

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP

Instituto de Geociências e Ciências Exatas

Campus de Rio Claro

SEDIMENTAÇÃO QUATERNÁRIA, CONTEXTO PALEOAMBIENTAL E  
INTERAÇÃO ANTRÓPICA NOS DEPÓSITOS ALUVIAIS DO ALTO RIO  
MEIA PONTE – GOIÁS/GO

VOLUME 1

JULIO CEZAR RUBIN DE RUBIN

Orientador: **Prof. Dr. Antonio Roberto Saad**

Tese de Doutorado elaborada no Curso de  
Pós-Graduação em Geociências – Área de  
Concentração em Geociências e Meio  
Ambiente, para obtenção do Título de Doutor  
em Geociências

Rio Claro – SP

2002

551.303 Rubín, Julio Cezar Rubín de  
R896s Sedimentação quaternária, contexto paleoambiental e  
interação antrópica nos depósitos aluviais do Alto rio Meia  
Ponte – Goiás - GO / Julio Cezar Rubín de Rubín. – Rio  
Claro : [s.n.], 2003  
2 v. : il., gráfs., tabs., fots., mapas

Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista,  
Instituto de Geociências e Ciências Exatas  
Orientador: Antonio Roberto Saad

1. Sedimentação e depósitos. 2. Sistemas fluviais. 3.  
Depósitos tecnógenos. 4. Paleoambiente. 5. Estratigrafia. I.  
Título.

Ficha catalográfica elaborada pela STATI – Biblioteca da UNESP  
Campus de Rio Claro/SP

## AGRADECIMENTOS

Ao agradecer a todos que me auxiliaram no desenvolvimento desta tese, com certeza estarei esquecendo de vários amigos e colegas: foram tantos que das mais diversas maneiras se propuseram a colaborar com esta jornada.

Não foi uma tarefa das mais fáceis, as dificuldades financeiras e técnicas para o desenvolvimento da pesquisa agigantaram-se, principalmente pela falta de auxílio financeiro formal, através de instituições de fomento a pesquisa. Esta realidade foi superada com o auxílio de amigos e de algumas instituições, citadas na seqüência.

Agradeço imensamente ao meu orientador e amigo Prof. Dr. Antonio Roberto Saad, cujos ensinamentos e conselhos mantiveram-me no rumo traçado. Tive sorte, trabalhei com um orientador amigo.

À colega e amiga Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Maira Barberi, pela amizade e incentivo, além da inestimável contribuição na abordagem paleoclimática desta tese, tendo dedicado horas de trabalho e colocado a disposição o Laboratório de Palinologia da Universidade Católica de Goiás.

Aos Professores Dr. Jairo Roberto Jimenez-Rueda e Dr. Antonio Manuel dos Santos Oliveira pela amizade, incentivo e discussões.

À Dr<sup>a</sup> Betty Meggers, do Smithsonian Institution, que gentilmente concedeu recursos financeiros para quatro datações radiocarbônicas.

Ao Engenheiro Newton de Oliveira Carvalho pela colaboração nas questões relacionadas a hidrossedimentometria.

Aos professores Dr. Alexandre Perinotto, Dr. Mário Lincoln, Dr. Mário Assine e Dr. Antônio Gonçalves Pires Neto, pelas sugestões apresentadas.

À Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM, à que agradeço profundamente nas pessoas dos Geólogos Jamilo José Thomé Filho e Gilberto, dos Engenheiros José Mário e Marcos Correntino e a turma da hidrossedimentometria (Altair, Ruimar, Estevão e Paulo).

Ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE-, nas pessoas do Geólogo Jeferson Del'Arco e da Geógrafa Dr<sup>a</sup> Lindinalva Mamede.

À Furnas Centrais Elétricas, especialmente aos Engenheiros Walton Pacceli, Márcia, Francesca Chein e toda turma do Laboratório de Águas e Geotécnica.

À Agência Ambiental do Estado de Goiás, na pessoa do Geógrafo José de Paula.

À Sociedade Goiana de Cultura, Universidade Católica de Goiás e a Vice-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa pela licença remunerada concedida e auxílio financeiro para a execução dos trabalhos.

Ao Prof. Dr. Nelson Jorge da Silva Júnior, que em momentos de dificuldade na execução da pesquisa colocou à disposição veículo e motorista.

Aos diretores do Instituto Goiano de Pré-História e Antropologia – IGPA-, Prof. MSc. Jézus Marco de Ataídes e Prof. Dr. Manoel Ferreira Lima Filho pelo apoio e incentivo recebido.

Aos colegas da IGPA, especialmente Eliane, Maria Cira, Fraga, Marlene, Marcos, Eugênia, Leda, Luis Cláudio, Ana Cláudia, Vicentina, Badio e Leila, que, a seu tempo, jamais deixaram de oferecer seu apoio e carinho.

Aos colegas Paulo e Mariza, com os quais iniciei a trabalhar no IGPA e que contribuíram para minha permanência na instituição.

A ex-reitora Prof<sup>a</sup> Clélia Brandão pela oportunidade de permanecer trabalhando na Universidade.

A Divisão de Serviços Gerais da UCG, turma da funilaria (Sr. Arão), marcenaria (“China”), motoristas (Noel, Reginaldo, José Alves, Jamilo), Sr. Valmir e “Zezinho”.

Aos amigos e colegas Jonas, Ionaí, Síntia e Silvio pela ajuda nos trabalho de campo.

Aos bolsistas Krukemberghe, Ionara, Marcelo, José Augusto, Leonardo, Gabriel, Claudio, Flávio, Fernanda, Mateus, Luciano Viana, Joaquim e Kátia, pela ajuda prestada e trabalhos desenvolvidos.

Ao amigo e Arquiteto Luis Guilherme pela amizade e ajuda nos desenhos técnicos e montagem da tese.

Finalmente, agradeço à família, minha mãe Elisabeth, minha filha Gabriela e minha esposa Rosiclér, pelo incentivo e amor recebido nestes anos, as quais peço desculpas pelas ausências prolongadas.

## SUMÁRIO

### VOLUME 1

Índice.....	i
Lista de Siglas.....	vi
Lista de Figuras.....	viii
Lista de Tabelas.....	xviii
Lista de Fotografias.....	xxii
Lista de Pranchas.....	xxxiii
Lista de Simbologia.....	xxxiv
Resumo.....	xxxv
Abstract.....	xxxvii
Capítulo 1 - INTRODUÇÃO.....	01
Capítulo 2 – MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADOS.....	11
Capítulo 3 – CARACTERIZAÇÃO DO ALTO CURSO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MEIA PONTE.....	29
Capítulo 4 – OCUPAÇÃO DA ÁREA DE PESQUISA.....	71
Capítulo 5 – O PERÍODO QUATERNÁRIO.....	97
Capítulo 6 – SISTEMA ALUVIAL.....	106
Capítulo 7 – DEPÓSITOS TECNÓGENOS.....	220
Capítulo 8 – NEOTECTÔNICA.....	242
Capítulo 9 – CONCLUSÕES.....	281
Capítulo 10 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	293

### VOLUME 2

Anexos

Encartes

# ÍNDICE

## VOLUME 1

<b>Capítulo 1 – INTRODUÇÃO.....</b>	<b>01</b>
1.1 - Objetivos e justificativa.....	02
1.2 – Localização da área.....	03
1.3 – Importância da área.....	05
1.4 – Ocupação das Planícies Aluviais.....	05
1.5 – Estruturação da tese.....	08
<b>Capítulo 2 – MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADOS.....</b>	<b>11</b>
2.1 – Trabalhos de Escritório.....	11
2.1.1 – Compilação Bibliográfica.....	11
2.1.2 – Materiais.....	11
2.1.2.1 – Base cartográfica.....	11
2.1.2.2 – Cartografia utilizada na caracterização do quadro natural do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do rio Meia Ponte.....	12
2.1.2.3 – Produtos de Sensores Remotos.....	12
2.1.2.4 – Perfil longitudinal do rio Meia Ponte.....	13
2.1.2.5 – Índice de sinuosidade .....	13
2.1.3 – Abordagens específicas .....	13
2.1.3.1 – Neotectônica .....	13
2.1.4 – Planejamento de campo .....	16
2.2 – Trabalhos de campo .....	17
2.2.1– Coleta de amostras.....	17
2.2.1.1 - Vazão, carga de fundo e em suspensão .....	17
2.2.1.2 – Coleta de amostras para análise palinológica.....	18
2.2.1.3 – Coleta de amostras para datações radiocarbônicas.....	18
2.2.1.4 – Coleta de amostras para datações por termoluminescência.....	18

2.2.1.5 – Coleta de amostras para difratometria de raio-X.....	18
2.2.2 – Acesso aos depósitos.....	19
2.3 – Trabalhos de laboratório.....	20
2.3.1 – Sondagens.....	20
2.3.2 – Carga de fundo e em suspensão.....	20
2.3.3 – Análise granulométrica.....	20
2.3.4 – Análise palinológica.....	21
2.3.5 – Difração de Raio-x.....	22
2.3.6 - Datações.....	22
2.3.6.1 – Datações Radiocarbônicas.....	22
2.3.6.2 – Termoluminescência.....	22
2.4 – Integração dos dados.....	23

### **Capítulo 3 – CARACTERIZAÇÃO DO ALTO CURSO DA BACIA**

<b>HIDROGRÁFICA DO RIO MEIA PONTE.....</b>	<b>29</b>
3.1 – Aspectos físicos.....	30
3.1.1 – Geologia.....	30
3.1.2 – Geologia estrutural.....	40
3.1.2.1 – Inflexão dos Pirineus.....	40
3.1.2.2 – Padrões de Dobramentos.....	41
3.1.2.3 – Sistemas de Falhamentos.....	41
3.1.3 – Geomorfologia.....	45
3.1.3.1 – Evolução do relevo.....	48
3.1.4 – Solos.....	54
3.2 – Vegetação.....	57
3.2.1 – Savana (Cerrado).....	58
3.2.1.1 – Savana Arbórea Densa (Cerradão).....	60
3.2.1.2 – Savana Arbórea Aberta (Campo Cerrado).....	60
3.2.1.3 – Savana Parque.....	61
3.2.1.4 – Savana Gramíneo-Lenhosa.....	62

3.2.2 – Região de Floresta Estacional Decidual.....	62
3.2.2.1 – Floresta Submontana.....	63
3.2.3 – Área de tensão ecológica.....	63
3.2.4 – Áreas antropizadas.....	64
3.3 – Caracterização climática.....	64
3.3.1 – Fluviometria.....	68
3.3.2 – Predisposição para enchentes a partir das vazões máximas.....	69
<b>Capítulo 4 – A OCUPAÇÃO DA ÁREA DE PESQUISA.....</b>	<b>71</b>
4.1 – A pré-história.....	71
4.2 – Grupos Indígenas.....	72
4.3 – Do Período Colonial à inauguração de Goiânia (1727-1937).....	73
4.4 – Da inauguração de Goiânia aos dias atuais (Pós-1937).....	74
4.4.1 – Processos erosivos.....	77
4.4.1.1 – Feições erosivas.....	80
4.4.1.2 – Assoreamentos.....	84
4.4.2 – Produção de sedimentos.....	93
<b>Capítulo 5 – O PERÍODO QUATERNÁRIO.....</b>	<b>97</b>
5.1 – Períodos Glaciais e Interglaciais.....	98
5.2 – Variações Climáticas.....	101
5.2.1 – Variações Climáticas na Região do Cerrado.....	102
<b>Capítulo 6 – SISTEMA ALUVIAL.....</b>	<b>106</b>
6.1- Sub-sistema fluvial.....	106
6.1.1 – Tipologia de canais fluviais.....	106
6.1.1.1 – O canal atual do rio Meia Ponte.....	109
6.1.1.2 – Índice de sinuosidade.....	111
6.1.1.3 – Hidrossedimentologia.....	111
6.1.2 – Modelos deposicionais fluviais.....	115

6.1.2.1 – Rios meandrantess.....	120
6.2 – Sub-sistema de Leques Aluviais.....	124
6.3 – Abordagem realizada nos depósitos fluviais do rio Meia Ponte.....	126
6.3.1 – Fácies identificadas a partir da abordagem utilizada nos depósitos....	126
6.3.2 – Descrição das fácies sedimentares identificadas nos depósitos fluviais do alto rio Meia Ponte.....	128
6.3.2.1- Fácies rudáceas.....	128
6.3.2.2- Fácies arenosas.....	128
6.3.2.3- Fácies pelíticas.....	135
6.3.3- Associação de fácies.....	136
6.4 – Depósitos aluviais do alto rio Meia Ponte.....	138
6.4.1 – Terraços.....	138
6.4.1.1 – Conglomerado basal ou ortoquartzítico: leques aluviais/barras longitudinais.....	144
6.4.1.2 – Exemplos de conglomerados ortoquartzíticos originados de leques aluviais/barras logitudinais.....	148
6.4.1.3- Terraços do rio Meia Ponte.....	161
6.4.2 – Depósitos associados ao sub-sistema fluvial atual do rio Meia Ponte	165
6.4.2.1 – Depósitos residuais de canal.....	165
6.4.2.2 – Planície de inundação.....	174
6.4.2.3 – Diques marginais.....	177
6.4.2.4 – Barras de meandro.....	178
6.4.2.5 – Meandros abandonados.....	179
6.4.3 – Perfis e testemunhos de sondagem.....	180
6.4.4 – Seções geológicas.....	190
6.4.5 – Análise palinológica.....	193
6.4.6 – Datações.....	214

6.4.6.1- Datações radiocarbônicas.....	214
6.4.6.2- Datações por termoluminescência.....	215
6.4.7- Difração de raio-x.....	216
<b>Capítulo 7 - DEPÓSITOS TECNÓGENOS .....</b>	<b>220</b>
7.1 – Tipologia dos depósitos tecnógenos presentes na área em pesquisa.....	224
7.1.1- Depósitos associados aos cursos d’água afluentes do rio Meia Ponte.	224
7.1.2- Depósitos associados diretamente aos depósitos fluviais do rio Meia Ponte.....	228
<b>Capítulo 8 – NEOTECTÔNICA.....</b>	<b>242</b>
8.1 – Caracterização sismogênica da região Centro-Oeste.....	245
8.2 - Características tectônicas da drenagem.....	250
8.3 -Aspectos gerais do rio Meia Ponte na área em pesquisa.....	255
8.4 – Fator de assimetria da bacia de drenagem.....	263
8.5 – Fator de simetria topográfica transversal.....	264
8.6 – Parâmetros morfométricos da drenagem.....	267
8.6.1 – Perfil longitudinal.....	267
8.6.1.1 – O perfil longitudinal do rio Meia Ponte.....	272
8.7- O quadro de evidências neotectônicas da área de pesquisa.....	273
8.7.1 – Evidências de campo.....	273
<b>Capítulo 9 – CONCLUSÕES.....</b>	<b>281</b>
9.1 - Aspectos paleoambientais.....	281
9.2 – Aspectos relacionados ao planejamento.....	290
<b>Capítulo 10 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>293</b>

## **VOLUME 2**

Anexos

Encartes

**LISTA DE SIGLAS**

AEROSUL – Levantamentos Aerofotogramétricos Cruzeiro do Sul

AHE – Aproveitamento Hidrelétrico

AM – Amazonas

AP – Antes do Presente

CELG – Centrais Elétricas de Goiás

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

CPRM – Companhia de Pesquisas e Recursos Minerais

CTE – Centro Tecnológico de Engenharia

DBO – DBO Engenharia

DSG – Divisão de Serviços Gerais - UCG

DSG – Divisão de Serviços Geográficos do Exército

EIA/RIMA – Estudos de Impacto Ambiental / Relatório de Impacto Ambiental

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

ETE – Estação de Tratamento de Esgotos de Goiânia

FATECSP – Faculdade de Tecnologia de São Paulo

FURNAS – FURNAS Centrais Elétricas

GO – Goiás

HP – Horse Power

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IDF – Instituto Don Fernando

IESA – Instituto de Estudos Sócio-Ambientais

IGPA - Instituto Goiano de Pré-História e Antropologia

INEMET – Instituto Nacional de Meteorologia

INQUA – International Quaternary Commission

IPH – Instituto de Pesquisas Hidráulicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul

IPLAN – Instituto de Planejamento Urbano de Goiânia

IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas,

IUGS – International Union Geoscience Society

M a – Milhões de anos  
MG – Minas Gerais  
MM – Escala Modificada de Mercalli  
MS - Mato Grosso do Sul  
MT – Mato Grosso  
ONG – Organização Não Governamental  
PR – Paraná  
PUC – Pontifícia Universidade Católica  
RS – Rio Grande do Sul  
SC – Santa Catarina  
SEPLAN – Secretaria de Planejamento de Goiás  
TO – Tocantins  
UCG – Universidade Católica de Goiás  
UFG – Universidade Federal de Goiás  
UNESP – Universidade Estadual Paulista  
USAF – United States Air Force  
UTM – Unidade Transversa de Mercatur  
VASP – Viação Aérea São Paulo

## LISTA DE FIGURAS

### Capítulo 1

- 1.1 - Bacia Hidrográfica do Rio Meia Ponte, com área de pesquisa e os municípios. (Adaptada de Moraes 2000)..... 04

### Capítulo 2

- 2.1 – Obtenção dos valores do fator de assimetria (HARE & GARDNER 1985)..... 15
- 2.2 – Obtenção dos valores do fator de simetria topografia transversal (COX 1994)..... 16
- 2.3 - Mapa de afloramentos levantados (A).....ENCARTE 2.1
- 2.4 - Mapa de pontos descritos (F).....ENCARTE 2.2
- 2.5 - Mapa de sondagens (S).....ENCARTE 2.3
- 2.6 - Mapa topográfico.....ENCARTE 2.4

### Capítulo 3

- 3.1 – Coluna estratigráfica da área em pesquisa (Adaptado da CPRM 1994 a, b, c, d, e; 1997)..... 32
- 3.2 a - Mapa geológico I da área de pesquisa.....ENCARTE 3.1
- 3.2 b - Mapa geológico II da área de pesquisa.....ENCARTE 3.1
- 3.3 - Mapa estrutural da área de pesquisa.....ENCARTE 3.2
- 3.3 a - Bacia Hidrográfica do rio Meia Ponte no contexto do Setor Centro-Sul da Província Tocantins (MARINI *et al.* 1984)..... 42
- 3.4 - Mapa geomorfológico da área de pesquisa.....ENCARTE 3.3
- 3.5 - Proposta para evolução das vertentes (BIGARELLA *et. al.* 1965)..... 51
- 3.6 - Mapa de solos da área de pesquisa.....ENCARTE 3.4
- 3.7 - Mapa de cobertura vegetal da área de pesquisa.....ENCARTE 3.5
- 3.8 – Perfil esquemático das fisionomias da savana (cerrado) (MAGNAGO

<i>et al.</i> 1983).....	59
3.9 - Perfil esquemático das fisionomias de Floresta Estacional Decidual (MAGNAGO <i>et al.</i> 1983).....	63
3.10 – Precipitação pluviométrica média mensal da Estação Ouro Verde de Goiás, período entre 1973 – 1996.....	65
3.11 - Precipitação pluviométrica média mensal da Estação Inhumas (Inhumas), período entre 1947 – 1996.....	65
3.12 - Precipitação pluviométrica média mensal da Estação Inhumas (Rio Meia Ponte), período entre 1947 – 1996. ....	65
3.13 - Precipitação pluviométrica média mensal da estação Goianópolis, período entre 1973 – 1996.....	65
3.14- Estação Inhumas: variação das vazões médias mensais obtidas para o período de 1949-1993.....	68
3.15- Estação Montante de Goiânia: variação das vazões médias mensais obtidas para o período de 1949-1993. ....	68
3.16- Estação Jusante de Goiânia: variação das vazões médias mensais obtidas para o período de 1978-1993.....	69
3.17- Estação Fazenda Bonita de Baixo: variação das vazões médias mensais obtidas para o período de 1949-1993.....	69

#### **Capítulo 4**

4.1- Mapa de ocupação atual da área de pesquisa.....	ENCARTE 4.1
--	-------------

#### **Capítulo 5**

#### **Capítulo 6**

6.1 – Classificação dos canais baseado no padrão e tipo de carga associada com indicadores de estabilidade relativa e outras variáveis (SCHUMM 1986, <i>apud</i> SILVA 1997).....	107
6.2 – Relação entre granulometria e padrão dos canais fluviais (ORTON & READING 1993, <i>apud</i> EMERY & MYERS 1996).....	108
6.3.1 – Perfil Transversal da Estação Inhumas (1995 – 2000).....	ANEXO 6.2 a
6.3.2– Perfil Transversal da Estação Montante de Goiânia (1995 – 2001).....	ANEXO 6.2 b
6.3.3 – Perfil Transversal da Estação Jusante de Goiânia (1995 – 2001).....	ANEXO 6.2.c
6.3.4 – Perfil Transversal da Estação Fazenda Bonita de Baixo (1995 – 1999).....	ANEXO 6.2 d
6.3.5 – Perfil Molhado da Estação Inhumas.....	ANEXO 6.2 e
6.3.6 – Perfil Molhado da Estação Montante de Goiânia (1992 – 1997).....	ANEXO 6.2 f
6.3.7 – Perfil Molhado da Estação Jusante de Goiânia (1992 – 2002).....	ANEXO 6.2 g
6.3.8 – Perfil Molhado da Estação Fazenda Bonita de Baixo (1992 – 2002).....	ANEXO 6.2 h
6.4 – Elementos básicos dos depósitos fluviais (MIALL 1996).....	119
6.5 – Principais padrões de canais fluviais (MIALL 1982).....	120
6.6 – Bloco diagrama evidenciando os elementos de um rio meandrante (WALKER & CANT 1984).....	121
6.7 – Modelo para depósitos de acreção lateral e vertical de rios meandantes (WALKER & CANT 1984).....	121
6.8 – Exemplos de abandonos de curvas de meandro (WALKER & CANT 1984).....	122
6.9 – Perfis verticais com conjuntos de litofácies e blocos-diagramas de	

rios	meandranes	(MIALL 123
1996).....		
6.10 – Depósitos fluviais do alto rio Meia Ponte.....		ENCARTE / 6.1
6.11a – Tipologia de terraços fluviais (CHRISTOFOLETTI		
1974).....		141
6.11b - Terraços parelhados (A) ou isolados (B), segundo		
CHRISTOFOLETTI (1974).....		141
6.12 - Tipologia de terraços fluviais (SUGUIO 1999).....		142
6.13 – F-59B – Gráficos da forma, tamanho e arredondamento, além do		
diagrama de roseta correspondente orientação dos ruditos.....		149
6.14 – F-43 - Gráficos da forma, tamanho e arredondamento, além do		
diagrama de roseta correspondente à orientação dos ruditos.....		151
6.15 – F-54 - Gráficos da forma, tamanho e arredondamento, além do		
diagrama de roseta correspondente à orientação dos ruditos.....		154
6.16 – A62 – Gráficos da forma, tamanho e arredondamento, além do		
diagrama de roseta correspondente à orientação dos ruditos.....		156
6.17 – A63 – Gráficos da forma, tamanho e arredondamento, além do		
diagrama de roseta correspondente à orientação dos ruditos.....		159
6.18 – F-47 B1 - Gráficos da forma, tamanho e arredondamento, além do		
diagrama de roseta correspondente à orientação dos ruditos.....		167
6.19 – F-47 B2 - Gráficos da forma, tamanho e arredondamento, além do		
diagrama de roseta correspondente à orientação dos ruditos.....		167
6.20 - F58 – Gráfico da forma, tamanho e arredondamento, além do		
diagrama de rosetas correspondente à orientação dos ruditos.....		169
6.21a – Testemunho de sondagem S5 – Disposição das fácies semelhante		
ao F-58 e F-65.....		172
6.21b – S5 – Clastos do topo - Gráficos correspondentes à forma, tamanho		
e arredondamento dos ruditos.....		172
6.22 – Testemunho de Sondagem – E.T.E complementar.....		ANEXO 6.3
6.23 – Testemunho de Sondagem – Sx.....		ANEXO 6.4

6.24 – Testemunho de Sondagem – S1.....	ANEXO 6.5
6.25 – Testemunho de Sondagem – S9/10.....	ANEXO 6.6
6.26 – Testemunho de Sondagem – S11.....	ANEXO 6.7
6.27 – Testemunho de Sondagem – S12.....	ANEXO 6.8
6.28 – Testemunho de Sondagem – S13.....	ANEXO 6.9
6.29 – Testemunho de Sondagem – S14.....	ANEXO 6.10
6.30 – Testemunho de Sondagem – S15.....	ANEXO 6.11
6.31 – Testemunho de Sondagem – S16.....	ANEXO 6.12
6.32 – Testemunho de Sondagem – S18.1.....	ANEXO 6.13
6.33 – Testemunho de Sondagem – S19.....	ANEXO 6.14
6.34 – Testemunho de Sondagem – S20.1.....	ANEXO 6.15
6.35 – Testemunho de Sondagem – S21.....	ANEXO 6.16
6.36 – Testemunho de Sondagem – S22.....	ANEXO 6.17
6.37 – Testemunho de Sondagem – S23.....	ANEXO 6.18
6.38 – Testemunho de Sondagem – S24.....	ANEXO 6.19
6.39 – Testemunho de Sondagem – S25.....	ANEXO 6.20
6.40 – Testemunho de Sondagem – S26.....	ANEXO 6.21
6.41 – Testemunho de Sondagem – S28.....	ANEXO 6.22
6.42 – Testemunho de Sondagem – S29.....	ANEXO 6.23
6.43 – Testemunho de Sondagem – S30.....	ANEXO 6.24
6.44 – Testemunho de Sondagem – S31.....	ANEXO 6.25
6.45 – Testemunho de Sondagem – S32.....	ANEXO 6.26
6.46 – Testemunho de Sondagem – S33.....	ANEXO 6.27
6.47 – Testemunho de Sondagem – S34.....	ANEXO 6.28
6.48 – Testemunho de Sondagem – S35.....	ANEXO 6.29
6.49 – Testemunho de Sondagem – S36.....	ANEXO 6.30
6.50 – Testemunho de Sondagem – S37.....	ANEXO 6.31
6.51 – Testemunho de Sondagem – S39.....	ANEXO 6.32
6.52 – Testemunho de Sondagem – S3.....	ANEXO 6.33
6.53 – Testemunho de Sondagem – S42.....	ANEXO 6.34

6.54 – Testemunho de Sondagem – S41.....	ANEXO 6.35
6.55 – Testemunho de Sondagem – S40.....	ANEXO 6.36
6.56 – Testemunho de Sondagem – S4.....	ANEXO 6.37
6.57 – Testemunho de Sondagem – S43.....	ANEXO 6.38
6.58 – Testemunho de Sondagem – S44.....	ANEXO 6.39
6.59 – Testemunho de Sondagem – S45.....	ANEXO 6.40
6.60 – Testemunho de Sondagem – S46.....	ANEXO 6.41
6.61 – Testemunho de Sondagem – S47.....	ANEXO 6.42
6.62 – Testemunho de Sondagem – S48.....	ANEXO 6.43
6.63 – Testemunho de Sondagem – S49.....	ANEXO 6.44
6.64 – Testemunho de Sondagem – S50.....	ANEXO 6.45
6.65 – Testemunho de Sondagem – S51.....	ANEXO 6.46
6.66 – Testemunho de Sondagem – S52.....	ANEXO 6.47
6.67 – Testemunho de Sondagem – S5.....	ANEXO 6.48
6.68 – Testemunho de Sondagem – S6.....	ANEXO 6.49
6.69 – Testemunho de Sondagem – S7.....	ANEXO 6.50
6.70 – Testemunho de Sondagem - S8.....	ANEXO 6.51
6.71 – Testemunho de Sondagem – S24.1.....	ANEXO 6.52
6.72 – Perfil transversal evidenciando a disposição dos 190 depósitos.....	
6.73 –Perfil transversal identificando a planície de inundação 190 atual.....	
6.74 –Perfil transversal identificando a planície de inundação atual e Terraço T1.....	190
6.75– Perfil transversal identificando a planície de inundação atual e Terraço T1.....	191
6.76 –Perfil transversal identificando a planície de inundação atual e Terraço T1.....	191
6.77 – Perfil transversal identificando a planície de inundação subatual e Terraços T0 e T1.....	191

6.78 – Perfil transversal evidenciando a disposição dos depósitos aluviais na área urbana de Goiânia ressaltando a relação planície de inundação/tecnógeno construído (P/TC).....	192
6.79 – Perfil transversal evidenciando a disposição dos depósitos aluviais na área urbana de Goiânia, enfatizando a relação planície de inundação/tecnógeno construído e terraço/tecnógeno construído urbanizado.....	192
6.80 –S0 – Seção colunar – Nível de turfa com indicação dos pontos de coleta de amostras para análise palinológica e datações radiocarbônicas.....	195
6.81 – F40 – Seção colunar – Níveis de turfa com indicação dos pontos de coleta de amostras para análise palinológica e datações radiocarbônicas.....	197
6.82 – F25 – Seção colunar – Pacote com as diferentes fácies que compõem o afloramento, indicando pontos de coleta de amostras para análise palinológica e datação radiocarbônica.....	205
6.83 – F19 – Seção colunar. Detalhe das fácies e pontos de coleta de amostras para análise palinológica.....	206
6.84 – F40 – Diagrama de porcentagem da somatória de elementos botânicos .....ANEXO 6.53	
6.85 – F40 - Diagrama de porcentagem - elementos arbóreos, herbáceos e palustres.....ANEXO 6.54	
6.86 a– F 40 - Diagrama de concentração de elementos arbóreos.....ANEXO 6.55	
6.86 b – F 40 - Diagrama de concentração de elementos herbáceos..ANEXO 6.56	
6.86 c – F 40 - Diagrama de concentração de elementos palustres....ANEXO 6.57	
6.87 – F 40 - Diagrama de porcentagem – Indicação dos 40 elementos utilizados para determinação das Ecozonas.....ANEXO 6.58	

6.88 – S 0 - Diagrama de porcentagem dos elementos botânicos.....	ANEXO 6.59
6.89 – S 0 - Diagrama de porcentagem - somatória de elementos por hábito/ambiente.....	ANEXO 6.60
6.90 – S0 – Diagrama de concentração – (a) Elementos arbóreos e palustres (b) Elementos herbáceos e outros.....	ANEXO 6.61
6.91 – S 0 - Diagramas de concentração das partículas de carvão....	ANEXO 6.62
6.92 – F 29 - Diagrama de porcentagem dos elementos botânicos.....	ANEXO 6.63
6.93 – F 29 – Diagrama de concentração – (a) Elementos arbóreos e palustres.....	ANEXO 6.64
6.93 a – F29 – Diagrama de concentração - (b) Elementos herbáceos (c) Elementos palustres, pteridófitas e algas.....	ANEXO 6.65
6.94 – F 29 - Diagrama de porcentagem - somatória de elementos por hábito/ambiente.....	ANEXO 6.66
6.95 a – S 6 – Diagrama de porcentagem – somatória dos elementos.....	ANEXO 6.67
6.95 b– S 6 – Diagrama de porcentagem dos elementos botânicos.....	ANEXO 6.68
6.96 a – F 64 – Diagrama de concentração dos elementos arbóreos.	ANEXO 6.69
6.96 b (continuação) – F 64 – Diagrama de concentração de elementos herbáceos e palustres.....	ANEXO 6.70
6.97 a – F 64 – Diagrama de porcentagem dos elementos botânicos.....	ANEXO 6.71
6.97 b (continuação) - F 64 – Diagrama de porcentagem dos elementos botânicos.....	ANEXO 6.72
6.98 – F 25, F 55, F 19 – Diagrama de concentração de partículas de carvão (>5 micrômetros) .....	ANEXO 6.73
6.99 – Datação do F-42 (MP AA1).....	ANEXO 6.77
6.100 – Datação da Sondagem S0 (MP CA 1).....	ANEXO 6.78

6.101 – Datação da Sondagem S0 (MP CA 2).....	ANEXO 6.79
6.102 –Datação da Sondagem S0 (MP CA 3).....	ANEXO 6.80
6.103 –Datação da Sondagem S0 (MP CA 4).....	ANEXO 6.81
6.104 –Datação da Sondagem S-53 (MP PA 1).....	ANEXO 6.82
6.105 –Datação da Sondagem F-64 (AB 01).....	ANEXO 6.83
6.106 –Datação da Sondagem F-25 (JF 25).....	ANEXO 6.84
6.107 –Datação da Sondagem F-29 (JF 29).....	ANEXO 6.85
6.108 –Resumo das Datações F55 (R1) e F40 (I-01, I-02 e I-03).....	ANEXO 6.86
6.109 –Datação da amostra F-55.....	ANEXO 6.87
6.110 –Datação da amostra I-02 (F40).....	ANEXO 6.88
6.111 –Datação da amostra I-03 (F40).....	ANEXO 6.89
6.112 – Difrátogramas – F-18 B.....	ANEXO 6.90
6.113 – Difrátogramas – F 11 B.....	ANEXO 6.91
6.114 – Difrátogramas – F 29 A.....	ANEXO 6.92
6.115 – Difrátogramas - F 6 B.....	ANEXO 6.93
6.116 – Difrátogramas – F 29 B.....	ANEXO 6.94

## Capítulo 7

7.1 – Fácies Gentil Meireles – Cisterna do Valdivino (CUNHA 222 2000).....	
--	--

## Capítulo 8

8.1 – Sismos que ocorreram no território brasileiro entre 1724 e 1999 (IAG/USP).....	246
8.2 – Sismos com epicentro até 300Km do AHE Corumbá (Fonte: CTE 1999).....	247
8.3 – Sismos com epicentro até 500Km do AHE Corumbá (Fonte: CTE 1999).....	247
8.4 – Sismicidade da região central do estado de Goiás (Fonte: CTE 1999).....	248

8.5 – Sismicidade da região Centro-Oeste do Brasil (Fonte: CTE 1999).....	249
8.6 – Tipos de padrões básicos de drenagem (HOWARD 1967).....	ANEXO 8.2
8.7 – Tipos de padrões básicos de drenagem modificados (HOWARD 1967).....	ANEXO 8.3
8.8 – Tipos de padrões básicos de drenagem modificados (HOWARD 1967).....	ANEXO 8.4
8.9 – Ajustamento do canal de rios entrelaçados em casos de soerguimentos (A) e subsidência (B) (OUCHI 1985).....	252
8.10 – Ajustamento do canal de rios meandantes com carga mista (A) e em suspensão (B) em consequência de soerguimentos e subsidência (OUCHI 1985).....	253
8.11 – Anomalia de Drenagem I – trecho 2.....	257
8.12 – Anomalia de Drenagem II – trecho 2.....	257
8.13 – Anomalia de Drenagem III – trecho 3.....	258
8.14 – Anomalia de Drenagem IV – trecho 4.....	258
8.15 – Mapa de sub-bacias/rede de drenagem.....	ENCARTE 8.1
8.16 – Lineamento de Drenagens de Primeira Ordem por Folha Topográfica.....	260
8.17 – Lineamento de Drenagens de Segunda Ordem por Folha Topográfica.....	261
8.18 – Lineamentos Estruturais por Folha Topográfica (Fonte: CPRM 1994 a, b, c, d, e; 1997).....	262
8.19 – Escala de Intensidade para o FABD.....	263
8.20 – Escala de Intensidade para o FSTT.....	264
8.21 – Perfil Longitudinal do Rio do Peixe/SP (ETCHEBEHERE 2000).....	269
8.22 – Perfis longitudinais de alguns rios localizados nas montanhas Ozark, Estado do Arkansas (E.U.A.) (MCKEOWN <i>et. al.</i> 1988).....	270

8.23 – Perfis longitudinais do rio Corumbá (a), paralelo ao Meia Ponte (CTE 1999) e córregos Taquara (b) e Roncador (c), localizados no Distrito Federal (MAMEDE 1999).....	271
8.24 – Perfil Longitudinal do Rio Meia Ponte.....	272

## **LISTA DE TABELAS**

### **Capítulo 2**

2.1 –Afloramentos levantados.....	ANEXO 2.1
2.2 – Pontos descritos (F).....	ANEXO 2.2
2.3 – Sondagens realizadas.....	24

### **Capítulo 3**

3.1 – Eventos cenozóicos e feições associadas (CASSETI 1994).....	52
3.2 – Resumo da geomorfogênese da bacia do córrego Taquara/DF (Compilado de MAMEDE 1999).....	ANEXO 3.1
3.3 – Compartimentação Climática do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Meia Ponte (DBO 1997).....	67
3.4 – Vazões máximas para 10, 100 e 1000 anos nas Estações Inhumas e Montante de Goiânia.....	70

### **Capítulo 4**

4.1 –Sítios arqueológicos pré-históricos e pontos prováveis identificados na área de pesquisa.....	ANEXO 4.1
4.2 - Municípios que surgiram na área de pesquisa até a inauguração de Goiânia.....	ANEXO 4.2

4.3 - Municípios que surgiram na área de pesquisa da inauguração de Goiânia aos dias atuais.....	ANEXO 4.3
4.4 – Projetos desenvolvidos no alto curso da bacia hidrográfica do rio Meia Ponte.....	ANEXO 4.4
4.5 – Classificação de erosões segundo os modelos de escoamento e os mecanismos de erosão pluvial, visando a caracterização da produção de sedimentos (Fonte: OLIVEIRA 1994).....	78

## Capítulo 5

5.1 – Cronologia Mundial do Período Quaternário (SUGUIO 1999).....	99
5.2 – Principais Glaciações do Período Quaternário (SALGADO-LABOURIAU 1994).....	100
5.3 – Glaciais, Interglaciais e Climas Predominantes do Período Quaternário (SOUZA 1999).....	100
5.4 – Características do Glacial Würm (MARTIN <i>et. al.</i> 1986, <i>apud</i> SOUZA 1999).....	101

## Capítulo 6

6.1 – Tipologia dos canais fluviais com base em STEVAUX (1993).....	110
6.2 – Índice de sinuosidade.....	111
6.3a – Características geométricas e descargas sólidas no canal – Etapa 1.....	112
6.3b– Características geométricas e descargas sólidas no canal – Etapa 2.....	113
6.3c– Características geométricas e descargas sólidas no canal – Etapa 3.....	113
6.3d– Características geométricas e descargas sólidas no canal – Etapa	

4.....	114
6.4 – Seções adicionais para caracterização do canal .....	ANEXO 6.1
6.5 – Código de fácies (MIALL 1996).....	117
6.6 – Fácies dos depósitos fluviais (MIALL 1996).....	119
6.7 – Algumas características de sistemas meandrantess.....	124
6.8 – Código de fácies para a interpretação dos depósitos fluviais do alto rio Meia Ponte. As siglas indicam textura, estruturas, informações complementares e complementação da textura. Adaptado de SOUZA (1999).....	126
6.9 – Classificação de fácies adaptadas de MIALL (1996), baseando-se em STEVAUX (1993), SOUZA (1999) e ETCHEBEHERE (2000).....	127
6.10 – Associação de fácies: códigos utilizados para os depósitos aluviais do alto curso do rio Meia Ponte/ Goiás, levando-se em consideração todas as variáveis envolvidas.....	137
6.11 – Síntese da evolução da paisagem pleistocênica no município de Goiânia (modificado de CASSETI 1994).....	143
6.12 – Exposições do conglomerado ortoquartzítico no canal do rio Meia Ponte/terraços.....	146
6.13 – Melhores exposições dos depósitos residuais de canal.....	165
6.14 – Relação das Amostras Datadas pelo Método radiocarbônico/datação/laboratório.....	214
6.15 – Amostras datadas por termoluminescência/datação/laboratório.....	215

## **Capítulo 7**

7.1 – Relação dos rejeitos tecnógenos retirados do F 47.....	ANEXO 7.1
7.2 – Sondagens com rejeitos tecnógenos.....	ANEXO 7.2

## **Capítulo 8**

8.1 – Elementos geomorfológicos relacionados a eventos neotectônicos (SILVA 1997).....	244
8.2 – Padrões de drenagens básico e básico modificado (Simplificado de HOWARD 1967, <i>apud</i> SILVA 1997) contendo algumas observações complementares (SILVA 1997).....	ANEXO 8.1
8.3 – Efeitos do soerguimento e subsidência em canais entrelaçados e meandantes. As zonas de deformação ativa (B) e (C), são separadas pelo eixo de deformação (E). As zonas (A) e (D) situam, respectivamente, à montante e a jusante da zona deformada (E). Modificado de OUCHI (1985) e SCHUMM (1986). Fonte: SILVA (1997).....	254
8.4 – Drenagens de Primeira e Segunda Ordens por Folhas Topográficas.....	259
8.5 –Fator de assimetria da bacia de drenagem (HARE & GARDNER 1985).....	ANEXO 8.5
8.6 – Valores obtidos para o fator de simetria topográfica transversal para as sub-bacias estudadas (COX 1994).....	ANEXO 8.6
8.7 – Índices obtidos para o FSTT e FABD com intensidades correspondentes e intensidade média.....	265
 <b>Capítulo 9</b>	
9.1 – Síntese dos trabalhos referentes a variações climáticas em áreas de cerrado (Modificado de BARBERI 2001).....	288
9.2 – Síntese do processo de instalação e ocupação do rio Meia Ponte.....	289

## LISTA DE FOTOGRAFIAS

### Capítulo 1

1.1 - Ocupação urbana na planície aluvionar do rio Meia Ponte.....	9
1.2 - Dique construído para conter o transbordamento do rio Meia Ponte na área experimental da EMBRAPA, município de Goianira.....	9
1.3 - Extração de areia no canal do rio Meia Ponte, município de Goiânia.....	9
1.4 - Obras de canalização na planície de inundação do Rio Meia Ponte. ETE de Goiânia.....	9
1.5 - Aterro na planície de inundação do rio Meia Ponte, vila Roriz, município de Goiânia.....	9
1.6 - Dique construído para conter o desvio do canal do rio Meia Ponte, antiga usina hidrelétrica da CELG, município de Santo Antônio de Goiás.....	9
1.7 - Dique construído para conter o transbordamento do rio Meia Ponte, área experimental da UFG, município de Goiânia.....	9
1.8 - Rodovia construída sobre aterro em planície de inundação.....	9
1.9 - Escombros da usina hidrelétrica da CELG, divisa entre os municípios de Santo Antônio de Goiás e Goianira.....	10
1.10 - Antiga usina hidrelétrica da CELG, área urbana de Goiânia, próximo à BR 153.....	10
1.11 - Usina Hidrelétrica do Rochedo, município de Piracanjuba.....	10
1.12 - Depósito tecnógeno induzido na planície de inundação do rio Meia Ponte, margem esquerda, à jusante da ETE de Goiânia.....	10
1.13 - Aterro com fins industriais.....	10

1.14 - Utilização agrícola da planície de inundação do Rio Meia Ponte, EMBRAPA, município de Goianira.....	10
--	----

## **Capítulo 2**

2.1 - Sondagem com vibrotestemunhador ( <i>vibrocore</i> ) junto à margem direita do rio Meia Ponte.....	27
2.2 - Sondagem com vibrotestemunhador ( <i>vibrocore</i> ) em um meandro abandonado.....	27
2.3 - Amostragem realizada com “ <i>pancadacore</i> ”, processo pelo qual o tubo de alumínio é colocado em percussão manual.....	27
2.4 - Descrição de seção geológica a partir do canal artificial do rio Meia Ponte.....	27
2.5 - Descrição de seção geológica a partir de dreno aberto em um depósito tecnógeno induzido/ construído na junção do rio Meia Ponte com o córrego Anicuns.....	27
2.6 - Tradagem manual realizada na planície de inundação do rio Meia Ponte.....	27
2.7 - Obtenção da orientação dos ruditos na margem esquerda do rio Meia Ponte.....	27
2.8 - Coleta de amostras de água para cálculo da carga de sedimentos em suspensão.....	27
2.9 - Coleta de amostras de turfa com trado.....	28
2.10 - Retirada do tubo de alumínio com utilização de talha e tripé.....	28
2.11 - Obtenção de dados referentes à vazão, à vau, na Estação Inhumas.....	28
2.12 - Obtenção de dados referentes à vazão na Estação Fazenda Bonita de Baixo.....	28

## Capítulo 4

4.01 - SB 02 – Solapamento na margem direita do ribeirão Capivara, próximo à ponte da GO-080, Goiânia/Nerópolis.....	87
4.02 - SB 04 - Sulcos, calhas e ravinas na encosta próxima ao ribeirão Capivara, município de Nerópolis.....	87
4.03 - SB 05 – Princípio de ravinamento junto à GO-080, município de Damolândia.....	87
4.04 - SB 06 – Calhas, sulcos e ravina (foto) à margem da GO-416, município de Damolândia.....	87
4.05 - SB 07 – Sulcos e calhas à margem da GO-416, município de Damolândia.....	87
4.06 - SB 09 – Sulcos e calhas na encosta próxima ao córrego Barreiro, município de Itauçu.....	87
4.07 - SB 10 – Sulcos e calhas próximas à cabeceira de drenagem, município de Itauçu.....	87
4.08 – Próximo ao SB10 - Sulcos e calha na encosta próximo à SB 10.....	87
4.09 – SB 11 – Sulcos em área de cultivo na margem do córrego Serrinha, município de Itauçu.....	88
4.10 – Próximo ao SB11 - Calhas e ravinas próximas ao córrego Serrinha, município de Itauçu.....	88
4.11 – SB 12 – Erosão junto à estrada secundária, município de Itauçu.....	88
4.12 – SB13 – Boçoroca em área de pastagem próxima ao córrego Três Morros.....	88
4.13 - SB 14 – Sulcos e calhas na encosta e próximo à cabeceira de drenagem de afluente do rio Inhumas, município de Itauçu.....	88
4.14 - SB 16 – Sulcos e calhas na encosta próxima ao rio Inhumas, município de Damolândia.....	88

4.15 - SB 17 – Ravinamento junto à GO-426, entre os córregos Cachoeira e Ponte Queimada, município de Inhumas.....	88
4.16 - SB 19 – Sulcos e calhas na encosta, junto à GO-222, município de Nova Veneza.....	88
4.17 - SB 25 – Sulcos, calhas e ravinas na encosta e no fundo do vale do córrego das Pedras. GO-433, município de Ouro Verde.....	89
4.18 - SB 27 – Boçoroca junto à Br.153 (Goiânia/Anápolis), próximo ao córrego Fundão. Município de Santa Tereza.....	89
4.19 - SB 28 – Sulcos e calhas junto à Br. 153 e próximo ao córrego do Rosa, município de Santa Tereza.....	89
4.20 - SB 29 – Sulcos e calhas na encosta junto à serra da Canastra, município de Goianópolis.....	89
4.21 - SB 30 –Ravinamento junto à margem esquerda do rio Caldas, município de Bonfinópolis.....	89
4.22 - SB 33 – Ravinamento junto à estrada secundária Caldazinha/Bela Vista de Goiás, município de Caldazinha.....	89
4.23 - SB 34 – Sulcos e calhas próximas ao córrego Santo Antônio, município de Hidrolândia. Fotografia tirada a partir da BR 153.....	89
4.24 - SB 37 – Calhas e ravinas na Vila Maria, próximas ao córrego Tamanduá, município de Aparecida de Goiânia.....	89
4.25 - SB 38 – Boçorocamento/ravinamento no setor Curitiba III, município de Goiânia.....	90
4.26 - SB 40 – Calhas no loteamento Aldeia do Sonho, município de Goiânia.....	90
4.27 - SB 42 – Boçoroca entulhada com lixo urbano, Vila Pedroso, município de Goiânia.....	90
4.28 - SB 43 – Boçoroca próxima ao autódromo, município de Goiânia.....	90
4.29 - SB 45 – Boçoroca entulhada com lixo urbano, residencial Santa	

Luzia, Aparecida de Goiânia.....	90
4.30 - SB 46 – Boçoroca no córrego Água Branca, município de Goiânia....	90
4.31 - SB 47 – Boçoroca no córrego junto à usina de lixo do IDF, município de Goiânia.....	90
4.32 - SB 48 – Ravinamento no setor São Domingos, município de Goiânia.....	90
4.33 - Próximo à S 50 - Ravinamento no setor São Domingos, município de Goiânia.....	91
4.35 - SB 01 – Córrego Seco, no município de Nerópolis, interceptado pela GO - 080. O processo de assoreamento intenso é indicado pela presença de taboa.....	91
4.36 - SB 18 – Córrego sem nome, interceptado pela GO-426. O processo de assoreamento está colmatando o lago. Município de Inhumas.....	91
4.37 - SB 03 – Córrego Catigueiro, área urbana do município de Nerópolis. Assoreamento do córrego em consequência da ocupação da encosta.....	91
4.38 - SB 21 – Córrego Capivara, na área urbana de Nerópolis. A extração de argila (ao fundo) e a ocupação da encosta estão assoreando o córrego....	91
4.39 - SB 22 – Córrego de primeira ordem, afluente do córrego Jenipapo, município de Goialândia. A erosão à montante, causada pela terraplanagem e pelo desmoronamento da antiga barragem, está assoreando o córrego à jusante.....	91
4.40 - SB 35 – Córrego Pedra Branca, município de Aparecida de Goiânia, interceptado pela BR-153. O processo de assoreamento foi intensificado pelas obras de duplicação da rodovia.....	91
4.41 - SB 36 – Córrego Santo Antônio, em Aparecida de Goiânia. O assoreamento foi intensificado pela abertura da avenida Anel	91

Viário.....	
4.42 - Erosão próxima a S 47 - Princípio de Boçorocamento junto à margem direita do rio Meia Ponte, área urbana de Goiânia.....	92
4.43 - SB 46 - Foto panorâmica da erosão junto à margem esquerda do córrego Água Branca, município de Goiânia.....	92
4.44 – SB 22 - Foto panorâmica de parte do córrego Jenipapo, mostrando o desmatamento junto às margens e erosão causada pela queda da barragem, município de Goialândia.....	92
4.45 - SB 20 – Córrego Guariroba, interceptado pela GO-222. A extração de argila (canto esquerdo da foto) e a utilização do solo estão assoreando o córrego. Município de Nova Veneza.....	92

## **Capítulo 6**

6.1 - F-59 – Fotomontagem do afloramento ressaltando-se três segmentos do conglomerado de origem relacionada a leques aluviais/barras longitudinais.....	150
6.2 - F-59 – Detalhe do nível conglomerático discordante sobre o embasamento evidenciando granocrescência ascendente.....	150
6.3 - F-59 – Extremidade do nível conglomerático em forma de cunha. Notar a granocrescência ascendente.....	150
6.4 - F-59 – Detalhe do nível conglomerático com granodecrescência ascendente depositado sobre o embasamento.....	150
6.5 – F-43 – Vista geral do pacote sedimentar onde observa-se sobre o embasamento a deposição do leque aluvial – GMg (m,g,G) - Sobreposto ao leque o pacote de areia maciça correspondente à barra/canal.....	152
6.6 – F-43 – Detalhe da foto anterior. Notar os ruditos de baixo arredondamento e esfericidade sustentados por matriz areia média, grossa e muito grossa, além de um bloco de forma “cúbica” próximo à	

extremidade direita da foto, semelhante ao que aparece no A-62 – FOTO 6.9.....	153
6.7 – F-54 – Detalhe do nível conglomerático discordante sobre rochas do grupo Araxá, fácies GMg (m,g,G). Ocorrência de uma descontinuidade entre o nível de base do conglomerado predominando blocos, e o superior, predominando seixos.....	155
6.8 – A-62 – Lente conglomerática com dois metros de espessura em contato basal com rochas do grupo Araxá. Nesta foto se observa granodecrescência ascendente, além de imbricação dos ruditos.....	157
6.9 – A-62 – Detalhe da lente conglomerática da foto anterior, onde se observa a coalescência de três diferentes leques aluviais, sendo que no superior a presença de matriz é mais significativa. Notar o bloco de formato “cúbico” no centro da foto, semelhante àquele do F-43 – FOTO 6.6.....	158
6.10 – A-63 – Nível conglomerático de forma tabular, semelhante à FOTO 6.9, depositado em discordância com as rochas do grupo Araxá.....	160
6.11 – A-165 – Terraço T0, nível conglomerático depositado sobre o embasamento, sobreposto por latossolo vermelho.....	163
6.12 – A-81 – Terraço T1, nível conglomerático – GMg ( m,g,G), discordante sobre o embasamento sobreposto por depósitos de finos.....	164
6.13 – F-47 - Vista geral das obras de desvio do canal do Meia Ponte.....	168
6.14 – F-47 - Detalhe do depósito residual de canal com rejeitos tecnógenos associados. A TABELA 7.1 identifica alguns rejeitos retirados deste contexto.....	168
6.15 – F-47 - Detalhe da foto anterior após a retirada de alguns rejeitos. Sobre o embasamento constatou-se a presença da fácies GMg (m,g,G), sobreposto pelo depósito residual de canal. Os diagramas de rosetas – FIGURAS 6.18 e 6.19 mostram que a orientação dos ruditos dos dois	

níveis são diferentes.....	168
6.16 – F-58 – Fácies correspondente a planície de inundação – Fmo – sobreposta a um delgado depósito de canal/abandono de canal, discordante sobre o embasamento, apresentando algumas semelhanças com o F-55. Terraço T1, E.T.E. Inhumas.....	170
6.17 – F-55 – A coloração do afloramento dificulta a observação do nível correspondente ao depósito de canal, sobreposto pelos sedimentos finos da planície de inundação.....	173
6.18 – Planície de Inundação do Rio Meia Ponte, local de extração de argila para olarias da região, atualmente sendo utilizada como área de cultivo. Município de Inhumas.....	176
6.19 – Dreno artificial próximo ao loteamento Brisas da Mata. Goiânia.....	176
6.20 – Disposição do dique marginal e planície de inundação no Setor Jaó, área urbana de Goiânia.....	177
6.21 – Meandro abandonado evidenciando: 1- planície de inundação, 2- barra arenosa, 3- meandro abandonado, 4- paleo dique marginal. Município de Goianira.....	181
6.22 – Detalhe da disposição das fácies do meandro abandonado da foto anterior.....	181
6.23 – F-49 – Fácies identificadas ressaltando as variações de energia do sistema. O fato da retroescavadeira ter alterado a posição dos ruditos do nível conglomerático da base impediu a obtenção das orientações.....	183
6.24 – F-50 – Afloramento complementar ao F-49. Notar o pacote de sedimentos com presença de rejeitos tecnógenos.....	184
6.25 – F-35 – Afloramento resultante das obras de desvio do canal do rio Meia Ponte. Notar os níveis de sedimentação.....	186
6.26 – F-35 – Foto de semi-detalle evidenciando a disposição das	186

fácies.....

6.27 – F-35 – Foto de detalhe da fácies de canal ressaltando a estratificação. 186

6.28 – F-29 – Terraço T0 - Margem esquerda do rio Meia Ponte. O terraço está em processo de erosão, tendo se acentuado com a construção do dique na margem direita, junto à Estação Experimental da EMBRAPA.

Município de 188

Goianira.....

6.29 – F-61 – Pacote arenoso – fácies barra arenosa, ressaltando o processo de pedogenização do topo..... 189

6.30 – F-40 – Vista parcial da lente de turfa..... 198

6.31 – F-40 – Detalhe do ponto mais espesso do nível de turfa..... 198

6.32 – F-53 – Turfa do Palmito – Foto indicando o local da amostragem. Notar o processo de erosão da margem direita e o pacote de tecnógeno construído..... 199

6.33 – F-42 – Pacote evidenciando as fácies de canal, abandono de canal e planície de inundação, ressaltando o nível da coleta de amostras para análise palinológica e datação radiocarbônica..... 201

6.34 – F-64 – Turfa do Água Branca – Detalhe da lente de turfa, indicando o ponto de coleta de amostras para análise palinológica e datação radiocarbônica. Notar o pacote de depósito tecnógeno induzido..... 203

## Capítulo 7

7.1 – Vista parcial do depósito tecnógeno que caracteriza a margem esquerda do córrego Cascavel próximo à confluência com o ribeirão Anicuns..... 226

7.2 – Depósito tecnógeno construído sobre a planície de inundação do ribeirão Anicuns com rejeitos retirados do canal do próprio ribeirão..... 226

7.3 - Depósito tecnógeno construído, margem direita do ribeirão Anicuns, sobre o qual foi aberta uma trincheira/vala para colocação da tubulação

para captação de esgotos. Área de pesquisa de CUNHA (2000).....	227
7.4 - Detalhe da trincheira/vala evidenciando os depósitos tecnógenos construído e induzido, este último mascarado pela grande quantidade de rejeitos tecnogênicos.....	227
7.5 – F –47 – Vista geral das obras de desvio do canal atual do rio Meia Ponte. 1- Embasamento, 2- Depósito residual de canal/tecnógeno induzido, 3- Tecnógeno construído.....	229
7.6 - F- 47 – Foto em semi-detalle evidenciando: 1- Embasamento, 2- Depósito residual de canal/tecnógeno induzido, 3- Tecnógeno construído.....	229
7.7 - F –47 – Foto de detalhe: 1- Embasamento, 2- Depósito residual de canal/tecnógeno modificado, 3- Tecnógeno construído.....	229
7.8 – F 38 – Vista parcial da margem direita do rio Meia Ponte. Notar os planos de estratificação das diferentes camadas.....	230
7.9 - F 38 – Semi-detalle do afloramento descrito. A diferença entre as condições do afloramento, assim como do canal, se deve ao período transcorrido de um ano entre a FOTO 7.8 e as demais.....	230
7.10 – F 38 – Detalhe da superposição das camadas.....	230
7.11 – Poço aberto sobre o depósito tecnógeno (induzido e construído).....	233
7.12 – Vista lateral do depósito tecnógeno construído, junto à margem direita do córrego Água Branca.....	233
7.13 – Detalhe do depósito tecnógeno.....	233
7.14 –A-172 com sondagem a 0,40 m de profundidade. Notar presença de rejeitos tecnogênicos.....	235
7.15 – A-172 com sondagem a 1,6m de profundidade, tendo o rio Meia Ponte ao Fundo.....	235
7.16 – A-58 – Vista parcial da barra arenosa.....	237
7.17 – A-58 – Detalhe da superposição de camadas com rejeitos	

tecnógenos associados.....	237
7.18 – F-26 – Superposição das camadas contendo rejeitos tecnógenos. Pacote de tecnógeno induzido sobreposto por tecnógeno construído.....	238
7.19 – F-16 – Disposição das camadas (identificadas por etiquetas) da face arenosa contendo rejeitos tecnógenos associados.....	240

## Capítulo 8

8.1a – A21 – Foto utilizada para interpretação de indícios neotectônicos.....	274
8.1b – O horizonte 2CG apresenta planos de fraturamento NE, mais antigos (sedimento orgânico datado deste nível forneceu uma idade aproximada de 9.000 anos), subordinadamente NW. Nos horizontes superficiais A e B, se verifica a presença de planos de fraturamento NE, mais jovens.....	274
8.2a – A28 – Foto utilizada para interpretação de indícios neotectônicos.....	275
8.2b – Afloramento em que os horizontes estão fortemente condicionados por planos de fraturamento NE, NW e NS, de acordo com os diagramas de roseta dos lineamentos estruturais.....	275
8.3 a – A-29 - Foto utilizada para interpretação de indícios neotectônicos....	276
8.3 b– Afloramento com dois sistemas de partição distintos. I- Mais moderno, com planos de fraturamento NE, NNE e principalmente E-W, rompendo uma lente de areia muito fina a argilosa. II- Mais antiga, onde o sistema de partição NNE é mais destacado. Observam-se pequenas falhas de empurrão.....	276
8.4 a– F59 - Foto utilizada para interpretação de indícios neotectônicos.....	277
8.4 b – Verifica-se que os planos de fraturamento apresentam dois sistemas distintos. I- A foto restringe a observação, mas predominam os planos de fraturamento NE e E-W. II- Leque aluvial, planos de fraturamento NE e E-	

W, chegando a deslocar os ruditos do centro da foto.....	277
8.5 a – F38 - Foto utilizada para interpretação de indícios neotectônicos.....	278
8.5 b – Afloramento evidenciando um sistema de partição intenso, ressaltando rompimentos de diferentes níveis, principalmente da camada argilosa de coloração cinza, sobre a qual há um depósito tecnógeno induzido.....	278
8.6 a – F54 - Foto utilizada para interpretação de indícios neotectônicos.....	279
8.6 b – Sistema de partição multidirecional sobre o leque aluvial.....	279

#### **LISTA DE PRANCHAS**

6.1 – Registro fotográfico de palinomorfos.....	ANEXO 6.74
6.2 – Registro fotográfico de palinomorfos.....	ANEXO 6.75
6.3 – Registro fotográfico de palinomorfos.....	ANEXO 6.76

## Lista de Simbologia

## Laminação paralela

	Plano paralela
	Ondulada contínua
	Ondulada descontínua

## Laminação não paralela

	Cruzada acanalada
	Cruzada tabular
	Cruzada planar
	Cruzada tangencial côncava

	Ruditos
	Laterita pisolítica
	Plintitas
	Concreções
	Folhas
	Carvão
	Bolotas de argila

## Rejeitos tecnógenos

	Plástico		Esponja
	Metal		
	Tecido		
	Barbante		
	Vidro		
	Borracha		
	Papel		

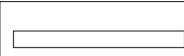
	Raízes
---	--------

	Lentes
---	--------



	Intercalações
---	---------------

	Amostras/Palinologia
---	----------------------

	Nível
--	-------

## RESUMO

O propósito desta tese foi o de estudar o alto curso do rio Meia Ponte através da integração dos processos de sedimentação quaternária, da caracterização paleoambiental e da interação antrópica, nesta que é a área mais densamente povoada do estado de Goiás, visando a contribuir com o conhecimento técnico-científico da região.

Para alcançar tais objetivos realizou-se primeiramente uma caracterização ambiental da área, enfocando os meios físico e biótico, assim como os processos de ocupação, que indicam a presença do homem na área desde a pré-história. O quadro de ocupação humana deixa evidente que a região vem sendo ocupada desordenadamente, mesmo havendo planos diretores em alguns dos municípios envolvidos, principalmente Goiânia. Apresenta-se uma série de feições erosivas identificadas na área as quais estão relacionadas com o processo de assoreamento que atinge o rio Meia Ponte e alguns de seus afluentes.

Com base nas observações de campo, descrição de afloramentos e análises laboratoriais é possível estabelecer duas grandes fases para a instalação do rio Meia Ponte. A primeira abrange a estruturação da bacia hidrográfica, que ocorreu entre o final do Plioceno e o início do Pleistoceno. A calha deste rio foi entulhada principalmente por leques aluviais e barras longitudinais de canal, talvez de um paleo-rio Meia Ponte. Os pontos F-59, F-43, F-54, F-62 e A-63, com base principalmente na forma dos afloramentos, e na relação entre a orientação dos ruditos e o canal atual contribuem para esta interpretação. A segunda fase corresponde à instalação do atual rio Meia Ponte, ocorrida no início do Holoceno.

Os depósitos fluviais foram caracterizados por meio de afloramentos e testemunhos de sondagem, onde fica perfeitamente clara a interação homem/sistema fluvial, através dos depósitos tecnógenos construídos e induzidos.

No que se refere à caracterização paleoambiental, a sondagem S 0 indica que anteriormente a 43.000 anos A. P. haveria condições de umidade com temperaturas amenas. Por volta de 43.000 anos A.P. a umidade aumenta mantendo a temperatura amena. Em torno de 41.000 anos A.P. teriam ocorrido

quedas de temperatura e umidade, com retomada por volta de 36.000 anos A. P. Uma nova queda na temperatura foi verificada por volta de 17.800 anos A. P. A análise do F-40 indica condições de maior umidade entre 31.000 anos A. P. e 17.800 anos A. P., oscilações nas condições ambientais por volta de 23.400 anos A. P. com aumento da umidade, queda acentuada na umidade e temperatura em 14.800 anos A. P. e retomada da umidade em 11.000 anos A. P. com temperaturas mais baixas.

Além destas, outras amostras de turfas e sedimentos orgânicos foram analisados, fornecendo mais dados para a caracterização paleoambiental da área. Dentre estes, o F-55 e o F-25 não apresentam registros palinomorfos, mas concentrações de carvão, indicando a ocorrência de queimadas no Quaternário Tardio na área.

A ocorrência de eventos neotectônicos na área de pesquisa foi identificada através de métodos indiretos (perfil longitudinal do rio Meia Ponte, Fatores de Simetria Topográfico Transversal e Assimetria da Bacia de Drenagem). A observação de campo também identificou evidências neotectônicas.

São apresentadas algumas propostas visando ao uso planejado dos recursos naturais da bacia hidrográfica do rio Meia Ponte, principalmente a criação de Áreas de Preservação Ambiental e estabelecimento de um programa de monitoramento hidrossedimentológico nas estações já existentes.

## **ABSTRACT**

The purpose of this thesis was of studying Meia Ponte river's high course through the integration of the processes of quaternary sedimentation of the palaeoenvironmental characterization, and of the anthropic interaction in that that is the area more densely populated of Goiás state, seeking to contribute with the technician-scientific knowledge of the area.

To reach such objectives it was accomplished an environmental characterization of the area firstly, focusing the physicist and biotic means, as well the occupation processes that indicate that the man has been lived in the area from the prehistory.

The elaboration of the occupation picture leaves evident that the area has been being occupied disorderly, even existing managing plans in some of the involved municipal districts, mainly in Goiânia. A series of erosive traces identified in the area which are related with the silting process that reaches the Meia Ponte river and some of its tributaries are presented.

With base in the field observations, description of blooming and laboratorial analyses is possible to establish two great phases for the installation of the Meia Ponte river.

The first embraces the structuring of the hydrographic basin that happened between the final Pliocene and the beginning of Pleistocene. The channel of this river has been filled up mainly by alluvial fans and longitudinal bars of braided channel, perhaps of a palaeo Meia Ponte river. The points F-59, F-43, F-54, F-62 and A-63 with base mainly in the form of the blooming and in the relationship between the orientation of the rudites and the current channel contribute to this interpretation. The second phase corresponds to the installation of the current Meia Ponte river which has occurred in the beginning Holocene.

The fluvial deposits were characterized by means of bloomings and probing testimonies, where it is perfectly clear the interaction man/fluvial system, through the tecnogenics deposit built and induced. In what it refers to the palaeoenvironmental characterization the probing S0 that indicates that previously

to 43.000 years A. P. there would be humidity conditions with agreeable temperatures. About 43.000 years A.P. the humidity increases maintaining the temperature mild.

Around 41.000 years A.P. it would have happened falls in the temperature and humidity, with retaking about 36.000 years A. P. A new fall in the temperature was verified about 17.800 years A. P. The analysis of the F-40 it indicates conditions of larger humidity between 31.000 years A. P. and 17.800 years A. P., oscillations in the environmental conditions about 23.400 years A. P. with increase of the humidity, accentuated fall in the humidity and temperature in 14.800 years A. P. and retaking of the humidity in 11.000 years A. P. with lower temperatures.

Besides these, other turf samples and organic sediments were analyzed, supplying more data for the palaeoenvironmental characterization of the area. Within these, the F-55 and the F-25 don't present palinomorphs registrations, but concentrations of coal indicating the occurrence of burnings in the late Quaternary Late in the area. The occurrence of neotectonic events in the area which was identified through indirect methods (longitudinal profile of the Meia Ponte river, Factors of Transverse Topographical Symmetry and Asymmetry of the Basin of Drainage). The field observation also identified neotectonic evidences.

Some proposed are presented seeking the planned use of the natural resources of the hidrographic basin of the Meia Ponte river, mainly creation of Environmental Preservation Areas and the establishment of a program of hydrosedimentological monitoring in the stations already existent.

## 1 INTRODUÇÃO

A proposta do presente projeto de doutoramento, intitulado *Sedimentação Quaternária, Contexto Paleoambiental e Interação Antrópica nos Depósitos Aluviais do Alto Rio Meia Ponte, Goiás/GO*, é fruto da experiência profissional do candidato que, desde 1989, desenvolve as atividades de geólogo e geo-arqueólogo, especialmente em projetos relacionados ao ambiente fluvial.

Sem dúvida, a oportunidade de trabalhar em pesquisa de grandes rios, tais como Solimões (AM), Araguaia (GO/MT), Tocantins (TO), Uruguai (RS/SC), Xavante (TO), das Mortes (MT), Guaporé (MT), Casca (MT), Manso (MT), Sucuriú (MS), Corumbá (GO), Braço do Norte (MT), além de outras atividades nos rios Paraná (PR), Iguazu (PR) e Jacuí (RS), foi de importância ímpar.

Esta inserção no “mundo” da geologia dos rios, ou geomorfologia fluvial, integrando-a à ação antrópica, moldou-se a partir das pesquisas desenvolvidas no Instituto Goiano de Pré-História e Antropologia da Universidade Católica de Goiás – IGPA/UCG. Neste processo de amadurecimento - “fase filosófica” - muitos fatos e pessoas foram importantes.

Quando da proposição da presente tese, rapidamente o alto curso do rio Meia Ponte passou a representar a relação homem/meio ambiente. Diariamente observa-se a utilização do rio, pensando inicialmente em sua integração, mas isso é impossível devido à população da cidade de Goiânia, que destrói e altera seus depósitos naturais, altera seu canal, transportando toda a sorte de dejetos. Invariavelmente, vem à lembrança a obra *A Morte Social dos Rios*, de Mauro Leonel.

Logo no início do curso de pós-graduação, e durante o período em que foram cursadas as disciplinas, o projeto de doutoramento foi sendo reavaliado e complementado. Dentre as sugestões do Prof. Dr. Antonio Roberto Saad, a inclusão das abordagens ambiental e neotectônica foram importantes no contexto da pesquisa.

## 1.1 Objetivos e Justificativa

O objetivo principal desta tese de doutoramento é caracterizar os depósitos aluviais do alto rio Meia Ponte, importantes no que se refere aos estudos do Período Quaternário do Planalto Central Brasileiro, guardando principalmente informações sobre os paleoambientes que ocorreram na região e a interação antrópica sobre estes depósitos. Esta abordagem representa a conjunção das temáticas levantadas na “fase filosófica” de preparação do projeto. Para atingir tal meta, foi necessário estabelecer alguns objetivos específicos, a saber:

- identificar as fácies fluviais associadas ao sistema do rio Meia Ponte;
- caracterizar o atual canal deste rio;
- estabelecer a caracterização paleoambiental da área de pesquisa;
- estabelecer a caracterização palinológica dos depósitos de turfas inseridos no contexto da área em pesquisa;
- identificar as influências dos processos tecnógenos na sedimentação dos depósitos fluviais, abordando possíveis alterações no traçado do canal;
- estabelecer uma caracterização preliminar dos processos erosivos e da produção de sedimentos, causas potenciais do assoreamento no rio Meia Ponte;
- dar início à sistematização da coleta de dados hidrossedimentológicos no canal do rio Meia Ponte;
- observar as possíveis influências de eventos neotectônicos na evolução dos depósitos fluviais e nas mudanças no padrão do canal;
- apontar os indicadores de mudanças geo-ambientais na área.

Perseguindo os objetivos aqui expressos, esta tese pretende contribuir com as pesquisas relacionadas ao período Quaternário da região Centro-Oeste do Brasil; com os estudos sobre sistemas fluviais, principalmente no que se refere a rios de pequeno porte; com o esclarecimento da relação entre os depósitos tecnógenos e sua interação com os depósitos fluviais, além da abordagem neotectônica. A escolha do trecho a ser estudado, o alto curso do rio, deve-se principalmente ao fato de os depósitos fluviais serem de maior significância nesta área (distribuição areal). Evidentemente, aspectos financeiros também influenciaram neste recorte, baseados em um orçamento prévio e

na certeza de que não haveria bolsa de estudos para a realização das pesquisas, por parte dos órgãos de fomento.

## **1.2 Localização da Área**

A área em estudo localizada-se entre as coordenadas  $49^{\circ} 46' W$  e  $48^{\circ} 45' W$  de longitude oeste e  $16^{\circ} 06' S$  e  $17^{\circ} 00'$  de latitude sul, totalizando  $4.846\text{Km}^2$ , englobando parte dos municípios de Itauçu, Inhumas, Damolândia, Ouro Verde de Goiás, Nova Veneza, Brazabranes, Goianira, Santo Antônio de Goiás, Nerópolis, Anápolis, Terezópolis de Goiás, Goianápolis, Leopoldo de Bulhões, Bonfinópolis, Senador Canedo, Caldazinha, Goiânia, Aparecida de Goiânia, Aragoiânia, Hidrolândia e Bela Vista de Goiás. Ressalte-se que o alto rio Meia Ponte apresenta uma área de aproximadamente  $5.390\text{ Km}^2$ . A diferença entre os valores apresentados deve-se ao fato de a sub-bacia do rio Dourado, que nasce no alto curso do rio Meia Ponte, não estar inserida na área de pesquisa, desaguando no rio Meia Ponte à jusante do limite da área pesquisada (FIGURA 1.1).

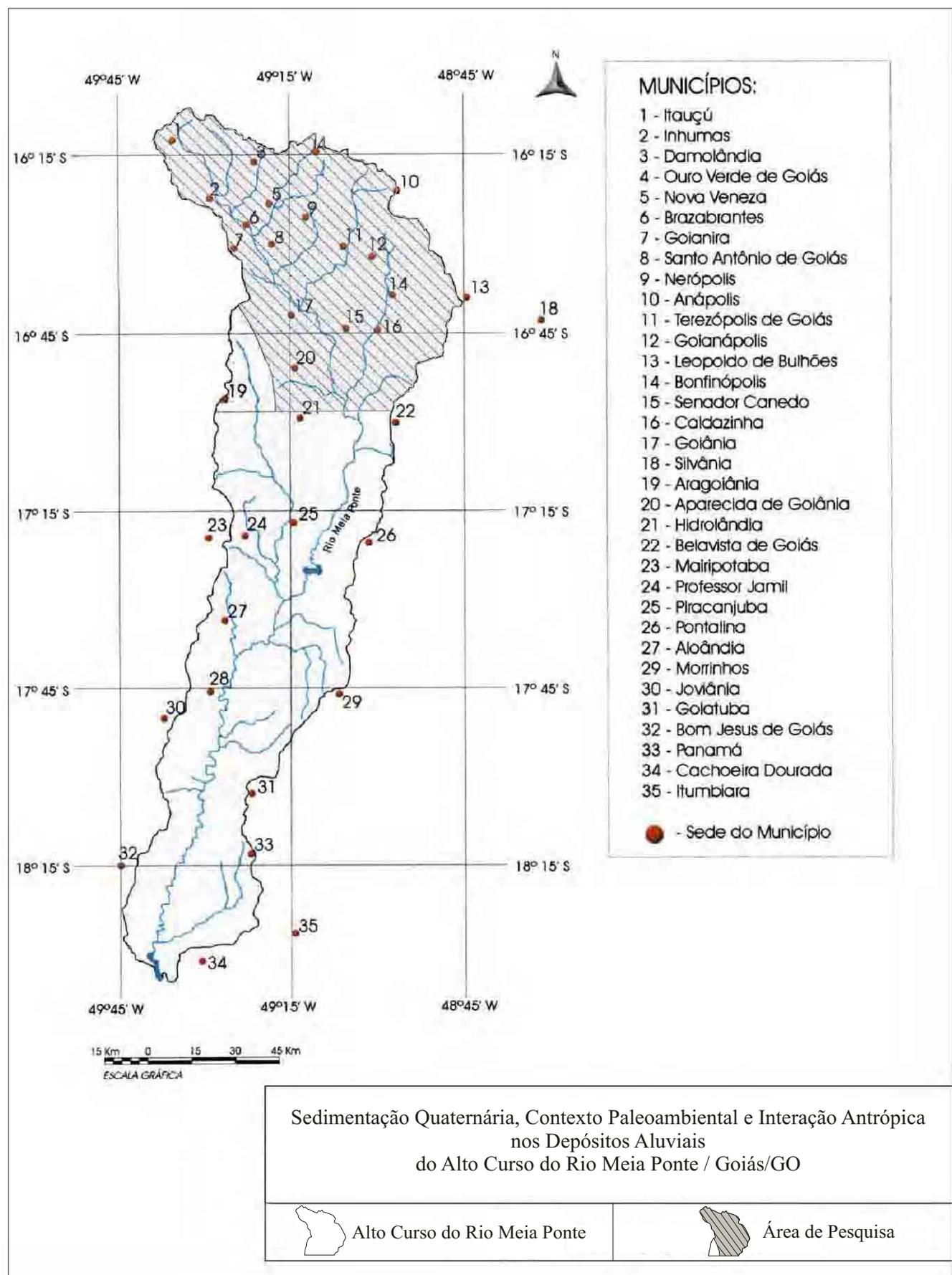


FIGURA 1.1- Bacia Hidrográfica do Rio Meia Ponte, com a área de pesquisa e os municípios (Adaptada de MORAES 2000).

### **1.3 Importância da Área**

A área da pesquisa ocupa a região mais densamente habitada do Estado de Goiás, onde os processos de ocupação urbana e atividades ligadas à agropecuária provocaram, e ainda provocam, inúmeras alterações ambientais. Os depósitos fluviais do rio Meia Ponte, não apenas na área da pesquisa, mas ao longo de toda sua extensão, vêm sendo explorados e utilizados de forma intensa e desordenada. Esta intervenção antrópica provoca profundas alterações e destruições nos ecossistemas associados ao ambiente, como também destrói os registros da sedimentação natural. As atividades antrópicas que mais se destacam nesta apropriação são a ocupação urbana (FOTO 1.01), as obras de contenção de cheias (FOTOS 1.02 e 1.07), a extração de bens minerais, como areia (FOTO 1.03), as obras de canalização (FOTO 1.04), os aterros (FOTO 1.05), o desvio do canal principal (FOTO 1.06), as obras viárias (FOTO 1.08), as obras para geração de energia (FOTOS 1.09, 1.10 e 1.11), depósitos tecnógenos induzidos (FOTO 1.12), aterros com fins industriais (FOTO 1.13) e a ocupação agrícola da planície de inundação (FOTO 1.14), entre outras.

A importância da área em pesquisa pode ser abordada sob diferentes aspectos, sendo aqui apresentados três destes. O primeiro é aquele em que a importância é evidenciada em termos de sua potencialidade mineral, refletindo-se na atual ou na futura produção de matéria-prima mineral voltada ao segmento da construção civil; a segunda é o fato de nela viverem aproximadamente 1.300.000 habitantes, sendo este um fator determinante; o terceiro, seguindo a linha da pesquisa pura, apresenta os critérios utilizados no estabelecimento da importância de uma área, de acordo com o tema proposto e a potencialidade da área em responder às problemáticas levantadas. Em relação a esta tese, a importância da área está em sua capacidade de permitir que o autor alcance os objetivos propostos no projeto de doutoramento.

### **1.4 Ocupação das Planícies Aluviais**

Basicamente, a relação entre o homem e os depósitos fluviais caracteriza-se por três situações: ocupação urbana, abrangendo todas as atividades relacionadas às

idades, tais como áreas de lazer e obras viárias; área de atividade agropastoril, acentuadamente a agricultura, que se estende desde a pré-história até os dias atuais, e área de extração de bens minerais. Esta relação é analisada principalmente no capítulo referente aos depósitos tecnógenos.

Uma atividade que nas últimas décadas tem marcado estas relações é a construção de usinas hidrelétricas, responsáveis pela inundação de grandes áreas de planícies e terraços fluviais sem qualquer pesquisa específica, principalmente no que se refere à evolução paleoambiental. Na concepção aqui defendida, este tema deveria ser contemplado quando da elaboração dos estudos de impacto ambiental destes empreendimentos (Resolução CONAMA n. 001/86), nos moldes do que ocorre com o Patrimônio Arqueológico.

FERES (1998, p. 3), comentando sobre os fundos de vales, afirma que “são ocupados desde a antigüidade por aglomerados urbanos (...) houve uma convivência harmoniosa entre o homem e o meio (...) graças às baixas densidades de ocupação.”

Invariavelmente, quando os trabalhos de pesquisa relacionados a sistemas fluviais ou a planícies aluviais procuram relacionar estes ambientes com o processo de desenvolvimento da humanidade, logo se reportam ao surgimento das primeiras civilizações, ao longo dos rios Tigre e Eufrates (Mesopotâmia), Nilo (Egito), Indus (Paquistão) e Amarelo (China) (DOURADO 1996). A maioria destes trabalhos ignora que, mesmo antes destas civilizações, as planícies aluviais do globo terrestre já haviam sido utilizadas, inicialmente por grupos de caçadores nômades e, posteriormente, de modo mais intenso, por horticultores e ceramistas.

No Brasil, existem trabalhos mostrando que estas planícies fluviais foram intensamente utilizadas na pré-história, como, por exemplo, nos rios Uruguai (GOULART *et al.* 1997), Corumbá (MELLO *et al.* 1996), Tocantins, Maranhão e Bagagem (MARTINS *et al.* 1996), Araguaia e Tocantins (SILVA & RUBIN 2000c), Meia Ponte (SCATAMACHIA *et al.* 1995), Guaporé (MILLER 1983), Manso, Casca e Quilombo (VIANNA *et al.* 1999), Xavante (RUBIN *et al.* 2000), Rio Claro (SILVA & RUBIN 2002a), Sucuriú (MELLO & RUBIN 1996), Braço do Norte (MELLO *et al.* 1999), Iguaçu (CHMYZ 1981) e Urubu (SILVA & RUBIN 2002b). Portanto, a

ocupação destas áreas é antiga, assim como a interferência do homem em sua evolução.

PELOGGIA (1998) traz uma série de informações sobre a ocupação das várzeas, destacadamente aquelas associadas aos principais rios que cortam a cidade de São Paulo - Pinheiros, Tamanduateí e Tietê - chegando a citar obras de retificação do canal do Tamanduateí em 1887. Semelhantemente ao caso da cidade de São Paulo, as planícies aluviais foram e são objeto de ocupação ilícita em grande parte das cidades brasileiras, podendo-se destacar Recife (rio Capiberibe), Porto Alegre (rio Guaíba), Natal (rio Potengi), Goiânia (rio Meia Ponte), Cuiabá (rio Cuiabá), apesar de existirem planos diretores ou de ocupação urbana regulamentando o parcelamento do solo urbano.

Existem vários exemplos históricos das ocupações de planícies fluviais, tanto no Brasil quanto em outros países, citando-se como exemplo aquele em que Leonardo Da Vinci e Nicolau Maquiavel planejaram mudar o curso do rio Arno, na região de Florença, na Itália, em 1504 (MASTERS 1999).

A relevância dos estudos sobre a evolução de planícies de inundação e de terraços é ressaltada por SOUZA FILHO (1993, p. 1), quando afirma que estes estudos “permitem conhecer aspectos da evolução dos cursos, seus estágios de desenvolvimento, suas trocas de padrão, tornando possível identificar as características dos depósitos que são preservados no registro sedimentar”. O autor resalta também que os estudos relacionados aos rios, mais precisamente quanto aos aspectos geomorfológicos, hidrológicos e sedimentológicos, referem-se àqueles situados em áreas de climas frio ou temperado, sendo escassos os trabalhos sobre rios de climas tropicais.

No Brasil, detentor de alguns dos maiores rios do planeta e de um significativo potencial hídrico, aproximadamente 18% do potencial de superfície mundial (MAIA NETO 1997), poucos trabalhos de pesquisa têm sido realizados até o momento nesta linha, destacando-se algumas teses e dissertações, como a realizada no âmbito de rio Paraná por JABUR (1992), referente à análise paleoambiental do Quaternário Superior na bacia hidrográfica do Alto Paraná; por FERNANDES (1990), sobre as mudanças no canal do rio Paraná e os processos de erosão nas margens, na

região de Porto Rico; e por SOUZA FILHO (1993), que enfoca os aspectos da geologia e da estratigrafia dos depósitos sedimentares do rio Paraná, entre Porto Primavera (MS) e Guaíra (PR); por STEVAUX (1993), que aborda a geomorfogênese, a sedimentação e a evolução quaternária do curso superior do rio Paraná, na região de Porto Rico, e por SOUZA (1999), sobre com as mudanças holocênicas no padrão do canal do rio Paraná.

Para o Estado de Goiás, são escassos os estudos sobre os sistemas fluviais, excetuando-se aqueles relacionados aos aproveitamentos hidrelétricos. Destacam-se, na bacia hidrográfica do rio Araguaia, o trabalho de LATRUBESSE & STEVAUX (2002), além de projetos de mestrado e doutorado de alunos do Instituto de Estudos Sócio-Ambientais – IESA - da Universidade Federal de Goiás, conforme informações orais do Prof. Dr. Edgardo Latrubesse, destacando-se BAYER (2002). Os exemplos citados referem-se a grandes rios (*large rivers*), ficando os rios de pequeno e médio porte em segundo plano.

### **1.5 Estruturação da Tese**

Esta tese compreende dois volumes. O volume I refere-se à parte expositiva dos temas abordados, ilustrado por figuras, fotografias, tabelas e seções geológicas, sendo composto por 10 capítulos. O volume II divide-se em duas grandes unidades: anexos e encartes. Os anexos incluem tabelas, figuras (testemunhos de sondagem, diagramas de pólen, pranchas fotográficas, gráficos, resultados de datações e difratogramas). Os encartes referem-se aos mapas temáticos, principalmente àqueles do Capítulo 3.

Legendas das fotos da página seguinte

FOTO 1.01 – Ocupação urbana na planície aluvionar do rio Meia Ponte.

FOTO 1.02 – Dique construído para conter o transbordamento do rio Meia Ponte na área experimental da EMBRAPA, município de Goianira.

FOTO 1.03 – Extração de areia no canal do rio Meia Ponte, município de Goiânia.

FOTO 1.04 – Obras de canalização na planície de inundação do rio Meia Ponte. ETE de Goiânia.

FOTO 1.05 – Aterro na planície de inundação do rio Meia Ponte, vila Roriz, município de Goiânia.

FOTO 1.06 – Dique construído para conter o desvio do canal do rio Meia Ponte, antiga usina hidrelétrica da CELG, município de Santo Antônio de Goiás.

FOTO 1.07 – Dique construído para conter o transbordamento do rio Meia Ponte, área experimental da UFG, município de Goiânia.

FOTO 1.08 – Rodovia construída sobre aterro em planície de inundação.



1.01



1.02



1.03



1.04



1.05



1.06



1.07



1.08

Legendas das fotos da página seguinte

FOTO 1.09 – Escombros da usina hidrelétrica da CELG, divisa entre os municípios de Santo Antônio de Goiás e Goianira.

FOTO 1.10 - Antiga usina hidrelétrica da CELG, área urbana de Goiânia, próximo à BR-153.

FOTOS 1.11 - Usina hidrelétrica do Rochedo, município de Piracanjuba.

FOTO 1.12 – Depósito tecnógeno induzido na planície de inundação do rio Meia Ponte, margem esquerda, à jusante da ETE de Goiânia.

FOTO 1.13 – Aterro com fins industriais.

FOTO 1.14 – Utilização agrícola da planície de inundação do rio Meia Ponte, EMBRAPA, município de Goianira.



1.09



1.10



1.11



1.12



1.13



1.14

## 2 MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADOS

Para alcançar os objetivos propostos, foram utilizados alguns métodos e técnicas, descritos a seguir.

### **2.1 Trabalhos de Escritório**

#### 2.1.1 Compilação Bibliográfica

Este item engloba o levantamento de informações referentes aos meios físico e biótico, à ocupação e ao uso do solo do alto curso da bacia hidrográfica do rio Meia Ponte, abrangendo também o levantamento da bibliografia, nacional e estrangeira, a ser utilizada nos temas abordados na tese, destacadamente sobre sistemas aluviais, depósitos tecnógenos, neotectônica e palinologia quaternária.

#### 2.1.2 Materiais

Serão descritos materiais utilizados na elaboração de elementos fundamentais para o desenvolvimento da tese, desde mapas planialtimétricos até produtos de sensores remotos.

##### 2.1.2.1 Base cartográfica

A área da bacia hidrográfica do rio Meia Ponte é coberta por levantamentos planialtimétricos nas escalas 1:100.000 e 1:250.000, realizados pela DSG e pelo IBGE. Na delimitação da área de pesquisa, foram utilizadas cinco cartas topográficas, escala 1:100.000:

- Folha SE-22-X-A-III (Itaberaí) – DSG
- Folha SE-22-X-B-I (Nerópolis) – DSG
- Folha SE-22-X-B-IV (Goiânia) – DSG
- Folha SE-22-X-B-II (Anápolis) – DSG

-Folha SE-22-X-B-V (Leopoldo de Bulhões) – DSG

#### 2.1.2.2 Cartografia utilizada na caracterização do quadro natural do alto curso da bacia hidrográfica do rio Meia Ponte

Na caracterização da geomorfologia, dos solos e da vegetação, foram utilizados os mapas temáticos do RADAMBRASIL (IBGE 1983), na escala 1:1.000.000. Na caracterização geológica e estrutural, foram utilizadas as informações de CPRM (1994 a, b, c, d, e; 1997), IANHEZ *et al.* (1983) e DEL'ARCO (1996).

#### 2.1.2.3 Produtos de sensores remotos

##### Fotointerpretação dos depósitos fluviais

A fotointerpretação dos depósitos fluviais foi realizada em duas etapas, utilizando para isso o acervo do IPLAN, usando-se os seguintes levantamentos aerofotogramétricos:

- 1992 – IPLAN – AEROSUL – Aglomerado Urbano de Goiânia ( escala 1:8.000);
- 1971 – GOIÂNIA – VASP Aerofotogrametria S.A. (escala 1:8.000);
- 1961 – Cidade de Goiânia – LASA, Levantamentos Aerofotogramétricos S. A. (escala 1: 20.000).
- 1964/67 – *Brazil Projec AF* –63-32, vôo AST-10, área 2 – USAF (escala 1: 60.000);
- 1975 - Projeto 07/75 – VASP Aerofotogrametria S. A. (escala 1: 40.000).

##### - Imagens de satélite

Para a caracterização da ocupação da área, utilizou-se as imagens do satélite LANDSAT 7 ETM +, bandas 3,4,5 e PAN (RGB), de 8 de julho de 2000, resolução de 15 metros, escala 1:80.000, obtidas na Photosat – Processamento de Imagens.

#### 2.1.2.4 Perfil longitudinal do rio Meia Ponte

O perfil longitudinal do rio Meia Ponte foi elaborado a partir dos levantamentos planialtimétricos mencionados na base cartográfica, com equidistância de 40m, em razão da falta de um elemento de escala mais apropriada disponível para todo o curso.

#### 2.1.2.5 Índice de sinuosidade

O índice de sinuosidade (i.s.), que compreende a relação entre o comprimento do canal e o do vale de um rio, foi obtido a partir da digitalização das cartas topográficas da área de pesquisa e do vale/canal do rio Meia Ponte, do limite desta área até sua confluência com rio Paranaíba.

#### 2.1.3. Abordagens Específicas

##### 2.1.3.1 Neotectônica

Para a abordagem da neotectônica, foram utilizadas quatro técnicas:

a) características tectônicas da drenagem: esta análise foi realizada utilizando-se folhas topográficas nas escalas 1:250.000 e 1:100.000. Extraiu-se primeiramente a rede de drenagem, a partir da qual foram traçados segmentos retilíneos de drenagem, originando o mapa de lineamentos de drenagens. Posteriormente, os mapas de drenagem e de lineamentos de drenagens foram reduzidos para a escala 1:500.000.

Utilizou-se HOWARD (1967) para o estudo dos padrões de drenagens e OUCHI (1985) para o das anomalias. Os efeitos do tectonismo nas drenagens foram abordados segundo SCHUMM (1986) e PHILLIPS & SCHUMM (1987), enquanto a relação deslocamentos de canais/lineamentos seguiu a ótica de SUMMERFIELD (1993), STEWART & HANCOCK (1994) e KELLER & PINTER (1996);

b) Fator de assimetria da bacia de drenagem (FABD): esta metodologia, proposta por HARE & GARDNER (1985), é indicada para áreas onde os falhamentos recentes são pobremente expostos ou estão mascarados, e tem como fundamentação básica o fato de a assimetria das bacias ser resultante da migração ortogonal a seu eixo, conseqüência do tectonismo e/ou de processos aluviais internos. O fator de assimetria correspondente a pouco ou nenhum tectonismo produz um valor numérico próximo a 50, ao passo que valores menores que 50 correspondem a um basculamento da margem direita do curso d'água. Valores superiores a 50 indicam basculamento da margem esquerda (SALAMUNI 1998). É apresentado a seguir um exemplo de como se obter este fator, utilizando-se os valores da sub-bacia do córrego Caetés, em que “Ar” corresponde à área localizada a direita do curso d'água, estando o observador olhando para jusante, e “At” corresponde à área total da bacia de drenagem.

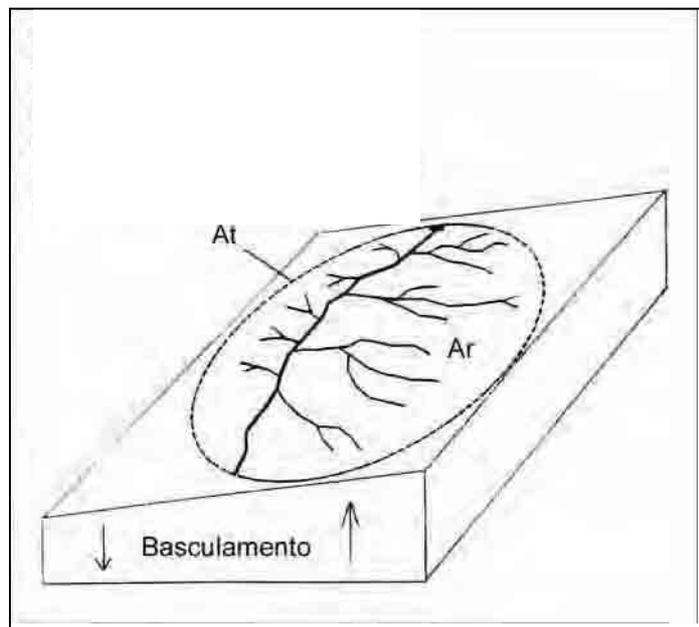
$$FABD= 100 (Ar/At)$$

$$FABD= 100 (13,15\text{Km}^2 / 15,15 \text{ Km}^2)$$

$$FABD= 100 \times 0,8679$$

$$FABD= 86,80, \text{ ou seja, } FA > 50, \text{ basculamento da margem direita.}$$

Na área de pesquisa foram delimitadas 46 sub-bacias de drenagem (FIGURA 8.12 / ENCARTE 8.2), a partir dos tributários do rio Meia Ponte, sendo que destas 32 foram utilizadas para a obtenção do fator de assimetria da bacia de drenagem. A FIGURA 2.1 mostra como são obtidos os valores do fator de assimetria da bacia de drenagem;



$FABD = 100 (Ar/At)$   
 $Ar =$  Área da margem direita  
 $At =$  Área total da bacia  
 Exemplo utilizando-se a bacia do córrego Capoeirão  
 $FABD = 100 (82,72 \text{ km}^2 / 121,54 \text{ km}^2)$   
 $FABD = 68,06$

FIGURA 2.1 – Obtenção dos valores do fator de assimetria (HARE & GARDNER 1985)  
 (HARE & GARDNER 1985).

c) Fator de simetria topográfica transversal (FSTT): esta técnica, desenvolvida por COX (1994), baseia-se na assimetria do perfil transversal do canal fluvial em consequência das migrações do canal. Nesta abordagem, os valores de fator de simetria topográfico transversal podem variar entre zero, marcado pela coincidência entre talvegue/canal e a linha média da bacia, indicando uma drenagem simétrica, e 1, em que o canal encontra-se próximo à linha divisória da bacia de drenagem, indicando uma drenagem assimétrica.

Para a aplicação da técnica em apreço, são estabelecidas a linha média da bacia de drenagem e perfis perpendiculares ao canal principal. Segundo ETCHEBEHERE (2000), esta técnica não possibilita “a indicação direta de um basculamento neotectônico (...), mas sim (...) identificar rapidamente possíveis mergulhos de blocos”. O autor menciona que a técnica apresenta melhores resultados em bacias de padrão de drenagem dendrítico, em consequência das

diferentes orientações dos eixos longitudinais das sub-bacias, e que padrões retangulares podem levar a conclusões errôneas.

A FIGURA 2.2 mostra como são obtidos os valores referentes ao fator de simetria topográfico transversal, em que “Da” corresponde à distância da linha média do eixo da bacia de drenagem ao talvegue/canal e “Dd” corresponde à distância da linha média da bacia ao seu divisor;

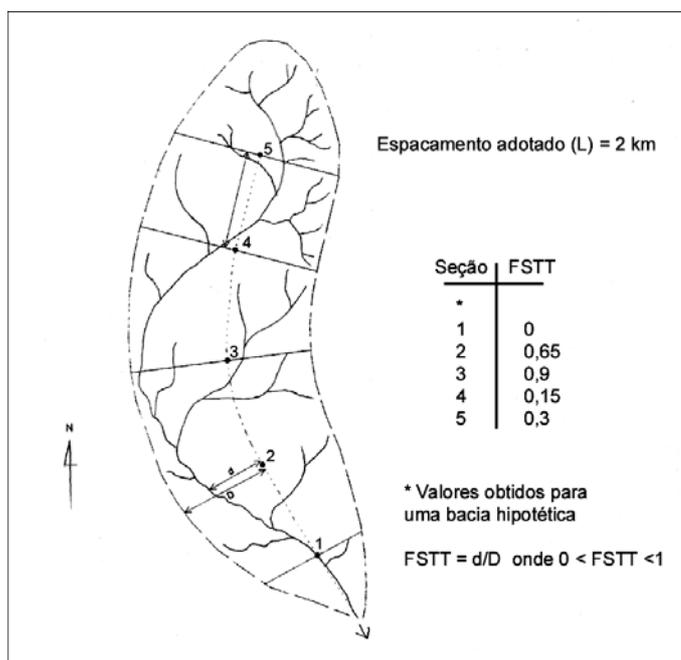


FIGURA 2.2 - Obtenção dos valores do fator de simetria topográfica transversal (COX 1994).

#### 2.1.4 Planejamento de Campo

Nesse planejamento, foram previstos o número de etapas de campo, assim como as atividades a serem desenvolvidas, incluindo o percorrimto de barco do canal do rio Meia Ponte. Nesta etapa, foram selecionados os pontos que demonstraram maiores possibilidades de fornecer subsídios para alcançar os objetivos propostos, a partir de uma fotointerpretação preliminar.

Inicialmente, foram levantados 200 afloramentos (TABELA 2.1/ANEXO 2.1, FIGURA 2.3/ENCARTE 2.1), sendo que, posteriormente, a partir destes, foram descritos 65 pontos (TABELA 2.2/ANEXO 2.2, FIGURA 2.4/ENCARTE 2.2) e realizadas 53 sondagens (TABELA 2.3, FIGURA 2.5/ENCARTE 2.3).

