**UTILIZAÇÃO DE DADOS DIGITAIS TM/LANDSAT E ANÁLISE DE
AGRUPAMENTOS NA DELIMITAÇÃO DAS UNIDADES DE SOLOS
DA PLANÍCIE DE INUNDAÇÃO DO RIO IVAÍ - PR.**

LUIZ CLAUDIO DE PAULA SOUZA

Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto Vettorazzi

**Tese apresentada à Escola Superior de
Agricultura “Luiz de Queiroz”, da
Universidade de São Paulo, para a
obtenção do título de Doutor em
Agronomia, Área de Concentração Solos
e Nutrição de Plantas.**

PIRACICABA

Estado de São Paulo - Brasil

Abril - 1997

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - Campus "Luiz de Queiroz"/USP

Souza, Luiz Claudio de Paula

Utilização de dados digitais TM/LANDSAT e análise de agrupamentos na delimitação das unidades de solos da planície de inundação do rio Ivaí - PR / Luiz Claudio de Paula Souza. - - Piracicaba, 1997.

143p. : il.

Tese (doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1997.

Bibliografia.

1. Imagem Landsat 2. Levantamento do solo 3. Rio Ivaí, PR 4. Sensoriamento remoto 5. Solo de várzea I. Título

**CDD 631.47
526.9823**

**UTILIZAÇÃO DE DADOS DIGITAIS TM/LANDSAT E ANÁLISE DE
AGRUPAMENTOS NA DELIMITAÇÃO DAS UNIDADES DE SOLOS
DA PLANÍCIE DE INUNDAÇÃO DO RIO IVAÍ - PR.**

LUIZ CLAUDIO DE PAULA SOUZA

Aprovada em: 03.06.1997

Comissão Julgadora:

Prof. Dr. Carlos Alberto Vettorazzi	ESALQ/USP/Piracicaba
Prof. Dr. Rubens Angulo Filho	ESALQ/USP/Piracicaba
Prof. Dr. Gilberto José Garcia	UNESP/Rio Claro
Prof. Dr. Sérgio Campos	UNESP/Botucatu
Prof. Dr. Lincoln Gehring Cardoso	UNESP/ Botucatu

Prof. Dr. Carlos Alberto Vettorazzi

(Orientador)

DEDICATÓRIA

A meus Pais DEODATO E IVETE pelo amor, carinho e
compreensão.

A minha noiva ELIZANE pelo amor e paciência.

Eu dedico

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Carlos Alberto Vettorazzi pela orientação, ajuda e amizade.

Ao Professor Hélio Olympio da Rocha pelas sugestões e auxílio no desenvolvimento do trabalho.

À Universidade Federal do Paraná - Departamento de Solos por possibilitar a utilização do laboratório de sensoriamento remoto no desenvolvimento deste trabalho.

Ao Luiz Gilberto Bertotti pelo auxílio na utilização dos programas SGI/SITIM - INPE.

Ao Professor Gilberto José Garcia pelas sugestões no momento da definição do tema deste trabalho.

Ao Instituto Ambiental do Paraná pelo empréstimo das imagens de satélite.

À Universidade Estadual de Ponta Grossa pela liberação de minhas atividades de ensino para cursar a Pós-graduação nesta Universidade.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE TABELAS	ix
RESUMO	xii
SUMMARY	xiv
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DA LITERATURA	4
2.1. Gênese das Planícies de Inundação	4
2.1.1. Diques marginais	6
2.1.2. Bacia de inundação	8
2.1.3. Barra de meandro	9
2.1.4. Terraço fluvial	9
2.2. Solos da Planície de Inundação	10
2.3. Sensoriamento Remoto em Estudos de Solos	11
2.3.1. Aplicações em áreas da planície de inundação	11
2.3.2. Aplicações em área bem drenadas	14
2.3.3. Dados espectrais e suas correlações com algumas características dos solos e vegetação	19
3. MATERIAL E MÉTODOS	24
3.1. Material	24
3.1.1. Características gerais da área de estudo	24

3.1.2. Material cartográfico	30
3.1.3. Fotografias aéreas	30
3.1.4. Imagens de satélite	30
3.1.5. Equipamentos	31
3.1.6. Softwares	31
3.2. Métodos	32
3.2.1. Seleção da área de estudo	32
3.2.2. Desenvolvimento da grade de interpretação e coleta dos níveis de cinza	33
3.2.3. Registro das imagens	36
3.2.4. Tratamento das imagens	36
3.2.5. Análise estatística	36
3.2.6. Trabalho de campo	40
3.2.7. Análise do solo	41
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	42
4.1. Análise de Agrupamentos e o Comportamento dos Níveis de Cinza	42
4.1.1. Unidade HGP1	42
4.1.2. Unidade HGP3	47
4.1.3. Unidade A1	51
4.1.4. Unidade PV1	55
4.1.5. Unidade PV2	59
4.1.6. Unidade PE1	63

4.1.7. Unidade HGP5	65
4.1.8. Unidade HGP9	68
4.1.9. Unidade HGP10	70
4.1.10. Unidade HGP11	73
4.1.11. Unidade HAQ2	76
4.1.12. Unidades de mapeamento HGP2, CG1, C1, PL1, PL3, HGH3	79
4.2. Características Gerais das Classes de Solos	79
4.2.1. Unidade HGP1	80
4.2.2. Unidade HGP3	84
4.2.3. Unidade A1	85
4.2.4. Unidade PV1	86
4.2.5. Unidade PV2	87
4.2.6. Unidade PE1 e HGP10	89
4.2.7. Unidade HGP5	90
4.2.8. Unidade HGP9	91
4.2.9. Unidade HGP11	92
4.2.10. Unidade HAQ2.....	93
4.3. Comportamento dos Níveis de Cinza na Discriminação das Unidades de Solo.	96
5. CONCLUSÕES	102
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	104

APÊNDICE 1: ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS	116
APÊNDICE 2: DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA DOS PERFIS	122
APÊNDICE 3 : CARACTERIZAÇÃO GERAL DA UNIDADE	132

LISTA DE FIGURAS

FIGURAS	Página
Figura 1 - Localização da área de estudo no Estado do Paraná.....	25
Figura 2 - Levantamento semidetalhado dos solos de parte da planície de inundação rio Ivai - PR (CARVALHO et al. 1989), abrangendo a área de estudo.....	29
Figura 3 - Visão das modificações na grade de interpretação preconizada por ROCHA (1993)	35
Figura 4 - Exemplo hipotético de um dendrograma.....	37
Figura 5 - Diagrama de blocos com representação da obtenção do pictograma	39
Figura 6 - Dendrograma parcial da unidade de mapeamento HGP1	43
Figura 7 - Pictograma da unidade de mapeamento HGP1 mostrando os agrupamentos menor (Azul) e maior (Verde) discriminados na análise de agrupamentos	45
Figura 8 - Dendrograma parcial da unidade de mapeamento HGP3	48
Figura 9 - Pictograma da unidade de mapeamento HGP3 mostrando os agrupamentos menor (Azul) e maior (Verde) discriminados na análise de agrupamentos	50
Figura 10 - Dendrograma parcial da unidade de mapeamento A1	52
Figura 11 - Pictograma da unidade de mapeamento A1 mostrando os agrupamentos menor (Azul) e maior (Verde) discriminados na análise de agrupamentos	53
Figura 12 - Dendrograma parcial da unidade de mapeamento PV1	56

Figura 13 - Pictograma da unidade de mapeamento PV1 mostrando os agrupamentos menor (Azul) e maior (Verde) discriminados na análise de agrupamentos	58
Figura 14 - Dendrograma parcial da unidade de mapeamento PV2	60
Figura 15 - Pictograma da unidade de mapeamento PV2 mostrando os agrupamentos menor (Azul) e maior (Verde) discriminados na análise de agrupamentos ..	61
Figura 16 - Pictograma da unidade de mapeamento PE1 mostrando os agrupamentos menor (Azul) e maior (Verde) discriminados na análise de agrupamentos ..	64
Figura 17 - Pictograma da unidade de mapeamento HGP5 mostrando os agrupamentos menor (Azul) e maior (Verde) discriminados na análise de agrupamentos ..	66
Figura 18 - Pictograma da unidade de mapeamento HGP9 mostrando os agrupamentos menor (Azul) e maior (Verde) discriminados na análise de agrupamentos	69
Figura 19 - Pictograma da unidade de mapeamento HGP10 mostrando os agrupamentos menor (Azul) e maior (Verde) discriminados na análise de agrupamentos	72
Figura 20 - Pictograma da unidade de mapeamento HGP11 mostrando os agrupamentos menor (Azul) e maior (Verde) discriminados na análise de agrupamentos	75
Figura 21 - Pictograma da unidade de mapeamento HAQ2 mostrando os agrupamentos menor (Azul) e maior (Verde) discriminados na análise de agrupamentos	77
Figura 22 - Visão geral dos agrupamentos menores determinados pela análise de agrupamentos nas unidades de mapeamentos encontradas no Levantamento semidetalhado dos solos da planície de inundação do rio Ivai - PR (CARVALHO et al., 1989)	95

LISTA DE TABELAS

TABELA	Página
Tabela 1- Unidades de mapeamento ocorrentes na área de estudo e algumas informações relevantes tais como: textura, cor, matéria orgânica, condição de drenagem e inclusões.....	28
Tabela 2 - Ponto de corte dos dendrogramas para cada unidade de mapeamento encontrada na área de estudo	38
Tabela 3 - Informações sobre os níveis de cinza das bandas 1,2,3,4,5 e 7, correspondentes à unidade de mapeamento HGP1, agrupamento menor(<) e agrupamento maior(>).....	46
Tabela 4 - Informações sobre os níveis de cinza das bandas 1, 2, 3, 4, 5 e 7 correspondente aos solos Podzólico (Pd), Plintossolo (Pl) e Cambissolo (Cb)	47
Tabela 5 - Informações sobre os níveis de cinza das bandas 1,2,3,4,5 e 7, correspondentes à unidade de mapeamento HGP3, agrupamento menor(<) e agrupamento maior(>).....	51
Tabela 6 - Informações sobre os níveis de cinza das bandas 1,2,3,4,5 e 7, correspondentes à unidade de mapeamento A1, agrupamento menor(<) e agrupamento maior(>).....	54

Tabela 7 - Informações sobre os níveis de cinza das bandas 1,2,3,4,5 e 7, correspondentes à unidade de mapeamento PV1, agrupamento menor(<) e agrupamento maior(>).....	59
Tabela 8 - Informações sobre os níveis de cinza das bandas 1,2,3,4,5 e 7, correspondentes à unidade de mapeamento PV2, agrupamento menor(<) e agrupamento maior(>).....	62
Tabela 9 - Informações sobre os níveis de cinza das bandas 1,2,3,4,5 e 7, correspondentes à unidade de mapeamento PE1, agrupamento menor(<) e agrupamento maior(>).....	63
Tabela 10 - Informações sobre os níveis de cinza das bandas 1,2,3,4,5 e 7, correspondentes à unidade de mapeamento HGP5, agrupamento menor(<) e agrupamento maior(>)	67
Tabela 11 - Informações sobre os níveis de cinza das bandas 1,2,3,4,5 e 7, correspondentes à unidade de mapeamento HGP9, agrupamento menor(<) e agrupamento maior(>).....	70
Tabela 12 - Informações sobre os níveis de cinza das bandas 1,2,3,4,5 e 7, correspondentes à unidade de mapeamento HGP10, agrupamento menor(<) e agrupamento maior(>)	71
Tabela 13 - Informações sobre os níveis de cinza das bandas 1,2,3,4,5 e 7, correspondentes à unidade de mapeamento HGP11, agrupamento menor(<) e agrupamento maior(>)	76

Tabela 14 - Informações sobre os níveis de cinza das bandas 1,2,3,4,5 e 7, correspondentes à unidade de mapeamento HAQ2, agrupamento menor(<) e agrupamento maior(>)	78
--	----

**“UTILIZAÇÃO DE DADOS DIGITAIS TM/LANDSAT E ANÁLISE DE
AGRUPAMENTOS NA DELIMITAÇÃO DAS UNIDADES DE SOLOS NA
PLANÍCIE DE INUNDAÇÃO DO RIO IVAI-PR.”**

Autor: Luiz Claudio de Paula Souza

Orientador: Carlos Alberto Vettorazzi

RESUMO

Este trabalho teve por objetivo avaliar a potencialidade da utilização de dados orbitais digitais, em níveis de cinza, na análise de agrupamentos, bem como a aplicabilidade do pictograma como “guia” no reconhecimento de unidades fisiográficas e seus respectivos solos, na planície de inundação do rio Ivai-PR. A área de estudo localiza-se na região noroeste do Estado do Paraná, próximo à cidade de Querência do Norte, entre as coordenadas UTM 7426 km e 7436 km S e 246 km e 252 km W, com meridiano central 51°.

Para a coleta dos níveis de cinza da imagem de satélite TM/LANDSAT, nas bandas 1, 2, 3, 4, 5 e 7, utilizou-se as unidades de mapeamento descritas por CARVALHO et al. (1989) e uma grade onde a unidade básica possui dimensões de 90 m X 90 m, totalizando nove (9) pixels; deste total obteve-se a média, a qual foi utilizada na análise de agrupamentos, onde os resultados foram expressos em dendrogramas. Esses dendrogramas foram interpretados, permitindo a extração de diferentes agrupamentos. As unidades básicas de cada agrupamento foram identificadas,

para posteriormente elaborar-se o pictograma. Para os agrupamentos identificados no pictograma foram descritos perfis e coletada uma amostra por horizonte, as quais foram submetidas a análises laboratoriais (granulometria e química) para fins de classificação de solos.

Dos resultados obtidos foi possível concluir que: a) a análise de agrupamentos, associada à metodologia preconizada por ROCHA (1993), mostrou-se eficiente na identificação de diferentes classes de solo e b) a aplicação do pictograma foi de fundamental importância na delimitação das unidades de solo.

**“THE USE OF TM/LANDSAT DATA AND CLUSTER ANALYSIS IN THE
DELIMITATION OF SOIL UNITS ON FLOODPLAINS OF IVAÍ RIVER, STATE
OF PARANÁ”.**

Author: Luiz Claudio de Paula Souza

Adviser: Prof. Dr. Carlos Alberto Vettorazzi

SUMMARY

This project aims at the evaluation of potentiality of the use of digital orbital data, in gray levels, in cluster analysis, as well as the applicability of pictogram as a “guide” to recognition of phisiographic units and its respective soils, on the floodplains of Ivai river, state of Paraná. The study area is located in the northwestern region of the state of Paraná, near Querência do Norte city, between UTM coordinates 7426 km and 7436 km S, 246 km and 252 km W with central meridian 51 degrees.

For the collection of gray levels from the TM/LANDSAT image, in the TM-1, TM-2, TM-3, TM-4, TM-5 and TM-7 bands, mapping units were used, as described by CARVALHO et al. (1989) and a grade with a 90 m x 90 m, with a total of nine (9) pixels; out of this total, it was obtained the average, on which the cluster analysis was applied, and the results were espressed in dendrograms. These dendrograms were interpreted, enabling the extration of different clusters. The basic units of each cluster were identified for the following elaboration of pictogram. For the clusters identified in the pictogram the soil profiles were described and a sample for each horizon was collected,

which were undergone laboratorial analysis (granulometry and chemistry) in order to classify the soils.

The final results enabled the following main conclusions: a) the cluster analysis, associated with the methodology conceived by ROCHA (1993), was efficient in the identification of different types of soils; and b) the application of pictogram was considered of fundamental importance to demarcation of soil units.

1. INTRODUÇÃO

A fotografia aérea proporcionou um avanço extraordinário aos trabalhos de levantamento de solos, reduzindo significativamente as atividades de campo, custos, mão-de-obra e aumentando a precisão dos limites das unidades de solos mapeadas. Com o advento do sensoriamento remoto orbital, uma nova fronteira de conhecimento se vislumbrou, marcando com isto uma nova fase no trabalho de levantamento de solos.

Observando os trabalhos desenvolvidos na área de sensoriamento remoto orbital não se pode identificar claramente períodos evolutivos desta técnica, mas pode-se perceber formas diferentes de interpretação de imagens orbitais, tal como a análise visual das imagens em papel fotográfico, utilizando elementos de interpretação já utilizados com êxito em fotografias aéreas. Outros trabalhos foram desenvolvidos mostrando uma maior utilização de imagens digitais e tratamento em computadores, uma vez que as informações obtidas em níveis de cinza nas diferentes bandas de uma imagem de satélite, quando processadas por computadores, podem ser muito superiores às obtidas através da interpretação visual.

Sabe-se que as informações em níveis de cinza presentes em uma imagem refletem em grande parte algumas características da superfície terrestre, tais como vegetação, umidade, matéria orgânica e outras. Desta forma, a utilização de imagens orbitais associadas aos recursos matemáticos e computacionais e as características intrínsecas do solo podem vir a ser um novo marco nos processos de levantamento de solos e dos recursos naturais, facilitando o estabelecimento dos limites das unidades de mapeamento.

A análise de agrupamentos aplicada a levantamento de solos juntamente com imagens de satélite tem mostrado bons resultados apesar do pequeno numero de trabalhos. Além disso, esta técnica é eficiente na interpretação de um grande numero de informações como é o caso dos níveis de cinza das diferentes bandas e de outros aspectos relevantes ao estudo de solo.

Outro aspecto importante na utilização da análise de agrupamento é que diminui-se a influência humana na interpretação das imagens orbitais, consequentemente a delimitação de unidades de mapeamento tende a se processar com base em um rígido processo de interpretação.

As planícies de inundação, quando intocadas, são de difíceis investigações, pois se encontram permanentemente ou em grande parte do ano inundadas, dificultando o acesso. Já, quando colocadas no processo produtivos, as alterações promovidas no solo e no ambiente ao redor são expressivas, o que pode facilitar até certo ponto o acesso dos investigadores, mas ao mesmo tempo promove a perda do referencial dos solos de várzea.

O sensoriamento remoto orbital pode vir a ser um grande aliado nas investigações ambientais em planícies de inundação, propiciando o conhecimento, o acompanhamento de sua ocupação em áreas ainda não exploradas e o desenvolvimento de áreas já colocadas no processo produtivo, facilitando por conseguinte o estabelecimento de prioridades na exploração dessas planícies.

Este trabalho tem como objetivos principais:

i) avaliar a potencialidade do emprego de níveis de cinza, obtidos a partir de imagens orbitais digitais, como variáveis em análise de agrupamentos visando à discriminação de solos e suas unidades fisiográficas em área de várzea.

ii) determinar a aplicabilidade de pictogramas obtidos através da análise de agrupamentos, como “guia” para reconhecimento e delimitação de unidades fisiográficas e respectivos solos em áreas de várzea.

2. REVISÃO DA LITERATURA

O atual conhecimento de nossos solos de planícies de inundação está refletido na escassa bibliografia disponível, principalmente no que se refere aos objetivos desta pesquisa. Com a intenção de ordenar a seqüência dos atuais conhecimentos, para os propósitos deste trabalho, optou-se pela divisão da revisão de literatura em três compartimentos distintos porém interligados, que são: gênese das planícies de inundação, solos e sensoriamento remoto orbital.

2.1. Gênese das Planícies de Inundação

Existem vários conceitos de planícies de inundação, os quais estão intimamente ligados aos objetivos das respectivas pesquisas (CHRISTOFOLETTI, 1981). Para THORNBURY (1969), as planícies de inundação são formadas essencialmente pela acumulação fluvial. Já LEOPOLD et al. (1964) definem planícies de inundação como sendo uma deposição de causa climática, ocorrida após uma mudança tectônica ou hidrológica. CHRISTOFOLETTI (1981) tem como definição de planície de inundação, uma faixa do vale fluvial que é composta de sedimentos aluviais, sendo bordejada por um canal fluvial que transborda periodicamente. As planícies de inundação também podem ser definidas como um terreno baixo, bordejado por um canal

fluvial e que está localizado entre duas encostas (COLEMAN, 1969). Para FREIRE & NOVAIS (1980), as planícies de inundação são formadas pela deposição de material transportado pelos cursos d'água ou trazidos das encostas através de processos erosivos. Já para RASSINI (1984), as planícies de inundação são áreas que estão sujeitas ao excesso de umidade, a processos de redução e alta variabilidade de solos e que apresentam uma vegetação de mata ou campo higrófilo.

Se houvesse apenas o processo de sedimentação na formação das planícies de inundação, estas em pouco tempo não seriam mais submetidas à deposição, devido a elevação topográfica da várzea. Desta forma, LEOPOLD et al. (1964) sugerem mecanismos que contrabalançam os processos de sedimentação por transbordamento da seguinte forma: a) a progressiva migração do rio, removendo parcelas da planície de inundação, limitando com isto a elevação da superfície; b) quando os transbordamentos estão carentes de material sedimentar; e c) mesmo estando com carga sedimentar alta, o rio corre com velocidade elevada, ocasionando erosão do leito do canal e a não deposição deste material.

TRICART (1966) comenta que a movimentação do canal fluvial, mais conhecida como sedimentação lateral, depende da qualidade do material em suspensão, o que pode aumentar ou diminuir o solapamento da margem côncava.

WOLMAN & LEOPOLD (1957) citam uma classificação simples que divide os sedimentos aluviais em laterais e verticais, onde a sedimentação lateral é proveniente da migração do canal, com redistribuição do material erodido e a sedimentação vertical promove o transbordamento por sobre o leito do rio.

HAPP et al. (1940) já propunha uma classificação mais detalhada, com as seguintes etapas: a) criação do canal; b) sedimentação vertical; c) alargamento em

leque da planície de inundação; d) colúviação; e) sedimentação lateral; e f) formação de canais fechados.

THORNBURY (1969) descreve também outras formas de sedimentação, tais como: barras de canal; barras de meandro; diques marginais ; meandro abandonado; depósito de pântanos fluviais e cones aluviais. Um modelo clássico das formas que podem ser encontradas em uma planície de inundação é apresentado por LEOPOLD et al.(1964), sendo constituído dos seguintes itens: a) canal do rio; b) meandro abandonado ou lago deste, representado por uma porção da curva do rio; c) barras de meandro, deposição de material no lado convexo da curva do rio; d) meandros "scroll", que são depressões e elevações sobre o lado convexo de uma curva; e) bacias, formadas pelas depressões de meandros abandonados; f) diques marginais, normalmente adjacentes ao canal e encontrados na margem côncava; g) bacia de inundação, depósitos de sedimentos finos, normalmente encontrados entre os diques e os terraços; e h) leques, depósitos de material grosseiro em forma de leque.

BIGARELLA & SUGUIO (1979) concordam com a descrição existente dos processos de deposição citados no parágrafo anterior e acrescentam outro processo de deposição, denominado de "espargimento de crevassas". Os mesmos autores citam que a importância relativa dos processos dependem do tipo de enchente e da disponibilidade e diâmetro dos detritos. BIGARELLA & MOUSINHO (1965) condicionam os processos de erosão e de sedimentação e elevação ao rebaixamento do nível de base local ou regional.

2.1.1. Diques marginais

Os diques marginais normalmente são encontrados margeando o canal fluvial e são formados pela deposição de sedimentos. Esta deposição ocorre logo

após o transbordamento, devido a perda de velocidade das águas e ao peso das partículas (BIGARELA & SUGUIO, 1979). Este conceito pode ser complementado por THORNBURY (1969), citando que os diques são ligeiramente inclinados e a porção mais alta se encontra próxima ao canal, fator que melhora as condições de drenagem.

Mesmo ocorrendo os processos erosivos, juntamente com os processos de sedimentação, podem ser encontrados remanescentes dos diques marginais ao lado dos canais de meandro abandonados (THORNBURY, 1969).

LEOPOLD et al. (1964) demonstraram que o dique marginal normalmente se encontra na margem côncava do canal, quando formado de material fino, devido à baixa velocidade das águas do canal fluvial, fazendo com que as partículas maiores fiquem no fundo e somente as partículas menores estejam no transbordamento, o que acarreta a formação de diques quase imperceptíveis.

SAKAMOTO (1960) também descreve que os diques marginais são formados por material grosseiro, mas complementa esta informação afirmando que a distribuição das partículas na formação do dique não é uniforme e que quanto mais longe do canal fluvial menor o diâmetro das partículas.

O dique, segundo ALLEN (1970), pode atingir dimensões variadas. Pode ter uma largura que varia da metade até quatro vezes a largura do canal, e a altura pode variar de alguns centímetros até oito metros, acrescentando que isto depende do tamanho do rio e do calibre do material que está sendo transportado. COLEMAN (1969) cita que a taxa de acumulação dependerá do regime de inundação e se esta taxa for anual, a formação do dique será mais rápida.

O rompimento do dique marginal, segundo BIGARELLA & SUGUIO (1979), HUNGRIA et al.(s.d.) e BUCKMAN & BRADY (1967), proporcionaria a deposição de grande parte da carga de fundo do canal fluvial,

originando um depósito na forma de leque. Para COLEMAN (1969) e ALLEN (1970), o processo descrito acima denomina-se recobrimento e pode atingir de poucos centímetros até metros de espessura. Para BIGARELLA & SUGUIO (1979), esta forma de deposição é denominada de espargimento de crevassas.

2.1.2. Bacia de inundação

A bacia de inundação, de uma maneira geral, está localizada abaixo do nível de água do canal fluvial, sendo composta de material fino que se encontra na água de inundação e que se sedimenta com o passar do tempo (ALLEN, 1970). Ainda o mesmo autor comenta que a taxa de acumulação de sedimentos é extremamente lenta.

ALLEN (1970) cita em sua obra uma seqüência de quatro fases, para explicar o processo geral de sedimentação nas bacias de inundação, que são: 1) transbordamento das águas do canal fluvial; 2) enchimento da bacia de inundação; 3) esvaziamento da bacia de inundação; e 4) secamento da bacia de inundação e início de um processo de modificação de sedimentos.

Outras informações, como localização da bacia de inundação, são citadas por CHRISTOFOLETTI (1981), que diz encontrarem-se estas adjacentes às faixas dos canais meândricos ativos ou abandonados. Estas áreas funcionam como locais de decantação de material fino, trazido pelos transbordamentos. Ainda com referência à localização, HUNGRIA et al. (s.d.) e BIGARELLA & SUGUIO (1979) citam que a bacia de inundação localiza-se na parte central da planície de inundação, onde o lençol freático é mais superficial e onde podem também ocorrer depósitos de matéria orgânica.

