

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO – UFRJ**

**INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA**

**GEOMORFOLOGIA APLICADA AO SANEAMENTO BÁSICO NA CIDADE DE  
CÁCERES, MATO GROSSO.**

**Doutorando: Antonio ROSESTOLATO FILHO**

**Orientador: Prof. Dr. Antonio José Teixeira GUERRA**



**Rio de Janeiro  
2006**

**ANTONIO ROSESTOLATO FILHO**

# **GEOMORFOLOGIA APLICADA AO SANEAMENTO BÁSICO NA CIDADE DE CÁCERES, MATO GROSSO.**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Doutor em Geografia.

**Orientador: Prof. Dr. Antonio José Teixeira Guerra**

**Rio de Janeiro – JULHO**

**2006**

**Rosestolato Filho, Antonio.**

**Geomorfologia aplicada ao saneamento básico na cidade de Cáceres, Mato Grosso/Antonio Rosestolato Filho - 2006. xxvii, 107p. il.**

Dissertação (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências, Rio de Janeiro, 2006.

Orientador: Prof. Dr. Antonio José Teixeira Guerra

1. Geomorfologia Urbana. 2. Saneamento Básico. 3. Cáceres-MT – Teses.

I. Guerra, Antonio José Teixeira (Orient.). II. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Programa de Pós-Graduação em Geografia. III. Título.

CDD:

**ANTONIO ROSESTOLATO FILHO**

**GEOMORFOLOGIA APLICADA AO SANEAMENTO BÁSICO NA CIDADE  
DE CÁCERES, MATO GROSSO.**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Doutor em Geografia.

**Aprovado por:**

---

Professor Doutor Antonio José Teixeira Guerra - Orientador  
Universidade Federal do Rio de Janeiro

---

Professora Doutora Mônica dos Santos Marçal  
Universidade Federal do Rio de Janeiro

---

Professora Doutora Sandra Baptista da Cunha  
Universidade Federal Fluminense

---

Professor Doutor Deocleciano Bittencourt Rosa  
Universidade Federal de Mato Grosso

---

Professor Doutor Jorge Soares Marques  
Universidade Estadual do Rio de Janeiro

**Rio de Janeiro**

**2006**

**SUMÁRIO**

<b>Assunto</b>	<b>Página</b>
1. INTRODUÇÃO.....	01
2. JUSTIFICATIVA.....	03
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....	04
3.1.Erosão dos Solos .....	05
3.2. Geomorfologia Urbana .....	06
3.3. Ambiente Tropical Urbano .....	09
3.4. Drenagem Urbana .....	10
4. LOCALIZAÇÃO.....	21
4.1. Histórico .....	21
4.2. Hidrografia .....	25
4.3. Clima .....	27
4.4. Vegetação .....	34
4.4.1. Cerrado.....	35
4.5. Geomorfologia .....	35
4.6. Geologia .....	37
4.6.1. Formação Araras .....	39
4.6.2. Formação Raizama .....	40
4.6.3. Formação Diamantino .....	40
4.6.4. Formação Pantanal .....	41
4.6. Neotectônica .....	41
5. MATERIAIS E MÉTODOS.....	43
5.1. Geologia das rochas sãs, com referência especial para a neotectônica e estrutura rochosa.....	44
5.1.1. Sondagem de Solo .....	44

5.2. Declividade .....	47
5.3. Natureza das chuvas, especialmente de tempestades .	48
5.4. Taxa de Infiltração e drenagens urbanas .....	49
6. RESULTADOS.....	52
6.1.1. Sondagem de Solo .....	52
6.2. Mineralogia de argilas .....	58
6.2.1. Utilização das argilas no perímetro urbano ....	64
6.3. Embasamento rochoso e Neotectônica .....	65
6.4. Dados Pluviométricos mensurados pelos pluviógrafos artesanais.....	69
6.5. Taxas de infiltração, com as coordenadas geográficas dos pontos mensurados, no perímetro urbano de Cáceres.....	70
6.6. Mapas: das curvas de nível do perímetro urbano de 1978, de Elevações, de Declividade com setas direcionadas, de Declividade por cores e dos canais urbanos de Cáceres.....	79
7. RECOMENDAÇÕES.....	89
8. CONCLUSÕES.....	90
9. BIBLIOGRAFIA.....	91
10. ANEXOS.....	103

## LISTA DE TABELAS

1 - Causas de mortes, por falta de saneamento no Brasil, no período 1996-1998.....	02
2 - Dados registrados pela estação meteorológica da Escola Agrotécnica Federal de Cáceres no período de janeiro a dezembro de 1972.....	30
3 - Dados registrados pela estação meteorológica da Escola Agrotécnica Federal de Cáceres nos meses de novembro e dezembro de 2001.....	31
4 - Dados registrados pela estação meteorológica da Escola Agrotécnica Federal de Cáceres nos meses de janeiro e fevereiro de 2002.....	32
5 - Dados registrados pela estação meteorológica da Escola Agrotécnica Federal de Cáceres nos meses de março e abril de 2002.....	33
6 - Coluna Estratigráfica Regional - Eras Proterozóica e Paleozóica.....	38
7 - Coluna Estratigráfica Regional - Eras Mesozóica e Cenozóica	39
8 - Designação de descrição das amostras.....	61
9 - Análise mineralógica por difratometria de raios X da fração argila.....	61
10 - Resultados analíticos - Análise Química.....	63
11 - Resultados analíticos - Análise Física.....	63

12 - Resultados Complementares (Cálculos) ..... 63

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Dados da Tabela 1.....	02
Figura 2 - Mudanças da costa paraibana ao longo de onze anos	14
Figura 3 - Variação dos parâmetros do Canal dos Fontes.....	17
Figura 4 - Variação dos parâmetros do Córrego do Renato, em dois períodos distintos.....	18
Figura 5 - Variação dos parâmetros do Córrego José Basto, em dois períodos distintos.....	19
Figura 6 - Variação dos parâmetros do Córrego Sangradouro, em dois períodos distintos.....	20
Figura 7 - Localização da cidade de Cáceres, no Alto Pantanal do Estado de Mato Grosso.....	21
Figura 8 - Aspectos dos casarões construídos no início do século XX, em Cáceres-MT.....	23
Figura 09 - Marco do Jaurú, em frente à Catedral da cidade de Cáceres, na Praça Barão do Rio Branco.....	25
Figura 10 - Hidrografia de Mato Grosso.....	26
Figura 11 - Mapa de localização dos pluviômetros artesanais instalados e da Estação Meteorológica da Escola Agrotécnica Federal de Cáceres.....	28

Figura 12 - Estação Meteorológica da Escola Agrotécnica Federal de Cáceres.....	29
Figura 13 - Pluviômetro e Pluviógrafo da Estação Meteorológica da Escola Agrotécnica Federal de Cáceres.....	29
Figura 14 - Paina do Cerrado e Jatobá.....	35
Figura 15 - Imagem de Radar - Relevos dobrados da Serra das Araras - Estado de Mato Grosso.....	36
Figura 16 - Carta Geomorfológica das Bacias do Rio Paraguai - Cuiabá - MT.....	37
Figura 17 - Mapa Geológico.....	37
Figura 18 - Perfil de um limite de placa convergente.....	42
Figura 19 - Etapas da execução da sondagem de solo com o trado helicoidal.....	45
Figura 20 - Etapas da execução e análise dos poços de sondagem de solo.....	45
Figura 21 - Mapa de localização dos perfis de solo executados com furos e poços de sondagem .....	45
Figura 22 - Levantamento topográfico com utilização de nível e baliza.....	47
Figura 23 - Levantamento topográfico com utilização de GPS topográfico e veículo.....	47

Figura 24 - Pluviômetro artesanal feito com garrafa PET....	48
Figura 25 - Seqüência dos ensaios de infiltração executados	49
Figura 26 - Foto aérea de 1967 da cidade de Cáceres.....	50
Figura 27 - Imagem Landsat, 2004 com a cidade de Cáceres...	51
Figura 28 - Perfil de Plintossolo que prevalece em quase toda a cidade.....	52
Figura 29 - Blocos de Plintossolo utilizados para estabilização de margens dos canais urbanos e como cascalhos para reparo de ruas não asfaltadas.....	53
Figura 30 - Esquema e fotos da represa próxima ao poço abandonado da Companhia de Saneamento do Estado de Mato Grosso - SANEMAT.....	54
Figura 31 - Nível do lençol freático próximo ao córrego Olhos D' água.....	55
Figura 32 - Esquema de infiltração da água nos sedimentos da Formação Pantanal e renteção na Formação Diamantino.....	55
Figura 33 - Efeito "gota de mercúrio".....	56
Figura 34 - Esquema de infiltração lateral.....	56
Figura 35 - Afogamento de drenagens pluviais.....	57
Figura 36 - Canal dos Fontes.....	58

Figura 37 - Imagem Landsat 2004 com os pontos de coleta de amostra para análise da mineralogia das argilas.....	59
Figura 38 - Poço de sondagem.....	60
Figura 39 - Detalhe dos metapelitos da Formação Diamantino.	60
Figura 40 - Etapas da fabricação de tijolos.....	64
Figura 41 - Mapa dos perfis executados.....	65
Figura 42 - Perfis topográficos executados.....	66
Figura 43 - Perfil de um limite de placa convergente.....	67
Figura 44 - Situação de Cáceres, na placa Sul Americana....	68
Figura 45 - Distribuição da taxa de infiltração mensurada no perímetro urbano de Cáceres-MT.....	78
Figura 46 - Mapa de curvas de nível.....	80
Figura 47 - Mapa de variação de declividades por polígonos.	81
Figura 48 - Mapa de variação de declividades por cores.....	82
Figura 49 - Mapa de variação de declividades por setas.....	83
Figura 50 - Mapa dos canais urbanos.....	84
Figura 51 - Mapa de seções transversais dos canais urbanos (Aguiar, 2005).....	85

Figura 52 - Mapa de localização de áreas alagáveis e ruas principais.....86

Figura 53 - Mapa de áreas atualmente alagáveis.....87

Figura 54 - Esquema de estudo para Geomorfologia Urbana....88

À memória de minha esposa **Luiza Helena Mendes Rosestolato**, sem a qual não teria caminhado até aqui e motivo pelo qual continuo a jornada.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao término deste trabalho, quero agradecer inicialmente ao Prof. Dr. Antonio José Teixeira Guerra, pela orientação, compreensão e apoio.

Ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, pela estrutura e serviços disponibilizados.

À Prof<sup>a</sup>. Dra. Sandra Baptista da Cunha pela colaboração e amizade.

À Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT, por seu programa de qualificação docente que vem contribuindo para a melhoria da qualidade do ensino.

Aos Reitores, Pró-Reitores, Coordenadores, Diretores e Chefes do Departamento de Geografia da UNEMAT, amigos, professores, bolsistas e alunos pela compreensão em momentos difíceis.

Aos professores do Departamento de Geografia da UNEMAT Sandra Mara Alves da Silva Neves, Ronaldo José Neves e Célia Alves de Souza pela colaboração.

Ao Dione Peres Aguiar pela participação nos trabalhos de campo, colaboração e amizade.

Aos amigos Marcos de Paula Ferreira e Luciano Favaro pelos trabalhos técnicos.

À Laura e à Ione pela colaboração na finalização da Tese.

À Eliete e ao Hamilton pelos trabalhos de campo.

Aos camaradas e amigos do Fundão, de Varginha e de Cuiabá.

À minha família, por todo incentivo e apoio em meus estudos.

À minha nova família, Detinha e nosso(a) filho(a). Que Deus nos proteja.

Obrigado Senhor!

## RESUMO

ROSESTOLATO FILHO, Antonio. **Geomorfologia aplicada ao saneamento básico na cidade de Cáceres, Mato Grosso**. Orientador: Antonio José Teixeira Guerra. Rio de Janeiro, 2006. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

As pesquisas físicas em áreas urbanizadas apresentam particularidades que vêm merecendo uma abordagem maior de diferentes áreas da ciência que buscam na Geomorfologia um respaldo para gerenciar os estudos que procuram evitar ou minimizar os impactos ambientais urbanos. Esta tese busca atender essa necessidade, analisando as feições que caracterizam o ambiente, especialmente das drenagens, da declividade do perímetro urbano da cidade de Cáceres, no Estado de Mato Grosso, além das taxas de infiltração, da dinâmica pluvial, do solo e do embasamento rochoso. Através das informações geológicas de trabalhos regionais e locais, de mapas topográficos do perímetro urbano, de sondagens de solo, análise da mineralogia de argilas, de estudos dos canais urbanos, de dados climatológicos de 1972 a 2002, dados coletados de pluviômetros artesanais no período de outubro de 2002 a abril de 2003, de ensaios de infiltração em 270 pontos do perímetro urbano buscou-se atender as informações requeridas para avaliação do conjunto geomorfológico de cidades tropicais. As informações foram processadas utilizando-se os softwares AutoCad® e Surfer®. A situação geológica da cidade com solos arenosos da Formação Pantanal, assentados sobre camada argilosa da Formação Diamantino, condiciona a grande variação do nível do lençol freático no perímetro urbano, formando plintossolos, minerais de argila e várias áreas de embaciamento. A preservação das áreas alagáveis que estão sendo ocupadas clandestinamente é recomendada para a redução dos efeitos negativos da urbanização, especialmente das enchentes, além de obras para contenção do escoamento superficial de eventos chuvosos mais intensos a montante da área mais urbanizada em direção à Província Serrana. Para os canais urbanos devem-se buscar opções que estimulem a infiltração na área urbana, tais como gramados e margens inclinadas em ângulo suave, e com vegetação estabilizante ao contrário da canalização. As construções devem ter, sempre que possível, nas laterais das fundações, seixos rolados de rio e parte não impermeabilizada para infiltração e saída da umidade. A tese contribui para elaboração de um plano diretor adequado para a cidade de Cáceres, com prioridade recomendada para o saneamento básico, bem como, difusão da metodologia de estudo para Geomorfologia Urbana.

Palavras-chave: Geomorfologia Urbana; Saneamento básico; Canais urbanos; Cáceres - Mato Grosso.

## ABSTRACT

ROSESTOLATO FILHO, Antonio. **Geomorfologia aplicada ao saneamento básico na cidade de Cáceres, Mato Grosso**. Orientador: Antonio José Teixeira Guerra. Rio de Janeiro, 2006. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

The physical researches in urbanized areas introduce particularities that come deserving a larger approach of different areas of the science that seek in the Geomorphology a back-up to manage the studies that try to avoid or to minimize the urban environmental impacts. This search thesis attend this need, analyzing the features that characterize the environment, especially of the drainage, of declivity of the urban perimeter of the city of Cáceres, in Mato Grosso State, besides the infiltration rates, of the dynamic pluvial, of the soil and of the rocky basement. through the geological information of regional and local jobs, of topographical maps of the urban perimeter, of soil surveys, analysis of the clay mineralogy, of studies of the urban channels, of climatological data from 1972 to 2002, data collected of homemade pluviometers in October period 2001 for April 2002, of infiltration rehearsals in 270 points of the urban perimeter it sought attend the information required for evaluation of the geomorphologic joint of tropical cities. The information were prosecuted using AutoCAD and Surfer® softwares®. The geological situation of the city with sandy soils of the Swampland Formation, settlers about loamy layer of the Diamatino Formation, conditions the great variation of the level of the sheet table in the urban perimeter, forming plintosoils, clay minerals and several small basin areas. The preservation of the swamp-areas that are being clandestinely busy, is recommended for the reduction of the negative effects of the urbanization, especially of the floods, besides works for contention of the superficial flow of more intense rainy events for amount of the area urbanized most in direction to the Província Serrana. For the urban channels they should seek options that stimulate the infiltration in the urban area, such as lawns and margins inclined in soft angle, and with vegetation stabilizer on inverse the canalization. The constructions should have, whenever possible, in the lateral of the foundations, pebbles rolled of river and an area to infiltration and exit of the moisture. The thesis contributes for elaboration of an adequate Director Plan for the city of Cáceres, with priority recommended for basic sanitation, as well as, diffusion of the study methodology for Urban Geomorphology.

**Key-words:** Urban geomorphology; Basic sanitation; Urban channels; Cáceres - Mato Grosso

## 1. INTRODUÇÃO

A Geomorfologia, tendo como um dos objetos de estudo as formas de relevo, abrange um conteúdo bastante amplo, que a cada dia exige mais estudos e especialidades para elucidar suas múltiplas variáveis.

Como ressaltou Marques (1998), a Geomorfologia integra também como seu objeto de estudo, os processos responsáveis pelas ações capazes de criar ou destruir as formas de relevo, de fixá-las num local ou deslocá-las, de ampliar suas dimensões ou reduzi-las, de modelá-las contínua ou descontinuamente, de mantê-las preservadas ou modificá-las.

A busca da interação das ciências humanas e ciências físicas para compreender o sistema geomórfico é a meta da Geomorfologia, e deve ser alcançada em estudos que se propõem melhorar o ambiente físico em benefício da sociedade.

As dificuldades encontradas felizmente vêm sendo superadas com os novos estudos multidisciplinares executados, e/ou em andamento no campo da Geomorfologia. Esses estudos são importantes, pois estão atentos à necessidade de se observar o sistema, visando proporcionar oportunidades para minimizar os efeitos negativos dos processos modificadores do relevo, especialmente os provocados por atividade antrópica.

As decisões das administrações estaduais e municipais relativas às obras de engenharia em terrenos urbanos, especialmente quanto ao saneamento básico e ocupação planejada, necessitam de especialistas em estudos geomorfológicos regionais e locais.

Efeitos negativos da ocupação urbana são constantes em quase todas as cidades. O aumento das superfícies impermeabilizadas, ineficiência dos sistemas de drenagens, ocupação desordenada e contaminação de fontes de abastecimento d'água são alguns dos problemas enfrentados pelos municípios, especialmente nos países

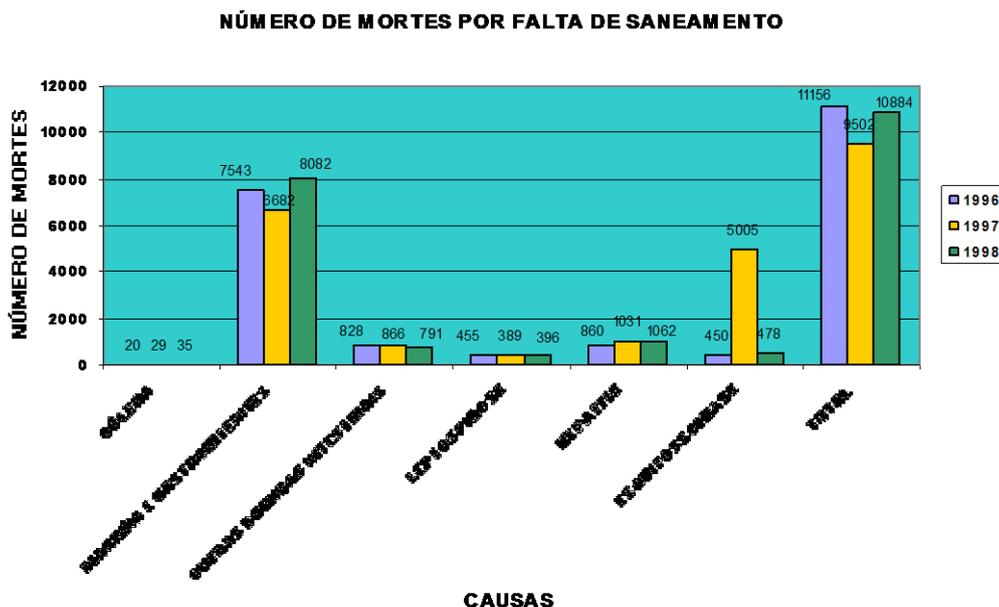
em desenvolvimento. O custo para amenizar, quando uma solução definitiva não está ao alcance, é muito elevado para qualquer município.

Segundo Athias (2000), doenças associadas à falta de saneamento básico mataram no Brasil, em 1998, mais do que todos os homicídios daquele ano na região metropolitana de São Paulo, onde se concentra a maioria das mortes violentas do país.

Naquele ano, 10.116 pessoas foram assassinadas. As doenças, impulsionadas pela diarreia, vitimaram 10.844. Ou seja: 29 pessoas por dia morrem no país de doenças decorrentes de falta de água encanada, esgoto e coleta de lixo (**Tabela 01 e Figura 01**).

<b>NÚMERO DE MORTES POR FALTA DE SANEAMENTO</b>			
<b>CAUSAS</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>
CÓLERA	20	29	35
DIARRÉIA E GASTROENTERITES	7543	6682	8082
OUTRAS DOENÇAS INTESTINAIS	828	866	791
LEPTOSPIROSE	455	389	396
HEPATITE	860	1031	1062
ESQUITOSSOMIASE	450	5005	478
<b>TOTAL</b>	<b>11156</b>	<b>9502</b>	<b>10884</b>

Tabela 01. Causas de mortes, por falta de saneamento, no período 1996-1998. ATHIAS (2000).



**Figura 01. Gráfico com os dados da Tabela 01. Dados levantados pela Fundação Nacional de Saúde - FUNASA, para o Jornal Folha de São Paulo. ATHIAS (2000).**

Certas regiões têm condições particulares que agravam estes problemas, tais como o Centro-Oeste brasileiro, especialmente o Estado de Mato Grosso, onde cidades situadas na confluência de importantes ecossistemas e em regiões divisoras de grandes bacias hidrográficas, merecem estudos locais. As ações desenvolvidas nessas cidades afetam seu entorno em diferentes intensidades, especialmente quanto às alterações do meio físico e ao saneamento básico.

Os problemas que surgem da precariedade do saneamento urbano nestas áreas atingem uma dimensão regional. Além da saúde da população local que é atingida, há também perda de receita econômica e prejuízo à fauna e flora dos biomas atingidos. Somente um gerenciamento adequado do sistema como um todo poderá amenizar a situação inadequada atual.

## **2. JUSTIFICATIVA**

As pesquisas físicas em áreas urbanizadas apresentam particularidades que vêm merecendo uma abordagem maior de diferentes áreas da ciência que buscam na Geomorfologia um respaldo para gerenciar os estudos que procuram evitar e minimizar os impactos ambientais urbanos. Entre esses impactos, o uso inadequado da água e de suas vias de escoamento têm gerado maiores preocupações para a comunidade.

A falta de planejamento e o crescimento desordenado já são lugares comuns em todos os meios de comunicação quando tratam do assunto. O desafio agora é analisarmos, tratarmos os problemas com metodologias apropriadas e entender o sistema físico urbano para que possamos orientar presentes e futuras ações, buscando a melhoria da qualidade de vida da população.

A análise geomorfológica contribuirá, através de estudos geológicos, geomorfológicos e pedológicos, para promover oportunidades de melhor utilização das pesquisas nas decisões do poder público, relativas ao desenvolvimento de obras de saneamento básico, e na melhoria da qualidade de vida da população urbana de Cáceres-MT.

Analisando espacialmente as feições que caracterizam o ambiente podem-se observar as mudanças temporais das drenagens em períodos distintos. Conhecendo a declividade do perímetro urbano, as taxas de infiltração e evaporação, a dinâmica pluvial em ambiente tropical pode-se propor medidas para a redução dos efeitos negativos da urbanização.

A aquisição de conhecimento para linha de pesquisa da Universidade do Estado de Mato Grosso, e para trabalhos conjuntos com demais pesquisadores, permitirá disponibilizar informações e subsídios ao Plano Diretor de Cáceres-MT, além de apresentar e difundir metodologia de estudos geológicos, geomorfológicos e pedológicos em ambiente tropical urbano.

Com a finalidade de contribuir significativamente com a comunidade cacerense e atender aos propósitos do Programa de Pós-graduação em Geografia do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ - e ao Programa de Qualificação Docente implementado pela Pró-reitoria de Pesquisa e Pós-graduação da Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT - o trabalho busca atender uma lacuna no conhecimento geomorfológico, especialmente quanto à Geomorfologia no perímetro urbano do município de Cáceres-MT.

### **3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

O referencial teórico para uma análise geomorfológica é bastante amplo, se considerarmos todas as variáveis que atuam no sistema geomórfico. Buscando atender aos objetivos propostos na pesquisa alguns trabalhos foram selecionados pela contribuição direta que proporcionam. A subdivisão da fundamentação teórica

faz-se necessária pela multidisciplinaridade envolvida e pela ordem cronológica que deixaria temas dispersos, caso estivessem dispostos em um mesmo item.

Segundo Ross (1998), as análises ambientais visam atender às relações das sociedades humanas de um determinado território (espaço físico) com o meio natural, ou seja, com a natureza deste território.

Segundo Guimarães (2000) a dificuldade de interação entre as ciências está no fato de *que diversas disciplinas acadêmicas tentam se adaptar a um esquema cartesiano de explicação dos diversos fenômenos a que se dedicam. Tal bagagem referencial vem dificultando o entendimento das relações complementares e a maneira de interação entre elas.*

As pesquisas recentes comprovam a importância da Geomorfologia na detecção, análise e solução de problemas decorrentes do processo de urbanização associado com erosão de solos. Os trabalhos de Almeida e Guerra (2000), e Marçal e Guerra (2000), mostram que o mau uso da terra, em ambiente susceptível à erosão, agravam os impactos ambientais nas cidades estudadas - Sorriso-MT e Açailândia-MA - respectivamente. Evidenciam a necessidade de compreensão do meio físico, forma de ocupação e monitoramento para elaboração de estratégias que visem minimizar impactos negativos. São estudos em áreas e ambientes próximos ao presente trabalho realizado em Cáceres-MT, com objetivos comuns.

### **3.1. Erosão dos Solos.**

Segundo Ghisci (1986), os dados obtidos a partir de uma análise de lapso de tempo em relação às mudanças no uso e manejo da terra ocorridas em um período avaliado, possibilitarão localizar áreas de risco e modificações a serem implementadas para controlar possíveis danos.

Os fatores controladores da erosão do solo e os processos erosivos básicos descritos por Guerra, (1999), devem ser estudados para que possamos **entender** os mecanismos de erosão e **avaliar** as formas possíveis de recuperação para **conservar** os solos.

Bryan (1989) mostra que a erosão de solo pela água inclui vários subprocessos distintos que afetam o solo de diferentes formas e exercem diferentes forças de interação. A magnitude e importância das mudanças entre chuvas, sazonais e de longo prazo, na erodibilidade, devem ser avaliadas junto às demais condições locais.

Govers (1989) ressalta que o aspecto dinâmico da susceptibilidade do solo, para vários processos erosivos, poderia receber mais atenção nos estudos experimentais futuros. Experimentos de laboratório e de campo precisam ser projetados para permitir a quantificação da contribuição dos diferentes processos ativos e permitir que as características dos agentes erosivos possam ser mensuradas tão precisamente quanto possível.

Bryan *et al.* (1989), concluem que a resistência do solo, e ainda as propriedades relevantes do solo devem ser cuidadosamente avaliadas em relação às forças erosivas; e que os subprocessos erosivos variam grandemente entre locais, seja como resultado de fatores topográficos, climáticos e vegetação, ou devido às propriedades do solo, influenciadas pelas características da vegetação e biota do solo, provando ser impossível desenvolver um conceito satisfatório de erodibilidade separando solos e fatores bióticos.

Segundo Oliveira (1999), alguns parâmetros, como a caracterização das coberturas móveis (saprolito, solo, colúvios e alúvios), associados à gênese de áreas de risco, auxiliam a identificação de tais áreas. Pontos de convergência do fluxo superficial e subterrâneo, bem como áreas fontes de alimentação de sedimentos para aqueles pontos devem ser identificados.

Favis-Mortlock e Guerra (1999), usando modelos para avaliar risco de erosão futura em uma área agrícola, ressaltam a necessidade de pesquisas para ajudar a identificar áreas que podem ter erosão acelerada, bem como levantar dados que permitam validar os modelos.

Os solos tropicais, com maior espessura e características particulares, necessitam novos modelos, portanto, a maior

disponibilidade de informações permitirá aplicações atuais e posteriores para os estudos geomorfológicos.

### **3.2. Geomorfologia Urbana**

A quantificação da contribuição dos diferentes processos ativos e constituição da paisagem, além das características dos agentes erosivos, devem ser mensuradas tão precisamente quanto possível em uma análise geomorfológica (Ghisci, 1986).

A aceleração das diferentes formas de degradação pode ser averiguada com base no exemplo metodológico de planejamento de bacias executado por Ghisci (1986), através de uma análise de lapso de tempo dos parâmetros em diferentes complexidades de geologia, morfologia, solo, uso e manejo da terra, em datas seqüenciais. A correlação do aumento de inundações com as modificações das canalizações (fatores variáveis), em uma dada condição geológica, morfológica e de solo (fatores invariáveis), pode ser verificada para delinear medidas alternativas para reduzir o risco de inundações e contaminações. Opcionalmente, o cálculo da perda de solo para o conjunto - uso da terra-gradiente na bacia - permitirá localizar as fontes principais de sedimentos e estabelecer limites para o uso e manejo da terra em áreas de alto risco nos limites da bacia.

Christofoletti (1993) observa que *"além de se conhecer a tipologia morfológica e discernir as características dos sistemas de relevo, torna-se oportuno que haja a análise e mapeamento dos processos geomorfológicos atuais. Conhecendo-se a dinâmica desses processos, pode-se estabilizar categorias de sensibilidade e intensidade erosiva e avaliar a incidência dos azares erosivos"*.

Argento (1998) destaca a importância do mapeamento temático em bases geomorfológicas, buscando o ordenamento de legendas que atendam às diferentes perspectivas de macroescalas em nível regional, de mesoescalas de detalhamento, em âmbito municipal e de microescalas, em que são priorizadas as especificidades locais.

Um aspecto a ser considerado é a proximidade do município de Cáceres à Formação Araras, constituída de calcários calcíticos e dolomíticos. Veni (1999) propõe em seu trabalho uma estratégia para estudos de impactos ambientais em terrenos cársticos, com o estudo de caso em Camp Bullis, uma área de treinamento militar ao norte da cidade de San Antonio, Texas, EUA. Avaliando dados como, passagem de ar, fauna de caverna, litologia, morfologia, recarga e descarga, sedimento, estrutura e topografia, define os fatores limitantes para o uso da terra e desenvolvimento na área cárstica, bem como, áreas críticas, capacidade, limite e zonas de proteção.

