCOPE, M. H. C. **Análise morfodinâmica do rio Mogi Guaçu**. Campinas, SP: Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências. Tese de doutorado. 2008.

ZYL, J. J. The Shuttle Radar Topography Mission (SRTM): a breakthrough in remote of topography. **Acta Astronautic**. (48), p. 559-565. 2001.

APÊNDICE

PERFIL: 01 DATA: 13/05/2011

CLASSIFICAÇÃO –GLEISSOLO HÁPLICO Eutrófico
cambissólico relevo suave ondulado.

MUNICÍPIO: ICARAÍMA

LOCALIZAÇÃO: Zona rural próximo à foz do rio Ivaí

COORDENADAS: 23° 17'S, 53° 19'W

COMPARTIMENTO: Formação Caiuá

POSIÇÃO: Terraço Fluvial Ivaí

DRENAGEM: mal drenado

Descrição Morfológica

A 0-10cm: bruno-acinzentado (10R 4/2); média; moderada pequena muito pequena granular; friável; macio úmido ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; muitos poros pequenos e médios; raízes comuns finas e médias; transição clara e ondulada.

AB 10-30cm: bruno-acinzentado (10R 4/2), mosqueados bruno-amarelados (10YR 5/8); média; estrutura média e pequena blocos subangulares que se desfaz em moderada ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso molhado; macro e micro poros comuns de diâmetro médio (2 a 5mm); raízes comuns e finas; transição clara e ondulada.

Big 30-70cm: bruno-acinzentado(10R 4/2), mosqueados bruno-amarelados (10YR 5/8); média; forte muito pequena e pequena, granular; friável/muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso molhado; macro e micro poros comuns, raízes comuns e finas.

Observações:

- perfil sobre pastagem;
- perfil descrito sobre o sol, no dia de abertura da trincheira;
- lençol freático em 70 centímetros;
- detectada abundância de nódulos ferruginosos nos horizontes AB e Big;
- atividade biológica em todos os horizontes

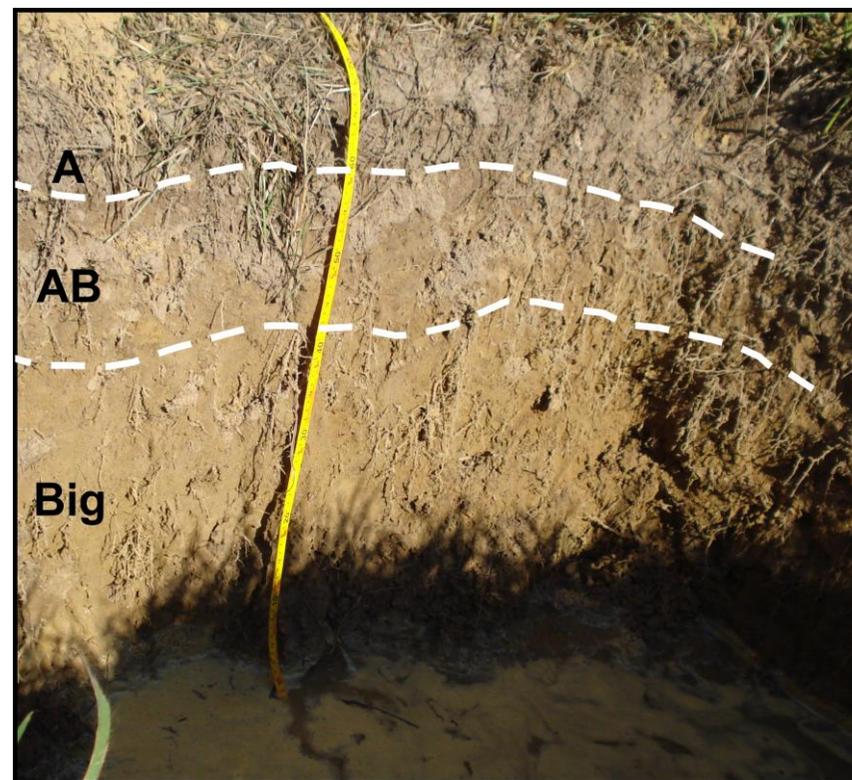


Figura 30: Representação fotográfica do perfil de solo

PERFIL: 02 DATA: 13/05/2011

CLASSIFICAÇÃO –LATOSSOLO VERMELHO Distrófico
textura média relevo suave ondulado

MUNICÍPIO: ICARAÍMA

LOCALIZAÇÃO: Propriedade do Sr José Guglielmo

COORDENADAS: 23° 18'S, 53° 39'W

COMPARTIMENTO: Formação Caiuá

POSIÇÃO: Entorno da planície aluvial

DRENAGEM: acentuadamente drenado.

Descrição Morfológica

A 0-10cm: vermelha (2.5YR 4/6); média; blocos pequenos a subangulares moderados; solto quando seco, ligeiramente pegajoso e não plástico quando molhado; micro poros e macro poros de diâmetro variando de pequeno a médio (1 a 5mm); raízes finas e médias; transição gradual e plana.

Bw1 10-70cm: vermelha (2.5YR 4/6), média; blocos pequenos a médios moderados a fracos; solto quando seco e ligeiramente pegajoso e não plástico quando molhado; porosidade expressiva na forma de micro poros; raízes finas e médias; transição gradual e difusa.

Bw2 70-120cm: vermelho escuro (2.5YR 3/6); média; blocos pequenos angulares a subangulares de moderados a fracos; solto quando seco e pegajoso e não plástico quando molhado; micro poros de aproximadamente 5mm de diâmetro; raízes comuns e finas; transição gradual e difusa.

Bw3 120 - 200cm: vermelho escuro (2.5YR 3/6); média; blocos pequenos angulares e moderados, solto quando seco e pegajoso e não plástico quando molhado, porosidade abundante com presença de micro poros, raízes comuns e finas.

Observações:

- perfil sobre pastagem;
- perfil descrito sobre o sol, no dia de abertura da trincheira;
- detectada presença de carvão mineral no horizonte Bw3;
- detectada atividade biológica em todos os horizontes.

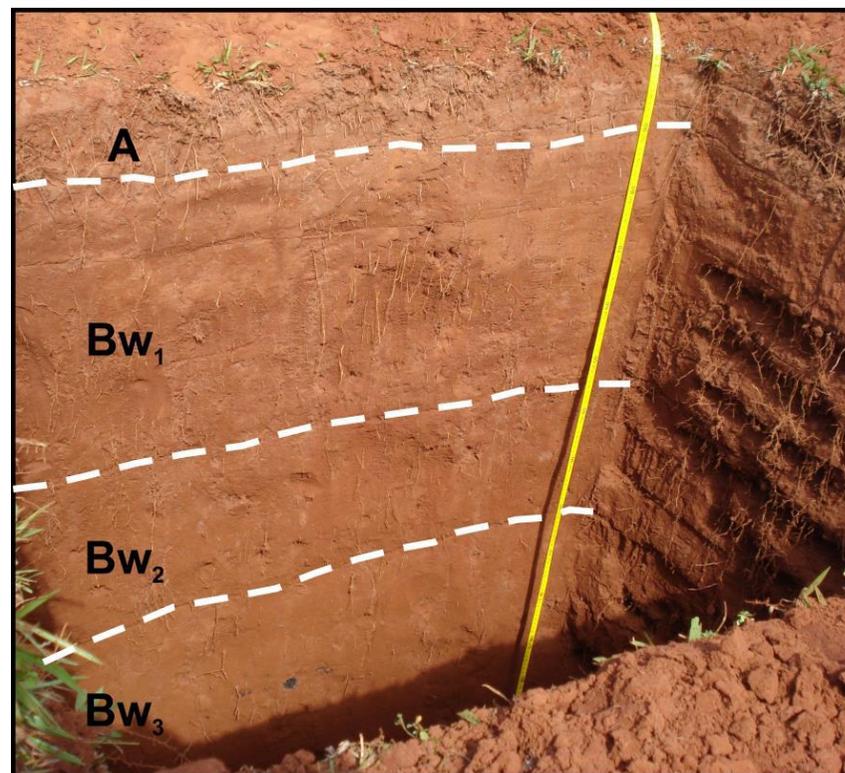


Figura 31: Representação fotográfica do perfil de solo 2

PERFIL: 03 DATA: 13/05/2011

CLASSIFICAÇÃO –GLEISSOLO HÁPLICO Distrófico típico textura argilosa relevo suave ondulado

MUNICÍPIO: ICARAÍMA

LOCALIZAÇÃO: Zona rural próximo a foz do rio Ivaí

COORDENADAS: 23° 19'S, 53° 38'W

COMPARTIMENTO: Formação Caiuá.

POSICÃO: Planície de inundação Paraná Ivaí.

DRENAGEM: mal drenado

Descrição Morfológica

A 0-10cm: bruno-amarelada (10YR 5/4); argilosa, moderada/fraca média e pequena blocos subangulares que se desfaz em fraca pequena granular; macio quando seco e ligeiramente pegajoso e não plástico quando molhado; abundancia de macro e micro poros; raízes comuns finas e médias; transição gradual e plana.