2.1.3. Barra de meandro

Barra de meandro é constituída de cordões de barra e se caracteriza pela deposição de material pouco selecionado e de forma cíclica na margem convexa do canal fluvial (BIGARELLA & SUGUIO, 1979). THORNBURY (1969), COLEMAN (1969) e CHRISTOFOLETTI (1981) acrescentam que as barras crescem por adição lenta e que acompanham a migração do canal fluvial. Também se caracterizam por apresentar relevo com ondulações.

2.1.4. Terraço fluvial

O terraço fluvial também é um componente da planície de inundação e se caracteriza por possuir uma superfície plana ou quase plana onde, em direção à bacia de inundação, apresenta uma escarpa e de outro lado limitado por uma topografia mais elevada, ou por uma escarpa de um terraço mais alto (CHRISTOFOLETTI, 1981).

Terraço também pode ser definido como uma planície de inundação abandonada (LEOPOLD et al., 1964), podendo apresentar mecanismos de processos deposicionais do canal fluvial, tais como: cordões marginais convexos; diques marginais e bacia de inundação. PARSONS & HERRIMAN (1970) realizaram um estudo sobre quatro superfícies geomorfológicas e constataram que os terraços baixos, apresentando evidência de meandros abandonados e barras de meandro, estão sujeitos a inundações periódicas. Já os terraços médios, somente são inundados quando a enchente é de grande porte.

2.2. Solos da Planície de Inundação

Os solos de várzea, na classificação de solos usada em levantamentos pedológicos do Brasil conforme CAMARGO et al. (1987), apresentam as seguintes características:

a) HIDROMÓRFICO CINZENTO: Esta classe apresenta horizonte glei que pode ou não ser coincidente com horizonte B textural, mas não deve haver mudança textural abrupta e pode ou não ter horizonte E.

b) GLEI HÚMICO: Deve apresentar horizonte A turfoso, húmico ou proeminente e horizonte glei não coincidente com horizonte B textural. Não deve apresentar material sulfídrico ou horizonte sulfúrico.

c) GLEI POUCO HÚMICO: Apresenta todas as características da classe GLEI HÚMICO, com exceção do horizonte A que deve ser moderado.

d) GLEI TIOMÓRFICO: Constituído por material sulfídrico ou horizonte sulfúrico.

e) VERTISSOLO: Solos minerais com 30% ou mais de argila, sendo esta de atividade alta, sofrendo alteração de volume de acordo com a variação de umidade, formando com isto superfícies de fricção e estrutura em forma de cunha ou micro relevo "gilgai".

f) CAMBISSOLOS: São solos minerais, normalmente não hidromórficos, com horizonte B incipiente não apresentando gleização expressiva e não

sendo plântico. O horizonte B pode ser precedido por qualquer horizonte A, exceto o turfoso.

g) PLINTOSSOLO: Solos minerais apresentando horizonte plântico coincidente ou não com horizonte B textural, podendo ocorrer a presença do horizonte E. Desprovidos ou apresentando poucas concreções e nódulos provenientes do endurecimento da plintita.

h) SOLOS ALUVIAIS: Normalmente não hidromórficos, apresentando seqüência de horizontes A, C, podendo ser formados de depósitos fluviais ou lacustres recentes e estratificados.

i) SOLOS ORGÂNICOS NÃO TIOMÓRFICOS: Solos hidromórficos constituídos de material normalmente orgânicos e sem presença de material sulfídrico ou horizonte sulfúrico.

2.3. Sensoriamento Remoto em Estudos de Solos

Neste ítem serão apresentados diversos trabalhos desenvolvidos na área de solos, mostrando as diferentes metodologias utilizadas, bem como seus resultados na busca da delimitação fisionômica dos solos que compõem a paisagem aluvial.

2.3.1. Aplicações em áreas da planície de inundação

THOMPSON & HENDERSON (1984) estudaram o comportamento de solos aluviais através de imagens orbitais, onde identificaram que a

maior correspondência entre imagens orbitais e unidades de mapeamento foram encontradas nas bandas TM4, TM5 e TM6. Mostram também que a banda do infravermelho termal apresentou boas informações sobre solos e vegetação, mesmo considerando a resolução espacial de 120 metros. As áreas que deram melhores respostas estavam cultivadas com soja, algodão e arroz e apresentavam drenagem variando entre pobre e moderadamente drenada.

OEMSEY & BLANCHARD (1985) identificaram áreas inundadas com a utilização de um sistema ativo de microondas. A banda L mostrou-se eficiente na separação de áreas inundadas e não inundadas mesmo quando recobertas por vegetação. Ressaltam, porém, que as variações na densidade, tamanho e tipo de folha da vegetação podem alterar as respostas nas imagens.

ESPINDOLA (1986), avaliando as características físicas dos manguezais de Cananéia-Iguape (SP), com a utilização de imagens MSS Landsat, constatou que a área de estudo foi perfeitamente identificada por imagens da banda 7, devido às características de umidade do local. Já a faixa espectral da luz visível foi muito restrita para o trabalho.

ABDON et al. (1986), buscando identificar e quantificar as áreas de mangue, suas vegetações, bem como a ocupação no período compreendido entre 1979 e 1984, concluíram que o classificador K-média separou adequadamente a vegetação de mangue dos demais tipos de vegetação, quando utilizado nas faixas do infravermelho próximo e infravermelho médio. Já a utilização do classificador máxima verossimilhança (MaxVer) foi mais eficiente na separação da vegetação alta e média.

MIRANDA et al. (1990), através do sensoriamento remoto orbital, quantificaram áreas de manguezais no Estado do Ceará. A metodologia empregada foi a interpretação visual seguida de uma caracterização espectral dos

manguezais e classificação de imagens para as bandas TM3, TM4 e TM5. É importante ressaltar que nesse trabalho não se teve a preocupação da diferenciação e quantificação dos solos componentes dos manguezais.

WILLIANSO (1989), estudando comportamento da reflectância espectral dos solos e arbustos de regiões semi-áridas, identificou a possibilidade de separação dos solos da planície de inundação (arenosos ou não), salinos, compactados e de outros componentes da paisagem através de respostas espectrais. O autor relata que o índice de vegetação e o índice de vegetação normalizado são boas ferramentas na identificação de diferentes tipos de vegetação ocorrentes sobre um mesmo tipo de solo, mas não apresenta os mesmos resultados quando se trata de uma espécie vegetal ocorrente sobre diversos tipos de solos. O autor descreve a importância da reflectância do solo nesse trabalho, uma vez que a vegetação do semi-árido não cobre totalmente o solo.

FRANTZ et al. (1990), caracterizando os ambientes paludais (turfeiras) da planície costeira do Rio Grande do Sul, constataram que os alvos foram melhor visualizados na composição colorida TM2 ou TM3, TM4 e TM5 ou TM7 respectivamente R, G e B, as quais foram tratadas com ampliação linear de contraste, divisão de canais e componentes principais. Os depósitos orgânicos foram identificados através da vegetação e ou associação característica de vegetações, as quais também estão relacionadas às condições de umidade, mostrando neste caso haver uma relação entre solo e vegetação natural.

PEREZ FILHO et al. (1992) utilizaram o sensoriamento remoto para mapeamento de solos hidromórficos na planície de inundação do Rio Moji-Guaçu (SP). Nesse trabalho fez-se o cruzamento de informações obtidas em fotografias aéreas, as quais foram consideradas como verdade terrestre, mapas de solos a nível de semi-

detalhe e imagens orbitais. Concluíram que para a delimitação de solos hidromórficos é necessário um acompanhamento a nível de campo. É importante ressaltar que o trabalho em questão não faz um mapeamento dos solos da planície de inundação, mas sim uma delimitação da planície de inundação.

SOUZA & ROCHA (1996), utilizando a aplicação dos classificadores MaxVer, paralelepípedo e mínima distância, e composições coloridas TM5, TM4 e TM3 e TM5, TM4 e S (transformação IHS), seguidas de uma interpretação visual, observaram que a interpretação visual da composição 5, 4 e 3 mostrou-se mais adequada na discriminação das unidades fisiográficas bacias de inundação alta e baixa, dique marginal e terraços fluviais alto e baixo, com os seguintes percentuais 76,2%, 65,4%, 44,6% e 93,2%, respectivamente. Obtiveram como conclusão que tais procedimentos são válidos como uma fase preliminar de interpretação, devendo ser acompanhados da aplicação do método clássico de análise fisiográfica.

2.3.2. Aplicações em áreas bem drenadas

Os solos apresentam uma resposta espectral diferente da apresentada pela vegetação que o recobre. Mesmo sabendo que a vegetação pode mascarar a resposta espectral dos solos, esta informação é de grande valia, pois auxilia na escolha da faixa do espectro eletromagnético ideal para buscar informações relevantes aos solos, bem como as interações entre diferentes faixas do espectro.

WESTIN & FRAZEE (1976) descrevem a possibilidade de utilização de imagens orbitais em mapeamento de solos devido a visão sinóptica, ortogonalidade das imagens, resolução temporal e resolução espectral, proporcionando ao usuário uma visão geral da área, facilitando a compartimentalização dos diferentes padrões, bem como a sobreposição de mapas temáticos de mesma escala.

FRAZIER & CHENG (1989), através da utilização da razão entre bandas e, logo após, da aplicação da análise de agrupamentos, verificaram ser possível que os solos fossem separados em níveis diferentes de matéria orgânica e de óxido de ferro. As razões entre bandas identificadas como boas para este tipo de aplicação (em solo nu) foram: TM1/TM4, TM3/TM4 e TM5/TM4 para mapear o carbono orgânico e as razões TM3/TM4, TM5/TM4 e TM5/TM3 para ferro/carbono.

MATHEWS et al. (1973a) utilizando imagens orbitais e classificação automática associada a informações de geologia, erosão e trabalho de campo em áreas-piloto, constataram que tal procedimento foi viável para a elaboração de um mapa de solos.

FRASER (1991) relata a possibilidade da utilização da razão entre bandas TM1/TM3 para a identificação de solos com predomínio de hematita em relação aos solos goethíticos.

SABADIN & KLAMT (1993) sabendo que a cobertura vegetal pode influenciar muito a resposta espectral dos solos, utilizaram uma área teste com diferentes solos e analisaram o comportamento espectral dos solos e teores de argila, matéria orgânica e óxido de ferro através de equações de regressão múltipla e simples, as quais apresentaram coeficientes muito baixos. Dos classificadores utilizados o método do fatiamento em cinco classes permitiu a identificação de Areia Quartzosa + Latossolo Vermelho-Escuro textura média, Podzólico Vermelho-Escuro + Latossolo Vermelho-Escuro textura média a argilosa, Solos Litólicos + Podzólico Vermelho-Escuro, Latossolo Vermelho-Escuro textura argilosa e Solo Glei Húmico + Solo Orgânico.

Outro aspecto de fundamental importância na identificação de diferentes solos através do sensoriamento remoto é sem dúvida a fisiografia. Esta estreita

relação deve ser cada vez mais aprimorada, para se obter um produto cada vez mais refinado e preciso.

VETTORAZZI & COUTO (1990) avaliando a exatidão de mapas de solos obtidos da interpretação de imagens orbitais em duas escalas, concluíram que a utilização da imagem orbital reduz o trabalho de campo bem como pode aumentar a precisão do traçado dos limites das unidades de mapeamento.

COCHRANE & BROWNE (1981) descrevem a potencialidade do uso do sensoriamento remoto orbital no mapeamento de solos e de superfícies geomórficas, fato mais tarde confirmado por DONZELLI et al. (1983), que descrevem a utilização de algumas características como relevo, textura, tonalidade e outros como elementos importantes para a identificação das unidades fisiográficas.

MOREIRA & LEITE SOBRINHO (1993) utilizaram no desenvolvimento do trabalho imagens de satélite TM/Landsat, composição colorida falsa cor para as bandas TM3, TM4 e TM5 e as bandas TM4 e TM7 em cópias de papel fotográfico. Para a delimitação das unidades fisiográficas utilizaram os padrões de drenagem, relevo, textura e tonalidade fotográfica. Os autores relatam que a metodologia empregada não apresentou grandes contribuições na delimitação das unidades de solos, discordando das observações apresentadas por COCHRANE & BROWNE (1981) e DONZELLI et al. (1983).

GOMES (1993), estudando a possibilidade de identificar diferentes classes de solos através da utilização de dados digitais TM/Landsat-5 verificou que as unidades de solos tiveram um comportamento muito homogêneo, sendo possível somente a diferenciação das unidades quando as bandas foram utilizadas individualmente.

VALENTE & MOTTA (1993), na busca de novas metodologias para a identificação e mapeamento de solos, usaram a composição de bandas R4G5B7,

R3G4B5, R3G4B7 e razões de bandas e componentes principais, associados a informações geológicas, geofísicas e geoquímicas. Os produtos acima foram submetidos a uma análise de elementos. Foram identificados quatro domínios de solos através da composição 4G, 3/1R e 5/2B (a qual se mostrou mais eficiente): a) Cambissolo Distrófico e Álico; b) Associação de Latossolo Vermelho-Escuro e Latossolo Roxo Distrófico; c) Latossolo Vermelho-Escuro Distrófico; e d) associação de Latossolo Vermelho-Amarelo e Latossolo Vermelho-Escuro Distrófico.

BARROS (1988) identificou em seu trabalho a correlação entre a ocorrência de solos e algumas características da paisagem de uma bacia hidrográfica, tais como relevo e drenagem, utilizando para tal a análise de agrupamentos. Outros autores como SILVA (1988), VETTORAZZI (1988), CARVALHO et al. (1990), ROCHA (1993) e NANNI (1995) também já comprovaram a eficiência da análise de agrupamentos na discriminação dos solos.

VETTORAZZI (1988), utilizando a análise de agrupamentos associada à análise das unidades fisiográficas, as quais foram caracterizadas através de elementos descritivos e quantitativos da drenagem e descritivos do relevo, mostrou a possibilidade do agrupamento de solos morfogeneticamente semelhantes.

ROCHA et al. (1993) empregou imagens orbitais em levantamento de solos na porção sul da Serra do Mar, no Estado do Paraná. As unidades de mapeamento foram delimitadas em composição colorida e bandas simples através da interpretação de vídeo, utilizando alguns elementos como: tipo de terreno, padrão de drenagem, relevo, vegetação natural/uso da terra, tonalidade e textura. O mapa final foi determinado através de análise de proporções corretas e incorretas, tomando como base destas interações a área mínima mapeável e as interseções entre as unidades do mapa pedológico e o mapa de interpretação. O trabalho mostra que as áreas classificadas

corretamente chegaram a 92,9% para Cambissolos e 90,9% para Solos Litólicos e Afloramentos. As demais áreas classificadas apresentaram acertos menores, mas não inferiores a 75%.

COSTA et al. (1993) e LEITE et al. (1993) buscaram através da interpretação visual e digital de imagens do satélite SPOT, a identificação de unidades de solos em parte da Chapada da Ibiapaba (CE). Constataram a possibilidade da utilização de imagens orbitais para a separação de manchas de solos em levantamentos de solos generalizados, a nível de grande grupo. Utilizou-se para a separação das manchas de solos alguns elementos como: textura e tonalidade fotográfica, padrão, grau de integração, grau de uniformidade de drenagem, grau de dissecação e linha de crista, fatores estes já mencionados em DONZELLI et al. (1983).

ROCHA (1993) buscando a identificação da ocorrência de diferentes solos nas unidades fisiográficas, utilizou a análise de agrupamentos com as seguintes variáveis: densidade e frequência de drenagem; comprimento e número de canais; razão de textura e os níveis de cinza das imagens orbitais. Estes dados serviram de base para implementar uma matriz, cujas células correspondem à área mínima mapeável. A análise de agrupamentos permitiu a geração de um pictograma, que serviu de “guia” para a interpretação. O mapa obtido separou melhor as unidades de solos quando comparadas com o mapa de solos de referência.

NANNI (1995), utilizando metodologia preconizada por ROCHA (1993), realizou levantamento de solos ao nível de semi-detalle do Município de Ivatuba (PR). O autor relata a viabilidade da utilização desta técnica na separação das unidades de solos. Conclui também que, das variáveis utilizadas, a drenagem foi a que melhor respondeu ao agrupamento das células.

2.3.3. Dados espectrais e suas correlações com algumas características dos solos e vegetação

Tem-se na bibliografia trabalhos que relatam a relação existente entre dados digitais e características do solo e da vegetação. Apesar da imagem orbital refletir a interação de todas as características do solo e vegetação, estas são informações relevantes para compreender e interpretar imagens orbitais.

STONER & BAUMGARDNER (1981) mostram que o comportamento espectral de alvos varia em função da estrutura do solo, tamanho das partículas, umidade, matéria orgânica, carbonatos, presença ou não de quartzo e óxidos de ferro.

TUELLER (1988) descreve que os solos da região do semi-árido diferem largamente na resposta espectral e tais variações dependem da cor do solo, mineralogia, textura, presença de cascalho e rochas, rugosidade da superfície e salinidade.

HUETE (1988) mostra que a influência dos solos na reflectância pode estar relacionada com uma menor densidade de vegetação, matéria orgânica, umidade, carbonatos, argila e óxidos.

EPIPHANIO et al. (1992) e NOVO (1992) descrevem que folhas individuais apresentam um máximo de absorção da radiação eletromagnética na faixa do azul (470 nm) e do vermelho (680 nm). A maior reflexão causada pelas folhas ocorre na faixa do verde (550 nm). Na faixa do infravermelho (700 nm a 1300 nm) as folhas se comportam de forma inversa a apresentada para a faixa do azul e do vermelho.

BOWERS & HANKS (1965) demonstram que a medida que aumenta o teor de umidade dos solos diminui a sua reflectância. É importante ressaltar que apesar da diminuição da reflectância as curvas permanecem com o mesmo padrão.

SHRESTHA (1990) descreve que o aumento da umidade do solo resulta no decréscimo da reflectância na faixa do infravermelho e para a faixa da luz visível o aumento de umidade promove um escurecimento da cor e por conseguinte um abaixamento na reflectância.

CIPRA et al. (1980) demonstram que a coloração do horizonte superficial pode influenciar na resposta espectral.

MATHEWS et al. (1973b), estudando a influência da cor do solo obtida pela carta de Munsell na resposta espectral, observaram que para as faixas do espectro eletromagnético de 2180 nm a 2500 nm, de 500 nm e de 800 nm a 2050 nm apresentavam uma correlação com matiz, valor e croma respectivamente.

ESCADAFAL et al. (1989) identificaram uma correlação entre cor do solo obtida pela carta de Munsell e convertida para coordenadas RGB, através da equação colorimétrica e comparadas com a reflectância da imagem orbital. Os resultados mostram a possibilidade de identificar diferentes unidades de solos, uma vez que a cor do horizonte superficial é um elemento importante na identificação de classes de solos.

KRISTOF et al. (1980) demonstram que a melhor faixa para se estudar a variação da coloração dos solos é a do visível.

COLEMAN & MONTGOMERY (1987) observaram que a faixa ideal do espectro eletromagnético para se estabelecer estudos sobre a matéria orgânica é de 760 nm e 900 nm, correspondente a faixa do infravermelho próximo.

STONER & BAUMGARDNER (1981) demonstraram em seu trabalho que a matéria orgânica é um dos elementos que podem influenciar na resposta espectral, bem como pode mascarar a resposta espectral de outras características do solo, principalmente quando o seu teor ultrapassa a 2%.

VALERIANO et al. (1995) também constataram que a matéria orgânica pode mascarar o comportamento espectral dos solos e tem-se a faixa entre 700 nm e 950 nm como a de maior influência quando o teor de matéria orgânica é superior a 1,2%.

MATHEWS et al. (1973b) determinaram que reflectância na faixa entre 500 nm e 1200 nm é a que mais se correlaciona com a matéria orgânica.

SHRESTHA (1990) mostra que o aumento no teor de matéria orgânica proporciona um decréscimo na reflectância. Mas, para o caso da matéria orgânica do solo, a reflectância é dependente do grau de decomposição, ou seja quanto maior o grau de decomposição, menor será a reflectância. HENDERSON et al. (1992) complementam a informação estabelecendo que as bandas correspondentes à faixa da luz visível são as que apresentam melhores correlações com a matéria orgânica.

EPIPHANIO et al. (1992) descrevem que além do efeito direto da matéria orgânica sobre a reflectância do solo, esta ainda pode influenciar outras propriedades de solos minerais tais como estrutura, fertilidade, capacidade de retenção de água e, conseqüentemente, o conjunto delas também podem influenciar na reflectância do solo.

KRISTOF et al. (1980) demonstram que a fração argila pode ser melhor quantificada nas faixas compreendidas entre 2070 nm a 2090 nm e 2160 nm a 2190 nm, desde que os teores de argila não ultrapassem a 20% e o de matéria orgânica a 2%. COLEMAN et al. (1991) complementam a informação citando as bandas TM1, TM2, TM3 e TM7 como as melhores para a diferenciação da fração silte e as bandas TM2, TM5 e TM7 como as mais indicadas para a discriminação da fração argila.

MATHEWS et al. (1973a) e ADRIEN et al. (1982) relatam que os diferentes tipos de argila podem alterar a resposta espectral. Identificaram diferentes

curvas espectrais para argilas do tipo caulinita, montmorilonita e illita. DAVIS et al. (1987) complementam a informação acima mostrando que, para um comprimento de onda superior a 1300 nm, a montmorilonita possui reflectância menor que a encontrada para a caulinita, sendo que esta apresenta picos de absorção nos comprimentos de onda 1400 nm e 2200 nm (VALERIANO et al., 1995).

VALERIANO et al. (1995) descrevem um comportamento espectral inverso aos teores de argila presentes no solo, ou seja, à medida que a porcentagem de argila aumenta, a resposta espectral tende a reduzir.

EPIPHANIO et al. (1988) estudando os solos da Espanha, constataram que os dados digitais em níveis de cinza apresentam boa relação com solos, sendo possível, portanto, sua utilização na separação de solos. Complementando, DEMATTÊ (1995) relata que através dos dados digitais em níveis de cinza do TM/Landsat, mais precisamente da banda 3, foi possível separar todos os solos da área estudada. Já com a banda 4 foi possível separar rochas básicas das rochas ácidas e o Latossolo Roxo da Terra Roxa Estruturada.

ADRIEN et al. (1982), estudando as respostas espectrais dos solos, constatou que as argilas bem como os óxidos de ferro influem na resposta espectral. Mostram que solos com predomínio de montmorilonita, caulinita e óxido de ferro apresentam respostas espectrais diferentes, sendo portanto úteis para a separabilidade de diferentes classes de solos.

SHRESTHA (1990) relata que os minerais de argila podem influenciar na reflectância dos solos, uma vez que os minerais de argila podem apresentar diferente capacidade de retenção de água, como é o caso marcante entre as argila de grade 1:1 e 2:1.

DAVIS et al. (1987) complementam a informação, mostrando que a montmorilonita possui menor reflectância quando comparada com a caulinita, para comprimentos de onda maiores que 1300 nm.

RINGROSE et al. (1989) constataram que o carbonato de cálcio pode influenciar significativamente na reflectância dos solos nas savanas semi-áridas de Botsuana. Mostram também que em áreas vegetadas a reflectância também sofre influência do solo, principalmente quando estes são moderadamente escuros a claros.

DEMATTE (1995) demonstra que solos com pequenas variações nos teores de matéria orgânica, ferro, argila, silte e dados mineralógicos, tendo apenas a saturação por bases diferenciada, chegam a possuir respostas espectrais diferentes.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Material

3.1.1. Características gerais da área de estudo

A) Localização da área de estudo

A área de estudo está localizada na região noroeste do Estado do Paraná, compreendida entre as coordenadas UTM 7426 km e 7436 km S e 246 km e 252 km W, com meridiano central 51°. Mais especificamente, está localizada na planície de inundação do Rio Ivaí (Figura 1).

B) Geologia

As encostas que cercam a planície de inundação apresentam uma formação geológica predominantemente de rochas sedimentares da formação Caiuá, proporcionando grandes áreas homogêneas, raramente apresentando afloramentos de rochas do derrame de Trapp ou de solos argilosos, nas porções mais baixas do vale.

Figura 1 - Localização da área de estudo no Estado do Paraná

C) Relevo

O relevo da área pode ser caracterizado como formado por mesetas estruturais típicas, dando à paisagem um aspecto tabuliforme, predominando nessa região relevos planos a suave ondulados (EMBRAPA, 1984).

A área de trabalho de uma maneira geral é classificada como plana, apresentando declividades muito pequenas, predominando as inferiores a 4%, condição esta que favorece o acúmulo de água proveniente das encostas adjacentes (CARVALHO et al., 1989).

D) Clima

O clima da região que compreende a área de estudo é classificado pelo sistema de KOEPPEN como Cfa, apresentando como características clima mesotérmico, sem estação seca, com verões quentes e com média do mês mais quente superior a 22°C.

A precipitação média anual é de 1200 mm, sendo sua distribuição desuniforme, pois no período menos chuvoso (junho, julho e agosto) a precipitação média cai aproximadamente pela metade.

A temperatura média anual se encontra acima de 22°C, sendo fevereiro o mês mais quente do ano e julho o mais frio, com temperaturas médias de 25°C e 18°C, respectivamente.

E) Vegetação

A descrição da vegetação que será apresentada a seguir baseou-se exclusivamente no levantamento semidetalhado de solos da bacia do rio Ivaí (CARVALHO et al. 1989).

A vegetação encontrada na área de estudo pode ser relacionada às características fisiográficas da várzea, estabelecendo uma correspondência entre vegetação e unidade fisiográfica.

Nas partes mais altas, identificadas como dique marginal, rampa de colúvio e as partes mais altas dos cordões de barra, encontra-se a Floresta Tropical Perenifólia. Esta é composta basicamente por meliáceas, apocináceas, lauráceas, fitoláceas, mirtáceas e sapotáceas.

Nas partes mais baixas distinguem-se florestas menos exuberantes que as encontradas nas porções mais elevadas, sendo identificadas como Florestas Tropicais de Várzea, as quais se encontram bastante dizimadas.

Outras áreas menos expressivas são de Campo Tropical Higrófilo e/ou Hidrófilo de Várzea, mais adaptadas às áreas que são periodicamente inundadas.

F) Solos

Os solos ocorrentes na área de estudo são apresentados de forma resumida na Tabela 1, a qual contém informações relevantes como cor, textura, matéria orgânica, condição de drenagem e inclusões. Já a distribuição espacial desses solos está apresentada na Figura 2.

