



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA**  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
**CURSO DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**  
CAMPUS II - CAMPINA GRANDE

UTILIZAÇÃO DE UM SISTEMA DE INFORMAÇÃO  
GEOGRÁFICA E RESULTADOS DE ENSAIOS SPT  
COMO SUBSÍDIO AO PLANEJAMENTO URBANO.

CAMPINA GRANDE

Outubro de 2003

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA  
CIVIL E AMBIENTAL

GERALDO ANTÔNIO GOMES ALMEIDA

**UTILIZAÇÃO DE UM SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA E  
RESULTADOS DE ENSAIOS SPT COMO SUBSÍDIO AO  
PLANEJAMENTO URBANO.**

Orientadores: Prof. Dr. Kurt João Albrecht  
Prof. Dr. Raimundo Leidimar Bezerra

Campina Grande – PB  
Outubro de 2003

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA  
CIVIL E AMBIENTAL

GERALDO ANTÔNIO GOMES ALMEIDA

**UTILIZAÇÃO DE UM SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA E  
RESULTADOS DE ENSAIOS SPT COMO SUBSÍDIO AO  
PLANEJAMENTO URBANO.**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Campina Grande, como parte dos requisitos para obtenção do Título de Mestre em Engenharia Civil, na área de Geotecnia.

Orientadores: Prof. Dr. Kurt João Albrecht  
Prof. Dr. Raimundo Leidimar Bezerra

Campina Grande – PB  
Outubro de 2003



A447u  
2003

Almeida, Geraldo Antônio Gomes

Utilização de um sistema de informação geográfica e resultados de ensaios de SPT como subsídio ao planejamento urbano./ Geraldo Antônio Gomes Almeida. – Campina Grande: UFCG, 2003.

98p: il

Inclui Bibliografia

Inclui Apêndice

Dissertação (Mestrado) – UFCG/CCT/DCE

1.Geotecnia – SPT. 2.Geoprocessamento – SIG;  
3.Hidrogeologia – Variação do nível d'água. 4.Informática Aplicada – ArcView; AutoCad; Access; Excel. 5 . Programação - Banco de dados digital. 6 Urbanismo – Planejamento Urbano; Desenho Urbano.

I. Título

CDU: 624.13:711.4

**UTILIZAÇÃO DE UM SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA E  
RESULTADOS DE ENSAIOS SPT COMO SUBSÍDIO AO  
PLANEJAMENTO URBANO.**

**GERALDO ANTÔNIO GOMES ALMEIDA**

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE- PB COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL, NA ÁREA DE GEOTECNIA.

Aprovada por:



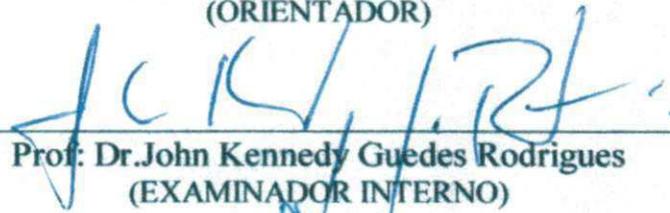
---

**Prof: Dr. Kurt João Albrecht  
(ORIENTADOR)**



---

**Prof: Dr. Raimundo Leidimar Bezerra  
(ORIENTADOR)**



---

**Prof: Dr. John Kennedy Guedes Rodrigues  
(EXAMINADOR INTERNO)**



---

**Prof: Carlos Alberto Marques dos Anjos  
(EXAMINADOR EXTERNO)**

Campina Grande – PB  
Outubro de 2003

*Dedico este trabalho a minha família:  
Aline, Alexandre, Laís, e em especial,  
à Luciana minha esposa e Antonieta  
minha mãe.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus a recuperação de minha saúde, a todos as pessoas que contribuíram, aos professores que abrilhantaram o nosso curso e, em especial:

Ao Prof. Dr. Kurt João Albrecht do Departamento de Geologia Geral da UFMT, pelo seu incentivo, pela sua orientação e pelo seu senso exemplar de dedicação ao saber e a produção científica, demonstrada no transcorrer deste trabalho.

Ao Prof. Dr Peter Zeilhofer do Departamento de Geografia da UFMT, Geógrafo, Doutor pela Ludwig-Maximilians-Universidade de Munique Alemanha, pelos conhecimentos básicos do ArcView .

A Professora Inara Aparecida Ferrer Silva do departamento de informática do CEFET-MT, Pós-Graduada pela UFLA-MG, pela relevante contribuição para o aperfeiçoamento do BDSPT, em Access.

Ao Prof. Dr Wilson Conciani do Departamento Relações Empresariais do CEFET-MT e ao Prof. Dr Raimundo Leidimar Bezerra do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Campina Grande pela iniciativa e proposição deste curso de pós-graduação de Mestrado em Geotecnia.

Ao Prof. Dr Marcio Miranda proprietário da Empresa Nacon Engenharia Ltda, que disponibilizou alguns dos relatórios de Sondagens e pelos seus incentivos a este trabalho.

Ao Engenheiro Frederico Adolfo Jofetti Neto, Proprietário da Empresa Engenort Engenharia Ltda., que abriu seus arquivos, com experiência de mais de vinte e cinco anos de execução de sondagens, e os colocou a disposição, acreditando no objetivo proposto por esta dissertação.

A Empresa Funsolo Engenharia e Construção Ltda, que também cedeu parte dos relatórios de sondagens.

Aos Amigos Edelson S. Duarte, Luis Anselmo da Silva, Raul B. Spinelli, pela união que existiu em nosso grupo de estudo, pelo espírito de companheirismo, por esse elo de amizade que se solidificou, e pelo incentivo nas horas incertas.

Aos colegas das Gerências II e III, do CEFET-MT., que compreenderam e auxiliaram nas horas de dedicação ao mestrado.

Aos órgãos públicos, como: Prefeitura Municipal de Cuiabá, Sanecap, Instituto de Pesquisa e desenvolvimento Urbano (IPDU), nos quais, os seus funcionários demonstraram grande espírito de colaboração.

Ao Centro Federal de Educação Tecnológica de Mato Grosso (CEFET-MT), a Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), e a Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), por terem disponibilizado os professores doutores que ministraram suas disciplinas neste curso de pós-graduação.

## SUMÁRIO

LISTA DE APROVAÇÃO.....	i
DEDICATÓRIA.....	ii
AGRADECIMENTO.....	iii
SUMÁRIO.....	v
LISTA DE FIGURA.....	viii
LISTA DE TABELAS.....	ix
LISTA DE ABREVIATURA.....	x
RESUMO.....	xi
ABSTRACT.....	xii

### CAPITULO 1

INTRODUÇÃO E OBJETIVOS.....	1
1.1 INTRODUÇÃO.....	1
1.2 OBJETIVO.....	2
1.3 JUSTIFICATIVA.....	3

### CAPITULO 2

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	4
2.1 STANDARD PENETRATION TEST, SPT.....	4
2.1.1 Método de Execução do Ensaio em Cuiabá.....	5
2.1.2 Aplicações do SPT.....	5
2.2 MAPEAMENTO GEOTÉCNICO.....	7
2.2.1 Carta Geotécnica de Cuiabá.....	8
2.2.2 Mapeamento Geológico.....	9
2.2.2.1 <i>Formação Miguel Sutil</i> .....	9
2.2.2.2 <i>Formação Rio Coxipó</i> .....	10
2.3 SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA, SIG.....	11
2.4 PLANEJAMENTO URBANO.....	12

### CAPITULO 3

MATERIAIS E MÉTODOS.....	16
3.1 LOCALIZAÇÃO CARACTERIZAÇÃO E CONTEXTO.....	16
3.1.1 Aspecto Histórico Urbanístico.....	16
3.1.2 Aspectos Gerais.....	17
3.1.2.1 <i>Área da Cidade</i> .....	17
3.1.2.2 <i>Localização Geográfica</i> .....	18
3.1.2.3 <i>Aspectos Climáticos</i> .....	18
3.1.2.4 <i>Aspectos Geológicos</i> .....	18
3.1.2.5 <i>Aspectos Geomorfológico</i> .....	19
3.1.2.6 <i>Aspectos Pedológicos</i> .....	19
3.1.2.7 <i>Aspectos Hídricos</i> .....	19
3.1.2.8 <i>Aspectos Demográficos</i> .....	20
3.1.3 Área de Estudo.....	20
3.1.3.1 <i>Uso do Solo</i> .....	22
3.1.3.2 <i>População</i> .....	22
3.2 MÉTODOS.....	25
3.2.1 Coleta de Informações.....	25
3.2.1.1 <i>BDSPT</i> .....	25
3.2.1.2 <i>SIG</i> .....	26
3.2.2 Adequação e Conversão de Dados.....	26
3.2.2.1 <i>BDSPT</i> .....	26
3.2.2.2 <i>SIG</i> .....	27
3.2.3 A Estruturação e Organização dos Dados.....	28
3.2.3.1 <i>O Modelo Conceitual do BDSPT</i> .....	28
3.2.3.2 <i>O Modelo Lógico do BDSPT</i> .....	30
3.2.3.3 <i>Projeto Físico do BDSPT</i> .....	33
3.2.3.4 <i>Estruturação e Organização do SIG</i> .....	35
3.2.4 Processamento de Dados.....	36

### CAPITULO 4

ANALISE DOS RESULTADOS E PROPOSIÇÕES.....	37
4.1 GENERALIDADES.....	37

4.2	EXPLORANDO O BDSPT E A POTENCIALIDADE ATRAVÉS DO SIG.....	38
4.2.1	Localização das Sondagens.....	38
4.2.2	Pesquisando o NA Representativo.....	38
4.2.3	Conhecendo o Comportamento do Impenetrável.....	39
4.2.4	Estudo Estatístico do Impenetrável.....	43
4.2.5	Pesquisando uma Profundidade Específica.....	43
4.2.6	Modelando a Superfície da Bacia para Referenciar as Cotas das Bocas.....	48
4.3	ANALISANDO A BACIA ATRAVÉS DO SIG RELACIONANDO O BDSPT E A CARTA GEOTÉCNICA.....	50
4.3.1	Gerando a Carta de Risco à Inundação.....	54
4.4	ANALISANDO A BACIA ATRAVÉS DO SIG RELACIONANDO O BDSPT E A CARTA GEOLÓGICA.....	58
4.4.1	Conhecendo a Formação Miguel Sutil através do BDSPT.....	58
4.4.2	Conhecendo a Formação Rio Coxipó através do BDSPT.....	60
4.5	O BDSPT COMO SUBSÍDIO AO PLANEJAMENTO URBANO.....	65
4.5.1	Nível D' Água Freático.....	65
4.5.1.1	<i>Problemas de Infra-Estruturas</i> .....	66
4.5.2	Materiais Inconsolidados.....	68
4.5.3	NSPT e o Impenetrável.....	71
<b>CAPITULO 5</b>		
	CONCLUSÕES.....	76
<b>CAPITULO 6</b>		
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	78
	GLOSSÁRIO.....	82
	APÊNDICE A - RELATÓRIO SPT-RESUMO (COMPLETO).....	85

## LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1 – Localização de Cuiabá.....	15
Figura 3.2 – Mapa de Localização da Bacia do Córrego Barbado.....	16
Figura 3.3- Crescimento Populacional.....	20
Figura 3.4 – Imagens do Córrego do Barbado.....	21
Figura 3.5 - Bairros e População de Influência do Córrego do Barbado.....	23
Figura 3.6 – Modelo Conceitual.....	29
Figura 3.7- Relacionamento do Banco de dados.....	32
Figura 3.8 –Formulário de Entrada de Dados.....	33
Figura 3.9 – Relatório Resumo.....	34
Figura 3.10– Relatório Detalhe.....	34
Figura 3.11 – Estrutura do SIG.....	35
Figura 4.1 – Referenciando as Sondagens.....	40
Figura 4.2 – Classificação do Na x Profundidade.....	41
Figura 4.3 –Profundidade do Impenetrável.....	42
Figura 4.4 –Estatística do Impenetrável.....	44
Figura 4.5 –NSPT X Profundidade.....	45
Figura 4.6 –Tipos de Solos X Profundidade.....	46
Figura 4.7 –Detalhe do Referenciamento da Cotas das Bocas.....	48
Figura 4.8 –Superfície Interpolada Criando a Carta Hipsométrica.....	49
Figura 4.9 –Unidades Homogêneas da Bacia do Córrego do Barbado.....	55
Figura 4.10 –Comportamento do BDSPT e a Carta Geotécnica.....	56
Figura 4.11 –Carta de Risco à Inundação.....	57
Figura 4.12 –Tipos de Solos da Formação Miguel Sutil.....	61
Figura 4.13 - Tipos de Solos da Formação Rio Coxipó.....	62
Figura 4.14 –O BDSPT e a Formação Miguel Sutil.....	63
Figura 4.15 - O BDSPT e a Formação Rio Coxipó.....	64
Figura 4.16 –Imagens das Invasões.....	72
Figura 4.17 –Sistemas de Coletas de Esgoto.....	73
Figura 4.18 –Áreas Alagadiças.....	74
Figura 4.19 –Áreas Problemáticas.....	75

## LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 – Classificação de Solos (NBR 7.250/82).....	6
Tabela 2.2 - Ocupação do Solo Urbano.....	14
Tabela 3.1- Áreas das Regiões Administrativas.....	18
Tabela 3.2 – Bairros e População de Influência da Bacia do Córrego do Barbado.....	24
Tabela 3.3 – Definição das Entidades/ Atributos/ Relacionamentos.....	30
Tabela 3.4 - Tabela SPT.....	31
Tabela 3.5 – Tabela Fornecedor.....	31
Tabela 3.6 – Tabela Profundidade.....	31
Tabela 3.7 – Tabela Tipos de Solos.....	31
Tabela 3.8 – Tabela Contem.....	32
Tabela 4.1 - Variação Sazonal do Nível do Lençol Freático da Bacia.....	39
Tabela 4.2 - O BDSPT X Unidade Homogênea: Colinas.....	51
Tabela 4.3 - O BDSPT X Unidade Homogênea: Áreas Alagadiças, Embaciados.....	52
Tabela 4.4 - O BDSPT X Unidade Homogênea: Planície de Inundação.....	53
Tabela 4.7 Variação Sazonal do Na, na Formação Miguel Sutil.....	57
Tabela 4.6 – SPT (ESTATÍSTICO) – Formação Miguel Sutil.....	59
Tabela 4.7 Variação Sazonal do Na, na Formação Rio Coxipó.....	60
Tabela 4.8 – SPT (ESTATÍSTICO) – Formação Rio Coxipó.....	60
Tabela 4.9 – Camada não Saturada.....	68
Tabela 4.10 –Camadas Não Saturadas x Formações Geológicas.....	69
Tabela 4.11 – Representação Estatística do NSPT da Área da rótula da UFMT.....	70

## LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas
- ASTM - *American Society for Testing and Materials*
- BDSPT - Banco de Dados de SPT
- CE - Chave Estrangeira
- CP - Chave Primária
- DP - Desvio Padrão
- E - Leste
- IPDU - Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Urbano
- IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas
- N - Norte
- NA - Nível D'água
- NBR - Normas Brasileiras
- NDVI - Normalized Difference Vegetation Index
- NSPT - Número de Golpes Necessários para Penetração do Amostrador Padrão
- SANECAP Companhia de Saneamento da Capital (Atual)
- SANEMAT Companhia de Saneamento do Estado de Mato Grosso (Extinta)
- SIG - Sistema de Informação Geográfica
- SPT - *Standard Penetration Test*
- UTM - *Universal Transverse Mercator*

## RESUMO

A área da bacia do Córrego do Barbado pela sua importância e localização dentro da área urbana, foi escolhida para realização deste trabalho. A bacia corta com seu curso, duas formações geológicas distintas, formadoras do Grupo Cuiabá.

Esse trabalho teve por objetivo criar um banco de dados de sondagens de simples reconhecimento (SPT), georeferenciado num ambiente de um sistema de informação geográfica (SIG) e como fonte de dados do meio físico, como subsídio ao planejamento urbano, utilizar as informações dos relatórios de sondagens cedidos pelas empresas que atuam no ramo de prospecção geotécnica em Cuiabá MT.

Através do Banco de Dados do SPT – BDSPT foram analisados os dados das sondagens, permitindo conhecer o comportamento do NA, tipos de solos, NSPT, impenetrável, tanto para as Unidades Homogêneas: colinas, planície de inundação, áreas alagadiças, assim denominadas pela CARTA GEOTÉCNICA DE CUIABÁ (1990), como também para as Formações: Miguel Sutil e Rio Coxipó assim denominadas pela Carta Geológica, (MIGLIORINI 2000).

O resultado foi à criação de uma poderosa ferramenta de análise e que possibilitou criar mapas temáticos, num ambiente digital interativo, das áreas urbanas já consolidadas. Os programas utilizados foram: EXCEL, AUTOCAD, ACCESS e ARCVIEW.

Termos de indexação: SPT; SIG; Banco de dados; ACCESS; ARCVIEW.

## ABSTRACT

*The area of the Barbado's creek basin was chosen due to its location and importance in the city. The basin run through two distinct geologic formations in its path, building the Cuiabá group.*

*The objective of this work was to create a Standard Penetration Test database (BDSPT), georeferenced in an environment of a geographic information sistem (GIS), seeking to use as data source of the urban phisical environment, the information of the probing reports supplied by the companies that work in the field of geotechnic prospection in Cuiabá, MT, as subsidy to urban planning. Through BDSPT, probed data were analysed, allowing for a knowledge of the NA, types of soil, NSPT, Impenetrable, for both the homogeneous units (area of slope, plain of inundation, area of overflowed, thus labeled by the Chart Geotechnic of Cuiabá (1990), and for formations (Miguel Sutil e Coxipó River, thus labeled by the Chart Geológico, (MIGLIORINI 2000).*

*The result was the creation of a powerful tool of analysis and theme map creation, on an interactive digital environment, in the urban areas already consolidated. The software used were EXCEL, AUTOCAD, ACCESS and ARCVIEW*

*Index Terms: SPT, GIS, Database, ACCESS, ARCVIEW*

## CAPITULO 1

### INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

#### 1.1 INTRODUÇÃO

A idéia de criar um banco de dados de sondagens de simples reconhecimento *SPT*, num ambiente SIG, originou-se da constatação de que as informações contidas nesses ensaios podem servir de fonte de dados para o melhor conhecimento do meio físico, visto que, as Sondagens de Simples Reconhecimento, também denominadas de *Standart Penetration Test/SPT*, consistem em sondagens geomecânicas que têm como objetivo reconhecer as variações verticais dos materiais inconsolidados do subsolo, a profundidade do nível d'água na época da perfuração, e a profundidade do impenetrável, que servirá de base das fundações das edificações, ou qualquer outro tipo de obra de engenharia. E, em se tratando de uma área urbana de médio a grande porte, onde são inúmeras as sondagens executadas, pode-se perceber a importância dessas informações no reconhecimento do subsolo da área em estudo para várias finalidades na Geologia de Engenharia, praticamente a custo zero, uma vez que podem ser disponibilizadas nas empresas executoras.

Verifica-se que o conhecimento científico produzido pelos estudos geotécnicos e de outras áreas do conhecimento, necessitam estar disponibilizados através de um sistema de informação geográfica SIG, para fácil acesso, entendimento, visualização, das pessoas que detêm o poder de decisão, permitindo, dessa forma, garantir a **temporalidade e aplicações** das informações nelas contidas, desta forma, diminuir a lacuna que separa a produção científica dos gestores municipais.

Percebe-se também a necessidade de se utilizar o SIG, que são ferramentas que deverão revolucionar e principalmente democratizar o planejamento urbano, possibilitando além de ser o elo tão necessário de comunicação entre a produção científica e os administradores, como também permitir o envolvimento dos mais diversos profissionais e setores, na elaboração da sua base cadastral.

Neste trabalho pode-se encontrar no item caracterização geral, aspectos do meio físico e social, do município de Cuiabá-MT, que vem possibilitar uma visão mais ampla e necessária para a compreensão do planejamento urbano e a sua lei de uso e ocupação do solo, e no item caracterização específica, as informações da área da bacia do Córrego do Barbado.

Para início e implantação desse trabalho, foi escolhida a área da bacia do Córrego do Barbado, que segundo a CARTA GEOTÉCNICA DE CUIABÁ (1990), teve o princípio da ocupação urbana em meados da década de 60, com a implantação da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT) em uma de suas margens e, em seguida no início da década de 70, com a implantação do Centro Político Administrativo (CPA), próximo da sua cabeceira.

A área, com um total de 917 ha, 7 km de extensão e média de 74hab/ha, que desemboca no rio Cuiabá, se encontra dentro da área urbana da cidade (LIMA, 2001). A escolha desta área deve-se a sua localização, pois, o seu curso atravessa as duas formações: Miguel Sutil e Rio Coxipó, que constitui e é classificada geologicamente como pertencente ao Grupo Cuiabá.

Na revisão bibliográfica encontram-se os dados históricos e principais conceitos sobre *SPT*, mapeamentos e cartas geotécnicas, sistema de informação geográfica, SIG, e planejamento urbano.

Os métodos utilizados foram divididos em procedimentos adotados para a criação do bancos de dados no ACCESS e dos procedimentos adotados para elaboração do sistema de informação geográfica, SIG (ARCVIEW 3.2a). Os resultados obtidos foram decorrentes de análises das informações do banco de dados de *SPT* (BDSPT), referenciado na base digital do município, e outras produções científicas como a Carta Geotécnica e a Carta Geológica de Cuiabá, onde pode-se constatar vários problemas que poderiam ter sido evitados, e outros que poderão ser.

Neste trabalho, verifica-se, em resumo, as potencialidades de subsídio do BDSPT, ao planejamento urbano da área, através da análise de seus dados, como conhecer o nível d'água, materiais inconsolidados, resistência à penetração e as tensões admissíveis desses materiais, a profundidade do impenetrável e as facilidades de criação de mapas e cartas temáticas, análises visuais e estatísticas, sua interatividade e multifinalidade, como também, suas limitações, como se pode verificar nas considerações finais.

## 1.2 OBJETIVOS

Implantar e divulgar um banco de dados e mapeamento digital de informações geotécnicas obtidas através de Sondagens de Simples Reconhecimento, também denominadas de "Standart Penetration Test" (*SPT*), georeferenciadas num sistema de informação geográfica (SIG), como fonte alternativa de dados do meio físico urbano consolidado, como subsídio ao planejamento e ao replanejamento urbano.

### 1.3 JUSTIFICATIVA

No Brasil, infelizmente a implantação de banco de dados ainda é precário, principalmente pelas dificuldades na obtenção das informações do meio físico junto aos órgãos executores de sondagens, que na maioria dos casos não reconhecem a importância dessas informações junto à comunidade científica, sendo comum desprezar esse acervo depois de determinado período.

Esse fato, decorrente da ausência de uma política nacional, tem levado a sobreposição de trabalhos de pesquisa fundamentados em dados relevantes, obtidos, por exemplo, através das sondagens. Por essas razões, propõe-se neste trabalho, a implantação de um banco de dados geotécnicos digital e georeferenciado num SIG, baseado nas informações pertinentes a esse tipo de sondagem geomecânica, que permita fácil localização, visualização, manipulação e compreensão dos dados ali contidos, criando uma interdisciplinaridade de informações de uso múltiplo.

O BDSPT num ambiente SIG, ora proposto, tem como resultado esperado, o caráter de multifinalidade, pois são informações que deverão contribuir, de forma relevante, nos trabalhos relacionados à gestão urbana sobre águas subterrâneas; comportamento das águas subsuperficiais rasas, aterros sanitários; implantação de edificações com fundações rasas e /ou profundas; definições de índices urbanísticos; definição de áreas impróprias à ocupação urbana, para alguma finalidade específica, soluções alternativas para minimizar o subdimensionamento de infra-estrutura existente, implantação de obras enterradas, tais como redes de distribuição de águas de abastecimento, de águas servidas, redes elétricas, entre outras, destacando-se o seu uso para reurbanização de áreas já consolidadas.

## CAPITULO 2

### FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

#### 2.1 STANDARD PENETRATION TEST, SPT.

Historicamente a sondagem à percussão teve seu início no ano de 1902, quando o engenheiro norte-americano Charles Gow decidiu melhorar o processo de reconhecimento do subsolo. Até então, a obtenção de amostras era feita através da circulação de água em sondagens de simples reconhecimentos e principiando as retiradas das mesmas através de processos de cravações dinâmicas. Mais tarde em 1927, Hart e Fletcher, da “*The Gow Co.*”, empresa subsidiária da “*Raymond Concret Pile Company*”, desenvolveram o amostrador tubular que é conhecido e utilizado até hoje. O amostrador possuía 2 polegadas ( $\cong 50,8\text{mm}$ ) e  $13/8$  polegadas ( $\cong 34,9\text{mm}$ ) de diâmetros externo e interno respectivamente, sua grande vantagem foi ter o seu corpo bipartido, permitindo após a sua abertura a visualização da amostra colhida e facilitando a sua obtenção.

Em 1930, Mohr, também da “*The Gow Co.*”, introduziu a técnica de utilização de um peso de bater de 140 lb ( $\cong 63,5\text{ kg}$ ) em queda livre de 30 polegadas ( $\cong 76,2\text{ cm}$ ), e também a contagem do número de golpes para cravar 12 polegadas (30,5 cm), do amostrador no solo, após uma penetração inicial de 6 polegadas ( $\cong 15,2\text{ cm}$ ).

TERZAGHI & PECK (1948) denominaram esse procedimento de cravação de um amostrador de diâmetro externo de 51mm e 35mm de diâmetro interno a ser cravado com um martelo de 63,5kg, caindo de uma altura de 75cm, contando os números de golpes para cravar os 30cm, após a cravação dos 15cm iniciais de “*STANDARD PENETRATION TEST, SPT*”. Estabelecendo suas primeiras correlações.

A primeira normalização do equipamento de sondagem na *ASTM (American Society for Testing and Materials)*, ocorreu no final da década de 50 do século passado.

No Brasil, o Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT desenvolveu um amostrador próprio e começou a medir a sua resistência à penetração em 1943, e em 1944 de forma mais sistematizada. O amostrador tinha diâmetro externo de 46cm e comprimento de 420 mm bipartido, com diâmetro interno de 38,1mm.

A Geotécnica, empresa fundada em 1944, também começou a determinar a resistência à penetração dinâmica, no Brasil, utilizando um amostrador de 41,2mm de diâmetro externo e 25mm de diâmetro interno que passou a se chamar amostrador Mohr-Geotécnica. Foi no começo da década de 70 do século XX, que a Geotécnica e o IPT, passaram a utilizar o amostrador do tipo Raymond de 51mm de diâmetro externo, tomando para procedimento de ensaio aquele estabelecido pela norma *ASTM*, D1586/67, com as devidas adaptações às condições brasileiras.

No fim dos anos setenta, o *SPT* recebeu grandes contribuições com as formulações apresentada por KOVACS (1977), PLACIUS (1977), SCHMERTMANN (1979), e anos mais tarde Belincanta (1985), com o objetivo de determinar energias cinética e dinâmica que o ensaio apresenta. Em BELINCANTA (1994) foi apresentado um novo trabalho sobre a energia dinâmica, abordando o mecanismo de transferência da energia contida no martelo, no instante do impacto, para a composição de haste do *SPT*. Este trabalho salientou a importância de medir essa energia transferida às hastes, considerada um dos fatores que causa tanta interveniência na busca de padronização deste ensaio. Foi somente em 1979, com a denominação de “Execução de Sondagens de Simples Reconhecimento dos Solos” MB1211, que se aprovou a primeira norma, que logo após denominou-se NBR:6484/80, e hoje, a NBR:6484/2001.

### **2.1.1 O Método de Execução do Ensaio em Cuiabá**

Em Cuiabá o método de execução que norteou os ensaios realizados e que fazem parte do banco de dados deste trabalho, seguiram a normalização estabelecida pela NBR:6484/1980.

Mesmo seguindo a norma estabelecida, o *SPT* apresenta dificuldades para ser um ensaio padronizado existindo fatores de interveniência que interferem na acurácia dos resultados. “Pelo fato das sondagens/ensaio ser de uso corrente, faz-se necessária continuidade dos estudos que visem um melhor entendimento e quantificação das variáveis intervenientes para uma constante busca de sua padronização”. (BELINCANTA 1998).

### **2.1.2 Aplicação do *SPT***

O ensaio *SPT* tem sido usado para inúmeras aplicações desde amostragem para a identificação dos diferentes horizontes, previsão da tensão admissível de fundações diretas em

solos granulares, até correlações com outras propriedades geotécnicas. As correlações de origem empírica são obtidas em geral em condições particulares e específicas, com a expressa limitação de uso por partes dos autores, mas acabam extrapoladas na prática, muitas vezes de forma não apropriada. Além disso, os resultados de ensaios de SPT realizados em um mesmo local podem apresentar dispersão significativa. A primeira aplicação atribuída ao *SPT* consiste na simples determinação do perfil do subsolo e identificação táctil visual das diferentes camadas a partir do material recolhido no amostrador padrão. A classificação do material é normalmente emitida combinando a descrição do testemunho de sondagem com as medidas de resistência à penetração. O sistema de classificação apresentada na Tabela 2.1, amplamente utilizado no Brasil e recomendado pela NBR 7250/82, é baseado em medidas de resistência à penetração sem qualquer correção quanto a energia de cravação e níveis de tensão. Alternativamente pode-se utilizar a proposta de classificação de solos formulada por CLAYTON et al (1993) que leva em consideração essas correções.

Tabela 2.1 – Classificação de Solos (NBR 7.250/82)

SOLO	IND. RESIST. PENETRAÇÃO	DESIGNAÇÃO
AREIA E SILTE ARENOSO	≤ 4	FOFA
	5-8	POUCO COMPACTA
	9-18	MEDIAMENTE COMPACTA
	19-40	COMPACTA
	>40	MUITO COMPACTA
ARGILA E SILTE ARGILOSO	≤ 2	MUITO MOLE
	3-5	MOLE
	6-10	MÉDIA
	11-19	RIJA
	>19	DURA

Fonte: Ensaios de campo e suas aplicações à Engenharia de Fundações – Fernando Schnaid

A interpretação de resultados para fins de projetos geotécnicos pode ser obtida através de duas abordagens distintas:

- ✓ **métodos indiretos:** nesta abordagem resultados de ensaios são utilizados na previsão dos parâmetros constitutivos, representativos do comportamento do solo.
- ✓ **métodos diretos:** os resultados de *SPT* são aplicados diretamente na previsão da capacidade de carga e recalque de elementos de fundação, sem a necessidade de determinação de parâmetros intermediários.

## 2.2 MAPEAMENTO GEOTÉCNICO

Segundo ZUQUETTE, & NAKAZAWA (1998), os termos mapa e cartas referem-se aos documentos cartográficos que reúnem as informações pertinentes a um ou mais aspectos do meio ambiente. O termo mapa é mais utilizado para documentos que registram as informações, atributos, sem que sejam realizadas interpretações dessas informações.

As cartas e mapas de geologia de engenharia podem ser elaboradas para dois diferentes grupos de objetivos: obras civis e planejamento.

Antes do surgimento dos mapas propriamente ditos, algumas regiões já se preocupavam com o conhecimento do meio físico sobre os quais se assentava e desde os primeiros anos do século vem-se discutindo sobre a importância da cooperação entre os diversos profissionais relacionados ao meio físico, para que informações geológico-geotécnicas sejam levantadas e terem utilidade no desenvolvimento da área de estudo. O desenvolvimento dos mapas geotécnicos ou cartas geotécnicas teve seu início em meados de 1913, sendo sua fase mais criativas nas décadas de 40 a 50, e o seu auge com proliferação de trabalhos na segunda metade da década de 60 e nos anos 70. ZUQUETTE, & NAKAZAWA (1998).

Hoje como fruto desse desenvolvimento, encontram-se diversas metodologias para sua elaboração, onde se destacam as metodologias estrangeiras: a metodologia francesa, a metodologia da *I.A.E.G.*, metodologia *Puce*, metodologia *Zermos* e a metodologia *Gaspe*. A elaboração de trabalhos de mapeamento geotécnico e cartografia geotécnica, no Brasil teve início em 1965 e 1966 com o professor Heberlehner da UFRJ, que publicou um trabalho no 20º congresso brasileiro de geologia em Porto Alegre. A partir desse momento diversos trabalhos foram desenvolvidos, percebendo-se uma produção mais interessante após o ano de 1988. Entre as metodologias brasileiras, podem-se destacar a metodologia do IG- UFRJ, a metodologia do IPT, a metodologia da FFSC-USP, a metodologia da UFRGS e a metodologia do IG- SP.