Cg1 10-30cm: variegado bruno-acinzentado (10YR 5/2) e bruno-amarelado (10YR 5/4); argilosa; blocos médios a pequenos que se desfaz em fraca pequena granular; pegajoso e ligeiramente plástico quando molhado; transição clara e irregular; abundancia de macro e micro poros; raízes comuns finas e médias; transição clara e ondulada.

Cg2 30-60cm: bruno-amarelo-acinzentado (10YR 5/4); argilosa; blocos subangulares pequenos e fracos; ligeiramente pegajoso e ligeiramente plástico molhado; muitos poros de aproximadamente 2 a 5mm; raízes comuns e finas.

Observações:

- perfil sobre pastagem;
- perfil descrito sobre o sol, no dia de abertura da trincheira;
- lençol freático a 60cm;
- detectada presença de nódulos ferruginosos nos horizontes Cg1 e Cg2;
- detectada atividade biológica em todos os horizontes.

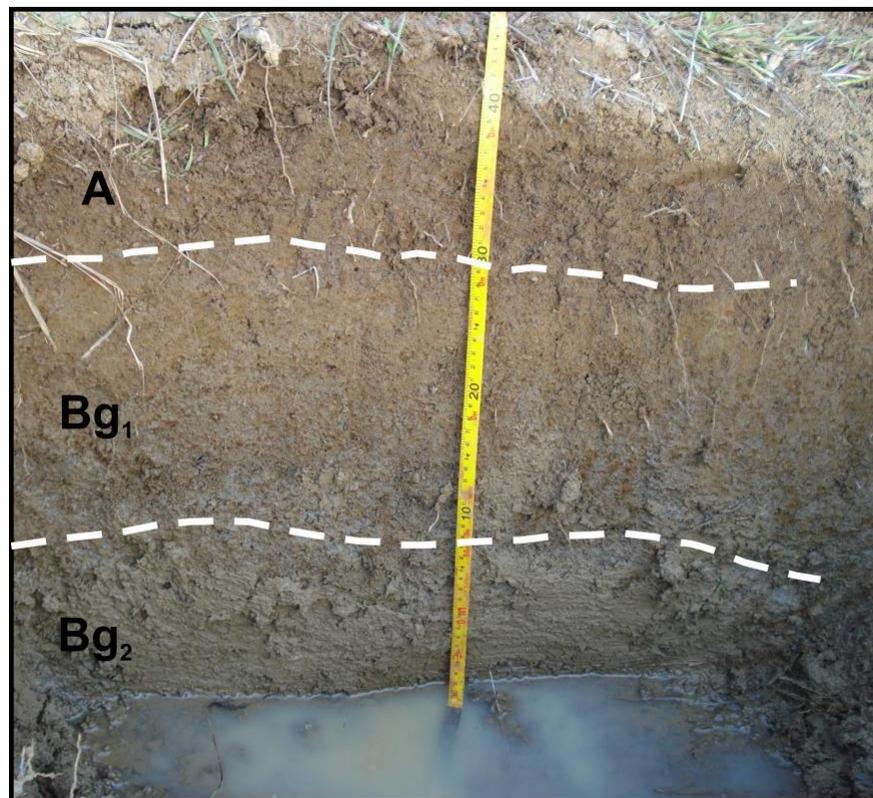


Figura 32: Representação fotográfica do perfil de solo 3

PERFIL: 04 DATA: 09/03/2012

CLASSIFICAÇÃO – NEOSSOLO FLÚVICO Eutrófico, textura arenosa relevo suave ondulado

MUNICÍPIO: IVATÉ- **DISTRITO:** HERCULÂNDIA

LOCALIZAÇÃO: Porto Herculândia

COORDENADAS: 23° 15'S, 53° 24'W

COMPARTIMENTO: Formação Caiuá

POSIÇÃO: Dique Marginal

DRENAGEM: acentuadamente drenado

Descrição Morfológica

A1 0–20cm: bruno-pálido (10YR6/3); arenosa; moderada média e pequena em blocos subangulares que se desfaz em moderada friável; não pegajoso e não plástico quando seco e molhado; micro poros e macro poros de diâmetro variando de pequeno a médio; raízes médias e grossas (derivadas da vegetação arbórea); transição clara e abrupta.

A2 20-30cm: bruno-avermelhado (2,5YR4/4); arenosa; blocos pequenos a médios subangulares e fracos; solto quando seco e não pegajoso e não plástico quando molhado; poros comuns pequenos e médios; raízes grossas, médias e finas; transição plana e difusa.

C1 30-55cm: vermelho (2,5YR4/6) a bruno-avermelhado (2,5YR4/4); arenosa, blocos pequenos a granular fraca, solta quando seca e ligeiramente pegajoso não plástico quando molhado, porosidade encontrada média e comum (1 a 5mm); raízes grossas, médias e finas; transição clara e plana.

C2 55-70cm: bruno-avermelhado (5YR5/3), arenosa; blocos pequenos fracos subangulares a granular; solto quando seco não pegajoso e não plástico quando molhado; porosidade comum média e pequena, raízes grossas, médias e finas; transição clara e plana.

C3 70-110cm: bruno-avermelhado (2,5YR4/4), arenosa ; blocos médios, subangulares e fracos; seco solto, molhado não pegajoso e não plástico; muitos poros pequenos a médios e comuns; raízes grossas, médias e finas.

Observações:

- perfil sobre mata ciliar;
- perfil descrito no dia de abertura da trincheira;
- detectada presença de nódulos ferruginosos em pouca quantidade no horizonte C3; e atividade biológica até o horizonte C3

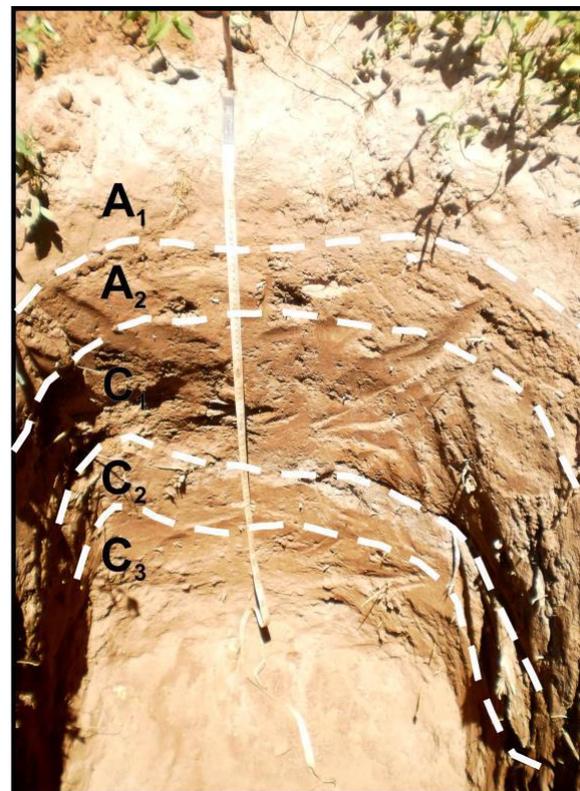


Figura 33: Representação fotográfica perfil de solo 4

PERFIL: 05 **DATA:** 09/03/2012

CLASSIFICAÇÃO –ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico típico
textura média relevo suave ondulado (EMBRAPA, 2006).

MUNICÍPIO: IVATÉ-DISTRITO-HERCULÂNDIA

LOCALIZAÇÃO: Propriedade da usina Santa Terezinha

COORDENADAS: 23° 14'S, 53° 24'W

COMPARTIMENTO: Formação Caiuá

POSIÇÃO: Entorno da planície aluvial

DRENAGEM: acentuadamente drenado

Descrição Morfológica

Ap 0-10cm: vermelho-pálido (2.5YR 7/2); arenosa; blocos pequenos fracos que se desfaz em pequena granular; solto quando seco, não pegajoso e não plástico quando molhado; muitos poros pequenos e comuns; ausência de raízes; transição plana e abrupta.

E1 10-35cm: vermelho-claro (2.5YR 6/6); média; blocos pequenos a médios moderados a fracos; solto quando seco e ligeiramente pegajoso e não plástico quando molhado; muitos poros pequenos e comuns; ausência de raízes; transição difusa e plana.

E2 35-90cm: vermelho (2.5YR 4/6); média; blocos pequenos angulares a subangulares de moderados a fracos a granular; solto quando seco e ligeiramente pegajoso e não plástico quando molhado; muitos poros comuns de aproximadamente 5mm de diâmetro; ausência de raízes; transição gradual e difusa.

Bt 90-130cm: vermelho (2.5YR 4/6), média; blocos pequenos angulares e moderados a granular, macio quando seco e ligeiramente pegajoso e não plástico quando molhado, porosidade abundante com presença de micro poros, ausência de raízes.

Observações:

- perfil sobre solo desnudo;
- perfil descrito sobre o sol, no dia de abertura da trincheira;
- detectada atividade biológica nos horizontes E1 e E2.