## **2.2 Trabalhos de Campo**

Os trabalhos de campo englobam uma série de atividades como identificação de feições geológicas relacionadas com os objetivos da tese, mapeamento dos depósitos fluviais, descrição de perfis e levantamento de seções estratigráficas, coleta de amostras para análises laboratoriais e coleta de informações com a população local sobre as mudanças de comportamento do canal fluvial, bem como da ocupação da área.

### **2.2.1 Coleta de Amostras**

#### **2.2.1.1 Vazão, carga de fundo e em suspensão**

Os valores de vazão e as amostras para análise das cargas de fundo e em suspensão nas quatro estações monitoradas (Inhumas, Montante de Goiânia, Jusante de Goiânia e Fazenda Bonita de Baixo) foram obtidos por meio de trabalhos em conjunto com a CPRM (FOTOS 2.08, 2.11 e 2.12). Os trabalhos de campo foram desenvolvidos em quatro etapas:

Etapa 1 - maio/junho de 2000;

Etapa 2 – outubro de 2000;

Etapa 3 – março/2001;

Etapa 4 – maio/junho/2002

A metodologia de coleta e análise dos dados baseou-se em CARVALHO (1994).

#### 2.2.1.2 Coleta de amostras para análise palinológica

As amostras para análise palinológica foram coletadas de três maneiras: a) diretamente nas lentes, com a limpeza prévia da superfície coletando-se da base para o topo em intervalos definidos de acordo com a espessura e características da seqüência; b) utilizando-se o vibrotestemunhador e c) trado manual. As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos e encaminhadas ao Laboratório de Paleoecologia da Universidade Católica de Goiás.

#### 2.2.1.3 Coleta de amostras para datações radiocarbônicas

As amostras foram coletadas conforme mencionado no item anterior, sendo retiradas as raízes e secas ao sol. Posteriormente, foram enviados 250 gramas de cada uma para o laboratório.

#### 2.2.1.4 Coleta de amostras para datações por termoluminescência

As amostras foram coletadas a partir dos testemunhos de sondagens (realizadas com o vibrotestemunhador) em laboratório e diretamente em campo. Neste caso, após a abertura da trincheira pela retroescavadeira, fazia-se uma inserção na parede, com o local devidamente coberto por saco plástico preto, para obtenção da amostra. Posteriormente, em laboratório, foi separada uma amostra de 500 gramas para ser enviada à FATEC/SP.

#### 2.2.1.5 Coleta de amostras para difratometria de raio-X

As amostras foram coletadas juntamente com o material destinado à análise palinológica, sendo destinadas 200 gramas de sedimentos para o Centro Tecnológico de Engenharia Civil de Furnas Centrais Elétricas S.A., localizado em Aparecida de Goiânia.

### 2.2.2 Acesso aos Depósitos

O acesso aos depósitos fluviais foi realizado das seguintes maneiras:

- por afloramentos; canais de drenagem na planície de inundação, barrancos junto ao canal fluvial e resultantes das obras de terraplanagem na ETE;
- trincheiras;
- sondagens com vibrotestemunhador e trado manual.

Foram elaboradas 53 sondagens nos depósitos fluviais do rio Meia Ponte (TABELA 2.3), totalizando 120m, efetuadas com sondagem vibratória (*vibrocore*) e tradagem manual. A utilização de sondagem vibratória, com base em LANESKY *et al.* (1979), tem sido relatada por diversos pesquisadores, destacando-se BRIDGE *et al.* (1986), FARREL (1987), STEVAUX (1993), SANTOS (1991) e SOUZA (1999).

Para tal procedimento, utilizou-se um motor 3,5HP conectado a um mangote vibrador de concreto de 3m de comprimento. Os tubos de alumínio e PVC, com 6 m de comprimento, 75mm de diâmetro e paredes com 1,2mm de espessura, penetram no solo em consequência da vibração do mangote, favorecido pela liquefação (SOUZA 1999).

Paralelamente, também foram realizadas sondagens utilizando tubos de alumínio de 50mm de diâmetro e 2mm de espessura, que foram enterrados nos sedimentos manualmente, por percussão com marreta, procedimento denominado informalmente de "*pancadocore*". Os tubos das sondagens foram retirados utilizando-se uma talha e um tripé construídos na funilaria da UCG. Em algumas ocasiões, favorecida pela alta liquefação dos sedimentos, a talha foi fixada na estrutura metálica utilizada para fixar o barco, e colocada na carroceria de um veículo Toyota, procedimento mais rápido que a montagem e a desmontagem do tripé.

## **2.3 Trabalhos de laboratório**

Os trabalhos laboratoriais foram realizados pelo pesquisador ou por especialistas, em instituições de capacidade comprovada, conforme será indicado nos itens subseqüentes.

### **2.3.1 Sondagens**

Os testemunhos de sondagem foram serrados, descritos e amostrados. Uma das partes foi imediatamente coberta com plástico preto e armazenada, como reserva técnica.

### **2.3.2 Carga de Fundo e em Suspensão**

As análises das cargas de fundo e em suspensão foram realizadas no Laboratório de Análise de Águas do Centro Tecnológico de Engenharia Civil de Furnas Centrais Elétricas S.A., localizado em Aparecida de Goiânia, utilizando-se a metodologia de CARVALHO (1994).

### **2.3.3 Análise Granulométrica**

As análises granulométricas foram realizadas em duas etapas: a primeira no Laboratório de Sedimentologia da UNESP, campus de Rio Claro (pipetagem e peneiramento) e a segunda na UCG, no Laboratório de Palinologia (pipetagem) e no Laboratório de Solos (peneiramento). Foram utilizados os procedimentos indicados por SUGUIO (1973 e 1980).

#### 2.3.4 Análise Palinológica

Todas as amostras coletadas foram preparadas para análise palinológica segundo os procedimentos padrões para sedimentos do Quaternário Tardio sintetizados por YBERT *et al.* (1992).

A preparação para análise palinológica compreende uma série de procedimentos físico-químicos destinados à eliminação da matéria orgânica e dos componentes minerais e à concentração e estabilização dos palinomorfos. As técnicas utilizadas estão descritas em detalhe em BARBERI (2001).

Os tubos de alumínio obtidos a partir da sondagem com o vibrotestemunhador foram abertos lateralmente com uma serra circular de forma a preservar a estratigrafia do sedimento. Após a limpeza da superfície o sedimento foi sub-amostrado para análise palinológica em intervalos constantes e definidos de acordo com a dimensão dos testemunhos. As profundidades dos níveis amostrados estão indicadas nos diagramas de cada ponto analisado.

O volume de sedimento amostrado foi de cerca de 2 cm<sup>3</sup>, ao qual foi introduzido como marcador exótico, para a elaboração de diagramas de concentração, pólen de *Kochia scoparia* (SALGADO-LABOURIAU & RULL 1986). O material resultante da preparação foi acondicionado em glicerina.

A análise do material foi efetuada em microscópio ótico, com a leitura de no mínimo 300 grãos para cada nível amostrado, à exceção de níveis onde a concentração dos palinomorfos era extremamente baixa ou ausente, dificultando a análise. Nestes casos foi efetuada a contagem das partículas de carvão com dimensões  $\geq$  a 5 micrômetros com vistas à compreensão dos processos responsáveis pela destruição dos palinomorfos.

Amostras de alguns níveis selecionados, indicados nos perfis, foram encaminhados para datações por Carbono 14.

### 2.3.5 Difração de Raio-X

As cinco amostras foram analisadas no Centro Tecnológico de Engenharia Civil de Furnas Centrais Elétricas S.A., sob três diferentes formas: natural, calcinada e glicolada. Na calcinada a amostra fica durante quatro horas sob temperatura de 480<sup>0</sup> C, tratamento que expulsa a água contida nos grãos, provocando a “retração das distâncias interplanares dos argilo-minerais (montmorilonita)”. Na glicolada a amostra permanece pelo período de 12 horas sob vácuo, com etileno-glicol, possibilitando, desta forma, a “expansão dos argilo-minerais que podem admitir moléculas deste composto, aumentando suas distâncias interplanares” (FURNAS 2001).

### 2.3.6 Datações

As datações foram feitas utilizando-se os métodos radiocarbônico e por termoluminescência.

#### 2.3.6.1 Datações Radiocarbônicas

Foram enviadas amostras para duas instituições, a saber:

- nove para a Universidade de Waikato, Nova Zelândia;
- quatro para o Instituto Smithsonian, nos Estados Unidos, que enviou as amostras para o Laboratório Beta Analytic.

#### 2.3.6.2 Termoluminescência

Quatro amostras foram enviadas para o Laboratório de Vidros da FATEC/SP.

## **2.4 Integração dos Dados**

Este item correlaciona e integra todos os dados produzidos nas etapas de escritório, campo e laboratório, buscando cumprir os objetivos inicialmente propostos. Na verdade, isto vem sendo feito desde a elaboração do projeto de doutoramento, quando da formulação dos objetivos principais. A base cartográfica utilizada na integração dos dados foi a carta topográfica escala 1:100.000 (FIGURA 2.6/ENCARTE 2.4).

TABELA 2.3 – Sondagens realizadas

Sondagem	Coordenadas	Local	Profundidade
S0	6821575E/ 8156941N	Turfa de Campinas – Goiânia	3,00 m
S 1	691602E /8157026N	Quinta do Além Tejo – Goiânia	2,60 m
S 2	698053E /8158122N	Setor Jaó – Goiânia	1,22 m
S 3	688197E /8158090N	Setor Jaó – Goiânia	2,25 m
S 4	685880E / 8159396N	Chácara Recanto do Bosque – Goiânia	1,70 m
S 5	671162E /8182024N	EMBRAPA - Goianira	1,00 m
S 6	671387 E / 8182184N	EMBRAPA - Goianira	2,75 m
S 7	671711E / 8182114N	EMBRAPA - Goianira	3,00 m
S 8	670976E / 8182594N	EMBRAPA - Goianira	4,20 m
S 9	670673E / 8183225N	Faz. Prof. Lázaro - Brazabrantes	Junto c/S10
S 10	670682E / 8183201N	Faz. Prof. Lázaro - Brazabrantes	3,25 m
S 11	670729E / 8183102N	Faz. Prof. Lázaro - Brazabrantes	2,50 m
S 12	670604E / 8183512N	Fazenda Pai Marlon – Goianira	2,40 m
S 13	663207E / 8190568N	Chácara Águas Claras – Inhumas	1,75 m
S 14	663207E / 8190568N	Chácara Águas Claras – Inhumas	1,50 m
S 15	663182E /8190565N	Chácara Águas Claras – Inhumas	2,75 m
S 16	700611E /8126211N	Chácara José – Hidrolândia	1,60 m
S 17	699373E /8128687N	Chácara F. Forte - Hidrolândia	Perda total
S 18	696287E /8142456N	Jusante Ponte Vau das Pombas – Goiânia	1,06 m
S 18-1	Próximo a S18	Jusante Ponte Vau das Pombas – Goiânia	2,10 m
S 19	697475E /8137243N	Chácara Primavera – Goiânia	2,80 m
S 20	697649E /8147896N	Agropecuária Apolo – Goiânia	0,60 m
S 20-1	697600E / 8147850N – Próximo ao S20	Agropecuária Apolo – Goiânia	3,25 m
S 21	697748E /8148011N	Agropecuária Apolo – Goiânia	2,50 m
S 22	6974020E / 8137200N Próximo a S 19	Chácara Primavera – Goiânia	2,50 m
S 23	693542E /8152183N	Vila Galvão – Senador Canedo	2,00 m
S 24	692351E /8153674N	Colônia Santa Marta – Senador Canedo	2,10 m

Continuação da TABELA 2.3

S 24-1	Próximo a S24	Colônia Santa Marta – Senador Canedo	1,86 m
S 25	691602E /8157026N	Quinta do Além Tejo – Goiânia	3,10 m
S 26	685298E /8159618N	ETE – Goiânia	1,00 m
S 27	692246E/ 8155399N – Junto ao F38	Fundo da Metrobus – Goiânia	0,50 m
S 28	685227E /8159541N	ETE – Goiânia, canal de desvio do córrego Anicuns – Goiânia	1,00 m
S29	681874E /8163894N	UFG – Goiânia	1,25 m
S30	681864E /8163699N	UFG- Goiânia	1,25 m
S31	681782E /8163708N	UFG- Goiânia	1,35 m
S32	683118E/ 8162941N	UFG- Goiânia	1,40 m
S33	683093E /8162911N	UFG- Goiânia	2,10 m
S34	683000E /8162700 N	UFG- Goiânia	1,50 m
S35	683830E /8162370N	Estação Montante de Goiânia (CPRM) – Goiânia	3,00 m
S36	683635E /8161847N	Chácara da Ração – Goiânia	2,00 m
S37	688053E /8158122N	Chácara Setor Jaó (S1) – Goiânia	2,00 m
S37´	669160E /8157026N	Chácara Setor Jaó (S1) – Goiânia)	2,27 m
S38 junto com F-588	662606E /8190061N	ETE – Inhumas	0,5 0m
S39	673964E /8175339N	Fazenda Louza (Julimar) – Goianira	1,75 m
S40	673898E /8175368N	Fazenda Louza (Julimar) – Goianira	1,50 m
S41	673912E /8175389N	Fazenda Louza (Julimar) – Goianira	2,75 m
S42	673893E /8175432N	Fazenda Louza (Julimar) – Goianira	1,80 m
S43	686379E /8158772N	Corpo de Bombeiros – Goiânia	2,75 m
S44 – próximo ao S43	686398E /8158694N	Corpo de Bombeiros – Goiânia	4,50 m
S45 próximo ao S43	686219E /8158735N	Corpo de Bombeiros – Goiânia	3,00 m
S46 próximo ao S43	686226E /8158878N	Corpo de Bombeiros – Goiânia	2,10 m
S47	686210E /8158659N	Chácara do Bidu- Goiânia	3,00 m
S48	682861E /8162206N	Turfa no Setor Balneário – Goiânia	3,00 m

Continuação da TABELA 2.3

S49	683127E /8162432N	Fazenda Geraldo – Goiânia	1,25 m
S50	680000E /8165766N	Paço da Ferradura – Goiânia	2,80 m
S51	686354E /8160541N	Setor Goiânia II – Goiânia	0,80 m
S52	688485E /8158693N	Turfa no Setor Jaó – Goiânia	1,25 m
S53	690337E /8157227N	Córrego Palmital – Goiânia	1,00 m
SX	683714E /8161737N	Chácara da Ração – Goiânia	3,50 m
Total			119,23 m

Obs. Os testemunhos de sondagem foram posteriormente descritos em laboratório

Legendas das fotos da pagina seguinte
---------------------------------------

FOTO 2.1 – Sondagem com vibrotestemunhador (*vibrocore*) junto à margem direita do rio Meia Ponte.

FOTO 2.2 – Sondagem com vibrotestemunhador (*vibrocore*) em um meandro abandonado.

FOTO 2.3 – Amostragem realizada com “*pancadacore*”, processo pelo qual o tubo de alumínio é colocado com percussão manual.

FOTO 2.4 – Descrição de seção geológica a partir do canal artificial do rio Meia Ponte.

FOTO 2.5 - Descrição de seção geológica a partir de dreno aberto em um depósito tecnógeno induzido/construído na junção do rio Meia Ponte com o córrego Anicuns.

FOTO 2.6 - Tradagem manual realizada na planície de inundação do rio Meia Ponte.

FOTO 2.7 - Obtenção da orientação dos ruditos na margem esquerda do rio Meia Ponte.

FOTO 2.8 - Coleta de amostras de água para cálculo da carga de sedimentos em suspensão.



Legendas das fotos da página seguinte

FOTO 2.9 – Coleta de amostras de turfa com trado.

FOTO 2.10 – Retirada do tubo de alumínio com utilização de talha e tripé.

FOTO 2.11 – Obtenção de dados referentes à vazão, a vau, na Estação Inhumas.

FOTO 2.12 - Obtenção de dados referentes à vazão na Estação Fazenda Bonita de Baixo.



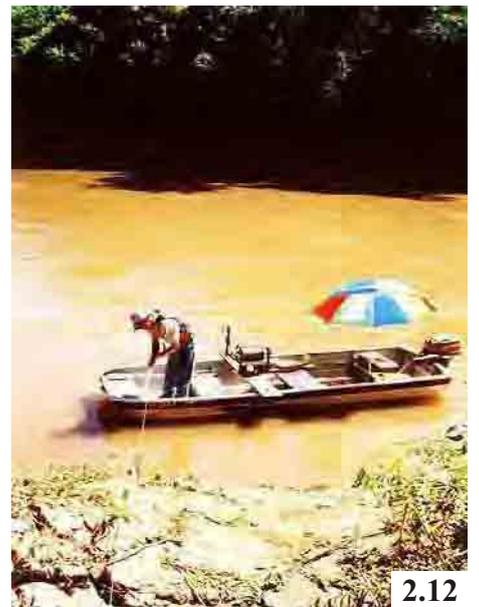
2.09



2.10



2.11



2.12

### 3 CARACTERIZAÇÃO DO ALTO CURSO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MEIA PONTE

OLIVEIRA (1997) define bacia hidrográfica como

uma área de terra drenada por um curso de água ou um sistema conectado de cursos de água, tal que toda a vazão efluente seja descarregada através de um curso principal e limitada perifericamente por unidades topográficas mais elevadas, denominada divisores de água ou interflúvios. Representa ainda um ecossistema aberto, onde as águas e nutrientes fluem continuamente entre os vários componentes bióticos e abióticos do sistema, bem como interrelacionando-se com eles.

Dessa forma, o alto curso da bacia hidrográfica do rio Meia Ponte foi caracterizado quanto aos aspectos físicos (geologia, estrutural, geomorfologia e solos), bióticos (vegetação) e climáticos. A definição de bacia hidrográfica aqui utilizada baseia-se em GUERRA (1978 e 1997), sendo expressa como um

conjunto de terras drenadas por um rio principal e seus afluentes (...) a noção de bacia hidrográfica obriga naturalmente a existência de cabeceiras ou nascentes, divisores de água, cursos d'água principais, afluentes, subafluentes etc.

MORAES (2000) apresenta uma compartimentação para a bacia hidrográfica do rio Meia Ponte, com fins de planejamento e gestão. A bacia será, portanto, tratada como um elemento dinâmico, no qual os depósitos aluviais do rio Meia Ponte, são vistos como resultantes tanto dos processos atuais como dos pretéritos, naturais e antrópicos, que agiram e agem sobre ela.

A bacia hidrográfica do rio Meia Ponte (FIGURA 1.1) ocupa uma área de 11.480 km<sup>2</sup> <sup>(1)</sup>, distribuindo-se pelo centro-sul do Estado de Goiás, entre as coordenadas 48<sup>o</sup> 46' 48" e 49<sup>o</sup> 44' 51" de longitude oeste e 16<sup>o</sup> 06' 38" a 18<sup>o</sup> 32' 53" de latitude sul. Esta bacia, que abrange 35 municípios, tem como rio principal o Meia

---

<sup>1</sup> MORAES (2000) apresenta o valor de 12.349,82 km<sup>2</sup> e a DBO (1997) de 12.180 km<sup>2</sup>

Ponte, cuja extensão é de 546,372 km<sup>(2)</sup>, sendo afluente do rio Paranaíba e pertencente à bacia hidrográfica do rio Paraná, estando sua bacia incluída na região das cabeceiras ou “Espinha Dorsal”, segundo o *Zoneamento Hidrossedimentológico do Brasil* (IPH 1998).

A área de abrangência da bacia hidrografia do rio Meia Ponte representa aproximadamente 3,74% da área do Estado de Goiás, acolhendo aproximadamente 50% da população e caracterizando-se pelas atividades econômicas relacionadas à agropecuária, existindo também parques industriais, principalmente nas cidades de Goiânia, Anápolis, Morrinhos e Itumbiara. Em razão do adensamento populacional e das atividades econômicas, a região apresenta inúmeros problemas ambientais, como a ocupação desordenada do solo, que acarreta processos erosivos e assoreamento dos cursos d’água, e os depósitos de lixo que contaminam as águas superficiais e do lençol freático.

O alto curso da bacia, área em pesquisa, que já foi mencionada no Capítulo 1, é caracterizada a seguir. No Capítulo 4, serão realizadas algumas considerações sobre o processo de ocupação da área, bem como dos principais problemas ambientais.

### **3.1 Aspectos Físicos**

#### **3.1.1 Geologia**

Para a caracterização geológica da área de pesquisa, utilizou-se as informações da CPRM (1994 a, b, c, d, e, 1997), IANHEZ *et al.* (1983) e DEL’ARCO (1995). A FIGURA 3.1 apresenta a coluna litoestratigráfica da área de pesquisa e as FIGURAS 3.2a e 3.2b /ENCARTE 3.1, os mapas geológicos.

- Do Arqueano Superior ao Proterozóico Inferior (3.500Ma a 2.000 Ma):  
Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu

---

<sup>2</sup> Tanto MORAES (2000) quanto a DBO (1997) informam que o comprimento do canal é de 471,6Km.

A CPRM (1994a,b,c,d,e, 1997) propõe a subdivisão para o Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu (MARINI *et al.* 1984a) em duas unidades - a unidade ortoderivada e a paraderivada. A primeira é formada por charnockitos e enderbitos; metagabros, metagabronoritos, metanoritos, meta-anortositos, metapiroxenitos e seus derivados transformados, tais como talco-xistos, talco - clorita-xistos, talco-tremolita-xistos, serpentinito; anfíbolitos e metavulcânicas básicas. Subordinadamente apresentam-se granulitos paraderivados associados. A origem desta unidade está associada a um ambiente de plutonismo de básico a ácido, com significativa participação supracrustal.

A unidade paraderivada é formada por gnaisses de aluminosos a hiperaluminosos, granulitos bandados com intercalações de quartzitos aluminosos, quartzitos ferruginosos, gonditos e calcissilicáticas, além de granulitos ortoderivados intercalados. A unidade representa uma seqüência vulcano-clasto-química, com intenso plutonismo de natureza básico/ultrabásico (CPRM 1994 a).

A subdivisão proposta pela CPRM (1994a,b,c,d,e; 1997) não apresenta qualquer conotação cronológica e baseou-se principalmente na petrografia, geoquímica, estrutural e em observações de campo.

MARINI *et al.*(1984b) definiram o Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu como uma unidade formada por granulitos arqueanos localizados na porção central do Estado de Goiás, integrante do Maciço Mediano de Goiás. Alguns autores destacam-se nas contribuições quanto ao conhecimento deste complexo granulítico, entre eles VEIGA *et al.* (1986), que o dividiram em seqüência infracrustal (máfico-ultramáfica) e supra-crustal (ácida), e VALENTE *et al.* (1986), que situaram as rochas de alto grau da região da Folha Goiânia no Arqueano Médio, denominando-as de Cinturão Granulítico.

Também se destacam no contexto do Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu os trabalhos de LEONARDOS (1938), primeiro a pesquisar as rochas granulíticas de Goiás, e de ALMEIDA (1968), que agrupou as rochas granulíticas sob a denominação de Complexo Basal. Posteriormente, BARBOSA *et al.* (1969) incluíram estas rochas no Pré-Cambriano Indiferenciado.

CRONOLOGIA		UNIDADE LITOESTRATIGRÁFICA	SIMBOLOGIA	ROCHAS	METAMORFISMO	LITOAMBIÊNCIA
ERA	PERÍODO M.a					
CENOZÓICO	QUATERNÁRIO	DEPÓSITOS ALLUVIONAIS	Qa	ALLUVIÕES RECENTES	—	Leitos de rios, ribeiras, córregos e lagoas
	1,8 TERCIÁRIO	COBERTURAS DETRITO-LATERÍTICAS	TQdl	COBERTURAS DETRITO-ARENOSAS	—	Depósitos eólio-coluvionares
MESOZÓICO	65 JURÁSSICO	INTRUSÕES BÁSICAS	Jdb	DIQUE DE DIABÁSIO	—	Fraturas de distensão no início da abertura do Atlântico
	570 700 800 1.000	GRANITÓIDES	δ3	METAGRANITOS, METATONALITOS, PEGMATITOS	Fácies xisto-verde	Granito crustal hiperaluminoso do tipo "S"
CENOZÓICO	MÉDIO	GRUPO ARAXÁ	PMaD	QUARTZITOS MICÁCEOS, XISTOS, FILITOS E QUARTZITOS	Fácies xisto-verde alto	Marinha costeira xisto
		SUL DE GOIÁS	PMaC	XISTOS, GNAISSES PARADERIVADOS E QUARTZITOS	Fácies xisto-verde alto (zona da granada)	Litorâneo/Plataforma
PRÉ-CAMBRIANO	1.300 1.800 1.900 2.000 2.100	SEQUÊNCIA METAVULCANOS-SEDIMENTAR DE SILVÂNIA	LANDMARE METASSEDIMENTARÍNTIA	XISTOS, QUARTZITOS(qt), ANFIBOLITOS (af) VULCANOCLÁSTICAS, METATUFOS, CHERTS.	Fácies anfíbrito/granulito baixo	Seqüência vulcano-clasto-química com plutonismo básico/ultrabásico associado
		GRANITÓIDES	δ1	METAGRANITOS E ENGRAVES DE ROCHA MÁFICO-ULTRAMÁFICAS DO COMPLEXO GRANULÍTICO	Fácies anfíbrito/granulito baixo	Calcio-alcálico crustal
PRÉ-CAMBRIANO	INFERIOR	COMPLEXO GRANULÍTICO ITAUCU / ANAPOLIS	PARADERIVADOS	qt	GNAISSES, GRANULITOS, QUARTZITOS-ALUMINOSOS(qt)	Fácies anfíbrito/alta a granulito
				APiGaip		
ARQUEANO	SUPERIOR	COMPLEXO GRANULÍTICO ITAUCU / ANAPOLIS	ORTOQUERZIVADOS	gb	METAGABROS(mgb), METANORTOSITOS, XISTOS, SERPENTINITOS, CHARNOCKITOS(ck), ENDERBITOS(ed), METAPIROXENITOS, ANFIBOLITOS(mb), METANORTOSITOS, METANORTOSITOS(gb).	Plutonismo básico a ácido
				APiGaid		
				ck		
				ed		
				mb		
				mgb		

FIGURA 3.1 - Coluna estratigráfica da área de pesquisa. (CPRM 1994 a, b, c, d, e; 1997).

MARINI (1974) propôs a denominação de Complexo Basal Goiano, complementando a proposta de ALMEIDA (1968). IANHEZ *et al.* (1983), acompanhando CUNHA *et al.* (1981) e DRAGO *et al.* (1981), no Projeto Radambrasil, propuseram a denominação de Complexo Goiano.

- Proterozóico Inferior (2100 Ma a 2.2000 Ma): Granitóides

OLIVEIRA & BITTAR (1971) e PENA *et al.* (1975) destacam-se entre os autores que pesquisaram as rochas granitóides localizadas no alto curso da bacia hidrográfica do rio Meia Ponte. Estes autores inseriram estas rochas no Complexo Basal e estabeleceram uma proposta de classificação. Posteriormente, OLIVEIRA *et al.* (1989) e LACERDA FILHO *et al.* (1989) estabeleceram uma subdivisão para estas rochas -  $\gamma$  1,  $\gamma$  2 e  $\gamma$  3 - com base na mineralogia, na petrogênese e na geoquímica (CPRM 1997).

Os granitóides do tipo  $\gamma$  1, principalmente silimanita-granada-biotita metagranito e granada-biotita metagranito, são de derivação crustal e metamorfizados no fácies anfíbolito. A tectônica tangencial ocorrida na região afetou os granitóides, resultando na formação de rochas com foliação acentuada, como ultra e protomilonitos (CPRM *op. cit.*).

- Proterozóico Inferior (2.500 Ma a 1.800 Ma) : Sequência Metavulcano-Sedimentar Anicuns-Itaberaí

A CPRM (1997) agrupa sob esta denominação rochas xistosas, rochas básicas e ultrabásicas, metacherts ferríferos, metacalcários e quartzitos.

BARBOSA (1987), estudando uma associação de rochas de origem vulcânica, química e sedimentar na região de Mossâmedes, pertencente ao grupo Araxá, propõe uma divisão em duas unidades: pelito-tufácea e química. O autor propôs para esta associação a designação de Sequência Anicuns-Itaberaí (CPRM 1997).

NUNES (1990, *apud* CPRM 1997) indicou a presença destas rochas na região do município de Anicuns, tecendo considerações sobre as diferenças litológicas com a área de Mossâmedes. Apesar de não indicar quais são estas diferenças, o autor acredita que ocorram principalmente em resposta ao “imbricamento tectônico da rocha” ou em decorrência da “variação litológica

lateral”. O autor apresenta uma subdivisão discutível, segundo a CPRM (*op. cit.*), uma vez que “não apresenta evidências concretas”.

- Proterozóico Inferior a Médio (2.100 Ma a 1.300 Ma): Seqüência Metavulcano-Sedimentar de Silvânia

VALENTE *et al.* (1986) propuseram a denominação de Complexo Metamórfico Vulcano-Sedimentar para as rochas de filiação vulcânica presentes na região de Silvânia. Na mesma época, VEIGA *et al.* (1986) definiram e propuseram a Seqüência Vulcano-Sedimentar do rio Meia Ponte, subdividida em três unidades. Posteriormente, durante os trabalhos da *Folha Leopoldo de Bulhões* (CPRM 1994 b), foi feita uma retificação da proposta pelo próprio autor (VALENTE *op. cit.*), passando a denominar-se de Seqüência Metavulcano-Sedimentar de Silvânia, constituída de três unidades (metavulcânica, mista e meta-sedimentar). Mais tarde, as unidades mista e meta-sedimentar foram unidas, ficando a seqüência subdividida em unidade metavulcânica e unidade meta-sedimentar/mista (CPRM 1994a,b.).

De acordo com o mapa geológico da área em pesquisa<sup>3</sup>, na região afloram apenas rochas da unidade meta-sedimentar /mista. CPRM (1994a) agrupou nesta unidade um conjunto de rochas vulcânicas, químicas e sedimentares associadas com plutonismo básico/ultrabásico, com semelhanças texturais, litológicas e estruturais. Predominam metatufos básicos, meta-ultrabásicas, metatufos ácidos, associação vulcano-química e rochas meta-sedimentares. Esta seqüência encontra-se associada às rochas do Complexo Granulítico e do Grupo Araxá-Sul de Goiás (intercalam-se concordantemente com estas unidades). Este condicionamento é interpretado pelos pesquisadores como resultante de uma tectônica desenvolvida sob condições de cisalhamento dúctil/rúptil.

- Proterozóico Inferior a Médio (1.900 Ma a 1.300 Ma) : Granitóides γ 2

OLIVEIRA *et al.* (1989) e LACERDA FILHO *et al.* (1989) identificaram e definiram uma segunda geração de granitóides nas *folhas Leopoldo de Bulhões e Caraíba*. Segundo a proposta dos autores, esta segunda geração constituía-se de

---

<sup>3</sup> Expressão utilizada como sinônimo de alto curso da bacia hidrográfica do rio Meia Ponte

metagranitóides de composição granítica a granodiorítica, textura porfirítica e coloração variando de leucocrática a mesocrática (CPRM 1997).

Segundo a CPRM (*op. cit.*), nestas áreas ocorreram zonas de cisalhamento, tendo gerado granitóides sin e tardideformação, diretamente relacionados com a Suite Gabro-Diorítica Anicuns-Santa Bárbara.

- Proterozóico Médio a Superior (1.300 Ma a 900 Ma): Grupo Araxá-Sul de Goiás

Estudos da CPRM (1994 a, 1997) propõem “provisoriamente” a denominação de Grupo Araxá-Sul de Goiás para os meta-sedimentos do Proterozóico Médio localizados ao sul da Inflexão dos Pirineus, incluindo os Grupos Araxá e Canastra, estabelecendo quatro subunidades, sendo que destas apenas a subunidade C não ocorre no alto curso da bacia hidrográfica do rio Meia Ponte.

A subunidade A compõe-se de micaxistos calcíferos com intercalações de calcário; a subunidade B, de micaxistos com intercalações de quartzitos micáceos, xistos grafitosos, micaxistos grossos (com granadas e cianitas) e gnaisses com migmatitos e intrusões básico-ultrabásicas; a subunidade D, de quartzitos micáceos com intercalações subordinadas de quartzo-muscovita xistos, sericita xistos, grafita xistos e quartzitos ferruginosos.

O Grupo Araxá (BARBOSA 1955) tem sido alvo de diversos estudos, não havendo até o momento um consenso sobre sua posição na coluna estratigráfica. Um fator que contribui para a confusão, por exemplo, é o fato de algumas unidades litoestratigráficas receberem diferentes nomes em áreas relativamente próximas. O Grupo Araxá, em Goiás, abrange litologias definidas como Grupo Canastra e Formação Ibiá, em Minas Gerais, ou apresenta uma redefinição destas (CPRM 1994 a). Sobre a complexidade desta unidade, os autores ressaltam “o vigoroso processo tectônico que atuou na região (...) responsável pela aloctonia e a conseqüente repetição de seus estratos, sendo muito difícil, no atual estágio, recuperar o empilhamento litoestrutural original” (CPRM *op. cit.*, p.41).

A pesquisa da CPRM (*op. cit.*) ressalta as dificuldades de uma reconstituição paleoambiental para esta unidade, principalmente em decorrência da atuação dos eventos tectônico-termiais.

BARBOSA (1955, apud IANHEZ *et al.* 1983, p. 97) definiu a Formação Araxá (micaxistos e migmatitos), interpretando-a como “a unidade mais antiga de um complexo pré-cambriano”. A unidade mais jovem, constituída por filitos e quartzitos, foi denominada de Formação Canastra.

- Proterozóico Superior (900 Ma a 570 Ma): Granitóides  $\gamma$  3

Os granitóides do tipo  $\gamma$  3, de terceira geração, constituem-se de metagranitos a duas micas, metatonalitos, e pegmatito. A origem crustal destas rochas é proposta a partir das análises químicas realizadas. (CPRM 1994 a.)

CPRM (*op. cit.*) sugere o Proterozóico Superior como a idade para estes granitóides, com base em afloramento no município de Aragoiânia, cuja encaixante pertence ao Grupo Araxá-Sul de Goiás, datado pelo método Rb/Sr como pertencente ao Proterozóico Médio (900 Ma).

- Cenozóico

- Terciário/Quaternário: Coberturas Detrito-Lateríticas Cenozóicas

IANHEZ *et al.* (1983) estabelecem algumas considerações gerais sobre as coberturas detrito-lateríticas cenozóicas da região Centro-Oeste, ressaltando a presença de depósitos eluviais e aluviais coluviais sobre rochas pré-cambrianas a cretáceas. Para os autores, estas coberturas, localizadas em interflúvios planos, estão relacionadas aos processos morfoclimáticos responsáveis pela evolução do relevo após o cretáceo (IANHEZ *et al.* 1983, p. 261-262).

Quanto às coberturas detrito-lateríticas terciárias, IANHEZ *et al.* (*op. cit.*, p.263) as relaciona com depósitos eluviais, compreendendo “as concreções ferruginosas espessas, resistentes, que ocorrem como blocos, matações e lajedos, constituindo crostas, que podem estar ou não inumadas por solos” e a depósito colúvio-aluviais, que “abrangem fragmentos rochosos e concreções ferruginosas (..) que podem estar dispersos em matriz areno-argilosa, às vezes com cimento limonítico e/ou silicoso, recoberto por um manto coluvial ou disposto caoticamente na superfície.”

Dentre os trabalhos realizados pelos autores mencionados, destacam-se a descrição de alguns afloramentos e as posições stratigráficas e crono-stratigráficas

destas coberturas, importantes para a compreensão da origem das unidades, apesar do texto sintético.

- Coberturas Detrito-Lateríticas Plio-Pleistocênicas e/ou Pleistocênicas:

Segundo IANHEZ *et al.* (*op. cit.*, p. 274), as coberturas detrito-lateríticas pleistocênicas da *Folha Goiânia* apresentam dois conjuntos principais, identificados como “depósitos elúvio-colúviais concrecionários e depósitos colúvio-aluviais com sedimentos rudáceos, arenosos, siltosos e argilosos, geralmente laterizados.”

Os depósitos elúvio-colúviais tipo canga são resultantes de processos de laterização sobre a rocha matriz ou material coluvionar que a recobre, localizando-se em interflúvios tabulares. Quanto aos depósitos colúvio-aluvial, as cangas constituem-se principalmente de fragmentos de quartzo (IANHEZ *et al. op. cit.*).

Os autores mencionados apresentam alguns exemplos referentes aos depósitos colúvio-aluviais, destacando-se o da localidade da Serrinha, que apresenta uma zona inferior com característica conglomerática, uma intermediária de natureza concrecionária e uma superior laterizada. Esta unidade é conhecida na região como “cascalheira”, ocorrendo preferencialmente junto a interflúvios ou áreas de baixa declividade. (IANHEZ *et al.* 1983).

Merecem destaque também depósitos análogos aos anteriores encontrados na região de Nerópolis/Anápolis, pelo fato de apresentarem “estratos de sedimentos arenosos, siltosos e argilosos, com intercalações conglomeráticas” (IANHEZ *et al. op. cit.*, p. 274). Em razão do exposto, nesta área é possível encontrar rochas do Complexo Goiano recobertas discordantemente por conglomerados, sedimentos arenosos, siltosos ou argilosos (IANHEZ *et al. op. cit.*).

CUNHA & PITIGUAR (1981), ao proporem a denominação de Formação Goialândia para este conjunto, levantam a probabilidade de uma idade provavelmente terciária. IANHEZ (*et al. op. cit.*) ressaltam que estes depósitos colúvio-aluviais já haviam sido observados por ERCHSEN & MIRANDA (1939) na região de Goiânia e Campinas, sendo provavelmente de idade terciária ou quaternária. NILSON & MOTTA (1969), para a área próxima ao rio Meia Ponte, na região Goianira-Trindade, propõem uma idade duvidosamente terciária para estes sedimentos.

A pesquisa da CPRM (1997) não detalha quais as coberturas detrítico-lateríticas presentes na área de pesquisa, apresentando apenas uma descrição básica:

São compostos por sedimentos avermelhados, granulometria de silte a areia, semiconsolidados, mal classificados e sem estruturas internas, incluindo, freqüentemente, seixos de quartzo, angulosos, mal classificados, cimentados por material ferroso (...) localmente, crostas limoníticas ou de composição manganesífera, constituindo carapaças resistentes à erosão.

- Quaternário: Aluviões Holocênicos

Inicialmente, faz-se necessário ressaltar que aluviões holocênicos referem-se aos sedimentos depositados pelos rios durante a época holocênica, segundo GUERRA (1978 e 1997), e que depósitos fluviais referem-se aos sedimentos de origem fluvial, independentemente da idade. Pela importância desta unidade para a tese aqui desenvolvida, é apresentada a seguir uma síntese dos principais trabalhos desenvolvidos nesta área de pesquisa, ressaltando o tratamento conferido a aluviões holocênicos, depósitos aluvionares e planícies de inundação.

IANHEZ *et al.* (1983) estabelecem algumas considerações sobre a rede hidrográfica da *Folha SE.22 - Goiânia*, ressaltando o rio Meia Ponte como um dos afluentes importantes da margem direita do rio Paranaíba. Mencionam também que a descontinuidade na distribuição dos depósitos aluviais, mais precisamente nas áreas do Planalto Central Goiano e da Depressão do Araguaia, deve-se principalmente ao controle estrutural dos rios, e que os depósitos aluvionares estão presentes nos trechos mais sinuosos ou onde se observa a intensa meandração do canal, podendo-se utilizar como exemplo para esta realidade o trecho Inhumas-Goiânia.

Para a *Folha SE.22 - Goiânia*, a partir de fotointerpretação, foram mapeadas faixas aluvionares (planícies de inundação e terraços aluviais) com largura variando entre 0,5Km e 3Km (rios Turvo e dos Bois). No rio Meia Ponte, em determinados locais, estes depósitos apresentam uma espessura entre 3m e 4m. Em termos litológicos, na *Folha Goiânia* predominam as frações arenosas, havendo variação granulométrica entre cascalho e argila (IANHEZ *et al. op. cit.*).

CASSETI (1992, p.66) apresenta uma compartimentação geomorfológica para o município de Goiânia elaborada para a *Carta Geoambiental de Goiânia* que, segundo o autor, foi feita “a partir de uma visão integrada dos diferentes níveis metodológicos sistematizados por AB’SABER (1969)”. Dentre as unidades propostas neste trabalho, destacam-se os terraços e as planícies da bacia do rio Meia Ponte, com cotas entre 700m e 720m.

Os terraços, resultantes das oscilações climáticas ocorridas durante o Pleistoceno, por vezes mantidos em decorrência da resistência litológica, podem apresentar seixos cobertos por uma unidade alúvio-coluvionar. As planícies fluviais constituem-se de sedimentos arenosos, com seqüências silto-argilosas intercaladas, observando-se também diques marginais e meandros abandonados (CASSETI 1992).

Em síntese, CASSETI (*op. cit.*) estabelece que os depósitos referentes à planície fluvial da área podem ser agrupados em duas faixas cronológicas: depósitos pleistocênicos (terraços de várzeas suspensos) e holocênicos (terraços atuais, com planícies de inundação).

CPRM (1994a), referindo aos depósitos aluvionares da *Folha Goiânia*, baseia-se em IANHEZ *et al.* (1983), fornecendo informações complementares quanto à distribuição geográfica e às relações de contato destes depósitos, indicando que eles ocorrem principalmente junto ao rio Meia Ponte, destacadamente no segmento norte do município de Goiânia e no ribeirão João Leite.

O relatório IBGE (1992, p.15), ao tratar do saneamento básico e dos problemas ambientais de Goiânia, faz inicialmente uma separação entre planícies de inundação - evidenciadas por sedimentos inconsolidados, solos hidromórficos, presença de diques marginais, processos de meandração, além de meandros abandonados e terraços - caracterizados pela presença de solos aluviais “mantidos por resistência litológica ou alçados por alternâncias climáticas ao final do Pleistoceno”. O trabalho cita também que os aluviões estão localizados principalmente junto ao rio Meia Ponte e ao ribeirão João Leite “são cascalhos, areias, siltes e argilas atuais e subatuais”, relacionando-os às planícies de inundação. Este trabalho baseia-se claramente em CASSETI (*op. cit.*).

A síntese apresentada demonstra claramente duas abordagens distintas aplicadas aos depósitos aluvionares/depósitos holocênicos: uma realizada pelos trabalhos caracteristicamente geológicos, como o de IANHEZ *et al.* (1983), o da CPRM (1994a) e o de DEL'ARCO (1996) e outra com enfoque geomorfológico notadamente influenciado por CASSETI (*op. cit.*), e por IBGE (1992). MORAES (2000), com base nos mapas temáticos elaborados pelo Projeto RADAMBRASIL (1983) para a *Folha Goiânia* (escala 1:1.000.000), estimou que a área dos aluviões holocênicos da bacia hidrográfica do rio Meia Ponte corresponde a 75,71Km<sup>2</sup>. Este valor deve ser visto com reservas em razão da escala utilizada.

Com muita propriedade, CUNHA (2000) critica o descaso para com as coberturas superficiais nos trabalhos de mapeamento geológico, importantes no contexto da evolução do relevo. Visando a minimizar esta situação, é apresentado na FIGURA 3.2b/ ENCARTE 3.1, o mapa geológico-estrutural baseado informações da CPRM, com as coberturas superficiais indicadas por DEL'ARCO (1996).

### 3.1.2 Geologia Estrutural

Para caracterizar a geologia estrutural do alto curso da bacia hidrográfica do rio Meia Ponte (FIGURA 3.3 / ENCARTE 3.2), é necessário, primeiramente, inserir esta bacia no contexto estrutural do setor Centro-Sul da Província Tocantins (MARINI *et al.* 1984b), (FIGURA 3.3a), na qual a inflexão dos Pirineus, os padrões de dobramentos e os sistemas de falhas são ressaltados.

#### 3.1.2.1 Inflexão dos Pirineus

A inflexão dos Pirineus, que tem sua origem provavelmente no Arqueano, divide a Faixa de Dobramentos Brasília em dois segmentos -setentrional e meridional -, apresentando duas falhas regionais mais destacadas, com direção WNW-ESSE, paralelas e com espaçamentos de aproximadamente 10 Km, mascaradas pelos eixos dos dobramentos regionais, sendo melhor observadas nos mapas aerogeofísicos (MARINI *et al.* 1981, 1984 a, 1984 b).

ARAÚJO FILHO (1980, *apud* MARINI *et al.* 1984 a, p. 226) caracteriza a inflexão dos Pirineus como “polideformada, com cinco fases de dobramentos e uma fase rígida tardia, responsável pela tectônica local em bloco”. O autor estabelece algumas características para estas fases, relacionando a primeira com o Ciclo Uruaçuano e as demais com o Ciclo Brasileiro.

### 3.1.2.2 Padrões de dobramentos

Os terrenos Granito-Greenstone e as rochas da Faixa de Dobramentos Brasília, assim como seu embasamento, foram afetados por vários ciclos tectônicos, fato que resultou em estruturas de estilos, direções e idades variadas. MARINI *et al.* (1984a, p.36) classificam estas estruturas em “primárias e simples ou secundárias e complexas”. Ainda segundo estes autores, as estruturas secundárias ou complexas são originadas da “superposição de esforços de diferentes ciclos (...) sobre antigos padrões primários ou de intrusões cretáceas”.

MARINI *et al.* (1984 b) caracterizam os principais padrões de dobramentos destas unidades utilizando as denominações, com suas idades prováveis, sugeridas por INDA *et al.* (1968, *apud* BARBOSA *et al.* 1970): Padrão Niquelândia : Jequié; Padrão Pilar de Goiás : Arqueano (ambos registrados sobre rochas do Maciço Mediano de Goiás)<sup>4</sup> ; Padrão Piracanjuba : Uruaçuano; Padrão Uruaçu : Uruaçuano (registrado sobre as rochas da Faixa de Dobramentos Uruaçu)<sup>5</sup>; Padrão Brasília : Brasileiro e Padrão São Domingos : Brasileiro (registrado sobre rochas da Faixa de Dobramentos Brasília).

### 3.1.2.3 Sistemas de Falhamentos

MARINI *et al.* (1981, 1984 a e 1984 b) estabeleceram considerações sobre os sistemas de falhamentos do Maciço Mediano de Goiás e das faixas de dobramentos proterozóicas, unidades que apresentam falhas de idades variadas, em

---

<sup>4</sup> Com base na CPRM (1999), o maciço está incluído nos terrenos Granito-Greenstone.

<sup>5</sup> Segundo a CPRM (1999), esta faixa está incluída na Faixa Brasília.

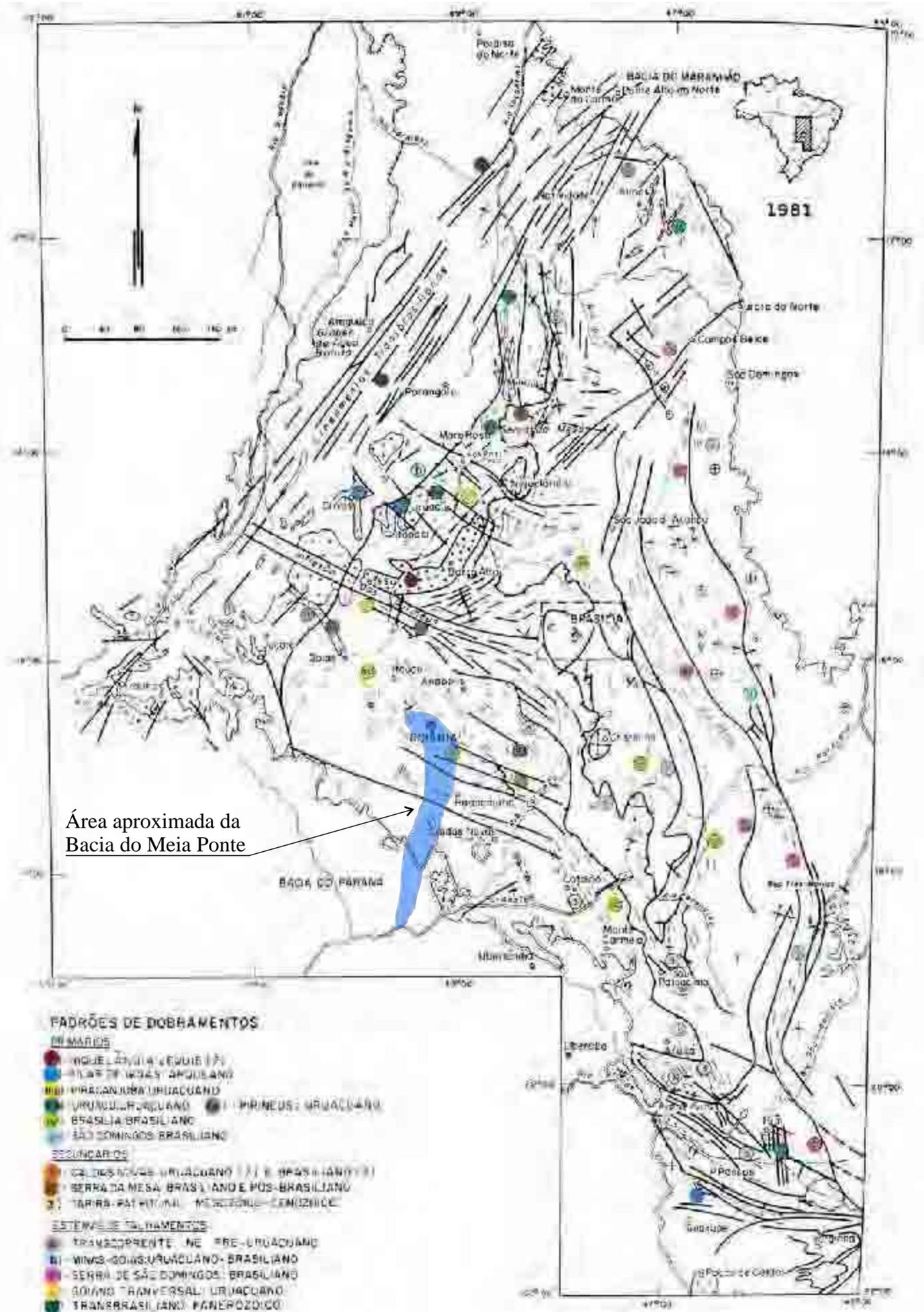


FIGURA 3.3a - Bacia Hidrográfica do Rio Meia Ponte no Contexto do Setor Centro-Sul da Província Tocantins (MARINI *et. al.* 1984a)

conseqüência de uma tectônica rígida, identificada como os sistemas Regmagênético Nordeste, Minas-Goiás (Uruçuano-Brasiliano), Serra de São Domingos (Brasiliano), Goiano Transversal (Uruçuano) e Transbrasiliano (Fanerozóico).

A pesquisa da CPRM (1994a) estabelece algumas considerações a respeito da geologia estrutural da *Folha Goiânia*, praticamente toda inserida no alto curso do rio Meia Ponte, considerando semelhantes às deformações do Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu e do Grupo Araxá-Sul de Goiás. Os autores enfatizam, também, que a área foi intensamente afetada ao longo do tempo “por movimentos de cisalhamento dúctil, tangencial”. Consideram também a possibilidade de que processos de recristalização tenham mascarado deformações pretéritas dos granulitos. Os elementos estruturais estão inseridos em cinco fases de deformação (Ft-1, Ft, Ft+1, Ft+2, Ft+3), sintetizadas a seguir.

A fase de deformação Ft-1 está registrada nas rochas granulíticas evidenciada por um bandamento metamórfico; a fase de deformação Ft (cisalhamento dúctil de baixo ângulo) está registrada no Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu e no Grupo Araxá-Sul de Goiás, caracterizando-se por uma foliação desenvolvida paralelamente ao plano axial de dobras isoclinais. Na *Folha Goiânia*, as falhas transcorrentes de alto ângulo apresentam orientações diversas, possivelmente em razão de movimentos tangenciais NW e EW dos blocos cratônicos, responsáveis pela orientação das diversas litologias presentes na folha em questão, posicionando meta-sedimentos da cobertura ao lado dos granulitos do embasamento (CPRM *op. cit.*).

A fase de deformação Ft+1 (dobramentos simétricos) é mais bem registrada nos metasedimentos da cobertura proterozóica, formada por dobras do tipo recumbente. A fase de deformação Ft +2 (dobramentos assimétricos), observada em escala de métrica a decimétrica, está impressa na cobertura metassedimentar, mais precisamente na unidade psamo/pelítica, sendo que as melhores exposições ocorrem junto à serra da Areia, a sudoeste de Goiânia (CPRM *op. cit.*).

A fase de dobramentos Ft+3 (dobramento suave) ocorre nas regiões sudoeste e nordeste da *Folha Goiânia*, junto à unidade psamítica da cobertura

metassedimentar, caracterizando-se por apresentar dobramentos suaves, com eixos sub-horizontalizados, cujo caimento é para NE, identificados em escala regional (1: 60.000). O regime de deformação rúptil ou frágil atuante na área resultou em falhamentos e fraturamentos orientados segundo NE-SW, NW-SE e N-S, os quais são observados em fotos aéreas, imagens de satélite e radar, sendo utilizados como critério para tal identificação o alinhamento da drenagem e o deslocamento de níveis mais quartzosos. Alguns exemplos de deformação rúptil na folha em apreço são significativos. Como exemplo tem-se o deslocamento dos estratos psamíticos/químicos existentes na margem direita do rio Meia Ponte, próximos à confluência com o córrego Pinguela Preta, originados por um falhamento de direção NW. Nos padrões de dobramento existentes na *Folha Goiânia*, é comum a existência de fraturas de alívio, horizontais, tanto no Complexo Granulítico Anápolis-Itaçu como nas rochas da cobertura meta-sedimentar (CPRM *op. cit.*).

CPRM (1994c), estudando a *Folha Nerópolis*, contígua à *Folha Goiânia*, ao norte, menciona a complexidade tectônica da área, que esteve sujeita a um tectônico intenso, entre os Eventos Jequié e Brasileiro. Este intenso tectonismo transcorrente está registrado nas “zonas de cisalhamento dúctil direcionais, contracionais e tensionais”. No trabalho mencionado, identificou-se uma superposição de três eventos de deformação e, em consequência, estabeleceram-se dois domínios estruturais para a folha em questão: o Domínio da Infra-Estrutura (integrando àquelas estruturas relacionadas ao Complexo Granulítico Anápolis-Itaçu e Granitóides  $\gamma$  1) e o Domínio da Supra-Estrutura (estruturas relacionadas às rochas do Grupo Araxá-Sul de Goiás).

CPRM (1994b), analisando a *Folha Leopoldo de Bulhões*, limite leste da *Folha Goiânia*, também ressalta a tectônica transcorrente, que afetou a área e provocou cisalhamentos direcionais, contracionais transpurrões e estruturas embricadas. Neste trabalho, foi usado o mesmo procedimento de CPRM (1994c), estabelecendo os Domínios da Infra-Estrutura e da Supra-Estrutura.

CPRM (1994d), observa que na *Folha Anápolis*, minimamente representada na área de pesquisa, limite leste da *Folha Nerópolis*, também se verifica um intenso tectonismo transcorrente. Nesta folha, os autores mencionam que as

coberturas laterítica e de latossolo, associadas à falta de levantamento aerogeofísico, dificultaram a integração dos dados estruturais.

CPRM (1997), para a *Folha Itaberaí*, limite oeste da *Folha Nerópolis*, compartimenta a área em três domínios - I, II e III -, os dois últimos com duas subdivisões cada, sendo que o alto curso da bacia hidrográfica do rio Meia Ponte encontra-se no Domínio Ia (leste). Este domínio caracteriza-se por apresentar “zonas de cisalhamento transcorrente oblíquo, de direção predominantemente EW e NW-SE, interceptadas por uma tectônica dúctil-rúptil estreitamente espaçada, de direção NE-SW”.

A síntese da geologia estrutural evidencia que a área foi palco de intensos eventos cizalhantes, conforme demonstrado na FIGURA 3.3 / ENCARTE 3.2, que se refletem na paisagem e no condicionamento das drenagens. HASUI & COSTA (1991), ao abordarem “zonas e cinturões de cisalhamento”, relacionam zonas de cisalhamento a deslocamentos de blocos rúpteis ou dúcteis.

### 3.1.3 Geomorfologia

MAMEDE (1999) apresenta uma compartimentação geomorfológica para o Estado de Goiás com base na morfologia e nos processos evolutivos dos modelados. Segundo a autora, trata-se de um detalhamento da síntese geomorfológica da região Centro-Oeste (MAMEDE 1993). Na compartimentação geomorfológica da área de pesquisa (FIGURA 3.4 / ENCARTE 3.3), adotou-se MAMEDE *et al.* (1983) e MAMEDE (1999).

Segundo esta nova proposta, o Estado de Goiás possui seis regiões geomorfológicas e 20 unidades, estando a bacia hidrográfica do rio Meia Ponte inserida no contexto das regiões geomorfológica do Planalto Central Goiano (Unidade Planalto do Alto Tocantins – Paranaíba); das Superfícies Aplanadas (Unidade Superfície de Goiânia) e dos Planaltos Areníticos – Basálticos Interiores (Unidade Superfície do Planalto Rebaixado da Bacia do Paraná). O alto curso da bacia hidrográfica do rio Meia Ponte encontra-se distribuído nas unidades Planalto do Alto Tocantins – Paranaíba e Superfície de Goiânia (MAMEDE 1999) - e Terraços e Planícies Fluviais (MAMEDE *et al.* 1983).

A região do Planalto Central Goiano, segundo a compartimentação geomorfológica de MAMEDE *et al.* (1983), referente ao Projeto RadamBrasil, foi subdividida em quatro unidades: Planalto do Distrito Federal, Planalto do Alto Tocantins-Paranaíba, Planalto Rebaixado de Goiânia e Depressões Intermontanas. Posteriormente, MAMEDE (1993) classificou o Planalto Central Goiano como unidade geomorfológica da Região do Divisor Tocantins – Paraná<sup>6</sup>, subdividido em Planalto do Distrito Federal, Planalto de Cristalina-Patrocínio, Planalto do Alto Tocantins-Paranaíba, Complexo Montanhoso Veadeiros-Araí e Chapadas do Alto Maranhão. Atualmente, MAMEDE (1999) subdivide a região do Planalto Central Goiano em cinco unidades, “por reproduzirem modelados peculiares, que retratam as estreitas relações estruturais com feições realçadas pela erosão” MAMEDE (1999 p. 18).

MAMEDE *et al.* (1983, p. 20) afirmam que a compartimentação do Planalto Central Goiano caracteriza-se por apresentar “níveis topográficos distintos e com características próprias, mas ligados entre si por traços genéticos comuns”. Segundo NASCIMENTO (1992), o planalto está esculpido sobre rochas pré-cambrianas, cuja estruturação é reflexo dos fenômenos geológicos a que esteve submetido, evidenciando formas de relevo variadas.

A unidade denominada de Planalto do Alto Tocantins-Paranaíba, integrante contexto da bacia hidrográfica do rio Meia Ponte, ocorre sobre rochas do Grupo Araxá e do Complexo Goiano. MAMEDE (1993, p. 111) afirma que o referido planalto, assim como o Complexo Montanhoso Veadeiros – Araí e as Chapadas do Alto Maranhão, “formam conjuntos de relevos muito dissecados, com altitudes que variam de 800m a 1650m. Os relevos dessas unidades são tipicamente estruturais, influenciados por dobramentos, falhamentos e intrusões”. A autora também apresenta

---

<sup>6</sup> Esta região foi subdividida em Planalto Central Goiano e Planalto Rebaixado de Goiânia.

algumas feições<sup>7</sup> que indicam um controle estrutural sobre os modelados e comenta sobre a ocorrência de níveis de aplanamento no topo e entre estas feições.

A região das Superfícies Aplanadas, segundo MAMEDE (1999), caracteriza-se por apresentar superfícies planas e baixas, localizadas na periferia ou entre planaltos, estando sua origem relacionada com a ação erosiva que incidiu sobre as bacias sedimentares. A região subdivide-se em seis unidades, sendo que destas apenas a Superfície de Goiânia está relacionada com o alto curso da bacia hidrográfica do rio Meia Ponte.

A Unidade Superfície de Goiânia, antigo Planalto Rebaixado de Goiânia, conforme MAMEDE *et al.* (1983), representa um planalto rebaixado e dissecado, elaborado predominantemente sobre rochas do Grupo Araxá, no segmento centro-sul da bacia hidrográfica do rio Meia Ponte e de rochas do Complexo Goiano no segmento centro-norte (MAMEDE 1993 e 1999; NASCIMENTO 1992). As cotas altimétricas variam entre 600m e 850m, apresentando interflúvios amplos, além de topos convexos e tabulares.

Nesta superfície, ocorrem dois tipos de modelados de dissecação: o tabular e o convexo, predominando o primeiro, o qual apresenta uma cobertura detrítica originada por processos de colúviação ou de pedimentação (MAMEDE *et al.*, 1983).

Terraços e Planícies Fluviais referem-se às formas de acumulação do rio Meia Ponte não representadas na escala ao milionésimo, descritas por MAMEDE (*op. cit.*).

IBGE (1994) e CASSETI (1992) realizaram compartimentações geomorfológicas da área urbana da cidade de Goiânia e do Aglomerado Urbano de Goiânia (correspondente à sua área metropolitana). CASSETI (*op.cit.*) subdividiu a cidade de Goiânia em cinco unidades: Planalto Dissecado de Goiânia, Chapadões de Goiânia, Planalto Embutido de Goiânia, Terraços e Planícies da Bacia do Rio Meia

---

<sup>7</sup> Alinhamentos de cristas, *hogback*, facetas triangulares, escarpas monoclinais, escarpas adaptadas a falhas, patamares estruturais, bordas de sinclinais suspensas, bordas de anticlinais escavadas e estruturas circulares ou elipsoidais.

Ponte e Fundos de Vale. Como estes trabalhos referem-se a uma área de abrangência inferior àquela objeto desta tese, são utilizados apenas como referência.

### 3.1.3.1 Evolução do relevo

MAMEDE *et al.* (1983), ao tratarem da evolução do relevo da *Folha SE-22 – Goiânia*, afirmam que a diversidade litológica, em resposta aos processos erosivos, resultou na diversidade de “feições geomorfológicas” do Planalto Central Goiano, bem evidenciada, principalmente, na estruturação das subunidades do Planalto do Distrito Federal, Planalto do Alto Tocantins-Paranaíba e Planalto Rebaixado de Goiânia, respectivamente do mais alto ao mais baixo.

PENA *et al.* (1975, *apud* MAMEDE *et al. op. cit.*, p. 377) consideram que a origem do Planalto Central Goiano “é resultado do soerguimento dômico imposto pela área positiva de dois arqueamentos.” Após a sedimentação da Formação Botucatu (Jurássico/Cretáceo), ocorreu a reativação dos soerguimentos, associada a falhas normais. Neste mesmo período geológico, derrames basálticos atingiram os limites do Planalto Central Goiano. Sobre esta superfície instalou-se outra fase de aplanamento, resultando a “superfície erosiva (...) pratinha de Almeida (1959)”.

O Planalto Central Goiano apresenta uma história de fases erosivas e deformacionais do Pré-Cambriano ao Cretáceo, sendo a deposição do Grupo Bauru sob a superfície Pratinha um marco desta primeira fase. Posteriormente, em tempos pós-terciários, novas fases de soerguimentos e de erosão provocaram profundas modificações nesta unidade (MAMEDE *et al. op. cit.*).

Sob o Planalto do Alto Tocantins – Paranaíba, MAMEDE (*et al. op. cit.*) identificaram uma superfície topográfica com cotas de 1000m a 1200m, formada por variadas litologias pertencentes aos Grupos Bambuí, Ibiá, Araxá e Complexo Goiano, interpretada como nivelada mediante a ação de agentes erosivos. Os autores também identificaram esta superfície na *Folha SD-22 – Goiás* e lhe atribuíram a idade correspondente ao Terciário Médio, considerando também a continuidade da *Folha SE-22-Goiânia*. Sob esta superfície ocorrem dois tipos de depósitos: (1)

concreções ferruginosas, que resultam em feições semelhantes a bancadas, e (2) fragmentos de rocha (pavimentos detríticos).

Os autores apresentam alguns exemplos destes depósitos, sendo que na área em pesquisa na presente tese existem bons afloramentos desta superfície, principalmente do segundo tipo.

O Planalto Rebaixado de Goiânia, unidade onde está inserida a maior parte da presente pesquisa, segundo MAMEDE (*et al. op. cit.*, p.379), é um “nível intermediário de natureza desnudacional entre o Planalto do Alto Tocantins-Paranaíba e o compartimento rebaixado do Planalto Setentrional da Bacia do Paraná.”

Uma das características marcantes do Planalto Rebaixado de Goiânia é o truncamento das rochas do Complexo Goiano e do Grupo Araxá, sobreposto por uma cobertura detrítica-laterítica, evidenciada na área em pesquisa. Sobre esta cobertura desenvolveram-se Latossolos Vermelho-escuros (MAMEDE *et al. op. cit.*).

Os depósitos clásticos presentes no Planalto Rebaixado de Goiânia, responsáveis por sua manutenção, estão relacionados a uma morfogênese de Savana (MAMEDE *et al. op. cit.*). Estes apresentam dois exemplos para ilustrar estas coberturas, afirmando que sua presença fornece indícios de que o planalto esteve sob um clima de semi-aridez, associando os clastos grosseiros a um regime torrencial. Estes depósitos referem-se àqueles identificados como Coberturas Detrito-Lateríticas Plio-Pleistocênicas e Pleistocênicas.

Entre o Planalto do Alto Tocantins-Paranaíba, sob o qual existe um pediplano de idade correspondente ao Terciário-Médio, e o Planalto Rebaixado de Goiânia, onde também existe um pediplano com idade possivelmente posterior ao Terciário Médio, ocorre um pedimento ligando estas unidades, indicando uma independência entre elas e, principalmente, referenciando a idade mais jovem do Planalto Rebaixado. Entre o Planalto Rebaixado de Goiânia e as Depressões

Intermontanas<sup>8</sup> existe uma superfície coalescente, talvez em consequência da ação de processos erosivos semelhantes (MAMEDE *et al. op. cit.*).

A complexidade do Planalto Rebaixado de Goiânia, no que se refere à sua evolução, está condicionada a eventos morfoclimáticos subseqüentes aos processos de tectonismos pós-cretácicos (soerguimentos), acentuadamente ao escalonamento topográfico, assim como às várias feições geomorfológicas (MAMEDE *et al. op. cit.*).

Em síntese, (MAMEDE *et al. op. cit.*) sugeriram um pediplano de idade correspondente ao Terciário Médio ocorrendo nos Planaltos do Distrito Federal e do Alto Tocantins-Paranaíba, assim como um pediplano de idade Neopleistocênica no Planalto Rebaixado de Goiânia, coalescente com as Depressões Intermontanas.

A paisagem pleistocênica do território brasileiro modelou-se sob a ação da degradação lateral associada a um clima semi-árido (glacial) e à dissecação, associada a clima úmido (interglacial), sendo que, nos períodos de mudanças climáticas, os processos erosivos seriam mais intensos (BIGARELLA 1994). BIGARELLA *et al.* (1965) apresentam um esquema de evolução das vertentes no contexto das variações climáticas (FIGURA 3.5). Esta abordagem, assim como a de BIGARELLA & AB`SABER (1964) para a morfogênese do território nacional, é morfoclimática.

CASSETI (1994) sintetiza os eventos que ocorreram no Cenozóico e relaciona-os às feições correspondentes (TABELA 3.1). Este autor menciona que o relevo é resultante de formas endógenas e exógenas, ressaltando que, na abordagem do relevo atual, “os fatores internos ficam em segundo plano”.

MAMEDE (1999) observa que a evolução do relevo na região centro-oeste está fundamentada em três fatores: altimetria, cronologia e gênese. A autora cita AB`SABER (1972), PENTEADO (1976), MAMEDE *et al.* (1981 e 1983), MAURO *et al.* (1982) e NOVAIS (1985) como autores que adotam esta linha.

---

<sup>8</sup>MAMEDE, NASCIMENTO & FRANCO (1981) indicam que a esculturação das Depressões Intermontanas decorre de uma pediplanação neopleistocênica.

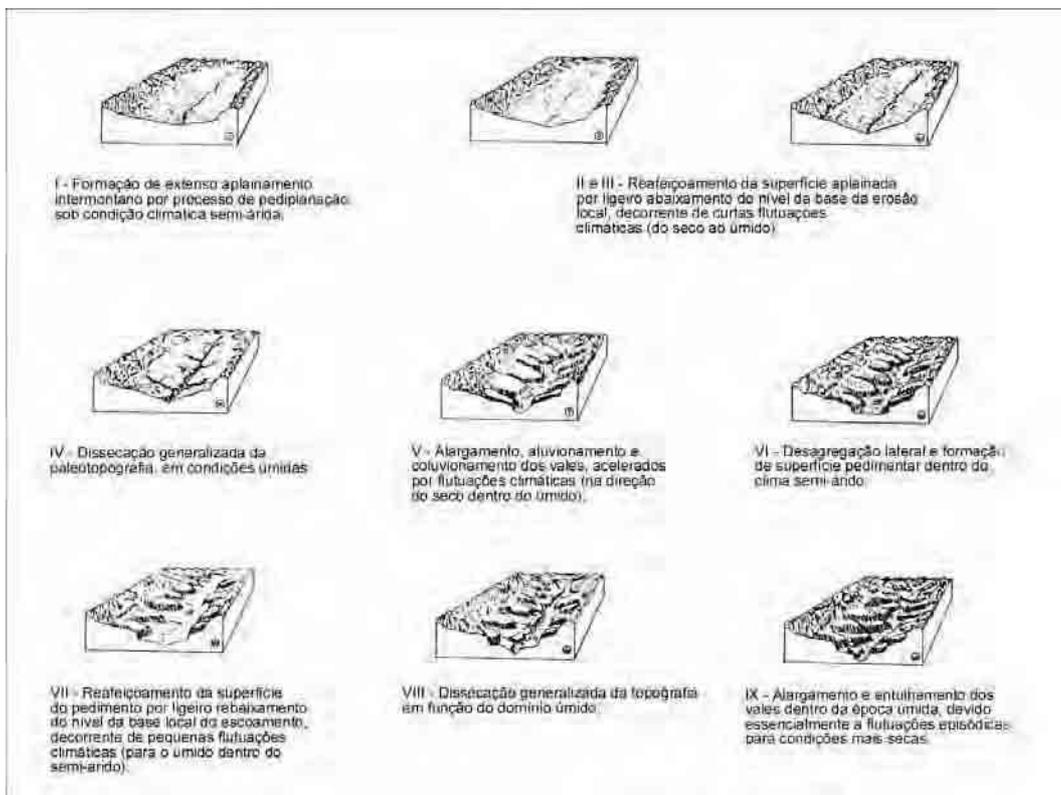


FIGURA 3.5 – Proposta para evolução das vertentes (BIGARELLA *et al.* 1965).

Segundo HASUI (1990), a morfogênese da paisagem brasileira é decorrente de processos tectônicos, erosão e sedimentação, alinhando-se com ALMEIDA (1976), cuja abordagem é a mais identificada com os postulados davisianos.

MAMEDE (1999), estudando a bacia do córrego Taquara, Distrito Federal, ressalta que a instalação das drenagens e a compartimentação geomorfológica estão condicionadas a fatores “litoestruturais, bioclimáticos, às formações superficiais, à dinâmica atual e às etapas da morfogênese”, sendo que estas últimas são responsáveis pelo mascaramento das evidências das variações climáticas do Pleistoceno. Segundo a autora, no Plio-pleistoceno houve a organização superficial das drenagens. Na obra em questão, foi elaborado um processo geomorfogenético de quatro fases para a bacia do referido córrego, com algumas observações referentes ao final do Eoceno – Oligoceno Superior e Final do Oligoceno – Mioceno Médio, considerando as interpretações paleoclimáticas de BARBERI (1994), e corroborando com PENTEADO-ORELLANA (1980) no que se refere à caracterização do paleoclima brasileiro no Quaternário:

TABELA 3.1- Eventos Cenozóicos e Feições Associadas (CASSETI 1994)

Mlhões de anos		CRONOLOGIA			Fases glac. e interg.	Clima	Comportamento da crosta	Eventos	Feições correlativas
		Sistema Períodos	Série Época						
0.01		Q U A T E R C I O	Holoceno	P L E I S T O C E N O		Úmido		Entalhamento da drenagem e coluvionamento . Deposição à montante de soleiras locais .	Várzeas rampas colúvio-aluvionais soto pontos baixos terraços colúvio-pedogenizados inumando paleopavimentos
					Würm	Semi-Árido	Pequena reativação (?), que teria marcado o Holoceno (Moraes Rego,1943).	Morfogênese mecânica pouco pronunciada com formação de alvéolos .	Terraços erosionais . Níveis de baixo terraço com cascalhos retrabalhados .
					R-W Interglac.	Úmido		Entalhamento da drenagem e coluvionamento .	
					Riss	Semi-Árido		Morfogênese mecânica pouco pronunciada c/ formação e alargamento de alvéolos .	Níveis de baixos terraços com cascalho.
					M.R Interglac	Úmido		Entalhamento da drenagem . Sedimentação à montante de soleiras locais .	
					Mindel	Semi-Árido		Morfogênese mecânica com discreta pedimentação	Níveis de terraços correspondentes a pavimentos detriticos (pedimentos)
					G.M Interglac	Úmido		Entalhamento da drenagem . Sedimentação à montante de soleiras locais	
					Gunz	Semu-Árido	Fase de quiescência c/ posterior recrudescimento Fenômeno epirogênico pronunciado.	Morfogênese mecânica c/ pediplanação . Provável reativação de falhas antigas .	Pediplanos intermontanos . Depressões interplanálticas .Níveis de erosão embutidos
						Alternância climática			
						Aridez pronunciada	Fase de quiescência tectônica sucedida de compensação isostática.	Pediplanação generalizada com encouraçamento ferruginoso , em ambiente de savana .	Superfície de cimeira do grande divisor Amazônico-São Franciscano e testemunhos residuais (níveis de cimeira).
1.8	NEOGENO	Plioceno							
5.0	PALEOGENO		Mioceno						
55.0									
65.0			Oligoceno Eoceno						
			Paleogeno						

- Final do Eoceno - Oligoceno Superior: ocorrência de pediplanação, formação de pavimentos detríticos, escoamentos superficiais temporários, clima predominantemente mais seco do que o atual.
  
- Final do Oligoceno – Mioceno Médio: predomínio do intemperismo químico (pediplanação, formação de latossolos a partir da pedogenização de depósitos de colúvios), escoamento superficial, clima quente e úmido.
  
- Primeira Fase (21. 450 +/- 100 anos A. P. – 7.220 +/- 50 anos A. P.): na primeira fase, o ambiente é mais seco que o atual, caracterizando-se por processos de pedimentação que alargaram os vales. Os sedimentos detríticos produzidos depositaram-se nas encostas e nos fundos dos vales.
  
- Segunda Fase (7.220+/-100 anos A. P. – 4.500 anos A. P.): na segunda fase, ocorrem colúviação e escoamento superficial, sendo os vales preenchidos por sedimentos finos e matéria orgânica. A soleira localizada à montante da confluência dos córregos Taquara/Gama favorece a retenção de sedimentos. Na base das formações superficiais, formam-se alteritas. Como consequência do clima úmido desta segunda fase, os vales foram aprofundados, favorecendo a instalação de florestas de galeria. Os depósitos secundários relacionados à segunda fase são aluviões ricos em níveis de matéria orgânica e colúvios. (MAMEDE 1999)
  
- Terceira Fase (4.500 anos A.P. – 2.540 anos A.P.): a terceira fase é marcada por um clima mais seco que o anterior, no qual ocorreram fluxos torrenciais responsáveis pelos leques aluviais e pelo transporte dos sedimentos de níveis superiores, que depositaram-se “sobre as planícies anteriormente formadas”. Nesta fase, eventos neotectônicos influenciaram na modelagem da paisagem.
  
- Quarta Fase (a partir de 2.500 anos A.P. - presente): na quarta fase, o clima corresponde ao atual, caracterizando-se por processos erosivos, entalhamento dos

talvegues e das rampas de colúvos. Em termos florestais, esta fase marca o adensamento do cerrado e a expansão da floresta de galeria (MAMEDE *op. cit.*). A TABELA 3.2 /ANEXO 3.1 apresenta um resumo da geomorfogênese da bacia do córrego Taquara/DF.

#### 3.1.4 Solos

A caracterização dos solos no alto curso da bacia hidrográfica do rio Meia Ponte foi realizada com base em NOVAES *et al.* (1983), em escala 1: 1.000.000, visto que não se encontrou outro trabalho com a abrangência necessária (FIGURA 3.6 / ENCARTE 3.4). A seguir são apresentadas as associações<sup>9</sup> de solos presentes na área em pesquisa:

- 1 - Latossolo Vermelho-Escuro distrófico (Latossolo Vermelho-Escuro distrófico + Latossolo Roxo distrófico; Latossolo Vermelho-Escuro distrófico + Podzólico Vermelho- Amarelo distrófico);
- 2 - Latossolo Roxo distrófico (Latossolo Roxo distrófico + Latossolo Vermelho-Escuro distrófico).

Latossolos são solos pobres em sílica, nos quais os processos de intemperismo produzem caulinita, hematita, goethita e gibbsita a partir dos minerais primários, sendo o solo mais freqüente do bioma Cerrado (46%), ocorrendo freqüentemente em formas de relevo com topografia plana, principalmente chapadas, podendo também ocorrer em encostas suave-onduladas associadas a rochas basálticas e areníticas (REATTO *et al.* 1998).

Estes solos minerais apresentam uma profundidade geralmente superior a dois metros, com os horizontes A, B e C apresentando coloração de vermelho-escuro a amarelada. Em termos texturais, os latossolos geralmente apresentam a fração silte variando entre 10% e 20%, enquanto a argila pode variar entre 15% e 80%. Os latossolos, quando utilizados de forma inadequada, podem resultar em

---

<sup>9</sup> Segundo NOVAES *et al.* (1983), nas associações apresentadas, em primeiro lugar é mencionado o solo predominante (extensão) ou, em casos de igualdade, aquele de maior importância agrícola.

processos erosivos significativos, além de formarem sulcos e voçorocas (REATTO *et al. op. cit.*).

REATTO *et al. (op. cit.)* apresentam uma série de características para os latossolos, especialmente duas tabelas, uma contendo características morfológicas e físicas para os diferentes latossolo do bioma Cerrado e outra contendo características mineralógicas e químicas, que devem ser vistas.

3 - Podzólico Vermelho-Amarelo eutrófico (Podzólico Vermelho-Amarelo eutrófico + Terra Roxa estruturada; Podzólico Vermelho-Amarelo eutrófico + Cambissolo + Podzólico Vermelho-Amarelo distrófico).

4 - Podzólico Vermelho-Amarelo distrófico latossólico

Uma das características marcantes do solo podzólico é o fato de aumentar o teor de argila com a profundidade ou a migração desta do horizonte A para o B, evidenciado pela presença de um filme de argila (cerosidade). (RESENDE *et al.*1988, *apud* REATTO *et al. op. cit.*). Estes solos minerais, nos quais o óxido de ferro possui teores inferiores a 15%, apresentam uma coloração avermelhada com tonalidades escuras (OLIVEIRA *et al.* 1993, *apud* REATTO *et al. op. cit.*). Quando o horizonte B possui mais argila que o horizonte A (gradiente textural), pode apresentar problemas graves de erosão, acentuadamente em relevos ondulado e forte-ondulado, nos quais a cobertura vegetal foi retirada (REATTO *et al. op. cit.*).

5 - Cambissolo distrófico (Cambissolo distrófico + Podzólico Vermelho - Amarelo distrófico + Cambissolo álico; Cambissolo distrófico + Podzólico Vermelho-Amarelo distrófico + Solos Litólicos distróficos).

Os cambissolos possuem altos teores de silte e de minerais primários, o que indica um baixo grau de intemperismo, mas, mesmo assim, apresentam cor e estrutura características, além de uma profundidade que varia entre 0,2m e 1m. Duas características importantes para identificá-los em campo são a presença de micas e sua sedosidade ao tato, em razão do silte (REATTO *et al. op. cit.*).

Em termos de coloração, o horizonte superficial dos cambissolos é bruna-amarelada, passando a vermelho-amarelado em subsuperfície. A textura varia de muito argilosa a franco-arenosa, podendo ou não conter cascalho. Estes solos

ocorrem predominantemente em relevos de ondulado a forte-ondulado. Quando presentes em áreas de relevo íngreme ou raso, os Cambissolos devem ser destinados a áreas de preservação permanente, evitando os processos erosivos (REATTO *et al. op. cit.*).

#### 6 - Glei Pouco Húmico eutrófico (Glei Pouco Húmico eutrófico + Laterita Hidromórfica distrófica + Solos aluviais eutróficos)

Glei são solos hidromórficos, que ocorrem em áreas mal ou muito mal drenadas, associadas a ambientes inundáveis, geralmente várzeas, caracterizando-se por uma camada / horizonte de coloração escura, em razão da matéria orgânica, sobreposta a um solo de coloração acinzentada. As características do horizonte A determinam a distinção entre Glei Húmico (horizonte A com espessura mínima de 20cm, rico em matéria orgânica), Glei Pouco Húmico (horizonte A pobre em matéria orgânica e conseqüentemente mais claro) e Hidromórfico Cinzento (horizonte A apresentando textura arenosa ou média) (REATTO *et al. op. cit.*).

O Gleissolo origina-se a partir da deposição de sedimentos aluviais em um ambiente rico em matéria orgânica e sujeito a processos de oxi-redução. Uma prática muito comum em áreas com Gleissolo é a drenagem, totalmente desaconselhável, uma vez que estas áreas “tendem a encrostar e endurecer, perder matéria orgânica e apresentar caráter tiomórfico (presença de quantidades elevadas de sulfetos e/ou sulfatos), tornando-se fortemente ácidos” (REATTO *et al. op. cit.*, p. 82). Um exemplo desta situação na área de pesquisa pode ser visto na margem direita do rio Meia Ponte, próximo aos setores Balneário Meia Ponte e Recanto do Bosque, onde a drenagem da planície de inundação, objetivando loteamentos e áreas de cultivo, está provocando o endurecimento do solo.

Aluviais são solos não-hidromórficos (comumente associado a solos hidromórficos), que têm sua origem relacionada com sedimentos aluviais recentes, ocorrendo junto a rios e várzeas, apresentando drenagem boa até 50cm de profundidade, sendo que, a partir daí, podem apresentar uma coloração compatível com o hidromorfismo (NOVAES *et al.* 1983).

Na área em pesquisa, este tipo de solo ocorre no contexto da planície aluvial do rio Meia Ponte, na margem esquerda, à jusante da ponte sobre a

avenida Perimetral e à montante da ponte sobre a BR - 153, além de um segmento junto ao córrego Capivara, à montante do Campus II da UFG.

#### 7 - Solos Litólicos distróficos (Solos Litólicos distróficos + Cambissolo)

São solos formados à base de fragmentos de rocha (grânulos, seixos e blocos), de pouca profundidade, menos de 50 cm, portanto rasos, quase sempre sobre afloramentos de rocha. Comumente ocorrem em regiões de relevo acidentado. A rocha que dá origem a este solo influencia profundamente suas características químicas. (REATTO *et al. op. cit.*).

### 3.2 Vegetação

O bioma Cerrado, segundo em área no Brasil, corresponde a aproximadamente 23% do território nacional, apresentando características peculiares e um clima bem definido. RIBEIRO & WALTER (1998) comentam sobre algumas confusões que ocorrem em razão de três formas de utilizações da palavra cerrado, mais precisamente Cerrado, que se refere ao bioma predominante no Brasil Central, cerrado em sentido amplo, que reúne as formações savânicas e campestres do bioma, incluindo desde cerradão até campo limpo, e cerrado em sentido restrito, que designa um dos tipos fitofisionômicos que ocorrem na formação savânica. A obra em questão, além de atualizada, é uma fonte de consulta importante não apenas para quem já trabalha com o bioma Cerrado, mas, principalmente, para quem está se iniciando.

O bioma Cerrado é composto por formações florestadas, predominando espécies arbóreas com dossel contínuo ou descontínuo; savânicas, em que ocorrem árvores e arbustos sem a formação de dossel contínuo, sobre estrato gramíneo, e campestre, com presença predominante de espécies arbóreas herbáceas, além de algumas arbustivas, sem árvores (RIBEIRO & WALTER 1998).

EITEN (1994) salienta que fatores como o clima, as propriedades físico-químicas do solo, os nutrientes, a água e a compartimentação topográfica

influenciam na distribuição da flora, assim como outros elementos tais como latitudes, queimadas (frequência), ação antrópica e profundidade do lençol d'água.

RIBEIRO & WALTER (*op. cit.*) estabelecem onze tipos fitofisionômicos para o bioma Cerrado, divididos em formações florestais (mata ciliar, mata de galeria, mata seca e cerradão), formações savânicas (cerrado sentido restrito, parque de cerrado, palmital e vereda) e formações campestres (campo sujo, campo limpo e campo rupestre).

Na área que compreende a *Folha SE.22 - Goiânia*, onde está inserida a bacia hidrográfica do rio Meia Ponte, de acordo com MAGNAGO *et al.* (1983), existem dois tipos de coberturas vegetais - natural e antrópica - sendo que a primeira apresenta três regiões fito-ecológicas: Savana (Cerrado), Floresta Estacional Semidecidual e Floresta Estacional Decidual, além de uma região de Tensão Ecológica (FIGURA 3.7/ENCARTE 3.5). Ressalte-se que a cobertura vegetal natural na época do levantamento correspondia a 90.153Km<sup>2</sup>, enquanto a cobertura vegetal antrópica era de 191.059Km<sup>2</sup>.

Nesta tese, optou-se por adotar MAGNAGO *et al.* (1983) como referência por dois motivos: (1) por ter sido este trabalho também utilizado na caracterização do meio físico e (2) por ser a única fonte, até o momento, na qual é possível a obtenção de informações quantitativas e qualitativas sobre a vegetação desta bacia hidrográfica, mesmo com as problemáticas decorrentes da escala utilizada.

Apesar de a área da bacia possuir pouca cobertura vegetal natural, é apresentada a seguir uma síntese das unidades presentes no alto curso da bacia hidrográfica do rio Meia Ponte, principalmente em razão de que as áreas com cobertura vegetal antrópica resultam da descaracterização daquelas.

### 3.2.1 Savana (Cerrado)

A ação antrópica alterou profundamente esta região fito-ecológica, principalmente com a pecuária e a agricultura, acentuadamente próximo aos municípios de Bela Vista de Goiás, Aparecida de Goiânia e Goiânia. Esta unidade

caracteriza-se por ocorrer em áreas de solos pobres, bastante lixiviados, concrecionários em algumas ocasiões. MAGNAGO *et al.* (*op. cit.*, p. 581) comentam que as diferentes unidades fisionômicas identificadas na região de Savana (Cerrado) devem-se a fatores litológicos e morfoclimáticos.

A região da Savana foi generalizada como denominação para várias formações herbáceas de zonas neotropicais, intercaladas por pequenas plantas lenhosas, até arbóreas, em geral serpenteadas por florestas-de-galeria (MAGNAGO *et al. op. cit.*, p. 585).

Segundo VELOSO, (1983, *apud* MAGNAGO *et al. op. cit.*), a região fito-ecológica de Savana (Cerrado) é constituída por quatro fisionomias: cerradão, campo denso, campo cerrado e campo. O autor apresenta uma nova abordagem para os aspectos fisionômicos da região da Savana (Cerrado), sendo constituído por savana arbórea densa (Cerradão), savana arbórea aberta com ou sem floresta-de-galeria, savana gramíneo-lenhosa com ou sem floresta-de-galeria e savana parque com ou sem floresta-de-galeria, abordagem utilizada na presente tese. A FIGURA 3.8 apresenta um perfil esquemático das fisionomias da Savana (Cerrado).

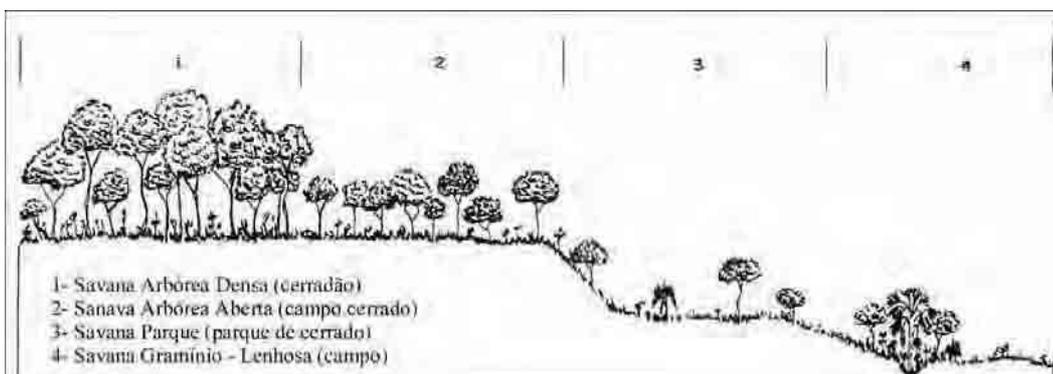


FIGURA 3.8 – Perfil Esquemático das Fisionomias da Savana (Cerrado) (MAGNAGO *et al.* 1983)

### 3.2.1.1 Savana Arbórea Densa (Cerradão)

Para VELOSO *et al.* (1974, *apud* MAGNAGO *et al. op. cit.*), a savana arbórea densa é formada por árvores com mais de cinco metros de altura<sup>10</sup>, caracterizando-se pelo fato de as copas destas árvores não se tocarem, pela falta de um estrato arbustivo definido e pela presença de gramíneas rasteiras, “onde freqüentemente se intercalam palmeiras anãs e plantas lenhosas.”

Estes autores apresentam de forma sintética a estratificação da Savana Arbórea Densa:

- Indivíduos de 8 a 12 metros de altura podendo alcançar de 15 a 18m de altura (andar arbóreo), predominando espécies como sucupira-branca (*Pterodon pubescens*), sucupira-preta (*Bowdichia virgilioides*), carvoeiro (*Sclerolobium paniculatum*), capitão (*Terminalia argentea*), ipês (*Tabebuia* spp.), jatobá (*Hymenaea courbaril*), jacarandá (*Machaerium* e *Dalbergia*) e paus-terra (*Qualea grandiflora*), dentre outros.
- Indivíduos de 4 a 8 metros de altura, ocorrendo principalmente muricis (*Byrsonima* sp.), lixeira (*Curatella americana*), oiti (*Licania humilis*) e paus-santo (*Kielmeyera* spp.). Neste estrato ocorrem também arvoretas, dentre estas marmelada-de-cachorro (*Alibertia edulis*), unha-de-vaca (*Bauhinia* dp.), além de cipós e palmeiras.
- Estrato vegetacional de menor porte, formado por algumas gramíneas, ceperáceas, bromélias, musáceas e samambaias.

### 3.2.1.2 Savana Arbórea Aberta (Campo Cerrado)

A Savana Arbórea Aberta é conhecida na região Centro-Oeste do Brasil como Campo Cerrado, sendo formada por árvores gregárias de pequeno porte associadas a uma cobertura gramíneo-lenhosa rala. Esta savana é semelhante à

---

<sup>10</sup> RIZZINI (1971, *apud* RADAMBRASIL 1983) afirma que a altura das árvores do Cerradão pode chegar a 18 metros)

Savana Arbórea Densa, com árvores de porte inferior, cuja altura média é de cinco metros (VELOSO & GÓES-FILHO 1982, *apud* MAGNAGO *et al.* 1982).

A Savana Arbórea Aberta possui algumas características bem peculiares, encontradas em qualquer área onde ela ocorra, composta principalmente, por árvores baixas, espaçadas e retorcidas, com copa bastante irregular, casca grossa e corticosa, folhas coriáceas e geralmente pilosas, podendo apresentar ou não floresta-de-galeria junto aos cursos d'água, fato que determina duas subformações, a Savana Arbórea Aberta com e sem floresta-de-galeria (MAGNAGO *et al. op. cit.*, p.592).

A Savana Arbórea Aberta sem floresta-de-galeria reveste principalmente os topos de serras, associando-se a solos do tipo Areias Quartzosas, Podzólicos, Litólicos e Cambissolos, tendo como árvores mais comuns os muricis (*Byrsonima* sp.), as lixinhas (*Davilla elliptica*), o barbatimão (*Stryphnodendron* sp.), o jatobá-do-campo (*Hymenaea stigonocarpa*), os ipês (*Tabebuia* spp.), os paus-terra (*Qualea* spp.), e a mangaba (*Hancornia speciosa*). A Savana Arbórea Aberta com floresta-de-galeria reveste interflúvios tabulares, associando-se a solos Podzólicos e Latossólicos distróficos, tendo como árvores mais comuns a envira-cana (*Xylopia* sp.), a jacareúba (*Calophyllum brasiliensis*), o ingá (*inga* s.p.), o pau-pombo (*Tapirira* sp.) e a palmeira buriti (*Mauritia* sp.).

### 3.2.1.3 Savana Parque

A Savana Parque é formada por um “tapete gramíneo-cespitoso com algumas árvores com altura média de 2 a 3 metros, quase sempre de uma só espécie”, podendo ou não apresentar floresta-de-galeria acompanhando os cursos d'água (MAGNAGO *et al.* 1983, p.593).

A Savana Parque sem floresta-de-galeria ocorre nos solos rasos e de baixa fertilidade que revestem topos e encostas de morros onde o tapete graminoso é formado por *Axonopus* sp., *Aristida* sp., *Tharasya* sp. e *Echinulaena inflexa*, enquanto o conjunto das arvoretas é à base de araticum (*Anona* sp.), muricis (*Byrsonima* sp.), paus-terra (*Qualea* sp.) e canela-de-ema (*Velloziaceae*).

A Savana Parque com floresta-de-galeria constitui-se de um tapete gramíneo-lenhoso com arvoretas de altura igual ou inferior a 3 metros, ocorrendo em solos de baixa fertilidade e tendo como árvores mais comuns o pau-santo (*Kielmeyera* sp.), o oiti (*Licania humilis*), o barbatimão (*Stryphnodendron* sp.), a araçá (*Psidium* sp.), o ipê-caraíba (*Tabebuia caraíba*) e o angiquinho (*Mimosa* sp.).

#### 3.1.1.4 Savana Gramíneo-Lenhosa

A Savana Gramíneo-Lenhosa caracteriza-se pelo fato de não apresentar uma fisionomia arbórea, constituindo-se de uma formação campestre entremeada de plantas lenhosas anãs (MAGNAGO *et al. op. cit.*, p.586). A cobertura arbórea, em alguns casos, pode aparecer na faixa de mata-de-galeria, junto às drenagens.

A Savana Gramíneo-Lenhosa sem floresta-de-galeria aparece em áreas de solos úmidos ou com altos teores de alumínio. As espécies graminóides presentes são baixas (30 a 50 centímetros de altura em média), destacando-se capim flecha (*Tristachya* sp.), agreste (*Panicum* sp.), flexinha (*Tristachya chysotryx*) e barba de bode (*Aristida pallens*).

A Savana Gramíneo-Lenhosa com floresta-de-galeria ocupa as planícies fluviais e áreas de inundação, associando-se a solos Glei pouco húmicos e laterita hidromórfica. Nos diques marginais podem ser encontrados envira (*Xylopia* sp.), ucuuba (*Virola* sp.), jacareúba (*Calophyllum* sp.), pau-pombo (*Tapirira* sp.), além de plantas higrófilas como mururé, junco e mijona. Em áreas onde o lençol freático é superficial, encontram-se gramíneas (camefitas e hemicriptófitas).

#### 3.2.2 - Região de Floresta Estacional Decidual

Esta região é semelhante à região anterior, sendo que nesta a decidualidade representa, no mínimo, 50% dos indivíduos dominantes. Na bacia hidrográfica do rio Meia Ponte, esta região é representada pela formação submontana, que está distribuída em parte do Planalto Rebaixado de Goiânia e das Depressão Intermontanas (MAGNAGO *et al. op. cit.*). A FIGURA 3.9 apresenta um perfil esquemático das fisionomias da Floresta Estacional Decidual.

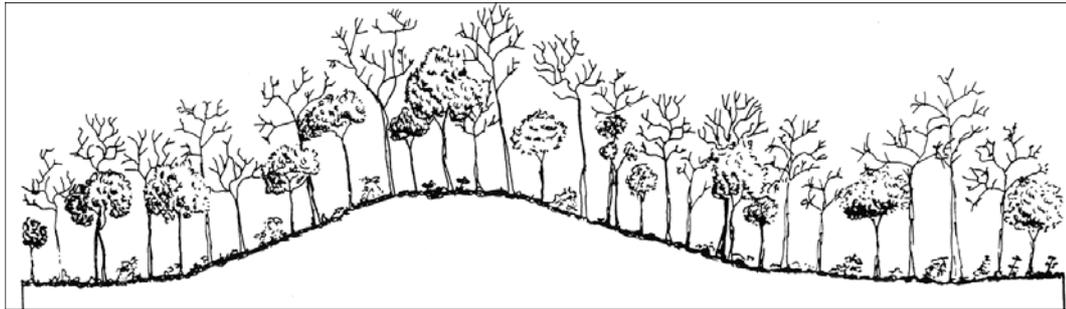


FIGURA 3.9 - Perfil Esquemático das Fisionomias de Floresta Estacional Decidual (MAGNAGO *et al.* 1983)

#### 3.2.2.1 Floresta Submontana

A Floresta Submontana recobre interflúvios planos e fortemente acidentados, associando-se a Latossolos Vermelho-Escuros distróficos, Terra Roxa Estruturada eutrófica, Podzólico Vermelho-Amarelo eutrófico e Cambissolo distrófico, estando intensamente descaracterizada pela ação antrópica. Também conhecida como floresta seca, apresenta árvores com alturas variando entre 20 e 25 metros de altura, destacando-se a aroeira (*Astronium urundeuva*), o angico (*Piptadenia* spp.), o cedro (*Cedrela fissilis*), os jacarandás (*Dalbergia* sp. e *Machaerium* sp.), os ipês-roxos (*Tabebuia roseo alba*), as paineiras-barrigudas (*Chorisia pubiflora*) e as juremas (*Mimosa* sp.).

#### 3.2.3 Áreas de Tensão Ecológica

De acordo com MAGNAGO (*et al.* 1983, p.599-600), estas áreas referem-se a “contatos onde formações de diferentes regiões ecológicas se interpenetram, constituindo encraves”. Na área da bacia hidrográfica do rio Meia Ponte, as áreas de tensão ecológica eram predominantes, tendo sido extintas ou intensamente modificadas pelo homem.

#### 3.2.4 Áreas Antropizadas

Nesta unidade, amplamente predominante na bacia em apreço, estão incluídas áreas de reflorestamento, de agricultura e de pastagem. Durante os trabalhos de campo para esta tese, observou-se a escassez de áreas com cobertura vegetal natural, havendo, entretanto, núcleos remanescentes desta cobertura alterados / descaracterizados pela ação antrópica, principalmente às margens do rio Meia Ponte e de alguns de seus afluentes.