Tabela 1- Unidades de mapeamento ocorrentes na área de estudo e algumas informações relevantes, tais como: textura, cor, matéria orgânica, condição de drenagem e inclusões (CARVALHO et al., 1989).

Símb.	Solum cm	Horiz	Areia %	Silte %	Argila %	Cor	C %	Drenagem	Inclusões
Podzólico Vermelho-Escuro Eutrófico Tb abrupto A moderado textura arenosa/média									
PE1	140	Ap E Bt	90 93 74	3 2 3	7 5 23	7,5YR 4/4 7,5YR 5/4 7,5YR 4/6	1,1 0,2 0,1	Bem Drenado	Cambissolo gleico
Podzólico Vermelho-Amarelo Álico epleutrófico Ta A moderado textura arenosa/média									
Pv1	100	Ap E Bt	90 87 86	1 1 1	9 12 13	10YR 3/2 10YR 5/7 9YR 5/6	1,1 0,3 0,2	Bem Drenado	Areia Quartzosa Vermelho-Amarela Areia Quartzosa Hidromórfica Planossolo espessarenico
Podzólico Vermelho-Amarelo Álico epleutrófico Ta A moderado textura arenosa/média									
PV2	80	Ap IIIBtg	80 74	8 5	12 21	10YR 4/2 10YR 6/1	1,8 0,4	Bem Drenado	Areia Quartzosa Vermelho-Amarela Areia Quartzosa Hidromórfica Planossolo espessarenico
Cambissolo Álico epleutrófico Ta e Tb abrupto A moderado textura arenosa/média									
CG1	80	Ap Bi	18 25	38 25	44 49	5YR 3 / 4 7,5YR 4/4	1,7 0,5	Imperfeitamente Drenado	Glei Pouco Húmico espessarenico Planossolo espessarenico Glei Pouco Húmico
Planossolo Álico epidistrófico Tb A moderado textura arenosa/média									
PI1	80	Ap IIIBtg	80 74	8 5	12 21	10YR 4/2 10YR 6/1	1,8 0,4	Mal Drenado	Areia Quartzosa Hidromórfica Planossolo espessarenico Glei Húmico
Planossolo Álico epidistrófico Tb espessarenico A moderado textura arenosa/média									
PL3	150	Ap E Btg	90 91 75	4 3 3	6 6 22	10YR 3/3,5 10YR 4,5/4 10YR 6/4	1,1 0,3 0,2	Imperfeitamente Drenado	Podzólico Vermelho-Amarelo abrupto
Solo Aluvial Eutrófico Ta A moderado textura argilosa									
A1	80	Ap IIC1 IIIC2	67 75 75	14 11 11	19 14 14	10YR 3/3,5 10YR 3 / 4 10YR 3 / 4	1,8 0,6 0,3	Moderadamente Drenado	Cambissolo Solo Aluvial textura argilosa Areia Quartzosa Hidromórfica
Glei Pouco Húmico epidistrófico Ta textura argilosa									
HGP1	60	Ap Cg	30 38	22 18	48 44	10YR 4/2	1,5 0,5	Mal Drenado	Cambissolo - Cambissolo gleico Planossolo - Glei Húmico
Glei Pouco Húmico Álico epidistrófico Ta planossólico textura média/argilosa									
HGP3	60	Ap Bg IICg	73 72 50	10 9 15	17 19 35	10YR 4/3 10YR 5/3 10YR 5/3	1,3 0,3 0,2	Mal Drenado	Glei Pouco Húmico - Planossolo Cambissolo Cambissolo gleico
Associação Glei Húmico Distrófico Ta planossólico textura média/argilosa + Glei Húmico Distrófico Tb textura argilosa									
HGH3	50	Ap E Cg	28 32 19	46 42 24	26 26 57		2,9 1,0 0,6	Mal Drenado	Glei Pouco Húmico - Planossolo
HGH3	40	Ap Cg	37 26	29 24	34 50	10YR 2/1 10YR 4/1	7,7 4,1	Mal Drenado	
Associação Glei Pouco Húmico epidistrófico Ta textura argilosa (HGP1) + Glei Húmico Distrófico textura argilosa (HGH1)									
HGP5	40	Ap Cg	30 30	27 22	43 48	10YR 2/1 10YR 4/2	2,8 0,8	Muito Mal Drenado	Glei Pouco Húmico - Planossolo Cambissolo gleico - Areia Quartzosa Hidromórfica
HGP9	Associação HGP1 + CG1								
Associação HGP3 + Planossolo Álico epidistrófico Ta A moderado textura arenosa/argilosa (PL2)									
HGP11	20	Ap	76	13	11	10YR 4/1,5	1,8	Mal Drenado	Areia Quartzosa Hidromórfica Cambissolo gleico
Associação Areia Quartzosa Álica Hidromórfica A Proeminente + Solo Aluvial Álico Tb textura arenosa									
HAQ2	50	Ap C	85 92	7 5	8 3	10YR 3,5/2		Mal Drenado	Solo Orgânico
HAQ2	100	Ap IIC1 IIIC2	73 91 69	12 5 5	15 4 26	N2/		Mal Drenado	
Glei Pouco Húmico Álico epidistrófico Ta textura média fase endoconcrecionária relevo plano (mal drenado)									
HGP2	70	Ap Cg	37 47	29 19	34 34	10YR 4/1 10YR 6/1	1,63 0,35	Mal Drenado	Glei Pouco Húmico planossólico Glei Húmico Cambissolo Gleico

Figura 2 - Levantamento semidetalhado dos solos de parte da planície de inundação do rio Ivaí PR. (CARVALHO et al., 1989), abrangendo a área de estudo.

LEGENDA

UNIDADES SIMPLES

- PE1 PODZÓLICO VERMELHO-ESCURO EUTRÓFICO Tb abrupto A moderado textura arenosa/média fase relevo praticamente plano (bem drenado)
- PV1 PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO ÁLICO epieutrófico Ta A moderado textura arenosa/média fase relevo praticamente plano (bem drenado)
- PV2 PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO ÁLICO epieutrófico Ta ou Tb A moderado textura arenosa/média fase relevo praticamente plano (bem drenado)
- CG1 CAMBISSCLO ÁLICO epieutrófico Ta gleico A moderado textura argilosa fase relevo praticamente plano (imperfeitamente drenado)
- PL1 PLANOSSCLO ÁLICO epidistrófico Tb A moderado textura arenosa/média fase relevo plano (mal drenado)
- PL3 PLANOSSOLO ÁLICO epidistrófico Ta A moderado textura arenosa/argilosa fase relevo plano (imperfeitamente drenado)
- A1 SOLO ALUVIAL EUTRÓFICO Ta A moderado textura média fase relevo praticamente plano (moderadamente drenado)
- HGP1 GLEI POUCO HÚMICO ÁLICO epidistrófico Ta textura argilosa fase relevo plano (mal drenado)
- HGP3 GLEI POUCO HÚMICO ÁLICO epidistrófico Ta planossólico textura média/argilosa fase relevo plano (mal drenado)

UNIDADES COMBINADAS

- HGH3 ASSOCIAÇÃO GLEI HÚMICO DISTRÓFICO Ta planossólico textura média/argilosa + GLEI HÚMICO DISTRÓFICO Tb textura argilosa ambos em relevo plano (mal drenado)
- HGP5 ASSOCIAÇÃO GLEI POUCO HÚMICO ÁLICO epistrófico Ta textura argilosa (mal drenado) + GLEI HÚMICO DISTRÓFICO Ta textura argilosa (mal e muito mal drenado) ambos com relevo plano.
- HGP9 ASSOCIAÇÃO GLEI POUCO HÚMICO ÁLICO epidistrófico Ta textura argilosa (mal drenado) + CAMBISSOLO ÁLICO epidistrófico Ta gleico A moderado textura argilosa fase relevo praticamente plano (imperfeitamente drenado)
- HGP10 ASSOCIAÇÃO GLEI POUCO HÚMICO ÁLICO epidistrófico Ta textura média fase endoconcrecionária relevo plano (mal drenado) + CAMBISSOLO ÁLICO epieutrófico Ta gleico A moderado textura média fase endoconcrecionária relevo praticamente plano (imperfeitamente drenado)
- HGP11 ASSOCIAÇÃO GLEI POUCO HÚMICO ÁLICO epidistrófico Ta planossólico textura média/argilosa fase relevo plano (mal drenado) + PLANOSSOLO ÁLICO epieutrófico Ta A moderado textura arenosa/argilosa fase relevo plano (imperfeitamente drenado)
- HAQ2 ASSOCIAÇÃO AREIA QUARTZOSA ÁLICA HIDROMÓRFICA A proeminente fase relevo plano (mal e muito mal drenado) + SOLO ALUVIAL ÁLICO Tb textura arenosa fase relevo plano (muito mal drenado)

ESCALA

1 : 50.000

3.1.2. Material cartográfico

Foram utilizados o mapa planialtimétrico da Diretoria do Serviço Geográfico (DSG) na escala 1:100.000, folha de Tapira, e o mapa de solos na escala 1:50.000, elaborado por CARVALHO et al. (1989).

3.1.3. Fotografias aéreas

Utilizou-se no estudo fotografias aéreas verticais pancromáticas, do ano de 1980, na escala nominal aproximada de 1:25.000, produzidas pela AEROSUL, com recobrimentos longitudinal de 60% e lateral de 30%, para a identificação das unidades fisiográficas da área de estudo.

3.1.4. Imagens de satélite

Foram empregadas imagens orbitais obtidas pelo sensor Thematic Mapper (TM), instalado a bordo do satélite LANDSAT - 5, da passagem de 13/06/1991, órbita 223, ponto 76 (WRS), bandas 1,2,3,4,5 e 7, com resolução espacial de 30 metros, todas gravadas em fitas “streamer”.

3.1.5. Equipamentos

Foi usado computador AT-486 DX 33 Megahertz, com 4 MB de memória RAM e disco rígido de 250 MB. A este computador estão conectados os seguintes periféricos:

- .Unidade leitora de fita magnética;
- .Monitor colorido padrão SVGA, 19 polegadas marca Videotek;
- .Mesa digitalizadora marca Digigraf, modelo Van Gogh, tamanho A1;
- .Plotadora de penas marca Digicon, modelo TDD 21 RMP;
- .Processador gráfico TMS 34010 40/60 Mhz, produzido pela Engespaço Indústria e Comércio Ltda.

3.1.6. Softwares

Foram utilizados os seguintes softwares neste trabalho:

- a) Sistema de Tratamento de Imagens - SITIM e Sistema de Informações Geográficas - SGI, desenvolvidos pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE.
- b) Software CLUSTER, desenvolvido pelo Núcleo Tecnológico para Informática Agropecuária - NTIA/EMBRAPA (1990).
- c) Geração da grade regular NANNI & NANNI (1993)

3.2. Métodos

Para o desenvolvimento deste trabalho foi aplicada uma metodologia, já testada em áreas não hidromórficas (com a predominância de solos de boa drenagem) e que mostrou sua aplicabilidade na análise da distribuição espacial dos solos, de acordo com os trabalhos de VETTORAZZI (1988), ROCHA (1993) e NANNI (1995).

3.2.1. Seleção da área de estudo

As regiões de várzea, para serem estudadas ao nível de sensoriamento remoto orbital, devem apresentar uma área expressiva, uma vez que a própria resolução espacial das imagens é relativamente baixa. Para atender a esse critério, optou-se por planícies de inundação que se encontram próximas aos grandes rios. Outro aspecto relevante na escolha da área foi a de apresentar levantamento de solos ao nível de semidetalhe, para servir como verdade terrestre.

No Estado do Paraná, atualmente há duas grandes áreas já levantadas e com relatórios publicados, ao nível de semidetalhe, que são as do rio Iguaçu e do rio Ivaí. Destas duas áreas optou-se pela do rio Ivaí, por apresentar planícies de inundação mais largas e menos encaixadas.

3.2.2. Desenvolvimento da grade de interpretação e coleta dos níveis de cinza

A metodologia de interpretação de imagens orbitais preconizada por ROCHA (1993) utiliza uma grade de interpretação onde a unidade básica corresponde à área mínima mapeável, que para uma escala de 1:50000 corresponde a 300 m x 300 m. Portanto, em uma imagem TM/Landsat, com pixels de 30 m x 30 m a unidade básica será composta de 100 pixels.

O nível de cinza coletado para cada unidade básica corresponde à média de uma matriz de 5 pixels x 5 pixels (total 25 pixels) localizada no centro da unidade básica. É importante ressaltar que com este procedimento, 75 pixels não são considerados no cálculo dos níveis de cinza médios.

Por ocasião da coleta dos níveis de cinza cada unidade básica da grade de interpretação recebeu uma numeração, a qual foi utilizada posteriormente na elaboração do pictograma.

Quando aplicou-se a metodologia preconizada por ROCHA (1993) na área de estudo, observou-se a ocorrência de mais de uma unidade de mapeamento dentro da unidade básica. Desta forma, os níveis de cinza coletados pela matriz de 5 pixels x 5 pixels em alguns casos chegou a representar a média de apenas uma unidade de mapeamento.

Mesmo assim, procedeu-se o processamento dos dados coletados pela metodologia acima na análise de agrupamento. Após a interpretação dos dendrogramas elaborou-se a montagem do pictograma, o qual não mostrou muita

semelhança com o mapa de solos obtido por CARVALHO et al. (1989), exceto para as unidades de mapeamento que possuíam maior expressão territorial.

Em função dos resultados obtidos através da metodologia preconizada por ROCHA (1993), optou-se por algumas modificações, as quais serão apresentadas a seguir e que podem ser visualizadas na Figura 3.

a) Redução das dimensões da grade de interpretação para 90 m x 90 m, onde a ocorrência de mais de uma unidade de mapeamento dentro da unidade básica foi reduzida sensivelmente;

b) O nível de cinza para cada unidade básica da grade de interpretação corresponde à média de todos os pixels da mesma, totalizando 9 pixels; e

c) Considerando que em uma imagem de satélite dois níveis de cinza semelhantes ou iguais, localizados em posições geográficas diferentes, não refletem necessariamente a mesma classe de solo ou as mesmas características superficiais do solo, a análise dos níveis de cinza em área total tende a generalizar muito as informações, dificultando a interpretação dos dendrogramas. Então, optou-se pela coleta individualizada dos níveis de cinza por regiões mais homogêneas, que foram consideradas neste caso as unidades de mapeamento encontradas no mapa de solos elaborado por CARVALHO et al. (1989).

Figura 3 - Visão das modificações na grade de interpretação preconizada por ROCHA (1993)

3.2.3. Registro das imagens

As imagens foram registradas no Sistema de Tratamento de Imagens - SITIM-340, utilizando como base a carta planialtimétrica da folha de Tapira - PR, na escala 1:100.000.

3.2.4. Tratamento das imagens

Todas as imagens utilizadas foram tratadas com ampliação linear de contraste. Este tratamento teve como objetivo principal uma melhor visualização das imagens, sendo possível portanto o cruzamento de informações com o mapa de solos desenvolvido por CARVALHO et al. (1989), e a verificação da fisiografia presente nas unidades de mapeamento confirmadas por fotointerpretação.

As imagens tratadas foram utilizadas para um reconhecimento visual da área e localização de pontos ou áreas de interesse.

Para a análise de agrupamentos foram utilizadas as imagens brutas, nas quais foram coletados os níveis de cinza das seis bandas.

3.2.5. Análise estatística

A seguir serão apresentados os procedimentos estatísticos utilizados neste trabalho.

A) Análise de agrupamentos

Os níveis de cinza das bandas 1, 2, 3, 4, 5 e 7 foram submetidos a uma análise de agrupamentos, por meio do software CLUSTER, desenvolvido pelo NTIA/EMBRAPA (1990).

Para o estabelecimento dos agrupamentos foi utilizado o método das médias das distâncias, o qual se mostrou mais adequado aos propósitos deste trabalho, de acordo com experiências prévias de ROCHA (1993) e NANNI (1995). Através da não padronização dos dados, hierárquicos e aglomerativos, os resultados são apresentados em forma de dendrogramas conforme Figura 4 (BUSSAB et al. 1990).

Figura 4 - Exemplo hipotético de um dendrograma.

A matriz analisada apresenta como elementos, os níveis de cinza de todas as bandas adaptada ao procedimento preconizado por ROCHA (1993).

A dificuldade da interpretação dos dendrogramas produzidos pela análise de agrupamentos, reside predominantemente na determinação do ponto de corte dos dendrogramas, pois pode haver a determinação de um número diferente de agrupamentos à medida que se muda o ponto de corte. Portanto, selecionou-se os níveis de cinza de todas as unidades simples presentes na área de estudo e também das unidades simples dos componentes de unidades compostas.

Partiu-se do princípio que a unidade de mapeamento simples apresenta menos de 25% de impurezas, ou seja, outras classes de solos, para o caso de mapeamento ao nível de semidetalhe, de acordo com o estabelecido por EMBRAPA (1979). O mesmo princípio foi utilizado para o estabelecimento do ponto de corte dos dendrogramas, portanto admitiu-se que o dendrograma de uma unidade de mapeamento simples deveria apresentar dois agrupamentos, sendo um deles com maior número de níveis de cinza.

Partindo do exposto acima estabeleceu-se os seguintes pontos de corte dos dendrogramas para cada unidade de mapeamento, que podem ser vistos na Tabela 2.

Tabela 2 - Ponto de corte dos dendrogramas para cada unidade de mapeamento encontrada na área de estudo.

Unidade	Corte	Unidade	Corte	Unidade	Corte
HGP1	33,2	CG1	28,2	PV1	47,1
HGP3	16,7	PL1	47,4	PV2	34,5
A1	48,6	PL2	30,4	PE1	57,2
CG1	52,1	PL3	30,4	HAQ1	35,4

Para uma melhor visualização dos procedimentos adotados na obtenção dos níveis de cinza por unidade de mapeamento até a confecção dos pictogramas tem-se um diagrama de blocos apresentado na Figura 5 a seguir.

Figura 5- Diagrama de blocos com representação da obtenção do pictograma

B) Medidas de tendência central e dispersão

Para cada grupo de unidades básicas identificado pela análise de agrupamento, foram calculados a média aritmética, o desvio padrão e o coeficiente de variação, sendo assim possível uma melhor caracterização dos grupos identificados pela análise de agrupamentos.

3.2.6. Trabalho de campo

Após a realização dos trabalhos de escritório, que envolveram o tratamento de imagens, coleta dos níveis de cinza, análise de agrupamento e elaboração do pictograma, iniciou-se o trabalho de campo, o qual foi dividido em duas etapas.

A) Legenda preliminar

Com os resultados dos pictogramas em mãos estabeleceu-se pontos de observação com a intenção de acompanhar a variação espacial do solo presente em cada agrupamento. Após tratagens no agrupamento de interesse estabeleceu-se o ponto de abertura de mini-trincheiras. Estas tiveram como objetivo principal a avaliação do horizonte superficial e do horizonte subjacente no que diz respeito a cor, espessura, estrutura e textura.

Nos pontos onde não foi possível uma identificação visual dos solos, procedeu-se à coleta de amostras de superfície e de subsuperfície, as quais foram submetidas à análise granulométrica e química conforme a metodologia citada por EMBRAPA (1979).

B) Descrição morfológica e controle de campo

Para a realização da descrição morfológica foram abertas trincheiras, cujas dimensões variaram em função da profundidade e drenagem do solo. Após a descrição morfológica dos perfis de acordo com LEMOS & SANTOS (1996), foram coletadas amostras por horizontes, que foram submetidas à análise granulométrica e química conforme citado por EMBRAPA (1979).

O controle espacial dos agrupamentos foi realizado por tradagens ao longo do terreno, satisfazendo o número de observações de campo por tradagens exigido para levantamento de solo ao nível de semidetalhe e para a escala de publicação de 1:50000 conforme o estabelecido por EMBRAPA (1979).

3.2.7. Análise do solo

As análises granulométricas (textura) e químicas do solo (pH, Ca^{+2} , Mg^{+2} , $\text{Ca}^{+2}+\text{Mg}^{+2}$, Al^{+3} , K^{+} , P e Carbono) foram realizadas conforme metodologia citada por EMBRAPA (1979).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para um melhor entendimento da discussão dos resultados, este item será dividido nos seguintes sub-ítems: análise de agrupamento e comportamento dos níveis de cinza; característica geral das novas classes de solos; caracterização geral das novas unidades de mapeamento e um sub-item agrupando as discussões anteriores.

4.1. Análise de Agrupamentos e o Comportamento dos Níveis de Cinza

Neste sub-item serão discutidos inicialmente a análise de agrupamentos, o ponto de corte para cada unidade de mapeamento, bem como a formação dos agrupamentos. Após, será analisada a dispersão dos níveis de cinza de cada agrupamento.

4.1.1. Unidade HGP1

Ao observar o dendrograma pode-se perceber a presença de dois agrupamentos, um maior e outro menor, quando o dendrograma é cortado na distância euclidiana de 33,2 (Figura 6).

Figura 6 - Dendrograma parcial da unidade de mapeamento HGPI.

Ao elaborar o pictograma da unidade HGP1 (Figura 7) percebe-se que o agrupamento menor constitui quatro novas áreas de ocorrência dentro da unidade de mapeamento HGP1 e distantes entre si. Percebe-se ainda a ocorrência de três unidades básicas que ocorrem afastadas dos seis agrupamentos menores que não serão considerados pois ocorrem próximos ao limite da unidade de mapeamento HGP1 e podem estar sofrendo influência da unidade de mapeamento vizinha.

Analizando o comportamento dos níveis de cinza presentes dentro dos agrupamentos, é possível identificar uma tendência única para todas as bandas. Pode-se perceber que os níveis de cinza encontrados no agrupamento menor estão mais dispersos do que no agrupamento maior e na unidade de mapeamento HGP1, uma vez que os valores de desvio padrão e coeficiente de variação são sempre superiores (Tabela 3).

Já no agrupamento maior, a dispersão dos níveis de cinza é inferior quando comparado à unidade de mapeamento HGP1 e ao agrupamento menor.

Os valores médios de níveis de cinza encontrados para os agrupamentos menor, maior e unidade de mapeamento HGP1 mostram que são muito próximos para as bandas 1, 2, 3 e 5. O valor médio dos níveis de cinza da banda 4 encontrados para o agrupamento menor são inferiores aos demais agrupamentos. Já na banda 7, o agrupamento menor apresenta valor médio uma situação inversa a encontrada para banda 4.

Figura 7 - Pictograma da unidade de mapeamento HGP1 mostrando os agrupamentos menor (Azul) e maior (Verde) discriminados na análise de agrupamentos.

Acredita-se, em função do exposto acima, que as bandas 4 e 7 foram as que mais contribuíram para a separação dos agrupamentos menor e maior por ocasião da análise de agrupamentos.

Tabela 3 - Informações sobre os níveis de cinza das bandas 1,2,3,4,5 e 7, correspondentes a unidade de mapeamento HGP1, agrupamento menor(<) e agrupamento maior(>).

	BANDA 1					BANDA 2					BANDA 3				
	Menor	Maior	Média	D.P.	C.V.	Menor	Maior	Média	D.P.	C.V.	Menor	Maior	Média	D.P.	C.V.
HGP1	42	81	50,02	2,46	4,92	17	33	22,39	1,78	7,95	13	42	23,44	3,23	13,78
<	43	63	51,35	3,14	6,11	17	33	22,76	2,28	10,02	13	41	25,08	4,61	18,38
>	42	81	49,67	2,11	4,25	17	29	22,30	1,6	7,18	13	42	23,03	2,61	11,33
	BANDA 4					BANDA 5					BANDA 7				
	Menor	Maior	Média	D.P.	C.V.	Menor	Maior	Média	D.P.	C.V.	Menor	Maior	Média	D.P.	C.V.
HGP1	15	62	41,1	6,23	15,16	21	149	54,11	6,93	12,81	1	255	17,08	5,17	30,28
<	15	32	35,24	7,04	19,98	22	149	54,33	9,14	16,82	5	255	20,48	8,51	41,55
>	18	62	42,60	5,03	11,81	25	78	54,08	6,19	11,44	1	33	16,22	3,31	20,41

Devido a constatação da ocorrência de três diferentes classes de solos nos agrupamentos menores da unidade de mapeamento HGP1, (Podzólico, Cambissolo e Plintossolo), percebe-se que para o Cambissolo os níveis de cinza estão menos dispersos onde os valores de coeficiente de variação são menores para todas as bandas. Já para o Plintossolo a menor dispersão dos níveis de cinza mostram-se menores para as bandas 1, 2, 3 e 7 e maior para as demais bandas. No Podzólico a menor dispersão dos níveis de cinza foram encontrados para as bandas 3, 4 e 5.(Tabela 4)

Tabela 4 - Informações sobre os níveis de cinza das bandas 1,2,3,4,5 e 7, correspondentes aos solos Podzólico (Pd), Plintossolo (Pl) e Cambissolo (Cb)

	BANDA 1					BANDA 2					BANDA 3				
	Menor	Maior	Média	D.P.	C.V.	Menor	Maior	Média	D.P.	C.V.	Menor	Maior	Média	D.P.	C.V.
Pd	46	63	52,72	3,57	6,8	19	33	23,90	2,61	10,9	19	41	26,79	4,71	17,6
Pl	48	58	53,56	1,53	2,9	19	27	24,06	1,32	5,5	16	32	27,98	3,16	11,3
Cb	43	57	50,03	2,75	5,5	17	28	21,85	2,00	9,2	13	33	23,39	4,20	17,9
	BANDA 4					BANDA 5					BANDA 7				
	Menor	Maior	Média	D.P.	C.V.	Menor	Maior	Média	D.P.	C.V.	Menor	Maior	Média	D.P.	C.V.
Pd	23	51	35,42	5,13	14,5	43	149	58,75	8,23	14,0	10	255	26,49	14,18	53,5
Pl	25	44	31,37	2,86	9,1	43	71	59,65	6,19	10,4	13	29	23,49	2,31	9,8
Cb	15	52	36,55	8,08	22,1	24	72	50,77	8,6	16,9	5	28	17,17	4,69	27,3

Comparando os níveis de cinza encontrados para os diferentes solos do agrupamento menor percebe-se que o Plintossolo possui os níveis de cinza mais homogêneos seguido do Cambissolo e Podzólico onde na banda 7 o coeficiente de variação é de 27,3 e 53,5 respectivamente.