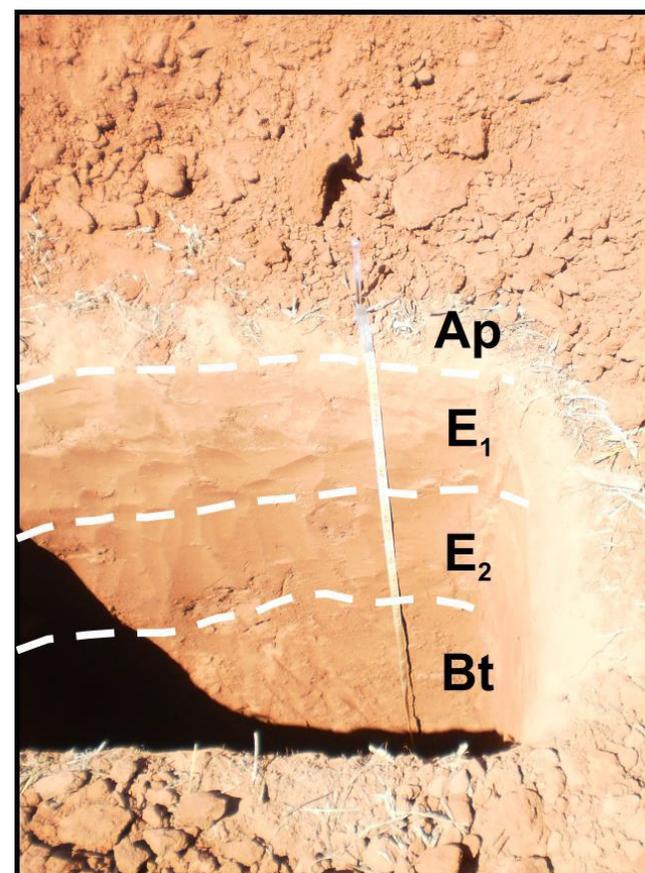


Figura 34: Representação fotográfica a do perfil de solo 5

PERFIL: 06 DATA: 09/03/2012

CLASSIFICAÇÃO – NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico

típico textura arenosa relevo suave ondulado

MUNICÍPIO: IVATÉ- DISTRITO: HERCULÂNDIA

LOCALIZAÇÃO: Propriedade da usina Santa Terezinha

COORDENADAS: 23° 15'S, 53° 24'W

COMPARTIMENTO: Formação Caiuá

POSIÇÃO: Planície aluvial

DRENAGEM: acentuadamente drenado

Descrição Morfológica

A 0–20cm: cinza avermelhado (5YR 5/2), arenosa; granular não coerente; solto, não plástico e não pegajoso; micro poros e macro poros de diâmetro variando de pequeno a médio; raízes finas e comuns; transição gradual e plana

C1 20-50cm: marrom acinzentado (10YR 5/2); arenosa; grãos simples não coerente, não pegajoso e não plástico; transição difusa e plana; muitos poros comuns pequenos e médios; raízes finas e comuns; transição gradual e plana.

C2 50-100cm: marrom avermelhado (5YR 5/3); arenosa, blocos pequenos a granular fraca; não pegajoso não plástico; muita porosidade pequena média e comum; raízes comuns e finas; transição difusa e plana

C3 100-150cm: marrom avermelhado (5YR 5/3); arenosa; blocos pequenos fracos a granular; não pegajoso e não plástico quando molhado; muita porosidade comum média e pequena, raízes comuns e finas.

Observações:

- perfil sobre gramínea;
- perfil descrito sobre o sol no dia de abertura da trincheira;
- detectada presença de fragmentos de carvão mineral nos horizontes C2 e C3;
- detectada atividade biológica até o horizonte C3.

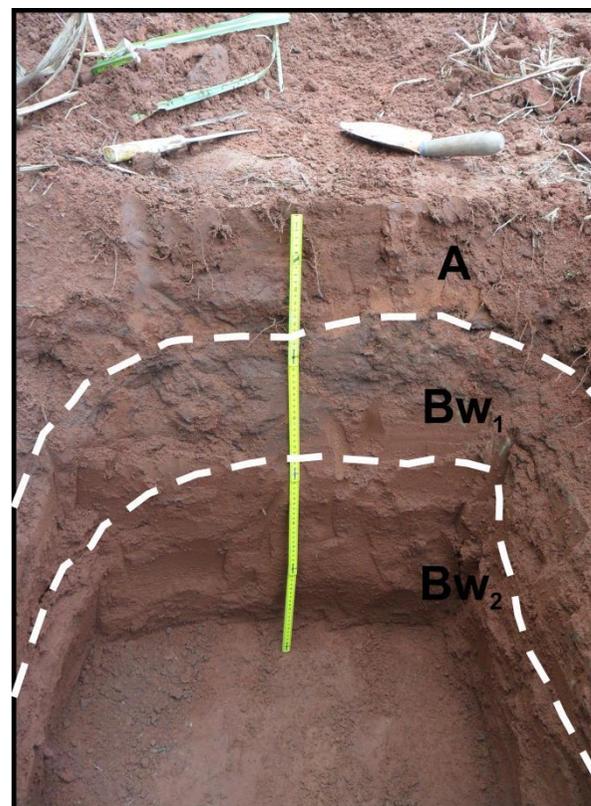


Figura 35: Representação fotográfica do perfil de solo 6

PERFIL: 07 DATA: 09/03/2012

CLASSIFICAÇÃO –GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico

textura argilosa relevo plano

MUNICÍPIO: IVATÉ- DISTRITO- HERCULÂNDIA

LOCALIZAÇÃO: Fazenda Brasília

COORDENADAS: 23° 15'S, 53° 24'W

COMPARTIMENTO: Formação Caiuá

POSIÇÃO: Planície de inundação

DRENAGEM: mal drenado

Descrição morfológica

A 0–40cm: bruno-acinzentado (10YR 4/2) cinza muito escuro (10YR 3/2), média a argilosa; moderada/fraca pequena e média blocos subangulares que se desfaz em fraca média granular; friável, ligeiramente pegajoso e ligeiramente plástico; muitos poros comuns pequenos, médios e grandes; raízes finas; transição clara e ondulada.

Cg 20-40cm: marrom-acinzentado (10YR 5/2), cinza escuro (10YR 4/2); argilosa; moderada/fraca pequena e média blocos subangulares que se desfaz em fraca pequena granular; não pegajoso e não plástico; muitos poros comuns pequenos e médios; raízes finas e comuns.

Observações:

- perfil sobre cultivo de arroz irrigado;
- perfil descrito sobre o sol no dia de abertura da trincheira;
- detectada presença abundante de nódulos ferruginosos nos horizontes A e Cg de 2 a 5mm de diâmetro;
- detectada atividade biológica comum em todo perfil.

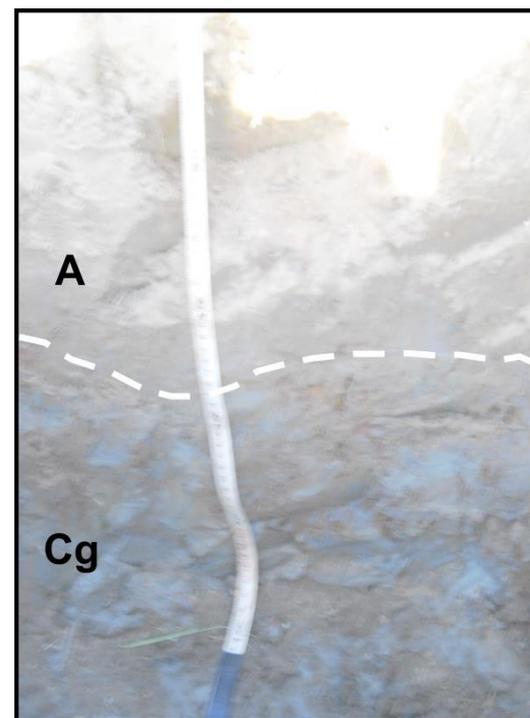


Figura 36: Representação fotográfica do perfil de solo 7

PERFIL: 08 DATA: 08/06/2012

CLASSIFICAÇÃO: GLEISSOLO HÁPLICO Eutrófico típico
textura arenosa relevo suave ondulado.
(EMBRAPA, 2009).

MUNICÍPIO: TAPIRA

LOCALIZAÇÃO: Fazenda Beira Rio

COORDENADAS: 23° 14'S, 53° 09'W

COMPARTIMENTO: Formação Caiuá

POSIÇÃO: Planície Ivaí

DRENAGEM: mal drenado

Descrição morfológica

A 0-10cm: bruno-acinzentado (10YR 4/2), mosqueado bruno-amarelado (10YR 5/8); arenosa; moderada pequena muito pequena granular; friável; macio úmido ligeiramente pegajoso e não plástico molhado, muitos poros pequenos e médios e grandes; raízes comuns finas e médias; transição clara e ondulada.