A carta geotécnica de Cuiabá utilizou nos seus conceitos básicos, os preceitos que sintetiza da metodologia do IPT. Esta metodologia baseia-se nos seguintes passos:

- ✓ Partir dos princípios significativos do meio físico presente no território e daí para suas condicionantes mapeáveis ;
- ✓ Considerar as formas usuais de ocupação do solo e suas solicitações sobre o meio físico como fator fundamental na determinação do desempenho dos terrenos;

- ✓ Concentrar esforços na coleta de dados, voltada para definir unidades de terreno de mesmo comportamento, de modo que elas correspondam a distintas práticas e técnicas de prevenção e correção dos problemas identificados;
- ✓ Superar determinismo ingênuo intrínseco aos conceitos de "aptidão", comumente empregado nas cartas geotécnicas, valendo-se de técnicas disponíveis de opções plausíveis para o uso do solo;
- ✓ Elaborar cartas geotécnicas de caráter dinâmico que, a partir da primeira versão, permita incorporar novos conhecimentos do meio físico e novas técnicas de ocupação e uso do solo.

Apesar dos esforços apresentados pelos formuladores das metodologias apresentadas, pode-se constatar, dificuldades em por em prática esses conhecimentos.

Segundo CAMPOS & EID (2001), *a multidisciplinariedade que envolve o planejamento, a falta de recursos para o tratamento do grande volume de informações produzidas concernentes à base de dados, tem se constituído numa das etapas mais complexas do planejamento. Frequentemente na prática, observa-se o uso de informações incorretas, desatualizadas ou inconsistentes, o que dificulta planejar adequadamente. Isto ocorre porque o crescimento urbano é um processo dinâmico e espacial, e as simplificações impostas, como homogeneidade espacial, acabam por gerar imprecisões nos resultados.*

### **2.2.1 A Carta Geotécnica de Cuiabá**

Em Cuiabá, o Mapeamento Geotécnico ou a elaboração da primeira carta geotécnica, se deu quando um grupo de professores da UFMT (Universidade Federal de Mato Grosso), através do CREA (Conselho Regional de Engenharia Arquitetura e Agronomia), articularam-se junto a outros segmentos da sociedade civil, no processo de participação na elaboração da Lei Orgânica do Município de Cuiabá. Propuseram a Carta Geotécnica como instrumento necessário para fornecer subsídio ao Planejamento Urbano.

A equipe multidisciplinar contou com profissionais das áreas: Geologia, Geografia, Engenharia Civil, Engenharia Sanitária, Arquitetura, Biologia e Agronomia. Os órgãos envolvidos além da UFMT foram: a Fundação de pesquisas Candido Rondon, Metamat, Prefeitura Municipal, Fundação Estadual do Meio ambiente, Fundação Ecotrópica, Defesa Civil e CREA. O IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo), foi o orientador técnico.

A Carta geotécnica teve como objetivo principal subsidiar o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Cuiabá, em resposta a determinação da Constituição Federal que determinava em seu artigo 182 a obrigatoriedade de elaboração dos Planos Diretores para cidades com mais de 20.000 habitantes.

Para obtenção das informações do meio físico essa equipe elaborou buscas de dados no aspecto da Geologia, Geomorfologia, Hidrologia, Climatologia, pedologia, Engenharia e outras áreas relativas ao meio ambiente, procurando conhecer as características necessárias à definição de unidades homogêneas que determinam o uso e ocupação do solo.

Segundo a CARTA GEOTÉCNICA DE CUIABÁ (1990), existem restrições quanto à utilização dos dados obtidos por esses estudos, devido às dificuldades de manuseio motivadas pela sua complexibilidade e inter-relacionamento. Aponta como sendo esta uma das causas, dos dados concernentes ao meio físico, não sejam adequadamente utilizados pelos políticos, planejadores e administradores, na formulação de projetos de uso territorial ou urbano. “O que o planejador necessita é receber informações precisas e orientações de uso, não termos descritivos de processos geológicos, geomorfológicos e pedológicos”.

Na Carta Geotécnica de Cuiabá, através da metodologia adotada, distinguiu setes Unidades Homogêneas: Canal Fluvial, Diques Marginais, Planície de Inundação, Áreas Alagadiças, Áreas Aplainadas, Colinas e Morrotes, onde procurou caracterizar e propor possíveis soluções para as questões do planejamento da ocupação organizada dos espaços urbanos, e recomendando ações a serem implementadas como forma de prevenção para problemas diagnosticados.

## **2.2.2 Mapeamento Geológico**

Segundo MIGLIORINI (2000), a formação do Grupo Cuiabá na área urbana, tem duas formações distintas: a formação Miguel Sutil e a formação Rio Coxipó.

### **2.2.2.1 Formação Miguel Sutil**

Na formação Miguel sutil, nos metassedimentos nota-se uma diferença marcante na instalação de fraturas e veios de quartzo nas litofácies pelíticas (laminação plano paralela) e nas litofácies argilo-areno-conglomerática, nas áreas urbanas de Cuiabá e várzea Grande. Enquanto a primeira apresenta uma baixa intensidade de fraturas de veios de quartzo, a segunda mostra-se extremamente diaclasado, com diferentes famílias de juntas e ricos veios

de quartzo de várias gerações. Este quadro é resultado, principalmente, da diferença de comportamento mecânico das duas litofácies quando submetidas às ações dos esforços. Por um lado, enquanto as litofácies pelíticas tendem a apresentar comportamento mais dúctil foliação e dobras, por outro, as litofácies argilo-areno-conglomerática comportam-se de forma rúptil, ou seja, sofrem rupturas e deslocamento das falhas. Como resultado, encontra-se as melhores condições de armazenamento e a circulação de água nas litofácies argilo-areno-conglomerática.

Outro parâmetro que influencia quando da atividade hidráulica refere-se a textura das rochas. As litofácies pelíticas são ricas em micas orientadas que definem sua foliação. Estas por sua vez, dificultam a infiltração da água subterrânea. No entanto, as litofácies argilo-areno-conglomerática, especialmente as mais grosseiras, apresentam uma textura granular, o que resulta uma maior porosidade e permeabilidade.

As litofácies argilo-areno-conglomerática formam um solo arenoso muito propício à infiltração de águas pluviométricas, formando, desta maneira, excelentes áreas de recarga. Enquanto que a alteração das litofácies pelíticas, formam um solo argiloso, laterizado e de pequena profundidade, que retém a infiltração das águas pluviométricas.

Os veios de quartzo desenvolvem-se principalmente nas litologias arenosas e conglomeráticas da formação Miguel Sutil, e auxiliam o processo de infiltração das águas subterrâneas nessas litológicas. Por essa razão, as litofácies pelito-areno-conglomeráticas é uma unidade que apresenta as melhores condições de armazenamento e circulação de águas subterrâneas dos metassedimentos da formação Miguel sutil.

#### **2.2.2.2 Formação Rio Coxipó**

Esta unidade, está representada na área por duas associações de litológicas, os metadiamectitos de matriz argilosa com raras intercalações de areia fina a média e os metadiamectitos de matriz arenosa intercalados a arenitos médios a grossos. Pela análise litológica da formação Rio Coxipó, observa-se que as melhores condições aquíferas estão localizadas na segunda associação, isto é, nos metadiamectitos de matriz arenosa.

### **2.3 SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA, SIG.**

O sistema de informação geográfica, SIG, constitui ferramenta cada vez mais usada para o armazenamento e o gerenciamento de dados especialmente distribuídos.

Os SIGs são sistemas baseados no uso do computador, que permite o armazenamento, o gerenciamento, a manipulação, análise e visualização de dados georeferenciados. Os SIGs são capazes de integrar informações espaciais no formato raster ou vetorial existente na base de dados com as informações descritivas constantes, por exemplo, em tabelas de um banco de dados relacional. A integração de dados aplicados à Geotecnia constituiu uma das alternativas dos estudos do meio físico. Como principais fontes de informações de dados para Geotecnia, podemos destacar os ensaios de laboratório, investigação e amostragem de perfis, sondagens mecânicas, e mais recentemente os ensaios geofísicos, os mapas temáticos, as fotografias aéreas e das imagens orbitais, formam um conjunto de informações de grande importância para o conhecimento do meio físico e para ocupação e uso do solo.

Segundo VALENTE et al (1998), a integração de dados por meio de sistemas de informações geográficas, visando análise de meio físico e, em especial, a realização de estudos e mapeamento geotécnicos, envolvem várias etapas: a elaboração de modelos conceituais, a discriminação dos elementos gerais passíveis de integração, a identificação e a localização das várias fontes de informação, a forma de organização dos dados no computador, as operações que interligam e transformam as fontes de informações originais, os produtos derivados durante o processo de análise e o modelamento dos dados, de maneira a possibilitar a execução de predições e a suportar processos de tomada de decisão.

VALENTE (1999) comenta que *novas pesquisas poderão ser desenvolvidas no sentido de viabilizar a implementação por meio de sistemas de informação geográficas das principais metodologias utilizadas em nosso país para produção de mapas geotécnicos . Para isso, uma ampla variedade de operações para processamento e a integração de dados geotécnicos, como por exemplo, o processamento da classificação de imagens digitais, o emprego de métodos geoestatísticos, e a geração de mapas de distância, são hoje facilmente implementados no computador, facilitando o processo final de modelamento dos dados.*

CAMPOS & EID (2001) apresentam o geoprocessamento como uma ferramenta atual, com grande potencial para adquirir dados, gerenciar, analisar e apresentar resultados. É típico do geoprocessamento a produção de mapas temáticos que podem gerar indicativos do crescimento da cidade, articulando os diversos componentes da infra-estrutura e subsidiando o planejamento urbano e ambiental do município.

A nosso ver a grande importância dos SIGs é permitir a aproximação das informações do meio físico, contidas nas cartas e documentos geotécnicos elaborados, porém de difícil manuseio e entendimento, de quem detem o poder de decisão, como de urbanistas e gestores municipais, trazendo uma informação visual de fácil compreensão.

## 2.4 PLANEJAMENTO URBANO

O planejamento urbano é a atividade que estuda e ordena as cidades. Na organização e reorganização do espaço urbano o planejamento procura implementar medidas curativas e preventivas. As medidas curativas são propostas que são feitas "*a posteriori*" da ocorrência dos fatos, são ações que vem propor soluções para algum problema já consolidado, como exemplo pode-se citar: saneamento de determinados bairros; criação de corredores urbanos melhorando o transporte coletivo, etc. As medidas preventivas são propostas baseadas em um diagnóstico, e muito mais difícil de serem implementadas. Conseguir atuar através de medidas preventivas é um salto qualitativo para o nosso planejamento urbano.

O planejamento e importância e evolução do desenho urbano, pode ser visto em DEL RIO (1990), e a relevância da relação do homem e o meio ambiente como embasamento de projeto, em ZEISEL (1984).

Na história do urbanismo, segundo CAMPOS FILHO (2001), podem-se perceber algumas correntes de pensamentos: o urbanismo técnico-setorial, este se propunha a ser um instrumento técnico de melhoria da racionalidade da organização do espaço urbano e das qualidades estética desse espaço. Inicialmente a preocupação básica foi com as condições sanitárias de bairros e das habitações.

O urbanismo sanitário produziu saneamento de áreas inundadas insalubres e abertura de valas e vielas sanitárias no meio de quadras, a canalização de esgotos e águas pluviais, que, especialmente nos bairros operários corriam no meio das ruas produzindo surtos epidêmicos, como o da varíola, do tifo, etc. Começou-se a produzir uma legislação urbanística de orientação compulsória para abertura de vias, os arruamentos; a repartição das quadras formada pelas vias, os loteamentos; o distanciamento entre as edificações, e entre essas e o limite dos lotes; e a definição do número de pavimentos de uma edificação e a sua altura, gabarito de altura.

Com esse estudo desde o final do século XIX, passou a se estabelecer normas legais, que se constituíram, aos poucos, em códigos de regulamentos urbanísticos, quanto às edificações e ao uso, a ocupação e o parcelamento do solo para fins urbanos e as políticas de transporte correspondentes. Foi criado então através desta corrente, normas que equivalem ao código de obras que conhecemos atualmente.

Concomitantemente ao urbanismo técnico-setorial evoluiu na Europa o outro tipo de urbanismo, o urbanismo globalizante utópico e político. Esse urbanismo foi desenvolvido por pensadores que, procurando analisar a sociedade como um todo, fazendo de forma

simplificada, propondo alteração radical da estrutura social e política, na renda da organização e da sociedade no espaço geográfico. Chegando a propor a utopia urbana.

Os chamados socialistas utópicos, Saint-Simon, Owen e Fourier, preconizavam a reorganização da sociedade comunas auto-suficientes com uma produção e consumo de pequena escala, longe do avanço da tecnologia da industrialização. Outros pensadores, chamado de culturalista propõem não apenas uma sociedade nova mas também espaço físico que deveria abrigá-la. Algumas adaptações foram propostas: *Garden-cities for tomorrow* (Cidades-Jardins para o amanhã). Nesse trabalho recomendava-se a propriedade coletiva da terra com uma organização produtiva agrícola e industrial de pequena escala, é uma cidade jardim e de até 32.000 habitantes, proposta como modelo universal e antídoto para males causados por uma industrialização selvagem.

Ainda dentro de um caráter predominantemente utópico, mais já buscando adequar a uma sociedade industrial emergente, desenvolveu-se também na Europa, no início desse século, uma outra linha de urbanistas, que procuravam conciliar o conceito de cidade pequena, entremeadada de muitas áreas verdes e lagos, juntamente com o conceito de grandes cidades industriais e de serviços, como foi o caso de Tony Garnier, Walter Gropius, na sua *Bauhaus* na Alemanha, Le Corbusier, na Suíça e França. Podem ser considerados urbanistas globalizantes utópicos pró-industrialização e pro-urbanos.

Le Corbusier talvez tenha sido quem mais avançou nessa direção ao propor uma arquitetura e urbanismo dos grandes centros urbanos e do industrialismo, onde procurou combinar áreas verdes e edificações verticais, visando à alta densidade urbana, redutora do custo de urbanização, pela menor extensão da infra-estrutura e equipamentos urbanos. Brasília indiretamente, por intermédio do urbanista Lucio Costa influenciado pelas idéias de Le Corbusier, pode ser considerado como exemplo desse urbanismo também considerado racionalista progressista

Em Cuiabá, após a Constituição Federal de 1988, que determinava a elaboração de Planos Diretores para cidades com mais de 20.000, teve intensificados os trabalhos que já vinham sendo realizados. Em 1990 editaram a Carta Geotécnica elaborada com parcerias entre a Universidade Federal de Mato Grosso, UFMT e a Prefeitura Municipal de Cuiabá; em 1992 aprovaram a lei Complementar Municipal N° 003, Lei do Plano Diretor do Desenvolvimento Urbano de Cuiabá; em 23 de Dezembro de 1997 foi aprovada a lei N°044 Uso e Ocupação do Solo Urbano para o município de Cuiabá; por último por determinação desta lei foi aprovada a Lei de Hierarquização Viária, Lei N° 3.870/99.

A Lei de Uso e Ocupação do solo para o município de Cuiabá, em sua determinação divide o uso da ocupação, e classifica suas diretrizes sobre dois aspectos distintos: o primeiro o de Compatibilidades de Vizinhanças para o Uso, e o segundo o da Infra-Estrutura mínima, para a Ocupação. Na Tabela 2.2 pode-se ver a relação entre o padrão de infra-estrutura e o limite de adensamento, critério básico estabelecido para a ocupação do solo urbano em Cuiabá.

Tabela 2.2 - Ocupação do Solo Urbano.

<b>PADRÃO DE INFRA-ESTRUTURA</b>	<b>INFRA-ESTRUTURA EXISTENTE</b>	<b>LIMITE DE ADENSAMENTO</b>
INABITÁVEL	- Sem Infra-estrutura Urbana Mínima	0 (zero)
MÍNIMO	- Infra-estrutura Urbana Mínima	1 (um)
MÉDIO	- Infra-estrutura Urbana Mínima - Via Pavimentada - Arborização Pública Consolidada	2 (dois)
ALTO	- Infra-estrutura Urbana Mínima - Via Pavimentada - Arborização Pública Consolidada - Padrão Geométrico Mínimo ou Largura Real de 18m (dezoito metros) - Acesso Direto a Via Principal ou Estrutural	4 (quatro)
MÁXIMO	- Infra-estrutura Urbana Mínima - Via Pavimentada - Arborização Pública Consolidada - Padrão Geométrico Mínimo ou Largura Real de 24m (vinte e quatro metros) - Acesso Direto a Via Principal ou Estrutural - Galeria de Águas Pluviais - Rede de Esgotos - Hidrantes	6 (seis)

Fonte: Lei Complementar Nº044 de 23 De Dezembro De 1997 – Uso e Ocupação do Solo do Município de Cuiabá

## CAPITULO 3

### MATERIAIS

#### 3.1 LOCALIZAÇÃO CARACTERIZAÇÃO E CONTEXTO

A cidade de Cuiabá, capital do estado de Mato Grosso, está localizada na região Centro-Oeste do Brasil, e nela está situado o marco geodésico da América do Sul. Cuiabá é um município rico em recursos hídricos, cortado por diversos rios, ribeirões e córregos, todos eles formadores da Bacia do Rio Cuiabá. A área escolhida para o estudo foi a Sub-Bacia do Córrego do Barbado, por causa da sua localização, importância e estado de degradação que se encontra.

Na Figura 3.1, encontra-se a localização da cidade de Cuiabá- MT, e sua situação como centro geodésico da América do Sul, a abrangência da área de seu município e os nomes dos municípios fronteiriços.

Na Figura 3.2, visualiza-se a localização da bacia do Córrego do Barbado em relação ao mapa da cidade de Cuiabá. Os 255 (duzentos e cinquenta e cinco) pontos das sondagens (círculos vermelhos) referenciados na base digitalizada da cidade.

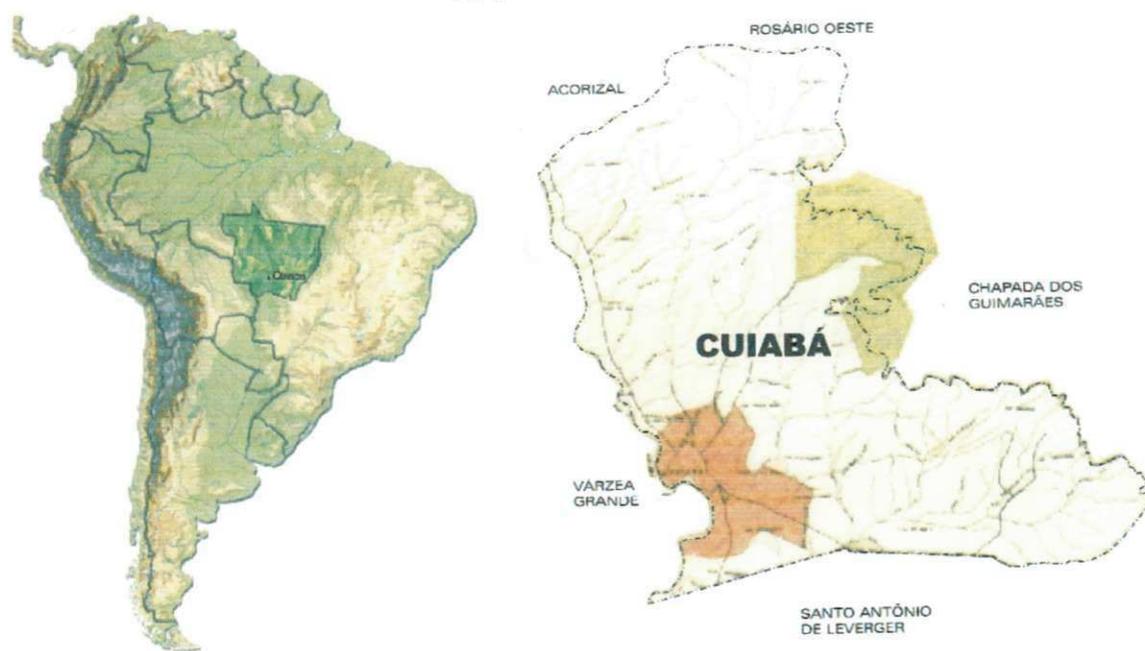


Figura 3.1 – Localização de Cuiabá.

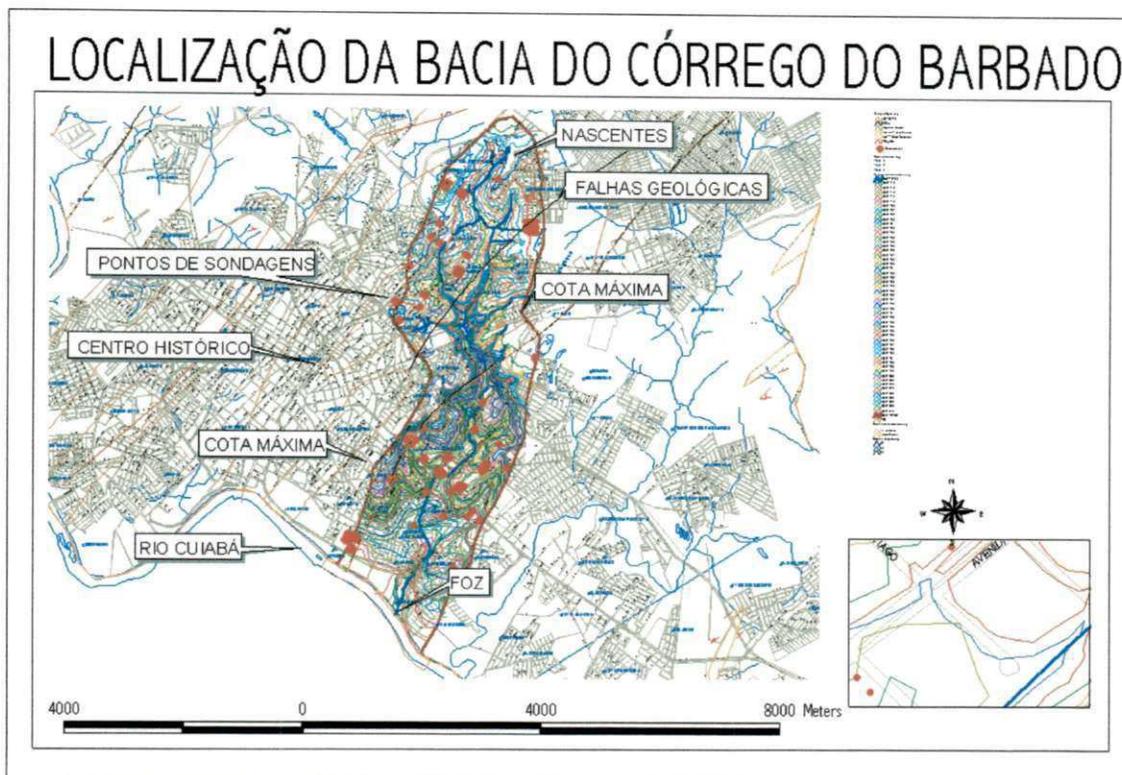


Figura 3.2 – Mapa de Localização da Bacia do Córrego Barbado.

### 3.1.1 Aspectos Históricos Urbanísticos

Cuiabá fundada em 1719, hoje um dos principais pólos de desenvolvimento da região Centro Oeste do Brasil, nasceu da expansão das bandeiras na busca de riquezas e na conquista de novas fronteiras. Com a descoberta das “Lavras do Sutil” em 1722, no morro do Rosário, teve início a ocupação do espaço da região central da cidade. Distante 1,5 km das Lavras do Sutil, à margem esquerda do rio Cuiabá, foi construído um porto, criando um novo eixo de expansão do núcleo urbano. O Porto Geral, ligava Cuiabá ao centro político e econômico do Brasil pela bacia do Paraguai e do Prata. No século XVIII, por volta de 1775, a área central da cidade de Cuiabá já se encontrava definida. Elevada a categoria de cidade em 1818, Cuiabá seria, em 1825, declarada oficialmente a capital provincial, fato decisivo na configuração e fixação de suas características urbanísticas: a construção de edifícios públicos, diversificou e enriqueceu o repertório arquitetônico, tornando o seu desenho urbano nítido. Em meados do século XIX, o povoado de Cuiabá ligou-se ao povoado do Porto, o crescimento deu-se do Rosário em direção ao Porto, reunindo cerca de 10.000 habitantes.

No final do século XIX, teve início a integração do povoado do Coxipó à malha urbana da cidade, sendo que somente veio se firmar como aglomerado urbano após a abertura da estrada para Campo Grande-MS, nos anos de 1940. Cuiabá sofreu, com o seu isolamento e conseqüente estagnação econômica até meados do século XX. Com aberturas de estradas interestaduais e com a criação da Universidade Federal de Mato Grosso, propiciou uma corrente migratória para Cuiabá. Suas ruas e infra-estrutura do centro não permitia acompanhar o crescimento, e na década de 70 do século XX, o então Governador do estado, interviu no traçado urbanístico da cidade, criando um novo eixo de crescimento com a construção do Centro Político Administrativo – CPA. O processo de descentralização, alargou o sítio urbano, pela incorporação de novas áreas, onde foram edificados os conjuntos habitacionais: Morada do Ouro para classe média, CPA (I,II,III,IV) para atender a população de baixa renda.

Nas últimas décadas, com o grande desenvolvimento e crescimento da cidade, deu-se a conurbação com o município adjacente, Várzea Grande, sendo sua criação estabelecida pela Lei Complementar Estadual nº 028/93. Em 24 de dezembro de 1992, é aprovada a Lei Complementar Municipal nº 003, Lei do Plano Diretor de Desenvolvimento urbano de Cuiabá, que vem ordenar o crescimento da cidade e também a Lei Complementar Municipal nº 004, Lei Complementar Municipal nº 003, Lei de Gerenciamento Urbano, o Código Sanitário e de Postura do Município, o Código de Defesa do Meio Ambiente e Recursos Naturais, e o Código de Obras e Edificações.

### **3.1.2 Aspectos Gerais**

#### **3.1.2.1 Área da Cidade**

O Município de Cuiabá, atualmente possui área de 3.224,68 km<sup>2</sup>, donde 251,94 km<sup>2</sup>, corresponde a Macrozona Urbana (Lei n.º 3412/94), e 2.972,74 km<sup>2</sup> à sua Área Rural.

A partir de 1994, com a Lei n.º 3262/94, que criou as administrações regionais, o município de Cuiabá é dividido em quatro regiões administrativas. A Lei n.º 3723/97 ao delimitar os bairros da capital mato-grossense, define as áreas das regiões administrativas.

Tabela 3.1- Áreas das Regiões Administrativas.

REGIÃO	ÁREA (km <sup>2</sup> )
NORTE	30,70
SUL	128,63
LESTE	46,01
OESTE	46,60
TOTAL	251,94

Fonte: Perfil Sócio Econômico – Prefeitura Municipal de Cuiabá – IPDU, 2002.

### 3.1.2.2 Localização Geográfica

A sede municipal de Cuiabá, pela demarcação realizada pela “Comissão Rondon” em 1909, encontra-se no Centro Geodésico da América do Sul. As coordenadas geográficas de Cuiabá são 15° 35’ 56” de latitude Sul (S) e 56° 06’ 01” de longitude Oeste (W) de Greenwich (Gr). A projeção cartográfica esta baseada no sistema de referencia SAD-69 (South American Datum-69).

### 3.1.2.3 Aspectos Climáticos

Cuiabá e Várzea Grande em seu trecho urbano, denominado Baixada Cuiabana, o clima está na categoria Aw da Classificação de KÖPPEN, do tipo tropical semi-úmido, com temperatura média anual de 26° C, ocorrendo às máximas médias diárias em torno de 36° C, em setembro, e as mínimas de 15° C, em julho. A região apresenta duas estações bem distintas: *seca* de maio a outubro e *chuvosa* de novembro à abril. A pluviometria média anual varia em torno de 1.350mm, com sazonalidade marcada por dois períodos bem distintos: na estação das chuvas (correspondente ao verão), verificam-se os maiores índices pluviométricos, que oscilam entre 1.000 mm a 1.500 mm, e na estação da seca (correspondente ao inverno) a precipitação chega a ser quase nula.

### 3.1.2.4 Aspectos Geológicos

A cidade de Cuiabá encontra-se em uma região de rochas metamórficas de baixo grau, datadas do pré-cambriano, onde predominam filito e micaxistos. Subordinadamente aparecem quartzitos, calcários, metaglomerados, além de veios de quartzo auríferos. Este grupo de rochas denomina-se Grupo Cuiabá.

MIGLIORINI (1999) em um Mapeamento Geológico na escala 1:25.000, divide o Grupo Cuiabá em duas formações distintas na área metropolitana de Cuiabá e Várzea Grande – MT.: a formação Miguel Sutil e a Formação Rio Coxipó. A primeira caracteriza-se por apresentar litofácies pelíticas com laminação plano paralela (filitos de cor cinza-esverdeada a marrom-vermelhada) e litofácies argilo-areno-conglomerática (metaconglomerados oligomíticos, arenitos quartzos na base e no topo, e metasiltitos). Na formação do Rio Coxipó, encontram-se metadiamicritos com matriz argilosa e arenosa, segundo (SALOMÃO, 1999 apud LIMA, 2001).

### ***3.1.2.5 Aspectos Geomorfológicos***

A cidade encontra-se localizada na província geomorfológica denominada Baixada Cuiabana. Esta se caracteriza como uma peneplanície de erosão, onde predominam relevos de baixas amplitudes. Na área urbana as altitudes variam de 146 a 250 metros. A compartimentação, segundo o modelo de relevo, na área urbana e seu entorno, segundo a CARTA GEOTÉCNICA DE CUIABÁ (1990), identifica 7 (sete) unidades distintas denominadas, canal fluvial, diques marginais, planície de inundação, áreas alagadiças, áreas aplainadas, colinas e morrotes, que apresentam características próprias e comportamento específico quanto às diversas formas próprias e comportamento específico quanto às diversas formas de uso e ocupação do solo.

### ***3.1.2.6 Aspectos Pedológicos***

Na área urbana do município e seus arredores ocorrem diversos tipos de solos. Estes, com características distintas, apresentam comportamentos reativos ao processo de urbanização contrastantes. Segundo IPDU (2001), na planície de inundação os solos são do tipo Glei, com o nível d'água elevado e em constante estado de saturação, ocorrendo também solos laterizados e aluvionares. Vias de regra são solos moles, com baixa capacidade de suporte e de carga. As áreas alagadiças são subdivididas em áreas de várzeas e embaciados. Nas várzeas ocorrem solos aluviais e gleizados, de textura silto-arenosa, com baixa capacidade de suporte e de carga. Nos embaciados ocorrem os solos gleizados e areias hidromórficas com presença freqüente de couraça ferruginosa (canga). Nas áreas aplainadas ocorrem solos do tipo podzólico vermelho-amarelos, areias quartzosas e hidromórficas

gleizadas, com alta permeabilidade e presença constante de canga, no contato da areia de goma com o filito alterado subjacente. A maior parte de Cuiabá está assentada sobre colinas. Nas colinas e morrotes os solos são dos tipos Litólico e Cambissolo, bastante rasos ou ausentes.

### 3.1.2.7 Aspectos Hídricos

O rio Cuiabá é um, importante afluente da Bacia do Alto Paraguai, integrante da Bacia Platina, com extensão de 980 km e largura média de 200 m. Seus principais afluentes são os rios, Manso, São Lourenço, Ribeirão Pari e Coxipó. Na cidade de Cuiabá a vazão média do rio é de cerca de 343,83 m<sup>3</sup>/s, atingindo até 1.800 m<sup>3</sup>/s na época das cheias. O saneamento básico não tem acompanhando o ritmo de crescimento da cidade, comprometendo a qualidade das águas, poluídas por despejos domésticos e efluentes industriais; o rio é também agredido pelos desmatamentos de suas margens e pela extração desregrada de areia de seu leito. Efetiva-se assim um processo de degradação do ecossistema.

### 3.1.2.8 Aspectos Demográficos

A população do Município de Cuiabá apresentou dinâmicas de crescimento diferenciadas no decorrer de sua evolução.