Veni (1999) conclui que a estratégia apresentada é efetiva na identificação de feições e áreas cársticas vulneráveis, mas sozinha não prevenirá a contaminação de aquíferos.

Segundo Gupta e Ahmad (1999), um conjunto de dados geológicos e geomorfológicos precisos devem estar disponíveis para a maioria das cidades. Além disso, é necessário que esta informação esteja disponível em formato apreciado por engenheiros e dirigentes das comunidades. O instrumento adequado para a comunicação entre os geomorfólogos, engenheiros e planejadores deve ser um conjunto de mapas temáticos preparados, primariamente, pelos geomorfólogos. Dados como: informação geológica básica, mapas topográficos, alguns estudos botânicos e dados climatológicos de curto prazo de várias estações, podem ser avaliados com, ou sem, a contribuição de legítimos geomorfólogos. Porém, um geomorfólogo munido de tais informações pode identificar zonas problemáticas, que engenheiros ou planejadores não podem. É mais eficiente e menos dispendioso executar planos preventivos, do que a recuperação após os danos ocorridos.

Cunha e Guerra (2000) lembram que o geomorfólogo tem que estar atento à intervenção humana, em um determinado ambiente, que pode acelerar processos geomorfológicos, em poucos anos, que levariam décadas para acontecer. Concluem que a Geomorfologia, fio condutor no estudo e na compreensão do ambiente, e dos problemas ambientais, tem dado uma contribuição relevante no diagnóstico da

degradação ambiental, bem como tem apontado soluções para resolver esses problemas.

Vieira e Cunha (2001), no estudo sobre o comportamento da drenagem urbana, realizado na cidade de Teresópolis, RJ, mostraram que as modificações irregulares nos canais urbanos, retirada da cobertura vegetal, aumento da impermeabilização da cidade e assoreamento da rede de drenagem, está associada ao aumento de inundações em áreas onde os canais têm sua capacidade diminuída.

### **3.3. Ambiente tropical urbano**

Segundo Gupta e Ahmad (1999), a rápida expansão das cidades nos trópicos está tendo um sério e negativo impacto sobre o ambiente físico local. O impacto é devido tanto à expansão física, como ao aumento da utilização da terra e da água subterrânea. Poucas cidades, entretanto, têm sido estudadas em detalhe pelos geomorfólogos.

Para Gupta e Ahamad (1999), a Geomorfologia Urbana combina o ambiente geológico, a paisagem e os processos geomorfológicos com a avaliação dos impactos provocados pela urbanização. Aham que a Geologia de Engenharia e o planejamento urbano necessitam uma interface com a Geomorfologia em áreas de risco, e que os riscos geomorfológicos urbanos podem ser divididos em dois grandes grupos:

- 1 - riscos associados com a localização da cidade, e,
- 2 - riscos criados ou acentuados pela aceleração do metabolismo da cidade e da utilização dos recursos.

Uma lista de informações requeridas para avaliação do conjunto geomórfico de cidades tropicais inclui:

- Geologia das rochas sãs, com referência especial para a neotectônica e estrutura rochosa;
- Geologia do Quaternário, especialmente para vales de rios, planícies costeiras e locações deltaicas;
- Uma descrição do relevo com especial atenção às escarpas, fraturas e falha na escarpa;

- Profundidade do manto de intemperismo e relíquias de estruturas precipitadas no regolito;
- Processos naturais operando, em especial drenagens, escorregamentos e subsidências;
- Natureza das chuvas, especialmente de tempestades;
- Movimento predominante das águas, especialmente do fluxo e armazenamento;
- Distribuição da vegetação;
- Características do uso e da extração dos recursos.

Gupta e Ahmad (1999) apresentaram exemplos detalhados de riscos geomorfológicos e seus manejos em três cidades tropicais: Singapura, onde os problemas geomorfológicos são de pequena escala, quase inteiramente antropogênicos e com manejo bem sucedido; Kingston, na Jamaica, que está localizada em uma situação extremamente perigosa e onde o manejo de riscos geomorfológicos é extremamente difícil; e Bangcoc, Tailândia, onde um problema local existente é potencializado pelo desenvolvimento da cidade para um nível não manejável. Além destas, em Calcutá, Índia, o aumento da demanda por água leva ao bombeamento desta, de camadas de areia e cascalho, situadas a uma profundidade entre 60 e 180 metros. Este aquífero está entre duas camadas de argila que são comprimidas com a retirada da água em larga escala, causando a subsidência da superfície no local de extração.

Lima-e-Silva *et al.* (1999) mostram a preocupação com os danos nas áreas urbanas, nas grandes metrópoles, destacando a crescente urbanização neste século e o crescimento desordenado das cidades. Isto causa impactos ao ambiente *"e a continuidade do crescimento desordenado, em especial nos países pobres, pode acabar por inviabilizar o próprio processo de modernização da sociedade"*.

### **3.4. Drenagem urbana**

As margens de córregos e rios são mutáveis e o movimento da água causa, localmente, erosão, queda de árvores, acumulação de bancos formando barreiras ou até ilhas com vegetação. O acúmulo de

detrimentos nos canais pode mesmo levar a uma mudança do curso de rios, restando lagos onde antes havia canais.

Tipos de vegetação e condições estruturais somados aos diferentes tipos de sedimentos predominantes nas margens levam à determinados tipos de margens e, conseqüentemente, de canais fluviais.

Os sedimentos nas margens, de uma maneira geral, não são homogêneos. No entanto, a predominância de um determinado tipo de sedimento condiciona características de margens dos canais.

Ebisemiju (1989), concluiu que a natureza da reação do canal à urbanização depende da localização da urbanização junto à rede de córregos. Assim, o padrão de resposta das áreas de influência de nascente à urbanização, especialmente nos trópicos úmidos, pode não seguir estritamente modelo estabelecido. Sugere que o alagamento é uma conseqüência inevitável da urbanização nos países em desenvolvimento nos trópicos úmidos. É um processo hidrológico essencial para obtenção da morfologia estável do canal e seu ajustamento para o estado hidrológico urbano.

O estudo de Odemerho (1992) concluiu que o desenvolvimento de cinturões verde/gramados e outras opções que estimulam a infiltração em áreas urbanas teriam mais sucesso que o desenvolvimento de canalização, devido ao custo financeiro e necessidade de reduzir fluxos rápidos dentro do canal no rio existente.

Gregory *et al.* (1992) concluíram que a investigação para os locais exatos de adaptação do canal do rio é uma necessidade para pesquisas prévias sobre mudanças no canal, complementando a sugestão de que existe uma variedade de reações mais que um simples modelo de redução-alargamento. Ocorre variabilidade na forma do canal ao longo de muitos rios e em canais que estão mudando como resultado da urbanização. Assim, para estratégia de administração fluvial, é importante levar em conta não somente a quantidade de mudança que é provável ocorrer, mas também para a natureza precisa e localização da mudança.

Segundo o professor Ab'Saber (1995), a noção de interdisciplinaridade é fundamental à análise de qualquer projeto. Existe no país uma necessidade de estudos geocológicos, e a hidrogeomorfologia é essencial para o conhecimento.

Tucci (1995) mostra que as enchentes em áreas urbanas são conseqüências de dois processos, que ocorrem isoladamente ou de forma integrada: enchentes em áreas ribeirinhas, que são as enchentes naturais que atingem a população que ocupa os leitos de rios por falta de planejamento do uso do solo, e as enchentes provocadas pela urbanização.

A cidade de Cáceres está localizada em área de várzea natural, e segundo TUCCI (1995), as inundações localizadas, podem ser provocadas, por estrangulamento da seção do rio, remanso devido à macrodrenagem ou erros de execução em projetos de drenagem de rodovias e avenidas.

O controle das enchentes urbanas, segundo TUCCI e GENZ (1995), não deve ser visto como uma ação isolada seja no tempo ou no espaço, mas como uma atividade contínua em que a sociedade, como um todo, deve participar de forma contínua.

As inundações localizadas podem ser provocadas, segundo TUCCI (1995), por estrangulamento da seção do rio, remanso devido à macrodrenagem ou erros de execução em projetos de drenagem de rodovias e avenidas. Como a cidade está localizada em área de várzea natural, os problemas são agravados pela soma destes fatores.

Segundo Zahed e Marcellini (1995), em um projeto de drenagem urbana, há que se conhecer a qualidade dos dados de chuvas que estão sendo utilizados, pois isso pode comprometer a confiabilidade dos resultados dos estudos hidrológicos. As principais características das precipitações intensas são o total precipitado, sua distribuição temporal e espacial e sua freqüência para os estudos e projetos.

Recomendam ainda, que em toda área urbana seja instalado ao menos, um pluviógrafo, para melhorar a qualidade dos estudos hidrológicos que irão apoiar os projetos de controle de inundação.

O custo de instalação e operação de um instrumento é de ordem residual quando comparado à economia e à segurança que os dados mensurados podem transmitir.

Woodward e Foster (1997) mostram que a importância das várias fontes de contribuição para a carga de sedimentos em canais fluviais é relativa e difere de uma região para outra, conforme as mudanças nas características da área de captação. Os sedimentos podem ser erodidos, armazenados e, então, remobilizados em diferentes escalas espaciais e temporais de uma paisagem fluvial. Quanto maior o tamanho da bacia de drenagem, menor sua dinâmica de transferência de sedimentos.

Os processos de erosão, transporte e deposição de sedimentos no leito fluvial alternam-se no decorrer do tempo e, especialmente, são definidos pela distribuição da velocidade e da turbulência do fluxo dentro do canal. São processos dependentes entre si e resultam não apenas das mudanças no fluxo, como, também, da carga existente. Assim a capacidade de erosão das águas depende da velocidade e turbulência, do volume e das partículas por elas transportadas em suspensão, saltação e rolamento (Cunha, 1998).

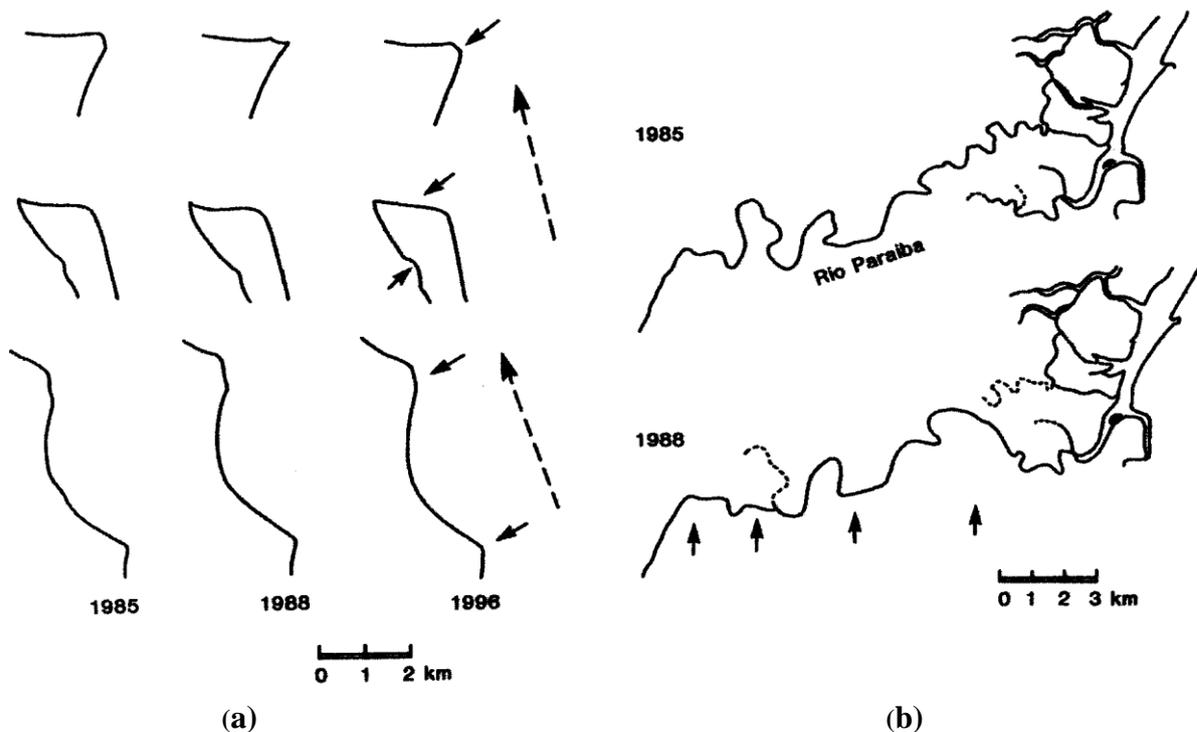
A análise das mudanças na drenagem urbana, tais como canalizações, aterros, pavimentações e obras impactantes é enfocada nos estudos de Cunha (1998), e Vieira e Cunha (2001) e foram referenciais para determinar as mudanças nos canais urbanos no trabalho de Aguiar (2005) e no presente trabalho, juntamente com a análise de imagens de satélite, como demonstrada no trabalho de Ulbricht e Heckendorff (1998).

Segundo Ulbricht e Heckendorff (1998), imagens de satélite são usadas para reconhecimento de dados sinópticos da superfície da terra, identificando muitos fenômenos melhor do que investigações terrestres. Usando a técnica em João Pessoa, costa nordeste do Brasil, os autores descrevem as mudanças climáticas, morfológicas, econômicas e aquelas devido ao desenvolvimento da cidade.

No trabalho de Ulbricht e Heckendorff (1998) foram utilizadas imagens de 1985, 1988 e 1996, identificando mudanças ao longo da

costa, mudanças do curso do rio Paraíba e aumento da densidade da área construída na cidade de João Pessoa. Foi possível observar a troca de vegetação esparsa por casas e blocos de apartamentos, e onde ocorreu troca de residências por edifícios comerciais e administrativos. Também a retirada de uma pequena área de mata atlântica, preservada desde 1932, para construção do pólo turístico, com rodovias e hotéis. As mudanças na vegetação e uso do solo são detectadas somente com observação meticulosa.

Os autores concluem que a precipitação extremamente alta, em 1985 e 1988, causou mudanças no curso do rio Paraíba por vários quilômetros. Na **Figura 02**, abaixo, pode-se observar as alterações ocorridas.



**Figura 02. Mudanças da costa paraibana ao longo de onze anos. As setas apontam mudanças particulares. Uma corrente marinha paralela à costa, do sul para norte, causada pelos ventos alísios, é indicada pela linha tracejada (a). As setas apontam mudanças do leito do rio Paraíba entre fevereiro de 1985 e junho de 1988. As fortes chuvas em 1988 provocaram mudanças no leito do rio. (Adaptado de Ulbricht e Heckendorff, 1998).**

A taxa de infiltração determina o poder de recuperação da superfície urbana após as chuvas mais intensas, bem como, os

locais que necessitam obras adicionais para acúmulo provisório de água ou abertura de canais de escoamento.

Segundo Zahed e Marcellini (1995), em um projeto de drenagem urbana, há que se conhecer a qualidade dos dados de chuvas que estão sendo utilizados, pois isso pode comprometer a confiabilidade dos resultados dos estudos hidrológicos. As principais características das precipitações intensas são o total precipitado, sua distribuição temporal e espacial e sua frequência para os estudos e projetos.

Zahed e Marcellini (1995) recomendam ainda, que em toda área urbana seja instalado, ao menos, um pluviógrafo para melhorar a qualidade dos estudos hidrológicos que irão apoiar os projetos de controle de inundação. O custo de instalação e operação de um instrumento é de ordem residual quando comparado à economia e à segurança que os dados mensurados podem transmitir.

Segundo Lutgens (1998), quando ocorre uma chuva, a descarga nos canais aumenta. Se a chuva é muito forte, a capacidade dos canais excede, a água ultrapassa as margens e ocorrem inundações. Inundações são eventos naturais esperados. Quando as cidades são construídas, a magnitude e frequência das inundações aumentam.

Simon *et al.* (2000) mostra que uma margem estável pode ser transformada em margem instável durante períodos de chuvas prolongadas, através do aumento no peso específico do solo, diminuição ou perda completa da coesão aparente, geração de uma pressão poro positiva, reduzindo ou perdendo a força de atrito, solapamento do material *in situ* e/ou caído da linha de margem e perda da pressão confinante no declínio do hidrográfico de fluxo pluvial. As concentrações de picos de chuva em encostas têm como consequência o aumento da tensão cisalhante limite.

Para Tucci (2001), a complexidade dos sistemas hídricos cresceu devido à diminuição da disponibilidade dos recursos hídricos e deterioração da qualidade das águas. Como consequência, projetos com múltiplas finalidades tenderam a ser desenvolvidos, além do aumento do interesse público pelo impacto dos aproveitamentos hídricos sobre o meio ambiente.

Ainda para Tucci (2001), a Ciência Hidrológica trata processos que ocorrem em sistemas moldados pela natureza. Os processos físicos ocorrem num meio que o homem não projetou, mas ao qual deve-se adaptar, procurando conviver com o comportamento deste meio ambiente. Para o entendimento desses processos é necessário interagir com diferentes áreas do conhecimento que influenciam o ciclo hidrológico.

Silveira (2001) destaca a importância de separar, em termos práticos, o escoamento rápido, ou superficial do escoamento lento, ou subterrâneo, para permitir quantificar e analisar separadamente o escoamento geralmente de maior magnitude numa cheia, o escoamento superficial, que é explicado mais facilmente numa relação de causa e efeito com a precipitação.

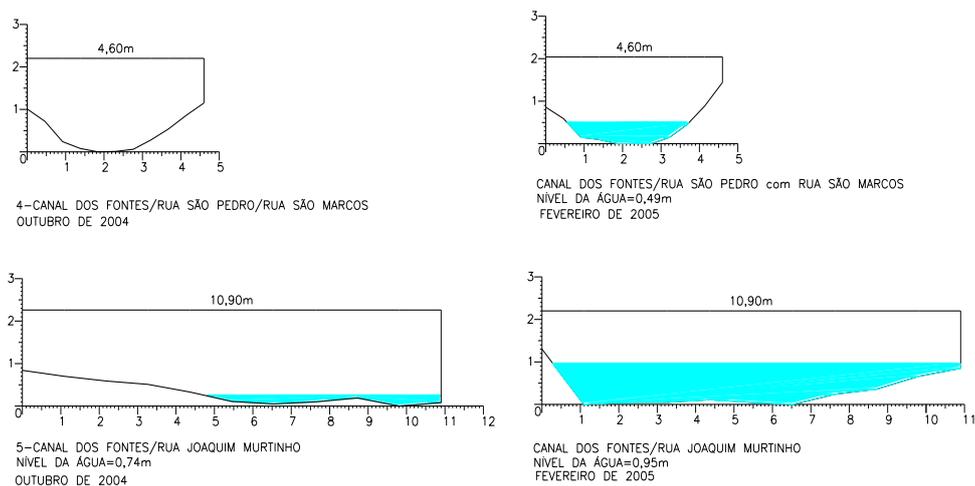
Bertoni e Tucci (2001), no trabalho sobre precipitação, destacam que o objetivo de um posto de medição de chuvas é o de obter uma série ininterrupta de precipitações ao longo dos anos. Os dados coletados devem ser submetidos a uma análise antes de serem utilizados.

Chevallier (2001) aborda apenas os aspectos da avaliação e aquisição das precipitações e das descargas, considerando que, em termos de recursos hídricos, as primeiras formam as principais entradas no sistema estudado e as segundas as principais saídas, junto com a evapotranspiração. Ressalta ainda que não é suficiente medir os parâmetros, é necessário também processar, corrigir, gerar e dar consistência aos dados medidos da maneira mais eficiente possível. Portanto, a primeira dificuldade da medição é a validação dos dados adquiridos num lugar conhecido em dado instante.

Aguiar (2005) em seu trabalho sobre a variação de largura, profundidade média e velocidade do fluxo, realizado em duas etapas, sendo uma no período de estação seca (abril a outubro), e outra no período de estação chuvosa (novembro a março), identificou alterações sofridas pelas seções transversais, comprovando que as obras de engenharia estrangulam as seções transversais, que o transporte de sedimentos, que ocorre com

bastante intensidade durante períodos de altos índices de pluviosidade, diminui a capacidade do canal, e que as inundações estão associadas diretamente aos pontos obstruídos pelas obras de engenharia, pois estas reduzem a eficiência do fluxo em transportar sedimentos e fluir livremente pela seção transversal.

Os gráficos das **Figuras 03, 04, 05 e 06** mostram a variação dos parâmetros dos canais urbanos (Córrego José Bastos, Córrego do Renato, Canal dos Fontes e Córrego Sangradouro), em dois períodos distintos, segundo Aguiar (2005).

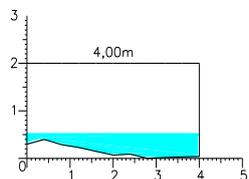


#### ESCALA GRÁFICA

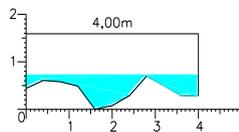
( EM METROS )



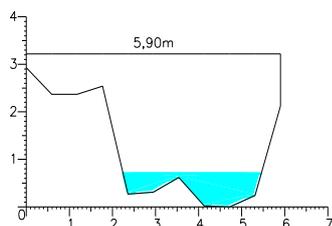
**Figura 03. Variação dos parâmetros do Canal dos Fontes, em dois períodos distintos, segundo Aguiar (2005).**



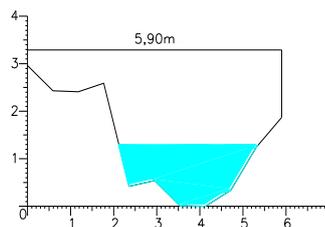
8-CÓRREGO DO RENATO/RUA INDALÉCIO RONDON/RUA DOS EXPEDICIONÁRIOS  
NÍVEL DA ÁGUA=0,50m  
OUTUBRO DE 2004



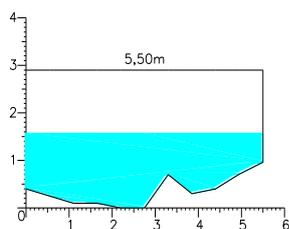
CÓRREGO DO RENATO/RUA DOS EXPEDICIONÁRIOS  
NÍVEL DA ÁGUA=0,7m  
FEVEREIRO DE 2005



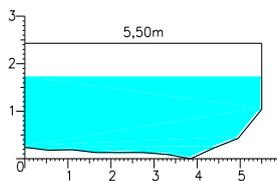
9-CÓRREGO DO RENATO/RUA PADRE CASSEMIRO  
NÍVEL DA ÁGUA=0,70m  
OUTUBRO DE 2004



CÓRREGO DO RENATO/RUA PADRE CASSEMIRO  
NÍVEL DA ÁGUA=1,28m  
FEVEREIRO DE 2005



10-CÓRREGO DO RENATO/RUA JOSÉ DO PATROCÍNIO  
NÍVEL DA ÁGUA=1,55m  
OUTUBRO DE 2004



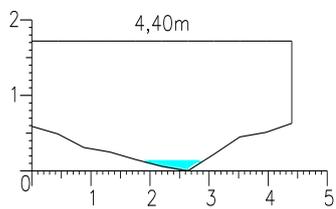
CÓRREGO DO RENATO/RUA JOSÉ DO PATROCÍNIO  
NÍVEL DA ÁGUA=1,70m  
FEVEREIRO DE 2005

### ESCALA GRÁFICA

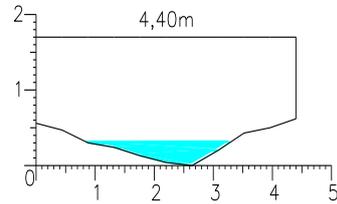
( EM METROS )



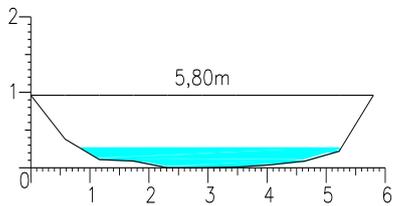
**Figura 04.** Variação dos parâmetros do Córrego do Renato, em dois períodos distintos, segundo Aguiar (2005).



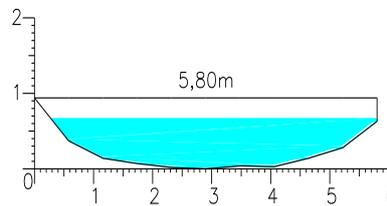
6-CÓRREGO JOSÉ BASTOS/RUA JONI OLIVEIRA FONTES  
NÍVEL DA ÁGUA=0,12m  
OUTUBRO DE 2004



CÓRREGO JOSÉ BASTOS/RUA JONI OLIVEIRA FONTES  
NÍVEL DA ÁGUA=0,31m  
JANEIRO DE 2005



7-CANAL JOSÉ BASTOS/RUA PAMPOLAS  
NÍVEL DA ÁGUA=0,25m  
OUTUBRO DE 2004



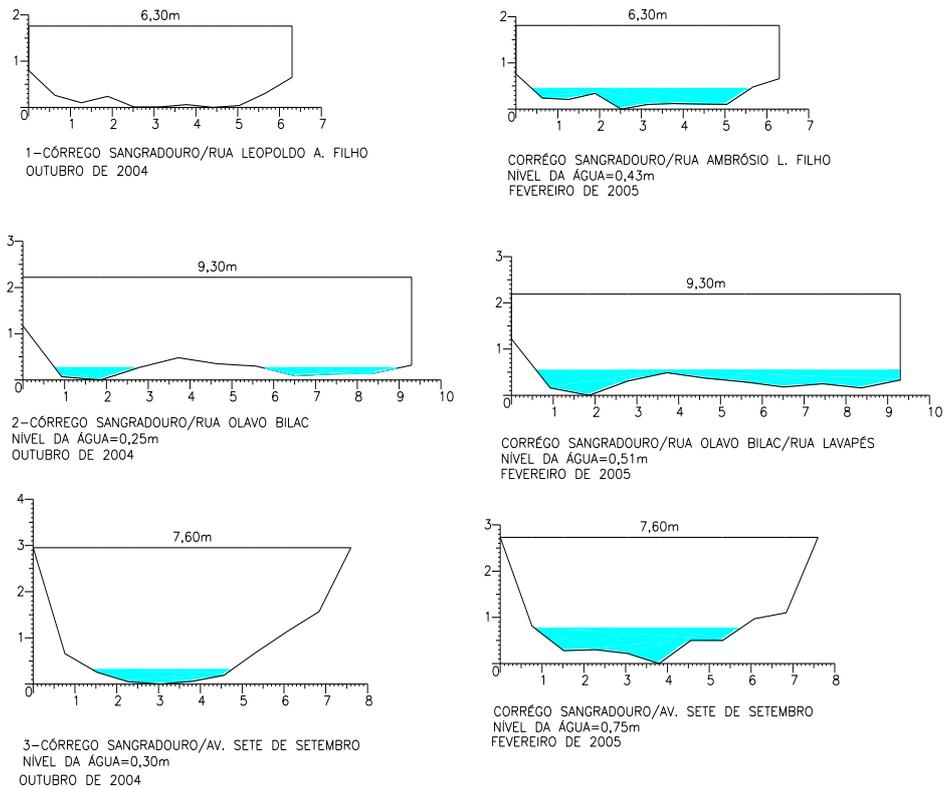
CÓRREGO JOSÉ BASTOS/RUA DAS PAMPOLAS  
NÍVEL DA ÁGUA=0,65m  
JANEIRO DE 2005

## ESCALA GRÁFICA

( EM METROS )



**Figura 05. Variação dos parâmetros do Córrego José Bastos (Canal do Junco), em dois períodos distintos, segundo Aguiar (2005).**



ESCALA GRÁFICA

( EM METROS )



**Figura 06. Variação dos parâmetros do Córrego Sangradouro, em dois períodos distintos, segundo Aguiar (2005).**

#### 4. LOCALIZAÇÃO

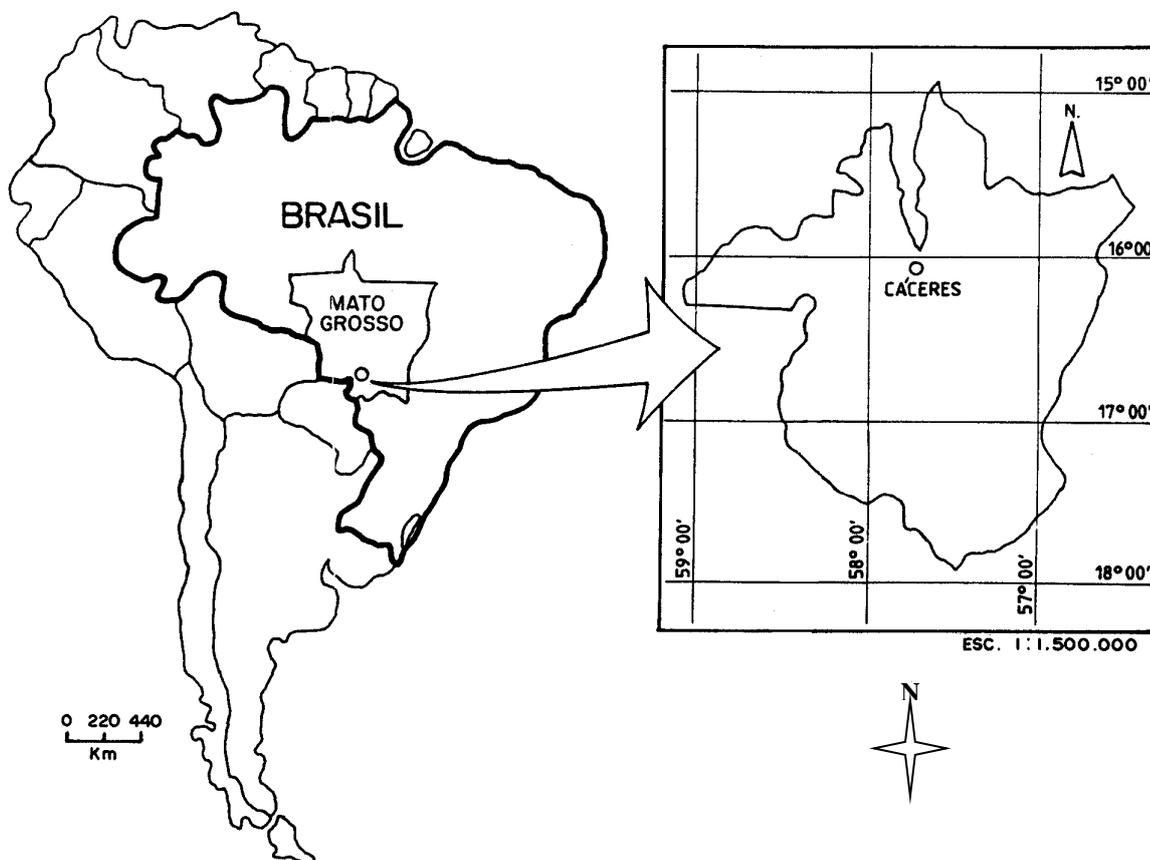


Figura 07. Localização da cidade de Cáceres, no Alto Pantanal do Estado de Mato Grosso.