4.1.2. Unidade HGP3

Ao cortar o dendrograma na distância euclidiana de 16,7 pode-se identificar a presença de dois agrupamentos, um maior e outro de menor expressão, o que pode ser observado na Figura 8.

Ao elaborar o pictograma é possível identificar a ocorrência do menor agrupamento em uma área distinta da unidade de mapeamento HGP3, localizada na extremidade inferior da unidade. Percebe-se também a presença de seis pontos do agrupamento menor isolados, ocorrendo próximo ao limite da unidade de mapeamento,

Figura 8 - Dendrograma parcial da unidade de mapeamento HGP3.

os quais foram descartados pois podem estar recebendo influência da unidade de mapeamento vizinha. (Figura 9)

O comportamento dos níveis de cinza do agrupamento menor mostra uma tendência de menor dispersão, pois os valores de desvio padrão e coeficiente de variação são inferiores quando comparados aos níveis de cinza de toda a unidade de mapeamento HGP3 (Tabela 5).

Já para o agrupamento maior é possível identificar nos valores de níveis de cinza uma maior dispersão. Tal fato pode ser constatado pelos valores de desvio padrão e coeficiente de variação, que são menores para as bandas 1,3,5 e 7 e maiores nas bandas 2 e 4, quando comparadas com os níveis de cinza da unidade de mapeamento HGP3 e com o agrupamento menor.

Observando os valores médios de níveis de cinza encontrados para os agrupamentos menor, maior e unidade de mapeamento HGP3, nota-se que o agrupamento menor apresenta valores médios menores para as bandas 3, 5 e 7, havendo um destaque para a banda 5. Portanto, em função dos exposto, percebe-se que as bandas 3, 5 e 7 são as que mais contribuíram na identificação do agrupamento menor na análise de agrupamentos.

Figura 9 - Pictograma da unidade de mapeamento HGP3 mostrando os agrupamentos menor (Azul) e maior (Verde) discriminados na análise de agrupamentos.

Tabela 5 - Informações sobre os níveis de cinza das bandas 1,2,3,4,5 e 7, correspondentes à unidade de mapeamento HGP3, agrupamento menor(<) e agrupamento maior(>).

	BANDA 1					BANDA 2					BANDA 3				
	Menor	Maior	Média	D.P.	C.V.	Menor	Maior	Média	D.P.	C.V.	Menor	Maior	Média	D.P.	C.V.
HGP3	46	56	50,62	1,80	3,6	19	28	22,15	1,31	5,9	19	31	24,58	1,88	7,7
<	46	53	49,18	1,72	3,5	19	24	21,25	1,19	5,6	19	25	21,87	1,55	7,1
>	46	56	50,78	1,74	3,4	19	28	22,27	1,28	5,8	19	31	24,92	1,66	6,7
	BANDA 4					BANDA 5					BANDA 7				
	Menor	Maior	Média	D.P.	C.V.	Menor	Maior	Média	D.P.	C.V.	Menor	Maior	Média	D.P.	C.V.
HGP3	32	50	37,89	2,62	6,9	46	74	61,09	4,27	6,9	12	28	20,66	2,32	11,3
<	33	42	37,60	2,09	5,6	46	63	55,12	3,67	6,7	12	22	17,30	1,94	11,2
>	32	50	37,97	2,67	7,0	47	74	61,80	3,77	6,1	14	28	21,06	2,02	9,6

4.1.3. Unidade A1

O dendrograma desta unidade de mapeamento apresenta dois agrupamentos, um abrangendo a maior quantidade de níveis de cinza e outro menor quando comparado com o primeiro. A distância euclidiana utilizada para corte foi de 48,6, conforme critérios citados anteriormente e que pode ser visualizada na Figura 10.

Por ocasião da elaboração do pictograma da unidade de mapeamento foi possível identificar a ocorrência do agrupamento menor junto à margem do rio e próximo de uma curva, conforme pode ser visualizado na Figura 11. Ainda no pictograma, percebe-se a presença de algumas unidades básicas ocorrendo de forma isolada ao longo do leito do rio e por estarem ocorrendo predominantemente próximo ao limite da unidade de mapeamento optou-se por não considerá-los, pois nesta posição pode estar havendo influência da unidade de mapeamento vizinha.

Figura 10 - Dendrograma parcial da unidade de mapeamento A1.

Figura 11 - Pictograma da unidade de mapeamento A1 mostrando os agrupamentos menor (Azul) e maior (Verde) discriminados na análise de agrupamentos.

Ao comparar os níveis de cinza do agrupamento menor em relação aos níveis de cinza da unidade de mapeamento A1 é possível constatar uma tendência de menor dispersão dos níveis de cinza. Isto pode ser verificado pelos valores de desvio padrão e coeficiente de variação dos níveis de cinza, que na maioria das bandas foram inferiores aos apresentados pela unidade de mapeamento A1, com exceção das bandas 4 e 7, onde há uma maior dispersão dos níveis de cinza (Tabela 6).

Tabela 6 - Informações sobre os níveis de cinza das bandas 1,2,3,4,5 e 7, correspondentes à unidade de mapeamento A1, agrupamento menor(<) e agrupamento maior(>).

	BANDA 1					BANDA 2					BANDA 3				
	Menor	Maior	Média	D.P.	C.V.	Menor	Maior	Média	D.P.	C.V.	Menor	Maior	Média	D.P.	C.V.
A1	42	61	48,41	2,45	5,1	14	29	21,20	2,25	10,6	12	29	20,56	2,74	13,3
<	43	53	48,20	2,13	4,4	17	25	20,99	1,96	9,3	15	27	20,60	2,06	10,0
>	42	61	48,60	2,43	5,0	14	29	21,37	2,23	10,3	12	29	20,57	2,91	14,1
	BANDA 4					BANDA 5					BANDA 7				
	Menor	Maior	Média	D.P.	C.V.	Menor	Maior	Média	D.P.	C.V.	Menor	Maior	Média	D.P.	C.V.
A1	6	77	40,54	12,47	30,8	0	74	40,01	18,97	47,4	0	32	11,41	5,47	47,9
<	6	58	24,61	16,43	66,8	3	64	46,97	13,11	27,9	0	20	6,71	6,33	94,3
>	6	77	42,81	10,07	23,5	0	74	41,89	17,86	42,6	0	32	12,31	4,90	39,8

Comportamento semelhante ao mostrado acima é também observado no agrupamento maior, apenas com exceção da banda 3, onde os valores de desvio padrão e coeficiente de variação são superiores aos apresentados na unidade de mapeamento A1.

Ao comparar o agrupamento menor com o maior percebe-se que o primeiro apresenta uma menor dispersão dos níveis de cinza, mostrando ser um agrupamento mais homogêneo no que se refere aos níveis de cinza.

Ao observar os valores médios dos níveis de cinza encontrados para os agrupamentos menor e maior, percebe-se que na banda 4 o agrupamento menor possui valores muito inferiores aos encontrados para o agrupamento maior. Situação semelhante ocorre para a banda 7 mas não havendo uma diferença tão destacada como a encontrada para a banda 4. Na banda 5 a situação se inverte, mostrando que os valores médios dos níveis de cinza são superiores aos encontrados para o agrupamento maior.

Em função do exposto acima percebe-se que as bandas 4, 5 e 7 foram as que mais contribuíram na identificação dos agrupamentos por ocasião da análise de agrupamentos.

4.1.4. Unidade PV1

No dendrograma obtido com os níveis de cinza correspondentes à unidade de mapeamento PV1, foi possível identificar, na maioria dos dendrogramas, a presença de dois agrupamentos, um maior e outro menor, quando o corte pela distância euclidiana foi de 47,1, que pode ser visualizado pela Figura 12. Em apenas dois dendrogramas o comportamento foi diferente: um deles apresentou três agrupamentos onde dois eram menores e outro que apresentou um único agrupamento.

Ao elaborar o pictograma da unidade, foi possível identificar apenas uma única região da unidade de mapeamento PV1 que corresponde aos

Figura 12 - Dendrograma parcial da unidade de mapeamento PVI.

agrupamentos menores. Desta forma, os agrupamentos menores foram considerados como um único agrupamento (Figura 13).

Com relação aos níveis de cinza, o agrupamento menor apresenta uma tendência de menor dispersão dos níveis de cinza para as bandas 1, 2 e 4 e maior dispersão para as bandas 3, 5 e 7, em comparação à unidade de mapeamento PV1. Já em relação ao agrupamento maior pode-se observar que os níveis de cinza encontram-se menos dispersos conforme o apresentado na Tabela 7.

Os valores médios dos níveis de cinza mostram que as bandas 3, 4, 5 e 7 foram as que forneceram melhores informações para a identificação do agrupamento menor. Ainda com referência ao agrupamento menor percebe-se que apenas na banda 4 os valores médios são superiores aos do agrupamento maior e da unidade de mapeamento PV1.

Para as bandas 1, 2, 3, 5 e 7, o agrupamento menor apresentou valores médios de níveis de cinza inferiores aos demais agrupamentos. Já o agrupamento maior apresentou valores médios intermediários e os maiores valores médios foram encontrados para a unidade de mapeamento PV1.

É importante ressaltar que as variações nos níveis de cinza encontradas para as bandas 3, 4, 5 e 7 provavelmente foram as que mais contribuíram para discriminação dos agrupamentos.

Figura 13 - Pictograma da unidade de mapeamento PV1 mostrando os agrupamentos menor (Azul) e maior (Verde) discriminados na análise de agrupamentos.

Tabela 7 - Informações sobre os níveis de cinza das bandas 1,2,3,4,5 e 7, correspondentes à unidade de mapeamento PV1, agrupamento menor(<) e agrupamento maior(>).

	BANDA 1					BANDA 2					BANDA 3				
	Menor	Maior	Média	D.P.	C.V.	Menor	Maior	Média	D.P.	C.V.	Menor	Maior	Média	D.P.	C.V.
PV1	42	56	50,11	2,44	4,9	15	31	22,62	2,10	9,3	12	37	22,95	3,88	16,9
<	42	52	45,21	1,70	3,8	15	23	17,76	1,31	7,4	12	25	13,87	2,89	20,84
>	42	71	46,37	2,53	5,5	14	31	19,17	2,12	11,1	11	37	16,39	3,90	23,8
	BANDA 4					BANDA 5					BANDA 7				
	Menor	Maior	Média	D.P.	C.V.	Menor	Maior	Média	D.P.	C.V.	Menor	Maior	Média	D.P.	C.V.
PV1	20	63	43,80	6,18	14,1	24	64	52,74	7,87	14,9	3	30	15,77	3,93	24,9
<	29	59	46,89	4,48	9,55	24	54	34,11	7,65	22,4	3	17	6,92	2,07	29,9
>	24	67	43,49	4,67	10,74	13	73	38,68	8,74	22,6	2	46	10,04	4,29	42,7

4.1.5. Unidade PV2

O dendrograma dos níveis de cinza correspondentes à unidade de mapeamento PV2, quando cortado em 34,5 de distância euclidiana, apresenta dois agrupamentos, um maior que inclui a maioria dos níveis de cinza, e outro bem inferior na quantidade de níveis de cinza (Figura 14).

Ao elaborar o pictograma da unidade (Figura 15), pode-se observar a presença do agrupamento menor que faz divisa com a unidade de mapeamento HAQ2. Algumas unidades básicas do pictograma que ocorreram isoladas e próximo aos limites das unidades de mapeamento vizinhas foram descartadas pois poderiam estar sofrendo influência das unidade de mapeamento vizinha.

Ao observar os valores de níveis de cinza pode-se verificar que o agrupamento menor apresenta seus valores muito mais dispersos quando comparado com

Figura 14 - Dendrograma parcial da unidade de mapeamento PV2.

Figura 15 - Pictograma da unidade de mapeamento PV2 mostrando os agrupamentos menor (Verde) e maior (Azul) discriminados na análise de agrupamentos.

os níveis de cinza correspondentes à unidade de mapeamento PV2, bem como com o agrupamento maior, fato que pode ser visualizado melhor na Tabela 8, onde os valores de desvio padrão e coeficiente de variação são superiores aos encontrados para a unidade de mapeamento PV2 e para o agrupamento maior.

Tabela 8 - Informações sobre os níveis de cinza das bandas 1,2,3,4,5 e 7, correspondentes à unidade de mapeamento PV2, agrupamento menor(<) e agrupamento maior(>).

	BANDA 1					BANDA 2					BANDA 3				
	Menor	Maior	Média	D.P.	C.V.	Menor	Maior	Média	D.P.	C.V.	Menor	Maior	Média	D.P.	C.V.
PV2	42	75	50,12	2,93	5,9	16	39	27,74	5,17	18,6	13	53	23,92	4,40	18,4
<	44	75	55,47	6,48	11,68	18	39	27,74	5,17	18,6	15	53	31,27	10,84	34,7
>	42	61	49,83	2,33	4,68	16	32	22,54	2,04	9,1	13	47	23,54	3,39	14,4
	BANDA 4					BANDA 5					BANDA 7				
	Menor	Maior	Média	D.P.	C.V.	Menor	Maior	Média	D.P.	C.V.	Menor	Maior	Média	D.P.	C.V.
PV2	16	67	43,80	6,15	14,1	19	104	55,38	9,40	16,9	3	59	17,04	6,45	37,9
<	27	67	46,90	7,85	16,7	27	104	66,01	20,77	31,5	10	59	32,99	13,21	40,1
>	16	67	43,65	6,03	13,8	19	91	54,82	8,04	14,7	3	44	16,21	4,60	28,37

Já o agrupamento maior mostra seus níveis de cinza menos dispersos em relação aos níveis de cinza correspondentes à unidade de mapeamento PV2.

A média dos níveis de cinza mostram claramente que o agrupamento menor possui valores superiores em comparação ao agrupamento maior e à unidade de mapeamento PV2, com exceção da banda 2 onde os valores médios dos níveis de cinza para o agrupamento menor e para a unidade de mapeamento PV2 são iguais. Desta forma, todas as bandas podem ter contribuído para a separação dos agrupamentos.

4.1.6. Unidade PE1

Ao cortar o dendrograma pela distância euclidiana em 57,2, observa-se a formação de dois agrupamentos, um abrangendo a maioria dos níveis de cinza e outro muito menor em relação ao primeiro.

Ao elaborar o pictograma, observa-se que os pequenos agrupamentos ocorrem em duas extremidades da unidade de mapeamento PE1, conforme pode ser visualizado na Figura 16.

Observando-se os níveis de cinza do agrupamento menor pode-se perceber que eles são mais dispersos, uma vez que os valores de desvio padrão e coeficiente de variação são superiores quando comparados com a unidade de mapeamento PE1 e ao agrupamento maior, com exceção da banda 7, fato que pode ser visualizado na Tabela 9.

Tabela 9 - Informações sobre os níveis de cinza das bandas 1,2,3,4,5 e 7, correspondentes à unidade de mapeamento PE1, agrupamento menor(<) e agrupamento maior(>).

	BANDA 1					BANDA 2					BANDA 3				
	Menor	Maior	Média	D.P.	C.V.	Menor	Maior	Média	D.P.	C.V.	Menor	Maior	Média	D.P.	C.V.
PE1	42	71	46,65	2,92	6,3	14	31	19,34	2,31	11,9	11	37	16,63	4,31	25,9
<	42	59	51,92	3,77	7,3	17	28	22,26	2,92	13,1	13	34	22,26	6,24	28,1
>	42	71	46,37	2,53	5,5	14	31	19,17	2,12	11,1	11	37	16,39	3,90	23,8
	BANDA 4					BANDA 5					BANDA 7				
	Menor	Maior	Média	D.P.	C.V.	Menor	Maior	Média	D.P.	C.V.	Menor	Maior	Média	D.P.	C.V.
PE1	18	67	43,13	4,98	11,6	13	73	39,25	9,16	23,3	2	46	10,65	5,22	49,0
<	18	48	31,03	6,91	22,3	28	71	47,18	12,09	25,6	8	32	24,71	5,67	22,9
>	24	67	43,49	4,67	10,7	13	73	38,68	8,74	22,6	2	46	10,04	4,29	42,7

Já o agrupamento maior possui os níveis de cinza menos dispersos em relação ao agrupamento menor e mais dispersos em relação à unidade de mapeamento. O agrupamento maior e a unidade de mapeamento PE1 apresentaram valores médios de níveis de cinza muito próximos em todas as bandas estudadas.

Considerando as diferenças apresentadas para as bandas estudadas, percebe-se que todas as bandas podem estar contribuindo para a discriminação dos agrupamentos, mas a banda 7, por apresentar um comportamento diferenciado das demais, pode estar contribuindo com maior peso.

4.1.7. Unidade HGP5

Ao proceder o corte do dendrograma na distância euclidiana de aproximadamente 36,1 pode-se observar a formação de cinco agrupamentos, um maior que agrupa seguramente mais da metade dos níveis de cinza e outros quatro agrupamentos menores.

Ao elaborar o pictograma da unidade de mapeamento HGP5, constatou-se que os quatro agrupamentos menores ocorrem próximos, chegando a fazer limites entre si. Os pontos que ocorreram próximos aos limites da unidade de mapeamento HGP5 foram descartados, uma vez que poderiam estar recebendo influência da unidade de mapeamento vizinha ou mesmo da transição de solos de uma unidade de mapeamento para outra. Desta forma, as áreas correspondentes aos agrupamentos vizinhos foram consideradas como um único agrupamento (Figura 17).

Figura 17 - Pictograma da unidade de mapeamento HGP5 mostrando os agrupamentos menor (Azul) e maior (Verde) discriminados na análise de agrupamentos.

Ao analisar os níveis de cinza do agrupamento maior pode-se perceber que estão menos dispersos quando comparados com os níveis de cinza correspondentes à unidade de mapeamento HGP5. Tal fato, pode ser observado pelos valores de desvio padrão e coeficiente de variação apresentados na Tabela 10.

Já o agrupamento menor possui os níveis de cinza mais dispersos que o agrupamento maior e menos dispersos que a unidade de mapeamento HGP5, com exceção da banda 1, 4 e 7 respectivamente. Isto pode ser observado pelos valores de desvio padrão e coeficiente de variação apresentados na Tabela 10.

Ao observar os valores médios dos níveis de cinza percebe-se que o agrupamento menor possui valores superiores aos encontrados para o agrupamento maior e para a unidade de mapeamento HGP5, com exceção para a banda 4 onde os valores médios estão mais próximos. Acredita-se ainda que para esta unidade de mapeamento a banda 4 não contribuiu para a discriminação dos agrupamentos.

Tabela 10 - Informações sobre os níveis de cinza das bandas 1,2,3,4,5 e 7, correspondentes à unidade de mapeamento HGP5, agrupamento menor(<) e agrupamento maior(>).

	BANDA 1					BANDA 2					BANDA 3				
	Menor	Maior	Média	D.P.	C.V.	Menor	Maior	Média	D.P.	C.V.	Menor	Maior	Média	D.P.	C.V.
HGP5	37	112	47,85	3,43	7,2	17	29	20,36	2,32	11,4	12	34	19,51	5,12	26,2
<	43	56	50,31	2,97	5,9	17	29	22,31	2,52	11,3	12	34	24,55	5,50	22,4
>	37	112	46,85	3,13	6,7	17	29	19,64	1,76	8,9	12	33	17,67	3,51	19,9
	BANDA 4					BANDA 5					BANDA 7				
	Menor	Maior	Média	D.P.	C.V.	Menor	Maior	Média	D.P.	C.V.	Menor	Maior	Média	D.P.	C.V.
HGP5	20	67	41,74	7,33	17,6	23	84	45,40	10,02	22,1	5	29	13,04	5,53	42,4
<	20	67	41,22	11,88	28,8	23	84	52,46	11,06	21,1	5	29	18,31	5,30	28,9
>	26	63	41,98	4,76	11,3	29	70	43,03	8,37	19,5	6	28	11,12	4,19	37,7

4.1.8. Unidade HGP9

Através dos dendrogramas componentes desta unidade de mapeamento, ao serem cortados na distância euclidiana de 33,2, pode-se perceber a formação de dois a três grupos, sempre tendo a presença de um agrupamento maior.

Por ocasião da elaboração do pictograma da unidade, pontos isolados próximos ao limite da unidade de mapeamento HGP9 foram descartados, pois apesar de participarem de um agrupamento, podem estar sofrendo influência da transição de solos de uma unidade para outra. (Figura 18)

Ao analisar os níveis de cinza do agrupamento menor percebe-se que estes estão mais dispersos do que os encontrados no agrupamento maior e na unidade de mapeamento HGP9, com exceção da banda 4, onde os valores de desvio padrão e coeficiente de variação são inferiores às duas situações acima citadas, condições estas que podem ser visualizadas na Tabela 11.

É possível perceber que no agrupamento maior a dispersão dos níveis de cinza é inferior à apresentada pelo agrupamento menor e pela unidade de mapeamento HGP9.

Os valores médios dos níveis de cinza encontrados para os agrupamentos maior e menor e para a unidade de mapeamento HGP9 são muito semelhantes nas bandas 1, 2, 3 e 4. Já nas bandas 5 e 7 percebe-se que o valor médio dos níveis de cinza encontrados para o agrupamento menor possui valores médios inferiores

Figura 18 - Pictograma da unidade de mapeamento HGP9 mostrando os agrupamentos menor (Azul) e maior (Verde) discriminados na análise de agrupamentos.

aos demais agrupamentos, portanto acredita-se que as bandas 5 e 7 foram as mais importantes para a identificação dos agrupamentos.

Tabela 11 - Informações sobre os níveis de cinza das bandas 1,2,3,4,5 e 7, correspondentes à unidade de mapeamento HGP9, agrupamento menor(<) e agrupamento maior(>).

	BANDA 1					BANDA 2					BANDA 3				
	Menor	Maior	Média	D.P.	C.V.	Menor	Maior	Média	D.P.	C.V.	Menor	Maior	Média	D.P.	C.V.
HGP9	41	60	49,03	2,39	4,9	14	32	21,40	1,90	8,9	11	37	21,86	3,41	15,6
<	41	60	48,26	2,46	5,1	14	32	20,94	2,20	10,5	11	37	21,05	3,78	18,0
>	41	56	49,34	2,33	4,7	15	27	21,53	1,70	7,9	12	34	22,15	3,25	14,7
	BANDA 4					BANDA 5					BANDA 7				
	Menor	Maior	Média	D.P.	C.V.	Menor	Maior	Média	D.P.	C.V.	Menor	Maior	Média	D.P.	C.V.
HGP9	19	75	40,44	5,25	13,0	18	74	52,87	9,45	17,9	2	32	15,86	4,43	27,3
<	21	65	40,36	3,99	9,9	23	73	50,44	9,7	19,2	3	32	14,07	4,34	30,9
>	19	75	40,42	5,79	14,3	18	74	54,08	9,06	16,8	2	31	16,71	4,39	26,3

4.1.9. Unidade HGP10

Ao cortar os dendrogramas desta unidade de mapeamento na distância euclidiana de 52,1, que corresponde à distância de um dos componentes da associação, percebe-se a formação de dois grupos de tamanhos semelhantes, mas bem distintos no dendrograma.

Ao elaborar o pictograma constata-se que um dos agrupamentos ocorre em duas áreas distintas dentro da unidade de mapeamento, uma de maior tamanho ocorrente na área mais central e outra de menor tamanho localizada mais abaixo da unidade de mapeamento próximo ao rio Ivaí. Já o outro agrupamento ocorre no restante da unidade de mapeamento HGP10. Identificou-se algumas unidades básicas da grade de interpretação ocorrendo isoladas próximo aos limites das unidades. Estas foram

descartadas pois podem estar sofrendo influência das unidades de mapeamento vizinhas. (Figura 19)

O agrupamento que se localiza predominantemente na área central da unidade de mapeamento HGP10, mostra uma tendência dos níveis de cinza serem mais dispersos em relação ao agrupamento ocorrente no restante da área, com exceção da banda 4, onde estes valores são inferiores aos apresentados no agrupamento restante e também em relação à unidade de mapeamento. Tal fato pode ser observado nos valores de desvio padrão e coeficiente de variação apresentados na Tabela 12.

Tabela 12 - Informações sobre os níveis de cinza das bandas 1,2,3,4,5 e 7, correspondentes à unidade de mapeamento HGP10, agrupamento menor(<) e agrupamento maior(>).

	BANDA 1					BANDA 2					BANDA 3				
	Menor	Maior	Média	D.P.	C.V.	Menor	Maior	Média	D.P.	C.V.	Menor	Maior	Média	D.P.	C.V.
HGP10	42	61	50,96	3,85	7,6	15	30	22,54	2,82	12,5	12	39	24,63	6,38	25,9
<	42	61	53,19	4,14	7,78	15	30	23,96	3,18	13,3	12	39	27,37	7,34	26,8
>	42	60	49,40	2,80	5,67	16	28	21,57	2,10	9,7	12	37	22,8	4,87	21,4
	BANDA 4					BANDA 5					BANDA 7				
	Menor	Maior	Média	D.P.	C.V.	Menor	Maior	Média	D.P.	C.V.	Menor	Maior	Média	D.P.	C.V.
HGP10	18	71	37,23	7,09	19,1	21	84	54,98	11,97	21,8	5	36	19,55	7,42	38,0
<	21	69	34,45	5,92	17,18	19	84	59,07	14,36	24,3	5	35	24,22	7,86	32,46
>	19	71	39,6	6,93	17,5	24	77	52,42	9,10	17,4	5	35	16,02	4,90	30,6

No agrupamento restante pode-se observar uma menor dispersão dos níveis de cinza quando comparado ao agrupamento central e com a unidade de mapeamento HGP10. Isto mostra que a maior dispersão dos níveis de cinza que ocorriam

Figura 19 - Pictograma da unidade de mapeamento HGP10 mostrando os agrupamentos menor (Azul) e maior (Verde) discriminados na análise de agrupamentos.

dentro da unidade de mapeamento HGP10 foram isoladas no agrupamento que se localiza predominantemente na parte central da unidade de mapeamento, por ocasião do corte do dendrograma.

Ao observar os valores médios dos níveis de cinza percebe-se que o agrupamento menor possui os maiores valores médios, seguido da unidade de mapeamento HGP10 e por último o agrupamento maior. Somente a banda 4 apresenta um comportamento diferenciado, onde o agrupamento menor e o maior, possuem respectivamente o menor e o maior valor médio dos níveis de cinza.