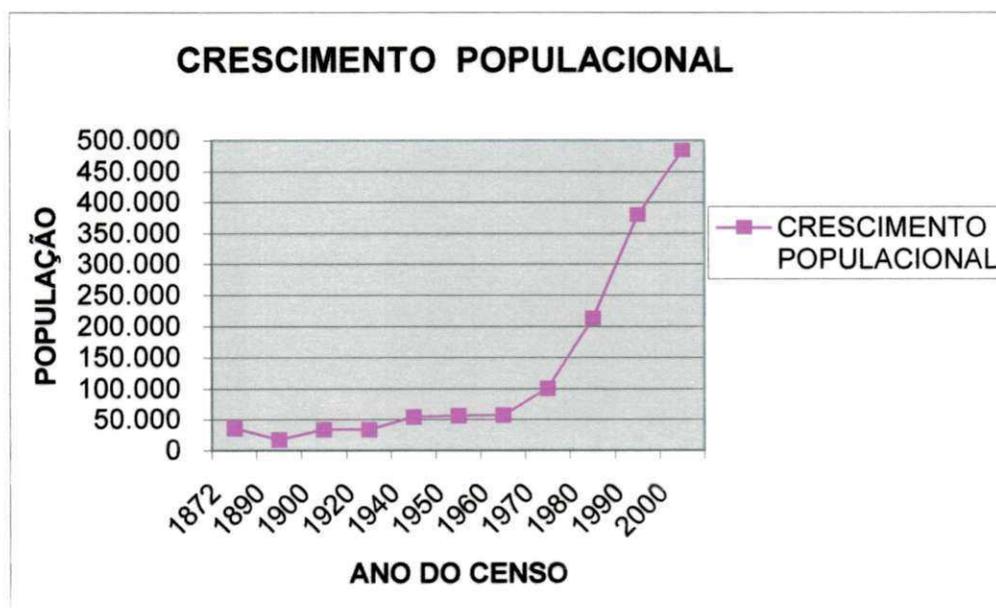


Figura 3.3 - Crescimento Populacional.

Na Figura 3.3, pode-se compreender essa evolução desde o primeiro censo em 1872 até os dados do censo de 2000. Observa-se que a curva de crescimento populacional se altera vertiginosamente nas últimas quatro décadas. Dos 57.860 habitantes no ano de 1960, Cuiabá passa a ter uma população de 100.865 habitantes em 1970, em 1980 de 212.984 habitantes, em 1991 de 402.813 habitantes (ano de realização do censo em MT). O Censo Demográfico do ano 2000 aponta uma população de 483.044 habitantes. Observando-se uma variação populacional de 734% nos últimos quarenta anos.

### 3.1.3 Área de Estudo

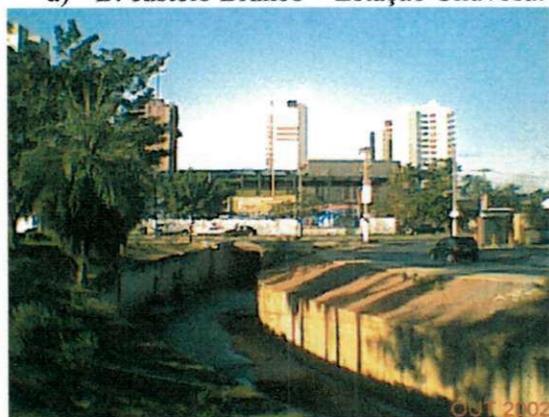
Segundo levantamentos da antiga Companhia de Saneamento de Estado de Mato Grosso - SANEMAT, a bacia do Córrego do Barbado apresenta uma área de aproximadamente de 917 hectares e sete quilômetros de extensão. O seu curso é na direção Norte – Sul, sua nascente encontra-se na coordenada UTM (Universo Transverso de Mercator), N = 600.318,00 e E = 8.279.159,00 e sua foz, N = 598.485,00 e E = 8.271.620,00, SAD-69.



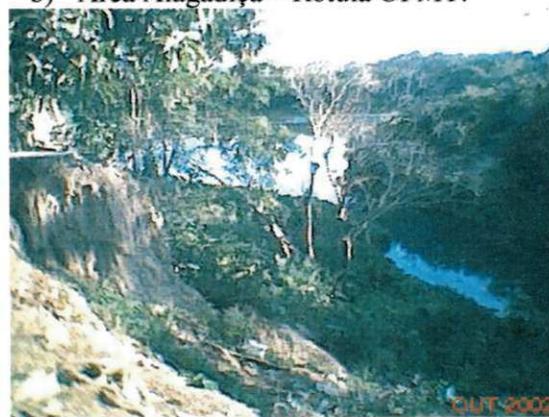
a) B. castelo Branco – Estação Chuvosa.



b) Área Alagadiça – Rótula UFMT.



c) Área canalizada – Av Tancredo Neves  
Área com infra-estrutura máxima.



d) Foz do Córrego do Barbado – B. Praeirinho.

Figura 3.4 – Imagens do Córrego do Barbado.

### **3.1.3.1 *Uso do Solo***

LIMA (2001), realizou e, um estudo temporal de imagens de satélites Landsat 5 do índice de vegetação NDVI, para as Sub-Bacias Contribuintes da Bacia do Rio Cuiabá. O Córrego do Barbado apresentou um índice NDVI de 0,12, donde 74,25% corresponde à área urbanizada, 19,36% campo e 5,99% área preservada. Da área considerada preservada, 4,51% corresponde ao cerrado, 1,48% corresponde a mata e 0,39% corresponde à água.

### **3.1.3.2 *População***

Segundo a IPDU (2001) a população correspondente ao censo realizado em 2000, considerando as unidades censitárias foi estimada em 100%,75%,50%,e25% dependendo de sua localização dentro das cotas máximas da bacia do Córrego do Barbado, chegando a um total de 56.666 habitantes em 19.025 domicílios, num total de 3,14 pessoas por domicílio, como pode-se visualizar na Figura 3.5 e Tabela 3.2.

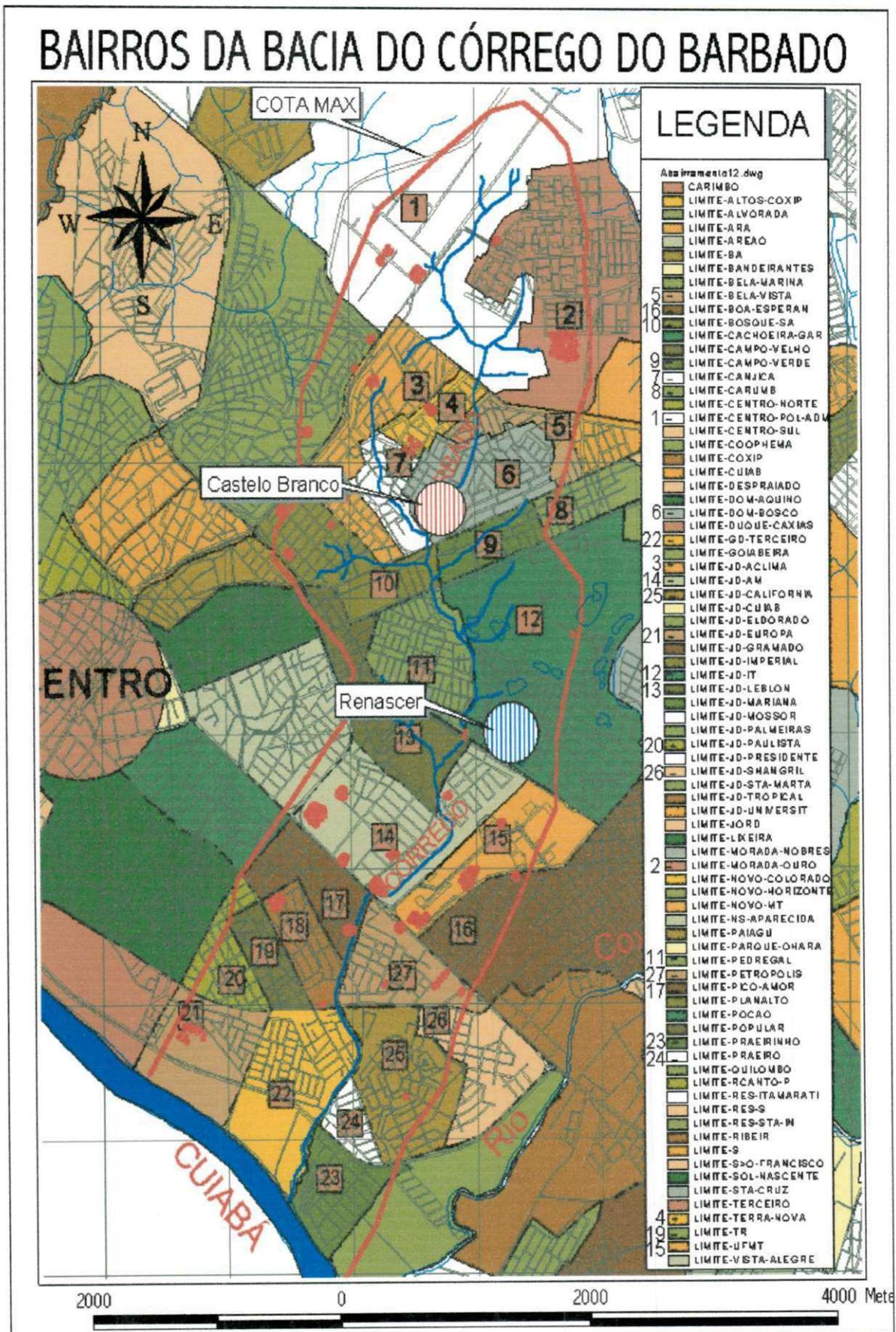


Figura 3.5 - Bairros e População de Influência do Córrego do Barbado.

Tabela 3.2 – Bairros e População de influência da bacia do Córrego do Barbado.

ITEM	BAIRRO	POPULAÇÃO	DOMICÍLIO	PESSOAS DOMICÍLIO	OBSERVAÇÃO
1	Bela Vista	3.831	1.059	3.62	Invasão
2	Boa Esperança	1.634	541	3.02	
3	Bosque da Saúde	3.030	1.082	2.80	
4	Campo Velho	2.692	853	3.16	Invasão
5	Campo Verde	1.878	532	3.53	Invasão
6	Canjica	2.858	864	3.31	Invasão
7	Carumbé	1.792	462	3.88	
8	CPA	445	153	2.90	
9	Dom Bosco	2.035	594	3.43	
10	Grande Terceiro	4.876	1.512	3.22	
11	Jardim Aclimação	1.492	511	2.92	
12	Jardim Califórnia	1.466	395	3.71	
13	Jardim das Américas	2.960	951	3.11	
14	Jardim Europa	1.189	352	3.38	
15	Jardim Itália	2.103	889	2.37	
16	Jardim Leblon	1.689	492	3.44	
17	Jardim Paulista	469	228	2.05	
18	Jardim Petrópolis	1.433	535	2.68	
19	Jardim Shangri-lá	300	90	3.35	
20	Jardim Tropical	1.686	586	2.88	
21	Morada do Ouro	3.913	1.323	2.96	
22	Pedregal	7.087	1.912	3.71	Invasão
23	Pico do Amor	2.086	821	2.54	
24	Pracirinho	2.103	513	4.10	Invasão
25	Praieiro	1.517	409	3.71	Invasão
26	São Roque	273	85	3.23	
27	Terra Nova	2.779	1.260	2.21	
28	UFMT	52	22	2.36	
	<b>TOTAL</b>	<b>59.666</b>	<b>19.025</b>	<b>3,14</b>	

Fonte: IPDU – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Urbano, 2002.

## 3.2 MÉTODOS

Os aspectos metodológicos para a implantação do BDSPT e do SIG envolveram os seguintes princípios metodológicos:

- ✓ a coleta de informações;
- ✓ adequação e conversão de dados
- ✓ a estruturação e organização;
- ✓ Processamento de dados.

### 3.2.1 Coleta de Informações

A coleta de dados e informações foi dividida entre a materiais para o BDSPT e para o SIG.

#### 3.2.1.1 BDSPT

Foi elaborada uma seleção das empresas atuantes no setor de sondagens na área urbana de Cuiabá, no qual, o critério estabelecido foi o bom conceito junto aos escritórios locais de engenharia de estruturas e fundações consultadas. Foram coletadas 255 sondagens de simples reconhecimento, a partir da década de 80, dando preferência para dados dos últimos 10 anos.

As empresas e as quantidades de sondagens cedidas:

- a) ENGENORT – 167 sondagens;
- b) FUNSOLO – 53 sondagens;
- c) NACON – 31 sondagens;
- d) SCHURING – 04 sondagens.

Foram necessárias visitas técnicas com finalidade de recuperação dos dados de sondagens nos locais dos ensaios que apresentaram falhas nos relatórios ou alguma imprecisão. Alguns relatórios, em razão do tempo transcorrido, apresentavam endereços antigos e de difícil localização. Muitas vezes, o acesso aos ensaios se deu através das planilhas de perfis das sondagens e não do seu relatório final, trazendo somente: o nome da obra, dados de campo e croquis de localização dos furos de sondagens, desta forma, exigindo

uma disponibilidade de tempo para poder localizar de forma mais precisa o endereço correto e o local onde as sondagens foram realizadas.

### **3.2.1.2 SIG**

Duas bases digitais em arquivo do AUTOCAD na escala 1:25000 foram cedidas para elaboração deste trabalho, uma que está sendo trabalhada pela PMC – Prefeitura Municipal de Cuiabá, e a outra pelo Departamento de Geologia da UFMT. A opção foi feita pela base do Departamento de Geologia, porque, a da PMC, tem a sua malha viária digitalizada em uma entidade do AUTOCAD, a “*Spiline*” que não foi reconhecida pelo programa utilizado, ARCVIEW (3.2 a).

Foram coletadas também em arquivos do AUTOCAD, a Carta Geológica e a Carta Geotécnica digitalizadas na escala 1:25000.

### **3.2.2 Adequação e conversão de dados**

A adequação e conversão de dados foi dividida entre a recuperação das informações para o BDSPT e para o SIG.

#### **3.2.2.1 BDSPT**

As informações contidas nos relatórios de sondagens e que constarão no banco de dados são: identificação do ensaio, endereço, cota da boca, nível d'água, impenetrável, variações de profundidades, tipo de solos encontrado para cada profundidade e os números de golpes dados para cravação do amostrador padrão o NSPT, para cada profundidade.

Destes dados, a cota da boca do furo e o NSPT, tiveram que sofrer adequações para poderem ser utilizados. A cota da boca apresenta os dados encontrados nos relatórios de sondagens, com sinais e unidades diferentes, em consequência das referências de níveis adotadas pelos operadores e, por serem de difícil recuperação devido ao tempo e a modificação da topografia pela execução da própria obra. A solução encontrada para a referência altimétrica desse dado foi à criação de uma superfície através da interpolação das curvas de níveis no SIG e o geo referenciamento dos seus respectivos ensaios.

Os NSPT fracionados, encontrados nos relatórios de sondagens foram inclusos nas tabelas, como números inteiros, segundo estimativa e fórmulas apresentadas por BELINCANTA (2001). Segundo BELINCANTA (2001), para a estimativa de N do SPT,

quando da penetração do amostrador de 40 a 50 cm, no caso em que não há perfeita distinção do número de golpes, para a cravação de cada 15 cm, sendo ainda mais,  $n_1$ ,  $n_2$ ,  $n_3$  os números de golpes correspondentes às penetrações parciais do amostrador, isto é penetrações,  $l_1$ ,  $l_2$ ,  $l_3$ , pode-se estimar o índice de resistência à penetração  $N$  do SPT pelo procedimento que se segue, como alternativa e em primeira aproximação, pois é considerada a validade da proporcionalidade dentro de cada parcela da penetração.

a) Quando  $l_1 < 15$  cm e existe,  $n_1, n_2, n_3, l_1, l_2, l_3$

$$N = \{n_2 \cdot (l_1 + l_2 + l_3) / l_2\} + \{n_3 \cdot (45 - l_1 - l_2) / l_3\}$$

b) Quando  $l_1 > 15$  cm e existe  $n_1, n_2, n_3, l_1, l_2, l_3$

$$N = \{n_1 \cdot (l_1 - 15) / l_1\} + n_2 + \{n_3 \cdot (45 - l_1 - l_2) / l_3\}$$

c) Quando  $l_1 > 15$  cm e não existe,  $n_3, l_3$

$$N = \{n_1 \cdot (l_1 - 15) / l_1\} + \{n_2 \cdot (45 - l_1) / l_2\}$$

d) Quando somente da existência de  $n_1$  e  $l_1$

$$N = \{n_1 \cdot (30) / l_1\}$$

Para se obter o valor inteiro do SPT, foi criado um programa no EXCEL, onde os valores de  $n$  e  $l$  fracionados, foram digitados e calculados, obtendo-se dessa forma os dados em números inteiros para inclusão no BDSPT.

### 3.2.2.1 SIG

As bases e as cartas digitalizadas em arquivos do AUTOCAD tiveram que ser referenciadas em unidades cartográficas, sofreram alterações em versões, conversões de dados, entidades e *layers*, um processo bastante trabalhoso e que demandou muito do tempo dedicado a este trabalho. As entidades reconhecidas pelo ARVIEW para dados vetoriais são : ponto, linha, polígono e texto. Uma área representada por hachura no AutoCad, não será reconhecida pelo ARVIEW, se esta não estiver contida dentro de linhas poligonais fechadas.

O ARVIEW (3.2a) trabalha com temas, onde cada tema está relacionado com uma tabela dos atributos relativos a esse tema, e para que produza o efeito desejado, os *layers* da base digitalizada em AUTOCAD tiveram que ser, cada um deles, transformados em arquivos com a extensão *dwg*. Então os *layers*: curvas de nível, sistema viário e toponímia, drenagem deixaram de ser *layers* de um único arquivo, para cada um, transformar em arquivo *dwg*; p.ex: curvas de nível.dwg, sistema viário.dwg, etc, e dessa forma poder ter no ARVIEW uma

tabela de atributos associada às suas entidades. Cada arquivo criado e importado para o ambiente do sistema de informação geográfica tem que ser referenciado em projeções cartográficas, que no caso adotou-se a UTM (Universo Transverso de Mercator), nos permitem trabalhar em unidades métricas e pode-se relacioná-lo com mapas digitais em escalas maiores ou menores (regionais). São várias as vantagens do ARCVIEW, a base pode ser trabalhada e atualizada com precisão em AUTOCAD, pois o programa importa todas as atualizações efetuadas.

### **3.2.3 A Estruturação e Organização dos Dados**

O BDSPT, banco de dados de SPT, foi criado de forma a permitir o armazenamento de inúmeros ensaios e poder trabalhar tanto de forma independente através do Access ou vinculado a um SIG.

A estruturação e a organização seguiram os modelos conceituais, lógicos e físicos elaborados para esse fim. O BDSPT contém em sua estrutura cinco tabelas relacionais, consultas, formulários para entrada de dados e dois tipos de relatórios, um de detalhes e outro resumo com os dados principais, com a finalidade de simples conferência. O relatório resumo traz as informações básicas do SPT, (código do SPT, NA, localização, cota da boca do furo, impenetrável e fornecedor), menos as relativas a estratificação do subsolo, que se encontram no detalhes, que inclui todas as informações relativas a um ensaio específico.

#### **3.2.3.1 O Modelo Conceitual do BDSPT**

O projeto conceitual foi fruto do aprimoramento de outras tentativas concebidas durante o transcorrer deste trabalho. O projeto original era bem mais simples, mas incluía um número de campos fixos de profundidade, que mesmo não ocupado por um registro em outros ensaios, aparecia, no formulário e no relatório SPT-Detalhes, destes ensaios. Esses campos indesejados além de aumentar o tamanho do arquivo, acabavam por interferir no estudo estatístico do tema SPT.shp, no Arcview.

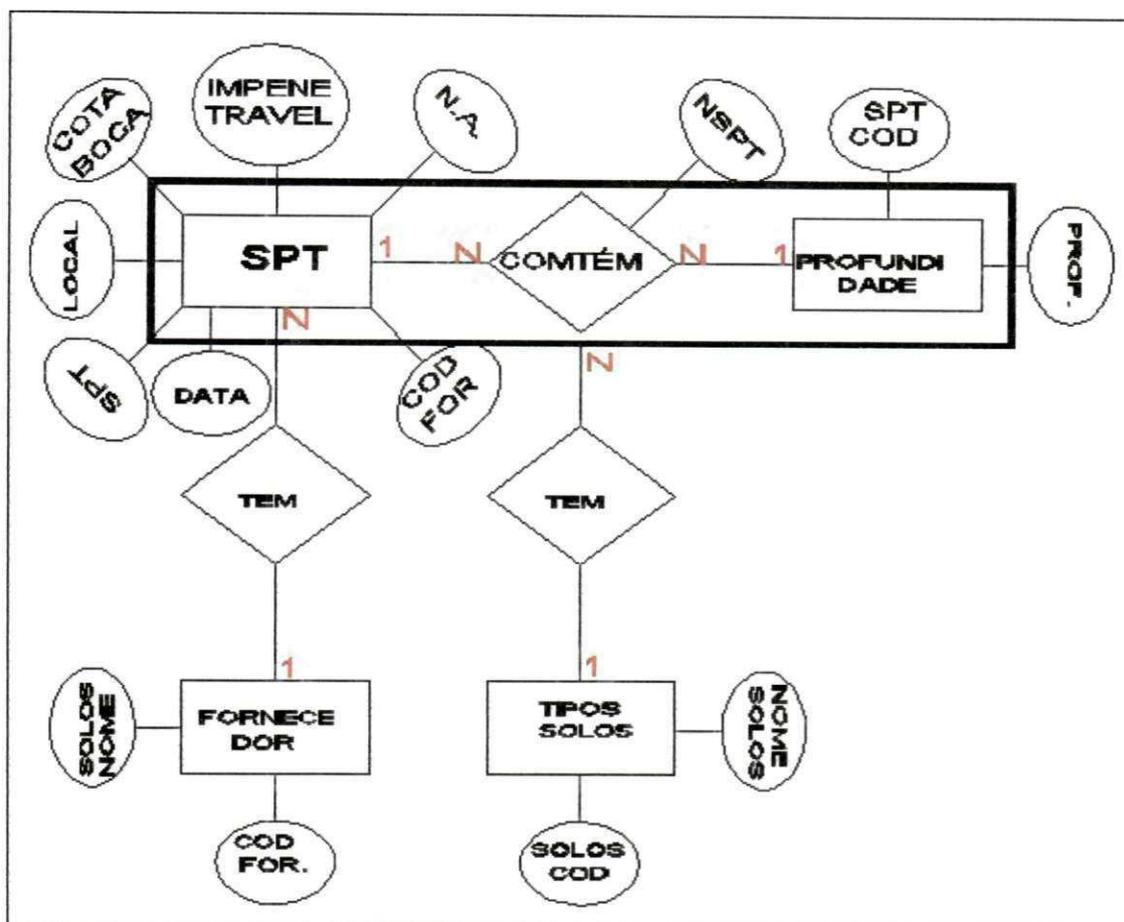


Figura 3.6 – Modelo Conceitual

O modelo mostrado na Figura 3.6, permite que o campo profundidade sejam incluso, dependendo de sua real necessidade. Desta forma, o SPT E001 mostrará no seu formulário e no seu relatório, só os registros que foram cadastrados, variando metro a metro de 1m a 9m e, o SPT E002 mostrará variando de 1m a 7m de profundidades, resolvendo o problema da inserção de campos desnecessários, diminuindo com isso, em muito, o tamanho do BDSPT.

No modelo conceitual, a entidade SPT recebeu como atributos todos os campos que tem relação tipo *um para um* (1:1), isto é por exemplo, para cada ensaio só existe uma cota da boca do furo, um N.A, um impenetrável, uma data, um local, e tem um fornecedor, mas esse fornecedor é fornecedor também de vários outros ensaios. Foi então por isso, transformando esse atributo em uma nova entidade FORNECEDOR e criou-se um relacionamento de *um para muitos* (1:N) entre as entidades FORNECEDOR e SPT, e ao mesmo tempo criou-se um assistente de pesquisa para evitar a digitação cansativa e desnecessária desse dado repetitivo, em cada ensaio. A entidade PROFUNDIDADE necessita de um tipo de relacionamento *muitos para muitos* (N:N) com a entidade SPT, pois existem várias profundidades num

mesmo ensaio e, no BD também existem vários outros ensaios com suas respectivas profundidades. Cada profundidade tem um tipo de solo, mas cada tipo de solo pode ser encontrado em várias profundidades, então existindo várias profundidades e vários tipos de solos, necessitado também de um relacionamento (N:N), entre as entidades TIPOS DE SOLOS e PROFUNDIDADE. Para criar esses relacionamentos (N:N) foi necessário criar uma entidade relacional denominada CONTÉM, onde o atributo NSPT foi melhor situado, por ser um campo que pertence a cada profundidade que tem um tipo de solo específico.

Tabela 3.3 – Definição das Entidades/ Atributos/ Relacionamentos

ENTIDADES	ATRIBUTOS	RELACIONAMENTOS
SPT	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ SPT</li> <li>▪ Local</li> <li>▪ Data</li> <li>▪ Cota da Boca</li> <li>▪ Nível D'água</li> <li>▪ Impenetrável</li> <li>▪ Cod for</li> </ul>	<p>Com Profundidade , 1:N</p> <p>Com Fornecedor, 1:N</p>
PROFUNDIDADE	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ SPT Cod</li> <li>▪ Profundidade</li> </ul>	<p>Com SPT, 1:N</p> <p>Com Tipos Solos, 1:1</p>
TIPOS DE SOLOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cod Solo</li> <li>▪ Nome Solos</li> </ul>	Com AGREGAÇÃO: (SPT, Profundidade, Contém), 1:N
FORNECEDOR	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cod For</li> <li>▪ Nome For</li> </ul>	Com SPT, 1:N
CONTÉM	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ SPT Cod</li> <li>▪ SPT</li> <li>▪ Cod Solo</li> <li>▪ NSPT</li> </ul>	<p>Com SPT, 1:N</p> <p>Com Profundidade , 1:N</p>

### 3.2.3.2 O Modelo Lógico do BDSPT

No projeto lógico foram criadas e desenvolvidas, as tabelas: SPT, PROFUNDIDADE, TIPOS DE SOLOS, FORNECEDOR e a tabela CONTÉM surgiu, como já vimos, da necessidade de se criar o relacionamento do tipo *muitos para muitos*.

Nas Tabelas 3.4, 3.5, 3.6, 3.7 e 3.8, podem-se visualizar como os dados foram estruturados.

Tabela 3.4- Tabela SPT

CHAVE	NOME DO CAMPO	TIPOS DE DADOS	DESCRIÇÃO (digitar)	TAMANHO	MÁSCARA
CP	SPT	Texto	Código	4	A999
	Local	Texto	Endereço do ensaio	60	
	Data	Data/hora	Data do ensaio	8	99/99/99
	Cota da Boca	Numérico Decimal	Nível do ensaio	18	
	NA	Numérico Decimal	Nível D'água	18	
	Impenetrável	Numérico Decimal	resistência total a penetração do amostrador	18	
CE	Cod for	Numérico Inteiro Longo	Fornecedor	5	

CP – Chave Primária; CE – Chave Estrangeira

Tabela 3.5 - Tabela FORNECEDOR

CHAVE	NOME DO CAMPO	TIPOS DE DADOS	DESCRIÇÃO	TAMANHO	MASCARA
CP	Cod for	Auto Numeração	Código	5	
	Nomefor	texto	fornecedor	50	

CP – Chave Primária

Tabela 3.6 - Tabela PROFUNDIDADE

CHAVE	NOME DO CAMPO	TIPOS DE DADOS	DESCRIÇÃO	TAMANHO	MASCARA
CP	SPT cod	Auto Numeração	Código	5	
	Profundidade	Numérico Decimal	Profundidade de penetração (m)	18	

CP – Chave Primária

Tabela 3.7 – Tabela TIPOS DE SOLOS

CHAVE	NOME DO CAMPO	TIPOS DE DADOS	DESCRIÇÃO	TAMANHO	MASCARA
CP	Solos cod	Auto Numeração	Código	5	
	Solos	Texto	Nome dos solos	60	

CP – Chave Primária

Tabela 3.8 - Tabela CONTÉM

CHAVE	NOME DO CAMPO	TIPOS DE DADOS	DESCRIÇÃO (digitar)	TAMANHO	MÁSCARA
CP/CE	SPT	Texto	Código	4	A999
CP/CE	SPT cod	Texto	Endereço do ensaio	60	
CP/CE	Solos cod	Data/hora	Data do ensaio	8	
	NSPT	Numérico Inteiro Longo	Resistência à penetração do amostrador	18	

CP – Chave Primária; CE – Chave Estrangeira

A organização dos dados se dá através dos relacionamentos criados entre as tabelas, de forma a permitir consultas variadas e relatórios dos tipos resumo e detalhes no próprio programa *Access* e poder ser bastante interativo no SIG, permitindo várias possibilidades de análises dos seus campos e atributos.

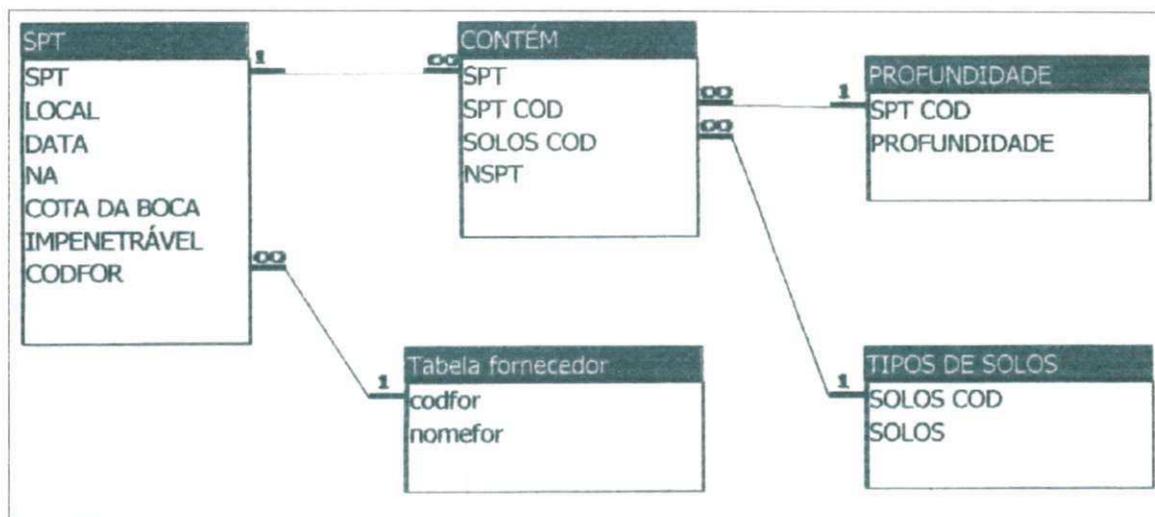


Figura 3.7- Relacionamento do Banco de dados.

Na Figura 3.7 pode-se observar como ficou o relacionamento entre as tabelas no BDSPT. Percebe-se que a entidade relacional do modelo conceitual CONTÉM, acabou se transformando na tabela CONTEM. Nesta nova tabela, os atributos chaves como SPT e SPT COD e SOLOS COD, funcionam como chaves primárias ao mesmo tempo desta tabela e como chaves estrangeiras das suas respectivas tabelas SPT, PROFUNDIDADE E TIPOS DE SOLOS.

### 3.2.3.3 Projeto Físico do BDSPT

O banco de dados Access nos oferece várias opções para construir nossas tabelas, consultas, formulários, relatórios e também página da web, onde pode-se vincular um formulário de entrada de dados para o BDSPT.

The screenshot displays the Microsoft Access interface for the 'BANCO DE DADOS DE SPT' database. The form is titled 'BANCO DE DADOS DE SPT' and is designed by 'GERALDO ANTÔNIO GOMES ALMEIDA'. It contains several input fields and a table for data entry.

Fields visible on the form include:

- SPT: 300
- FORNECEDOR: FUNSOLO
- LOCAL: SESI - AV DATOMOMO CANAVIARROS S/N
- DATA: 06/12/01
- COTA DA BOCA: [empty]
- NA: -1,68
- IMPENETRÁVEL: 6,45

The 'CONTÉM SUB' table is structured as follows:

PROFUNDIDADE	TIPOS DE SOLOS	NSPT
-1	SILTE ARGILOSO VERMELHO	0
-2	SILTE ARGILOSO VERMELHO	6
-3	SILTE ARGILOSO VERMELHO	8
-4	SILTE ARGILOSO VERMELHO	13
-5	SILTE ARGILOSO VERMELHO	20
-6	SILTE ARGILOSO CINZA	32
-7	SILTE ARGILOSO CINZA	60
*		0

The status bar at the bottom indicates 'Registro 14 de 198 de 295' and 'Uma letra e três números'.

Figura 3.8 –Formulário de Entrada de Dados.

Na Figura 3.8 pode-se visualizar o formulário idealizado para entrada dos dados. Este formulário foi concebido relacionado duas tabelas: SPT e CONTEM, onde a tabela CONTEM, passa a ser um sub-formulário de modo contínuo

Nas Figuras 3.9 e 3.10, visualizam-se os formulários criados para saída de dados, os formulários: SPT-RESUMO e SPT-DETALHES; estes constam de duas páginas distintas, uma para capa, que permite a inserção de uma logomarca e outras informações pertinentes, e outra com somente as informações específicas dos ensaios de SPT cadastrados.



### 3.2.3.4 Estruturação e Organização do SIG

Na Figura 3.11 pode-se visualizar a estrutura do ArcView 3.2a, *software* escolhido para o gerenciamento das informações, por ser de fácil manuseio e trabalhar bem com arquivos do AutoCad.