##### 4.1. Histórico

Em 1772, Luís de Albuquerque de Mello Pereira e Cáceres, o quarto governador da Capitania de Mato Grosso, cria uma espécie de posto fiscal, com o objetivo de impedir a evasão de imposto pelos contrabandistas de ouro.

Segundo Januário (2002), a cidade de Cáceres surgiu como povoado com o nome de Vila Maria do Paraguai em 1778, pois nesta época a cidade estava situada na estrada que ligava a cidade de Cuiabá à Capitania de Mato Grosso Vila Bela da Santíssima Trindade. Situada em um ponto estratégico na margem esquerda do rio Paraguai, tinha a função de registrar todo o ouro que saía das minas cuiabanas. A sua condição geográfica sempre foi o ponto forte de Cáceres. A ata de fundação de vila

Maria do Paraguai foi assinada em 06 de Outubro de 1778. No ano seguinte seu nome foi alterado para São Luiz do Paraguai, em 30 de maio de 1874 foi elevada à categoria de município, com denominação de São Luiz de Cáceres e em 1938 foi denominada Cáceres.

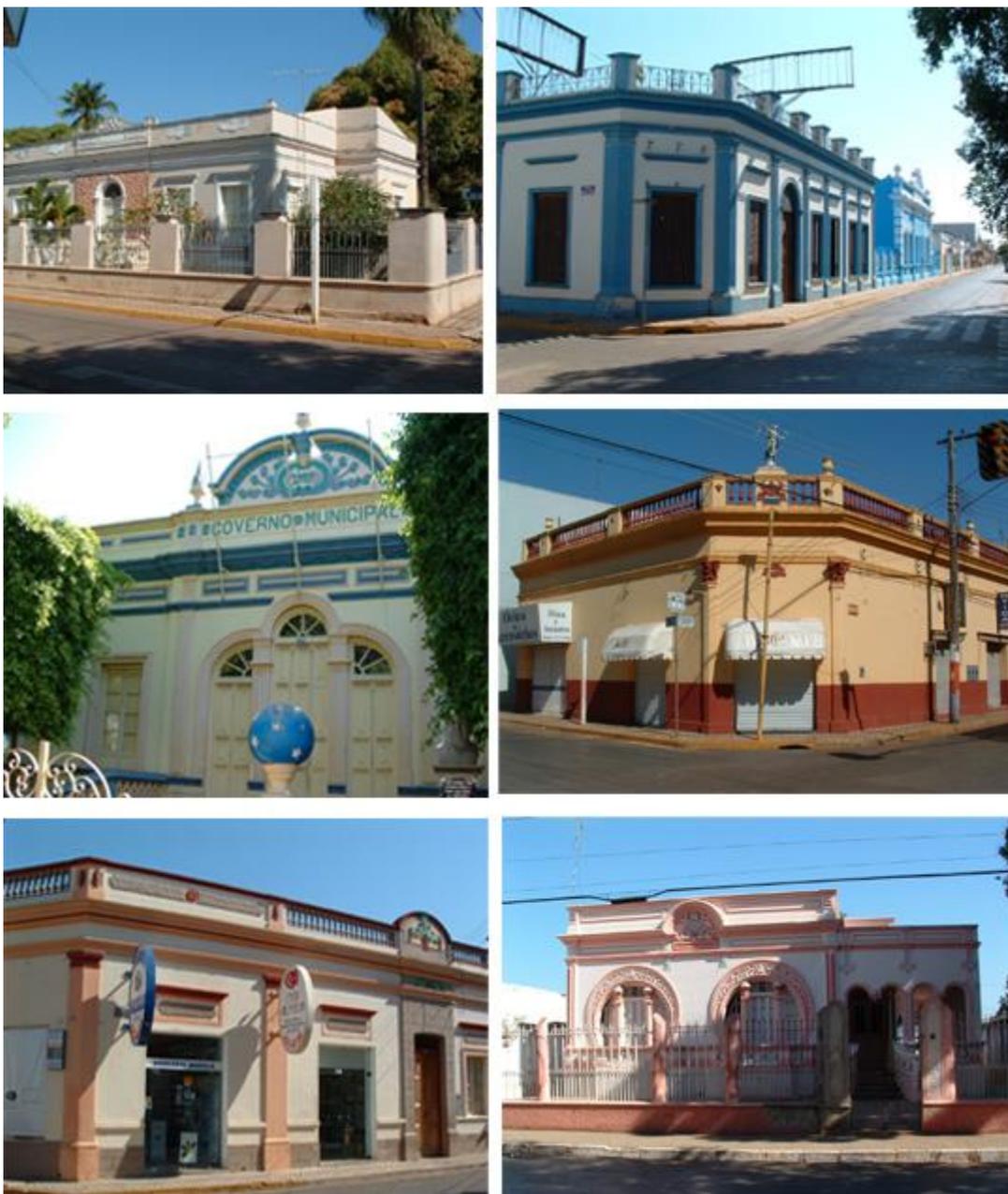
Terminado o ciclo do ouro em Cuiabá, foram se instalando atividades agropastoris em grandes fazendas na parte leste e noroeste do município de Cáceres, tais como Jacobina, Descalvado, Flechas e Ressaca. A fazenda Descalvado chegou a ser o maior empreendimento no Estado de Mato Grosso nesta época.

As fases de desenvolvimento do município de Cáceres foram definidas, por aspectos econômicos, geográficos e estratégicos, por suas proximidades dos núcleos rurais, que foram primordiais para a sua economia. Na pecuária sempre liderou em produção a Fazenda Descalvado. Segundo Arruda (1938) "vivia empastado gado vaccum em número calculadamente de 300.000 cabeças e algumas centenas, de animais cavalares". Esta fazenda teve grande importância para a economia local por produzir charque e extrato de carne dirigido para o mercado europeu, especialmente para a Bélgica. A população calculava-se mais de 400 pessoas que lá residiam. A criação de gado foi de grande importância também na Fazenda Jacobina considerada por Mendes (1992), como célula *mater* do município. Esta possuía, em média, 60 mil cabeças de gado. As Fazendas Barranco alto, Porto do Campo, Palmital, Nova Larga, Taquaral e São João contribuíram para o crescimento econômico da pecuária. Outra atividade de grande importância para o município era a extrativa vegetal, com produtos como, erva doce, borracha, seda e cana de açúcar. Várias fazendas tiveram na cana de açúcar produto importante nas atividades produtivas da época, tendo em vista que tudo era produzido nas próprias fazendas, como cachaça, açúcar e doces. A Fazenda Ressaca se destacou no município.

A poaia (Cephaeles Ipecacuanha), nativa da região e de alto valor medicinal, produtora de emetina, movimentou o capital no século XIX e XX, tendo seu momento de esplendor nos anos de 1878

e 1879. Até 1940 a poaia era exportada como matéria prima. As plantas eram Importadas por firmas inglesas e holandesas. Após esta data os laboratórios farmacêuticos começaram a extrair cloridrato de emetina.

Ainda hoje, na área central da cidade, podemos observar os casarões do século XX, construídos na época de maior comércio dos produtos citados (**Figura 08**).



**Figura 08. Aspectos dos casarões construídos no início do século XX, em Cáceres, MT. Fotos do autor, 17/08/2003.**

Como patrimônio histórico dispõe da Catedral, com estilo gótico e arquitetura europeia. Biennès (1987), no relato sobre a construção da igreja matriz de Cáceres, faz suposições das causas que provocaram o desmoronamento da obra, em 1949:

*“Já em 1928, decidiram diminuir a envergadura do projeto e continuar a construção só até a entrada do transepto atual. Quando cavaram novos alicerces (assaz profundos) para levantar um muro que fecharia a nave, encontraram um antigo cemitério,... Em 1928 tiveram de edificar um grande contraforte no 1º pilar do transepto, que não estava reforçado e parecia fraco demais para se sustentar... Mesmo com todas as dificuldades, as obras iam avançando. A igreja estava sendo coberta quando, de noite, toda estrutura interna ruiu. Produziu um estrondo medonho e as colunas do lado norte ficaram totalmente arrasadas. Houve suposição de que um atentado malevolente tivesse sido perpetrado. Hipótese logo descartada. Pode ser que a falha estrutural tenha sido causada pela fraqueza da 1ª coluna com um contraforte insuficiente. E também nela tinha sido colocada a pedra fundamental, o que pode ter enfraquecido ainda mais a sua consistência e conseqüente resistência ao peso e ao empuxo. As colunas do lado sul (a primeira da fila estava reforçada por um possante contraforte) sofreram com o abalo, mas ficaram de pé”.*

Logo após esta data a igreja foi reconstruída, mas esse acontecimento evidencia a dificuldade de construções de maior porte em terreno de terraço aluvial.

Em frente à Praça Barão do Rio Branco encontra-se o Marco do Jauru (**Figura 09**), símbolo construído para marcar as fronteiras dos domínios de Portugal e Espanha.



**Figura 09. Marco do Jauru, em frente à Catedral da cidade, na Praça Barão do Rio Branco. Foto do autor, 17/08/2003.**

Arruda (1938) relata que na região da Fazenda Facão, Carne Seca e Descalvado foram encontrados sítios arqueológicos “Nos arredores dos descavados tem havido também descobertas importantes, entre os quais, enormes potes, que poderiam conter, não somente um, mas alguns mortos e mesmos uma família inteira”.

Materiais como urnas funerárias, ferramentas e ossos são encontrados em dois pontos dentro do perímetro urbano: Carne Seca e Cavalhada.

#### **4.2. Hidrografia**

A cidade de Cáceres situa-se próxima à área divisora de duas grandes bacias hidrográficas brasileiras: a Bacia Amazônica e a Bacia do Paraná. O Rio Paraguai, pertencente à Bacia do Paraná, tem seu curso passando ao lado da cidade de Cáceres-MT (**Figura 10**). Este rio forma, juntamente com afluentes tais como Cuiabá e Sepotuba, o Pantanal Mato-grossense, de grande importância para a região e conhecido mundialmente.



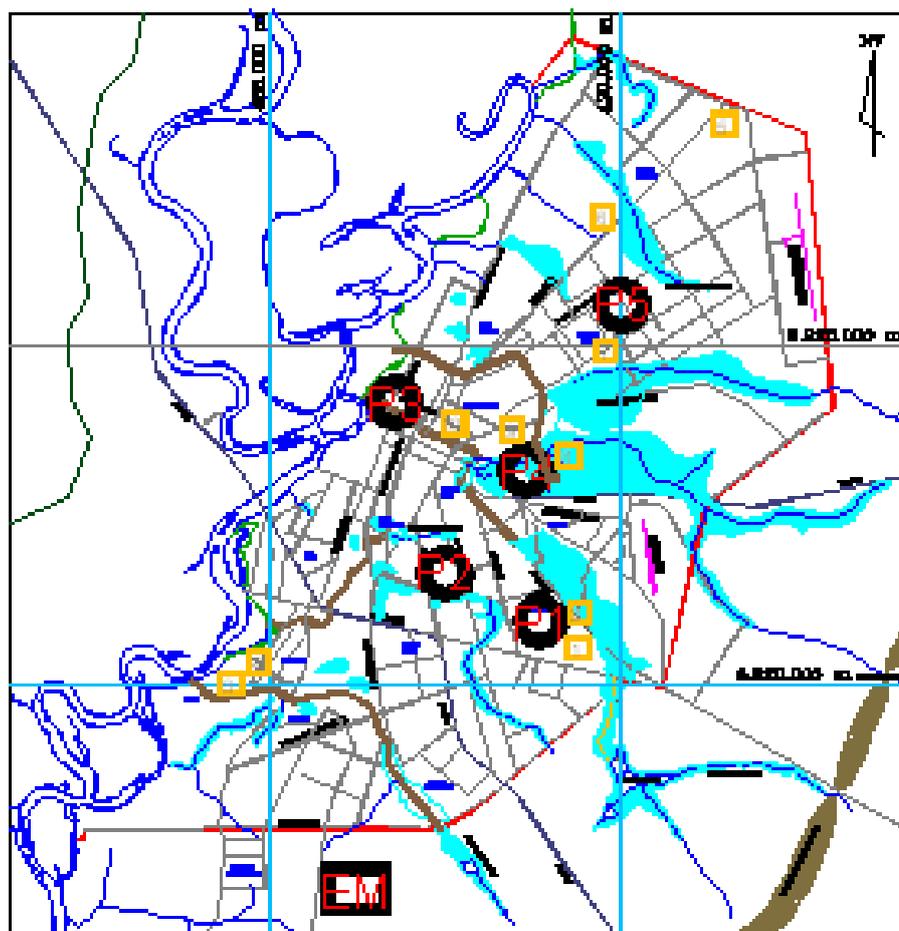
### 4.3. Clima

O clima tropical de altitude predomina na região de Cáceres com regime de chuvas distribuído em dois períodos: um chuvoso (novembro a março), com temperatura média de 35°C e 1300 mm de índice pluviométrico, que responde por cerca de 95% para o total das precipitações, e outro de estiagem e uma seca (abril a outubro) com temperatura média de 25°C e 400 mm de precipitação de chuvas.

Segundo Santos (2000), na classificação das unidades climáticas de Mato Grosso, o Clima Tropical Megatérmico Sub-Úmido das Depressões e Pantanaís de Mato Grosso está associado a um conjunto de terras baixas (entre 80 e 300 metros), fortemente circundadas por relevos e topografias mais elevadas (entre 300 e 600 metros), forçando a descida das principais correntes e descontinuidades atmosféricas. O forte aquecimento superficial resulta em elevadas perdas por evapotranspiração, aumentando a deficiência hídrica sazonal e diminuindo também o volume de água excedente na estação chuvosa.

Ainda segundo Santos (2000), o balanço hídrico de Porto Cercado, no município de Poconé, com um total anual de 1.352 mm de chuva e com uma perda máxima anual de evapotranspiração de 1.451mm, indica um longo período de sete (7) meses com retirada hídrica (abril a outubro). Neste período o déficit acumulado é de 305,7mm; o excedente hídrico é pequeno (206,3mm) e tem uma duração de apenas quatro (4) meses, sendo que em dezembro o excedente é de apenas 14,0mm e em março é de 32,4mm.

As medidas efetuadas no período de 1972 (**Tabela 02**) a 2002 (**Tabelas 03, 04 e 05**), pela estação meteorológica da Escola Agrotécnica Federal, situada a sudoeste do perímetro urbano, conforme mapa de localização (**Figura 11**), com aparelhos como os das **Figuras 12 e 13**, embasaram a escolha do período a ser mensurado quanto à taxa de infiltração, pois representa o período crítico de precipitação.



**LEGENDA**

- |                      |                                     |                       |                                |
|----------------------|-------------------------------------|-----------------------|--------------------------------|
| Limites zona urbana  | rede de saneamento                  | pluviômetro           | ESCALA GRÁFICA (em metros)<br> |
| Arteriais principais | rede de águas potáveis e saneamento | Anemômetro            |                                |
| áreas de drenagem    | zonas críticas                      | estação meteorológica |                                |

Figura 11. Mapa de localização dos pluviômetros artesanais instalados, e da estação meteorológica da Escola Agrotécnica Federal de Cáceres.



**Figura 12. Estação Meteorológica da Escola Agrotécnica Federal de Cáceres. Foto do autor, 27/05/2003.**



**Figura 13. Pluviômetro (à esquerda) e Pluviógrafo da Estação Meteorológica da Escola Agrotécnica Federal de Cáceres. À direita, Detalhe do pluviógrafo. Foto do autor, 27/05/2003.**

**Tabela 02. Dados registrados pela estação meteorológica da Escola Agrotécnica Federal de Cáceres, no período de janeiro a dezembro de 1972.**

MESES	Pressão Atmosférica (mb)	TEMPERATURA DO AR (°C)						Média compensada	Umidade relativa %	Nebulo- sidade (C-10)	PRECIPITAÇÃO				Evaporação total (mm)	Insolação total (mm)	Dias de Chuva
		Média das máximas	Média das mínimas	MÁXIMA ABSOLUTA		MÍNIMA ABSOLUTA					Altura total (mm)	MÁXIMA EM 24 HORAS					
				Graus	Data	Graus	Data					Altura (m)	(m)	Data			
Janeiro	9995,0	32,5	20,7	35,0	1	19,0	7	25,7	83	7,6	210,8	72,0	7	73,7	158	14	
Fevereiro	995,3	31,3	20,8	35,0	25	19,0	3	25,3	88	8,4	472,3	65,2	21	52,1	120,0	16	
Março	995,9	33,4	21,0	36,0	8	19,0	16	26,3	84	7,3	163,9	53,0	5	69,0	228,2	13	
Abril	998,0	31,5	18,1	35,0	8	10,5	17	23,8	84	6,0	98,1	37,2	28	72,0	228,1	11	
Maiο	997,6	32,9	18,6	35,0	13	12,0	25	24,6	84	6,1	114,6	63,4	23	70,8	228,4	23	
Junho	999,3	31,9	16,9	34,8	9	10,0	22	23,1	82	5,6	47,7	32,0	17	78,0	237,5	11	
Julho	999,2	30,6	16,2	34,5	28	10,0	10	21,8	83	5,4	72,8	25,0	30	81,7	234,9	22	
Agosto	998,3	31,7	18,1	35,5	17	10,0	5	23,3	78	6,1	36,3	22,6	4	99,7	199,5	14	
Setembro	997,1	34,8	20,4	38,0	26	10,0	1	26,4	73	6,3	11,8	11,0	13	127,4	205,9	2	
Outubro	996,1	34,8	21,4	38,5	3	15,0	4	26,9	70	6,9	58,0	17,0	11	119,6	206,4	9	
Novembro	994,8	33,4	23,2	37,2	28	19,5	3	25,1	82	7,3	247,8	60,2	21	89,6	177,1	12	
Dezembro	995,1	32,8	23,8	35,8	31	20,5	26	26,8	86	7,7	338,6	80,0	24	63,1	161,3	20	
Ano	996,9	32,6	19,9	38,5	3/out	10,0	22/jun	24,6	81	6,7	1874,7	80,0	24/dez	996,7	2157,1		

**Tabela 03. Dados registrados pela estação meteorológica da Escola Agrotécnica Federal de Cáceres nos meses de novembro e dezembro de 2001.**

NOVEMBRO DE 2001			DEZEMBRO DE 2001		
DIAS	PRECIPITAÇÃO	EVAPORAÇÃO	DIAS	PRECIPITAÇÃO	EVAPORAÇÃO
1	0,0	3,1	1	3,0	2,0
2	13,0	3,1	2	0,0	3,0
3	16,4	3,1	3	10,4	3,0
4	9,2	2,0	4	1,2	4,0
5	5,0	4,0	5	0,0	3,5
6	22,0	5,0	6	0,0	3,5
7	0,0	6,0	7	0,0	5,5
8	0,0	8,0	8	23,6	2,0
9	4,0	5,0	9	40,4	2,5
10	0,0	6,6	10	0,0	2,0
1º Período	69,6	45,9	1º Período	78,6	31,0
11	0,6	7,2	11	62,6	2,5
12	0,0	6,2	12	5,2	2,0
13	0,0	5,0	13	0,0	2,1
14	0,0	5,0	14	18,2	2,0
15	0,0	4,0	15	0,0	3,0
16	4,4	3,0	16	0,0	4,0
17	13,8	3,0	17	0,0	3,0
18	0,0	4,0	18	0,0	4,0
19	0,0	4,0	19	0,0	2,0
20	0,0	5,0	20	0,0	3,0
2º Período	18,8	33,0	2º Período	86,0	25,6
21	27,0	4,0	21	0,6	5,0
22	0,6	3,0	22	44,6	3,0
23	3,4	5,0	23	17,4	3,0
24	0,0	7,0	24	10,8	1,0
25	1,4	12,6	25	0,0	4,0
26	2,6	4,0	26	0,0	6,8
27	0,0	6,8	27	21,0	2,2
28	0,0	3,2	28	25,0	2,0
29	5,0	5,1	29	0,0	2,5
30	36,6	3,9	30	0,0	5,1
31	x	x	31	0,0	1,4
3º Período	44,6	54,6	3º Período	119,4	36
SOMA	138,0	133,5	SOMA	284,0	92,6
MÉDIA	x	x	MÉDIA	x	x
MAX.	36,6	12,6	MAX.	62,6	6,8

MIN	x	2,0		MIN	x	1,0
-----	---	-----	--	-----	---	-----

**Tabela 04. Dados registrados pela estação meteorológica da Escola Agrotécnica Federal de Cáceres nos meses de janeiro e fevereiro de 2002.**

DIAS	JANEIRO DE 2002		DIAS	FEVEREIRO DE 2002	
	PRECIPITAÇÃO	EVAPORAÇÃO		PRECIPITAÇÃO	EVAPORAÇÃO
1	11,2	2,4	1	3,0	3,0
2	6,0	1,1	2	0,0	3,0
3	0,0	3,0	3	42,0	6,2
4	0,0	4,0	4	0,0	2,3
5	0,0	5,0	5	14,4	3,2
6	30,8	2,5	6	0,0	2,5
7	0,0	1,5	7	37,0	2,5
8	14,0	1,2	8	0,0	0,6
9	9,2	6,2	9	13,0	2,7
10	0,0	4,2	10	0,0	2,2
1º Período	71,2	31,1	1º Período	109,4	28,2
11	2,8	2,3	11	0,0	4,2
12	29,4	1,0	12	0,0	3,0
13	2,2	1,0	13	11,0	5,0
14	15,6	2,5	14	0,0	3,9
15	2,2	4,0	15	0,0	5,3
16	3,4	1,5	16	0,0	3,8
17	0,0	4,0	17	49,4	1,5
18	0,0	4,0	18	0,4	2,5
19	0,0	3,0	19	4,6	1,0
20	0,0		20	2,0	2,5
2º Período	55,6	27,3	2º Período	67,4	32,7
21	0,0	4,0	21	7,4	1,0
22	0,0	3,0	22	21,0	1,0
23	0,0	3,0	23	73,8	2,5
24	0,0		24	0,0	3,0
25	0,0	0,0	25	14,0	1,6
26	0,0	1,0	26	0,0	2,5
27	0,0	1,5	27	2,3	3,4
28	1,8	4,9	28	2,0	3,0
29	1,6	4,3	29	x	x
30	0,0	3,5	30	x	x
31	0,0	11,0	31	x	x
3º	9,4	51,0	3º	120,5	18,0

Período				Período		
SOMA	145,6	106		SOMA	297,3	79,2
MÉDIA	x	x		MÉDIA	x	x
MAX.	29,4	7		MAX.	73,8	6,2
MIN	x	1,1		MIN	x	0,6

**Tabela 05. Dados registrados pela estação meteorológica da Escola Agrotécnica Federal de Cáceres nos meses de março e abril de 2002.**

DIAS	MARÇO DE 2002		DIAS	ABRIL DE 2002	
	PRECIPITAÇÃO	EVAPORAÇÃO		PRECIPITAÇÃO	EVAPORAÇÃO
1	60,0	1,5	1	0,0	2,0
2	2,0	2,0	2	0,0	3,0
3	8,2	3,0	3	0,0	3,0
4	0,0	3,1	4	11,8	2,0
5	0,0	2,9	5	0,0	3,1
6	0,0	3,2	6	0,0	3,9
7	0,0	3,7	7	0,0	4,0
8	0,0	2,8	8	0,0	4,2
9	2,0	5,5	9	0,0	4,8
10	0,0	3,2	10	0,0	5,0
1 <sup>o</sup> Período	72,2	30,9	1 <sup>o</sup> Período	11,8	35,0
11	1,4	2,5	11	0,0	5,9
12	0,0	3,0	12	0,0	4,7
13	0,0	6,8	13	29,0	3,4
14	0,0	3,5	14	40,5	1,0
15	0,0	4,0	15	0,0	0,0
16	0,0	4,0	16	0,0	4,0
17	0,0	4,0	17	0,0	3,0
18	0,0	5,5	18	0,0	3,0
19	0,0	5,5	19	0,0	2,0
20	0,0	4,5	20	0,6	2,0
2 <sup>o</sup> Período	1,4	43,3	2 <sup>o</sup> Período	69,5	29,8
21	0,0	2,5	21	0,0	3,0
22	1,0	3,0	22	1,8	3,0
23	0,0	3,0	23	0,0	4,5
24	1,0	2,0	24	0,0	4,5
25	19,6	1,5	25	0,0	5,1

26	3,0	2,5		26	0,0	4,0
27	0,0	3,0		27	0,0	6,0
28	1,2	1,2		28	3,0	3,4
29	0,0	3,1		29	0,0	8,6
30	7,4	2,9		30	6,6	5,6
31	0,0	3,7		31		
3º Período	33,2	28,4		3º Período	11,4	47,7
SOMA	106,8	102,6		SOMA	92,7	112,5
MÉDIA	x	x		MÉDIA	x	x
MAX.	60,0	6,8		MAX.	40,5	8,6
MIN	x	1,2		MIN	x	0,8

#### 4.4. Vegetação

A vegetação presente no entorno e espaços preservados da cidade, tem a característica de cerrado, e mata ciliar do rio Paraguai. No trabalho de Castrillon *et al.* (2003), foram identificadas as espécies vegetais arbóreas em quatro fragmentos vegetacionais - Baía do Malheiros, Baía da Carne Seca, Fragmento Betel e Fragmento Sadao. Entre as espécies encontradas temos:

Sarã (*Sapium obovatum* Kl.);  
Laranjinha (*Pouteria glomerata* Mig. Realdk);  
Falso-inga (*Zygia inaequalis* H.B.K. Pitt);  
Cachuá ou veludo (*Trichilia catigua* A. Juss);  
Cambará (*Vochysia divergens* Pohl);  
Carne de Vaca (*Cambretum leprosum* Mart);  
Espinheiro ou angiquinho (*Acácia paniculata* Wild);  
Biguazeiro (*Albizia polianta* Spreng Lewis);  
Carvão branco (*Callisthene fasciculata* Spr. Mart.);  
Canjiquinha (*Byrsonima orbignyana* A. Juss);  
Mangava brava (*Lafoensia pacari* St. Hil.);  
Timbó (*Magonia pubescens* St. Hil.);

Lixeira (*Curatella americana* L.);

Pau de Bicho (*Terminalia argenta* Mart. et Succ.);

Carvoeiro (*Callisthene major* Mart. et Succ.);

Cumbaru (*Dipteryx alata* Vog.);

Gonçaleiro (*Astronium fraxifolium* Schott).

Em fragmentos vegetacionais na cidade podem-se observar espécies isoladas de plantas do cerrado (**Figura 14**).



**Figura 14. Paina do cerrado (*Bombaceae*) à esquerda e Jatobá (*Hymenaea courbaril*) à direita. Fotos do autor, 05/09/2003.**

A vegetação na área de estudos, em fragmentos e no entorno, é Cerrado (Savana) no sentido à Província Serrana, e mata ciliar no sentido rio Paraguai.

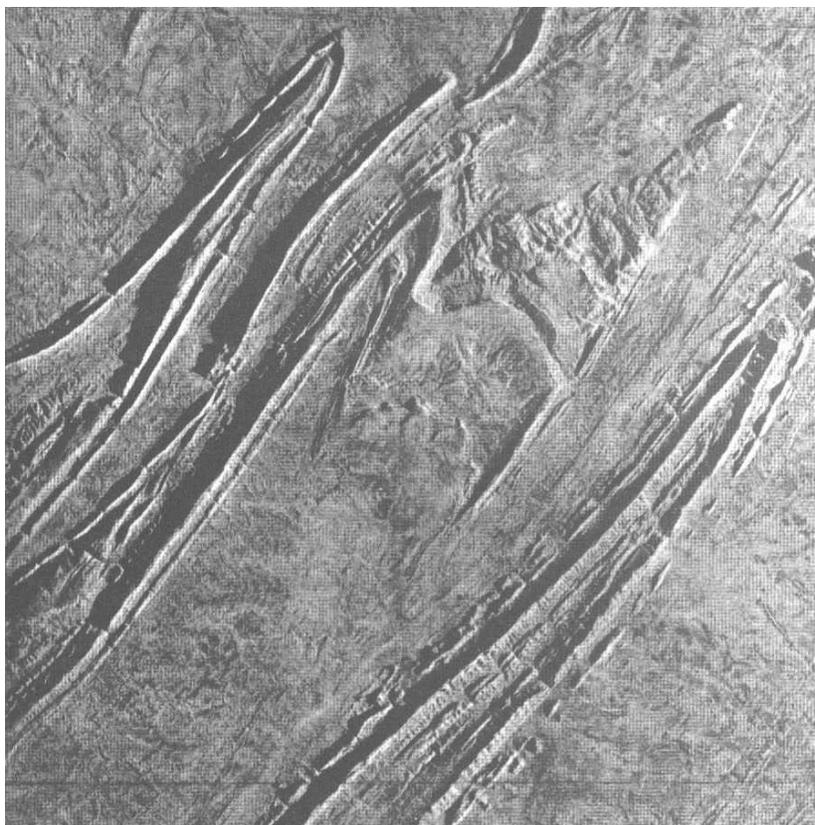
#### **4.4.1. Cerrado**

O Cerrado é representado na área por espécies como a Lixeira (*Curatella americana*), o Angico do Campo (*Piptadenia macrocarpa*), o Ipê do Cerrado (*Tabebuia ipe*), o Ipê Branco (*Tabebuia Alba*), a Aroeira (*Schinus terebenthifolius*), a Peroba do Campo (*Aspidosperma peroba*), a Umbaúba ou Embaúba (*Cecropia*) e o Jatobá (*Hymenaea courbaril*).

Esta é a vegetação possui estreita ligação com os solos e o clima regional (FIGUEIREDO, 1996).