Cg1 10-30cm: bruno-acinzentado (10YR 4/2), mosqueado bruno-amarelado (10YR 5/8); arenosa; média e pequena blocos subangulares que se desfazem em granular; não pegajoso e não plástico molhado; macro e micro poros comuns; raízes comuns e finas; transição clara e ondulada.

Cg2 30-60cm: bruno-acinzentado(10YR 4/2), mosqueado bruno-amarelado (10YR 5/8); arenosa; muito pequena e pequena, granular; friável/muito friável, não pegajoso e não plástico quando molhado; muitos macro e micro poros comuns, raízes comuns e finas.

Observações:

- perfil sobre pastagem;
- perfil descrito sobre o sol, no dia de abertura da trincheira;
- lençol freático em 60 centímetros;
- detectada abundância de nódulos ferruginosos nos horizontes Cg1 e Cg2;
- detectada atividade biológica em todos os horizontes.

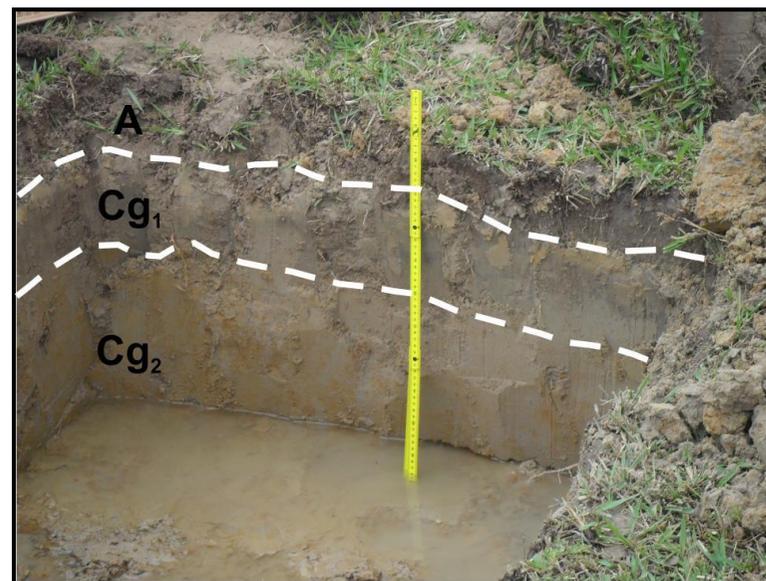


Figura 37: Representação fotográfica do perfil de solo 8

PERFIL: 09 **DATA:** 08/062012

CLASSIFICAÇÃO: GLEISSOLO HÁPLICO Distrófico típico
textura arenosa relevo suave ondulado
(EMBRAPA, 2006).

MUNICÍPIO: TAPIRA

LOCALIZAÇÃO: Fazenda Beira Rio

COORDENADAS: 23° 14'S, 53° 10'W

COMPARTIMENTO: Formação Caiuá

POSIÇÃO: Planície Ivaí

DRENAGEM: mal drenado

Descrição Morfológica

A 0-15cm: bruno-acinzentado (10R 4/2); arenosa; moderada pequena muito pequena granular; friável; macio úmido não pegajoso e não plástico; muitos poros pequenos e médios e grandes; raízes comuns finas e médias; transição clara e ondulada.

Cg1 15-40cm: bruno-acinzentado (10R 4/2), mosqueados bruno-amarelados (10YR 5/8); arenosa; média e pequena blocos subangulares que se desfaz em granular; ligeiramente pegajoso e não plástico molhado; macro e micro poros comuns; raízes comuns e finas; transição clara e ondulada.

Cg2 40-70cm: bruno-acinzentado(10R 4/2), mosqueados bruno-amarelados (10YR 5/8); arenosa; muito pequena e pequena, granular; friável/muito friável, ligeiramente pegajoso e não plástico e ligeiramente pegajoso molhado; muitos macro e micro poros comuns, raízes comuns e finas.

Observações:

- perfil sobre pastagem;
- perfil descrito sobre o sol, no dia de abertura da trincheira;
- lençol freático em 70 centímetros;
- detectada abundância de nódulos ferruginosos nos horizontes Cg1 e Cg2;
- detectada atividade biológica em todos os horizontes.

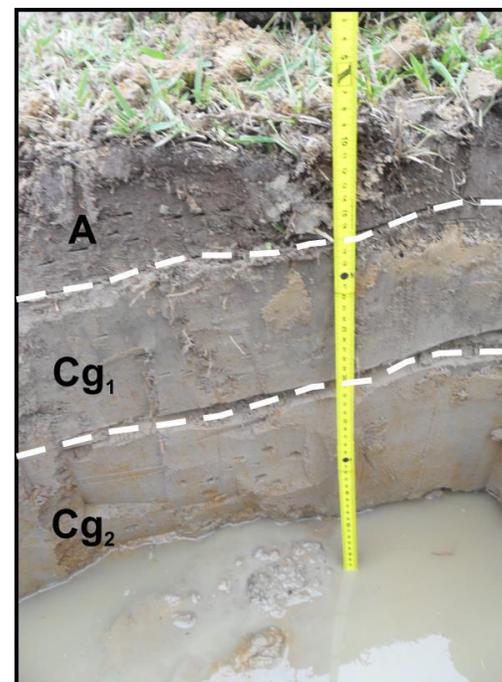


Figura 38: Representação fotográfica do perfil de solo 9

PERFIL: 10 DATA: 08/062012

CLASSIFICAÇÃO: LATOSSOLO VERMELHO Eutrófico,
textura média relevo suave ondulado

MUNICÍPIO: TAPIRA

LOCALIZAÇÃO: Propriedade da usina Santa Terezinha

COORDENADAS: 23° 16'S, 53° 10'W

COMPARTIMENTO: Formação Caiuá

POSIÇÃO: Entorno da planície aluvial

DRENAGEM: acentuadamente drenado

Descrição Morfológica

A 0-20cm: vermelha (2.5YR 4/6); média; blocos pequenos a subangulares moderados; dura quando seco, ligeiramente pegajoso e não plástico quando molhado; micro poros e macro poros de diâmetro variando de pequeno a médio (1 a 5mm); raízes finas e médias; transição plana abrupta.

AB 20-35cm: vermelha (2.5YR 4/6); média; blocos pequenos a médios moderados a fracos; dura quando seco e ligeiramente pegajoso e não plástico quando molhado; porosidade na forma de micro poros; raízes finas e médias; transição gradual e difusa

Bw 35-100cm: vermelho escuro (2.5YR 3/6); média; blocos pequenos angulares a subangulares de moderados a fracos; solto quando seco e ligeiramente pegajoso e não plástico quando molhado; micro poros de aproximadamente 5mm de diâmetro; raízes comuns e finas.

Observações:

- perfil sobre cultivo de cana-de-açúcar;
- perfil descrito sobre o sol, no dia de abertura da trincheira;
- detectada atividade biológica em todos os horizontes.

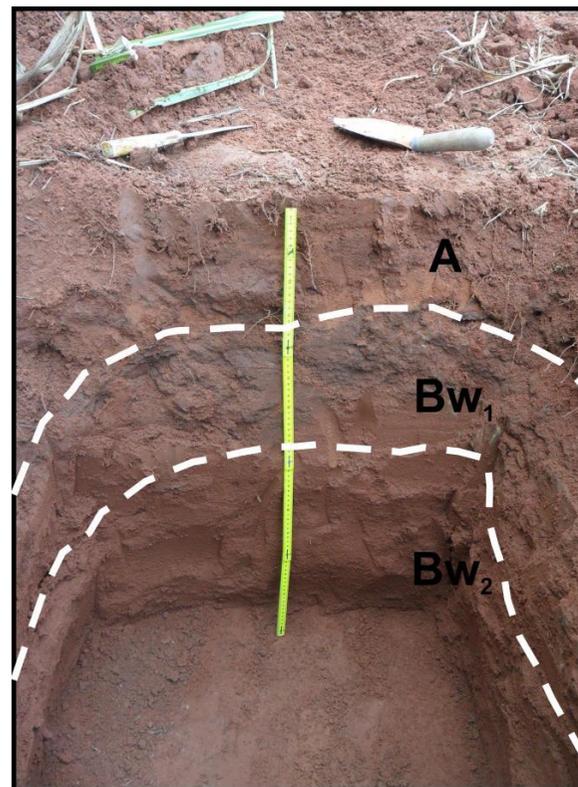


Figura 39: Representação fotográfica do perfil de solo 10

PERFIL: 11 DATA: 18/09/2012

CLASSIFICAÇÃO: NEOSSOLO FLÚVICO Eutrófico típico

textura argilosa relevo plano

MUNICÍPIO: TAPIRA

LOCALIZAÇÃO: Barranco do rio Ivaí próximo a ponte

COORDENADAS: 23° 14'S, 53° 04'W

COMPARTIMENTO: Formação Caiuá

POSIÇÃO: Dique marginal

DRENAGEM: Fortemente drenado

Descrição Morfológica

A 0-80cm: marrom escuro (7,5YR 3/4); arenosa; moderada/fraca pequena e média; ligeiramente pegajoso e não plástico, muitos poros comuns, pequenos, médios e grandes; raízes grossas médias e finas (vegetação arbórea); transição clara e ondulada.