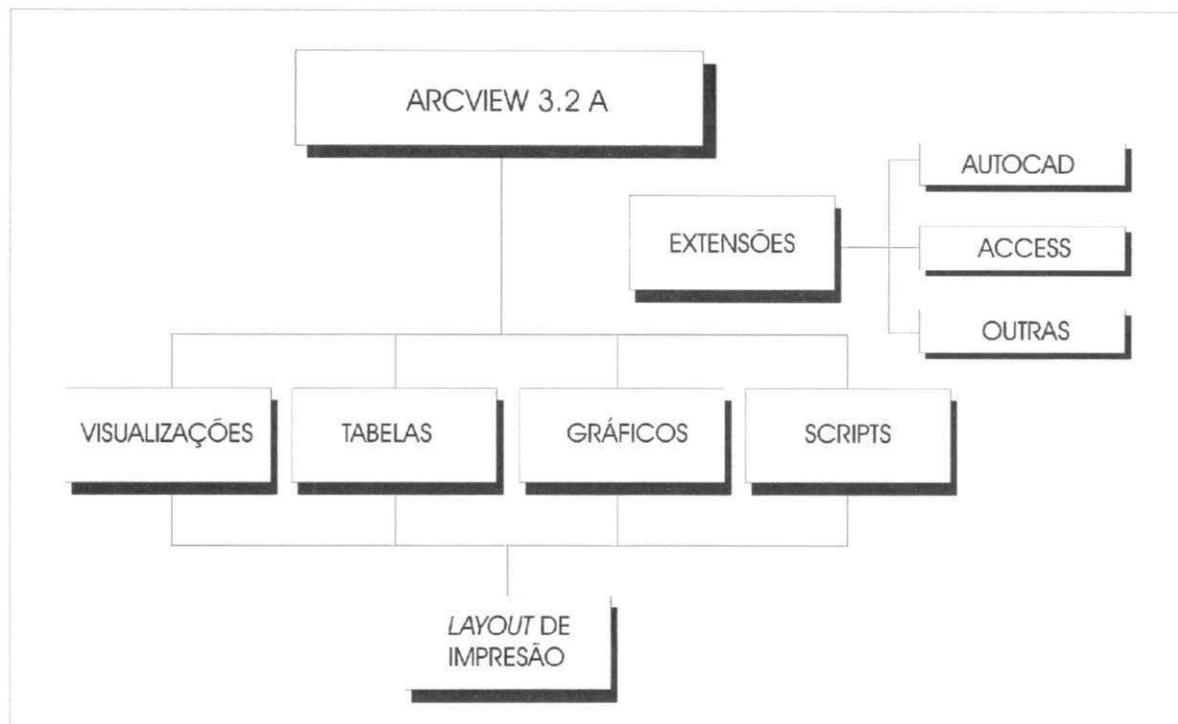


Figura 3.11 – Estrutura do SIG.

O programa Arcview é um grande gerenciador de extensões, permitindo dessa maneira criar visualizações de temas de arquivos oriundos dos mais diversos programas e extensões por ele reconhecido.

Em uma janela de exibição ou visualização de temas, pode-se criar as mais diversificadas pesquisas interativas utilizando os arquivos vetoriais e raster georeferenciados como temas. Cada tema está associado a uma tabela de atributos criada pelo Arcview, pode-se desta forma, entrar com novos dados nessa tabela através de inserção de novos campos ou simplesmente associando a essa tabela de atributos um banco de dados, como fez-se neste trabalho.

O BDSPT para poder ser inserido no SIG, foi necessário criar no Arcview um novo tema, tendo como entidade representativa o “ponto”. Cada ponto dessa forma, passou a representar uma sondagem SPT, e foi plotado no SIG através das informações dos levantamentos topográficos ou amarrações, que acompanham os relatórios de sondagens e da base digitalizada e referenciada em unidades *UTM*. Foram plotados dessa forma os 255

ensaio, sendo que destes 241 estão dentro da área da bacia do Córrego do Barbado e os outros 14 servem como referência de áreas de entorno.

Como a Carta Geotécnica e Carta Geológica foram georeferenciadas em coordenadas cartográficas e os ensaios SPT agora também referenciados, permitem uma série de possibilidades de estudos das possíveis relações de seus atributos. Pode-se, por exemplo, conhecer o comportamento do impenetrável em uma unidade homogênea da Carta Geotécnica, ou em um tipo de Formação Geológica encontrada pela Carta Geológica na localização da bacia do Córrego do Barbado.

As planilhas e gráficos podem ser gerados dos atributos de cada tema, permitindo a visualização através das pesquisas interativas do usuário do SIG.

As saídas dos dados através do layout de impressão, permitem a criação de mapas e cartas temáticas. Estes mapas ou cartas criados podem ser impressos ou exportados em forma de arquivos.

#### **3.2.4 Processamento dos Dados**

A alimentação dos dados foi planejada de forma que as empresas fornecedoras dos relatórios recebam uma letra no código dos ensaios, que as identifiquem e permitam, que a inserção dos seus dados seja contínua e independente. Esse código contém quatro dígitos, sendo que o primeiro identifica a empresa e os outros três possibilitam a entrada de até 999 ensaios de sondagens, por empresa.

A inserção dos dados se faz através do formulário de entrada de dados criado, ou pela pagina-formulário que poderá ser criada no Access para receber no futuro, os dados das próprias empresas através da internet.

Os dados tanto do ACCESS como do ARCVIEW estão organizados de maneira que possibilitem a alimentação contínua dos mesmos de forma padronizada e descentralizada, podendo cada empresa alimentar o seu banco de dados em ACCESS e ou alimentar um banco de dados comum através da página na internet, onde cada empresa se beneficiaria das informações coletadas pela outra empresa. A ideia é manter o SIG e o BDSPT atualizados para fins de pesquisas, através da Gerência de Tecnologia III do CEFETMT, onde essas empresas poderiam acessar, através de senhas, todas informações do SIG, disponibilizadas no futuro, através do provedor desta instituição.

## CAPITULO 4

### ANÁLISE DOS RESULTADOS E PROPOSIÇÕES

#### 4.1 GENERALIDADES

Este trabalho não tem a pretensão de criar documentos cartográficos de precisão, porque atualmente, o BDSPT não tem dados uniformemente distribuídos e base cartográfica que um mapa de maior precisão exigiria.

A metodologia empregada neste trabalho permite a atualização das informações e, com isso, esperamos melhorar sua precisão com o tempo, com os investimentos feitos em bases mais seguras, levantamentos topográficos em escalas maiores com curvas de um em um metro, com novos avanços tecnológicos e com a alimentação contínua do BDSPT.

O BDSPT e o SIG, permitiram a criação de uma ferramenta de investigação do subsolo da área urbana consolidada (tipo de uso e ocupação definida), da bacia do Córrego do Barbado.

O SIG forneceu condições tanto a uma análise pontual do comportamento de cada sondagem, como também a possibilidade de inferir valores para áreas, através do estudo estatístico dos dados do BDSPT.

A visualização estratificada do subsolo é uma grande vantagem para o planejamento de uma cidade, poder conhecer, o nível de água freático, a constituição do solo, a tensão admissível a cada metro de profundidade e a profundidade do impenetrável; permite que sejam implementadas solicitações de investigações mais precisas, medidas preventivas ou corretivas, para áreas problemáticas, sendo de grande utilidade para cada setor da engenharia voltada ao planejamento e ao desenvolvimento municipal.

Se considerar que a energia de cravação no Brasil, varia na ordem de 70% da energia teórica (SCHNAID 2000), para um NSPT = 70, corrigindo para o padrão americano, ter-se-a  $N_{60} = 81$ ; considerando a classificação de solos e rochas (CLAYTON,1993), para valores de  $N_{60}$  acima de 80 encontram-se rochas brandas. Pode-se concluir que valores acima deste, NSPT =70, são representativos do maciço rochoso.

## 4.2 EXPLORANDO O BDSPT E POTENCIALIDADES ATRAVÉS DO SIG

A exploração do BDSPT através do SIG permite a visualização e interatividade das investigações. Exemplos de resultados dos procedimentos metodológicos empregados e das potencialidades de investigações podem ser vistos nas figuras a seguir.

### 4.2.1 Localizando as Sondagens

A Figura 4.1, ilustra como foi plotada e referenciada cada sondagem com ajuda dos levantamentos planialtimétricos ou amarrações fornecidos pelas empresas de prospecção. Os pontos em vermelho representam na imagem os ensaios que não estão sendo investigados e os pontos em amarelos representam os ensaios que estão sendo pesquisados. O gráfico e a planilha trazem o comportamento do impenetrável dos ensaios e outras informações dos dados das sondagens pesquisadas.

### 4.2.2 Pesquisando o NA Representativo.

A Figura 4.2 permite a visualização do comportamento do Na, classificados por classes de profundidades. Este estudo para a área da bacia do Córrego do Barbado levou em consideração a sazonalidade característica do nosso clima. A data dos ensaios permitiu que outras análises fossem feitas tanto para o período de chuvas como para o período da seca, como ver-se-a no transcorrer das investigações realizadas. O mapa do nível da água freático está apresentado através da simbologia adotada, em ordem decrescente; quanto maior a profundidade, menor o símbolo escolhido (triângulo). Tais dados, aliados a expansividade dos solos na presença de água em Cuiabá, são de grandes interesses da engenharia, principalmente para os escritórios de cálculos estruturais e fundações. No planejamento urbano e gestões de infra-estrutura, podem-se priorizar áreas de investimentos, controle e prevenções de contaminações do lençol freático, redes de energias enterradas e de coleta de esgotos, etc.

O clima de Cuiabá apresenta duas estações bem distintas: *seca* de maio a outubro e *chuvosa* de novembro à abril. O estudo do NA representativo da estação da seca, e do NA representativo da estação chuvosa, determina a variação sazonal, Tabela 4.1, que ocorre durante um ano. Este dado para o planejamento é de vital importância, pois pode-se prever o comportamento do lençol freático. O estudo desenvolvido neste trabalho apresentará para cada unidade homogênea ou para cada formação geológica os valores encontrados para o

comportamento do NA da média amostral total, e para as médias amostrais das duas estações, com as designações (s) = seca, (c) = chuvosa. Quando não houver um número mínimo para representatividade estatística, para as duas estações aparecerá nas tabelas somente o NA relativo à média amostral total.

Tabela 4.1 Variação Sazonal do Nível do Lençol Freático da Bacia.

NA ESTAÇÃO DA SECA	NA ESTAÇÃO CHUVOSA	VARIAÇÃO SAZONAL
NA médio = -3,89 m Universo Amostral = 135 NA max = -0,05 m NA min = -9,09 m	NA médio = -2,74 m Universo Amostral = 64 NA max = -0,10 m NA min = -7,86 m	1,15 m

#### 4.2.3 Conhecendo o Comportamento do Impenetrável

Na Figura 4.3, encontra-se a investigação do comportamento do impenetrável para uma área da bacia. O mapa do comportamento do impenetrável está representado através da simbologia adotada, em ordem decrescente: quanto maior a profundidade, menor o símbolo adotado, neste caso círculo. O comportamento do impenetrável pode seguir uma tendência, como é o caso demonstrado no mapa, onde a sua profundidade aumenta com a proximidade do córrego, ou variar bastante em áreas relativamente pequenas, como é mostrado, e que se acredita ser devido às dobras características das rochas encontradas na região (Variação), ou manter um comportamento uniforme como o esperado para a área em questão, demonstrada como de uniformidade. Na legenda encontra-se a classificação da profundidade do impenetrável por classes de profundidades e as cotas das curvas de níveis.

Esta análise qualitativa visual mostra a heterogeneidade do meio físico devido às formações litológicas laterais, uma vez que as rochas apresentam fortes mergulhos de suas camadas. Pode-se ver também nas concentrações de curvas de níveis, problemas erosivos, permitindo o afloramento das rochas matrizes e diminuindo os horizontes pedológicos.

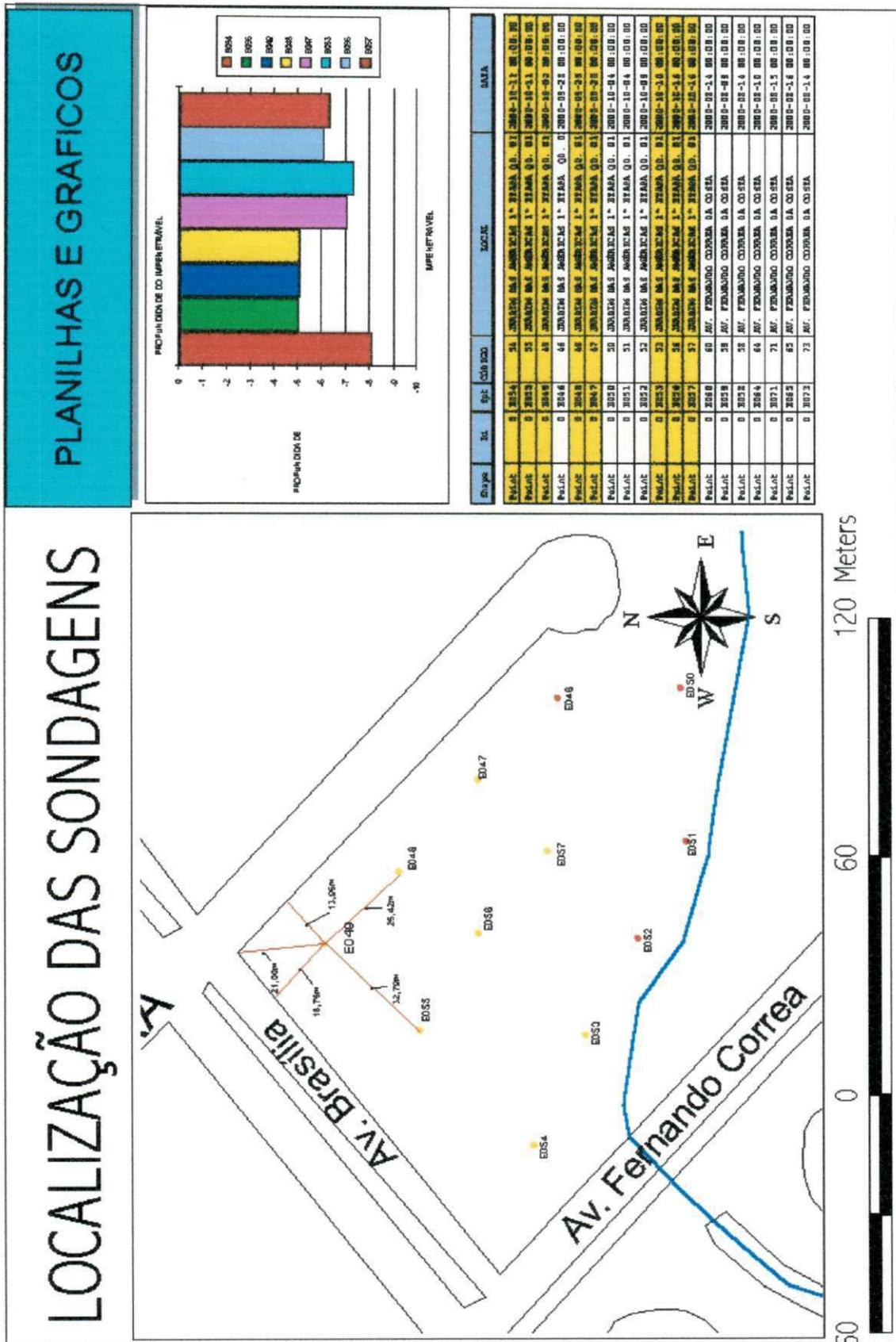
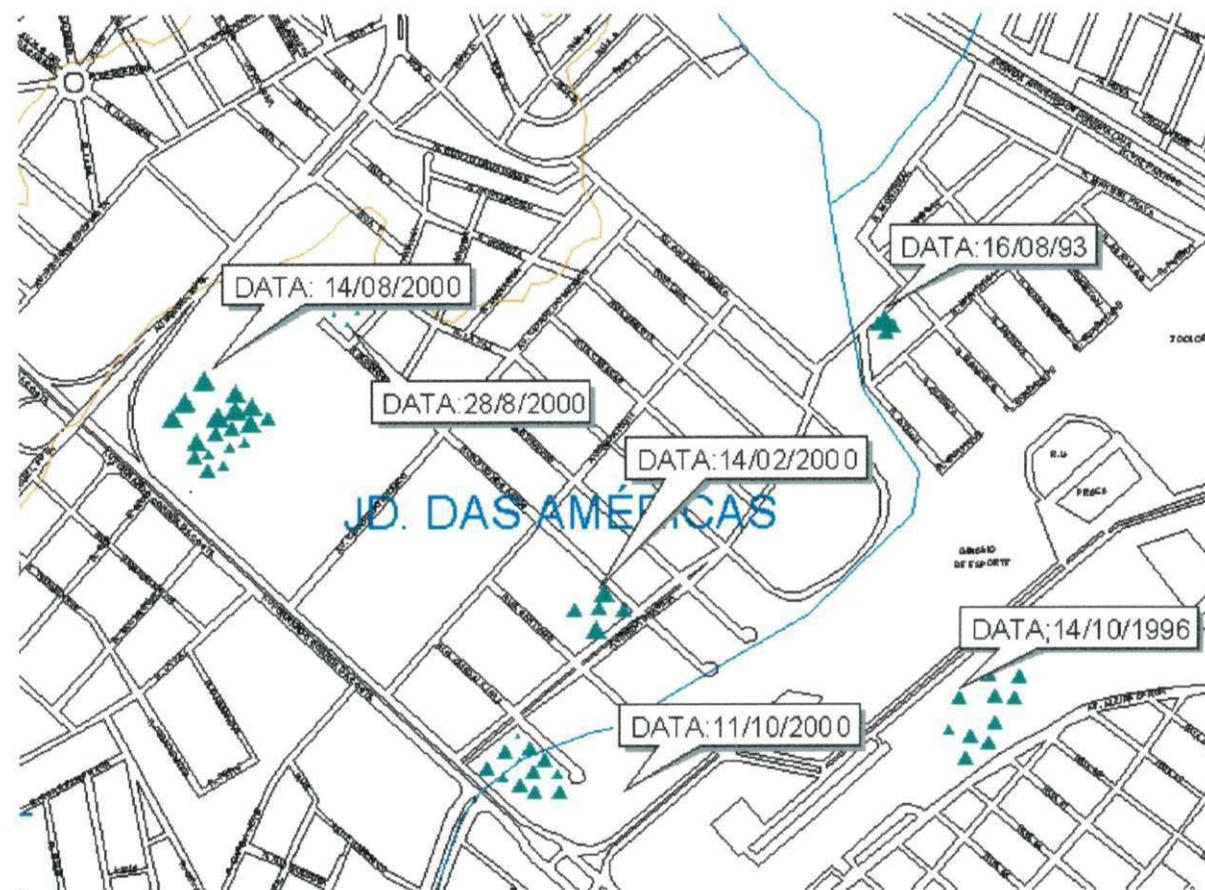


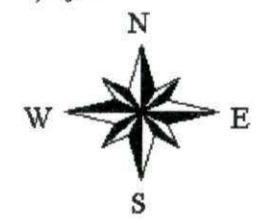
Figura 4.1 – Referenciando as Sondagens.

# CLASSIFICAÇÃO DO N.A. X PROFUNDIDADE

## LEGENDA



- Spt\_point.shp
  - ▲ -3.72 - -0.9
  - ▲ -6.54 - -3.72
  - ▲ -9.36 - -6.54
  - ▲ -12.18 - -9.36
  - ▲ -15 - -12.18
- Cuiaba\_toponímia.dwg
  - Text 0
  - Text 5
  - Text 7
- Cuiaba\_drenagem.dwg
  - 0
  - 5
- Cuiaba\_curvas\_de\_nveis.dwg
  - 0
  - 10
  - 16
  - 22
  - 30
  - 32
  - 40
  - 50
  - 80
  - 120
  - 220
  - 224
- Cuiaba\_av\_ruas\_nomes.dwg
  - 0
  - 7



ESCALA: 1/2500

Figura 4.2 – Classificação NA X Profundidade.



#### 4.2.4 Estudo Estatístico do Impenetrável

A Figura 4.4 ilustra dados e estatística do impenetrável, através da simbologia escolhida. Cada cor do símbolo escolhido (círculo) representa um rol do desvio padrão do impenetrável em relação à média (indo do azul ao vermelho, sendo a cor amarela a média). Considera-se a média mais e menos 1 vez o desvio padrão (DP), como sendo um fator de segurança igual a 1, e como grande a confiabilidade de encontrarem-se os valores representativos da bacia. A média mais e menos 2 vezes o DP, como fator 2, dados de média confiabilidade, e a média mais e menos 3 vezes o DP como sendo os de fator 3, dados de pouca confiabilidades e que deveriam ser revistos ou melhores investigados antes de se tomar qualquer decisão tendo os mesmos, como parâmetros. Podem-se criar índices urbanísticos com estas informações, como por exemplo, permitir ou não o adensamento populacional de áreas pertencente à bacia, através da verticalização, considerando esses fatores.

#### 4.2.5 Pesquisando uma Profundidade Específica

O SIG permite investigações do comportamento de cada profundidade. Na Figura 4.5, pode-se ver a investigação estratificada dos dados do número de golpes do amostrador (NSPT), para a profundidade de 3m. Os resultado do estudo estatístico é mostrado no mapa, por uma graduação colorida que vai do azul ao vermelho, sendo o amarelo a média amostral, e o símbolo escolhido quadrado. A média amostral para a área da Bacia para essa profundidade, foi NSPT =31, mostrando uma área apropriada para fundações rasas, visto que, se correlacionar-se esse valor com os índices de resistência à penetração da classificação do solo NBR: 7.250/82, encontrar-se-a para solos arenosos a designação “compacta” e para solos argilosos a designação “dura”. Analisando-se a bacia, pode-se perceber que os maiores valores para o NSPT estão aparecendo em locais onde existem concentrações de curvas de níveis, demonstrando uma variação da topografia e, em consequência, uma diminuição dos horizontes pedológicos, expondo mais a rocha de origem e os processos erosivos implantados. Na Figura 4.6 visualiza-se a pesquisa estratificada do tipo de solo para a profundidade de 3m. O resultado do estudo é mostrado no mapa por uma variação de símbolos geométricos e multicoloridos, apresentados por classes modais. Pode-se afirmar que 53% da área da bacia do Córrego do Barbado, na profundidade de 3m é constituída de solo do tipo silte argiloso, que 14% é constituído de silte arenoso, 11% de aterro de materiais diversos, 9% de areias, 9% de argilas e o restante 4% variando entre pedregulhos e matacões de quartzo.

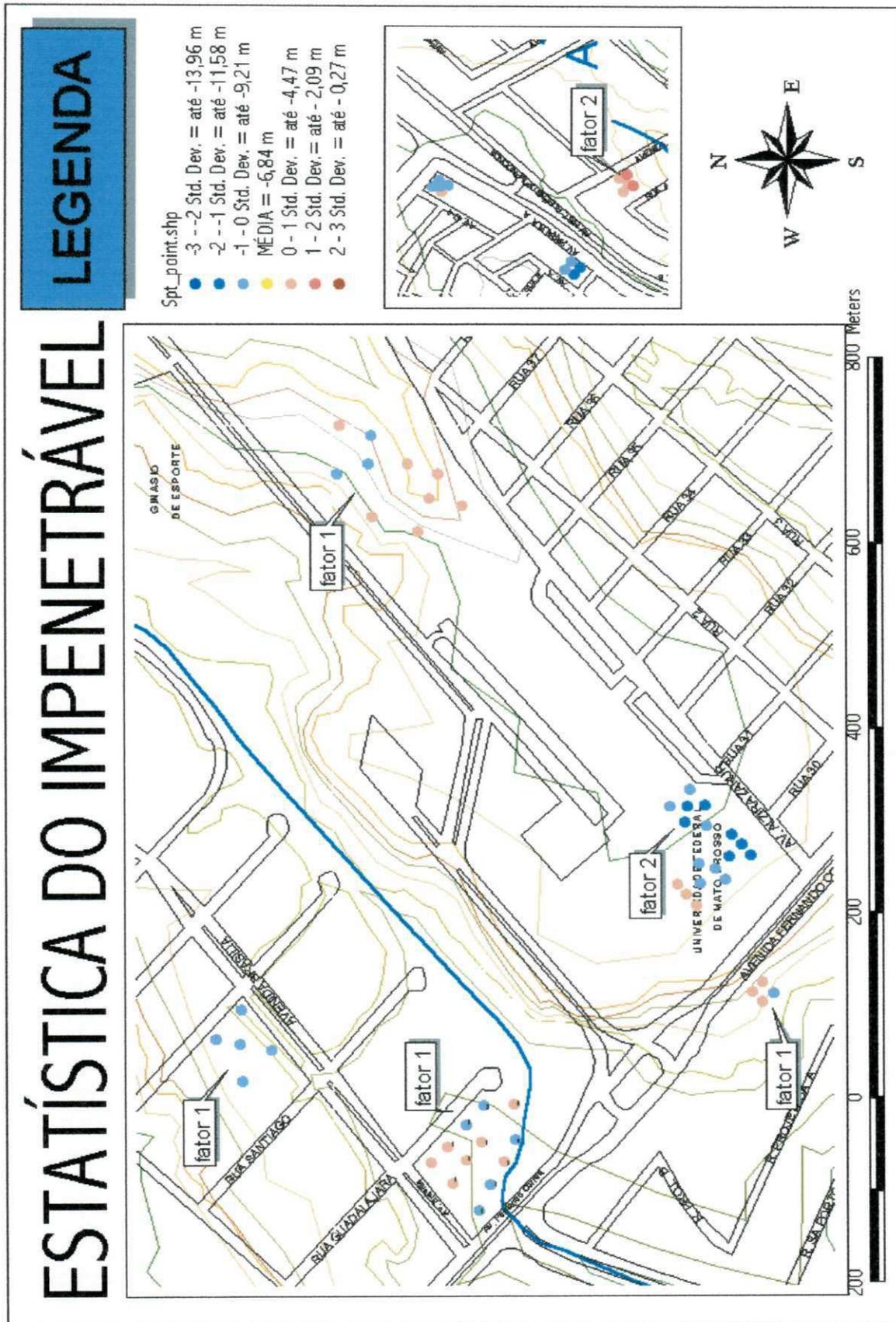


Figura 4.4 – Estatística do Impenetrável

# NSPT ESTATÍSTICO A 3 METROS

## LEGENDA

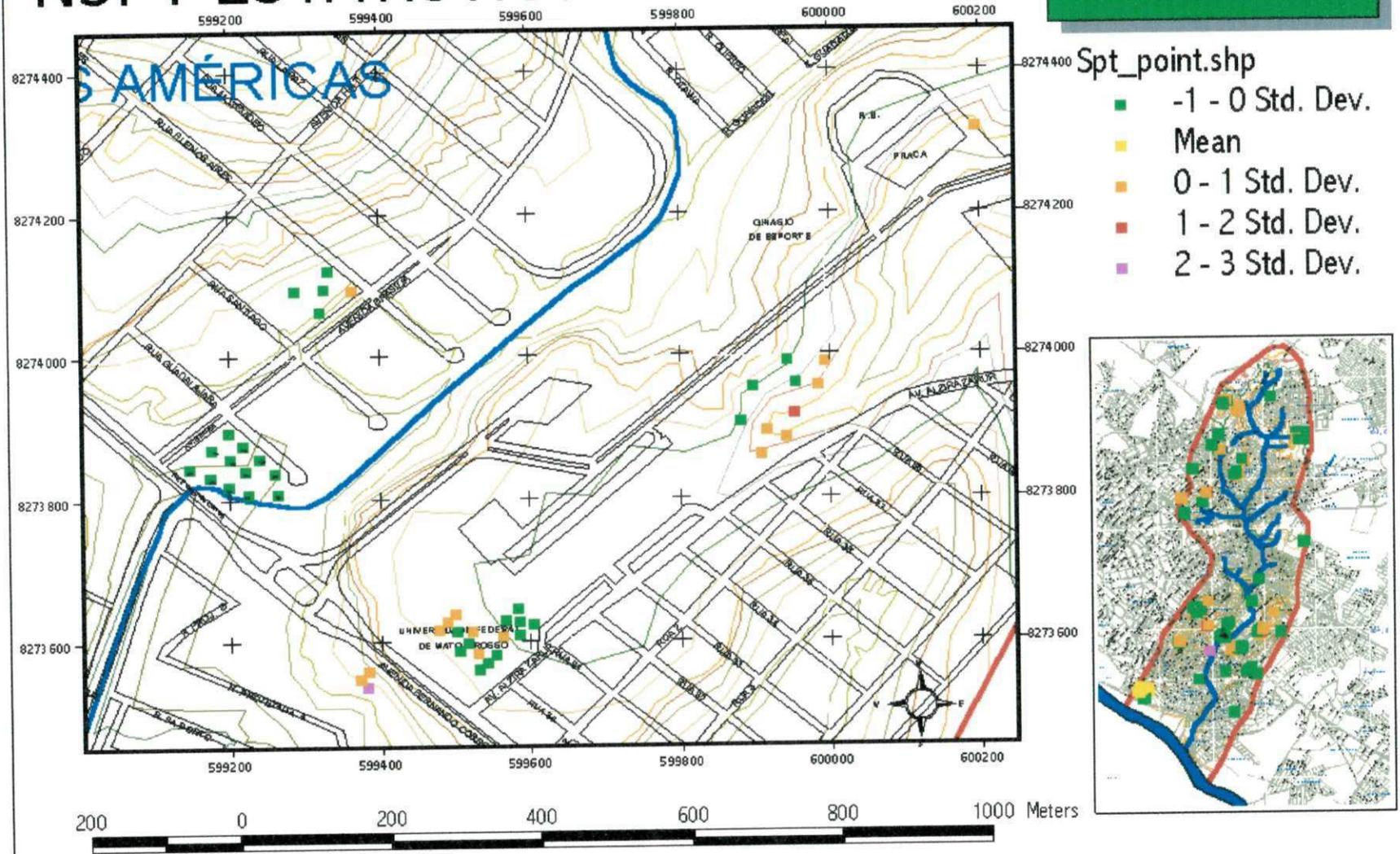


Figura 4.5 - NSPT x Profundidade.



Esses mapas estatísticos são de grande importância para o planejamento urbano, pois, através deles, pode-se obter também parâmetros para determinação de investimentos em obras de infra-estrutura urbana. Um dos métodos geoestatísticos, segundo STURARO & LANDIM (1996), o da Krigagem Indicativa é o mais indicado em se tratando de estimativas para o planejamento, visto que apresentam os resultados de forma probabilística. O estudo estatístico porém, não substitui a necessidade da realização dos ensaios de sondagens, pois o comportamento do subsolo é imprevisível, como podemos observar em muitos ensaios deste banco de dados.

Uma das questões que deve ser levantada em se tratando de banco de dados SPT e estudo estatístico para a área em questão, é que os dados coletados não obedecem ao critério estabelecido para um estudo exploratório para este tipo de sondagem. Encontramos uma grande quantidade de sondagens em áreas de interesse imobiliário e poucas ou quase nenhuma em áreas verdes, considerada de expansão ou áreas de invasões, com isso, se quisermos inferir valores através de interpolações dos dados coletados, e criação de isolinhas para essas áreas, estaremos aumentando o grau de incerteza do produto elaborado, pois, geralmente as áreas verdes são áreas de preservações de córregos ou nascentes e as áreas de invasões quando já dentro do perímetro urbano, são as que geralmente apresentam problemas para seu uso e ocupação, como áreas alagadiças ou áreas de várzeas. Outra questão é a desconsideração de outros fatores de interveniência, como relevo e suas Unidades Homogêneas, como foram denominadas na Carta Geotécnica de Cuiabá (UFMT, 1990), falhas geológicas, presença de matacões, etc.

O BDSPT possibilita tanto a análise pontual, (estudo das sondagens realizadas em uma determinada área), estatística setorial da bacia, (estudo das sondagens de uma unidade homogênea ou de uma formação específica) e estatística geral da bacia, (estudo da bacia como um todo). O estudo estatístico desenvolvido neste trabalho prioriza conhecer a estatística setorial da bacia por acreditar ser o mais representativo, ou seja, o comportamento dos dados do BDSPT nas unidades homogêneas, nas formações geológicas e na criação de novos parâmetros para subsidiar o planejamento do uso e ocupação das áreas da bacia do Córrego do Barbado. O estudo geoestatístico de estimação, criando mapas de distribuições com vistos no trabalho de XAVIER, S.R. & ROMANEL (2000), considerando a variabilidade espacial do solo como direções e distâncias de continuidade, preconiza uma melhor distribuição espacial das sondagens o que não foi possível neste trabalho, devido a natureza e gratuidade das fontes de informações.