#### **4.5. Geomorfologia**

O município de Cáceres-MT abrange cerca de 30% da unidade geomorfológica Província Serrana (Almeida, 1964) que tem uma extensão de aproximadamente 350 km com largura média de 30km. Essa unidade inicia-se, a leste, na região da depressão periférica de Paranatinga, sendo limitada a sudoeste pelo Pantanal Mato-grossense e separando a Baixada Cuiabana da Baixada do Alto Paraguai (**Figuras 15 e 16**). Esta unidade constitui um exemplo de modelado de relevo de cadeias dobradas tipo apalachiano em franco estágio de dissecação. A Província Serrana desenvolve-se em amplo arco de concavidade voltada para sudeste. A direção predominante, NE-SO na região entre Cáceres e Cuiabá compõe uma série de alinhamentos de cristas paralelas, de origem tectônica. As serras do Quilombo, Ponta do Morro, Jacobina, Retiro, Facão, Cachoeirinha e Boi Morto são algumas representativas em termos de altitudes, com cotas variando de 400 a 600 metros (PROJETO RADAMBRASIL, 1982).



**Figura 15. Imagem de Radar escala 1:250.000 -  
Relevos dobrados da Serra das Araras - Estado de  
Mato Grosso - Brasil (Nunes, 1994).**

A faixa de dobramentos Paraguai-Araguaia segundo Schobenhau Filho (1984), constitui um importante elemento tectônico de importância regional no Centro-Oeste do Brasil.

A evolução dessa faixa dobrada tem sido relacionada ao ciclo Brasileiro, no limite do Proterozóico Superior e Paleozóico Inferior, fato esse indicado por datações radiométricas. Uma idade proterozóica superior é sugerida baseada em fósseis correlacionáveis à fauna ediacariana.

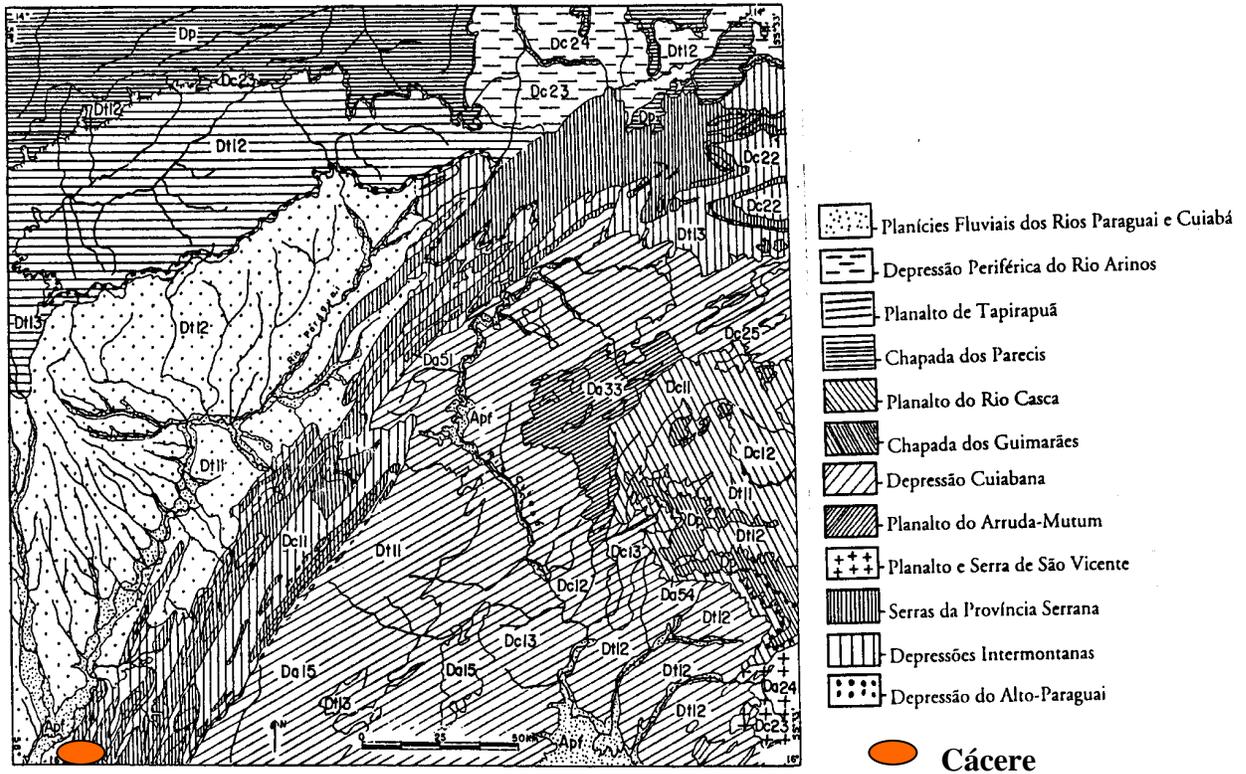
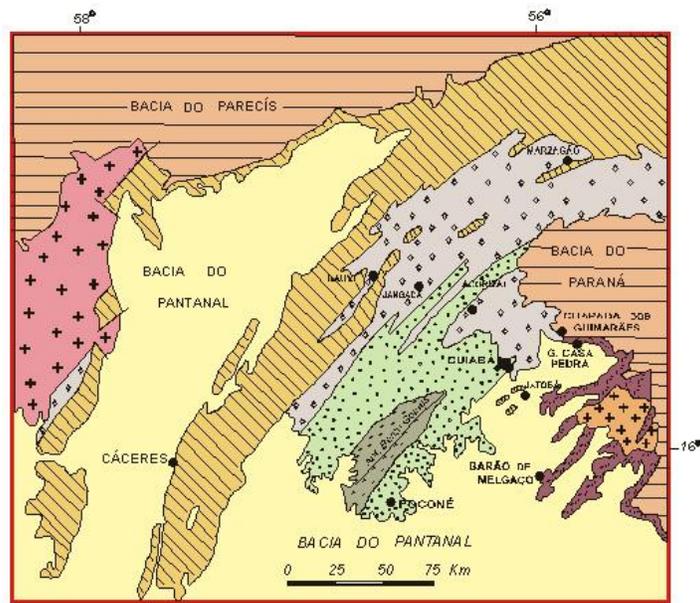


Figura 16. Carta Geomorfológica das Bacias do Rio Paraguai - Cuiabá - MT, segundo Ross (1998). A cidade de Cáceres situa-se na Planície Fluvial do Rio Paraguai, no extremo sudoeste da carta.

#### 4.6. Geologia

O mapa geológico simplificado (Figura 17) mostra a posição de Cáceres, situada entre a Bacia do Pantanal e a Província Serrana.



**Figura 17. Mapa Geológico. Quadros (2001). In: Durão (2002).**

A Coluna estratigráfica regional (**Tabelas 06 e 07**) apresenta uma descrição resumida da Geologia local e regional.

**Tabela 06. Coluna Estratigráfica Regional - Eras Proterozóica e paleozóica. (Adaptada de Luz et. al. 1978).**

Idade		Grupo	Formação	Membro	Litologia	
Era	Período					
P A L E O	Devoniano	Paraná	Furnas		Df	Arenitos, siltitos, conglomerados, conglomeráticos, com estratificações plano-paralelas e pequenas estratificações cruzadas.
			Diamantino		∈d	Folhelhos, argilitos cinza a vermelho-Arroxeadas, finamente estratificados, Apresentando intercalações de arcósios finos e muito finos.
			Raizama		∈r	Arenitos ortoquartzíticos, arenitos feldspáticos arenitos brancos, am quando alterados com níveis conglomeráticos e intercalações de siltitos e argilitos.

Z Ó I C A	Cambriano	Alto Paraguai	Araras	Superior	∈as	Dolomitos cinza a esbranquiçados, com intercalações subordinadas no topo, de arenitos, siltitos e argilitos calcíferos, além de silicificação secundária.
				Inferior	∈ai	Calcários e calcários dolomíticos, geralmente cinza-escuro e finamente laminados, apresentam na base margas conglomeráticas e calcários margosos, com níveis de siltitos e argilitos, calcíferos.
				Puga	∈p	Paraconglomerados grauvaqueanos marrom arroxeados a cinza-avermelhados com matriz perfazendo 70% da rocha, com grânulos e seixos de quartzo, quartzitos, feldspatos, granitos, gnaisses, rochas calcárias e rochas básicas.
P R O T E R R O Z Ó I C A	Pré- cambriano superior	Cuiabá	Bauxi		p∈bx	Metargilitos, folhelhos, metarenitos finos, intercalados.
					p∈c	Filitos, metassiltitos, metagrauvas e metarcóseos cinza-esverdeados e amarelados e/ou avermelhados, com intercalações de metaconglomerados petromíticos roxos a cinza-esverdeados.

**Tabela 07. Coluna Estratigráfica Regional - Eras Mesozóica e Cenozóica. (Adaptada de Luz et. al. 1978.**

Idade		Grupo	Formação	Membro	Litologia	
Era	Período					
C E N O Z			Aluviões recentes		∈d	Folhelhos, argilitos cinza a vermelho-Aroxeadas, finamente estratificados, Apresentando intercalações de arcóseos finos e muito finos.
			Pantanal		Qp	Sedimentos areno-argilosos depositados na planície aluvial do Pantanal, encontrando-se parcialmente laterizados nas partes mais elevadas

Ó I C A	Quaternário		Xaraiés		Qx	Tufos calcários creme a cinza e amarelados, aspecto cavernoso e vugular, com fragmentos e grânulos de quartzo, calcário e arenitos.
	Terciário				TQdl	Lateritos maduros e zonados, tendo na base rochas alteradas, seguindo-se argilas manchadas, níveis de canga e nível areno-argiloso no topo.
M E S O Z Ó I C A	Jurássico-Cretáceo	São Bento	Botucatu		JKb	Arenitos vermelhos, friáveis, pouco argilosos, feldspáticos, médios a finos, grãos bem arredondados, foscos e com película de óxido de ferro. Abundantes estratificações cruzadas.

#### 4.6.1. Formação Araras

Formada por rochas pelítico-carbonáticas, litologicamente é dividida em dois Membros: Inferior pelito-calcítico e superior dolomítico.

Na parte superior da Formação Araras, são apresentados, em algumas partes, arenitos calcíferos dividindo-a da Formação Raizama. Já na parte inferior surgem os conglomerados pertencentes à Formação Puga.

Grande parte da Formação Araras está situada na região nordeste de Cáceres, onde se localiza a Serra das Araras, com uma grande concentração de calcário e que teve o surgimento no período pré-cambriano.

A Formação Araras na sua parte inferior, também entra em contato, através de falhas, com as formações Bauxi, Diamantino, Raizama e com o grupo Cuiabá.

#### 4.6.2. Formação Raizama

Esta formação é caracterizada pela presença de arenitos ortoquartzíticos a feldspáticos, de granulação fina e grosseira e cores róseas e brancas. A Formação Raizama também apresenta algumas variações na sua formação, pois é a responsável pelas diversas formas acidentadas que constitui a Província Serrana.

As principais variações na Formação Raizama estão apresentadas em cores variegadas de branca a roxa e arroxeadas. Já nas características físicas as diversificações mais comuns são as de siltitos e argilitos com cor avermelhada, arroxeadas ou amareladas, arcóseos de granulação média e arenitos com concentração de ferro.

As rochas desta formação, bem resistentes às erosões são encontradas geralmente nas áreas de dobramentos.

Na porção superior o contato da Formação Raizama é com a Formação Diamantino, e na inferior, com a Formação Araras.

#### **4.6.3. Formação Diamantino**

Sua formação é caracterizada pela presença de siltitos, folhelhos, arenitos e arcóseos finos. Já as cores variam entre vermelhas, marrom-arroxeadas, cinzas-esverdeadas e verdes.

As camadas da Formação Diamantino podem ocorrer de forma estratificada ou laminada. Seu contato inferior é com a Formação Raizama.

O posicionamento das rochas da Formação Diamantino na Província Serrana está nos núcleos dos sinclinais onde se localizam os menores índices de erosão, com exemplos mais bem visualizados na região de Diamantino-MT.

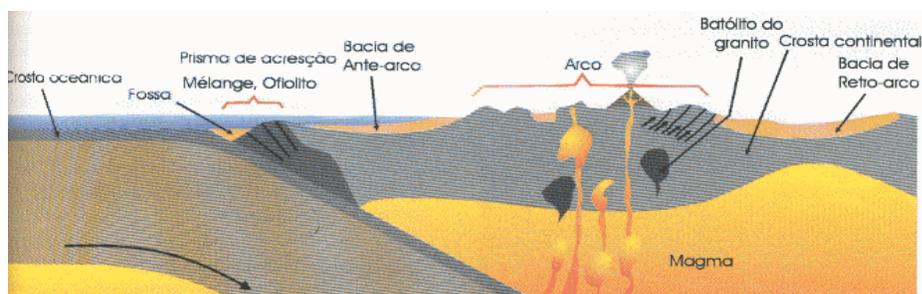
#### **4.6.4. Formação Pantanal**

Geologicamente, a cidade está situada na Formação Pantanal (Qp), que é composta por sedimentos aluviais predominantemente arenosos, siltico-argilosos e argilosos, inconsolidados e semiconsolidados. Subordinadamente verificam-se sedimentos areno-conglomeráticos nas camadas inferiores da seqüência. Nos horizontes superiores constatam-se variações faciológicas observando-se locais onde há predominância de areias sobre argilas e vice-versa. É uma formação recente, caracterizada por argila, areia fina, mas também podem ocorrer níveis conglomeráticos mais altos com areias mais grossas ao leste e oeste da Província Serrana, também apresenta índice de conglomerado mais elevado da Formação Raizama. As argilas e areias ocorrem nas áreas sujeitas a inundações por tempo mais prolongado. Em geral a maior parte da superfície dos Pantanaís Mato-grossenses é ocupada por areias quartzosas, que provavelmente dominam também nas camadas sotopostas, pois o quartzo é o principal componente das rochas das áreas-fonte. A sedimentação que se processa hoje nas áreas interfluviais é, sobretudo pelítica, condicionada às inundações periódicas. Esta sedimentação também tem percentagem variável de matéria orgânica. A descrição dos sedimentos da Formação Pantanal é dificultada pela ausência de afloramentos, em face da topografia plana e da cobertura vegetal. Ao longo dos rios, encontram-se algumas barrancas elaboradas naqueles sedimentos, constituindo essas os únicos afloramentos naturais (Projeto Radambrasil, 1982).

#### **4.7. Neotectônica**

A cidade de Cáceres, em termos geológico-estruturais, está situada a leste de um *back arc*, formado pela flexão dos

Andes devido ao choque das placas de Nazca e Sul Americana. Esta situação pode ser visualizada com base no perfil de Tassinari (2000), mostrado na **Figura 18**, que representa a situação do Pantanal como uma bacia de retro-arco (*back arc*).



**Figura 18. Perfil de um limite de placa convergente mostrando as principais feições geológicas formadas e as associações de rochas relacionadas. (Tassinari, 2000).**

No trabalho de Shiraiwa e Ussami (1995), testou-se a hipótese e foi proposto um modelo mecânico, no qual a Bacia do Pantanal foi formada no Cenozóico superior, pela subsidência provocada pela reativação mecânica da Faixa Paraguai. A reativação teria ocorrido devido a esforços extensionais que surgem na ombreira flexural produzida nesta região, em resposta à flexão da placa litosférica do Escudo Central do Brasil, sob a ação da carga formada pela topografia dos Andes Centrais. A posição e amplitude da ombreira flexural, determinada em dois tipos de modelos gravimétricos mostram que os esforços extensionais na superfície da ombreira superam 140 Mpa na região do Pantanal Mato-grossense, suficientes para provocar as reativações ou mesmo novas falhas.

Em locais que apresentam dobramentos as drenagens são condicionadas ao longo das sinclinais, exceto quando os

dobramentos são associados com falhamentos. Como há uma Neotectônica atuante, devemos considerar os fatores regionais que estão influenciando a elaboração do relevo.

Segundo o Smith College Geology (2001), a resistência e orientação das unidades de rocha na superfície da terra podem influenciar o desenvolvimento da paisagem. Isto é essencialmente verdadeiro onde há rochas sedimentares de resistências variadas. A erosão diferenciada destas rochas resulta em diferentes topografias.

A complexidade de constituição deve ser levada em conta na análise geomorfológica, pois as condições estruturais, somadas aos diferentes tipos de sedimentos, de vegetação, clima e interações, levam à determinados tipos de margens, canais fluviais e formas de relevo.

## **5. MATERIAIS E MÉTODOS**

Para a análise geomorfológica, proposta para a área urbana de Cáceres, os métodos utilizados foram os por Gupta e Ahmad (1999), buscando atender a lista de informações para avaliação do conjunto geomórfico de cidades tropicais:

- Geologia das rochas sãs, com referência especial para a neotectônica e estrutura rochosa;
- Geologia do Quaternário, especialmente para vales de rios, planícies costeiras e locações deltaicas;
- Uma descrição do relevo com especial atenção às escarpas, fraturas e falha na escarpa;
- Profundidade do manto de intemperismo e relíquias de estruturas precipitadas no regolito;

- Processos naturais operando, em especial drenagens, escorregamentos e subsidências;
- Natureza das chuvas, especialmente de tempestades;
- Movimento predominante das águas, especialmente do fluxo e armazenamento;
- Distribuição da vegetação;
- Características do uso e da extração dos recursos.

Também será considerada neste trabalho, a proposta de Ghisci (1986), a qual sugere que a quantificação da contribuição dos diferentes processos ativos e constituição da paisagem, e também as características dos agentes erosivos devem ser mensuradas, tão precisamente quanto possível, em uma análise geomorfológica.

### **5.1. Geologia das rochas sãs, com referência especial para a neotectônica e estrutura rochosa.**

Para analisar as características geológicas locais, foram utilizadas: carta topográfica - Folha Cáceres (escala 1:250.000, 1975, DSG), imagem de satélite LANDSAT (escala 1:250.000, de 2004, bandas 3, 4 e 5). Também o estudo e análise de documentos existentes como fotos aéreas de 1967 - USAF, na escala de 1:60.000, e o mapa geológico de Luz *et. al* (1978), na escala de 1:50.000 com posterior tratamento para escala de detalhe.

Também foram feitas observações em campo, furos de sondagem, cruzamento de informações com os mapas geológicos existentes, análise granulométrica de sedimentos e mineralogia de argilas para confirmar a presença da Formação Diamantino no subsolo da cidade.

As informações foram analisadas plotadas utilizando os softwares AutoCad® e Surfer®.

#### 5.1.1. Sondagem de solo

As sondagens para determinação do perfil de solo foram executadas com trado helicoidal de 10 polegadas de diâmetro, conforme **Figura 19** abaixo, e poços (**Figura 20**), nos pontos localizados no mapa da **Figura 21**.



**Figura 19.** Etapas da execução da sondagem de solo com o trado helicoidal. Fotos do autor, 2003.



**Figura 20. Etapas da execução e análise dos poços de sondagem de solo. Fotos do autor, 2003.**

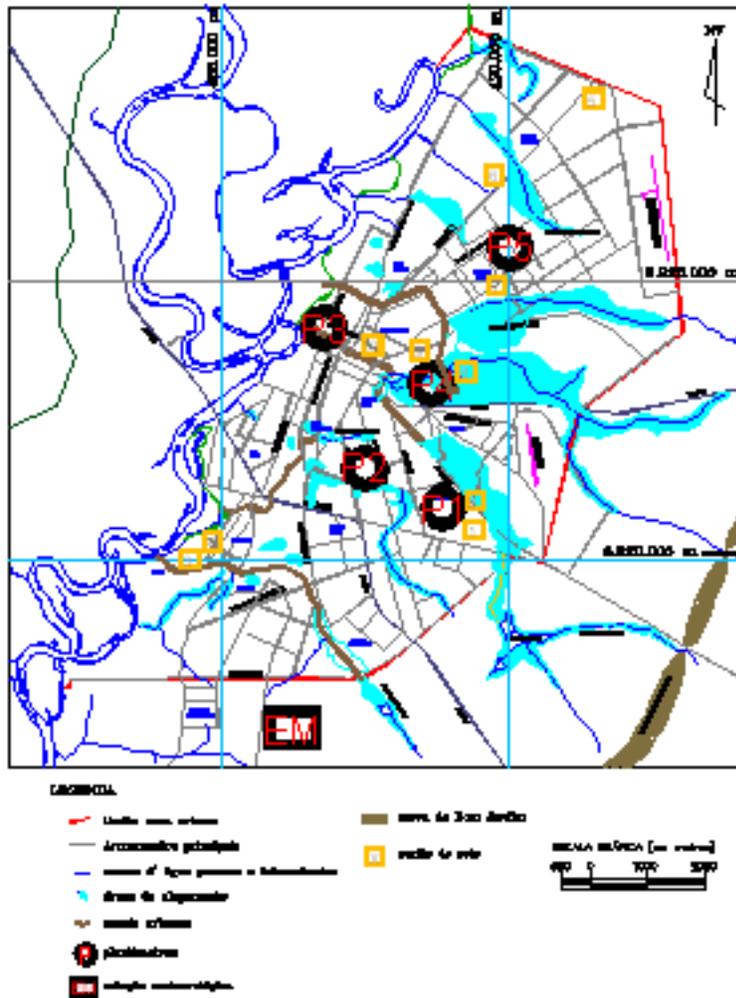


Figura 21. Mapa de localização dos perfis de solo executados com furos e poços de sondagem.

## 5.2. Declividade

A declividade foi determinada, com o uso de nível topográfico, GPS topográfico e com base nas cartas aerofotogramétricas de 1978 - SANEMAT, com tratamento dos

dados no *AutoCad* e *Surfer*, identificando os pontos de retenção ou estrangulamento de drenagens.



**Figura 22.** Levantamento topográfico com utilização de nível e baliza. Fotos do autor, 2003.



**Figura 23.** Levantamento topográfico com utilização de GPS topográfico e veículo. Fotos do autor, 2003.

### **5.3. Natureza das chuvas, especialmente de tempestades.**

Com os dados de precipitação da Estação Meteorológica da Escola Agrotécnica Federal de Cáceres (**Tabelas 02, 03, 04 e 05**) pode-se observar que os períodos de máxima precipitação estão entre os meses de dezembro e abril. Para acompanhar esses eventos chuvosos nesse período foram utilizados quatro pluviômetros artesanais, conforme modelo mostrado na **Figura 24**, sendo três (03) destes pluviômetros instalados em pontos representativos da área mais urbanizada e um (01) em área recentemente urbanizada e situada em cota mais elevada em relação ao perímetro urbano restante (**Figura 11** - Mapa de localização dos pluviômetros artesanais instalados, e da estação meteorológica da Escola Agrotécnica Federal de Cáceres). Os pluviômetros foram verificados regularmente em eventos chuvosos, de dezembro de 2002 a abril de 2003.



**Figura 24. Pluviômetro artesanal feito com garrafa PET. Foto do autor, 2003.**

#### **5.4. Taxa de Infiltração e drenagens urbanas.**

A taxa de infiltração determina o poder de recuperação da superfície urbana após as chuvas mais intensas, bem como, os locais que necessitam obras adicionais para acúmulo provisório de água ou abertura de canais de escoamento.



**Figura 25. Seqüência dos ensaios de infiltração executados. Fotos do autor, 2003.**

O estudo e análise das fotos aéreas de 1967 - USAF (United States Air Force), na escala de 1:60.000 (**Figura 26**), imagens de satélite, na escala de 1:100.000 de 2004 (**Figura 27**), e o mapa geológico de Luz *et. al* (1978), na escala de

1:50.000 permitiu relacionar as alterações urbanas nos anos recentes, período de grande expansão e obras modificadoras na cidade.



**Figura 26. Foto aérea de 1967 - USAF (United States Air Force), na escala de 1:60.000, da cidade de Cáceres, MT.**



Figura 27. Imagem Landsat, 2004, na escala de 1:100.000, com a cidade de Cáceres, MT situada na parte central da imagem.

## 6. RESULTADOS

### 6.1. Sondagem de solo

A cobertura de solo compreende, principalmente, os sedimentos da Formação Pantanal, além dos sedimentos das coberturas Terciárias Quaternárias Detrítico Lateríticas, unidade edafoestratigráfica, com horizonte inferior composto por areias, argilas de cores variegadas e concreções limoníticas.

Segundo EMBRAPA (1982), os solos da sede do município de Cáceres, pertencem à Unidade de Mapeamento LVdg, correspondendo aos Latossolos Vermelho- Amarelo distróficos fase cerradão sub-caducifólio, relevo plano e suave ondulado. Identificação realizada por Arantes (2002), caracteriza a ocorrência de inclusão de Plintossolos Álicos distróficos em associação com os Latossolos, ocupando as áreas de menor cota altimétrica da paisagem (dos Latossolos). As sondagens realizadas comprovam identificação de Arantes (2002), pois o solo apresenta perfil de Latossolo nas camadas mais superficiais. No horizonte de variação do lençol freático, há concreções ferruginosas, as plintitas com concentrações acima de 15% e espessura do horizonte maior do que 15 cm, caracterizando um Plintossolo (**Figuras 28 e 29**).



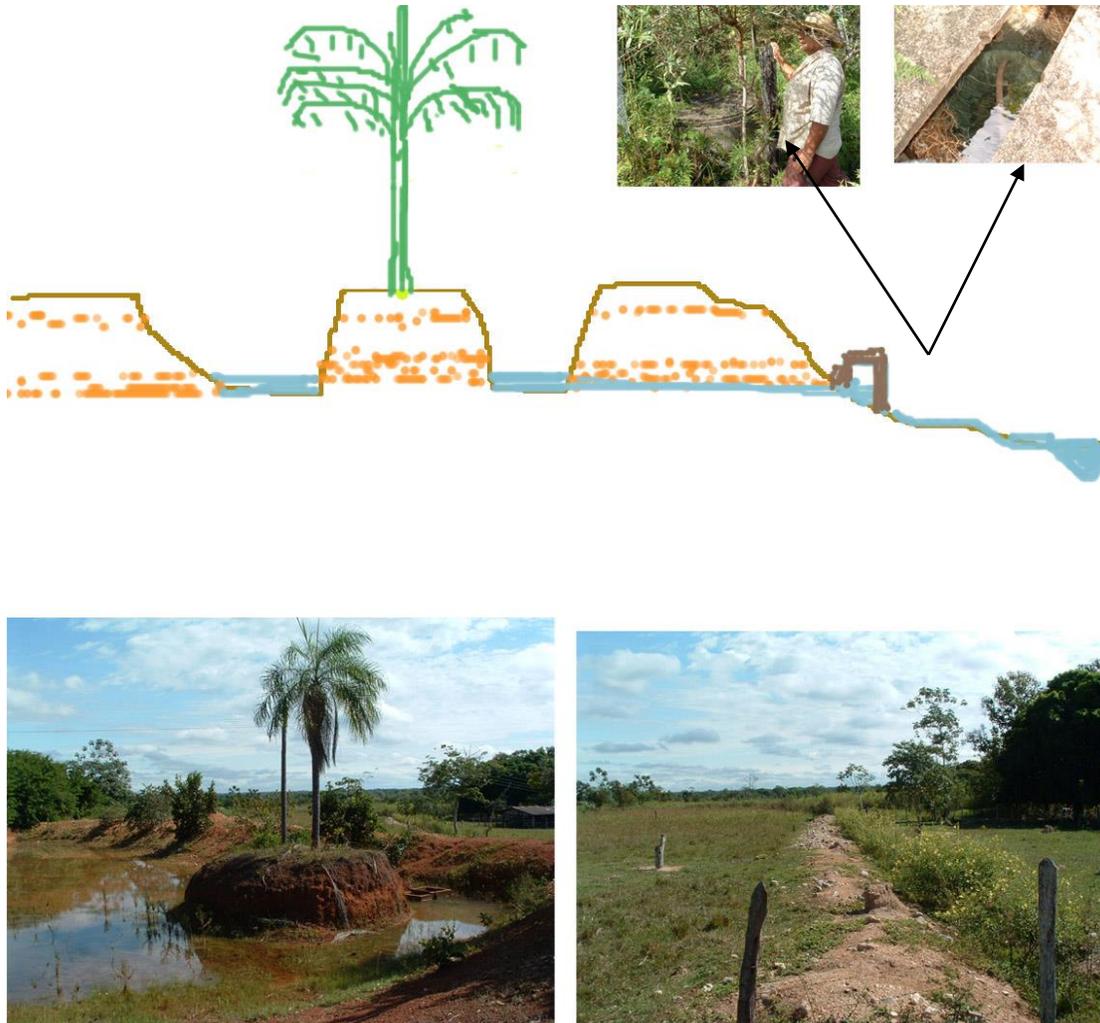
**Figura 28.** Perfil de Plintossolo que prevalece em quase toda a cidade. Foto do autor (08/12/2003).



**Figura 29.** Blocos de Plintossolo utilizados para estabilização de margens em alguns pontos dos canais urbanos, e como cascalhos para reparo de ruas não asfaltadas. Foto do autor (08/12/2003).

A concentração de óxido de ferro levará à formação de camadas lateríticas ou nódulos de plintitas como se pode observar na **Figura 29**. O solo formado acima deste contato

apresenta-se na forma de mosqueados bem vermelhos e vermelho-escuros ou de cor variada predominando um acinzentado, conforme descrito por Resende et al. (1999).