C 80-130cm: marrom (7,5YR 4/4), bruno-escuro (7,5YR 3/4); argilosa, moderada/fraca pequena e média; solto, não plástico e ligeiramente pegajoso; presença abundante de poros comuns, grandes a pequenos; raízes comuns grossas a finas; transição difusa e plana.

Cg1 130-220cm: variegado marrom (7,5YR 4/4) bruno-amarelado (10YR 5/6); argilosa; blocos médios a grandes moderados/fracos, ligeiramente pegajoso e não plástico; muitos poros comuns, pequenos, médios e grandes, raízes comuns, médias e finas; transição gradual e plana.

Cg2 220-300cm+: variegado marrom (7,5YR 4/4) bruno-amarelado (10YR 5/6) arenosa; grãos simples não coerente; solto, não plástico e não pegajoso; poros comuns muito pequenos, pequenos e grandes; raízes poucas e finas.

Observações:

- perfil sobre cobertura florestal;
- perfil descrito sobre o sol, no mesmo dia da abertura da trincheira;
- intensa atividade biológica animal no perfil;
- presença de nódulos ferruginosos no horizonte Cg1 e Cg2.

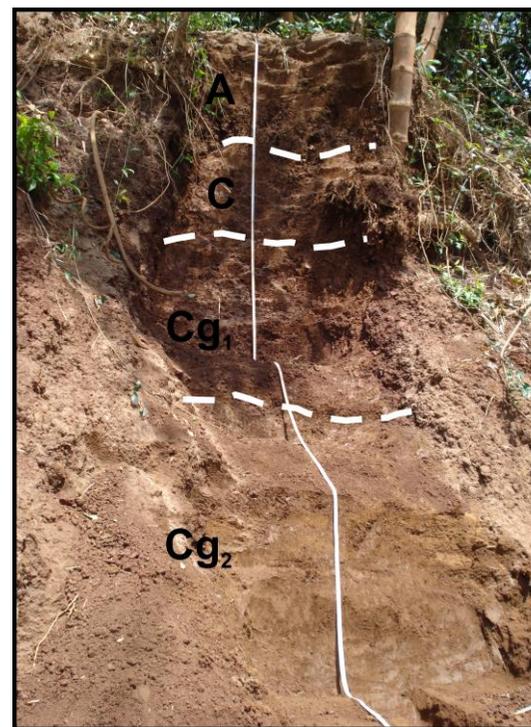


Figura 40: Representação fotográfica e do perfil de solo 11

PERFIL: 12 DATA: 18/09/2012

CLASSIFICAÇÃO – NEOSSOLO FLÚVICO Eutrófico gleizado, textura argilosa, relevo suave ondulado (EMBRAPA, 2006)

MUNICÍPIO: ICARAÍMA

LOCALIZAÇÃO: Sítio Morada do Sol

COORDENADAS: 23° 19'S, 53° 38'W

COMPARTIMENTO: Formação Caiuá.

POSIÇÃO: Planície de inundação Ivaí.

DRENAGEM: mal drenado

Descrição Morfológica

C 70-100cm:, bruno-acinzentado (10YR 5/2); argilosa; blocos subangulares pequenos a médios e fracos; dura quando seca a pegajosa e não plástica, pouco poros comuns, pequenos a médios; ausência de raízes; transição clara e plana.

C 100-170cm: bruno (7.5YR 5/8), argilosa, média; moderada/forte pequena e média e grande blocos subangulares; ligeiramente pegajosa e não plástica poros comuns pequenos a médios; ausência de raízes; transição clara e plana.

Cg1 170-200cm: bruno-amarelado (10YR 6/8) vermelho-amarelado 7YR6/8 mosqueados pouco pequenos e proeminentes bruno-amarelados (10YR 5/8); argilosa; forte/moderada médios a grandes subangulares e moderada/forte; pegajosa e não plástica; poucos poros médios e grandes; ausência de raízes.

Cg2 200-250 bruno-amarelado (10YR 6/8) vermelho-amarelado 7YR6/8 mosqueados bruno- amarelados (10YR 5/8); média; moderada, médios a grandes subangulares pegajosa e não plástica; poucos poros médios e grandes; ausência de raízes.

Observações:

- perfil sobre paleocanal antigo depósito de cascalhos;
- perfil descrito sobre sol, no mesmo dia da abertura;
- camada superficial recoberta por cascalhos de diversos tamanhos;
- atividade biológica animal até o horizonte Cg3;
- presença de nódulos ferruginosos e de magnésio em todo perfil

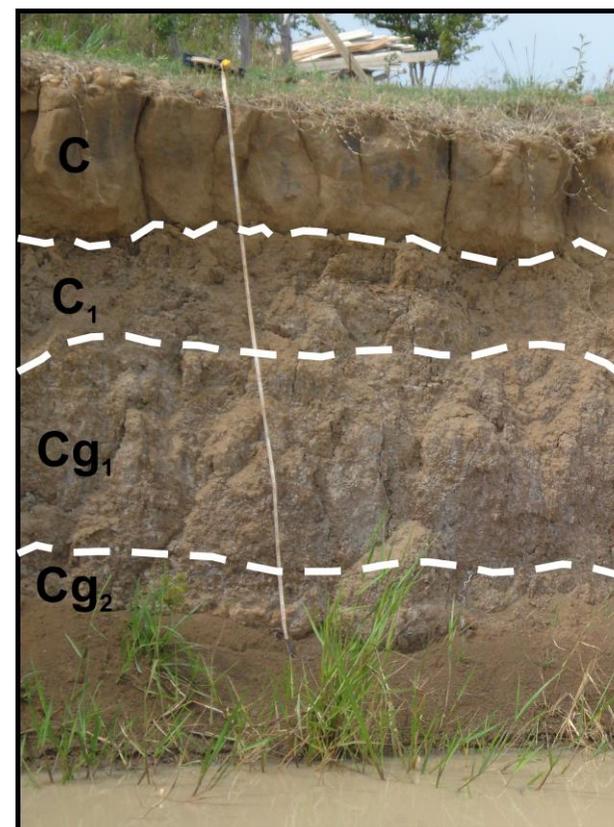


Figura 41: Representação fotográfica do perfil de solo 12

ANEXO

Centro de Ensaios Tecnológicos Laboratório de Agroquímica
Relatório de Ensaios Tecpar Nº 13004613

Revisão 00

Cliente: UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
Endereço: Avenida Colombo, 5790 - Maringá / PR
Período de realização dos ensaios: 24/05/2013 a 03/06/2013- primeira coleta

1. MATERIAL

Amostra: Água arrozal Ponto A

Local de coleta: Tapira / PR

Responsavel pela coleta: Marta Gaspar Sala

2. METODOLOGIA

2.1. Multiresíduos de agrotóxicos

Método de ensaio: cromatografia a líquido com detecção por espectrometria de massas sequencial – LC-MS/MS.

Princípios ativos pesquisados: 3-hidroxi-carbofurano, abamectina, alacloro, aldicarbe, aldicarbe sulfona, aletrina, ametrina, atrazina, azinfós etílico, azinfós metílico, azoxistrobina, bifentrina, carbaril, carbendazina, carbofurano, carbosulfan, ciflutrina, cimoxamil, cipermetrinas, ciproconazol, ciprodinil, clofentezina, clomazona, clorfenvinfós, clorpirifós etílico, clorpirifós metílico, cresoxim metílico, deltametrina, diazinona, diclorvós, difenoconazol, dimetoato, disulfoton, diuron, epoxiconazol, etiona, etoprofós, fenamifós, fenarimol, fenhexamida, fenpiroximato, fenpropatrina, fentoato, fentiona, fipronil, fluazifop-p-butílico, flufenoxurom, fluometuron, flutriafol, forato, fosalona, fosfolan, fosmete, hexaconazol, hexazinona, hexitiazoxi, imazalil, imidacloprido, indoxacarbe, lambda-cialotrina, linuron, lufenuron, malationa, metalaxil metílico, metidationa, metiocarbe, metolacloro, metsulfurom metílico, mevinfós, oxamil, paraoxom, parationa etílica, penconazol, pendimetalina, permetrina, pirazofós, piridabem, pirimetanil, pirimicarbe, pirimifós etílico, pirimifós metílico, piriproxifem, procloraz, profenofós, promecarbe, prometrina, propanil, propargito, propiconazol, propoxur, simazina, tebuconazol, terbufós, tiabendazol, tiacloprido, tiametoxan, tiofanato metílico, tolclofós metílico, tolifluanida, triadimefom, triazofós, triclofon, trifloxistrobina, triflumizol e vamidotona.

2.2 Limites de quantificação: 5 µg/L para cada princípio ativo.

3. RESULTADO

Os princípios ativos pesquisados, acima relacionados, não foram detectados no material analisado.
Curitiba, 03 de Junho de 2013.