Outro aspecto observado é que a diferença entre as médias dos agrupamentos aumenta de forma expressiva para as bandas 4, 5 e 7. Portanto, apesar de todas as bandas apresentarem um comportamento semelhante com exceção da banda 4, percebe-se as bandas 4, 5 e 7 são as que provavelmente mais contribuíram para a identificação dos diferentes agrupamentos.

4.1.10. Unidade HGP11

O dendrograma desta unidade de mapeamento foi cortado na distância euclidiana de 30,1, que corresponde à distância de uma das classes de solos componentes da unidade de mapeamento HGP11. Pode-se perceber a presença de um agrupamento maior na maioria dos dendrogramas e outros agrupamentos menores, que podem variar em número de dois a três. É importante ressaltar que dois dendrogramas quando foram cortados na distância de 30,1, apresentaram um único agrupamento.

Ao se elaborar o pictograma da unidade de mapeamento, porém, foi possível constatar que todos os agrupamentos menores e os agrupamentos que ocorreram sozinhos no dendrograma localizavam-se em uma mesma região da unidade de mapeamento HGP11. Desta forma, estes agrupamentos foram considerados como um único agrupamento. Como já foi descrito para os pictogramas anteriores a ocorrência de unidades básicas isoladas próximo aos limites das unidades de mapeamento não foram consideradas para este estudo. (Figura 20)

O agrupamento menor apresenta valores de níveis de cinza menos dispersos quando comparados com a unidade de mapeamento HGP11 e com o agrupamento maior. Porém, quando comparado com o agrupamento maior percebe-se que para a banda 1 os valores de níveis de cinza estão mais dispersos, conforme dados apresentados na Tabela 13.

No que diz respeito ao comportamento dos valores médios dos níveis de cinza, estes apresentam comportamento semelhante ao da unidade de mapeamento HGP10 descrita anteriormente, diferenciando-se na banda 4, onde os valores mantêm a mesma tendência, apenas reduzindo a diferença entre os valores médios.

As bandas 5 e 7 são as que possuem as maiores diferenças nos valores médios dos níveis de cinza entre os agrupamentos menor, maior e unidade de mapeamento HGP11, mostrando que estas bandas são as que provavelmente mais contribuíram na identificação dos agrupamentos.

Figura 20 - Pictograma da unidade de mapeamento HGPI1 mostrando os agrupamentos menor (Azul) e maior (Verde) discriminados na análise de agrupamentos.

Tabela 13 - Informações sobre os níveis de cinza das bandas 1,2,3,4,5 e 7, correspondentes à unidade de mapeamento HGP11, agrupamento menor(<) e agrupamento maior(>).

	BANDA 1					BANDA 2					BANDA 3				
	Menor	Maior	Média	D.P.	C.V.	Menor	Maior	Média	D.P.	C.V.	Menor	Maior	Média	D.P.	C.V.
HGP1	42	63	50,88	2,64	5,2	16	36	22,16	2,03	9,2	14	48	24,31	3,29	13,5
<	45	61	52,63	2,35	4,5	19	30	23,49	1,81	7,7	14	35	26,46	2,85	10,8
>	42	63	49,84	2,21	4,43	16	36	21,37	1,72	8,1	14	48	23,06	2,85	12,4
	BANDA 4					BANDA 5					BANDA 7				
	Menor	Maior	Média	D.P.	C.V.	Menor	Maior	Média	D.P.	C.V.	Menor	Maior	Média	D.P.	C.V.
HGP1	19	64	34,84	5,01	14,4	4	75	53,17	8,90	16,7	0	35	18,21	4,98	27,3
<	25	57	35,62	3,56	10,0	40	75	59,95	4,94	8,2	10	35	22,63	3,42	15,1
>	19	64	34,35	5,63	16,4	4	73	49,23	8,26	16,8	0	29	15,65	3,76	24,0

4.1.11. Unidade HAQ2

Utilizou-se como ponto de corte do dendrograma a distância euclidiana de 35,4, que corresponde à unidade de mapeamento HAQ1, que é um dos componentes da associação da unidade de mapeamento HAQ2. Foi identificado a presença de três agrupamentos, um maior e outros dois menores.

Ao elaborar o pictograma da unidade de mapeamento observa-se que os agrupamentos menores ocorrem juntos e localizados em uma única região da unidade de mapeamento HAQ2. Devido à ocorrência acima citada considerou-se os agrupamentos menores como um único agrupamento. Foram descartadas as unidades básicas que ocorreram de forma isolada e/ou próximas ao limite da unidade de mapeamento, conforme descrito anteriormente (Figura 21).

Figura 21 - Pictograma da unidade de mapeamento HAQ2 mostrando os agrupamentos menor (Azul) e maior (Verde) discriminados na análise de agrupamentos.

Ao observar os níveis de cinza do agrupamento menor constata-se que estes são menos dispersos tanto em relação à unidade de mapeamento HAQ2, quanto em relação ao agrupamento maior. Tal fato pode ser observado nos valores de desvio padrão e coeficiente de variação presentes na Tabela 14, onde os valores do agrupamento menor são muito inferiores aos encontrados para o agrupamento maior.

Já no agrupamento maior é possível constatar uma maior dispersão dos níveis de cinza, fato que pode ser observado pelos valores de desvio padrão e coeficiente de variação, que são superiores aos encontrados na unidade de mapeamento HAQ2, exceto na banda 4.

Tabela 14 - Informações sobre os níveis de cinza das bandas 1,2,3,4,5 e 7, correspondentes à unidade de mapeamento HAQ2, agrupamento menor(<) e agrupamento maior(>).

	BANDA 1					BANDA 2					BANDA 3				
	Menor	Maior	Média	D.P.	C.V.	Menor	Maior	Média	D.P.	C.V.	Menor	Maior	Média	D.P.	C.V.
HAQ2	41	56	47,16	2,63	5,6	14	28	20,07	2,33	11,6	11	33	19,68	5,01	25,5
<	43	54	47,49	2,19	4,6	16	27	19,94	1,84	9,2	15	33	22,45	4,10	18,3
>	41	56	47,12	2,70	5,7	14	28	20,09	2,40	11,9	11	33	19,24	5,04	26,2
	BANDA 4					BANDA 5					BANDA 7				
	Menor	Maior	Média	D.P.	C.V.	Menor	Maior	Média	D.P.	C.V.	Menor	Maior	Média	D.P.	C.V.
HAQ2	16	61	39,24	6,95	17,7	19	71	42,90	11,03	25,7	2	28	11,84	5,16	43,6
<	25	48	33,86	4,7	13,9	28	70	46,42	9,61	20,7	4	22	11,85	3,02	25,5
>	16	61	40,09	6,89	17,2	19	71	42,41	11,24	26,5	2	28	11,82	5,37	45,4

O agrupamento menor foi o que apresentou maior destaque no que se refere aos valores médios de níveis de cinza das bandas 3, 4 e 5. Sendo que nas bandas 3 e 5 seus valores médios são superiores aos demais agrupamentos e para a banda 4 seu comportamento foi inverso.

4.1.12. Unidades de mapeamento HGP2, CG1, C1, PL1, PL3, HGH3

Ao analisar os dendrogramas dos níveis de cinza correspondente às unidades de mapeamento acima citadas observa-se um agrupamento maior com a presença da maioria dos níveis de cinza e outro agrupamento menor. Ao elaborar o pictograma foi possível identificar que o agrupamento menor não ocorre concentrado em uma região mas sim espalhado pelo limite da unidade de mapeamento.

Desta forma, os agrupamento menores das unidades de mapeamento HGP2, CG1, C1, PL1, PL3, HGH3 foram consideradas como prováveis alterações características da transição de uma unidade de mapeamento para outra.

4.2. Caracterização Geral das Unidades de Mapeamento

Neste sub-ítem será realizada a caracterização geral do agrupamento menor, encontrado nas unidades de mapeamento descritas por CARVALHO et al. (1989) e que podem ser visualizadas na Figura 22 que se encontra no final deste sub-ítem. Com relação a descrição morfológica dos perfis e a caracterização geral das classes podem ser encontrados nos apêndices 2 e 3, respectivamente.

4.2.1. Unidade HGP1

A) PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO EUTRÓFICO

Ta A moderado textura média (bem drenado)

Este agrupamento encontra-se sobre a bacia de inundação alta com presença marcante de meandros abandonados. É importante ressaltar que a presença dos meandros é de fácil percepção ao nível de campo, não sendo constatada a presença de dique marginal associado ao meandro abandonado, apresentando portanto uma superfície plana que decresce ao encontrar o meandro abandonado e que retorna à posição original do outro lado do meandro.

Ocorrem próximo ao dique marginal do rio Ivaí, apresentando limites comuns entre as unidades, mas por ocorrerem mais para o interior da planície de inundação possuem drenagem interna menos eficiente, o que favoreceu o desenvolvimento de um solo mais raso em relação ao solo do dique marginal.

O perfil apresenta distribuição da fração areia mais uniforme que a encontrada no dique marginal, mostrando de forma bem evidente o acúmulo de argila em profundidade, os quais podem ser visualizados na Tabela 1 do Apêndice 1. Normalmente os solos da bacia de inundação apresentam textura mais fina por se caracterizarem como áreas de sedimentação que ocorrem mais próximas ao centro da planície de inundação, conforme ALLEN (1970) e BIGARELLA & SUGUIO (1979). Neste caso, como a bacia de inundação ocorre próximo ao canal fluvial, grande parte do material grosseiro presente na água de transbordamento será depositada na bacia de inundação.

O agrupamento, por possuir meandros abandonados bem evidentes, pode apresentar solos gleizados, como Solo Glei Húmico e Solo Glei Pouco Húmico, mas por ocorrerem em uma faixa estreita de pouca expressão da paisagem são enquadrados como inclusão.

Este agrupamento apresenta ocorrência de floresta subtropical hidrófila de várzea. Atualmente a utilização predominante é de culturas anuais, sendo neste último ano agrícola explorada com feijão e milho.

Este agrupamento possui 35,6 ha, o que corresponde a 5,6% da unidade de mapeamento HGP1.

**B) PLINTOSSOLO ÁLICO Ta epidistrófico A moderado
textura argilosa (imperfeitamente drenado)**

Este agrupamento encontra-se sobre a bacia de inundação baixa, com a presença de meandros abandonados evidentes, localizados mais ao centro da planície de inundação. Os meandros abandonados neste agrupamento estão associados a uma pequena elevação na sua margem, que corresponde ao dique marginal, caracterizando uma paisagem plana com uma suave elevação e decrescendo rapidamente no meandro abandonado, repetindo a sequência do outro lado do meandro. É importante ressaltar que em muitos meandros abandonados não foi possível perceber a presença do dique marginal associado a eles.

A porcentagem de argila neste agrupamento oscila entre 70% no horizonte Apg e 36% no horizonte Bgf (Tabela 3 - Apêndice1). Tal concentração pode ser explicada pela presença da unidade mais distante do canal fluvial, onde a deposição de

sedimentos de textura mais fina é favorecida, uma vez que os sedimentos mais grosseiros são depositados mais próximo do canal fluvial, de acordo com o exposto por SAKAMOTO (1960).

A topografia deste agrupamento favorece a presença do lençol freático próximo à superfície do solo, condicionando ao mesmo uma drenagem deficiente. A oscilação do lençol freático ocorre entre 15 cm e 40 cm da superfície, que pode ser evidenciado pela formação de concreções ferruginosas (Perfil 3 - Apêndice 2). Ainda foi possível verificar que a espessura de ocorrência das concreções ferruginosas pode variar até aproximadamente 100 centímetros, ocorrendo mais profundamente nas áreas onde a drenagem é melhor.

A condição de alta porcentagem de argila no horizonte A, associada à presença de plintita em profundidade, favorece ao acúmulo de água superficial por longos períodos, uma vez que a drenagem em solos com grande concentração de argila de atividade alta dificulta muito o movimento de água pelo perfil.

A região de transição entre a bacia de inundação baixa e a bacia de inundação alta é facilmente perceptível ao nível de campo, pois ocorre uma elevação brusca em trono de 1,0 m a 1,5 m.

Este agrupamento tem como vegetação primária campo subtropical hidrófilo de várzea e vem sendo explorado com sucesso há muitos anos com arroz irrigado. Não foi possível neste caso a diferenciação da vegetação ocorrente entre o agrupamento menor e o maior.

Este agrupamento corresponde a 34,5 ha o que corresponde a 5,4% do total da área da unidade de mapeamento HGP1.

C) CAMBISSOLO DISTRÓFICO Ta A proeminente textura argilosa (moderadamente drenado)

Este agrupamento está localizado na bacia de inundação alta, que se encontra distante aproximadamente 1 quilômetro da margem do rio Ivaí. O cor bruna é predominante neste agrupamento, mas tende a apresentar coloração mais clara à medida que se aprofunda no perfil, chegando a atingir coloração variegada em profundidade (Perfil 9 - Apêndice 2).

A contribuição da fração areia neste agrupamento aumenta em profundidade, evidenciando que os processos de sedimentação pretéritos tiveram na água de transbordamento uma contribuição maior da fração areia, mesmo considerando a distância deste agrupamento da margem do rio Ivaí (Tabela 9 - Apêndice 1).

A paisagem de ocorrência deste agrupamento é caracterizada pela presença de meandros abandonados bastante preenchidos, o que os torna pouco evidentes ao serem observados nas fotografias aéreas. A superfície apresenta-se com pequenas ondulações, que estão relacionadas aos meandros abandonados e aos seus diques marginais.

Devido às ondulações mencionadas anteriormente, pode-se verificar que nas depressões a condição de drenagem é prejudicada, o que proporciona processos de redução mais intensos, podendo chegar a atingir o horizonte B.

Neste agrupamento a vegetação original era de campo subtropical hidrófilo de várzea, não havendo diferenças entre as vegetações do agrupamento menor e maior.

Este agrupamento possui 97,8 ha, o que corresponde a 15,3% da área da unidade de mapeamento HGP1.

4.2.2. Unidade HGP3

CAMBISSOLO DISTRÓFICO Ta A proeminente textura argilosa (moderadamente drenado)

Pode-se perceber que as características deste agrupamento são semelhantes às características de um dos agrupamentos da unidade de mapeamento HGP1.

Percebe-se que os meandros abandonados nesta área estão mais preenchidos do que os encontrados na unidade de mapeamento HGP1, proporcionando desta forma uma condição de drenagem um pouco melhor ao longo do perfil.

Este agrupamento possui 11,5 ha, o correspondente a 9,8% da área da unidade de mapeamento HGP3.

4.2.3. Unidade A1

PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO EUTRÓFICO Ta

A moderado textura média (bem drenado)

Este agrupamento encontra-se localizado sobre os diques marginais de maior destaque na paisagem, apresentando boa drenagem interna. Mesmo ocorrendo sobre diques marginais elevados, o horizonte B pode apresentar variação na coloração, oscilando entre cores brunadas, que ocorrem nas porções menos elevadas da paisagem, até coloração mais avermelhada em posição de destaque (Perfil 1 - Apêndice 2).

Apresenta grande contribuição da fração areia em todo o perfil, com valores oscilando entre 65,5% e 74,5% (Tabela 1 - Apêndice 1). A condição textural do perfil pode ser explicada pela gênese dos diques marginais, de acordo com SAKAMOTO (1960) e BIGARELLA & SUGUIO (1979), que descrevem que o material mais grosseiro e mais denso será depositado logo após o transbordamento e quanto mais grosseira a granulometria maior o destaque dos diques na paisagem aluvial. Ainda no que se refere à textura, percebe-se ao longo do perfil uma variação da composição granulométrica, o que pode estar relacionado aos processos de transbordamento e sedimentação, associados a materiais de diferentes granulometrias presentes na água do canal fluvial, de acordo com LEOPOLD et al. (1964).

Na posição de relevo mais elevado, onde o solo apresenta coloração mais avermelhada, em determinados pontos de observação foi possível

constatar que o horizonte B apresenta coloração que satisfaz a Podzólico Vermelho-Escuro, mas como são áreas de pequena expressão cartográfica são enquadradas como inclusão.

O uso atual do agrupamento menor bem como do agrupamento maior varia entre pastagem e mata ciliar, não sendo possível neste caso a caracterização de um tipo de vegetação.

Este agrupamento não apresenta grande expressão territorial, com 14,1 ha, o que corresponde a 7,2% da área da unidade de mapeamento A1.

4.2.4. Unidade PV1

PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO DISTRÓFICO Tb

A moderado textura média (bem drenado)

Este agrupamento encontra-se fisiograficamente na bacia de inundação alta, com meandros pouco evidentes e com vegetação de grande porte. Também se caracteriza por ocorrer próximo ao canal fluvial, fazendo divisa com o dique marginal do rio Ivaí. Estas características diferem um pouco das características encontradas na unidade de mapeamento PV1, principalmente no que se refere à vegetação, predominantemente de campo, e quanto ao fato de estar mais próxima ao centro da planície de inundação.

A composição granulométrica desta unidade apresenta-se crescente em profundidade, onde os valores de argila passam de 16% no horizonte A para 26% no horizonte C (Tabela 8 - Apêndice 1).

As variações presentes neste agrupamento residem predominantemente na espessura da horizonte A.

Esta unidade encontra-se coberta por vegetação de grande porte, diferenciando-se do restante da unidade de mapeamento PV1 que se encontra recoberta por vegetação de campo.

A área correspondente a este agrupamento é de 15,9 ha, o equivalente a 4,9% da área da unidade de mapeamento PV1.

4.2.5. Unidade PV2

SOLO ALUVIAL DISTRÓFICO Tb A moderado textura arenosa (mal drenado)

Este agrupamento encontra-se nas depressões do terraço fluvial, que tem seus limites com a encosta e com a bacia de inundação, sendo normalmente limitado por uma escarpa, concordando com as observações de LEOPOLD et al. (1964) e CHRISTOFOLETTI (1981). A transição entre a depressão e as partes mais altas desta unidade ocorre de forma gradativa, não havendo portanto nenhuma mudança brusca no relevo. Tal variação é possível se perceber ao nível de campo pela mudança também gradativa da vegetação de campo, passando de uma vegetação de campo limpo para uma vegetação de campo sujo, mais característica de área mal drenada.

Por estar localizada nas depressões do terraço fluvial apresenta drenagem imperfeita do perfil e a conseqüente presença de mosqueados de redução

abaixo de 26 cm, com lençol freático presente a 50 cm de profundidade (Perfil 4 - Apêndice 2).

A contribuição da fração areia é bastante elevada ao longo do perfil, diminuindo no horizonte mais profundo, o que pode ser visualizado na Tabela 4 do Apêndice 1. As elevadas porcentagens da fração areia ao longo do perfil provavelmente sejam explicadas pela presença de um meandro abandonado de grande porte nas proximidades, mostrando que o canal fluvial passou em épocas passadas por este ponto e contribuiu com a deposição de sedimentos de textura mais grosseira nos períodos de enchentes, confirmando as observações de SAKAMOTO (1960).

É um agrupamento de pequena expressão territorial, coberto por campo sujo. Ocorre dentro de outro agrupamento mais expressivo, o qual está sendo utilizado com agricultura intensiva e pastagem.

Nos limites desta unidade foi observada, nas posições mais elevadas e de melhor drenagem, a presença de planossolos, que foram enquadrados como inclusão.

Este agrupamento possui área de 21,4 ha, o que corresponde a 4,7% da área da unidade de mapeamento PV2.

4.2.6. Unidades PE1 e HGP10

GLEI POUCO HÚMICO ÁLICO Ta textura muito argilosa (imperfeitamente drenado)

Este agrupamento ocorre na bacia de inundação baixa, com presença de meandros abandonados mais preenchidos, não havendo portanto um destaque dos meandros abandonados na paisagem aluvial.

Por ocorrerem na bacia de inundação que se localiza mais distante do canal fluvial, propiciam a deposição de sedimentos mais finos, o que pode ser observado na Tabela 5 do Apêndice 1 e que concorda com as observações de ALLEN (1970), HUNGRIA (s.d.) e BIGARELLA & SUGUIO (1979).

Devido às características da classe de solo que compõe este agrupamento e de sua posição topográfica, são áreas que apresentam drenagem interna imperfeita.

Percebe-se que a composição granulométrica apresenta uma variação mais acentuada na fração areia (Tabela 5 - Apêndice 1), evidenciando diferentes ciclos de sedimentação, mas sempre mostrando uma predominância da fração argila, concordando com CHRISTOFOLETTI (1981).

Na região próxima aos limites da agrupamento percebe-se a presença de plintita em profundidade, principalmente quando a agrupamento adjacente é de Plintossolo.

Esta unidade atualmente está sendo utilizada com arroz irrigado, intercalado a períodos de dois anos de pousio.

Esta unidade possui 135,7 ha, o que corresponde a 40,4% da unidade de mapeamento HGP10 e a 5,8% da área da unidade de mapeamento PE1.

4.2.7. Unidade HGP5

GLEI POUCO HÚMICO ÁLICO epidistrófico Ta textura argilosa (imperfeitamente drenado)

Agrupamento encontrado sobre a bacia de inundação baixa, sua posição dentro da planície de inundação é bem afastada do canal fluvial, mais próximo a encosta.

O posicionamento deste agrupamento no contexto da planície de inundação reflete na composição granulométrica de todo o perfil (Tabela 7 - Apêndice 1), mostrando que quando mais distante do canal fluvial maior será a deposição de sedimentos de textura fina, condição esta já evidenciada por ALLEN (1970) e CRISTOFOLETTI (1981).

Topograficamente pode-se dizer que esta unidade se encontra mais baixa que a planície de inundação alta, e nas áreas de contato entre as unidades pode-se perceber a mudança topográfica em um pequeno espaço. Por se encontrar em uma superfície baixa da planície aluvial favorece o acúmulo de água próximo a superfície do solo, proporcionando a todos os horizontes do perfil um mosqueado de redução.

Esta unidade pode apresentar variações no grau de hidromorfismo, mas sempre se enquadrando como Solo Glei Pouco Húmico.

O uso deste agrupamento é com agricultura intensiva, de arroz irrigado intercalado com pastagens.

Possui área de 36,9 ha, o que corresponde a 28,8% da área da unidade de mapeamento HGP5.

4.2.8. Unidade HGP9

CAMBISSOLO ÁLICO epidistrófico Ta A moderado textura argilosa (moderadamente drenado)

Esta unidade encontra-se fisiograficamente na bacia de inundação alta, sem a presença de meandros abandonados, com vegetação de campo associada a vegetação grande porte, diferenciando-se da vegetação ocorrente na bacia de inundação baixa adjacente que se apresenta como vegetação de campo típica de áreas de mal drenadas. Estas áreas são facilmente identificadas ao nível de campo, pois ocorre um contraste grande entre esta superfície e a bacia de inundação baixa adjacente. São áreas bastante expressivas e que ocorrem predominantemente na margem esquerda da planície de inundação do rio Ivaí.

A composição granulométrica é bastante uniforme ao longo do perfil, apenas no horizonte C1g ocorre uma porcentagem menor da fração areia (Tabela 6 - Apêndice 1). São áreas que apresentam solos predominantemente argilosos, com

pequenas variações quando localizada mais próxima do canal fluvial, concordando com as observações de ALLEN (1970).

Apresenta drenagem interna moderada, o que pode ser constatado pela presença de mosqueado de redução nos horizontes Bg, C1g e C2g, mas que não são impedimentos ao desenvolvimento da vegetação (Perfil 6 - Apêndice 2).

As variações presentes neste agrupamento oscilam entre perfis mais espessos com menor quantidade de mosqueado de redução até menos espessos com mosqueados de redução mais intensa, mas que não se enquadram como Solo Glei e nem como caráter gleico.

A área correspondente a esta unidade é de 320,5 ha, o equivalente a 39,4% da área da unidade de mapeamento HGP9.

4.2.9. Unidade HGP11

Nesta área não foi possível a abertura de perfil, devido ao lençol freático se encontrar próximo da superfície e pela falta de sustentação das paredes da trincheira. Mas, por ocasião da tentativa da abertura da trincheira foi possível identificar que no material retirado predominava a fração areia, porém com diferentes granulometrias de coloração variada, à medida que se aprofundava a escavação.

Tal variação na composição granulométrica caracteriza diferentes ciclos de sedimentação. É importante ressaltar que a presença de material sedimentar de granulometria grosseira na bacia de inundação baixa pode ser explicado pela presença do

córrego da Prata, que faz limite com este agrupamento, não concordando neste caso com as observações de ALLEN (1970) e CHRISTOFOLETTI (1981).

Fisiograficamente este agrupamento encontra-se na bacia de inundação baixa, com presença de meandros abandonados evidentes. A superfície possui pequenas ondulações relacionadas ao dique marginal, que ocorre associado ao meandro abandonado, condição esta já descrita por CHRISTOFOLETTI (1981). É importante ressaltar que os diques marginais, quando estão presentes, não são de grande expressão territorial.

Estas áreas encontram-se cultivadas na sua maioria com arroz irrigado. As exceções estão relacionadas a áreas de pousio que serão incorporadas ao processo produtivo em 1998.

A área correspondente a este agrupamento é de 343,7 ha, o que corresponde a 62,4% da área total de trabalho.

4.2.10. Unidade HAQ2

Este agrupamento encontra-se com lençol freático na superfície e como a granulometria do solo é grosseira. Não foi possível a abertura de uma trincheira devido a falta de sustentação das paredes, porém, foi possível identificar que à profundidade de aproximadamente 40cm a granulometria não apresentou variações visíveis, o que pode estar relacionado a um solo Areia Quartzosa.

Fisiograficamente este agrupamento se encontra na bacia de inundação baixa, mais precisamente dentro de um grande meandro abandonado. Esta

superfície é facilmente identificada ao nível de campo, uma vez que tem seus limites com um terraço alto e com barras de meandro, ambos em posições mais elevadas que o agrupamento em questão.

Esta unidade possui área de 12,3 ha, o que corresponde a 5,9% da área da unidade de mapeamento HAQ2.

Apesar das dificuldades encontradas para a coleta de amostras desta unidade, foi possível constatar a ocorrência de diferentes tipos de vegetação entre o agrupamento menor e o agrupamento maior.