### 3.3 Caracterização Climática

A caracterização climática do alto curso da bacia hidrográfica do rio Meia Ponte prescinde de uma breve abordagem na totalidade da bacia. O clima do bioma Cerrado, onde está inserida a referida bacia, é do tipo Aw de Köppen (tropical chuvoso), marcado por inverno seco e verão chuvoso, na qual a precipitação anual varia entre 750mm e 2000mm, concentrada no período de chuvas (outubro a março) (FIGURAS 3.10 a 3.13) (RIBEIRO & WALTER 1998).

Segundo MAGNAGO *et al.* (1983), a bacia hidrográfica do rio Meia Ponte localiza-se em uma área com cinco meses secos. Para MORAES (2000), a diversificação climática da bacia hidrográfica em apreço deve-se à compartimentação topográfica (variação altimétrica) e à grande extensão territorial. Este autor apresenta, com base em dados da INEMET, da EMBRAPA e da CPRM, mapas sobre as temperaturas máximas e mínimas, a evaporação e a precipitação na bacia, abrangendo o período de 1961 – 1999. Para o período em questão, a evaporação média anual é de 1433mm, enquanto a precipitação é de 1750mm. A temperatura mínima média anual é de 18,5<sup>o</sup>, e a máxima de 29,75<sup>o</sup>.

No Aglomerado Urbano de Goiânia, cuja área territorial encontra-se quase na totalidade na bacia em apreço, a temperatura média anual é de 21<sup>o</sup>C, sendo que em julho ocorrem as mínimas do inverno, 18<sup>o</sup> C, e em outubro as médias das máximas, 26<sup>o</sup>C.

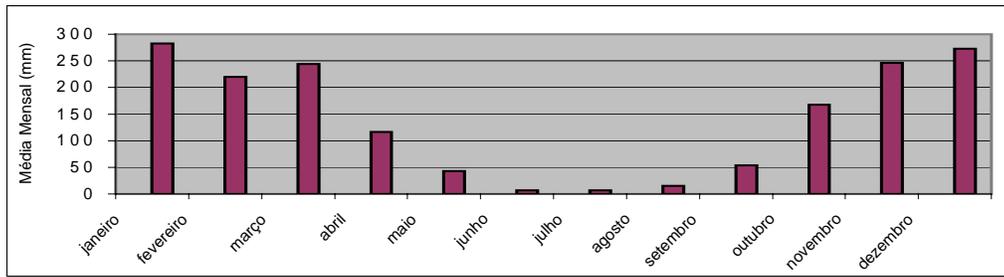


FIGURA 3.10 – Precipitação Pluviométrica Média Mensal da Estação Ouro Verde de Goiás, período entre 1973-1996

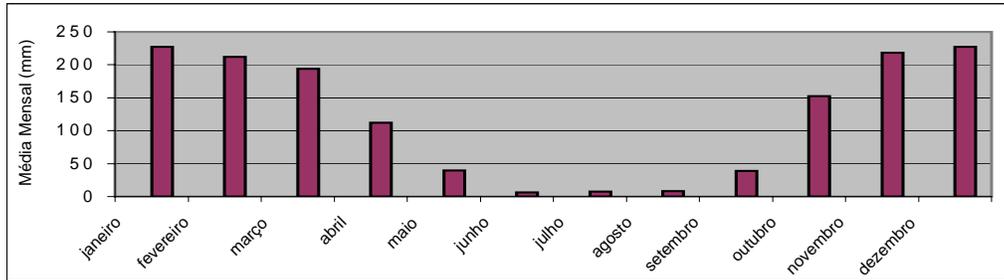


FIGURA 3.11 – Precipitação Pluviométrica Média Mensal da Estação Inhumas, Inhumas, período entre 1947-1996

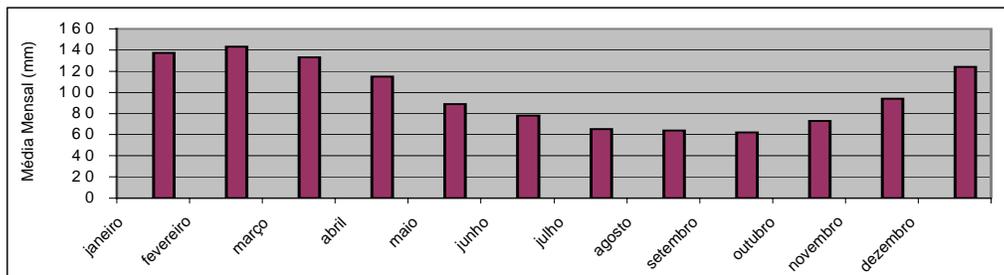


FIGURA 3.12 – Precipitação Pluviométrica Média Mensal da Estação Inhumas, Rio Meia Ponte, período entre 1947-1996

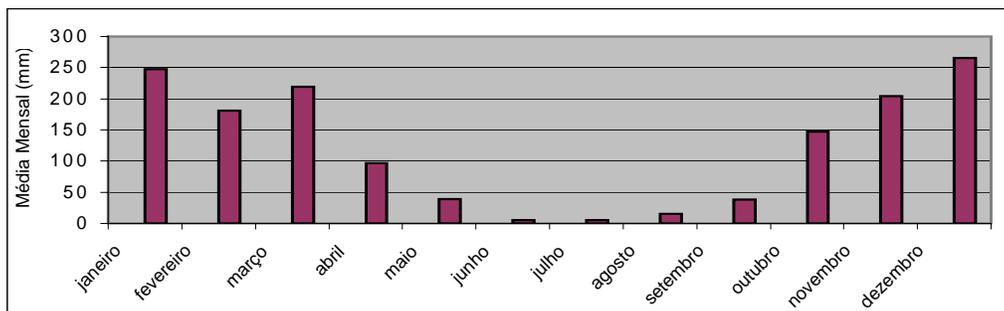


FIGURA 3.13 – Precipitação Pluviométrica Média Mensal da Estação Goianópolis, período entre 1973-1996

Nesta faixa tropical existem duas estações bem definidas - verão chuvoso, com precipitações que giram em torno de 300mm, e o inverno seco, com precipitações inferiores a 11mm. O Aglomerado Urbano de Goiânia encontra-se sob um clima do tipo subúmido/úmido, no qual ocorrem 4 a 5 meses secos, sendo observada uma pluviosidade média anual de 1550mm entre 1978/1988 (IBGE 1994)

A DBO (1997) apresenta uma compartimentação climática para o alto curso da bacia hidrográfica do rio Meia Ponte (TABELA 3.3). As variáveis utilizadas (precipitação, período seco, temperatura, índice hídrico, relação precipitação/evapotranspiração, tipo climático e cobertura vegetal) fornecem um quadro sintético e objetivo da organização climática da área em estudo.

TABELA 3.3 – Compartimentação Climática do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Meia Ponte ( DBO 1997)

Compartimento	Sub-divisão	Chuva (mm)	Período seco (mês)	Temperatura (°C)	Índice hídrico	Relação P/EP	Tipo climático	Cobertura vegetal
I – Extremo Setentrional	Ia – Oriental	1600 – 1700	3	20 – 21	> 80	> 1,70	Trop. Altitude Seco/Úmido	Mata Tropical Estacional/ Cerrado
	Ib – Ocidental	> 1800	4	22			Trop. Alternadamente Seco/Úmido	
II – Centro Meridional	IIa – Ocidental	1450 – 1600	4-5	21 – 22	50– 55	1,45 – 1,50		
	IIb – Central	1300 – 1400	5	22 – 23	30	1,25		
	IIc – Centro-Sul	1500 – 1600	4	23	40	1,35	Tropical Alternadamente Úmido e Seco	Mata Tropical Estacional / Cerrado
	IId – Oriental	1500	4	21 – 22	60	1,50 – 1,60		

Fonte: DBO (1997)

### 3.3.1 – Fluviometria

Os dados fluviométricos foram obtidos nas quatro estações distribuídas ao longo do alto curso do rio Meia Ponte - Inhumas, Montante de Goiânia, Jusante de Goiânia e Fazenda Bonita de Baixo (FIGURAS 3.14 a 3.17), abrangendo o período entre 1949 e 2001, com dados obtidos junto à CPRM.

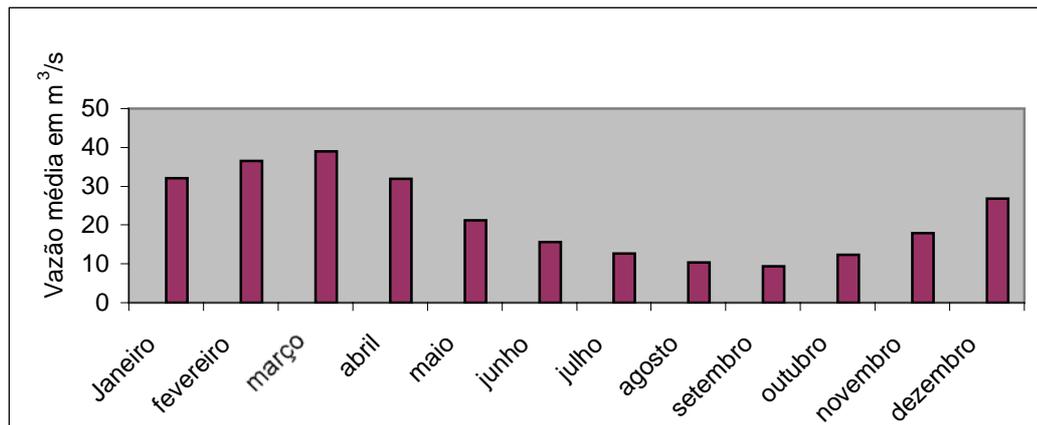


FIGURA 3.14 – Estação Inhumas: variação das vazões médias mensais obtidas para o período de 1949 – 1993.

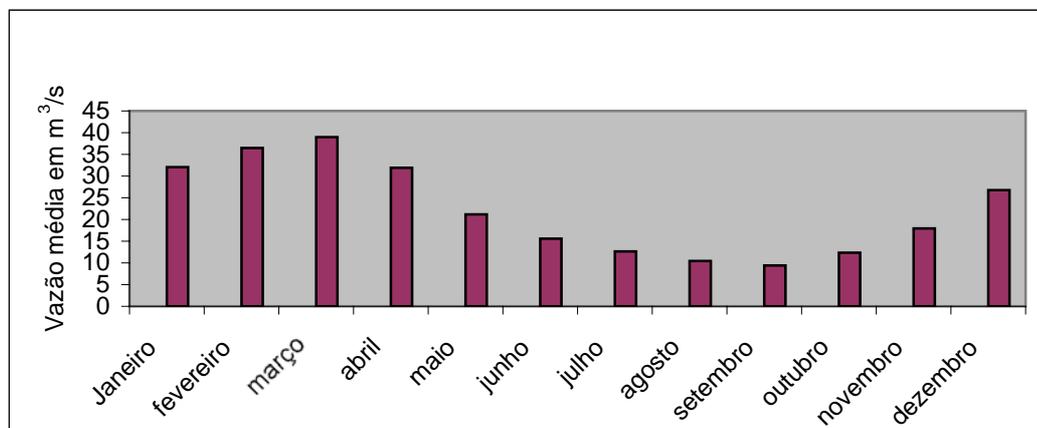


FIGURA 3.15 – Estação Montante de Goiânia: variação das vazões médias mensais obtidas para o período de 1949 – 1993.

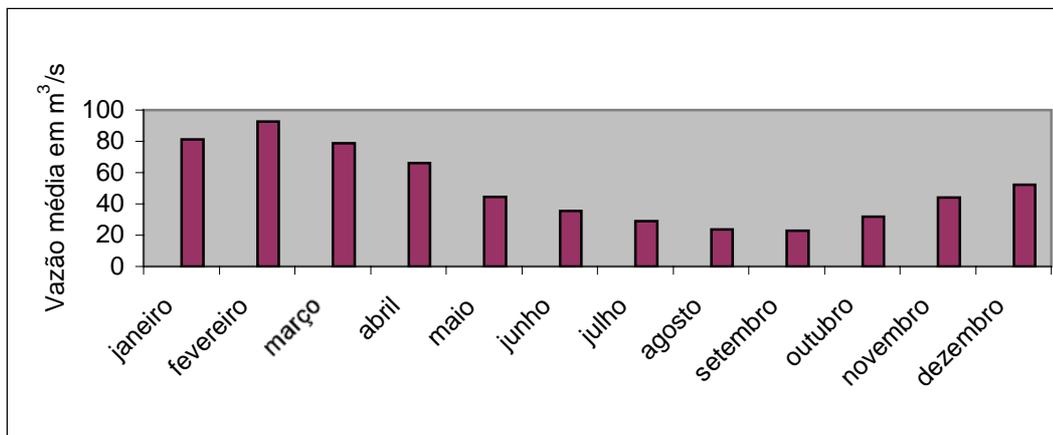


FIGURA 3.16 – Estação Jusante de Goiânia: variação das vazões médias mensais obtidas para o período de 1978 – 1983.

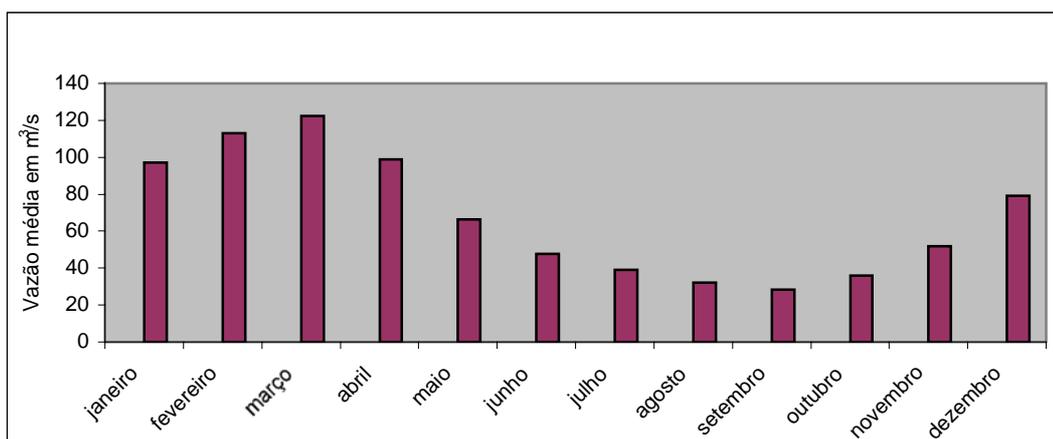


FIGURA 3.17 – Estação Fazenda Bonita de Baixo: variação das vazões médias mensais obtidas para o período de 1949 – 1993.

### 3.3.2 Predisposição para Enchentes a partir das Vazões Máximas

A DBO (*op. cit.*) determinou as vazões máximas associadas a enchentes para períodos de 10, 100 e 1000 anos, nas Estações Inhumas e Montante de Goiânia, a partir das vazões máximas observadas no período de 1965 a 1973 (Estação Inhumas) e 1976 a 1983 (Estação Montante de Goiânia) (TABELA 3.4).

A partir dos valores obtidos, verifica-se que as cheias mencionadas superaram em muito as vazões médias, causando um transbordamento significativo do canal do rio, causando “ danos ao meio ambiente e à comunidade.”

TABELA 3.4 – Vazões Máximas para 10, 100 e 1000 Anos nas Estações Inhumas e Montante de Goiânia.

Estação	Período	Qmed (m <sup>3</sup> /S)	Qcheia,10 (m <sup>3</sup> /S)	Qcheia,100 (m <sup>3</sup> /S)	Qcheia,1000 (m <sup>3</sup> /S)
Inhumas	1965 – 1973	6,73	55,32 (8 x maior que Qmed)	81,32 (12 x maior que Qmed)	107,34 (16 x maior que Qmed)
Montante de Goiânia	1976 – 1983	26,30	158,15 (6 x maior que Qmed)	223,19 (8 x maior que Qmed)	287,00 (11 x maior que Qmed)

Fonte: Adaptado da DBO (1997).

Os valores das vazões obtidas para as cheias de 10, 100 e 1000 anos não puderam ser trabalhados, em razão da falta da curva chave compatível com os dados apresentados.

## 4 OCUPAÇÃO DA ÁREA

O processo de ocupação da área de pesquisa está subdividido em quatro períodos, abordando a pré-história, o período dos grupos indígenas, do período colonial à inauguração de Goiânia (1727-1937) e da inauguração de Goiânia aos dias atuais (pós-1937).

### 4.1 A Pré-História

A área em pesquisa vem sendo ocupada desde a pré-história, conforme atestam os 42 sítios arqueológicos e pontos prováveis identificados até o momento (TABELA 4.1/ANEXO 4.1). Os assentamentos pré-históricos pertencem a grupos de ceramistas-horticultores, para os quais ainda não há datações absolutas. As datas mais próximas referem-se a pesquisas desenvolvidas nas proximidades da bacia hidrográfica do rio Meia Ponte (MELLO *et al.* 1996; SILVA *et al.* 1997), segundo as quais as idades mais antigas foram 2.280 +/- 60 anos A. P. e 1.220 +/- 50 anos A. P. respectivamente. Ainda não foram encontrados sítios de grupos de caçadores-coletores, o que poderia recuar ainda mais o início da ocupação da área em apreço.

A tecnologia dos grupos de horticultores-ceramistas permitia que estes grupos constituíssem aldeias e retirassem do meio ambiente o seu sustento. Acredita-se que estes grupos permaneciam em aldeias por um determinado tempo, abandonando-as quando a produtividade começava a decair. Assim, proporcionavam a recuperação natural destas áreas, sendo consenso que a tecnologia empregada não causaria danos ambientais significativos. Mesmo assim, conforme será abordado no Capítulo 7, estes grupos já fabricavam artefatos e interferiam sobre o meio ambiente, produzindo, conseqüentemente, depósitos tecnógenos induzidos e construídos. O início destes depósitos na área de pesquisa deve ter ocorrido, no mínimo, com grupos de horticultores, por volta de 1200 anos A.P.

MORAIS (1991) apresenta registros de modificações ambientais relacionados à presença humana. O autor estabelece que a primeira fase de impacto ambiental foi em decorrência do uso do fogo, resultando no aumento das taxas de erosão e de sedimentação. A segunda fase refere-se ao momento em que o homem deixa de ser nômade e torna-se

agricultor. A permanência de grupos humanos por períodos prolongados em determinadas áreas acarretou processos erosivos nos solos e alterações nos recursos hídricos. A terceira fase relaciona-se com a revolução industrial.

## 4.2 Grupos Indígenas

Segundo ATAÍDES (1998), a área pesquisada foi ocupada por grupos indígenas Kayapó do Sul. O autor menciona que estes grupos possuíam algumas práticas agrícolas básicas, como “a derrubada da vegetação, a queimada e, conseqüentemente, o plantio”, ressaltando que grande parte destes povos está integrada à natureza, desenvolvendo atividades e adotando procedimentos preservacionistas.

POSEY (1985), ao estudar as lavouras de grupos Kayapó do Norte, cita as práticas agrícolas planejadas destes grupos, mencionando algumas técnicas utilizadas visando a minimizar os processos erosivos.

POSEY (1986, *apud* RIBEIRO 1986) aborda a relação entre os Kayapós e o meio ambiente, citando práticas conservacionistas inseridas no contexto do que atualmente é denominado de sustentabilidade. O autor menciona também que estes grupos tinham como procedimento abandonar as áreas das aldeias decorridos alguns anos, à espera de uma recuperação dos recursos naturais, podendo voltar ao local periodicamente ou ocupá-lo novamente.

O impacto ambiental causado pelas aldeias dos grupos Kayapós foi mínimo, semelhante aos dos grupos pré-históricos, se comparado àquele produzido pela sociedade moderna. Porém, igualmente, provocou erosão do solo, assoreamento dos recursos hídricos, desmatamentos etc, ao que parece, dentro de uma ótica conservacionista, que incluía o rodízio na ocupação das áreas. Mesmo assim, produziram depósitos tecnógenos induzidos e construídos<sup>1</sup>.

### 4.3 Do Período Colonial à Inauguração de Goiânia (1727-1937)

Goiás foi elevada à categoria de capitania em 1749. O primeiro povoamento do atual Estado de Goiás surgiu em 1727, a partir de uma bandeira povoadora. Fundado por Bartolomeu Bueno, inicialmente com o nome de Arraial de Sant'Ana, posteriormente passou a chamar-se Vila Boa e, quando elevado à categoria de cidade, em 1821, Cidade de Goiás, tendo permanecido como capital do estado até 1937, quando da mudança definitiva da capital para Goiânia (PALACIN 1976b).

Segundo PALACIN (1976b), o atual estado foi percorrido por diversas expedições já no primeiro século da colonização, com o objetivo de buscar índios. Somente com a descoberta do ouro em 1722, é que começaram a surgir os primeiros povoados. No contexto do alto curso do rio Meia Ponte, o arraial de Bonfim, hoje município de Silvânia, criado em 1774, é o povoamento mais antigo, seguido do arraial de Campinas, hoje bairro de Goiânia, que surgiu em 1816<sup>2</sup>. Neste período surgiram 15 cidades no alto curso da bacia hidrográfica do rio Meia Ponte (TABELA 4.2/ANEXO 4.2).

Na Capitania de Goiás, entre de 1722 e 1804, viveu-se a época da mineração. No entanto, a região em consideração nesta tese não foi intensamente explorada pela atividade garimpeira, sendo a pecuária sua atividade predominante, principalmente nos povoados mais antigos como Campinas, Bonfim e a freguesia de Santana das Antas (atual Anápolis). PALACIN (1995) cita alguns dados demográficos sobre a população da capitania que exprimem muito bem a importância da mineração: em 1736, 20.000 habitantes; em 1750, 40.000 habitantes; em 1728, 60.000 habitantes e em 1804, 50.000 habitantes, entre os quais o pico populacional refere-se ao auge da mineração, com o seu declínio sendo acompanhado pelo decréscimo populacional. Com o fim da mineração, a capitania volta-se para a agricultura e a criação de gado.

Após um período de crise, a já província de Goiás volta a crescer e, a partir da segunda metade do século XIX, a população torna a aumentar, passando de 79.000 habitantes em 1849 para 225.000 em 1900, não parando mais de crescer, chegando a

---

<sup>1</sup> Constatação do autor a partir das pesquisas realizadas pelo IGPA e visitas a aldeias atuais. Não há até o momento pesquisas específicas sobre depósitos tecnógenos em áreas indígenas no estado de Goiás.

<sup>2</sup> PALACIN (1976b) ressalta que, segundo Henrique Silva, a fundação de Campinas ocorreu em 1810.

apresentar médias anuais superiores ao crescimento nacional (PALACIN 1976b). Em 1937, a capital é definitivamente transferida para Goiânia.

No segmento aqui intitulado “Do Período Colonial à Inauguração de Goiânia”, durante o qual surgiram 15 das cidades integrantes do alto curso da bacia hidrográfica do rio Meia Ponte, a mais grave interferência do homem sobre o meio ambiente foi, sem dúvida, a construção da capital, quando os recursos naturais da região foram explorados intensamente, dando início à fase de degradação ambiental da bacia hidrográfica em consideração, principalmente no seu alto curso.

Passam a ocorrer, concomitantemente, atividades agropecuárias, comerciais, de urbanização, de extração mineral (areia e argila para a construção civil e para as olarias). Neste período, chegam à nova capital levadas de brasileiros, principalmente da região Nordeste, e os esgotos domésticos e industriais são lançados diretamente nos cursos d’água. A degradação ambiental não era mencionada/abordada ou por falta de consciência ou pelo antropocentrismo, idéia filosófica predominante na época ou, quem sabe, pelos dois fatores conjugados.

#### **4.4 Da Inauguração de Goiânia aos Dias Atuais (Pós- 1937)**

Este último período é marcado pela intensificação das correntes migratórias, principalmente as vindas da região Nordeste do país, com Goiânia sendo o referencial da região. PALACIN (1976a) cita que o urbanista Armando de Godói, com base no índice de crescimento da população da antiga capital, a Cidade de Goiás, projetou a população de Goiânia para, no máximo, 10.000 habitantes. Em 1940, a população já ultrapassava 12.000 e, em 1970, mais de 400.000. Neste mesmo período, surgiram nove cidades na área em pesquisa (TABELA 4.3/ANEXO 4. 3). Ainda na década de 1940 uma grande enchente destruiu a primeira usina de geração de energia elétrica construída em Goiânia, cuja potência era de 330 a 1.500 HP.

No final dos anos 70, os problemas ambientais da área em apreço já eram significativos, destacando-se a destinação do lixo, dos esgotos, algumas erosões etc. Ao final da década de 1980, os problemas ambientais da área agigantaram-se, a população continuou aumentando, a cidade cresceu desordenadamente, os problemas quanto à

destinação do lixo e dos esgotos ainda persistem, assim como as erosões. Uma rápida pesquisa nos arquivos dos jornais *O Popular*, *Diário da Manhã* e *Cinco de Março*, revela que, da inauguração de Goiânia até meados da década de 1970, as questões relacionadas ao meio ambiente referem-se principalmente à instalação da infra-estrutura da cidade e que, a partir da década de 1980, os processos erosivos passaram a preocupar os órgãos governamentais e as instituições de pesquisa.

A seguir são apresentadas algumas das chamadas dos principais jornais de Goiânia, com relação a questões ambientais no Aglomerado Urbano de Goiânia:

- *Solução para os problemas fundamentais de Goiânia: água – esgotos – asfalto – estradas.* (O Popular, 20/01/52)
- *Meia Ponte é um dos rios mais poluídos do Brasil.* (Cinco de Março, 02 a 08/09/74)
- *Botânicos alertam para a destruição gradativa das áreas verdes de Goiânia.* (Cinco de Março, 15 a 21/04/74)
- *Bosques de Goiânia sofrem devastação com instalação de prédios e Parque Mutirama.* (O Popular, 20/07/75)
- *Solo: a destruição gradativa em Goiás.* (O Popular, 16/10/76)
- *As infectadas cidades: cogumelos dos bairros* (a matéria trata da favelização de Goiânia). (O Popular, 31/10/76)
- *desenvolvimento urbano: chuvas causam inundações em Goiânia.* (O Popular, 13/11/76)
- *Cresce poluição nos cursos d'água de Goiânia.* (O Popular, 30/09/78)
- *Radial perde metade de sua pista* (reportagem trata da ação erosivas das águas do córrego Botafogo). (O Popular, 30/12/83)
- *Uma erosão que já foi rua* (processo erosivo ocorrido na Av. Perimetral, próximo ao Conjunto Riveira). (O Popular, 15/03/83)
- *Rio Meia Ponte vai ter logo o curso desviado.* (O Popular, 16/10/85)
- *Falta d'água tratada atinge 40 % da população.* ( a matéria informa que o sistema Meia Ponte iria suprir a demanda. (O Popular, 16/08/87)
- *A ação das chuvas provocou erosões nas barrancas do Botafogo onde casas ameaçam despençar.* (O Popular, 16/12/87)

- *Meia Ponte inunda a Vila Roriz.* (O Popular,16/03/88)
- *Poluição aliada à erosão constitui séria ameaça no Capim Puba* (artigo tarata também de erosões no jardim Europa) (O Popular,02/11/88).
- *Crateras ameaçadoras: além do dano ecológico, erosões são responsáveis por cinco mortes em 15 anos.* (O Popular,19/12/93)
- *Erosão ameaça 150 famílias.* (O Popular,23/01/94)
- *Moradores preocupados com o avanço de erosões.* (O Popular,06/01/95)
- *Erosão destrói metade da rua.* (O Popular,15/08/95)
- *Moradores temem que erosão cause tragédia.* (O Popular,30/08/95)
- *Despejo de entulho em margem de rios será coibido.* (O Popular,12/01/01)
- *Falta diagnóstico de erosões no Estado.* (O Popular,03/05/01)
- *Boçorocas avançam no município.* (O Popular, 03/05/01)
- *Goiás e governo alemão atuam na recuperação do Meia Ponte.* (Jornal da Imprensa, 11 a 17/02/01)
- *Deficiência da rede pluvial causam aumento das erosões.* (O Popular, 06/05/01)

DBO (1997), contratada pela SEPLAN-GO para executar o *Projeto Básico Visando à Recuperação do Rio Meia Ponte da Nascente em Itauçu até a captação para Goiânia*, menciona que “o processo de ocupação das áreas do rio Meia Ponte teve, até o momento, um caráter extremamente predatório, apesar de sua importância para o desenvolvimento econômico, social e turístico da região”.

Neste mesmo trabalho, são mencionados alguns projetos desenvolvidos na área de abrangência do *Projeto Básico...*, que se inserem também no contexto da tese em apreço e, por esta razão, constam na TABELA 4.4/ANEXO 4.4.

A TABELA 4.4 mostra que 45% dos projetos citados encontram-se em negociação, paralisados ou em implantação e que, dos seis concluídos, três referem-se à qualidade da água. Acredita-se que seja muito pouco para uma área em estado ambiental crítico.

A Estação de Tratamento de Esgotos de Goiânia prevê que o tratamento dos efluentes de esgotos na capital passará dos 7% para 90%. Atualmente, a população da área em pesquisa é de aproximadamente 2 milhões de habitantes; somente Goiânia e sua área metropolitana possuem uma população de 1,3 milhões de habitantes e os problemas ambientais são imensos, destacando-se:

- utilização e poluição da água (de uso doméstico e industrial);
- assoreamento dos recursos hídricos e dos fundos de vales;
- ocupação urbana dos fundos de vales;
- ocupação desordenada do solo (as erosões passaram a ser um dos grandes problemas a serem enfrentados pela população e pelo poder público);
- destinação do lixo doméstico e urbano;
- tratamento dos esgotos.

A utilização do solo no alto curso da bacia hidrográfica do rio Meia Ponte evidencia uma ocupação urbana desordenada, com grandes áreas de pastagem e lavouras, favorecendo o surgimento de problemas ambientais dos mais variados, principalmente processos erosivos.

#### 4.4.1 Processos Erosivos

OLIVEIRA (1994) faz uma sucinta e didática caracterização dos processos erosivos, apresentando uma classificação de erosão com base em FOSTER *et al.* (1985) (TABELA 4.5). A exemplo de OLIVEIRA (*op. cit.*), utiliza-se nesta tese, como conceito de erosão, aquele da agronomia, “que o traduz pelo desprendimento das partículas que compõem o solo, seu transporte e deposição”.

NASCIMENTO (1993) cadastrou 45 boçorocas no município de Goiânia, as quais correm, predominantemente, sobre rochas do Grupo Araxá. A autora estima que estas erosões se iniciaram com o processo de urbanização da cidade, 10 a 15 anos atrás, e que delas foram retiradas aproximadamente 2.888.654 toneladas de sedimentos, grande parte transportada para o rio Meia Ponte.

A ação antrópica, resultante da utilização do solo sem planejamento, em conjunto com as características físicas (geologia, solos, geomorfologia e clima), são responsáveis pelos processos erosivos do município de Goiânia, onde as medidas de controle adotadas pelo poder público são insuficientes, sendo necessária “uma análise das características do meio físico”, visando ao uso planejado do solo (SANTOS 1997).

TABELA 4.5 – Classificação de Erosões segundo os Modelos de Escoamento e os Mecanismos de Erosão Pluvial, Visando à Caracterização da Produção de Sedimentos

Modelos de escoamento	Classes de erosão	Feições correspondentes	Dimensões (ordens de grandeza)	Bordas da feição	Mecanismos de erosão
Escoamento superficial difuso	Erosão laminar ou erosão entre sulcos				Desprendimento e transporte, partícula a partícula, na superfície do solo
Escoamento superficial concentrado	Erosão em sulcos	Feições erosivas de pequeno porte – sulcos	Largura = 10cm a 30cm Profundidade = 5cm a 15cm	Suaves, sem ruptura significativa da superfície do terreno	Desprendimento e transporte, partícula a partícula, na superfície do solo
Escoamento superficial concentrado	Erosão em calhas	Feições erosivas de pequeno porte – calhas	Largura = 1m a 10m Profundidade = 5cm a 30cm	Suaves, sem ruptura significativa da superfície do terreno	Desprendimento e transporte, partícula a partícula, na superfície do solo
Escoamento superficial concentrado	Erosão em ravinas	Feições erosivas de grande porte – ravinas	Largura = superior a 1 m Profundidade = superior a 50 cm	Abruptas, com ruptura instável da superfície do terreno	Desprendimento e transporte, partícula a partícula, na superfície do solo – movimentos de massa
Escoamento subsuperficial concentrado	Erosão em boçorocas	Feições erosivas de grande porte – boçorocas	Largura = superior a 5 m Profundidade = superior a 2m	Abruptas, com ruptura instável da superfície do terreno	Desprendimento e transporte, partícula a partícula, na superfície do solo – movimentos de massa – erosões subterrâneas

Fonte: (OLIVEIRA 1994)

SANTOS & CARVALHO (1997) identificaram dois tipos de boçorocas no município de Goiânia, de aspecto linear, comuns em áreas de médias declividades, resultantes do fluxo superficial e de movimentos de massa, e de aspecto semicircular, comuns em áreas de “ruptura de declives”, resultantes de uma “interação entre processos de erosão pelo fluxo superficial, erosão interna devida ao elevado gradiente hidráulico e aos

movimentos de massa.” Os autores ressaltam a escassez de trabalhos voltados para o controle dos processos erosivos, assim como para o perigo de determinados trabalhos de contenção adotados, como a inclusão de lixo residencial no aterramento.

Um trabalho realizado no córrego areia branca pelo engenheiro Odélio Fernandes Júnior (CCB Construtora) mostra que, num período de dez anos, a erosão ocorrida em um segmento do canal provocou um acentuado processo de assoreamento do referido córrego, assim como do canal do rio Meia Ponte.

CAMPOS *et al.* (1999), estudando a boçoroca do Autódromo de Goiânia, afirmam que a origem desta feição deve-se à captação das águas pluviais, em razão da construção do autódromo. Em consequência de um sistema de captação inadequado, a erosão evoluiu rapidamente para uma boçoroca onde, para agravar a situação, foram adotadas medidas de contenção de caráter paliativo, sem preocupação com as águas subsuperficiais responsáveis pela ocorrência de *pipping*.

LOIOLA *et al.* (2001), falando sobre a dinâmica da boçoroca do Areião, no bairro Dom Fernando II, município de Goiânia, estabelece que ela possui 1250m de extensão, 12m de profundidade média e 15m de largura, correspondendo a um volume de 225.000m<sup>3</sup>, sendo a área de contribuição de setenta e oito hectares.

NASCIMENTO *et al.* (2001), observando e estudando a boçoroca do bairro Jardim Botânico, em Goiânia, estimou que foram retirados aproximadamente 10.400 m<sup>3</sup> de sedimentos, depositados à jusante. Segundo SANTOS (1997), esta feição é consequência do fluxo superficial e de movimentos de massa.

De acordo com DBO (1997), aproximadamente 50% da área de abrangência do *Projeto Básico...* constitui-se de solos com “moderada a muito forte predisposição à erosão”, o que significa que a apropriação do solo sem planejamento pode levar à formação de processos erosivos.

Com base nos autores mencionados, os processos erosivos que ocorrem na área em pesquisa, cada vez mais freqüentes e intensos, estão relacionados à ocupação desordenada do solo. Como consequência imediata, tem-se o assoreamento dos cursos d’água.

#### 4.4.1.1 Feições erosivas

Os sulcos, as calhas, as ravinas e as boçorocas aqui identificados têm como finalidade ilustrar as considerações feitas, estando inseridas no Mapa de Ocupação atual (FIGURA 4.1 / ENCARTE 4.1). Ressalte-se que a identificação e o cadastramento destas feições resultaram na elaboração de um projeto de pesquisa específico (RUBIN & MOURA 2001).

SB 02 – (Foto 4.01)

Solapamento na margem direita do ribeirão Capivara, próximo à ponte da GO-080, Goiânia/Nerópolis.

Coordenadas: 691500E / 8181900N

SB 04 (Foto 4.02)

Sulcos, calhas e ravinas na encosta próxima ao ribeirão Capivara, município de Nerópolis.

Coordenadas: 688852E / 8189470N

SB 05 – (Foto 4.03)

Princípio de ravinamento junto à GO-080, município de Damolândia.

Coordenadas: 681605E / 8202810N

SB 06 – (Foto 4.04)

Calhas, sulcos e ravina (foto) à margem da GO-416, município de Damolândia.

Coordenadas: 678647E / 8203767N

SB 07 – (Foto 4.05)

Sulcos e calhas à margem da GO-416, município de Damolândia.

Coordenadas: 671586E / 8197164N

SB 09 (Foto 4.06)

Sulcos e calhas na encosta próxima ao córrego Barreiro, município de Itauçu.

Coordenadas: 651163E / 8207903N

SB 10 – (Foto 4.07)

Sulcos e calhas próximas à cabeceira de drenagem, município de Itauçu.

Coordenadas: 652288E / 8208636N

Próximo ao SB10 (Foto 4.08)

Sulcos e calha na encosta próximo à SB 10.

Coordenadas: 652176E / 8208884N

SB 11 – (Foto 4.09)

Sulcos em área de cultivo na margem do córrego Serrinha, município de Itauçu.

Coordenadas: 655908E / 8211718N

Próximo ao SB11 - (Foto 4.10)

Calhas e ravinas próximas ao córrego Serrinha, município de Itauçu.

Coordenadas próximas ao curral: 656111E / 8212479N

SB 12 – (Foto 4.11)

Erosão junto à estrada secundária, município de Itauçu.

Coordenadas: 655443E / 8213146N (a orientação da erosão é Az. 130, paralela a estrada)

SB13 – (Foto 4.12)

Boçoroca em área de pastagem próxima ao córrego Três Morros

Coordenada: 653745E / 8214060N

SB 14 – (Foto 4.13)

Sulcos e calhas na encosta e próximo à cabeceira de drenagem de afluente do rio Inhumas, município de Itauçu. Coordenadas: 657018E / 8214869N

SB 16 – (Foto 4.14)

Sulcos e calhas na encosta próxima ao rio Inhumas, município de Damolândia.

Coordenadas: 662854E / 8211185N

SB 17 – (Foto 4.15)

Ravinamento junto à GO-426, entre os córregos Cachoeira e Ponte Queimada, município de Inhumas.

Coordenadas: 665179E / 8205049N

SB 19 – (Foto 4.16)

Sulcos e calhas na encosta, junto à GO-222, município de Nova Veneza.

Coordenadas: 677061E / 8191165N

SB 25 – (Foto 4.17)

Sulcos, calhas e ravinas na encosta e no fundo do vale do córrego das Pedras. GO-433, município de Ouro Verde.

Coordenadas: 694478E / 8205067N

SB 27 – (Foto 4.18)

Boçoroca junto à Br. 153 (Goiânia/Anápolis), próximo ao córrego Fundão. Município de Santa Tereza.

Coordenadas: 707419E / 8179478N

SB 28 – (Foto 4.19)

Sulcos e calhas junto à Br. 153 e próximo ao córrego do Rosa, município de Santa Tereza.

Coordenadas: 702189E / 8175106N

SB 29 – (Foto 4.20)

Sulcos e calhas na encosta junto à serra da Canastra, município de Goianópolis.

Coordenadas: 706291E / 8164400N

SB 30 – (Foto 4.21)

Ravinamento junto à margem esquerda do rio Caldas, município de Bonfinópolis.

Coordenadas: 724737E / 8160504N

SB 33 – (Foto 4.22)

Ravinamento junto à estrada secundária Caldazinha/Bela Vista de Goiás, município de Caldazinha.

Coordenada: 721226E / 8139441N

SB 34 – (Foto 4.23)

Sulcos e calhas próximas ao córrego Santo Antônio, município de Hidrolândia. Fotografia tirada a partir da Br. 153. Coordenadas: 687542E / 8124182N

SB 37 – (Foto 4.24)

Calhas e ravinas na Vila Maria, próximas ao córrego Tamanduá, município de Aparecida de Goiânia.

Coordenadas: 686911E / 8144203N

SB 38 – (Foto 4.25)

Boçorocamento/ravinamento no setor Curitiba III, município de Goiânia.

Coordenadas: 678171E / 8165328N

SB 40 – (Foto 4.26)

Calhas no loteamento Aldeia do Sonho, município de Goiânia.

Coordenadas: 691833E / 8163968N

SB 42 – (Foto 4.27)

Boçoroca entulhada com lixo urbano, vila Pedroso, município de Goiânia.

Coordenadas: 694244E / 8156902N

SB 43 – (Foto 4.28)

Boçoroca próxima ao Autódromo, município de Goiânia.

Coordenadas: 692911E / 8151505N e 692759E / 8151279N

SB 45 – (Foto 4.29)

Boçoroca entulhada com lixo urbano, residencial Santa Luzia, Aparecida de Goiânia.

Coordenadas: 689980E / 8146310N

SB 46 –(Foto 4.30)

Boçoroca no córrego Água Branca, município de Goiânia.

Coordenadas da nascente: 689692E / 8153348N

SB 47 – (Foto 4.31)

Boçoroca no córrego junto à usina de lixo do IDF, município de Goiânia.

Coordenadas: 694500E / 8156200N

SB 48 – (Foto 4.32)

Ravinamento no setor São Domingos, município de Goiânia.

Coordenadas: 677688E / 8166712N

Erosão próxima à S 50 (Foto 4.33)

Ravinamento no setor São Domingos, município de Goiânia.

Coordenadas: 679600E / 8165400N

#### 4.4.1.2 Assoreamentos

Os cursos d'água aqui mencionados são apenas exemplos do acentuado processo de assoreamento que ocorre na bacia do rio Meia Ponte, resultante da relação entre a ocupação desordenada do solo e da erosão e do descaso dos poderes público e civil.

SB 01 – (Foto 4.35)

Córrego Seco, no município de Nerópolis, interceptado pela GO - 080. O processo de assoreamento intenso é indicado pela presença de Taboa.

Coordenadas: 691668E / 8179801N

SB 18 – (Foto 4.36)

Córrego sem nome, interceptado pela GO-426. O processo de assoreamento está colmatando o lago. Município de Inhumas.

Coordenadas: 663592E / 8197915N

SB 03 – (Foto 4.37)

Córrego Catigueiro, em área urbana do município de Nerópolis. Assoreamento do córrego em consequência da ocupação da encosta.

Coordenadas: 689800E / 8184300N

SB 21 – (Foto 4.38)

Córrego Capivara, na área urbana de Nerópolis. O assoreamento provocado pela extração de argila (ao fundo) e a ocupação da encosta estão assoreando o córrego.

Coordenadas 690974E / 8184726N

SB 22 – (Foto 4.39)

Córrego de primeira ordem, afluente do córrego Jenipapo, município de Goialândia. A erosão à montante, causada pela terraplanagem e pelo desmoronamento da antiga barragem, está assoreando o córrego à jusante.

Coordenadas: 705511E / 8186834N

SB 35 – (Foto 4.40)

Córrego Pedra Branca, município de Aparecida de Goiânia, interceptado pela Br.153. O processo de assoreamento foi intensificado pelas obras de duplicação da rodovia.

Coordenadas: 686368E / 8133902N

SB 36 – (Foto 4.41)

Córrego Santo Antônio, em Aparecida de Goiânia. O assoreamento foi intensificado pela abertura da avenida Anel Viário.

Coordenadas: 685540E / 8143370N

Erosão próxima a S 47 (Foto 4.42)

Princípio de boçorocamento junto à margem direita do rio Meia Ponte, área urbana de Goiânia.

Coordenadas: 686210E / 8158659N

SB 46 (Foto 4.43)

Foto panorâmica da erosão junto a margem esquerda do córrego Água Branca, município de Goiânia.

Coordenadas da nascente: 689692E / 8153348N

SB 22 - (Foto 4.44)

Foto panorâmica de parte do córrego Jenipapo, mostrando o desmatamento junto às margens e erosão causada pela queda da barragem, município de Goialândia.

Coordenadas: 705511E / 8186834N

SB 20 – (Foto 4.45)

Córrego Guariroba, interceptado pela GO-222. A extração de argila (canto esquerdo da foto) e a utilização do solo estão assoreando o córrego. Município de Nova Veneza.

Coordenadas: 683227E / 8188373N





4.09



4.10



4.11



4.12



4.13



4.14



4.15



4.16





4.25



4.26



4.27



4.28



4.29



4.30



4.31



4.32



4.33



4.35



4.36



4.37



4.38



4.39



4.40



4.41



4.42



4.43



4.44



4.45

#### 4.4.2 Produção de Sedimentos

O Capítulo 6 apresenta dados referentes a hidrossedimentologia das quatro estações monitoradas (6.1.1.3), onde o item “produção de sedimentos” poderia estar inserido. A opção por incluí-lo no Capítulo 4 visa associar as considerações feitas com as feições erosivas identificadas, facilitando a contextualização da abordagem.

Visando à abordagem pretendida, são necessárias algumas considerações sobre a produção de sedimentos na bacia hidrográfica e o percentual que é lançado nos cursos d’água, principalmente pelos processos que resultam em depósitos tecnógenos induzidos. LAL (1988, *apud* OLIVEIRA, 1994) demonstra que o advento da agricultura intensiva e as demais atividades de uso do solo aumentaram a taxa de sedimentos lançados pelos rios nos oceanos de 10 bilhões de toneladas/ano para 25 a 50 bilhões de toneladas/ano. OLIVEIRA (*op. cit.*) faz algumas considerações sobre a erosão natural ou geológica e antrópica, ressaltando a impossibilidade de determinar aqueles processos erosivos em áreas onde o solo é utilizado.

As bacias de drenagem podem sofrer mudanças em decorrência de fatores naturais e antrópicos. A participação humana vem aumentando significativamente neste contexto (GUERRA & CUNHA 1996). Segundo estes autores, em estudos realizados na bacia do rio Eel, na Califórnia (PATRICK *et al.* 1982), 19% dos sedimentos produzidos nesta bacia são decorrentes de atividades humanas.

Segundo BERTONI & LOMBARDI (1985, *apud* OSAKI 1994), para solos com B textural, a tolerância média é de 460 a 1340 t/km<sup>2</sup>/ano; enquanto para solos com B latossólico varia entre 900 e 1500t/km<sup>2</sup>/ano. Nos Estados Unidos da América, a perda de solo máxima, dependendo do tipo de solo, varia entre 200 e 1250t/km<sup>2</sup>/ano. (OSAKI 1994).

COSTA (2001) menciona que, no período entre 1975 e 1990, em decorrência de um sistema de manejo inadequado, a agricultura goiana chegou a perder 2480t/km<sup>2</sup>/ano em áreas de algodão, 2510t/km<sup>2</sup>/ano em áreas de arroz, 2010t/km<sup>2</sup>/ano em lavouras de soja e 1200t/km<sup>2</sup>/ano em lavouras de milho. O autor menciona também que, em determinados anos, chegou-se a perder 45 milhões de toneladas de solo.

PETRI & FÚLFARO (1965, *apud* PELOGGIA 1998), estudando os sedimentos depositados durante 30 anos na represa Billings, na cidade de São Paulo, estabeleceram

uma taxa de sedimentação de 1cm/ano, considerada anormal pelos autores, refletindo processos antrópicos. CARLSTRON FILHO & PANDINI (1981) indicam que uma área, quando urbanizada, aumenta em 15 vezes a taxa de assoreamento.

*As áreas urbanas, por constituírem ambientes onde a ocupação e a concentração humana se tornam intensas e muitas vezes desordenadas, tornam-se locais sensíveis às gradativas transformações antrópicas, à medida que se intensificam em frequência e intensidade o desmatamento, a ocupação irregular, a erosão e o assoreamento dos canais fluviais, entre outras coisas.(GONÇALVES & GUERRA 2001)*

No âmbito da bacia hidrográfica do rio Meia Ponte, são poucos os dados sobre a taxa de sedimentação. CASSETI (1983), em experimento referente a fenômenos pluvio-erosivos em Goiânia, encontrou valores para a perda de terra da ordem de 0,021t/ha/ano para áreas de mata; 0,130 t/ha/ano para pastagens e 41,650 t/ha/ano para áreas de cultivo. A média das taxas é de 14 t/ha/ano ou 1400t/km<sup>2</sup>/ano.

NASCIMENTO (1998) subdividiu a bacia do ribeirão João Leite, afluente do rio Meia Ponte, em trinta microbacias, encontrando uma perda média de 4,5 t/ha/ano (a variação é de 0,57 a 27,96 t/ha/ano), correspondendo a 450t/km<sup>2</sup>/ano. Segundo o professor Newton de Oliveira Carvalho, em informações orais, perdas de solo entre 3 e 15t/ha são toleráveis<sup>3</sup>. OLIVEIRA (2001) menciona perdas de solos de até 17t/ha/ano em áreas de pastagem na região do Cerrado, *braquiárias*, em consequência de um sistema agrícola inadequado.

CARVALHO *et al.* (2000) apresenta valores de produção de sedimentos segundo critérios internacionais, considerando como alta uma taxa de 175t/km<sup>2</sup>/ano, moderada entre 70 e 175t/km<sup>2</sup>/ano e baixa inferior a 35t/km<sup>2</sup>/ano.

No Zoneamento Hidrossedimentológico do Brasil, o IPH (1998) inclui parte da bacia hidrográfica do rio Meia Ponte na Região das Cabeceiras ou Espinha Dorsal, onde a

---

<sup>3</sup>(CARVALHO 1994) considera os seguintes valores de perda de solo para erosão hídrica, em t/ha/ano: até 10 – nula a pequena; 10 a 15 – moderada; 50 a 200 – forte; maior que 200 – muito forte. NASCIMENTO (1998), considera que um valor até 2t/ha/ano é uma perda muito baixa; entre

produção específica de sedimentos é estimada em 146t/km<sup>2</sup>/ano ou 1,460t/ha/ano, taxa para bacias com área média correspondente a 17.000 km<sup>2</sup>. Para a mesma área, a predisposição a riscos sedimentológicos varia entre 100 e 150 t/km<sup>2</sup>/ano.

CARVALHO (1994), abordando a produção de sedimentos em uma bacia, apresenta dois modelos de cálculo para uma estimativa direta: o modelo de FOURNIER (1960 *apud* CARVALHO 1994) e o de DJOROVIC (1974 *apud* CARVALHO 1994). O primeiro, aqui mencionado, compõe-se de três equações, que levam em conta a precipitação pluviométrica anual total “P” e o mês mais chuvoso “p”, em milímetros, a saber:

- (1)  $E = 6,14 \times p^2 / P - 49,78$  (aplicada a áreas pouco acidentadas e onde  $p^2 / P$  é menor que 20)
- (2)  $E = 91,78 \times p^2 / P - 737,6$  (aplicada a áreas com relevo acidentado)
- (3)  $E = 52,49 \times p^2 / P - 513,21$  (aplicada onde o relevo é acidentado, com clima úmido)

Eliminando-se a fórmula (3), já que o clima da bacia é tropical subúmido, e aplicando-se as demais fórmulas, obtêm-se os valores de (1) 264,10 t/km<sup>2</sup>/ano ou 2,64 t/ha/ano e (2) 3939,34 t/km<sup>2</sup>/ano ou 39,39 t/ha/ano, usando-se  $p=311,16\text{mm}$  e  $P=1900\text{mm}$ . A condição para a aplicação da fórmula (1)  $p^2 / P$  menor que 20 impossibilita sua utilização, no entanto o resultado é o que mais se aproxima daquele apresentado pelo IPH (1998).

Uma extensão da Equação Universal de Perdas de Solo (WISCHEMEIER & SMITH, 1978), denominada Equação Universal de Perdas de Solo Modificada, também é indicada por CARVALHO (*op. cit.*) para calcular perdas de solos em bacias hidrográficas, desde que existam áreas homogêneas e de baixa erosão.

De acordo com os dados apresentados para a área em pesquisa, verifica-se que a taxa média de sedimentos apresentada por CASSETI (1983) ultrapassa oito vezes a taxa máxima apresentada por CARVALHO *et al.* (2000), enquanto a taxa apresentada por NASCIMENTO (1998) a ultrapassa em 2,6 vezes. A taxa apresentada pelo IPH (1998) situa-se em um patamar considerado moderado por CARVALHO (*op. cit.*). Os valores produzidos utilizando-se as fórmulas FOURNIER (1960) também ultrapassam a taxa máxima CARVALHO (*op. cit.*).

---

2 e 3 t/ha, perda baixa; entre 3 e 10 t/ha, média; entre 10 e 20 t/ha, alta e maiores que 20 t/ha, muito alta.

Até o momento, não foram obtidos índices sistemáticos referentes à produção de sedimentos na bacia hidrográfica do rio Meia Ponte, assim como à taxa transportada para os cursos d'água, lacuna que precisa ser eliminada rapidamente.

Sabe-se que apenas uma parte dos sedimentos produzidos em uma bacia hidrográfica chega aos cursos d'água.

Os dados indicam que a produção de sedimentos na área é grande, resultante principalmente do processo erosivo acelerado, tendo como uma das conseqüências o assoreamento do rio Meia Ponte e de seus afluentes, favorecendo a produção de depósitos tecnógenos induzidos e modificados.

A perda de solo é obtida geralmente para pequenas áreas (dezenas de m<sup>2</sup>), enquanto que os dados referentes à produção de sedimentos são obtidos para grandes áreas (centenas/dezenas de Km<sup>2</sup>), sendo esta última inversamente proporcional ao tamanho da área. Considera-se, em razão do exposto, que os dados apresentados devem ser analisados de forma prudente e cautelosa.

## 5 O PERÍODO QUATERNÁRIO

Este capítulo não pretende realizar uma abordagem ampla e profunda a respeito do Período Quaternário, mas apenas uma caracterização sintética, que servirá de base para as análises palinológicas e as datações obtidas permitindo ao leitor não apenas sua compreensão, mas, principalmente, relacionar esta caracterização com a área de pesquisa.

A literatura nacional é deficiente no que refere a estudos sobre o Período Quaternário, sendo a obra de SUGUIO (1999) uma referência em língua portuguesa, pois fornece uma visão ampla do tema, iniciando pelo surgimento do termo e finalizando com alguns exemplos de pesquisas aplicadas ao Quaternário, passando por um histórico das pesquisas no país. SALGADO-LABOURIAU (1994) também aborda o Quaternário de forma simples e clara, com enfoque voltado para a história ecológica da Terra.

Já a literatura internacional é rica em publicações referentes ao período, destacando-se VIVAS (1984), que fornece um quadro conceitual evolutivo do assunto, além das características próprias do período, podendo-se citar ainda BOWEN (1978), LOWE (1984) e CLAPPERTON (1993), entre outros.

Nesta tese, é utilizada, como referência cronológica para o Quaternário, a datação da Comissão de Estratigrafia da União Internacional de Ciências Geológicas (HARLAND *et al.* 1990), que estabelece o início do período a 1,6 Ma atrás, sendo subdividido em Pleistoceno (inferior, médio e superior) e Holoceno, o qual se iniciou a 10 mil anos A.P. (SALGADO-LABOURIAU *op. cit.*). A TABELA 5.1 apresenta a cronologia mundial do Período Quaternário.

Segundo SALGADO-LABOURIAU (*op. cit.*, p. 255), o Período Quaternário “é um intervalo pequeno do ponto de vista geológico, porém extremamente importante por incluir a história da nossa civilização e as grandes intervenções do homem sobre os ecossistemas naturais e sobre o equilíbrio dinâmico destes sistemas.” Segundo esta autora, o período apresenta uma série de características marcantes, tais como :

- os continentes já tinham configuração atual;

- em termos de informação palinológica, o final do Pleistoceno e o Holoceno, 15 mil anos, representam o intervalo mais conhecido da história ecológica do Terra;
- a flora moderna já existia desde o início do Quaternário, conforme se pode constatar por meio da análise palinológica;
- com relação aos animais, uma boa parcela da fauna pleistocênica extinguiu-se, como o tigre dente-de-sabre, o mamute, a preguiça gigante, por exemplo, surgindo novas espécies;
- no Período Quaternário, ocorrem glaciações, seguidas de períodos com temperaturas mais altas (reco das geleiras – períodos interglaciais), sendo esta uma das características mais importantes do Quaternário, já que os glaciais têm duração de aproximadamente 100 mil anos e os períodos mais amenos, 20 mil anos.

O Quaternário “representa o período de formidável intensificação das atividades antrópicas e, além disso, os tempos mais próximos ao presente dispõem de informações bem mais abundantes que os períodos geológicos mais antigos”.(SUGUIO 1999, p. 25).

*El cuaternario es característico, pues comprende una serie de cambios sustanciales del clima, aparentemente de mayor amplitud y rapidez que los cambios climáticos ocurridos en tiempos anteriores (FLINT, 1965 apud VIVAS 1998, p.3).*

### **5.1 Períodos Glaciais e Interglaciais**

Nos continentes, até o momento, foram identificados geologicamente entre quatro e cinco intervalos glaciais, sendo que nos oceanos existem evidências de pelo menos 16 glaciações. O intervalo glacial mais recente é o Würn, que teria se iniciado a 100 mil anos e finalizado há aproximadamente 12 mil anos (TABELA 5.2).

SUGUIO (1999) usa o termo estádios glaciais para designar os momentos de expansão das geleiras e de estádios interglaciais para o reco das geleiras. O autor comenta também que o estágio glacial apresenta intervalos com condições climáticas mais amenas, denominadas interestaduais (TABELAS 5.3 e 5.4).

TABELA 5.1 – Cronologia Mundial do Período Quaternário (SUGUIO 1999)

PERÍODO	ÉPOCA	CLASSIF. MAGNE-TOESTR.	IDADE x10 <sup>-5</sup> ANOS	ESTAGIO ISOTÓPICO	GLACIAÇÃO ALPINA (ANDAR)	GLACIAÇÃO LAURENCIANA (ANDAR)	GLACIAÇÃO INGLESA (ANDAR)	GLACIAÇÃO ESCANDINAVA (ANDAR)	ZONAÇÃO PALINOLÓGICA DO NORTE DA EUROPA	GLACIAÇÃO ITALIANA AND. SUBAN			
QUATERNÁRIO	Holoceno	Brunhes	1		Flandriano	Recente	Flandriano	Flandriano	Recente Subatlântico Sub-boreal	Versiliano			
			10						Atlântico				
	Pleistoceno superior		2		20	Glacial Würm superior	Glacial Wisconsiniano	Devensiano	superior	Denekamp Hengelo Moershoofd Odderade Brorup Anlerstort	Transição Boreal Dryas + novo Allerød Dryas + velho Ballina O. velho Dryas		
			3	50	Glacial Würm médio	médio			Weichseliano				
			4		Glacial Würm inferior	inferior							
			5a										
			5c										
			5e										
			7	200	Riss-Würm	Sangamoniano	Ipswichiano	Eemiano		Tirreniano			
			Pleistoceno médio	9	300	Glacial Riss	Glacial Illinoiano	Wolstoniano	Saalliano				Crotoniano
				11	400	Mindel-Riss	Yarmouthiano	Hoxniano	Holsteiniano				
				13	500	Glac. Mindel	Gl. Kansaniano	Angliano	Elsteriano	Noordber.			
	15			600	Glünz-Mindel	Aftoniano	Beestoniano	"Cromeriano"	Rosmalen				
	17			700					Westerhov.				
	19			800					Wardenb.				
	19			800					Leedam				
	Pleistoceno inferior			19	800		Pastoniano			Bayel			
				900	1000	Glac. Glünz	Nebraskaniano	Baventiano	Menapiano				
			1000		Danúbio-Glünz		Antiano	Waaliano					
Olduvaijano	Matuyama	Jaramillo	1500			Thurniano	Eburoniano		Selluntiano				
				Glacial Danúbio					Siciliano				
									Emiliano				
									Santeriano				

TABELA 5.2 – Principais Glaciações do Período Quaternário. (SALGADO-LABOURIAU 1994).

Alpes e Reno	Ilhas Britânicas	Norte da Europa	América do Norte	Posição no Pleistoceno
<b>WURM</b>	<b>NEWER DRIFT</b>	<b>WEICHSEL</b>	<b>WISCONSIN</b>	Superior
Riss-Wurm	Ipswichian	Eemian	Sangamon	Superior
<b>RISS</b>	<b>GRIPPING</b>	<b>SAALE</b>	<b>ILLINOIAN</b>	Superior
Mindel-Riss	Hoxnian	Holstein	Yarmouth	Médio
<b>MINDEL</b>	<b>LOWESTOFT</b>	<b>ELSTER</b>	<b>KANSAN</b>	Médio
Gunz-Mindel	Cromerian	Cromerian	Aftonian	Médio
<b>GUNZ</b>	<b>NEBRASKAN</b>			Inferior
Donau-Gunz				Inferior
<b>DONAU*</b>				Inferior

\* Também conhecida como Glaciação Danúbio.

\*\* Letras maiúsculas - intervalos glaciais; letras minúsculas – interglaciais.

TABELA 5.3 – Glaciais, Interglaciais e Climas Predominantes do Período Quaternário (SOUZA 1999).

M.A	Período	Época	Glaciais/Interglaciais	Clima
0,01		Holoceno	Flandriano	Úmido
1.6	Quaternário	Pleistoceno	Wisconsinian	Semi-árido
			Sangamonian	Úmido
			Illinoian	Semi-árido
			Yarmouthian	Úmido
			Kansas	Semi-árido
			Aftonian	Úmido

TABELA 5.4 – Características do Glacial Würn (MARTIN *et al.* 1986, *apud* SOUZA 1999).

Divisão Principal	Características Gerais	Tempo (A. P.)
Holoceno		10.000
Último Glacial Superior	Deglaciação oscilatória	
	(Estadiais/Interestadiais)	18.000
	Máximo Glacial III	23.000
Último Glacial Médio	Interstadial	
	“Complexo” Estadial	
	Interstadial	
	Estadial	
	Interstadial	
		50.000
Último Glacial Inferior	Máximo Glacial II	Incerto
Último Glacial mais Inferior	Grande Interstadial	Desconhecido
	Máximo Glacial I	Desconhecido

## 5.2 Variações Climáticas

Segundo VAN DER HAMMEM (1974), as variações climáticas que ocorreram no período Quaternário provocaram significativas alterações no conjunto paisagístico, principalmente do Hemisfério Norte, com reflexos na distribuição geográfica da fauna e da flora, além de extinções e especiações. Os dados advindos da pesquisa palinológica mostram que no hemisfério sul houve alterações climáticas

neste período. Maiores informações sobre variações climáticas a partir de análises palinológicas para a região da serra dos Carajás e Amazônica podem ser obtidas em VAN DER HAMMEN & ABSY (1994) e SUGUIO *et al.* (1996); para a bacia hidrográfica do rio Paraná, em JABUR (1992); para o centro-sul brasileiro, em STEVAUX (1993 e 1994), STEVAUX & SOUZA (1996) e STEVAUX *et al.* (1997); para a região do rio São Francisco, em BARRETO (1996) e DE OLIVEIRA *et al.* (1999).

### 5.2.1 Variações Climáticas na Região do Cerrado

Para a lagoa Campestre, região de Salitre, em Patrocínio (MG), não há datações para o período anterior a 32.000 anos A. P., sendo aventada a possibilidade de um clima muito frio e seco em torno de 50.000 anos A. P., com base na associação polínica, com um gradual aumento na umidade até por volta de 33.000 anos A. P. Para o período entre 32.000 anos A.P. e ca 28.740 anos A.P. , foi identificado um clima frio com floresta. Entre 28.740 anos A. P. e ca 17.000 anos A.P., há um hiato na sedimentação; posteriormente, entre 16.000 e 11.000 anos A. P., a umidade aumenta, sendo que, no início do Holoceno (ca 9.500 anos A.P.), a temperatura também aumenta. Um clima seco ocorreu entre 5.500 A. P. e 4500 anos A. P. , retornando a umidade entre 4.000 e 3.000 anos A. P. (LEDRU *et al.* 1996)

Na serra dos Carajás, os dados indicam uma retração da floresta úmida próxima a 60.000 anos A. P. e um expansão desta floresta por volta de ca 51.200 anos A. P., seguida de nova retração próxima a 40.000 anos A. P. O intervalo entre 36.000 anos A. P e 22.800 anos A. P. é marcado pela presença da floresta. Uma retração significativa da vegetação ou mesmo seu desaparecimento foram detectadas entre 23.000 anos A. P e 11.000 anos A. P, seguidas de um aumento da umidade, com instalação de floresta entre 10.500 anos A. P e 7.760 anos A. P. Entre 7.000 anos A. P e 4.600 anos A. P. , foram detectados incêndios e alternâncias de fases secas e úmidas. Em ca 4.600 anos A. P., iniciou-se uma fase úmida, tendo sido registrados na base pequenos pulsos de uma fase seca anterior (ABSY *et al.* 1991; SOUBIÈS *et al.* 1991; ABSY 1996).

DE OLIVEIRA (1992) identificou na região da lagoa de Serra Negra (MG), para o período anterior a 40.000 anos A. P., três fases nas quais houve grande resfriamento acompanhado de aumento da umidade. Entre 39.930 A. P., a ca 20.000 anos A. P., o clima foi predominantemente frio e úmido, com períodos mais amenos próximo a 30.000 anos A. P. e 20.000 anos A. P. Para esta área, parece haver hiatos na sedimentação entre 20.000 A. P. e 14.840 anos A. P. e entre 11.000 anos A. P. e 5.000 anos A. P. O clima foi úmido com temperaturas mais altas, entre 14.300 anos A. P. e 11.000 anos A. P. Em 5.000 anos A. P. , o clima era mais seco, com a vegetação caracterizando-se pela associação entre mata e cerrado. O clima torna-se semelhante ao atual por volta de 1250 anos A. P.

Para a região da lagoa dos Olhos (MG), DE OLIVEIRA (1992) identificou um período de transição, entre 19.500 anos A.P. de clima úmido com pântanos, e 13.700 anos A.P. menos úmido. O clima torna-se mais seco com indícios de queimadas entre 13.700 anos A. P. e 6.800 anos A.P. A partir de período, identificaram-se oscilações climáticas, sendo que entre 4.000 anos A. P. e 2.000 anos A.P. a fase úmida culminou com o surgimento da lagoa.

Na região da lagoa Santa (MG), os registros referem-se a um processo de evolução a partir do Holoceno Médio. A partir dos registros palinológicos em torno de 6.200 anos A.P., o clima era mais seco do que o atual, presumido pelo fato de a lagoa ainda não existir. Neste período, segundo PARIZZI (1993), o clima deveria ser semi-árido, uma vez que já havia ocorrido grandes deslizamentos em consequência de chuvas torrenciais. A autora acredita que, neste momento, o rio passa a ser represado, originando a lagoa. Posteriormente, por volta de 5.020 anos A.P., há um aumento da umidade e a lagoa passa por uma fase de intermitência, identificada pela presença de vegetação campestre e arbórea. Na seqüência, 4.600 anos B.P., predomina a vegetação de cerrado e subordinadamente elementos arbóreos da região circundante, indicando que a lagoa tornou-se perene. A umidade aumenta novamente entre 3.000 anos A.P. e 1.800 anos A. P., assim como os tipos arbóreos, sendo que, em torno de 1.000 anos A. P., a umidade diminui, reduzindo a vegetação. Estudos geomorfológicos indicam um clima mais seco e temperaturas mais baixas no período anterior a 13.000 anos A. P. (PARIZZI 1993).

Estudos palinológicos realizados por FERRAZ-VICENTINI (1993, 1996) em uma vereda no município de Cromínia (GO) indicam um clima semi-úmido, semelhante ao atual, anterior a 32.400 anos A.P. , com a presença de uma vereda associada com floresta de galeria e circundada por cerrado. Para o período entre 32.000 e ca 27.000 anos A. P., ocorre a substituição da vereda por um pântano, conseqüência de quedas na temperatura e na umidade. Entre 27.000 e ca 20.000 anos A. P., o clima torna-se mais frio e úmido que aquele da fase anterior, resultando na substituição do pântano pela lagoa. Entre 16.400 anos A. P. e 11.300 anos A.P., a umidade diminui, com a conseqüente redução da vereda, sendo que, de 10.400 anos A. P. a 7.700 anos A. P. , apresentam-se indícios de queimadas; o clima torna-se úmido, com um conjunto vegetacional formado por vereda, mata de galeria e cerrado entre 6.500 anos A. P. a 3500 anos A. P.

Na Lagoa Feia, Chapada dos Veadeiros, identificaram-se quatro incêndios entre 18.054 anos A. P. e 17.970 anos A. P., além de uma retração na vegetação até por volta de 15.840 anos A. P. Entre 4.800 anos A. P. e 3.000 anos A. P., ocorreu aumento na umidade na região (FERRAZ-VICENTINI 1999).

BARBERI (1994) detectou mudanças climáticas na região da Vereda de Águas Emendadas, Distrito Federal, onde estabeleceu quatro fases importantes: Fase I (25.790 +/- 70 anos A. P. e 23.380 anos A.P.), caracterizada por um clima frio e úmido, com vegetação herbácea, correspondente a um pântano; Fase II (23.380 anos A. P e 21.450 +/-100 anos A.P.), com indícios de clima mais frio e úmido do que o anterior, cerrado arbóreo e mata de galeria; Fase III (21.450 +/-100 anos A. P e 7.220 +/-50 anos A. P.), caracteriza-se pela semi-aridez e Fase IV (a partir de 7.220 +/-50 anos A.P.), quando da implantação da vereda (clima de maior umidade e temperatura).

Na região de lagoa Bonita, Distrito Federal, BARBERI (2001) identificou variações climáticas a partir de aproximadamente 26.000 anos A. P., período úmido em que a lagoa se instalou. Com base no conjunto polínico entre 26.000 anos A. P e 19.700 anos A.P., o clima é frio e úmido, se comparado como o atual. A autora indica oscilações na precipitação pluviométrica para este período, “evidenciadas pelas modificações nas proporções relativas dos elementos botânicos presentes nas

três ecozonas deste intervalo”. Por volta de 29.900 anos A.P., registra-se uma queda na temperatura, acompanhada de um aumento na precipitação pluviométrica. Estas variáveis começam a cair por volta desta idade, tendo seu momento-clímax em 19.000 anos A. P. Entre 19.000 anos A. P e 13.000 anos A.P., o clima é semi-árido, voltando a ser úmido e com vegetação (frio do Glacial Tardio) por volta de 13.000 anos A.P. Para 7.000 anos A.P., existem registros de aumento na temperatura e na umidade, quando então se instalam as veredas nas áreas de cerrado. Ainda de acordo com a autora, a partir de 2.000 anos A.P. os registros palinológicos indicam condições climáticas semelhantes às atuais, ressaltando que, no Holoceno, existem registros de fases mais secas e outras mais úmidas.

## 6 SISTEMA ALUVIAL

Os sistemas aluviais compreendem os processos relacionados a leques (aluviais e deltaicos) e a rios, sendo que, na área em pesquisa, foram identificados um sub-sistema de leques aluviais e um sub-sistema fluvial. Os critérios comumente utilizados para a classificação dos rios são o padrão de drenagem, a relação entre o substrato e o curso d'água e a morfologia dos canais, esta última considerada por alguns autores como o fator principal, por depender da descarga, da carga de sedimentos, da velocidade da corrente, da largura, da profundidade do canal, da pluviosidade, da temperatura e das características do substrato, entre outros (RICCOMINI *et al.* 2001). Para a caracterização do canal do rio Meia Ponte, utiliza-se aqui, como fatores principais, o grau de sinuosidade, a relação largura e profundidade e a carga de sedimentos transportada (hidrossedimentologia).

Com a finalidade de inserir o rio Meia Ponte no contexto paleoclimático da área, foram realizadas análises palinológicas de turfas e sedimentos orgânicos, além de datações radicarbônicas e por termoluminescência.

### 6.1 – Sub-Sistema Fluvial

#### 6.1.1 Tipologia de Canais Fluviais

CHRISTOFOLETTI (1974) e STEVAUX (1993) fornecem uma visão geral sobre a evolução dos conceitos referentes à tipologia dos canais fluviais, descrevendo desde os trabalhos pioneiros de LEOPOLD & WOLMAM (1957), que primeiramente estabeleceram considerações sobre os padrões retilíneos, meandantes e anastomosados, passando por SCHUMM (1963), que inclui nos três padrões propostos por LEOPOLD & WOLMAM (*op. cit.*) duas novas variáveis: predomínio da carga transportada e índice de sinuosidade; BRICE (1964), que introduz o índice de entrelaçamento; DURY (1969) e sua classificação provisória (canais meandantes, anastomosados, retos, deltaicos, ramificados, reticulados e irregulares); CHARLTON (1969), canais estáveis (retos e meandantes) e instáveis (anastomosados); WILLIAMS & RUST (1969), que propõe a ordenação de barras e canais; CHITALE (1970) e a classificação com base no número e na forma dos canais; CHRISTOFOLETTI (1974), que propõe a classificação em canais únicos, transicional e múltiplos, até RUST (1978) e os valores de sinuosidade e parâmetro de entrelaçamento.

SCHUMM (1981 e 1986, *apud* SILVA 1997) apresenta uma classificação para os tipos de canais (meandrante, *braided* e retilíneo) baseada em quatro parâmetros: velocidade e energia do fluxo, quantidade de sedimentos transportados, estabilidade relativo e tamanho dos sedimentos transportados. Estes trabalhos de SCHUMM têm servido de base para inúmeras pesquisas relacionadas com sistemas fluviais (FIGURA 6.1).

EMERY & MYERS (1996), referindo-se aos quatro estilos de canais fluviais (meandrante, anastomosado, entrelaçado e retilíneo), ponderam que estes estilos devem ser considerados apenas como tendências dentro de uma ampla variedade de estilos de canais que os rios podem apresentar. Os autores consideram, com base em BRIDGE (1985, *apud* EMERY & MYERS *op cit.*), que “*rivers channel patterns are controlled by discharge, sediment supply and gradient. As a result, changes between channel pattern classes are gradational, with one or a number of different channel pattern containig similar morphological elements*”.(EMERY & MYERS *op cit.*, p. 111). Os autores apresentam vários esquemas referentes à relação entre tamanho dos grãos e padrão do canal em sistemas fluviais (FIGURA 6.2).

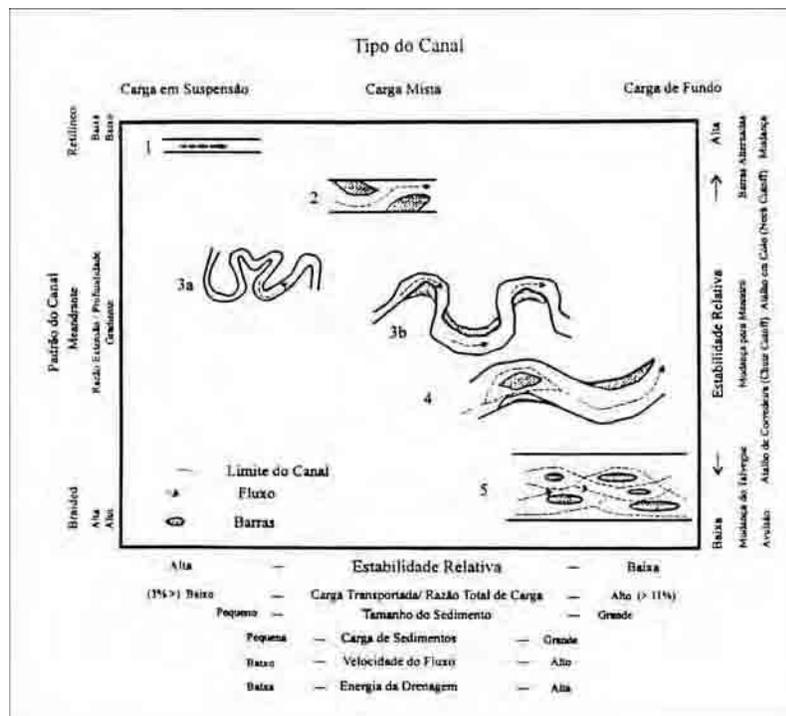


FIGURA 6.1 – Classificação dos canais baseado no padrão e tipo de carga associada com indicadores de estabilidade relativa e outras variáveis (SCHUMM 1986, *apud* SILVA 1997).

A respeito das mudanças de padrão de canal dos rios, há uma vasta bibliografia, podendo-se citar PETTS *et al.* (1989), que trata das mudanças dos canais de grandes rios no oeste da Europa, além de GREGORY (1983), GREGORY *et al.* (1987), GREGORY (1977) e RICHARDS (1987).

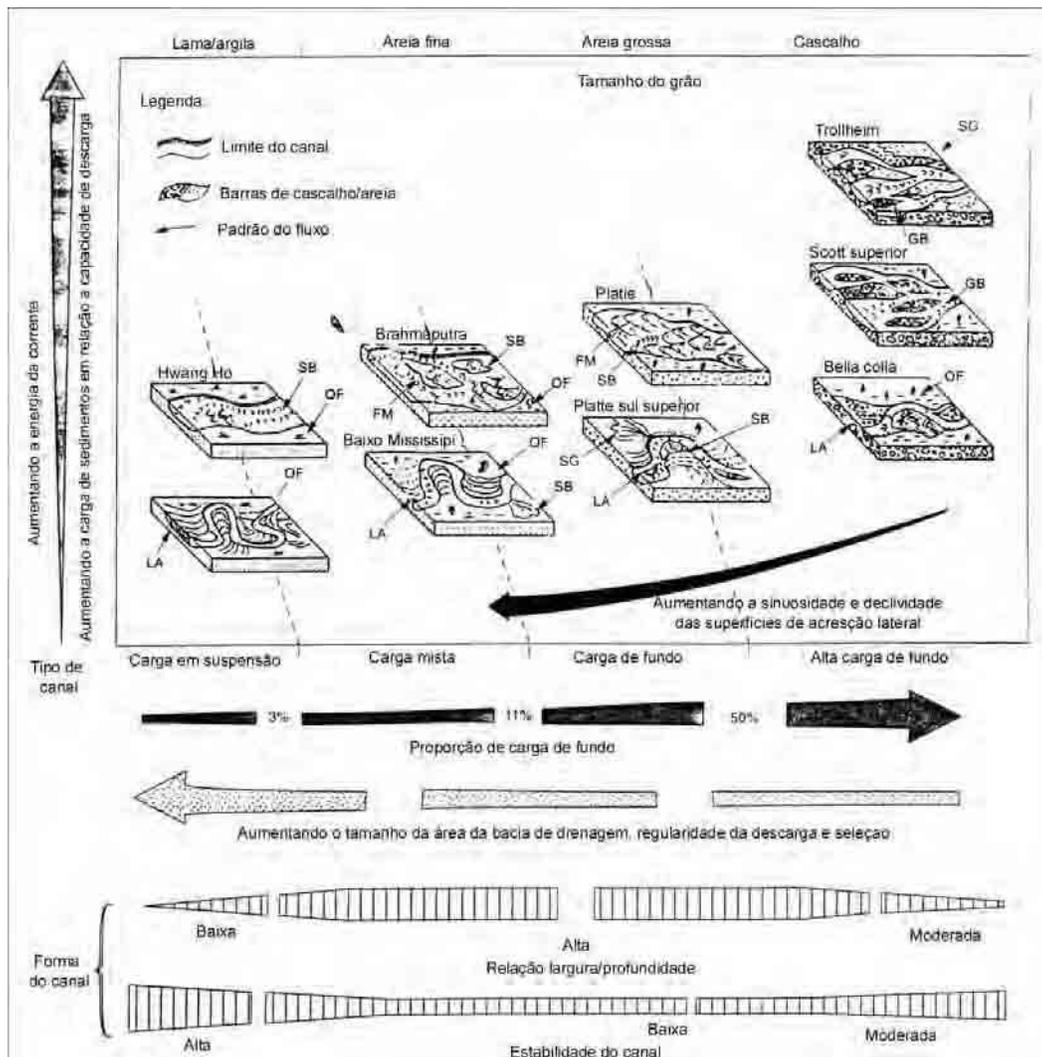


FIGURA 6.2 – Relação entre granulometria e padrão dos canais fluviais (após ORTON & READING 1993, *apud* EMERY & MYERS 1996)

#### 6.1.1.1 O canal atual do rio Meia Ponte

O rio Meia Ponte nasce na serra dos Pireneus, a uma altitude de aproximadamente 1000 m, no município de Itauçu, Goiás, percorrendo uma distância de 546,372 Km<sup>1</sup>, até desaguar na margem direita do rio Paranaíba, na divisa entre os estados de Goiás e Minas Gerais, no município de Cachoeira Dourada, a uma altitude de 395m, atravessando 22 municípios.

O canal único do rio Meia Ponte apresenta declividade média de 0,001 e índice de sinuosidade (i.s.) correspondente a 1,71, sendo 1,58 para a área em pesquisa. Nesta área, o índice de sinuosidade entre o município de Inhumas e a Br-153 é de 1,58, enquanto que entre a Br-153 e o limite da área de pesquisa é de 1,9. O i.s. calculado para o segmento Inhumas/BR-153, feito através da digitalização do canal apresenta um viés em consequência do excesso de curvas do canal, que o programa de computador tende a suavizar. A utilização do curvímetro (curva francesa) também não solucionou o problema. Utilizando-se um delgado cordão de *nylon* obteve-se um i.s. de 1,95. No segmento localizado entre a Br-153 e o final da área de pesquisa, o i.s. é de 1,9, onde se observa incipientes barras laterais e de meandro, além de corredeiras. Estes valores, segundo STEVAUX (1993), referem-se a canais meandrantés (TABELA 6.1).

A sinuosidade do canal do rio Meia Ponte deve-se, principalmente, ao controle estrutural, conforme é abordado no Capítulo 8. Na tentativa de correlacionar o rio em estudo com a tipologia de canais apresentadas por STEVAUX (*op. cit.*), a presente Tese realizou trabalhos de hidrosedimentologia/hidrosedimentometria, com ênfase na carga transportada, na relação carga de fundo/suspensa e na relação largura/profundidade do canal, abordados no item 6.1.1.3. É realizada também uma caracterização dos canais meandrantés.

---

<sup>1</sup> DBO (1997) apresenta o valor de 471,6 Km.

TABELA 6.1 – Tipologia dos canais fluviais com base em STEVAUX (1993)

	S	Carga	Morfologia	Carga de fundo (%)	L/P	Comportamento erosivo	Comportamento deposicional	Declividade
Meandrante	>1,3	Suspensão ou mista	Canal único	<11	<40	Incisão e alargamento de meandro	Barra de canal	<0,0002
Entrelaçado	<1,3	Fundo	Dois ou mais canais com barras e ilhas	>11	>40	Alargamento de canal	Agradação do canal, barra central	>0,0002
Retilíneo	<1,5	Suspensão, mista ou fundo	Canal único	<11	>40	Incisão e alargamento de canal	Barra lateral	
Anastomosado	>2,0	Suspensão	Dois ou mais canais com ilhas grandes e estáveis	<3	<40	Lento alargamento de meandro	Lenta acreção de banco	0,0001
Meia Ponte	1,71	Suspensão	Canal único	<11*	<40	Incisão e alargamento de meandro	Barra Arenosa	0,001

Fonte: STEVAUX (1993) - i.s.= índice de sinuosidade \*Estimativa L/P = relação largura-profundidade

### 6.1.1.2 Índice de sinuosidade

O índice de sinuosidade foi obtido segundo os procedimentos mencionados no Capítulo 2. Ressalte-se que a escala da base cartográfica (1: 100.000) pode provocar distorções nos valores obtidos (TABELA 6.2).

TABELA 6.2 Índices de Sinuosidade

	Comprimento do canal (km)	Comprimento do vale (km)	Índice de sinuosidade (i.s.)
Para todo o curso do rio Meia Ponte	546,372	318,903	1,71
Para a área em pesquisa	195	123	1,58
Trecho Inhumas/ Br.153	70,7	44,7	1,58
Trecho Br.153/limite jusante da área em pesquisa	79	41,3	1,9

### 6.1.1.3 Hidrossedimentologia

Por ser um rio situado em área de cerrado, em clima tropical-subúmido, com duas estações bem definidas, conforme enfatizado no item 3.2.1, o rio Meia Ponte apresenta uma significativa variação quanto a alguns parâmetros como, por exemplo, largura do canal, profundidade, descarga líquida, carga em suspensão e de fundo (TABELAS 6.3a a 6.3d). Os dados fornecidos pelas tabelas mencionadas estão embasados na metodologia citada no item 2.2.1.1(Vazão, Carga de Fundo e em Suspensão). Para melhor caracterizar o canal do rio Meia Ponte, a TABELA 6.4/ANEXO 6.1 apresenta seis pontos adicionais, com a largura e a profundidade média do canal.

As FIGURAS 6.3.1 a 6.3.8/ANEXO 6.2a a 6.2h mostram perfis transversais e perfis molhados do canal para as quatro estações amostradas. Os perfis transversais indicam uma relativa estabilidade do canal do rio Meia Ponte no período de abrangência. A diferença entre alguns perfis, verificado quando da superposição destes, como, por exemplo, nas Estações Montante e Jusante de Goiânia, deve-se a diferença de localização do ponto inicial das medições realizadas por diferentes equipes de campo. Um leve deslocamento transversal de alguns perfis leva a um ajuste.

Nos perfis molhados observam-se diferenças significativas nas profundidades do canal, consequência da vazão, diretamente relacionada com as precipitações, bem definidas e distintas na região do cerrado brasileiro, conforme ilustrado no Capítulo 3.

TABELAS 6.3a – Características Geométricas e Descargas Sólidas no Canal – etapa 1

Etapa 1	Inhumas	Montante de Goiânia	Jusante de Goiânia	Fazenda Bonita de Baixo
Descarga Líquida (m <sup>3</sup> /s)	5,083	15,698	34,201	61,147
Profundidade média (cm)	78,2	139	110	210
Largura média do canal (m)	12,20	20,40	32,40	34,80
Área (m <sup>2</sup> )	8,94	31,07	26,50	63,10
Velocidade (m/s)	0,585	0,505	0,13	1,416
Relação L/P	15,6	14,7	29,45	16,6
Concentração de sedimentos em suspensão (mg/l)	43,80	43,30	60,85	99,10
Concentração relativa (t/dia)*	354,90	172,82	12,62	1251,33
Descarga sólida não medida (t/dia)*	33,34	47,52	3,12	1543,93
Descarga sólida medida (t/dia)*	19,24	58,73	179,81	523,56
Descarga sólida total (t/dia)*	52,58	106,25	182,93	2067,49
Descarga sólida total (t/dia) (a) suspensão e (b) arrasto (**)	(a) 47,32 (b) 5,26	(a) 95,63 (b) 10,62	(a) 164,63 (b) 18,3	(a) 1860,74 (b) 206,75
Data	15/06/00	14/05/00	13.05/00	12/05/00

\*Método Simplificado de COLBY (1957)

\*\*Pelo método de COLBY (1957), na descarga sólida não medida estão incluídos valores referentes à descarga sólida em suspensão e carga de arrasto não medidas, esta última correspondendo aproximadamente a 10 % da carga em suspensão (conforme informação oral do Eng. Marcos Correntino/CPRM-GO). Os valores obtidos e apresentados no item “Descarga sólida total (t/dia) (a) suspensão e (b) arrasto” são estimativos.

TABELA 6.3b – Características Geométricas e Descargas Sólidas no Canal – etapa 2

Etapa 2	Inhumas	Montante de Goiânia	Jusante de Goiânia	Fazenda Bonita de Baixo
Descarga Líquida (m <sup>3</sup> /s)	2,76	6,42	11,26	49,98
Profundidade média (cm)	47,3	99,66	54,3	152
Largura média do canal (m)	10,50	20,00	27,00	31,00
Área (m <sup>2</sup> )	6,10	28,20	24,10	60,20
Velocidade (m/s)	0,504	0,352	0,771	0,858
Relação L/P	22	22	50	20,4
Concentração de sedimentos em suspensão (mg/l)	23,47	3,86	50,59	20,34
Concentração relativa (t/dia)*	370,31	107,65	768,20	503,38
Descarga sólida não medida (t/dia)*	12,57	5,39	139,35	181,97
Descarga sólida medida (t/dia)*	5,60	2,14	49,22	87,83
Descarga sólida total (t/dia)*	18,17	7,53	188,57	269,80
Descarga sólida total (t/dia) (a) suspensão e (b) arrasto (**)	(a) 16,88 (b) 1,82	(a) 6,78 (b) 0,753	(a) 169,71 (b) 18,86	(a) 242,82 (b) 26,98
Data	16/10/00	16/10/00	17/10/00	17/10/00

\*Método Simplificado de COLBY (1957)

\*\*Pelo método de COLBY (1957), na descarga sólida não medida estão incluídos valores referentes à descarga sólida em suspensão e carga de arrasto não medidas, esta última correspondendo aproximadamente a 10 % da carga em suspensão (conforme informação oral do Eng. Marcos Correntino/CPRM-GO). Os valores obtidos e apresentados no item “Descarga sólida total (t/dia) (a) suspensão e (b) arrasto” são estimativos.

TABELA 6.3c – Características Geométricas e Descargas Sólidas no Canal – etapa 3

Etapa 3	Inhumas	Montante de Goiânia	Jusante de Goiânia	Fazenda Bonita de Baixo
Descarga Líquida (m <sup>3</sup> /s)	4,711	14,115	28,145	48,371
Profundidade média (cm)	77	135	94	195
Largura média do canal (m)	12,40	21,40	31,40	34,00

Continuação da TABELA 6.3c

Área (m <sup>2</sup> )	9,58	28,90	29,66	66,5
Velocidade (m/s)	0,492	0,488	0,949	0,727
Relação L/P	16	15,8	33,4	17,4
Concentração de sedimentos em suspensão (mg/l)	42,02	37,01	58,15	92,74
Concentração relativa (t/dia)*	253,85	164,49	840,78	296,19
Descarga sólida não medida (t/dia)*	21,68	42,15	335,74	303,50
Descarga sólida medida (t/dia)*	17,10	45,14	141,40	387,58
Descarga sólida total (t/dia)*	38,78	87,29	477,14	691,08
Descarga sólida total (t/dia) (a) suspensão e (b) arrasto (**)	(a) 34,9 (b) 3,88	(a) 78,56 (b) 8,73	(a) 429,43 (b) 47,71	(a) 621,97 (b) 69,11
Data	13/05/01	13/05/01	15/05/01	16/05/01

\*Método Simplificado de COLBY (1957)

\*\*Pelo método de COLBY (1957), na descarga sólida não medida estão incluídos valores referentes à descarga sólida em suspensão e carga de arrasto não medidas, esta última correspondendo aproximadamente a 10 % da carga em suspensão (conforme informação oral do Eng. Marcos Correntino/CPRM-GO). Os valores obtidos e apresentados no item “Descarga sólida total (t/dia) (a) suspensão e (b) arrasto” são estimativos.

TABELA 6.3d – Características Geométricas e Descargas Sólidas no Canal – etapa 4

Etapa 4	Inhumas	Montante de Goiânia	Jusante de Goiânia	CEMIG
Descarga Líquida (m <sup>3</sup> /s)	4,939	14,892	30	55,1
Profundidade média (cm)	69	134	91	194
Largura média do canal (m)	12,60	22,10	33,00	35,30
Área (m <sup>2</sup> )	8,69	29,52	29,94	68,32
Velocidade (m/s)	0,568	0,504	1,083	0,806
Relação L/P	18,3	16,5	36,3	18,2
Concentração de sedimentos em suspensão (mg/l)	8,82	13,97	25,17	46,86

Continuação da TABELA 6.3d

Concentração relativa (t/dia)*	363,06	177,17	1118,53	373,69
Descarga sólida não medida (t/dia)*	14,24	29,38	322,49	288,41
Descarga sólida medida (t/dia)*	3,76	17,97	65,24	222,08
Descarga sólida total (t/dia)*	18,06	47,36	387,73	511,49
Descarga sólida total (t/dia) (a) suspensão e (b) arrasto (**)	(a) 16,25 (b) 1,81	(a) 42,6 (b) 4,74	(a) 348,96 (b) 38,77	(a) 460,34 (b) 51,15
Data	04/05/02	03/05/02	28/05/02	29/05/02

\*Método Simplificado de COLBY (1957)

\*\*Pelo método de COLBY (1957), na descarga sólida não medida estão incluídos valores referentes à descarga sólida em suspensão e carga de arrasto não medidas, esta última correspondendo aproximadamente a 10 % da carga em suspensão (conforme informação oral do Eng. Marcos Correntino/CPRM-GO). Os valores obtidos e apresentados no item “Descarga sólida total (t/dia) (a) suspensão e (b) arrasto” são estimativos.

### 6.1.2 Modelos Depositionais Fluviais

Ao tratar de modelos deposicionais, torna-se importante, inicialmente, a definição rápida de alguns conceitos como fácies, fácies sedimentares e ambiente deposicional. A respeito destes conceitos, uma abordagem mais completa pode ser encontrada em SELLEY (1982), SUGUIO (1980 e1990), MENDES (1984), READING (1986), EINSELE (1992) e MIALI (1996).

Fácies referem-se, em sedimentologia, às características inerentes de uma rocha/unidade sedimentar que a diferenciam dos corpos contíguos (GRESSLY 1838, *apud* MENDES *op. cit.*). A grande maioria dos autores, dentre eles MENDES (*op. cit.*), STEVAUX (1993), SOUZA (2000) e ETCHEBEHERE (2000) costumam, ao definir fácies, incluir o significado etimológico da palavra em latim, qual seja, “face, aspecto, aparência, forma, característica ou condição” (FARIA 1956).

A definição utilizada nesta tese para fácies sedimentares é aquela de SELLEY (1978, p.5) : “*is a mass of rock which can be defined and distinguished from others by its geometry, lithology, sedimentary structures, palaeocurrent pattern and fossils*”, sendo resultante de um processo (ambiente de sedimentação). Ambiente deposicional é uma associação de fácies resultantes de processos variados, na qual cada conjunto é o produto de processos deposicionais específicos.

Um modelo deposicional fluvial deve, necessariamente, exibir as características elementares de um rio, como tipologia de canal, dados hidrossedimentológicos, faciologia e geometria hidráulica (SOUZA FILHO 1993).

STEVAUX (*op. cit.*) apresenta um paralelo entre a sedimentologia e a geomorfologia fluvial, indicando um distanciamento entre estas ciências, apesar de os sedimentólogos utilizarem, para os modelos deposicionais, a mesma tipologia adotada para os canais fluviais. Para o autor, os modelos fluviais, no que se refere às citadas ciências, possuem alguns pontos básicos, a saber: geomorfologia fluvial descritiva (aspectos físicos do rio); geomorfologia fluvial quantitativa (geometria e hidráulica); transporte sedimentar (hidrossedimentologia); formas de leitos; estudos de fácies e paleo-hidráulica. Com estas considerações, o autor considera a necessidade de que os trabalhos referentes a modelos fluviais devem ser realizados em conjunto, adequados à realidade dos dados produzidos pelas ciências envolvidas. No contexto da correlação de STEVAUX (*op. cit.*), a presente pesquisa engloba estudos de fácies, tipologia de canais fluviais e hidrossedimentometria, respectivamente geomorfologia fluvial quantitativa e transporte sedimentar.

A presente tese baseia-se no modelo deposicional fluvial de MIALL (1996), modificado de MIALL (1985 e 1992), ou seja, na *Architectural-Elements Analysis* ou simplesmente elementos de arquitetura, que estabelece, a partir de um conjunto de fácies (TABELA 6.5), nove elementos arquitetônicos básicos para rios entrelaçados (*braided*), anastomosados (*anastomosed*) e meandrantos (*meandering*) (FIGURA 6.4 e TABELA 6.6), resultando em 16 estilos de combinações de elementos fluviais. A proposta de MIALL (1985) baseia-se no pressuposto de que os depósitos fluviais podem ser subdivididos “em suítes locais formadas por um ou mais pacotes de um grupo de oito elementos arquitetônicos básicos” STEVAUX (*op. cit.*).

TABELA 6.5 Código de Fácies (MIALL 1996).

Código de Fácies	Fácies	Estruturas Sedimentares	Interpretação
Gmm	Cascalho maciço, sustentado por matriz	Gradação fraca ou incipiente	Fluxo de detritos
Gmg	Cascalho sustentado por matriz	Gradação normal a inversa	Fluxo de detritos
Gci	Cascalho sustentado por clastos	Gradação inversa	Fluxo de detritos rico em clastos
Gcm	Cascalho maciço sustentado por clastos		Fluxo de detritos pseudo-plásticos
Gh	Cascalho fracamente acamadado, suspenso por clastos	Acamamento horizontal, imbricação	Formas longitudinais, depósitos de corrente, depósitos peneirados
Gt	Cascalho, estratificado	Estratificação cruzada acanalada	Pequenos canais preenchidos
Gp	Cascalho, estratificado	Estratificação cruzada planar	Formas transversais, formação de deltas a partir de antigas barras
St	Areia fina a muito grossa, podendo ter grânulos	Estratificação cruzada acanalada isolada ou agrupada	Dunas com cristas sinuosas e linguóides (barras)
Sp	Areia fina a muito grossa, podendo ter grânulos	Estratificação cruzada planar isolada ou agrupada	Dunas transversais e linguóides (barras)
Sr	Areia muito fina a grossa	Laminação cruzada ondulada	Ondulada (regime de fluxo inferior)
Sh	Areia muito fina a grossa, podendo ter grânulos	Laminação horizontal	Fluxo de camadas planas
Sl	Areia muito fina a grossa, podendo ter grânulos	Camadas cruzadas de baixo ângulo (<math><15^{\circ}</math>)	

Continuação da TABELA 6.5

Ss	Areia fina a muito grossa, podendo ter grânulos	Correntes rasas, amplas	Preenchimento de canal
Sm	Areia fina a grossa	Maciça ou levemente laminada	Depósitos de fluxo gravitacional de sedimentos
Fl	Areia, silte, lama	Laminação fina ondulada, muito pequena	Depósitos de finos, abandono de canal ou planície de inundação
Fsm	Silte, lama	Maciço	Pântano ou depósito de abandono de canal
Fm	Lama, silte	Maciço, gretas de dissecação	Depósitos de inundação
Fr	Lama, silte	Maciço, raízes, bioturbação	Camadas com raízes, solo incipiente
C	Carvão, lama orgânica	Plantas, filme de argila	Depósitos de pântanos vegetados
P	Paleossolo carbonatado (calcita, siderita)	Feições pedogênicas: nódulos e filamentos	Solos com precipitação química.