NATALICIO FERREIRA LEITE
Químico Dr CRQ 09200601

JOSÉ LAURENTINO FERREIRA
Técnico Químico CRQ 09401027
Gerente do Laboratório

Os resultados são restritos ao material recebido/ensaiado no TECPAR. Este documento só poderá ser reproduzido por inteiro.

Centro de Ensaios Tecnológicos Laboratório de Agroquímica

Relatório de Ensaios Tecpar N° 13004613

Revisão 00

Cliente: UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
Endereço: Avenida Colombo, 5790 - Maringá / PR
Período de realização dos ensaios: 24/05/2013 a 03/06/2013-primeira coleta

1. MATERIAL

Amostra: Água poço cacimba-Ponto B

Local de coleta: Tapira / PR

Responsavel pela coleta: Marta Gaspar Sala

2. METODOLOGIA

2.1. Multiresíduos de agrotóxicos

Método de ensaio: cromatografia a líquido com detecção por espectrometria de massas sequencial – LC-MS/MS.

Princípios ativos pesquisados: 3-hidroxi-carbofurano, abamectina, alacloro, aldicarbe, aldicarbe sulfona, aletrina, ametrina, atrazina, azinfós etílico, azinfós metílico, azoxistrobina, bifentrina, carbaril, carbendazina, carbofurano, carbosulfan, ciflutrina, cimoxamil, cipermetrinas, ciproconazol, ciprodinil, clofentezina, clomazona, clorfenvinfós, clorpirifós etílico, clorpirifós metílico, cresoxim metílico, deltametrina, diazinona, diclorvós, difenoconazol, dimetoato, disulfoton, diuron, epoxiconazol, etiona, etoprofós, fenamifós, fenarimol, fenhexamida, fenpiroximato, fenpropatrina, fentoato, fentiona, fipronil, fluazifop-p-butílico, flufenoxurom, fluometuron, flutriafol, forato, fosalona, fosfolan, fosmete, hexaconazol, hexazinona, hexitiazoxi, imazalil, imidacloprido, indoxacarbe, lambda-cialotrina, linuron, lufenuron, malationa, metalaxil metílico, metidationa, metiocarbe, metolacloro, metsulfurom metílico, mevinfós, oxamil, paraoxom, parationa etílica, penconazol, pendimetalina, permetrina, pirazofós, piridabem, pirimetanil, pirimicarbe, pirimifós etílico, pirimifós metílico, piriproxifem, procloraz, profenofós, promecarbe, prometrina, propanil, propargito, propiconazol, propoxur, simazina, tebuconazol, terbufós, tiabendazol, tiacloprido, tiametoxan, tiofanato metílico, tolclofós metílico, tolifluanida, triadimefom, triazofós, triclofon, trifloxistrobina, triflumizol e vamidotona.

2.2 Limites de quantificação: 5 µg/L para cada princípio ativo.

3. RESULTADO

Os princípios ativos pesquisados, acima relacionados, não foram detectados no material analisado. Curitiba, 03 de Junho de 2013.

NATALICIO FERREIRA LEITE
Químico Dr CRQ 09200601

JOSÉ LAURENTINO FERREIRA
Técnico Químico CRQ 09401027
Gerente do Laboratório

Os resultados são restritos ao material recebido/ensaiado no TECPAR. Este documento só poderá ser reproduzido por inteiro.

Centro de Ensaios Tecnológicos Laboratório de Agroquímica

Relatório de Ensaios Tecpar Nº 13004613

Revisão 00

Cliente: UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
Endereço: Avenida Colombo, 5790 - Maringá / PR
Período de realização dos ensaios: 24/05/2013 a 03/06/2013- primeira coleta

1. MATERIAL

Amostra: Água-arrozal Ponto C

Local de coleta: Herculândia / PR

Responsavel pela coleta: Marta Gaspar Sala

2. METODOLOGIA

2.1. Multiresíduos de agrotóxicos

Método de ensaio: cromatografia a líquido com detecção por espectrometria de massas sequencial – LC-MS/MS.

Princípios ativos pesquisados: 3-hidroxi-carbofurano, abamectina, alacloro, aldicarbe, aldicarbe sulfona, aletrina, ametrina, atrazina, azinfós etílico, azinfós metílico, azoxistrobina, bifentrina, carbaril, carbendazina, carbofurano, carbosulfan, ciflutrina, cimoxamil, cipermetrinas, ciproconazol, ciprodinil, clofentezina, clomazona, clorfenvinfós, clorpirifós etílico, clorpirifós metílico, cresoxim metílico, deltametrina, diazinona, diclorvós, difenoconazol, dimetoato, disulfoton, diuron, epoxiconazol, etiona, etoprofós, fenamifós, fenarimol, fenhexamida, fenpiroximato, fenpropatrina, fentoato, fentiona, fipronil, fluazifop-p-butílico, flufenoxurom, fluometuron, flutriafol, forato, fosalona, fosfolan, fosmete, hexaconazol, hexazinona, hexitiazoxi, imazalil, imidacloprido, indoxacarbe, lambda-cialotrina, linuron, lufenuron, malationa, metalaxil metílico, metidationa, metiocarbe, metolacloro, metsulfurom metílico, mevinfós, oxamil, paraoxom, parationa etílica, penconazol, pendimetalina, permetrina, pirazofós, piridabem, pirimetanil, pirimicarbe, pirimifós etílico, pirimifós metílico, piriproxifem, procloraz, profenofós, promecarbe, prometrina, propanil, propargito, propiconazol, propoxur, simazina, tebuconazol, terbufós, tiabendazol, tiacloprido, tiametoxan, tiofanato metílico, tolclofós metílico, tolifluanida, triadimefom, triazofós, triclofon, trifloxistrobina, triflumizol e vamidotona.

2.2 Limites de quantificação: 5 µg/L para cada princípio ativo.

3. RESULTADO

Os princípios ativos pesquisados, acima relacionados, não foram detectados no material analisado. Curitiba, 03 de Junho de 2013.

NATALICIO FERREIRA LEITE
Químico Dr CRQ 09200601

JOSÉ LAURENTINO FERREIRA
Técnico Químico CRQ 09401027
Gerente do Laboratório

Os resultados são restritos ao material recebido/ensaiado no TECPAR. Este documento só poderá ser reproduzido por inteiro.

Centro de Ensaios Tecnológicos Laboratório de Agroquímica

Relatório de Ensaios Tecpar Nº 13004613

Revisão 00

Cliente: UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
Endereço: Avenida Colombo, 5790 - Maringá / PR
Período de realização dos ensaios: 24/05/2013 a 03/06/2013- primeira coleta

1. MATERIAL

Amostra: Água poço cacimba-Ponto D

Local de coleta: Icaraima / PR

Responsavel pela coleta: Marta Gaspar Sala

2. METODOLOGIA

2.1. Multiresíduos de agrotóxicos

Método de ensaio: cromatografia a líquido com detecção por espectrometria de massas sequencial – LC-MS/MS.

Princípios ativos pesquisados: 3-hidroxi-carbofurano, abamectina, alacloro, aldicarbe, aldicarbe sulfona, aletrina, ametrina, atrazina, azinfós etílico, azinfós metílico, azoxistrobina, bifentrina, carbaril, carbendazina, carbofurano, carbosulfan, ciflutrina, cimoxamil, cipermetrinas, ciproconazol, ciprodinil, clofentezina, clomazona, clorfenvinfós, clorpirifós etílico, clorpirifós metílico, cresoxim metílico, deltametrina, diazinona, diclorvós, difenoconazol, dimetoato, disulfoton, diuron, epoxiconazol, etiona, etoprofós, fenamifós, fenarimol, fenhexamida, fenpiroximato, fenpropatrina, fentoato, fentiona, fipronil, fluazifop-p-butílico, flufenoxurom, fluometuron, flutriafol, forato, fosalona, fosfolan, fosmete, hexaconazol, hexazinona, hexitiazoxi, imazalil, imidacloprido, indoxacarbe, lambda-cialotrina, linuron, lufenuron, malationa, metalaxil metílico, metidationa, metiocarbe, metolacloro, metsulfurom metílico, mevinfós, oxamil, paraoxom, parationa etílica, penconazol, pendimetalina, permetrina, pirazofós, piridabem, pirimetanil, pirimicarbe, pirimifós etílico, pirimifós metílico, piriproxifem, procloraz, profenofós, promecarbe, prometrina, propanil, propargito, propiconazol, propoxur, simazina, tebuconazol, terbufós, tiabendazol, tiacloprido, tiametoxan, tiofanato metílico, tolclofós metílico, tolifluanida, triadimefom, triazofós, triclofon, trifloxistrobina, triflumizol e vamidotona.

2.2 Limites de quantificação: 5 µg/L para cada princípio ativo.

3. RESULTADO

Os princípios ativos pesquisados, acima relacionados, não foram detectados no material analisado. Curitiba, 03 de Junho de 2013.