Unidades Simples

- PODZÓLICO VERMELHO-ESCURO EUTRÓFICO Tb abrupto A moderado textura arenosa/média fase relevo praticamente plano (bem drenado)
- PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO EUTRÓFICO Ta A moderado textura média (bem drenado)
- PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO DISTRÓFICO Tb A moderado textura média (bem drenado)
- PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO ÁLICO epieutrófico Ta A moderado textura arenosa/média fase relevo praticamente plano (bem drenado)
- PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO ÁLICO epieutrófico Ta ou Tb A moderado textura arenosa/média fase relevo praticamente plano (bem drenado)
- CAMBISSOLO DISTRÓFICO Ta A proeminente textura argilosa (moderadamente drenado)
- CAMBISSOLO DISTRÓFICO Tb A proeminente textura argilosa (moderadamente drenado)
- CAMBISSOLO ÁLICO epidistrófico Ta A moderado textura argilosa (moderadamente drenado)
- CAMBISSOLO ÁLICO epieutrófico Ta gleico A moderado textura argilosa fase relevo praticamente plano (imperfetamente drenado)
- PLANOSSOLO ÁLICO epidistrófico Tb A moderado textura arenosa/média fase relevo plano (mal drenado)
- PLANOSSOLO ÁLICO epidistrófico Ta A moderado textura arenosa/argilosa fase relevo plano (imperfetamente drenado)
- PLINTOSSOLO ÁLICO Ta A moderado textura argilosa (imperfetamente drenado)
- SOLO ALUVIAL EUTRÓFICO Ta A moderado textura média fase relevo praticamente plano (moderadamente drenado)
- SOLO ALUVIAL DISTRÓFICO Tb A moderado textura arenosa (mal drenado)
- SOLO ALUVIAL
- GLEI POUCO HÚMICO ÁLICO Ta textura muito argilosa (imperfetamente drenado)
- GLEI POUCO HÚMICO ÁLICO epidistrófico Ta textura argilosa fase relevo plano (mal drenado)
- GLEI POUCO HÚMICO ÁLICO epidistrófico Ta textura argilosa (imperfetamente drenado)
- GLEI POUCO HÚMICO ÁLICO epidistrófico Ta planossólico textura média/argilosa fase relevo plano (mal drenado)
- SOLO AREIA QUARTZOSA

Unidades Compostas

- ASSOCIAÇÃO GLEI HÚMICO DISTRÓFICO Ta planossólico textura média/argilosa + GLEI HÚMICO DISTRÓFICO Tb textura argilosa ambos em relevo plano (mal drenado)
- ASSOCIAÇÃO GLEI POUCO HÚMICO ÁLICO epistrófico Ta textura argilosa (mal drenado) + GLEI HÚMICO DISTRÓFICO Ta textura argilosa (mal e muito mal drenado) ambos com relevo plano.
- ASSOCIAÇÃO GLEI POUCO HÚMICO ÁLICO epidistrófico Ta textura argilosa (mal drenado) + CAMBISSOLO ÁLICO epidistrófico Ta gleico A moderado textura argilosa fase relevo praticamente plano (imperfetamente drenado)
- ASSOCIAÇÃO GLEI POUCO HÚMICO ÁLICO epidistrófico Ta textura média fase endoconcrecionária relevo plano (mal drenado) + CAMBISSOLO ÁLICO epidistrófico Ta gleico A moderado textura média fase endoconcrecionária relevo praticamente plano (imperfetamente drenado)
- ASSOCIAÇÃO GLEI POUCO HÚMICO ÁLICO epidistrófico Ta planossólico textura média/argilosa fase relevo plano (mal drenado) + PLANOSSOLO ÁLICO epidistrófico Ta A moderado textura arenosa/argilosa fase relevo plano (imperfetamente drenado)
- ASSOCIAÇÃO AREIA QUARTZOSA ÁLICA HIDROMÓRFICA A proeminente fase relevo plano (mal e muito mal drenado) + SOLO ALUVIAL ÁLICO Tb textura arenosa fase relevo plano (muito mal drenado)

Figura 22 - Visão geral dos agrupamentos menores determinados pela análise de agrupamentos nas unidades de mapeamentos encontradas no Levantamento semidetalhado dos solos da planície de inundação do Ivaí- PR (CAR VALHO et al., 1989).

4.3. Comportamento dos Níveis de Cinza na Discriminação das Unidades de Solo

Neste item será apresentada a variação dos níveis de cinza associados às características dos solos encontrados nos agrupamentos menor e maior.

Sabe-se que a resposta espectral dos solos reflete a interação das características dos solos e vegetação, como também em determinados casos estas características podem interferir e mascarar a resposta espectral entre si. Neste ítem será realizada uma análise dos principais fatores que podem estar influenciando na resposta espectral e que, conseqüentemente, foram úteis na separação dos agrupamentos.

Observa-se que os valores médios dos níveis de cinza encontrados nas bandas 2, 5 e 7 para o agrupamento menor das unidades de mapeamento HGP1 (Podzólico e Plintossolo), PV2 e PE1 foram superiores quando comparados com os valores dos agrupamentos maiores. Provavelmente tal variação esteja relacionada com a menor quantidade de matéria orgânica encontrada nos agrupamentos menores em relação ao agrupamento maior. Já para as unidade de mapeamento HGP1 (Cambissolo), HGP3 e PV1 observa-se uma situação inversa onde os valores de níveis de cinza são inferiores quando comparados com os valores obtidos nos agrupamentos maiores das respectivas unidade de mapeamento, neste caso também observa-se que existe uma maior contribuição dos teores de matéria orgânica.

A matéria orgânica atuou na diferenciação dos agrupamentos menor e maior, chegando em alguns casos a apresentar maior interferência nos níveis de

cinza das bandas 2, 5 e 7 concordando desta forma com as observações de STONER & BAUMGARDNER (1981) e SHRESTHA (1990).

Mesmo considerando a correspondência da matéria orgânica com os níveis de cinza da imagem orbital, não se deve descartar a possibilidade da matéria orgânica influenciar na retenção de água, capacidade de troca de cátions, estrutura e coloração dos solos minerais, conforme descrito por EPIPHANIO et al. (1992).

A coloração da camada superficial também pode influenciar a resposta espectral, ou seja, quanto mais escura menor será a reflectância do solo, fato constatado por vários autores tais como CIPRA et al. (1980), MATHEWS et al. (1973b) e KRISTOF et al. (1980). Para se estabelecer uma comparação das cores obtidas neste trabalho e compara-las com as cores dos solos descritos por CARVALHO et al. (1989), como também com os valores de níveis de cinza, optou-se pela utilização dos níveis de cinza encontrados nas bandas 1, 2 e 3, que se encontram na faixa do visível e que, segundo HENDERSON et al. (1992) é a melhor faixa para se estudar a variação da coloração dos solos.

Foi possível constatar que a maioria das cores superficiais dos perfis descritos para o agrupamento menor apresentam uma correspondência com os valores médios dos níveis de cinza, pois à medida que as cores são mais claras os valores médios dos níveis de cinza são mais elevados, a situação inversa também pode ser observada para as unidades de mapeamento HGP1 (Plintossolo), PV1, PV2, PE1, HGP10 e HGP5, concordando portanto com as observações de CIPRA et al. (1980) e MATHEWS et al. (1973b). Já na unidade de mapeamento A1 percebe-se que os valor

médio dos níveis de cinza são muitos semelhantes aos encontrados no agrupamento maior e ao se observar as cores dos dois agrupamentos percebe-se que, apesar de possuírem matizes diferentes, possuem valor e croma muito próximos, fato que pode ter contribuído para a não diferenciação dos níveis de cinza, tomando-se por base o descrito por MATHEWS et al. (1973b).

Situação inversa foi encontrada para a unidade de mapeamento HGP1 (Podzólico), onde a coloração do horizonte superficial do solo é mais escura em relação ao descrito por CARVALHO et al. (1989) porém, os valores médios dos níveis de cinza são maiores. A provável explicação da ocorrência deste fato pode estar relacionada à condição de melhor drenagem encontrada no agrupamento menor, como também pela textura arenosa do solo, atendendo as observações de BOWERS & HANKS (1965) e VALERIANO et al. (1995). Fato semelhante ocorreu para a unidade HGP1 (Cambissolo) onde em função da cor do solo esperava-se que os valores médios dos níveis de cinza fossem menores que os encontrados para o agrupamento maior, entretanto seus valores foram muito semelhantes. Provavelmente a explicação esteja na condição de drenagem melhor para a agrupamento menor, favorecendo desta forma ao maior valor médio de nível de cinza, concordando com as observações de BOWERS & HANKS (1965), que citam que o aumento da umidade do solo pode reduzir a reflectância.

A granulometria do solo também pode influenciar na sua resposta espectral, fato que pode ser observado com bastante clareza em alguns solos estudados neste trabalho. Para o agrupamento menor das unidades de mapeamento HGP1

(Podzólico e Plintossolo), PV2, HGP5 e A1 observou-se que os valores médios dos níveis de cinza das bandas 2, 5 e 7 foram superiores aos encontrados para os agrupamentos maiores. O comportamento dos níveis de cinza acima mencionados provavelmente estejam relacionados à maior contribuição da fração areia, o que também favorece uma menor retenção de água pelo solo e, conseqüentemente, a uma maior resposta espectral, concordando com as observações de SHRESTHA (1990) e VALERIANO et al. (1995) que citam que maiores concentrações de argila no solo favorecem a uma redução dos níveis de cinza devido à maior capacidade de retenção de água. No agrupamento menor da unidade de mapeamento HGP9 observou-se que os valores médios dos níveis de cinza das bandas 5 e 7 são inferiores em relação aos encontrados para o agrupamento maior, porém o comportamento esperado para os níveis de cinza em solos com teores de argila muito próximos e ambos com atividade de argila alta é de que fossem semelhantes, seguindo o comportamento encontrado para as bandas 1, 2, 3 e 4, observou-se que nesta unidade de mapeamento ocorre um elevado teor de silte.

Nas unidades HGP1 (Cambissolo e Plintossolo), HGP3 e PV1, por haver uma maior porcentagem da fração argila, provavelmente está ocorrendo uma maior retenção de água que, conseqüentemente, pode estar influenciando na redução dos níveis de cinza, concordando com as observações de VALERIANO et al. (1995). Já para as unidades PV1, PE1 e HGP10 não houve correspondência direta com a variação da textura, porém pode-se perceber que o comportamento dos níveis de cinza atendem as variações encontradas para a matéria orgânica e coloração descritos anteriormente. Para

a unidade de mapeamento PV1, além da contribuição da matéria orgânica e coloração do solo, a vegetação de grande porte pode estar influenciando no abaixamento dos valores de níveis de cinza.

Tomando-se por base as observações de BOWERS & HANKS (1965) e SHRESTHA (1990) de que a umidade do solo pode influenciar na resposta espectral, não foi possível a observação direta de tal fenômeno, uma vez que para a maioria dos solos estudados o comportamento foi inverso, com exceção do solo mencionado anteriormente. Observando melhor as características dos solos percebe-se que a matéria orgânica, coloração e a granulometria possuem um maior peso na reflectância do solo, como pode ser observado no agrupamento menor da unidade de mapeamento PV2, onde o solo possui drenagem imperfeita, e o solo do agrupamento maior é bem drenado, sendo esperado portanto que os valores médios dos níveis de cinza do agrupamento menor fossem inferiores quando comparado com os do agrupamento maior; porém o que se observa é o inverso devido à coloração do solo ser mais clara e a contribuição de matéria orgânica ser menor, favorecendo desta forma a presença de valores médios de níveis de cinza superiores.

Provavelmente a vegetação tenha contribuído de forma expressiva nas unidades de mapeamento PV1, PV2 e PE1, uma vez que os valores médios de níveis de cinza encontrados na banda 4 são sempre superiores quando a área está recoberta por vegetação mais densa do que a encontrada no agrupamento vizinho, concordando com as observações de HUETE (1988), que demonstra que a vegetação pode influenciar na resposta espectral de solos.

Considerando a influência individualizada da matéria orgânica, granulometria, umidade, vegetação e coloração na resposta espectral dos solos não se deve esquecer das observações de STONER & BAUMGARDNER (1981), TULLER (1988), HUETE (1988) e EPIPHANIO et al. (1992), onde mostram que a interação dos fatores acima mencionados é que condicionará uma determinada resposta espectral.

5. CONCLUSÕES

Após a aplicação da metodologia proposta, foi possível tirar as seguintes conclusões:

- A utilização dos níveis de cinza de imagens orbitais digitais como variável neste trabalho mostrou-se eficiente na discriminação de solos e suas correspondentes unidades fisiográficas da planície de inundação do rio Ivaí-PR.

- A interpretação do dendrograma ficou facilitada quando utilizou-se os níveis de cinza correspondentes às unidades de mapeamento puras, para se estabelecer os pontos de corte dos dendrogramas.

- A análise de agrupamentos, associada à metodologia preconizada por ROCHA (1993) acrescida das modificações empregadas neste trabalho mostrou-se eficiente na identificação de diferentes classes de solos, sempre tomando-se por base a análise dos níveis de cinza de áreas homogêneas, que neste trabalho foram consideradas as unidades de mapeamento.

- A elaboração do pictograma, tomando-se como base os agrupamentos discriminados na análise de agrupamentos, foi de fundamental importância na delimitação das novas unidades de mapeamentos.

- Os compartimentos fisiográficos, tais como bacias de inundação alta e baixa, dique marginal e terraço fluvial, apresentaram na maioria dos casos uma correspondência entre composição granulométrica e condição de drenagem, condições estas que podem influenciar na formação de um solo característico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDON, M.M.; ESPÍNDOLA, C.R.S.; VALERIANO, D.M.; VIEIRA, M.; SETZER, A.W. Avaliação das áreas de manguezal do rio Piauí (SE) através de sensoriamento remoto. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 4., Gramado, 1986. **Anais**. São José dos Campos: INPE, 1986. p. 710-715.
- ADRIEN, P.M.; BAUMGARDNER, M.F.; BROWN, C.B.; PETERSON, J.B. **Characteristic variations in reflectance of saline and alkaline soils of the Bolivian altiplano**. West Lafayette, LARS, 1982. 59p. (LARS Technical Report 12/05/82).
- ALLEN, J.R.L. **Reaction Processes of Sedimentation**. Londres: Geoge Allen e Unwin, 1970. 248 p.
- BARROS, Z.X. de Caracterização de bacias hidrográficas mediante o uso de análise multivariada. Botucatu, 1988. 109p. (Doutorado - Faculdade de Ciências Agronômicas/UNESP).

BIGARELLA, J.J. & MOUSINHO, M.R. Considerações a respeito de terraços fluviais, rampas de colúvio e planícies de inundação. **Boletim Paranaense de Geografia**, Curitiba. (16/17):153-199, 1965.

____ & SUGUIO, K. **Ambiente Fluvial**. Curitiba, Universidade Federal do Paraná, 1979. 183p.

BOWERS, S. A. & HANKS, R. J. Reflectance of radiant energy from soils. **Soil Science**, Baltimore, 100 (2): 130 - 138, 1965.

BUCKMAN, H.O. & BRADY, N.C. **Natureza e Propriedade dos Solos**. Rio de Janeiro, Freitas Bastos, 1967. 647 p.

BUSSAB, W. de O.; MIAZAKI, E.S.; ANDRADE, D.F. de Introdução a análise de agrupamentos. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE PROBABILIDADE ESTATÍSTICA, 9., São Paulo, 1990. **Anais**. São Paulo: Associação Brasileira de Estatística, 1990. 105p.

CAMARGO, M.N.; KLAMT, E.; KAUFFMAN, J.H. Classificação de Solos Usada em Levantamentos Pedológicos no Brasil. **Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, 12(1): 11-33, 1987.

CARVALHO, A. de P.; HOCHMULLER, D.P.; FASOLO, P.J. et al. Levantamento semidetalhado dos solos. In: HENKLAIN, J. C. **Potencial de uso agrícola das áreas de várzea do Estado do Paraná**. Londrina: IAPAR, 1989. Cap. 1, p. 13-50.

CARVALHO, W.A.; FRANÇA, G.V.; CURI, P.R. Aplicação da análise multivariada na discriminação de unidades de solos, mediante parâmetros morfométricos de bacias hidrográficas, em Botucatu-SP. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, (14):195-203, 1990.

CIPRA, J.E.; FRANZMEIER, D.P.; BAUER, M.E.; BOYD, R.K. Comparison of multispectral measurements from some nonvegetated soils using LANDSAT digital data and a spectroradiometer. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, 44: 80 - 84, 1980.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia Fluvial**. São Paulo, Edgar Blücher, 1981. 158p.

COCHRANE, G.R. & BROWNE, G.H. Geomorphic mapping from Landsat 3 RBV imagery. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, Falls Church, 47 (8):1205-13, 1981.

COLEMAN, J. M. Bramaputra River: Channel processes and sedimentation. **Sedimentary Geology**, 3(2):129- 239, 1969.

COLEMAN, T.L. & MONTGOMERY, O.L. Soil moisture, organic matter, and iron content effect on the spectral characteristics of selected Vertisols and Alfisols in Alabama. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, Falls Church, 53(12): 1659-1663, 1987.

COLEMAN, T. L. & MONTGOMERY, O. L. Assessment of spectral characteristics for differentiating among soil categories in the southeastern United States.

Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, Falls Church, **52**: 1659-1663, 1990.

COSTA, R.N.S.; LEITE, F.A.B.; LEITE, F.R.B.; BARRETO, M.M.S. Identificação de unidades de solos em parte da Chapada da Ibiapaba - CE, através da imagem do satélite HRV - SPOT. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 7., Curitiba, 1993. **Anais**. São José dos Campos: INPE/SELP, 1993. p. 199 - 201.

DAVIS, P.A.; BERLIN, G.L.; CHAVEZ JR., P.S. Discrimination of altered basaltic rock in the southwestern United States by analysis of LANDSAT Thematic Mapper data. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, Fall Church, **53** (1): 45 - 55, jan. 1987.

DEMATTE, J. A. M. Relações entre dados espectrais e características físicas, químicas e mineralógicas de solos desenvolvidos de rochas eruptivas. Piracicaba, 1995. 265p. (Doutorado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", USP).

DONZELLI, P.L.; VALÉRIO FILHO, M.; NOGUEIRA, F.P.; PEREZ, A.; KOFFLER, N.F. Imagens orbitais e de radar na definição de padrões fisiográficos aplicados a solos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, (7):89-94. 1983.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: EMBRAPA/SNLCS, 1979.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado do Paraná. **Boletim Técnico**, Curitiba, (57), 1984.

ENGESPAÇO. Manual do Usuário - SITIM 340/SGI. São José dos Campos, INPE/SBC, 1989.

EPIPHANIO, J. C. N.; FORMAGGIO, A. R.; VALERIANO, M. M.; OLIVEIRA, J. B. **Comportamento espectral de solos do Estado de São Paulo**. São José dos Campos, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 1992. 131 p.

ESCADAFAL, R.; GIRARD, M.C.; COURAULT, D. Munsell soil color and reflectance in the visible spectral bands of Landsat MSS and TM data. **Remote Sensing of Environment**, Maryland, (27):37-46, 1989.

ESPÍNDOLA, C.R.S. Interpretação de dados MSS/Landsat para avaliar a distribuição física dos manguezais de Cananéia-Iguape (SP). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 4., Gramado, 1986. **Anais**. São José dos Campos: INPE/SELPER, 1986. p.604-614.

FRANTZ, D.S.; CARRARO, C.C.; VERDUM, R.; GARCIA, M.A.T. Caracterização de ambientes paludais da planície costeira do Rio Grande do Sul em imagens orbitais TM/Landsat-5. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 5., Manaus, 1990. **Anais**. São José dos Campos: INPE/SELPER, 1990.

- FRASER, S.J. Discrimination and identification of ferric oxides using satellite Thematic Mapper data: A Newman case study. **Int. Journal of Remote Sensing**, (12): 635 - 641, 1991.
- FRAZIER, B.E. & CHENG, Y. Remote sensing of soil in the Eastern Palouse Region with Landsat Thematic Mapper. **Remote Sensing of Environment**, Maryland, (28): 317-325, 1989.
- FREIRE, F.M. & NOVAIS, R.F. Solos de planícies de inundação: características e problemas relativos a fertilidade. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, 6(65):24-34, 1980.
- GOMES, E.C.B. Comportamento espectral dos solos da área de influência do açude de Jaburú (Ubajara-CE): abordagem com dados Landsat-TM. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO: Cerrado, fronteira agrícola do século XXI. 24. Goiânia, 1993. **Anais**. Goiânia: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 367-368. 1993.
- HAPP, S.C.; RITTENHOUSE, G.; DOBSON, G.C. Some Aspects of Accelerated Strens and Valley Sedimentation. Technical Bulletin, U. S. Departament of Agriculture (695): 1-134, 1940.
- HUETE, A.R. A soil-adjusted vegetation index (SAVI). **Remote Sensing of Environment**. New York, (25): 295-309. 1988.
- HUNGRIA, L.S. Levantamento de Solos e Fertilidade do Vale do Paraíba. 45p. sd. (Boletim, n.5) .

- KRISTOF, S. J.; BAUMGARDNER, M. F.; WEISMILLER, R. A.; DAVIS, S. Application of multispectral reflectance studies of soils: Pre-LANDSAT. In: SYMPOSIUM ON MACHINE PROCESSING OF REMOTELY SENSED DATA, 6. West Lafayette, 1980. **Proceedings. 2:** p. 52 - 61.
- LEITE, F.A.B.; LEITE, F.R.B.; COSTA, R.N.S. Uso das imagens TM/Landsat no estudo de solos da folha SB.24-Y-B-III-3-Iguatu - CE. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 7., Curitiba 1993. **Anais.** São José dos Campos: INPE/SELP, 1993. p.230 - 233.
- LEMONS, R.C. & SANTOS, R.D. **Manual de descrição e coleta de solo no campo.** 3^a ed. , Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1996. 84p.
- LEOPOLD, L.B.; WOLMAN, M.G.; MILLER, J.P. **Fluvial Processes in Geomorphology.** San Francisco, W.F. Freeman, 1964. 522 p.
- MATHEWS, H.L.; CUNNINGHAM, R.L.; CIPRA, J.E.; WEST, T.R. Application of multispectral remote sensing to soil survey in southeastern Pennsylvania. **Soil Science Society of America Proceedings**, Madison, **37** (1): 88 - 93, 1973a.
- MATHEWS, H. L.; CUNNINGHAM, R. L.; PETERSEN, G. W. Spectral reflectance of selected Pennsylvania soils. **Soil Science Society of America Proceedings**, Madison, **37:** 421 -424, 1973b.
- MIRANDA, P.T.C.; MARTINS, M.L.R.; SOARES, Z.M.L. Levantamento e quantificação das áreas de manguezais do Estado do Ceará (Brasil) através de sensoriamento remoto. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO

REMOTO, 6., Natal, 1988. **Anais**. São José dos Campos: INPE/SELPER, 1990. p. 90-94.

MOREIRA, M. L.. C. & LEITE SOBRINHO, J. B. P. Levantamento de reconhecimento de alta intensidade dos solos e avaliação da aptidão agrícola das terras do município de Jaurú - MT - Área piloto para teste de metodologia. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 7., Curitiba 1993. **Anais**. São José dos Campos: INPE/SELPER, 1993. p.275 - 281

NANNI, M.R. Delimitação de unidades fisiográficas para estudos de solos utilizando análise multivariada e técnicas de sensoriamento remoto. Curitiba, 1995. 167p. (Mestrado - Universidade Federal do Paraná).

NANNI, M. R. & NANNI, E. L. Geração de grade regular através de importação de dados via ASCII pelo SGI através do software em linguagem C. 1993.

NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento remoto: princípios e aplicações**. INPE/MTC, São José dos Campos, 1992. 161 p.

NTIA/EMBRAPA - Núcleo Tecnológico para Informática Agropecuária. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Programa Cluster. 1990.

OEMSEY, J.P. & BLANCHARD, B.J. Detection of lowland flooding using active microwave systems. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, Falls Church, **51**(3):317-328, 1985.

- PARSONS, R.B. & HERRIMAN, R.C. Haploxerolls and Argixerolls Developed in Recent Alluvium, Southern Willamette Valley, Oregon. **Soil Science**, (109):299-303, 1970.
- PEREZ FILHO, A.; LAMPARELLI, R.A.; REYS, M.A.; VIEGAS, H.Z. Contribuição do sensoriamento remoto orbital no mapeamento de solos na planície de inundação do rio Moji-Guaçu, SP. **Engenharia Agrícola**, Campinas, (12):86-95, 1992.
- RASSINI, J.B. Caracterização de Planícies de Inundação da Região dos Cerrados. Planaltina: Embrapa CPAC, 1984. 16p.(Boletim de Pesquisa,22)
- RINGROSE, S.; MATHESON, W.; MOGOTSI, B.; TEMPEST, F. The darkening effect in drought affected savana woodland environments relative to soil reflectance in Landsat and SPOT wavebands. **Remote Sensing of Environment**. New York, (30): 1 - 19. 1989.
- ROCHA, H.O. da Interpretação de dados através da análise de agrupamentos de imagens orbitais para levantamento de solos. Curitiba, 1993. 106p. Tese (Titular - Universidade Federal do Paraná).
- ROCHA, H. O.; MORAES, M. E. S.; SCOPEL, I. et al. Emprego de imagens LANDSAT-TM e de fotointerpretação aplicada a levantamento de solos na porção sul da serra do mar-PR. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 7., Curitiba, 1993. **Anais**. São José dos Campos: INPE, 1993. **3**, p295-303.

SABADIN, E.M. & KLAMT, E. Utilização de imagens orbitais tipo Landsat - TM como base para o mapeamento de solos na região da campanha do Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO. 24., Goiania, 1993. **Anais**. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 1993. p. 357 - 358.

SAKAMOTO, T. Rock Weathering on "Terras Firmes" and Deposition on "Planícies de inundação" in the Amazon. Unives. **Fac. Science Journal**, Tokio, 2(12): 1960.

SHRESTHA, D .P. Use of remote sensing techniques in soil-mapping. In: KALENSKY, Z. D.; ANTOINE, J.; TRAVAGLIA, C.; LECHI, G. M. (Ed.) **Remote Sensing Applications to Land Resources**. Roma: FAO, 1990. P. 145-154.

SILVA, M.S. Fotointerpretação da rede de drenagem e do relevo de três solos do Município de São Manuel - SP. Botucatu, 1988. 163p. (Doutorado - Faculdade de Ciências Agronômicas/UNESP).

SOUZA, L.C.P. & ROCHA, H.O. Utilização de imagens orbitais como base para identificação de fisionomias da planície de inundação do rio Iguaçu - PR. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 13, Águas de Lindóia, 1996. **Trabalhos apresentados**. Campinas, 1996. CD-ROM.