Continuação da TABELA 6.6

Formas de acreção lateral	LA	St, Sp, Sh, Sl, Sc, Ss , menos frequente Gm, Gt, Gp	Cunha, laminar, ou na forma de lóbulo; caracterizado por superfície interna de acreção lateral de 3ª ordem.
<i>Scour hollows</i> ou canais de corrente	HO	Gb, Gt, St, Sl	
Sedimento de fluxo gravitacional	SG	Gmm, Gmg, Gci, Gcm	Lóbulo, lâminas, tipicamente intercamadado com GB
Areia laminada	LS	Sh, Sl; pouco frequente Sp, Sr	Laminas ou forma de lençol
Sedimentos finos de inundação	FF	Fm, Fl	Forma de lençol finas a grossas; comumente intercamadado com SB; pode ser canal abandonado preenchido

6.1.2.1 Rios meandrantés

CANT (1982) realiza uma breve caracterização sobre modelos fluviais, apresentando alguns critérios para reconhecimento de canais retilíneos (*straight*), anastomosados (*anastomosing*), meandrantés (*meandering*) e entrelaçados (*braided*) (FIGURA 6.5). No que se refere ao estilo meandrante, o autor aborda as características gerais e peculiares deste sistema e principalmente os aspectos faciográficos dos depósitos de acreção lateral e vertical. O trabalho enfoca também aspectos relacionados à avulsão e ao “*fining-upward*” que se origina durante a migração lateral do canal, apresentando na base cascalhos, passando a areia grossa, média, fina e muito fina (com estratificação cruzada acanalada e planar), predominando lama maciça ou rítmica no

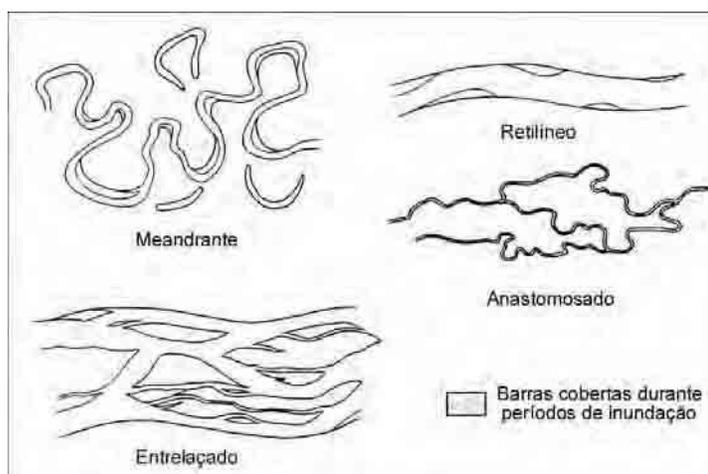


FIGURA 6.5 – Principais padrões de canais fluviais (MIALL 1982)

WALKER & CANT (1984) também estabelecem considerações sobre os depósitos relacionados a sistemas fluviais meandrantés, anastomosados, entrelaçados e retilíneos, em

um contexto mais abrangente, que são os motivos deposicionais lineares. O texto, em razão desta abordagem, é denso e extremamente rico, sendo uma referência importante nos estudos relacionados a sistema fluviais (FIGURAS 6.6 a 6.8).

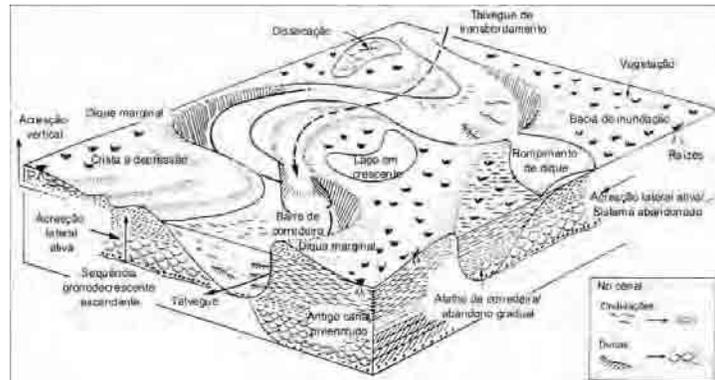


FIGURA 6.6 Bloco diagrama evidenciando os elementos de um rio meandrante (WALKER & CANT 1984).



FIGURA. 6.7 – Modelo para depósitos de acreção lateral e vertical de rios meandrantes (WALKER & CANT 1984).

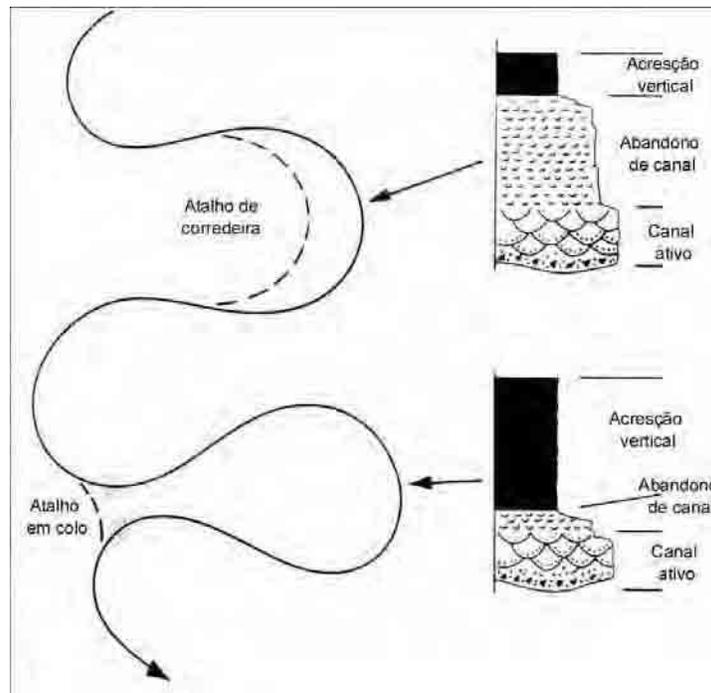


FIGURA 6.8 – Exemplos de abandono de curvas de meandro (WALKER & CANT 1984)

Dos 16 estilos fluviais propostos por MIALL (1996), cinco referem-se a rios meandrantés (FIGURA 6.9). SUGUIO (1998) refere-se a meandrantés como rios maduros que possuem uma planície de inundação ampla, cujo canal é sinuoso e de baixo gradiente. SUGUIO & BIGARELLA (1990, p. 152-153), ao tratarem de sistemas fluviais, dividem os rios meandrantés em pelíticos (relação lama/areia de moderada a alta, baixo gradiente, além de descarga uniforme e alta) e psamítico (diferencia-se do pelítico principalmente pelo gradiente mais elevado, com maior carga de fundo). A TABELA 6.7 apresenta algumas características de sistemas meandrantés segundo EINSELE (1992), CANT (1982) e DAVIS JR (1992).

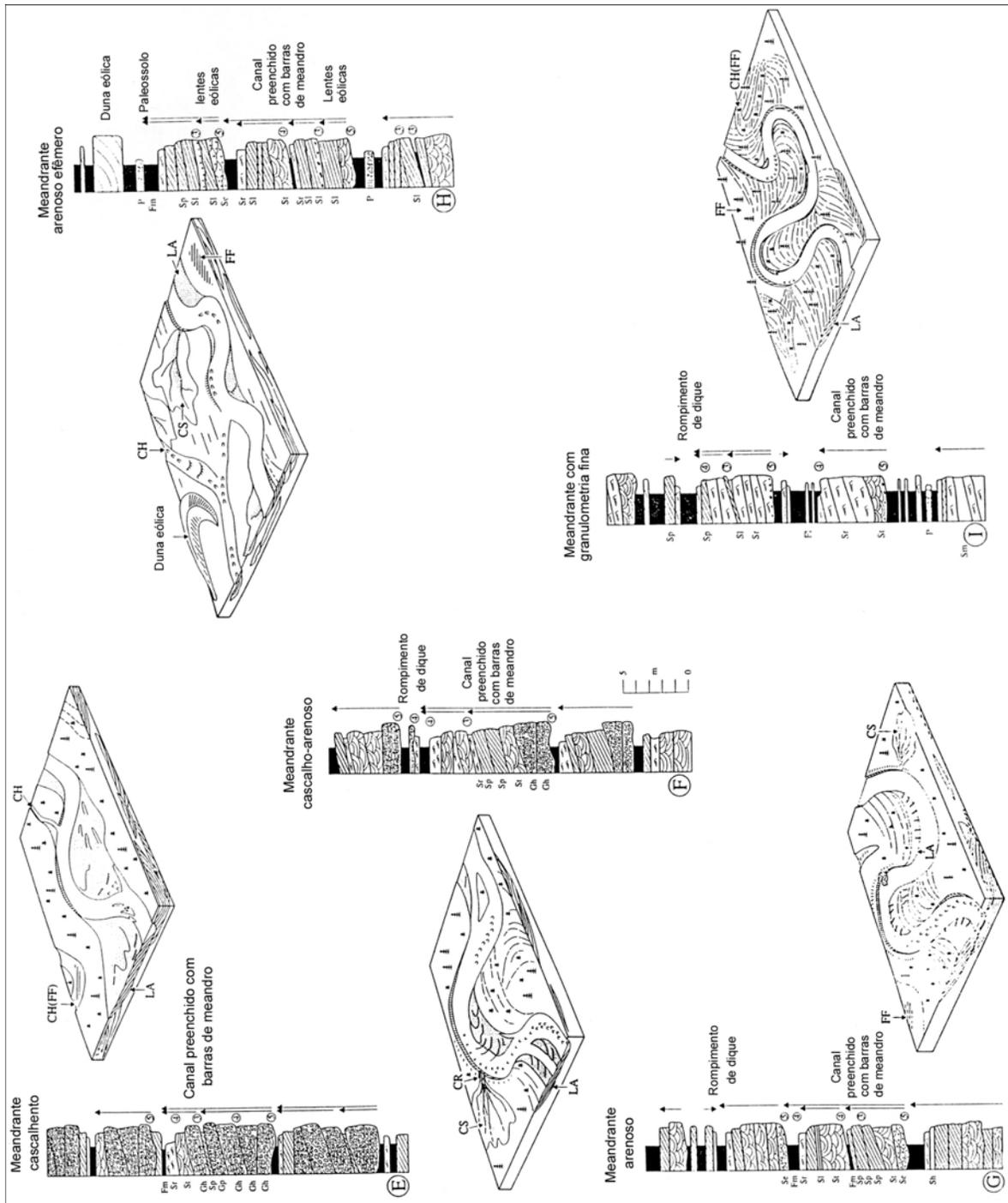


FIGURA. 6.9 - Perfis verticais com conjuntos de litofácies e blocos-diagramas de rios meandrantes (MIALL 1996).

TABELA 6.7 Algumas características de sistemas meandrantas

EINSELE (1992)	CANT(1982)	DAVIS JR (1992)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Canais relativamente estreitos;</li> <li>• Alta sinuosidade (i.s.&gt;1,5);</li> <li>• Carga mista ou predominantemente suspensa;</li> <li>• Feições morfológicas observadas:  <i>-channel and channels fills;</i>  <i>-point bars and lateral accretion complexes;</i>  <i>-chute bars;</i>  <i>-channels plugs (oxbow lakes);</i>  <i>-levee and crevasse splay deposits;</i>  <i>-alluvial floodplain deposits.</i> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresenta barras de meandro(<i>point bars</i>) no lado interno da curva;</li> <li>• Geomorfólogos têm trabalhado nas relações entre largura, profundidade e declividade do canal, além do comprimento e da amplitude dos meandros;</li> <li>• Canais relativamente profundos e estreitos;</li> <li>• Apresentam estabilidade lateral em razão de uma maior espessura da vegetação mais densa da planície de inundação;</li> <li>• Estes rios são confinados lateralmente pelas curvas de meandro abandonados, conhecidos como oxbow lakes;</li> <li>• O canal migra livremente dentro de um cinturão de meandros arenosos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dois tipos de sistemas meandrantas:  <i>-coarse-grained meanderbelt;</i>  <i>-fine-grained meanderbelt;</i> </li> <li>• Canais únicos;</li> <li>• Descarga variável, geralmente apresenta um período de inundação;</li> <li>• Meandramento resultante da variação do fluxo através do canal (variação na taxa de sedimentação, gradiente etc)</li> </ul>

## 6.2 Sub-Sistema de Leques Aluviais

O sub-sistema de leques aluviais corresponde aos conglomerados depositados sobre o embasamento e sobre o qual instalou-se o atual rio Meia Ponte.

SUGUIO & BIGARELLA (1990) definem leque aluvial como um depósito sedimentar apresentando forma semelhante a um meio cone, formado por sedimentos grossos, mal selecionados, que se depositam próximo à base das montanhas. As correntes advindas das montanhas perdem a velocidade próximo ao limite de relevos acidentados/pouco acidentados, onde o gradiente diminui. Os diferentes leques depositam-se próximos, podendo coalescerem, originando uma superfície deposicional inclinada.

Para REINECK & SING (1973), desde que as condições topográficas e climáticas sejam favoráveis, os leques aluviais podem ocorrer em diversos ambientes. Segundo eles, a

superfície do leque possui uma declividade entre 3° e 6°, esporadicamente ultrapassa os 10° enquanto “ *the radius of alluvial fans varies a few hundred meters to 100km or more*”.

Os sedimentos dos leques aluviais são transportados principalmente por correntes anastomosadas e secundariamente por correntes de massa, nas quais se incluem corridas de lama e de areia. Quando ocorre corrida de detritos, utiliza-se a denominação de “cones de corridas de detritos” ao invés de leques aluviais. Estas corridas de detritos apresentam algumas características marcantes, como canais com calha lisa, associados a diques laterais formados por seixos e matacões (SUGUIO & BIGARELLA *op. cit.*).

O processo deposicional dos leques aluviais ocorre em ciclos com decréscimo ascendente da granulometria *fining upward*, sendo a base destes ciclos constituída por brechas de corridas de detritos. Quanto à distribuição radial da granulometria, verifica-se que, a partir do ápice do cone, há uma seqüência bem definida, iniciando com grosseiros, passando para arenosos e terminado com finos (SUGUIO & BIGARELLA *op. cit.*).

Importante elemento relacionado à forma cônica dos leques aluviais é o ponto de interseção mencionado por SUGUIO & BIGARELLA (*op. cit.*), utilizando-se do trabalho de HOOKE (1967). De acordo com BLISSENBACH (1954), os leques aluviais são constituídos de três partes: *upper fan*, *middle fan* e *lower fan*, ressaltando que a *lower fan* constantemente coalesce com outros leques.

MENDES (1984) faz uma breve caracterização dos processos formadores de leques aluviais, quais sejam: corridas de detritos, corridas de lama e corrente aquática, além de ressaltar o cuidado para não se confundir leques aluviais com cones de talude. STANISTREET & McCARTHY (1993) propuseram uma classificação para os leques aluviais: *Debris Flow Dominated Fan*, *Braided Fluvial Fan* e *Low Sinuosity/Meandering Fluvial Fan*.

RICCOMINI *et al.* (2001) fazem algumas considerações sobre leques aluviais de climas árido e úmido, ressaltando que estes depósitos costumam ser estudados conjuntamente a rios entrelaçados. A presente pesquisa propõe uma origem relacionada a leques aluviais/barras longitudinais de canal entrelaçado para os conglomerados, até que pesquisas específicas sejam desenvolvidas. Esse tema será retomado no item 6.4.1.1. KOCHER & JOHNSON (1984) reconhecem quatro tipos de depósitos de leques com base nas características de campo: *debris flow deposits*, *sheet gravels*, *silts and channel gravels*.

A área em pesquisa apresenta as características físicas, climáticas e topográficas, além de um processo de evolução do relevo (ver item 3.1.3.1) ideais para a formação de leques aluviais, quais sejam, “grande declividade, abundante suprimento de detritos, (...) descargas muito fortes para seu início” RICCOMINI *et al.*(*op. cit.*).

### 6.3 Abordagem Realizada nos Depósitos Aluviais do Rio Meia Ponte

Conforme mencionado no Capítulo 2 (Métodos e Técnicas Utilizadas), o acesso aos depósitos foi realizado através de afloramentos (barrancos junto ao canal, drenos artificiais), poços, trincheiras e sondagens.

#### 6.3.1 Fácies Identificadas a Partir da Abordagem Utilizada nos Depósitos

A partir de um código de fácies de combinação binária (TABELA 6.8), baseado em MIALL (1996), foram identificadas 10 fácies (TABELA 6.9) que constituem seis associações de fácies (TABELA 6.10).

**TABELA 6.8** - Código de fácies para a interpretação dos depósitos fluviais do alto rio Meia Ponte. As siglas indicam textura, estruturas, informações complementares e complementação da textura. Adaptado de SOUZA (1999).

Siglas	Interpretação	Natureza da interpretação
F	Argila e silte (lama)	Textura
S	Areia	“
G	Cascalho	“
r.	Ruditos (grânulos/seixos)	“
a.	Argilosa	“
s.	Siltosa	“
m.	Maciço	Complemento da textura
(f)	Muito fina	“
(F)	Fina	“
(m)	Média	“
(g)	Grossa	“
(G)	Muito grossa	“
s.	Estratificação	Outras informações
l.	Laminação	“
g.	Gradação	“
o.	Orgânica	“
t.	Tecnógeno	“
c.	Clastos	“
M.	Matriz	“

Exemplo: Ssr (g/G) – areia estratificada com ruditos (grânulos e/ou seixos) e textura de areia grossa a muito grossa, ou seja uma granocrescência ascendente; Sst(g/F) – areia

estratificada com rejeitos tecnógenos, textura de areia grossa a fina, indicando uma decrescência ascendente. Quando a variação textural é apresentada pela simbologia separada por vírgula, indica que a fácies pode apresentar as texturas mencionadas, por exemplo (f,m) areia fina e média. As fácies que apresentam rejeitos tecnógenos, ruditos, têm esta indicação ao final da descrição.

**TABELA 6.9** - Classificação de fácies adaptadas de MIALL (1977), baseando-se em STEVAUX (1993), SOUZA (1999) e ETCHEBEHERE (2000)

<b>Código</b>	<b>Litofácies</b>	<b>Estruturas sedimentares</b>	<b>Interpretação</b>
<b>Fácies rudáceas</b>			
GMg (m,g,G)	Cascalho sustentado por matriz	Gradação fraca ou incipiente (normal ou inversa). Pode apresentar imbricação dos ruditos. Esporadicamente apresenta níveis arenosos com estratificação horizontal e cruzada	Leques aluviais/ Barras longitudinais (canal entrelaçado)
Gc	Cascalho sustentado por clastos	Fraca gradação normal e inversa. Pode apresentar imbricação dos cascalhos	Depósito de canal
<b>Fácies arenosas</b>			
Ss – (m/F), (f/F), (m), (F), (g/F), (g/m), (f), (F/f), (f/s), (m/f), (g), (s/f), (g/f), (F/g), (s/F)	Areia estratificada	Laminação cruzada acanalada, cruzada planar, plano paralela e ondulada	Canal/barra/dique
Sso (f)	Areia estratificada orgânica	Laminação cruzada acanalada, cruzada planar, plano paralela e ondulada	Canal/dique/abandono de canal
Sm - (F,m), (g/f), (g/F), (f), (F), (F/m), (g/m), (F,f), (m), (m,f), (f/m), (F/s), (g), (F/f), (F,f), (f/F), (g/f), (f/s), (m/F), (m/f)	Areia maciça	Maciça	Canal/barra
Smo - (m), (f/F)	Areia maciça orgânica	Maciça	Canal/abandono de canal

Continuação da TABELA 6.9

Fácies pelíticas			
Fmo	Lama maciça orgânica		Planície de inundação
Fm	Lama maciça	Maciça	Planície de inundação
Fso	Lama estratificada orgânica	Laminação planar e cruzada planar	Planície de inundação
Fs	Lama estratificada	Laminação planar e cruzada planar	Planície de inundação

### 6.3.2 Descrição das Fácies Sedimentares Identificadas nos Depósitos Fluviais do Alto Rio Meia Ponte

#### 6.3.2.1 Fácies rudáceas

GMg (m,g,G) – Cascalho: cascalhos sustentados por matriz. Os ruditos (acentuadamente seixos) são predominantemente subarredondados, com baixa esfericidade e diâmetro de 12cm, formados de quartzito e quartzo, subordinadamente xistos, lateritos, gnaises e rocha básica/ultrabásica. Incipiente estratificação normal/inversa, localmente seixos imbricados. Matriz areia muito grossa a média, cimento ferruginoso, às vezes limonitizado, podendo ocorrer na forma de lentes irregulares e erráticas, rara estratificação horizontal e cruzada, gradação normal e inversa. Conglomerado petromítico. Depósito de leques aluviais.

Gc - cascalho sustentado por clastos: cascalhos subarredondados, com diâmetro médio de 6,5cm, sustentados por clastos (detrito) referentes aos depósitos residuais de canal. Incipiente gradação normal e inversa e imbricação dos cascalhos. Pode apresentar rejeitos tecnogênicos associados.

#### 6.3.2.2 Fácies arenosas

Ss– areia estratificada

*O ambiente para que ocorra esta fácies deve ter energia alta o suficiente para originar as estratificações. Em alguns casos, a variação granulométrica pode indicar aumento ou diminuição desta energia. Foram estabelecidas 16 subdivisões desta unidade, com base na granulometria/textura.*

(m/F) - areia média a fina, granodecrescência ascendente, incipiente laminação cruzada acanalada, cruzada planar, plano paralela e ondulada. Coloração cinza (5 Y 5/1, 5 Y 6/1, 2,5 Y 6/0, 2,5 Y 5/0), marrom claro (7,5 YR 6/4), marrom escuro (7,5 YR 4/2, 2,5 Y 4/0), marrom amarelado (10 YR 5/4, 10 YR 5/3), amarelo pálido (2,5 Y 7/4), amarelo avermelhado (7,5 YR 6/8) e marrom forte (7,5 YR 5/8). Pode apresentar níveis de oxidação, ruditos “r” (grânulos e seixos) e rejeitos tecnógenos “t”.

*A granodecrescência ascendente e a presença de ruditos na base indicam uma diminuição da energia.*

(F/m) - areia fina a média, granocrescência ascendente. Laminação plano-paralela e cruzada tabular, coloração marrom amarelado escuro (10 YR 4/4), marrom amarelado (10 YR 5/6), marrom escuro (10 YR 4/3), marrom amarelado claro (2,5 Y 6/4) e amarelo avermelhado (5 YR 6/8). Presença de concreções ferruginosas. Pode apresentar ruditos “r” e rejeitos tecnogênicos associados “t”.

*A granocrescência ascendente indica um aumento da energia.*

(m) - areia média, laminação plano-paralela, ondulada, cruzada tabular e cruzada acanalada com lentes de areia fina. Coloração marrom amarelado claro (2,5 Y 6/4), marrom escuro (10 YR 4/3), marrom forte (7,5 YR 5/8, 7,5 YR 5/6), cinza (2,5 Y 6/0, 7,5 R 7/0, 10 YR 6/1), cinza escuro (7,5 R 4/0), amarelo pálido (2,5 Y 7/4), amarelo amarronado (10 YR 6/6) e amarelo avermelhado (5 YR 6/8). Esporadicamente pode apresentar lamina e lentes argilosas rica em m.o. (Fmo) e de textura silto argilosa, além de rejeitos tecnógenos “t” e grânulos “r”, principalmente na base do nível.

*A presença de grânulos na base é indicativa de uma diminuição da energia, não evidenciada na granulometria. As lentes de areia fina indicam fluxos de baixa energia. As fácies Fmo, esporádicas, indicam baixa energia, característica de planície de inundação.*

(F) - areia fina, incipiente laminação plano-paralela, cruzada-acanalada e tabular. Coloração marrom claro (7,5 YR 6/4), marrom amarelado (10 YR 6/4), cinza muito escuro (5 Y 3/1), marrom escuro (7,5 YR 4/2, 7,5 YR 4/4, 7,5 YR 3/2), marrom amarelado claro (2,5 Y 6/4), amarelo pálido (2,5 Y 8/3), branco (5 Y 8/1) e cinza claro (5 Y 7/1). Bioturbação e cimento ferruginoso. Pode apresentar rejeitos tecnógenos “t” e ruditos “r”.

(g/F) - areia grossa a fina, com grânulos e seixos em todo o nível, incipiente granodecrescência ascendente, bioturbação. Coloração cinza (2,5 Y 6/0, 5 Y 5/1), cinza escuro ( 2,5 Y4/0), cinza claro (2,5 Y 7/0), branco (5 Y 8/1) e marrom forte (7,5 YR 5/6). Pode apresentar rejeitos tecnógenos “t” associados

*A granodecrescência ascendente indica uma diminuição da energia, mesmo insipiente, mas não o suficiente para deixar de transportar os ruditos.*

(g/m) - areia grossa a média bem selecionada, com grânulos, laminação plano-paralela, e paralelo-ondulada descontínua, estratificação cruzada acanalada, convoluta e planar. Às vezes pode apresentar lentes de areia fina. Coloração variegada entre cinza escuro (7,5 R 5/4, 2,5 Y 4/0), vermelho (2,5 YR 5/8), cinza claro (2,5 Y 7/0), marrom avermelhado claro (10 YR 6/4)., amarelo pálido (2,5 Y 7/4), amarelo avermelhado (7,5 YR 6/6), marrom avermelhado (7,5 YR 5/4), marrom muito pálido (10 YR 7/3).

*A granocrescência ascendente da granulometria indica um aumento da energia, com fluxos de baixa energia evidenciados pelas lentes de areia fina.*

(f) - areia muito fina, bem selecionada com incipiente laminação plano- paralela, ondulada, e cruzada tabular. Coloração cinza (2,5 Y 5/0) cinza claro (2,5 Y7/0 e 2,5 Y 7/2), amarelo claro (10 YR 6/4), amarelo avermelhado (7,5 YR 7/8, 7,5 YR 6/0, 7,5 YR 4/2)), amarelo pálido (2,5 Y 7/2, 5 Y 7/4)), marrom claro (7,5 YR 6/4), marrom escuro (10 YR 4/3, 7,5 YER 3/2, 7,5 YR 4/4, 7,5 YR 4/2) e marrom amarelado (10 YR 5/4). Presença de lentes, lâminas e bolsões de areia média ou siltosas de coloração cinza (2,5 Y 5/0), grânulos de quartzo e quartzito. Intensamente bioturbado, níveis de oxidação.

*De um modo geral, indica um ambiente de baixa energia, com fluxos de alta (areia média/ grânulos).*

(F/f) - areia fina a muito fina, granodecrescência ascendente, laminação planar, cruzada tabular e ondulada, presença de grânulos de quartzito em todo o nível, ou na base, lentes de argila. Coloração cinza (5 Y 5/1, 7,5 R 7/0, 2,5 YR 6/0, 2,5 Y 5/0), cinza muito escuro (2,5 Y 3/0),marrom amarelado claro (2,5 Y 6/4), marrom avermelhado escuro ( 5 YR 3/2), marrom avermelhado (10 YR 5/6), marrom escuro (7,5 YR 4/4, 10 YR 4/3, 7,5 YR 3/2), marrom claro (7,5 YR 6/4), marrom claro amarelado (10 YR 6/4), marrom acinzentado

escuro (10 YR 4/2), marrom amarelado (10 YR 5/4), amarelo avermelhado (5 YR 6/8), amarelo pálido (2,5 Y 9/4), marrom muito pálido (10 YR 8/3), vermelho amarelado (5 YR 5/6) e marrom avermelhado (2,5 Y 4/4, 5 YR 5/3). Pode apresentar ruditos “r” em todo o nível, esporadicamente um enriquecimento em matéria orgânica e conter rejeitos tecnógenos “t”.

*A granodecrescência ascendente indica uma diminuição na energia, podendo ocorrer fluxos efêmeros de alta energia (grânulos em todo o nível) e de baixa (lentes de argila).*

(F/s) - areia fina a siltosa, granodecrescência ascendente, laminação planar, cruzada tabular e ondulada presença de grânulos de quartzito em todo o nível, ou na base, lentes de argila. Coloração cinza (5 Y 5/1, 7,5 R 7/0, 2,5 YR 6/0, 2,5 Y 5/0), cinza muito escuro (2,5 Y 3/0), marrom amarelado claro (2,5 Y 6/4), marrom avermelhado escuro (5 YR 3/2), marrom avermelhado (10 YR 5/6), marrom escuro (7,5 YR 4/4, 10 YR 4/3, 7,5 YR 3/2), marrom claro (7,5 YR 6/4), marrom claro amarelado (10 YR 6/4), marrom acinzentado escuro (10 YR 4/2), marrom amarelado (10 YR 5/4), amarelo avermelhado (5 YR 6/8), amarelo pálido (2,5 Y 9/4), marrom muito pálido (10 YR 8/3), vermelho amarelado (5 YR 5/6) e marrom avermelhado (2,5 Y 4/4, 5 YR 5/3). Pode apresentar ruditos “r” em todo o nível, esporadicamente um enriquecimento em matéria orgânica e conter rejeitos tecnógenos “t”.

(m/f) - areia média a muito fina, granodecrescência ascendente, presença de grânulos de quartzito, concreções ferruginosas na base e níveis de oxidação. Coloração marrom amarelado claro (2,5 Y 6/4), amarelo avermelhado (5 YR 6/6), marrom (7,5 YR 5/4), branco (5 Y 8/1), cinza escuro (2,5 Y 4/0), marrom acinzentado muito escuro (10 YR 3/2). Enriquecimento em matéria orgânica na porção superior.

*A granodecrescência ascendente e a presença de ruditos na base indicam uma diminuição na energia.*

(g) - areia grossa, laminação plano-paralela, ondulada, cruzada tabular e cruzada acanalada com lentes de areia fina. Coloração marrom amarelado claro (2,5 Y 6/4), marrom escuro (10 YR 4/3), marrom forte (7,5 YR 5/8, 7,5 YR 5/6), cinza (2,5 Y 6/0, 7,5 R 7/0, 10 YR

6/1), cinza escuro (7,5 R 4/0), amarelo pálido (2,5 Y 7/4), amarelo amarronado (10 YR 6/6) e amarelo avermelhado (5 YR 6/8).

(s/f) – silte a areia muito fina, granocrescência ascendente, laminação planar, cruzada tabular e ondulada, presença de grânulos de quartzito em todo o nível, ou na base, lentes de argila. Coloração cinza (5 Y 5/1, 7,5 R 7/0, 2,5 YR 6/0, 2,5 Y 5/0), cinza muito escuro (2,5 Y 3/0), marrom amarelado claro (2,5 Y 6/4), marrom avermelhado escuro (5 YR 3/2), marrom avermelhado (10 YR 5/6), marrom escuro (7,5 YR 4/4, 10 YR 4/3, 7,5 YR 3/2), marrom claro (7,5 YR 6/4), marrom claro amarelado (10 YR 6/4), marrom acinzentado escuro (10 YR 4/2), marrom amarelado (10 YR 5/4), amarelo avermelhado (5 YR 6/8), amarelo pálido (2,5 Y 9/4), marrom muito pálido (10 YR 8/3), vermelho amarelado (5 YR 5/6) e marrom avermelhado (2,5 Y 4/4, 5 YR 5/3). Pode apresentar ruditos “r” em todo o nível, esporadicamente um enriquecimento em matéria orgânica e conter rejeitos tecnógenos “t”.

(g/f) - areia grossa a muito fina, granodecrescência ascendente com grânulos, laminação plano-paralela, cruzada tabular, cruzada acanalada, convoluta e planar. Às vezes pode apresentar lentes de areia fina. Coloração variegada entre cinza escuro (7,5 R 5/4, 2,5 Y 4/0), vermelho (2,5 YR 5/8), cinza claro (2,5 Y 7/0), marrom avermelhado claro (10 YR 6/4), amarelo pálido (2,5 Y 7/4), amarelo avermelhado (7,5 YR 6/6), marrom avermelhado (7,5 YR 5/4), marrom muito pálido (10 YR 7/3).

(F/g) – Areia fina a grossa, granocrescência ascendente, laminação plano-paralela, e paralelo-ondulada descontínua, estratificação cruzada acanalada, convoluta e planar. Às vezes pode apresentar lentes de areia fina. Coloração variegada entre cinza escuro (7,5 R 5/4, 2,5 Y 4/0), vermelho (2,5 YR 5/8), cinza claro (2,5 Y 7/0), marrom avermelhado claro (10 YR 6/4), amarelo pálido (2,5 Y 7/4), amarelo avermelhado (7,5 YR 6/6), marrom avermelhado (7,5 YR 5/4), marrom muito pálido (10 YR 7/3).

(s/f) – Silte a areia muito fina, granocrescência ascendente, laminação planar, cruzada tabular e ondulada, presença de grânulos de quartzito em todo o nível, ou na base, lentes de argila. Coloração cinza (5 Y 5/1, 7,5 R 7/0, 2,5 YR 6/0, 2,5 Y 5/0), cinza muito escuro (2,5

Y 3/0), marrom amarelado claro (2,5 Y 6/4), marrom avermelhado escuro ( 5 YR 3/2), marrom avermelhado (10 YR 5/6), marrom escuro (7,5 YR 4/4, 10 YR 4/3, 7,5 YR 3/2), marrom claro (7,5 YR 6/4), marrom claro amarelado (10 YR 6/4), marrom acinzentado escuro (10 YR 4/2), marrom amarelado (10 YR 5/4), amarelo avermelhado ( 5 YR 6/8), amarelo pálido (2,5 Y 9/4), marrom muito pálido (10 YR 8/3), vermelho amarelado (5 YR 5/6) e marrom avermelhado (2,5 Y 4/4, 5 YR 5/3). Pode apresentar ruditos “r” em todo o nível, esporadicamente um enriquecimento em matéria orgânica e conter rejeitos tecnógenos “t”.

Sso (f) – areia estratificada orgânica: areia muito fina, às vezes siltosa, bem selecionada, matéria orgânica. Coloração cinza claro (2,5Y 7/0) e cinza muito escuro (2,5 Y 3/0). Níveis de oxidação e esporadicamente de areia fina na porção intermediária. Laminação ondulada e cruzada côncava (tangencial).

*Segundo SANTOS (1991) e STEVAUX (1993, 1994) esta fácies corresponde ao depósito de canal, mais precisamente nas barras laterais.*

Sm– areia maciça

*Estas fácies depositam-se no canal com fluxo de baixa energia. STEVAUX (1993) e SOUZA (1999) ressaltam o fato de que estes depósitos podem ter sofrido fluidização e conseqüente destruição das estruturas. Com base na textura, identificaram-se 16 subunidades para esta fácies.*

(F,m) - areia fina e média, maciça, bem selecionada, subarredondada, presença de esporádica de grânulos subarredondados a arredondados de quartzo. Coloração variegada entre cinza (7,5 R 7,0), cinza claro (2,5 Y 7/0, 5 Y 7/1, 2,5 Y 7/2), amarelo avermelhado (7,5 YR 6/8, 7,5 YR 7/8, 5 YR 7/6) , branco (5 Y 8/1), amarelo pálido (2,5 Y 7/4), cinza muito escuro (5 Y 3/1) e cinza escuro (5 Y 4/1). marrom amarelado (10 YR 5/6, 10 YR 5/4), cinza (2,5 Y 6/0), cinza claro (2,5 Y 7/0), branco (2,5 Y 8/0), amarelo avermelhado (7,5 YR 6/8), vermelho amarelado (5YR 5/8) e marrom pálido (10 YR 6/3) Presença de plintitas, lateritas pisolíticas e concreção ferruginosa de tamanho variando, coloração externa amarelo avermelhado (7,5 YR 6/8) e interna preta.

*Os grânulos estão associados a inconstantes fluxos de alta energia.*

(g/F) - areia grossa a fina – (g/f) – areia grossa a muito fina – areia bem selecionada, podendo apresentar lentes siltosas e níveis de oxidação. Coloração amarelo pálido (2,5 Y 8/3), marrom claro (7,5 YR 6/4) e marrom amarelado claro (10 YR 6/4). Pode apresentar ruditos “r” e rejeitos tecnógenos “t”.

*A presença de lentes siltosas ( fácies Fm) está associada a fluxos de energia ainda mais baixos, compatíveis com aqueles das planícies de inundação.*

(f) - areia muito fina, maciça, níveis de oxidação, coloração marrom (10 YR 5/3), marrom escuro (7,5 YR 3/2), verde (5 Y 5/4), cinza (2,5 Y 5/0), cinza rosado (7,5 YR 7/8) e amarelo pálido (2,5 Y 8/4). Pode apresentar grânulos “r” e rejeitos tecnógenos “t”.

(F) - areia fina, coloração cinza (7,5 R 5/0, 2,5 Y 6/0), marrom escuro (7,5 YR 4/2), marrom (10 YR 5/3), marrom avermelhado (5 YR 5/3) e amarelo (10 YR 7/6). Bioturbação e níveis de oxidação. Pode apresentar rejeitos tecnógenos associados “t” e grânulos “r”.

(g/m) - areia grossa a média – (F/f) – areia fina a muito fina – (m/F) – areia média a fina – (m,f) – areia média /areia muito fina - podendo apresentar lentes siltosas e níveis de oxidação. Coloração amarelo pálido (2,5 Y 8/3), marrom claro (7,5 YR 6/4) e marrom amarelado claro (10 YR 6/4). Pode apresentar ruditos “r” e rejeitos tecnógenos “t”.

(f/F) - areia muito fina a fina, maciça. Coloração marrom amarelado escuro (10 YR 4/4), amarelo avermelhado (7,5 YR 7/8), cinza claro (7,5 R 8/0) e marrom esverdeado (2,5 Y 4/40). Níveis de oxidação.

(m) - areia média - (g) – areia grossa – aspecto maciço, coloração marrom amarelado (10 YR 5/6, 10 YR 5/4), cinza (2,5 Y 6/0), cinza claro (2,5 Y 7/0), branco (2,5 Y 8/0), amarelo avermelhado (7,5 YR 6/8) e vermelho amarelado (5YR 5/8) e marrom pálido (10 YR 6/3). Pode apresentar raízes e bioturbação. Esporadicamente pode apresentar grânulos.

*A presença de grânulos pode indicar fluxos de alta energia.*

(f/m) - areia muito fina a média – (F/m) – areia fina a média - granocrescência ascendente, podendo apresentar lentes siltosas e níveis de oxidação. Coloração amarelo pálido (2,5 Y 8/3), marrom claro (7,5 YR 6/4) e marrom amarelado claro (10 YR 6/4). Pode apresentar ruditos “r” e rejeitos tecnógenos “t”.

(F/s) – areia fina a silte – (f/s) – areia muito fina a silte – (m/f) – areia média a muito fina, leve granodecrescência ascendente, níveis de oxidação, coloração marrom (10 YR 5/3), marrom escuro (7,5 YR 3/2), verde (5 Y 5/4), cinza (2,5 Y 5/0), cinza rosado (7,5 YR 7/8) e amarelo pálido (2,5 Y 8/4). Pode apresentar grânulos “r” e rejeitos tecnógenos “t”.

Smo – areia maciça orgânica

*Fácies originada no canal fluvial, tendo como condição essencial o predomínio de fluxos de baixa energia. Utilizando-se critérios texturais identificou-se duas subunidades*

(m) - areia média maciça com enriquecimento em matéria orgânica

(f/F) - areia muito fina a fina bem selecionada, granocrescência ascendente, maciça, rica em matéria orgânica, intensamente bioturbada, coloração marrom (7,5 YR 5/2), cinza (10 YR 6/1), amarelo (10 YR 8/8), amarelo avermelhado (7,5 YR 6/8) e vermelho amarelado (5YR 5/8). Concreções ferruginosas oxidadas.

#### 6.3.2.3 Fácies pelíticas

Fmo – lama maciça orgânica: argila e silte, normalmente argilosa (superior a 50%), maciça. Coloração cinza (2,5 Y 6/0, 10 YR 5/1, 2,5 Y 5/0, 7,5 R 5/0, 5 Y 5/1), cinza claro (2,5 Y 7/0), ( 5 YR 5/4), (2,5 Y 3/0), (7,5 YR 5/6), cinza escuro (7,5 R 4/0, 2,5 Y 4/0) cinza muito escuro (5 Y 3/1), cinza esverdeado (2,5 Y 4/4), marrom escuro (7,5 YR 4/2, 7,5 YR 3/2), marrom avermelhado ( 5 YR 5/3), marrom avermelhado claro (5 YR 6/3, marrom amarelado (10 YR 5/6) e marrom forte (7,5 YR 5/8). Contém matéria orgânica, freqüentemente folhas, raízes e núcleos de oxidação de coloração vermelho claro (2,5 YR 6/8), amarelo amarronado (10 YR 6/6), marrom avermelhado (5 YR 5/3), amarelo pálido (

2,5 Y 7/4), marrom avermelhado claro (5 YR 6/3), marrom amarelado (10 YR 5/6), marrom escuro (7,5 YR 3/2), marrom acinzentado muito escuro (10 YR 4/3), amarelo avermelhado (5 YR 6/6) e vermelho amarelado (5 YR 5/8, 5 YR 4/4). Esporadicamente, lentes de areia muito fina e concreções ferruginosas. Frequentes grânulos e seixos na base do nível. Intensamente bioturbada. Em alguns casos, originam depósitos de turfas.

*Fácies típica de ambiente de baixa energia (normalmente planície de inundação), onde a decantação é favorecida. (SOUZA 1999)*

Fm – lama maciça: argila e silte, normalmente argilosa (superior a 50%), maciça, coloração cinza (7,5 R 5/0, 5 Y 5/1), cinza rosado (5 YR 6/2), marrom escuro (7,5 YR 4/2, 7,5 YR 3/2), marrom claro (7,5 YR 6/4), marrom acinzentado escuro (10 YR 3/2), marrom avermelhado (5 YR 5/3), marrom avermelhado claro (5 YR 6/3), marrom amarelado (10 YR 5/6) e marrom forte (7,5 YR 5/8). Esporadicamente, lentes de areia muito fina e concreções ferruginosas. Frequentes grânulos e seixos na base do nível. Intensamente bioturbada.

*Fácies originada na planície de inundação (baixa energia) pela deposição da carga em suspensão.*

Fso – lama estratificada orgânica: semelhante a Fmo apresentando laminação (planar e cruzada planar), textura siltosa e/ou areia muito fina. Frequentemente encontram-se rejeitos tecnógenos associados. Em alguns casos originam depósitos de turfas. Fonte: nível b da S23.

Fs – lama estratificada: argila e silte (normalmente a predominante é superior a 50%) micácea. Coloração marrom acinzentado (10 YR 5/2), marrom avermelhado (5 YR 5/4), marrom forte (7,5 YR 5/6), amarelo avermelhado (5 YR 6/6) e vermelho faible (10 R 4/3). Laminação planar, cruzada planar e ondulada, pode apresentar de rejeitos tecnógenos “t” (plástico), níveis de oxidação. Intensamente bioturbada.

### 6.3. 3 – Associação de Fácies

Nos depósitos aluviais do alto rio Meia Ponte foram observadas seis associações de fácies, identificadas pelo subambiente que representam, conforme proposta de KALICKI

(1996) e adotado por SOUZA (1999), sendo uma para o sub-sistema de leques aluviais/barras longitudinais e cinco para o sub-sistema fluvial.

**TABELA 6.10** – Associação de Fácies: códigos utilizados para os depósitos aluviais do alto curso do rio Meia Ponte/Goiás, levado-se em consideração todas as variáveis envolvidas

<b>Associação de fácies</b>	<b>Fácies</b>	<b>Subambientes</b>
I	GMg(m,g,G)	Leque Aluvial/barra longitudinal
II	Sm (F/f), Sm (m), Sm (f/m), Sm (F/s), Sm (F/m), Sm (F,m), Sm (m/f), Sm (g), Sm (g/m), Smt (F), Sm (F), Sm (f/F), Sm (f,m) Smr (m), Ssr (g/F), Smr (F/f), Smr (g/m), Sm (f,s), Smt (f), Sm (f), Smr (f), Smr (g/F), Smr (g/m), Sm (m,F), Smr (m/F), Smr (g/f), Smr (f/s), Smr (m/f), Ssr (g/F), Ssr (g,m), Ssr (g/m), Ssr (g/f), Ssr (m/f), Ssr (m/F), Ssr (f), Ssr (g/m), Ss (f), Ss (F), Ss (F/f), Ss (m/F), Ss (f/s), Ss (g), Ss (F/g), Ss (F), Ss (f/F), Ss (g/m), Ss (m/f), Ss (s/f), Ss (s/F), Sst (F/f), Sst (f), Sst (F), Ssr (g,f), Ss (g/f), Sst (f/F), Sst (f,F), Ss(m), Ssrt (m), Gc	Canal
III	Fs, Fm, FsO, FmO, FmrO, SmO, Ssr	Abandono do Canal
IV	Ss (f), Ss (m), Sst (f)	Dique Marginal
V	Fm, FmO, Fs, FsO, Fmro, Fst	Planície de Inundação
VI	Sm (f), Sm (F), Sm (F/f), Smt (F), Ss (f), Ss (F), Ss (m/F), Sst (F), Smr (f/s), Smt (f), Sm (f/s), Smr (f), Ssrt (m), ciclos de Ss (F/f), ciclos de Sst (f), ciclos de Sst (f/s)	Barra Arenosa

Leque aluvial/barra longitudinal: para este sub-sistema, a fácies característica é a GMg (m,g,G). Esta unidade representa processos aluviais associados a leques e a barras de um sistema fluvial entrelaçado pretérito.

Canal: neste subambiente, as fácies características são apresentadas na TABELA 6.10 e refletem principalmente a variação granulométrica e estruturas sedimentares, além da presença de rejeitos tecnógenos, conseqüência da variabilidade da energia dos processos deposicionais. A espessura dos depósitos varia de poucos centímetros a 1,6m.

Abandono de canal: este subambiente apresenta fácies características da passagem de um ambiente de alta energia para um de baixa energia (TABELA 6.10), mais precisamente Smo e Ssr. A espessura dos depósitos é de poucos centímetros a 1,0m.

Dique marginal: As fácies que melhor representam os diques marginais na área de pesquisa são Ss (m) e Ss (f), podendo ou não apresentar rejeitos tecnógenos associados além de lentes e níveis de textura semelhante àquelas mencionadas acima.

Planície de inundação: correspondem a depósitos predominantemente argilosos/siltosos, areia fina a muito fina com baixa porcentagem, tendo como fácies características Fmo, Fm, Fso e Fs. A espessura varia de poucos centímetros a 1,5 m. São intensamente perturbados por raízes e atividades antrópicas.

Barra arenosa: As fácies correspondentes à barra arenosa refletem o processo de deposição natural, onde há uma interação com os depósitos de canal e rejeitos tecnógenos.

#### **6.4 Depósitos Aluviais do Alto Rio Meia Ponte**

Os depósitos aqui tratados abrangem os sub-sistemas fluvial e leques aluviais (FIGURA 6.10/ENCARTE 6.1), caracterizando terraços e depósitos associados à dinâmica atual do rio Meia Ponte, indicando, quando possível, a relação planície/terraço, com depósitos tecnógenos construídos. Em alguns casos são identificadas áreas com processo de urbanização sobre o tecnógeno conforme legenda adotada na referida figura.

##### **6.4.1 Terraços**

O IPLAN (1992) realizou um esboço geomorfológico do município de Goiânia, identificando terraços aluviais e terraços estruturais ou rochosos. No contexto desta pesquisa, o enfoque é sobre os terraços aluviais, diretamente relacionados com o tema da tese.

McGEE (1897) caracterizou os terraços como uma feição horizontal ou predominantemente horizontal, de dimensões variadas e delimitadas por uma escarpa em direção ao canal fluvial de um lado e uma elevação de outro.

Segundo CHRISTOFOLETTI (1974), terraços fluviais são “patamares aplainados, de largura variada e limitados por uma escarpa em direção ao curso d’água”, originados a partir da deposição de sedimentos da planície de inundação abandonada. Neste caso, os terraços também podem ser designados de terraços aluviais. Ainda de acordo com este autor, podem ser identificados terraços rochosos, resultantes da ação erosiva do sistema fluvial sobre as rochas das encostas, e terraços estruturais, encontrados nas vertentes e cuja origem está relacionada à presença de rochas mais resistentes.

Considerando uma planície de inundação, ela pode ser abandonada de diversas maneiras, gerando três tipos de terraços fluviais: (a) terraço embutido, quando uma nova planície se forma em cota inferior à anterior, em consequência do débito de água/sedimentos, terraço e planície de inundação ocorrem na mesma calha rochosa; (b) terraço de recobrimento, quando a planície de inundação antiga (terraço) é recoberta por novos sedimentos, a origem destes terraços pode estar relacionada à agração no fundo do canal, em consequência de uma maior carga de detritos ou níveis de cheias superiores.

Movimentos ascencionais do nível de base também podem resultar em terraços de recobrimento. Em alguns vales estreitos, a antiga planície de inundação é total ou parcialmente erodida pelo próprio sistema fluvial. Uma nova planície de inundação é depositada, juntamente ou posteriormente ao processo de erosão/remoção da planície antiga; (c) terraços encaixados, que se formam a partir do rebaixamento de nível de base, erosão/entalhamento do embasamento rochoso do canal, com a consequente deposição de uma nova planície de inundação em nível mais baixo que a anterior. As causas deste rebaixamento do nível de base podem ser tectônicas ou hidráulicas (CHRISTOFOLETTI *op. cit.*). A FIGURA 6.11(a) mostra a tipologia de terraços fluviais segundo este autor.

Quando os terraços estão dispostos igualmente em diferentes níveis paralelos, nas vertentes de um vale, são denominados parelhados, sendo resultantes de “uma longa aplainação lateral, seguida de rápido entalhe no sentido vertical”, enquanto aqueles onde os terraços são não simétricos, resultante de um “deslocamento do entalhe em direção a uma das bordas”, são denominados de isolados (FIGURA 6.11b) (CHRISTOFOLETTI *op. cit.*).

SUGUIO & BIGARELLA (1990) fazem uma caracterização dos terraços fluviais, semelhante à de CHRISTOFOLETTI.

SUGUIO (1999) apresenta uma classificação dos terraços fluviais com base em (YOSHIKAWA *et al.* 1973) constituída de duas unidades: (a) terraços de abrasão fluvial, formados por uma fina cobertura de sedimentos arenosos e cascalhentos, correspondendo a leitos fluviais abandonados; (b) terraços de construção fluvial, caracterizados por uma cobertura mais espessa do que a anterior. Segundo os autores, não há um padrão de espessura regulamentando separando estes diferentes terraços (FIGURA 6.12).

De acordo com SUGUIO & BIGARELLA (*op. cit.*), através dos estudos dos terraços pode-se obter informações sobre as mudanças ambientais em uma determinada paisagem, as quais podem resultar em um processo de erosão dos depósitos fluviais pretéritos. Alguns autores consideram que esta ação erosiva está relacionada a eventos tectônicos (variação no nível de base do rio), mas sabe-se que modificações climáticas também podem ser a causa destas mudanças ambientais (SUGUIO & BIGARELLA *op. cit.*). As pesquisas referentes aos terraços no Brasil concentram-se em duas abordagens: a de origem tectônica (FREITAS 1951) e a de origem climática (BIGARELLA & MOUSINHO 1965). Para LEOPOLD, WOLMAN & MILLER (1964), a origem dos terraços está relacionada ao tectonismo e ao clima, idéia corroborada por SUGUIO & BIGARELLA *op. cit.*

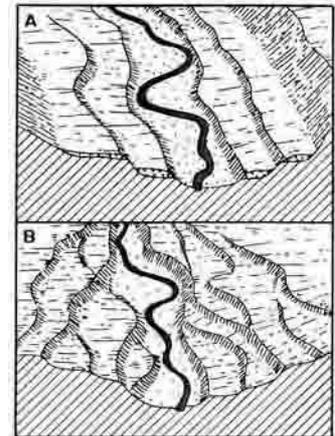
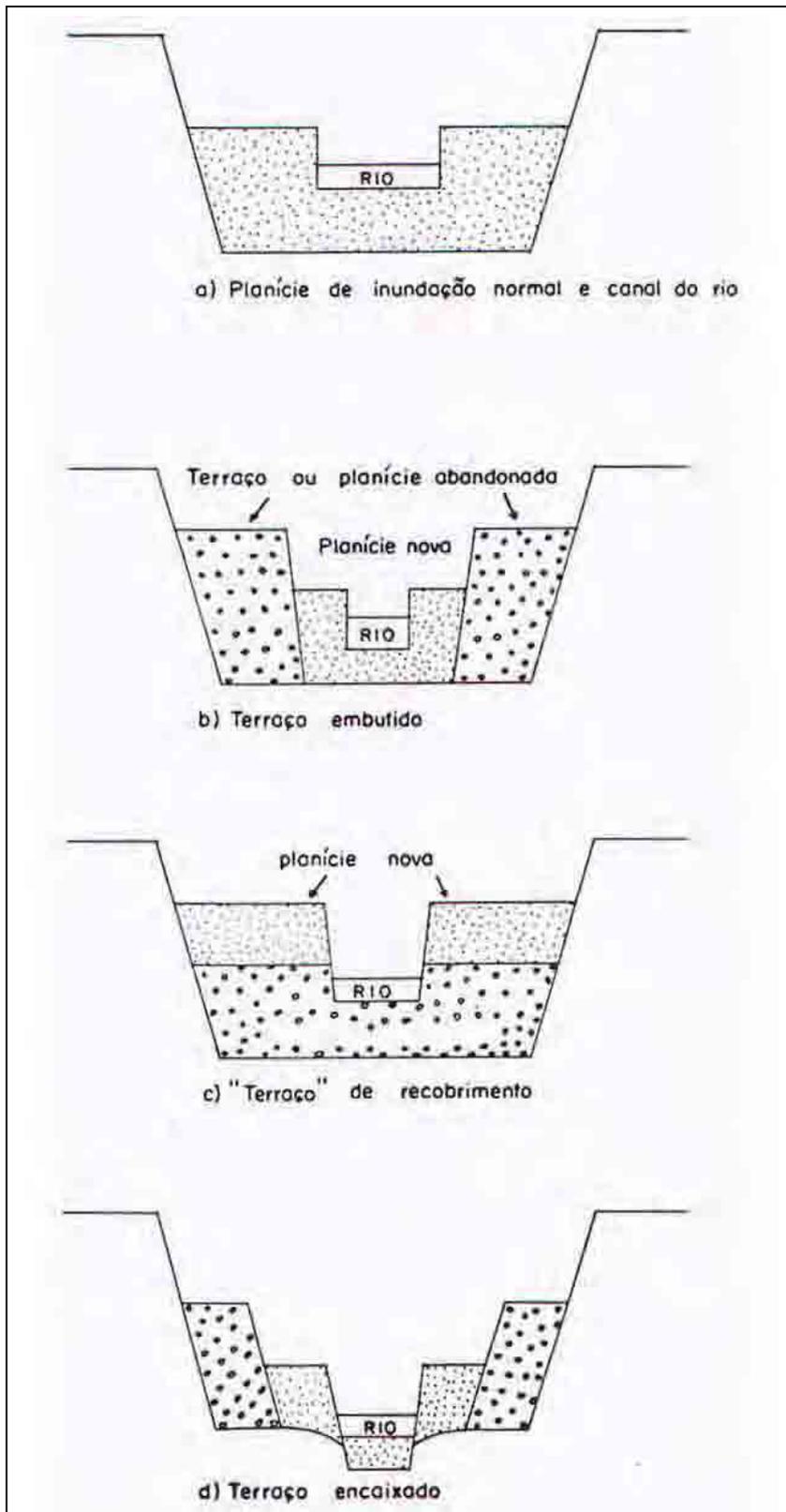


FIGURA 6.11b – Terraços parelhados (A) ou isolados (B), segundo CHRISTOFOLETTI (1974).

FIGURA 6.11a – Tipologia de Terraços Fluviais segundo CHRISTOFOLETTI (1974).

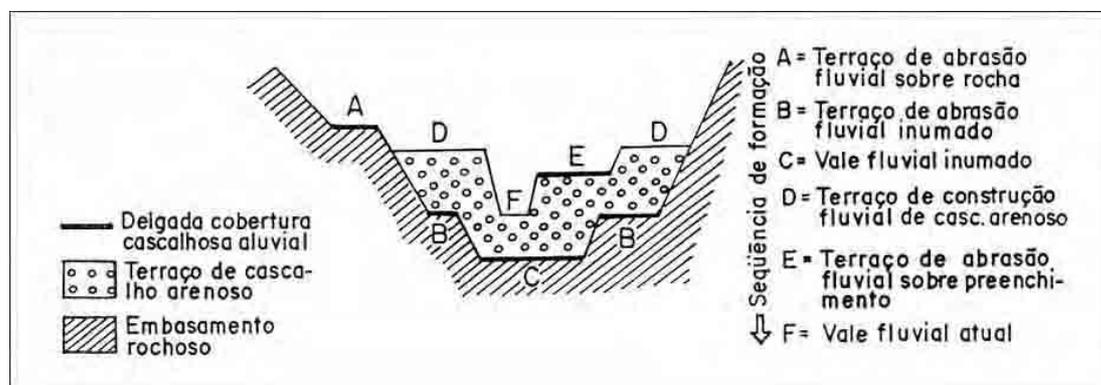


FIGURA 6.12 – Tipologia de Terraços Fluviais segundo SUGUIO (1999)

CHRISTOFOLETTI (1974) apresenta algumas hipóteses para a formação dos terraços, ressaltando os trabalhos de DAVIS (1902), além de BIGARELLA, entre os pesquisadores brasileiros.

CASSETTI (1992), estudando a geomorfologia do município de Goiânia, estabelece os terraços fluviais suspensos e planícies fluviais de inundação, situando-os entre 700 m e 720 m. Os terraços correspondem a depósitos pleistocênicos associados a oscilações climáticas, apresentando níveis de cascalho sobrepostos por depósitos alúvio-coluvionares. As planícies de inundação constituem-se de sedimentos arenosos com intercalações silto-argilosas. Segundo este autor, neste subambiente fluvial periodicamente inundado, identificam-se diques marginais, processos de meandração e meandros abandonados.

Ao tratar da estruturação da paisagem do município de Goiânia, CASSETTI (*op. cit.*) menciona os terraços de várzeas ( $T_v$  – 700 m - 720 m), correlacionando-os ao interglacial Riss-Würm, no qual a sedimentação aluvial deu-se sobre ruditos depositados no início do período glacial Riss. Intensos processos de coluviamento e laterização estão mascarando os solos aluviais destes terraços.

Outra unidade mencionada pelo autor são os terraços atuais ( $T_o$  - 700m), os quais são relacionados “às barrancas que estão em processo de elaboração, aparecendo ao longo das calhas aluviais”. O autor também identifica esta unidade como seqüência aluvial atual (holocênica) sotoposta a ruditos de arredondamento variando entre arredondados e subangulosos, depositados “no início da última fase glácio-eustática pleistocênica, o

Würm”. O entalhamento das drenagens aflora este pavimento ao longo do ribeirão João Leite. Na abordagem apresentada, os ruditos do Tv depositaram-se no início do período glacial Riss, enquanto aqueles relacionados aos To depositaram-se durante o último glacial (Würm). A TABELA 6.11 apresenta uma síntese da evolução da paisagem pleistocência segundo CASSETTI (*op. cit.*), nitidamente uma abordagem morfoclimática.

TABELA 6.11 - Síntese da evolução da paisagem pleistocência no município de Goiânia (modificado de CASSETTI *op. cit.*).

Glacial/Interglacial	Características
Fase glácio-eustática Gunz	Pedimentação (800m-860m). Nos interglaciais, depósitos de rampas e aluviamento de baixadas.
Interglacial Gunz-Mindel	Entalhamento da drenagem.
Fase glácio-eustática Mindel	Pedimentação (750m-800m).
Interglacial Mindel-Riss	Entalhamento da drenagem, reafeiçoamento das vertentes, elaboração de terraços rochosos.
Fase glácio-eustática Riss	Morfogênese mecânica associada a modelagem horizontal dos talwegues. Paleo-talwegues soterrados por sedimentação detrítica.
Interglacial Riss-Würm	Novo entalhe nas drenagens. Sedimentação aluvial sobre ruditos associados ao glacial anterior. Surgimento dos terraços de várzeas.
Fase glácio-eustática Würm	

INTERPLAN (1992) apresenta uma síntese morfológica do município de Goiânia, com ênfase na área da ETE. Para esta região, o esboço geomorfológico apresentado subdivide os depósitos aluviais em terraços atuais (T0), cota de 700m, também identificado como planície de inundação atual, correspondendo ao T0 de CASSETTI (*op. cit.*); terraços suspensos (T1), cota de 705m, correspondendo ao Tv CASSETTI (*op. cit.*) e terraços suspensos mais antigos (T2), com cotas entre 710m e 715m.

Com base nas observações de campo, nos afloramentos descritos e na bibliografia consultada, é possível estabelecer considerações sobre os depósitos de ruditos

mencionados, tratados aqui como conglomerado basal ou conglomerado ortoquartzítico, importantes na contextualização dos depósitos aluviais da área em pesquisa.

#### 6.4.1.1 Conglomerado Basal ou ortoquartzítico: leques aluviais/barras longitudinais

Foram identificados 31 afloramentos relacionados a ruditos, sendo 23 junto ao canal atual do rio Meia Ponte (To de CASSETI *op. cit.* e INTERPLAN *op. cit.*) e seis em terraço (Tv de CASSETI *op. cit.*, correspondendo ao T1 da INTERPLAN *op. cit.*) (TABELA 6.12).

Na área em pesquisa, existem dois tipos principais de depósitos de ruditos:

1 - O conglomerado ortoquartzítico<sup>1</sup>, ou conglomerado basal, depositado sobre o embasamento (Complexo Granulítico Anápolis-Itauçú e Grupo Araxá-Sul de Goiás), aqui denominado de conglomerado basal, que aflora de forma lenticular junto ao canal atual e, em alguns casos, na base dos terraços. Este conglomerado tem origem relacionada a leques aluviais (origem já mencionada por IBGE 1983), podendo também estar associado a barras longitudinais de canais entrelaçados, aqui proposta, identificados com o código GMg (m,g,G), na classificação de fácies da TABELA 6.9.

O conglomerado basal se apresenta em contato com rochas do Complexo Granulítico Anápolis – Itauçú e Grupo Araxá, de forma lenticular, subordinadamente tabular, com espessura variando entre 0,5 m e 3,0 m. Os ruditos são formados principalmente à base de quartzo e quartzito retrabalhados, apresentando grau de arredondamento entre subarredondado e arredondado, forma variando entre tabular, oblato e prolato, tamanho preferencialmente de seixo. A imbricação é de débil/incipiente a bem nítida, observando-se também ciclos de granodecrescência e granocrescência ascendentes discretos a bem nítidos. Verifica-se a presença de areia média a muito grossa, comumente contendo grânulos, evidenciando estratificação cruzada e plano-paralela.

A evidências para uma interpretação de leques aluviais são:

---

<sup>1</sup> Correspondem a ortoconglomerados (matriz inferior a 15%).

- forma lenticular dos corpos, observada quando do percorrimto de parte do canal fluvial inserido na área de pesquisa;
- área de alto relevo e adjacente a uma área de baixo relevo ideal para acumulação de sedimentos. Além da disponibilidade de ruditos para serem transportados.

Quanto à possibilidade de uma origem relacionada a barras longitudinais de canal, ou até mesmo mista, serão necessárias pesquisas específicas.

Segundo JABUR (1992) os ruditos que preenchem a calha do rio Ivaí (PR) tem sua origem *in situ* e por retrabalhamento dos cascalhos localizados nas encostas, transportados sob um regime torrencial. Esta carga possibilitaria a ocorrência de canais entrelaçados. Segundo o autor nos períodos de maior vazão haveria a retirada dos sedimentos finos. A cascalheira basal de JABUR (op. cit.) se assemelha em muito ao conglomerado basal aqui proposto.

STEVAUX (1993) menciona dois grupos de cascalhos associados a calha do rio Paraná, um relacionado a calha do rio e outro, mais antigo, depositado principalmente sobre rochas da Formação Rio Paraná, ressaltando também que não há um consenso entre os pesquisadores quanto a origem destes ruditos.

De acordo com STEVAUX (1993), os depósitos de cascalho têm sua origem relacionada a modelos glaciais (Easterbrook, 1982; Boulton, 1971; Rust, 1975; Gravanor, Kuspch, 1959; Gustavson et al., 1975; Santos, 1979) ou a leques aluviais, sob condições de clima árido ou semi-árido (Anderson, Hussey, 1962; Nilsen, 1982; Allen, 1965; Collinson, 1978; Friedman, Sanders, 1978; Rust, 1979; Selley, 1982; Miall, 1978). Segundo STEVAUX (op. cit.) atribui-se uma origem relacionada ao clima árido para os depósitos de ruditos do Cenozóico Continental brasileiro, a qual também foi sugerida para os ruditos que ocorrem na base do rio Paraná. Estudando os depósitos de ruditos do vale do rio Grande, ARID & BARCHA (1971), de forma inédita, propuseram uma origem fluvial para os depósitos mencionados. AB`SABER (1971) não concordou com tal proposição e sugeriu uma origem ligada ao clima árido (STEVAUX 1993).

JABUR (1992), em seu trabalho referente à análise paleoambiental do Quaternário Superior na bacia do alto Paraná, descreveu alguns conglomerados, comparando-os em termos faciológicos a depósitos atuais dos rios São João (PR) e Tubarão (SC), todos rios de climas tropical úmido. Segundo o autor, a maioria dos depósitos de ruditos do alto Paraná

assemelham-se, em termos faciológicos, aos depósitos atuais, não tendo ocorrido em clima árido.

A origem dos conglomerados passa, necessariamente, por uma abordagem paleoclimática, na qual a palinologia é uma das análises possíveis, mas no caso em apreço, a oxidação do material impossibilita sua aplicação. Outra possibilidade é a utilização de minerais pesados e argilominerais das frações finas, uma vez que são bons indicadores de variações climáticas. Ressalte-se que as condições climáticas posteriores à deposição podem mascarar as evidências climáticas primárias. A utilização da faciologia requer uma atenção especial, “a posição dos depósitos em relação à bacia deposicional, pois é nela que ficam registrados os eventos climáticos ou tectônicos que mais atuaram na sua história” (STEVAUX 1993).

O conglomerado basal deve ser objeto de um projeto de pesquisa específico para toda a bacia hidrográfica do rio Meia Ponte. Aqui são apresentadas algumas de suas características e provável origem.

2 - Depósitos relacionados com o canal atual do rio Meia Ponte, fácies Gc, inconsolidados, cujo melhor afloramento é o F-47, aqui identificado como depósito residual de canal, e que será tratado mais adiante, quando da abordagem referente aos depósitos de canal. Em alguns casos, como no afloramento citado, é possível verificar uma sobreposição destas unidades.

Ressalte-se que ocorrem afloramentos de ruditos na área relacionados a lentes e *boudins* de quartzo associadas a micaxistos do Grupo Araxá que, em razão do grau de fraturamento e de alteração dos micaxistos, apresentam um aspecto semelhante aos conglomerados ortoquartzíticos.

TABELA 6.12 Exposições do conglomerado ortoquartzítico no canal do rio Meia Ponte/terraços

Ponto	Coordenadas UTM
A30	672147E / 8180751N
A31	672491E / 8179229N
F-59 = A32	672666E / 8178164N
A33	672676E / 8176772N
A34	672606E / 8176627N

Continuação da TABELA 6.12 Exposições do conglomerado ortoquartzítico no canal do rio Meia Ponte/terraços

A36	674960E / 8173945N
A53	685976E / 8159323N
A54 **	686540E / 8158811N
S23	693542E / 8152183N
A60	694825E / 8149940N
A61	695221E / 8150153N
A-62 *	697779E / 8150153N
F53 **	697742E / 8147810N
A63	697798E / 8147654N
A64	697574E / 8147390N
F43 *	685280E / 8159566N
F47 *	685287E / 8595540N
F-54 *	683222E / 8163221N
A 197	665700E / 8187200N
F51 **	691859E / 8148410N
A 198	696250E / 8137500N
A 199	699250E / 8130000N
A 200	706500E / 8123000N
A81	686001E / 8160662N
F46 **	685278E / 8159563N
F52 **	697853E / 8147678N
A-110	697343E / 8146822N
F-45 **	685364E / 8160029N
F-56	686100E / 8160500N
S-5 *	671126E / 8182024N
F-58 *	662201E / 8190061N

Obs: \* afloramento trabalhado e citado no texto

\*\* afloramento trabalhado

IANHEZ *et al.* (1983), referindo-se à história geológica da *Folha Goiânia*, do Projeto Radambrasil, na qual está inserida a área em pesquisa, propõe que, no Pleistoceno, a região esteve submetida a oscilações climáticas, tendo ocorrido depósitos colúvio-aluviais nos compartimentos topográficos mais baixos, denominados de coberturas detrito-lateríticas pleistocênicas. Estas coberturas dividem-se em elúvio-coluviais concrecionárias e colúvio-aluviais com sedimentos rudáceos, arenosos, siltsosos e argilosos.

NILSON & MOTTA (1969, *apud* IANHEZ *et al.* 1982) encontraram, às margens do rio Meia Ponte, próximo ao município de Goianira, um nível de conglomerado que identificaram como depósitos colúvio-aluvionares, aventando uma idade provavelmente

relacionada ao terciário. O afloramento F-59 descrito, localizado na mesma região, é semelhante àquele dos autores citados, os quais também identificaram um conglomerado com três metros de espessura na região de Morrinhos, à jusante do limite da área. Os depósitos colúvio-aluviais, ainda segundo NILSON & MOTTA (*op. cit.*), dividem-se em três zonas:

- zona inferior conglomerática, caracterizada por um conglomerado lenticular com espessura máxima da ordem de 1m, constituída de seixos, blocos e matações arredondados a angulosos, de vários tipos de rocha e dispersos em uma matriz argilo-arenosa, localmente com cimento ferruginoso. Rudáceos; fragmentos de quartzo, quartzito puro, quartzito ferruginoso, rochas cataclásticas, além de concreções limoníticas
- zona intermediária concrecionária, representada por uma concentração de concreções limonitizadas do tipo pisolítica, de dimensões centimétricas;
- zona superior laterizada, fração argilo-arenosa que constitui solo castanho avermelhado, ferruginoso

De acordo com as informações mencionadas, a zona inferior conglomerática de NILSON & MOTTA (1969) corresponde ao conglomerado basal em discussão.

Uma etapa de campo complementar, realizada na parte média e inferior da bacia hidrográfica do rio Meia Ponte, portanto não integrando a área em pesquisa, detectou que o conglomerado basal aqui tratado torna-se menos espesso e menos freqüente em direção à jusante, confluência com o rio Paranaíba, possibilitando supor que, tratando-se realmente de um leque aluvial, a área em pesquisa esteja inserida no contexto do segmento proximal do leque, ou *upper fan* (BLISSENBACH 1954).

#### 6.4.1.2 Exemplos de conglomerados ortoquartzíticos originados de leques aluviais/barras longitudinais

São utilizados aqui os cinco principais pontos de exposição do conglomerado basal (F 59 , F 43, F 54, F 62 e A 63). São apresentados também os gráficos referentes à forma, arredondamento, tamanho e orientação dos ruditos.

F-59

Localização: margem esquerda do rio Meia Ponte, município de Santo Antônio de Goiás.

Coordenadas UTM: 672666E / 8178164N.

A partir das camadas descritas neste perfil, identificam-se dois pacotes distintos: a base, formada por um conglomerado ortoquartzítico relacionado a leques aluviais/barras longitudinais, GMg (m,g,G), depositada sobre a rocha do embasamento, e um pacote arenoso sobrejacente, Sm (F,m), relacionado ao canal ou à barra arenosa (FOTOS 6.1 a 6.4). As fotos mostram uma granocrescência ascendente predominante na seção. A FOTO 6.4 evidencia uma granodecrescência ascendente na extremidade da seção, talvez, consequência da coalescência de diferentes leques aluviais.

Este afloramento assemelha-se àquele descrito por NILSON & MOTTA (1969 apud IANHEZ *et al.* 1982), em que a zona inferior dos autores mencionados corresponde à fácies GMg (m,g,G) e às intermediárias e superior que estão incluídas na fácies Sm (F,m).

A FIGURA 6.13 apresenta os gráficos referentes ao arredondamento, à esfericidade, ao tamanho e à orientação dos ruditos do F-59. Verifica-se que os ruditos apresentam três direções preferenciais: N70°-80°E, S40°-60°E, N-S, sendo que o sentido do canal do Rio Meia Ponte na região é NW / SE. Neste caso observa-se que parte dos ruditos está orientada de acordo com o canal atual.

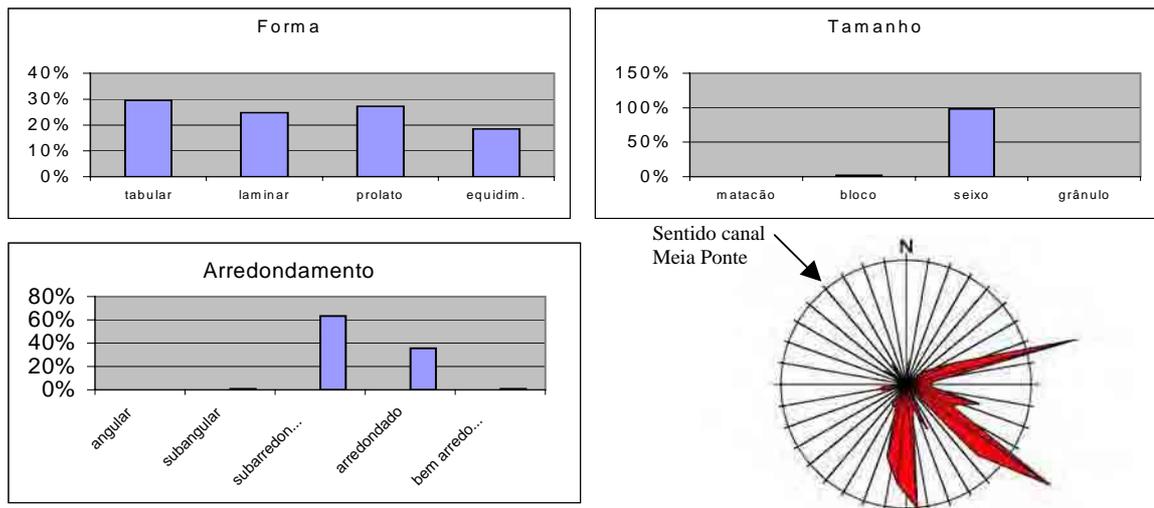


FIGURA 6.13 - F59 B – Gráficos da forma, tamanho e arredondamento, além do diagrama de roseta correspondente à orientação dos ruditos.



Foto 6.1. Fotomontagem do afloramento ressaltando três segmentos do conglomerado de origem relacionada a leques aluviais/ barras longitudinais

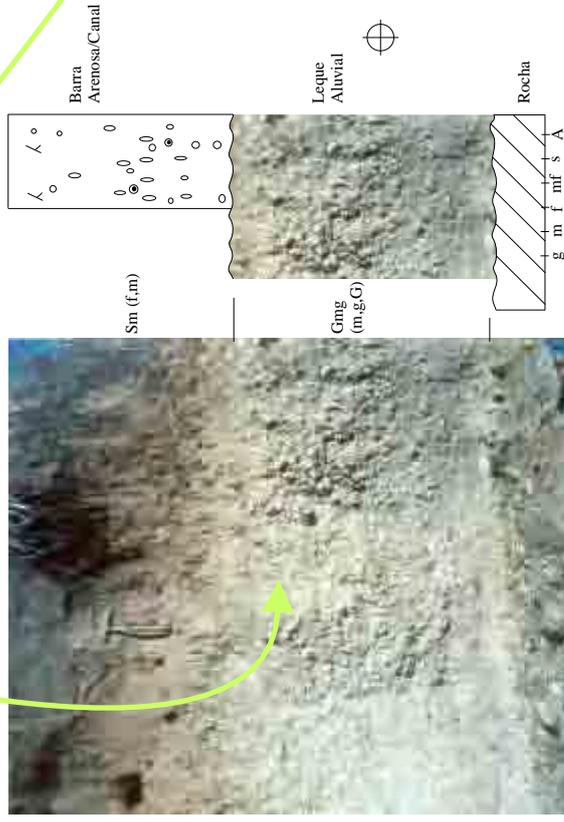


Foto 6.2. Detalhe do nível conglomerático discordante sobre o embasamento evidenciando granocrescência ascendente

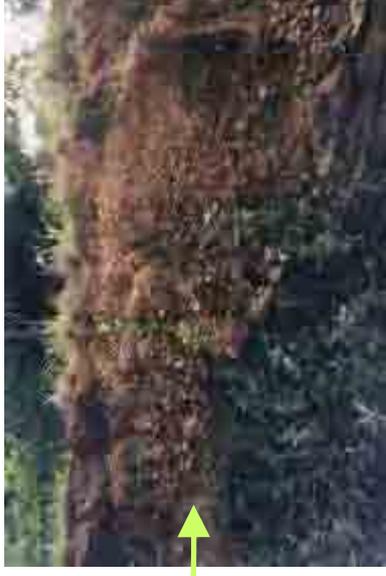


Foto 6.4. Detalhe do nível conglomerático com granocrescência ascendente depositado sobre o embasamento



Foto 6.3. Extremidade do nível conglomerático em forma de cunha. Notar a granocrescência ascendente

Localização: canal artificial do rio Meia Ponte, na Estação de Tratamento de Esgotos de Goiânia. Coordenadas UTM: 685280E / 8159566N

O contexto estratigráfico deste perfil revela dois pacotes distintos: a base, GMg (m,g,G) representa, o conglomerado ortoquartzítico, o leque aluvial/barra longitudinal, depositado sobre o embasamento, sobre o qual há um pacote arenoso - Ssr (g/m), Sm (F,m) e Smr(f) - relacionado à barra de arenosa/canal, depósito de acreção lateral ou de canal. A FOTO 6.5 associada ao perfil faciológico vertical situa o pacote sobre o embasamento, enquanto que a FOTO 6.6 detalha o conglomerado basal e o residual de canal.

Foram obtidas datações por termoluminescência nos pontos indicados, mais precisamente na matriz do nível conglomerático e na fácies Sm (f,m).

A FIGURA 6.14 contém os gráficos referentes ao arredondamento, à esfericidade, ao tamanho e à orientação dos ruditos deste afloramento. O diagrama de rosetas indica uma variabilidade de orientação dos ruditos predominando entre N0°-40°E. O canal do rio Meia Ponte nesta região apresenta uma orientação SW-NE, portanto, não coincidente à orientação predominante dos ruditos. Neste afloramento foram datadas duas amostras pelo método da termoluminescência. Na areia grossa associada ao conglomerado basal se obteve 53.400+/- 5.300 anos A.P. e para a areia fina do canal / barra arenosa obteve-se 24.600 +/- 2.500 anos A.P.

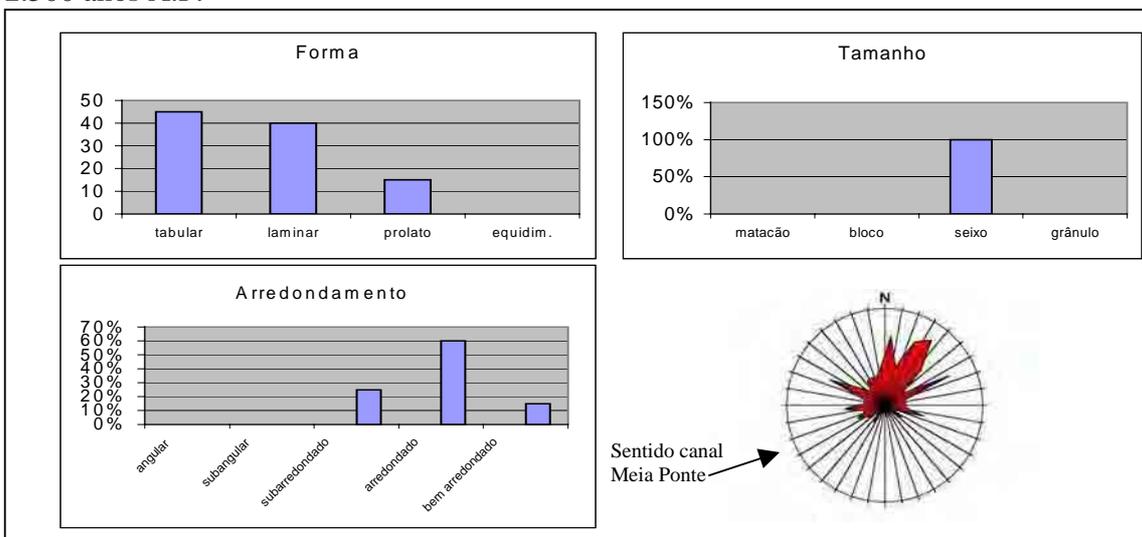


FIGURA 6.14 – F43 – Gráficos da forma, tamanho e arredondamento, além do diagrama de roseta correspondente à orientação dos ruditos.

F-43



0,00

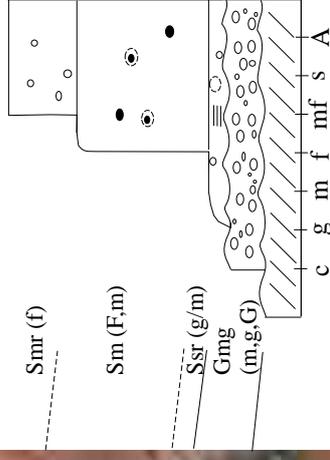
0,40

0,70

3,00

4,30

Perfil  
Faciológico  
Vertical



Barra  
Arenosa

Barra  
Arenosa

Canal  
Leque

Embasamento

Smr (f)

Sm (F,m)

Ssr (g/m)

Gmg (m,g,G)

FOTO 6.5. Vista geral do pacote sedimentar onde observa-se sobre o embasamento a deposição do leque aluvial - GMg(m,g,G) - . Sobreposto ao leque o pacote de areia maciça correspondente à barra/canal

F-43

Perfil  
Faciológico  
Vertical

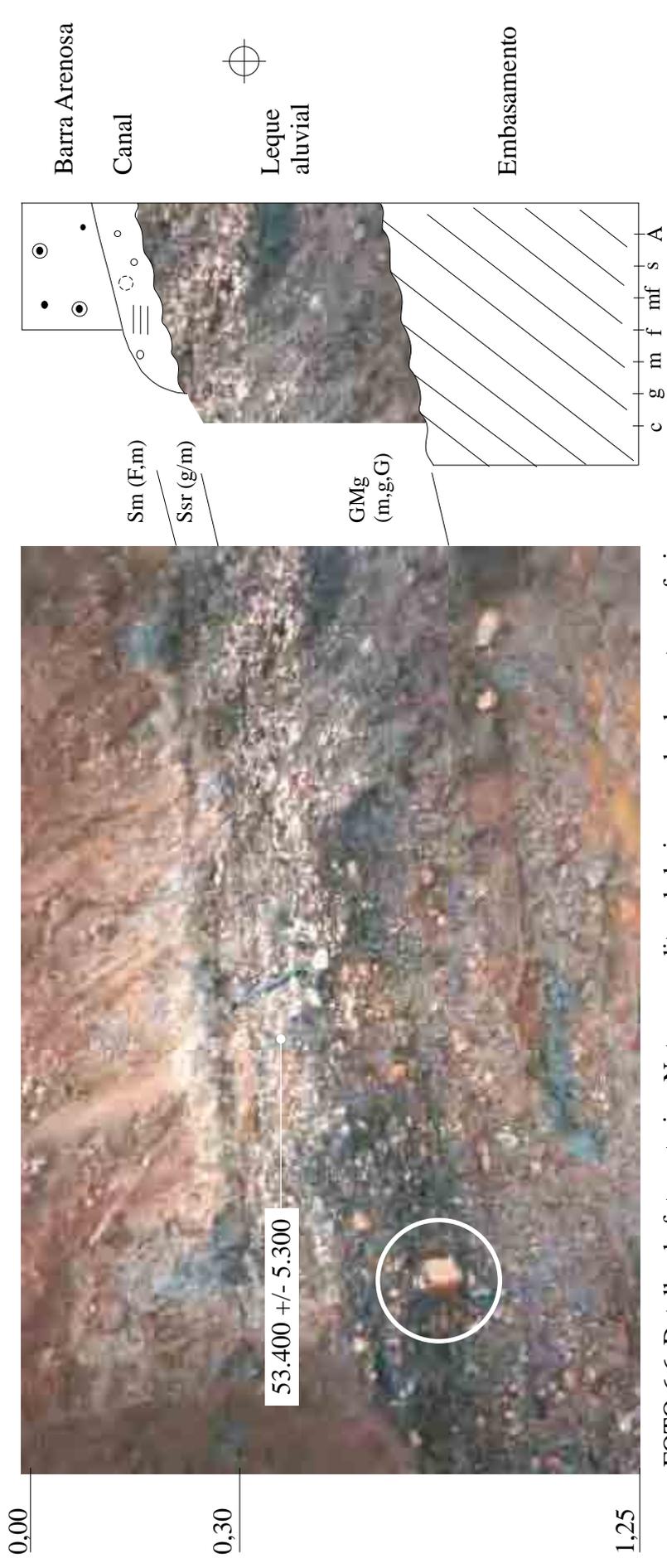


FOTO 6.6. Detalhe da foto anterior. Notar os ruidos de baixo arredondamento e esfericidade sustentados por matriz areia média, grossa e muito grossa, além de um bloco de forma "cúbica" próximo à extremidade direita da foto, semelhante ao que aparece no A-62 (FOTO 6.9)

Localização: margem esquerda do rio Meia Ponte, fundos do Instituto Dom Fernando.  
 Coordenadas UTM: 691692E / 8157033N

A base, GMg (m,g,G), apresenta uma lente com espessura média de 0,5m, correspondendo a um conglomerado ortoquartzítico. Os ruditos (grânulos, seixos, blocos e matações) são de natureza variada e encontram-se dispersos em uma matriz arenosa (média, grossa e muito grossa) com cimento ferruginoso. Observam-se pequenos ciclos de granodecrescência ascendente em praticamente toda a lente, conforme evidenciam as fotos. A textura é fechada compacta e observa-se uma estratificação. Este nível é aquele em que os ruditos da base do pacote apresentam diâmetro maior (FOTO 6.7).

Os dados referentes ao arredondamento, à esfericidade, ao tamanho e à orientação dos ruditos estão na FIGURA 6.15. O diagrama de rosetas demonstra que a orientação predominante dos ruditos é segundo o intervalo de  $S30^{\circ}W$  e  $S30^{\circ}E$ , secundariamente  $S50^{\circ}-60^{\circ}W$  e  $N75^{\circ}-90^{\circ}W$ . A orientação do canal na região é de NW/SE, não havendo coincidência com a orientação dos ruditos.

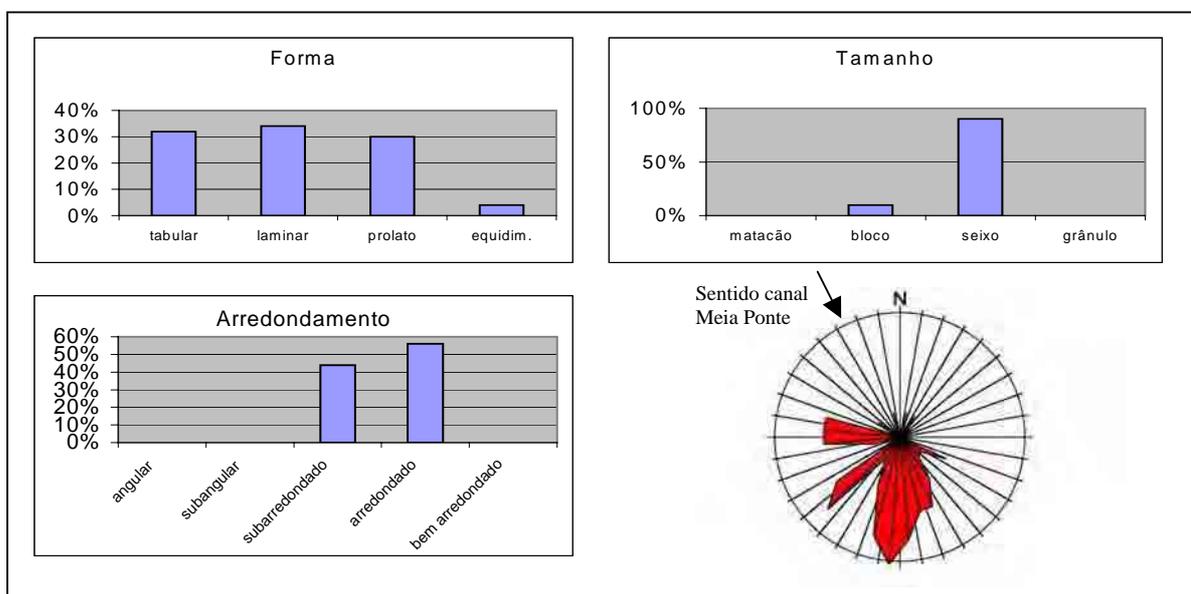


FIGURA 6.15 - F 54 – Gráficos da forma, tamanho e arredondamento, além do diagrama de roseta correspondente à orientação dos ruditos.

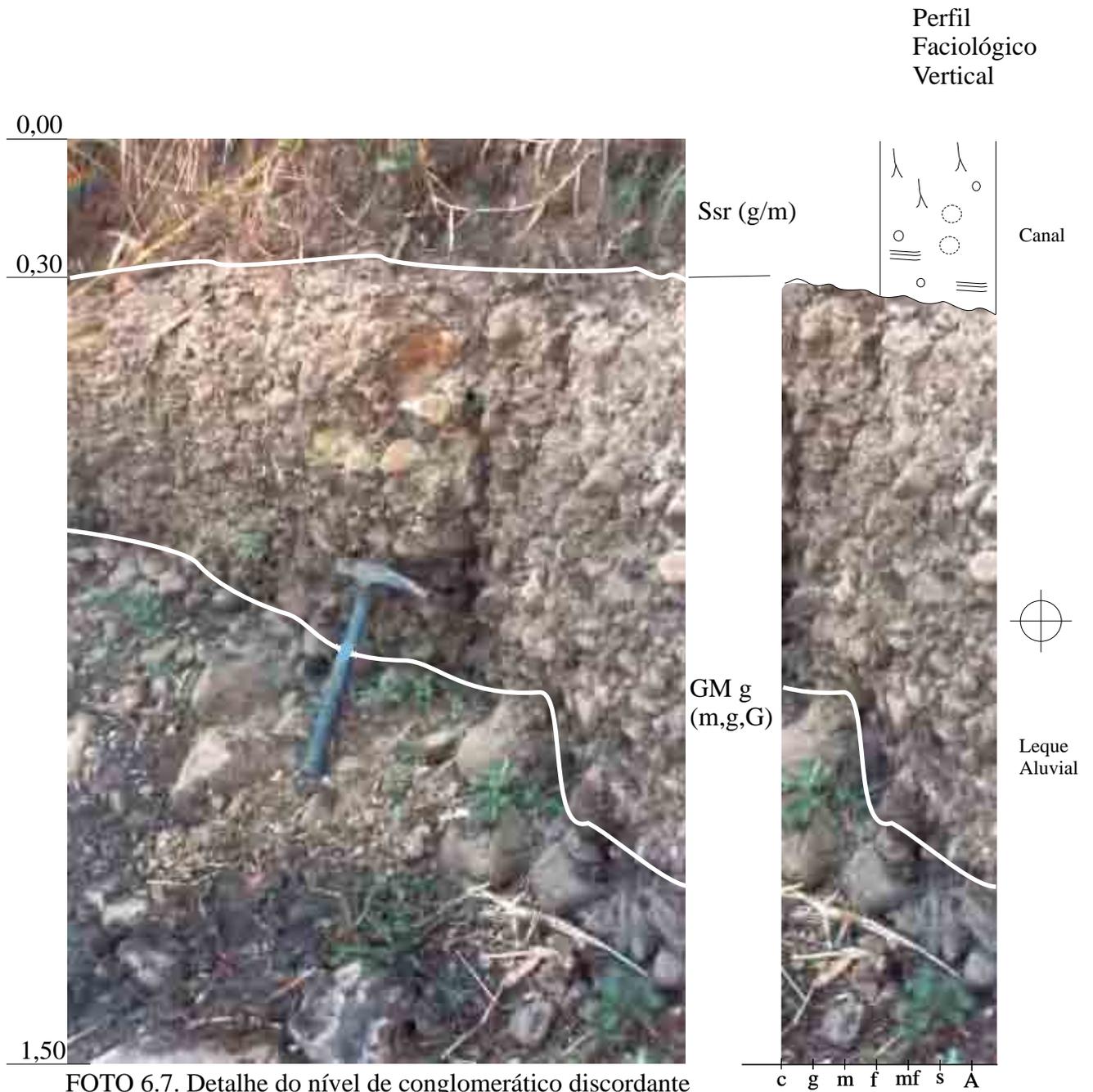


FOTO 6.7. Detalhe do nível de conglomerático discordante sobre rochas do Grupo Araxá, fácies GMg(m,g,G). Ocorrência de uma descontinuidade entre o nível de base do conglomerado, predominando blocos, e o superior, predominando seixos.

A-62

Localização: margem esquerda do rio Meia Ponte, fundos da fazenda da ENSA, município de Bela Vista. Coordenadas UTM697779E / 8150153N.

O conglomerado ortoquartzítico lenticular deste afloramento, GMg (m,g,G), possui uma espessura média de 2,0m, evidenciando duas unidades separadas por uma superfície de reativação evidenciada na FOTO 6.9. A unidade inferior (base) apresenta grânulos, seixos, blocos e matacão predominantemente de quartzo e quartzito de formas e tamanhos variados. Observam-se ciclos de granodecrescência ascendente, além da imbricação dos seixos. A matriz é predominantemente areia média (arredondamento, esfericidade, grau de seleção), apresentando um cimento ferruginoso. O conjunto arcabouço/matriz resulta em uma textura compacta fechada. A unidade superior possui ruditos de tamanho inferior, estratificação tênue, granodecrescência ascendente, assim como imbricação dos seixos. O conjunto resulta em uma textura predominantemente fechada compacta, com alguns segmentos fechada esparsa (FOTOS 6.8 e 6.9).

Os dados referentes ao arredondamento, à esfericidade, ao tamanho e à orientação dos ruditos estão na FIGURA 6.16. O diagrama de rosetas indica que os ruditos estão orientados predominantemente segundo N55°-85°W. O canal do rio Meia Ponte varia muito de direção nesta região, sendo que no local do A-62 é W/E, não coincidente, mas próximo à orientação dos ruditos.

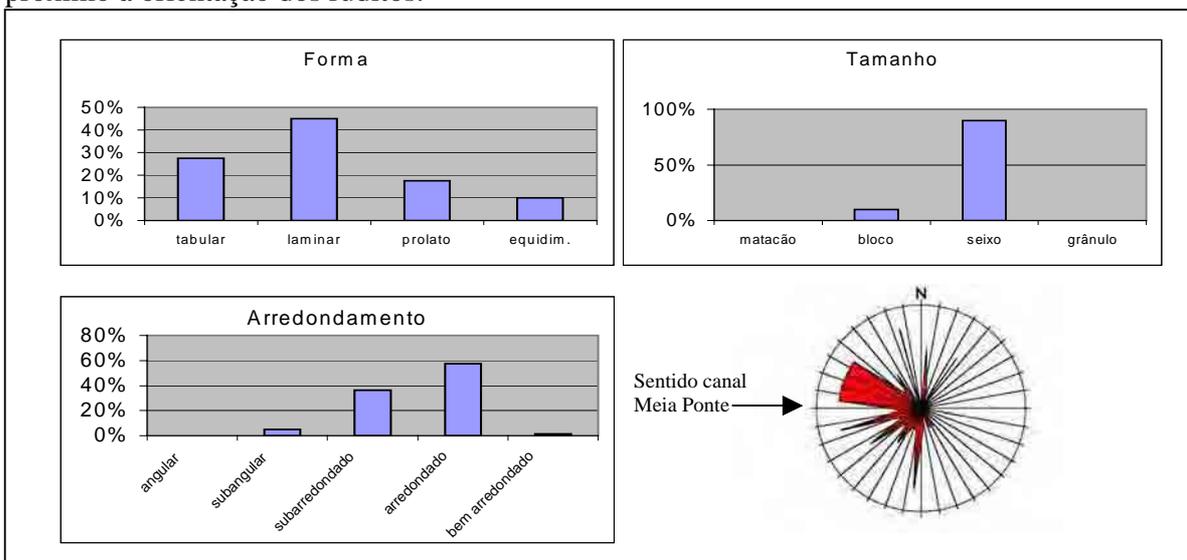


FIGURA 6.16 - A62 – Gráficos da forma, tamanho e arredondamento, além do diagrama de roseta correspondente à orientação dos ruditos.

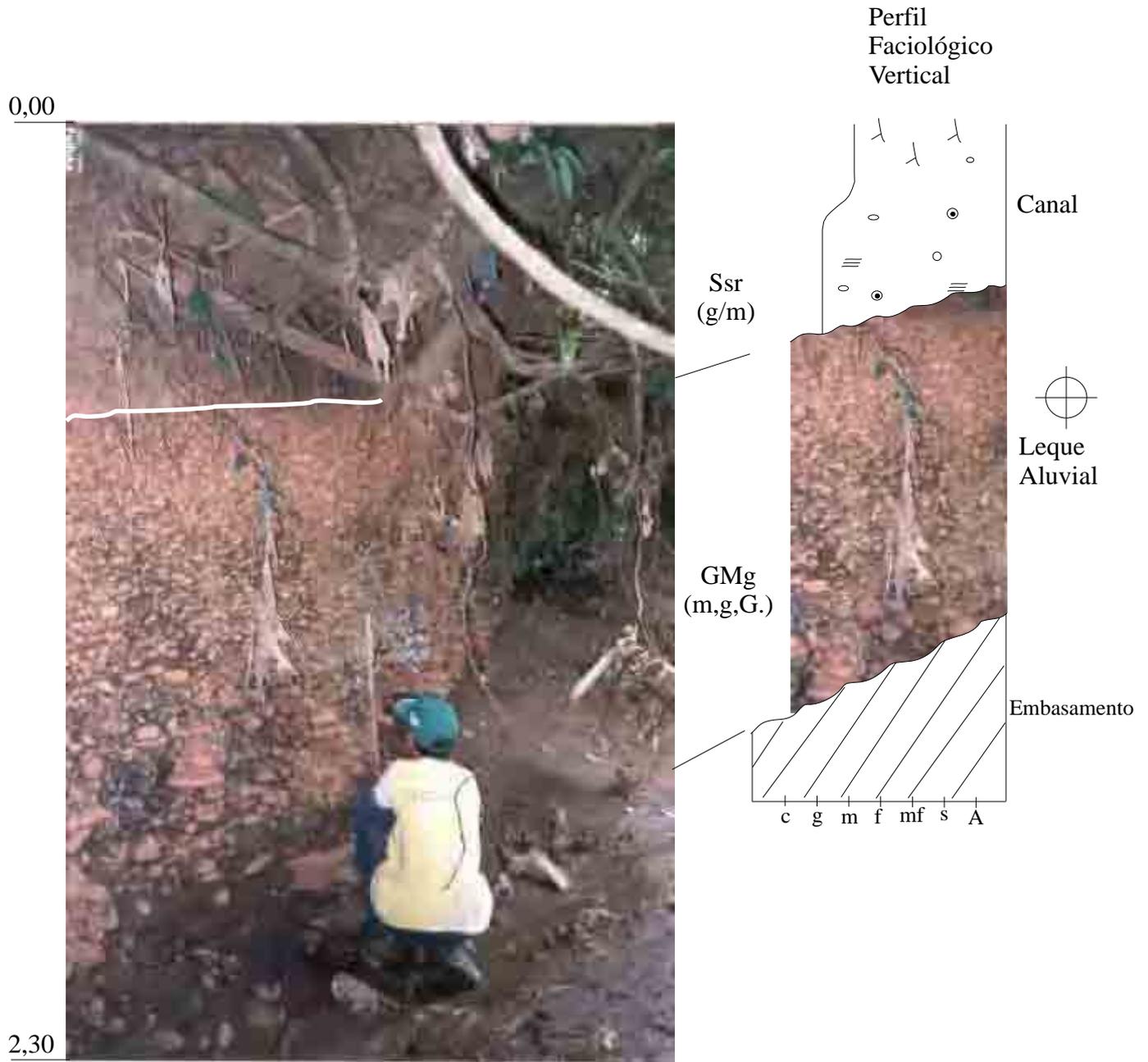


FOTO 6.8. Lente conglomerática com 2,0 m de espessura em contato basal com rochas do Grupo Araxá. Nesta foto se observa granodecrescência ascendente, além de imbricamento dos ruditos.