NATALICIO FERREIRA LEITE
Químico Dr CRQ 09200601

JOSÉ LAURENTINO FERREIRA
Técnico Químico CRQ 09401027
Gerente do Laboratório

Os resultados são restritos ao material recebido/ensaiado no TECPAR. Este documento só poderá ser reproduzido por inteiro.

Centro de Ensaios Tecnológicos Laboratório de Agroquímica

Relatório de Ensaios Tecpar N° 13004613

Revisão 00

Cliente: UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
Endereço: Avenida Colombo, 5790 - Maringá / PR
Período de realização dos ensaios: 24/05/2013 a 03/06/2013 primeira coleta

1. MATERIAL

Amostra: Água –arrozal Ponto E

Local de coleta: Icaraima / PR

Responsavel pela coleta: Marta Gaspar Sala

2. METODOLOGIA

2.1. Multiresíduos de agrotóxicos

Método de ensaio: cromatografia a líquido com detecção por espectrometria de massas sequencial – LC-MS/MS.

Princípios ativos pesquisados: 3-hidroxi-carbofurano, abamectina, alacloro, aldicarbe, aldicarbe sulfona, aletrina, ametrina, atrazina, azinfós etílico, azinfós metílico, azoxistrobina, bifentrina, carbaril, carbendazina, carbofurano, carbosulfan, ciflutrina, cimoxamil, cipermetrinas, ciproconazol, ciprodinil, clofentezina, clomazona, clorfenvinfós, clorpirifós etílico, clorpirifós metílico, cresoxim metílico, deltametrina, diazinona, diclorvós, difenoconazol, dimetoato, disulfoton, diuron, epoxiconazol, etiona, etoprofós, fenamifós, fenarimol, fenhexamida, fenpiroximato, fenpropatrina, fentoato, fentiona, fipronil, fluazifop-p-butílico, flufenoxurom, fluometuron, flutriafol, forato, fosalona, fosfolan, fosmete, hexaconazol, hexazinona, hexitiazoxi, imazalil, imidacloprido, indoxacarbe, lambda-cialotrina, linuron, lufenuron, malationa, metalaxil metílico, metidationa, metiocarbe, metolacloro, metsulfurom metílico, mevinfós, oxamil, paraoxom, parationa etílica, penconazol, pendimetalina, permetrina, pirazofós, piridabem, pirimetanil, pirimicarbe, pirimifós etílico, pirimifós metílico, piriproxifem, procloraz, profenofós, promecarbe, prometrina, propanil, propargito, propiconazol, propoxur, simazina, tebuconazol, terbufós, tiabendazol, tiacloprido, tiametoxan, tiofanato metílico, tolclofós metílico, tolifluanida, triadimefom, triazofós, triclofon, trifloxistrobina, triflumizol e vamidotona.

2.2 Limites de quantificação: 5 µg/L para cada princípio ativo.

3. RESULTADO

Os princípios ativos pesquisados, acima relacionados, não foram detectados no material analisado. Curitiba, 03 de Junho de 2013.

NATALICIO FERREIRA LEITE
Químico Dr CRQ 09200601

JOSÉ LAURENTINO FERREIRA
Técnico Químico CRQ 09401027
Gerente do Laboratório

Os resultados são restritos ao material recebido/ensaiado no TECPAR. Este documento só poderá ser reproduzido por inteiro.

Centro de Ensaios Tecnológicos Laboratório de Agroquímica

Relatório de Ensaios Tecpar N° 13004613

Revisão 00

Cliente: UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
Endereço: Avenida Colombo, 5790 - Maringá / PR
Período de realização dos ensaios: 11/09/2013 a 16/09/2013-segunda coleta

1. MATERIAL

Amostra: Água arrozal- Ponto A

Local de coleta: Tapira/ PR

Responsavel pela coleta: Marta Gaspar Sala

2. METODOLOGIA

2.1. Multiresíduos de agrotóxicos

Método de ensaio: cromatografia a líquido com detecção por espectrometria de massas sequencial – LC-MS/MS.

Princípios ativos pesquisados: 3-hidroxi-carbofurano, abamectina, alacloro, aldicarbe, aldicarbe sulfona, aletrina, ametrina, atrazina, azinfós etílico, azinfós metílico, azoxistrobina, bifentrina, carbaril, carbendazina, carbofurano, carbosulfan, ciflutrina, cimoxamil, cipermetrinas, ciproconazol, ciprodinil, clofentezina, clomazona, clorfenvinfós, clorpirifós etílico, clorpirifós metílico, cresoxim metílico, deltametrina, diazinona, diclorvós, difenoconazol, dimetoato, disulfoton, diuron, epoxiconazol, etiona, etoprofós, fenamifós, fenarimol, fenhexamida, fenpiroximato, fenpropatrina, fentoato, fentiona, fipronil, fluazifop-p-butílico, flufenoxurom, fluometuron, flutriafol, forato, fosalona, fosfolan, fosmete, hexaconazol, hexazinona, hexitiazoxi, imazalil, imidacloprido, indoxacarbe, lambda-cialotrina, linuron, lufenuron, malationa, metalaxil metílico, metidationa, metiocarbe, metolacloro, metsulfurom metílico, mevinfós, oxamil, paraoxom, parationa etílica, penconazol, pendimetalina, permetrina, pirazofós, piridabem, pirimetanil, pirimicarbe, pirimifós etílico, pirimifós metílico, piriproxifem, procloraz, profenofós, promecarbe, prometrina, propanil, propargito, propiconazol, propoxur, simazina, tebuconazol, terbufós, tiabendazol, tiacloprido, tiametoxan, tiofanato metílico, tolclofós metílico, tolfluanida, triadimefom, triazofós, triclorfon, trifloxistrobina, triflumizol e vamidotona.

2.2 Limites de quantificação: 5 µg/L para cada princípio ativo.

3. RESULTADO

Os princípios ativos pesquisados, acima relacionados, não foram detectados no material analisado. Curitiba, 03 de Junho de 2013.

NATALICIO FERREIRA LEITE
Químico Dr CRQ 09200601

JOSÉ LAURENTINO FERREIRA
Técnico Químico CRQ 09401027
Gerente do Laboratório

Os resultados são restritos ao material recebido/ensaiado no TECPAR. Este documento só poderá ser reproduzido por inteiro.

Centro de Ensaios Tecnológicos Laboratório de Agroquímica

Relatório de Ensaios Tecpar N° 13004613

Revisão 00

Cliente: UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
Endereço: Avenida Colombo, 5790 - Maringá / PR
Período de realização dos ensaios: 11/09/2013 a 16/09/2013-segunda coleta

1. MATERIAL

Amostra: Água poço cacimba-Ponto B

Local de coleta: Rio Ivai, Icaraima / PR

Responsavel pela coleta: Marta Gaspar Sala

2. METODOLOGIA

2.1. Multiresíduos de agrotóxicos

Método de ensaio: cromatografia a líquido com detecção por espectrometria de massas sequencial – LC-MS/MS.

Princípios ativos pesquisados: 3-hidroxi-carbofurano, abamectina, alacloro, aldicarbe, aldicarbe sulfona, aletrina, ametrina, atrazina, azinfós etílico, azinfós metílico, azoxistrobina, bifentrina, carbaril, carbendazina, carbofurano, carbosulfan, ciflutrina, cimoxamil, cipermetrinas, ciproconazol, ciprodinil, clofentezina, clomazona, clorfenvinfós, clorpirifós etílico, clorpirifós metílico, cresoxim metílico, deltametrina, diazinona, diclorvós, difenoconazol, dimetoato, disulfoton, diuron, epoxiconazol, etiona, etoprofós, fenamifós, fenarimol, fenhexamida, fenpiroximato, fenpropatrina, fentoato, fentiona, fipronil, fluazifop-p-butílico, flufenoxurom, fluometuron, flutriafol, forato, fosalona, fosfolan, fosmete, hexaconazol, hexazinona, hexitiazoxi, imazalil, imidacloprido, indoxacarbe, lambda-cialotrina, linuron, lufenuron, malationa, metalaxil metílico, metidationa, metiocarbe, metolacloro, metsulfurom metílico, mevinfós, oxamil, paraoxom, parationa etílica, penconazol, pendimetalina, permetrina, pirazofós, piridabem, pirimetanil, pirimicarbe, pirimifós etílico, pirimifós metílico, piriproxifem, procloraz, profenofós, promecarbe, prometrina, propanil, propargito, propiconazol, propoxur, simazina, tebuconazol, terbufós, tiabendazol, tiacloprido, tiametoxan, tiofanato metílico, tolclofós metílico, tolifluanida, triadimefom, triazofós, triclorfon, trifloxistrobina, triflumizol e vamidotona.

2.2 Limites de quantificação: 5 µg/L para cada princípio ativo.

3. RESULTADO

Os princípios ativos pesquisados, acima relacionados, não foram detectados no material analisado.
Curitiba, 03 de Junho de 2013.

NATALICIO FERREIRA LEITE
Químico Dr CRQ 09200601

JOSÉ LAURENTINO FERREIRA
Técnico Químico CRQ 09401027
Gerente do Laboratório

Os resultados são restritos ao material recebido/ensaiado no TECPAR. Este documento só poderá ser reproduzido por inteiro.