STONER, E.R. & BAUGARDNER, M.F. Characteristic variation in reflectance of surface soils. **Soil Science Society of America Journal**, Baltimore, (45):1161-1165, 1981.

- THOMPSON, D.R. & HENDERSON, K. E. Detecting soils under cultural vegetation using digital Landsat Thematic Mapper Data. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, **48**: 1316 - 1319, 1984
- THORNBURY, W. **Principles of Geomorphology** 2.ed. New York: John Wiley, 1969. 594 p.
- TRICART, J.L.F. Os Tipos de Leitos Fluviais. **Notícia Geomorfológica**, Campinas, (11):41-49, 1966.
- TUELLER, P.T. Remote sensing science application in arid environments. **Remote Sensing of Environment**, New York, (25): 295 - 309. 1988.
- VALENTE, C.R. & MOTTA, P.E.F. Aplicação de processamento digital de imagens na identificação e mapeamento de solos na região de Silvânia (GO). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO. 24., Goiania, 1993. **Anais**. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 365-366. 1993.
- VALERIANO, M. M.; EPIPHANIO, J. C. N.; FORMAGGIO, A. R.; OLIVEIRA, J. B. Bi-directional reflectance factor of 14 soil classes from Brazil. **International Journal of Remote Sensing**, **16**, (1): 113 - 128, 1995.
- VETTORAZZI, C. A. Interpretação de imagens TM/LANDSAT-5, em duas escalas, na caracterização fisiográfica para mapeamento de solos. 1988. 184p.(Doutorado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).

VETTORAZZI, C.A. & COUTO, H.T.Z. do Análise de exatidão de classificação em mapas de solo obtidos através da interpretação de imagens orbitais em duas escalas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 6, Manaus, 1990. **Anais**. São José dos Campos: 1990. P. 769 - 775.

WESTIN, F.C. & FRAZEE, C.J. LANDSAT data, its use in a soil survey program. **Soil Science Society of America Journal**. **40**: 81 - 89, 1976.

WILLIANSO, H.D. Reflectance from shrubs and under-shrubs soils in a semiarid enviroment. **Remote Sensing of Environment**, Maryland, (29):263-271, 1989.

WOLMAN, M.G. & LEOPOLD, L.B. River Flood Plains: Some Observations on Their Formations. **U.S. Geol. Survey Prof. Paper**, (282):87-107, 1957.

APÊNDICE 1: ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS

TABELA

Página

1 - PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO EUTRÓFICO Ta A moderado textura média (bem drenado)	117
2 - PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO EUTRÓFICO Tb A moderado textura média (bem drenado)	117
3 - PLINTOSSOLO ÁLICO Ta epidistrófico A moderado textura argilosa (imperfetamente drenado)	118
4 - SOLO ALUVIAL DISTRÓFICO Tb A moderado textura arenosa (mal drenado).	118
5 - GLEI POUCO HÚMICO ÁLICO Ta A moderado textura muito argilosa (imperfetamente drenado)	119
6 - CAMBISSOLO ÁLICO epidistrófico Ta A moderado textura argilosa (moderadamente drenado)	119
7 - GLEI POUCO HÚMICO ÁLICO epidistrófico Ta textura argilosa (imperfetamente drenado)	120
8 - PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO DISTRÓFICO Tb A moderado textura média (moderadamente drenado)	120
9 - CAMBISSOLO DISTRÓFICO Ta A proeminente textura argilosa (moderadamente drenado)	121

Tabela 1 - Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico Ta A moderado textura média (bem drenado)

Horizonte	Espessura cm	pH KCl	Complexo Sortivo (cmolc/kg)					P mg/kg	C g/kg	CTC cmolc/kg	V%	m%
			+	+3	+3	+2+2	+2					
			H+Al	Al	Ca+Mg	Ca	K					
A1	0 - 15	4.5	4.61	0.4	5.8	3.8	0.22	14.0	18.0	10.63	56.63	6.23
A2	15 - 30	4.8	3.69	0.2	5.8	3.9	0.12	7.3	9.0	9.61	61.60	3.27
AB	30 - 62	4.7	2.95	0.2	7.5	5.1	0.05	13.5	4.0	10.50	71.90	2.58
BA	62 - 92	4.7	2.95	0.2	8.1	5.6	0.05	14.0	3.0	11.10	73.42	2.40
B1t	92 - 121	4.9	3.18	0.2	6.2	4.7	0.07	5.8	3.0	9.45	66.35	3.09
B2t	121 - 150+	4.9	2.95	0.2	7.3	4.6	0.06	10.0	3.0	10.31	71.39	2.65

Horizonte	Espessura	Composição Granulométrica								T
		Fração Areia					Areia	Silte	Argila	
		M.grossa	Grossa	Média	Fina	M.Fina				
	cm	g kg ⁻¹	g kg ⁻¹	g kg ⁻¹	g kg ⁻¹	g kg ⁻¹	g kg ⁻¹	g kg ⁻¹	g kg ⁻¹	
A1	0 - 15	0.0	0.0	112.0	476.0	157.0	745.0	85.0	170.0	1.49
A2	15 - 30	0.0	0.0	52.0	483.0	203.0	738.0	82.0	180.0	3.09
AB	30 - 62	0.0	0.0	5.0	260.0	390.0	655.0	145.0	200.0	4.35
BA	62 - 92	0.0	3.0	3.0	386.0	296.0	688.0	92.0	220.0	4.43
B1t	92 - 121	0.0	0.0	22.0	356.0	365.0	743.0	77.0	180.0	4.50
B2t	121 - 150+	20.0	0.0	26.0	331.0	333.0	690.0	110.0	200.0	4.48

Tabela 2 - Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico Ta moderado textura média (bem drenado)

Horizonte	Espessura cm	pH KCl	Complexo Sortivo (cmolc/kg)					P mg/kg	C mg/kg	CTC cmolc/kg	V%	m%
			+	+3	+3	+2+2	+2					
			H+Al	Al	Ca+Mg	Ca	K					
A	0 - 18	4.9	3.42	0.1	5.0	3.3	0.19	1.8	5.0	8.61	60.28	1.89
AB	18 - 38	5.0	2.54	0.0	4.4	2.7	0.08	1.5	4.0	7.02	63.82	0.00
BA	38 - 75	5.2	2.74	0.0	5.6	3.1	0.05	2.8	3.0	8.39	67.34	0.00
Bt	75 - 105	4.4	3.69	0.5	5.6	3.1	0.06	3.1	3.0	9.35	60.53	8.12
Cg	105 - 138	4.2	3.42	0.7	5.2	2.6	0.05	3.8	3.0	8.67	60.55	11.76

Horizonte	Espessura cm	Composição					Granulométrica			T
		Fração Areia					Areia	Silte	Argila	
		M.grossa g kg ⁻¹	Grossa g kg ⁻¹	Média g kg ⁻¹	Fina g kg ⁻¹	M.Fina g kg ⁻¹				
A	0 - 18	21.0	36.0	192.0	227.0	239.0	694.0	126.0	180.0	3.53
AB	18 - 38	0.0	24.0	214.0	333.0	104.0	675.0	105.0	220.0	2.37
BA	38 - 75	0.0	25.0	199.0	339.0	101.0	664.0	96.0	240.0	2.93
Bt	75 - 105	12.0	26.0	228.0	298.0	96.0	647.0	53.0	300.0	2.67
Cg	105 - 138	0.0	39.0	241.0	272.0	97.0	649.0	71.0	280.0	2.61

Tabela 3 - Plintossolo Álico Ta epidistrófico A moderado textura argilosa (imperfeitamente drenado)

Horizonte	Espessura cm	pH KCl	Complexo Sortivo (cmolc/kg)					P mg/kg	C mg/kg	CTC cmolc/kg	V%	m%
			+ +3	+3	+2+2	+2	+					
			H+Al	Al	Ca+Mg	Ca	K					
Apg	0 - 15	3.8	8.36	1.6	3.0	1.5	0.06	2.8	9.0	11.42	26.80	34.33
Bgf	15 - 25	3.8	12.13	3.6	2.7	1.4	0.07	3.4	4.0	14.90	18.59	56.51
Cgf	25 - 45	3.7	22.00	9.0	3.7	1.9	0.12	1.2	6.0	25.82	14.79	70.20

Horizonte	Espessura cm	Composição					Granulométrica			T
		Fração Areia					Areia	Silte	Argila	
		M.grossa g kg ⁻¹	Grosssa g kg ⁻¹	Média g kg ⁻¹	Fina g kg ⁻¹	M.Fina g kg ⁻¹				
Apg	0 - 15	1.0	5.0	7.0	29.0	68.0	109.0	191.0	700.0	1.05
Bgf	15 - 25	40.0	101.0	117.0	68.0	85.0	370.0	270.0	360.0	3.64
Cgf	25 - 45	8.0	57.0	123.0	79.0	108.0	367.0	233.0	400.0	5.78

Tabela 4 - Solo Aluvial Distrófico Tb A moderado textura arenosa (mal drenado)

Horizonte	Espessura cm	pH KCl	Complexo Sortivo (cmolc/kg)					P mg/kg	C mg/kg	CTC cmol/kg	V%	m%
			+ +3	+3	+2+2	+2	+					
			H+Al	Al	Ca+Mg	Ca	K					
A	0 - 6	4.9	2.74	0.2	2.1	1.1	0.26	3.8	6.0	5.10	46.27	7.81
C1	6 - 26	4.9	2.54	0.1	2.2	1.2	0.25	1.5	6.0	4.64	40.95	17.39
C2g	26 - 48	4.5	2.74	0.4	1.8	0.9	0.10	1.5	4.0	4.40	32.95	21.62
C3g	48 - 80	4.2	2.95	0.4	1.4	0.7	0.05	1.8	5.0	4.99	49.10	3.92
C4g	80 - 110+	4.1	3.42	0.9	1.8	0.9	0.04	1.8	4.0	5.26	34.98	32.85

Horizonte	Espessura cm	Composição					Granulométrica			T
		Fração Areia					Areia	Silte	Argila	
		M.grossa g kg ⁻¹	Grosssa g kg ⁻¹	Média g kg ⁻¹	Fina g kg ⁻¹	M.Fina g kg ⁻¹				
A	0 - 6	0.0	17.0	230.0	368.0	284.0	900.0	10.0	90.0	2.67
C1	6 - 26	17.0	35.0	368.0	191.0	239.0	833.0	27.0	140.0	1.39
C2g	26 - 48	0.0	6.0	192.0	536.0	94.0	828.0	12.0	160.0	1.63
C3g	48 - 80	1.0	1.0	226.0	509.0	117.0	853.0	27.0	120.0	2.28
C4g	80 - 110+	0.0	0.0	173.0	232.0	270.0	675.0	25.0	300.0	1.15

Tabela 5 - Gleí Pouco Húmico Álico Ta A moderado textura muito argilosa (imperfeitamente drenado)

Horizonte	Espessura cm	pH KCl	Complexo Sortivo (cmolc/kg)					P mg/kg	C mg/kg	CTC cmolc/kg	V%	m%
			+ +3	+3	+2 +2	+2	+					
			H+Al	Al	Ca+Mg	Ca	K					
A	0 - 15	3.6	22.00	9.5	1.8	0.9	0.05	1.2	4.0	23.85	7.76	83.70
BAg	15 - 46	4.0	8.36	1.0	4.4	2.5	0.08	4.0	12.0	12.84	34.89	18.25
Bg	46 - 77	3.5	23.70	13.0	1.9	0.8	0.07	2.1	5.0	25.67	7.67	86.84
Cgf	77 - 100+	3.5	23.70	12.5	3.2	1.2	0.07	1.5	3.0	26.97	12.12	79.26

Horizonte	Espessura cm	Composição					Granulométrica			T
		Fração Areia					Areia	Silte	Argila	
		M.grossa g kg ⁻¹	Grosssa g kg ⁻¹	Média g kg ⁻¹	Fina g kg ⁻¹	M.Fina g kg ⁻¹				
A	0 - 15	3.0	5.0	5.0	40.0	35.0	86.0	334.0	580.0	3.80
BAg	46 - 77	0.0	16.0	17.0	67.0	82.0	183.0	298.0	520.0	1.43
Bg	15 - 46	6.0	8.0	10.0	16.0	45.0	79.0	201.0	720.0	3.25
Cgf	77 - 100+	0.0	11.0	15.0	28.0	93.0	148.0	252.0	600.0	4.27

Tabela 6 - Cambissolo Álico epidistrófico Ta A moderado textura argilosa (moderadamente drenado)

Horizonte	Espessura cm	pH KCl	Complexo Sortivo (cmolc/kg)					P mg/kg	C mg/kg	CTC cmolc/kg	V%	m%
			+ +3	+3	+2 +2	+2	+					
			H+Al	Al	Ca+Mg	Ca	K					
A	0 - 20	3.8	10.45	2.2	4.8	2.4	0.15	3.1	16.0	15.40	32.14	30.77
AB	20 - 46	3.7	15.16	4.0	2.0	0.7	0.06	2.1	5.0	17.22	11.96	66.01
Big	46 - 70	3.7	18.96	5.5	1.4	0.7	0.09	2.4	7.0	20.45	7.29	78.68
C1g	70 - 88	3.7	22.00	7.0	2.5	0.7	0.05	2.1	7.0	24.55	10.39	73.30
C2g	88 - 110	3.8	20.42	8.0	3.7	1.0	0.09	2.1	4.0	24.21	15.65	67.85

Horizonte	Espessura cm	Composição					Granulométrica			T
		Fração Areia					Areia	Silte	Argila	
		M.grossa g kg ⁻¹	Grossa g kg ⁻¹	Média g kg ⁻¹	Fina g kg ⁻¹	M.Fina g kg ⁻¹				
A	0 - 20	3.0	15.0	27.0	55.0	55.0	152.0	408.0	440.0	1.86
AB	20 - 46	0.0	7.0	17.0	55.0	81.0	160.0	320.0	520.0	2.88
Big	46 - 70	0.0	0.0	16.0	48.0	87.0	151.0	309.0	540.0	3.20
C1g	70 - 88	0.0	0.0	10.0	32.0	55.0	97.0	323.0	580.0	3.69
C2g	88 - 110	31.0	11.0	21.0	73.0	87.0	192.0	308.0	500.0	4.48

Tabela 7 - Glei Pouco Húmico Álico epidistrófico Ta textura argilosa (imperfeitamente drenado)

Horizonte	Espessura cm	pH KCl	Complexo Sortivo (cmolc/kg)					P mg/kg	C mg/kg	CTC cmolc/kg	V%	m%
			+ +3	+3	+2 +2	+2	+					
			H+Al	Al	Ca+Mg	Ca	K					
Apg	0 - 15	3.8	11.26	1.9	4.5	2.7	0.11	2.4	14.0	15.87	29.05	29.19
BAG	15 -29	3.6	17.60	5.0	2.1	1.1	0.05	2.1	4.0	19.75	10.89	69.93
Cg	29 - 70	3.4	25.53	13.5	2.2	1.2	0.09	1.5	7.0	27.82	8.23	85.50

Horizonte	Espessura cm	Composição				Granulométrica				T
		Fração Areia					Areia	Silte	Argila	
		M.grossa g kg ⁻¹	Grosssa g kg ⁻¹	Média g kg ⁻¹	Fina g kg ⁻¹	M.Fina g kg ⁻¹				
Apg	0 - 15	1.0	13.0	28.0	69.0	84.0	195.0	405.0	400.0	2.39
BAG	15 -29	0.0	14.0	12.0	40.0	151.0	217.0	323.0	460.0	3.90
Cg	29 - 70	29.0	6.0	11.0	3.0	37.0	57.0	203.0	740.0	3.33

Tabela 8 - Podzólico Vermelho-Amarelo Distrófico Tb A moderado textura média (moderadamente drenado)

Horizonte	Espessura cm	pH KCl	Complexo Sortivo (cmolc/kg)					P (mg/kg)	C mg/kg	CTC cmolc/kg	V%	m%
			+ +3	+3	+2 +2	+2	+					
			H+Al	Al	Ca+Mg	Ca	K					
A	0 - 15	4.2	6.69	0.6	3.3	1.7	0.17	6.2	22.0	10.16	34.15	14.74
AB	15 - 40	3.6	5.35	1.6	1.2	0.6	0.06	2.4	5.0	6.61	19.06	55.94
BA	40 - 62	3.7	5.76	1.6	1.7	0.9	0.05	2.4	9.0	7.51	23.30	47.76
Bt	62 - 100	3.7	5.76	0.9	1.2	0.6	0.06	3.1	4.0	7.02	17.95	41.67
C	100 - 150	3.7	6.69	2.4	1.4	0.7	0.05	3.4	4.0	8.14	17.81	62.34

Horizonte	Espessura cm	Composição					Granulométrica			T
		Fração Areia					Areia	Silte	Argila	
		M.grossa g kg ⁻¹	Grossa g kg ⁻¹	Média g kg ⁻¹	Fina g kg ⁻¹	M.Fina g kg ⁻¹				
A	0 - 15	10.0	9.0	280.0	369.0	111.0	768.0	72.0	160.0	0.16
AB	15 - 40	0.0	26.0	243.0	419.0	112.0	800.0	20.0	180.0	2.42
BA	40 - 62	0.0	24.0	231.0	389.0	118.0	761.0	39.0	200.0	1.73
Bt	62 - 100	4.0	18.0	184.0	385.0	152.0	739.0	41.0	240.0	2.18
C	100 - 150	10.0	15.0	168.0	383.0	121.0	687.0	53.0	260.0	2.44

Tabela 9 - Cambissolo Distrófico Ta A proeminente textura argilosa (moderadamente drenado)

Horizonte	Espessura cm	pH KCl	Complexo Sortivo (cmolc/kg)					P (mg/kg)	C g/kg	CTC cmolc/kg	V%	m%
			+ +3	+3	+2 +2	+2	+					
			H+Al	Al	Ca+Mg	Ca	K					
A	0 - 21	3.8	26.78	5.7	9.7	7.1	0.09	4.8	51.0	36.57	26.77	36.80
BA	21 - 51	3.8	20.42	3.0	6.6	4.2	0.13	5.8	25.0	27.15	24.79	30.83
Bi	51 - 72	3.4	17.60	3.3	9.7	6.4	0.15	4.4	5.0	27.45	35.88	25.10
Cg	72 - 86	4.3	7.20	0.5	12.6	8.5	0.10	7.8	5.0	19.90	63.82	3.79

Horizonte	Espessura cm	Composição					Granulométrica			T
		Fração Areia					Areia	Silte	Argila	
		M.grossa g kg ⁻¹	Grossa g kg ⁻¹	Média g kg ⁻¹	Fina g kg ⁻¹	M.Fina g kg ⁻¹				
A	0 - 21	0.0	0.0	0.0	15.0	3.0	18.0	362.0	620.0	2.20
BA	21 - 51	0.0	0.0	1.0	6.0	22.0	29.00	331.0	640.00	2.48
Bi	51 - 72	0.0	0.0	16.0	31.0	104.0	152.0	328.0	520.0	4.85
Cg	72 - 86	9.0	11.0	3.0	167.0	680.0	258.0	262.0	480.0	3.68

APÊNDICE 2: DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA DOS PERFIS

PERFIL	Página
1 - PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO EUTRÓFICO Ta A moderado textura média (bem drenado)	123
2 - PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO EUTRÓFICO Tb A moderado textura média (bem drenado)	124
3 - PLINTOSSOLO ÁLICO Ta epidistrófico A moderado textura argilosa (imperfeitamente drenado)	125
4 - SOLO ALUVIAL DISTRÓFICO Tb A moderado textura arenosa (mal drenado). 126	
5 - GLEI POUCO HÚMICO ÁLICO Ta A moderado textura muito argilosa (imperfeitamente drenado)	127
6 - CAMBISSOLO ÁLICO epidistrófico Ta A moderado textura argilosa (moderadamente drenado)	128
7 - GLEI POUCO HÚMICO ÁLICO epidistrófico Ta textura argilosa (imperfeitamente drenado)	129
8 - PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO DISTRÓFICO Tb A moderado textura média (moderadamente drenado)	130
9 - CAMBISSOLO DISTRÓFICO Ta A proeminente textura argilosa (moderadamente drenado)	131

PERFIL 1**DATA:** 15/06/96**CLASSIFICAÇÃO:** PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO EUTRÓFICO Ta A moderado textura média (bem drenado)**UNIDADE DE MAPEAMENTO:** A1**SITUAÇÃO, COBERTURA VEGETAL e COORDENADAS:** Trincheira aberta sobre o dique marginal do Rio Ivaí sob vegetação de campo, nas coordenadas UTM 247040,2 m e 7428903,0 m (fuso 22).**LITOLOGIA:** Sedimentos aluviais**FORMAÇÃO GEOLÓGICA:** Aluviões do holoceno.**CRONOLOGIA:** Quaternário . Holoceno**RELEVO LOCAL:** Plano**RELEVO REGIONAL:** Plano**DRENAGEM:** Bem drenado**VEGETAÇÃO PRIMÁRIA:** Floresta subtropical hidrófila de várzea**CLIMA:** Cfa**DESCRITO POR:** Luiz Claudio de Paula Souza**DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA**

A1 0 - 15 cm,	bruno-escuro (7,5YR 4/2, úmido); franco arenosa; fraco a moderado muito pequena granular; friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e clara.
A2 15 - 30 cm,	bruno-escuro (7,5YR 3/3, úmido); franco arenosa; fraca a moderada muito pequena granular; friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição clara e plana.
AB 30 - 62 cm,	bruno-escuro (7,5YR 4/4, úmido); franco arenosa; fraca a moderada pequena granular; friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição clara e plana.
BA 62 - 92 cm,	bruno-claro (7,5YR 5/4, úmido); franco argilo arenosa; moderada pequena granular e fraca muito peque blocos subangulares; cerosidade pouco e fraca; friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição clara e plana.
B1t 92 - 121 cm,	bruno-forte (7,5YR 4/6, úmido); franco arenosa; moderada muito pequena blocos subangulares; cerosidade pouca e moderada; friável, plástico e ligeiramente pegajoso; transição plana e clara.
B2t 121 - 150 cm ⁺ ,	bruno-escuro (7,5YR 3/4, úmido); franco arenosa; moderada a forte pequena blocos subangulares; cerosidade comum e moderada; friável, plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e clara.

Raízes: Finas e abundantes no horizonte A1, comuns e finas até o horizonte BA e ausentes nos demais horizontes.

PERFIL 2**DATA:** 15/06/96**CLASSIFICAÇÃO:** PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO EUTRÓFICO Tb A Moderado textura média (bem drenado)**UNIDADE DE MAPEAMENTO:** HGP1**SITUAÇÃO, COBERTURA VEGETAL e COORDENADAS:** Trincheira aberta sobre bacia de inundação alta com presença de meandros abandonados evidentes sob vegetação de campo, nas coordenadas UTM 247576,0 m e 7430629,0 m (fuso 22).**LITOLOGIA:** Sedimentos aluviais**FORMAÇÃO LITOLÓGICA:** Aluviões do holoceno**CRONOLOGIA:** Quaternário. Holoceno.**RELEVO LOCAL:** Plano**RELEVO REGIONAL:** Plano**DRENAGEM:** Bem drenado**VEGETAÇÃO PRIMÁRIA:** Floresta subtropical hidrófila de várzea**CLIMA:** Cfa**DESCRITO POR:** Luiz Claudio de Paula Souza**DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA**

A 0 - 18 cm,	bruno-escuro (7,5YR 3/3, úmido); franco arenosa; moderada pequena granular; friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e clara.
AB 18 - 38 cm,	bruno-escuro (7,5YR 4/4, úmido); franco argilo arenosa; moderada pequena granular; friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e clara.
BA 38 -75 cm,	bruno-avermelhado (5YR 4/4, úmido); franco argilo arenosa; fraca a moderada pequena blocos subangulares; cerosidade pouca e fraca; firme, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e clara.
Btg 75 - 105 cm,	bruno-amarelado (5YR 5/6, úmido), mosqueado bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/2, úmido); franco argilo arenosa; fraca a moderada pequena blocos subangulares; firme, plástica e pegajosa; transição plana e clara.
Cg 105 - 138 cm,	bruno-forte (7,5YR 4/6, úmido), mosqueado vermelho (2,5YR 4/6, úmido) e vermelho-muito-escuro-acinzentado (2,5YR 2,5/2, úmido); franco argilo arenosa; sem estrutura com grau estrutural maciça; muito firme, plástica e pegajosa; transição plana e clara.

Raízes: Finas e abundantes nos horizontes A, AB e BA, finas e comuns no horizonte Btg e ausentes nos demais.

PERFIL 3**DATA:** 15/06/96**CLASSIFICAÇÃO:** PLINTOSSOLO ÁLICO Ta epidistrófico A moderado textura argilosa (imperfeitamente drenado)**UNIDADE DE MAPEAMENTO:** HGP1**SITUAÇÃO, COBERTURA VEGETAL e COORDENADAS:** Trincheira aberta sobre bacia de inundação baixa com meandros evidentes sob vegetação de campo nas coordenadas UTM 248874,3 m e 7432880,0 m (fuso 22).**LITOLOGIA:** Sedimentos Aluviais**FORMAÇÃO GEOLÓGICA:** Aluviões do Holoceno.**CRONOLOGIA:** Quaternário. Holoceno.**RELEVO LOCAL:** Plano**RELEVO REGIONAL:** Plano**DRENAGEM:** Imperfeitamente drenado.**VEGETAÇÃO PRIMÁRIA:** Campo hidrófilo de várzea.**CLIMA:** Cfa**DESCRITO POR:** Luiz Claudio de Paula Souza.**DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA**

Apg 0 - 15 cm,	bruno-acinzentado (2,5YR 5/2, úmido) mosqueado vermelho-amarelado (5YR 5/8, úmido); muito argilosa; moderada a forte pequena granular; firme, plástica e pegajosa; transição plana e gradual.
Bgf 15 - 25 cm,	coloração variegada composta de cinzento (2,5Y 6/0, úmido), bruno-amarelado (10YR 5/8, úmido); franco argilosa cascalhenta; forte pequena blocos angulares; firme a muito firme, muito plástica e muito pegajosa; transição plana e clara.
Cgf 25 - 45 cm ⁺ ,	cinzento (10YR 5/1, úmido), mosqueado bruno-forte (7,5YR 5/8, úmido); argila cascalhenta; aspecto maciço desfazendo-se em forte pequena blocos angulares; firme a muito firme, muito plástica e muito pegajosa; transição plana e clara.