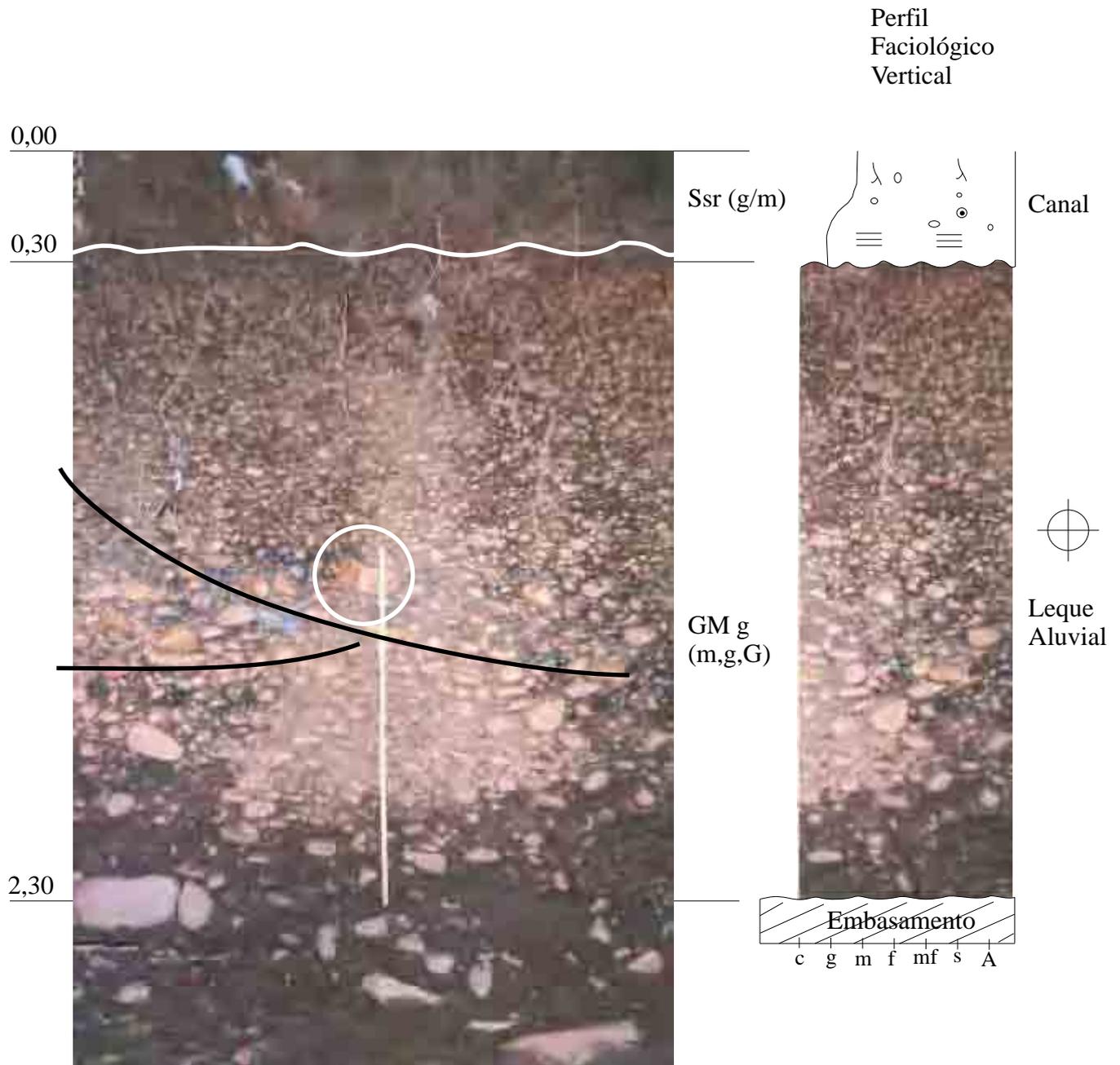


FOTO 6.9. Detalhe da lente conglomerática da foto anterior onde se observa a coalescência de três diferentes leques aluviais, sendo que no superior a presença de matriz é mais significativa. Notar o bloco de formato “cúbico” no centro da foto, semelhante àquele do F-43 (FOTO 6.6)

Localização: margem esquerda do rio Meia Ponte, fundos da fazenda da ENSA, município de Bela Vista. Coordenadas UTM 697798E / 8147654N.

Lente de conglomerado ortoquartzítico com espessura média de 0,60m, sendo melhor evidenciada em planta. Os grânulos, seixos, blocos e matações são formados de quartzo, quartzito, rocha básica, cataclástica e concreções ferruginosas, apresentando forma e tamanho variados, imersos em uma matriz, predominantemente areia média, grossa e muito grossa e cimento ferruginoso. A textura é fechada compacta. A observação lateral evidencia uma leve estratificação, além de granodecrescência ascendente. O imbricamento dos grossos pode ser verificado principalmente em planta (FOTO 6.10).

Os dados referentes ao arredondamento, à esfericidade, ao tamanho e à orientação dos ruditos estão na FIGURA 6.17. Verifica-se através do diagrama de rosetas uma grande variabilidade na orientação dos ruditos, predominando entre S40°-55°W subordinadamente entre S0°-20°E e S30°-45°E. A orientação do canal do Meia Ponte na área é de SW/NE, coincidente com a orientação predominante dos ruditos.

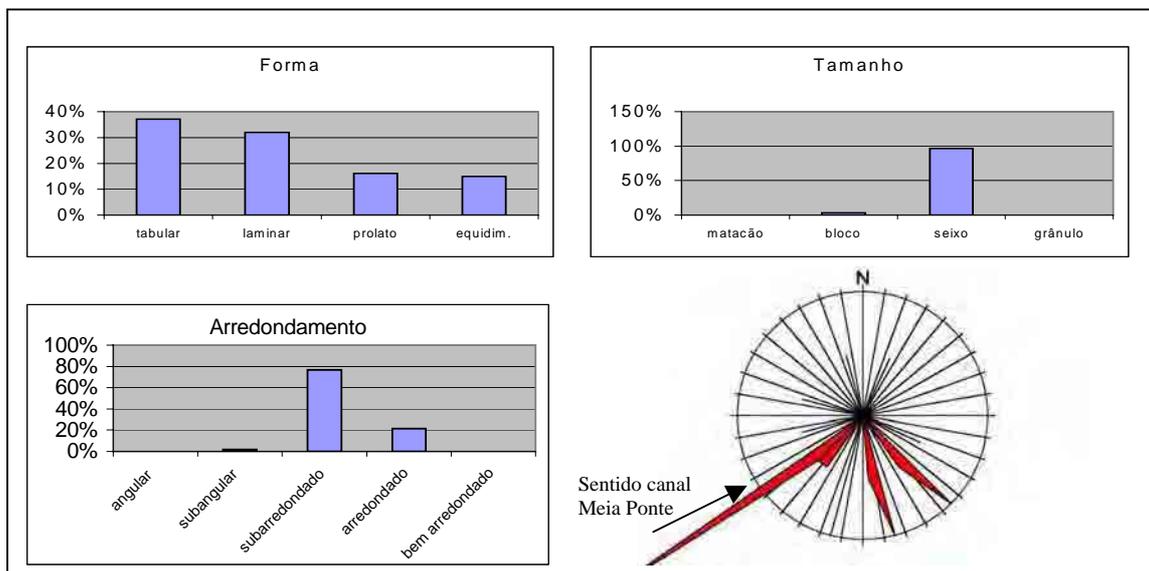


FIGURA 6.17 - A63 – Gráficos da forma, tamanho e arredondamento, além do diagrama de roseta correspondente à orientação dos ruditos.



FOTO 6.10. Nível conglomerático de forma tabular, semelhante à FOTO 6.9 depositado em discordância com as rochas do Grupo Araxá.

#### 6.4.1.3 Terraços do rio Meia Ponte

Conforme já mencionado anteriormente, o conglomerado basal tem sua origem relacionada a leques aluviais / barras longitudinais de canal entrelaçado, constituindo-se na base dos terraços e dos depósitos do sub-sistema fluvial atual do rio Meia Ponte. Estes terraços são dos tipos encaixado e descontínuos (CHRISTOFOLETTI 1974), originando-se, predominantemente, de processos alúvio-coluvionares, com uma base aluvial e um segmento médio superior de natureza predominantemente coluvial (IBGE 1992), permitindo aventar a possibilidade de influencia do sub-sistema fluvial. Dois tipos de terraços foram definidos a partir de suas seções-tipo:

Terraço (T<sub>0</sub>) - corresponde às margens em processo de erosão, bem caracterizada no F 59 (FOTO 6.1), F 54 (FOTO 6.7), A 62 (FOTO 6.8), A 63 (FOTO 6.10), F 29 (FOTO 6.29) e F 61 (6.30). Esta feição foi mencionada por CASSETI (1992), tendo sido identificada como T<sub>0</sub>, conforme citado na página 142. São terraços amplamente distribuídos pela área, formados basicamente por um conglomerado basal, um nível arenoso (barra/canal) e no topo um depósito de planície de inundação ou de colúvio pedogenizado, apresentando um desnível médio de 5,0 m em relação ao canal atual. Resultam do retrabalhamento dos terraços de acumulação pela ação erosiva do rio Meia Ponte.

O A-165 é um exemplo de terraço T<sub>0</sub>, corresponde a um nível de ruditos – GM - sustentados por uma matriz argilo-siltosa sotoposta pelo rocha do embasamento e sobreposta por um latossolo vermelho. Em alguns segmentos do terraço, o latossolo não se faz presente, observando-se apenas o nível conglomerático - GM - depositado sobre a rocha do embasamento (FOTO 6.11).

#### A 165

Localização: perfil de 2,50m à margem esquerda do rio Meia Ponte, próximo aos Bombeiros do Goiânia II. Coordenadas UTM: 685942E / 8159335N.

O contexto estratigráfico deste terraço revela a presença de um nível de conglomerado - GM -, depositado sobre a rocha alterada, sobreposto por um latossolo vermelho.

Terraço 1 (T1) - corresponde a um terraço de acumulação com um nível aluvial (leques aluviais/barras longitudinais), ruditos/matriz de arenosa a silto-argilosa (leques aluviais/depósitos fluviais), depositado discordantemente sobre o embasamento e sobreposto por um depósito aluvial pedogenizado (Fm, Fmo, Sm), intensamente perturbado pela ação antrópica (atividades agrícolas, ocupação urbana, estradas, depósitos de lixo, etc) e por raízes. Em alguns cortes se observa que este nível tem características coluvionares, evidenciando que sobre o nível conglomerático ocorreu a deposição de sedimentos aluvionares e coluvionares.

Este terraço é o mais abundante da área em pesquisa, com um desnível médio de aproximadamente 5 a 8 m em relação ao canal atual do rio Meia Ponte. As melhores exposições encontram-se no setor Goiânia II, área urbana de Goiânia, com espessura média de três metros. O afloramento utilizado como exemplo são o A 81 e o F 58.

Este terraço foi descrito por CASSETI (1992) como TV (terraço de várzea). No Capítulo 9 é feita uma correlação entre os terraços identificados e aqueles de CASSETI (1992).

#### A-81

Localização: Perfil de 1,37m no Setor Goiânia II, margem esquerda do rio Meia Ponte, próximo a ETE. Coordenadas UTM: 686001E / 8160662N

Neste terraço, foram abertos vários drenos artificiais visando ao escoamento do esgoto do setor Goiânia II e para as obras da ETE Goiânia, evidenciando sobre a rocha do embasamento um conglomerado ortoquartzítico, GMg (m,g,G), sobreposto por sedimentos finos associados ao rio Meia Ponte predominantemente areia fina maciça, pedogenizada, contendo ruditos. Os grãos de areia são mal selecionados, baixo arredondamento e esfericidade (FOTO 6.12).

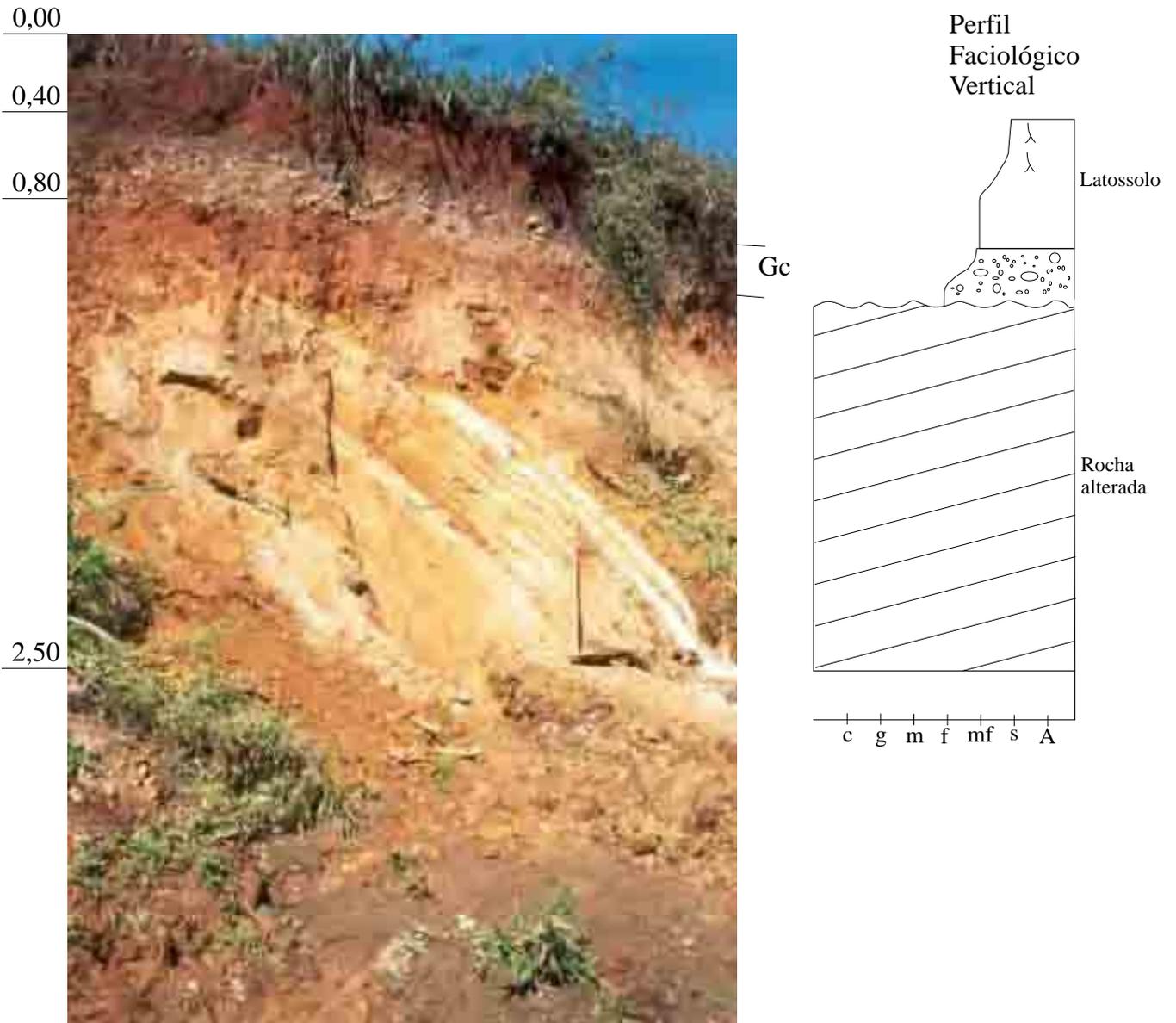


FOTO 6.11. Terraço (T0), nível conglomerático depositado sobre o embasamento, sobreposto por latossolo vermelho

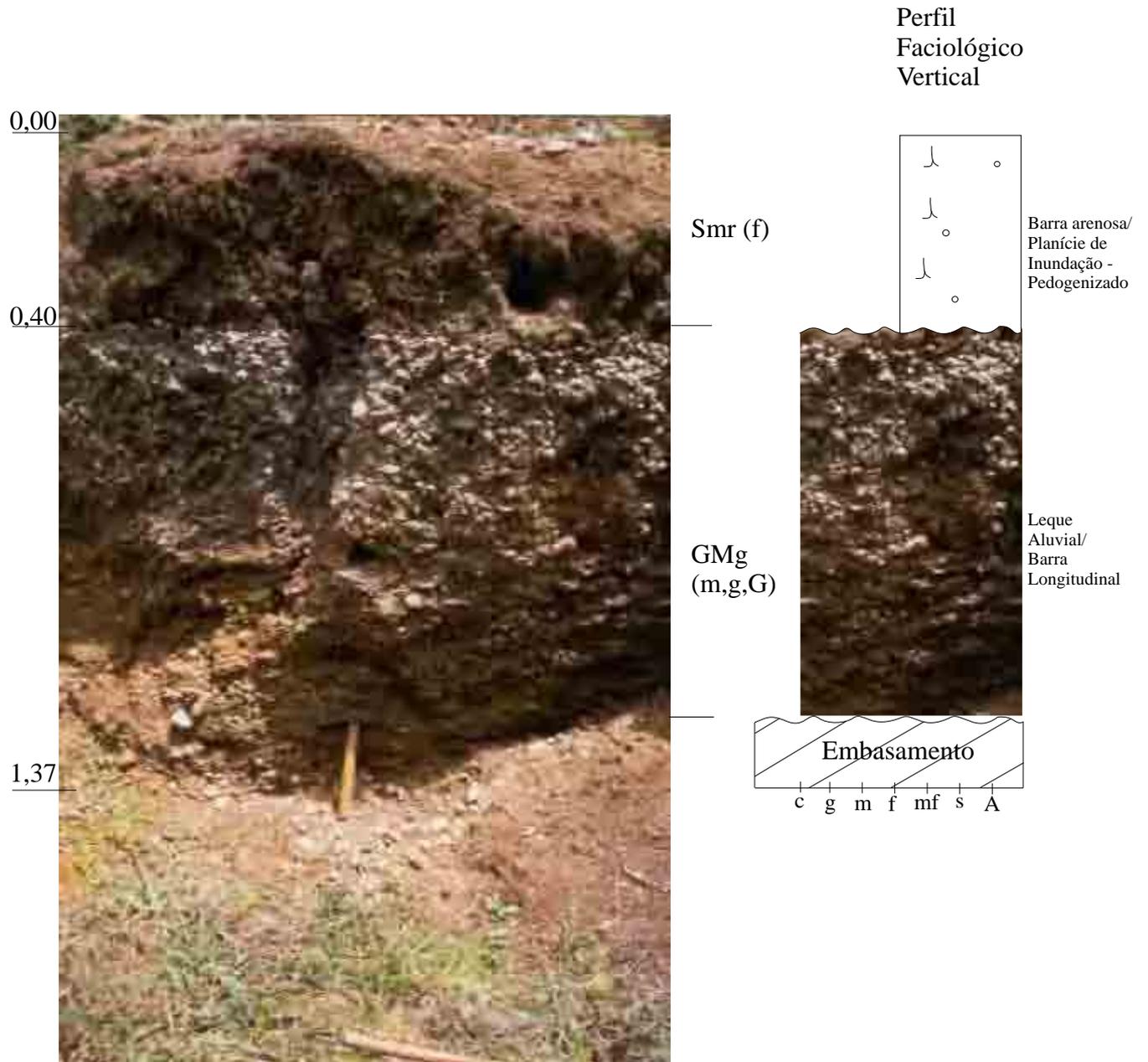


FOTO 6.12. Terraço (T1), nível conglomerático - GMg (m,g,G) discordante sobre o embasamento sobreposto por depósitos de finos

## 6.4.2 Depósitos Associados ao Sub-Sistema Fluvial Atual do Rio Meia Ponte

### 6.4.2.1 Depósitos residuais de canal.

Os depósitos residuais de canal do rio Meia Ponte foram observados durante a descrição dos perfis estratigráficos das margens do rio, nos canais artificiais de drenagem na planície de inundação e durante a coleta de amostra de carga de fundo para os trabalhos de hidrossedimentometria (TABELA 6.13). Estes depósitos são identificados pela fácies Gc, conforme TABELA 6.9, tendo como melhor afloramento o F-47.

Segundo SUGUIO & BIGARELLA (1990), depósitos de canal referem-se a sedimentos grossos depositados preferencialmente de forma lenticular no canal fluvial, que podem ser identificados em depósitos fluviais antigos pela presença de um conglomerado basal, no caso para sistemas com abundância em ruditos. Existem depósitos residuais de canal formados por areia com estratificação cruzada acanalada, ocorrendo principalmente durante períodos de cheia, em rios desprovidos de cascalhos.

Quando diminui a descarga de um sistema fluvial em que a carga de fundo é formada por cascalhos (blocos, grânulos, seixos e matacões), formam-se dunas de cristas sinuosas, com espessura entre 0,3m a 1m, cuja preservação resulta em uma estratificação cruzada acanalada (WALKER & CANT 1984).

O mecanismo geral de formação dos depósitos residuais de canal assemelha-se àquele dos pavimentos desérticos (DAVIS JR 1992). O autor ressalta que o acamamento é indistinto ou ausente, mas que é comum o embricamento dos ruditos.

RICCOMINI (2001) salienta que se pode encontrar “intraclastos argilosos” originados da erosão das margens, associados a depósitos residuais de canal.

TABELA 6.13 Melhores exposições dos depósitos residuais de canal

Afloramento	Coordenadas UTM
F-47	685287E / 8595540N
F58	662201E / 8190061N
S-5	671126E / 8182024N
F-55	683222E / 8163221N

Localização: canal natural do rio Meia Ponte na ETE. Coordenadas UTM 685287E / 859554N.

Os trabalhos de desvio do canal do rio Meia Ponte na área da ETE possibilitaram a exposição do canal, oportunidade rara, que permitiu uma breve caracterização dos ruditos presentes, associados a grande quantidade de rejeitos tecnógenos, situação que será abordada no Capítulo 7. O desvio do canal foi realizado em agosto de 2001, sendo que, ao final do mês de setembro, o rio já estava novamente no seu canal natural, sob o qual existe uma tubulação de captação de esgotos (FOTOS 6.13 a 6.15).

O depósito residual do canal nesta exposição apresenta uma espessura média de 1,7m e largura aproximada de 20m. Este nível possui 70% de ruditos (limite entre cascalho e cascalho arenoso), sendo observados ciclos de granodecrescência ascendente. Os ruditos são mal selecionados, apresentam formas e tamanhos variáveis, sendo constituídos principalmente de quartzo, quartzito, rochas básicas, cataclásticas e granulitos. A matriz é predominantemente areia média/grossa, com estratificação paralela e cruzada. Na base deste cascalho, há um nível de aproximadamente 0,25m de espessura, correspondente ao conglomerado petromítico, conforme já mencionado.

Alguns afloramentos, como F-58, S-5 e F-55 apresentam na base um nível de areia grossa, grossa a fina, contendo ruditos. A coloração cinza do nível, semelhante a ao nível superior, planície de inundação, mascara o sedimentos grossos. Estes níveis são considerados como um rápido depósito de canal, seguido de um abandono.

As FIGURAS 6.18 e 6.19 apresentam gráficos referentes ao arredondamento, esfericidade, tamanho e orientação dos ruditos. O diagrama de rosetas da FIGURA 6.19 representa a orientação dos ruditos correspondentes ao conglomerado basal – GMg (m,g,G) - com orientação predominantemente entre S40°-70°E. Por outro, lado a FIGURA 6.18 evidencia a orientação dos ruditos do canal atual, predominantemente no intervalo entre N30°E e S55°E, com picos entre N40°-50°E, N70°-80°E e S85°-90°E. O canal atual nesta região está orientado segundo SW/NE, mais precisamente S50°-60°W. Neste caso há uma coincidência entre a orientação dos ruditos do canal e a orientação do próprio canal.

Por outro lado, a orientação dos ruditos do conglomerado basal é perpendicular ao canal atual.

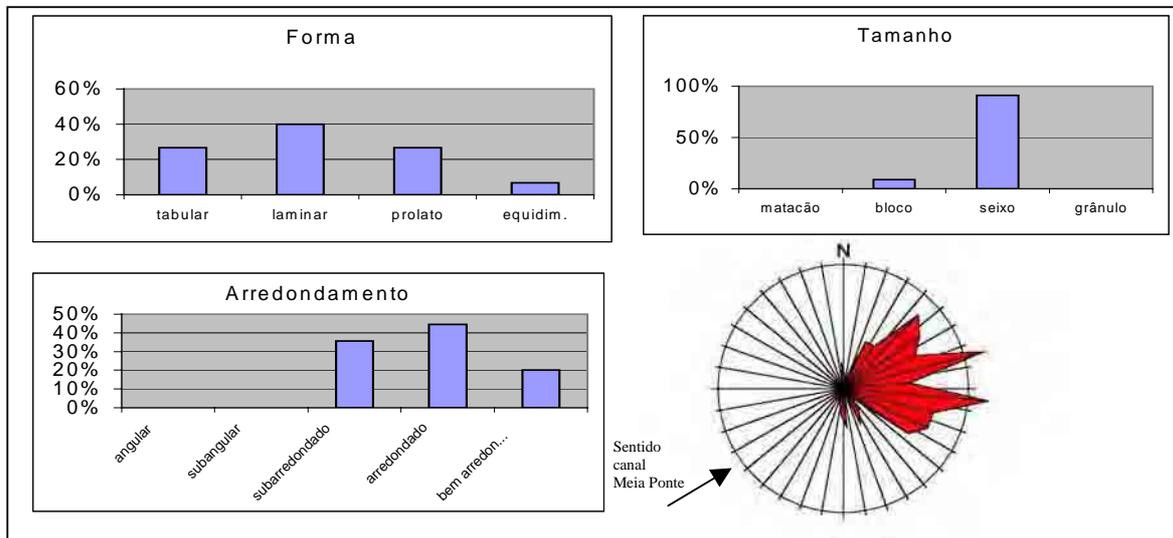


FIGURA 6.18 – F 47 B1 – Gráficos da forma, tamanho e arredondamento, além do diagrama de roseta correspondente à orientação dos ruditos.

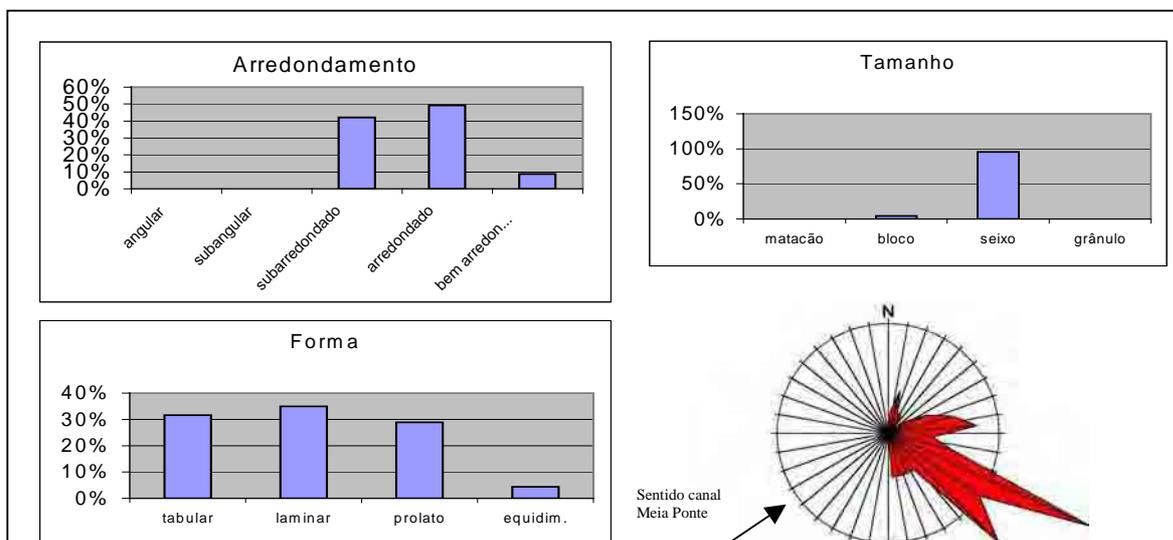


FIGURA 6.19 – F47 B2 - Gráficos da forma, tamanho e arredondamento, além do diagrama de roseta correspondente à orientação dos ruditos.



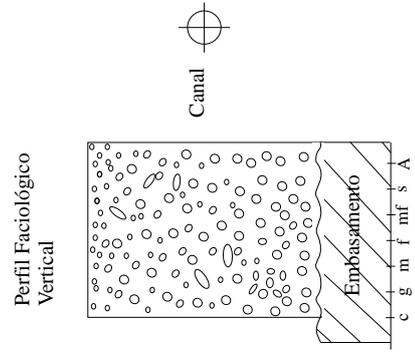
FOTO 6.13. Vista geral das obras de desvio do canal do Meia Ponte



FOTO 6.14. Detalhe do depósito residual de canal com rejeitos tecnógenos associados. A TABELA 7.1 identifica alguns rejeitos retirados deste contexto.



FOTO 6.15. Detalhe da foto anterior, após retirada de alguns rejeitos. Sobre o embasamento constatou-se a presença da fácies GMg(m,g,G), sobreposto pelo depósito residual de canal. Os diagramas de roseta - FIGURAS 6.18 e 6.19 mostram que a orientação dos ruditos dos dois níveis são diferentes.



Localização: Dreno artificial na ETE Inhumas, margem direita do Rio Meia Ponte.  
 Coordenadas UTM:

Na ETE Inhumas observou-se um dreno artificial de 1,0 m de profundidade, no qual se verificou, sotoposto a um depósito de finos relacionados à planície de inundação, a presença de uma camada de cascalho de espessura média 0,4m, associada a uma matriz areia média. Os ruditos (grânulos e sexos) são de quartzo e quartzito, apresentam formas e tamanhos variados, além de uma incipiente estratificação e granodecrescência ascendente (FOTO 6.16).

A FIGURA 6.20 apresenta gráficos referentes ao arredondamento, esfericidade, tamanho e orientação dos ruditos. O diagrama de rosetas demonstra que a orientação dos ruditos é preferencialmente  $N40^{\circ}-75^{\circ}E$ . O sentido do canal atual do rio Meia Ponte na região é de NW-SE, mais precisamente  $N40^{\circ}-50^{\circ}W$ , portanto, perpendicular com a orientação preferencial dos ruditos. Como esse afloramento está localizado no T1, acredita-se que a orientação dos ruditos deva estar relacionada a um paleocanal do rio Meia Ponte.

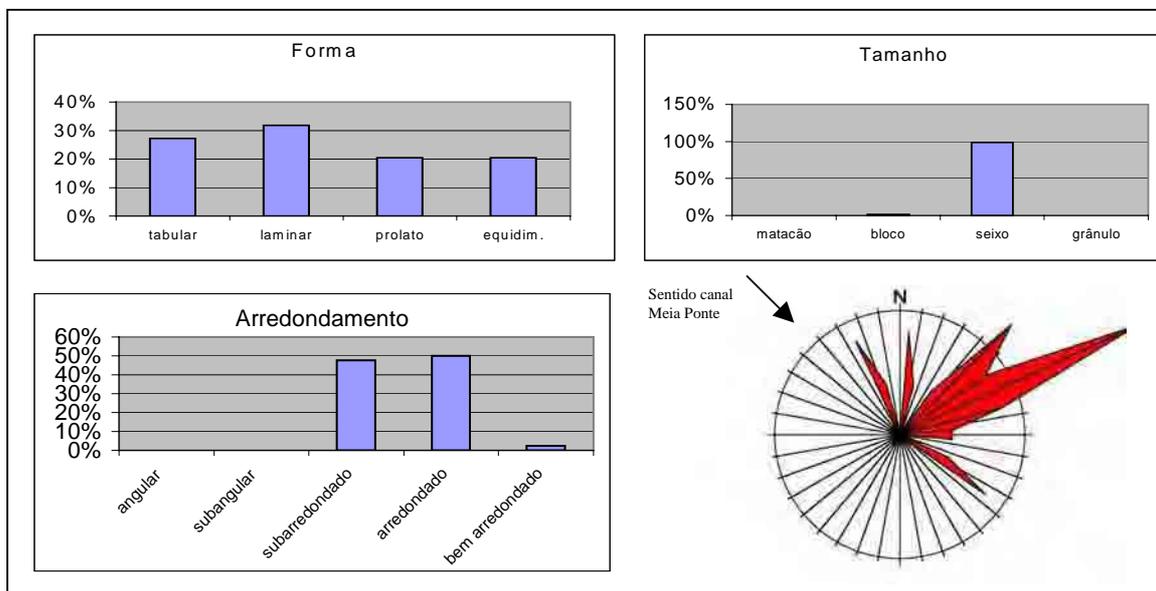


FIGURA 6.20 - F58 – Gráfico da forma, tamanho e arredondamento, além do diagrama de rosetas correspondente à orientação dos ruditos.

F-58



FOTO 6.16. FÁCIE correspondente à planície de inundação - Fmo- sobreposta a um delgado depósito de canal/abandono de canal, discordante sobre o embasamento, apresentando algumas semelhanças com o F-55. Terraço T1, E.T.E. - Inhumas

#### S-5

Localização: EMBRAPA, município de Goianira, margem direita do rio Meia Ponte.  
Coordenadas UTM:671162E / 8182024N

Neste afloramento, a amostragem foi realizada com cavadeira e trado manual, tendo atingido 1,7m. Até o momento, estão sendo considerados como depósitos fluviais os primeiros 0,80m, com o restante correspondendo a rocha alterada. Assim sendo, de 0,2m a 1,0m ocorre um nível de cascalho arenoso imerso em uma matriz variando entre areia média e grossa. Os ruditos (grânulos, seixos, blocos e matacões) são preferencialmente de quartzo e quartzito, apresentam tamanhos e formas variadas, observando-se uma granodecrescência ascendente (FIGURAS 6.21 a e 6.21 b).

#### F - 55

Localização: dreno artificial na área experimental da UFG, margem esquerda do rio Meia Ponte, próximo à avenida Nerópolis. Coordenadas UTM: 683222E / 8163221N

Este afloramento possui uma espessura de 0,80m. Sobre a rocha alterada, deposita-se um nível de areia de grossa a fina, contendo ruditos (grânulos, seixos e blocos) de formas e tamanhos variados, predominantemente de quartzo e quartzito, Smr(g/F), coloração variegada entre cinza (2,5 Y 6/0 e 2,5 Y 5/0) e cinza amarronado (10 YR 5/2). Sobre esta areia, deposita-se um nível argiloso, Fmo, de coloração (seca) cinza (2,5 Y 6/0 e 2,5 Y 5/0) até o topo, com alguns grânulos, típico de planície de inundação. A base desta unidade argilosa foi datada fornecendo uma idade de 3.110 anos +/- 60 B.P. (FOTO 6.17).

F-55



FOTO 6.17. - F-55- A coloração do afloramento dificulta a observação do nível correspondente ao depósito de canal, sobreposto pelos sedimentos finos da planície de inundação (FmO). Afloramento semelhante ao F-58.

A interpretação de que os níveis com ruditos do F-58, S-5 e F-55 referem-se a depósitos residuais de canal e não de conglomerado basal/leques aluviais/barras longitudinais fundamenta-se na inexistência de cimento ferruginoso na matriz e do maior grau de arredondamento e esfericidade dos ruditos.

#### 6.4.2.2 Planície de inundação.

Segundo SUGUIO & BIGARELLA (1990), em planícies de inundação depositam-se preferencialmente sedimentos finos (silte e argila) em decorrência dos transbordamentos dos canais fluviais, nos quais a energia é muito baixa, resultando laminações paralelas, podendo-se identificar um decréscimo ascendente na granulometria de siltico-argiloso a argiloso. Algumas características dos depósitos das planícies de inundação estão diretamente relacionadas ao padrão e à forma do canal; por exemplo, à extensão e à espessura, sendo que mudanças rápidas no comportamento do canal fluvial impedem a formação destas planícies. Planícies localizadas em áreas de clima úmido podem apresentar turfeiras métricas. São depósitos de acreção vertical, segundo a abordagem de WALKER & CANT (1984).

MIALL (1996) ressalta que as pesquisas referentes às planícies de inundação têm recebido menos atenção, por exemplo, do que aquelas relacionadas com canais fluviais. Cita ainda que os depósitos encontrados fora do canal principal dividem-se em três tipos: (a) depósitos de grossos sobre a planície de inundação, referindo-se a *“levee, crevasse-channel and crevasse-spaly deposits”*; (b) depósitos de granulometria fina, em consequência do baixo fluxo de energia e (c) sedimentos bioquímicos. NANSON & CROKE (1992) propuseram uma classificação para as planícies de inundação, dividindo-as em alta, baixa e média energia. As áreas mais baixas da planície de inundação, freqüentemente alagadas, correspondem à bacia de inundação (RICCOMINI 2001).

Os depósitos de finos correspondentes à planície de inundação do rio Meia Ponte têm uma espessura variando entre 0,8m e 2,5m, depositando-se ora sobre residuais de canal, ora sobre barras de meandro, ora sobre um nível conglomerático sobreposto ao embasamento. Na região de Inhumas (FOTO 6.18) a planície atual, que se encontra sobre uma barra de meandro, têm uma espessura média de 1,5m. Na região do loteamento Brisas

da Mata, Goiânia, verifica-se da base para o topo: um pacote de areia fina - canal – depositado sobre o embasamento, um nível de ruditos associado a matriz areia fina - canal - e um nível de finos – planície de inundação com 0,8m de espessura (FOTO 6.19).

Vários afloramentos mencionados neste capítulo, assim como os testemunhos de sondagem, apresentam fácies de planície de inundação, conforme a TABELA 6.10.

A planície de inundação do rio Meia Ponte pode ser dividida em duas unidades, as quais estão mencionadas na FIGURA 6.10 / ENCARTE 6.1:

- Planície de inundação subatual (P2), ocupada pelas águas de transbordamento pelo menos uma vez no período de três a dez anos.
- Planície de Inundação atual (P1), semelhante à planície de inundação subatual (P2), sendo ocupada pelas águas de transbordamento pelo menos a cada três anos. A região da ETE Goiânia é exemplo desta planície.



FOTO – 6.18. Planície de inundação do Rio Meia Ponte, local de extração de argila para olarias da região, atualmente sendo utilizada como área de cultivo. Município de Inhumas

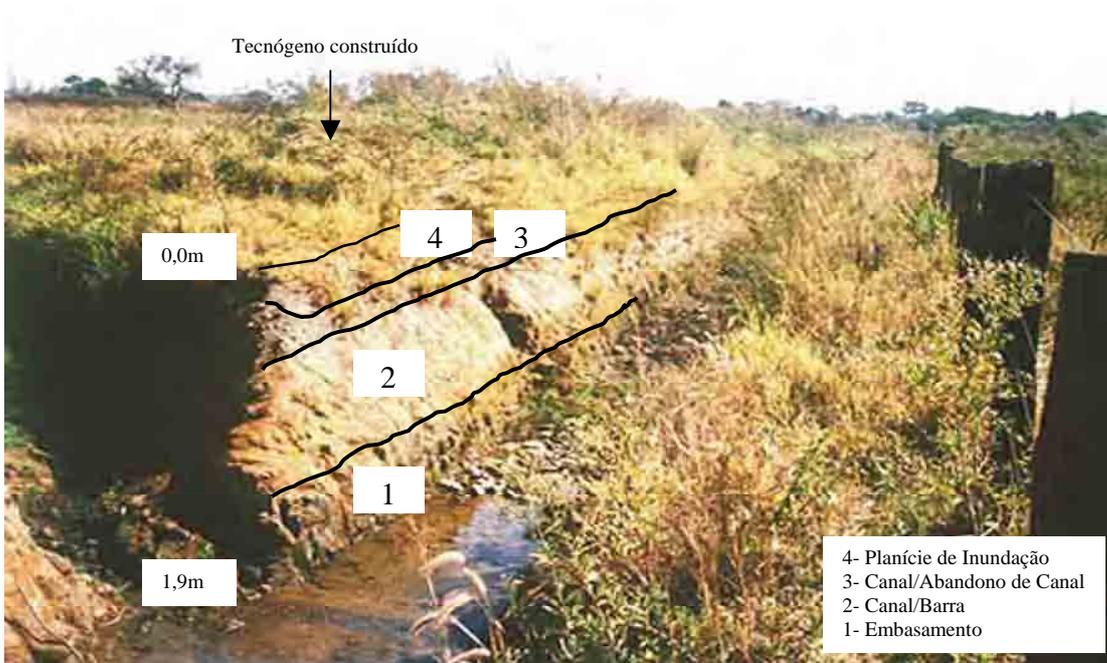


FOTO 6.19. Dreno artificial próximo ao loteamento Brisas da Mata. Goiânia

#### 6.4.2.3 Diques marginais.

Estes diques ocupam uma estreita faixa que acompanha o canal do rio Meia Ponte, apresentando um perfil assimétrico característico, com uma superfície íngreme em direção ao canal ( $12^{\circ}$  -  $40^{\circ}$ ) e um caimento suave em direção à planície de inundação ( $5^{\circ}$  -  $15^{\circ}$ ). Na área em pesquisa, os diques não ultrapassam 3m de altura, 5m-10m de largura e sendo descontínuos e caracterizando-se por milimétricas unidades siltosas e arenosas, encontrando-se intensamente perturbados pela ação antrópica, além do que grande parte das sondagens e perfis descritos deste subambiente apresenta rejeitos tecnógenos associados. O dique marginal considerado como o mais didático na área de pesquisa foi encontrado no setor Jaó (FOTO 6.20), posteriormente destruído pela terraplanagem de um campo de futebol.

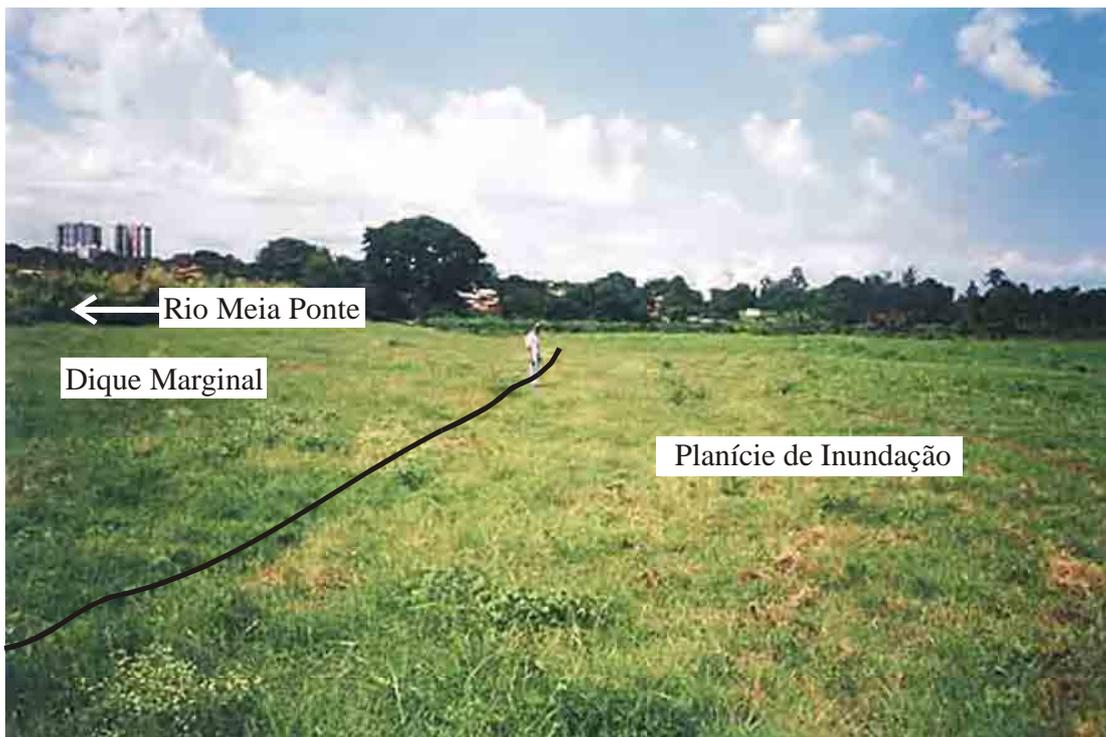


FOTO 6.20. Disposição do dique marginal e planície de inundação no Setor Jaó, área urbana de Goiânia

Diques marginais são feições sinuosas paralelas ao canal principal. Um corte perpendicular a um dique marginal evidencia uma forma triangular, com altura maior junto

ao canal, onde a declividade também é maior, tornando-se mais fina e suave em direção à planície de inundação. Em canais retilíneos, formam-se geralmente nas duas margens e nos bancos côncavos de canais meandrantos. Quando o canal transborda, os sedimentos mais grossos da carga em suspensão (silte e areia fina) depositam-se, em consequência do decréscimo da velocidade. As estruturas sedimentares observadas nos diques, geralmente perturbadas pela vegetação, reportam-se a estratificações acanaladas e laminações paralelas, além de estruturas orgânicas. No que se refere à textura e às estruturas, os diques marginais são semelhantes à parte superior das barras de meandro (SUGUIO & BIGARELLA 1990).

De acordo com MIALL (1996), os diques são formados por um acamamento rítmico de unidades decimétricas, em que cada uma representa um evento de inundação. Medidas de paleocorrentes em laminações onduladas geralmente indicam um fluxo perpendicular ou oblíquo ao canal.

BRIERLEY *et al.* (1997) apresentam um trabalho abordando definições de diques marginais ou “fluvial levees”, mencionando também alguns dos atributos apontados por diferentes pesquisadores em relação aos diques marginais de rios modernos (geometria, dimensões, textura e acamamento/estruturas) e identificam estas feições na literatura especializada, citando métodos de campo, critérios utilizados para identificação dos diques e padrão fluvial. Apresentam também uma síntese das características de alguns diques, a partir da bibliografia especializada consultada.

Os afloramentos descritos e as sondagens realizadas evidenciam que os diques marginais da área de pesquisa apresentam uma associação de fácies à base de Ss (f), Ss (m) e Ss (t), geralmente com lentes e níveis de textura preferencialmente areia muito fina a média, apresentando principalmente no topo, rejeitos tecnógenos associados.

#### 6.4.2.4 Barras de meandro

Estas barras ocupam uma pequena área no universo dos depósitos fluviais relacionados ao rio Meia Ponte, principalmente próximo às curvas convexas do rio. Estas barras, em algumas ocasiões são ocupadas por canais temporários.

Segundo SUGUIO & BIGARELLA (1990), as barras de meandro são constituídas por sedimentos arenosos, siltico-argilosos ou conglomeráticos, podendo apresentar alguns seixos, que se depositam sobre os sedimentos do canal. Uma barra de meandro é formada por diferentes camadas concordantes de sedimentos, que se inclinam rumo ao canal. Algumas características das barras de meandro são importantes para sua identificação em campo como o decréscimo ascendente da granulometria, resultante da perda de competência do curso d'água.

De forma resumida, as barras de meandro constituem-se de depósitos arenosos, apresentando estratificação cruzada acanalada e laminação cruzada. Variações granulométricas e de estruturas verificadas nas barras de meandro devem-se ao processo de sedimentação tipicamente lateral (SUGUIO & BIGARELLA *op. cit.*).

WALKER & CANT (1984) apresentam um modelo para os depósitos de acreção lateral. REINECK & SING (1973) comentam que as barras de meandro de rios pequenos são feições deposicionais simples localizadas na parte interna (convexa) das curvas de meandros, com espessura entre 1m e 3m, enquanto nos grandes rios é possível identificar “*ridge*” e “*swales*” na topografia das barras. FISK (1947) reconheceu a importância do movimento helicoidal da corrente junto a curvas de meandros na formação da barras de meandro.

RICCOMINI (2001) salienta que os “planos de tempo” nas barras arenosas, por ele identificadas como barras em pontal, “mergulham paralelamente à migração lateral do eixo do meandro....formando estruturas sigmoidais.....chamadas de estratificações cruzadas *epsilon*”.

Verifica-se que as barras de meandro do rio Meia Ponte, com base nas sondagens realizadas e afloramentos descritos apresenta com grande quantidade de rejeitos tecnogênicos e em muitos casos com uma associação de fácies semelhantes ao canal.

#### 6.4.2.5 Meandros abandonados

Estes elementos são freqüentes na área de pesquisa, originando-se tanto por atalho em corredeira quanto por atalho em colo, sendo melhor observados no segmento entre Inhumas e Goiânia, apesar do mascaramento em consequência do uso do solo. Realizaram-

se sondagens em dois meandros abandonados, ambos na região do município de Goianira (FOTOS 6.21 e 6.22).

Segundo MENDES (1984), na planície de inundação existem segmentos do canal fluvial que foram abandonados, os quais denomina de *braços mortos*. Ao abandonar parte de seu antigo canal em busca de um novo ajuite, forma inicialmente lagos (*oxbows lakes*), que são totalmente preenchidos, principalmente, por sedimentos finos, matéria orgânica e subordinadamente areia.

SUGUIO & BIGARELLA (1990) identificam estas feições como depósitos de preenchimento de canal, apresentando uma breve caracterização daqueles originados por atalho de corredeira e atalho em colo. Para ALLEN (1965, *apud* DAVIS JR, 1992) os *channel fill deposits (oxbow lake)* são depósitos resultantes de uma combinação de processos que ocorrem nos depósitos de canal e na planície de inundação, uma vez que iniciam-se com o abandono do canal e completam-se com a deposição de sedimentos finos em ambiente de baixa energia.

Quando a curva de meandro é abandonada lenta (*chute-cut-off*) ou rapidamente (*neck-cut-off*), a sedimentação no segmento do antigo canal vai se tornando mais fina, acompanhando o decréscimo da energia da corrente. Os sedimentos finos (silte e argila) depositados após o abandono total do segmento do canal estão relacionados com o transbordamento em fases de inundação.

Os meandros abandonados, objetos de sondagem com vibro-testemunhador, evidenciaram uma associação/seqüência de fácies bem características, apesar da pouca espessura (TABELA 6.10).

#### 6. 4. 3 Perfis e Testemunhos de Sondagem

As sondagens realizadas nos depósitos fluviais atuais do rio Meia Ponte (canal, dique marginal, meandros abandonados, planície de inundação e barra arenosa) procuraram, não apenas a caracterização isolada destes subambientes, mas um contexto dinâmico e integrado, conforme se observa nos desenhos dos perfis de sondagem que acompanham os testemunhos de sondagem. Esta abordagem é que evidenciou a semelhança entre as fácies de barra arenosa e de canal.



FOTO 6.21. Meandro abandonado evidenciando: 1- Planície de Inundação, 2- Barra Arenosa, 3- Meandro abandonado, 4- Paleio dique marginal, município de Goianira



FOTO 6.22. Detalhe da disposição das fácies do meandro abandonado da foto anterior

Duas amostras obtidas das sondagens foram encaminhadas para datação por termoluminescência. Alguns dos perfis e testemunhos de sondagem descritos e utilizados para caracterizar as fácies e associações de fácies são apresentados a seguir (FOTOS 6.23 a 6.29) e nas FIGURAS 6.22 a 6.71/ANEXOS 6.3 a 6.52.

#### F-49

Localização: canal artificial do rio Meia Ponte na ETE. Coordenadas UTM:685257/8594135N

O conjunto estratigráfico deste perfil revela duas unidades distintas: a base, GMg (m.g,G), leque aluvial/barra longitudinal e, sobreposto a este, um pacote de finos correspondente à planície de inundação (FsO), depósito de acresção vertical, com ligeiros aumentos da energia (Ss) durante a fase de ajuste da nova dinâmica local (FOTO 6.23).

#### F 50 (Perfil complementar ao F-49)

Localização: canal artificial do rio Meia Ponte na ETE. Coordenadas UTM:685257/8594135N

O conjunto sedimentar aqui observado constitui-se de um pacote em que a base é predominantemente de finos, FsO, Fm e Fs, com uma fina camada arenosa Ss(m) entre as duas primeiras, representando um ambiente de baixa energia. Sobreposto ao nível de finos há um pacote arenoso com forte influência tecnógena. O depósito tecnógeno construído refere-se ao material retirado da trincheira pela retroescavadeira (FOTO 6.24).

Os afloramentos F 49 e F 50 foram expostos em razão das obras da ETE Goiânia próximo a confluência do rio Meia Ponte com o ribeirão Anicuns. Somados, formam um pacote de 4,65m, revelando as variações da energia do sistema e o depósito tecnógeno recente.

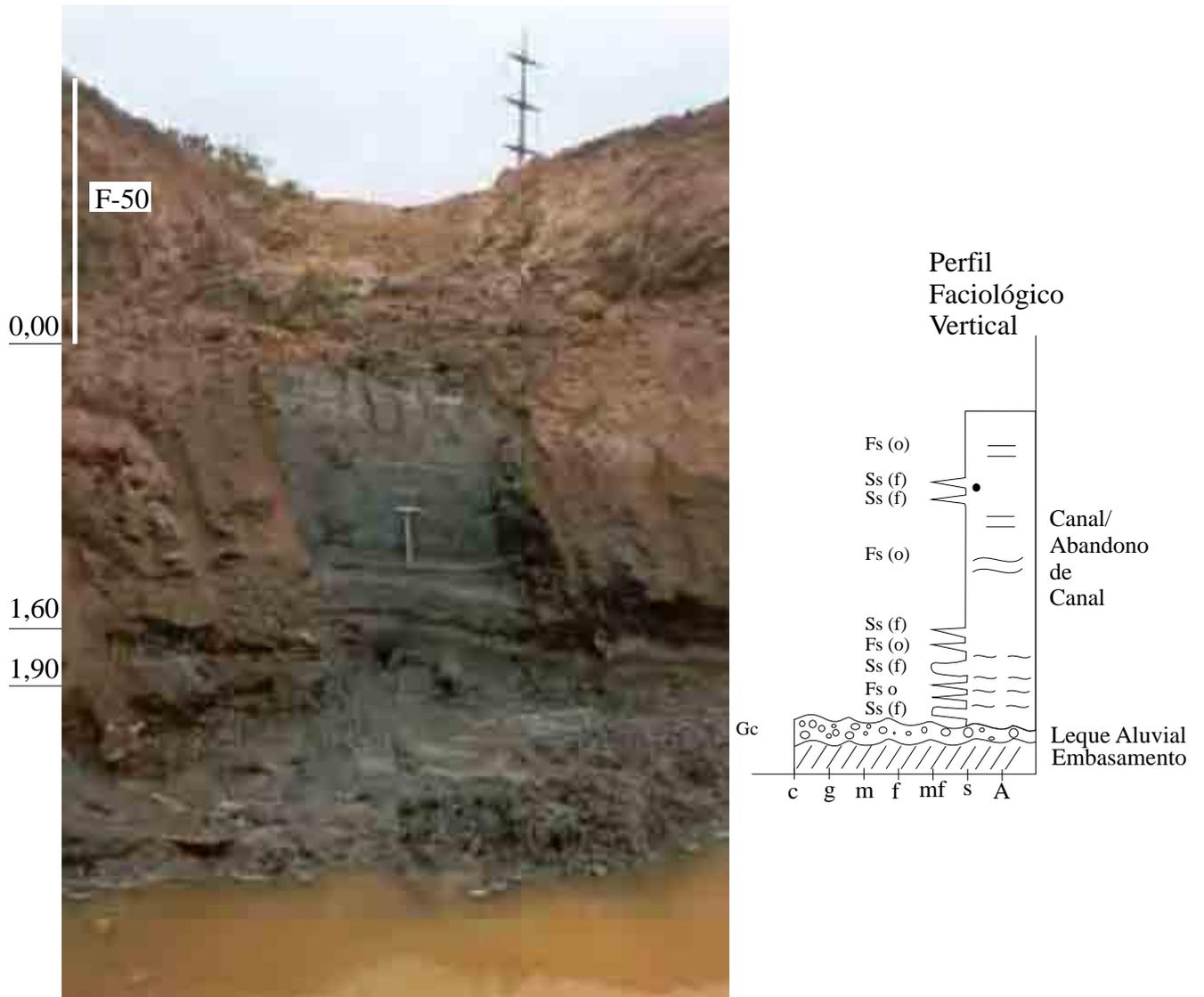


FOTO 6.23. Fácies identificadas para o ressaltando as variações da energia do sistema. O fato da retroescavadeira ter alterado a posição dos ruditos do nível conglomerático da base impediu a obtenção das orientações.

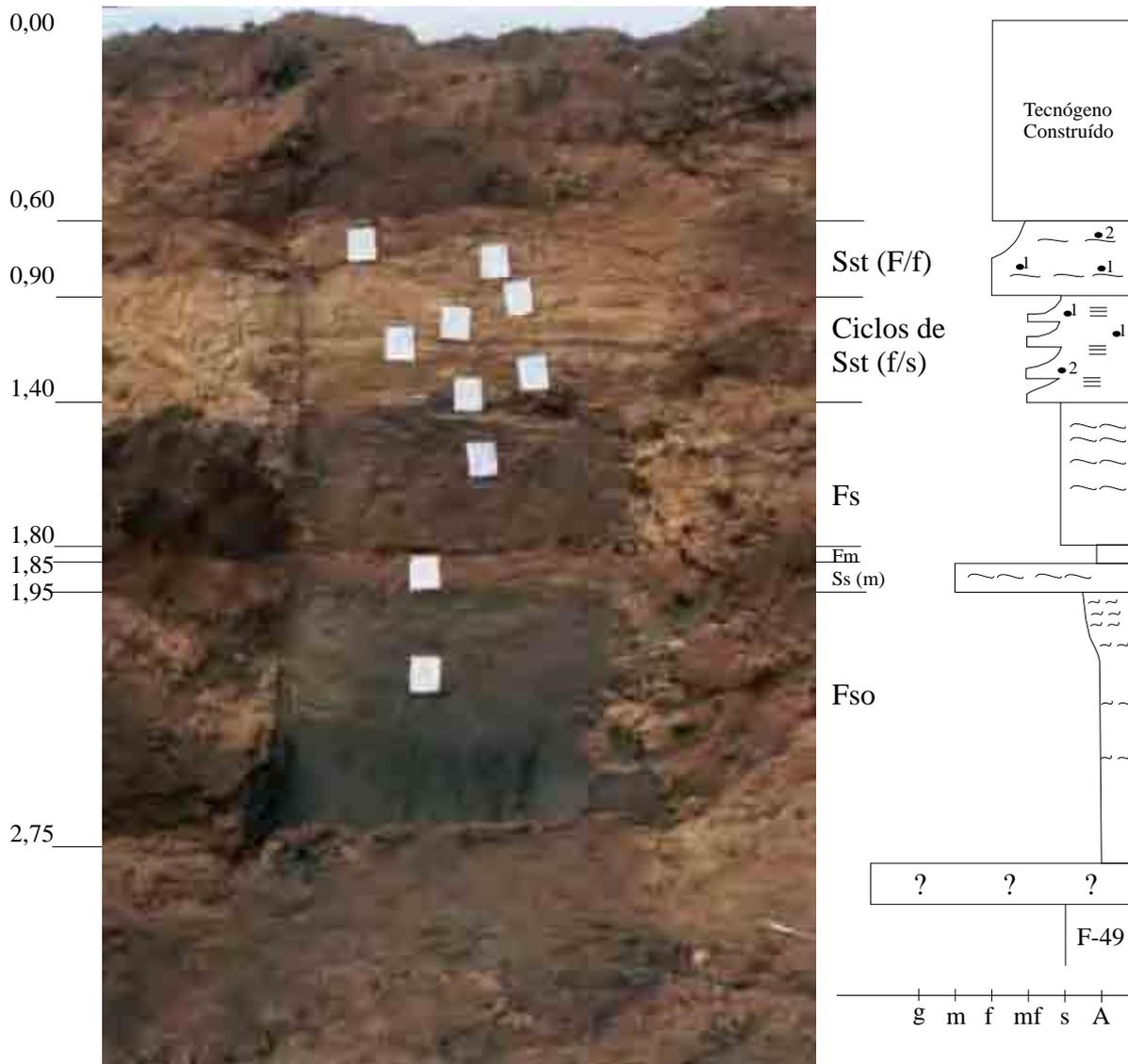


FOTO 6.24. Afloramento complementar ao F 49. Notar o pacote de sedimentos com presença de rejeitos tecnógenos

Localização: canal artificial do rio Meia Ponte na ETE. Coordenadas UTM: 685298E / 8159618N

Os sedimentos descritos neste perfil revelam que a base, Ssr (g/m), representa o canal a partir da granulometria e das estruturas sedimentares, enquanto as demais camadas indicam uma diminuição no fluxo de energia, típico de barra arenosa. Neste contexto, a camada Sm(f,s) apresenta-se intensamente pedogenizada, com presença de sedimentos finos, característicos de planícies de inundação, resultantes da dinâmica atual do rio Meia Ponte. Apesar da diferença de coloração entre as fácies Smr(f) e Sm (F, m) a variação granulométrica é mínima (FOTO 6.25 a 6.27).

Na parte inferior da barra arenosa – Sm(F,m) – identificaram-se incipiente estratificação plano-paralela, o que tornou-se importante para a interpretação de outras seções e testemunhos de sondagem onde identificou-se esta camada, principalmente sobreposta aos conglomerados. O canal artificial que resultou da exposição desse afloramento é diagonal (aproximadamente 40°) em relação ao canal atual do rio Meia Ponte.

A descrição desse afloramento foi complementada com a realização da sondagem S-26, amostrando mais 1,0 m sendo que os primeiros 0,5 m foram recuperados totalmente enquanto o restante, parcialmente. Obteve-se uma datação de 9.050 +/- 900 A.P. (TL) para uma amostra de areia grossa do canal.



FOTO 6.25. Afloramento resultante das obras de desvio do canal do rio Meia Ponte. Notar os níveis de sedimentação



FOTO 6.27. Foto de detalhe da face de canal ressaltando a estratificação

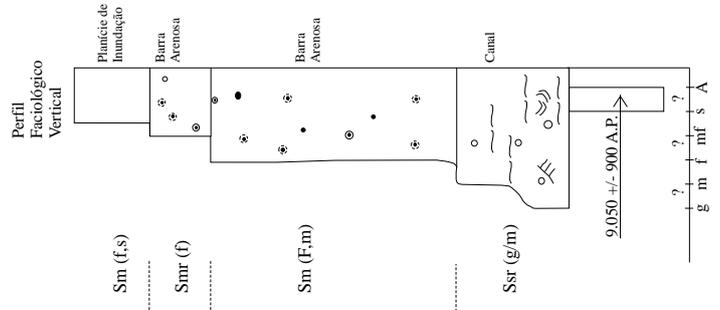


FOTO 6.26. Foto de semi-detallhe evidenciando a disposição das fácies

## F-29

Localização: Fazenda Erci, município de Brazabrantas, margem esquerda do rio Meia Ponte. Coordenadas UTM: 671755E / 8182133N

O conjunto estratigráfico deste perfil revela que a camada representada pela fácies FmO, característica de planície de inundação, está depositada sobre um nível de areia média – Sm (m) - típico de canal, indicando uma ligeira diminuição da energia. A presença de sedimentos siltosos na porção médio-superior da fácies FmO indica aumento da energia, culminando com a deposição da barra arenosa - Sm (F,m) e Ss (m/F). A camada superior refere-se a um depósito tecnógeno, relacionado com aterro da ponte que foi construída neste local (FOTO 6.28).

Neste afloramento também foram coletadas amostras para análise palinológica a datação radiocarbônica. A margem esquerda do rio Meia Ponte nesse local comporta-se como um terraço (T0), a exemplo do F-61, sendo inundado, esporadicamente, em razão do transbordamento do canal a montante.

## F-61

Localização: Ferro Velho do Bidu, margem direita do rio Meia Ponte, área urbana de Goiânia. coordenadas UTM: 686192E / 8158696N

O conjunto sedimentar neste perfil é formado por um pacote arenoso, Sm (F,m), Sm(f), Smt(F) e Smt(f), barra arenosa, com presença de rejeitos tecnógenos nos níveis superiores (FOTO 6.29). Neste local foi realizada uma sondagem com vibrotestemunhador (S-47), a qual evidenciou as mesmas fácies levantadas no afloramento.

Devido à altura da margem do rio esta feição comporta-se como um terraço (TO), conforme já mencionado. O local sofre eventuais inundações em razão do transbordamento das águas do canal de montante.

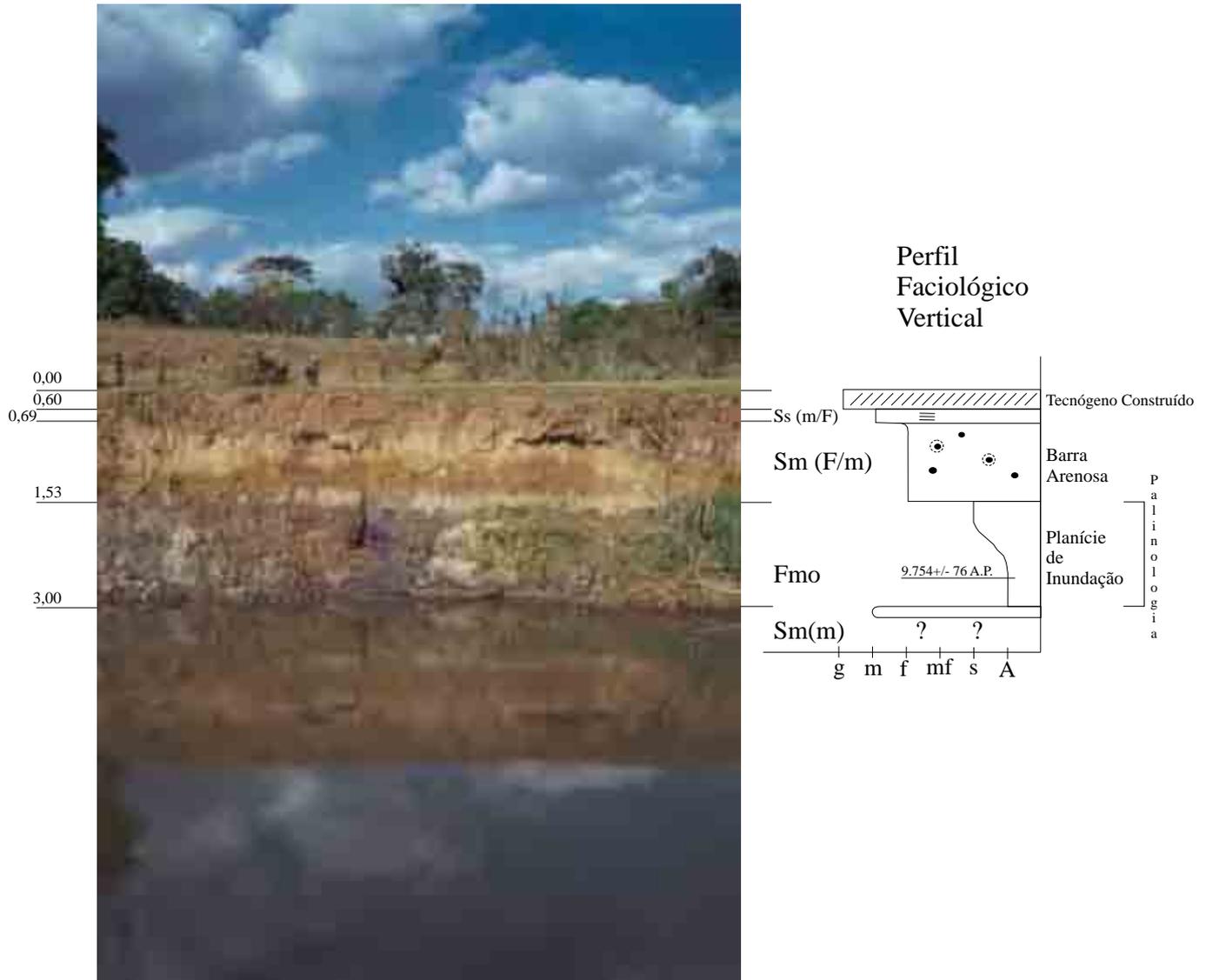


FOTO 6.28 - Terraço T0 - Margem esquerda do rio Meia Ponte. O terraço está em processo de erosão, tendo se acentuado com a construção do dique na margem direita junto à Estação Experimental da EMBRAPA - Município de Goianira

F-61



0,00  
0,35  
0,82  
1,12

3,00

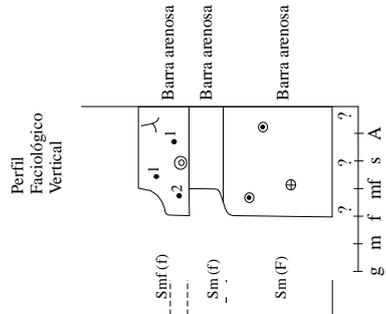


FOTO 6.29 - Pacote arenoso - fácies barra arenosa - ressaltando o processo de pedogenização no topo.

Os depósitos aluviais do rio Meia Ponte apresentam indicações quando totalmete cobertos por depósitos tecnógenos construídos, permitindo uma clara observação da relação homem/meio ambiente na área.

#### 6. 4. 4 – Seções Geológicas

Foram confeccionadas oito seções geológicas (FIGURAS de 6.72 a 6.79), elaboradas a partir da folha topográfica (escala 1:100.000) que se somam àqueles desenhos inseridos nos testemunhos de sondagem, VOLUME 2/ANEXO 6, para melhor visualizar a disposição dos depósitos aluviais.

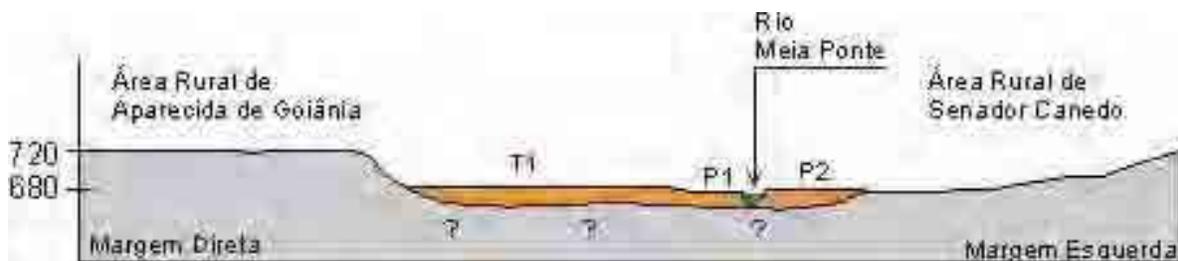


FIGURA 6.72 – Perfil transversal evidenciando a disposição dos depósitos  
Esc. Horizontal: 1:40.000 Esc. Vertical: 1:8.000

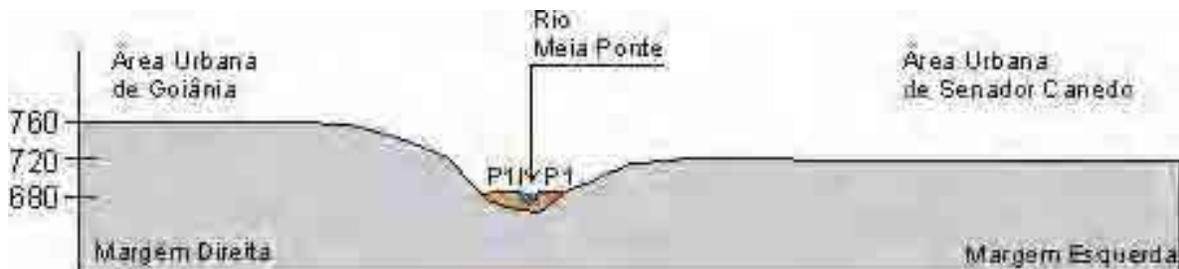


FIGURA 6.73 – Perfil transversal identificando a planície de inundação atual  
Esc. Horizontal: 1:40.000 Esc. Vertical: 1:8.000



FIGURA 6.74 – Perfil transversal identificando a planície de inundação atual e Terraço T1  
Esc. Horizontal: 1:40.000 Esc. Vertical: 1:8.000

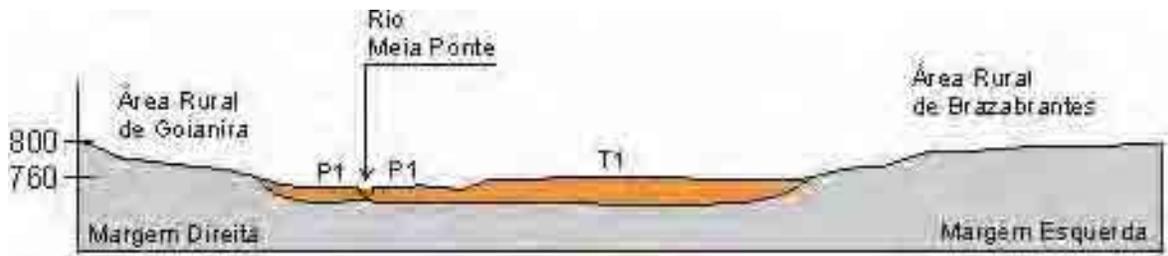


FIGURA 6.75 – Perfil transversal identificando a planície de inundação atual e Terraço T1  
Esc. Horizontal: 1:40.000 Esc. Vertical: 1:8.000

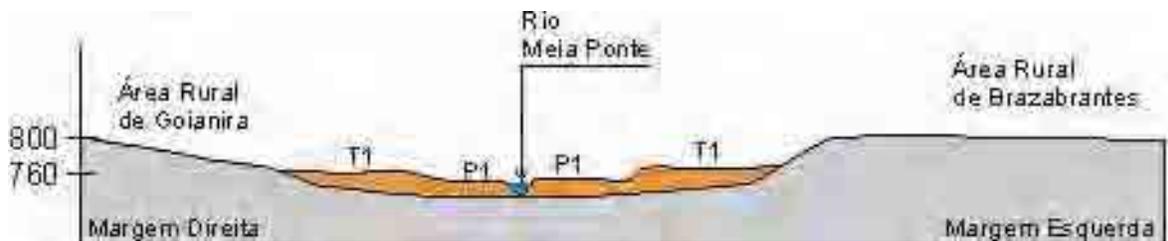


FIGURA 6.76 – Perfil transversal identificando a planície de inundação atual e Terraço T1  
Esc. Horizontal: 1:40.000 Esc. Vertical: 1:8.000

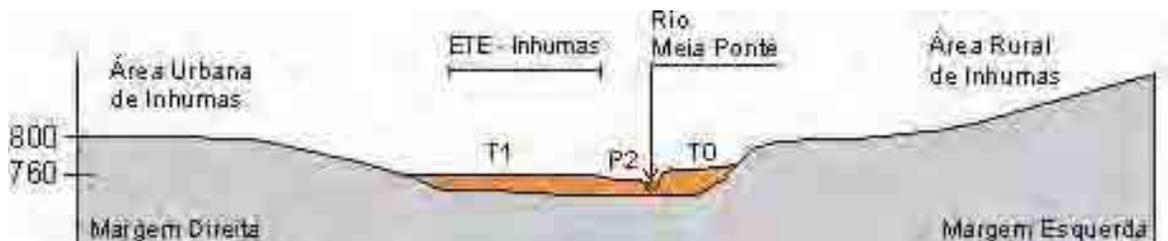


FIGURA 6.77 – Perfil transversal identificando a planície de inundação subatual e Terraços T0 e T1  
Esc. Horizontal: 1:40.000 Esc. Vertical: 1:8.000

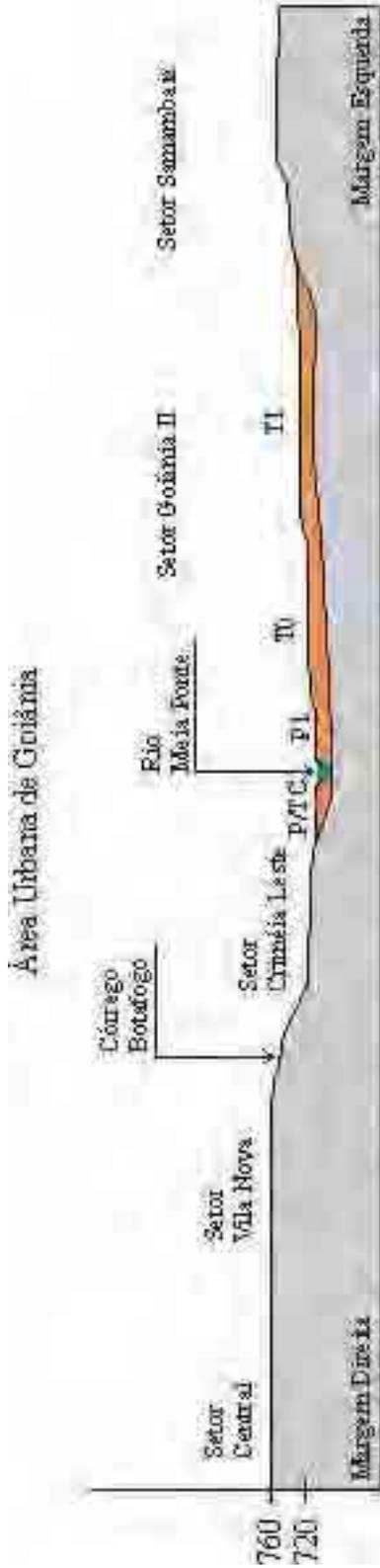


FIGURA- 6.78- Perfil transversal evidenciando a disposição dos depósitos aluviais na área urbana de Goiânia, ressaltando a relação planície de inundação / tecnôgeno construído (P /TC)

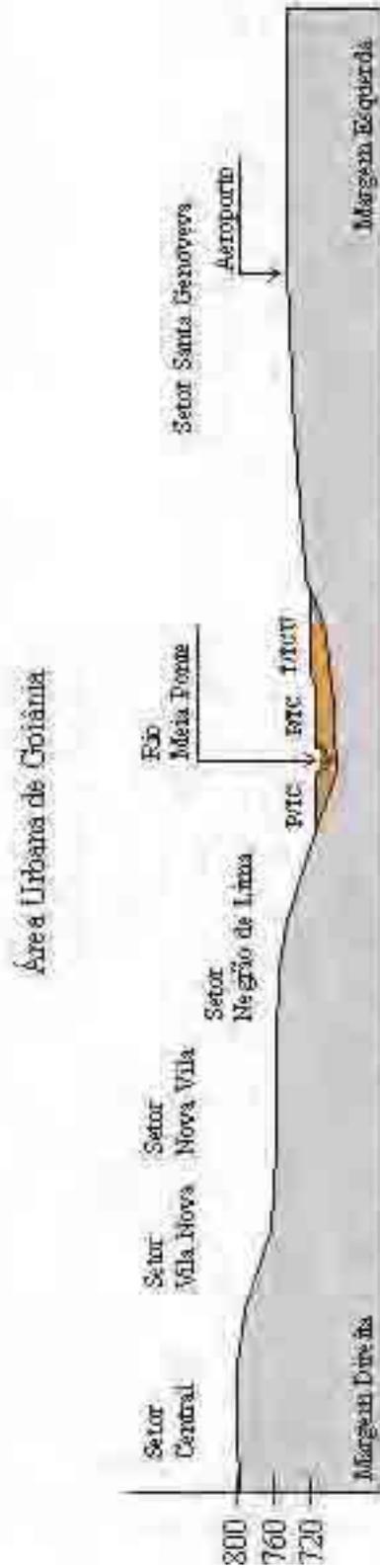


FIGURA 6.79- Perfil transversal evidenciando a disposição dos depósitos aluviais na área urbana de Goiânia, enfatizando a relação planície de inundação / tecnôgeno construído e traço / tecnôgeno construído urbanizado.

Esc. Horizontal: 1:40.000 Esc. Vertical: 1:8.000

Se por um lado a abordagem dada aos depósitos aluviais do alto rio Meia Ponte não esclarece totalmente a origem do conglomerado basal – leque aluvial e/ou barra longitudinal de canal -, por outro lado caracteriza os depósitos fluviais atuais e demonstra a interação entre este ambiente e a ação antrópica, a qual é abordada no Capítulo 7.

#### 6.4.5 Análise Palinológica

O alto rio Meia Ponte se insere em um contexto paleoambiental até então desconhecido. Visando a minimizar essa lacuna, e de acordo com os objetivos propostos, foram realizadas análises palinológicas e datações radiocarbônicas em amostras de diversos afloramentos, sendo que os principais (turfas e argila orgânica) estão apresentados a seguir. Alguns deles o são também em outros capítulos, como por exemplo aquele da turfa do Palmito, que é mencionado no Capítulo 7 (Depósitos Tecnógenos), dada sua importância no contexto da pesquisa.

F-29

Localização: Fazenda Erci, município de Brazabrantas, margem esquerda do rio Meia Ponte. Coordenadas UTM: 671755E / 8182133N

A descrição deste afloramento já foi mencionada na página 188 (FOTO 6.28), sendo aqui mencionada apenas a camada utilizada na análise palinológica, a que se deposita um pacote arenoso – canal - sobreposto ao embasamento. A base da camada de argila orgânica apresenta uma coloração (úmida) predominantemente cinza escuro (7,5 R 4/0), textura argilosa/argila orgânica, com ótima plasticidade e coesão, aspecto maciço e algumas lentes/lâminas de coloração amarelo avermelhado (5 YR 6/6), conseqüência da migração do nível C e da oxidação. No segmento médio-superior do nível, a coloração (úmida) varia entre cinza (7,5 R 7/0) e cinza claro (2,5 Y 7/0), textura argilo siltosa, sendo que a presença do silte diminui a plasticidade e a coesão do material. Presença de lâminas onduladas e lente de textura siltosa a areia muito fina, algumas de coloração amarelo avermelhado (5 YR 6/6).

Foram coletadas amostras para análise palinológica nas profundidades de 1,85, 2,25, 2,45, 2,55, 2,65, e 2,95m. Para datação radiocarbônica (9.754 +/- 76 A. P.) e espectometria de raio-X a 2,7m.

#### S0 - Turfa de Campinas

Localização: turfeira na rua Rio Verde, quadra 1, lote 1, Vila Bajá, área urbana de Goiânia.  
Coordenadas UTM: 682575E / 8156941N.

Lente de turfa de aproximadamente 3,0m de espessura. As amostras para análise palinológica foram obtidas entre 0,8-1,0m, 1,5-1,6m, 2,0-2,1m, 2,5-2,6m e 3,0-3,1m, sendo que a amostra obtida entre 0-0,8m foi descartada. Para datações radiocarbônicas, foram enviadas amostras coletadas entre 0,8-1,0m (17.848 +/- 284 anos B.P.), 1,5-1,6m (36.462 +/- 552 anos B.P.), 2,0-2,1m (41.839 +/- 1.077 anos B.P.) e 2,5-2,6m (43.052 +/- 1.313 anos B.P.). A seção colunar (FIGURA 6.80) sintetiza os procedimentos adotados na coleta das amostras.

O local desta turfa vem sendo objeto de aterros realizados tanto pela população quanto pela prefeitura. Na região, costuma-se retirar “terra preta” para utilização com fertilizantes em viveiros e hortas. Estes fatores, assim como o fogo, estão destruindo o depósito.

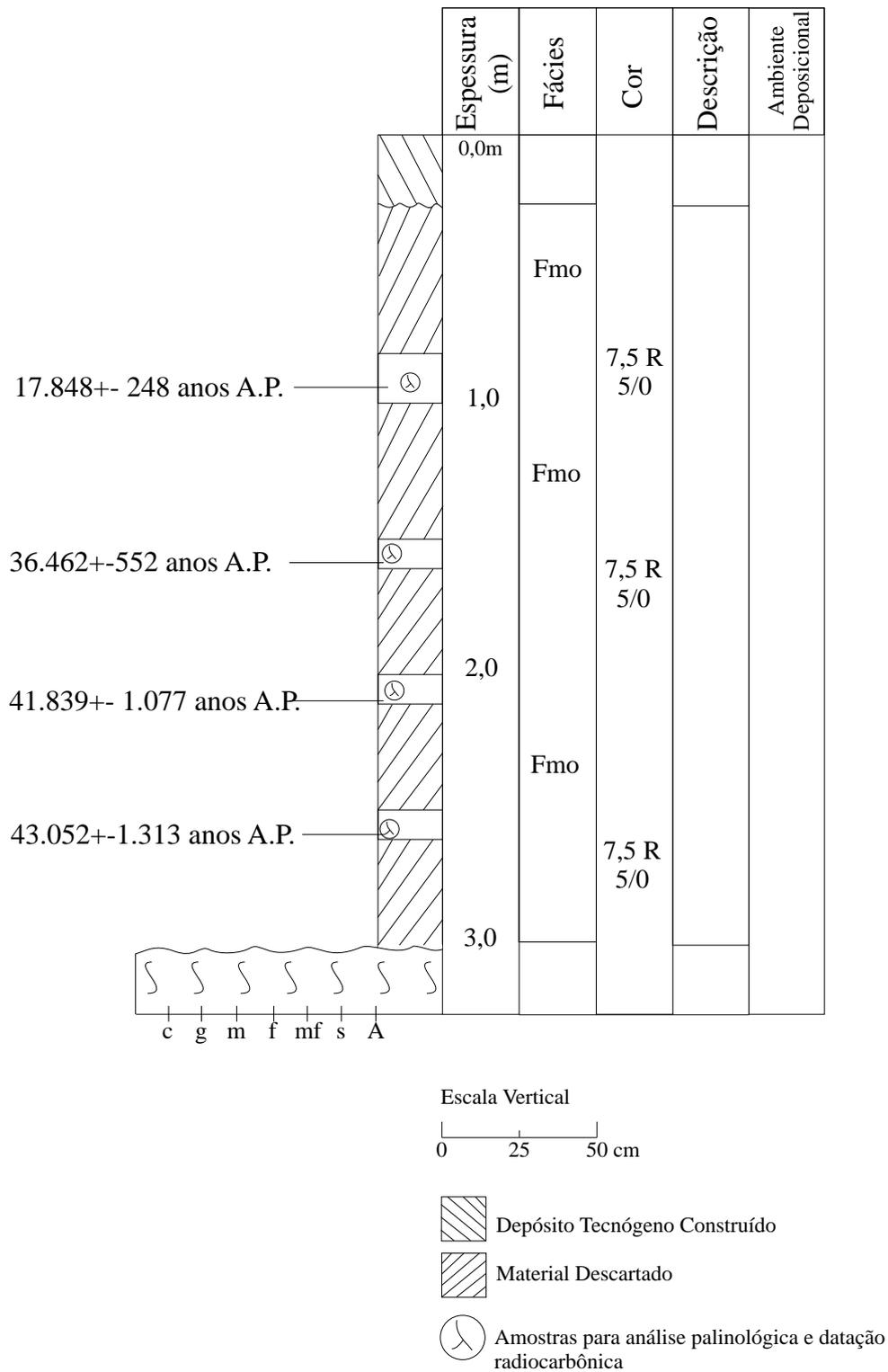


FIGURA 6.80 - S 0 - Seção Colunar. Nível de turfa com indicação dos pontos de coleta de amostras para análise palinológica e datações radiocarbônicas

#### F 40 - Turfa de Inhumas

Localização: margem direita do córrego Pé-de-pato, área urbana de Inhumas. Coordenadas UTM: 661849E / 8189633N.

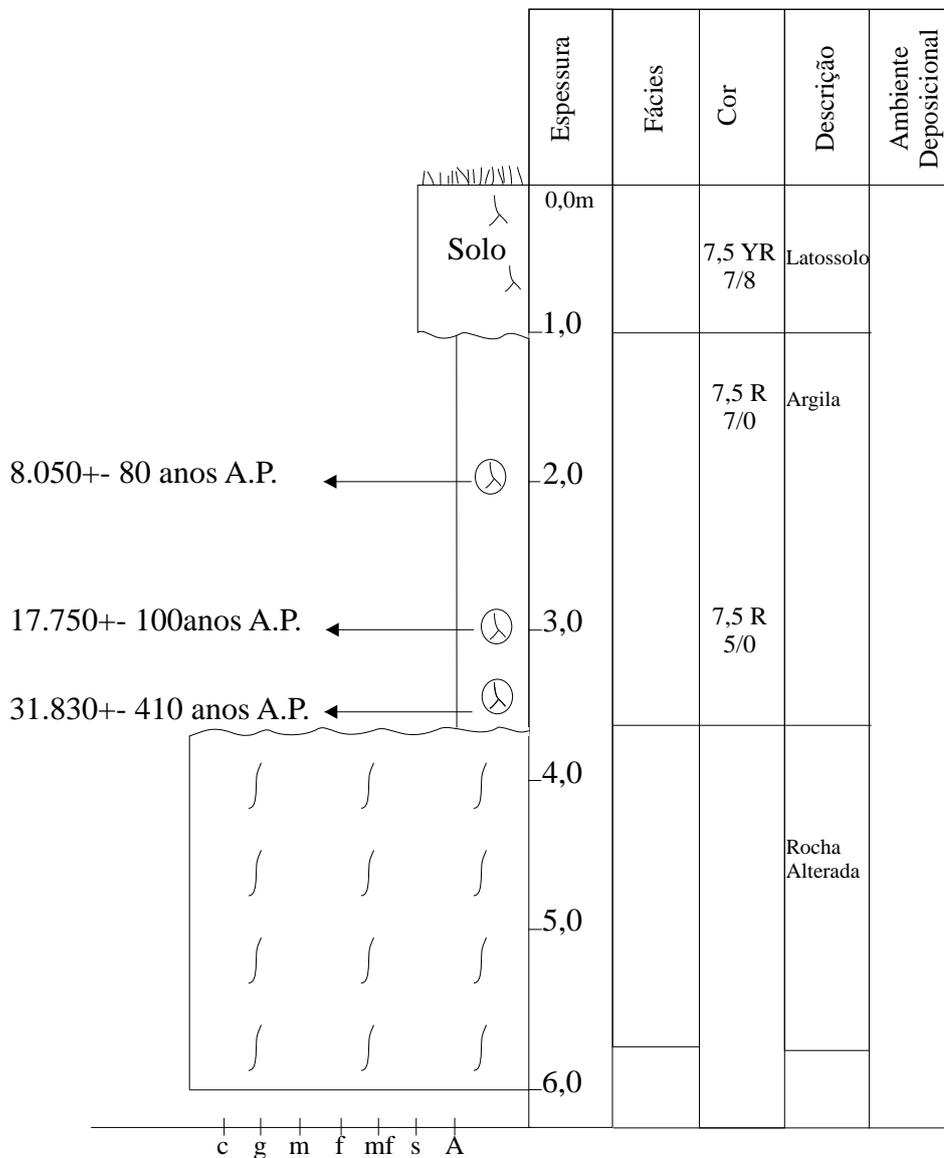
Lente de turfa de coloração cinza (7,5 R 5/0, 7,5 R 6/0 e 7,5 R 5/0), apresentando esporádicas lentes e lâminas de textura areia muito fina, presença de raízes, depositada sobre a rocha alterada e sobreposta por um latossolo vermelho. As amostras para análises palinológicas foram coletadas a cada 0,1m e para datações radiocarbônicas, nas profundidades de 2,0m (8.050 +/- 80 anos B.P.), 3,0m (17.750 +/- 100 anos B.P.) e 3,6m (31.830 +/- 410 anos B.P.). A altura aproximada do perfil é de 6m, ocorrendo grande quantidade de lixo orgânico e inorgânico nas suas proximidades.(FOTOS 6.30 e 6.31; FIGURA 6.81)

#### S 53 - Turfa do Palmito

Localização: margem direita do córrego Palmito, área urbana de Goiânia. Coordenadas UTM: 690337E / 8157227N

Lente de turfa de coloração predominantemente cinza muito escuro (2,5 Y 3/0), com milimétricas lâminas e lentes de textura silto-argilosa e areia muito fina, coloração cinza (7,5 R 7/0). Verifica-se a presença de raízes, sedimentos das camadas superiores e rejeitos tecnogênicos como vidro, plástico e papel sobre a face exposta, a qual deposita-se sobre a rocha do embasamento alterada. Sobre esta lente de turfa, ocorre uma lente siltosa de coloração variegada entre cinza claro (7,5 R 8/0 e 2,5 Y 7/0) e cinza rosado (7,5 YR 6/2) e um depósito tecnógeno construído (bota-fora de rejeitos de construção civil e lixo urbano).

As amostras para análise palinológica foram coletadas a cada 0,2m, sendo que aquela do intervalo 0-0,2m foi descartada em razão da possível contaminação com a camada superior. A amostra para datação radiocarbônica foi obtida a 1,0m de profundidade, considerando a espessura da lente ou 2,6m na espessura total do perfil, indicando uma idade de 34.279 +/- 484 anos B.P. (FOTO 6.32)



Escala Vertical  
 0 0,5 10 m

⊗ Coleta de amostras para Palinologia a cada 0,10 m e para datações radiocarbônicas nas profundidades indicadas

FIGURA 6.81 - F 40 -Seção Colunar. Níveis de turfa com indicação dos pontos de coleta de amostras para análise palinológica e datações radiocarbônicas

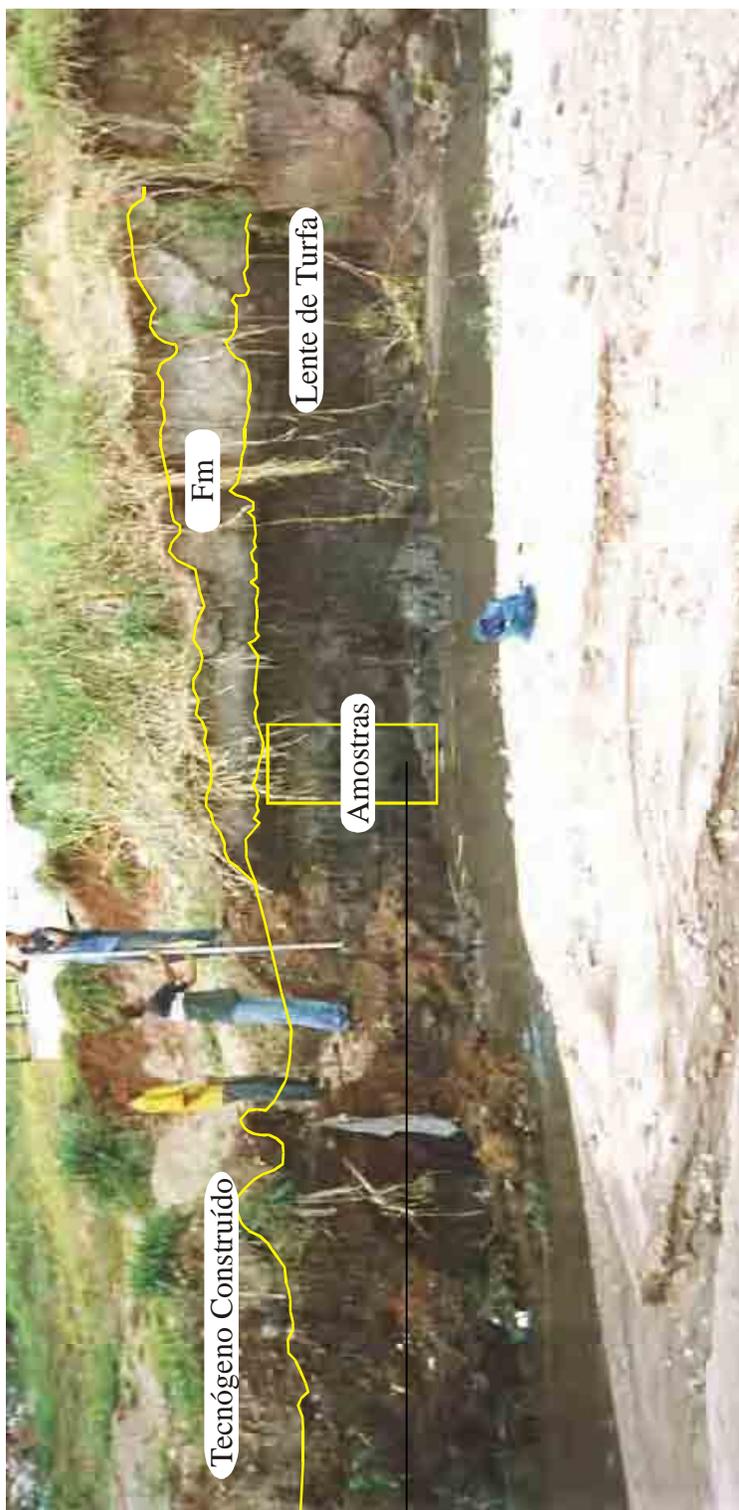
F-40 (Turfa de Inhumas)



FOTO 6. 30– F-40. Vista parcial da lente de turfa



FOTO 6.31 – F-40. Detalhe do ponto mais espesso do nível de turfa



34.279 +/-  
484 A. P.

FOTO 6.32. S 53 (Turfa do Palmito). Foto indicando o local da amostragem. Notar o processo de erosão da margem direita e o pacote de tecnógeno construído

## F 42 – Sedimentos orgânicos do Anicuns

Localização: trincheira aberta para colocação da tubulação subterrânea na planície de inundação atual do córrego Anicuns, área urbana de Goiânia. Coordenadas UTM: 684785E / 8158983N.

O conjunto estratigráfico revela três níveis de sedimentação. Sobre o embasamento deposita-se um nível de areia grossa a fina, constituindo-se de camadas/lâminas de coloração e textura variáveis. Na base, predomina areia grossa contendo grânulos próximo ao contato com o substrato passando a uma superposição de lâminas de areia média, coloração variegada entre vermelho amarelado (5YR 5/6), cinza (5Y 6/1, 7,5 R 7/0), marrom víf (7,5 Y/R 5/8) e areia fina, de coloração predominantemente cinza (5 Y 6/1, 7,5 R7/0), rica em matéria orgânica. Estas lâminas são predominantemente onduladas, contínuas e descontínuas, com estratificação cruzada acanalada e cruzada planar.