Centro de Ensaios Tecnológicos Laboratório de Agroquímica

Relatório de Ensaios Tecpar N° 13004613

Revisão 00

Cliente: UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
Endereço: Avenida Colombo, 5790 - Maringá / PR
Período de realização dos ensaios: 11/09/2013 a 16/09/2013-segunda coleta

1. MATERIAL

Amostra: Água-arrozal- Ponto C

Local de coleta: Herculândia / PR

Responsavel pela coleta: Marta Gaspar Sala

2. METODOLOGIA

2.1. Multiresíduos de agrotóxicos

Método de ensaio: cromatografia a líquido com detecção por espectrometria de massas sequencial – LC-MS/MS.

Princípios ativos pesquisados: 3-hidroxi-carbofurano, abamectina, alacloro, aldicarbe, aldicarbe sulfona, aletrina, ametrina, atrazina, azinfós etílico, azinfós metílico, azoxistrobina, bifentrina, carbaril, carbendazina, carbofurano, carbosulfan, ciflutrina, cimoxamil, cipermetrinas, ciproconazol, ciprodinil, clofentezina, clomazona, clorfenvinfós, clorpirifós etílico, clorpirifós metílico, cresoxim metílico, deltametrina, diazinona, diclorvós, difenoconazol, dimetoato, disulfoton, diuron, epoxiconazol, etiona, etoprofós, fenamifós, fenarimol, fenhexamida, fenpiroximato, fenpropatrina, fentoato, fentiona, fipronil, fluazifop-p-butílico, flufenoxurom, fluometuron, flutriafol, forato, fosalona, fosfolan, fosmete, hexaconazol, hexazinona, hexitiazoxi, imazalil, imidacloprido, indoxacarbe, lambda-cialotrina, linuron, lufenuron, malationa, metalaxil metílico, metidationa, metiocarbe, metolacloro, metsulfurom metílico, mevinfós, oxamil, paraoxom, parationa etílica, penconazol, pendimetalina, permetrina, pirazofós, piridabem, pirimetanil, pirimicarbe, pirimifós etílico, pirimifós metílico, piriproxifem, procloraz, profenofós, promecarbe, prometrina, propanil, propargito, propiconazol, propoxur, simazina, tebuconazol, terbufós, tiabendazol, tiacloprido, tiametoxan, tiofanato metílico, tolclofós metílico, tolifluanida, triadimefom, triazofós, triclofon, trifloxistrobina, triflumizol e vamidotona.

2.2 Limites de quantificação: 5 µg/L para cada princípio ativo.

3. RESULTADO

Os princípios ativos pesquisados, acima relacionados, não foram detectados no material analisado. Curitiba, 03 de Junho de 2013.

NATALICIO FERREIRA LEITE
Químico Dr CRQ 09200601

JOSÉ LAURENTINO FERREIRA
Técnico Químico CRQ 09401027
Gerente do Laboratório

Os resultados são restritos ao material recebido/ensaiado no TECPAR. Este documento só poderá ser reproduzido por inteiro.

Centro de Ensaios Tecnológicos Laboratório de Agroquímica

Relatório de Ensaios Tecpar Nº 13004613

Revisão 00

Cliente: UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
Endereço: Avenida Colombo, 5790 - Maringá / PR
Período de realização dos ensaios: 11/09/2013 a 16/09/2013-segunda coleta

1. MATERIAL

Amostra: Água –poço cacimba Ponto D

Local de coleta: Icaraíma/PR

Responsavel pela coleta: Marta Gaspar Sala

2. METODOLOGIA

2.1. Multiresíduos de agrotóxicos

Método de ensaio: cromatografia a líquido com detecção por espectrometria de massas sequencial – LC-MS/MS.

Princípios ativos pesquisados: 3-hidroxi-carbofurano, abamectina, alacloro, aldicarbe, aldicarbe sulfona, aletrina, ametrina, atrazina, azinfós etílico, azinfós metílico, azoxistrobina, bifentrina, carbaril, carbendazina, carbofurano, carbosulfan, ciflutrina, cimoxamil, cipermetrinas, ciproconazol, ciprodinil, clofentezina, clomazona, clorfenvinfós, clorpirifós etílico, clorpirifós metílico, cresoxim metílico, deltametrina, diazinona, diclorvós, difenoconazol, dimetoato, disulfoton, diuron, epoxiconazol, etiona, etoprofós, fenamifós, fenarimol, fenhexamida, fenpiroximato, fenpropatrina, fentoato, fentiona, fipronil, fluazifop-p-butílico, flufenoxurom, fluometuron, flutriafol, forato, fosalona, fosfolan, fosmete, hexaconazol, hexazinona, hexitiazoxi, imazalil, imidacloprido, indoxacarbe, lambda-cialotrina, linuron, lufenuron, malationa, metalaxil metílico, metidationa, metiocarbe, metolacloro, metsulfurom metílico, mevinfós, oxamil, paraoxom, parationa etílica, penconazol, pendimetalina, permetrina, pirazofós, piridabem, pirimetanil, pirimicarbe, pirimifós etílico, pirimifós metílico, piriproxifem, procloraz, profenofós, promecarbe, prometrina, propanil, propargito, propiconazol, propoxur, simazina, tebuconazol, terbufós, tiabendazol, tiacloprido, tiametoxan, tiofanato metílico, tolclofós metílico, tolifluanida, triadimefom, triazofós, triclofon, trifloxistrobina, triflumizol e vamidotona.

2.2 Limites de quantificação: 5 µg/L para cada princípio ativo.

3. RESULTADO

Os princípios ativos pesquisados, acima relacionados, não foram detectados no material analisado. Curitiba, 03 de Junho de 2013.

NATALICIO FERREIRA LEITE
Químico Dr CRQ 09200601

JOSÉ LAURENTINO FERREIRA
Técnico Químico CRQ 09401027
Gerente do Laboratório

Os resultados são restritos ao material recebido/ensaiado no TECPAR. Este documento só poderá ser reproduzido por inteiro.

Centro de Ensaios Tecnológicos Laboratório de Agroquímica

Relatório de Ensaios Tecpar N° 13004613

Revisão 00

Cliente: UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
Endereço: Avenida Colombo, 5790 - Maringá / PR
Período de realização dos ensaios: 11/09/2013 a 16/09/2013-segunda coleta

1. MATERIAL

Amostra: Água-arrozal Ponto E

Local de coleta: Icaraima / PR

Responsavel pela coleta: Marta Gaspar Sala

2. METODOLOGIA

2.1. Multiresíduos de agrotóxicos

Método de ensaio: cromatografia a líquido com detecção por espectrometria de massas sequencial – LC-MS/MS.

Princípios ativos pesquisados: 3-hidroxi-carbofurano, abamectina, alacloro, aldicarbe, aldicarbe sulfona, aletrina, ametrina, atrazina, azinfós etílico, azinfós metílico, azoxistrobina, bifentrina, carbaril, carbendazina, carbofurano, carbosulfan, ciflutrina, cimoxamil, cipermetrinas, ciproconazol, ciprodinil, clofentezina, clomazona, clorfenvinfós, clorpirifós etílico, clorpirifós metílico, cresoxim metílico, deltametrina, diazinona, diclorvós, difenoconazol, dimetoato, disulfoton, diuron, epoxiconazol, etiona, etoprofós, fenamifós, fenarimol, fenhexamida, fenpiroximato, fenpropatrina, fentoato, fentiona, fipronil, fluazifop-p-butílico, flufenoxurom, fluometuron, flutriafol, forato, fosalona, fosfolan, fosmete, hexaconazol, hexazinona, hexitiazoxi, imazalil, imidacloprido, indoxacarbe, lambda-cialotrina, linuron, lufenuron, malationa, metalaxil metílico, metidationa, metiocarbe, metolacloro, metsulfurom metílico, mevinfós, oxamil, paraoxom, parationa etílica, penconazol, pendimetalina, permetrina, pirazofós, piridabem, pirimetanil, pirimicarbe, pirimifós etílico, pirimifós metílico, piriproxifem, procloraz, profenofós, promecarbe, prometrina, propanil, propargito, propiconazol, propoxur, simazina, tebuconazol, terbufós, tiabendazol, tiacloprido, tiametoxan, tiofanato metílico, tolclofós metílico, tolifluanida, triadimefom, triazofós, triclofon, trifloxistrobina, triflumizol e vamidotona.

2.2 Limites de quantificação: 5 µg/L para cada princípio ativo.

3. RESULTADO

Os princípios ativos pesquisados, acima relacionados, não foram detectados no material analisado. Curitiba, 03 de Junho de 2013.

NATALICIO FERREIRA LEITE
Químico Dr CRQ 09200601

JOSÉ LAURENTINO FERREIRA
Técnico Químico CRQ 09401027
Gerente do Laboratório

Os resultados são restritos ao material recebido/ensaiado no TECPAR. Este documento só poderá ser reproduzido por inteiro.