**Figura 30. Esquema e fotos da represa próxima ao poço abandonado da Companhia de Saneamento de Mato Grosso - SANEMAT. Acima, no detalhe, fotos do poço de 1m de profundidade que abastece a chácara com água potável. Abaixo, à direita, canal cavado para drenar área alagadiça, de um paleocanal. Foto do autor, 25/08/2003.**

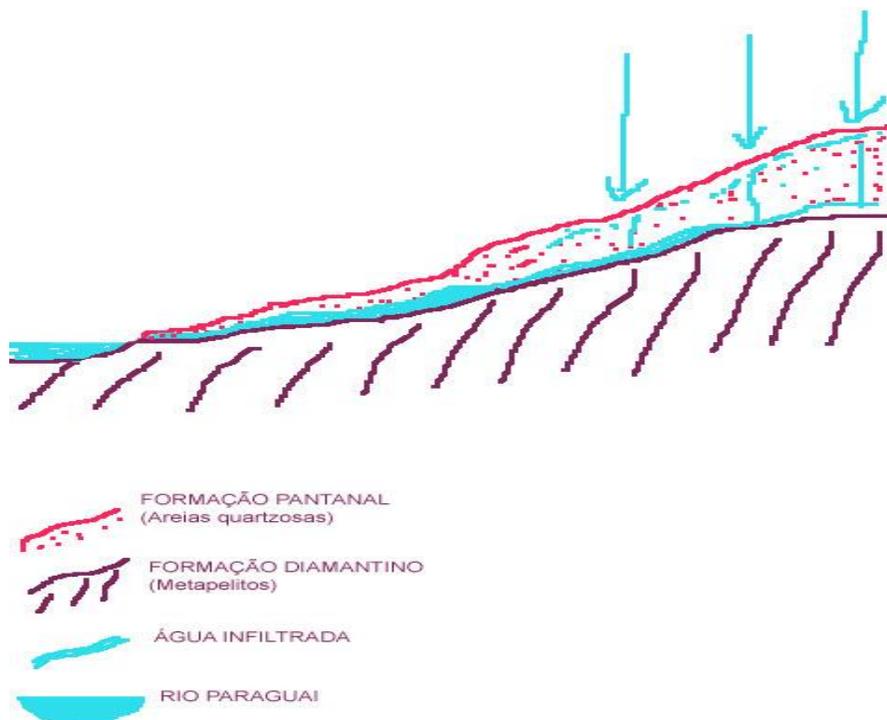
A grande variação do nível do lençol freático e a impermeabilidade da camada base, associada com a presença de mosqueados vermelhos e amarelos, macios quando úmidos, mas que endurecem irreversivelmente quando secam, formando

nódulos duros é, segundo EMBRAPA (1982), a principal característica dos Plintossolos.

Na **Figura 31** pode-se observar o nível d'água condicionado pela maior impermeabilidade dos metapelitos da Formação Diamantino que mantém em sua superfície a água percolada nos sedimentos da Formação Pantanal, conforme esquema da **Figura 32**. A variação periódica do lençol freático provoca a lixiviação da superfície dos metapelitos e da base dos sedimentos acima, retirando o ferro ferroso que passa para ferro férrico, resultando na cor amarelada.

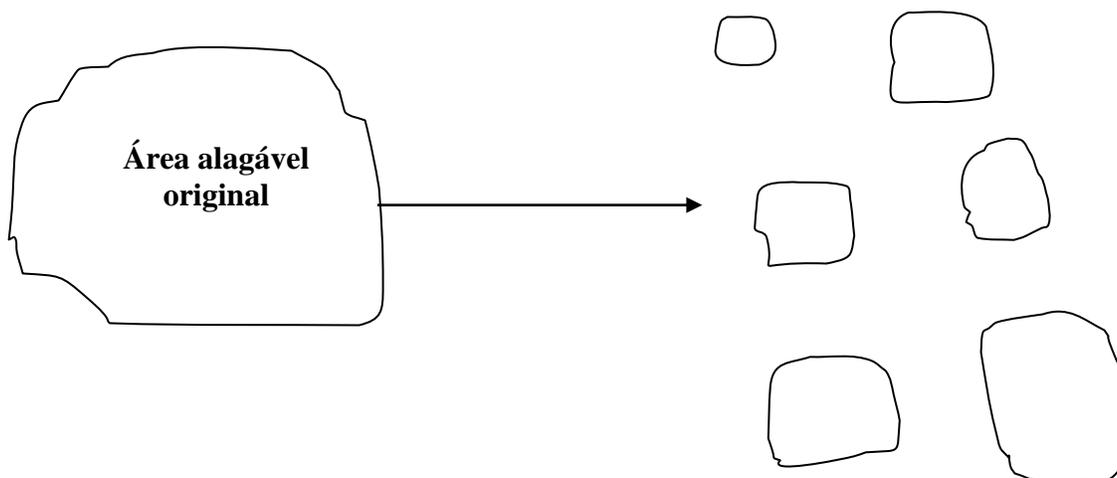


**Figura 31.** Nível do lençol freático próximo ao córrego Olhos D'água. No detalhe (a) paleocamada de plintita e (b) nível atual de flutuação do lençol freático e formação de plintitas. Foto do autor, 25/08/2003.



**Figura 32.** Esquema de infiltração da água nos sedimentos da Formação Pantanal e retenção na Formação Diamantino, resultando em migração lateral, em direção ao rio Paraguai.

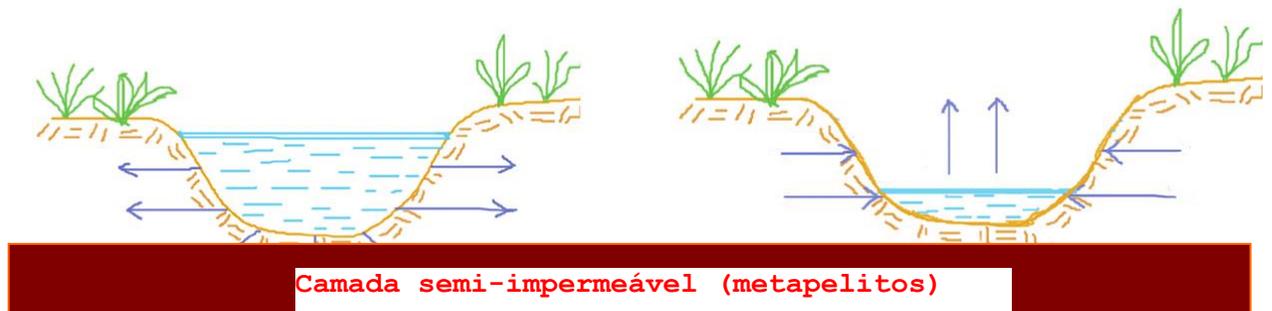
A ocupação de áreas alagáveis se dá por meio de pequenos aterros que avançam sobre a área original, deixando sempre o problema para o entorno. A área com menor quantidade de aterro fica encharcada ou com bastante umidade, explicando a alta umidade nos rodapés de casas, em bairros onde o lençol freático está mais superficial (**Figura 33**).



**Figura 33. Efeito "gota de mercúrio". A área alagável original se converte em pequenas áreas úmidas dispersas.**

De um modo geral o lençol freático é bem superficial, mas sofre forte influência devido à variação das estações climáticas e obras de aterro.

A migração lateral também explica a presença de água onde antes só havia metapelitos da Formação Diamantino (**Figura 34**).



**Figura 34. Esquema de infiltração lateral condicionada pela camada semi-impermeável da Formação Diamantino. A. Rosestolato Filho.**

Como é uma rocha relativamente impermeável, em altos topográficos podia-se cavar dezenas de metros sem encontrar água. Com aterros, a água migra pela alta porosidade das areias quartzosas da Formação Pantanal e coberturas aluviais recentes, chegando até pontos distantes de drenagens. Segundo relatos de moradores de Cáceres há mais de 30 anos, podia-se perfurar 20-50 metros próximos ao Instituto Santa Maria, no bairro Cavalhada que não se encontrava água em quantidade satisfatória, apesar de existirem lagoas a apenas 20-50 metros de distância. Hoje, em pontos mais urbanizados, esta

água está a poucos metros de profundidade, como consequência do efeito mercúrio descrito acima. O mesmo está acontecendo na área de nascente do córrego do Renato, aonde toda a área pantanosa vem sendo aterrada e o nível do lençol está quase aflorante como se pode observar na **Figura 35**.



**Figura 35. Afogamento de drenagens pluviais devido à subida do lençol freático resultante do efeito "gota de mercúrio" - Aterramento de área pantanosa da nascente do córrego Renato.**

**Migração lateral + subida do lençol freático + água de esgoto  
= afogamento de tubulações pluviais**

O afogamento de drenagens acontece frequentemente, no período chuvoso (novembro a março) nos canais urbanos de Cáceres (**Figura 36**).



**Figura 36. Canal dos Fontes, passagem sob a rua Joaquim Murtinho. Afogamento de drenagens pluviais Foto: A. Rosestolato Filho, 2003.**

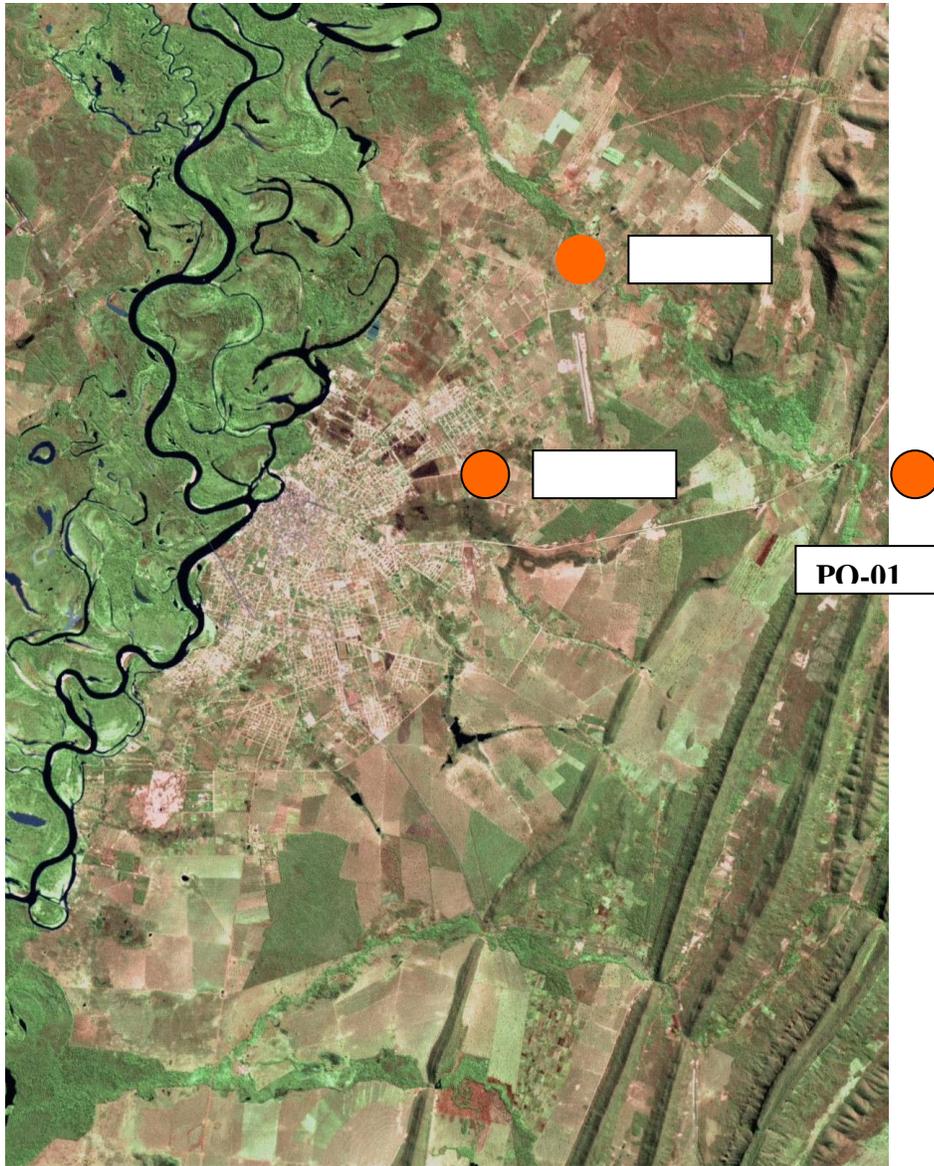
## **6.2. Mineralogia de argilas**

Análise mineralógica por difratometria de raios X da fração argila, comprova os processos de alteração descritos por Resende (1999).

A presença de feldspato já bastante alterado, comprovado pela presença da caulinita nas camadas atingidas pela oscilação do lençol freático, evidencia o intemperismo químico atuante nos solos do perímetro urbano. Os processos de oxidação-redução, hidrólise e hidratação-desidratação, além da carbonatação (esta ocorrendo na área da Província Serrana, nos afloramentos da Formação Araras) atuam de uma forma conjunta e constante, condicionada pela topografia e condições climáticas locais.

As amostras de metapelitos coletadas nos pontos **JÁ-01**, **OL-01** e **PO-01**, **Figura 37**, foram enviadas para o Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo - IPT, para ensaio com difratometria de raios X da fração argila. A amostra de metapelito do ponto **PO-01** foi coletada fora do perímetro urbano, próximo ao córrego Piraputanga, distante 10 km da cidade, local de afloramento da Formação Diamantino na Província Serrana, para comparar com os dados dos pontos amostrados na cidade.

**As Figuras 38 e 39** mostram detalhes do poço de sondagem no ponto **JÁ-01** e amostras dos metapelitos coletados no local, a 11 m de profundidade.



● Pontos de coleta das amostras para ensaio com difratometria de raios X da fração argila.

**Figura 37. Imagem Landsat (2004), com os pontos de coleta de amostras para análise da mineralogia das argilas.**



Figura 38. Poço de sondagem com 11,45m de profundidade, no ponto JÁ-01. Foto do autor, 05/09/2003.



Figura 39. Detalhe dos metapelitos da Formação Diamantino. A seta indica concentração de óxidos

no plano de acamamento. Foto do autor,  
05/09/2003.

As análises executadas, segundo o relatório de ensaio N°  
908 541 (**Anexo I**) apresentaram os seguintes resultados:

**Tabela 08. Designação e descrição das amostras.**

AMOSTRA		DESCRIÇÃO SUSCINTA
AMOSTRA	LABORATÓRIO	
JÁ - 01	LPTR 041/04	Amostra de solo argiloso, de coloração cinza escuro.
OL - 02	LPTR 042/04	Amostra de solo argiloso, de coloração verde avermelhado.
PO - 01	LPTR 043/04	Amostra de solo, de coloração marrom escuro.

Obs.: JÁ= Poço José Aureliano; OL= Olaria; PO= Piraputanga

**Tabela 09. Análise mineralógica por difratometria de raios X da fração argila.**

<b>AMOSTRA</b>	<b>ARGILOMINERAL</b>	<b>SEMI-QUANTIFICAÇÃO (%)</b>
<b>JÁ – 01</b>	Argilomineral do grupo da caulinita	60
	Argilomineral do grupo das esmectitas	20 – 25
	Argilomineral do grupo da illita	15 - 20
<b>OL – 02</b>	Argilomineral do grupo das esmectitas	70 – 75
	Argilomineral do grupo da illita	20 – 25
	Argilomineral do grupo da caulinita	5
<b>PO – 01</b>	Argilomineral do grupo das esmectitas	65 – 70
	Argilomineral do grupo da illita	25 – 30
	Argilomineral do grupo da caulinita	5

Obs.: JA= José Aureliano (Poço); OL= Olarias; PO= Piraputanga

A predominância da caulinita no ponto **JA-01**, deve-se a pouca lixiviação no local, pois está a onze (11) metros de profundidade, no alto topográfico do perímetro urbano, onde o lençol freático está a 11,45 metros de profundidade, enquanto a esmectitas são predominantes no ponto **OL-02**, com o lençol freático a apenas a 1,5 metros de profundidade, e **PO-01**, onde o metapelito está aflorante. Nos dois últimos pontos os processos de intemperismo são mais atuantes pela maior circulação de água e exposição das camadas.

A alteração do feldspato potássico em presença de água e ácido carbônico, com a entrada de H<sup>+</sup> na estrutura do mineral, substituindo K<sup>+</sup>, é descrita por Toledo *et al.*, (2000). O potássio é totalmente eliminado pela solução de lixiviação e a sílica apenas parcialmente; a sílica não eliminada recombina-se com o alumínio também não eliminado, formando uma fase secundária argilosa (caulinita):

$$2\text{KAlSi}_3\text{O}_8 + 11\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Si}_2\text{Al}_2\text{O}_5(\text{OH})_4 + 4\text{H}_4\text{SiO}_4 + 2\text{K}^+ + 2\text{OH}^-$$

para a eliminação total do potássio, e

$$2,3\text{KAlSi}_3\text{O}_8 + 8,4\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Si}_{3,7}\text{Al}_{10,3}\text{O}_{10}\text{Al}_2(\text{OH})_2\text{K}_{0,3} + 3,2\text{H}_4\text{SiO}_4 + 2\text{K}^+ + 2\text{OH}^-$$

para eliminação parcial do potássio.

Quando 100% do potássio é eliminado em solução, pela hidrólise parcial, forma-se a caulinita, com eliminação de 66% da sílica e permanência de todo o alumínio; quando parte do potássio não é eliminada em solução forma-se a esmectita, com eliminação de 87% do potássio, 46% da sílica e permanência de todo o alumínio.

As mesmas amostras foram enviadas para análise granulométrica no laboratório de solos da escola agrícola, apresentando os resultados (**Anexo II**) descritos nas **Tabelas 10, 11 e 12**.

**Tabela 10. Resultados Analíticos - Análise Química.**

Amostra		Análise Química								
Nº	Identificação	Ph	Ph	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	M.O
		(H <sub>2</sub> O)	Kcl	Mg/dm		Cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>				dag/kg
1	CA 01	6,8	5,2	2,0		1,3	1,9	0,0	1,7	0,1
2	JA 01	6,0	3,7	3,0		4,0	15,5	0,3	1,9	0,1
3	OL 01	5,5	3,6	2,0		2,1	4,4	6,4	21,4	0,1
4	OL 02	5,8	3,5	1,0		1,6	4,5	7,8	33,4	0,1

Obs.: JÁ= Poço José Aureliano; OL= Olaria; PO= Piraputanga  
M.O.= Matéria Orgânica.

**Tabela 11. Resultados Analíticos - Análise Física.**

Amostra		Análise Física		
Nº	Identificação	Areia	Silte	Argila
		dag/kg		
1	CA 01	57,6	19,2	23,2
2	JA 01	9,0	67,8	23,2
3	OL 01	15,3	42,5	42,2
4	OL 02	12,1	40,7	47,2

Obs.: JÁ= Poço José Aureliano; OL= Olaria; PO= Piraputanga

**Tabela 12. Resultados Complementares (Cálculos).**

Amostra		SB	(t)	(T)	V	m	Ca/T	Mg/T	K/T	Relações		
Nº	Identificação	Cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> %								Ca/Mg	Ca/k	Mg/K
		1	CA 01	3,2	3,2	4,9	65,3	0,0	26,5	38,8		0,0
2	JA 01	19,5	19,8	21,4	91,1	1,5	18,7	72,4		0,0	-	-
3	OL 01	6,5	12,9	27,9	23,3	49,6	7,5	15,8		0,0	-	-
4	OL 02	6,1	13,9	39,5	15,4	56,1	4,1	11,4		0,0	-	-

Obs.: JÁ= Poço José Aureliano; OL= Olaria; PO= Piraputanga  
SB= Soma de Bases Trocáveis;  
CTC (t)= Capacidade de Troca Catiônica Efetiva;  
CTC (T)= Capacidade de Troca Catiônica a pH 7,0;  
V= Índice de Saturação de Bases;

M= Índice de Saturação de Alumínio;

### 6.2.1. Utilização das argilas no perímetro urbano

As argilas, resultante do intemperismo nos metapelitos da Formação Diamantino, no perímetro urbano de Cáceres, MT, são utilizadas, principalmente, de forma artesanal por oleiros para a fabricação de tijolos (**Figura 40**).



Figura 40. Etapas da fabricação de tijolos em olarias próximas ao Canal dos Fontes, no

cruzamento com a Rua Joaquim Murtinho. Foto: A. Rosestolato Filho, 2003.

### **6.3.Embasamento rochoso e Neotectônica**

O embasamento da cidade, comprovado através de sondagens de solo, perfil na área das olarias e análises de leito e margem dos canais urbanos, pode ser identificado nos perfis das **Figuras 41** e **42** que mostram a presença dos metapelitos da Formação Diamantino na cota média de 112m.

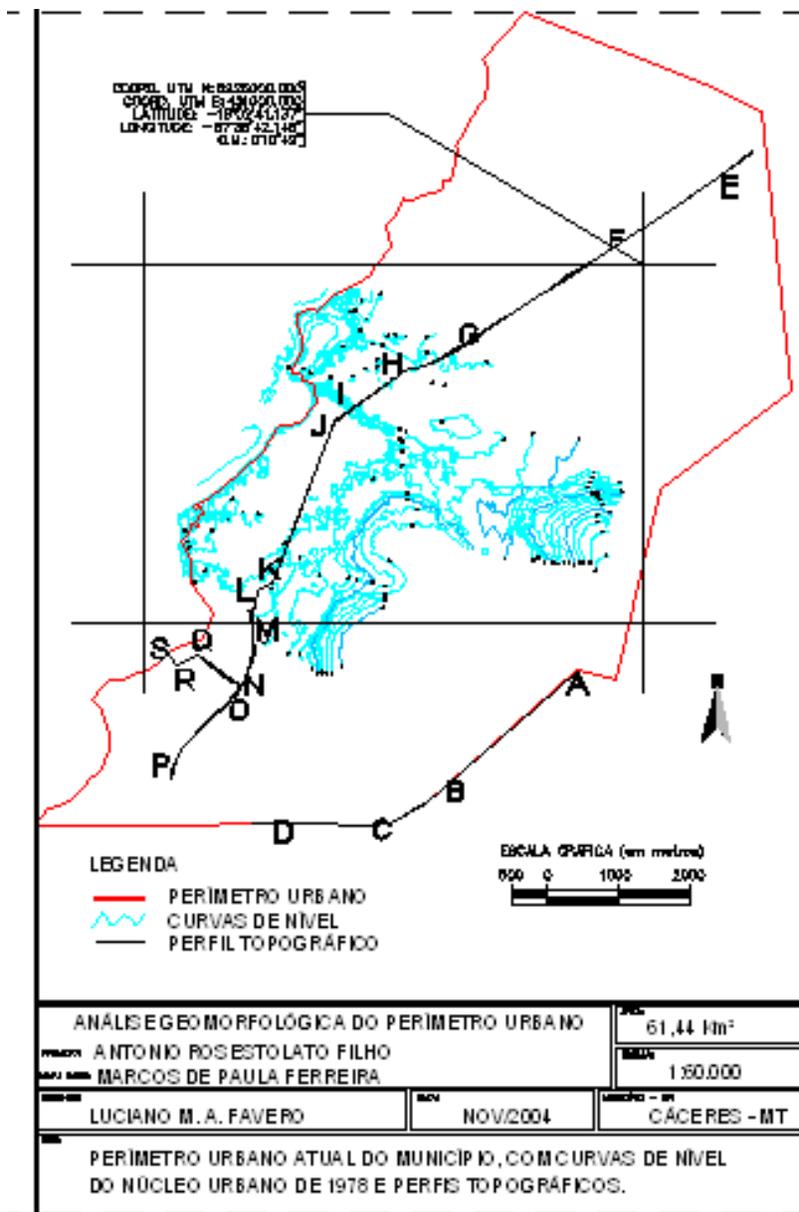
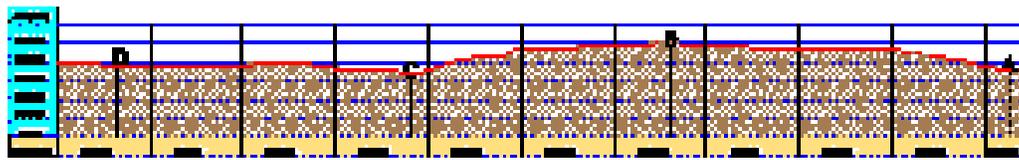
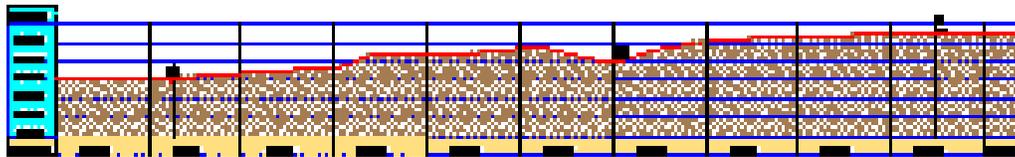


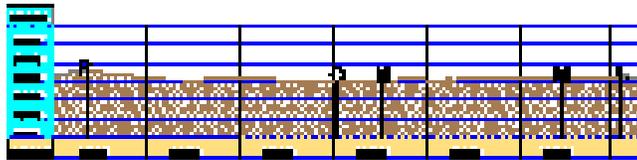
Figura 41. Mapa dos perfis executados A. Rosestolato Filho, 2003.



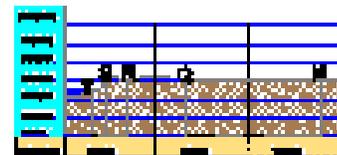
**PERFIL AV PERIMETRAL**



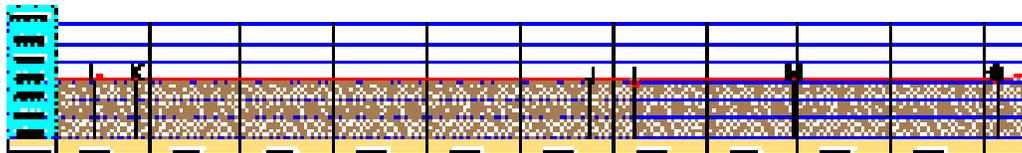
**PERFIL AX TANQUELADO NOVO**



**PERFIL AB-1000 RAMO II**



**AB-1000 RAMO III**

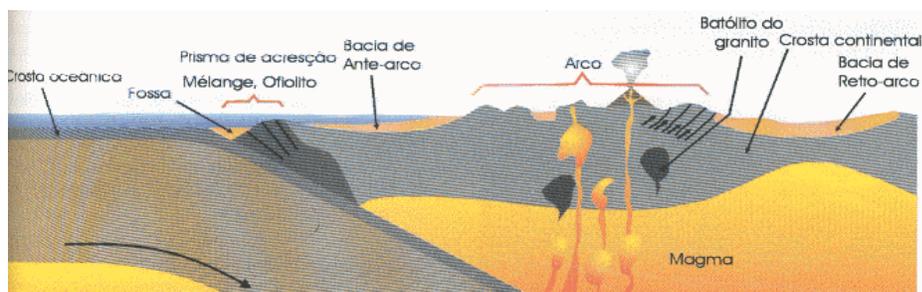


**PERFIL QUINTAO**

<b>TÍTULO</b>		
ANÁLISE GEOMORFOLÓGICA DO PERÍMETRO URBANO		
<b>PROJ.</b>		
ANTÔNIO ROSETO LATO FILHO		
<b>PROJETO</b>	<b>DATA</b>	<b>MUNICÍPIO - UF</b>
LUCIANO M. A. FAVERO	NOV/2004	CÁCERES - MT
<b>REALIZADO POR</b>		
TOPOGRAFIA E PERFILES EXECUTADOS PELO ENGENHEIRO MARCOS DE PAULA FERREIRA		

**Figura 42. Perfis topográficos executados. A. Rosestolato Filho, 2003.**

A cidade de Cáceres, em termos geológico-estruturais, está situada a leste de um *back arc*, formado pela flexão dos Andes devido ao choque das placas de Nazca e Sul Americana. Esta situação pode ser visualizada com base no perfil de Tassinari (2000), mostrado na **Figura 43**, que representa a situação do Pantanal como uma bacia de retro-arco (*back arc*).



**Figura 43. Perfil de um limite de placa convergente mostrando as principais feições geológicas formadas e as associações de rochas relacionadas. (Tassinari, 2000).**

No trabalho de Shiraiwa e Ussami (1995), testou-se a hipótese e foi proposto um modelo mecânico, no qual a Bacia do Pantanal foi formada no Cenozóico superior, pela subsidência provocada pela reativação mecânica da Faixa Paraguai. A reativação teria ocorrido devido a esforços extensionais que surgem na ombreira flexural produzida nesta região, em resposta à flexão da placa litosférica do Escudo Central do Brasil, sob a ação da carga formada pela topografia dos Andes Centrais. A posição e amplitude da ombreira flexural, determinada em dois tipos de modelos

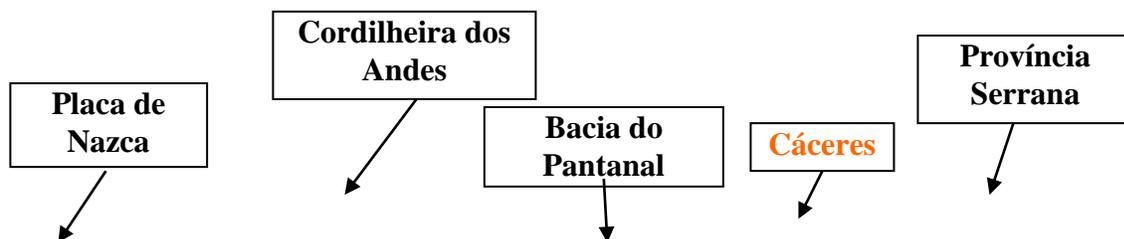
gravimétricos mostram que os esforços extensionais na superfície da ombreira superam 140 Mpa na região do Pantanal Mato-grossense, suficientes para provocar as reativações ou mesmo novas falhas.

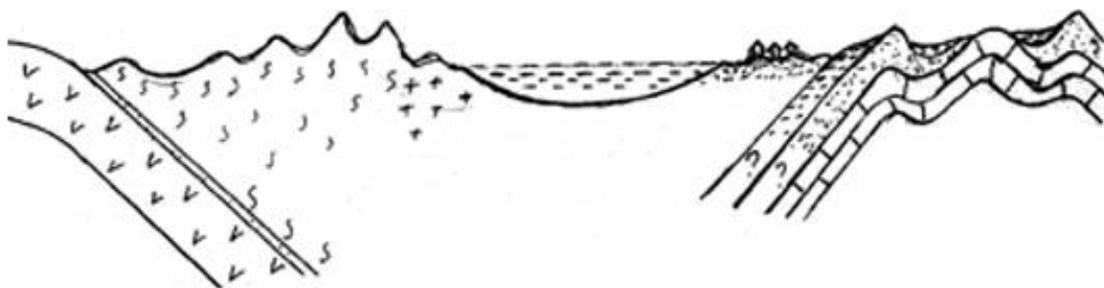
Em locais que apresentam dobramentos as drenagens são condicionadas ao longo das sinclinais, exceto quando os dobramentos são associados com falhamentos. Como há uma Neotectônica atuante, devemos considerar os fatores regionais que estão influenciando a elaboração do relevo.

Segundo o Smith College Geology (2001), a resistência e orientação das unidades de rocha na superfície da terra podem influenciar o desenvolvimento da paisagem. Isto é essencialmente verdadeiro onde há rochas sedimentares de resistências variadas. A erosão diferenciada destas rochas resulta em diferentes topografias.