Sobre a camada acima mencionada ocorre um nível silto-argilosa formado por lâminas irregulares finamente laminadas, predominantemente onduladas e descontínuas, subordinadamente lenticulares, coloração variegada entre cinza escuro (2,5 Y 4/0 e 7,5 R 4/0), cinza (2,5 Y 6/0), rica em matéria orgânica. Sobreposto, verifica-se um nível formado por sedimentos silto-argiloso de coloração (úmida) variegada entre marrom avermelhado (5 YR 4/3), vermelho amarelado (5 YR 5/6) e marrom avermelhado claro (5 YR 6/3), aspecto predominantemente maciço na base e finamente laminado na porção superior, onde existem fragmentos de plástico, vidro e metal. Pelas características, refere-se a um depósito tecnógeno induzido. De 0,0 a 0,5m de profundidade ocorre um depósito tecnógeno construído, correspondendo aos sedimentos retirados da escavação da trincheira.

O contexto estratigráfico revela um ambiente em que a energia do sistema foi diminuindo progressivamente (canal/planície de inundação ou abandono de canal). A coleta de sedimentos orgânicos para análise palinológica foi realizada a cada 0,2m na fração silto-argilosa orgânica – FsO – com espessura média de 0,8m (FOTO 6.33). A amostra coletada para datação radiocarbônica foi obtida na base do nível amostrado para palinologia, tendo fornecido uma idade de 12.450 +/- 1.921 anos A.P.

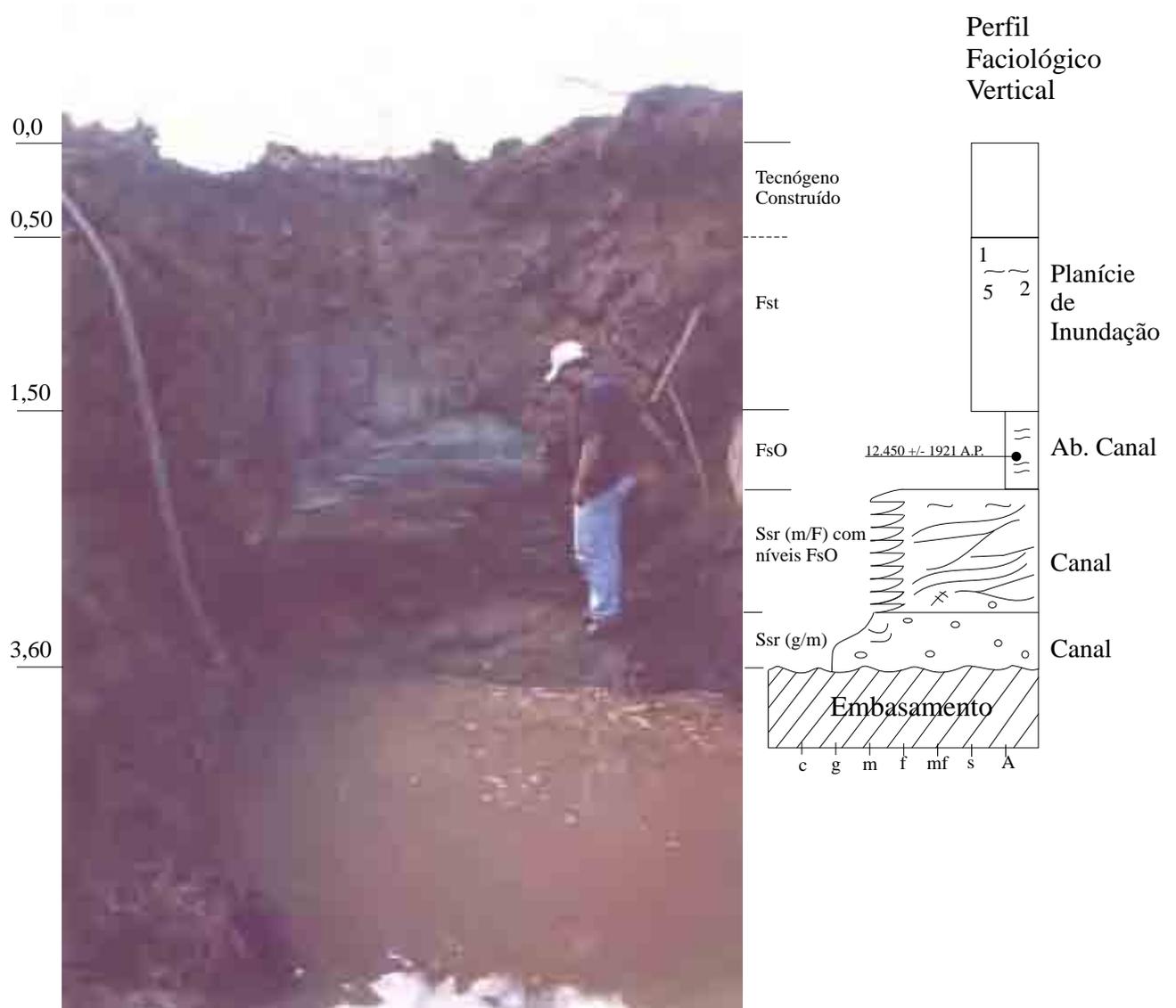
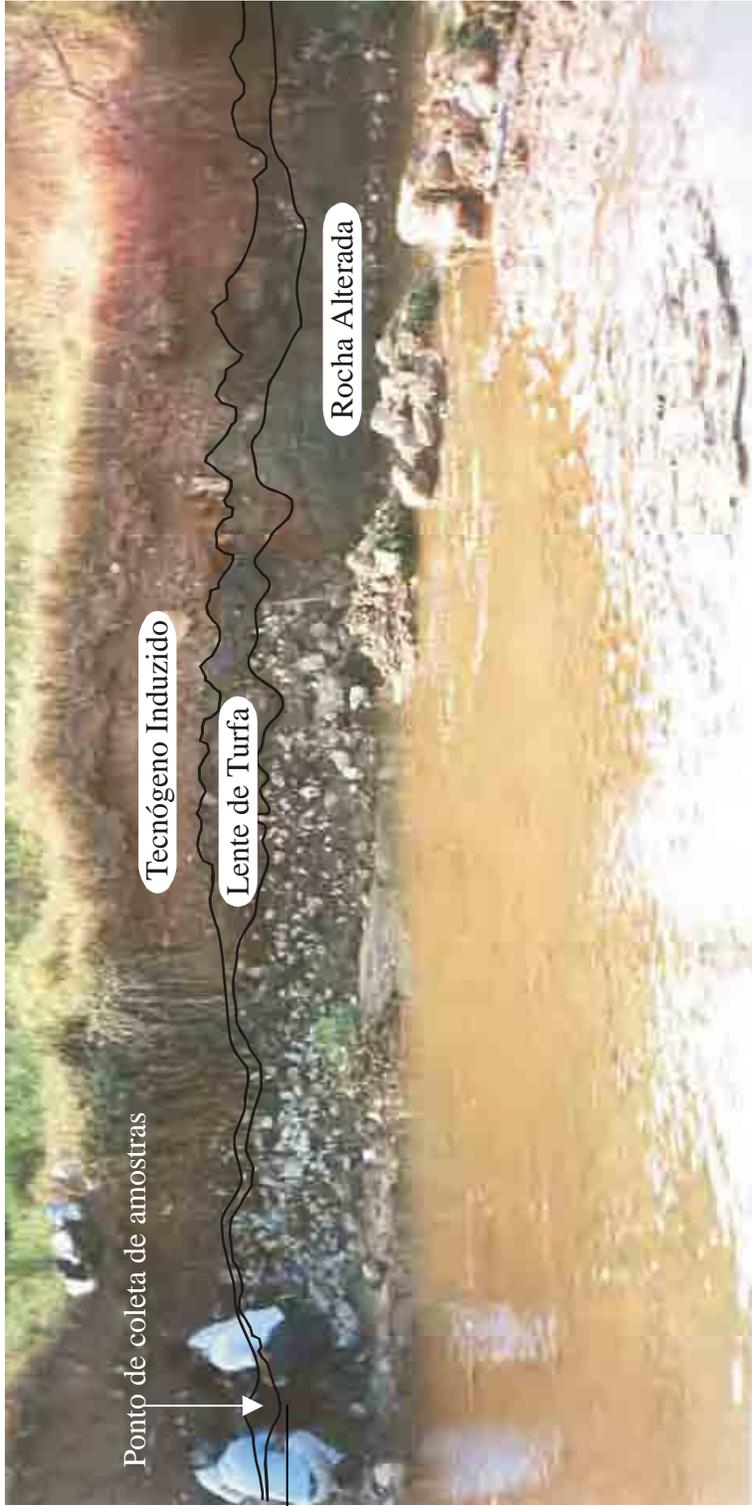


FOTO 6.33. F 42. Pacote evidenciando as fácies de canal, abandono de canal e planície de inundação, ressaltando o nível da coleta de amostras para análise palinológica e datação radiocarbônica

#### F- 64 - Turfa do Água Branca

Localização: Margem esquerda do córrego Água Branca, área urbana de Goiânia, margem direita do rio Meia Ponte. Coordenadas UTM: 691471E / 8155578N.

Às margens do córrego Água Branca observam-se lentes de turfas descontínuas de espessura e comprimento variável, evidenciadas a partir das erosões que ocorrem na área principalmente nos últimos 10 anos. A lente amostrada possui uma espessura máxima de 0,25m e comprimento de 1,0m, coloração (úmida) entre cinza (7,5 R 5/0) e cinza escuro (7,5 R 4/0), ótima plasticidade e coesão, depositada sobre a micaxisto. Sobre estas lente de turfa ocorre um depósito tecnógeno induzido, formado por uma seqüência arenosa com estratificação plano paralela, cuja textura varia de areia fina a muito grossa, com presença de grânulos e seixos em todos os níveis, esporadicamente blocos e matacões, coloração variegada entre marrom forte (7,5 YR 5/8 e 7,5 YR 5/6), marrom claro (7,5 YR 6/4) e marrom amarelado claro (10 YR 6/4) Os sedimentos deste depósito (arenosos e ruditos) originaram-se da erosão a montante, evidenciado pelo baixo arredondamento e esfericidade principalmente da fração arenosa. Verifica-se a presença de plástico, madeira e pedaços de metal principalmente no segmento médio-superior da camada considerada como tecnógena. Foram coletadas amostras de turfa para análise palinológica a cada 0,1m. Para datação radiocarbônica obteve-se apenas uma amostra, na base da lente, cuja data é de 37.431 +/- 691 A. P. (FOTO 6.34).



37.431 +/-  
691 A.P.

FOTO 6.34. F 64 (Turfa do Água Branca). Detalhe da lente de turfa, indicando o ponto de coleta de amostras para análise palinológica e datação radiocarbônica. Notar o pacote de depósito tecnógeno induzido.

## F – 25

Localização : margem direita do rio Meia Ponte, fazenda Marlon, município de Goianira.  
Coordenadas UTM: 670675E / 8183388N.

Neste afloramento, observa-se um espesso pacote argiloso, Fmo, sobreposto a um fino pacote arenoso, St (f/s), que depositou-se sobre o conglomerado petromítico. A partir de dois metros de profundidade, a amostragem foi realizada com amostrador manual. O F-24 encontra-se em uma curva de meandro do rio, onde o processo de erosão em breve deverá realizar um “*neck-cut-of*”, cuja distância entre as margens do rio, medida em 2001, é de 12,80m. A dinâmica fluvial nesta área começa a ser monitorada (RUBIN 2002). Esta área foi objeto de retirada intensa de argila para abastecer as olarias localizadas nos municípios de Brazabrantes, Goianira e Inhumas.

As amostras para análise palinológica foram obtidas a 0,10m, 0,80m, 1,35m e 1,90m, enquanto para datação radiobônica a 2,2m (4.661 +/- 146 A. P.) (FIGURA 6.82).

## F – 19

Localização: margem esquerda do rio Meia Ponte, fundos da Escola de Agronomia da UFG, em frente ao Setor Balneário (margem direita). Coordenadas UTM: 681891E / 8163640N

Este afloramento representa uma planície de inundação (Fmo) sobreposta por um depósito arenoso de canal/barra arenosa, Smr (F/f). A coleta de amostras para análise palinológica foi realizada a 0,8m, 1,2m, 1,5m e 1,8m (FIGURA 6.83).

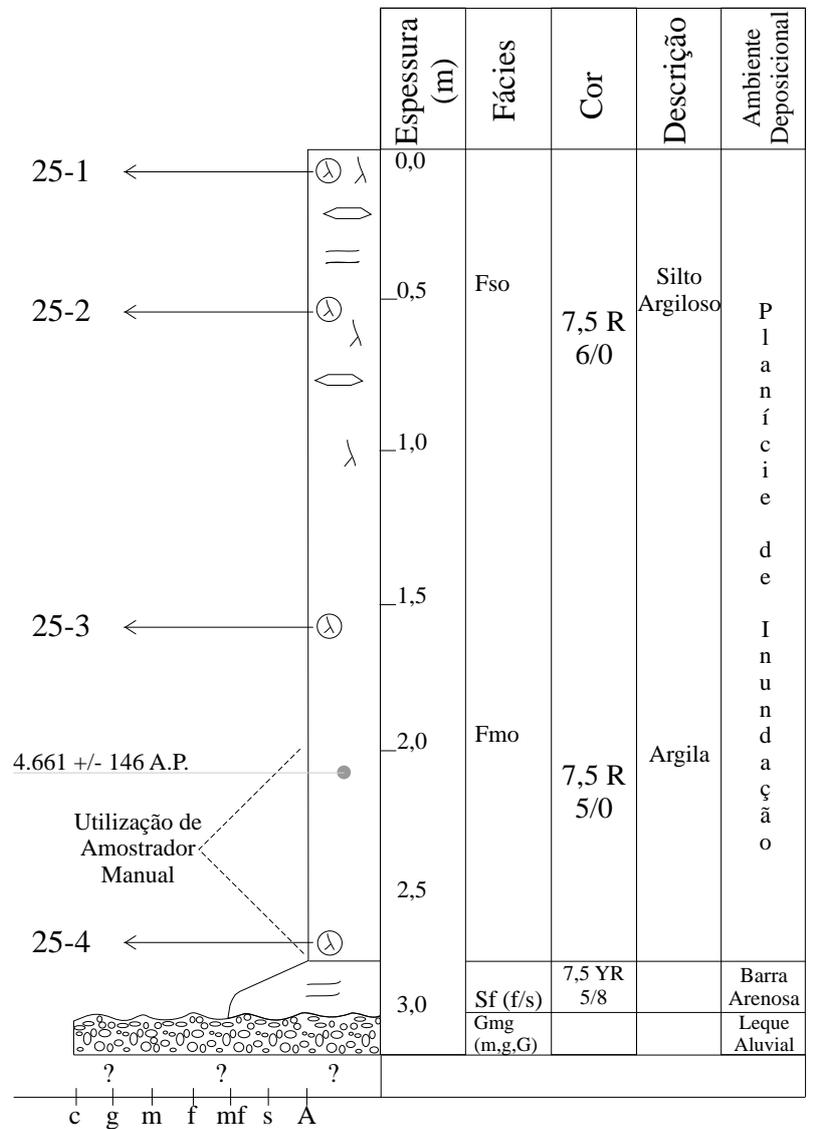


FIGURA 6.82 - F 25 - Seção Colunar. Pacote com as diferentes fácies que compõem o afloramento, indicando pontos de coleta de amostras para análise palinológica e datação radio-carbônica

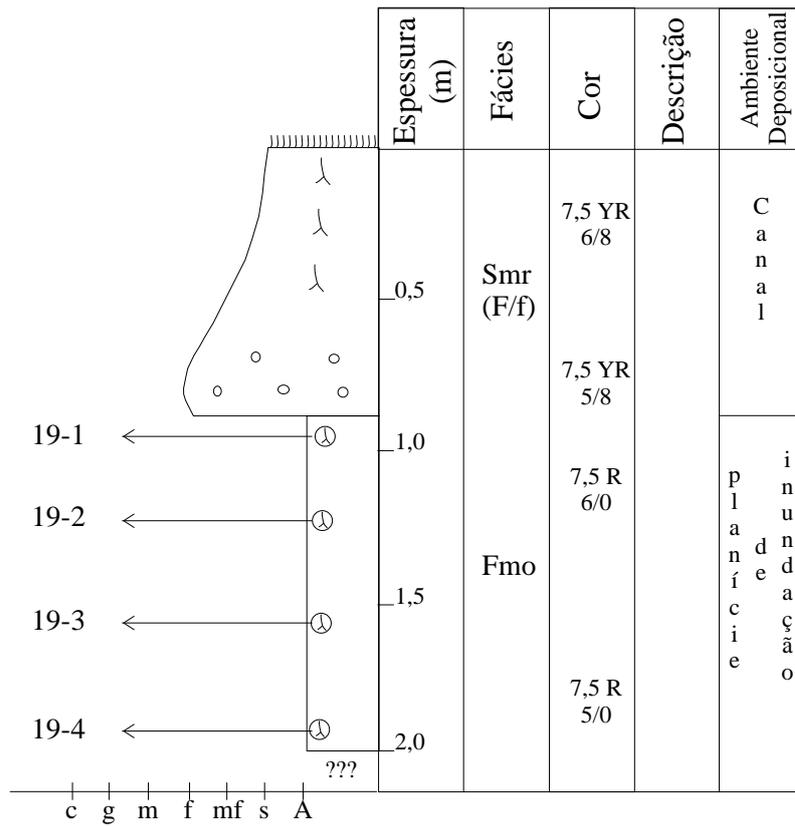


FIGURA 6.83 - F 19 - Seção Colunar. Detalhe das fácies e pontos de coleta de amostras para análise palinológica

Os sedimentos analisados estão incluídos em um intervalo de tempo cujas datas mais antigas atingem 43.000 anos AP (antes do presente). De modo geral, a maior parte dos pontos analisados apresentam pólen em bom estado de preservação, permitindo análises estatísticas. As localidades cujos sedimentos não continham pólen foram analisadas em função da variação no conteúdo de partículas de carvão e os níveis que não continham quantidade suficiente de pólen foram analisados em relação à seqüência em que se encontravam.

Dos pontos analisados o F-40, que corresponde a uma turfa situada na margem direita do Rio Meia Ponte, área urbana da cidade de Inhumas/GO, constitui a melhor seqüência com relação ao conteúdo e preservação dos palinomorfos. O testemunho obtido com 2,40m de extensão, amostrado a intervalos de 0,20 m e cujo topo está posicionado a 1,10m da superfície, evidencia mudanças importantes na composição e distribuição da vegetação do entorno a partir de 31.830 +/- 410 A.P. que podem ser visualizadas nos diagramas de porcentagem dos elementos botânicos, de porcentagem da somatória dos elementos por hábito/ambiente e de concentração (FIGURAS 6.84 a 6.87/ ANEXO 6.53 a 6.58).

Um dos aspectos marcantes desta seqüência é a diferença na velocidade de deposição no intervalo entre 31.800 anos AP e 17.800 anos AP, com uma taxa de sedimentação em torno de 0,10m a cada 2800 anos e a seqüência superior entre 17.800 anos A.P. e cerca de 8.000 anos A.P., com uma taxa de sedimentação da ordem de 0,10 m a cada 970 anos.

Outro aspecto importante, evidenciado no diagrama de porcentagem para determinação das ecozonas (FIGURA 6.87/ ANEXO 6.58) é a existência de dois conjuntos distintos de vegetação. O conjunto inferior no intervalo entre 31.800 anos A.P. e cerca de 15.000 anos A.P. (idade interpolada) e outro conjunto na parte superior da seqüência entre cerca de 11.000 anos A.P. (idade interpolada) e o presente.

A fase inicial de formação da turfa é marcada por altas porcentagens de Gramineae, além de elementos palustres e herbáceos. Esta fase inferior da seqüência no intervalo entre 31.000 anos A.P. e 17.800 anos A.P., apresenta altas concentrações e predomínio de elementos herbáceos como Gramineae, Compositae e Malvaceae e o registro de elementos

arbóreos de mata e de cerrado com valores expressivos de *Andira*, Annonaceae e Melastomataceae.

Os dados apontam para uma fase inicial onde condições de maior umidade propiciaram a acumulação de matéria orgânica favorecendo a formação de uma área pantanosa com uma vegetação palustre, uma mata no entorno e vegetação regional de cerrado. Esta seqüência registra também a presença de *Mauritia*.

Em cerca de 23.400 anos A.P. (idade interpolada) um aumento na concentração de elementos arbóreos como *Curatella*, outras árvores do cerrado e de *Mauritia* indicam oscilações nas condições sugerindo aumento de umidade. A partir desta data os registros dos elementos botânicos apresentam variações com queda acentuada nos valores de concentração dos elementos arbóreos tanto de mata como de cerrado, nos elementos palustres e herbáceos, em cerca de 14.800 anos A.P. (idade interpolada), que marca também a fase final de um conjunto característico da vegetação. A ausência de *Mauritia* a partir desta data e a queda acentuada nos valores de concentração sugerem mudanças nas condições com queda acentuada na umidade e na temperatura.

O aumento na proporção dos elementos arbóreos em relação à porcentagem de Gramineae e o registro de altos valores de concentração de elementos arbóreos como *Hedyosmum*, *Ilex*, *Symplocus* e *Myrsine*, além de altos valores de elementos herbáceos como Caryophyllaceae, Malvaceae, *Cuphea*, Ericaceae e *Borreria* ocorre em torno de 11.000 anos A.P. (idade interpolada).

Estes dados apontam para o retorno das condições de umidade porém ainda com temperaturas mais baixas que as atuais, uma vez que essa fase registra a presença de elementos comuns nos diagramas polínicos em fases frias como Ericaceae, *Ilex*, *Hedyosmum* e *Myrsine*, além da ausência de *Mauritia*.

A seqüência superior a partir de 8.000 anos A.P. em direção ao presente é marcada por queda nos valores de concentração tanto de elementos arbóreos como herbáceos e aumento acentuado de Palmae sugerindo oscilações na umidade para valores inferiores, porém com aumento de temperatura o que é sugerido também pelo retorno de *Mauritia*.

A análise da seqüência do F-40 indica correlações com outras áreas de cerrados posicionadas em latitudes semelhantes, em torno de 17° S. Estudos palinológicos realizados em uma vereda na região de Cromínia, (FERRAZ-VICENTINI 1993; FERRAZ-

VICENTINI & SALGADO-LABOURIAU 1996) apresentam uma seqüência iniciada em cerca de 32.000 anos A.P. com registro de uma vereda em condições climáticas semelhantes às atuais.

Oscilações na umidade e queda acentuada na temperatura indicada pela diminuição na concentração de pólen e a ausência do registro de *Mauritia* a partir de cerca de 18.500 anos A.P. sugerem uma fase fria e seca relacionada ao Último Máximo Glacial. O aumento gradativo da umidade e da temperatura ocorre a partir de 10.500 anos AP, com condições semelhantes as atuais em ca. 6.700 anos A.P.

A outra amostrada que corresponde a uma turfa, é representada pelo ponto S-0, posicionado na área urbana de Goiânia, cuja seqüência superior foi alterada por queimadas e ação antrópica. O sedimento coletado com trado manual em uma seqüência com 2,10 m de espessura cujo topo está posicionado a 1,0 m de profundidade, foi amostrado a intervalos de 0,50 m resultando em 5 níveis, os quatro superiores com datações por Carbono 14.

A seqüência analisada compreende um período inserido no Pleniglacial Médio e Superior até o início do Último Máximo Glacial (VAN DER HAMMEN 1991). As datas indicadas nos diagramas de porcentagem dos elementos botânicos, de porcentagem da soma dos elementos por hábito/ambiente, de concentração de palinomorfos e de partículas de carvão (FIGURAS 6.88 a 6.91/ANEXOS 6.59 a 6.62) evidenciam também que a deposição do sedimento não ocorreu com taxa constante.

O nível inferior anterior a 43.000 anos A.P., que marca o início da formação da turfa registra predomínio de Gramineae e Cyperaceae compreendendo cerca de 70% dos palinomorfos, seguidos de elementos arbóreos. As altas porcentagens de Gramineae que podem ser representadas por tipos aquáticos, e os valores expressivos de concentração de Cyperaceae indicam condições de umidade em temperaturas amenas uma vez que o nível registra a presença de *Mauritia*.

O nível seguinte, datado em cerca de 43.000 anos A.P., mostra expansão de todos os elementos com presença marcante de árvores do cerrado e árvores da mata, além de elementos herbáceos e a presença de *Mauritia* nos maiores valores de concentração deste elemento ao longo da curva. Os dados apontam para um aumento generalizado na concentração de todos os elementos conduzindo a uma situação de alta diversidade na

vegetação, provavelmente devido a um aumento na umidade, porém ainda com temperaturas amenas evidenciadas pela presença marcante de *Mauritia*.

O nível seguinte, posicionado em cerca de 41.000 A.P., é marcado pela retração dos elementos arbóreos, tanto de mata quanto de cerrado, com expansão dos elementos herbáceos como *Borreria*, Caryophyllaceae e Polygalaceae, e ausência de *Mauritia*, além dos maiores valores de concentração de partículas de carvão sugerindo oscilações nas condições com quedas na temperatura e umidade.

A fase seguinte representada pelo nível datado em cerca de 36.000 anos A.P., é marcada por novas variações nas taxas de concentração com expansão de elementos herbáceos como Gramineae, Compositae e Polygalaceae, o registro máximo de elementos arbóreos de mata como *Ilex* e de cerrado como *Styrax*. O registro de Palmae e, principalmente de *Mauritia*, indicam nova oscilação na umidade e temperatura com tendência a aumento em ambos os parâmetros porém em valores possivelmente inferiores aos registrados em 43.000 anos A.P., quando as concentrações dos elementos arbóreos eram maiores e de herbáceos, menores. Entretanto pode-se sugerir para essa fase condições de umidade que favoreceriam, com relação à fase anterior, a expansão de praticamente todos os elementos conduzindo a uma maior biodiversidade.

O nível superior da seqüência amostrada, datado em 17.800 anos A.P. é marcado pela retração acentuada dos elementos arbóreos, ausência de *Mauritia* e expansão de elementos herbáceos e de Cyperaceae e de Polygonum, além dos menores valores de concentração de partículas de carvão. Os dados sugerem uma retração na vegetação arbórea do entorno da área de deposição do pântano, com o predomínio de uma vegetação aberta regionalmente. O aumento de Cyperaceae e Polygonum pode ser entendido como uma concentração local destes elementos junto ao pântano onde a umidade é preservada, uma vez que, regionalmente, a queda na umidade teria favorecido a retração da vegetação arbórea, a expansão da vegetação herbácea e a exclusão de *Mauritia* indicando também queda na temperatura.

Além das seqüências de turfas desenvolvidas em córregos afluentes do Rio Meia Ponte, foram cadastrados na em diversos pontos da área de sedimentação do rio algumas localidades com depósitos de pequenas lentes ricas em matéria orgânica intercaladas nas seqüências deposicionais. As lentes foram amostradas em níveis definidos de acordo com

sua espessura e extensão lateral, com amostragem na porção basal, intermediária e superior. Embora todas apresentassem concentração de matéria orgânica, o registro de palinomorfos não foi constatado em todos os pontos analisados.

O ponto F-29 corresponde a uma pequena lente sem grande extensão lateral com 1,1m de espessura intercalada em um terraço fluvial da margem esquerda do Rio Meia Ponte, próximo ao Município de Brasabrantas. A datação obtida para a profundidade de 2,70 m da seqüência com sedimentos orgânicos é de 9.754+/-76 AP.

Nesta lente foram analisados 6 níveis posicionados a 1,85m, 2,25m, 2,45m, 2,55m, 2,65m e 2,95m de profundidade. Embora não ocorra discordância na deposição do sedimento rico em matéria orgânica, o nível intermediário posicionado em 2,55m não apresentou pólen suficiente para análise estatística, embora os dados tenham sido incluídos nos diagramas.

Este dado que provoca uma distorção nos diagramas de porcentagem é esclarecido no diagrama de concentração que evidencia a quase total ausência de grãos nesse nível. Uma vez que o sedimento não apresenta evidências de oxidação, a destruição dos palinomorfos pode ser compreendida pela ação de queimadas que são comuns em áreas de cerrados durante o Holoceno (FERRAZ-VICENTINI 1993; 1999; BARBERI 2001; SALGADO LABOURIAU *et al.* 1998).

Os diagramas de porcentagem, de concentração e da somatória dos elementos por hábito/ambiente (FIGURAS 6.92 a 6.94/ANEXOS 6.63 a 6.66) indicam para este ponto que, no período anterior a 9.700 anos A.P., a partir do início de formação da lente, a vegetação local era representada predominantemente por elementos característicos de cerrados com predomínio dos herbáceos como *Acalypha*, *Cuphea*, *Gomphrena*, Gramineae, Compositae e, em menor concentração, elementos arbóreos como Melastomataceae, Myrtaceae e Palmae. Elementos palustres como Cyperaceae em altas concentrações e a presença de algas sugerem a existência de uma área pantanosa com uma pequena vegetação arbórea no entorno e o predomínio de cerrado aberto regionalmente.

Este conjunto formado em uma fase anterior a 9.700 anos A.P., apresenta uma tendência de declínio de todos os elementos, indicando uma retração da vegetação provavelmente devido a queda nas condições de umidade, favorecendo a ocorrência de

queimadas em uma fase mais recente que 9.700 anos A.P onde se posiciona o nível com baixo registro de palinomorfos.

A partir desse nível em direção a períodos mais recentes observam-se variações nas concentrações de elementos arbóreos e herbáceos dos cerrados e a presença marcante de *Mauritia*, até então ausente no perfil, além do aumento acentuado de fungos, sugerindo variações na umidade e tendência de aumento na temperatura, o que é registrado também para as áreas nucleares de cerrados (BARBERI 2001).

O nível superior da lente registra porcentagens menores que nos níveis anteriores de todos os elementos, com queda acentuada nos valores de concentração dos elementos palustres, sugerindo oscilações na umidade para valores mais baixos, resultando provavelmente na fase final de acumulação da lente com matéria orgânica.

O ponto S-6 corresponde a uma pequena lente também sem expressão lateral amostrada na base e no topo nas profundidades de 1,50m e 1,75m da superfície, evidenciando variações na proporção dos elementos identificados de um nível em relação ao outro, porém sem possibilidade de caracterização do período pela ausência de datação por Carbono 14.

Neste contexto é possível verificar para esta localidade a presença nos diagramas (FIGURAS 6.95a e 6.95b/ANEXOS 6.67 e 6.68) dos elementos que normalmente estão presentes em diagramas polínicos de áreas dos cerrados durante o Holoceno. Os dois níveis analisados registram a presença de elementos arbóreos dos cerrados como *Andira*, *Antonia ovata*, Myrtaceae, de elementos herbáceos como Amaranthaceae, *Borreria* e Caryophyllaceae, além do registro de *Mauritia* e de Compositae e Gramineae em altas porcentagens.

Com relação às variações constata-se, a partir do nível inferior, uma queda na porcentagem dos elementos arbóreos e palustres e aumento nos elementos herbáceos e Compositae sugerindo queda na umidade em condições de temperaturas elevadas, sugerida pela presença de *Mauritia*.

O ponto F-64 corresponde a uma pequena lente com 0,50cm de espessura e extensão lateral de aproximadamente 1,5m intercalada no terraço fluvial do Rio Meia Ponte na localidade de Água Branca. Embora a lente apresente dimensões reduzidas, o sedimento rico em matéria orgânica foi analisado com relação ao conteúdo em palinomorfos e datado

por Carbono 14 em função da estratigrafia local uma vez que a lente está posicionada em contato com o conglomerado basal que ocorre sobreposto ao embasamento alterado.

O nível analisado foi datado em 37.431 +/- 691 anos AP e o diagrama de palinomorfos correspondente (FIGURAS 6.96 a 6.97/ANEXOS 6.69 a 6.72) registra altas porcentagens de Gramineae, Cyperaceae e Compositae, além da presença de elementos arbóreos de mata como *Ilex* e Bombacaceae e de cerrado como *Tabebuia* e *Lafoensia*. O diagrama registra também elementos herbáceos sugerindo a presença em 37.000 anos A.P. de uma área pantanos a, provavelmente de pequena dimensão e condicionada por áreas rebaixadas e irregulares do relevo que com o aumento de umidade no final do Pleniglacial Superior, possibilitou o desenvolvimento de uma vegetação palustre com uma mata no entorno e vegetação aberta de cerrado regionalmente. A ausência de *Mauritia* sugere condições de temperatura já em declíneo.

As demais lentes estudadas não apresentaram conteúdo em palinomorfos embora o material amostrado fosse constituído por argila rica em matéria orgânica com as mesmas características sedimentológicas das demais localidades.

O ponto F-55 amostrado em um nível na profundidade de 0,50m foi datado em 3.110+/-60 A.P. e, embora não tenha registro de palinomorfos, apresenta as maiores concentrações de partículas de carvão de todos os níveis analisados na área de abrangência do estudo, sugerindo a ação intensa de queimadas de origem natural ou antrópica na destruição dos palinomorfos.

Os demais pontos, onde as lentes apresentam espessuras maiores, não possuem datações e registro de palinomorfos. No ponto F-19 foram amostrados 3 níveis em uma lente nas profundidades de 0,75m, 1,05m e 1,65m. Todos os níveis apresentam valores aproximadamente constantes de partículas de carvão em valores bastante inferiores aos registrados em F-55. O ponto F-25, cuja datação da base forneceu uma data de 4.661 +/- 146 anos AP foi amostrado nas profundidades de 0,1m, 0,8m, 1,35m, e 1,9m. Os valores de partículas de carvão variam de um nível para outro, em valores altos porém sempre inferiores aos registrados no ponto F-55 (FIGURA 6.98/ ANEXO 6.73).

Ressalta-se que foram obtidas também amostras para análise palinológica da turfa do Palmito, cuja datação da base forneceu 34.279 +/- 484 anos A.P., e de uma lente de sedimentos orgânicos do F-42 (12.450 +/- 1.921 anos A.P.), conforme já mencionado neste

capítulo. Os resultados destas análises não estão apresentados em razão de problemas detectados na preparação das amostras, mas que deverão ser analisadas posteriormente.

Os principais pólenes encontrados nas amostras estão apresentadas nas pranchas fotográficas 6.1 a 6.3/ ANEXOS 6.74 a 6.76.

#### 6.4.6 Datações

##### 6.4.6.1 – Datações Radiocarbônicas

Foram realizadas datações radiocarbônicas em 10 amostras (TABELA 6.14), obtidas principalmente nas turfas ou, raramente, em sedimentos orgânicos relacionados aos depósitos fluviais do Meia Ponte. As amostras obtidas na planície de inundação/paleocanal apresentam um processo de oxidação intenso, impossibilitando sua utilização (FIGURAS 6.99 a 6.111 / ANEXOS 6.77 a 6.89).

TABELA 6.14 Relação das amostras datadas pelo método radiocarbônico/datação/laboratório

<b>Amostras</b>	<b>Datação</b>	<b>Laboratório</b>
F 29	9.754 +/- 76 A. P.	Universidade de Waikato / Nova Zelândia
F 25	4.661 +/- 146 A. P.	Universidade de Waikato / Nova Zelândia
F 55	3.110 +/- 60 A. P.	Beta Analytic / Miami
F 64 – Turfa do Água Branca	37.431 +/- 691 A. P.	Universidade de Waikato / Nova Zelândia
F 40 – Turfa de Inhumas	8.050 +/- 80 A. P. 17.750 +/- 100 A. P. 31.800 +/- 410 A. P.	Beta Analytic / Miami
S 0 – Turfa de Campinas	17.848 +/- 248 A. P. 36.462 +/- 552 A. P. 41.839 +/- 1.077 A. P. 43.052 +/- 1.313 A. P.	Universidade de Waikato / Nova Zelândia

Continuação da TABELA 6.14 Relação das amostras datadas pelo método radiocarbônico/datação/laboratório

F 53 – Turfa do Palmito	34.279 +/- 484 A. P.	Universidade de Waikato / Nova Zelândia
F 42 – Sedimentos orgânicos do Anicuns	12.450 +/- 1.921 A. P.	Universidade de Waikato / Nova Zelândia

#### 6.4.6.2 – Datações por Termoluminescência

Foram realizadas datações por termoluminescência em 4 amostras, enviadas para a FATEC, em São Paulo.

TABELA 6.15 Amostras datadas por termoluminescência/datação/laboratório

<b>Amostra</b>	<b>Datação</b>	<b>Laboratório</b>
Sx *	43.070 +/- 4.300 A. P. – reinterpretada forneceu 21.100 A. P.	FATECSP
F 43	24.600 +/- 2.500 A.P. 53.400 +/- 5.300 A.P.	FATECSP
S 26	9.050 +/- 900 A. P.	FATECSP

\* De acordo com a FATECSP, amostras oriundas de ambientes subaquosos podem não ter sua intensidade de LOE ou TL zerada, resultando em um acúmulo de radiação que pode causar uma variação na intensidade de LOE natural e acumulado. No caso do Sx, considerando-se um valor de LOE zero a idade da amostra cai para 21.100 A. P., uma redução considerável em relação à datação inicialmente apresentada (43.070 +/- 4.300 A. P.).

FERREIRA (1997) indica que uma mesma amostra, enviada para a Universidade de Pequim, forneceu idade de 40.000 anos A.P., enquanto que no Laboratório de Física da USP forneceu idade superior a 200.000 anos A.P., fato que indica, “uma excessiva variabilidade nos resultados obtidos nesse tipo de análise”.

De acordo com STEVAUX (1993) “a utilização desse método em sedimentos subaquosos ainda não está muito difundida nem totalmente aceita na comunidade científica”, sendo muito utilizada para sedimentos subaéreos. Em ambientes subaquosos, a

água funciona como um filtro, impedindo o zeramento da intensidade do LOE ou TL. BARRETO (1998) usou intensamente este método na interpretação paleoambiental do sistema de dunas no médio rio São Francisco, obtendo ótimos resultados.

A respeito das datações por termoluminescência obtidas nas amostras acima mencionadas, cabem algumas considerações. No que se refere à Sx a idade obtida com a reinterpretação deixa dúvidas quanto à cronologia exata. No F-43 foram obtidas duas datas sendo que aquela obtida para a areia grossa associada ao conglomerado basal (53.400 A.P.) nos parece coerente. A idade obtida para a areia fina é de 24.600 A.P., a qual, isoladamente, também nos parece coerente. O problema da amostra utilizada para datação do S-26 na estratigrafia local está localizado abaixo da amostra do F-43, ou seja, a amostra inferior forneceu 9.050 A.P. e a superior 24.600 A.P. Outro fator que se soma é o fato de que no F-29 o nível de sedimentos rico em matéria orgânica foi datado em 9.754 +/- 76 A.P. sotoposta a um nível arenoso semelhante àquele datado no F-43. Diante destas incertezas, as idades obtidas pelo método são utilizadas apenas como referencial.

#### 6.4. 7 – Difração de Raio-X

As cinco amostras analisadas são apresentadas nas FIGURAS 6.112 a 6.116/ANEXO 6. 90 a 6.94.

Realizaram-se análises por difração de raio-x em cinco amostras, F 29 (2), F 18, F 11 e F 6, sendo que destas o F-29 é o único que se enquadra em um contexto mais completo, para o qual foram realizadas análises palinológicas e obtidas datações radiocarbônicas. As demais amostras são aqui utilizadas como referencial.

Os argilominerais, importantes na pesquisa paleoambiental, estão diretamente relacionados ao embasamento rochoso, ao clima e aos processos intempéricos (BARBERI 2001). Para MILLOT (1979, *apud* SUGUIO 1980) os argilominerais podem ter sua origem relacionada a “herança detrítica ou herança total; herança por transformação; e neoformação (autigênese)”. SUGUIO (1980) ressalta que a análise dos argilominerais de sedimentos argilosos revelam “misturas de dois ou mais minerais”, apresentando, por conseguinte, propriedades intermediárias entre os elementos predominantes. Ainda segundo o autor, argilominerais de origens diferentes podem ocorrer em um mesmo ambiente, além

do fato de não existirem argilominerais exclusivos de determinados ambientes. Sobre isto, KRAUSKOPF (1979) escreve sobre a "hipótese atraente" da relação entre argilomineral e ambiente característico, frisando o fato de que os argilominerais podem ser modificados a temperatura ambiente.

A caulinita resulta, preferencialmente, da alteração hidrotermal ou intemperismo dos silicatos. Considerando um determinado silicato, se houver temperatura e pressão baixas, condições de acidez, a tendência é a formação de caulinita, cujo processo pode ser facilitado caso a rocha do embasamento seja ácida. Para o mesmo silicato, considerando as mesmas condições de temperatura e pressão, em ambiente alcalino, teremos a formação de esmectita (montmorilonita). O ambiente propício para a caulinita autigênica necessita de intensa lixiviação, pH ácido, e clima tropical úmido (DEER *et al.* 1966).

Segundo GAUCHER (*apud* ROBERT & KENNETT 1994) a caulinita desenvolve-se em regiões tropicais com boa drenagem, altas precipitações e temperaturas entre 20<sup>o</sup> e 30<sup>o</sup>, principalmente onde a profundidade do solo é superior a 10 metros. Se o clima tornar-se mais úmido com relevo plano, a caulinita altera-se para gibbsita (BARBERI 2000).

Para gibbsita, que resulta do intemperismo químico sobre caulinitas, é necessário alta umidade e intensa lixiviação (BARBERI 2000). A clorita pode estar presente em rochas metamórficas de baixo grau, em rochas vulcânicas, como resultado da alteração de minerais primários ferromagnesianos, como resultado de processos de meteorização sobre minerais em diversos tipos litológicos. Nos sedimentos pode ocorrer na forma de detritos ou autigênicos. Segundo DEER *et al.* (1966), existem duas origens para a vermiculita, a saber: a) alteração das biotitas e b) no contato entre rochas ácidas/básicas ou ácidas/ultrabásicas, não havendo menção quando a possibilidade de uma origem autigênica.

A illita, de acordo com SUGUIO (1980), é indicativo de ambientes submetidos a pouco intemperismo químico e pouco lixiviado, predominando em solos sujeitos a pouca exposição ou imaturos. A illita tem uma origem diversificada, meteorização de silicatos, alteração de minerais argilosos, degradação das muscovitas, recristalização de sedimentos coloidais, hidrotermalismo associado a filões metalíferos, sendo que basicamente as condições para sua formação são condições alcalinas e teores de alumínio e potássio (DEER *et al.* 1966). No processo de alteração da illita, forma-se primeiramente a esmectita (BARBERI 2001).

Das amostras do F-29, a que foi obtida a 1,5 metros de profundidade, amostra A, apresenta os seguintes resultados: natural: vermiculita, clorita, gibsita e caulinita; calcinada: vermiculita, clorita, feldspato, e caulinita; glicolada: vermiculita, clorita, gibsita, e caulinita (FIGURA 6.114/ANEXO 6.92), com os resultados das análises natural e glicolada apresentam picos de caulinita. Por outro lado, a amostra que coincidente com aquela onde foi obtida a datação radiocarbônica (2,00 metros de profundidade), amostra B revela os seguintes resultados: natural: clorita, caulinita e gibsita; calcinada: clorita, caulinita, feldspato, muscovita e ilita; glicolada: clorita, caulinita e gibsita. Os resultados indicam picos de clorita, nas amostras natural, calcinada e glicolada (FIGURA 6.116/ANEXO 6.89). As outras três amostras apresentam os seguintes resultados:

F-11 - natural: clorita, gibsita e caulinta; calcinada: clorita, ilita e muscovita e glicolada: clorita, muscovita e caulinita,

F-18 (B) média - natural: vermiculita e caulinita; calcinada: vermiculita, clorita, muscovita e ilita; glicolada: vermiculita, caulinita e ilita,

F-6 (B) - natural: vermiculita, caulinita e gibsita; calcinada: vermiculita, clorita, gibsita e ilita; glicolada: vermiculita, caulinita e gibsita.

Analisando-se os resultados do F-29, observa-se que a amostra B apresenta grande influencia das rochas do embasamento, granulitos, rocha básicas e ultrabásicas, principalmente no caso da clorita, amplamente predominante, podendo ser resultante da alteração de minerais das rochas mencionadas, não havendo condições ambientais específicas para tal. Outro fator que reforça esta idéia é a presença de feldspatos na amostra calcinada. Já a assembléia de minerais da amostra A revela picos predominantes de caulinita com gibsita e clorita, sendo que a caulinita autigênica exige determinadas condições ambientais para sua formação, conforme já mencionado.

Algumas considerações sobre os resultados acima apresentados se fazem necessárias. Os depósitos de sedimentos finos amostrados são alóctones, resultando de processos de deposição vertical e principalmente horizontal relacionados ao sistema fluvial, podendo trazer fragmentos de rocha, pólen e minerais de montante. Grande parte dos minerais identificados podem ser originados a partir da rocha do embasamento, por processos de intemperismo e/ou hidrotermalismo. Esta realidade indica que os resultados

apresentados devem ser vistos com reservas, sendo tratados como uma tendência, inserindo-se no contexto paleoambiental da área.

## 7 DEPÓSITOS TECNÓGENOS

Segundo OLIVEIRA (1994), depósitos tecnógenos são todos aqueles originados da ação humana. Esta definição baseia-se em CHEMEKOV (1982) e TER-STEPANIAN (1988). OLIVEIRA (*op. cit.*) propôs que os depósitos tecnógenos podem ser construídos (aterros, corpos de rejeito etc), induzidos (depósitos aluvionares resultantes do uso inadequado do solo, por exemplo) ou modificados (lançamento de rejeitos tecnógenos, como adubos, em depósitos naturais). Este autor faz uma oportuna relação entre eventos antropogênicos / período antropogênico e eventos tecnógenos, ressaltando que o primeiro corresponde ao intervalo de tempo da presença do homem no planeta, enquanto o segundo representa os eventos resultantes da ação do homem sobre o meio ambiente.

PELOGGIA (1998), citando a classificação de depósitos tecnógenos detalhada por CHEMEKOV (*op. cit.*) e a classificação dos solos que apresentam forte influência humana de FANNING & FANNING (1989), afirma que a proposição de OLIVEIRA (*op. cit.*) “pode ser eficazmente aplicada, em um primeiro momento”, acrescentando a possibilidade de ocorrerem depósitos intermediários entre eles. PELOGGIA (*op. cit.*) comenta ainda que as classificações de FANNING & FANNING (*op. cit.*) e de OLIVEIRA (*op. cit.*) são complementares e indicam, respectivamente, a constituição e a gênese dos depósitos, sendo que a elas somente de modo eventual pode-se associar a feição geomorfológica.

De acordo com a definição de depósitos tecnógenos e os dados mencionados no Capítulo 4, a área é objeto de depósitos tecnógenos desde a pré-história, por volta de 2.000 anos A. P., por meio de grupos de horticultores-ceramistas, ficando ainda em aberto uma discussão sobre a participação dos grupos de caçadores-coletores nômades.

Grande parte da área referente aos depósitos aluviais do rio Meia Ponte encontram-se capeados por depósitos tecnógenos dos tipos construídos, induzidos e modificados, principalmente na área urbana de Goiânia, conforme indicado na FIGURA 6.10/ENCARTE 6.1. Estes depósitos podem, resumidamente, ser assim caracterizados:

- Depósitos construídos: correspondem principalmente a aterros gerados pela população, por empresas de engenharia civil e até mesmo pelo poder público, visando à ocupação urbana, obras civis (ruas, canalizações) e bota-foras, originados pelo acúmulo de lixo

inorgânico, principalmente material de construção e dejetos oriundos da dragagem dos cursos d' água;

- Depósitos induzidos: correspondem aos processos de assoreamento que ocorrem no canal do rio e na formação de depósitos aluvionares em consequência dos processos erosivos de natureza antrópica;
- Depósitos modificados: referem-se principalmente àqueles depósitos naturais alterados pela ação humana (lançamento de efluentes, adubos, etc.)

CUNHA (2000) estudou os depósitos tecnógenos da Vila Roriz em Goiânia, que ocorrem capeando as planícies aluviais do rio Meia Ponte e do ribeirão Anicuns. O autor propôs a criação da Aloformação Ribeirão Anicuns para identificar estes depósitos, subdividindo-a em Fácies Gentil Cardoso e Fácies Vila Roriz. Nesta área, os depósitos tecnógenos possuem uma espessura média de três metros, podendo chegar a uma espessura máxima de até sete metros.

A seção-tipo da Fácies Gentil Meireles possui uma espessura de sete metros, assim constituído: embasamento anfíbolítico, depósitos argilosos de 1,20m de espessura (segundo o autor, aparentemente resultantes da alteração da rocha subjacente), ritmitos (conjunto de siltitos, argilitos e arenitos intercalados) de 1,15m de espessura, depósito tecnógeno induzido de 1,20m e um depósito tecnógeno construído (aterros) de 3,0m de espessura cobrindo o pacote (FIGURA 7. 1).

CUNHA (*op. cit.*) acredita que os ritmitos “marquem o início do processo de ocupação da área, tendo em vista neles não terem sido encontrados artefatos tecnogênicos (...) no topo da seqüência, esses materiais já se fazem debilmente notar”. O ritmito é coberto por um colúvio (depósito tecnógeno induzido), cuja descrição permite aventar a possibilidade de ser, na verdade, um tecnógeno construído.



presentes representarem a fração grosseira de um leque aluvial); unidade 5 – silte-arenoso mal estratificado, abundante em vestígios tecnogênicos; unidade 6 – camada cascalhenta imersa em matriz arenosa à microconglomerática, abundante em vestígios tecnogênicos; unidade 7 – sedimento de textura areno-argiloso, mal estratificado, rico em vestígios tecnogênicos;

A respeito do trabalho de CUNHA (2000), faz-se necessário algumas considerações, a saber:

- no que se refere à seção-tipo da Fácies Gentil Meireles, o autor considera os ritmitos como indicativos de “intensificação do processo de produção do espaço urbano”, tratando-os como depósitos tecnogênicos induzidos. As características apresentadas podem estar relacionadas unicamente às variações do comportamento do sistema fluvial. Ao que parece, o marco da ocupação é o nível coluvionar, complementado pelo aterro. Desta maneira, é possível que o pacote de depósitos tecnógenos (induzidos e construídos) nesta seção-tipo seja de aproximadamente quatro metros e não de 5,20 m como sugere o autor.
- quanto à seção-tipo da Fácies Vila Roriz (cisterna da horta do Valdivino), CUNHA (*op. cit.*) considera que a unidade 3 - laterita concrecionária retrabalhada - já é indicativa de início da deposição tecnogênica. Este autor considera também a unidade 4 neste mesmo contexto. As unidades mencionadas possuem características que podem ser relacionadas a processos de deposição naturais, e a afirmação de que sejam tecnógenos induzidos é precipitada. De certeza têm-se, a partir da unidade 5, depósitos construídos.

Uma das conclusões do trabalho de CUNHA (*op. cit.*) é a de que, na área de pesquisa - 830.000 m<sup>2</sup> - a espessura média de depósitos induzidos é de 3,5 m, obtendo-se um volume de 2.905.000 m<sup>3</sup> de sedimentos. Considerando a densidade de 1,2 g/cm<sup>3</sup>, a planície em estudo sofreu um aporte de 3.486 x 10<sup>6</sup> toneladas de sedimentos. O autor realizou cálculos semelhantes para os depósitos construídos e, considerando a espessura de 3m e a densidade de 1,2 g/cm<sup>3</sup>, obteve um valor de 2.980.000 toneladas de aterro.

Na tentativa de estabelecer uma taxa de deposição anual para os tecnógenos induzidos e ressaltando as dificuldades para isso, o autor considera como ponto de partida a data de fundação do setor Urias Magalhães, 1968, obtendo um valor de 11,7 cm/ano. Na

mesma abordagem, a taxa de deposição anual, considerando depósitos tecnógenos construídos e induzidos, é de 23,33 cm, considerando uma coluna de 7 m de espessura.

Os valores apresentados devem ser vistos com ressalvas. O próprio autor cita as dificuldades para obtê-los, principalmente em função do reconhecimento dos níveis de depósitos tecnógenos induzidos, conforme já mencionado.

## **7.1 Tipologia dos Depósitos Tecnógenos Presentes na Área em Pesquisa**

Os depósitos tecnógenos associados aos depósitos aluviais do alto rio Meia Ponte foram identificados por meio de fotointerpretação e de trabalhos de campo, estes últimos, no trajeto do canal fluvial, percorrido via barco ou durante a descrição dos afloramentos. O objetivo deste capítulo não é estudar intensivamente estes depósitos, mas inseri-los no contexto dos estudos da área, através de uma caracterização que permita evidenciar a interação entre atividades antrópicas e naturais no sistema fluvial, não apenas nos depósitos tecnógenos induzidos, mas principalmente nos depósitos modificados.

A abordagem aqui aplicada é a mesma de OLIVEIRA (1994) e de CUNHA (2000). Os depósitos tecnógenos foram separados em dois grandes grupos: Depósitos Associados a Cursos D'água Afluentes do Rio Meia Ponte e Depósitos Associados Diretamente aos Depósitos Fluviais do Rio Meia Ponte.

### **7.1.1 Depósitos Associados a Cursos D'água Afluentes do Rio Meia Ponte:**

Neste grupo, destacam-se principalmente os depósitos tecnógenos construídos e induzidos que ocorrem às margens dos córregos Cascavel, Palmito e Anicuns. Como estes depósitos são comuns na área urbana de Goiânia, acredita-se que seja útil a citação e a descrição de pelo menos três deles.

- Cascavel: corresponde a um depósito tecnógeno induzido e construído, situado entre o córrego mencionado e o Anicuns, próximo à área pesquisada por CUNHA (2000). Estima-se que o pacote tecnógeno neste local seja de aproximadamente 5,0m (4,0m de construído e 1,0m de induzido). Nos últimos três anos, tem aumentado a deposição destes mesmos rejeitos junto à margem direita do córrego Cascavel, estimando-se que o tecnógeno no local seja de 4,0m. A FOTO 7.1 mostra parte deste depósito.

- Anicuns: o córrego Anicuns é um dos mais degradados do Município de Goiânia, tendo sido abordado no trabalho de CUNHA (*op. cit.*). Durante as obras de limpeza e retificação do canal, obra relacionada à E.T.E., foi construído um depósito tecnógeno tipo “bota-fora”, com um volume de aproximadamente 1200m<sup>3</sup>, sobre um depósito induzido de 3m de espessura (FOTO 7.2). Este material foi retirado do canal, sendo portanto um depósito construído a partir de rejeitos de tecnógeno induzido.

Nas obras de terraplanagem realizadas na planície do ribeirão Anicuns, verificou-se que os depósitos tecnógenos possuem uma espessura média de 4,5m (FOTO 7.3), valor intermediário àquele apresentado por CUNHA (*op. cit.*) (5,20m) e àquele deduzido anteriormente neste trabalho (4,0m). A FOTO 7.4 mostra a escavação realizada nos depósitos tecnógenos induzidos e construídos junto à margem direita do córrego Anicuns.

- Palmito: refere-se a um depósito tecnógeno construído sobre o fundo do vale do referido córrego, incluindo uma lente de turfeira. Trata-se de um aterramento com aproximadamente 3m de espessura, constituído de sedimentos de coloração predominantemente marrom, mal selecionados, mal classificados, associados a restos de construção civil (tijolos, argamassa, brita, cerâmica, telhas), lixo doméstico (garrafas de plástico e vidro, sacos plásticos, tecidos, isopor, borracha) etc. A base da lente de turfa apresenta uma idade de 34.110 +/-60 anos B.P.



FOTO 7.1 Vista parcial do depósito tecnógeno que caracteriza a margem esquerda do córrego Cascavel próximo à confluência com o ribeirão Anicuns.



FOTO 7.2 Depósito tecnógeno construído sobre a planície de inundação do ribeirão Anicuns com rejeitos retirados do canal do próprio ribeirão.



FOTO 7.3 Depósito tecnógeno construído, margem direita do ribeirão Anicuns sobre o qual foi aberta uma trincheira/vala para colocação da tubulação para captação de esgotos. Área de pesquisa de CUNHA (2000).



FOTO 7.4 Detalhe da trincheira/vala evidenciando os depósitos tecnógenos construído e induzido, este último mascarado pela grande quantidade de rejeitos tecnogênicos.

### 7.1.2 Depósitos Associados Diretamente aos Depósitos Fluviais do Rio Meia Ponte

Estes depósitos são os mais importantes no contexto desta discussão, já que se encontram associados a depósitos aluviais. São mencionados neste item os depósitos induzidos, nos quais os rejeitos tecnogênicos são lançados no sistema fluvial e depositam-se junto aos sedimentos, muitas vezes inseridos nos planos de estratificação (utilizam-se como exemplos principais o ponto F-47, descrito no canal do rio Meia Ponte, exposto pelas obras de desvio do mesmo, e o ponto A-172). Nos depósitos associados diretamente aos depósitos fluviais do rio Meia Ponte, observa-se que há uma passagem, da base para o topo, de induzido para construído, seqüência evidenciada no F-38 e no Água Branca.

#### F-47

Localização: canal do rio Meia Ponte, na Estação de Tratamento de Esgotos de Goiânia - ETE. Coordenadas UTM: 685287E / 8159554N. Esta descrição corresponde ao atual canal do rio Meia Ponte, exposto em razão da alteração do seu curso na região da ETE, realizada em agosto de 2001. Ressalta-se que o rio já está novamente no canal natural e que, sob este, foi construída uma tubulação de captação de esgoto. A espessura média do depósito é de 1,70m, com largura de 20m, sendo que as características dos sedimentos (ruditos e areia) podem ser vistas nos depósitos residuais de canal, descritos no Capítulo 6.

O depósito é formado pela carga de fundo do rio e por rejeitos tecnogênicos lançados no canal ou nas proximidades. Estes rejeitos associam-se aos ruditos, resultando em um depósito tecnógeno induzido. Alguns dos elementos retirados deste contexto estão descritos na TABELA 7.1/ANEXO 7.1. (FOTOS 7.5 a 7.7)

#### F 38

Localização: perfil de 3,35m junto à margem direita do rio Meia Ponte, no fundo da garagem da Metrobus, próximo ao córrego Água Branca. Coordenadas UTM 692150E / 8155400N. O conjunto estratigráfico deste perfil é formado basicamente por um pacote arenoso na base, Sm (f,m), sobreposto por um nível argiloso, FsO, indicando uma diminuição da energia do sistema. Sobreposto, há um pacote também arenoso de aproximadamente 1,85 m de espessura apresentando rejeitos tecnógenos associados. Observa-se uma ligeira diminuição na energia do sistema evidenciada pela fácies Fst de 0,15 m de espessura. O pacote de sedimentos deste afloramento corresponde a um depósito tecnógeno induzido de 3,35m de espessura. (FOTOS 7.8 a 7.10)



FOTO 7.5 Vista geral das obras de desvio do canal atual do rio Meia Ponte. 1- Embasamento, 2- Depósito residual de canal/tecnógeno induzido, 3- Tecnógeno construído



FOTO 7.6 Foto em semi-detahle evidenciando: 1 - Embasamento, 2- Depósito residual de canal/tecnógeno induzido, 3- Tecnógeno construído



FOTO 7.7 Foto de detalhe: 1- Embasamento, 2- Depósito residual de canal/tecnógeno induzido, 3- Tecnógeno construído

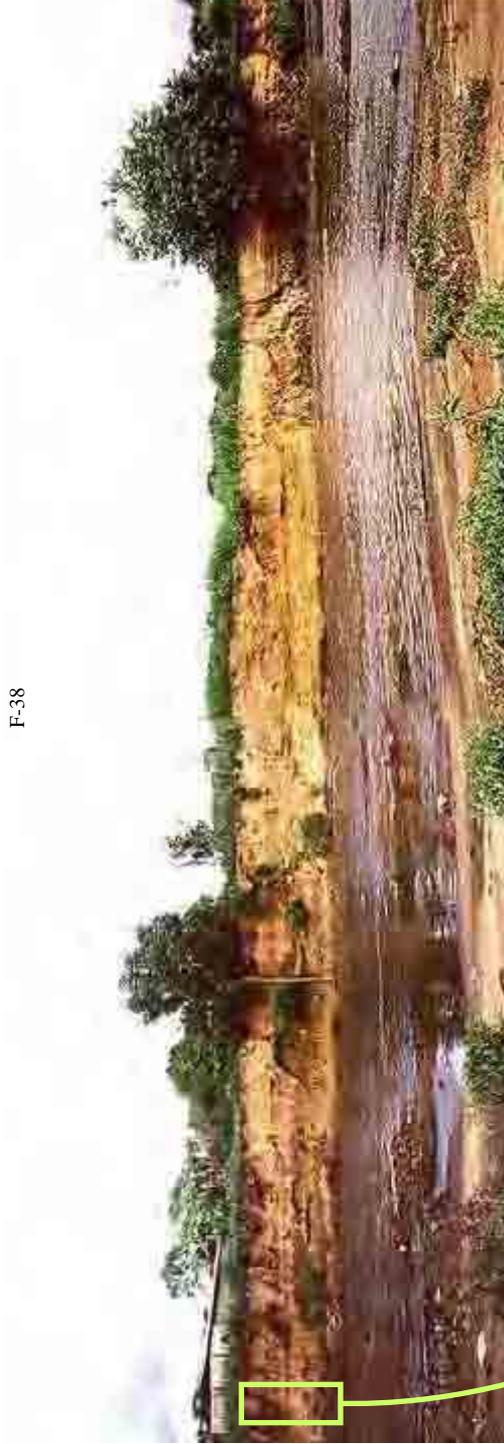


FOTO 7.8 Vista parcial da margem direita do rio Meia Ponte. Notar os planos de estratificação das diferentes camadas



FOTO 7.9 Semi-detalle do afloramento descrito. A diferença entre as condições do afloramento, assim como do canal, se deve ao período transcorrido de um ano entre a FOTO 7.8 e as demais

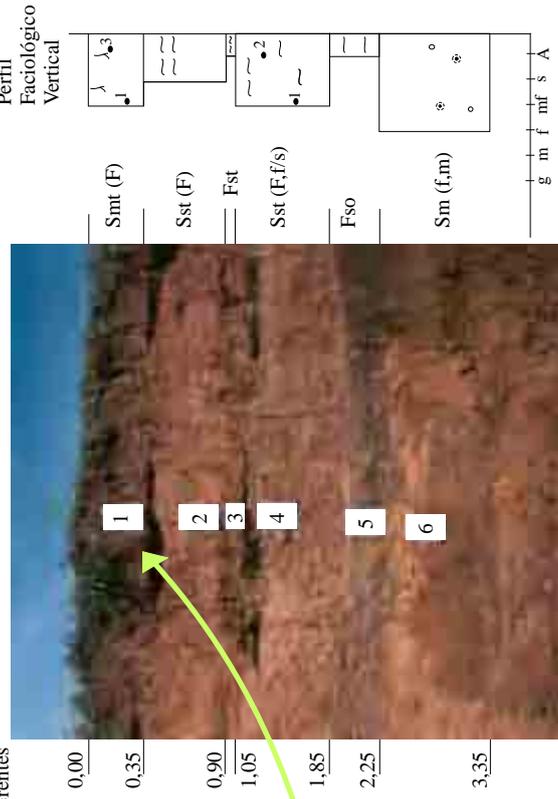


FOTO 7.10 Detalle da superposição das camadas

## Água Branca

Localização: poço de 2,5m na confluência do córrego Água Branca com o rio Meia Ponte, margem direita. Coordenadas UTM: 692000E / 8155600N

O conjunto estratigráfico, considerando os depósitos construídos e induzidos, revela um pacote arenoso que tem sua origem associada à dinâmica do rio Meia Ponte e, principalmente aos processos erosivos que ocorrem junto ao córrego Água Branca.

No poço (FOTO 7.11) observa-se um depósito tecnógeno construído, de aproximadamente 0,26 de espessura (0,00 a 0,26 m de profundidade, constituído de restos de construção civil (tijolo, argamassa e lajotas), plástico, metal, vidro, tecido e madeira. De 0,26m até 1,26m ocorre intercalação de lâminas descontínuas onduladas, de textura siltosa, coloração variegada entre marrom escuro (10 YR 4/3), marrom (10 YR 5/3 ) e vermelho amarelado (5 YR 5/6 ) e areia fina/média, coloração variegada entre marrom escuro (7,5 YR 4/4 ), marrom (7,5 YR5/4 ), marrom amarelado (10 YR 5/4 ), marrom escuro (10 YR 4/3 ), marrom (10 YR 5/3 ) e vermelho amarelado (5 YR 5/6 ). Estas lâminas apresentam-se finamente laminadas, com grãos predominantemente subarredondados e esfericidade entre 0,78-0,81, apresentando rejeitos tecnógenos associados aos planos de estratificação, constituindo um depósito tecnógeno modificado. De 1,26m a 2,50m não foi encontrado qualquer vestígio tecnogênico, mantendo-se o padrão das estruturas sedimentares, tratando-se de um depósito tecnógeno induzido.

O perfil auxiliar (FOTOS 7.12 e 7.13) permite identificar pelo menos cinco diferentes lâminas/camadas, observando-se um tecnógeno construído entre 0,00m e 0,35m (Camada 1), semelhante à descrição acima. A partir daí, há uma sucessão de lâminas/camadas.

Camada 2 - grãos subarredondados, esfericidade entre 0,81 e 0,83, cor (seco) : variegada entre marrom escuro (7,5 YR 4/4, 10 YR 4/3), marrom (7,5 YR5/4 ), marrom amarelado (10 YR 5/4 ). Textura: areia fina com 80% de quartzo e 20 % de fragmentos de rocha (xisto e quartzito), concreções de grãos de quartzo com cimento ferruginoso, minerais máficos e mica (muscovita). Presença de plástico, papel, vidro e metal associados aos planos deposicionais. Profundidade de 0,35 m a 0,74cm.

Camada 3 - aspecto maciço, grãos subarredondados, esfericidade entre 0,78 e 0,81, cor (seco) marrom escura (10 YR 4/3 ). Textura: areia fina, sendo 85 % de quartzo e 15% de

fragmentos de rocha (xistos, básicas e quartzitos), mica (muscovita), concreções à base de grãos de quartzo com cimento ferruginoso. Presença de rejeitos tecnógenos nos primeiros 0,10m (plástico). Profundidade de 0,74 m a 1,03 m.

Camada 4 – superposição de camadas finamente laminadas, cor (úmido) variegada entre marrom forte (7,5 YR 5/8 ), marrom amarelado (5 YR 5/6 ), cinza (2,5 Y 5/0 ), marrom escuro (7,5 YR 4/2 ), marrom avermelhado escuro (5 YR 3/2) e marrom escuro (10YR4/3 ). Textura : argilosa. Profundidade de 1,03 m a 1,30m.

Camada 5 – aspecto maciço, grãos subarredondados, esfericidade entre 0,79 e 0,81, cor (seco) variegada entre amarelo avermelhado (5 YR 6/6) e cinza (5 Y 6/1) (predominante). Textura: areia fina, sendo 90% de quartzo, e 10% de mica (muscovita, biotita), fragmentos de rocha (quartzito, xistos e rocha básica), minerais acessórios (zircão, magnetita). Níveis de oxidação. A coloração variegada dá-se em razão das concreções mencionadas nos níveis logo acima, pouco evidenciada neste. Os últimos 0,10m do material retirado assemelham-se a Camada 6 do F-38. Profundidade de 1,30 m a 2,00.

Verifica-se uma relativa semelhança entre os valores obtidos para os depósitos tecnógenos induzidos e construídos descritos no poço e perfil auxiliar neste afloramento: a) poço – induzido (1,24m), modificado (1,0m) e construído (0,26m), b) Perfil auxiliar: – induzido (1,16m), modificado (0,5m) e construído (0,35m) (FOTOS 7.11 a 7.13).

Água Branca



FOTO 7.11 Poço aberto sobre o depósito tecnógeno (induzido e construído)



FOTO 7.12 Vista lateral do depósito tecnógeno junto à margem direita do córrego Água Branca



Tecnógeno Construído

Tecnógeno Induzido

FOTO 7.13 Detalhe do depósito tecnógeno

## A-172

Localização: Poço de 1,68m de profundidade localizado na Chácara do Além Tejo, na margem direita do rio Meia Ponte. Coordenadas UTM : 891300E / 8157450N.

Corresponde a uma barra arenosa formada por uma sucessão de camadas com granulometria variando entre silte e areia média, a partir de um processo de acreção vertical típica de canais meandrantos como o rio Meia Ponte. As camadas siltosas são predominantemente lenticulares, milimetricamente laminadas ou maciças. Subordinadamente, ocorrem camadas tabulares onduladas, apresentando cores (seco) variegadas entre marrom acinzentado escuro (10 YR 4/2), marrom (7,5 YR 5/2), marrom escuro (7,5 YR 4/4) e marrom avermelhado (5 YR 5/3).

As camadas arenosas também apresentam-se na forma de lentes centimétricas, raramente onduladas. O grau de arredondamento varia entre arredondado e subarredondado, cor (seco) variegada entre marrom (7,5 YR 5/2), marrom escuro (7,5 YR 4/4), marrom avermelhado (5 YR 5/3 ) marrom escuro (7,5 YR 4/4), vermelho (2,5 YR ), marrom acinzentado escuro (10 YR 4/2 ) marrom acinzentado (10 YR 5/2 ). A constituição textural média é de 80% de quartzo e 20% de fragmentos de rocha (xisto, quartzito, rocha básica, gnaisses, laterita), concreções à base de grãos de quartzo com cimento ferruginoso e mica (muscovita).

Foram encontrados plástico, papel, vidro, madeira e ferro em toda a sondagem – 0,00m até 1,68m, sendo que a partir daí utilizou-se um amostrador e cavadeira por mais 1,3m, sendo retirados principalmente sacos plásticos associados a areia fina.

A estratigrafia deste poço evidenciou que na região existe um depósito tecnógeno induzido de aproximadamente 3,0m. Segundo o empregado da chácara, esta porção do depósito sedimentou-se nos últimos cinco anos. Posteriormente, foi realizada uma sondagem com vibrotestemunhador nas proximidades do A-172 (FOTOS 7.14 e 7.15).



FOTO 7.14. A-172 com sondagem a 0,40 m de profundidade.  
Notar presença de rejeitos tecnológicos.

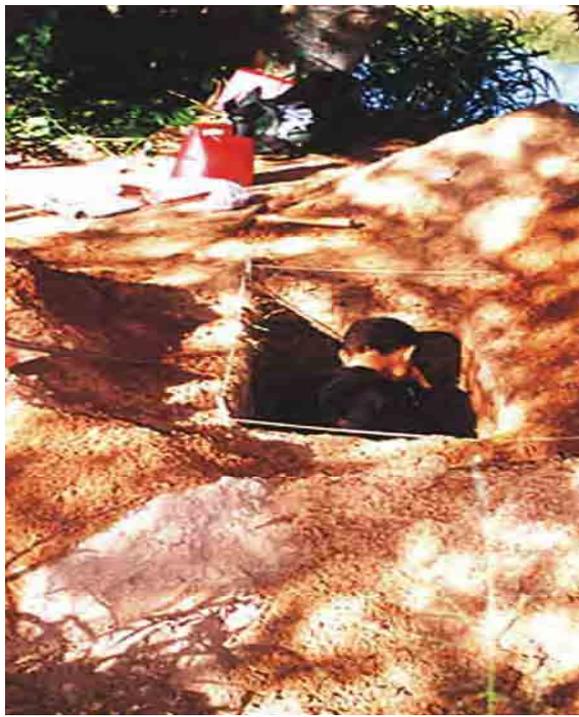


FOTO 7.15. A-172 com sondagem a 1,6 m de profundidade,  
tendo o rio Meia Ponte ao fundo.

#### A-58

Localização: perfil de 1,90m, na margem esquerda do rio Meia Ponte.  
Coordenadas UTM: 692342E / 8153681N

O conjunto estratigráfico evidencia que a base é formada por sedimentos finos típicos de planície de inundação, FsOt e Fst, coloração (úmida) entre marrom-avermelhado (5 YR 5/3), marrom acinzentado escuro (10 YR 4/2), marrom escuro (7,5 YR 4/4) e vermelho (2,5 YR), sobrepostos por uma alternância de camadas/lâminas de textura arenosa, evidenciando uma granodecrescência ascendente, Sst(f/s), típica de depósitos de acreção vertical de sistema fluvial meandrante. As camadas arenosas apresentam-se de forma tabular e lenticular, finamente laminadas.

A superposição destas lâminas/camadas estabelecem ciclos de granodecrescência ascendente. Em todo o perfil, foram encontrados rejeitos tecnógenos, como plástico, vidro, lata e borracha, associados aos planos de estratificação (FOTOS 7.16 e 7.17).

#### F-26

Localização: Perfil de 1,80m de altura na margem direita do rio Meia Ponte, município de Brazabrantes. Coordenadas UTM: 670611E / 8183505N

O arranjo estratigráfico deste perfil é formado na base por um pacote com sucessão de lâminas de textura silto-argilosa e coloração variegada entre cinza claro (2,5 Y 7/0), cinza (2,5 Y 6/0, 7,5 R 5/0) e marrom avermelhado (5 YR 4/3), de forma tabular e lenticular, rica em matéria orgânica – Fstot - , intercaladas com camadas e lâminas de areia muito fina a siltosa, coloração predominantemente cinza (2,5 Y 6/0, 7,5 R 5/0) e subordinadamente marrom avermelhado (5 YR 4/3) – Sst(F,f). Na seqüência, ocorrem intercalações de camadas e lâminas tabulares de areia fina a muito fina, finamente laminadas – Sst (F,f). O perfil apresenta-se intensamente perturbado por raízes, existindo rejeitos tecnógenos da base ao topo (FOTO 7.18).



FOTO 7.16. A-58 vista parcial da barra arenosa

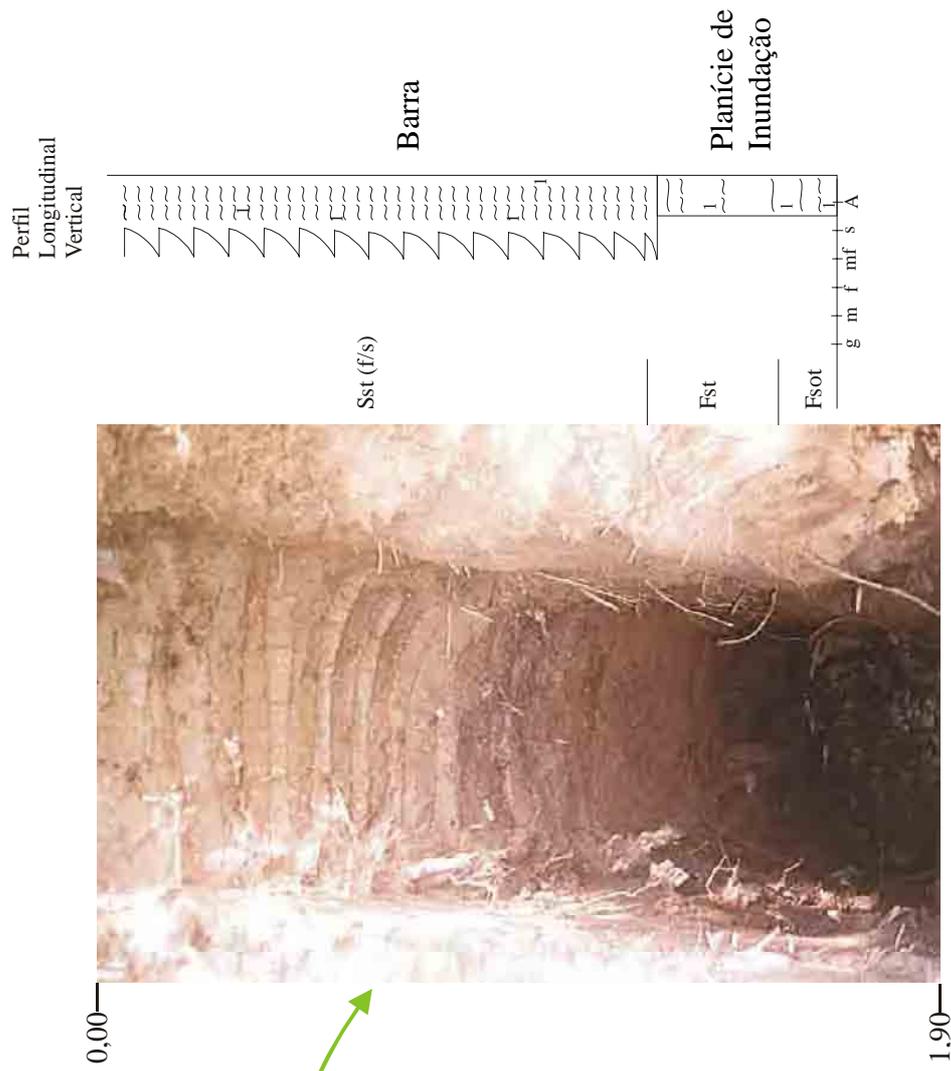


FOTO 7.17. A-58 detalhe da superposição de camadas com rejeitos tecnógenos associados

F-26

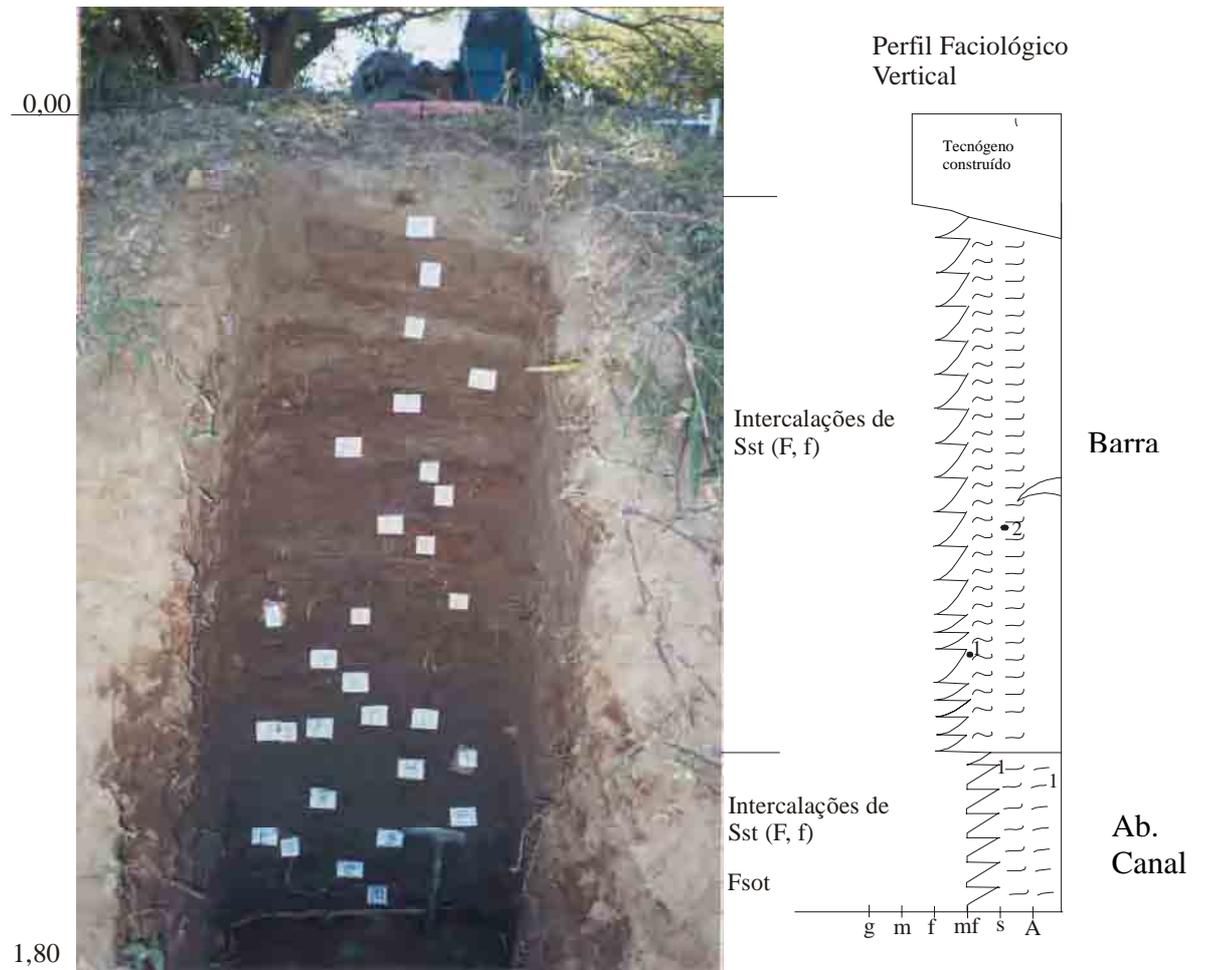


FOTO 7.18. F-26 – Superposição das camadas contendo rejeitos tecnógenos. Pacote de tecnógeno induzido sobreposto por tecnógeno construído.

## F-16

Localização: perfil de dois metros de altura na margem esquerda do rio Meia Ponte, próximo a ETE de Goiânia. Coordenada UTM:685370E / 8159571N.

O conjunto estratigráfico observado revela na base uma superposição de cinco camadas/lâminas arenosas, evidenciando uma granodecrescência ascendente, Sst (F/f), resultante da acreção lateral. Estes pacotes são relativamente distintos, conforme verificado na foto, e a unidade constitui-se de lâminas tabulares e onduladas, contínuas e descontínuas, ou lenticulares, de areia fina a muito fina e argilo-siltosa, cuja coloração varia entre vermelho fraco (2,5 YR 4/2) e marrom avermelhado (5 YR 4/4).

No restante do perfil, a superposição mencionada não se mantém, evidenciando uma textura predominantemente de areia fina, Sst (F), com lentes de textura areia muito fina. A coloração dos sedimentos varia entre cinza rosado (7,5 YR 6/2) e amarelo pálido (2,5 Y 7/4). Encontram-se rejeitos tecnogênicos em todo o perfil, principalmente plástico, vidro e metal.

Próximo ao local deste perfil, foi realizada uma sondagem pela Geoserv, visando à abertura do canal artificial para o rio Meia Ponte. Nesta sondagem, o cascalho foi detectado a 2,80m de profundidade (FOTO 7.19).

Nas sondagens realizadas com o vibrotestemunhador foram identificados rejeitos tecnógenos em 16 delas (TABELA 7.2/ANEXO 7.2).

Os depósitos tecnógenos (induzido e construídos) descritos e evidenciados através de afloramentos e testemunhos de sondagem demonstram que, na área urbana de Goiânia, principalmente entre a ponte sobre a avenida Nerópolis e a região denominada de Vau das Pombas, a ação antrópica incide drasticamente sobre os depósitos já estabelecidos do rio Meia Ponte. Aproximadamente 20% dos depósitos fluviais do rio (incluindo depósitos atuais e terraços) encontram-se cobertos por aterros construídos. Com base nos afloramentos descritos, a espessura média dos depósitos tecnógenos (construídos e induzidos) na área acima estabelecida é de aproximadamente quatro metros.

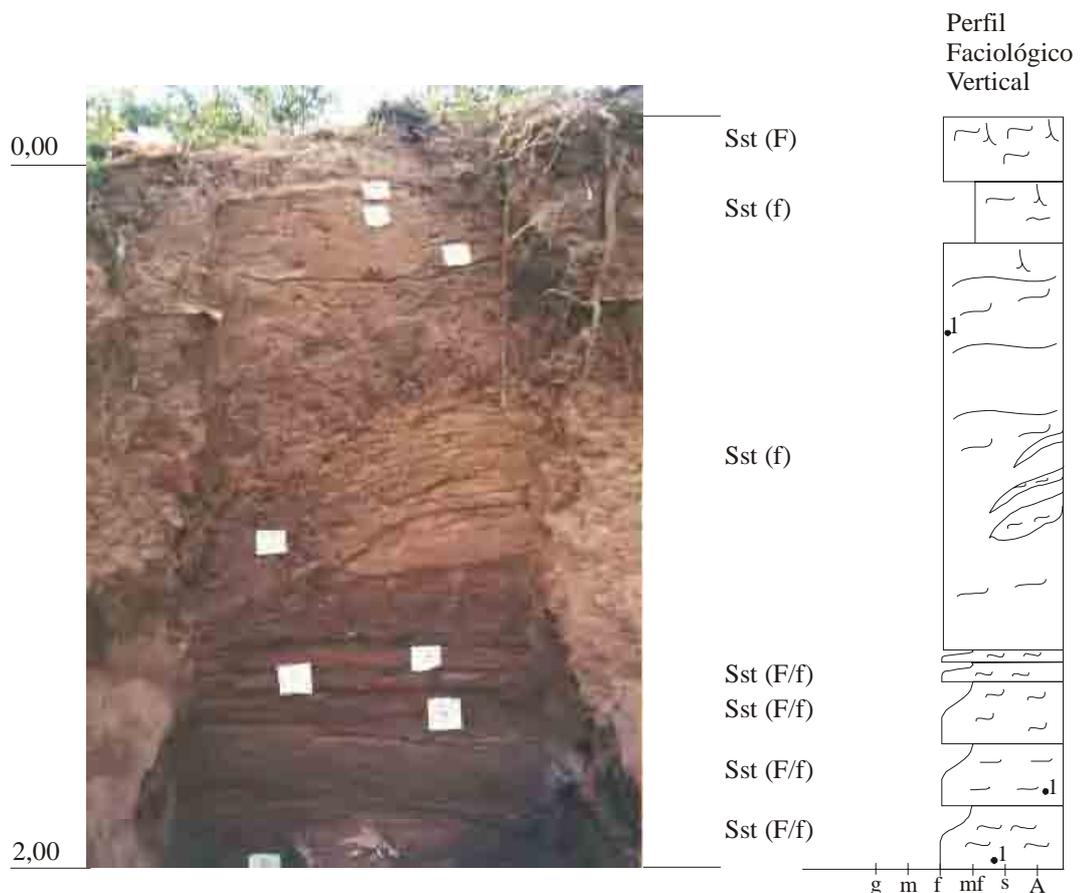


FOTO 7.19. F-16- Disposição das camadas (identificadas por etiquetas) da face arenosa contendo rejeitos tecnógenos associados.

A montante da ponte sobre a avenida Nerópolis, até a nascente do rio Meia Ponte, assim como a jusante da região do Vau das Pombas, até o limite sul da área em pesquisa, os depósitos construídos são restritos principalmente às áreas urbanas de Brazabantes, Inhumas e Itauçú, prevalecendo os depósitos induzidos, em decorrência do uso desordenado do solo. Deve-se ressaltar o fato de os depósitos tecnógenos modificados também já se fazerem notar entre as áreas urbanas, quando o canal atravessa áreas rurais.

A presença de depósitos tecnógenos associados a sistemas fluviais em áreas urbanas, com reflexos nas áreas rurais, não é nenhuma novidade, sendo algo já esperado. Estes processos, inseridos no contexto das erosões naturais e antrópicas, estão diretamente relacionados aos processos de assoreamento dos

cursos d'água, conseqüência da falta de planejamento urbano, quanto ao uso do solo, e do descaso da população e dos poderes constituídos.

No caso do rio Meia Ponte, a intensidade destes depósitos, principalmente os induzidos, chama atenção para uma realidade: os depósitos construídos não estão relacionados exclusivamente a obras de infra-estrutura básica indispensáveis; pelo contrário, resultam de depósitos de lixo, bota-fora, aterros para construção civil etc, originados tanto pela ação da população como do poder público, sem qualquer controle. Basta navegar pelo canal do rio para verificar esta realidade. Quanto aos depósitos induzidos, o uso inadequado do solo nas áreas urbana e rural é gritante, bem evidenciado pelos processos erosivos já apresentados no Capítulo 4 e pela quantidade de sedimentos silto-argilosos presentes nas barras arenosas.

Estes depósitos induzidos merecem uma consideração em separado. Os depósitos de barras de meandro ou barras arenosas estão totalmente transformados em tecnógenos induzidos, ou melhor, os depósitos relacionados às barras atuais e residuais de canal, por exemplo, representam também depósitos tecnógenos induzidos, tendo como exemplos os afloramentos F-58, F-26 e F-16. Esta simbiose parece representar o que de pior a ação humana pode produzir, qual seja, modificar depósitos naturais através do lançamento de rejeitos tecnogênicos sólidos no sistema fluvial. Este processo é resultante de um total desequilíbrio entre homem e meio ambiente, típico de uma sociedade antropocêntrica, incapaz de uma reflexão holística.

Mantendo-se o quadro atual de urbanização descontrolada, aumento da taxa de perda de solo, aumento dos processos erosivos, falta de uma política ambiental, aumento populacional e dependência cada vez maior da captação de água do rio Meia Ponte para abastecimento, o rio poderá enfrentar em pouco tempo um grave processo de assoreamento.

## 8 NEOTECTÔNICA

OBRUCHEV (1948, *apud* MESCHERIKOV 1968) foi quem pela primeira vez propôs que os movimentos ocorridos na crosta entre o Terciário Superior e o Quaternário deveriam ser estudados pela neotectônica. A partir desta proposta e, principalmente, em consequência das primeiras pesquisas, estabeleceu-se uma confusão quanto ao conceito e ao início dos movimentos neotectônicos (HASUI & COSTA 1996).

Alguns sinônimos foram usados, como, por exemplo, tectônica ativa (WEGMAN 1955), movimentos contemporâneos (JAIN 1980), paleossismicidade (MORNER 1985). A Comissão Internacional do Quaternário - INQUA -, ante a necessidade de uma síntese e de organização do contexto, baseou-se em MORNER (1978, *apud* MORNER 1987) e apresentou a seguinte definição:

Quaisquer movimentos ou deformações ao nível geodésico de referência, seus mecanismos, sua origem geológica, suas implicações para vários propósitos práticos e suas extrapolações futuras. Os mecanismos neotectônicos englobam o acervo de deformações rúptil ou dúctil de um período Neotectônico (SALAMUNI 1998).

Quanto ao aspecto temporal, algumas propostas foram apresentadas. MORNER (1989) propôs quatro momentos para o limite inferior: (a) últimos 2.5 milhões de anos, quando ocorreu uma reorganização tectônica geral; (b) últimos 5-6 milhões de anos (pós-*crise Messiniana*); (c) últimos 23 milhões de anos (limite inferior do Neógeno) e (d) últimos 38 milhões de anos (limite inferior do Oligoceno, quando houve uma considerável reorganização global das placas tectônicas). Para SENGOR *et al.* (1982), o ponto de partida deveria ser a última reorganização tectônica regional; BLENKINSOP (1986) sugeriu como marco inicial o estabelecimento do campo de *stress* contemporâneo, PAVLIDES (1989) propõe como referencial a orogênese final de uma região.

A INQUA mais uma vez procurou unificar o contexto, não fixando limites. O início dos movimentos tem idade variada de região para região, sendo que a maioria dos autores estabelece como data inferior o início do Neógeno, aproximadamente 20 milhões de anos

atrás. STEWART & HANCOCK (1994) ressaltam que o limite inferior não deve ser rígido (SALAMUNI 1998).

Segundo HASUI & COSTA (1990), o início das atividades neotectônicas no Brasil foi no Neógeno (Mioceno/Plioceno), estendendo-se até o Quaternário. Este marco inicial está associado com o processo de deriva do continente sul-americano, onde a mudança de regime distensivo correspondente à abertura oceânica foi substituído por um regime transcorrente, responsável pelas deformações intraplacas.

Os dados apresentados acima têm como objetivo situar o autor em relação ao tema. Para maiores detalhamentos, existe uma vasta bibliografia em língua portuguesa, como, por exemplo, HASUI (1990), MELO *et al.* (1990), SAADI (1993), HASUI & MIOTTO (1992), HASUI & COSTA (1996), SILVA (1997), SALAMUNI (1998), HIRUMA (1999), e GONTIJO (1999).

Inúmeros autores, entre eles STEWARD & HANCOCK (1994) e HASUI & COSTA (1996), citam o aspecto multidisciplinar que envolve a pesquisa neotectônica, ressaltando que nesta abordagem podem ser utilizados diversos campos das ciências, como por exemplo, geologia, geofísica e geoquímica, mas que não se deve perder de vista o fato de que os métodos e as técnicas utilizados devem estar de acordo com os objetivos da pesquisa.

A abordagem utilizada nesta tese baseia-se nos postulados da morfotectônica, na relação entre geologia estrutural e paisagem (HILSS 1956, *apud* STEWART & HANCOCK 1994). PANIZZA & PIACENTE (1978, *apud* SILVA 1997) citam exemplos de modificações causadas na paisagem por eventos neotectônicos:

- geológicas diretas: falhamentos, dobramentos, subsidência, soerguimento;
- geológicas indiretas: taxa de sedimentação variável;
- geomorfológicas diretas: subsidência, escarpas de falhas, movimentos de massa;
- geomorfológicas indiretas: onde a superfície leva algum tempo para responder a variação ocorrida – vales assimétricos, curvas dos canais fluviais, padrão de drenagem particular e aqueles onde a superfície adapta-se aos condicionantes estruturais.

ETCHEBEHERE (2000) faz uma oportuna distinção entre morfo-estrutural e morfotectônica :

O termo morfo-estrutural abrange aquelas feições passivas, eventualmente resultantes de uma deformação pretérita, e sobre cuja geometria os cursos d'água podem se moldar, fazendo com que o padrão local da rede de drenagem reflita a disposição dos corpos rochosos.(...), no que se refere a feições morfotectônicas, fica patente um liame entre a acomodação dos elementos da rede de drenagem e as deformações crustais síncronas, estabelecendo, assim, um caráter ativo para as feições prenunciadas.

COOKE (1990, *apud* SILVA 1997) apresentou uma lista com elementos geomorfológicos relacionados a eventos neotectônicos (TABELA 8.1).

TABELA 8.1 - Elementos geomorfológicos relacionados a eventos neotectônicos (SILVA 1997)

Indiretos
Respostas de canais de drenagem Mudanças da sinuosidade do rio à jusante Taxa de sedimentação Captura de drenagem Formação de lagos
Diretos
Linha de costa deformada ou deslocada Terraço aluvial deformado Segmentação de leque aluvial Deformação de leque aluvial Deslocamento de terraços datados Mudança na profundidade do lago Arqueamento de superfícies planálticas Escarpa de falha <i>Spur</i> facetas <i>Shutter e ridges</i> Separação de terraços de rios Rios reversos Deslocamento de construções humanas (cercas, trilhos etc)

Este capítulo procura abordar indícios de eventos neotectônicos na área de pesquisa e suas influências sobre os depósitos aluviais do alto rio Meia Ponte, utilizando-se a abordagem morfotectônica, por meio das características tectônicas da drenagem, dos

parâmetros morfométrico da drenagem , fator de assimetria da bacia de drenagem (HARE & GARDNER 1985) e fator de simetria topográfica transversal (COX 1994).

Inicialmente, é feita uma caracterização sismogênica da região Centro-Oeste, com a qual é possível verificar que a área de pesquisa encontra-se circundada por evidências de abalos sísmicos, conforme atestam as figuras que ilustram o item em consideração.

### **8.1 Caracterização Sismogênica da Região Centro-Oeste**

Vários autores desenvolveram pesquisas relacionadas às atividades sísmicas na região Centro-Oeste, dentre eles, VELOSO & MENDIGUREN (1980), BERROCAL *et al.* (1984), ASSUMPCÃO *et al.* (1989). HARALYI & HASUI (1985), a partir de dados gravimétricos, propuseram uma estruturação crustal para a região sul do Estado de Goiás. Para esta região, são propostas três zonas sismogênicas: Cuiabá, Porangatu (HASUI & MIOTTO 1988) e Passos, sendo que a área de pesquisa encontra-se entre as zonas sismogênicas Porangatu e Passos.

Para os estudos de impacto ambiental do AHE Corumbá IV (CTE 1999) foi realizada uma consulta ao *Catálogo Sismológico Brasileiro*, identificando-se sismos que ocorreram no território brasileiro entre 1724 e 1995 (FIGURA 8.1) e num raio de 1200, 800, 500 e 300Km do sítio da usina, sendo aqui reproduzidos aqueles localizados no raio de 300 e 500Km (FIGURAS 8.2 e 8.3). A bacia hidrográfica do rio Corumbá é contígua à do Meia Ponte, com as calhas fluviais apresentando um traçado muito parecido até desaguar no rio Paranaíba. As figuras mencionadas demonstram que a região onde está inserida a Bacia Hidrográfica do rio Meia Ponte apresenta uma relativa estabilidade sísmica, fato corroborado pelas FIGURAS 8.4 e 8.5 (CTE 1999).

No EIA/RIMA mencionado, os autores deram ênfase às intensidades VI e VII MM (Escala Modificada de Mercalli). Segundo eles, “são os menores índices (...) capazes de provocar danos em construções civis.” Ressaltam ainda que a sismicidade da região Centro-Oeste está relacionada à faixa de dobramentos Paraguai-Araguaia, destacando-se duas áreas, uma entre Cuiabá e Campo Grande e outra ao norte do estado de Goiás e sul do estado de Tocantins. Na conclusão do EIA/RIMA, os autores mencionam a baixa probabilidade de ocorrerem sismos na área da usina.