#### 4.2.6 Modelando a Superfície da Bacia para Referenciar as Cotas das Bocas dos furos

A Figura 4.7 ilustra uma visualização criada, plotando as informações dos relatórios após interpolação das curvas de nível de 1 (um) em 1 (um) metro, utilizando o *3D Analysty* (que acompanha o pacote do arcview 3.2), que gerou uma graduação cromática que representa a superfície do terreno; isso permite que qualquer ponto plotado ou selecionado, nessa superfície, abra uma planilha com as informações dos seus novos atributos, por exemplo; as suas coordenadas cartesianas e as cotas das bocas dos furos. Essas cotas passam a ter seus dados altimétricos corrigidos de acordo com essa superfície interpolada e não mais com os dados dos relatórios de sondagens que traziam informações de uma referência qualquer de nível; (meio-fio, poste de rede de energia, outras construções, etc..) o que nem sempre dava para localizar. Tais referências de níveis extraídas dos relatórios continuam no banco de dados como informações de acervo.

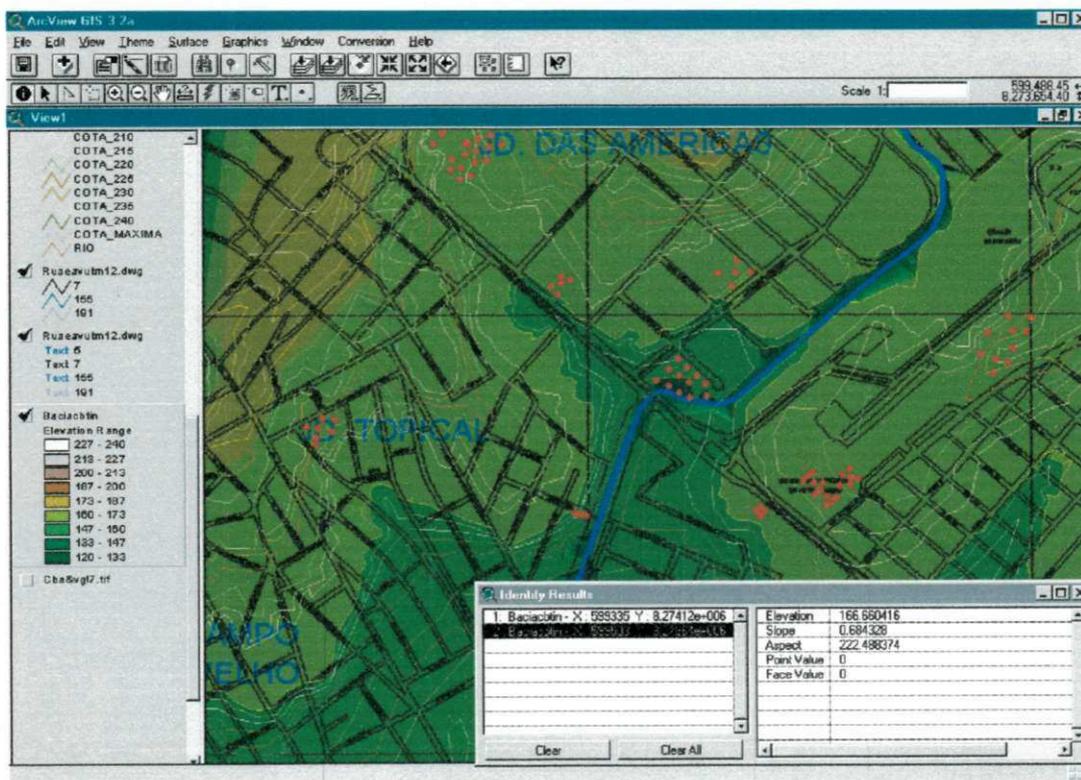


Figura 4.7 – Detalhe da referencia da Cota da Boca.

Na Figura 4.8, pode-se visualizar essa superfície interpolada e criada em 3d, dando origem à Carta hipsométrica da Bacia do Córrego do Barbado. Podemos ver o comportamento do relevo da bacia pela variação cromática, indo do verde, para as cotas mais baixas, 147 a 155 m, até o branco representando as cotas das classes 227 a 240 m.

# CARTA HIPSONOMÉTRICA

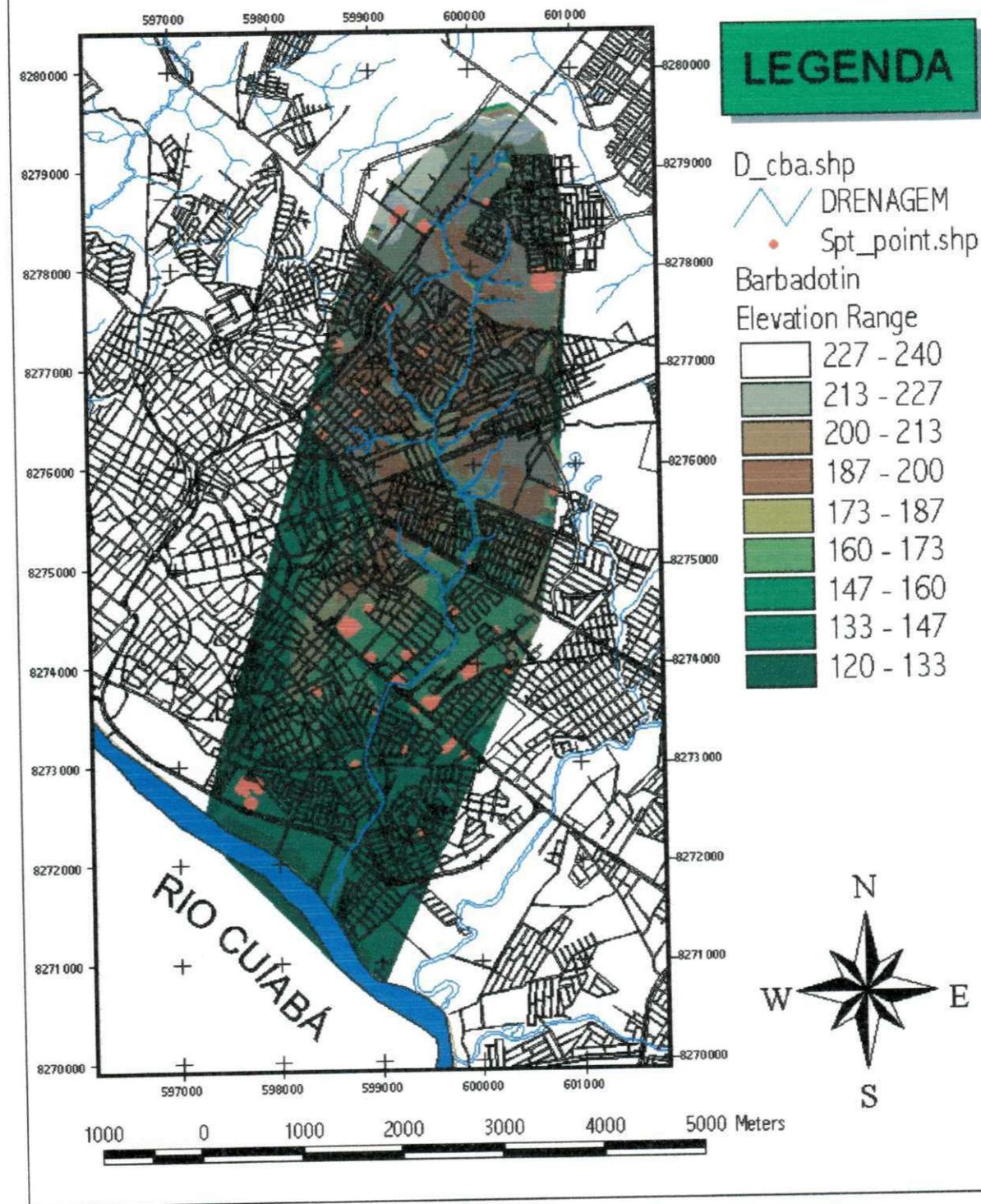


Figura 4.8 – Superfície Interpolada Criando a Carta Hipsométrica

### **4.3 ANALISANDO A BACIA ATRAVÉS DO SIG RELACIONANDO O BDSPT E A CARTA GEOTÉCNICA .**

Na Carta Geotécnica de Cuiabá (UFMT,1990), através da metodologia do IPT adotada, distinguiu setes Unidades Homogêneas: Canal Fluvial, Diques Marginais, Planície de Inundação, Áreas Alagadiças, Áreas Aplainadas, Colinas e Morrotes.

O SIG permite que sejam correlacionados os dados da Carta Geotécnica de Cuiabá, e os dados das sondagens do BDSPT, criando possibilidades de investigações do comportamento do subsolo para algumas unidades homogêneas existentes, na área da Bacia do Córrego do Barbado. Pode-se ver nas Tabelas, 4.2, 4.3 e 4.4 os dados estratificados dos tipos de solos e o NSPT para cada profundidade pesquisada, além do comportamento do nível d' água e impenetrável para cada unidade.

Os dados apresentados seguem uma convenção adotada para este trabalho. Para números de dados inferiores a 7, não serão efetuados estudos estatísticos. Para tipos de solos com quantidades inferiores a 5, não serão demonstrados em tabelas. Solos com designação composta dos tipos: argila arenosa, argila siltosa, e que apareçam com números de unidades inferiores a 5, serão somados e simplesmente designados como argilas. Desta forma, designação de solos como: argilas, siltes, areias, pedregulhos, passam a representar os seus respectivos sub-conjuntos e aparecerão nas tabelas desde que somados e, os resultados sejam maiores que 5 unidades.

Na Figuras 4.9 e 4.10 pode-se ver as unidades homogêneas pertencentes à bacia do Córrego do Barbado. Dos 1.595 ha, correspondente neste trabalho à área da bacia, 1.405 ha, correspondem às áreas denominadas de Colinas, 26 ha correspondem às Áreas Alagadiças do tipo Embaciados; 28 ha correspondem às Áreas Alagadiças do tipo Várzea; 135 ha correspondem às áreas da Planície de Inundação.

Na Tabela 4.2 encontra-se a síntese estatística do comportamento dos dados do BDSPT, para Unidade Homogênea denominada de Áreas de Colinas. A análise dos dados, pode fornecer subsídio para determinação de parâmetros urbanísticos para essa unidade. A altura correspondente entre a superfície e o lençol freático, pela Carta Geotécnica denominada de Zona de Aeração, representada aqui pela média amostral dos valores do  $NA = -3,46m$ , permite que os efluentes domésticos possam ser eliminados através de fossa e sumidouro até a implantação dos sistemas de coletores pluviais e sanitários. Adotando-se um critério para simples compreensão de uma graduação cromática, indo do verde = permitido, passando pelo amarelo = atenção as restrições, até o vermelho = impedido, para determinação dos

parâmetros de uso e ocupação, os dados do impenetrável = -6,51m, representando a média amostral, e os valores encontrados para o NSPT médio para cada profundidade, esses dados indicam um sinal verde, nas questões de cunho geotécnico para a área. O material inconsolidado ou o tipo de solo, com predominância do silte argiloso e sua baixa permeabilidade e conseqüente pouca capacidade de infiltração, indica que medidas preventivas devem ser tomadas para drenar e evitar problemas nas áreas mais baixas. A variação sazonal (VSc) para a área de Colina é superior à média da bacia, VSc = 1,73 m.

Tabela 4.2 - O BDSPT X Unidade Homogênea: Colinas.

<b>PROF. (m)</b>	<b>NA. (m)</b>	<b>IMP. (m)</b>	<b>MAT.INCONSOLIDADOS. (classe modal)</b>	<b>NSPT (golpes)</b>
0-1	-3,46 -4,60 (s) -2,87 (c)	-6,51	(48/151)* - Silte Argiloso (39/151) – Pedregulhos (37/151) - Aterro Mat. Diversos	0
1-2			(99/151) - Silte Argiloso (15/151) - Aterro Mat. Diversos (13/151) – Silte Arenoso	23
2-3			(103/149) - Silte Argiloso (26/149) – Silte Arenoso (11/149) – Areias	42
3-4			(97/148) - Silte Argiloso (34/148) – Silte Arenoso (9/148) – Areias	59
4-5			(93/140) - Silte Argiloso (42/140) – Silte Arenoso	82
5-6			(90/128) - Silte Argiloso (34/128) – Silte Arenoso	101
6-7			(76/97) - Silte Argiloso (25/97) – Silte Arenoso	138
7-8			(45/67) - Silte Argiloso (29/67) – Silte Arenoso	127
8-9			(19/35) - Silte Argiloso (101/35) – Silte Arenoso	181
9-10			(7/13) - Silte Argiloso (6/13) – Silte Arenoso	241

Universo amostral = 151 SPT;\* (A/B) = frequência modal/ universo amostral

Na Figura 4.10 pode-se ver o comportamento do NSPT na profundidade de 3m, e sua baixa capacidade de suporte nas áreas de Embaciados e Planície de Inundação. A Tabela 4.3, contém as informações estatísticas do comportamento dos dados do BDSPT, para Unidade Homogênea denominada de Área Alagadiça (Embaciados). Áreas que do ponto de vista geotécnico, determinam um sinal amarelo para o seu uso e ocupação. Por mais que o NA médio = -3,86 m, a sua topografia determina que seja um vertedouro natural, e o tipo de solo predominante silte argiloso, dificulta a infiltração das águas de chuvas oriundas das regiões mais altas, propiciando os alagamentos e inundações nessas áreas e das suas edificações. O NSPT nos três primeiros metros mostrou baixa capacidade de suporte do solo, indicando estar, a resistência do material variando de mole a média, gerando necessidades de maiores investimentos para as fundações de suas edificações.

Tabela 4.3 - O BDSPT X Unidade Homogênea: Áreas Alagadiças, Embaciados.

PROF. (m)	NA. (m)	IMPENET. (m)	MAT.INCONSOLIDADOS. (classe modal)	NSPT (golpes)
0-1	-3,86	-7,21*	(22/46) - Aterro Mat. Diversos (9/46) - Silte Argiloso	0
1-2			(16/46) - Aterro Mat. Diversos (11/46) - Silte Argiloso (6/46) - Silte Arenoso	8
2-3			(16/46) - Silte Argiloso (9/46) - Aterro Mat. Diversos (6/46) - Silte Arenoso	11
3-4			(20/44) - Silte Argiloso (7/44) - Silte Arenoso	22
4-5			(93/140) - Silte Argiloso (42/140) - Silte Arenoso	32
5-6			(20/39) - Silte Argiloso (6/39) - Silte Arenoso	43
6-7			(20/37) - Silte Argiloso (5/37) - Arcias	80
7-8			(24/27) - Silte Argiloso	121
8-9			(16/19) - Silte Argiloso	152
9-10			(10/13) - Silte Argiloso	184

\* Universo amostral = 46 SPT; \*\* (A/B) = frequência modal/ universo amostral

Tabela 4.4 - O BDSPT X Unidade Homogênea: Planície de Inundação.

<b>PROF.</b> <b>(m)</b>	<b>NA.</b> <b>(m)</b>	<b>IMPENET.</b> <b>(m)</b>	<b>MAT.INCONSOLIDADOS.</b> <b>(classe modal)</b>	<b>NSPT</b> <b>(golpes)</b>
0-1	-1,44	-9,35	(16/31) - Aterro Mat. Diversos (9/31) - Argilas (6/31) - Areia Siltosa	0
1-2			(14/31) - Aterro Mat. Diversos (10/31) - Argilas (6/46) - Areia Siltosa	14
2-3			(11/31) - Argilas (10/31) - Areias (10/31) - Aterro Mat. Diversos	10
3-4			(14/31) - Argilas (10/31) - Areias (5/31) - Aterro Mat. Diversos	8
4-5			(19/31) - Argila (9/31) - Areias	10
5-6			(18/31) - Argilas (7/31) - Areias (6/31) - Siltes	14
6-7			(15/29) - Argilas (10/29) - Siltes (6/29) - Areias	26
7-8			(9/26) - Argilas (9/26) - Silte Argiloso (7/26) - Silte Argiloso	45
8-9			(11/22) - Silte Argiloso (9/22) - Silte Arenoso	80
9-10			(11/16) - Silte Argiloso	126
10-11			(11/15) - Silte Argiloso	196

\* Universo amostral = 31 SPT; \*\* (A/B) = frequência modal/ universo amostral

Na Tabela 4.4, pode-se ver o comportamento dos dados do BDSPT para a Unidade Homogênea denominada de Planície de inundação. Área que do ponto de vista geotécnico determina um sinal laranja para sua ocupação. O NA médio = - 1,44m, demonstra que nessa

área deverá ter priorizada a implantação de sistemas coletores sanitários e de águas pluviais eficazes, como infra-estrutura mínima, pois fossas sépticas, sumidouros e caixas de areias, não funcionariam para eliminação desses efluentes. A média encontrada para o Impenetrável = -9,35 m, o Tipo de Solo e sua baixa capacidade de suporte representada pelo NSPT, indicam que as fundações necessitam ser profundas e de preocupações com gastos adicionais, que serão representativos nos custos finais das suas obras. Além do problema que geram por sua topografia plana e cotas altimétricas abaixo das cotas 148 m e 150,3m, segundo IBGE *apud* Carta Geotécnica (1990) atingidas pela cheias do rio Cuiabá, solicitando a necessidade de aterros ou construções sobre pilotis.

#### 4.3.1 Gerando a Carta de Risco à Inundação

Segundo a Carta Geotécnica, as cheias do rio Cuiabá têm uma periodicidade de 5 em 5 anos; cheias maiores, ocorrem num período de recorrência de 50 anos, período este que as enchentes superam a cota de 150 m. Segundo o IPDU (2001), parte das áreas de alguns bairros que surgiram de ocupações impróprias (invasões), estão dentro da unidade homogênea denominada Planície de Inundação, bairros como o Praieiro, com uma população estimada de 1.517 habitantes distribuídos em 409 domicílios, o bairro Praieirinho com uma população estimada em 2.103 habitantes distribuídos em 513 domicílios, e o bairro Grande Terceiro com população estimada de 4.876 habitantes distribuídos em 1.512 domicílios, sofrem com essas enchentes nesses períodos, e com problemas de escoamento e drenagem das águas pluviais e servidas.

O SIG permite a visualização dessas áreas problemáticas, e interpolando as curvas de 5 em 5 m, existente na base digitalizada, pôde-se obter curvas de 1 em 1m dentro da área em estudo, e assim gerar a Carta de Risco à Inundação, para a área da Bacia do Córrego do Barbado.

Na Figura 4.11, pode-se ver a cota 148 m considerada como a de alerta e a cota 150 m correspondente a maior cheia do rio Cuiabá ocorrida no ano de 1974 (150,23m), segundo a Defesa Civil. Pode-se observar que grande parte desses bairros estão dentro dessas áreas e que instrumentos urbanísticos devem ser acionados, antes do ano 2024, para solução desse problema crescente, visto que construções ilegais nessas áreas continuam ocorrendo. O comportamento do impenetrável, na Planície de inundação, próximo ao Canal Fluvial em termos de médias, são as maiores encontradas para a bacia do Córrego do Barbado.

# BDSPT X CARTA GEOTÉCNICA

## LEGENDA

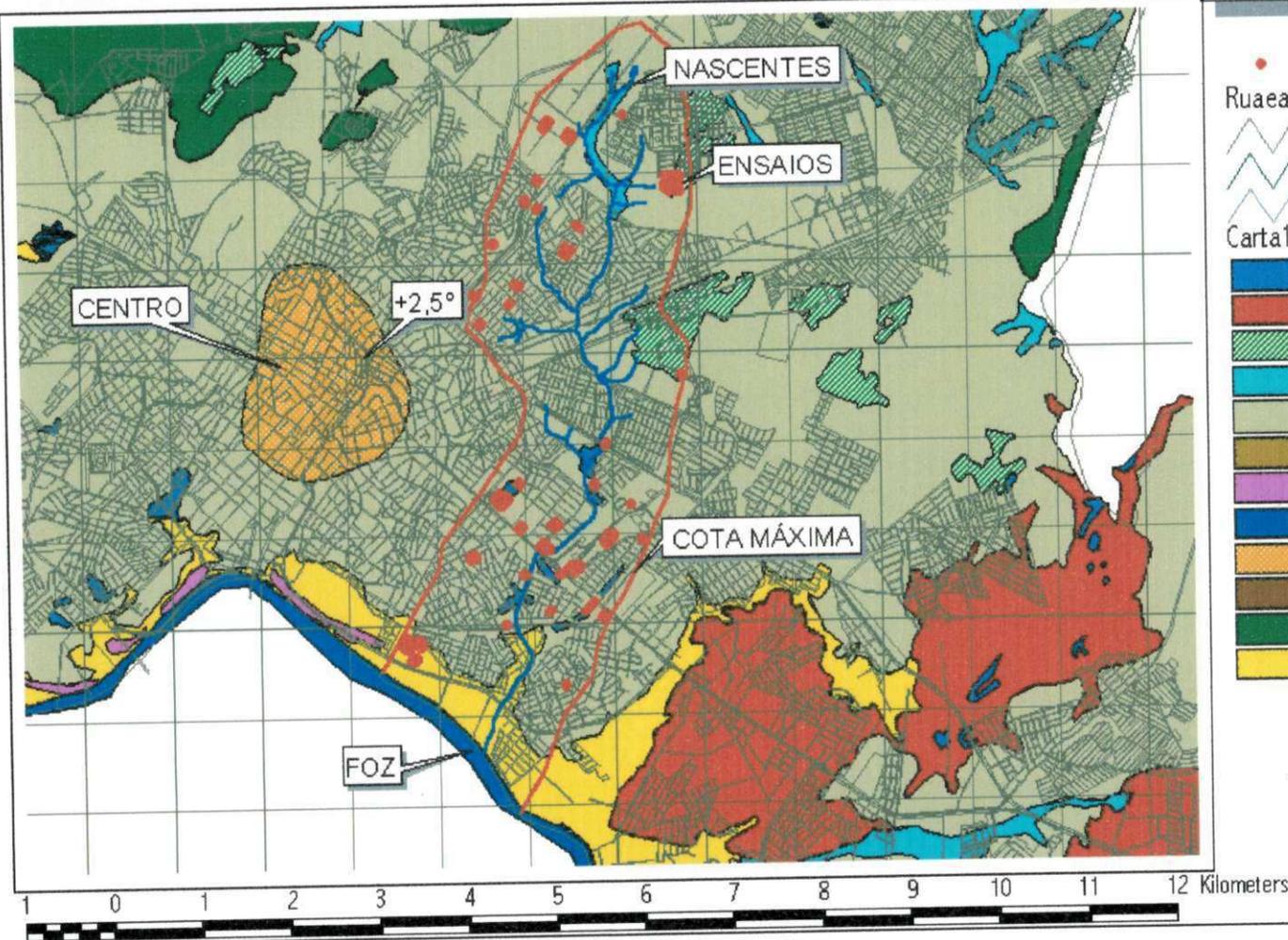


Figura 4.9 – Unidade Homogênea da Bacia do Córrego do Barbado

# BDSPT X CARTA GEOTÉCNICA - DETALHES

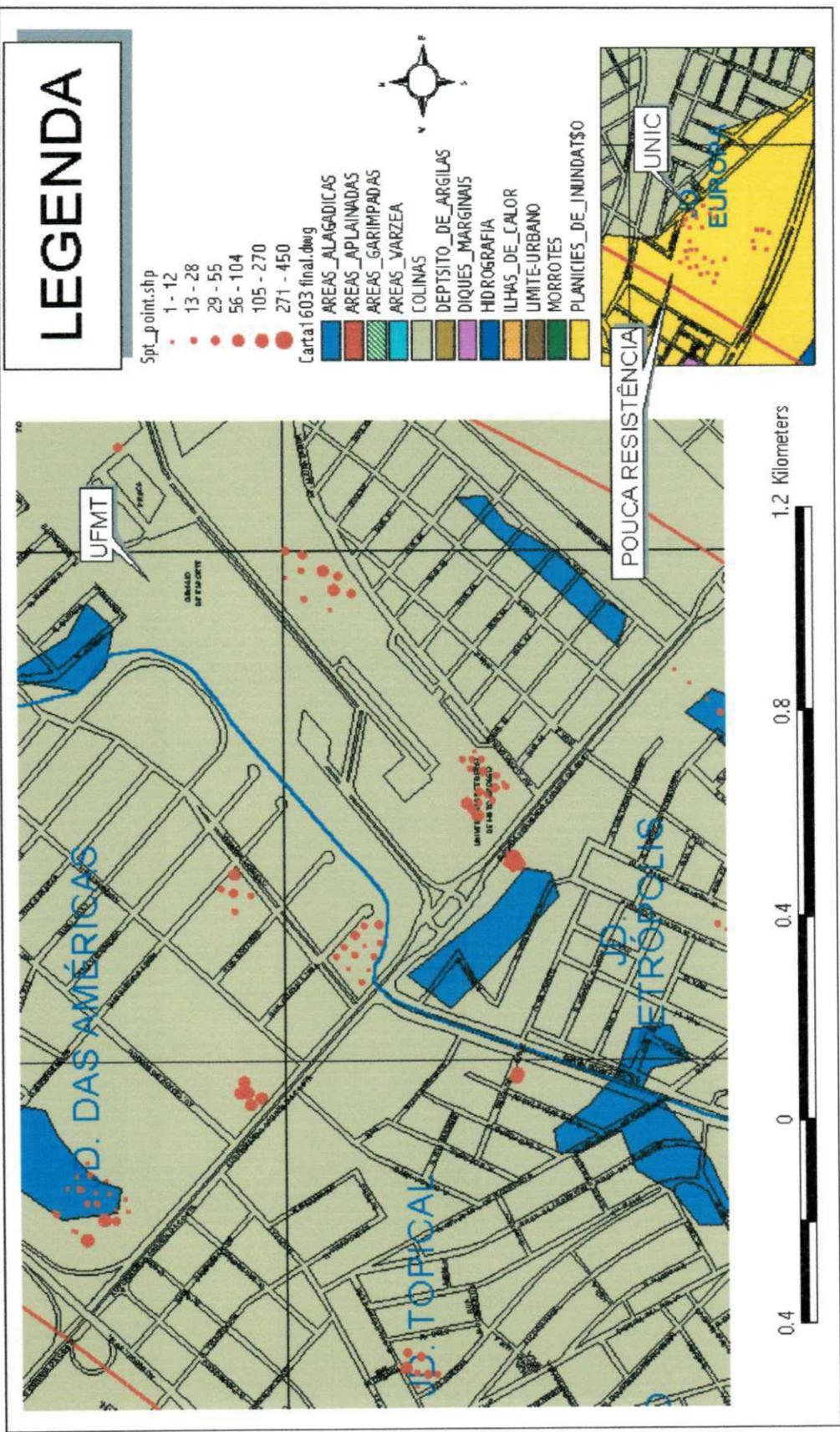


Figura 4.10 – Comportamento do BDSPT x Carta Geotécnica

CARTA DE RISCO À INUNDAÇÃO  
DA BACIA DO C. BARBADO

LEGENDA

- Spt\_point.shp
- Barbadoutm.shp
- ~ C\_BARBADO
- ~ COTA\_145
- ~ COTA\_146
- ~ COTA\_147
- ~ COTA\_148
- ~ COTA\_149
- ~ COTA\_150
- ~ COTA\_151
- ~ COTA\_152
- ~ COTA\_MAXIMA
- Abarramento 12.dwg
- LIMITE-BELA-MARINA
- LIMITE-BOA-ESPERAN
- LIMITE-CAMPO-VELHO
- LIMITE-CAMPO-VERDE
- LIMITE-DOM-AQUINO
- LIMITE-DOM-BOSCO
- LIMITE-GD-TERCEIRO
- LIMITE-JD-ACLIMA
- LIMITE-JD-AM
- LIMITE-JD-CALIFORNIA
- LIMITE-JD-EUROPA
- LIMITE-JD-LEBLON
- LIMITE-JD-PAULISTA
- LIMITE-JD-SHANGRI
- LIMITE-JD-TROPICAL
- LIMITE-PETROPOLIS
- LIMITE-PICO-AMOR
- LIMITE-PRAEIRINHO
- LIMITE-PRAEIRO
- LIMITE-TERCEIRO
- LIMITE-UFMT

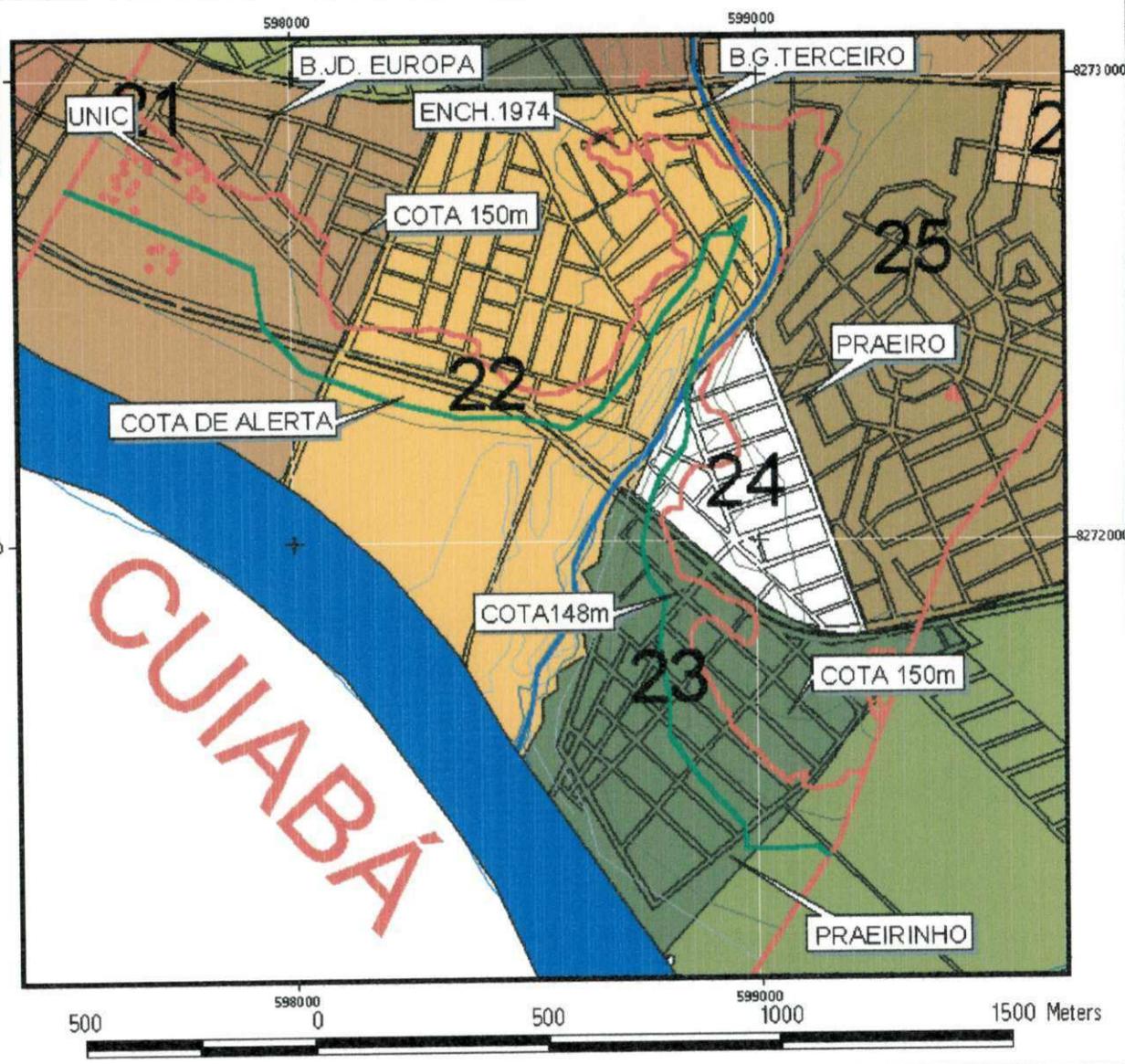


Figura 4.11 – Carta de Risco à Inundação

#### 4.4 ANALISANDO A BACIA ATRAVÉS DO SIG RELACIONANDO O BDSPT E A CARTA GEOLÓGICA .

Segundo MIGLIORINI (2000), a Formação do Grupo Cuiabá na área urbana, está dividida em duas formações distintas: a Formação Miguel Sutil e a Formação Rio Coxipó. Neste trabalho procuramos explorar essas duas formações, através do BDSPT, e saber se existem diferenças quanto ao NA, impenetrável, tipos de materiais inconsolidados e a capacidade de suporte dos solos estratificados ao longo da profundidade. A bacia do Córrego do Barbado é privilegiada para o estudo dessas duas formações, por ter sua nascente localizada na Formação Miguel Sutil e sua foz na Formação Rio Coxipó

##### 4.4.1 Conhecendo a Formação Miguel Sutil através do BDSPT

A Figura 4.14 mostra a localização dos ensaios na Formação Miguel Sutil. As amostras em amarelo mostram os ensaios que pertencem a essa formação, e que foram pesquisados.