A complexidade de constituição deve ser levada em conta na análise geomorfológica, pois as condições estruturais, somadas aos diferentes tipos de sedimentos, de vegetação, clima e interações, levam à determinados tipos de margens, canais fluviais e formas de relevo.

Com base no trabalho de Shiraiwa e Ussami (1995), podemos adaptar o perfil da **Figura 43** ao choque da Placa de Nazca (subductada) com a Placa Sul Americana (tensionada), provocando o "enrugamento" dos Andes e o surgimento de um *back arc* a leste da cordilheira, como visualizado na **Figura 44**.





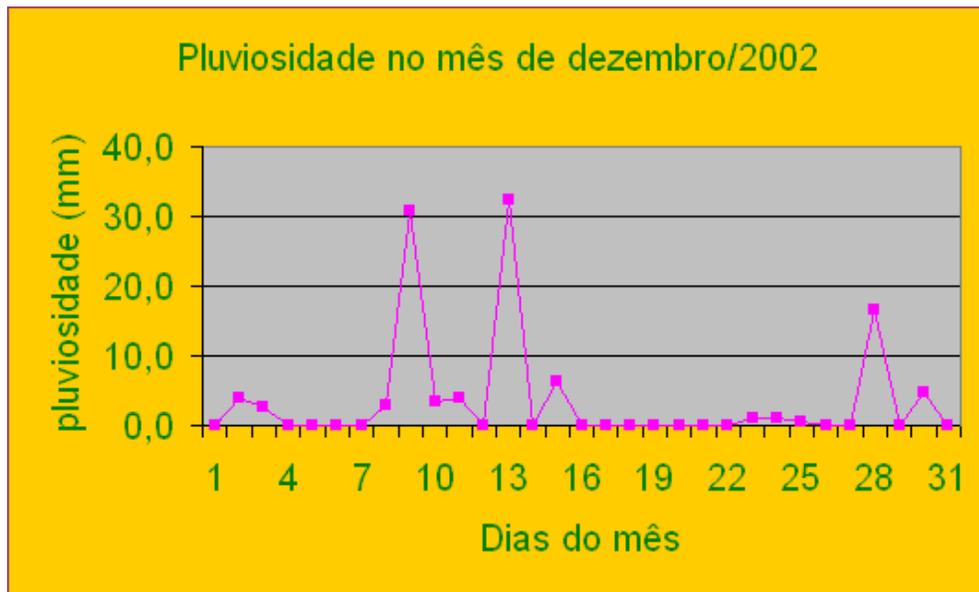
-  Formação Araras
-  Formação Raizama
-  Formação Diamantino
-  Rochas Graníticas
-  Rochas Metamórficas
-  Rochas Vulcânicas

Figura 44. Situação de Cáceres, na placa Sul Americana. Fonte: Elaborado a partir de Tassinari (2000), Shiraiwa e Ussami (1995), Radambrasil (1982) e Luz et al. (1978). Elaboração: A. Rosestolato Filho.

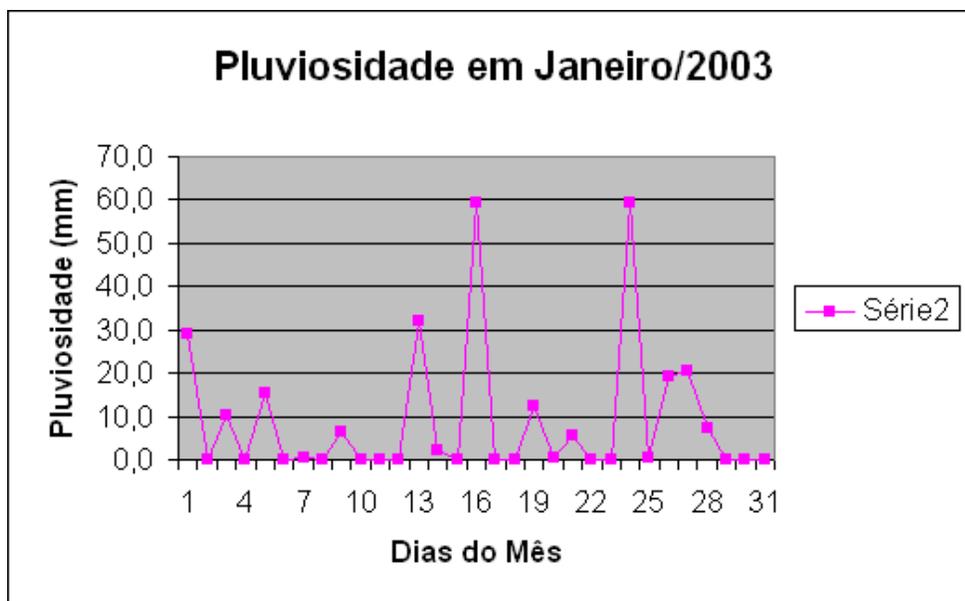
#### 6.4. Dados pluviométricos mensurados pelos pluviógrafos artesanais

				Precipitação		
				dez/02	Prec.(mm)	Vol(ml)
				1	0,0	0
				2	3,8	30
				3	2,5	20
				4	0,0	0
P=10V/A				5	0,0	0
				6	0,0	0
P= Precipitação acumulada em mm;				7	0,0	0
V= Volume recolhido em cm <sup>3</sup> ou em ml;				8	2,9	23
A= Área de interceptação do anel em cm <sup>2</sup> .				9	30,8	242
				10	3,3	26
	A=78,53			11	3,9	31
Obs.: A= piX5X5				12	0,0	0
				13	32,5	255
				14	0,0	0
				15	6,4	50
				16	0,0	0
				17	0,0	0
				18	0,0	0
				19	0,0	0
				20	0,0	0
				21	0,0	0

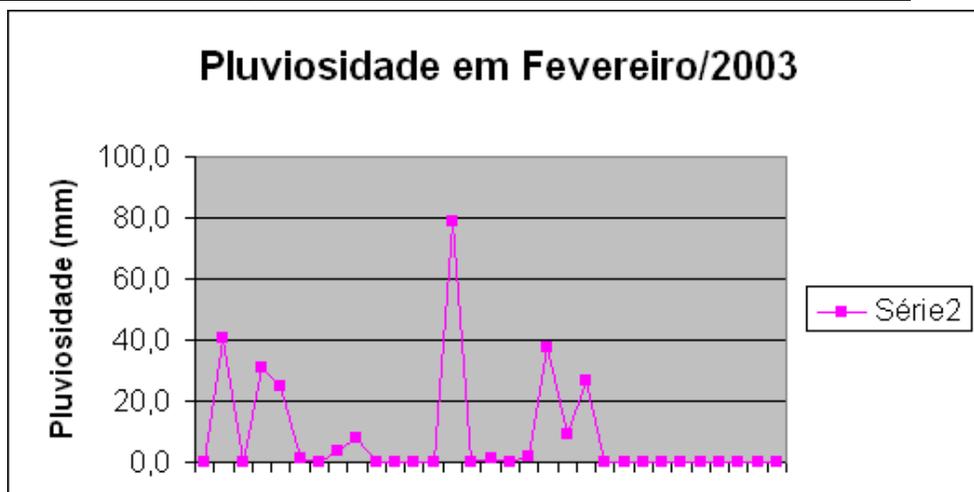
				22	0,0	0
				23	1,1	9
				24	1,1	9
				25	0,6	5
				26	0,0	0
				27	0,0	0
				28	16,6	130
				29	0,0	0
				30	4,8	38
				31	0,0	0
			<b>Total do mês (mm)=</b>		<b>110,5</b>	<b>868</b>



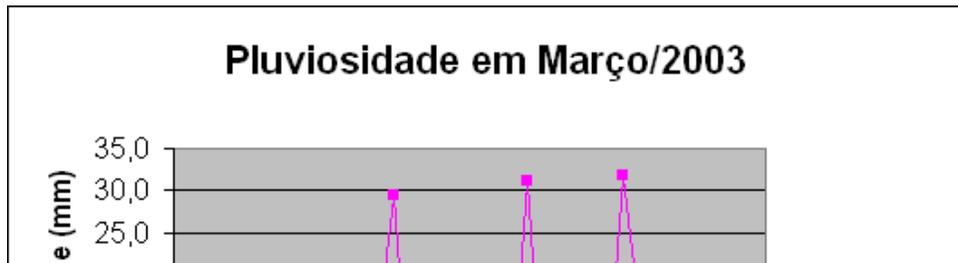
Pluviômetro 01			Precipitação		
			jan/03	Prec.(mm)	Vol(ml)
			1	29,2	229
			2	0,0	0
			3	10,1	79
			4	0,0	0
P=10V/A			5	15,3	120
			6	0,0	0
P= Precipitação acumulada em mm;			7	0,3	2
V= Volume recolhido em cm3 ou em ml;			8	0,0	0
A= Área de interceptação do anel em cm2.			9	6,4	50
			10	0,0	0
	A=78,53		11	0,0	0
Obs.: A= piX5X5			12	0,0	0
			13	31,8	250
			14	2,3	18
			15	0,0	0
			16	59,2	465
			17	0,0	0
			18	0,0	0
			19	12,2	96
			20	0,5	4
			21	5,7	45
			22	0,0	0
			23	0,0	0
			24	59,3	466
			25	0,5	4
			26	19,2	151
			27	20,5	161
			28	7,4	58
			29	0,0	0
			30	0,0	0
			31	0,0	0
			<b>Total do mês (mm)=</b>	<b>279,9</b>	<b>2198</b>



Pluviômetro 02				Precipitação		
				fev/03	Prec.(mm)	Vol(ml)
				1	0,0	0
				2	40,9	321
				3	0,0	0
				4	31,2	245
P=10V/A				5	24,8	195
				6	1,4	11
P= Precipitação acumulada em mm;				7	0,0	0
V= Volume recolhido em cm3 ou em ml;				8	3,8	30
A= Área de interceptação do anel em cm2.				9	7,8	61
				10	0,0	0
	A=78,53			11	0,0	0
Obs.: A= piX5X5				12	0,0	0
				13	0,0	0
				14	79,0	620
				15	0,0	0
				16	1,4	11
				17	0,0	0
				18	1,5	12
				19	37,6	295
				20	8,9	70
				21	26,7	210
				22	0,0	0
				23	0,0	0
				24	0,0	0
				25	0,0	0
				26	0,0	0
				27	0,0	0
				28	0,0	0
				29	0,0	0
				30	0,0	0
				31	0,0	0
<b>Total do mês (mm)=</b>					<b>265,0</b>	2081

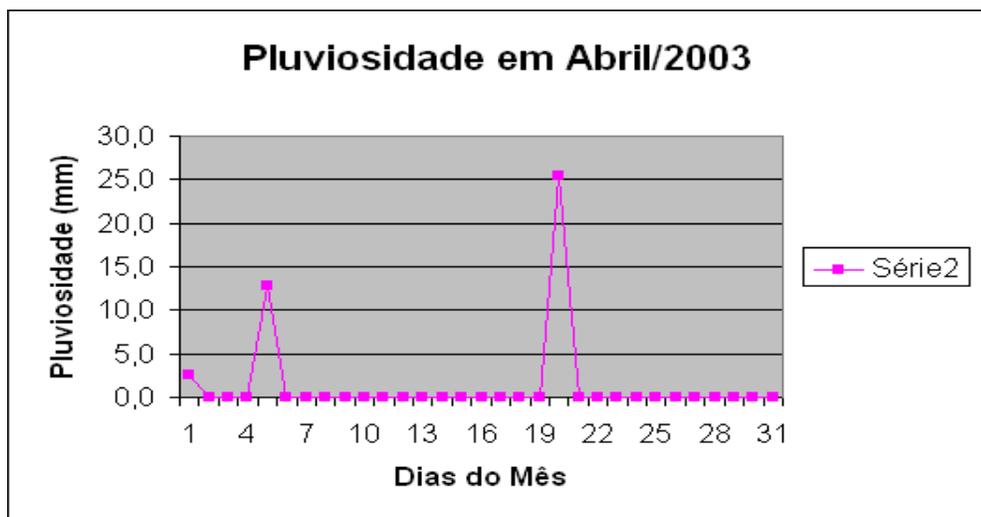


Pluviômetro 02				Precipitação		
				mar/03	Prec.(mm)	Vol(ml)
				1	0,0	0
				2	0,0	0
				3	0,0	0
				4	0,0	0
P=10V/A				5	0,0	0
				6	0,0	0
P= Precipitação acumulada em mm;				7	0,6	5
V= Volume recolhido em cm3 ou em ml;				8	0,0	0
A= Área de interceptação do anel em cm2.				9	0,0	0
				10	0,0	0
	A=78,53			11	10,1	79
Obs.: A= piX5X5				12	29,4	231
				13	0,0	0
				14	0,0	0
				15	0,0	0
				16	0,0	0
				17	8,3	65
				18	0,0	0
				19	31,2	245
				20	0,0	0
				21	19,7	155
				22	0,0	0
				23	0,0	0
				24	31,7	249
				25	14,0	110
				26	18,6	146
				27	3,8	30
				28	0,0	0
				29	0,0	0
				30	1,9	15
				31	13,5	106
				<b>Total do mês (mm)=</b>	<b>182,9</b>	<b>0</b>



Pluviômetro 05				Precipitação		
				abr/03	Prec.(mm)	Vol(ml)
				1	2,5	20
				2	0,0	0
				3	0,0	0
				4	0,0	0
P=10V/A				5	12,7	100
				6	0,0	0
P= Precipitação acumulada em mm;				7	0,0	0
V= Volume recolhido em cm3 ou em ml;				8	0,0	0
A= Área de interceptação do anel em cm2.				9	0,0	0
				10	0,0	0
	A=78,53			11	0,0	0
Obs.: $A = \pi \times 5 \times 5$				12	0,0	0
				13	0,0	0
				14	0,0	0
				15	0,0	0
				16	0,0	0
				17	0,0	0
				18	0,0	0
				19	0,0	0
				20	25,5	200
				21	0,0	0
				22	0,0	0
				23	0,0	0
				24	0,0	0
				25	0,0	0
				26	0,0	0
				27	0,0	0

				28	0,0	0
				29	0,0	0
				30	0,0	0
				31	0,0	0
			<b>Total do mês (mm)=</b>		<b>40,7</b>	<b>0</b>



**6.5 Taxas de infiltração, com as coordenadas geográficas dos pontos mensurados, no perímetro urbano de Cáceres.**

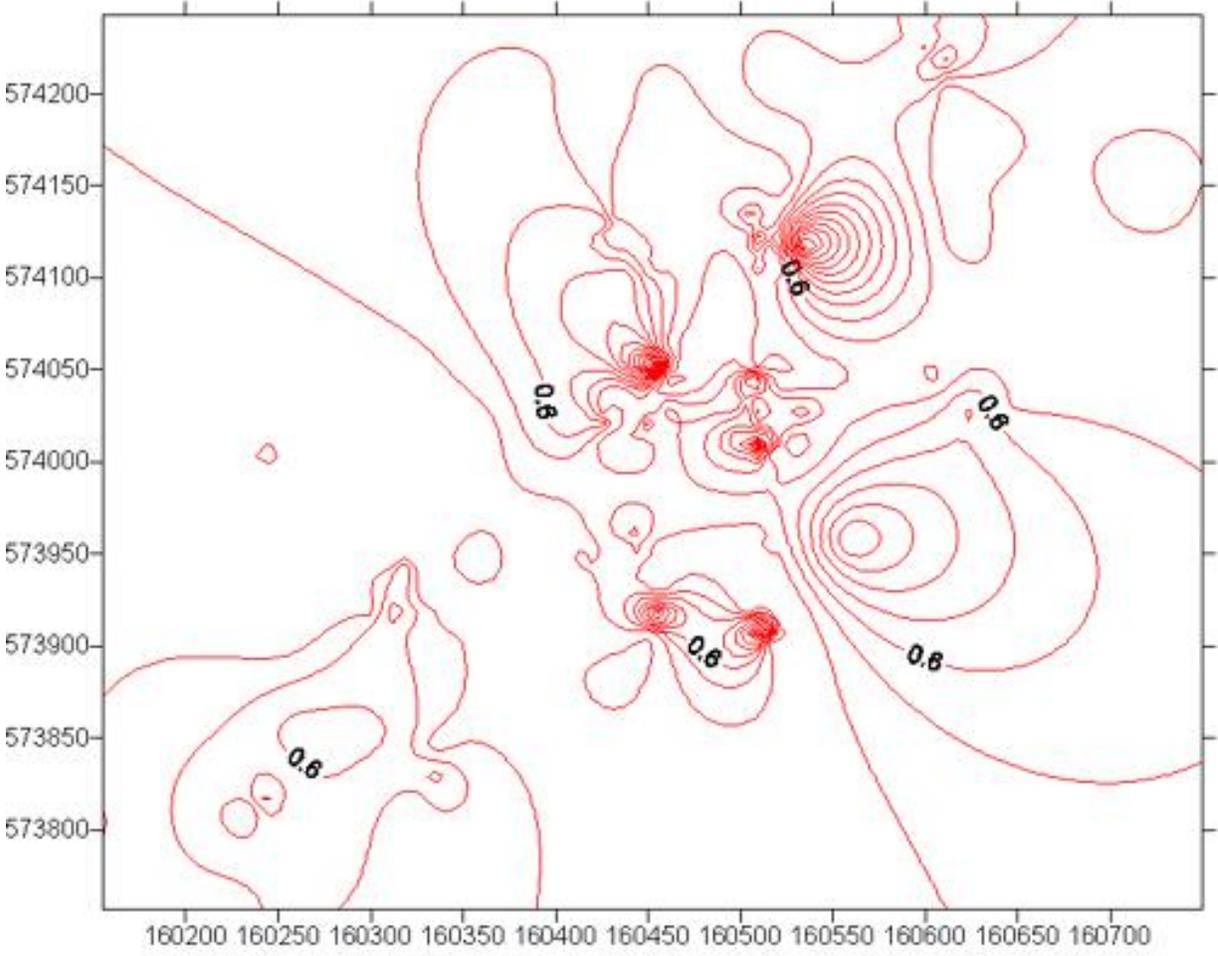
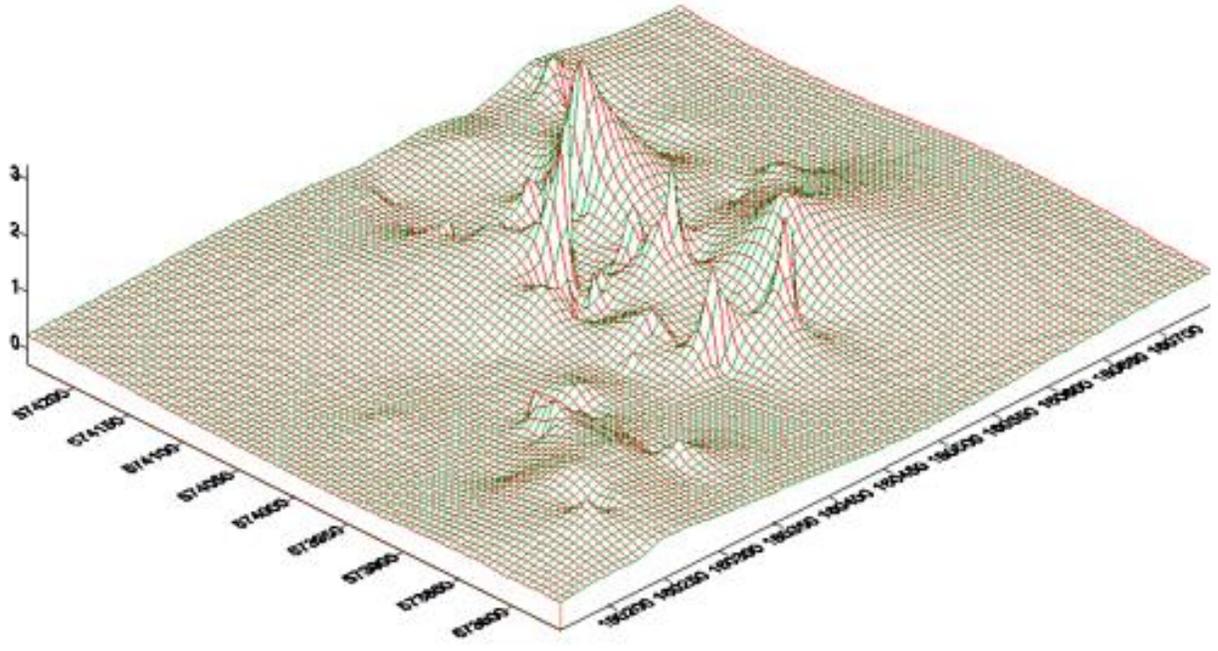
Coordenadas/Pontos	NS	EW	Taxa de Infiltração
1	160314.7	0573802.1	<b>0,32</b>
2	160259.6	0573812.5	<b>0,59</b>
3	160335.1	0573831.2	<b>0,71</b>
4	16 0324.1	0573818.2	<b>0,33</b>
5	16 0335.1	0573845.3	<b>0,06</b>
6	16 0401.4	0573930.2	<b>0,03</b>
7	16 0359.9	0573914.9	<b>0,11</b>
8	16 0228.1	0573758.3	<b>0,27</b>
9	16 0245.7	0573757.5	<b>0,44</b>
10	15 5939.9	0573814.3	<b>0,01</b>
11	16 0155.6	0573805.2	<b>0,19</b>
12	16 0246.0	0574027.1	<b>0,07</b>
13	15 5938.1	0573813.2	<b>0,78</b>
14	16 0246.0	0574005.9	<b>0,23</b>
15	16 0237.9	0573818.0	<b>1,93</b>
16	16 0321.3	0574053.0	<b>0,12</b>
18	16 0428.9	0574122.9	<b>0,17</b>
19	16 0426.2	0574129.9	<b>0,84</b>
20	16 0426.2	0574026.7	<b>0,10</b>
21	16 0425.15	0574020.2	<b>0,86</b>
22	16 0420.5	0574010.2	<b>0,29</b>

23	16 0416.5	0573958.7	<b>0,16</b>
24	16 0413.4	0573948.2	<b>0,33</b>
25	16 0407.2	0573943.5	<b>0,02</b>
26	16 0416.7	0573952.0	<b>0,05</b>
27	16 0421.4	0574002.0	<b>0,26</b>
28	16 0424.1	0574008.7	<b>0,11</b>
29	16 0427.2	0574015.8	<b>0,17</b>
30	16 0431.7	0574028.6	<b>0,42</b>
31	16 0431.7	0574028.6	<b>1,74</b>
32	16 0354.9	0573942.3	<b>0,38</b>
33	16 0404.8	0573957.4	<b>0,00</b>
34	16 0359.7	0574017.8	<b>0,06</b>
35	16 0408.8	0574024.2	<b>0,83</b>
36	16 04'24.5	0574030.0	<b>0,17</b>
37	16 0427.9	0574034.0	<b>0,01</b>
38	16 0435.7	0574040.6	<b>0,03</b>
39	16 0439.2	0574052.4	<b>1,33</b>
40	16 0438.7	0574100.4	<b>0,98</b>
41	16 0435.1	0574109.0	<b>0,64</b>
42	16 0453.9	0574059.2	<b>1,03</b>
43	16 0450.6	0574110.3	<b>0,19</b>
44	16 0452.4	0574105.0	<b>0,14</b>
45	16 0456.8	0574104.5	<b>0,17</b>
46	16 0457.8	0574101.1	<b>0,32</b>
47	16 0458.9	0574058.8	<b>0,43</b>
48	16 0500.5	0574054.2	<b>0,02</b>
49	16 0502.0	0574049.4	<b>0,00</b>
50	16 0502.1	0574042.3	<b>1,06</b>
51	16 0500.7	0574035.8	<b>0,26</b>
52	16 0501.2	0574030.8	<b>0,21</b>
53	16 0448.1	0574028.2	<b>0,10</b>
54	16 0457.5	0574035.7	<b>0,03</b>
55	16 0457.5	0574035.7	<b>0,32</b>
56	16 0458.0	0574048.3	<b>0,04</b>
57	16 0458.3	0574048.8	<b>0,07</b>
58	16 0447.0	0574024.9	<b>0,00</b>
59	16 0448.6	0574021.1	<b>0,77</b>
60	16 0445.6	0574020.5	<b>0,01</b>
61	16 0442.9	0574013.9	<b>0,27</b>
62	16 0438.7	0573959.7	<b>0,58</b>
63	16 0443.3	0573959.2	<b>0,68</b>
64	16 0445.9	0574008.3	<b>0,04</b>
65	16 0448.7	0574011.6	<b>0,16</b>
66	16 0505.1	0574011.0	<b>0,19</b>
67	16 0504.0	0574011.0	<b>1,83</b>
68	16 0515.5	0573903.1	<b>0,16</b>
69	16 0513.5	0573907.4	<b>3,09</b>
70	16 0456.0	0574024.4	<b>0,00</b>
71	16 0456.0	0574024.4	<b>1,29</b>
72	16 0459.3	0574028.1	<b>0,64</b>
73	16 0505.5	0574030.0	<b>1,40</b>
74	16 0508.4	0574042.3	<b>1,92</b>
75	16 0506.0	0574049.3	<b>0,02</b>
76	16 0349.0	0573929.2	<b>0,01</b>

77	16 0333.9	0573923.1	<b>0,18</b>
78	16 0330.9	0573932.9	<b>0,04</b>
79	16 0346.0	0573917.1	<b>0,02</b>
80	16 0326.0	0573936.4	<b>0,08</b>
81	16 0314.3	0573944.8	<b>0,08</b>
82	16 0346.0	0573917.1	<b>0,02</b>
83	16 0345.9	0573906.4	<b>0,21</b>
84	16 0317.6	0573943.0	<b>0,59</b>
85	16 0321.3	0573906.3	<b>0,34</b>
86	16 0325.3	0573927.3	<b>0,08</b>
87	16 0302.7	0573921.0	<b>0,07</b>
88	16 0302.7	0573921.1	<b>0,15</b>
89	16 0252.9	0573906.2	<b>0,04</b>
90	16 0305.6	0573853.0	<b>0,64</b>
91	16 0258.5	0573851.7	<b>0,71</b>
92	16 0323.2	0573946.2	<b>0,11</b>
93	16 0319.8	0573934.9	<b>0,59</b>
94	16 0321.1	0573920.7	<b>0,55</b>
95	16 0309.8	0573918.7	<b>0,74</b>
96	16 0302.1	0573905.7	<b>0,53</b>
97	16 0326.1	0573857.7	<b>0,40</b>
98	16 0342.1	0573924.1	<b>0,16</b>
99	16 0512.6	0574131.0	<b>0,10</b>
100	16 0436.1	0574146.3	<b>0,08</b>
101	16 0439.6	0574206.7	<b>0,36</b>
102	16 0447.5	0574204.8	<b>0,10</b>
103	16 0519.6	0574207.4	<b>0,57</b>
104	16 0524.9	0574151.6	<b>0,10</b>
105	16 0526.0	0574137.4	<b>0,41</b>
106	16 0533.9	0574118.1	<b>2,94</b>
107	16 0512.7	0574109.5	<b>0,51</b>
108	16 0534.5	0574026.0	<b>0,83</b>
109	16 0521.1	0574041.0	<b>0,09</b>
110	16 0512.0	0573955.4	<b>0,38</b>
111	16 0527.3	0574008.1	<b>0,05</b>
112	16 0510.7	0574009.0	<b>2,70</b>
113	16 0536.4	0574020.6	<b>0,26</b>
114	16 0513.9	0574030.5	<b>0,10</b>
115	16 0515.6	0574030.5	<b>0,69</b>
116	16 0457.9	0574118.4	<b>0,20</b>
117	16 0503.7	0574123.2	<b>0,05</b>
118	16 0526.2	0574007.3	<b>0,21</b>
119	16 0524.2	0574011.4	<b>0,15</b>
120	16 0511.4	0573956.5	<b>0,03</b>
121	16 0519.1	0574001.5	<b>0,39</b>
122	16 0518.5	0573948.9	<b>0,11</b>
123	16 0516.3	0574004.5	<b>0,15</b>
124	16 0558.8	0573957.8	<b>1,67</b>
125	16 0509.3	0574104.1	<b>0,44</b>
126	16 0602.4	0574235.7	<b>0,58</b>
127	16 0556.4	0574242.6	<b>0,22</b>
128	16 0553.2	0574232.4	<b>0,32</b>
129	16 0608.9	0574218.5	<b>1,17</b>
130	16 0602.2	0574225.9	<b>0,31</b>

131	16 0611.7	0574203.7	<b>0,02</b>
132	16 0603.2	0574205.5	<b>0,60</b>
133	16 0626.3	0574138.1	<b>0,08</b>
134	16 0614.3	0574153.3	<b>0,04</b>
135	16 0454.8	0574051.5	<b>4,22</b>
136	16 0617.0	0574126.9	<b>0,10</b>
137	16 0634.4	0574132.5	<b>0,17</b>
138	16 0639.5	0574144.2	<b>0,26</b>
139	16 0453.8	0574042.0	<b>0,06</b>
140	16 0453.8	0574042.0	<b>0,24</b>
141	16 0547.1	0574047.9	<b>0,05</b>
142	16 0604.6	0574046.1	<b>0,14</b>
143	16 0625.0	0574030.6	<b>0,85</b>
144	16 0645.6	0574030.8	<b>0,38</b>
145	16 0524.3	0574108.4	<b>0,02</b>
146	16 0601.2	0574109.7	<b>0,42</b>
147	16 0610.6	0574114.4	<b>0,22</b>
148	16 0542.0	0574058.6	<b>0,23</b>
149	16 0602.2	0574052.0	<b>0,20</b>
150	16 0516.7	0574113.5	<b>0,15</b>
151	16 0517.3	0574126.5	<b>0,32</b>
152	16 0715.6	0574158.7	<b>0,15</b>
153	16 0504.4	0574140.9	<b>0,31</b>
154	16 0506.5	0574135.4	<b>0,95</b>
155	16 0749.6	0574144.3	<b>0,20</b>
156	16 0520.9	0574046.5	<b>0,03</b>
157	16 0521.8	05741'04.0	<b>0,15</b>
158	16 0515.5	0574107.3	<b>0,01</b>
159	16 0515.2	0574101.3	<b>0,18</b>
160	16 0514.2	0574058.2	<b>0,08</b>
161	16 0514.4	0574058.1	<b>0,00</b>
162	16 0509.1	0574109.7	<b>0,31</b>
163	16 0514.5	0574116.3	<b>0,00</b>
164	16 0509.4	0574112.5	<b>0,03</b>
165	16 0510.3	0574120.4	<b>1,27</b>
166	16 0533.5	0574044.2	<b>0,03</b>
167	16 0506.8	0574017.6	<b>0,79</b>
168	16 0455.1	0573916.6	<b>2,14</b>
169	16 0456.9	0573928.8	<b>0,10</b>
170	16 0436.3	0574127.2	<b>0,25</b>
171	16 0431.7	0574135.0	<b>0,14</b>
172	16 0447.5	0574140.7	<b>0,13</b>
173	16 0447.5	0574140.7	<b>0,00</b>
174	16 0456.4	0573946.1	<b>0,14</b>
175	16 0501.0	0573948.5	<b>0,02</b>
176	16 0508.3	0573928.5	<b>0,00</b>
177	16 0502.6	0573937.4	<b>0,10</b>
178	16 0518.9	0573911.6	<b>0,28</b>
179	16 0513.2	0573919.3	<b>0,20</b>
180	16 0643.4	0574131.1	<b>0,30</b>
181	16 0715.6	0574158.7	<b>0,15</b>
182	16 0504.4	0574140.9	<b>0,31</b>
183	16 0506.5	0574135.4	<b>0,95</b>
184	16 0749.6	0574144.3	<b>0,20</b>