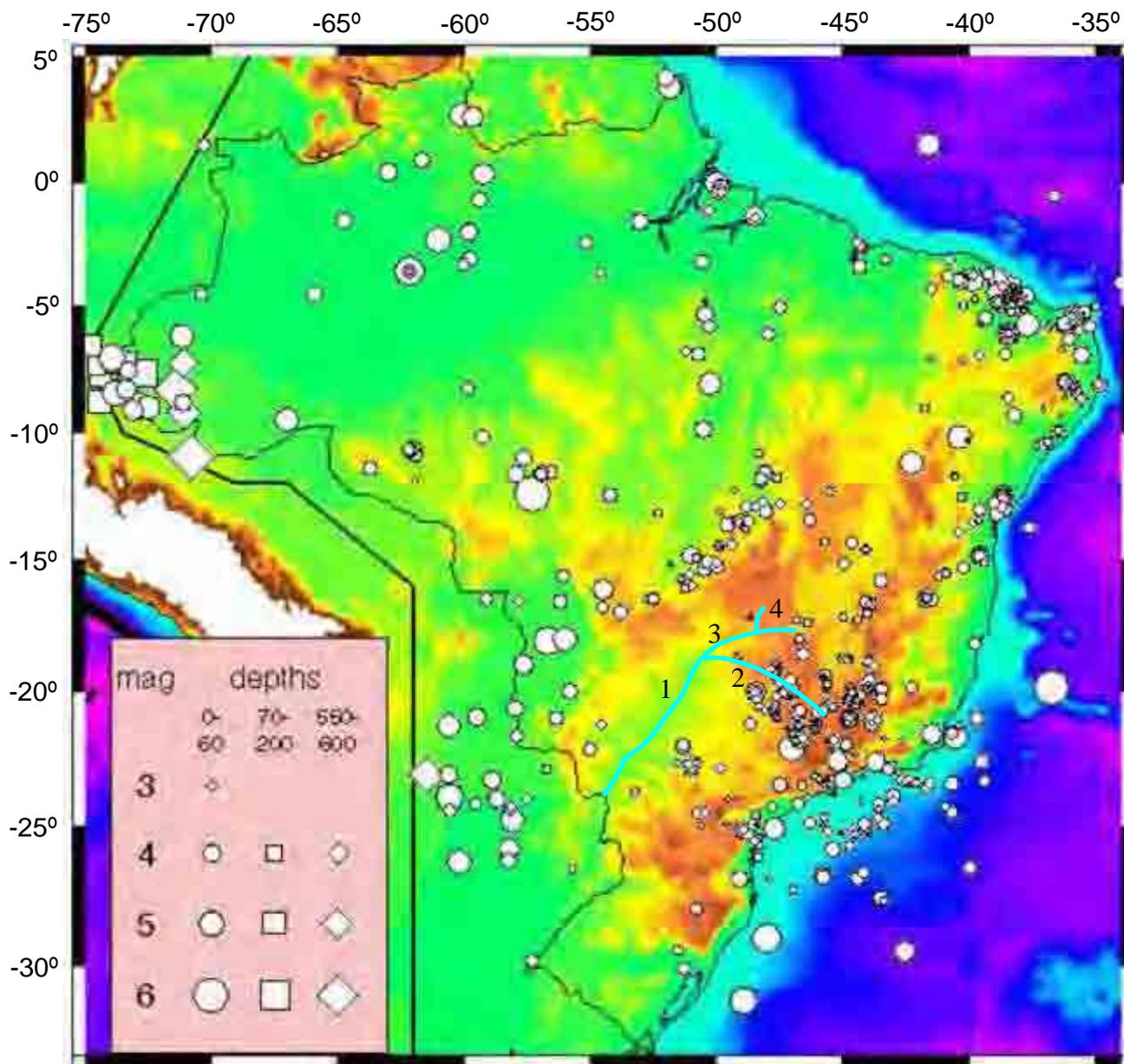


FIGURA 8.1 Sismos que ocorreram no território brasileiro entre 1724 e 1999.  
IAG - USP EARTHQUAKE CATALOG (1724 to 1995, magnitudes > 2.5) (Fonte: CTE 1999)

 Curso aproximado dos rios (1) Paraná, (2) Grande, (3) Paranaíba, (4) Meia Ponte

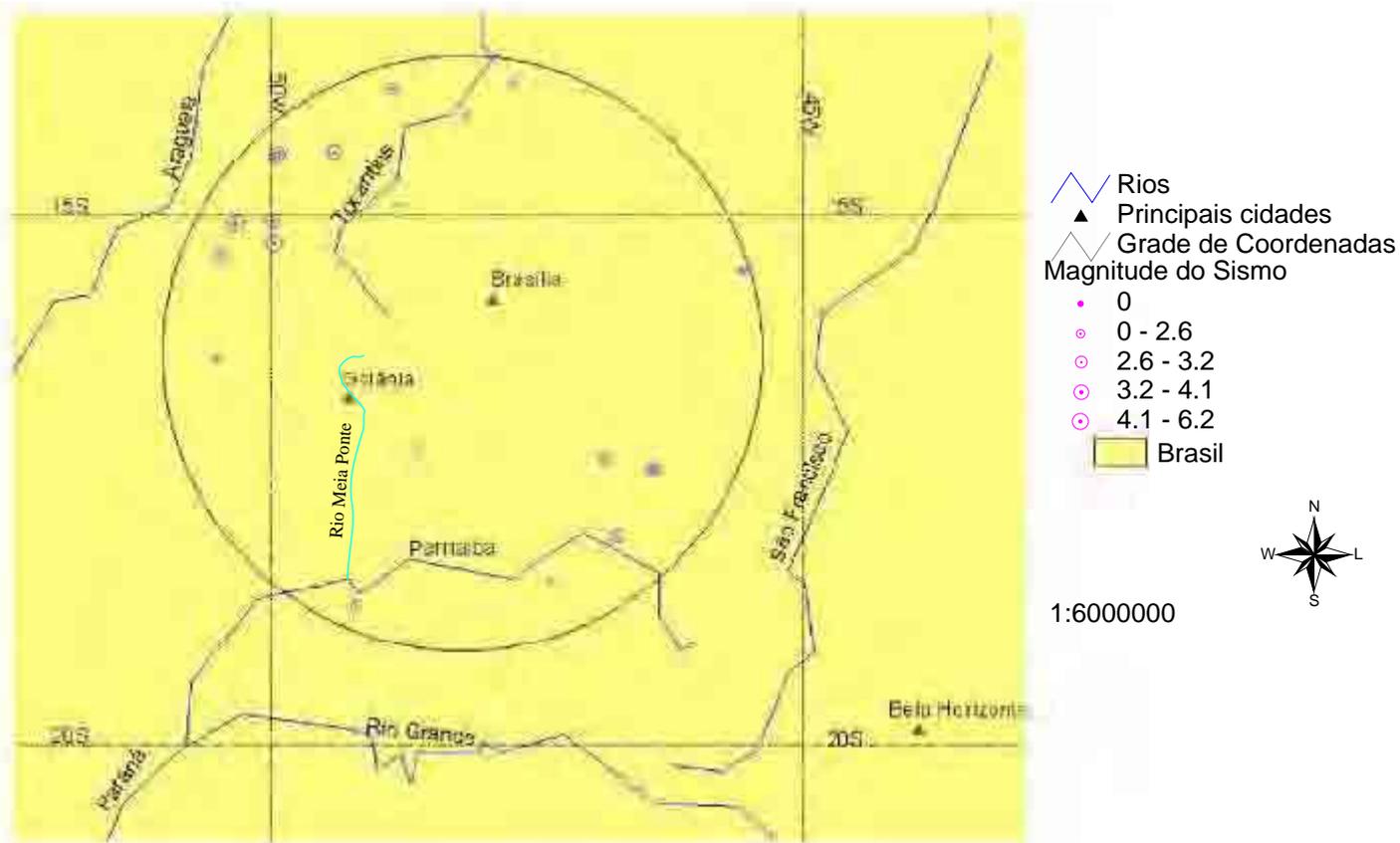


FIGURA 8.2- Sismos com epicentro até 300 km do AHE Corumbá (Fonte: CTE 1999)

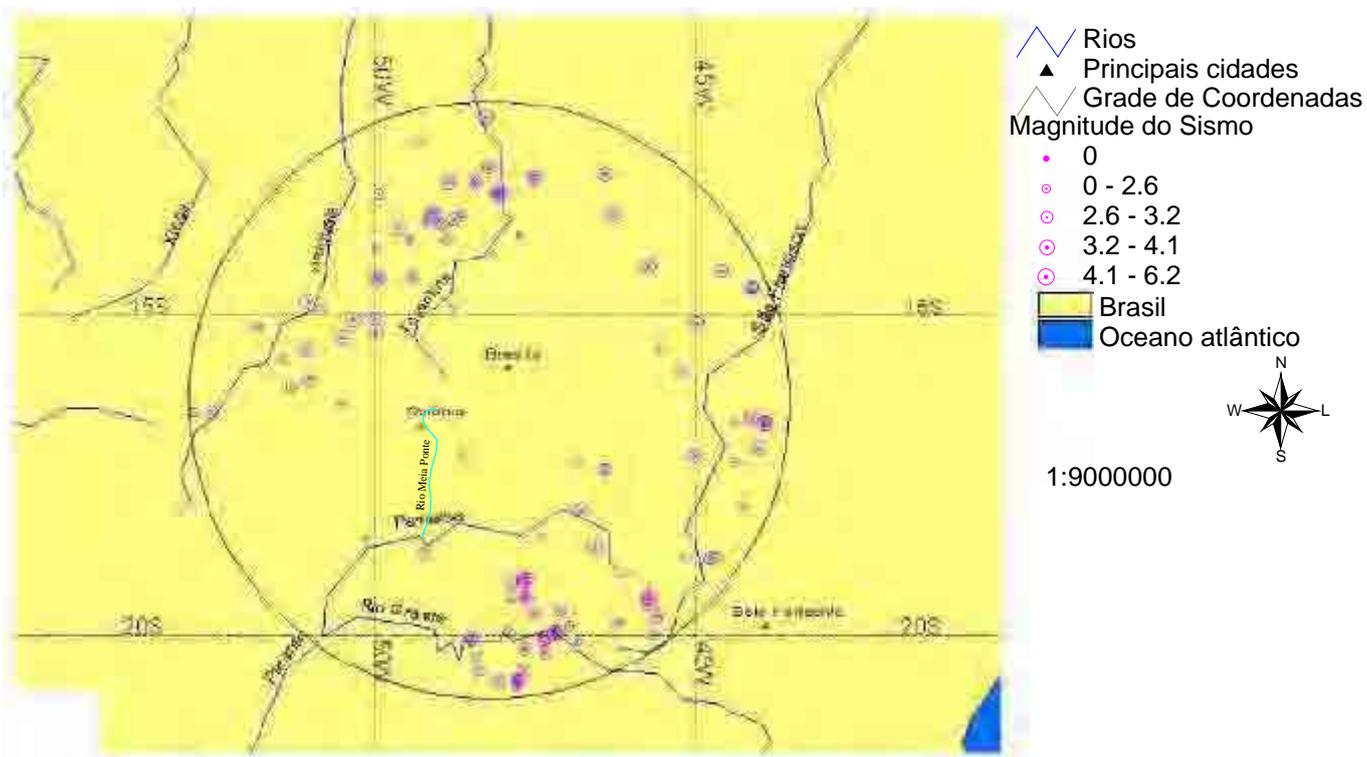


FIGURA 8.3- Sismos com epicentro até 500 km do AHE Corumbá (Fonte: CTE 1999)

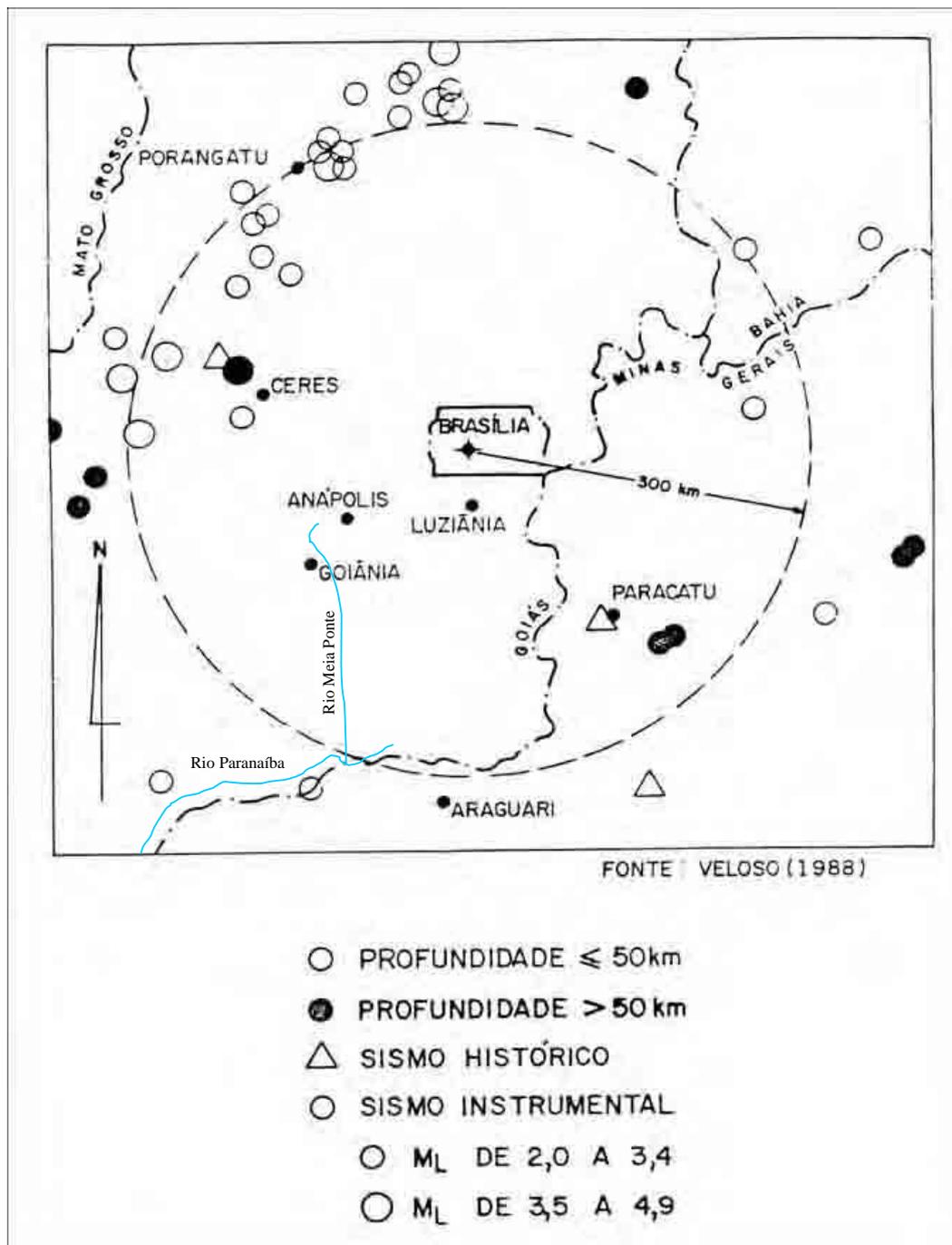


FIGURA 8.4. Sismicidade da região central do estado de Goiás. FONTE: CTE (1999)

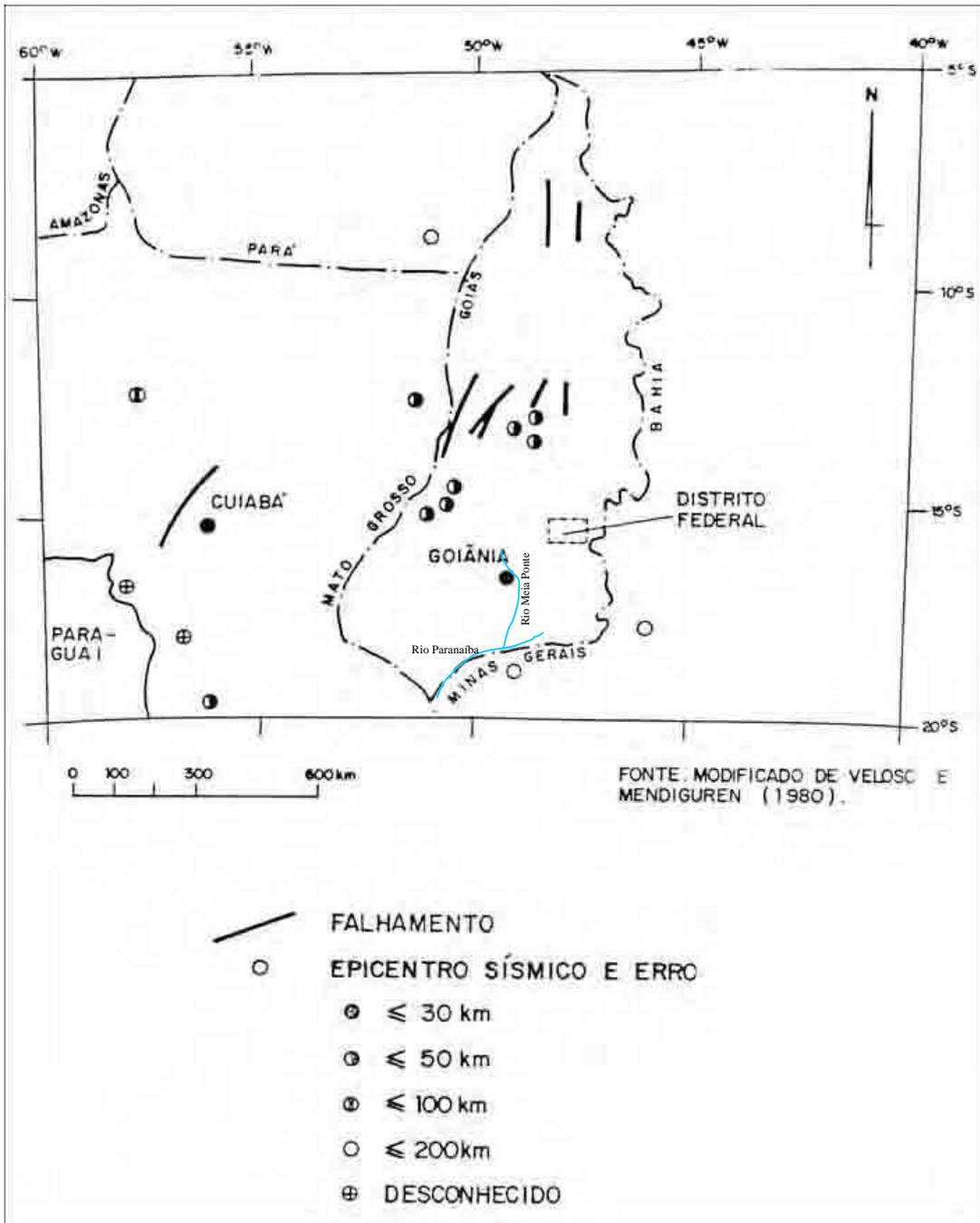


FIGURA 8.5 Sismicidade da região centro-oeste do Brasil. FONTE: CTE (1999)

## 8.2 Características Tectônicas da Drenagem

KELLER & PINTER (1996) salientam que os cursos d'água são bons indicadores de deformações crustais, uma vez que são sensíveis a estes processos, adaptando-se rapidamente às novas condições. Não obstante, os padrões de drenagem vêm sendo utilizados para identificar estruturas geológicas desde a década de 1930, destacando-se os trabalhos de ZERNITS (1932), HORTON (1945), STRAHLER (1952), HOWARD (1967) e RIVEREAU (1969).

HOWARD (*op. cit.*) ressalta a importância dos estudos da rede de drenagem na abordagem neotectônica. PANIZZA & PIACENTE (1978) indicam uma série de feições geomorfológicas correlacionáveis a atividades neotectônicas, dentre elas as curvas dos rios e a assimetria dos vales. STEWART & HANCOCK (1994), abordando as técnicas utilizadas para adquirir dados locais e regionais referentes a eventos neotectônicos, citam os índices morfométricos dos padrões de drenagem (regional) e as *fauld-generated landforms* (locais). JAIN (1980, *apud* PIRES NETO 1996) também apresenta indícios geomorfológicos de movimentos neotectônicos, ressaltando a abordagem aos vales fluviais.

Durante muito tempo prevaleceu a idéia de que as alterações nos traçados dos canais fluviais estariam relacionadas exclusivamente à variação da taxa sedimentação e do tipo de sedimento em suspensão (SCHUMM 1986). Posteriormente, com o desenvolvimento das pesquisas relacionadas à neotectônica e de experimentos em laboratório com sistemas fluviais, verificou-se que estas alterações podem estar relacionadas a eventos tectônicos, mas que, na maioria das vezes, ocorrem em consequência de fatores endógenos e exógenos.

OUCHI (1985) ao abordar as relações entre a morfologia dos canais e os movimentos tectônicos, acrescentou que *the main reason why tectonic movement has largely been ignored as a factor influencing river morphology and channel behavior is its slowness.*

Nesta relação entre padrões de drenagem e neotectônica destacam-se vários trabalhos, como PHILLIPS & SCHUMM (1987), SCHUMM (1993) e WESCOTT (1993).

Resumidamente, as feições estruturais de superfície e subsuperfície, ativas ou não, fornecem padrões característicos às drenagens, sendo, conforme já mencionado, uma ferramenta indispensável aos estudos referentes à neotectônica.

Os padrões básicos de drenagem aqui utilizados são aqueles de ZERNITS (1932, *apud* HOWARD 1967), quais sejam: dendrítico, paralelo, treliça, retangular, radial e anelar, complementado pelos tipos multibasinal e contorcido (HOWARD 1967). São utilizados também os padrões básicos modificados (HOWARD *op. cit.*): subdendrítico, pinado, anastomótico e distributário, modificados do padrão dendrítico; subparalelo e colinear, a partir do paralelo; treliça direcional, recurvado, em falha e em juntas a partir do treliça; angulado, a partir do retangular; centrípeto, a partir do radial (TABELA 8.2 e FIGURAS 8.6, 8.7 e 8.8 / ANEXO 8.1 a 8.4).

HOWARD (*op. cit.*) insere no contexto tectônico das drenagens as anomalias, considerando como tal as mudanças locais do padrão regional das drenagens, podendo estar relacionadas com eventos neotectônicos. O autor considera como anomalias as seguintes características relacionadas a sistema fluviais:

- variação abrupta na largura do canal e do vale (alargamento ou estreitamento);
- presença de pântanos e lagoas ou outras feições associadas a depressões fechadas;
- canal com segmentos retilíneos longos;
- surgimento de meandragões;
- segmento do canal com características de *braided*;
- canais apresentando curvas anômalas.

OUCHI (1985) realizou estudos experimentais com canais dos tipos entrelaçado e meandrante sujeitos a soerguimentos e subsidências (FIGURA 8.9 e 8.10). Algumas das observações do autor, assim como de SCHUMM (1986), estão mencionadas na TABELA 8.3.

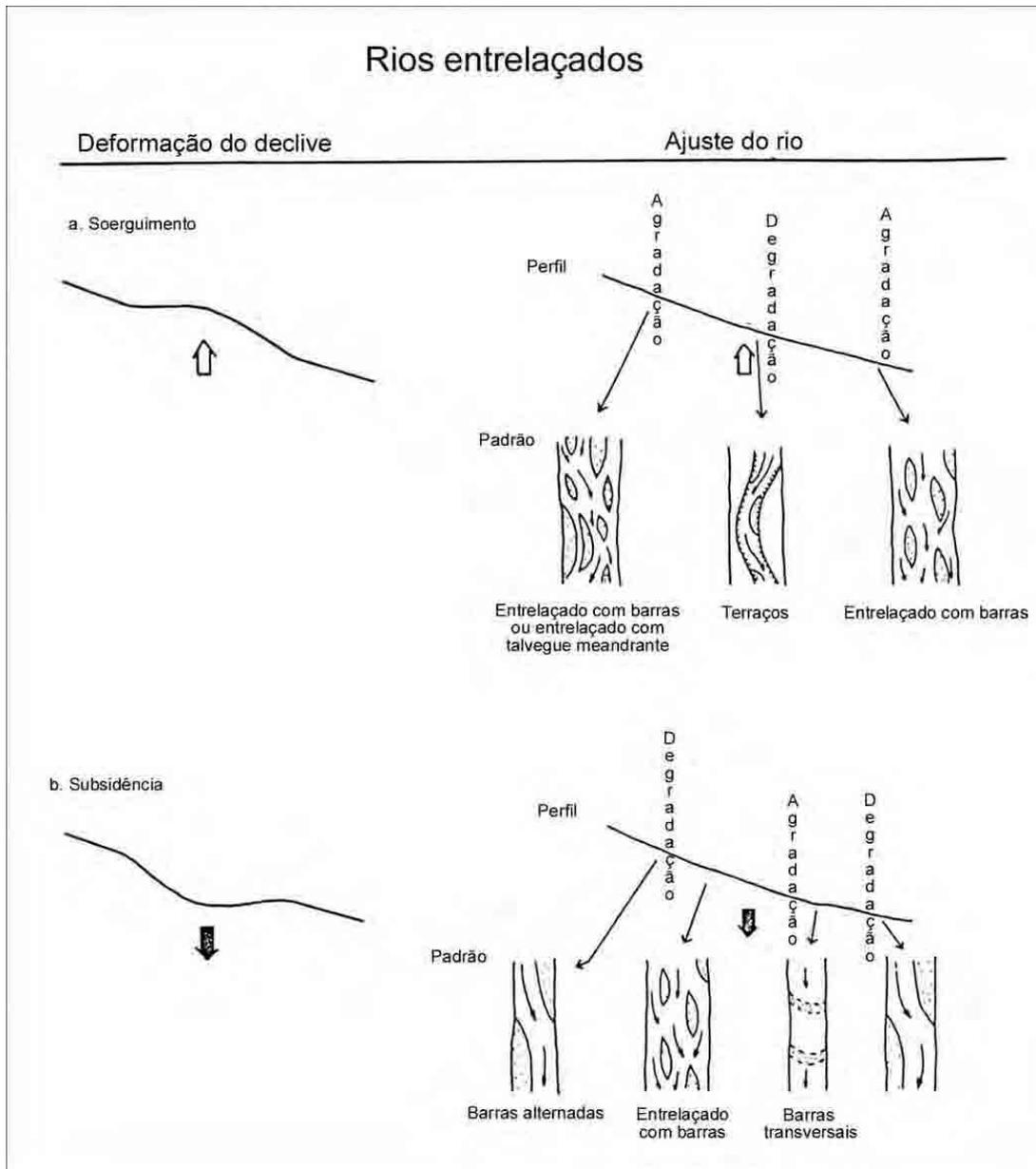


FIGURA 8.9. Ajustamento do canal de rios entrelaçados em casos de soerguimentos (A) e subsidência (B), OUCHI (1985).

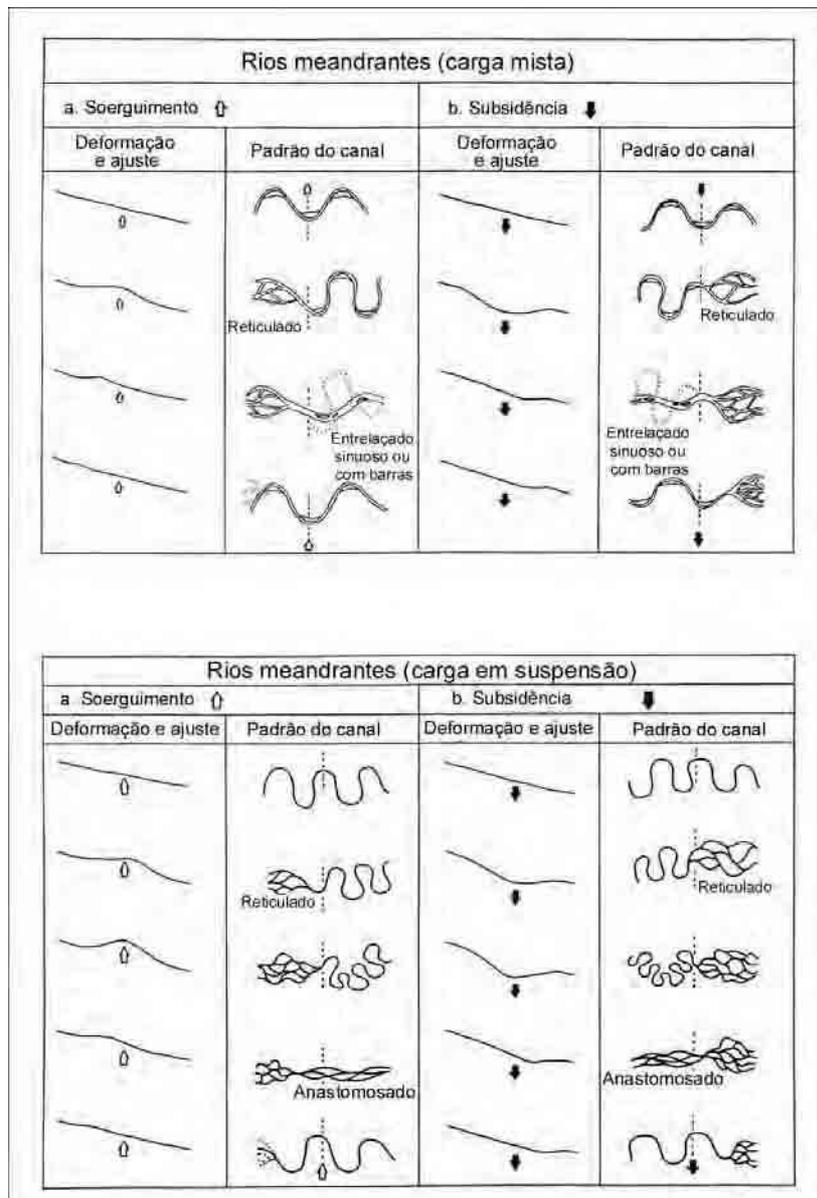


FIGURA 8.10 – Ajustamentos do canal de rios meandrantés com carga mista (A) e em suspensão (B) em consequência de soerguimentos e subsidência (OUCHI 1985).

TABELA 8.3 – Efeitos do soerguimento e subsidência em canais entrelaçados e meandranes. As zonas de deformação ativa (B) e (C), são separadas pelo eixo de deformação (E). As zonas (A) e (D) situam, respectivamente, à montante e a jusante da zona deformada (E). Modificado de OUCHI (1985) e SCHUMM (1986). Fonte : SILVA (1997)

Zona	CANAL ENTRELACADO		CANAL MEANDRANTE	
	Soerguimento	Subsidência	Soerguimento	Subsidência
A	Agradação,  Frequente Modificação no Talvegue	Degradação,  Destruição de Barras		
B			Agradação,  Talvegue Indistintamente Inundado, Depósitos de Argilas	Degradação,  Aumento da Sinuosidade, Erosão do banco e Crescimento das Barras de Pontal
E	Degradação  Formação de Terraços, Barras Simples	Agradação,  Padrão Entrelaçado com Barras Centrais		Agradação
C		Barras Transversais Inundadas	Degradação  Aumenta a Sinuosidade, Erosão do Banco com Crescimento de Barras de Pontal	Talvegues Indistintamente Inundados e Depósitos de Argila
D	Agradação  Padrão Entrelaçado com Barras Centrais	Degradação  Barras Alternadas	Agradação	

PHILLIPS & SCHUMM (1987) também realizaram experimentos em laboratório, evidenciando que o aumento da declividade de 1% para 5% em áreas com padrão dendrítico resulta sucessivamente nos padrões subdendrítico, subparalelo, paralelo e pinado.

PIRES NETO (1996) menciona que os padrões dos canais podem mudar mediante milimétricas deformações e basculamentos, estando estas diretamente relacionadas à energia e ao tamanho do sistema fluvial. O autor acrescenta também que movimentos neotectônicos de 10 mm anuais, em um prazo de dezenas a centenas de anos, podem afetar consideravelmente a declividade de um vale e, conseqüentemente, o padrão das drenagem e a morfologia dos canais.

OUCHI (1985) cita alguns autores que desenvolveram trabalhos com abordagem relacionadas à morfologia dos rios/canais e movimentos tectônicos, destacando-se WELCH (1973), que relacionou o decréscimo da sinuosidade em determinado ponto do *Red River*, no Canadá, como conseqüência do decréscimo da declividade do vale devido à isostasia, e BURNETT & SCHUMM (1983), que observaram mudanças no canal de correntes em áreas sujeitas a soerguimentos no sudeste dos Estados Unidos.

### 8.3 Aspectos Gerais do Rio Meia Ponte na Área em Pesquisa

A abordagem neotectônica aqui desenvolvida em busca de indícios tem como fator complicador o fato de a pesquisa ser realizada apenas no alto curso do rio Meia Ponte, praticamente a terça parte da bacia, fato que impede uma contextualização total da bacia e a utilização de algumas técnicas morfométricas, como o perfil longitudinal do vale e a relação declividade /extensão do curso d'água (RDE). Mesmo assim, as técnicas utilizadas permitem estabelecer algumas considerações sobre o tema.

O rio Meia Ponte tem seus primeiros 9Km com orientação NNE – SSW (trecho 1), passando para NNW - SSE, predominante, até a região à jusante de Goiânia, próximo à confluência com o córrego Vargem Bonita, 82 Km (trecho 2 ), onde sofre uma ligeira inflexão para N-S, 17 Km (trecho 3), retomando a orientação NNW – SSE até o limite da área de pesquisa, 12 Km (trecho 4). Com base nestes números, 78% do traçado do canal

encontra-se sob a orientação NNE – SSW. Estes dados e a observação do mapa geológico/estrutural evidenciam o forte condicionamento estrutural do rio.

Dentre as anomalias de drenagem mencionadas por HOWARD (1967), aquelas identificadas na área de estudo refere-se ao canal com segmentos retílineos longos, ao surgimento de meandros e a canais apresentando curvas anômalas, conforme as observações nos trechos 1, 2 e 3 (FIGURAS 8.11 a 8.14).

#### Trecho 2

O trecho 2 é condicionado por uma zona de cisalhamento de 60 Km que corta a Folha Goiânia (CPRM 199X) no sentido NNE – SSW, sendo que o canal do rio encontra-se encaixado nesta zona por aproximadamente 28Km. O índice de sinuosidade deste trecho é compatível com canais meandros. Entre o município de Inhumas e a confluência do rio com o córrego Cachoeira, à jusante do município de Brazabranes, o índice de sinuosidade é maior, havendo grande quantidade de meandros abandonados, resultantes da ação antrópica, consequência da intensa exploração de argila.

No trecho 2 foram identificados dois pontos considerados anômalos no traçado do rio, consequência do condicionamento estrutural do canal: a anomalia I corresponde a uma curva acentuada, condicionada por uma falha transcorrente dextral, havendo à jusante um segmento retilíneo de aproximadamente 1,5Km, delimitado por dois segmentos de canal com forte meandração. Este segmento retilíneo é condicionado por falhas ou zonas de cisalhamento aproximadas (FIGURA 8.11). Na anomalia II, que se prolonga até o início do trecho 3, os segmentos retilíneos e as curvas do canal estão condicionados a zonas de cisalhamento aproximadas e zonas de fraturas, com um segmento retilíneo definido por uma zona de cisalhamento aproximada (FIGURA 8.12).

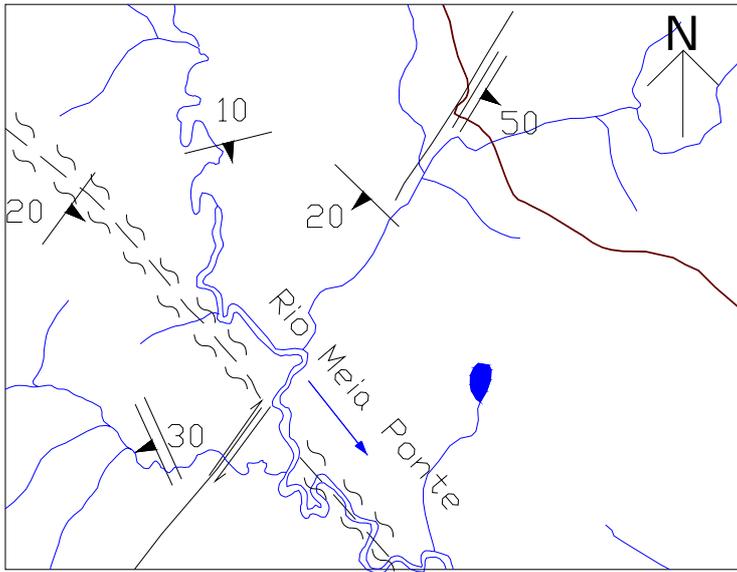


FIGURA 8. 11 – Anomalia de drenagem I – trecho 1.

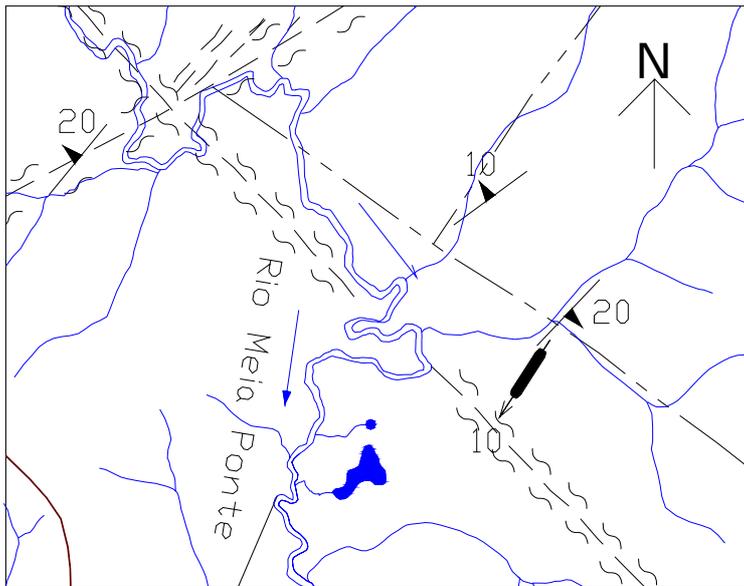


FIGURA 8.12 – Anomalia de drenagem II – trecho 2.



Trecho 3

A anomalia III evidencia um forte condicionamento do canal fluvial a zonas de fraturamento e cisalhamento (FIGURA 8.13).

Trecho 4

A anomalia IV mostra que o rio Caldas e a drenagem de segunda ordem afluente da margem direita do rio Meia Ponte encontram-se encaixadas em zonas de fratura ou cisalhamento, assim como o segmento retilíneo do canal, indicativo de um condicionamento estrutural (FIGURA 8.14).

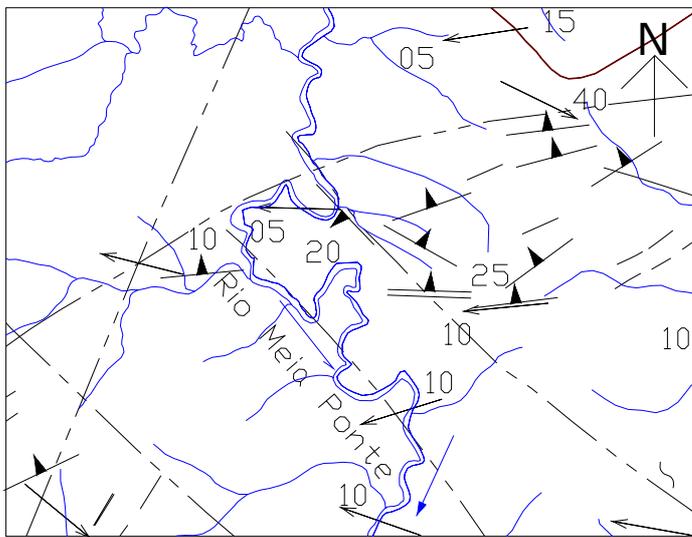


FIGURA 8.13 – Anomalia de drenagem III – trecho 3.

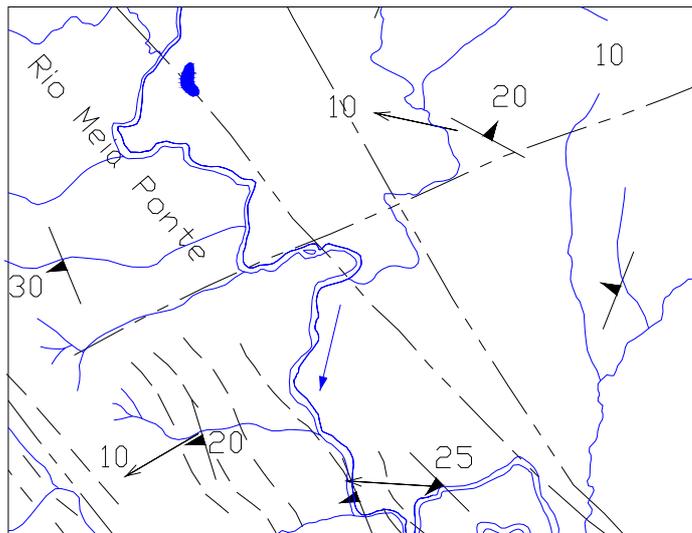
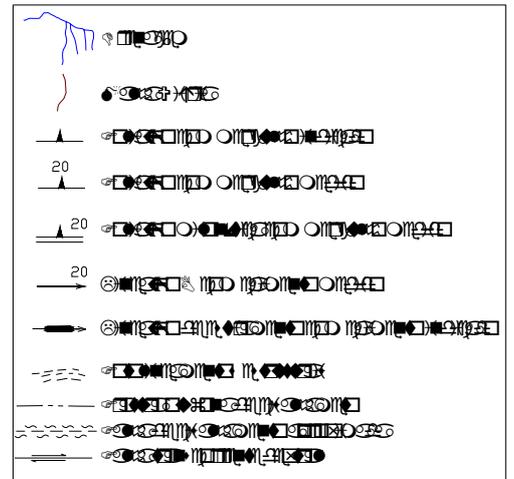


FIGURA 8.14 – Anomalia de drenagem IV – trecho 4.



Como exemplos do condicionamento estrutural da rede de drenagem, citam-se ainda o córrego Santo Antônio, com um segmento de 12Km; o ribeirão João Leite, 10 Km, e o córrego Capoeirão, 17 Km, todos encaixados em uma zona de cisalhamento aproximada.

O padrão de drenagem no alto curso da bacia hidrográfica do rio Meia Ponte é predominantemente retangular, resultante deste condicionamento estrutural e subordinadamente dendrítico (FIGURA 8.15/ENCARTE 8.1). O padrão retangular, segundo HOWARD (1967) está relacionado a juntas ou falhas em ângulo reto, enquanto o padrão dendrítico associa-se a rochas do embasamento, com resistência uniforme, além de declividade regional suave.

Na observação preliminar dos padrões de drenagem das folhas topográficas onde está inserida a bacia do rio Meia Ponte, verifica-se que existem segmentos de padrão anelar, tanto na área da bacia como fora. De acordo com HOWARD (1967), este padrão está relacionado a bacias, domos e *stocks*, podendo ser um ótimo indicador de deformação neotectônica. Na bacia em consideração, este padrão é consequência do sistema de fraturamento das rochas graníticas que afloram principalmente ao sul da cidade de Goiânia.

Uma outra abordagem realizada, que se utiliza das drenagens das cartas topográficas do alto rio Meia Ponte, é a correlação entre lineamentos de drenagem e estruturais, técnica muito utilizada na análise morfo-estrutural. Os diagramas de rosetas dos lineamentos de drenagem de primeira (FIGURA 8.16) e de segunda ordem (FIGURA 8.17) são semelhantes entre si e obedecem ao mesmo padrão dos diagramas dos lineamentos estruturais da área (FIGURA 8.18). A TABELA 8.4 apresenta uma quantificação das drenagens por folha topográfica.

TABELA 8.4 – Drenagens de primeira e segunda ordens por folhas topográficas

Cartas topográficas / drenagens	1 ordem	2 ordem	Sub-total
Anápolis	2429	546	2975
Goiânia	1655	444	2099
Nazário	1134	300	1434
Itaberaí	2680	640	3320
Leopoldo de Bulhões	2107	647	2754
Nerópolis	2165	540	2705
Total	12170	3117	15287

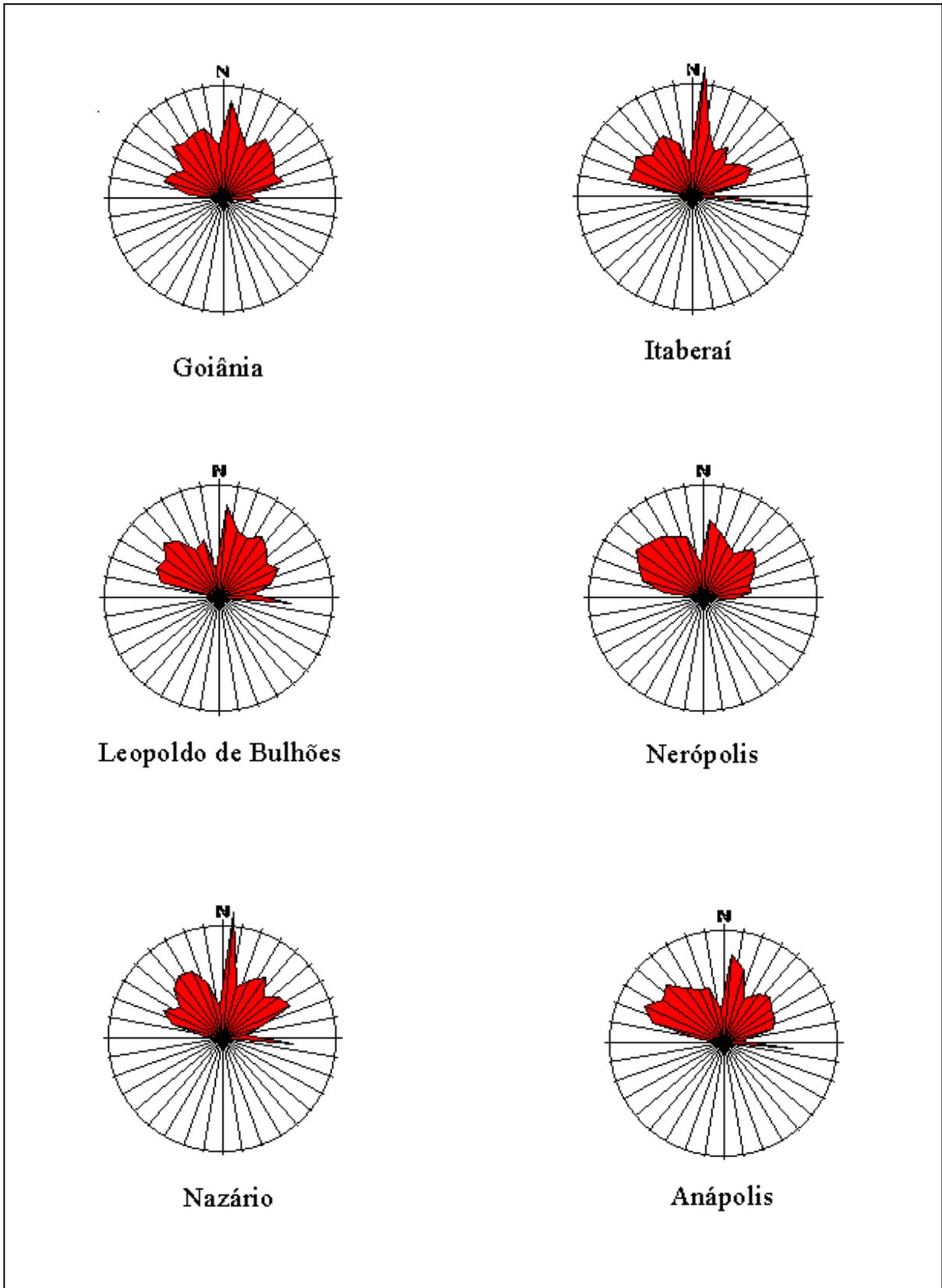


FIGURA 8.16.– Lineamentos de drenagem de 1ª ordem por folha topográfica

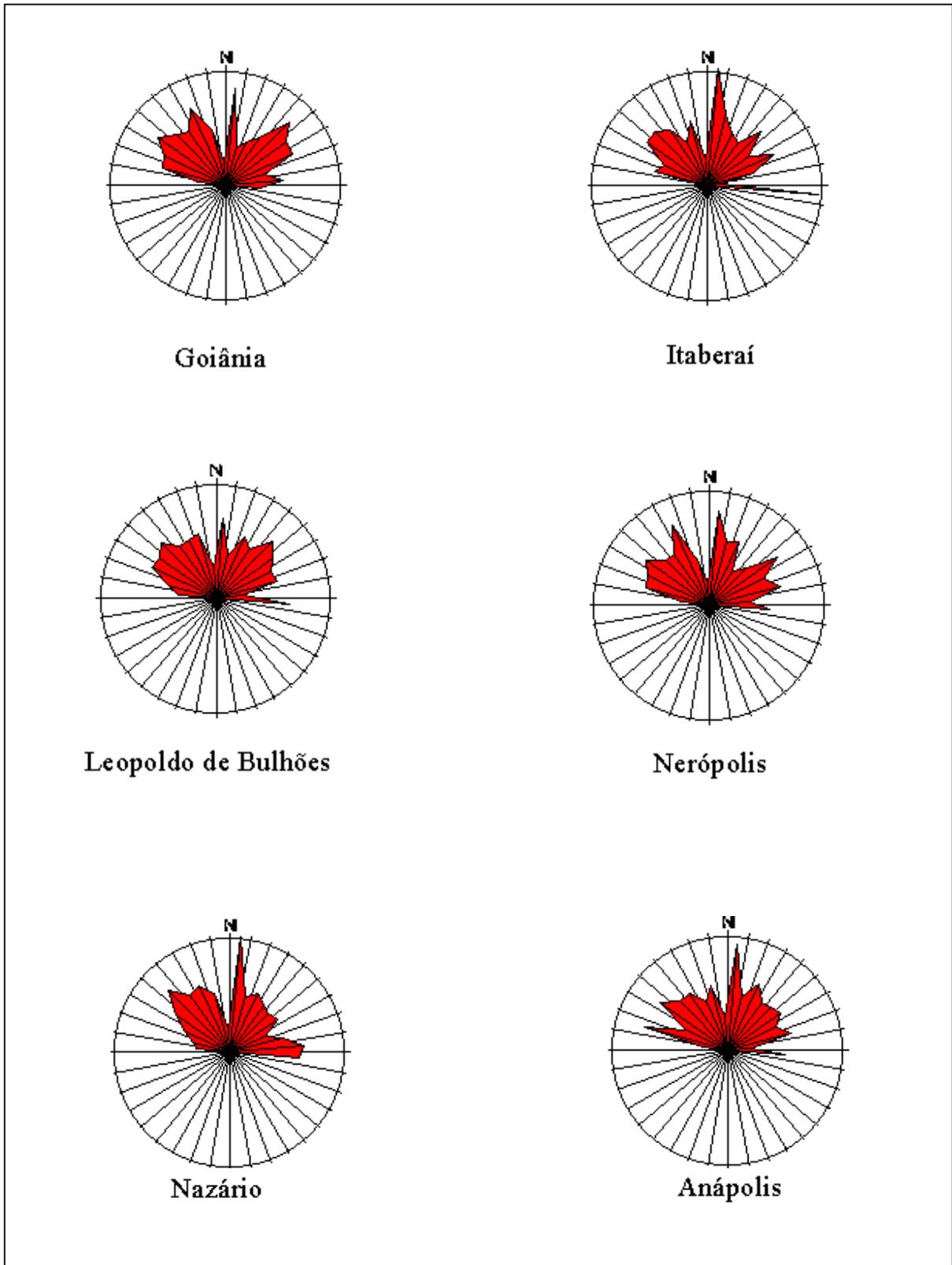


FIGURA 8.17. – Lineamentos de drenagem de 2ª ordem por folha topográfica

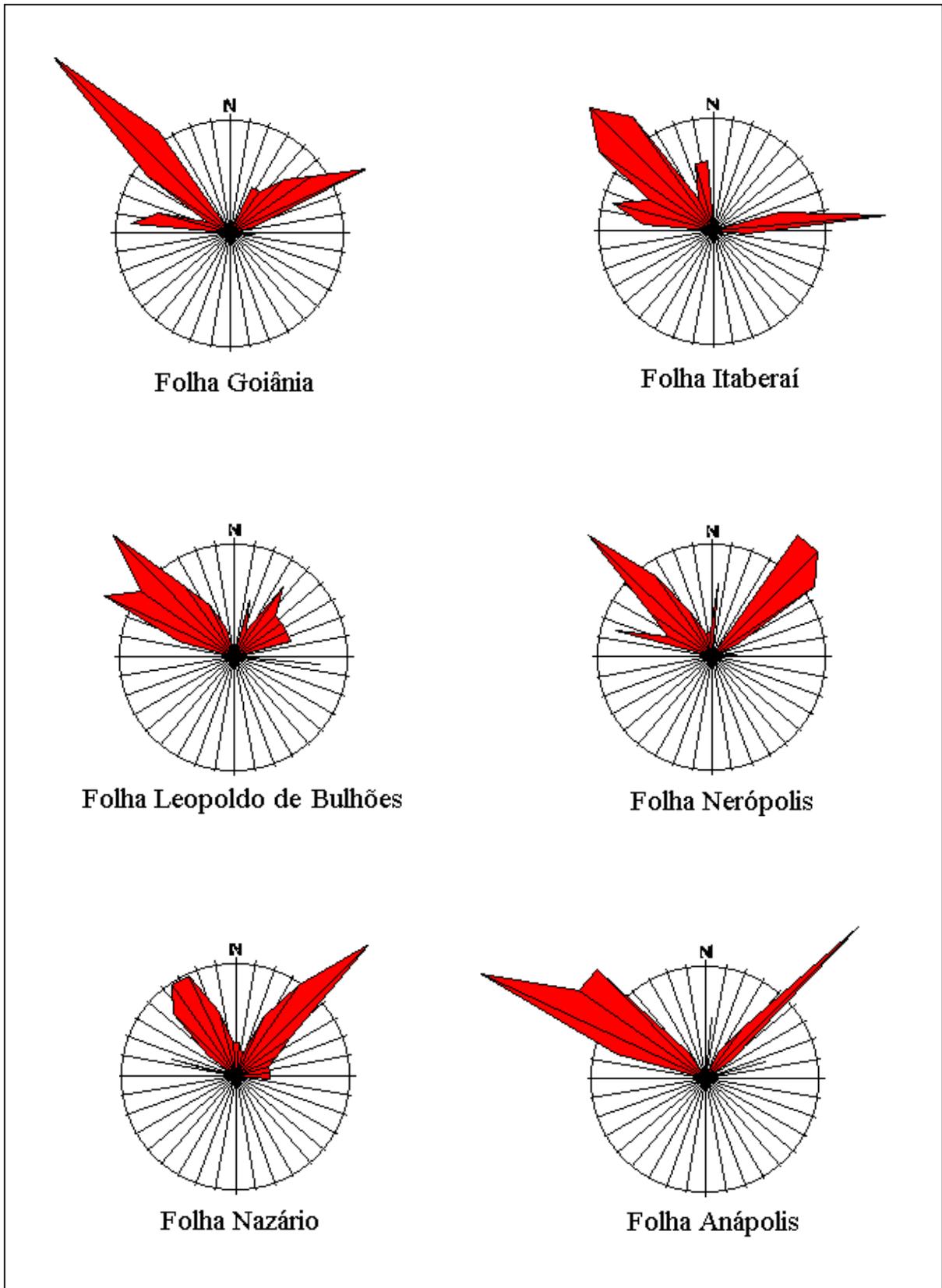


FIGURA 8.18 – lineamentos estruturais (Fonte: CPRM 1994 a, b, c, d, e, 1997)

Algumas drenagens, principalmente as de primeira e de segunda ordens apresentam segmentos deslocados, tanto no sentido horário quanto no sentido anti-horário. Esse deslocamento pode ser consequência de uma tectônica ressurgente (reativação).

Aparentemente as rosetas mostram uma correlação entre as drenagens de 1ª e 2ª ordens com os traços de fratura. Indicam também que estes traços definem três grandes zonas de tensão e portanto de problemas de estabilidade. A primeira marcadamente entre N30-45W, a segunda entre N45-60W e a terceira de menor intensidade entre N70-80W.

#### 8.4 Fator de Assimetria da Bacia de Drenagem<sup>1</sup>

Os valores obtidos para as 32 sub-bacias do alto rio Meia Ponte estão apresentados na TABELA 8.5 / ANEXO 8.5, segundo procedimentos metodológicos mencionados no Capítulo 2. Com base nestes dados, verifica-se que 18 (56,25%) sub-bacias apresentam indícios de estarem medianamente afetadas por tectonismo, três (9,4%) muito afetadas, destacando-se entre as muito afetadas o ribeirão Anicuns e os córregos São Domingos e Quilombo, sete (21,9%) pouco afetadas e quatro (12,5%) pouquíssimo afetadas. Os critérios adotados quanto a intensidade também constam na tabela acima mencionada.

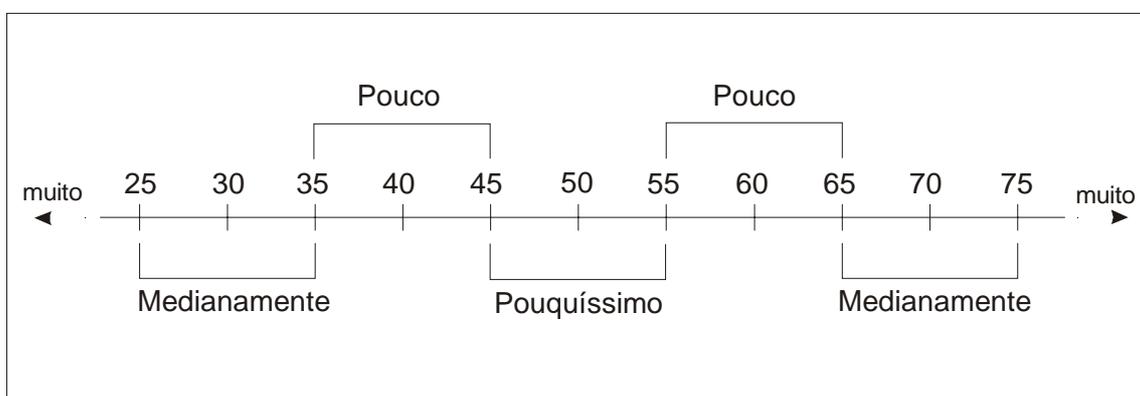


FIGURA 8.19 – Escala de intensidade para o FABD

<sup>1</sup> Dado pela fórmula:  $FA = 100 (Ar/At)$ , em que FA é o fator de assimetria; Ar corresponde à área da margem direita do curso d'água sentido jusante e At refere-se à área total da bacia.

## 8.5 Fator de Simetria Topográfica Transversal

Esta técnica, proposta por COX (1994), foi denominada como “ fator de simetria topográfica transversal” por SALAMUNI (1998) e como “índice de assimetria” por ETCHEBEHERE (2000). Foram utilizadas as mesmas sub-bacias do “ fator de assimetria da bacia de drenagem”, adotando-se um espaçamento de 2Km entre os perfis. Os dados referentes às sub-bacias do alto rio Meia Ponte estão apresentadas na TABELA 8.6/ANEXO 8.6, assim como os critérios relativos à intensidade do tectonismo.

Os dados produzidos pela presente técnica indicam que duas (6,45%) sub-bacias apresentam indícios de terem sido medianamente perturbadas por tectonismo, 21 (67,7%) indícios de pouco afetadas e oito (25,8) pouquíssimo perturbadas.

A TABELA 8.7 sintetiza os dados referentes aos fatores de simetria topográfica transversal (FSTT) e de assimetria da bacia de drenagem (FABD) para cada sub-bacia, indicando a intensidade da ação tectônica (FIGURA 8.15/ENCARTE 8.1).

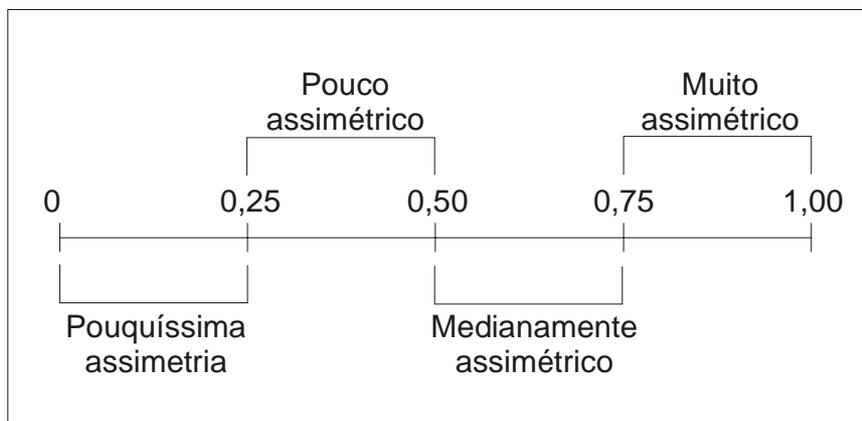


FIGURA 8.20 - Escala de intensidade para o FSTT

TABELA 8.7 – Índices obtidos para o FSTT e FABD com intensidades correspondentes e intensidade média<sup>2</sup>.

Sub-bacias	FSTT (1)	Intensidade (1)	FABD (2)	Intensidade (2)	Intensidade média
01 Rio Inhumas	0,27	Pouco	34,68	Medianamente	Medianamente
02 – Córrego Quilombo	0,46	Pouco	79,15	Muito	Muito
03 – Córrego Capoeirão	0,17	Pouquíssimo	68,06	Medianamente	Medianamente
04 – Ribeirão Cachoeira	0,35	Pouco	31,92	Medianamente	Medianamente
06 – Córrego Cateés	0,60	Medianamente	70,70	Medianamente	Medianamente
07 – Córrego do Meio	0,25	Pouquíssimo	49,21	Pouquíssimo	Pouquíssimo
09 – Córrego das lajes	0,30	Pouco	41,08	Pouco	Pouco
10 – Córrego Cerradinho	0,32	Pouquíssimo	67,31	Medianamente	Medianamente
11 – Córrego Maria da Silva	0,46	Pouco	72,74	Medianamente	Medianamente
12 – Córrego Três Morros	0,47	Pouco	60,32	Pouco	Pouco
13 – Córrego Barreiro	0,30	Pouco	64,68	Pouco	Pouco
14 – Córrego Guapeva	0,33	Pouco	54,95	Pouquíssimo	Pouco
15 – Córrego da Grama	0,37	Pouco	31,94	Medianamente	Medianamente
16 – Córrego Conceição		Pouco	57,07	Pouco	Pouco
17 – Córrego sem nome	0,25	Pouquíssimo	33,92	Medianamente	Medianamente

<sup>2</sup> Refere-se à intensidade obtida levando-se em consideração as duas técnicas utilizadas. Quando os índices não são os mesmos nas duas técnicas, manteve-se o maior.

Continuação da TABELA 8.7 - Índices obtidos para o FSTT e FABD com intensidades correspondentes e intensidade média

18 – Córrego Do Meio	0,4	Pouco	32,99	Medianamente	Medianamente
19 – Córrego Capivara	0,2	Pouquíssimo	38,94	Pouco	Pouco
20 – Ribeirão João Leite	0,2	Pouquíssimo	32,43	Medianamente	Medianamente
21 – Córrego Ladeira	0,4	Pouco	51,10	Pouquíssimo	Pouco
22 – Córrego Lajeado Capoeirão	0,64	Pouco	26,02	Medianamente	Medianamente
24 – Córrego Vargem Bonita	0,35	Pouco	32,97	Medianamente	Medianamente
25 – Rio Caldas	0,45	Pouco	66,51	Medianamente	Medianamente
26 – Ribeirão Aborrecida	0,46	Pouco	31,52	Medianamente	Medianamente
29 – Córrego Santo Antônio	0,24	Pouquíssimo	41,12	Pouco	Pouco
30 – Córrego das Lajes	0,43	Pouco	74,37	Medianamente	Medianamente
32 – Córrego São Domingos	0,33	Pouco	78,40	Muito	Muito
33 – Ribeirão Caveirinha	0,4	Pouco	34,50	Medianamente	Medianamente
34 – Ribeirão Anicuns	0,62	Medianamente	82,23	Muito	Muito
40 – Córrego do Cemitério	0,48	Pouco	33,93	Medianamente	Medianamente
41 – Córrego Saleiro	0,43	Pouco	64,48	Pouco	Pouco
45 – Córrego Boa Vista	0,23	Pouquíssimo	49,26	Pouquíssimo	Pouquíssimo
47 – Córrego Mato Grande	0,48	Pouco	74,98	Medianamente	Medianamente

Após a unificação dos dados obtidos por FABD e FSTT, verifica-se que 17 (53,12%) sub-bacias apresentam-se medianamente afetadas, 10 (31,25%) pouco afetadas, três (9,4%) muito afetadas e duas (6,25%) pouquíssimo afetadas.

## **8.6 Parâmetros Morfométricos da Drenagem**

ETCHEBEHERE (2000) apresenta algumas técnicas, utilizando dados morfométricos de drenagens para identificação de eventos neotectônicos. Nas considerações preliminares, o autor menciona dois fatos extremamente importantes referente aos procedimentos utilizados: (a) ao considerar que as abordagens comumente utilizadas em estudos neotectônicos são dispendiosas, necessitando de equipamentos computacionais, imagens de sensores remotos e produtos gráficos e (b) que a técnica proposta possibilita “uma avaliação rápida, eficaz e de baixo custo de aplicação” , somando-se a outras técnicas para compor uma linha de “ convergência de evidências.”

CHRISTOFOLETTI (1969) foi o pioneiro no Brasil quanto à abordagem de parâmetros morfométricos areal, linear e hipsométrico dos cursos d`água, tendo utilizado-os para a interpretação do substrato geológico; portanto, uma abordagem morfo-estrutural. ETCHEBEHERE (*op. cit.*) menciona que a utilização de parâmetros morfométricos de drenagem em termos morfotectônicos teve como principais autores VOLKOV *et al.* (1967), BJORNBERG (1969 a, b), HACK (1973), BURNETT & SCHUMM (1983) e MAYER (1992).

Com base nas técnicas apresentadas por ETCHEBEHERE (*op.cit*), utiliza-se nesta tese o perfil longitudinal do rio. As demais abordagens propostas pelo autor sofrem sérias restrições quanto à aplicabilidade na área em pesquisa, principalmente em decorrência da base topográfica disponível (escala 1:100.000).

### **8.6.1 Perfil Longitudinal**

O perfil longitudinal dos rios é um dos instrumentos comumente utilizados para evidenciar as características morfométricas das drenagens. Para a confecção deste perfil, elabora-se um gráfico cartesiano. Em suas abcissas, coloca-se a extensão do curso d`água, a partir da cabeceira, e nas ordenadas as altitudes correspondentes. Os gráficos elaborados resultam em curvas cuja concavidade está voltada para cima (ETCHEBEHERE *op. cit.*).

Segundo SCHUMM (1986) e MCKEOWN *et al.* (1988) alterações nas curvas do perfil longitudinal dos rios podem ser interpretadas como resultantes de deformações tectônicas.

Um dos princípios mais importantes relacionados à utilização do perfil longitudinal é o equilíbrio do curso, ou curso equilibrado, *graded stream*, conforme MACKIN (1948). Segundo CHRISTOFOLETTI (1981), quem primeiro utilizou o termo *graded stream* foi Grove K. Gilbert, em 1887. A partir de MACKIN (*op. cit.*), alguns autores conceituaram “curso graduado”, entre eles MORISAWA (1968), LEOPOLD & BULL (1979), SUGUIO & BIGARELLA (1990). Para LEOPOLD & BULL (*op. cit.*) *graded stream* é:

*one in which, over a period of years, slope, velocity, depth, width, roughness, pattern, and channel morphology delicately, and mutually adjust to provide the power and efficiency necessary to transport the load supplied from the drainage basin without aggradation or degradation of the channels*

Em um curso graduado, segundo SUGUIO & BIGARELLA (1990), “a inclinação do perfil acentua-se em direção às cabeceiras e decresce à medida que o rio se aproxima da foz”, notadamente semelhante a uma curva logarítmica. Este é o perfil teórico de uma corrente em equilíbrio: um rio estará mais em equilíbrio quanto mais seu perfil aproximar-se deste perfil. Em alguns casos, o perfil longitudinal poderá apresentar quebras ou rupturas na linha da declividade, em consequência de eventos tectônicos, substrato rochoso heterogêneo e/ou em razão da confluência com outros cursos d’água. Alguns autores como SHEPPARD (1985), consideram inoportuno o uso de uma curva representando o perfil de um rio.

A FIGURA 8.21 apresenta o perfil longitudinal do rio do Peixe (ETCHEBEHERE 2000) o qual, segundo este autor, “encontra-se, *grosso modo*, equilibrado”. O autor evidencia quebras ou rugosidades no perfil quando se utiliza um gráfico com escala logarítmica nas abcissas, detectando “segmentos de comportamento anômalo” a 35Km e 90 Km da nascente. A elaboração de um gráfico com a extensão linear do vale nas abcissas e ordenadas com altitudes e de um gráfico onde as abcissas contêm a extensão representada na escala logarítmica e as altitudes nas ordenadas, justapostas à função linear de cada curva, indicou duas áreas de anomalia, a primeira relacionada à sutura Ribeirão Preto Lineamento Guapiara e a segunda à sutura Presidente Prudente.

A FIGURA 8.22 evidencia perfis longitudinais de alguns rios localizados nas montanhas Ozark, Estado do Arizona (EUA), localizados nas proximidades da Zona Sismogênica de New Madrid. Observa-se que o perfil longitudinal dos rios está longe do padrão de curso equilibrado mencionado anteriormente, em consequência de deformações ocorridas no substrato por eventos neotectônicos.

O perfil longitudinal dos rio Corumbá (FIGURA 8.23) evidencia quebras significativas na linha de declividade 50 Km a jusante do limite do reservatório e próximo ao eixo desta usina. O perfil foi elaborado a partir de base cartográfica na escala 1:100.000, desaconselhável para tal objetivo, mas única disponível. Na mesma figura observam-se os perfis dos córregos Taquara e Roncador, sendo que o córrego Taquara apresenta leve quebra de declividade a 1300m da nascente.

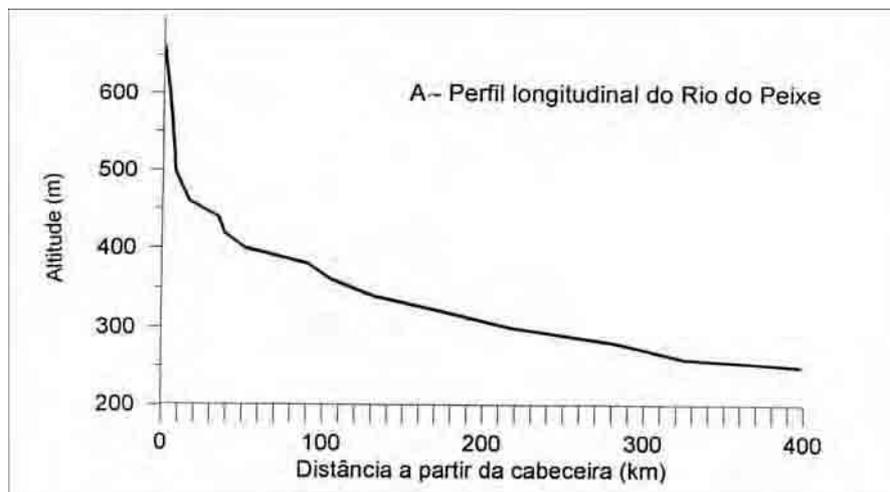


FIGURA 8.21. Perfil longitudinal do rio do Peixe/SP (ETCHEBEHERE 2000).

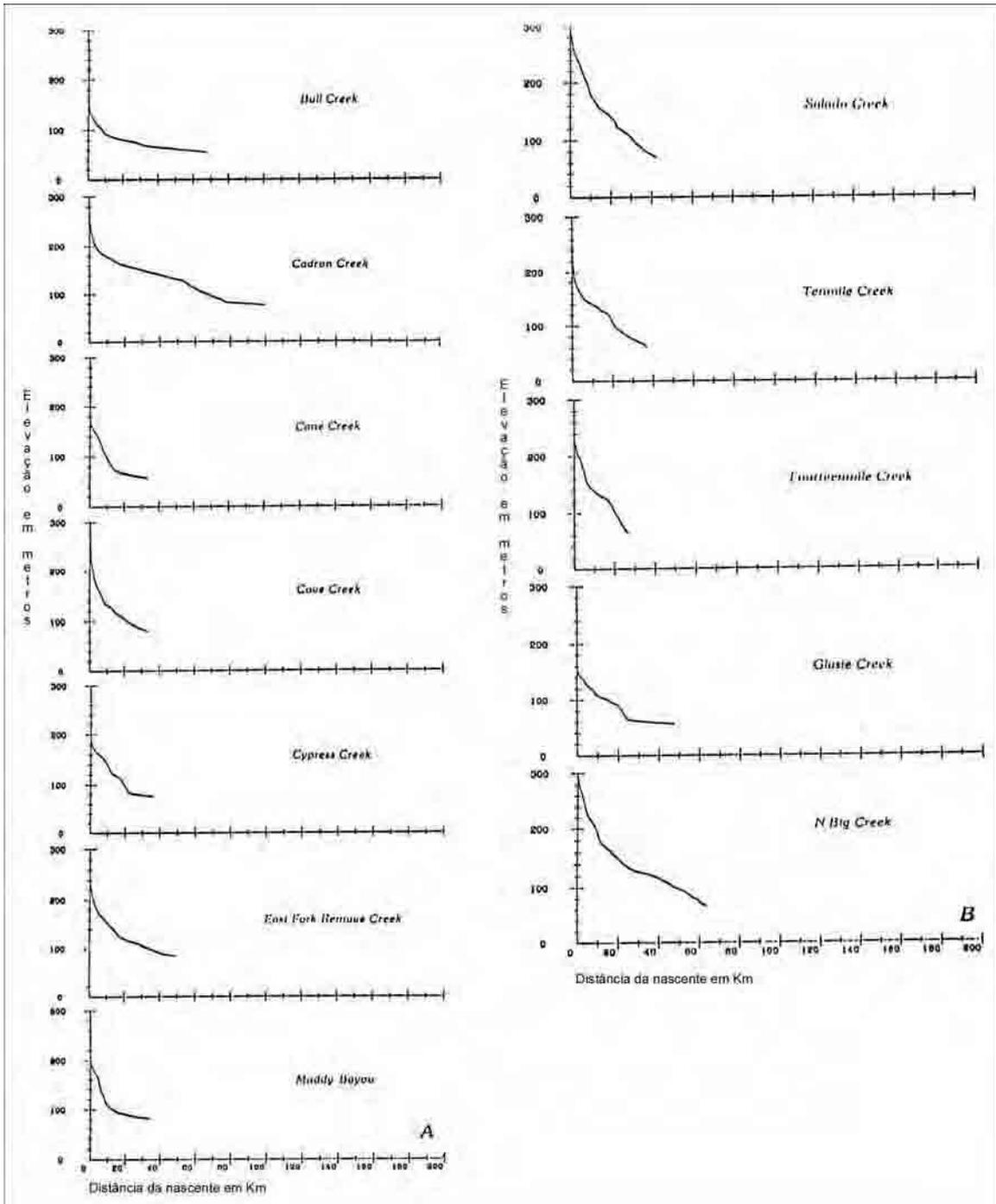
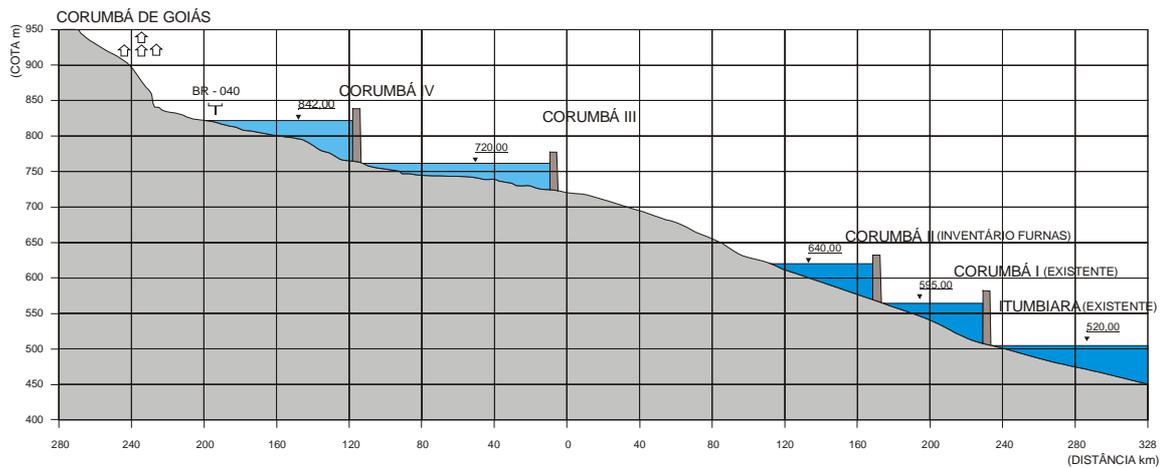
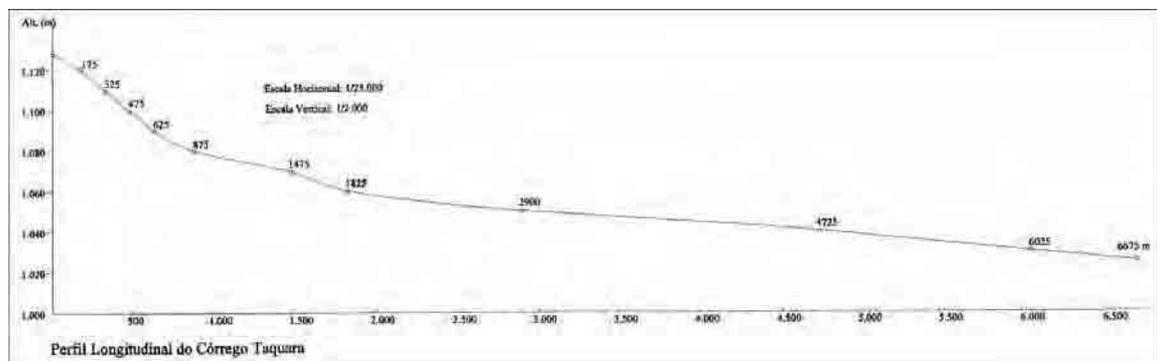


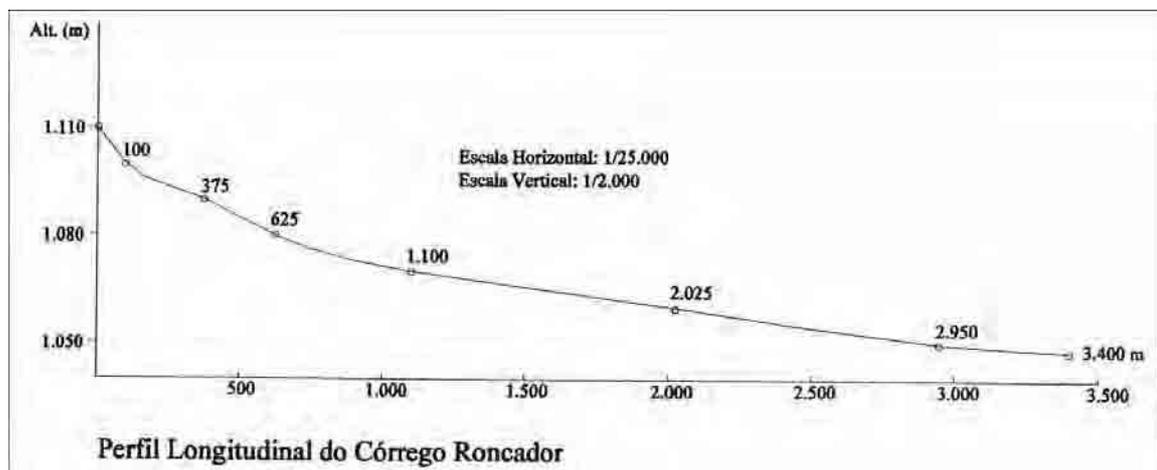
FIGURA 8.22. Perfis longitudinais de alguns rios localizados nas montanhas Ozark, Estado do Arkansas (E.U.A.) (MCKEOWN *et al.* 1988).



(a)



(b)



(c)

FIGURA 8.23. Perfis longitudinais do rio Corumbá (a), paralelo ao Meia Ponte (CTE 1999) e córregos Taquara (b) e Roncador (c), localizados no Distrito Federal (MAMEDE 1999).

### 8.6.1.1 O perfil longitudinal do rio Meia Ponte

O perfil longitudinal do rio Meia Ponte foi elaborado a partir da base cartográfica em escala 1: 100.000, útil para o procedimento adotado tendo permitido a identificação de pequenas quebras na linha de declividade. Tentou se elaborar um perfil longitudinal do canal do rio Meia Ponte apenas para a área urbana de Goiânia, utilizando-se a base cartográfica na escala 1:40.000, mas a imprecisão desta base impossibilitou tal iniciativa (FIGURA 8.24).

Não considerando o trecho correspondente a nascente do rio Meia Ponte, a análise do perfil longitudinal não apresenta quebras na linha de declividade, acentuadamente a 40, 70, 100, 270 e 550 km da nascente. Talvez, com a utilização de uma base cartográfica nas escalas 1:25.000 ou 1:50.000 as quebras pudessem ser melhor observadas.

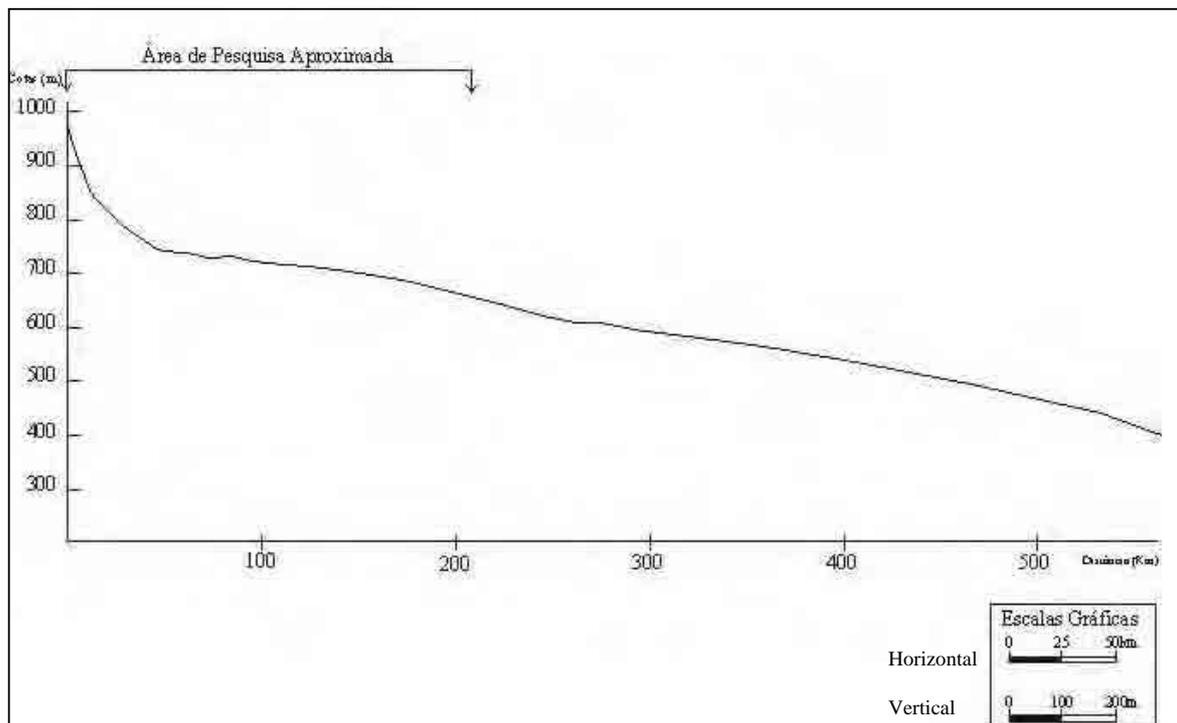


FIGURA 8.24. Perfil longitudinal do rio Meia Ponte.

## 8.7 O Quadro de Evidências Neotectônicas da Área de Pesquisa

IANHEZ *et al.* (1983) afirmam que o comportamento dos rios da *Folha Goiânia SE-22*, mais precisamente padrão direcional, aluviões descontínuos e pouco expressivos, deve-se a um controle estrutural e a eventos tectônicos recentes.

MEMEDE (1999) ressalta a participação da tectônica recente – neotectônica – na bacia do córrego Taquara, no Distrito Federal, identificada através de uma toposseqüência, em que se verifica que “o nível de couraça eleva-se, enquanto que a camada intemperizada mantém-se no mesmo nível, evidenciando uma reativação de uma linha tectônica”.

CUNHA (2000), referindo-se à sub-bacia hidrográfica do ribeirão Anicuns, ressalta que a assimetria das suas vertentes é conseqüência “de antigos planos de fraqueza possibilitadores da movimentação crustal diferencial de blocos rochosos”. O autor cita que a direção geral leste-oeste do ribeirão muda, em algumas ocasiões, em razão de alinhamentos tectônicos ou em razão do “padrão estrutural da foliação dos gnaisses ou dos xistos” e que a área sofreu movimentação tectônica “definida por um vetor orientado de NW para SE”.

### 8.7.1 Evidências de Campo

Das técnicas utilizadas na busca de evidências indiretas, o FABD e o FSTT indicam que a área apresenta características de ter sido afetada por tectonismo, fato não corroborado pelo perfil longitudinal do rio Meia Ponte. Por outro lado, os trabalhos de campo realizados na área de pesquisa detectaram evidências diretas de que eventos neotectônicos agiram sobre os depósitos aluviais, sendo que alguns destes afloramentos estão mencionados a seguir (FOTOS 8.1 a 8.6).

As evidências de campo apresentadas, presença de traços estruturais no solo, devem ser levados sempre em consideração já que se trata de manifestações das últimas deformações ocorridas na área. Visando a ampliação do tema abordado, é necessário que outros trabalhos de pesquisa se aprofundem na abordagem neotectônica, em toda a bacia do rio Meia Ponte, utilizando-se das diversas técnicas disponíveis.

## 9 CONCLUSÕES

Com base nos dados obtidos nesta pesquisa pode-se fazer as seguintes conclusões:

### 9.1 – Aspectos Paleoambientais

Segundo STEVAUX (1993) o período estabelecido entre o final do Plioceno e o Pleistoceno Médio (1.7 milhões a 400 mil anos) é o “último grande período modelador do relevo no Cenozóico continental brasileiro sobre o qual instalaram-se os modelados próprios de cada unidade geomofológica”. Ainda segundo o autor, neste período a superfície existente no centro-sul do Brasil começou a ser compartimentada em consequência da instalação das drenagens. Posteriormente, POTTER (1997) propõe que os grandes sistemas fluviais da América do Sul estabeleceram-se no Mio-Plioceno (24 milhões a 2 milhões de anos). SOUZA (1999) concorda com POTTER (*op. cit.*), ressaltando que as mudanças ambientais mais significativas relacionadas aos sistemas fluviais sul-americanos ocorreram nos últimos 40.000 (Pleistoceno Superior/Holoceno), relacionadas à elevação da cadeia andina e às oscilações do último glacial, já mencionado no Capítulo 5.

O soerguimento da cordilheira dos Andes, ocorrido no Mioceno Médio, é responsável pelas alterações processadas nos sistemas fluviais sul-americanos (HOORN *et al.* 1995). No início do Mioceno, a área fonte de sedimentos da região noroeste da bacia amazônica era o escudo das Guianas, sendo que do Mioceno médio para o superior, com o soerguimento dos Andes, a cordilheira torna-se a área fonte principal. Este evento provocou profundas alterações paleoambientais e paleogeográficas na região, tendo inclusive mudado o sentido de fluxo do sistema fluvial (HOORN 1991).

Conforme MAMEDE (1999), a rede de drenagem da bacia do córrego Taquara-DF instala-se “em uma superfície aplanada, cuja idade relativa está relacionada ao Terciário” sendo que no pliopleistoceno<sup>1</sup> ocorreu a organização superficial das drenagens, favorecida por eventos climáticos e tectônicos. Segundo a autora, no Pleistoceno ocorreu a deposição de pedimentos no interior, posteriormente aprofundados pela drenagem.

Até o momento, é possível considerar que, principalmente a partir de MAMEDE (*op. cit.*), a estruturação da bacia hidrográfica do rio Meia Ponte desenvolveu-se entre o

final do Plioceno e início do Pleistoceno (2 milhões a 1 milhão de anos), onde processos morfogenéticos (morfoestrutural/morfotectônica e morfoclimáticos) modelaram a calha. Neste período as variações climáticas, além de eventos tectônicos, ao modelarem o relevo, propiciaram abundante carga de sedimentos (de argila a matações) produzidos sob clima semi-árido e precipitações pluviométricas, capazes de instalar canais responsáveis pelo surgimento de leques aluviais, em clima úmido. Os pedimentos resultantes da modelagem do relevo, os processos de movimentação de massa (colúvios) e os leques aluviais foram responsáveis pelo entulhamento do talvegue onde, posteriormente, instalou-se o rio. Nesta fase é possível que um paleo rio Meia Ponte, em decorrência da abundância de sedimentos da carga de fundo e do aumento da vazão, teria um curso entrelaçado depositando, principalmente, barras longitudinais de canal.

De acordo com alguns trabalhos clássicos, o Pleistoceno no Brasil caracterizou-se pela alternância de clima semi-árido (glacial), responsável pela erosão lateral do relevo e clima úmido (interglacial), responsável pela dissecação do relevo (BIGARELLA 1994). Os trabalhos BIGARELLA & AB`SABER (1964) e BIGARELLA & ANDRADE (1965) indicam que, nas fases climáticas semi-áridas, ocorreu a formação de sedimentos e que a fase úmida favoreceu a formação do manto de intemperismo. Segundo BIGARELLA (1994), a passagem de uma fase semi-árida para uma fase úmida ocorreu, obviamente, o aumento da descarga dos rios, que passam então a apresentar uma capacidade de erosão maior, aprofundando o talvegue.

Alguns trabalhos mais recentes indicam que as alternâncias de aridez e umidade não estão diretamente relacionadas aos glaciais e interglaciais mas ocorrem em épocas glaciais, principalmente dentro da fase glacial. Nos períodos glaciais ocorreram intervalos com aumento de umidade, como bem comprova os dados da palinologia da área de pesquisa, assim como intervalos mais secos durante os períodos interglaciais.

A hipótese apresentada para a deposição do nível conglomerático na base dos depósitos atuais/sub-atuais do rio Meia Ponte enquadra-se nas observações dos autores mencionados, não apresentando qualquer novidade.

---

<sup>1</sup> SALGADO-LABOURIAU (1994) ressalta as dificuldades para o estabelecimento do limite entre o final do Plioceno e o início do pleistoceno.

Os dados produzidos pela análise palinológica e datações radiocarbônicas permitem estabelecer considerações paleoambientais sobre a área de pesquisa. A este contexto associam-se os trabalhos de BARBERI (2001), MAMEDE (1999), POTTER (1997) e STEVAUX (1993), os quais contribuem, sobremaneira, para a interpretação da evolução do relevo na área de pesquisa (TABELA 9.1).

A análise palinológica das áreas com ocorrências de turfas ou de lentes ricas em matéria orgânica, situadas no alto curso do rio Meia Ponte, aponta para uma tendência generalizada indicando oscilações nas condições de temperatura e umidade, a partir de cerca de 43.000 anos A.P.

Com exceção do ponto S-0 que representa a Turfa localizada na área urbana de Goiânia cuja base é anterior a 43.000 anos A.P., grande parte das áreas analisadas iniciaram a deposição do sedimento no final do Pleniglacial Médio, sugerindo para esta fase um aumento acentuado na umidade que teria favorecido a formação de pequenos pântanos e acúmulo de água em áreas rebaixadas do relevo, evidenciando também a irregularidade da superfície de erosão.

Registros no Pleniglacial Médio, em áreas de cerrados anteriores a 40.000 anos A.P. ocorrem na região de Serra Negra-MG (DE OLIVEIRA 1992), com evidências de altos níveis de umidade. A partir do final do Plenoglacial Médio até cerca de 20.000 anos A.P., uma tendência de queda na temperatura, com oscilações na umidade forçava oscilações na vegetação.

Desta forma, a formação inicial das áreas alagadas, com a presença de *Mauritia* sugere condições de temperatura semelhantes as atuais, porém com umidade suficiente para permitir o acúmulo da matéria orgânica e posteriormente a preservação da mesma com a manutenção da umidade e quedas na temperatura.

Esta fase final do Pleniglacial Médio e início do Pleniglacial Superior é marcada no Planalto Central, em áreas de cerrado, pelo início da deposição das turfas de Cromínia anterior a 32.000 anos A.P. (FERRAZ-VICENTINI 1993; FERRAZ-VICENTINI & SALGADO-LABOURIAU 1996; SALGADO-LABOURIAU *et al.* 1997) e, posteriormente, pela formação da turfa de Águas Emendadas (BARBERI 1994; BARBERI *et al.* 2000) e pelo início da sedimentação relacionada à formação da Lagoa Bonita (BARBERI 2001) na região nuclear dos cerrados.

As variações na temperatura neste período ocorrem de forma independente das variações na umidade e apresentam, nas diversas áreas analisadas, uma tendência generalizada de queda em direção ao final do Pleniglacial Superior que culminou com a expressiva presença de elementos como *Ilex*, *Hedyosmum*, e *Myrsine*, elementos os quais, segundo COLINVAUX *et al.* (2000) constituem indicadores de queda na temperatura. O desaparecimento de *Mauritia* nesta fase, constatado nos diagramas da região do alto curso do Rio Meia Ponte, reforça a interpretação de quedas na temperatura.

Oscilações na umidade favoreceram a expansão ou retração da vegetação arbórea nas áreas citadas com registros de máximo de umidade no período entre 23.000 e 21.000 anos A.P., quando se dá a expansão de, praticamente, todos os táxons conduzindo a uma alta biodiversidade nas áreas de cerrados. O diacronismo verificado nas áreas, para a resposta da vegetação às mudanças climáticas, é consequência dos condicionamentos locais de cada área, onde fatores físicos regionais como altitude, relevo, rede hidrográfica e principalmente a latitude, conduzem a variações nas respostas frente às modificações climáticas de caráter continental.

A dimensão continental desta fase, marcada por tendência de queda na temperatura e oscilações na umidade que se estende durante o Pleniglacial Superior a partir de c.a. 27.000 anos A.P., culminando em 23.000 anos A.P. com valores elevados de umidade, é evidenciada pelos dados provenientes da região norte dos Andes e dos Andes tropicais sintetizados por VAN DER HAMMEN (1974; 1991), VAN DER HAMMEN *et al.* (1992) e HOOGHIEMSTRA & VAN DER HAMMEN (1993).

Na região andina, esta fase do Pleniglacial Superior é marcada por extensos depósitos flúvio-glaciais e pela expansão da floresta andina sob condições de baixa temperatura e alta umidade, que se estende localmente até c.a. 23.000 anos A.P.

O Último Máximo Glacial, a partir de cerca de 17.000 anos A.P., é marcado, em áreas de cerrado, por quedas acentuadas na umidade e na temperatura, responsáveis pela retração da vegetação arbórea, expansão de uma vegetação aberta e em alguns casos, como em Águas Emendadas, na exposição do solo seguida de deposição detrítica (BARBERI 1994).

Nas áreas posicionadas em latitudes mais altas, próximas ao limite sul dos cerrados, como na região da Lagoa dos Olhos (DE OLIVEIRA 1992), o registro que se inicia em

19.950 anos A.P., indica um resfriamento acentuado no período entre 19.000 e 13.700 anos A.P., evidenciado pela presença de *Podocarpus*, porém a transição para condições mais secas ocorre somente a partir de cerca de 15.400 anos A.P.

Na região do alto curso do rio Meia Ponte a queda na temperatura e na umidade durante o Último Máximo Glacial também é evidenciada por retração na vegetação arbórea, expansão da vegetação aberta e principalmente pela ausência de *Mauritia* nos perfis durante esta fase.

O retorno da umidade que ocorre na transição do Pleistoceno para o Holoceno, por volta de 11.000 anos A.P. não é acompanhado por aumento na temperatura. A presença de *Mauritia*, a partir de cerca de 8.000 anos A.P., sugere a partir desta data o aumento efetivo da temperatura, fato registrado também na área nuclear dos cerrados em Águas Emendadas e na Lagoa Bonita (BARBERI 1994; BARBERI 2001) e em Cromínia (FERRAZ-VICENTINI 1993).

A presença de partículas de carvão nos perfis dos pontos analisados na região da Bacia Hidrográfica do Rio Meia Ponte mostra uma tendência geral registrada nas áreas de cerrados, onde a ocorrência de queimadas é constante durante o Quaternário Tardio (FERRAZ-VICENTINI 1999). Embora ocorram variações nas concentrações de partículas de carvão estas se devem, provavelmente, às oscilações na umidade e na quantidade de vegetação disponível para combustão e ocorrem de forma independente da presença de populações pré-históricas caçadoras e coletoras que ocuparam a área a partir de cerca de 11.000 anos A.P. (SCHMITZ 1994) e da ação antrópica mais recente.

A evolução do relevo da área de pesquisa e os depósitos correlativos explicam a presença de níveis de cascalho na calha do rio Meia Ponte e de alguns cursos d'água na área de pesquisa, além das encostas. Logicamente, os eventos tectônicos que ocorreram neste período, neotectonismo, também contribuíram na modelagem dos talwegues, na distribuição dos cascalhos e dos depósitos aluviais, conforme os indícios apresentados no Capítulo 8. A hipótese de MAMEDE (1999) e os dados aqui apresentados indicam uma origem pleistocênica para os conglomerados depositados nos fundos dos vales, por considerar que as variações climáticas desta época foram mais intensas.

As análises palinológicas e datações radiocarbônicas indicam oscilações na temperatura e umidade a partir de 43.000 A.P. Acredita-se que, neste período, o Meia Ponte já estaria instalado (Meia Ponte pré-holocênico). Ressalte-se que na 1ª fase (21.450 anos A.P. – 7.220 anos A.P.) da geomorfogênese da Bacia do Córrego Taquara (MAMEDE 1999), caracterizada pela elaboração de sedimentos/depósitos detríticos haveria condições de deposição dos níveis conglomeráticos nos talvegues dos cursos d'água .

No Holoceno, quando cessaram as grandes variações climáticas, sob um clima com oscilações climáticas menos extremadas e temperaturas médias mais altas, instala-se o atual rio Meia Ponte, com um curso meandrante sobre um paleopavimento pliopleistocênico, erodindo parte dos depósitos anteriores. Os dados da palinologia indicam que na transição do Pleistoceno para o Holoceno a umidade aumentou gradativamente até em torno de 8.000 anos A. P. O canal instalado passa a erodir este pavimento e a formar uma planície de inundação. De acordo com STEVAUX (1993), do Holoceno Inferior ao Médio instalou-se a planície de inundação do rio Paraná. SOUZA (1999) afirma que a evolução da planície de inundação do rio Paraná deu-se no Holoceno, tendo obtido a datação mais antiga correspondente a 4.910 anos A.P. A autora extrapola esta idade para 5 a 6 mil anos, correlacionável com alguns trabalhos realizados no Mato Grosso do Sul. A idade obtida para deposição de sedimentos finos ricos em matéria orgânica, relacionados à planície de inundação do rio Meia Ponte é de 3.110 anos A.P., obtida no F-55 (Capítulo 6), compatível com aquelas mencionadas por SOUZA (*op. cit.*).

O Capítulo 8 apresenta evidências diretas e indiretas da ocorrência de eventos neotectônicos na área de pesquisa, afetando inclusive depósitos associados ao sistema atual do rio Meia Ponte sem, contudo, abordar a influência destes na distribuição dos depósitos, o que deve ser feito em projeto de pesquisa específico.

No sudeste do Brasil e nordeste da Argentina foram identificados três momentos correspondentes a alterações climáticas, Primeiro Período de Aridez (clima árido do final do Pleistoceno), Primeiro Período Úmido, e o Segundo Período Árido (3 a 2 mil anos A. P.). Após 2 mil anos A.P. o clima torna-se semelhante ao atual. (SOUZA 1999). A TABELA 9.2. sintetiza as informações referentes à palinologia, apresentadas no Capítulo 5.