As Tabela 4.5 e 4.6, fornecem as informações dos dados representativos para essa formação através do estudo estatístico dos dados do BDSPT.

Tabela 4.5 Variação Sazonal do NA, na Formação Miguel Sutil.

NA ESTAÇÃO DA SECA	NA ESTAÇÃO CHUVOSA	VARIAÇÃO SAZONAL
NA médio = -3,14m Universo Amostral = 61 NA max = -0,50 m NA min = -6,55 m DP = 1,81	NA médio = -2,62m Universo Amostral = 46 NA max = -0,10 m NA min = -7,86 m DP = 1,90	<b>0,52 m</b>

Comparando-se a variação sazonal encontrada para esta formação =0,52m, com a encontrada para a bacia = 1,15m (Tabela 4.1), pode-se supor duas razões possíveis para que ocorra tal diferença; a primeira é a declividade mais acentuada apresentada nessa formação, e a segunda são as litofácies argilo-areno-conglomerática que formam um solo arenoso muito propício às infiltrações das águas pluviométricas, e também pela presença constante dos veios de quartzos nessa formação, citados por MIGLIORINI (2000).

Tabela 4.6 – SPT (ESTATÍSTICO) – FORMAÇÃO MIGUEL SUTIL

<b>PROF. (m)</b>	<b>NA. (m)</b>	<b>IMP. (m)</b>	<b>MAT.INCONSOLIDADOS. (classe modal)*</b>	<b>NSPT (golpes)</b>
0-1	-2,92 -3,14 (s) -2,62 (c)	-6,77	(34/142) - Aterro Mat. Diversos (25/142) - Silte Argiloso (18/142) - Silte Argiloso Vermelho (21/142) - Areia c/ Pedregulho (17/142) - Pedregulho siltoso (11/142) - Argilas (7/142) - Areia Siltosa (6/142) - Pedregulhos	0
1-2			(52/142) - Silte Argiloso (19/142) - Silte Argiloso Vermelho (18/142) - Aterro Mat. Diversos (16/142) - Areia Siltosa (14/142) - Silte Arenoso (11/142) - Argilas (6/142) - Pedregulhos (6/142) - Areias	22
2-3			(55/142) - Silte Argiloso (19/142) - Silte Argiloso Vermelho (17/142) - Silte Arenoso (15/142) - Areia Siltosa (14/142) - Argilas (12/142) - Aterro Mat. Diversos (7/142) - Areias	33
3-4			(57/138) - Silte Argiloso (19/138) - Silte Arenoso (18/138) - Silte Argiloso Vermelho (17/138) - Argilas (13/138) - Areia Siltosa (9/138) - Areias (5/138) - Aterro Mat. Diversos	48
4-5			(58/128) - Silte Argiloso (19/128) - Argilas (18/128) - Silte Arenoso (16/128) - Silte Argiloso Vermelho (11/128) - Areia Siltosa (5/128) - Areias	60
5-6			(52/119) - Silte Argiloso (19/119) - Silte Arenoso (18/119) - Argilas (11/119) - Silte Argiloso cinza (8/119) - Silte Argiloso Vermelho (6/119) - Areia Siltosa (5/119) - Areias	67
6-7			(56/102) - Silte Argiloso (15/102) - Argilas (14/102) - Silte Arenoso (9/102) - Silte Argiloso cinza (8/102) - Areias	85
7-8			(44/71) - Silte Argiloso (16/71) - Silte Arenoso (9/71) - Argilas	78
8-9			(31/43) - Silte Argiloso (10/43) - Silte Arenoso	102

Universo amostral = 142 SPT/ Max=-12,00 m/Min= -2,28 m/ D.P. = 2,13

\* (A/B) = frequência modal/ universo amostral

#### 4.4.2 Conhecendo a Formação Rio Coxipó através do BDSPT

Na Figura 4.15 pode-se ver a localização dos ensaios na Formação Rio Coxipó. As amostras em amarelo mostram os ensaios que pertencem a essa formação, e que foram pesquisados.

A Tabela 4.6 e 4.7 fornecem as informações dos dados representativos para essa formação, através do estudo estatístico dos dados do BDSPT.

Tabela 4.7 Variação Sazonal do NA, na Formação Rio Coxipó.

NA ESTAÇÃO DA SECA	NA ESTAÇÃO CHUVOSA	VARIAÇÃO SAZONAL
NA médio = -4,49 m Universo Amostral = 74 NA max = -0,05m NA min = -9,09 m DP = 2,08	NA médio = -2,71m Universo Amostral = 23 NA max = -0,05m NA min = -6,08m DP = 1,51	<b>1,78 m</b>

Tabela 4.8 – SPT (Estatístico) – Formação Rio Coxipó.

PROF. (m)	NA. (m)	IMP. (m)	MAT.INCONSOLIDADOS. (classe modal)*	NSPT (golpes)
0-1	-3,60 -4,49(s) -2,71(c)	-7,35	(44/99) - Aterro Mat. Diversos (20/99) - Silte Argiloso (20/99) - Pedregulho Siltoso (7/99) - Arcia c/ Pedregulho (6/99) - Areias	0
1-2			(46/99) - Silte Argiloso (31/99) - Aterro Mat. Diversos (6/99) - Silte Arenoso (6/99) - Arcias	15
2-3			(52/97) - Silte Argiloso (16/97) - Silte Arenoso (14/97) - Aterro Mat. Diversos (7/97) - Argilas	30
3-4			(54/97) - Silte Argiloso (26/97) - Silte Arenoso (6/97) - Aterro Mat. Diversos (5/97) - Argilas	41
4-5			(49/93) - Silte Argiloso (30/93) - Silte Arenoso (8/93) - Arcias (5/93) - Argilas	61
5-6			(52/88) - Silte Argiloso (25/88) - Silte Arenoso (7/88) - Areias	85
6-7			(53/79) - Silte Argiloso (24/79) - Silte Arenoso	127
7-8			(42/59) - Silte Argiloso (15/59) - Silte Arenoso	134

Universo amostral = 99 SPT/ Max=-12,07 m/Min= -1,09 m/ D.P. = 2,19

\* (A/B) = frequência modal/ universo amostral

Na análise comparativa entre as duas formações, tendo como parâmetros os dados do BDSPT, pode-se ver que as variações sazonais do lençol freático da formação Miguel Sutil e da Formação Rio Coxipó apresentaram valores bem diferentes, que podemos justificar como sendo causados pela maior declividade na Formação Miguel Sutil na área da bacia do Córrego do Barbado e da maior permeabilidade da própria formação. As médias dos impenetráveis, acusaram valores bem próximos O estudo dos solos estratificados mostrou que a predominância nas duas formações é do solo tipo silte argiloso, com mais de 50% de ocorrência e aumentando essa porcentagem com a profundidade. A Formação Miguel Sutil apresentou nas referências dos seus tipos de solos, coloração variando do vermelho ao cinza, que pode-se explicar pela presença de canga ferruginosa citadas nas sondagens dessa região. A resistência do solo, representada pelo NSPT, pode-se classificar os solos a partir da profundidade de (2-3) m variando de mediamente compacto a compacto, para solos arenosos e de rija a dura, para solos silte argilosos e argilosos.



Figura 4.12- Tipos de Solos da Formação Miguel Sutil.

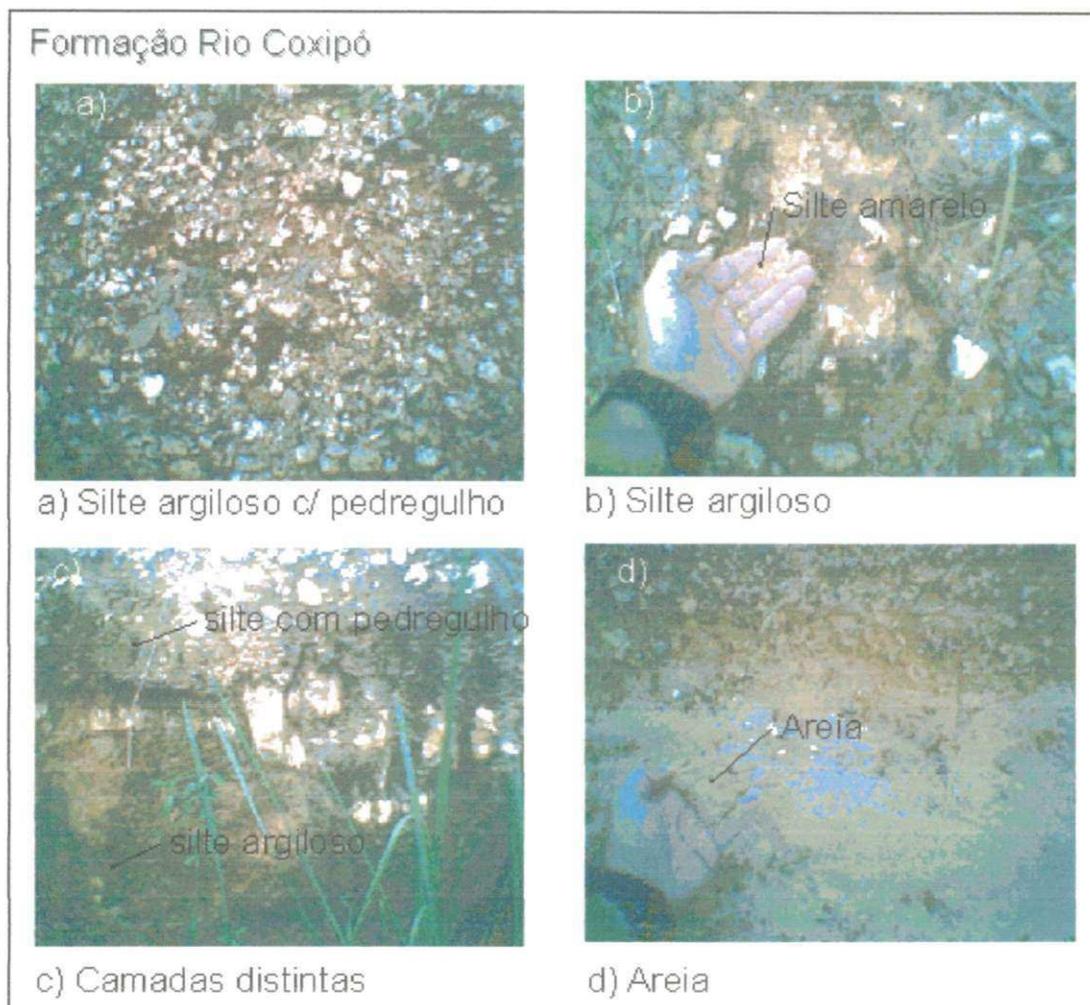


Figura 4.13- Tipos de Solos da Formação Rio Coxipó

Nas questões urbanísticas, pode-se afirmar que as duas formações apresentam condições favoráveis para a sua ocupação. Para as questões de infra-estrutura, como redes enterradas, deve-se como pré-requisito considerar a variação sazonal, determinando cuidados especiais para obras realizadas no período da seca, com as possíveis imersões dessas tubulações pela variação do lençol freático no período chuvoso, tanto nas áreas mais planas e baixas e principalmente na Formação Rio Coxipó onde a variação sazonal é maior.

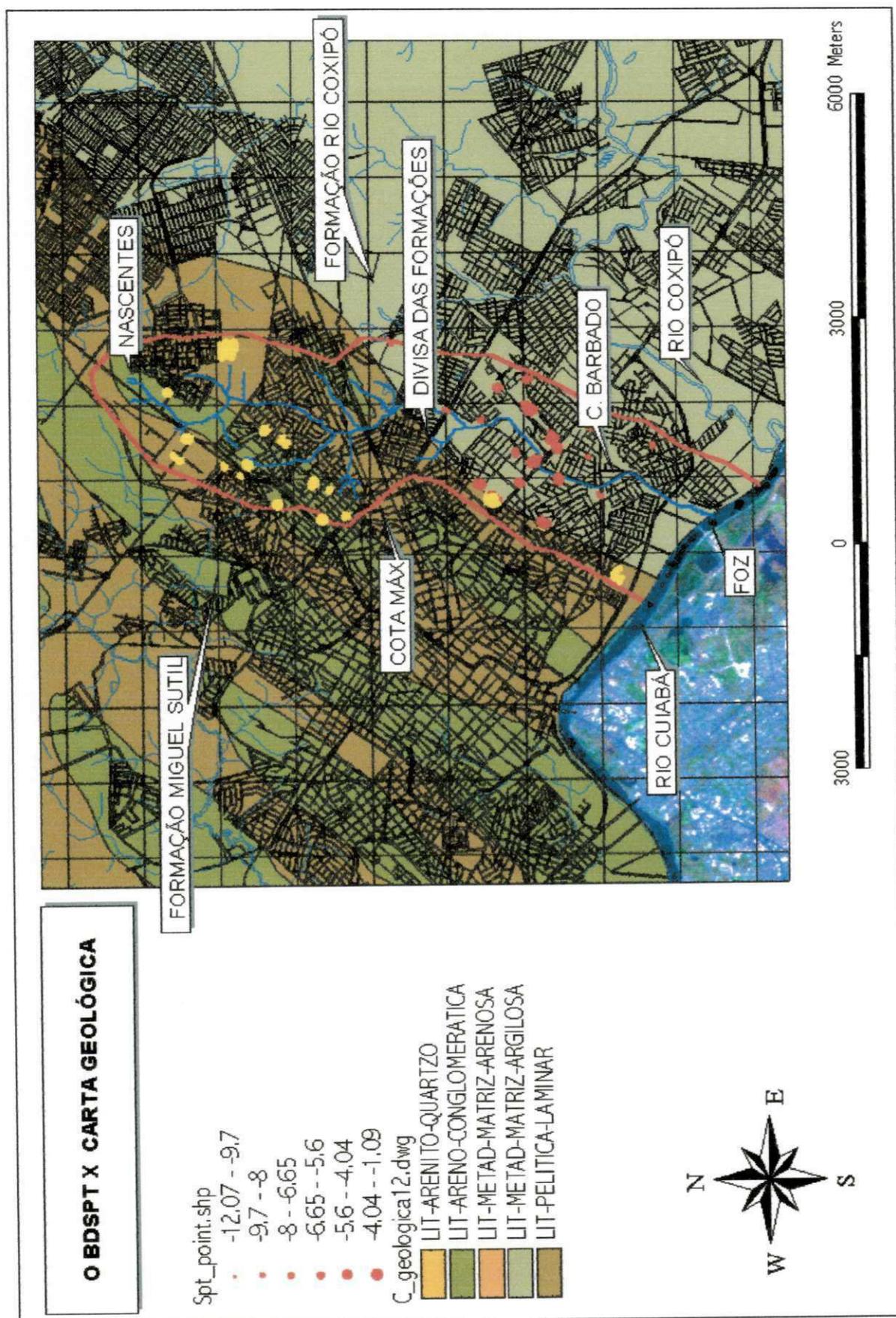
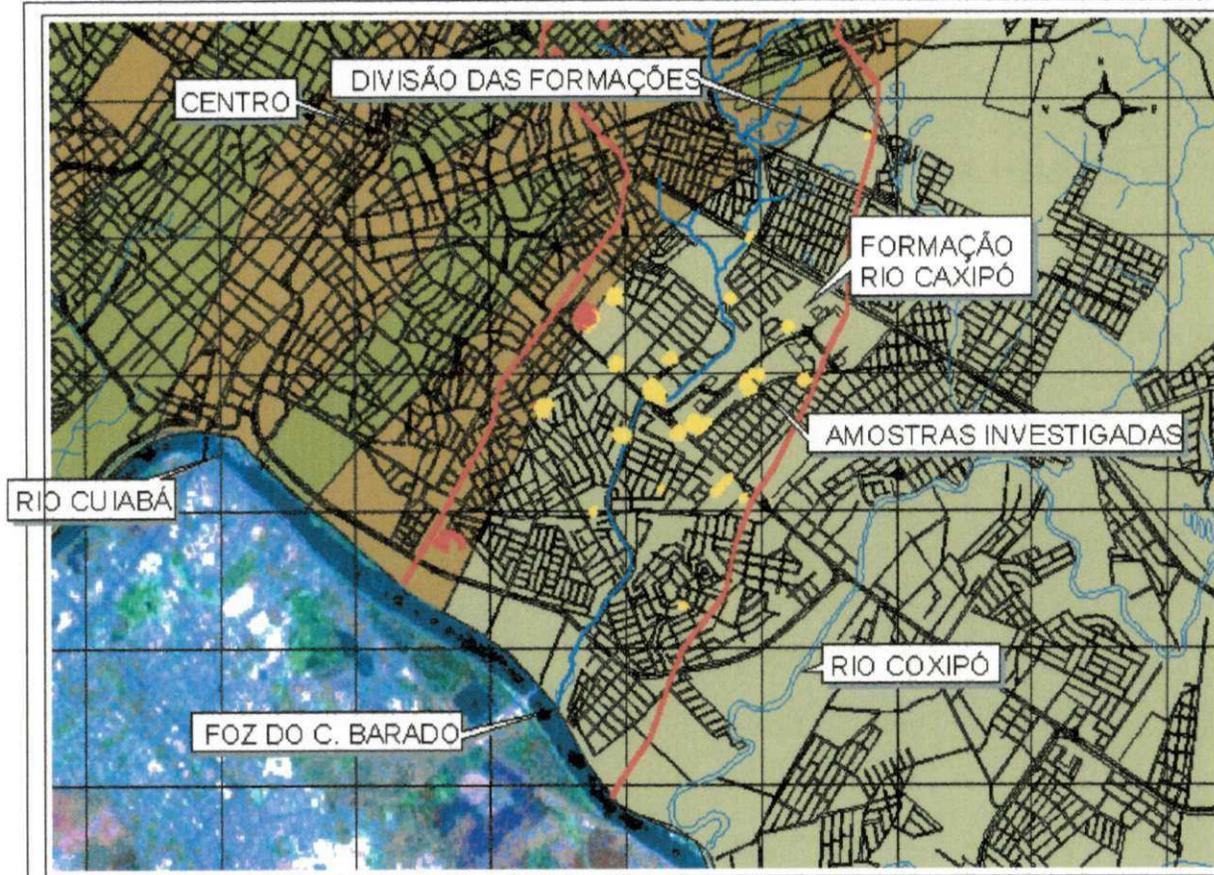


Figura 4.14 – O BDSPT x Formação Miguel Sutil

# O BDSPT X FORMAÇÃO RIO COXIPÓ

## LEGENDA



Spt\_point.shp

- -12.07 - -9.7
- -9.7 - -8
- -8 - -6.65
- -6.65 - -5.6
- -5.6 - -4.04
- -4.04 - -1.09

C\_geologica12.dwg

- LIT-ARENITO-QUARTZO
- LIT-ARENO-CONGLOMERATICA
- LIT-METAD-MATRIZ-ARENOSA
- LIT-METAD-MATRIZ-ARGILOSA
- LIT-PELITICA-LAMINAR

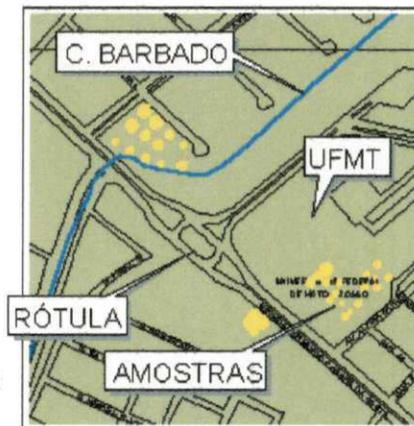


Figura 4.15 – O BDSPT x Formação do Rio Coxipó

## 4.5 O BDSPT COMO SUBSÍDIO AO PLANEJAMENTO URBANO

No planejamento conhecer os fatores determinantes do dinamismo antrópico dentro de uma cidade é um desafio para os urbanistas. Estudos estatísticos são realizados com essas finalidades, e que envolve diversos profissionais. Poder prever, organizar e orientar esse processo, é um desafio ainda maior. O plano diretor de uma cidade exige o conhecimento de três principais perfis: o primeiro é do meio físico, o segundo é do homem (habitante), o terceiro é o econômico, que estabelece a forma de relação entre o homem e o meio físico. Dentre os perfis citados, o 2º e o 3º são bastante dinâmicos, em pequenas unidades de tempo, o 1º é menos dinâmico, mas suas transformações no meio urbano causam danos de difícil e onerosa reversão. É necessário conhecer as potencialidades e limitações do meio físico e principalmente respeitá-las como subsídios necessários e determinantes para um bom Plano Diretor.

Em Cuiabá, a CARTA GEOTÉCNICA DE CUIABÁ (1990), deu o primeiro passo, e estudos acadêmicos como o de VECCHIATO & GOMES (1999), SALOMÃO (1999), MIGLIORINI (2000), mapeando as formações hidrológicas e geológicas, contribuíram para as evoluções desses conhecimentos. A vantagem do BDSPT, num ambiente SIG, é que permite que haja a visualização das informações do NA, impenetrável, solos estratificados e a tensão admissível, e conseqüente capacidade de suporte, permitindo o conhecimento fácil, comparações com esses documentos, e a conscientização necessária de seus usuários e pesquisadores, para que haja o devido respeito às questões geotécnicas.

Alguns autores citam a importância de aproveitar essas informações para o conhecimento geotécnico. Segundo DAVISON DIAS *et al.* (2002), *está se tornando possível o conhecimento geotécnico, desde grandes áreas até lotes isolados para pequenas obras. Os valores de SPT podem variar. Pode-se entretanto, visualizar o perfil do subsolo, sendo que o resultado de um ensaio de SPT pode ser analisado de forma diferenciada.*

### 4.5.1 Nível D'água Freático

Uma das maiores preocupações dos urbanistas atuais, principalmente para áreas já consolidadas, é a questão relativa a taxa de ocupação muito alta existente nas grandes cidades, criando áreas impermeabilizadas pelas coberturas das edificações e pelos pavimentos já construídos, criando contribuições e aumentando o fluxo e velocidade de escoamento das águas pluviais para áreas de topografias mais baixas. Nestas áreas, problemas são gerados,

como: alagamento, inundações de vias públicas e edificações, ocasionando a obstrução de tráfego de veículos com enormes e duradouros engarrafamentos e destruições de propriedades em geral, e exigem soluções técnicas para o esgotamento dessas águas.

Na bacia do Córrego do Barbado, através da Carta Geotécnica pode-se conhecer essas áreas problemáticas, que foram classificadas e demarcadas como Áreas Alagadiças de Embaciados, Várzeas e as Planícies de Inundações. Áreas como a rótula da UFMT, os bairros Praieiro, Praieirinho, Grande Terceiro, e bairros recentes como o Renascer, Castelo Branco, que nasceram de invasões, e que por falta de uma política mais compromissada com as questões urbanas, hoje se torna de difícil reversão; são exemplos de problemas que foram previstos e não resolvidos, e que tendem a se agravar cada vez mais.

Para essas áreas, O BDSPT encontrou nas médias dos dados pesquisados, lençóis freáticos variando de superficiais na estação da seca, a aflorados nos períodos das chuvas, pouca capacidade de suporte nas três primeiras camadas de solos, e materiais inconsolidados variando de siltes a argilas. Como as ocupações dessas áreas já estão consolidadas, medidas corretivas se fazem necessárias.

Para as áreas pertencentes à Planície de Inundação, como se torna onerosa à remoção dessa população e gera questões políticas de difíceis soluções, faz-se indispensável elaborar medidas preventivas e estratégicas contra enchentes, para a rápida evacuação dessa população se inevitável.

Para áreas de Embaciados e de Várzeas, dentro da área do Barbado, ou seja da área urbana da cidade, utilizar os instrumentos urbanísticos para coibir o adensamento populacional, a concentração de tráfegos de veículos pelas vias que cruzem essas áreas, prioridades para redes de infra-estruturas básicas, como de esgoto e de escoamento de água pluvial, rede de abastecimento de água para prevenção de doenças endêmicas causadas por contaminação do lençol freático. Outras medidas podem ser propostas, como investimentos que venham valorizar o seu entorno em conformidade com o mercado imobiliário, criando nessas áreas, parques, áreas verdes, etc.

#### ***4.5.1.1 Problemas de Infra-Estrutura***

Um dos grandes beneficiários desse tipo de banco de dados são os órgãos responsáveis pelo saneamento das cidades, no caso de Cuiabá, representado pela SANECAP.

Os dados referentes ao lençol freático e sua variação sazonal, e o tipo de solo existente, aliado à carta de declividade, são requisitos mínimos para a definição dos sistemas

de coletas, e os tipos de materiais a serem utilizados. Pode-se citar um tipo de investimento que foi feito pelo estado de Mato Grosso em parceria com a prefeitura de Cuiabá, no qual, analisando as decisões tomadas, e por sinal bem-intencionadas, de construir a rede de esgoto do centro de Cuiabá, utilizando como tubo coletor, as manilhas de barro em um sistema conhecido como separador absoluto.

Essa decisão adivinha da idéia que se pudesse produzir as manilhas nas cerâmicas e olarias locais, e poderia se fazer com que o dinheiro investido, viesse beneficiar os pequenos empresários, geraria empregos diretos e indiretos e a prefeitura arrecadaria parte do dinheiro investido na cobrança dos impostos. Como resultado, as empresas locais não tinham como fabricar as manilhas mantendo a qualidade necessária e exigida em projeto, e as mesmas tiveram que ser adquiridas em São Paulo. O sistema foi então executado, abrangendo parte do córrego do Gambá e parte do córrego do Barbado, como visto em laranja na Figura 4.17.

Hoje pode-se verificar, que a decisão tomada em relação ao tipo de material a ser utilizado foi equivocada, para a área em questão. As manilhas foram adquiridas dentro da exigência de um controle de qualidade dado pelo Imetro, porém foram inicialmente assentadas utilizando argamassa de cimento e areia, em suas junções, material que demonstrou não ser o apropriado e só após uma grande parte da rede ter sido executada, mudaram para um material betuminoso, que demonstrou ser o ideal. Algumas manilhas de menor diâmetro e comprimento foram fabricadas por algumas cerâmicas da cidade, ficando conhecidas como "manilhas pote" pelos operários, em analogia com os filtros dos potes, e suas permeabilidades.

Vários problemas foram causados pelo grande número de junções necessárias, permitindo vazamentos do efluente nas épocas da seca, e com um aumento significativo do seu volume na época das chuvas devido à variação sazonal e a imersão dessa tubulação no período chuvoso. Fica claro para os funcionários dessa companhia de saneamento que essa foi uma decisão política, e se na época houvesse dados e informações que permitissem, um diagnóstico mais preciso da área, respaldando os técnicos de poder contra-argumentar e optar pelos canos de PVC rígidos com maior comprimento e números menores de junções, poderia ter evitado a contaminação existente atualmente, do lençol freático, e das águas sub-superficiais com coliformes fecais, nesses locais.

Segundo TOPANOTTI (2002), localizado às margens do rio Cuiabá e do córrego do Barbado, o Praieirinho possui 82% de seus domicílios abaixo da cota de enchente. Na tentativa de resolver o problema da falta de rede de esgoto, o município construiu no local, em 1987, um sistema alternativo que não deu certo, mas deixou para trás um imenso foco de

docças: grandes valas de quase dois metros de largura que atravessam o bairro e acumulam o esgoto a céu aberto nos fundos dos quintais.

Na Figura 4.17, pode-se verificar a existência de três tipos diferentes de sistema de coleta de esgoto e tratamento nas bacias dos córregos do Gambá e do Barbado. Verifica-se ainda o investimento que recentemente foi feito através execução de um coletor tronco que deverá estar entrando em funcionamento nos próximos dias, interligando a coleta de esgoto dos bairros: Bela Vista, Carumbé, Pedregal e a Jardim das Américas, ao sistema integrado da ETE Dom Aquino Correa.

#### 4.5.2 Materiais Inconsolidados

O conhecimento táctil-visual dos materiais encontrados nas diversas camadas do subsolo urbano permite que se tenha uma boa descrição dos materiais inconsolidados que os compõem. Conhecer esse material, mesmo de forma empírica, proporciona ao urbanista solicitar inúmeras investigações Geotécnicas para dirimir dúvidas, ao estabelecer índices para o uso e ocupação da área. Muitos parâmetros já estão correlacionados com a classificação dos solos, possibilitando o técnico conhecer o comportamento de alguns dos tipos de solos existentes.

A atual lei de uso e ocupação do solo, em sua determinação divide o uso da ocupação, e classifica suas diretrizes sobre dois aspectos distintos: o primeiro, o de compatibilidades de vizinhanças para o Uso, e o segundo, o da infra-estrutura mínima para a Ocupação proposta para o município de Cuiabá, prevê índices urbanísticos de permeabilidade variando entre 25% a 75% da área, conforme o tipo de uso e ocupação, tentando prever algum dos futuros problemas, fruto da ocupação das novas áreas.

Medidas como essa, de nada adiantam se não se conhecer a estratificação do tipo de solo encontrado na área. Pode-se determinar um alto índice para uma área com predominância de solos argilosos, que pouco resultado seria obtido.

O BDSPT permite definir a altura da camada não saturada, o tipo de solo e seu índice físico de permeabilidade, a fim de contribuir na definição correta deste índice urbanístico de permeabilidade, para o Córrego do Barbado.

Tabela 4.9 – Camada não Saturada.

Formação	NA Geral	NA Seca	NA Chuvas	Var. Sazonal
Miguel Sutil	2,92	3,14	2,62	0,52
Rio Coxipó	3,60	4,49	2,71	1,78
Média	<b>3,26</b>	<b>3,81</b>	<b>2,66</b>	<b>1,15</b>

Considerando a camada não saturada como sendo a diferença entre a superfície do terreno e a profundidade média do lençol freático encontrada para a bacia do córrego do Barbado na estação chuvosa, pode-se considerar, que mesmo nessa época, a área apresenta uma camada de 2,66m como camada não saturada.

Tabela 4.10 –Camadas Não Saturadas x Formações Geológicas.

<b>P/ 2,66m</b>	<b>PROF.</b>	<b>TIPO DE SOLOS (Classe Modal)</b>	<b>NSPT</b>	<b>Índice Permeabilidade</b>
<b>Formação Miguel Sutil</b>	0 – 1 m	(34/142) - Aterro Mat. Diversos (25/142) - Silte Argiloso	0	0,3 a 0,5 $10^{-6}$ a $10^{-7}$
	1 – 2 m	(52/142) - Silte Argiloso (19/142) - Silte Argiloso Vermelho	22	$10^{-6}$ a $10^{-7}$ $10^{-6}$ a $10^{-7}$
	2 – 3 m	(55/142) - Silte Argiloso (19/142) - Silte Argiloso Vermelho	33	$10^{-6}$ a $10^{-7}$ $10^{-6}$ a $10^{-7}$
<b>P/266m</b>	<b>PROF.</b>	<b>TIPO DE SOLOS (Classe Modal)</b>	<b>NSPT</b>	<b>Índice Permeabilidade</b>
<b>Formação Rio Coxipó</b>	0 – 1 m	(44/99) - Aterro Mat. Diversos (20/99) - Silte Argiloso	0	0,3 a 0,5 $10^{-6}$ a $10^{-7}$
	1 – 2 m	(46/99) - Silte Argiloso (31/99) - Aterro Mat. Diversos	15	$10^{-6}$ a $10^{-7}$ 0,3 a 0,5
	2 – 3 m	(52/97) - Silte Argiloso (16/97) – Silte Arenoso	30	$10^{-6}$ a $10^{-7}$ $10^{-5}$

Um bom exemplo de estudo, é a área denominada de sub-centro, pertencente à bacia do Barbado, correspondente à rótula da UFMT, área com alto índice de urbanização, topograficamente mais baixa em relação ao seu entorno, formando um vertedouro das águas pluviais, onde, no período das chuvas ocorrem constantes alagamentos, ocasionando congestionamentos, batidas e veículos, inundações das edificações, e onde o córrego ainda sofre o refluxo, devido à cheia do Rio Cuiabá.

Analisando-se os dados da Tabela 4.11, pode-se conhecer a altura da camada não saturada, considerando que o valor do NA médio encontrado igual a 4,90 m, levando em consideração todas as amostras pesquisadas e não a variação sazonal, pois, não foi possível conseguir números suficientes de amostras ao estudo estatístico, para cada estação. Retirando desse valor encontrado a média da variação sazonal encontrada para a bacia = 1,15 m, obtivemos o valor representativo da camada não saturada para a área igual a -3,75 m. Se entretanto considerarmos a classificação da área como pertencente à unidade homogênea denominada Colina, e aplicar-se o valor médio da variação sazonal encontrada para essa unidade, calcula-se a altura da camada não saturada como sendo  $(-4,90) - (-1,73) = -3,17$  m.