185	16 0520.9	0574046.5	<b>0,03</b>
186	16 0521.8	0574104.0	<b>0,15</b>
187	16 0515.5	0574107.3	<b>0,01</b>
188	16 0515.2	0574101.3	<b>0,18</b>
189	16 0514.2	0574058.2	<b>0,08</b>
190	16 0514.4	0574058.1	<b>0,00</b>
191	16 0509.1	0574109.7	<b>0,31</b>
192	16 0514.5	0574116.3	<b>0,00</b>
193	16 0509.4	0574112.5	<b>0,03</b>
194	16 0510.3	0574120.4	<b>1,27</b>
195	16 0533.5	0574044.2	<b>0,03</b>
196	16 0522.3	0573857.0	<b>0,12</b>
197	16 0525.6	0573901.0	<b>0,11</b>
198	16 0502.2	0574004.1	<b>0,78</b>
199	16 0500.9	0573959.1	<b>0,16</b>
200	16 0506.8	0574036.4	<b>0,19</b>
201	16 0508.5	0574037.0	<b>0,19</b>
202	16 0511.6	0574101.6	<b>0,07</b>
203	16 0511.8	0574048.3	<b>0,04</b>
204	16 0505.0	0574100.9	<b>0,02</b>
205	16 0506.2	0574105.6	<b>0,08</b>
206	16 0511.3	0574057.2	<b>0,08</b>
207	16 0457.3	0574012.7	<b>0,31</b>
208	16 0453.6	0573940.9	<b>0,11</b>
209	16 0452.1	0573945.2	<b>0,08</b>
210	16 0456.3	0573906.7	<b>0,20</b>
211	16 0451.0	0573908.8	<b>0,11</b>
212	16 0449.3	0573935.0	<b>0,10</b>
213	16 0439.7	0573956.7	<b>0,01</b>
214	16 0444.9	0573952.5	<b>0,58</b>
215	16 0451.7	0573954.5	<b>0,12</b>
216	16 0439.6	0573956.6	<b>0,23</b>
217	16 0509.9	0573859.7	<b>0,19</b>
218	16 0517.1	05738.0	<b>0,05</b>
219	16 0504.3	0573925.2	<b>0,05</b>
220	16 0504.0	0573919.8	<b>0,00</b>
221	16 0504.0	0573919.8	<b>0,04</b>
222	16 0508.6	0574029.9	<b>0,23</b>
223	16 0512.9	0574024.9	<b>0,17</b>
224	16 0508.8	0574024.3	<b>0,09</b>



**Figura 45. Distribuição da taxa de infiltração mensurada no perímetro urbano de Cáceres-MT. Acima os picos de concentração em superfície 3-D. Abaixo, mapa de contorno das taxas de infiltração (as linhas vermelhas indicam a interpolação dos valores pelo método de Krigagem).**

#### **6.6. Mapas.**

As informações adquiridas com a geomorfologia aplicada à cidade de Cáceres resultaram nos mapas seguintes:

**Mapa de curvas de nível;**

**Mapa de variação de declividades por polígonos;**

**Mapa de variação de declividades por cores;**

**Mapa de variação de declividades por setas;**

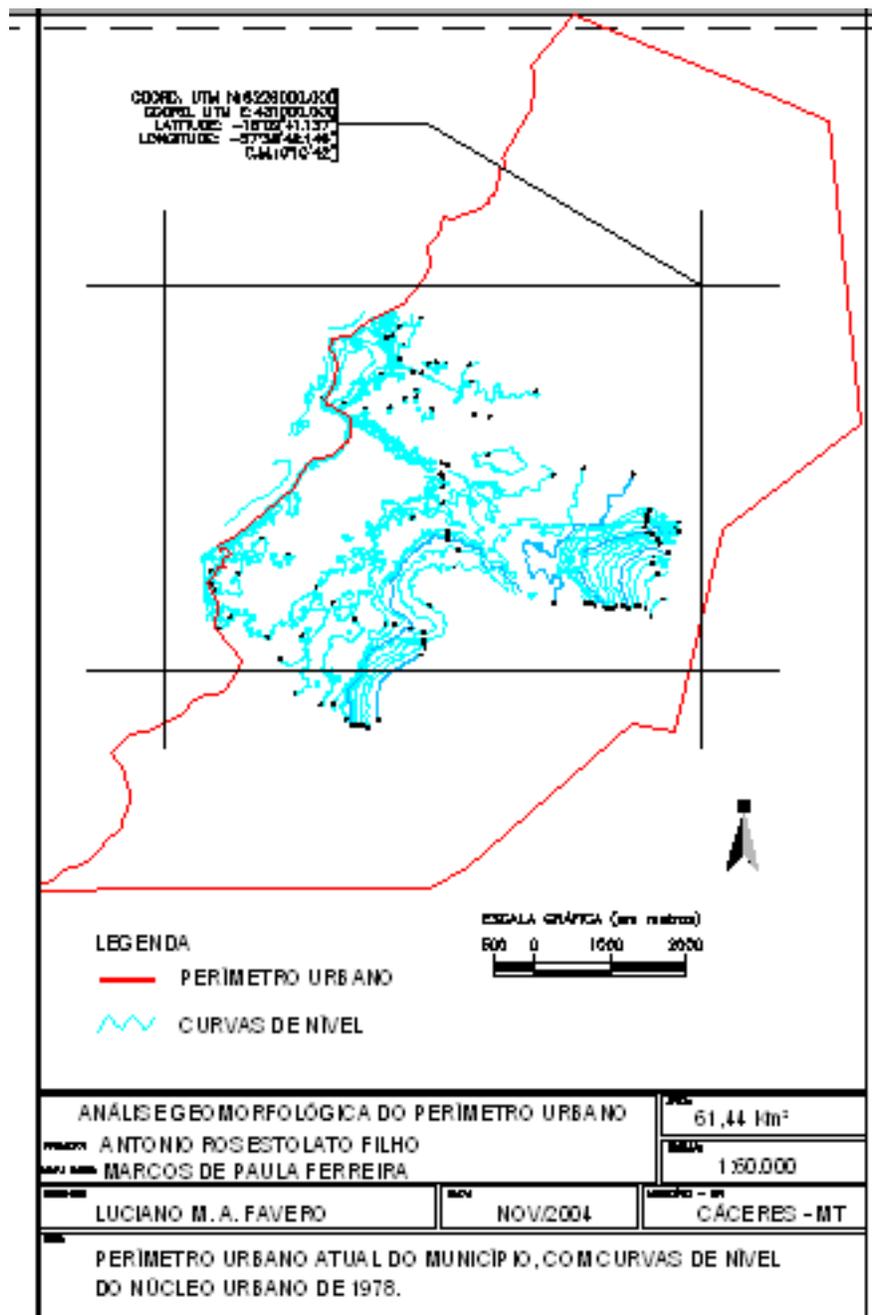
**Mapa dos canais urbanos;**

**Mapa de seções transversais dos canais urbanos (Aguiar, 2005);**

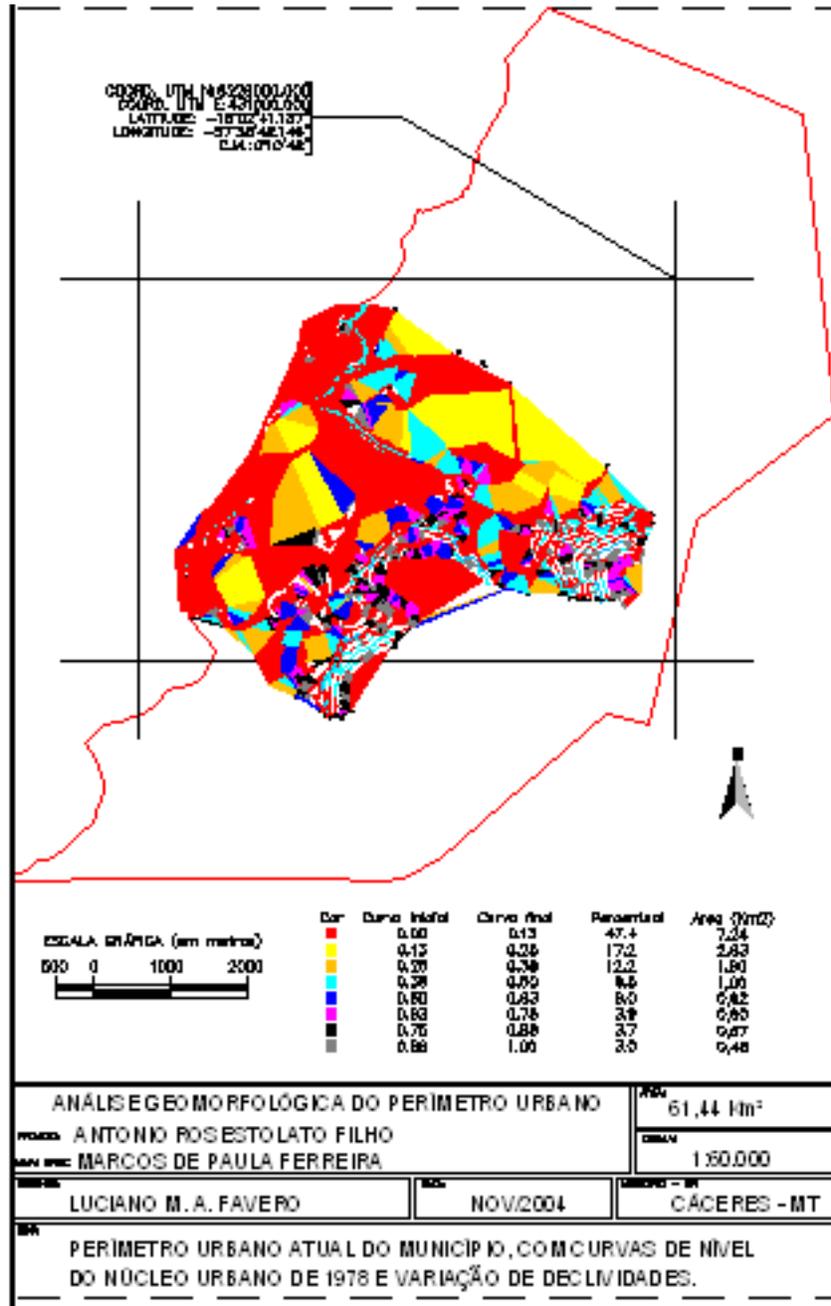
**Mapa de localização de áreas alagáveis e ruas principais;**

**Mapa de áreas atualmente alagáveis.**

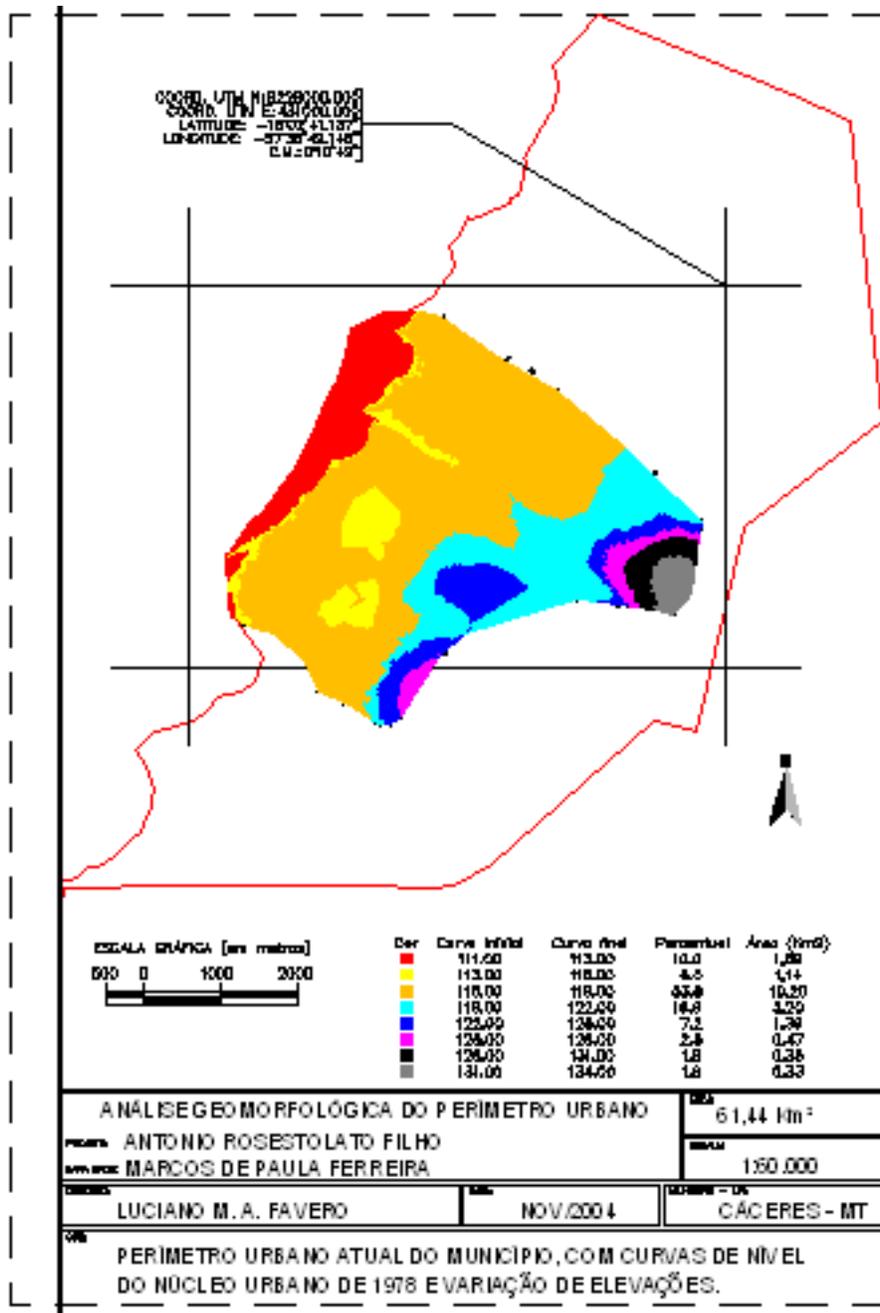
Os mapas das páginas seguintes estão em formato A4, embora originalmente tenham sido elaborados para formatos A3 e A0, os quais permitem visualização em detalhe.



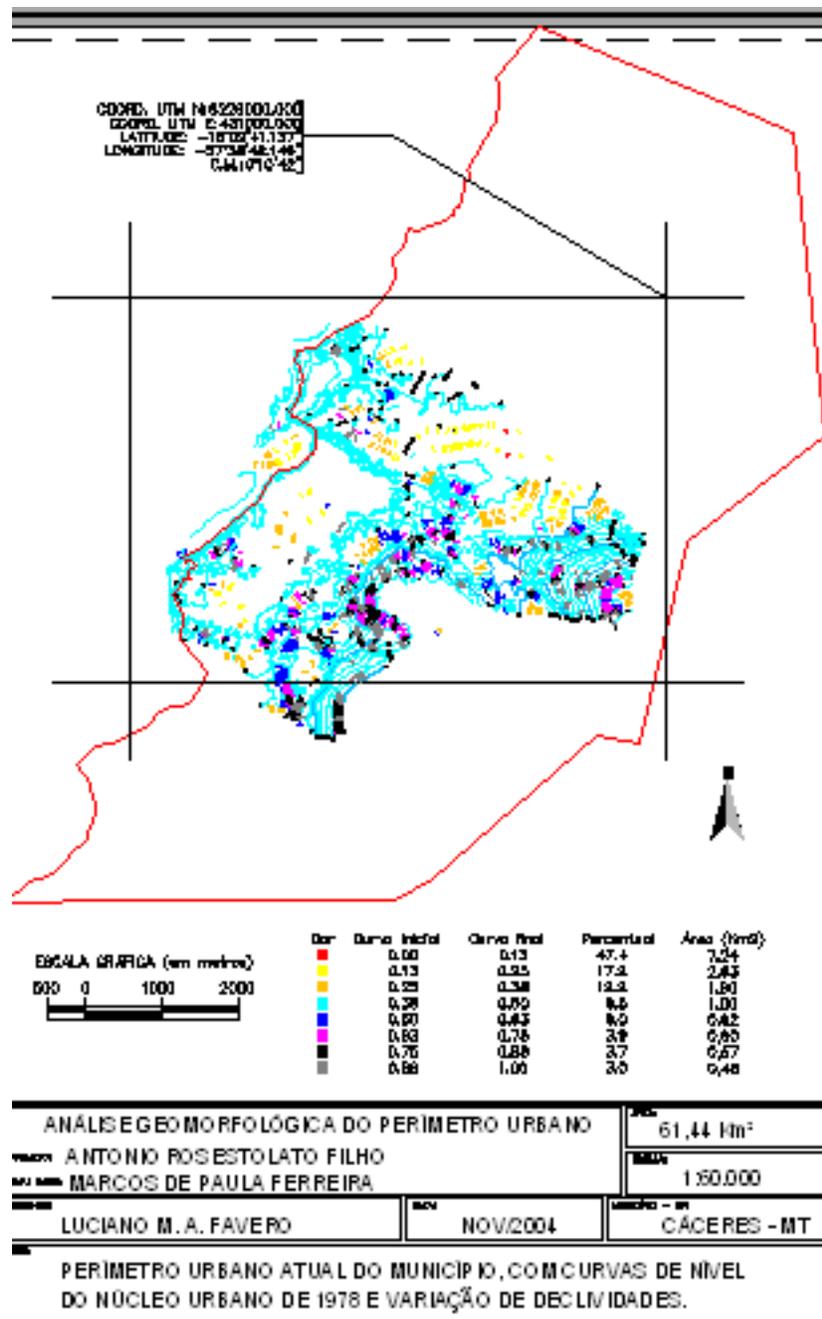
## Mapa de curvas de nível



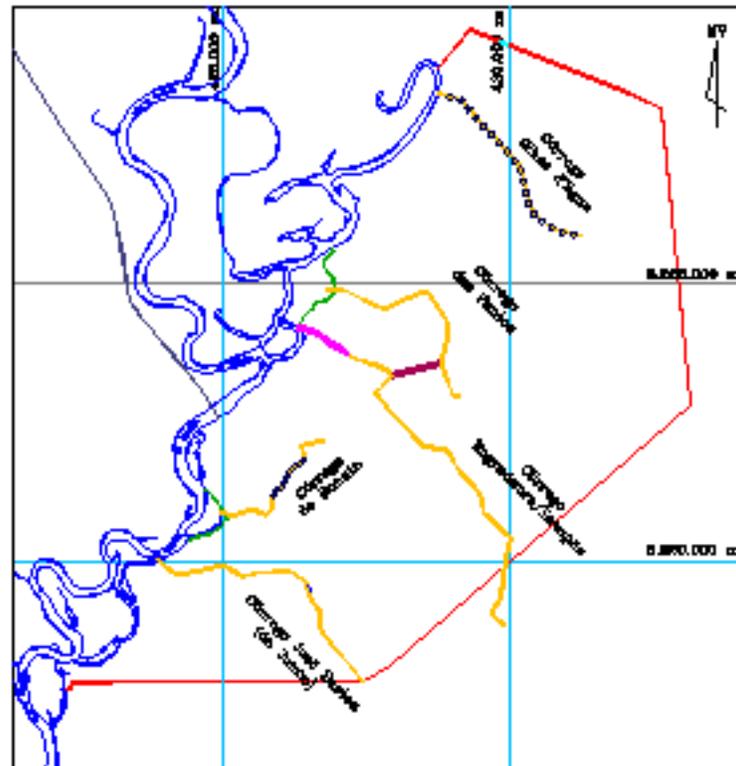
Mapa de variação de declividades em polígonos.



Mapa de variação de declividades por cores.



Mapa de variação de declividades por setas.



**LEGENDA**

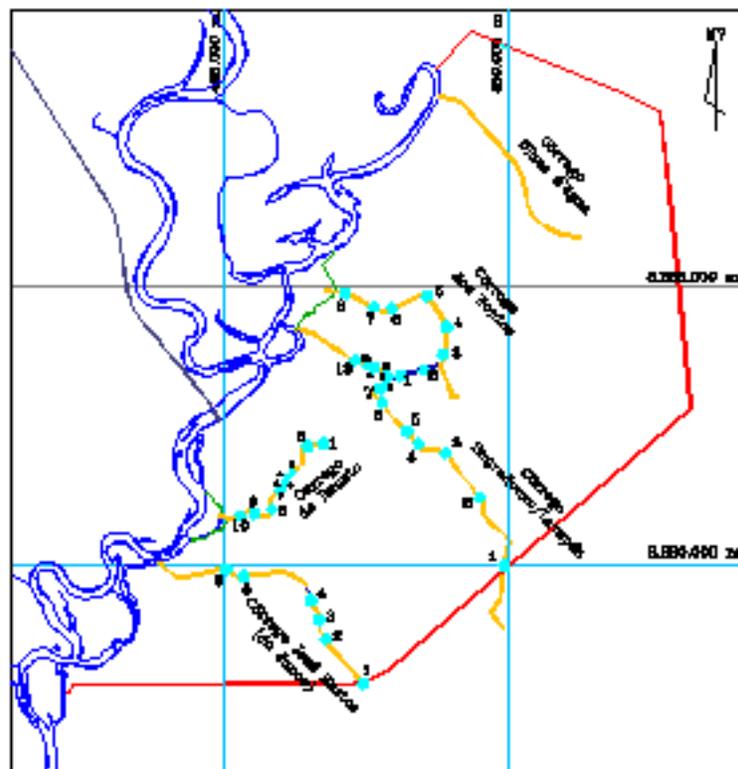
- Canais sem obras
- áreas de água parva e intermitentes
- áreas pantanosas
- áreas urbanas parvas
- áreas urbanas intermitentes
- vegetação densa
- vegetação aberta
- Água utilizada

ESCALA GRÁFICA (em metros)

0 100 200

<b>ANÁLISE GEOMORFOLÓGICA DO PERÍMETRO URBANO</b>		
PROFESSOR: ANTONIO ROBERTO LATO FILHO		
MAPA LÍDER: MARCOS DE PAULA FERREIRA		
ELABORADO POR:	DATA:	LUGAR - UF:
LUCIANO M. A. FAVERO	NOV/2004	CÁCERES - MT
TÍTULO:		
CANAIS URBANOS		

Mapa dos canais urbanos.



LEGENDA

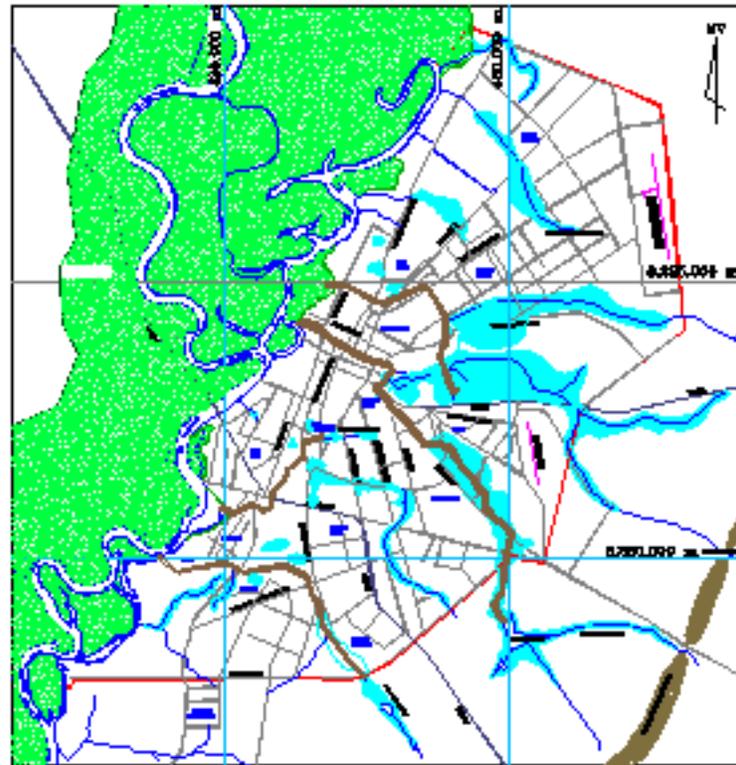
- Linha base, afluente
- curso de água, pontos de medição
- área pedonal
- seção crítica porca
- seção transversal construída
- seção crítica diferenciada

ESCALA GRÁFICA (em metros)

0 100 200

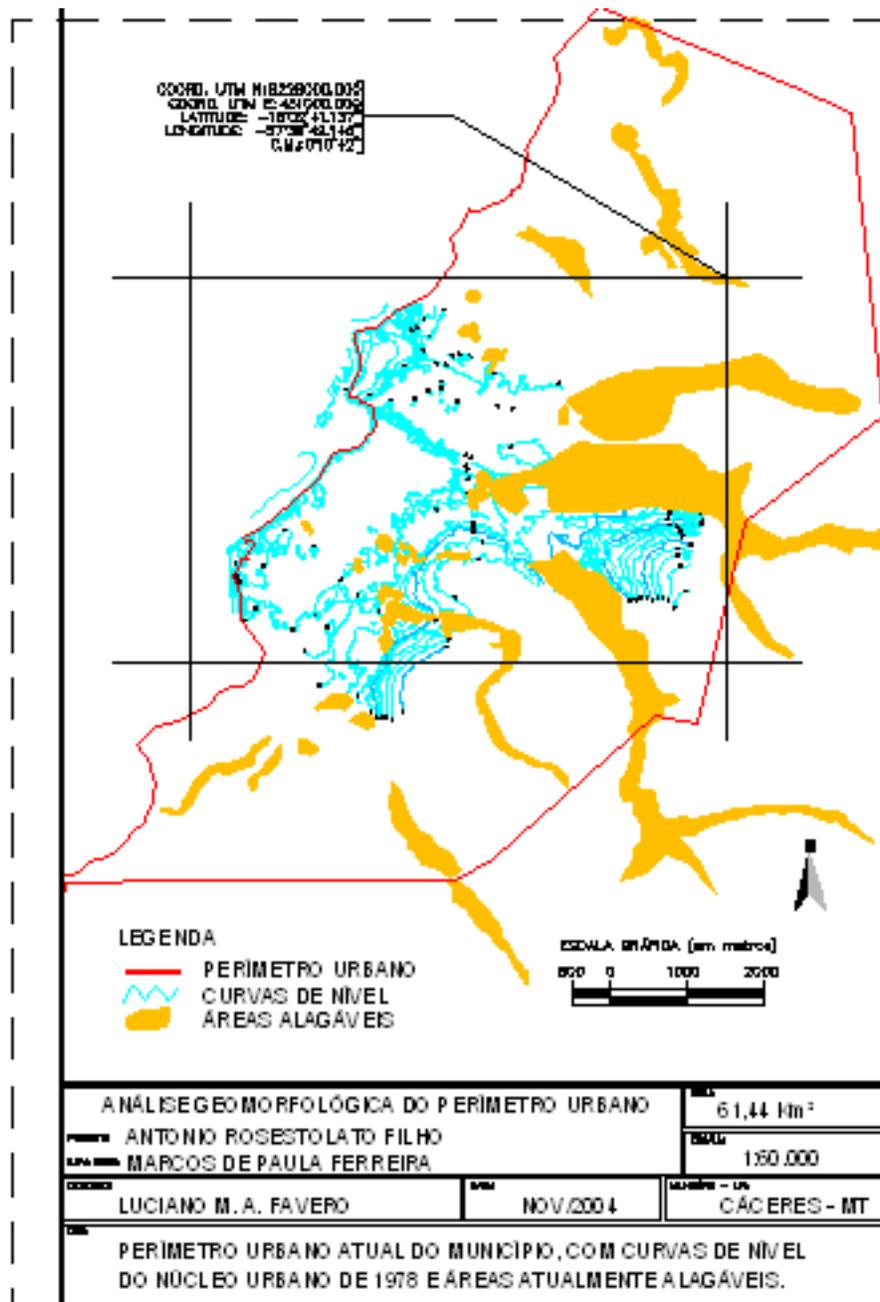
SEÇÕES TRANSVERSAIS MENSURADAS POR ÁGUA R. (2005)		
AUTOR LUCIANO M. A. FAVERO	DATA JUN/2005	LOCALIDADE - UF CÁCERES - MT

Mapa de seções transversais dos canais urbanos (Aguiar, 2005).