Raízes: Finas abundantes no horizonte Apg e raras nos demais horizontes.

PERFIL 4**DATA:** 16/06/96**CLASSIFICAÇÃO:** SOLO ALUVIAL DISTRÓFICO Tb A moderado textura arenosa (mal drenado)**UNIDADE DE MAPEAMENTO:** PV2**SITUAÇÃO, COBERTURA VEGETAL e COORDENADAS:** Trincheira aberta sobre depressão da bacia de inundação alta sob vegetação de campo higrófilo de várzea nas coordenadas UTM 248905,6 m e 7434828,0 m (fuso).**LITOLOGIA:** Sedimentos Aluviais**FORMAÇÃO GEOLÓGICA:** Aluviões do Holoceno**CRONOLOGIA:** Quaternário. Holoceno.**RELEVO LOCAL:** Plano**RELEVO REGIONAL:** Plano**DRENAGEM:** Mal drenado**VEGETAÇÃO PRIMÁRIA:** Campo higrófilo de várzea**CLIMA:** Cfa**DESCRITO POR:** Luiz Claudio de Paula Souza**DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA**

A 0 - 6 cm,	bruno-amarelado (10YR 5/6, úmido) areia; fraca a moderada muito pequena granular; friável, não plástica e não pegajosa; transição plana e clara.
C1 6 - 26 cm,	bruno-claro-acinzentado (10YR 6/3, úmido); franco-arenosa; fraca a moderada muito pequena granular; friável, não plástica e não pegajosa; plana e clara.
C2g 26 - 48 cm,	cinzento-brunado-claro (10YR 6/2, úmido), mosqueado bruno-amarelado (10YR 5/6, úmido); franco arenosa; moderada pequena blocos subangulares; firme, não plástica e não pegajosa; plana e clara.
C3g 48 - 80 cm,	bruno (10YR 5/3, úmido) mosqueado bruno-forte (7,5 YR 5/8, úmido); areia franca; moderada pequena blocos subangulares; friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e clara.
C4g 80 - 110 cm ⁺ ,	bruno-amarelado-claro (10YR 6/4, úmido) mosqueado bruno-amarelado (10YR 5/8, úmido); franco argila arenosa; sem estrutura com grau estrutural maciça; plástica e pegajosa.

Raízes: Finas e comum no horizonte A, raras no horizonte C1 e ausentes nos demais horizontes

PERFIL 5**DATA:** 16/06/96**CLASSIFICAÇÃO:** GLEI POUCO HÚMICO ÁLICO Ta A moderado textura muito argilosa (imperfeitamente drenado)**UNIDADE DE MAPEAMENTO:** PE1 e HGP10**SITUAÇÃO, COBERTURA VEGETAL e COORDENADAS:** Trincheira aberta sobre a bacia de inundação baixa com meandros evidentes sob vegetação de campo nas coordenadas UTM 250206,4 m e 7434137,0 m (fuso22)**LITOLOGIA:** Sedimentos Aluviais**FORMAÇÃO GEOLÓGICA:** Aluviões do holoceno.**CRONOLOGIA:** Quaternário. Holoceno**RELEVO LOCAL:** Plano**RELEVO REGIONAL:** Plano**DRENAGEM:** Imperfeitamente drenado**VEGETAÇÃO PRIMÁRIA:** Floresta subtropical hidrófila de várzea.**CLIMA:** Cfa**DESCRITO POR:** Luiz Claudio de Paula Souza.**DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA**

A 0 - 15 cm,	bruno (10YR 5/3, úmido); forte muito pequena granular; friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição ondulada e clara.
B _{Ag} 15 - 46 cm,	cinzento-brunado-claro (10YR 6/2, úmido) mosqueado bruno-forte (7,5YR 5/8); muito argilosa; forte pequena blocos angulares e muito pequena prismática; firme, plástica e pegajosa; transição ondulada e clara.
B _g 46 - 77 cm,	bruno (10YR 5/3, úmido) mosqueado vermelho-amarelado (5YR 5/8, úmido); muito argilosa; forte pequena blocos angulares e muito pequena prismática; muito firme, muito plástica e muito pegajosa; transição ondulada e clara.
C _{gf} 77 - 100 cm ⁺ ,	bruno-acinzentado (10YR 5/2, úmido) mosqueado vermelho (2,5YR 4/8, úmido) cinzento-muito-escuro (2,5YR 3/0, úmido); argila; sem estrutura com grau estrutural maciço; muito plástica e muito pegajosa.

Raízes: Finas e abundantes no horizonte A, comuns no horizonte B_{Ag} e raras nos demais horizontes.

PERFIL 6**DATA:** 16/06/96**CLASSIFICAÇÃO:** CAMBISSOLO ÁLICO epidistrófico Ta A moderado textura argilosa (moderadamente drenado)**UNIDADE DE MAPEAMENTO:** HGP9**SITUAÇÃO, COBERTURA VEGETAL e COORDENADAS:** Trincheira aberta sobre a bacia de inundação alta sob vegetação de floresta subtropical nas coordenadas UTM 249381,3 m e 7429493,0 m (fuso 22).**LITOLOGIA:** Sedimentos Aluviais**FORMAÇÃO GEOLÓGICA:** aluviões do holoceno.**CRONOLOGIA:** Quaternário. Holoceno.**RELEVO LOCAL:** Plano.**RELEVO REGIONAL:** Plano.**DRENAGEM:** Moderadamente drenado.**VEGETAÇÃO PRIMÁRIA:** Floresta subtropical hidrófila de várzea.**CLIMA:** Cfa**DESCRITO POR:** Luiz Claudio de Paula Souza**DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA**

A 0 - 20 cm,	bruno-escuro (7,5YR 4/2, úmido); argila siltosa; forte muito pequena granular; firme, plástica e pegajosa; transição plana e clara.
AB 20 - 46 cm,	bruno-escuro (7,5YR 4/4, úmido); argila; forte muito pequena granular e blocos angulares; firme, plástica e pegajosa; transição plana e clara.
Bg 46 - 70 cm,	bruno-avermelhado (5YR 4/3, úmido) mosqueado cinzento-avermelhado (5YR 5/2, úmido); argila; fraca a moderada pequena blocos subangulares; firme, muito plástica e muito pegajosa; transição plana e clara.
C1g 70 - 88 cm,	coloração variegada, composta de cinzento-muito-escuro (2,5YR 3/0, úmido) vermelho (2,5YR 4/6, úmido) cinzento-brunado-claro (10YR 6/2, úmido); argila; sem estrutura com grau estrutural maciço; muito plástica e muito pegajosa; transição plana e clara.
C2g 88 - 110 cm,	coloração variegada, composta de cinzento-muito-escuro (2,5YR 3/0, úmido) cinzento-brunado-claro (10YR 6/2, úmido); argila; sem estrutura com grau estrutural maciço; muito plástica e muito pegajosa; transição plana e clara.

Raízes: Finas e abundantes no horizonte A e raras nos demais horizontes.

PERFIL 7**DATA:** 17/06/96**CLASSIFICAÇÃO:** GLEI POUCO HÚMICO ÁLICO epidistrófico Ta textura argilosa (imperfeitamente drenado)**UNIDADE DE MAPEAMENTO:** HGP5**SITUAÇÃO, COBERTURA VEGETAL e COORDENADAS:** Trincheira aberta sobre bacia de inundação baixa sob vegetação de campo nas coordenadas UTM 249802,1 m e 7428171,0 m (fuso 22)**LITOLOGIA:** Sedimento Aluviais.**FORMAÇÃO GEOLÓGICA:** Aluviões do holoceno.**CRONOLOGIA:** Quaternário. Holoceno.**RELEVO LOCAL:** Plano**RELEVO REGIONAL:** Plano**DRENAGEM:** Imperfeitamente drenado**VEGETAÇÃO PRIMÁRIA:** Campo subtropical hidrófilo de várzea**CLIMA:** Cfa**DESCRITO POR:** Luiz Claudio de Paula Souza**DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA**

Apg 0 - 15 cm,	bruno-acinzentado (10YR 5/2, úmido) mosqueado bruno-escuro (7,5YR 5/6, úmido); argila; fraca a moderada muito pequena granular; friável, plástica e pegajosa; transição plana e clara.
BAG 15 - 29 cm,	bruno-claro-acinzentado (10YR 6/3, úmido) mosqueado bruno-escuro (7,5YR 5/6, úmido); argila; fraca a moderada muito pequena granular; firme, plástica e pegajosa; transição plana e clara.
Cg 29 - 70 cm ⁺ ,	cinzento (7,5YR 6/0, úmido) mosqueado bruno-escuro (7,5YR 5/8, úmido); muito argilosa; sem estrutura com grau estrutural maciça; muito plástica e muito pegajosa.

Raízes: Finas e abundantes no horizonte Apg, comuns no horizonte BAG e ausentes no horizonte Cg.

PERFIL 8**DATA:** 18/06/96**CLASSIFICAÇÃO:** PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO DISTRÓFICO Tb A moderado textura média (moderadamente drenado)**UNIDADE DE MAPEAMENTO:** PV1**SITUAÇÃO, COBERTURA VEGETAL e COORDENADAS:** Trincheira aberta na bacia de inundação alta com presença de meandros abandonados pouco evidentes, sob vegetação de mata, nas coordenadas UTM 250177,8 m e 7432285,0 m (fuso 22).**LITOLOGIA:** Sedimentos aluviais**FORMAÇÃO GEOLÓGICA:** Aluviões do holoceno**CRONOLOGIA:** Quaternário. Holoceno**RELEVO LOCAL:** Plano**RELEVO REGIONAL:** Plano**DRENAGEM:** Moderadamente drenado**VEGETAÇÃO PRIMÁRIA:** Floresta subtropical hidrófila de várzea**CLIMA:** Cfa**DESCRITO POR:** Luiz Claudio de Paula Souza**DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA**

A 0 - 15 cm,	bruno-escuro (7,5YR 3/3, úmido); franco arenosa; fraca a moderada pequena granular; friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição ondulada e clara.
AB 15 - 40 cm,	bruno-forte (7,5 YR 4/6, úmido); franco arenosa; fraca a moderada pequena granular; friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição ondulada e clara.
BA 40 - 62 cm,	bruno-forte (7,5 YR 4/6, úmido); franco arenosa; fraca a moderada pequena granular e muito pequena blocos subangulares; friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa, transição plana e clara.
Bt 62 - 100 cm,	vermelho-amarelo (5YR 4/6, úmido) franco argilo arenosa; moderada pequena granular e muito pequena blocos subangulares; firme, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e clara.
C 100 - 150 cm,	bruno-forte (7,5YR 5/6, úmido) franco argilo arenosa; sem estrutura com grau estrutural maciça; muito firme, plástica e pegajosa; transição plana e clara.

obs: raízes finas e médias comuns nos horizontes A, AB e BA. Raízes finas e poucas nos demais horizontes.

PERFIL 9**DATA:** 18/06/96**CLASSIFICAÇÃO:** CAMBISSOLO DISTRÓFICO Ta A proeminente textura argilosa (moderadamente drenado)**UNIDADE DE MAPEAMENTO:** HGP1 e HGP3**SITUAÇÃO, COBERTURA VEGETAL e COORDENADAS:** Trincheira aberta na bacia de inundação alta sob vegetação de campo nas coordenadas 251861,0 m e 7434042,0 m (fuso 22).**LITOLOGIA:** Sedimento aluviais**FORMAÇÃO GEOLÓGICA:** Aluviões do holoceno**CRONOLOGIA:** Quaternário. Holoceno**RELEVO LOCAL:** Plano**RELEVO REGIONAL:** Plano**DRENAGEM:** Moderadamente drenado**VEGETAÇÃO PRIMÁRIA:** Campo subtropical hidrófilo de várzea**CLIMA:** Cfa**DESCRITO POR:** Luiz Claudio de Paula Souza**DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA**

A 0 - 21 cm,	bruno-escuro (7,5YR 3/3, úmido); argila; forte muito pequena granular; friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição ondulada e clara.
BA 21 - 51 cm,	bruno-escuro (7,5YR 4/4, úmido); argila; moderada a forte pequena blocos subangulares; friável, plástica e pegajosa; transição ondulada e clara.
Bi 51 - 72 cm,	bruno (7,5YR 5/4, úmido); argila; moderada pequena blocos angulares; firme, plástica e pegajosa; transição ondulada e clara.
Cg 72 - 86 cm ⁺ ;	coloração variegada, composta de bruno-escuro (7,5YR 4/3, úmido) e bruno (7,5YR 5/3, úmido); franco argilosa; sem estrutura com grau estrutural maciço; plástica e pegajosa.

obs: raízes finas e grossa abundantes no horizonte A comuns nos horizontes BA e Bi e ausentes no horizonte C.

APÊNDICE 3: CARACTERIZAÇÃO GERAL DAS UNIDADES DE MAPEAMENTO

UNIDADE	Página
HGP1 PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO EUTRÓFICO Ta A moderado textura média (bem drenado)	133
HGP1 PLINTOSSOLO ÁLICO Ta epidistrófico A moderado textura argilosa (imperfeitamente drenado)	134
HGP1 CAMBISSOLO DISTRÓFICO Ta A Proeminente textura argilosa (moderadamente drenado)	135
HGP3 CAMBISSOLO DISTRÓFICO Ta A Proeminente textura argilosa (moderadamente drenado)	135
A1 PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO EUTRÓFICO Ta A moderado textura média (bem drenado)	136
PV1 PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO DISTRÓFICO Tb A moderado textura média (bem drenado)	137
PV2 SOLO ALUVIAL DISTRÓFICO Tb A moderado textura arenosa (mal drenado)	137
PE1 e HGP10 GLAI POUCO HÚMICO ÁLICO Ta A moderado textura muito argilosa (imperfeitamente drenado)	138
HGP5 GLEI POUCO HÚMICO ÁLICO epidistrófico Ta textura argilosa (imperfeitamente drenado)	139

HGP9 CAMBISSOLO ÁLICO epidistrófico Ta A moderado textura argilosa
 (moderadamente drenado) 140

HGP11 SOLO ALUVIAL 141

HAQ2 AREIA QUARTZOSA 142

Unidade HGP1

Por ocasião da análise de agrupamento verificou-se que o agrupamento menor possuía níveis de cinza mais dispersos em relação a unidade de mapeamento HGP1. Foi possível identificar ao nível de campo que o agrupamento menor é composto de três classes de solos que ocorrem em posições geográficas diferentes. Assim estas unidades serão apresentadas separadamente a seguir.

A) PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO EUTRÓFICO Ta A moderado textura média (bem drenado)

São solos minerais não hidromórficos possuindo seqüência de horizontes A, Btg e Cg. É importante ressaltar que o horizonte B e C apresentam mosqueado mas que não são identificados com processos de redução, principalmente pelas cores apresentadas que variam de bruno-avermelhado-escuro a vermelho-muito-escuro-acinzentado.

Possui horizonte A moderado com espessura de 18 cm, teor de carbono de 5g/kg e coloração bruno-escuro (7,5YR 3/3, úmido). A textura do horizonte A é média, reduzindo seus valores em profundidade.

Horizonte Bt encontra-se a profundidade de 75 cm a 105 cm, com textura média, mas apresentando gradiente textural B/A de 1,7. A estrutura é de blocos subangulares não possuindo cerosidade nos elementos estruturais.

A saturação por bases varia entre 60,28% e 67,34%, caracterizando o perfil como eutrófico. A atividade de argila apresenta valores oscilando entre 23,73 e 35,33, o que caracteriza a argila do perfil como de atividade alta.

Este perfil classificado desta forma não satisfaz os requisitos de Cambissolo, pois a relação silte/argila é de 0,18, e não satisfaz os requisitos de Solo Glei devido à coloração avermelhada ao longo do perfil.

**B) PLINTOSSOLO ÁLICO Ta epidistrófico A moderado
textura argilosa (imperfeitamente drenado)**

São solos minerais hidromórficos, imperfeitamente drenados, rasos com seqüência de horizonte Ag, Bgf e Cgf.

O horizonte A moderado com espessura de 15 cm, estrutura pequena granular de grau estrutural moderado a forte. A coloração predominante nesta classe de solo é bruno-acinzentado (2,5YR 5/2, úmido), o que reflete a pequena contribuição da matéria orgânica neste horizonte, que é de 9 g/kg.

O horizonte Bgf ocorre geralmente entre 15 cm e 50 cm de profundidade, com coloração variegada, composta de cinzento (2,5YR 6/0, úmido) e bruno-amarelado (10YR 5/8, úmido). A estrutura do horizonte Bgf é em blocos angulares de grau estrutural forte. A textura deste horizonte é argilosa cascalhenta devido à presença de plintita abaixo do horizonte Ag.

A espessura máxima do perfil onde se encontra plintita é de 100 cm, encontrada principalmente nas posições mais elevadas da paisagem.

São normalmente álicos em profundidade e distróficos superficialmente devido ao uso intensivo destas áreas com agricultura, o que pode ter influenciado no seu trofismo. Apresenta argila de atividade alta nos horizontes Bgf e Cgf, e argila de atividade baixa no horizonte Ag.

C) CAMBISSOLO DISTRÓFICO Ta A Proeminente textura argilosa (moderadamente drenado)

Compreendem solos não hidromórficos, apresentando sequência de horizontes A, Bi e Cg.

O horizonte A satisfaz os requisitos para horizonte A proeminente devido a sua espessura de 21cm, a alta concentração de carbono de 51,0g/kg e a sua coloração bruno-escuro (7,5YR 3/3, úmido).

O horizonte B apresenta coloração bruno (7,5YR 5/4, úmido), sem a presença de mosqueados de redução. A estrutura é em blocos angulares de grau estrutural moderado. A textura é argilosa, chegando a apresentar relação silte/argila 0,6. A espessura do horizonte Bi varia de 20cm a 35cm, apresentando espessura maior quando se localiza em posições mais elevadas, onde recebem menor influência do lençol freático.

Todos os horizontes do perfil apresentam caráter distrófico, com exceção do horizonte Cg, que se encontra abaixo de 72cm, cujo caráter é eutrófico.

Unidade HGP3

CAMBISSOLO DISTRÓFICO Ta A proeminente textura argilosa (moderadamente drenado)

Esta classe de solo é a mesma que ocorre em um dos agrupamentos da unidade de mapeamento HGP1, desta forma não será apresentada novamente.

Unidade A1

PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO EUTRÓFICO Ta A moderado textura média (bem drenado)

São solos minerais, não hidromórficos, apresentando seqüência de horizontes A, Bt e C.

Apresentam horizonte A moderado com espessura de 30 cm ou menos, e textura média com teores de areia oscilando entre 73,8% e 74,3%. Tem como coloração predominante bruno-escuro (7,5YR 4/2, úmido). O teor de carbono encontrado no horizonte superficial varia entre 10,0 g/kg e 18,0 g/kg.

O horizonte Bt encontra-se entre 92cm e 150 cm⁺, sendo este subdividido em Bt1 e Bt2. A textura do horizonte Bt é média, com gradiente textural Bt1/A1 e Bt2/A1 próximo de 1,3. A estrutura é de blocos subangulares de grau estrutural variando de moderada a forte, com presença de cerosidade comum e moderada, caracterizando o depósito de argila nas faces dos elementos estruturais, satisfazendo portanto a condição de horizonte B textural.

Saturação por bases é alta, variando entre 56,63% e 73,42% e todos os horizontes, com exceção do horizonte superficial, são de argila de atividade alta, já descontado a contribuição da matéria orgânica.

Unidade PV1

PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO DISTRÓFICO Tb

A moderado textura média (bem drenado)

São solos minerais não hidromórficos, apresentando sequência de horizontes A, Bt e C.

Apresenta horizonte A moderado pelo fato de não satisfazer os requisitos de espessura para horizonte A proeminente, pois varia entre 13cm e 16cm. Sua estrutura é granular, com grau estrutural fraco a moderado.

O horizonte B apresenta coloração vermelho-amarelo (5YR 4/6, úmido), com estrutura pequena granular e muito pequena blocos subangulares, ambas com grau estrutural moderado. Apresenta gradiente textural de 1,5 o que juntamente com a cerosidade maior que fraca e pouca caracteriza o horizonte subsuperficial como B textural.

O perfil apresenta atividade de argila alta e saturação por alumínio inferior a 50%, com exceção dos horizontes AB e C que atingem valores de 55,94% e 62,34%, respectivamente.

Unidade PV2

SOLO ALUVIAL DISTRÓFICO Tb A moderado textura arenosa (mal drenado)

Solo mineral hidromórfico de profundidade moderada, com seqüência de horizontes A e C.

Horizonte A moderado com espessura de 6 cm e coloração bruno-amarelado (10YR 5/6, úmido), fato que pode ser evidenciado na contribuição de matéria orgânica neste horizonte, que é de 6 g/kg. Possui textura arenosa, chegando a apresentar até 90% da fração areia. Sua estrutura é pequena granular com grau estrutural variando entre fraco a moderado.

Os horizontes subjacentes possuem textura arenosa ou média, com gleização entre 26 cm e 110 cm⁺. Apresentam estrutura blocos subangulares com grau estrutural fraco em todos os horizontes do perfil.

A saturação por bases e a saturação por alumínio em todo o perfil são inferiores a 50%, caracterizando portanto um perfil distrófico. A atividade de argila é baixa para todos os horizontes subjacentes ao horizonte A. Percebe-se que a saturação por bases, saturação de alumínio e atividade de argila oscilam ao longo do perfil o que pode estar refletindo as características intrínsecas da classe dos solos aluviais.

Unidades PE1 e HGP10

GLEI POUCO HÚMICO ÁLICO Ta A moderado textura muito argilosa (imperfeitamente drenado)

Compreendem solos minerais hidromórficos que apresentam seqüência de horizontes A, Bg e Cgf.

O horizonte A tem espessura de 15 cm, podendo variar um pouco mas sempre satisfazendo os requisitos para classifica-lo como horizonte A moderado. Sua estrutura é granular com grau estrutural forte. Apresenta no horizonte superficial argila de atividade alta.

O horizonte Bg apresenta cor bruno (10YR 5/3, úmido), com presença de mosqueado de redução de coloração vermelho-amarelo (5YR 5/8, úmido). Este horizonte possui textura muito argilosa e atividade de argila alta. Uma característica marcante desta classe de solo é a presença de estrutura em blocos angulares e prismática, ambas de grau estrutural forte.

Quase todos os horizontes do perfil apresentam caráter álico e atividade de argila alta, com exceção do horizonte AB que se caracteriza como distrófico e de argila de atividade baixa.

Outro fato importante é a grande variação na composição granulométrica, o que pode estar mostrando ciclos de sedimentação diferenciado. Os demais dados obtidos das análises físicas e químicas também apresentam a mesma oscilação.

Unidade HGP5

GLEI POUCO HÚMICO ÁLICO epidistrófico Ta textura argilosa (imperfeitamente drenado)

São solos minerais hidromórficos, com espessura de aproximadamente 80 cm, e sequência de horizontes Ag e Cg.

O horizonte A tem coloração bruno-acinzentado (10YR 5/2, úmido) com presença de mosqueados bruno-escuro. O teor de carbono é de 14 g/kg, com estrutura granular de grau estrutural variando entre fraco e moderado. Pode-se observar que o horizonte superficial satisfaz os requisitos para horizonte A moderado.

O horizonte Cg possui espessura de 41 cm ou mais, com coloração cinzento (7,5YR 6/0, úmido) e presença de mosqueado bruno-escuro (7,5YR 5/8, úmido). Este horizonte não apresenta estrutura e tem como grau estrutural maciço. A textura do horizonte Cg é muito argilosa, com um contraste muito grande entre a textura do horizonte suprajacente que é de 46% para 74% no horizonte Cg. Tal variação na textura pode estar relacionada a diferentes ciclos de sedimentação já mencionados por WOLMAN & LEOPOLD (1957), THORNBURY (1969) e CHRISTOFOLETTI (1981).

Todo o perfil possui saturação por alumínio maior que 50%, fato que o caracteriza como álico, com exceção do horizonte superficial que provavelmente está sob o efeito de calagens, pois a área vem sendo explorada com arroz irrigado. Já a atividade de argila é alta em todo o perfil.

Unidade HGP9

CAMBISSOLO ÁLICO epidistrófico Ta A moderado textura argilosa (moderadamente drenado)

Compreendem solos minerais não hidromórficos com sequência de horizontes A, Big e Cg.

O horizonte A satisfaz os requisitos para A moderado, apresentando coloração bruno-escuro (7,5YR 4/2, úmido), com estrutura granular de grau estrutural forte, espessura variando entre 20 cm e 25 cm e textura argilosa.

O horizonte B apresenta coloração bruno-avermelhado (5YR 4/3, úmido) com presença de mosqueado de redução cinzento-avermelhado (5YR 5/2, úmido). Sua estrutura é em blocos subangulares com grau estrutural variando entre fraco a moderado. A textura é argilosa ao longo do perfil, apresentando relação silte/argila de 0,57, aproximando-se dos limites para caracterizá-lo como horizonte Bi, de acordo com o descrito por CAMARGO et al. (1987). A espessura do horizonte Big varia entre 24 cm e 32 cm.

Todos os horizontes do perfil apresentam caráter álico e argila de atividade alta, com exceção do horizonte A.

Unidade HGP11

Neste agrupamento a caracterização da classe de solo foi extremamente dificultada pela condição em que o solo se encontrava, não sendo possível a coleta de material por tradagens devido a não permanência do solo no trado (material

arenoso), muito menos a abertura de perfil, pois as paredes da trincheira não se sustentavam. Porém, por ocasião da tentativa da abertura do perfil foi possível identificar que o mesmo apresenta textura arenosa, com variações na granulometria e coloração da fração grosseira. O que leva a acreditar que este agrupamento seja composto por um **SOLO ALUVIAL**.

Unidade HAQ2

Neste agrupamento não foi possível a coleta de material para a realização de análises físicas e químicas, uma vez que o solo não permanecia no trado. Outro aspecto interessante é que também não foi possível a abertura de trincheira pois as paredes não tinham sustentação.

Durante a tentativa de abertura da trincheira foi possível a identificar que este solo é constituído principalmente da fração areia, e à medida que se dava continuidade à escavação foi possível identificar diferentes colorações. Tal condição leva a acreditar que seja um Solo Areia Quartzosa, possivelmente um dos componentes da unidade de mapeamento HAQ2.