Optando por este último valor como sendo representativo, por ser o mais desfavorável e por apresentar uma camada menor. Esse valor e o tipo de solo encontrado nas diversas camadas e os valores típicos dos seus coeficientes de permeabilidades, permitem prever o comportamento da água após a infiltração e propor alternativas de soluções como a de recuperar a capacidade de absorção de parte desse volume de água proveniente das chuvas, pelo próprio solo, através de novas soluções da engenharia geotécnica.

Tabela 4.11 – Representação Estatística do SPT da Área da Rótula da UFMT.

PROF (m)	NA. Média / Camada Não Saturada*	IMPENET.  Média (m)	MATERIAIS INCONSOLIDADOS  Classes Modais	COEFICIENTE DE IMPERMEAB. (m/s)**
0-1	- 4,90	-7,53	(15/33) Pedregulho Siltoso; (13/33) Aterro Mat. Diverso	0,3 a 0,5 ver
1-2	- 3,17*		(15/33) Silte Argiloso; (12/33) Aterro Mat. Diverso	$10^{-6}$ a $10^{-7}$ ver
2-3			(16/33) Silte Argiloso; (9/33) Silte Arenoso	$10^{-6}$ a $10^{-7}$ $10^{-5}$
3-4			(15/33) Silte Arenoso; (15/33) Silte Argiloso	$10^{-5}$ $10^{-6}$ a $10^{-7}$
4-5			(16/33) Silte Arenoso; (10/33) Silte Argiloso	$10^{-5}$ $10^{-6}$ a $10^{-7}$
5-6			(18/31) Silte Arenoso; (10/31) Silte Argiloso	$10^{-5}$ $10^{-6}$ a $10^{-7}$
6-7			(15/25) Silte Arenoso; (6/25) Silte Argiloso	$10^{-5}$ $10^{-6}$ a $10^{-7}$
7-8			(13/19) Silte Arenoso; (5/19) Silte Argiloso	$10^{-5}$ $10^{-6}$ a $10^{-7}$

\* Altura do NA para estação chuvosa, \*\* - Queiroz de Carvalho, João B., Fundamentos da Mecânica dos Solos

Pode-se verificar que existe uma boa camada de material não saturado, indicando possíveis soluções geotécnicas para a área. A tendência do material inconsolidado é passar do silte argiloso para o silte arenoso, que indica uma pequena melhora no índice de permeabilidade.

A lei de uso e ocupação aprovada recentemente para o município de Cuiabá, estabelece como o principal critério do Uso, a Compatibilidade de Vizinhança, e para o principal critério da ocupação, a infra-estrutura existente. Analisando a área da rótula da UFMT, pode-se classificá-la por esta lei, como tendo o padrão de infra-estrutura Máximo e conseqüente Limite de Adensamento = 6, conforme Tabela 2.2, índice este que estabelece um potencial construtivo de até seis vezes a área do lote.

No SIG e o BDSPT pode-se visualizar que áreas como esta, necessitam de soluções geotécnicas, para que possam ser classificadas nessa categoria, sem causarem maiores problemas urbanos. Por mais que se tenhamos infra-estrutura, estas áreas, por questões financeiras, não foram ou serão dimensionadas e executadas para a pior previsão. Desta forma, períodos de chuvas, como o que se tem na região, fazem dessas áreas, áreas problemáticas, merecendo o menor índice de adensamento.

#### 4.5.3 NSPT e o Impenetrável

Segundo SCHNAID (2000), *“Do ponto de vista da prática da engenharia de fundações, os valores médios de penetração podem servir de indicação qualitativa à previsão de problemas, como por exemplo, NSPT superior a 30 indicam em geral solos resistentes e estáveis, sem necessidade de estudos geotécnicos mais elaborados para soluções de casos correntes. Solos com NSPT inferior a 5 são compressíveis, pouco resistentes, e não devem ter a solução dos problemas produzidas com base única nestes ensaios, mesmo porque nesta faixa de variação (0-5) os mesmos não são representativos”*

Analisando os dados dos SPTs representativos das duas formações, Miguel Sutil e Rio Coxipó, na área da bacia do córrego do Barbado, encontra-se um valor médio de NSPT, indicando uma boa capacidade de suporte e solos bastante estáveis, não apresentando restrições para engenharia de fundações.

As áreas denominadas pela Carta Geotécnica como Planície de Inundação e Áreas Alagadiças, apresentam baixa capacidade de suporte para os primeiros metros, necessitando de fundações mais profundas; porém as áreas denominadas de Colinas que representam 88% da área da bacia, apresentam solos estáveis e uma boa capacidade de suporte como demonstrada pela Tabela 4.2.

Os problemas encontrados para a área do Córrego do Barbado, sugerem a falta de uma política mais compromissada com os problemas urbanos, que viessem a evitar que áreas impróprias como as da Planície de Inundação e de Várzeas, fossem invadidas e ocupadas, pela população de baixa renda. Segundo TOPANOTTI (2002), *quatro de cada dez imóveis construídos em Cuiabá nos últimos quarenta anos foram erguidos em áreas de invasão.*

Programas habitacionais que são desenvolvidos, na sua totalidade estão preocupados em construir moradias e dar uma infra-estrutura mínima para o cidadão, com o intuito de diminuir o déficit habitacional. Estes programas atingem somente aqueles que estão inseridos na chamada economia formal e que ganhem o suficiente para arcarem com o custo urbano,

como: consumo de luz, água, esgoto, telefone, taxas de iluminação pública, coleta de lixo, IPTU, etc.

Para evitar que áreas urbanas impróprias para moradias sejam invadidas por populações menos favorecidas, é necessário que projetos corretos sejam elaborados para atender essa camada da pirâmide social, que não podemos classificar como de baixa renda por não ter renda. São os que vivem de empregos incertos e da economia informal, sofrendo todos os tipos de discriminações e marginalizações pelo próprio governo. Para essas pessoas, o custo da urbanização é um custo muito caro, e a falta de um programa, como o de lotes urbanizados que venha beneficiar e organizar essa população excluída, condiciona cada vez mais à marginalidade ambiental.

Segundo LIPORACI et al. (2002), *a crescente demanda por áreas de expansão urbana aliada à falta de planejamento, faz com que o crescimento das cidades ocorra de forma desordenada, geralmente sobre terrenos que não possuem a devida capacidade de suporte.*

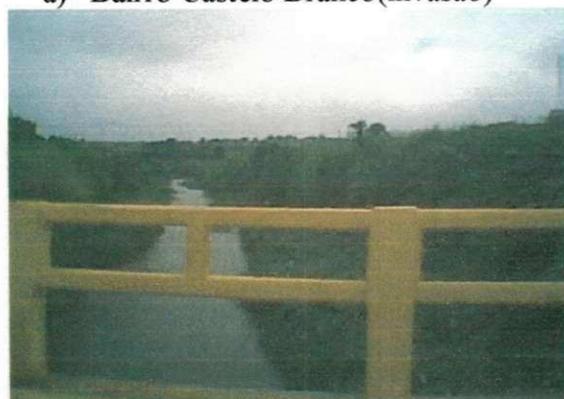
As figuras 4.18 e 4.19 permitem visualizar as áreas problemáticas e a consolidação urbana irreversível nas áreas de Várzeas e na Planície de Inundação.



a) Bairro Castelo Branco (invasão)



b) B.C.Branco (rua de acesso)



c) Córrego 02/04/03 B. Renascer



d) B. Renascer (invasão)

Figura 4.16 – Imagens das Invasões.

# ESGOTO

## LEGENDA

- Spt\_point.shp
- Esgoto12.dwg
- Coletor Tronco
- Sist. Integ
- Divisa
- Sist Int ETE D. Aquino
- Sist Condominial
- Esgoto12.dwg
- Sist. Integ. convencional
- Divisas de Bairros
- Sistema Int. Ete D. Aquino
- Sistema Condominial

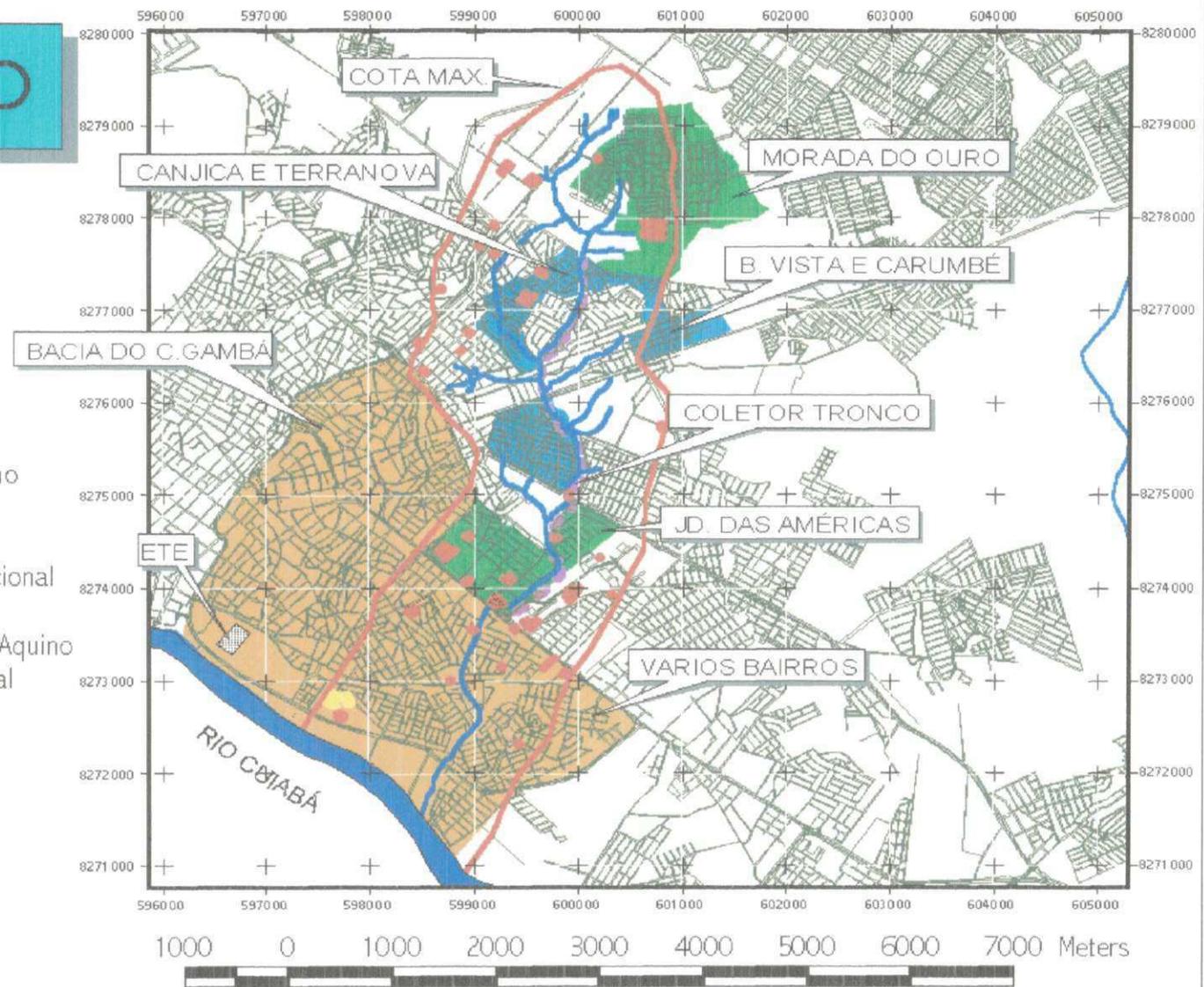


Figura 4.17 – Sistema de Coleta de Esgoto.

# RÓTULA DA UFMT X NA. FREÁTICO DETALHE

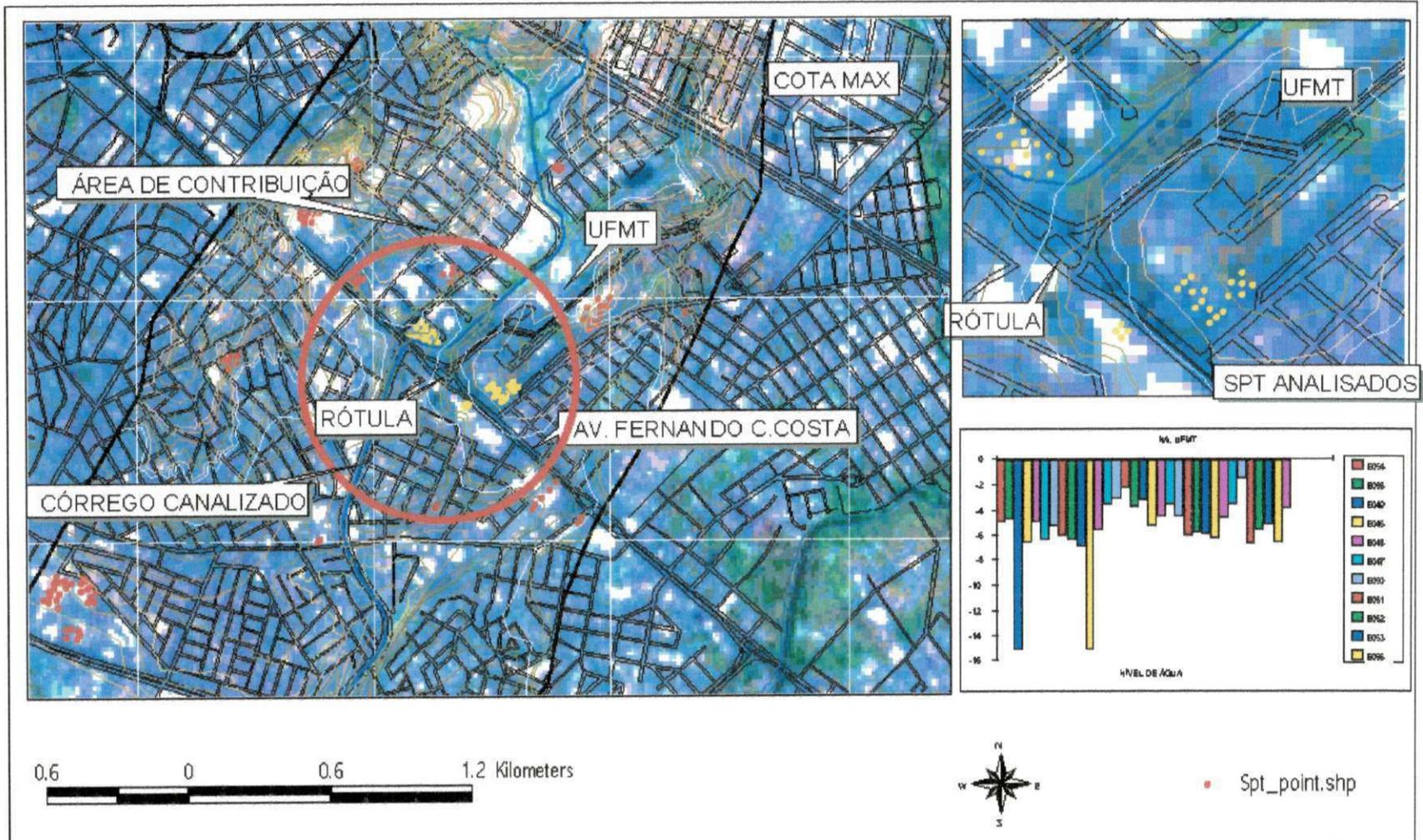


Figura 4.18 – Áreas Alagadiças

# CONSOLIDAÇÃO URBANA NA BACIA DO BARBADO

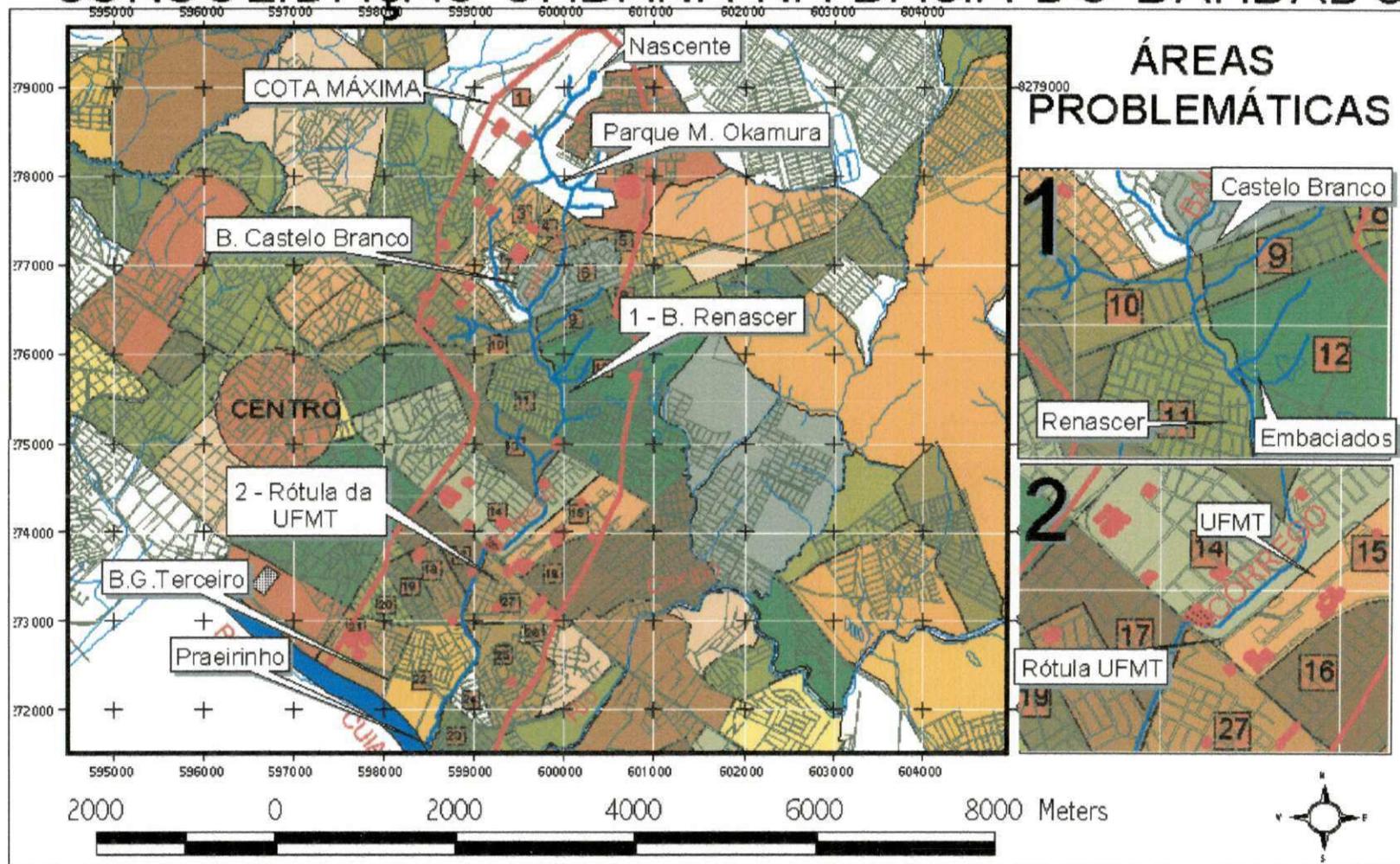


Figura 4.19 – Áreas Problemáticas

## CAPITULO 5

### CONCLUSÕES

A implantação de um banco de dados das sondagens de simples reconhecimento (SPT), georeferenciado num sistema de informação geográfica (SIG), gerou uma fonte de informação simples, visual, interativa e contínua.

Mostrou-se capaz de disponibilizar informações necessárias para subsidiar o planejamento e o replanejamento de áreas já consolidadas.

Gera informações preliminares que podem ser aproveitadas pelas companhias concessionárias municipais, como as de saneamento e energia.

Permite o conhecimento da área de estudo, para poder priorizar os tipos de infraestrutura necessária, e o material adequado a ser usado em sua execução, e desta forma poder prever gastos do orçamento público.

Os dados obtidos em relatórios de sondagens, proporcionam informações pontuais e ou generalizada através da geoestatística, inúmeras representações cartográficas, que propiciam ao planejamento urbano uma multifinalidade.

A recuperação de relatórios de sondagens em forma de um banco de dados evita a superposição de trabalhos e possibilita a criação de um mapeamento das propriedades geotécnicas de toda a cidade, de forma contínua.

A importância de se conhecer o comportamento do NA, e sua variação sazonal, mostrou-se prioritária para a área de estudo, para determinação das potencialidades e limitações do seu uso e ocupação e priorização de infra-estruturas.

O NSPT foi um dos dados que apresentaram grandes variações, se analisado de forma pontual. Acredita-se que isso ocorra devido às dobras apresentadas pelas rochas no perímetro urbano da cidade, principalmente para a Formação Rio Coxipó.

O NSPT atingiu altos valores, quando da transformação proposta por BELINCANTA (2001), de números fracionários para números inteiros. Acredita-se que isso tenha ocorrido devido a compacidade do solo, e/ou pela necessidade de obedecer aos critérios de paralisação da NBR:6484/80.

Estudos devem ser realizados com a finalidade de adaptar os ensaios de *SPT* para trabalhos em BD e permitir que venham minimizar a interveniência do fator do critério de

paralisação adotado pela NBR 6484/80 e o excesso de zelo das empresas executoras para obdecer tal critério e, que acabam extrapolando as médias amostrais nos estudos estatísticos.

O BDSPT mostrou-se limitado, pela dificuldade de disponibilizar sondagens já existentes, em áreas, pouco habitadas, oriundas de invasões e áreas verdes, dificuldade que pode ser facilmente solucionada com a contratação pelo órgão competente, de sondagens investigatórias complementares, com a vantagem de um baixo custo, para a administração municipal. Desta feita poder-se-ia obter informações complementares para estimar a distribuição espacial das características geotécnicas da Bacia do Córrego do Barbado através de métodos geoestatísticos como o da krigagem.

As Sondagens investigatórias de Simples Reconhecimento (SPT), deveriam ser adotadas como pré-requisito para aprovações de novos loteamentos e novos condomínios, visto que são fontes de baixo custo de dados do meio físico, necessárias para determinação das infra-estruturas que deverão ser priorizadas e exigidas do loteador.

24 % dos relatórios de sondagens emitidos pelas empresas não apresentaram conformidade e uniformidade com a norma estabelecida pela ABNT, sendo que 12% desses relatórios foram excluídos por total impossibilidade de recuperação dos seus dados.

## CAPITULO 6

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

ASTM – Penetration test and split-barrel sampling of soils, D1586-67.ASTM, 1967.

BELINCANTA, A.& CINTRA, J.C.A – Fatores Intervenientes em Variantes do Método ABNT para Execução do SPT, São Paulo-SP: Revista Solos e Rochas, 1998. Artigo, CD-Rom.

BELINCANTA, A., ALVIM, F. M.; NAVAJAS, S.; SOBRINHO, R. R. - Métodos para medida de energia dinâmica no SPT. São Paulo-SP: Revista Solos e Rochas, 1994. ABMS,v.17,n.2,p.93-110,

BELINCANTA, A. - Investigações e Ensaios In Situ, Cuiabá –MT: 2001. 137 p. Apostila da disciplina do curso de mestrado em Geotecnia.

CAMPOS FILHO, C. M., - Cidades Brasileiras: seu controle ou o caos: o que os cidadãos devem fazer para humanização das cidades no Brasil, 4º ed, São Paulo-SP: Studio Nobel, 2001.

CAMPOS, C. V. & EID, N. J.; - Análise das redes de infra-estrutura e vazios urbanos com uso de geoprocessamento, São Paulo-SP: 2001. Artigo.

CARTA GEOTÉCNICA DE CUIABÁ. Universidade Federal de Mato Grosso-Centro de Ciências Sociais (FUFMT).Prefeitura Municipal de Cuiabá. - Módulo I. Cuiabá-MT: 1990.

CLAYTON,C.R.I, MILITITSKY, J. and WOOD, R.I. - Earth pressure and earth retaining structures. Blackie Acadmic and professional (2<sup>nd</sup> edition), 1993. 398p.

DAVISON DIAS, R., ET AL; - Novo enfoque de abordagem do estudo dos solos brasileiros na engenharia de fundações. Ouro Preto – MG: 2002. Artigo. 10º CBGE

DEL RIO, V. - Introdução do desenho urbano no processo de planejamento urbano, São Paulo-SP: Pini, 1990.

IPDU, Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Urbano, Perfil Socioeconômico de Cuiabá – ano 2000. Cuiabá-MT: Novembro 2001. vol 01

KOVACS, W. D., EVANS, J. C., GRIFFITH, A. H. Towards a more standardized SPT, Tokio-JP: 1977. International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, 9.

LIMA, E. B. N. R. Modelação integrada para gestão da qualidade da água na boca do Rio Cuiabá. Rio de Janeiro-RJ: 2001. 206 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – UFRJ.

LIPORACI, S. R. et al, - Mapeamento Geológico de Parte do Município de São Carlos na Escala 1:10.000, com Ênfase na Região Urbana e de Expansão, como Base para Elaboração de um Planejamento Urbano /Ambiental, Ouro Preto-MG: 2002. Artigo, 10º Congresso Brasileiro de Engenharia e Ambiental.

MIGLIORINI, R. B.(1999) - Hidrogeologia em Meio Urbano.Região de Cuiabá e Várzea Grande-MT., São Paulo-SP: 1999. Tese de Doutorado.

MIGLIORINI, R.B. (2000) – Hidrogeologia na Baixada Cuiabana. In: I SEMINÁRIO DE RECURSOS HÍDRICOS DE MATO GROSSO. Cuiabá-MT: Março de 2000, p.31. *Anais*. Fundação Estadual do Meio Ambiente – FEMA.

NBR 6484/2001 - Solos - Sondagens de Simples Reconhecimento SPT Método de Ensaio.Rio de Janeiro-RJ: ABNT - 2001.

NBR 6484/80 – Execução de Sondagens de Simples Reconhecimento dos Solos. Rio de Janeiro-RJ: ABNT – 1980.

SALOMÃO, F. X. T., “Rio Cuiabá: A Geologia e a Problemática da Erosão e do Assoreamento”. Cuiabá –MT: 1999.

SCHMERTMANN, J. H. Statics of SPT, Journal of the geotechnical engineering division, ASCE. 1979. v105, GTS,

SCHNAID, F.; - Ensaio de Campos e suas aplicações à engenharia de fundações, São Paulo-SP: Oficina de Texto, 2000.

STURARO, J.R. & LANDIM, P.M.B.; - Mapeamento Geoestatístico de ensaios de penetração padronizada (SPT). São Paulo-SP: Solos e Rochas, 1996.

TERZAGHI, K., PECK, R. Soil Mechanics in Engineering Practice. John wiley and Sons Inc., New York-USA: 1948.

TOPANOTTI, V. P. - Estudo dos Impactos Ambientais das Invasões Urbanas de Cuiabá – MT. Rio de Janeiro-RJ: 2002. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro

VALENTE, A. L. S. Integração de dados por meio de geoprocessamento para elaboração de mapas geotécnicos, a análise do meio físico de suas interações com a mancha urbana. Porto Alegre-RS: 1999. Tese de doutorado, escola de engenharia, UFRGS.

VALENTE, A.L.S.; KOPPE, J.C.; STRIEDER, A. J. S.; KOESTER, E., MACIEL F<sup>O</sup>. C. L.; BASTOS, C., DIAS, R. D. Definição de agrupamentos geológicos para fins de mapeamento geotécnico em Porto Alegre (RS). Florianópolis-SC: 1998. Artigo, III SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA GEOTÉCNICA.

VECCHIATO, A.B. & GOMES, M.J. da S. (1999) – Elaboração de Mapas Temáticos da Região Metropolitana de Cuiabá e Várzea Grande – MT. Cuiabá – MT: Junho de 1999. P 46. VII ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA. *Anais.PIBIC – CNPq/UFMT.*

XAVIER, S.R.& ROMANEL, C.; - Análise da distribuição espacial, dos valores do ensaio SPT através de método geoestatístico. São Paulo-SP: 2000. Artigo, SAFE IV, Anais 3.

ZEISEL, J. – Inquiry by Design: Tools for Environment-Behavior Research. Cambridge University Press, Cambridge, 1984.

ZUQUETTE, L.V & NAKAZAWA, V. A. Cartas de Geologia de Engenharia IN: Geologia de engenharia, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA (ABGE), , São Paulo, 1998, cap. 17, p. 283 – 300.

ZUQUETTE, L.V. Importância do mapeamento geotécnico no uso e ocupação do meio físico: São Carlos-SP: 1993. Tese EESC-USP.

## GLOSSÁRIO

*Access* – Programa do pacote Office da Microsoft, constitui um banco de dados relacional.

*AutoCad* - Programa elaborado pela empresa AutoDesk, voltado a desenhos de projetos arquitetônicos e de engenharia.

*Banco de Dados* - Consiste em uma coleção de dados inter-relacionados.

*Base Digital* - Conjuntos de dados vetoriais, que representam os limites, curvas de nível, drenagem, sistema viário e toponímia, limites de bairros, loteamentos, que exhibe a cidade no SIG.

*Cadastro* - Conjunto de informações organizadas sobre determinada área.

*Carta de Declividade* - Também chamada de carta de inclinação, representa as inclinações em porcentagens de determinada área.

*Carta Hipsométrica* - Também chamada de carta altimétrica, representa em cores as altitudes de determinada área.

*Cartas* - São documentos com referencia geográfica, que representam os aspectos naturais ou artificiais da terra através de informações específicas e detalhadas, geralmente em escalas médias ou grandes, elaboradas para um determinado uso.

*Comurbação* - Junção entre centros urbanos, através do crescimento do aglomerado em direção aos seus limites, não permitindo a sua distinção física.

*Coordenadas Geográficas* - Conjunto de Meridianos e Paralelos que formam uma rede de linhas imaginárias ao redor do globo terrestre.

*Dados Espaciais* - São atributos ou elementos nos SIGs, onde utiliza-se o ponto, a linha, o arco, o polígono, como formas representativas.

*Dados Raster* - São informações também chamadas de matriciais, que utilizam como unidade fundamental um quadrado chamado pixel.

*Dados Vetoriais* - São informações que utilizam como unidade fundamental um par de coordenadas: x, y.

*Datum* - Corresponde a um ponto ou plano de referencia para levantamentos topográficos, os quais estabelecem as posições e localizações sobre a terra.

*Elipsóide* - É a forma de representar a terra através de uma esfera achatada nos pólos e intumescida ou aumentada no equador.

*Entidade* - Um objeto que existe perfeitamente distinguível de outros objetos nos bancos de dados.

*Equador* - Linha eqüidistante dos pólos que forma uma grande circunferência, dividindo a terra em dois hemisférios: Norte e Sul.

*Escala* - É o sistema que transforma as distancias reais na superfície da terra em distâncias proporcionais compatíveis com o tamanho do mapa ou carta.

*Geodésia* - Ciência que se ocupa da determinação da forma, das dimensões e do campo gravitacional da terra.

*Geoestatística* - Estatísticas voltadas aos estudos geotécnicos, ex: Krigagem.

*Geoprocessamento* - Processo pelo qual posiciona-se um determinado objeto ou área num sistema geodésico.

*Georeferenciar* - posicionar um determinado objeto ou área num sistema geodésico.

*Latitude* - Sistema que descreve a posição de pontos situados ao norte ou sul da Linha do equador.

*Layer* - Camada geralmente permitindo sua sobreposição visual, utilizado em desenhos do AutoCad.

*Longitude* - Sistema que descreve posição de pontos situados a leste ou a oeste de uma linha imaginária que passa sobre o Observatório de Greenwich.

*Mapas* - São documentos com referencia geográfica, que representam os aspectos naturais ou artificiais da terra através de informações gerais e pouco detalhadas, geralmente em escalas pequenas e médias, de uso generalizado.

*Mapas Temáticos* - São documentos com referencia geográfica, produtos finais impressos, das pesquisas exploratórias nos SIGs.

*Meridianos* - As linhas que apresentam a mesma longitude.

*Paralelos* - As linhas que apresentam a mesma latitude.

*Planejamento Urbano* - Estudos e diretrizes que regem as ações que deverão ser implementadas nos municípios.

*Projeções Cartográficas* - É a correspondência matemática entre as coordenadas Plano-retangulares dos mapas e cartas e as coordenadas esféricas da terra.

*Relacionamento* - Representa uma associação existente entre varias entidades num banco de dados.

*SAD-69* - South American Datum-69, datum cuja origem é o vértice Chuá-MG.

*SIG* - Sistema de informação geo-referenciada ou geográfica.

*Spline* - Linha sinuosa e contínua, entidade de representação do software AutoCad da AutoDesk.

*Urbanista* - Quem trabalha com o planejamento das cidades.