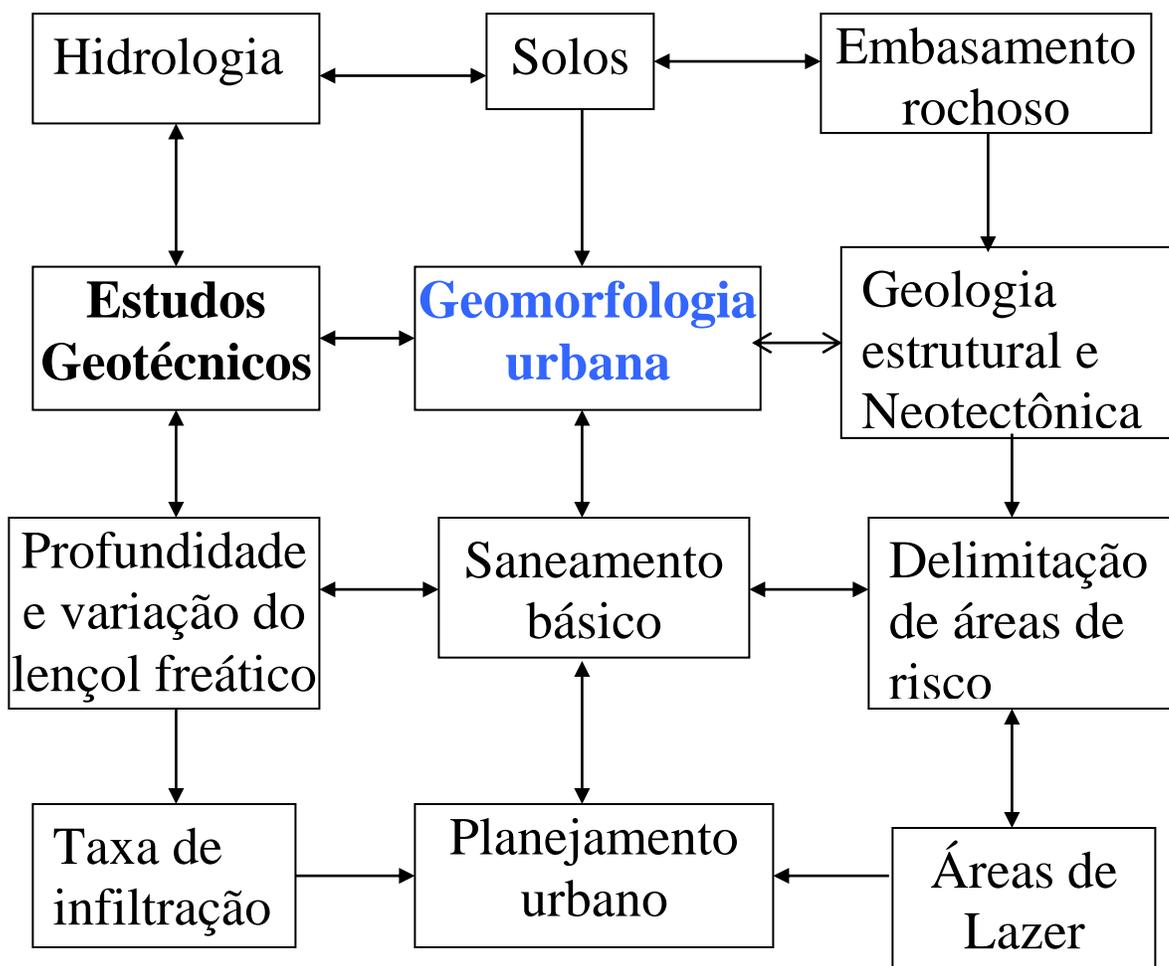
ANÁLISE GEOMORFOLÓGICA DO PERÍMETRO URBANO		Área: 61,44 Km <sup>2</sup>
PROF: ANTONIO ROSESTOLATO FILHO		
ALFA: MARCOS DE PAULA FERREIRA		
REVISOR: LUCIANO M. A. FAVERO	MOV: NOV/2004	LOCAL: CACERES - MT
TÍTULO: LOCALIZAÇÃO DAS ÁREAS ALAGÁVEIS		

Mapa de localização de áreas alagáveis e ruas principais.



Mapa de áreas atualmente alagáveis.

O estudo em conjunto das múltiplas variáveis, especialmente para a área trabalhada, pode ser representado no esquema proposto na **Figura 54**, onde todas as áreas afins, trabalhando em conjunto, contribuem para o conhecimento geomorfológico aplicado em ambiente tropical urbano.



**Figura 54. Esquema de estudo para Geomorfologia Urbana.**

## **7. RECOMENDAÇÕES**

A aceleração das diferentes formas de degradação pode ser averiguada com base em uma análise dos parâmetros em diferentes complexidades de geologia, morfologia, solo, uso e manejo da terra, em datas seqüenciais. A correlação do aumento de inundações com as modificações das canalizações (fatores variáveis), em uma dada condição geológica, morfológica e de solo (fatores invariáveis) pode ser verificada para delinear medidas alternativas para reduzir o risco de inundações e contaminações.

A localização das fontes principais de sedimentos e estabelecimento de limites para o uso e manejo da terra em áreas de alto risco nos limites da bacia são ações necessárias, não descuidando de um monitoramento adequado.

O desenvolvimento de opções que estimulam a infiltração em áreas urbanas, tais como gramados e margens inclinadas em ângulo suave, e com vegetação estabilizante nos canais urbanos, teriam mais sucesso que o desenvolvimento de canalização. Isso atenderia a necessidade de reduzir fluxos rápidos dentro do canal com menor custo financeiro.

O plantio de vegetação nas áreas permeáveis, com um programa paisagístico, utilizando espécies nativas para matas ciliares, com especial atenção para as áreas ainda preservadas. Estas podem ser utilizadas como área de lazer. A ocupação deve atender projeto arquitetônico elaborado em acordo com o plano diretor da cidade.

As construções devem, sempre que possível, devem possuir um dreno geológico, constituído de valetas preenchidas com seixos rolados de rio, deixando área não impermeabilizada em algum lado da obra para saída da umidade. Esse dreno evitaria os reparos precoces em construções.

## 8. CONCLUSÕES

A contribuição pretendida com este projeto buscou atender à necessidade recente de interação entre as ciências, mas estudos mais detalhados, com uma equipe multidisciplinar ou estudos individuais específicos na área de Geomorfologia Urbana serão bem vindos.

De acordo com o esquema proposto na **Figura 54** todas as áreas afins trabalhando em conjunto poderão minimizar impactos ambientais negativos e propor soluções para o saneamento básico.

O domínio dos recursos técnicos para estudos do meio físico, a análise geomorfológica do perímetro urbano com a identificação de pontos de alagamento e/ou de risco, o conhecimento da dinâmica pluvial em ambiente tropical urbano alcançado com o presente trabalho poderá interagir com os demais projetos desta linha de pesquisa, bem como desenvolvimento de pesquisas regionais.

Espera-se também a partir de agora levar os dados obtidos à comunidade, procurando obter participação coletiva na recuperação de áreas degradadas e nas ações relativas às questões ambientais do município, bem como, contribuir para elaboração de um plano diretor adequado e difusão de metodologia de estudo para Geomorfologia Urbana.

## 9. BIBLIOGRAFIA

- AB'SABER, N.A. Hidrovia Paraná-Paraguai: Análise Crítica. *In*: Rebouças, A. (Coord.) **2<sup>a</sup>. Reunião Especial da SBPC. Mesa Redonda**. Cuiabá, MT, 1995.
- AGUIAR, D.P. **Impactos de obras de engenharia nos canais fluviais urbanos de Cáceres - MT**. Monografia apresentada ao Departamento de Geografia da Universidade do Estado de Mato Grosso. Cáceres, MT. 2005.
- ALMEIDA F.F.M.de. **Geologia do Centro-Oeste mato-grossense**. Rio de Janeiro, DNPM-DGM, Boletim 215, 137 p. 1964.
- ALMEIDA, F.G.de.; GUERRA, A.J.T. Erosão dos solos e impactos ambientais na cidade de Sorriso (Mato Grosso). *In*: GUERRA, A.J.T.; CUNHA, S.B.da. (Orgs). **Impactos ambientais urbanos no Brasil**. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, RJ. Cap. 6, p. 253-274. 2000.
- AMBERS, R.K.R. Relationships between clay mineralogy, hydrothermal metamorphism, and topography in a Western Cascades watershed, Oregon, USA. **Geomorphology**, v.32, p.47-61. 2001.
- ARANTES, E. M. Engenheiro Agrônomo M.Sc. em solos. EMPAER-MT/UNEMAT (Informação pessoal em maio/2002).

- ARAÚJO, L.A. de. **Ação Civil Pública Ambiental**. Editora Lumen Juris Ltda. Rio de Janeiro, RJ, 2001. 281 p.
- ARGENTO, M.S.F. Mapeamento geomorfológico. *In*: GUERRA, A.J.T.; CUNHA, S.B. da. (Orgs). **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 3<sup>a</sup>. Edição. Bertrand Brasil. Rio de Janeiro, RJ, 1998. Cap.9, p.365-391.
- ARRUDA, G. P. **Um Trecho do Oeste Brasileiro**. São Luiz de Cáceres Matto Grosso. Rio de Janeiro: 1938.
- ATHIAS, G. Falta de saneamento mata mais que crime. **Folha de São Paulo**. São Paulo, SP. 16 jun. 2000. Caderno Cotidiano.p.C1.
- BAUER, B.O. Geomorphology, Geography, and Science. *In*: RHOADS, B.L.; THORN, C.E. (edts). **The scientific nature of geomorphology: proceedings of the 27<sup>th</sup> Binghamton Symposium in Geomorphology**. 27-29 Setembro, 1996. John Wiley & Sons.
- BERTONI, J.C.; TUCCI, C. E. M. Precipitação. *In*: TUCCI, C.E. M. (Org.). **Hidrologia: ciência e aplicação**. 2<sup>a</sup>ed. Associação Brasileira de Recursos Hídricos - ABRH. Porto Alegre, RS. Capítulo 5. p.177-241. 2001.
- BITTENCOURT ROSA, D.; GELA, A.; ALVES, D. de. O.; PINTO, S. D. S.; MACEDO, M.; GARCIA NETTO, L. da. R.; BORGES, C. A.; ROSSETO, O. C.; TOCANTINS, N.; WERLE, H. J. S.; LOPES dos SANTOS, P.; NASCIMENTO, L. A.; GERALDO, A. C. H. **Um Estudo Geoambiental Comparativo das Características**

**Morfoestruturais e Morfoesculturais nas Áreas das Bacias do Alto Rio Paraguai e do Rio Teles Pires no Estado de Mato Grosso.** Projeto de Pesquisa, Relatório Final, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso-FAPEMAT/Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico-CNPq, Cuiabá, MT, 2002. 319 pp.

BIDONE, F.R.A.; TUCCI, C.E.M. Microdrenagem. *In*: TUCCI, C.E.M.; PORTO, R.L.L.; BARROS, M.T. (orgs). **Drenagem Urbana. Coleção ABRH de recursos hídricos.** Porto Alegre, RS. 1995. Cap. 3, p.77-105.

BIENNÈS, D. Máximo T.O.R. **Uma Igreja na Fronteira.** São Paulo, SP, 1987.

BOWYER-BOWER, T.A.S.; BRYAN, R.B. Rill initiation: Concepts and experimental evaluation on badland slopes. **Geomorphology**, 60, 1986. P. 161-175.

BRYAN, R.B. *In*: BRYAN, R.B.; GOVERS, G.; POESEN, J. The concept of soil erodibility and some problems of assessment and application. **Catena**, 16, 1989. p. 393-412.

BUCHER, E.H. **Hidrovia: Análise Ambiental Inicial da Via Fluvial Paraguai-Paraná.** Humedales para las Américas, Manomet, Massachusetts, USA e Buenos Aires, Argentina. 1993. 73 p.

CARVALHO, N.O. **Hidrossedimentologia prática.** CPRM-Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais, e ELETROBRAS-Centrais Elétricas Brasileiras S.A. Rio de Janeiro, RJ. 1994. 372p.

CASTRILLON S.K.I.; IGNEZ, J.R.; MORAES, F.F.; LOUREIRO, E.; FERRI, S.; TAVARES, R.; SOUZA, S. C. de. Fragmentos vegetacionais na cidade de Cáceres. *In*: CASTRILLON S.K.I.e BEZERRA, D. O. dos S. (coords.). **Cáceres, uma cidade em busca da sustentabilidade ambiental**. Editora UNEMAT. Cáceres, MT. 2003. Capítulo 3. p. 20-25.

CASTRO, S.S. de. Micromorfologia de solos aplicada ao diagnóstico de erosão. *In*: GUERRA, A.J.T.; SOARES DA SILVA, A.; BOTELHO, R.G.M. (Orgs). **Erosão e Conservação do Solo - Conceitos, Temas e Aplicações**. Bertrand Brasil. Rio de Janeiro, RJ. 1999. Cap. 4, p. 127-163.

CHEVALIER, P. Aquisição e Processamento de Dados. *In*: TUCCI, C. E. M. (org.) **Hidrologia: Ciência e Aplicação**. 2ª Ed. Porto Alegre, Editora UFRGS/ABRH. 2001. Capítulo 13. p. 485-525.

CHRISTOFOLETTI, A. **A inserção da Geografia Física na política de desenvolvimento sustentável**. *Geografia*, 18 (1) São Paulo, SP. 1993. p. 1-22.

COOKE, R.U. e DOORNKAMP, J.C. (1990) **Geomorphology in environmental management: a new introduction**. 2ª.ed. Clarendon press. Oxford. 410 p.

CUNHA, S.B. da; GUERRA, A.J.T. Degradação ambiental. *In*: CUNHA, S.B. da.; GUERRA, A.J.T.(Orgs). **Geomorfologia e Meio Ambiente**. Bertrand Brasil. Rio de Janeiro, RJ. 2000. Cap. 7, p.337-379.

CUNHA, S.B. da, Geomorfologia fluvial. *In*: GUERRA, A.J.T.; CUNHA, S.B. da. (orgs). **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 3.ed. Bertrand Brasil. Rio de Janeiro, RJ. 1998. Cap.5, p.211-252.

DANIELS, R.B. e HAMMER, R.D. **Soil Geomorphology**. John Wiley & Sons, EUA. 1992. 236 p.

DE PLOEY, J. About geomorphology and soil conservation. *In*: **Erosion, transport and deposition processes - Theories and models** - Catena supplement 19, 1991. p. 1-8.

DURÃO, A. M.; MELO, S.L. **Furo direcional como alternativa minimizadora de impactos ambientais na implantação do gasoduto Bolívia - Mato Grosso, na travessia da Província Serrana, Cáceres - Mato Grosso - Brasil**. Congresso Nacional de Geografia, 17-20 de julho de 2001, Havana, Cuba.

EBISEMIJU. F.S. **The Response of Headwater Stream Channels to Urbanization in the Humid Tropics**. Hydrological processes 3, 1989. p. 237-253.

EMBRAPA - Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Levantamento de reconhecimento de média intensidade, avaliação de aptidão agrícola das terras e indicação de culturas em áreas homogêneas de solos de alguns municípios do sudoeste do Estado de Mato Grosso**. Rio de Janeiro, EMBRAPA/SNLCS/EMPA/Séc. Agric. Est. Mato Grosso. 484 p. (Boletim de Pesquisa, 17). 1982.

ERIKISSON, M.G.; OLLEY, J.M.; PAYTON, R.W. **Soil erosion history in central Tanzania based on OSL dating of colluvial and alluvial hillslope deposits.** *Geomorphology* 36, 2000. p. 107-128.

FARIA, A.P. **Influência da vegetação nos processos fluviais de bacias de 1ª ordem.** *RBRH - Revista Brasileira de Recursos Hídricos*. 2000. 5 (3) p. 59-68.

FAVIS-MORTLOCK, D.T., e GUERRA, A.J.T. **The implications of general circulation model estimates of rainfall for future erosion: a case study from Brazil.** *Catena* 37, 1999, p. 329-354.

FIGUEIREDO, M. **Erosão de Solos da Gleba Facão.** Dissertação de Mestrado IGEO/UFRJ - Rio de Janeiro/RJ, 114 pp. 1996.

FONSECA, A.C. Geoquímica dos solos. *In: GUERRA, A.J.T., SOARES DA SILVA, A., e BOTELHO, R.G.M. (orgs). Erosão e Conservação do Solo - Conceitos, Temas e Aplicações.* Bertrand Brasil. Rio de Janeiro, RJ. 1999. Cap. 5, p. 165-194.

FRIEDRICH, M. **Paraná-Paraguay Waterway Project and Environmental Impacts.** II SHIFT (Studies on Human Impact on Forests and Foodplains in the Tropics - WORKSHOP. Cuiabá, MT. 1995. Genus Editora. 122 p.

GERRARD, J. **Soil Geomorphology.** Chapman & Hall, RU. 1992. 269 p.

GHISCI, G. Time-lapse analyses for planning purposes of landslides and erosion hazard, in relation to changes in land use and management. *In*: GHISCI, G. and MORGAN, R.P.C.B. **Soil erosion in the European Community**, 11, 1986.p. 77-88.

GONÇALVES, L.F.H. e GUERRA, A.J.T. Movimentos de massa na cidade de Petrópolis (Rio de Janeiro). *In*: GUERRA, A.J.T. e CUNHA, S.B. da. (orgs). **Impactos ambientais urbanos no Brasil**. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, RJ. 2001. Cap. 5, p. 189-252.

GORDON, N.D.; McMAHON, T.A.; FINLAYSON, B.L. **Stream hydrology: an introduction for ecologists**. John Wiley & Sons. England. 1992. 526 p.

GOVERS, G. *In*: BRYAN, R.B.; GOVERS e G. POESEN, J. The concept of soil erodibility and some problems of assessment and application. **Catena**, 16, 1989. p. 393-412.

GREGORY, R.J.; DAVIS K.J.; e DOWS. P.W. Identification of river channel change to due to urbanization. Southampton SO95NH, Reino Unido. **Applied Geography** 12, 1992. p. 299-318.

GUERRA, A.J.T. O início do processo erosivo. *In*: GUERRA, A.J.T.; SILVA, A.S. da; BOTELHO, R.G.M. (orgs). **Erosão e Conservação do Solo - Conceitos, Temas e Aplicações**. Bertrand Brasil. Rio de Janeiro, RJ. Bertrand Brasil. 1999. Cap.1, p. 17-55.

GUERRA, A.T., e GUERRA, A.J.T. **Novo Dicionário Geológico-Geomorfológico**. Bertrand Brasil. Rio de Janeiro, RJ. 1997. 446 p.

GUIMARÃES, C.A.F. **Gaia - A Terra Viva**. Disponível na INTERNET via <http://www.terravista.pt/FerNoronha/1770>. Arquivo consultado em setembro de 2000, e <http://www.geocities.com/Vienna/2809/holistic.htm>. Arquivo consultado em 26/04/2001.

GUPTA, A. e AHMAD, R. Geomorphology and the urban tropics: building na interface between research and usage. **Geomorphology**, 31, 1999. p. 133-149.

HAMBLIN, W.K., e CHRISTIANSEN, E.H. **Earth's dynamic systems**. Eighth edition. Prentice Hall. 1998. 740p.

HUANG, C.C., e O'CONNELL, M. Recent land-use and soil-erosion history within a small catchment in Connemara, western Ireland: evidence from lake sediments and documentary sources. **Catena**, 2000. Vol.41 (4).p. 293-335.

HUANG, C. e LAFLE, J.M. **Seepage and soil erosion for a clay loam soil**. General soil erosion. Reprinted from the Soil Science Society of America Journal. 1996. Vol. 60.

JANUÁRIO, E. R. da S. **Caminhos da Fronteira: Educação e diversidade em escolas da Fronteira Brasil Bolívia**. (Cáceres/MT). Cuiabá. UFMT/IE. 2002.

JUDSON e KAUFFMAN. (1990). *In*: SMITH COLLEGE GEOLOGY (2001). @Smith Geology - Geomorphology - Structure and Piracy.

Disponível na INTERNET via <http://www.science.smith.edu/departments/Geology/geomorph/Structure.html>. Arquivo consultado em 12/01/2001.

KELLER, E.A. **Environmental Geology**. Eighth edition. Prentice Hall. 562 p. 2000.

LEPSCH, I.F. **Formação e Conservação dos Solos**. Oficina de Textos. São Paulo, SP. 178 p. 2002.

LIMA-e-SILVA, P.P.; GUERRA, A.J.T.; DUTRA, L.E.D. Subsídios para avaliação econômica de impactos ambientais. In: CUNHA, S.B. da.; GUERRA, A.J.T. (orgs). **Avaliação e Perícia Ambiental**. 2ª ed. Bertrand Brasil. Rio de Janeiro, RJ. 2000. Cap. 5, p. 217-261.

LUTGENS, F.K. **Essentials of geology**. 6ª.ed. Prentice Hall. New Jersey, EUA. 1998. 450 p.

LUZ, J.S. **Projeto Província Serrana - Relatório Final**. Vol.1. CPRM/DNPM, Goiânia, GO. 1978. (inédito).

MARÇAL, M.S.; GUERRA, A.J.T. Processo de urbanização e mudanças na paisagem da cidade de Açailândia (Maranhão). In: GUERRA, A.J.T.; CUNHA, S.B. da. (orgs). **Impactos ambientais urbanos no Brasil**. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, RJ. 2000. Cap. 7, p. 275-303.

MARQUES, J.S. Ciência Geomorfológica. In: GUERRA, A.J.T. e CUNHA, S.B. da. (orgs.). **Geomorfologia - Uma Atualização de Bases e Conceitos**. 3ª edição. Bertrand Brasil. Rio de Janeiro, RJ. Cap. 1, pp. 23-50. 1998.

- MAXIMIANO, G. **Análise geotécnica preliminar do solo do Bairro Vila Nova, na cidade de Cáceres-MT.** Monografia apresentada ao Departamento de Geografia da Universidade do Estado de Mato Grosso, Cáceres, MT. 2005.
- McRAE, S.G. **Practical Pedology.** Ellis Horwood Limited. England. 253 p. 1988.
- MENDES, N. F. **Efemérides Cacerenses,** vol I, Brasília, 1992.
- MORGAN, R.P.C. **Soil erosion and conservation.** Longman scientific & technical. Essex, England. 298 p. 1986.
- NICOLAU, J.M., SOLÉ-BENET, A., PUIGDEFÁBREGAS, J.; GUTIÉRREZ, L. Effects of soil and vegetation on runoff along a catena in semi-arid Spain. **Geomorphology**, 14, 297-309. 1996.
- NUNES, B, de A.; RIBEIRO, M.I. de C.; ALMEIDA, V. J. de; e NATALI FILHO, T. **Manual técnico de geomorfologia.** IBGE-Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. Rio de Janeiro, RJ. 113 p. 1994.
- ODEMERHO. F.O. Limited Downstream Response of Stream Channel Size to Urbanization in a Humid Tropical Basin. **Professional Geographer**, 1992, 44(3), p. 332-339.
- OLIVEIRA, M.A.T. Processos erosivos e preservação de áreas de risco de erosão por voçorocas. In: GUERRA, A.J.T.; SILVA, A.S. da; BOTELHO, R.G.M. (orgs). **Erosão e Conservação do**

- Solo - Conceitos, Termos e Aplicações.** Bertrand Brasil. Rio de Janeiro, RJ. 1999. Cap.2, pp. 57-99.
- ONDA, Y. Seepage erosion and its implication to the formation valley heads: a case study at Obara, Japan. **Earth surface. Processes and Landforms**, 1994, vol. 19.
- PROJETO RADAMBRASIL. **Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Vegetação e Uso Potencial da Terra.** Ministério das Minas e Energia. Folha Cuiabá. SD 21, V.26. 1982. 540 p.
- QUADROS, A. P. **Estudo Geológico e Hidrogeológico da Serra 10 - Serra da Palmeira.** Relatório Técnico Conclusivo. Geomin - Geologia e Mineração Ltda. Cuiabá, MT. Fevereiro/2001.
- RAMOS, C.L. Erosão urbana e produção de sedimentos. *In:* TUCCI, C.E.M.; PORTO, R.L.L.; BARROS, M.T. (orgs). **Drenagem Urbana.** Coleção ABRH de recursos hídricos. Porto Alegre, RS. pp.241-275. 1995.
- REBOUÇAS, A. Hidrovia Paraná-Paraguai: Análise Crítica. *In:* REBOUÇAS, A. (Coord.) **2ª. Reunião Especial da SBPC. Mesa Redonda.** Cuiabá, MT, 1995.
- RESENDE, M.; CURI, N.; KER, J.C.; REZENDE, S.B.de. **Mineralogia de Solos Brasileiros.** Editora UFLA. Lavras, MG. 192 p. 2005.
- RESENDE, M.; CURI, N.; REZENDE, S.B.de; CORRÊA, G. F. **Pedologia: base para distinção de ambientes.** 3.ed. Viçosa, MG. 338 p. 1999.

- ROSESTOLATO FILHO, A. **Resistência dos Calcários da Formação Araras - Sudeste de Cáceres - MT.** Dissertação de Mestrado. UNESP - Universidade Estadual Paulista, Campus de Rio Claro - SP. 1999.
- ROSS, J.L.S. Geomorfologia Ambiental. *In*: CUNHA, S.B. da. e GUERRA, A.J.T., (orgs). **Geomorfologia do Brasil.** Capítulo 7. Bertrand Brasil. Rio de Janeiro, RJ. 1998. Capítulo 8, pp. 351-388.
- SANTOS, M.V. dos. **Diagnóstico sócio-econômico-ecológico do Estado de Mato Grosso e assistência técnica na formulação da 2ª aproximação do zoneamento sócio-econômico-ecológico.** Secretaria do Estado de Planejamento e Coordenação Geral - SEPLAN - MT. CNEC Engenharia S.A. Cuiabá, MT. 2000. 68 p.
- SHIRAIWA, S. e USSAMI, N. **A influência dos Andes na origem do Pantanal Matogrossense: um modelo mecânico vinculado a dados gravimétricos.** 2ª. Reunião Especial da SBPC. Cuiabá-MT. 1995.
- SCHOBENHAUS FILHO, C., CAMPOS D. de A., DERZE, G.R., ASMUZ, H.E. **Geologia do Brasil.** Departamento Nacional de Produção Mineral. Brasília, DF. 1984. 465 p.
- SILVEIRA, A.L.L. Ciclo hidrológico e bacia hidrográfica. *In*: TUCCI, C.E. M. (Org.). **Hidrologia: ciência e aplicação.** 2ªed. Associação Brasileira de Recursos Hídricos - ABRH. Porto Alegre, RS. 2001. Capítulo 2. P. 35-51

SIMON, A.; CURINI, A.; DARBY, S.E.; LANGENDOEN, E.J. Bank and near-bank processes in an incised channel. 2000. **Geomorphology**, 35, 193-217.

SMITH COLLEGE GEOLOGY. **Smith Geology - Geomorphology - Structure and Piracy**. Disponível na INTERNET via <http://www.science.smith.edu/departments/Geology/geomorph/Structure.html>. Arquivo consultado em 12/01/2001.

STAMM, J. **Geomorphic Systems**. Disponível na INTERNET via [http://gis.western.edu/geol/faculty/Stamm/geol\\_classes/geol320/lectures/geom.../index.htm](http://gis.western.edu/geol/faculty/Stamm/geol_classes/geol320/lectures/geom.../index.htm). Arquivo consultado em 19/04/2001.

TASSINARI, C.G. Tectônica Global. *In*: TEIXEIRA, W.; TOLEDO, M.C.M. de; FAIRCHILD, T.R.; TAIOLI, F. (Orgs.). **Decifrando a Terra**. Oficina de Textos. São Paulo, SP. 2000. Capítulo 6. p. 97-112.

TOLEDO Maria Cristina M.; OLIVEIRA, Sonia Maria B. de; MELFI, Adolpho J.; Intemperismo e Formação do Solo. *In*: TEIXEIRA, W.; TOLEDO, M.C.M. de; FAIRCHILD, T.R.; TAIOLI, F. (Orgs.). **Decifrando a Terra**. Oficina de Textos. São Paulo, SP. 2000. Capítulo 8. p.139-166.

TOTH, L.A. (1996). **Restoring the Hydrogeomorphology of the Channelized Kissimmee River**. *In*: River Channel Restoration: guiding principles for sustainable projects. John Wiley & Sons. P. 369-383.

TUCCI, C.E. M Hidrologia: Ciência e Aplicação. *In*: TUCCI, C.E. M. (Org.). **Hidrologia: ciência e aplicação**. 2ªed.

- Associação Brasileira de Recursos Hídricos - ABRH. Porto Alegre, RS. 2001. Capítulo 1. P. 25-33.
- ULBRICHT, K.A. E HECKENDORFF, W.D. Satellite images for recognition of landscape and landuse changes. **Journal of Photogrammetry & Remote Sensing**. 1998. 53, 235-243.
- VENI, G. A geomorphological strategy for conducting environmental impact assessments in karst areas. 1999. **Geomorphology**, 31, 151-180.
- VIEIRA, V.T. e CUNHA, S.B. da. Mudanças na rede de drenagem urbana de Teresópolis (Rio de Janeiro). In: GUERRA, A.J.T. e CUNHA, S.B. da. (orgs). **Impactos ambientais urbanos no Brasil**. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, RJ. 2001. Capítulo 3, pp.111-145.
- WESTERN, A.W., FINLAYSON, B.L., McMAHON, T.A., O'NEILL, I.C. A method for characterising longitudinal irregularity in river channels. 1997. **Geomorphology**, 21, 39-51.
- WHITLOW, J.R. e GREGORY, K.J. Changes in Urban Channels in Zimbabwe. **Regulated Rivers: Research and Management**. 1989. Vol. 4, 27-42.
- WOODWARD, J., e FOSTER, I. Erosion and suspended sediment transfer in river catchments. 1997. **Physical Geography Now**, 82 (4) 353-357.
- ZAHED FILHO, K.; MARCELLINI, S.S. Precipitações Máximas. In: TUCCI, C.E.M.; PORTO, R.L.L.; BARROS, M.T. (orgs). **Drenagem**

**Urbana.** Coleção ABRH de recursos hídricos. 1995. Capítulo 2, pp.37-75.

## 10. ANEXOS

**ANEXO I**

**REULTADOS ANALÍTICOS E RESULTADOS COMPLEMENTARES (CÁLCULOS)  
DE ANÁLISE DE SOLOS.**

**ESCOLA AGROTÉCNICA FEDERAL DE CÁCERES - MT  
LABORATÓRIO DE ANÁLISE DE SOLO, ÁGUA E INSUMOS**



ANEXO II

RELATÓRIO DE ENSAIO N° 908 541

IPT - INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS

LABORATÓRIO DE PETROLOGIA E TECNOLOGIA DE ROCHA/ AER / DIGEO