Quanto aos depósitos relacionados ao atual sistema do rio Meia Ponte, diques marginais, planície de inundação, barras de meandro, meandros abandonados, paleocanal, a

caracterização efetuada no Capítulo 6 é considerada suficiente. No que se refere aos terraços (TO) e (T1) a base de ambos, leques aluviais/barras longitudinais de canal, depositaram-se entre o final do Pleistoceno inferior e o início do Pleistoceno Superior ( $100 \times 10^3$ ), ou seja, no final do interglacial Riss-Würm, tendo por base o contexto paleambiental da área e as datações por TL, sendo que sobre os ruditos do T1 depositaram-se sedimentos do paleo sistema Meia Ponte, hoje pedogenizados, enquanto sobre os conglomerados do TO depositaram-se sedimentos aluviais (canal, barra arenosa e planície de inundação) do sistema atual, tendo sido obtidas datas entre 9.000 e 10.000 anos A.P. para sedimentos arenosos (Sx, S26, F-47 e entre 4.600 e 9.754 anos A.P. para sedimentos orgânicos (F-25 e F-29).

CASSETI (1992) no seu trabalho “Geomorfologia do Município de Goiânia” já mencionado no Capítulo 6, apresenta uma síntese da evolução da paisagem (sintetizada na TABELA 6.11), a qual teria se desenvolvido a partir do Plio-Pleistoceno. Para o autor os terraços de várzea (TV) têm sua origem relacionada à deposição de sedimentos do sistema fluvial do rio Meia Ponte, durante o interglacial Riss-Würm, sobre ruditos “abandonados” no início do glacial Riss. Estes terraços encontram-se alçados em relação ao canal atual do rio, sendo identificado nesta tese como T1. O autor identifica também terraços atuais (TO), evidenciados nas “barrancas que estão em processo de elaboração”, formados na base por ruditos depositados no início da fase glacial Würm, sobre os quais deposita-se uma seqüência aluvial. Nesta tese este terraço também é identificado como TO.

Não é demais ressaltar que os ruditos são aqui relacionados como leques aluviais e/ou barras longitudinais de canal, já mencionados no Capítulo 6, podendo ser inseridos no contexto evolutivo da paisagem conforme apresentado pelo autor. Por outro lado a divisão cronológica para os níveis de ruditos dos terraços TV e TO ainda deve ser vista com ressalvas, assim como há possibilidade de que tenham formado um único pavimento, sendo o desnível consequência de eventos tectônicos. O Capítulo 8 fornece indícios indiretos e diretos da ocorrência destes eventos na área de pesquisa.

TABELA 9.1- Síntese dos trabalhos referentes a variações climáticas em áreas de cerrado (Modificado de BARBERI 2001)

H O L O C E N O		Glacial tardio		SUPERIOR		PENIGLACIAL		MÉDIO		ÚLTIMO GLACIAL - WÜRM	
2	Clima úmido, semelhante ao atual. Instalação da vereda.	Clima semelhante ao atual.		Clima torna-se semelhante ao atual		Unidade diminui		Fase úmida no início, com breves fases secas.		Clima semelhante ao atual 4: fase (4)	4) <u>Eventos Geomorfológicos</u> incisão dos talwegues.
4		No holoceno existem fases mais secas e mais úmidas. Aumento da temperatura e umidade. Instalação da vereda	Clima úmido Vereda + Mata de galeria + Cerrado.	Clima mais seco Mata + cerrado		Unidade aumenta				Clima úmido	<u>Processos morfogênicos / depósitos de cobertura</u>
6						Lagoa perene		Aumento da umidade na região.		Clima seco	Escoamento fluvial; <u>Depósitos correlativos</u>
8						Aumento da umidade, lagoa intermitente.				Clima mais úmido 2: fase (2)	Aluviões argilosos.
10			Indícios de queimadas.			Clima mais seco que o atual. Lagoa não existia.				- Clima com temperatura mais alta que a anterior.	3) <u>Eventos Geomorfológicos</u>
12	Semi-aridez							Aumento da umidade. Instalação da floresta.			Embutimento e alargamento dos vales, colúviação sobre as planícies aluviais, leques.
14			Umidade diminui com redução da vereda.	Clima úmido com temperaturas altas.				Retração acentuada da vegetação ou mesmo desaparecimento.		Unidade aumenta. Próximo a 9.500anos A.P. a temperatura aumenta	<u>Processos morfogênicos / depósitos de cobertura</u>
16		Provável semi-aridez, voltando a umidade por volta de 3000anos A.P.				Estudos geomorfológicos indicam clima mais seco e temperaturas mais baixas anterior a 13000 anos A. P.		Retração da vegetação.			Pavimentos detriticos / Colúviação; <u>Depósitos correlativos</u>
18											Colúviões argilosos, leques de espraiamento.
20		Clima mais frio e úmido que o atual. A instalação da lagoa em 26000 anos A.P. deu-se em clima mais úmido que o anterior.									(2) <u>Eventos Geomorfológicos</u>
22	Mais frio a úmido que o anterior		Clima mais frio e úmido que o anterior. Substituição do pântano pela lagoa.	Clima predominante frio e úmido com períodos mais amenos.				Entre 18.054 e 17.970 anos A.P. foram identificados quatro períodos de incêndios além da retração da vegetação próximo de 15.840 anos A.P.		Hiato	Alargamento dos vales Organização da drenagem Erosão mecânica – pedimentação.
24	Frio a úmido. Formação do pântano										<u>Processos morfogênicos / depósitos de cobertura</u>
26								Presença de floresta no Platô			Escoamento fluvial temporário Pavimentação detritica
28											<u>Depósitos correlativos</u>
30			Queda da temperatura e umidade. Substituição da vereda por pântano.							Clima frio com floresta.	<u>Depósitos detriticos</u>
32											(1) <u>Eventos Geomorfológicos</u>
34											Alargamento dos vales Organização da drenagem Erosão mecânica – pedimentação.
36			Clima semi-árido. Vereda circundada por cerrado.								<u>Processos morfogênicos / depósitos de cobertura</u>
38											Escoamento fluvial temporário Pavimentação detritica
40											<u>Depósitos correlativos</u>
44								Retração da floresta			<u>Depósitos detriticos</u>
50											
52								Expansão da floresta			
62											
64								Retração da floresta úmida e expansão do cerrado			
	Águas Emendadas (DF) (BARBERI 1994)	Lagoa Bonita (DF) (BARBERI 2001)	CROMBENA (GO) (FERRAZ-VICENTINI 1993, SALGADO-LABOUREAU & FERRAZ-VICENTINI 1994, FERRAZ-VICENTINI & SALGADO-LABOUREAU 1996).	Serra Negra (DE OLIVEIRA 1992)	Lagoa dos Olhos (DE OLIVEIRA 1992)	Lagoa Santa (PARIZZI 1993, PARIZZI et al 1998)	Lagoa Feia (GO) (FERRAZ-VICENTINI 1999)	Serra dos Carajás (PA) (ABSY et al 1991, ABSY 1996, SOUBIES et al 1991)	Serra do Salitre (LEDRU 1991, LEDRU 1993, LEDRU et al 1994)	Córrego Taquam (DF) (MAMEDE 1999)	

TABELA 9.2 - Síntese do processo de instalação e ocupação do rio Meia Ponte

I- No período entre o final do Plioceno e o Pleistoceno Médio (1.7milhões de anos a 400 mil anos A. P.) modelou-se o relevo. Posteriormente, como consequência dos processos de evolução do relevo, favorecido principalmente pelas variações climáticas durante os glaciais, eventos neotectônicos e um possível paleo rio Meia Ponte de canal entrelaçado, a calha foi entulhada principalmente por sedimentos a partir de leques aluviais e barras longitudinais. Os remanescentes são os terraços TI;

II – Ao final do Pleistoceno, início do Holoceno, o rio, que já tendo erodido parte dos depósitos correspondentes ao período anterior, passa a estabilizar-se, sistema meandrante atual, sedimentando sobre depósitos pretéritos, evidenciados através dos TO;

III – No Holoceno Médio, o rio está totalmente instalado, com um canal (sistema meandrante), planície de inundação, barras arenosas e diques marginais bem definidos;

IV – a partir de aproximadamente de 2.000 anos A. P., o rio e seus depósitos começam a ser objeto de ocupação pelo homem (com base nas datações obtidas para sítios arqueológicos de grupos de horticultores-ceramistas localizados nas proximidades da bacia hidrográfica do rio Meia Ponte), iniciando a produção de depósitos tecnógenos construídos e modificados;

V – Grupos indígenas (Kaiapós) instalam suas aldeias ou perambulam pelo alto Meia Ponte;

VI – surge o primeiro povoamento do alto curso do rio Meia Ponte (arraial de Bonfim/1774);

VII – Inauguração de Goiânia (1937);

VIII – O rio agoniza... (2002).

## 9.2 - Aspectos relacionados ao planejamento

Os trabalhos realizados evidenciam que a interação antrópica nos depósitos aluviais da área de pesquisa é intensa (Capítulo 7), a tal ponto de os depósitos fluviais atuais tornarem-se sinônimos de depósitos tecnógenos modificados, e os depósitos de turfas estarem sendo destruídos (terraplenagem e retirada de “terra preta” para jardinagem). Caso a exploração destas turfeiras mantenha-se nos níveis atuais, em pouco tempo os depósitos aflorantes estarão destruídos ou contaminados, prejudicando imensamente as pesquisas relacionadas ao paleoambiente na área.

A partir das observações feitas na área em pesquisa, e em algumas oportunidades na totalidade da bacia, por quase cinco anos, o autor considera oportuno tecer considerações e apresentar propostas ao uso planejado dos recursos naturais relacionados ao rio Meia Ponte, especialmente no que se refere ao uso e proteção dos recursos hídricos.

O processo de assoreamento do rio Meia Ponte é visível, apesar de não haver um programa de monitoramento hidrossedimentométrico na bacia que permita demonstrar a realidade. Esta deficiência grave precisa ser suprida rapidamente, com o estabelecimento de um programa de monitoramento das Estações de Hidrologia existentes, sendo o melhor caminho uma parceria entre a CPRM/ANEEL/UNIVERSIDADES/FURNAS/AGÊNCIA AMBIENTAL/MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE/ONG' s.

Neste contexto, é urgente a elaboração e aplicação de um programa de planejamento do uso do solo para toda a bacia, assim como a elaboração de bases cartográficas na escala 1:25000 e criação de Unidades de Conservação, mais precisamente a Área de Preservação Ambiental das Nascentes do rio Meia Ponte, de aproximadamente 389Km<sup>2</sup>, abrangendo as sub-bacias dos córregos Maria da Silva, dos Três Morros, Barreiro, Cerradinho, Guapeva, da Gama, Quilombo, Conceição e Sem Nome, além do Rio Inhumas, distribuindo-se principalmente sobre o município de Itauçu (ver delimitação da Área de Preservação Ambiental no Mapa de Ocupação Atual) e áreas de preservação ambiental nas sub-bacias dos córregos Capivara e Capoeirão, ribeirão João Leite<sup>2</sup>, rios Caldas e Dourados.

---

<sup>2</sup> Está em análise na Agência Ambiental do Estado de Goiás a proposta de criação de uma área de preservação ambiental de 751Km<sup>2</sup> na bacia do ribeirão João Leite.

É também importante e urgente que o Comitê da Bacia Hidrográfica do rio Meia Ponte crie mecanismos controladores da utilização da água do rio, principalmente pelas atividades agrícolas, acentuadamente em relação a pivôs centrais e fiscalize as condições de saneamento básico das cidades. Neste aspecto, louvam-se as obras da estação de tratamento de esgotos de Goiânia, Inhumas e Morrinhos, de extrema importância no que diz respeito a qualidade da água que retorna ao rio. Deve-se também impedir, de forma eficaz e contundente a retirada de areia e argila, do canal e margens, favorecendo a estabilização da fauna bentônica e diminuindo a produção de sedimentos em suspensão por ação antrópica, retirar todas as residências, assim como às atividades agrícolas, junto às áreas de planície de inundação atual e subatual, além de canais temporários. Medidas mais simples e eficazes, algumas timidamente sendo praticadas, como programas de educação ambiental e coleta de lixo seletivo devem ser incentivadas.

As propostas acima visam proteger ao máximo as nascentes do rio Meia Ponte e aquelas áreas utilizadas pelo atual traçado do rio, inclusive nos períodos de vazão máxima. São medidas não práticas, politicamente desgastantes e financeiramente dispendiosas. A praticidade, o desgaste e o aspecto financeiro são irrelevantes ante a ameaça da escassez de recursos hídricos e a destruição do patrimônio ambiental. A população e o poder público têm a obrigação de pensar nas gerações futuras e, neste caso o “pensar” é simplesmente adotar medidas rígidas de proteção de um bem indispensável para a humanidade. Considera-se que o período de flexibilização (termo aqui adotado para a incompetência, descaso, desinteresse, desinformação, ignorância e despreparo, da grande maioria da população, poder público, universidades etc.) entre a conscientização dos problemas ambientais e a adoção de medidas concretas já está encerrado.

A realidade encontrada na área em pesquisa não permite que sejamos otimistas quanto à proteção do rio Meia Ponte e seus recursos naturais apenas com medidas simples. Estes recursos, integrantes do sistema de sustentação da região e patrimônio essencial à vida (VILLIERS 2002) necessitam de medidas vigorosas e rígidas, além da ação fiscalizadora intensa.

Os itens 9.1 e 9.2 refletem os objetivos da tese em consideração, qual seja, abordar o alto rio Meia Ponte e seus depósitos de maneira holística, caracterizando o paleoambiente, os depósitos fluviais, os indícios de influência neotectônica, a ocupação

atual e, ao mesmo tempo apresentando sugestões que visem o planejamento territorial. Pelo fato de ser uma pesquisa ampla, com limitações de tempo e recursos financeiros, não se pôde aprofundar nas temáticas abordadas, mas com certeza, a pesquisa, além de cumprir a sua finalidade, produziu dados primários importantes, constituindo uma base para a continuação das pesquisas na área.

## 10 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB'SABER, A. N. Um conceito de geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o quaternário. *Geomorfologia*. IG/USP, n.18, p.1-23, 1969.
- AB'SABER, A. Fragmentos de leitura na mira crítica - I – 1971. *Sedimentologia e Pedologia*. 2. Universidade de São Paulo, Instituto de Geografia. p. 30-37, 1971.
- AB'SABER, A. Participação das depressões periféricas e superfícies aplainadas na compartimentação do planalto brasileiro: considerações finais, conclusões. *Geomorfologia*. IG/USP, n.28, p.1-37, 1972.
- AB'SABER, A. Razões da retomada parcial de semi-aridês holocênica por ocasião do “optimum climaticum”: primeiras idéias. *Interfácies*. IBICCE/UNESP, n.8, p.1-13, 1980.
- AB'SABER, A. Domínios morfoclimáticos atuais e quaternários na região dos cerrados. *Cráton & Intracraton*. IBICCE/UNESP, n.14, p.1-45, 1981.
- ABSY, M. L.; CLEEF, A. M.; FOURNIER, M.; MARTIN, L.; SERVANT, M.; SIFEDDINE, A.; FERREIRA DA SILVA, M. F.; SOUBIES, F.; SUGUIO, K.; TURCQ, B.; VAN DER HAMMEN, T. Mise en evidence de quatre phases d'ouverture de la forêt dense dans le sud-est de l'Amazonie au cours des 60,000 dernières années: première comparaison avec d'autres régions tropicales. *C. R. Acad. Sci. Paris*, n.312, p.673-678. 1991. (Ser. II)
- ABSY, M. L. A Vegetação e o clima da Amazônia durante o Quaternário. In: PAVAN, C. *Uma estratégia latino-americana para a Amazônia*. São Paulo: Fundação Memorial da América Latina/UNESP, p. 147-157, 1996.
- ALFRED, T. M.; SCHMIDT, J. C. Channel narrowing by vertical accretion along the Green River near Green River, Utah. *Geological Society of America Bulletin*. v.111, n.12, p.1757-1772, 1999.
- ALLEN, J. R. L. a review of the origin and characteristic of recent alluvial sediments. *Sedimentology*, n. 5, p. 89-191.
- ALMEIDA, F. F. M. Observação sobre o Pré-Cambriano da região central de Goiás. *Boletim Paranaense de Geociências*. Curitiba: UFPr, n.26, p.19-22, 1967a.
- ALMEIDA, F. F. M. Origem e Evolução da Plataforma Brasileira. *Boletim da Divisão de Geologia e Mineração*. Rio de Janeiro, DNPM, n.241, 1967b.
- ALMEIDA, F. F. M. Evolução tectônica do Centro-Oeste brasileiro no Proterozóico Superior. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*. v. 40, p.285-295, 1968.
- ALMEIDA, F. F. M. The system of continental rifts bordering the Santos Basin, Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* . v. 48, 1976.(suplemento)

- ALMEIDA, F. F. M; HASUI, Y; NEVES, B. B. de B; FUCK, R. A. Províncias estruturais brasileiras. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 7. *Anais*. Campina Grande: Sociedade Brasileira de Geologia, p.363–391, 1977.
- AMOROS, C; URK, G.V. Paleocological analysis of large rivers: some principles and methods. In: PEETS, G. E. (ed.) *Historical change of large alluvial rivers: Western Europe*. New York: John Wiley & Sons, p.143-165, 1989.
- ARID, F. M; BARCHA, S. F. Sedimentos neocenoicos no vale do Rio Grande. *Sediment. Pedol.* v.2, p.1-37, 1971.
- ASSUMPCÃO, M; VELOSO, J. A. V; FERNANDES, E. P. Levantamento gravimétrico no Oeste de Goiás e no Distrito Federal. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA 34, *Anais*. Goiânia, 6, p. 2667-2672, 1986.
- ATAÍDES, J. M. de. *Sob o signo da violência: colonizadores e Kayapó do Sul no Brasil Central*. Goiânia: UCG, 1998.
- AUTIN, W. J. Use of alloformation for definition of Holocene meander belts in the middle Amite River, Southeastern Louisiana. *Geological Society of America Bulletin*, v.104, p.233-241, 1992.
- BARBERI, M. *Paleovegetação e paleoclima no Quaternário tardio da Vereda de Água Emendadas/DF*. Brasília, 1994. Dissertação (Mestrado em Geologia Regional) - Instituto de Geociências, Universidade de Brasília.
- BARBERI, M; SALGADO-LABOURIAU, M.L; SUGUIO, K. Paleovegetation and paleoclimate of “Veredas de Águas Emendadas”, central Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*. v.13, p.241-254, 2000.
- BARBERI, M. *Mudanças paleoambientais na região dos cerrados do Planalto Central Durante o Quaternário Tardio: o estudo da lagoa Bonita, DF*. São Paulo, 2001. Tese (Doutorado em Geologia Sedimentar) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.
- BARBOSA et alii Geologia Estratigrafica, estrutural e econômica da área do “Projeto Araguaia”. *Monografia*. Divisão de Geologia e Mineração, Rio de Janeiro, p.1-14, 1966.
- BARBOSA, O. Guia das excursões. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 9. Araxá, 1955. São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia, p. 3-5, 1955.
- BARBOSA, O. *Projeto Goiânia: relatório preliminar*. Goiânia: DNPM/PROSPEC, 1970.
- BARBOSA, O. et alii. *Projeto Brasília-Goiás: geologia e inventário dos recursos minerais*. Goiânia: DNPM/ PROSPEC, 1969. (Relatório)
- BARBOSA, P. A. R. Geologia e recursos minerais das seqüências supracrustais a leste de Mossâmedes-GO. Brasília: Dep. de Geociências/UNB, 1987.

- BARRETO, A. M. F. *Interpretação paleoambiental do sistema de dunas fixas do médio rio São Francisco*. São Paulo, 1996. Tese (Doutorado em Geologia Sedimentar) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.
- BARTORELLI, A. *As principais cachoeiras da bacia do Paraná e sua relação com alinhamentos tectônicos*. Rio Claro, 1997. Tese (Doutorado em Geologia Regional) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista.
- BAYER, M. *Diagnóstico dos processos de erosão/assoreamento na planície aluvial do rio Araguaia: entre Barra do Garças e Cocalinho*. Goiânia, 2002. Dissertação (Mestrado em Natureza e a Apropriação do Espaço no Cerrado) - Instituto de Estudos Sócio-Ambientais, Universidade Federal de Goiás.
- BELTRAME, A. da V. *Diagnóstico do meio físico de bacias hidrográficas*. Florianópolis: UFSC, 1994.
- BERBERT, C. O; CORRÊA, S. A; MELLO, J. C. R. de. Geologia da área Interlândia-Abadiânia, Goiás. *Boletim da Divisão de Fomento da Produção Mineral*. Rio de Janeiro, n.135, 1970.
- BERROCAL, J; ASSUMPCÃO, M; ANTENAZA, R; DIAS NETO, C. M.; ORTEGA, R.; FRANÇA, H.; VELOSO, J. A. V. *Sismicidade do Brasil*. São Paulo: IAG/USP. 1984
- BERTONI, J; LOMBARDI NETO, F. *Conservação do Solo*. Piracicaba: Livroceres, 1985.
- BIGARELLA, J.J; AB'SABER, A. N. Paläogeographische und Paläoklimatische Aspekte des Känozoikums in Sudbrasilien. *Zeit. Für Geomorph.* Berlin, v.8, n.3, p.286-312, 1964.
- BIGARELLA, J. J; ANDRADE, G. O. Contribution to the study of the Brazilian Quaternary. In: WRIGHT Jr., H. E; FREY, D. G. *International Studies on the Quaternary*. Geol. Soc. Amer., Spec. Papers, v.84, p.433-451, 1965.
- BIGARELLA, J. J; MOUSINHO, M. R. Considerações a respeito dos terraços fluviais, rampas de colúvio e várzeas. *Bol. Paran. Geogr.* Curitiba, n.16/17, p.153-198, 1965.
- BIGARELLA, J. J; MOUSINHO, M. R; SILVA, J. X. Considerações a respeito da evolução das vertentes. *Bol. Paran. Geogr.* Curitiba, n.16/17, p.85-116,1965.
- BITENCOURT, C, M; CORRÊA, J. A. Geologia da área Goiânia-Bonfinópolis, Goiás. *Boletim da Divisão de Fomento da Produção Mineral*. DNPM, n.134, 1970.
- BIGARELLA, J. J; BECKER, R. D; SANTOS, G. F. dos. *Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais: fundamentos geológicos-geográficos, alteração química e física das rochas, relevo cárstico e dômico*. Florianópolis: UFSC, 1994.

- BJORNBERG, A. J. S. *Contribuições ao estudo do Cenozóico paulista: tectônica e sedimentologia*. São Carlos, 1969a. (Tese para provimento do cargo de professor) Universidade de São Paulo – Campus de São Carlos.
- BJORNBERG A. J. S. Critério geomorfológico para determinação de áreas falhadas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 23, *Resumo das conferências e das comunicações*, Salvador, SBG, p. 65-66. 1969b
- BLISSENBACH, E. Geology of alluvial fans in semi-arid regions. *Bull. Geol. Soc. Amer.* n.65, p.175-190, 1954.
- BOWEN, D. Q. *Quaternary geology: a stratigraphic framework for multidisciplinary work*. Oxford: Pergamon Press, 1978.
- BRAKENRIDGE, G. R. Alluvial stratigraphy and radiocarbon dating along the Duck River, Tennessee: implications regarding flood-plain origin. *Geological Society of America Bulletin*. v. 95, p.9-25, 1984.
- BRAUN, O. P. G. Revisão estratigráfica na área central de Goiás. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 5. *Anais*. Camburiu, Sociedade Brasileira de Geologia. v. 2, p. 705-719, 1980.
- BRICE, J. C. Channel patterns and terraces of the Loup river in Nebraska. *U. S. Geological Survey Prof. Paper*. v. 422-D, p.1- 41, 1964.
- BRIDGE, J. S; SMITH, N. D; TRENT, F; GABEL, S. L; BERNSTEIN, P. Sedimentology and morphology of a low-sinuosity river: Calamus river, Nebraska Sandhills. *Sedimentology*. v.9, p.125-142, 1986.
- BRIDGE, J.S. Paleochannel patterns inferred from alluvial deposits: a critical evaluation. *J. Sediment. Petrol*, n. 5, p. 579-589, 1985.
- BRIERLEY, G.J. Channel morphology and element assemblages: a constructivist approach to faces modelling. In: CARLING, P.A; DAWSON, M.R. (eds.) *Advances in fluvial dynamics and stratigraphy*. New York: John Wiley & Sons. p.263-298, 1996.
- BRIERLEY, G.J; FERGUSON, R.J. WOOLFE, K. J. What is a fluvial levee? *Sedimentary Geology*. v.114, p.1-9, 1997.
- BRISTOW, C. Reconstructing fluvial channels morphology from sedimentary sequences. In: CARLING, P. A; DAWSON, M.R. (eds.) *Advances in fluvial dynamics and stratigraphy*. New York: John Wiley & Sons. p.351-371, 1996.
- BROWN, A G. Holocene channel and floodplain change: a UK perspective. In: GURNELL A; PETTS, G. (eds.) *Changing river channels*. New York: John Willey & Sons Ltda., p.43-64, 1995.

- BURNETT, A.W; SCHUMM, S. A. Alluvial river response to neotectonics deformation in Louisiana and Mississippi. *Science*. v. 222, p.49-50, 1983.
- CAMPOS, A. B; SILVA, A. A; FREITAS, M. P. S. S; MARTINS, M. S. A. Avaliação dos fatores naturais, antrópicos e geotécnicos que condicionam a dinâmica erosiva na área do Autódromo de Goiânia/GO. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRÁFICA FÍSICA, 7. *Anais*, Belo Horizonte, p.90-91, 1999.
- CANT, D. J. Fluvial facies models and their application. In: SCHOLLE, P. A; SPEARING, D. (ed.) *Sandstone depositional environments*. AAPG, v.31, p.115-137, 1982. (Memoir, 31)
- CARLSTRON FILHO, C. & PANDINI, F.L. Erosão e assoreamento nas bacias de captação e reservatório de abastecimento da região metropolitana de São Paulo, Sistema Cantareira. In: SIMPÓSIO SOBRE CONTROLE DE EROSÃO, 2. São Paulo, 1981. *Anais*. São Paulo, ABGE. v.2, p. 155 – 161.1981.
- CARVALHO, N. de O. *Hidrossedimentologia: prática*. Rio de Janeiro: CPRM, 1994.
- CARVALHO, N. de O; FILIZOLA JÚNIOR, N. P; SANTOS, P. M. C. dos; LIMA, J. E. F. W. *Guia de avaliação de assoreamento de reservatórios*. Brasília: ANEEL, 2000.
- CASSETI, V. Algumas considerações a respeito dos fenômenos plúvio-erosivos em Goiânia-Goiás. *Boletim Goiano de Geografia*. Goiânia: UFG, v.31, n.1/2, p.157-160, jan/dez, 1983.
- CASSETI, V. Geomorfologia do município de Goiânia-GO. *Boletim Goiano de Geografia*. Goiânia: UFG, n.12, v.1, p.65-85, 1992.
- CASSETI, V. *Elementos de geomorfologia*. Goiânia: UFG, 1994.
- CASSETI, V; SANTOS, M.H.M.C. Concentração de sedimento em suspensão no baixo ribeirão João Leite. *Boletim Goiano de Geografia*. Goiânia: UFG, v.9/10, n.1/2, p.71-79, jan./dez. 1989.
- CENTRO TECNOLÓGICO DE ENGENHARIA LTDA. *Aproveitamento Múltiplo Corumbá IV – EIA / RIMA*. Goiânia: CTE, 1999.
- CHARLTON, F. G. Meandering channels in alluvium. *Br. Hydrom. Res. Association*. v. 2, n.10, p.304-306, 1969.
- CHEMEKOV, Y. F. Technogenic deposits. In: INQUA CONGRESS, 11. *Abstracts*. Moscow, v.3, p.62, 1982.
- CHITALE, S. V. River channel patterns. *Journal of Hydraulic Division*. v.9, n.1, p.201-221, 1970.
- CHMYZ, I. *Relatório das pesquisas arqueológicas realizadas na área da U.H. de Salto Santiago (1979-1980)*. Florianópolis/Curitiba: Convênio Eletrosul/IPHAN, 1981.

- CHRISTOFOLETTI, A. Análise morfométrica das bacias hidrográficas. *Not. Geomorf.* v.9, n.18, p.35-64, 1969.
- CHRISTOFOLETTI, A. *Geomorfologia*. São Paulo: Edgard Blücher/EDUSP. 1974.
- CHRISTOFOLETTI, A. *Geomorfologia fluvial: o canal fluvial*. São Paulo: Edgard Blücher, v. 1, 1981.
- CLAPPERTON, C. M. *Quaternary geology and geomorphology of South America*. Amsterdam: Elsevier, 1993.
- COIMBRA, A. M; FERNADES, L. A. MORAES, M. C; MELLO, M. S. Métodos de estudo de litologias e paleocorrentes de cascalhos em terraços do Baixo Ribeira do Iguapé (SP). ACADEMIA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS. *Anais*, v.64, n.3, p.253-267, 1992.
- COLLINSON, J. D. Alluvial sediments. In: READING, H. D. (ed.) *Sedimentary environments and facies*. 2. ed. Oxford: Blackwel, p.20-54, 1986.
- COLINVAUX, P. A.; DE OLIVEIRA, P. E.; BUSH, M. B. Amazonian and neotropical plant communities on glacial time-scales: The failure of the aridity and refuge hypotheses. *Quaternary Science Reviews*, v.19, p.141-169, 2000.
- COLTRINARI, L; KOHLER, H. C. O quaternário continental brasileiro: estado da arte e perspectivas. In: CONGRESSO DA ABEQUA, I. *Anais*. Porto Alegre: ABEQUA, p.27-36, 1987.
- CONYBEARE, C. E. B; CROOK, K. A. W. Manual of sedimentary structures. Camberra. *Geology and Geophysics Bulletin*. Camberra: Department of National Development /Bureau of Mineral Resources, n.102, 1968.
- COOKE, R. U. *Geomorphology in environmental management: an introduction*. New York: ed. Oxford, Clarendon Press. 410 p., 1990.
- COSTA, M. S. C. V. da. Visão histórica do controle da erosão em Goiás. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE CONTROLE DE EROSÃO, 7. *Anais*. Goiânia: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental, 2001.
- COX, R. T. Analysis of drainage basin symmetry as a rapid technique to identify areas of possible Quaternary tilt-block tectonics: an example from the Mississippi Embayment. *Geol. Soc. Am. Bull.* v.106, p.571-581, 1994.
- CPRM. *Programa de Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil: Goiânia. Folha SE.22-X-B-IV - Estado de Goiás*. Brasília: DNPM/CPRM, 1994a. (escala 1:100.000) 2 cartas.
- CPRM. *Programa de Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil: Leopoldo de Bulhões-Folha SE. 22-X-B-V - Estado de Goiás*. Brasília: DNPM/CPRM, 1994b. (escala 1:100.000), 2 cartas.

- CPRM. *Programa de Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil: Nazário-Folha SE. 22-X-B-VI - Estado de Goiás*. Brasília: DNPM/CPRM, 1994c. (escala 1:100.000), 2 mapas.
- CPRM. *Programa de Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil: Anápolis – Folha SE. 22-X-B-II - Estado de Goiás*. Brasília: DNPM/CPRM, 1994d. (escala 1:100.000), 2 mapas.
- CPRM. *Programa de Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil: Nerópolis – Folha SE. 22-X-B-I - Estado de Goiás*. Brasília: DNPM/CPRM, 1994e. (escala 1:100.000), 2 mapas.
- CPRM. *Programa de Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil: Itaberaí-Folha SE. 22-X-A-I - Estado de Goiás*. Brasília: DNPM/CPRM, 1997. (escala 1:100.000), 2 mapas.
- CPRM. Geologia e recursos minerais do Estado de Goiás e Distrito Federal. Goiânia: CPRM, 1999.
- CUNHA, B. C. C; POTIGUAR, L. A. T; IANHEZ, A. C; BEZERRA, P. E. L; PITTHAN, J. H; SOUZA JÚNIOR, J. J. de; MANTALVÃO, R. M. G. de; SOUZA, A. M. S. de; HILDRED, P. R; TASSINARI, C. C. G. Geologia. In: PROJETO RADAMBRASIL. *Folha SC22 Tocantins*. Rio de Janeiro: DNPM, p.21-196, 1981. (Levantamento de Recursos Naturais, 22).
- CUNHA, B. C. C; POTIGUAR, L. A. T. *Geologia do polígono Goiânia-Itaberaí-Alexânia (Folhas SE.22-XB e SE.22-XA): relatório de viagem, operação 4073/81*. Goiânia: Projeto RADAMBRASI, 1981.
- CUNHA, B. C. C. *Impactos sócio-ambientais decorrentes da ocupação da planície de inundação do ribeirão Anicuns: o caso da vila Roriz*. Goiânia, 2000. Dissertação (Mestrado em Natureza e a Apropriação do Espaço no Cerrado) - Instituto de Estudos Sócio-Ambientais, Universidade Federal de Goiás.
- DANI, J. C. M. et alii. Geologia da extremidade sudoeste da serra Dourada (Goiás, Brasil). São Paulo: *Revista Brasileira de Geociências*, v.3, n.3, p.160-80, set. 1973.
- DAVIS JR, R. A. The Fluvial Systems. In: DAVIS JR, R. A. *Depositional Systems: an introduction to sedimentology and stratigraphy*. 2ed. London: Prentice Hall, p.204-252, 1992.
- DAVIS, W. M. River terraces in England. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology*. Harvard College, n.38, p.281-346, 1902.
- DBO ENGENHARIA E REPRESENTAÇÕES. Projeto básico visando à recuperação do rio Meia Ponte de Itauçu até a captação para Goiânia. Goiânia, 1997. (Relatório Interno)
- DEER, W. A; HOWIE, R. A; ZUSSMAN, J. *Minerais Constituintes das Rochas: uma Introdução*. Lisboa: Clouste Gulbenkian, 1966.

- DEL'ARCO J. O; MAMEDE, L. As formações edafoestratigráficas de Mato Grosso e Goiás. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DA AMAZÔNIA, 2. *Anais*. Belém: Sociedade Brasileira de Geologia, v.1, p.376-395, 1985.
- DEL'ARCO, J. O. Aspectos Fisiográficos do Planalto Central nos Arredores de Goiânia, Goiás: roteiro de excursão. In: SIMPÓSIO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 6., Goiânia: IBGE, 1995.
- DEL'ARCO, J. O. Mapa geológico aplicado para planejamento territorial: área do Aglomerado Urbano de Goiânia-GO, Escala 1:100.000. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO CENTRO-OESTE. Goiânia: Sociedade Brasileira de Geologia, 5. *Anais*, p.151-153, 1996.
- DELLA FÁVERA, J. C. *Fundamentos da estratigrafia moderna: notas de aula*. 2. ed. Rio de Janeiro: UERJ, 1995.
- DE OLIVEIRA. P. E. *A palynological record of late Quaternary vegetational and climatic change in Southeastern Brazil*. Ohio, 1992. Tese de Doutorado, Ohio State University, USA.
- DE OLIVEIRA, P. E; BARRETO, A. M. F; SUGUIO, K. Late Pleistocene Holocene climatic and vegetational history of the Brazilian caatinga: the fossil dunes of the middle São Francisco River. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, n. 143, p. 319 – 337, 1999.
- DESGOLES, J.R., CHURCH, M. Channel and floodplain facies in a wandering gravel bed river. In: ETHRIDGE, F. G; FLORES, R. M; HARVEY, M. D. (ed.) *Recent Developments In Fluvial Sedimentology*. U.S.A: Society of Economic Palaeontologists and Mineralogists, v.39, p.99-109, 1987.
- DIAS-MOLINA, M. Geometry and lateral accretion patterns in meander loops: examples from the Upper Oligocene-Lower Miocene, Loranca Basin, Spain. In: MARZO, M; PUIGDEFÁBREGAS, C. (ed.) *Alluvial Sedimentation Spec. Publs. Int. Ass. Sediment*. Oxford: Blackwell Scientific Publications, n.17, p.115-131, 1993.
- DOURADO, J.C. *Aplicação de métodos sísmicos em planícies aluviais: área teste no vale do rio Paraiíba do Sul*. Rio Claro, 1996. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista.
- DOURADO, J. C; KIANG, C.H; FILHO, W. M. Ensaios de sísmica de reflexão de alta resolução na planície aluvial do rio Paranaíba do Sul. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE GEOFÍSICA, 5. *Anais*. São Paulo: Sociedade Brasileira de Geofísica, p.403-405, 1997.
- DOWNS, P. W; GREGORY, K. J. The sensitivity of river channels in the landscape systems. In: THOMAS, D. S. G; ALLISON, R.J. (ed.) *Landscape Sensitivity*. New York: John Wiley & Sons, p.15-30, 1993.

- DRAGO, V. et. alli. Geologia. In: PROJETO RADAMBRASIL. *Folha SD22 Goiás*. Rio de Janeiro: DNPM, p.27-300, 1981. (Levantamento de Recursos Naturais, 25)
- DUARTE, P. A. *Fundamentos de cartografia*. Florianópolis: UFSC, 1994.
- DURY, G.H. Relations of morphometry to runoff frequency. In: CHORLEY, R.J. (ed.) *Water, earth and man*. Londres: Methus & Co, p.419-430, 1969.
- EINSELE, G. Continental sediments. In: EINSELE, G. *Sedimentary basins: evolution, facies, and sediment budget*. Berlin: Spring-Verlang, p.29-53, 1992.
- EITEN, G. Vegetação do Cerrado. In: PINTO, M.N. (org.) *Cerrado: caracterização, ocupação e perspectiva*. 2. ed. Brasília: UnB/SEMATEC, p.9-65, 1994.
- EMERY, D; MYERS, K. Fluvial systems. In: EMERY, D; MYERS, K. (eds.) *Sequence stratigraphy*. Blackwell: London, p.111–133, 1996.
- ERCHSEN, A. I; MIRANDA, J. Geologia do sul de Goiás: campanhas de 1935 e 1936. *Boletim do Serviço Geológico e Mineralógico*. Rio de Janeiro, n.94, p.1-60, 1939.
- ESTADO DE GOIÁS. SECRETARIA DA INDÚSTRIA E COMÉRCIO. *Levantamento Histórico e Econômico dos Municípios Goianos*. Goiânia: Secretaria da Indústria e Comércio, 1973.
- ETCHEBEHERE, M. L. de C. *Utilização de parâmetros morfométricos de drenagem para delinear deformações crustais: aplicação no vale do rio do Peixe, SP*. Rio Claro, Tema II, p. 44 – 111, 1999. (Exame de Qualificação).
- ETCHEBEHERE, M. L. *Terraços neoquaternários no vale do rio do Peixe, planalto ocidental paulista: implicações estratigráficas e tectônicas*. Rio Claro, 2000. Tese (Doutorado em Geologia Regional) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista.
- FAIRBRIDGE, R. W. The pleistocene-holocene boundary. *Quaternary Science Reviews*. v. 1, p. 215-244, 1983.
- FANNING, D. J; FANNING, M. C. B. *Soil: morphology, genesis and classification*. New York: John Wiley & Sons, 1989.
- FARIA, E. (org.) *Dicionário escolar latino-português*. 2.ed. Rio de Janeiro: Ministério da Educação e Cultura/Departamento Nacional de Educação, 1956.
- FARIA, M. M; FERREIRA, A. M. M. Contribuições à morfometria de bacias de drenagem em áreas de cobertura detríticas cenozóicas: rio das Mortes Pequeno, MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA. *Anais*. São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia, p.307-309, 1992.

FARRELL, K. M. Sedimentology and facies architecture of overbank deposits of the Mississippi river, False River Region, Louisiana. In: ETHRIDGE, F. G; FLORES, R. M; HARVEY, M. D. (eds.) Recent developments in fluvial Sedimentology. Soc. Econ. Paleon. Miner. *Spec. Publ.* v.39, p.111-120, 1987.

FERES, R. *Caracterização geotécnica de uma bacia hidrográfica urbana (Rio Branco-AC) com ênfase nos processos de ocupação dos fundos de vale.* São Carlos, 1998. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) - Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia, Universidade Federal de São Carlos.

FERNANDES, O. V. Q. *Mudanças no canal fluvial do rio Paraná e processos de erosão nas margens, região de Porto Rico, Pr.* Rio Claro, 1990. Dissertação (Mestrado em Geociências) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista.

FERRAZ-VICENTINI, K. R. *Análise palinológica de uma vereda em Cromúnia, GO.* Brasília, 1993. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília.

FERRAZ-VICENTINI, K. R. *História do fogo no cerrado: uma análise palinológica.* Brasília, 1999. Tese (Doutorado em Ecologia) - Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília.

FERRAZ-VICENTINI, K. R.; SALGADO-LABOURIAU, M. L. Palynological analysis of a palm swamp in Central Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, v.9, n.3/4, p.207-219, 1996.

FERREIRA, S. R. *Caracterização geomorfológica e sedimentológica de lagoas associadas à calha do alto rio Paraná, região de Taquaruçu-MS.* Rio Claro, 1997. Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual paulista.

FISK, H. N. *Fine-grained alluvial deposits and their effect on Mississippi river activity.* Vicksburg: Mississippi River Commission, 1947.

FOSTER, G. R.; YOUNG, R. A.; ROMKENS, M. J. M.; ONSTAD, C. A. Process of soil erosion by water. In: FOLLET, R. F; STEWART, B. A. (eds). *Soil erosion and crop productivity.* Wisconsin: American Society of Agronomy. Crop Science Society of America. Soil Science Society of America, p. 137 – 162. 1985.

FREITAS, R. O. Ensaio sobre o relevo tectônico do Brasil. *Rev. Bras. Geografia.* a. 13, n.2, p.171-222, 1951.

FURNAS CENTAIS ELÉTRICAS. Relatório DCT. T. 4.006.2001-RO – Universidade Católica de Goiás – Planície Aluvionar do rio Meia Ponte – Difrações de Raio-X. Goiânia. *Relatório Interno.* 2001.

- GIBLING, M.R; RUST, B. R. Alluvial ridge-and-swale topography: a case study from the Morien Group of Atlantic Canada. In: MARZO, M; PUIGDEFÁBREGAS, C. (eds.). *Alluvial sedimentation: Spec. Publs. Int. Ass. Sediment.* Oxford: Blackwell Scientific Publications, n.17, p.133-150, 1993.
- GOMES, M. F. S. *A apropriação dos recursos da natureza e o processo erosivo no oeste do Paraná.* Rio Claro, 1998. Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista.
- GONÇALVES, L. F. H; GUERRA. A. T. G. Movimentos de Massa na Cidade de Petrópolis (Rio de Janeiro). In: GUERRA. A. T. G; CUNHA, S. B. (orgs.) *Impactos Ambientais Urbanos no Brasil.* Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p.189–252, 2001.
- GONTIJO, A. H. F. *Morfotectônica do médio vale do Rio Paranaíba do Sul. Região da Serra da bocaina, estado de São Paulo e Rio de Janeiro.* Rio Claro, 1999. Tese (Doutorado em Geologia Regional) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista.
- GOULART, M. (org.) *Projeto Salvamento Arqueológico Uruguai.* Itajaí: UNIVALI, 1997.
- GOZO, C. A. A. *Análise estratigráfica da formação San Gregório (P) na borda leste da bacia Norte Uruguaia.* Rio Claro, 1995. Dissertação (Mestrado em Geologia Regional) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista.
- GREGORY, K. J. (ed.) *River channel changes.* Belfast: Universities Press, 1977.
- GREGORY, K. J. (ed.) *Background to palaeohydrology: a perspective.* New York: John Wiley & Sons, 1983.
- GREGORY, K.J; LEWIN, J; THORNES, J. B. (eds.) *Palaeohydrology in practice: a river basin analysis.* Chichester: John Wiley & Sons, 1987.
- GRESSLY, A. *Observations géologiques sur le Jura Soleurois.* Nouv. Mém. Soc. Helv. Sci. Natur. v. 2,1830.
- GUERRA, A. J. T. *Novo dicionário geológico-geomorfológico.* Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1997.
- GUERRA, A. J. T; CUNHA, S. B. (orgs.) *Geomorfologia e meio ambiente.* Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.
- GUERRA, A. J. T; CUNHA, S. B. da.(orgs.). *Impactos Ambientais Urbanos no Brasil.* Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.
- GUERRA, A. T. *Dicionário geológico-geomorfológico.* Rio de Janeiro: IBGE, 5 ed. 1978.

- HACK, J. T. Stream-profile analysis and stream-gradient index. *Journ. Research of the U.S. Geol. Survey*. v.1, n.4, p.421-429, 1973.
- HAMBLIN, W.K; CHRISTIANSEN, E. H. River Systems. In: HAMBLIN, W.K; CHRISTIANSEN, E. H. *Earth's dynamic systems*. 7.ed. New Jersey: Prentice Hall, p.259–297,1995.
- HANDY, R. L. Alluvial Cutoff Dating from Subsequent Growth of the a Meander. *Geological Society of America Bulletin*, v.83, p.475-480, 1972.
- HARALY. I.; HASUI, Y. Interpretation of gravity and magnetic data of old cratonic areas in Central-East Brazil. In: HINZE, W. H. (Edit.). *Utility of regional gravity and magnetic anomaly maps*. Society of Exploration Geophysicists, p. 124-131, 1985.
- HARE, P. W; GARDNER, I.W. Geomorphic indicators of vertical neotectonism along converging plate margins. In: ANNUAL BINGHAMTON GEOMORPHOLOGY SYMPOSIUM. a.15, Boston, 1985.
- HARLAND, W. B; ARMSTRONG, R. L; COX, A. V. CRAIG, L. C; SMITH, A. G; SMITH, D. G. *A geologic time scale 1989*. Cambridge: Cambridge University Press, 1990.
- HASUI, Y; HARALYI, N. L. E. A mega-estruturação de Goiás. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO CENTRO-OESTE, 2. *Anais*. Goiânia: Soc. Bras. Geol.- Núcleo Centro-Oeste, p.120-144, 1986.
- HASUI, Y; MIOTTO, J. A. A zona sismogênica de Porangatu. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 35, Belém, 1988. *Anais*. Belém: Sociedade Brasileira de Geologia, v.5, p. 2173-2186, 1988.
- HASUI, Y. Neotectônica e aspectos fundamentais da tectônica rússergerente no Brasil. In: WORKSHOP SOBRE NEOTECTÔNICA E SEDIMENTAÇÃO CENOZÓICA CONTINENTAL NO SUDESTE BRASILEIRO, 1, Belo Horizonte, SBG-MG, p.1-31, 1990.
- HASUI, Y. COSTA, J. B. S. O Cinturão Araguaia: um enfoque estrutural-estratigráfico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 36, *Anais* Natal: Sociedade Brasileira de Geologia, 1990.
- HASUI, Y; COSTA, J.B.S. *Zonas e cinturões de cisalhamento*. Belém: UFPA, 1991.
- HASUI, Y; MIOTTO, J. A. *Geologia Estrutural Aplicada*. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia – ABGE, 1992.
- HASUI, Y; COSTA, J.B.S. Neotectônica: fundamentos e técnicas de análise. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DA AMAZÔNIA, 5, *Anais*, Belém: SGB-Núcleo Norte, v.1, p.20, 1996.

- HICKIN, E. J; NANSON, G. C. The character of channel migration on the Beatton River, Northeast British Columbia, Canada. *Geological Society of America Bulletin*. v.86. p.487-494, 1975.
- HILSS, E. S. A contribution to the morphotectonics of Australia. *J. Geol. Soc. Aust.* n.3, 1-15. 1956.
- HIRUMA, S. T. *Neotectônica no planalto de Campos do Jordão-SP*. São Paulo, 1999. Dissertação (Mestrado em Geologia Sedimentar) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.
- HOOGHMESTRA, H. Quaternary and upper-pliocene glaciations and forest development in the tropical andes: evidence from a long high-resolution pollen record from the sedimentary basin of Bogotá, Colombia. *Paleogeography, paleoclimatology, peleoecology*. Elsevier Science Publishers: Amsterdam, n.72, p.11-26, 1989.
- HOOGHMESTRA, H. & VAN DER HAMMEN, T. Late Quaternary and paleoecology of Laguna Pedro Palo (subandean forest belt, Eastern Cordillera, Colombia). *Review of Palaeobotany and Palynology*, v.77, p.235-262, 1993.
- HOOKE, J. M. Process of channel planform change on meandering channels in the UK. In: GURNELL, A; PETTS, G. (eds.) *Changing rivers channels*. Tulsa: John Wiley & Sons Ltda. p.87-115, 1995.
- HOOKE, R. L. B. Process on arid-region alluvial fans. *The Jour Geology*, n. 75 v. 4, p. 438-460, 1967.
- HOORN, M. C. *Miocene Palynoestratigraphy and paleoenvironments of northwestern Amazônia: evidence for marine incursions and the influence of Andean tectonics*. Academisch Proefschrift: Amsterdam, 1991.
- HOORN, M. C; GUERREIRO, J; SARMIENTO, G. A; LORENTE, M. A. Andean tectonics as a cause for changing drainage patterns in Miocene northern South America. *Geology*, v.23, n.3, p.237-240, 1995.
- HORTON, R. E. Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology. *Geol. Soc. America Bulletin*. v.56, n.3, p.275-370, 1945.
- HOWARD, A. D. Drainage analysis in geologic interpretation: a summation. *Bulletin. American Association Petroleum Geologists*. Tulsa, v.51, n.11, p.2246-2259, 1967.
- IANHEZ, A C; et. alli. Geologia. In: PROJETO RADAMBRASIL. *Folha SE22 Goiânia*. Rio de Janeiro: IBGE, p. 23-348, 1983. (Levantamento de Recursos Naturais 31)
- IBGE. PROJETO RADAMBRASIL Folha SE.22, Goiânia. Rio de Janeiro: IBGE, 1983. (Levantamento de Recursos Naturais, 31)

- IBGE. *Saneamento básico e problemas ambientais em Goiânia*. Goiânia: SBAGO, 1992.
- IBGE. *Zoneamento Ecológico-Econômico da Área do Aglomerado Urbano de Goiânia – sumário executivo*. Goiânia: Divisão de Geociências de Centro-Oeste, DIGEO-GO, 1994.
- INSTITUTO DE PESQUISAS HIDRÁULICAS. *Diagnóstico das condições sedimentológicas dos principais rios brasileiros*. 2ed. Rio de Janeiro: IPH/UFRGS, ELETROBRÁS, 1998.
- INTERPLAN. *Estudos de impacto ambiental da estação de tratamento de esgoto de Goiânia*. Goiânia, 1992.
- IPLAN. *Plano de Desenvolvimento Integrado de Goiânia–PIDG*. Goiânia: IPLAN, v.1, p.59-61, 1991a.
- IPLAN. *Plano de Desenvolvimento Integrado de Goiânia – PIDG*. Goiânia: IPLAN, v.2, p.113-173, 1991b.
- JABUR, I.C. *Análise paleoambiental do quaternário superior na bacia hidrográfica do Alto Paraná*. Rio Claro, 1992. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista.
- JAIN, V. E. *Geotectónica general*. Moscou, Mir, v.1, 1980.
- JONES, L. S; HARPER, J. T. Channel avulsions and related process, and large-scale sedimentation patterns since 1875, Rio Grande, San Luis Valley, Colorado. *Geological Society of America Bulletin*, v.110, n.3, p.411-421, 1998.
- JUNIOR, A. P. M; SOUZA, C. J. O; MARQUES, M. R; MOURA, M. T. T; MOREIRA P. F; SILVEIRA, J. S; VALADÃO, R. C. Modificações no padrão de sedimentação fluvial durante o quaternário tardio no Espinhaço Meridional. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 37. *Anais*. São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia, p.307-307, 1992.
- KALLICK, T; STARKEL, L; SALA, J; SOJA, R; ZERNICKAYA, V. P. Suboreal paleochannel System in the Vistula Valley near Zabierzów Boche'unki (Sandomierz Basin) In: STARKEL, L; KALICKI, T. (eds.) Evolution of the Vistula river Valley during the last 15000 year. Special issue 9. Croclaw: Continuo, v.6, p.129-156, 1996.
- KELLER, E. A; PINTER, N. *Active tectonics*. New Jersey: Prentice-Hall, 1996.
- KHADKIKAR, A. Trough cross-bedded conglomerate facies. *Sedimentary Geology*. Amsterdam, n.128, p.39-49, 1999.
- KING, L. C. A Geomorfologia do Brasil oriental. *Revista Brasileira de Geografia*. n. 2, p.147-265, 1956.

- KOCHEL, R. C; JOHNSON, R. A. Geomorphology and Sedimentology of Humid-Temperate Alluvial Fans, Central Virginia. In: KOSTER, E. H; STELL, R. J. *Sedimentary of Gravels and Conglomerates*. Alberta, Canadian Society of Petroleum Geologists, 1984.
- KRAUSKOPF, K. B. *Introduction to Geochemistry*. Kogakusha: McGraw-Hill, 1979.
- LACERDA FILHO, J. V. et alli. *Programa Levantamentos geológicos básicos do Brasil – PLGB; Folha SE.22-X-B-VI, Caraíba, GO*. Goiânia, 1989. 1v (Relatório Inédito CPRM/DNPM).
- LAL, R. Soil erosion by wind and water: problems and prospects. In: LAL, R. (ed.) *Soil erosion research methods*. Iowa: Soil and Water Conservation Society, p. 1-6, 1988.
- LANDIM, P. M. B; MEYER Jr., A. E; PEREIRA, N. A. M. Determinação de paleocorrentes pelo estudo da orientação de seixos. *Notícias Geomorfológicas*. Campinas, v.13, n.26, p.21-32, 1973.
- LANESKY, D; LOGAN, B. N; BROWN, R. G; HINE, A. C. A new approach to portable vibrocoring underwater and an Land. *Journal of Sedimentary Petrology*. v.49, p.654-657, 1979.
- LATRUBESSE, E; STEVAUX, J. C. Geomorphology and environmental aspects of the Araguaia fluvial basin, Brazil. In: *Z. Geomorphologie. Suppl.-Bd.129*, Berlin, p.109-127, 2002.
- LEDRU. M. P; MARTIN, L; SOUBIES, F; SUGUIO, K; TURCQ, B. Registro palinológico das variações climáticas no decorrer dos últimos 30.000 anos em sedimentos da Lagoa Campestre na Serra do Salitre, Município de Patrocínio (MG). In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO. *Publicação Especial*. Belo Horizonte, n.1, p.55-56, 1989.
- LEDRU, M. P. Late Quaternary environmental and climatic changes in Central Brazil. *Quaternary Research*. v. 39, p. 90-98, 1993.
- LEDRU, M. P. *Etud de la pluie pollinique actuelle des forêts du Brésil central: climat, vegetation, application a l'étude de l'évolution paleoclimatique des 30000 dernières années*. Paris, 1999. Tese de Doutorado - Soutenue.
- LEDRU, M. P; BRAGA, P. I. S; SOUBIES, F; FOURNIER, M; MARTIN, L; SUGUIO, K; TURCQ, B. The last 50,000 years in the Neotropics (Southern Brazil): evolution of vegetation and climate. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. v.123, p.239-257, 1996.
- LEONARDOS, O. H. Rutilo em Goiáz. *Boletim do Serviço de Fomento da Produção Mineral*. Rio de Janeiro, n.30, p.1-96, 1938.
- LEONARDOS, O. H. Observações geológicas em Cristalina-GO. *Engenharia, Mineração e Metalurgia*. Rio de Janeiro, v. 1, n.184, p.217-24, abr. 1960.
- LEONEL, M. *A morte social dos rios*. São Paulo: Perspectivas: Instituto de Antropologia e Meio Ambiente: FAPESP, 1998. (Coleção estudos;157)

- LEOPOLD, L. B; WOLMAM, M. G. River channel patterns: braided, meandering and straight. *U.S. Geology Survey Prof. Paper.* v.282b, p.29-84, 1957.
- LEOPOLD, L. B; WOLMAN, M. G; MILLER, J. P. *Fluvial process in geomorphology.* San Francisco: W.F. Freeman and Com, 1964.
- LEOPOLD, L. B. Rivers channel change with time: an example. *Geological Society of America Bulletin.* Berkeley, v.84. p.1845-1860, 1973.
- LOIOLA, S. A; DUARTE, I. F; RIBEIRO, C. S; CARDOSO, N.C; MARTINS, M.J; ALVES, M. J. A dinâmica processual da boçoroca do Areião, localizada no bairro Dom Fernando II, Goiânia (GO). In: SIMPÓSIO NACIONAL DE CONTROLE DE EROSÃO, 7. *Anais.* Goiânia: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental, 2001.
- MACKIN, J.H. Concept of graded river. *Geol. Soc. America Bulletin.* v.59, p.463-512, 1948.
- McGEE, J. W. Sheetflood erosion. *Bull. Geol. Soc. Am.* n. 8, p. 87-112, 1897.
- MAGNAGO, H; SILVA, M. T. M; FONZAR, B. C. Vegetação. In: PROJETO RADAMBRASIL, *Folha SE.22 - Goiânia.* Rio de Janeiro: p.577-636, 1983. (Levantamento de Recursos Naturais, 31)
- MAIA NETO, R. F. Água para o desenvolvimento sustentável: ensaios e Dissertações. *A Água em Revista—revista técnica e informática da CPRM.* p.21-32, n. 09, 1997.
- MAMEDE, L; NASCIMENTO, M. A. L. S. do; FRANCO, M. do S. M. Geomorfologia. In: PROJETO RADAMBRASIL. *Folha SD. 22 Goiás.* Rio de Janeiro: IBGE, p. 301-370, 1981 (levantamentos de Recursos Naturais, 25)
- MAMEDE, L; ROSS, J. L. S; SANTOS, L. M. dos; NASCIMENTO, M. A. L. S. do. Geomorfologia. In: PROJETO RADAMBRASIL. *Folha SE.22 - Goiânia.* Rio de Janeiro: IBGE, p. 349-412, 1983.(Levantamento de Recursos Naturais, 31)
- MAMEDE, L. Compartimentação Geomorfológica da Região Centro-Oeste. *Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia – Núcleo Centro-Oeste,* n.16, p. 107-144, Jul. 1993.
- MAMEDE, L. Geomorfologia. In: *Geologia e Recursos Minerais do Estado de Goiás e Distrito Federal: Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil.* (escala 1: 500.000). Goiânia/Brasília: CPRM/METAGO/UnB, p. 18-24, 1999.
- MAMEDE, L. Análise e interpretação geomorfológica da bacia do córrego Taquara-DF. São Paulo, 1999. Tese (Doutorado em Geografia Física) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo.
- MARINI, J. O; BARBOSA, G. V; DARDENE, M. A; FARIA, A; FUCK, R. A. *Projeto Serra Dourada: relatório final.* Brasília: Dep. Nac. Prod. Min/Fund., UNB, v.2, 1974.

- MARINI, J. O; FUCK, R. A; DARDENNE, M. A.; DANNI, J. C. M. Faixa Brasília. A evolução geotectônica da Faixa Brasília e de seu embasamento. In: SIMPÓSIO SOBRE O CRÁTON DO SÃO FRANCISCO E SUAS FAIXAS MARGINAIS. *Anais*. Salvador: Sociedade Brasileira de Geologia, p.100-115, 1981.
- MARINI et alli. As faixas de dobramentos Brasília, Uruaçu, e Paraguai-Araguaia e o Maciço Mediano de Goiás. In: SCHOBENHAUS FILHO, C. (org.) *Geologia do Brasil*. Brasília: DNPM, p. 251 – 303, 1984a.
- MARINI, J. O; FUCK, R. A; DARDENNE, M. A; DANNI, J. C. M. Província Tocantins: setores Central e Sudeste. In: ALMEIDA, F.F.M; HASUI, Y. (orgs.) *O Pré-Cambriano do Brasil*. São Paulo: Blüchert, p.205-264, 1984b.
- MARTIN. L; MÖRNER, N-A; FLEXOR, J-M; SUGUIO, K. Fundamentos e reconstituição de antigos níveis marinhos do quaternário. *Boletim Instituto de Geociências*. São Paulo, v. 4, p.1-161, 1986.
- MARTIN, L. & FLEXOR, J. M. Vibro-testemunhador leve: Construção, utilização e possibilidades. In: II CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO, *Publicação especial*, n.1, 1989.
- MARTINS, D. et alli. *Relatórios de levantamento e resgate de Serra da Mesa*. Goiânia: Museu de Antropologia da UFG, 1996.
- MASTERS, R. *Da Vinci e Maquiavel: um sonho renascentista*. Rio de Janeiro: Zahar, 1999.
- MATTOS, S. C. Carta de Risco de Goiânia: um instrumento fundamental para o planejamento urbano ambiental do município. *Estudos*. Goiânia: UCG, v.24, n.3/4, p.195-206, 1997.
- MAURO, C. A. de; DANTAS, M; ROSO, F. A. Geomorfologia. In: PROJETO RADAMBRASIL. *Folha SD.23- Brasília*. Rio de Janeiro: 1982. (Levantamento de Recursos Naturais, 29).
- MAYER, L. Quantitative analysis of landforms: a way to delineate active tectonic structures. Geomorphology Laboratory – Oxford: Department of Geology Miami University Annual Technical Report, 1992.
- MCKEOWN, F.A; JONES-CECIL, M; ASKEW, B. L; McGRATH, M. B; Analysis of stream-profile data and inferred tectonic activity, Eastern Ozark Mountains regions. Denver. USA. U.S. *Geol. Survey Bull*. 1807, 1988.
- MELLO, C. L. *Sedimentação e Tectônica Cenozóicas no médio vale do rio DOCE (MG, sudeste do BRASIL) e suas implicações na evolução de um sistema de lagos*. São Paulo, 1997. Tese (Doutorado em Geologia Sedimentar) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.

MELLO, J. C. R; BERBERT, C. O. Investigação geológico-econômica da área de Morro Feio-Hidrolândia, Goiás. *Boletim da Divisão de Fomento da Produção Mineral*. Rio de Janeiro: DNPM, n.132, 1969.

MELLO, M. S. *A formação Rio Claro e depósitos associados: sedimentação neocenozóica na depressão periférica paulista*. São Paulo, 1995. Tese (Doutorado em Geologia Sedimentar) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.

MELLO, M. S; PONÇANO, W.L; MOOK, W.G. Datações C14 em sedimentos quaternários da Grande São Paulo. In: CONGRESSO DA ABEQUA, I. *Anais*. Porto Alegre: ABEQUA, p.427-436, 1987.

MELLO, M. S; FERNANDES, L. A; COIMBRA, A. M. Influência da neotectônica nos terraços do baixo Ribeira do Iguapé (SP). *Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia-núcleo Minas Gerais*, n.11, p.47-56, 1990.

MELLO, P. J. C; RUBIN, J. C. R. de. Levantamento sistemático e intensivo em arqueologia: o caso da UHE Costa Rica (MS). *Revista de Divulgação Científica*. Goiânia: IGPA/UCG, n.1, p.47-54, 1996.

MELLO, P. J. C. et alli. *Projeto de levantamento e resgate do patrimônio arqueológico da área diretamente afetada pela UHE Corumbá: relatório final*. Goiânia: Furnas/IGPA/UCG, 1996.

MELLO, P. J. C; VIANA, S. A; SILVA, R. T; RUBIN, J. C. R. de; CASTRO, E. C. de; BARBOSA, M. S. S; MELO, J. I. S. *Projeto de resgate do patrimônio arqueológico da área diretamente afetada pela Pequena Central Hidrelétrica de Braço Norte II (MT)*. Goiânia: UCG/ENCOMIND, 1998.

MENDES, J. C. *Elementos de estratigrafia*. São Paulo: T. A. Queiroz/EDUSP, 1984.

MERRITS, D; VINCENT, K. R. Geomorphic response of coastal streams to low, intermediate, and high rates of uplift, Mendocino triple junction region, northern California. *Geol. Soc. Am. Bull.* v.101, p.1373-1388, 1989.

MESCHERIKOV, Y. A. Neotectonics. In: FAIRBRIDGE, R. M. (ed.) *Encyclopedia of Geomorphology*. New York: Reinhold, p.768-773, 1968.

MIALL, A. D. A review of the Braided river depositional environment. *Earth Science Review* v.13, p.261-308, 1977.

MIALL, A. D. Architectural-element analysis: a new method of facies analysis applied to fluvial deposits. *Earth Science Review*, v. 22, p.261-308, 1985.

MIALL, A. D. Alluvial deposits. In: WALKER, R.G; JAMES, N. P. (eds.) *Facies models: response to sea level change*. Ontario: Geological Association of Canada, p.119-139, 1992.

- MIALL, A. D. *The Geology of fluvial deposits: sedimentary facies, basin analysis, and petroleum geology*. London: Springer, 1996.
- MIKE, K. Utilization of the analysis of ancient river beds for the detection of holocene crustal movements. *Tectonophysics*. Amsterdam, v.29, p.359–368, 1975.
- MILLER, E. T. *História da cultura indígena do alto-médio Guaporé (Rondônia e Mato Grosso)*. Porto Alegre, 1983. Dissertação (Mestrado em Arqueologia) - Pontífice Universidade Católica do Rio Grande do Sul.
- MOORE, P.D. & WEBB, J. A. *An Illustrated Guide to Pollen Analysis*. London: Hodder and Stoughton, 1978.
- MORAES, R. P. *Geomorfologia quantitativa e compartimentação da bacia hidrográfica do rio Meia Ponte: um ponto de partida para implementação de planos de planejamento e gestão*. Goiânia, 2000. Monografia (Graduação em Geografia) - Universidade Federal de Goiás.
- MORAIS, J. O. de. Uso e abuso de materiais terrestres. In: *Geologia no Planejamento Ambiental*. Fortaleza: 1991. (mimeo)
- MORANGONI, Y. R; GAGO, M. D; LOBIANCO, M. C. Mapas gravimétricos de Goiás e Distrito Federal. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE GEOFÍSICA, 5. *Resumos Expandidos*. São Paulo: editor, 1997.
- MORETON, L. C. (org.) *Programa Levantamentos geológicos básicos do Brasil, Goiânia, Folha SC 22 – X – B – IV*. Brasília: DNPM/CPRM, 1994a.
- MORETON, L. C. (org.) *Programa Levantamentos geológicos básicos do Brasil, Nerópolis, Folha SE 22 – X – B – I*. Brasília: DNPM/CPRM, 1994b.
- MORISAWA, M. E. *Stream: their dynamics and morphology*. New York: McGraw-Hill, 1968.
- MÖRNER, N. A. The neotectonic commission of INQUA. *Geol. Foren. Stockh. Forh.* n. 100. 1978.
- MÖRNER, N. A. Palaeoseismicity and geodynamics in Sweden. *Tectonophysics*, n. 117, Amsterdam, p. 139-153. 1985.
- MÖRNER, N. A. Pliocene changes of major tectonic regime in the European-Africal region. *Terra Cognita*, n. 7, 1987.
- MÖRNER, N. A. Paleoseismicity and neotectonics. *Tectonophysics*. Amsterdam, v.163. p.181-84, 1989.
- MÖRNER, N. A. Neotectonics the new global tectonics regime during the last 3 Ma and the initiation of ice age. *Academia. Brasileira de Ciências*. v.65, (suplemento.2), p.295-301, 1993.

- MOURA, J. R. S; MELLO, C. L. Classificação aloestratigráfica do quaternário superior na região de bananal (SP/RJ). In: *Revista Brasileira de Geociências*. v. 23, n.3, p.236–254, 1991.
- MOURA, J. R. S; MELLO, C. L; SILVA, T. M; PEIXOTO, M. S. Desequilíbrios ambientais na evolução da paisagem: o quaternário tardio no médio vale do rio Paraíba do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 37. *Anais*. São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia, p.309-310, 1992.
- NAKASU, L. *Recursos minerais do rio Paraná à montante de Guaíra*. Rio Claro, 1998. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista.
- NANSON, G. C.; CROKE, J. C. A genetic classification of floodplains. *Geomorphology*, n. 4, p. 459-486, 1992.
- NASCIMENTO, M. A. L. S. Geomorfologia do Estado de Goiás. *Boletim Goiano de Geografia*. Goiânia: UFG, v.12, n.1, 1-22, jan./dez., 1992.
- NASCIMENTO, M. A. L. S. *Cadastro das erosões urbanas em Goiânia*. Convênio UFG/DERMU-COMPAV, relatório final, 1993.
- NASCIMENTO, M. A. L. S. do. *Bacia do Rio João Leite: Influência das condições ambientais naturais e antrópicas na perda de terra por erosão laminar*. Rio Claro, 1998. Tese (Doutorado em Organização do Espaço) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista.
- NASCIMENTO, M. A. L. S. et alli. Erosão e Assoreamento no Jardim Botânico de Goiânia. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE CONTROLE DE EROSÃO, 7. *Anais*. Goiânia: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental, 2001.
- NETO, A. G. P; BARTORELLI, A; VARGAS, M. S. A planície do rio Paraná. *Boletim Paranaense de Geociências*. Curitiba: UFPR, n.2, p.217–229, 1994.
- NEVES, M. A. *A evolução cenozóica da região de Jundiá (SP)*. Rio Claro, 1999. Dissertação (Mestrado em Geologia Regional) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista.
- NILSON A. A; MOTTA J. Geologia da área de Goiânia-Trindade-GO. *Boletim da Divisão de Fomento*, 133. DNPM, 1969.
- NORTH AMERICAN COMMISSION ON STRATIGRAPHIC NOMENCLATURE. North American Stratigraphic Code. *Am. Assoc. Petr. Geol. Bull.*v.21, n.3, p.841– 75, 1983.

- NOVAES, A. S. S; AMARAL FILHO, Z. P; VIEIRA, P. C; FRAGA, A. G. C. Pedologia. In: PROJETO RADAMBRASIL. *Folha SE.22 - Goiânia*. Rio de Janeiro, p.413-576, 1983. (Levantamento de Recursos Naturais, 31)
- NOVAES, M. P. Residuais de aplanamentos cenozóicos no Distrito Federal. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA. *Anais*. Brasília: CODEPLAN, p.187-201, 1985.
- OBRUCHEV, V. A. Osnovnye cherty kinetiki i plastiki neotectoniki. Akademya Nauk SSSR. *Izvestiya Seriya Geologicheskaya*. Moscou: n.5. p.13-24, 1948.
- OLIVEIRA, A. B. de; ALMEIDA, F. J; DEL'ARCO, J.O; SANTOS, L. M. dos; DAMBRÓS, L. A. Mapa de Reconhecimento de Alta Intensidade dos Solos do Aglomerado Urbano de Goiânia, Escala 1:100.000. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 24. *Anais*. Goiânia: p.278. 1993.
- OLIVEIRA, A. M. S. *Depósitos tecnogênicos e assoreamento de reservatórios: exemplo do reservatório de Caçapava, Rio Paranapanema, SP/PR*. São Paulo, 1994. Tese de Doutorado - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo.
- OLIVEIRA, C. C. et alli. *Programa Levantamentos geológicos básicos do Brasil – PLGB Folha SE.22-X-B-V, Leopoldo de Bulhões – GO*. Goiânia, 1989. (Relatório inédito CPRM/DNPM)
- OLIVEIRA, C. *Vocabulário Inglês/Português de Geociências*. Rio de Janeiro: IBGE, 1994.
- OLIVEIRA, C. C; BITTAR, N. *Projeto Bandeirante: geologia das folhas de Itauçu, Palmeiras de Goiás e Cesarina e cadastramento de materiais de construção da área de Goiânia-Trindade*. Goiânia: Dep. Nac. Prod. Min./ Comp. Pesq. Rec. Min, 1971.
- OLIVEIRA, I. P. de; GUIMARÃES, C. M.; MOREIRA, J. A. A. Recuperação de pastagens degradadas por erosão: enfoque sobre conservação do solo. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE CONTROLE DA EROSÃO. 7, *Anais*. Goiânia: Sociedade Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental, 2001.
- OLIVEIRA, J. B. de; JACOMINE, P. K. T; CAMARGO, M. N. *Classes gerais de solos do Brasil: guia auxiliar para seu reconhecimento*. Jaboticabal: FUNEP, 1992.
- OLIVEIRA, P. T. T. Recursos Hídricos. In: *Recursos Naturais e Meio Ambiente: uma visão do Brasil*. 2ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1997.
- ORTON, G. J; READING, H. G. Variability of deltaic processes in terms of supply, with particular emphasis on grain size. *Sedimentology*, n. 40, p. 475-512, 1993.
- OSAKI, F. *Microbacias: práticas de conservação de solos*. Curitiba: 1994.
- OUCHI, S. Response of alluvial rivers to slow active tectonic movement. *Bulletin Geological Society of America*. Boulders. Co. v.96, p.504-515, 1985.

- PAGE, K; NANSON, G. Concave-bank benches and associated floodplain formation. *Earth Surface Process and Landforms*, v.7, p.529-543, 1982. PALACIN, L. *Fundação de Goiânia e desenvolvimento de Goiás*. Goiânia: Oriente, 1976a.
- PALACIN, L. *Goiás: 1722-1822*. Goiânia: Oriente, 1976b.
- PALACIN, L; GARCIA, L. F; AMADO, J. *História de Goiás em documentos: I. Colônia*. Goiânia: UFG, 1995.
- PANIZZA, M; PIACENTE, S. Rapporti fra geomorfologia e neotettonica. Mesa a punto concettuale. *Geogr. Fis. Dinam. Quant.* n.1, p.138-40, 1978.
- PARIZZI, M. G. *A gênese e a dinâmica da lagoa Santa com base em estudos palinológicos, geomorfológicos e geológicos de sua bacia*. Belo Horizonte, 1993. Dissertação (Mestrado em Geologia e Evolução Crustal) - Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais.
- PARIZZI, M. G; SALGADO-LABOURIAU, M. L; KOHLER, H. C. Genesis and environmental history of Lagoa Santa, southeastern Brazil. *The Holocene*. v.8, n.3, p.311 – 321.
- PATRICK, D. M.; SMITH, L. M.; WHITTEN, C. B. *Methods for studying fluvial change*. Gravel Bed Rivers. John Wiley and Sons, p. 783 – 816, 1982. PAVLIDES, S. B. Looking for a definition of neotectonics. *Terra New*. v.1, n.3, p.233-235, 1989.
- PELLOGIA, A. U. G. As coberturas remobilizadas: depósitos tecnógenos de encostas urbanas no município de São Paulo. *Solos e Rochas*. v. 17, n.2, p.125-129, 1994.
- PELOGGIA, A. *O homem e o ambiente geológico: geologia, sociedade e ocupação urbana no município de São Paulo*. São Paulo: Xamã, 1998.
- PENA, G. S. et alli. *Projeto Goiânia II: relatório final*. Goiânia: Dep. Nac. Prod. Min./Comp. Pesq. Rec. Min., 1975.
- PENTEADO, M. M. Tipos de Concreções ferruginosas nos compartimentos do planalto de Brasília. *Not. Geomorfol.* v.16, n.32, p.39-53, 1976.
- PENTEADO-ORELLANA, M. M. Microrrelevos associados a térmitas no cerrado. *Not. Geomorf.*, v. 20, n. 39/40, p. 61-72, 1980.
- PETRI, S; FULFARO, V. J. Aspectos da sedimentação e estruturas sedimentares dos depósitos da Represa Billings, São Paulo. *Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia*, v. 14. n. 1 / 2 p. 5-28. 1965.
- PETTS, G. Historical Analysis of Fluvial Hydrosystems. In: PETTS, G. E; MÖLLER, H; ROUX, A. L. (eds.) *Historical Change of Large Alluvial Rivers: Western Europe*. New York: John Wiley & Sons, p.1-18, 1989.

- PHILLIPS, L. F; SCHUMM, S. A. Effect of regional slope on drainage networks. *Geology*. v.15, p.813-6, 1987.
- PIRES NETO, A. G. *Estudos morfotectônicos das bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari, Jundiá e Áreas Adjacentes no Planalto Atlântico e Depressão Periférica*. Rio Claro: Universidade Estadual Paulista, 1996. (Processo CNPq 150011/94-6)
- PONTES, A. L. *Caracterização geoambiental da bacia do rio Japaratuba (SE)*. Rio Claro, 1997. Tese (Doutorado em Organização do Espaço) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista.
- POSEY, D. A. Os Kayapó e a natureza. In: *Ciência Hoje*. v.4, n.21, p 37, 1985.
- POSEY, D. A. Etnobiologia: teoria e prática. In: RIBEIRO, B. (org.) *Suma etnológica brasileira: edição atualizada do handbook of South American Indians*. Petrópolis: Vozes/Finep. v.1, p.15-25, 1986.
- POTTER, P. E. The mesozoic and cenozoic palaeodrainage of south America: a natural history. *Journal of South American Earth Sciences*. v.10, n.5-6, p.331-344, 1997.
- PROCHNOW, M. C. R. *Análise ambiental da sub-bacia do rio Piracicaba: subsídios ao seu planejamento e manejo*. Rio Claro, 1990. Tese (Doutorado em Geociências) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista.
- READING, H. G. (ed.) *Sedimentary Environments and Facies*. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1986.
- REATTO, A; CORRÊIA, J. R; SPERA, S. T. Solos do bioma cerrado: aspectos pedológicos. In: SANO, S. M; ALMEIDA, S. P. (eds.) *Cerrado*. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, p. 47-86,1998.
- REINECK, H. E; SING, I. B. *Depositional sedimentary environments: with reference to terrigenous clastics*. New York: Springer-Verlang, 1973.
- RESENDE, M; CURI, N. L; SANTANA, D. P. *Pedologia e fertilidade do solo: interações e aplicações*. Brasília: Ministério da Educação/Lavras: ESAL/Piracicaba: POTAFOS, 1988.
- RIBEIRO, B. (org.) *Suma etnológica brasileira: edição atualizada do handbook of South American Indians*. Petrópolis: Vozes/Finep. v.1, 1986.
- RIBEIRO, J. F; WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do bioma Cerrado. In: SANO, S. M; ALMEIDA, S. P. (eds.) *Cerrado*. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, p. 89-166, 1998.
- RICCOMINI, C; GIANNINI, P. C. F; MANCINI, F. Rios e Processos Aluviais. In: TEIXEIRA, W; TOLEDO, M. C. M. de; FAIRCHILD, T. R; TAIOLI, F. (orgs.) *Decifrando a Terra*. São Paulo: Oficina de Textos, 2001.

- RICHARDS, K. (ed.) *River channels: environment and process*. Oxford: Basil Blackwell, 1987.
- RIVEREAU, J.C. Notas de aula do curso de fotointerpretação. Curitiba. C. C. G. P. Inst. Geol. UFP. 1969.
- RIZZINI, C. T. *A flora do cerrado: análise florística das savanas centrais*. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 1, São Paulo, 1962. São Paulo: Bluchert/EDUSP, p. 105-153, 1971.
- ROBERT, C; KENNETT, J. P. Antarctic subtropical humid episode at the Palaeocene- Eocene boundary: Clay-Mineral evidence. *Geology*. v.22, p.211-214.
- RODRIGUES, S. K; SUGUIO, K. Gradientes hidráulicos das drenagens de 2ª ordem: uma contribuição para os estudos de neotectônica da “Volta Grande” do rio Xingu, Altamira-Pa In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 37. *Resumos expandidos*. São Paulo: SBG, p.598-600, 1992.
- RODRIGUES, S. K. *Neotectônica e sedimentação quaternária na região da “Volta Grande” do rio Xingu, Altamira, PA*. São Paulo, 1993. Dissertação de Mestrado - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.
- RUBIN, J. C. R; BARBERI, M; SILVA, R. T. SOUZA, M. A. T. *Potencial arqueológico da área impactada pelo projeto Javaés sub-projeto Xavante*. Goiânia: Lithotec, 2000.
- RUBIN, J. C. R. de; MOURA, I. O. *Identificação e cadastramento de processos erosivos no alto curso da bacia hidrográfica do rio Meia Ponte*. Goiânia: IGPA/UCG, 2001.
- RUBIN, J. C. R. de. *Monitoramento do atalho em colo (Neck Cut-Off) do canal do rio Meia Ponte entre os municípios de Brazabranes e Goianira-Goiás*. Goiânia: IGPA/UCG, 2002.
- RUST, B. R. A classification of alluvial systems. In: MIALL A. D. (ed.) *Fluvial sedimentology. Canadian Soc. Petrol. Geol. Memoir*, v. 5. p. 187-198, 1978.
- RUST, B. R. Facies models 2: coarse alluvial deposits. In: WALKER, R.G. (ed.) *Facies Models*. Ontario: Geological Association of Canada, p.9-21, 1983.
- RUST, B. R; KOSTER, E. H. Coarse alluvial deposits. In: WALKER, R.G. (ed.) *Facies models*. Ontario: Geological Association of Canada, p.53-69, 1984.
- SAADI, A; VALADÃO, R.C. O cenozóico da porção mediana-central do Espinhaço Meridional: 1 síntese. In: CONGRESSO DA ABEQUA, I. *Anais*. Porto Alegre: ABEQUA, p.393-407, 1987.
- SAADI, A; VALADÃO, R.C. Eventos tectono-sedimentares na bacia neoceno-zóica do Rio das Mortes (região de São João del Rey-MG). *Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia - núcleo de Minas Gerais*. Belo Horizonte, n.11, p.81-99, 1990.

- SAADI, A; Neotectônica da plataforma brasileira: esboço e interpretação preliminar. *Geonomos: Revista de Geociências*. v.1, n.1, IGCE, UFMG, p.1-15, 1993.
- SALAMUNI, E. *Tectônica da Bacia Sedimentar de Curitiba (PR)*. Rio Claro, 1998. Tese (Doutorado em Geologia Regional) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista.
- SALGADO-LABOURIAU, M. L; RULL, V. A method of introducing exotic pollen for palaeoecological analysis of sediments. *Rev. Paleobot. Palynol.* v.47, p.97-103, 1986.
- SALGADO-LABOURIAU, M. L. *História ecológica da terra*. São Paulo: Edgard Blücher, 1994.
- SALGADO-LABOURIAU, M. L; FERRAZ-VICENTINI, K.R. Fire in the cerrado 32,000 years ago. *Curr. Res. Pleistocene*. n.11, p.85-87.
- SALGADO-LABOURIAU, M. L; CASSETI, V; FERRAZ-VICENTINI, K. R; MARTIN, L; SOUBIÈS, F; SUGUIO, K; TURCQ, B. (1997) Late Quaternary vegetational and climatic changes in cerrado and palm swamp from Central Brazil. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, v.128, p. 215-226, 1997.
- SALGADO-LABOURIAU, M. L; BARBERI, M; FERRAZ-VICENTINI, K. R; PARIZZI, M.G. (1998) A dry climatic event during the late Quaternary of tropical Brazil. Review of Palaeobotany and Palynology. v.99, p.115-129, 1998.
- SANTOS, M. H. M. S. Considerações hidrossedimentométricas na bacia do ribeirão João Leite-GO. *Boletim Goiano de Geografia*. v.13, n.1, p.83-93, jan./dez,1993.
- SANTOS, M. L. dos. *Faciologia e evolução de barras de canal do rio Paraná na região de Porto Rico, Pr*. Rio Claro, 1991. Dissertação (Mestrado em Geociências) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista.
- SANTOS, R. M. M. dos; CARVALHO, J. C. de. Análise das voçorocas do município de Goiânia. *Boletim Goiano de Geografia*. Goiânia: UFG, v.17, n.2, p.93-109, jul/dez, 1997.
- SANTOS, R. M. M. dos. *Caracterização geotécnica e análise do processo evolutivo das erosões no município de Goiânia*. Brasília, 1997. Dissertação (Mestrado em Geotécnica) - Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília.
- SCATAMACHIA, M. C. M. (org.) *Gasoduto Paulínia-Brasília: potencial arqueológico do trecho Minas Gerais/Brasília*. São Paulo, USP/PETROBRÁS. 1995. (mimeo.).
- SCHMITZ, P. I. Caçadores e coletores antigos. In: NOVAIS PINTO, M. *Cerrado: Ocupação, caracterização e perspectivas*. 2 ed. Brasília, SEMATEC/UnB, p.109-154, 1994.
- SCHUMM, S. A. Sinuosity of alluvial channels on the great plain. *Geological Society of America Bulletin*. v.74, p.1089-1100, 1963.

- SCHUMM, S. A. Evolution and response of the system, sedimentologic implications. *Society of Economic Paleontologists*. v.31, p.19–29, 1981.
- SCHUMM, S. A. Alluvial river response to active tectonics. *Active tectonics, studies in geophysics*. National Academy Press, p.80-94, 1986.
- SCHUMM, S. A. River response to baselevel change: implications for sequence stratigraphy. *J. Geol.*, v. 101, p. 279 – 294, 1993.
- SELLEY, R. C. *Concepts and method of subsurface facies analysis: education course notes series*, 9. Tulsa: AAPG, 1978.
- SELLEY, R. C. *Ancient sedimentary environments*. 2.ed. New York: Cornell University Press, 1982.
- SERRA, O. Recognition of the major depositional environments from wireline logs. In: SERRA, O. (org.) *Sedimentary environment from wireline logs*. p.73-76 e 89–102.
- SHEPPARD, R. G. Regression analysis of river profiles. *J. Geol.*, v.93, p. 377 – 384, 1985.
- SILVA, A. M. da. *Dossiê de Goiás*. Goiânia: Master Publicidade, 2001.
- SILVA, C. L. da. *Aspectos Neotectônicos do Médio Vale do Rio Moji-Guacu: Região de Piraçununga*. Rio Claro, 1997. Dissertação (Mestrado em Geologia Regional) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista.
- SILVA, R. T; RUBIN, J. C. R. de; VIANNA, S. A. *Resgate arqueológico: sítios Gengibre e Lourenço (Caldas Novas-Goiás)*. Goiânia: DERGO/IGPA/UCG. 1997.
- SILVA, R. T; RUBIN, J. C. R. de. *Potencial arqueológico da área diretamente impactada pela UHE Rio Claro (GO): pesquisa bibliográfica e reconhecimento de campo*. Goiânia: Ambiental. Mimeo. 2002a.
- SILVA, R. T; RUBIN, J. C. R. de. *Potencial arqueológico da área diretamente impactada pelo Projeto Javaés, sub-projeto Urubu, com base em dados secundários e vistoria de campo*. Goiânia: Ambiental. Mimeo, 2002b.
- SILVA, R. T; RUBIN, J. C. R. de. *Potencial arqueológico da área da hidrovía Araguaia-Tocantins: dados secundários e vistoria de campo*. Goiânia. Mimeo. 2000c.
- SILVA, S. A. *Regime hidrológico e comportamento morfo hidráulico do rio Araguaia*. Maringá: Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual de Maringá, 2002.
- SINGH, A; BHARDWAJ, B.D. Fluvial facies models of the Ganga River sediments, India. *Sedimentary Geology*. Amsterdam, n.72, p.135-146, 1991.

- SMITH, S. Gravel Counterpoint Bars: Examples From The River Tywi, South Wales. In: ETHRIDGE, F. G; FLORES, R. M., HARVEY, M. D. (eds.) *Recent Developments In Fluvial Sedimentology*. U.S.A: Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, p.75-81, 1987.
- SOUBIÈS, F; SUGUIO, K; MARTIN, L; LEPRUN, J.C; SERVANT, M; TURCQ, B; FOURNIER, M; DELAUNE, M; SIFEDDINE, A. The Quaternary lacustrine deposits of the Serra dos Carajás (state of Para, Brazil): ages and other preliminary results. *Boletim Instituto de Geologia - USP*. São Paulo, v. 8, p.223-243.
- SOUZA FILHO, E. E. *Aspectos da geologia e estratigrafia dos depósitos sedimentares do rio Paraná entre Porto Primavera (MS) e Guairá (PR)*. São Paulo, 1993. Tese (Doutorado em Geologia Sedimentar) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.
- SOUZA, I. de A. *Mudanças no canal do rio Paraná durante o holoceno*. Rio Claro, 1999. Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista.
- STANISTREET, I. G; McCARTHY, T. S. The Okavango fan and the classification of subaerial fan systems. *Sediment. Geol.* v.85, p.115-133, 1993.
- STEVAUX, J. C. *O rio Paraná: geomorfogênese, sedimentação e evolução quaternária do seu curso superior (região de Porto Rico, Pr)*. São Paulo, 1993. Tese (Doutorado em Geologia Sedimentar) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.
- STEVAUX, J. C. Geomorfologia, sedimentologia e paleoclimatologia do alto curso do rio Paraná (Porto Rico, PR.) *Boletim Paranaense de Geociências*. Curitiba: UFPR, v.42, p.97-112, 1994.
- STEVAUX, J. C; SOUZA, I. A. Eventos climáticos do Quaternário Superior na bacia do alto rio Paraná: uma tentativa de correlação com o centro-sul brasileiro e o nordeste argentino. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 4. *Anais*. Salvador: UFB, p. 518-522, 1996.
- STEVAUX, J. C; SOUZA FILHO, E. E; JABUR, I. C. A história quaternária do rio Paraná em seu alto curso. In: VAZZOLER, A. E. de M; AGOSTINHO, A. A; HAHN, N. S. (eds.) *A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos*. Maringá: EDUEM, p. 47-72, 1997.
- STEWART, I. S; HANCOCK, P. L. Neotectonics. In: HANCOCK, P. L. (ed.) *Continental deformation*. Oxford: Pergamon Press, p.370-410, 1994.
- STRAHLER, A. N. Hypsometric (areal-altitude) analysis of erosional topography. *Bulletin. Geological Society of America. Boulder. Co.* v.63. p.1117-1142.1952.
- SUGUIO, K. *Introdução à sedimentologia*. São Paulo: Blücher, 1973.

- SUGUIO, K. *Rochas sedimentares: propriedades, gênese-importância econômica*. São Paulo: Blücher, 1980.
- SUGUIO, K. *Dicionário de geologia sedimentar e áreas afins*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998.
- SUGUIO, K. *Geologia do quaternário e mudanças ambientais: passado+presente=futuro?* São Paulo: Paulo's Comunicações e Artes Gráficas, 1999.
- SUGUIO, K; BIGARELLA, J. J. *Ambientes fluviais*. Florianópolis: UFSC/UFPR, 1990.
- SUGUIO, K; MARTIN, L; TURCQ, B. Alterações climáticas no Quaternário. *Boletim Climatológico*. São Paulo: FCT/UNESP, ano 1, n.2, p.43-50, 1996.
- SUMMERFIELD, M. A. *Global geomorphology: an introduction to the study of landforms*. New York: Longman Scientific & Technical, 1993.
- TAKIA, H. *Estudo da sedimentação Neogênico-Quaternária no município de São Paulo: caracterização dos depósitos e suas implicações na geologia urbana*. São Paulo, 1997. Tese (Doutorado em Geologia Sedimentar) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.
- TER-STEPANIAN, G. Beginning of the Tertiary. *Bulletin I. A. E. G.* n.38, p.133-142, 1988.
- TUREQ, B; SUGUIO, K; SOUBLÉS, F; SERVANT, M; PRESSINOTTI, M. M. N. Alguns terraços do sudeste e do centro-oeste brasileiro datados por radiocarbono: possíveis significados paleoclimáticos. In: CONGRESSO DA ABEQUA, I. *Anais*. Porto Alegre: ABEQUA, p.379-392, 1987.
- VALENTE, C. R. *Projeto Mapas Metalogenéticos e de Previsão de Recursos Minerais*. Goiânia: Dep. Nac. Prod. Min./Comp. Pesq. /Rec. Min., 1986.
- VAN DER HAMMEN, T. The Pleistocene changes of vegetations and climatic in tropical South America. *Journal of Biogeography*. n.1, p.3-26, 1974.
- VAN DER HAMMEN, T. Palaeoecology of the neotropics: an overview of the state of affairs. *Boletim do Instituto de Geociências*. São Paulo: USP, v.8, p.35-55, 1991.
- VAN DER HAMMEN, THOMAS; DUIVENVOORDEN, JOOST F; LIPS, JOHANNA M; URRERO, LÍGIA E; ESPEJO, NOHORA. Late quaternary of the middle Caquetá River area (Colombian Amazonia). *Journal of Quaternary Science*. v.7, n.1, p.45-55, 1992.
- VAN DER HAMMEN, T; ABSY, M. L. Amazonia during the last Glacial. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. n.109, p. 47-271, 1994.
- VAN LOON, A J. The meaning of "abruptness" in the geological past. *Earth Science Reviews*. n.45, p.209-214, 1999.

- VEIGA, A T. C. et alli. Síntese da geologia do Sul de Goiás. Proposta de revisão estratigráfica e conseqüente reformulação de diretrizes exploratórias. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 34. *Anais*. Goiânia: Sociedade Brasileira de Geologia, p.876–896, 1986.
- VELOSO, H. P. As regiões fitoecológicas, sua natureza e seus recursos econômicos. Estudo fitogeográfico. In: PROJETO RADAMBRASIL. *Folha SB.22 Araguaia e parte da folha SC. 22 Tocantins*. Rio de Janeiro, 1974. (Levantamento de Recursos Naturais, 4)
- VELOSO, H. P; GÓES-FILHO, L. Fitogeografia brasileira: classificação fisionômico-ecológica da vegetação neotropical. *Boletim Técnico do Projeto RADAMBRASIL*, Série Vegetação. Salvador n. 1, p.1-85, dez, 1982.
- VELOSO, J. A.V; MENDIGUREN, J. A. Sismicidade da Amazônia e parte do Centro-Oeste brasileiro. SIMPÓSIO CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA E GEOTÉCNICAS DA AMAZÔNIA, *Anais*, ABEG, , Brasília-DF, p. 43-57, 1980.
- VIANA, S. A. et alli. *Potencial arqueológico da área impactada pela Usina Hidrelétrica do Manso (MT)*. Goiânia: IGPA/UCG, 1999.
- VILLIERS, M. de. *Água: como o uso deste precioso recurso poderá acarretar a mais séria crise do século XXI*. Rio de Janeiro: Ediouro, 2002.
- VIVAS, L. Aspectos generales sobre el cuaternário. In: VIVAS, L. (ed.) *El Cuaternario*. Merida: La Prensa, p.1-45, 1984.
- VOLKOV, N. G; SOKOLOVSKY, I. L; SUBBOTIN, A. I. Effects of recent crustal movements on the shape of longitudinal profiles and water levels in rivers. In: INTERNATINAL SYMPOSIUM ON RIVER MECHANICS. *Proceedings*. Bern, International Union of Geodesy and Geophysics, p.105–116, 1967.
- WALKER, R.G; CANT, D. J. Sandy fluvial systems. In: WALKER, R.G. (ed.) *Facies Models*. Ontario: Geological Association of Canada, p.71–89, 1984.
- WALLING. D. E. The sediment delivery problem. *Journal of Hydrology*. v.65, p.209-237, 1983.
- WATSON, R. A; WRIGHT, JR. The end of the pleistocene: a general critique of chronostratigraphic classification. *Boreas*. v.9, p.153-163, 1980.
- WEGMAM, E. Lebendige tektonik eine Übersicht. *Geologische Rundschau*. Berlin: v.43, n.1, p.4-34, 1955.
- WESCOTT, W. A. Geomorphic threshold and complex response of fluvial systems – Some implications for sequence stratigraphy. *Am. Assoc. Petr. Geol. Bull.* v.77, p.1208-1218, 1993.
- WILLIAM, P. F; RUST, B. R. The sedimentology of a braided river. *Journal of Sedimentary Petrology*. v.39, p.649-679, 1969.

WILLIS, B. J. Paleochannel reconstruction from point bar deposits: a three-dimensional perspective. *Sedimentology*. n.36, p.757-766, 1989.

WISCHEMEIER, W. H; SMITH, D.D. *Predicting rainfall-erosion losses: a guide to conservation planning*. Washington: USDA – U.S. Department of Agriculture, 1978. (Handbook, 5370).

YBERT, J. P; SALGADO-LABOURIAU, M. L; BARTH, M. O; LORSCHUITTER, M. L; BARROS, M. A; CHAVES, S.A.M; LUZ, C .F. P; BARBERI-RIBEIRO, M; SCHEEL, R; FERRAZ-VICENTINI, K. R; Sugestões para padronização da metodologia empregada em estudos palinológicos do Quaternário. São Paulo: *Instituto de Geociências*, USP, v.13, n.2, p.47-49, 1992.

YOSHIKAWA, T; SUGIMURA, A; KAIZUKA, S; OTA, Y; SAKAGUCHI, T. *Nova teoria geomorfológica sobre o Japão*. Todaishuppan: 1973.

ZERNITS, E. R. Drainage patterns and their significance. *J. Geol.* v.40, p.498-521, 1932.

## ARTIGOS DE JORNAIS

Solução para os problemas fundamentais de Goiânia: água+esgotos+asfalto, estradas. *O Popular*. Goiânia, 20/01/52.

Meia Ponte é um dos rios mais poluídos do Brasil. *Cinco de Março*. Goiânia, 02 a 08/09/74.

Botânicos alertam para a destruição gradativa das áreas verdes de Goiânia. *Cinco de Março*. Goiânia, 15 a 21/04/74.

Bosques de Goiânia sofrem devastação com instalação de prédios e Parque Mutirama. *O Popular*. Goiânia, 20/07/75.

Solo: a destruição gradativa em Goiás. *O Popular*. Goiânia, 16/10/76.

As infectadas cidades – cogumelos dos bairros. *O Popular*. Goiânia, 31/10/76.

O desenvolvimento urbano: chuvas causam inundações em Goiânia. *O Popular*. Goiânia, 13/11/76.

Cresce poluição nos cursos d'água de Goiânia. *O Popular*. Goiânia, 30/09/78.

Radial perde metade de sua pista. *O Popular*. Goiânia, 30/12/83.

Uma erosão que já foi rua. *O Popular*. Goiânia, 15/03/83.

Rio Meia Ponte vai ter logo o curso desviado. *O Popular*. Goiânia, 16/10/85.

Falta d'água tratada atinge 40 % da população. *O Popular*. Goiânia, 16/08/87.

A ação das chuvas provocou erosões nas barrancas do Botafogo onde casas ameaçam despencar. *O Popular*. Goiânia, 16/12/87.

Meia Ponte inunda a Vila Roriz. *O Popular*. Goiânia, 16/03/88.

Poluição aliada à erosão constitui séria ameaça no Capim Puba. *O Popular*. Goiânia, 02/11/88.

Crateras ameaçadoras: além do dano ecológico, erosões são responsáveis por cinco mortes em 15 anos. *O Popular*. Goiânia, 19/12/93.

Erosão ameaça 150 famílias. *O Popular*. Goiânia, 23/01/94.

Moradores preocupados com o avanço de erosões. *O Popular*. Goiânia, 06/01/95.

Erosão destrói metade da rua. *O Popular*. Goiânia, 15/08/95.

Moradores temem que erosão cause tragédia. *O Popular*. Goiânia, 30/08/95.

Despejo de entulho em margem de rios será coibido. *O Popular*. Goiânia, 12/01/01.

Falta diagnóstico de erosões no Estado. *O Popular*. Goiânia, 03/05/01.

Voçorocas avançam no município. *O Popular*. Goiânia, 03/05/01.

Goiás e governo alemão atuam na recuperação do Meia Ponte. *Jornal da Imprensa*. Goiânia, 11 a 17/02/01.