*UTM* - Universo Transverso de Mercator – Tipo de projeção cartográfica cilíndrica onde o eixo geratriz do cilindro é perpendicular ao eixo de rotação da terra. Constituído de 60 cilindros transversos e secantes ao elipsóide, cada um com uma amplitude de  $6^\circ$  em longitude e tendo como limite as latitudes  $80^\circ\text{N}$  e  $80^\circ\text{S}$ .

## **APÊNDICE A**



# BANCO DE DADOS DE SPT

ARQ: GERALDO ANTÔNIO GOMES ALMEIDA

## SPT- RESUMO

SPT	LOCAL	DATA	NA	COTA DA BOCA	IMPENETRÁVEL	FORNECEDOR
E001	RUA GEL MELLO - CUIABÁ-MT	18/07/97	-4,5	0,05	-8,4	ENGENORT
E002	RUA GEL MELLO, CUABÁ MT	18/07/97	-2,8	0,52	-6,11	ENGENORT
E003	RUA GEL MELLO, CUIABÁ MT	18/07/97	-3,8	-1,37	-8,24	ENGENORT
E004	RUA GEL MELLO, CUIABÁ MT	18/07/97	-3,8	-1,65	-7,3	ENGENORT
E005	UNIC - CUIABA MT	10/07/97	-2,5	0,08		ENGENORT
E006	UNIC - CUIABÁ MT	10/07/97	-2,1	0,18		ENGENORT
E007	UNIC-CUIABÁ-MT	10/07/97	-2,1	0,14		ENGENORT
E008	UNIC- CUIABÁ MT	10/07/97	-2,1	0,17		ENGENORT
E009	UNIC-CUIABÁ MT	10/07/97	-2	0,14		ENGENORT
E010	CUIABÁ MT	10/07/97	-2,1	0,17		ENGENORT
E011	UNIC-HOSPITAL VETERINÁRIO	13/03/97	-0,5	-0,7	-10,3	ENGENORT
E012	UNIC- HOSPITAL VETERINÁRIO	13/03/97	-1,7	-0,26	-11	ENGENORT
E013	UNIC-HOSPITAL VETERINÁRIO	13/03/97	-2,2	0,28	-11	ENGENORT

## SPT- RESUMO

SPT	LOCAL	DATA	NA	COTA DA BOCA	IMPENETRÁVEL	FORNECEDOR
E014	UNIC-HOSPITAL VETERINÁRIO	13/03/97	-1	-0,5	-12	ENGENORT
E015	UNIC-HOSPITAL VETERINÁRIO	13/03/97	-1	-0,86	-12	ENGENORT
E016	UNIC-HOSPITAL UNIVERSITÁRIO	13/03/97	-1,8	-0,79	-10,1	ENGENORT
E017	UNIC-HOSPITAL VETERINÁRIO	13/03/97	-2,8	-0,87	-10,1	ENGENORT
E018	UNIC-HOSPITAL VETERINÁRIO	13/03/97	-2,5	0	-10,0	ENGENORT
E019	UNIC-HOSPITAL VETERINÁRIO	13/03/97	-1,5	-0,14	-10,0	ENGENORT
E020	UNIC-HOSPITAL VETERINÁRIO	13/03/97	-1,2	-0,48	-10,1	ENGENORT
E021	TELEMAT-AV. CARMINDO DE CAMPOS	12/01/95	-2,5	-0,1	-7,05	ENGENORT
E022	TELEMAT-AV. CARMINDO DE CAMPOS	12/01/95	-3	0,06	-9,05	ENGENORT
E023	UFMT-CENTRO CULTURAL	24/10/96	-6,5	-0,17	-7,02	ENGENORT
E024	UFMT-CENTRO CULTURAL	24/10/95	-6	-0,04	-6,09	ENGENORT
E025	UFMT-CENTRO CULTURAL	24/10/96	-6,5	-0,12	-7,05	ENGENORT
E026	UFMT-CENTRO CULTURAL	24/10/96	-6,5	-0,53	-7,04	ENGENORT
E027	UFMT-CENTRO CULTURAL	24/10/96	-5,3	-0,61	-6,06	ENGENORT
E028	UFMT-CENTRO CULTURAL	24/10/96	-5,5	-0,59	-6,1	ENGENORT
E029	UFMT-CENTRO CULTURAL	24/10/96	-5,5	-0,63	-6,03	ENGENORT
E030	UFMT-CENTRO CULTURAL	24/10/96	-5,6	-0,7	-6,02	ENGENORT
E031	UFMT-CENTRO CULTURAL	24/10/96	-6,8	-0,03	-6,04	ENGENORT

## SPT- RESUMO

SPT	LOCAL	DATA	NA	COTA DA BOCA	IMPENETRÁVEL	FORNECEDOR
E032	UFMT-CENTRO CULTURAL	24/10/96	-5,9	0	-6,12	ENGENORT
E033	AV. BRASÍLIA QD. 11 LOTE 02	16/08/93	-6,3	9,59	-6,78	ENGENORT
E034	AV. BRASÍLIA QD. 11 LOTE 02	16/08/93	-5,5	9,45	-6,65	ENGENORT
E035	AV. BRASÍLIA QD. 11 LOTE 12	16/08/93	-5,5	9,47	-6,35	ENGENORT
E036	AV. BRASÍLIA QD. 11 LOTE 02	16/08/93	-4,7	9,15	-6,69	ENGENORT
E037	AV. BRASÍLIA QD. 11 LOTE 02	16/08/93	-5,8	9,1	-7,55	ENGENORT
E038	RUA AMÂNCIO PEDROSO, 95 JD. PETRÓPOLIS	28/12/92	-1,1	99,88	-8,13	ENGENORT
E039	RUA AMÂNCIO PEDROSO, 95 JD. PETRÓPOLIS	29/12/92	-1,3	99,83	-8,13	ENGENORT
E040	RUA AMÂNCIO PEDROSO, 95 JD. PETRÓPOLIS	29/12/92	-1,7	99,98	-8,1	ENGENORT
E041	JARDIM DAS AMÉRICAS - CUIABÁ MT	14/02/01	-2,8	0,54	-8,02	ENGENORT
E042	JARDIM DAS AMÉRICAS - CUIABÁ MT	14/02/01	-4,6	0,5	-8,02	ENGENORT
E043	JARDIM DAS AMÉRICAS - CUIABÁ MT	16/02/01	-3,9	0,79	-7,02	ENGENORT
E044	JARDIM DAS AMÉRICAS - CUIABÁ MT	19/02/01	-4,3	0,32	-8,02	ENGENORT
E045	JARDIM DAS AMÉRICAS - CUIABÁ MT	20/02/01	-3,3	0,67	-7,02	ENGENORT
E046	JARDIM DAS AMÉRICAS 1ª ETAPA QD. 01 - CUIABÁ MT	28/09/00	-6,6	0,11	-9,08	ENGENORT
E047	JARDIM DAS AMÉRICAS 1ª ETAPA QD. 01 - CUIABÁ MT	29/09/00	-6,3	0,28	-7,04	ENGENORT
E048	JARDIM DAS AMÉRICAS 1ª ETAPA QD. 01 - CUIABÁ MT	29/09/00	-4,9	0,33	-5,1	ENGENORT
E049	JARDIM DAS AMÉRICAS 1ª ETAPA QD. 01 - CUIABÁ MT	02/10/00		0,23	-5,08	ENGENORT

## SPT- RESUMO

SPT	LOCAL	DATA	NA	COTA DA BOCA	IMPENETRÁVEL	FORNECEDOR
E050	JARDIM DAS AMÉRICAS 1ª ETAPA QD. 01 - CUIABÁ MT	04/10/00	-5,2	0,06	-5,79	ENGENORT
E051	JARDIM DAS AMÉRICAS 1ª ETAPA QD. 01 - CUIABÁ MT	04/10/00	-6,0	0,04	-9,08	ENGENORT
E052	JARDIM DAS AMÉRICAS 1ª ETAPA QD. 01 - CUIABÁ MT	09/10/00	-6,3	0,08	-6,69	ENGENORT
E053	JARDIM DAS AMÉRICAS 1ª ETAPA QD. 01 - CUIABÁ MT	10/10/00	-6,8	0,08	-7,34	ENGENORT
E054	JARDIM DAS AMÉRICAS 1ª ETAPA QD. 01 - CUIABÁ MT	11/10/00	-4,9	0,07	-8,1	ENGENORT
E055	JARDIM DAS AMÉRICAS 1ª ETAPA QD. 01 - CUIABÁ MT	11/10/00	-4,7	0,11	-5,02	ENGENORT
E056	JARDIM DAS AMÉRICAS 1ª ETAPA QD. 01 - CUIABÁ MT	16/10/00		0,29	-6,08	ENGENORT
E057	JARDIM DAS AMÉRICAS 1ª ETAPA QD. 01 - CUIABÁ MT	16/10/00	-5,6	0,2	-6,31	ENGENORT
E058	AV. FERNANDO CORREA DA COSTA	14/08/00	-3,9	-0,31	-11,1	ENGENORT
E059	AV. FERNANDO CORREA DA COSTA	09/08/00	-8,4	-0,29	-12,1	ENGENORT
E060	AV. FERNANDO CORREA DA COSTA	14/08/00	-9,1	0,27	-10,1	ENGENORT
E061	AV. FERNANDO CORREA DA COSTA	11/08/00	-1,9	-0,2	-10,0	ENGENORT
E062	AV. FERNANDO CORREA DA COSTA	08/08/00	-7,4	-0,32	-11,0	ENGENORT
E063	AV. FERNANDO CORREA DA COSTA	08/08/00	-3,8	0,12	-8,53	ENGENORT
E064	AV. FERNANDO CORREA DA COSTA	10/08/00	-2,3	-0,09	-9,08	ENGENORT
E065	AV. FERNANDO CORREA DA COSTA	16/08/00	-5,2	-0,24	-8,05	ENGENORT
E066	AV. FERNANDO CORREA DA COSTA	08/08/00	-8,3	0,25	-12,1	ENGENORT
E067	AV. FERNANDO CORREA DA COSTA	15/08/00	-2,8	-2,37	-3,85	ENGENORT

## SPT- RESUMO

SPT	LOCAL	DATA	NA	COTA DA BOCA	IMPENETRÁVEL	FORNECEDOR
E068	AV. FERNANDO CORREA DA COSTA	16/08/00	-2,2	-2,26	-8,02	ENGENORT
E069	AV. FERNANDO CORREA DA COSTA	17/08/00	-4,3	-3,15	-6,05	ENGENORT
E070	AV. FERNANDO CORREA DA COSTA	05/08/00	-6,1	-2,1	-8,05	ENGENORT
E071	AV. FERNANDO CORREA DA COSTA	15/08/00	-3,3	-1,69	-3,88	ENGENORT
E072	AV. FERNANDO CORREA DA COSTA	15/08/00	-3,3	-1,59	-3,83	ENGENORT
E073	AV. FERNANDO CORREA DA COSTA	14/08/00	-3,2	-2,99	-3,23	ENGENORT
E074	AV. FERNANDO CORREA DA COSTA	15/08/00	-3,1	-3,02	-3,3	ENGENORT
E075	AV. FERNANDO CORREA DA COSTA	15/08/00	-2,5	-3,01	-3,04	ENGENORT
E076	AV. FERNANDO CORREA DA COSTA	08/08/00	-0,9	-2,8	-3,22	ENGENORT
E077	AV. FERNANDO CORREA DA COSTA	14/08/00	-1,8	-0,39	-2,58	ENGENORT
E078	AV. FERNANDO CORREA DA COSTA	15/08/00	-2,1	-0,32	-2,54	ENGENORT
E079	AV. FERNANDO CORREA COSTA	11/08/00	-2,1	-0,78	-4,67	ENGENORT
E080	AV. FERNANDO CORREA DA COSTA	11/08/00	-2,5	-0,81	-5,46	ENGENORT
E081	AV. FERNANDO CORREA DA COSTA	05/08/00	-1,6	0,3	-4,3	ENGENORT
E082	AV. DO CPA - CUIABÁ MT	13/07/89	-6	106	-6,5	ENGENORT
E083	AV. DO CPA - CUIABÁ MT	13/07/89	-4	106,7	-7,08	ENGENORT
E084	AV. DO CPA - CUIABÁ MT	13/07/89	-4,4	104,3	-6,03	ENGENORT
E085	AV. DO CPA - CUIABÁ MT	13/07/89	-5,3	108,4	-6,08	ENGENORT

## SPT- RESUMO

SPT	LOCAL	DATA	NA	COTA DA BOCA	IMPENETRÁVEL	FORNECEDOR
E086	AV. DO CPA - CUIABÁ MT	13/07/89	-6,4	109,4	-7,15	ENGENORT
E087	AV. DO CPA - CUIABÁ MT	13/07/89	-4,5	109	-7,02	ENGENORT
E088	AV. DO CPA - CUIABÁ MT	13/07/89	-5	111,3	-7,05	ENGENORT
E089	AV. DO CPA - CUIABÁ MT		-6	110,9	-7,02	ENGENORT
E090	AV. DO CPA - CUIABÁ MT	13/07/89	-4,9	111,0	-7,1	ENGENORT
E091	AV. PERIMETRAL LESTE - CÓR. BARBADO-CBÁ MT	07/12/89	-4	97,13	-8,47	ENGENORT
E092	AV. PERIMETRAL LESTE - CÓR. BARBADO-CBÁ MT	07/12/89	-6,1	96,64	-9,48	ENGENORT
E093	CENTRO POLÍTICO ADMINISTRATIVO	28/03/00	-7,8	99,08	-8,06	ENGENORT
E094	CENTRO POLÍTICO ADMINISTRATIVO	03/04/00	-7,9	101,6	-8,15	ENGENORT
E095	CENTRO POLÍTICO ADMINISTRATIVO	30/03/00	-5,6	100,9	-9,26	ENGENORT
E096	CENTRO POLÍTICO ADMINISTRATIVO	03/04/00	-7,1	100,1	-8,15	ENGENORT
E097	CENTRO POLÍTICO ADMINISTRATIVO	29/03/00	-5,2	100,1	-5,73	ENGENORT
E098	CENTRO POLÍTICO ADMINISTRATIVO	29/03/00	-5,9	100,5	-8,15	ENGENORT
E099	AV. FERNANDO C. COSTA - GRECOVEL VEÍCULOS	14/06/89	-2,3	98,8	-9,01	ENGENORT
E100	AV. FERNANDO C. COSTA - GRECOVEL VEÍCULOS	14/06/89	-4	98,06	-7,02	ENGENORT
E101	AV. FERNANDO C. DA COSTA - GRECOVEL VEÍCULOS	14/06/89	-0,05	97,6	-7,06	ENGENORT
E102	AV. FERNANDO C. COSTA - GRECOVEL VEÍCULOS	14/06/89	-0,3	96,58	-7,05	ENGENORT
E103	AV. FERNANDO C. COSTA	14/06/89	-0,4	96,43	-7,07	ENGENORT

## SPT- RESUMO

SPT	LOCAL	DATA	NA	COTA DA BOCA	IMPENETRÁVEL	FORNECEDOR
E104	RUA JIBÓIA,23 - B. CONCIL	14/04/89	-3,4	-0,15	-8,15	ENGENORT
E105	R. JIBÓIA, 23 - B. CONCIL	14/04/89		-0,12	-2,28	ENGENORT
E106	R. JIBÓIA, 23 - B. CONCIL	14/04/89	-3	-0,12	-8,12	ENGENORT
E107	R. JIBÓIA, 23 - B. CONCIL	14/04/89	-1	-0,18	-8,04	ENGENORT
E108	R. JIBÓIA, 23 - B. CONCIL	14/04/89	-2,5	-0,29	-8,11	ENGENORT
E109	RESIDENCIAL TOPÁZIO-BLOCO C6	23/03/89		-0,58	-3,48	ENGENORT
E110	RESIDENCIAL TOPÁZIO-BLOCO C6	23/03/89	-0,5	-0,49	-7,11	ENGENORT
E111	RESIDENCIAL TOPÁZIO - BLOCO C6	23/03/89	-1,1	-0,46	-7,05	ENGENORT
E112	RESIDENCIAL TOPÁZIO - BLOCO C6	23/03/89	-3,3	-0,2	-7,1	ENGENORT
E113	RUA "D" ,"B","A", BAIRRO CANGICA	15/09/86		101,7	-7,15	ENGENORT
E114	RUA D,B,A, BAIRRO CANGICA	15/09/86		102	-7,12	ENGENORT
E115	RUA D,B,A, BAIRRO CANGICA	15/09/86		103,9	-7,15	ENGENORT
E116	RUA D,B,A, BAIRRO CANGICA	15/09/86		104,5	-7,15	ENGENORT
E117	RUA D,B,A, BAIRRO CANGICA	15/09/86		104,6	-7,08	ENGENORT
E118	AV.CARMINDO DE CAMPOS C/ FERNANDO CORREA	18/06/86	-1	100,5	-8,26	ENGENORT
E119	AV. CARMINDO DE CAMPOS/ FERNANDO CORREA	16/06/86	-1,2	100,3	-9,12	ENGENORT
E120	AV.CARMINDO DE CAMPOS/ FERNANDO CORREA	16/06/86	-1,5	100,3	-8,05	ENGENORT
E121	AV. CARMINDO DE CAMPOS / FERNANDO CORREA	17/06/86	-1,3	100,2	-9,03	ENGENORT

## SPT- RESUMO

SPT	LOCAL	DATA	NA	COTA DA BOCA	IMPENETRÁVEL	FORNECEDOR
E122	AV. MIGUEL SUTIL	05/07/80		-0,45	-6,3	ENGENORT
E123	AV. MIGUL SUTIL	05/07/80		0,03	-6,4	ENGENORT
E124	AV. MIGUL SUTIL	05/07/80		-1,31	-7,5	ENGENORT
E125	AV. MIGUEL SUTIL	05/07/80		-1,41	-6,8	ENGENORT
E126	RUA TOPAZIO, B. BOSQUE DA SAÚDE	19/11/84		11,19	-7,23	ENGENORT
E127	RUA TOPÁZIO	19/11/84		11,23	-6,14	ENGENORT
E128	RUA TOPÁZIO	19/11/84		10,61	-6,2	ENGENORT
E129	BLOCO DO CCET-UFMT	05/09/84	-3	995,4	-4,1	ENGENORT
E130	CONDOMINIO BOUGANVILLE	05/04/84	-5,5	223,2	-6,29	ENGENORT
E131	CONDOMINIO BOUGANVILLE	05/04/84	-4,5	222,4	-5,41	ENGENORT
E132	COND. BOUGANVILLE	06/05/84	-4,2	222,4	-5,38	ENGENORT
E133	COND. BOUGANVILLE	05/04/84	-3,6	222,2	-4,41	ENGENORT
E134	COND. BOUGANVILLE	09/07/84	-3,8	221,9	-4,24	ENGENORT
E135	BOSQUE DA SAÚDE	28/09/82	-3,8	7,5	-6,3	ENGENORT
E136	BOSQUE DA SAÚDE	29/09/82	-3,8	7,44	-4,04	ENGENORT
E137	BOSQUE DA SAÚDE	29/09/82	-3,3	7,81	-5,7	ENGENORT
E138	BOSQUE DA SAÚDE	30/09/82		8,82	-2,5	ENGENORT
E139	BOSQUE DA SAÚDE	30/09/82	-5,8	8,8	-6,04	ENGENORT

## SPT- RESUMO

SPT	LOCAL	DATA	NA	COTA DA BOCA	IMPENETRÁVEL	FORNECEDOR
E140	BOSQUE DA SAÚDE	01/10/82	-4,3	8,94	-6,05	ENGENORT
E141	BOSQUE DA SAÚDE	30/09/82	-4,5	8,94	-4,7	ENGENORT
E142	JARDIM TROPICAL	18/07/83	-1,3	8,28	-5,43	ENGENORT
E143	JD. TROPICAL	18/07/83		8,46	-3,5	ENGENORT
E144	JD.TROPICAL	14/07/83	-1	7,7	-3,8	ENGENORT
E145	BOSQUE DA SAÚDE	15/07/83	-3,9	8	-5,3	ENGENORT
E146	JD.TROPICAL	15/07/83		7,2	-5,6	ENGENORT
E147	JD.TROPICAL	18/07/83	-1	7,02	-5,3	ENGENORT
E148	JD.TROPICAL	18/07/83	-1	6,84	-4,5	ENGENORT
E149	B.ESPERANÇA	17/04/84	-3,5	-0,34	-6,15	ENGENORT
E150	BAIRRO B. ESPERANÇA	17/04/84	-2,3	-0,47	-4,45	ENGENORT
E151	UFMT	14/06/83	-3,2	96,63	-9,5	ENGENORT
E152	UFMT	15/06/83	-5,3	96,23	-8,5	ENGENORT
E153	UFMT	16/06/83	-4,5	96,34	-6,4	ENGENORT
E154	UFMT	14/06/83	-3,5	97	-10,2	ENGENORT
E155	UFMT	15/06/83	-4,5	96,87	-9,7	ENGENORT
E156	UFMT	16/06/83	-6	96,67	-8,3	ENGENORT
E157	UFMT	16/06/83	-5,8	96,72	-8,25	ENGENORT

## SPT- RESUMO

SPT	LOCAL	DATA	NA	COTA DA BOCA	IMPENETRÁVEL	FORNECEDOR
E158	UFMT	16/06/83	-5,9	96,77	-6,01	ENGENORT
E159	UFMT	17/06/83	-6,2	97,67	-8,7	ENGENORT
E160	UFMT	17/06/83	-4,6	97,67	-5,43	ENGENORT
E161	UFMT	13/06/83	-3,5	96,16	-9,4	ENGENORT
E162	UFMT	15/06/83	-1,5	97,17	-9,04	ENGENORT
E163	UFMT	10/06/83	-6,6	97,73	-9,4	ENGENORT
E164	UFMT	14/06/83	-5,5	97,74	-9,4	ENGENORT
E165	UFMT	15/06/83	-5,2	97,83	-10,2	ENGENORT
E166	UFMT	13/06/83	-6,5	98,17	-8,6	ENGENORT
E167	UFMT	11/06/83	-3,8	97,91	-8,6	ENGENORT
F001	RUA ALBANIA, S/N, JD.EUROPA	25/10/01	-1,8	0	-7	FUNSOLO
F002	RUA ALBANIA, S/N, JD.EUROPA	25/10/01	-1,5	0	-7	FUNSOLO
F003	RUA ALBANIA, S/N, JD. EUROPA	25/10/01	-1,4	0	-6	FUNSOLO
F004	RUA ALBANIA, JD. EUROPA	25/10/01	-1,2	0	-7	FUNSOLO
F005	RUA ALBANIA, JD. EUROPA	25/10/01	-0,5	0	-8	FUNSOLO
F006	RUA ALBANIA, JD. EUROPA	25/10/01	-0,6	0	-10	FUNSOLO
F007	RUA ALBANEIA, S/N, JD.EUROPA	25/10/01	-0,8	0	-10	FUNSOLO
F008	RUA ALBANIA , JD. EUROPA	25/10/01	-0,6	0	-10	FUNSOLO

## SPT- RESUMO

SPT	LOCAL	DATA	NA	COTA DA BOCA	IMPENETRÁVEL	FORNECEDOR
F009	RUA ALBANIA, JD. EUROPA	25/10/01	-0,6	0	-10	FUNSOLO
F010	RUA ALBANIA, JD. EUROPA	25/10/01	-0,9	0	-8	FUNSOLO
F011	RUA ALBANIA, JD.EUROPA	25/10/01	-1,4	0	-8	FUNSOLO
F012	RUA ALBANIA, JD. EUROPA	25/10/01	-0,8	0	-8	FUNSOLO
F013	RUA ALBANIA, JD. EUROPA	25/10/01	-0,8	0	-8	FUNSOLO
F014	RUA ALBANIA, JD. EUROPA	25/10/01	-1,6	0	-10	FUNSOLO
F015	RUA ALBANIA, JD. EUROPA	25/10/01	-1	0	-10	FUNSOLO
F016	AV. FERNANDO CORREA - CBÁ MT	01/12/99		101,5	-5,04	FUNSOLO
F017	AV. FERNANDO CORREA	04/12/99		102	-6,04	FUNSOLO
F018	AV. FERNANDO CORREA	04/12/99		103,1	-6,03	FUNSOLO
F019	AV. FERNANDO CORREA	03/12/99		103,7	-6,04	FUNSOLO
F020	AV.FERNANDO CORREA	03/12/99		-103	-6,05	FUNSOLO
F021	SESI - AV OATOMOMO CANAVARROS S/N	06/12/01	-1,7		-6,45	FUNSOLO
F022	SESI - AV OATOMOMO CANAVARROS S/N	10/12/01	-1,8	0	-6,3	FUNSOLO
F023	SESI - AV OATOMOMO CANAVARROS S/N	12/12/01	-2,3	0	-6,1	FUNSOLO
F024	SESI - AV OATOMOMO CANAVARROS S/N	13/12/01	-1,9	0	-7,1	FUNSOLO
F025	SESI - AV OATOMOMO CANAVARROS S/N	11/12/01	-1	0	-6,3	FUNSOLO
F026	SESI - AV OATOMOMO CANAVARROS S/N	10/12/01	-1,8	0	-6,3	FUNSOLO

## SPT- RESUMO

SPT	LOCAL	DATA	NA	COTA DA BOCA	IMPENETRÁVEL	FORNECEDOR
F027	SESI - AV OATOMOMO CANAVARROS S/N	12/12/01	-1,8	0	-6,45	FUNSOLO
F028	SESI - AV OATOMOMO CANAVARROS S/N	12/12/01	-1,5	0	-6,05	FUNSOLO
F029	SESI - AV OATOMOMO CANAVARROS S/N	09/12/01	-1,5	0	-8,3	FUNSOLO
F030	SESI - AV OATOMOMO CANAVARROS S/N	08/12/01	-1,7	0	-5,45	FUNSOLO
F031	SESI - AV OATOMOMO CANAVARROS S/N	06/12/01	-1,5	0	-7,2	FUNSOLO
F032	SESI - AV OATOMOMO CANAVARROS S/N	13/12/01	-1,7	0	-5,05	FUNSOLO
F033	SESI - AV OATOMOMO CANAVARROS S/N	07/12/01	-3,1	0	-7,08	FUNSOLO
F034	SESI - AV OATOMOMO CANAVARROS S/N	07/12/01	-3,1	0	-5,45	FUNSOLO
F035	SESI - AV OATOMOMO CANAVARROS S/N	09/12/01	-2	0	-6,1	FUNSOLO
F036	SESI - AV OATOMOMO CANAVARROS S/N	12/12/01	-0,8	0	-5,3	FUNSOLO
F037	SESI - AV OATOMOMO CANAVARROS S/N	07/12/01	-2,7	0	-4,45	FUNSOLO
F038	SESI - AV OATOMOMO CANAVARROS S/N	08/12/01	-3,3	0	-8,05	FUNSOLO
F039	SESI - AV OATOMOMO CANAVARROS S/N	12/12/01	-1,6	0	-5,3	FUNSOLO
F040	SESI - AV OATOMOMO CANAVARROS S/N	12/12/01	-0,1	0	-5,03	FUNSOLO
F041	TORRE DA TELEMAT - CONCREMAX LTDA	29/06/95		0	-8,1	FUNSOLO
F042	TORRE DA TELEMAT - CONCREMAX LTDA	29/06/95		0	-7,25	FUNSOLO
F043	ELCIO APARECIDO - AV.TANCREDO NEVES	05/07/01		0	-1,23	FUNSOLO
F044	ELCIO APARECIDO - AV.TANCREDO NEVES	06/07/01		0	-1,09	FUNSOLO

## SPT- RESUMO

SPT	LOCAL	DATA	NA	COTA DA BOCA	IMPENETRÁVEL	FORNECEDOR
F045	ELCIO APARECIDO - AV.TANCREDO NEVES	06/07/01			-3,33	FUNSOLO
F046	ELCIO APARECIDO - AV.TANCREDO NEVES	05/07/01		0	-3,44	FUNSOLO
F047	TELEMAT - MORADA DO OURO	29/06/95		0	-6,2	FUNSOLO
F048	TELEMAT - MORADA DO OURO	30/06/95		0	-5,2	FUNSOLO
F049	JARDIM ITÁLIA - RESIDENCIA FLAVIO CESAR FACHON	17/01/00	-3,4	0	-10,3	FUNSOLO
F050	JARDIM ITÁLIA - RESIDENCIA FLAVIO CESAR FACHON	17/11/00	-2	0	-11,3	FUNSOLO
F051	JARDIM ITÁLIA - RESIDENCIA FLAVIO CESAR FACHON	18/11/00	-2	0	-11,5	FUNSOLO
F052	TELECOM B. CARUMBÉ	24/11/00	-3,9	0	-8,45	FUNSOLO
F053	TELECOM B. CARUMBÉ	14/11/00	-3,8	0	-8,4	FUNSOLO
N00	JARDIM DAS AMERICAS	24/08/00		0,75	-7,07	NACON
N00	JARDIM DAS AMERICAS	28/08/00		0,8	-4,04	NACON
N00	JARDIM DAS AMERICAS	28/08/00		1,09	-3,04	NACON
N00	JARDIM DAS AMERICAS	28/08/00		1,1	-3,05	NACON
N00	BAIRRO BANDEIRANTES	21/09/01	-5,4	0,92	-7	NACON
N00	BAIRRO BANDEIRANTES	21/09/01	-4,1	0,99	-6	NACON
N00	BAIRRO BANDEIRANTES	21/09/01	-3,6	1,02	-5	NACON
N00	BAIRRO BANDEIRANTES	22/09/01	-3,2	0,9	-5	NACON
N00	JARDIM CALIFÓRNIA	30/07/01	-4,6	0	-7	NACON

## SPT- RESUMO

SPT	LOCAL	DATA	NA	COTA DA BOCA	IMPENETRÁVEL	FORNECEDOR
N01	JD. CALIFÓRNIA	31/07/01	-5,8	0	-8	NACON
N01	JD. CALIFÓRNIA	31/07/01	-4,6	0	-8	NACON
N01	AV. FERNANDO CORREA,S/N, ALADO DA AGENCIA BB.	28/06/99	-3,5	-3,68	-5	NACON
N01	AV. FERNANDO CORREA,S/N	30/06/99	-3,1	-6,4	-5	NACON
N01	AV. FERNANDO CORREA ,S/N	01/07/99	-2,2	-7,9	-7	NACON
N01	AV. BEIRA RIO, B. SHANGRILÁ ,630	05/04/99	-3,7	0,98	-5	NACON
N01	AV. BEIRA RIO, B. SHANGRILÁ, 630	05/04/99	-3,8	0,26	-10	NACON
N01	AV. BEIRA RIO, B. SHANGRILÁ, 630	01/04/99	-4,9	1,23	-12	NACON
N01	AV.BEIRA RIO, B. SHANGRILÁ,630	01/04/99	-3,5	0,62	-10	NACON
N01	BOSQUE DA SAÚDE	09/08/01	-4	100,4	-4,08	NACON
N02	BOSQUE DA SAÚDE	08/08/01	-3	100,4	-3,06	NACON
N02	BOSQUE DA SAÚDE	08/08/01	-4,8	100,4	-5,05	NACON
N02	BOSQUE DA SAÚDE	07/08/01	-5,8	100,3	-6,07	NACON
N02	LOT. PARQUE ELDOURADO	03/09/01		100,2	-11,3	NACON
N02	LOT. PARQUE ELDOURADO	06/09/01		100,3	-8,25	NACON
N02	LOT. PARQUE ELDOURADO	05/09/01		100,4	-10,2	NACON
N02	LOT. PARQUE ELDOURADO	04/09/01		100,3	-8,25	NACON
N02	ED.MAISON FRANCE	25/08/99		99,08	-8,2	NACON

## SPT- RESUMO

SPT	LOCAL	DATA	NA	COTA DA BOCA	IMPENETRÁVEL	FORNECEDOR
<b>N02</b>	ED.MAISON FRANCE	26/08/99		99,11	-8,7	NACON
<b>N02</b>	ED.MAISON FRANÇA	27/08/99	-4	98,93	-9,19	NACON
<b>N03</b>	ED.MAISON FRANCE	30/08/99	-4	99,06	-6,15	NACON
<b>N03</b>	ED.MAISON FRANÇA	27/08/99	-4	0	-8,6	NACON
<b>S001</b>	SEDE CENTRAL DA FEMA - MT	01/07/93	-6,3	102,2	-7,15	SHURING ENG.
<b>S002</b>	SEDE CENTRAL DA FEMA - MT	01/07/93	-6	100,4	-7,29	SHURING ENG.
<b>S003</b>	SEDE CENTRAL DA FEMA - MT	01/07/93	-6,6	100,4	-7,13	SHURING ENG.
<b>S004</b>	SEDE CENTRAL DA FEMA - MT	30/06/93	-5,4	100,5	-7,15	SHURING ENG.