

FOTOINTERPRETAÇÃO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA APLICADA AO PLANEJAMENTO URBANO DE CUIABÁ E VÁRZEA GRANDE - M.T.

ANTONIO BRANDT VECCHIATO
Geólogo

Orientador: Prof. Dr. Geraldo Victorino de
França.

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Agronomia. Área de Concentração: Solos e Nutrição de Plantas.

PIRACICABA

Estado de São Paulo - Brasil

junho, 1987

OFEREÇO

À minha esposa Zelinda,
pelo estímulo e compreensão.

Aos meus filhos Mariana,
Beatriz e Daniel.

AGRADECIMENTOS

Agradeço

Ao Prof. Dr. Geraldo Victorino de França, pela orientação e incentivo durante a confecção deste trabalho;

Ao Dr. Eiichi Matsui, pelo apoio dado no início do meu programa de pós-graduação;

Ao Prof. Dr. Valdemar Antonio Demétrio, pelo estímulo e orientação dada no início deste trabalho;

Aos colegas Geraldo Queiroz Guimarães e Carlos José de Souza Alvarenga, pela bibliografia cedida e pela troca de idéias;

À Fundação Universidade Federal de Mato Grosso, pelo afastamento concedido para a realização do Curso de Pós-Graduação;

À CAPES-PICD, pela bolsa concedida;

Ao Departamento de Geologia da Universidade Federal de Mato Grosso, pelo apoio dado na confecção deste trabalho;

Ao Prof. Cristovam M. S. de Figueiredo, coordenador do Centro de Ciências Exatas e Tecnologia da Universidade Federal de Mato Grosso, pela aquisição da cobertura aerofotográfica de Cuiabá imprescindível para a realização deste Trabalho;

Ao Departamento de Engenharia Rural da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", pela cessão do Laboratório de Aerofotogrametria e Fotointerpretação;

Aos colegas que, direta ou indiretamente, colaboraram para a concretização deste trabalho.

SUMÁRIO

	pág.
LISTA DE FIGURAS.....	vi
LISTA DE TABELAS.....	vii
LISTA DE QUADROS.....	viii
LISTA DE ANEXOS.....	ix
RESUMO.....	x
SUMMARY.....	xii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	6
2.1. Fotointerpretação.....	6
2.2. Cartografia Geotécnica.....	8
2.3. Sistemas de uso da Terra e Revestimento do Solo.....	21
3. CARACTERIZAÇÃO GERAL DA ÁREA.....	27
3.1. Localização.....	27
3.2. Clima.....	28
3.3. Vegetação.....	29
3.4. Geologia.....	31
3.4.1. Grupo Cuiabá.....	31
3.4.2. Unidade Terciário/Quaternário Detri- to-Laterítico.....	51
3.4.3. Formação Pantanal.....	55
3.4.4. Aluviões recentes.....	60

	pag.
3.5. Geomorfologia.....	62
3.6. Solos.....	68
3.7. Aspectos populacionais e sócio-econômicos..	71
4. METODOLOGIA.....	74
4.1. Metodologia de Cartografia Geotécnica.....	75
4.1.1. Classificação das Cartas Geotécnicas.	76
4.1.2. Caracterização da Cartografia Geo- técnica.....	78
4.1.3. Análise de componentes do meio geo- lógico.....	79
4.1.4. Cartas temáticas e Cartas de síntese.	90
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	104
5.1. Carta de Declividade (Anexo I).....	104
5.2. Carta de Uso e Revestimento do Solo(Anexo II)	105
5.2.1. Terra urbana ou construída.....	105
5.2.2. Terra agrícola.....	106
5.2.3. Pastagem.....	106
5.2.4. Terra Florestal.....	106
5.2.5. Água.....	107
5.2.6. Terra úmida.....	107
5.2.7. Terra árida.....	107
5.3. Carta Fotointerpretativa geológico-geotéc- nica (Anexo III).....	108
5.3.1. Complexo Litológico Metamórfico(p e c)	113
5.3.2. Complexo Sedimentar (Qp).....	116
5.3.3. Complexo Aluvionar (Qa).....	119

	pag.
5.4. Outras Condicionantes do meio geológico- geotécnico.....	119
5.5. Carta fotointerpretativa de recomendação de uso.....	121
6. CONCLUSÃO.....	122
7. LITERATURA CITADA.....	124

LISTA DAS FIGURAS

	pag.
FIGURA 1. Mapa de localização da área em estudo...	27
FIGURA 2. Diagrama Generalizado de Estrutura do Centro-Oeste Mato-Grossense.....	32
FIGURA 3. Estratigrafia do Grupo Cuiabá.....	37
FIGURA 4. Situação do Cinturão Paraguai e a Geologia Adjacente.....	43
FIGURA 5. Mapa Geológico da região de Cuiabá.....	47
FIGURA 6. Esquema Estratigráfico do cinturão Paraguai em Mato Grosso.....	48
FIGURA 7. Esquema Evolutivo.....	50
FIGURA 8. Mapa Geotécnico realizado em diferentes escalas.....	83

LISTA DAS TABELAS

	pag.
TABELA 1. Influência da Declividade no desenvolvimento Urbano.....	92
TABELA 2. Sistema de Classificação do Uso da terra e do Revestimento do solo para utilização com dados de sensores remotos.....	95
TABELA 3. Sistema de uso do solo e revestimento do solo através de análise de fotografias aéreas 1:25.000 para região urbana e suburbana de Cuiabá - M.T.....	96
TABELA 4. Resenha dos vários aspectos das Imagens de Sensoriamento remoto.....	99
TABELA 5. Aplicabilidade das técnicas de sensoriamento remoto nas investigações da campo.	100

LISTA DOS QUADROS

	pag.
QUADRO 1. Estratigrafia do Grupo Jangada.....	33
QUADRO 2. Estratigrafia do Centro-Norte Mato-Gros - sense.....	35
QUADRO 3. Quadro comparativo das colunas estrati - gráficas.....	36
QUADRO 4. Estratigrafia para o Grupo Cuiabá, na área do projeto Coxipo.....	39
QUADRO 5. Níveis de classificação do sistema do uso da terra e revestimento do solo.....	93
QUADRO 6. Critérios de Fotointerpretação geotécnica.	102
QUADRO 7. Categorias do uso da terra e critérios de identificação utilizados na análise das fotografias aéreas convencionais.....	109
QUADRO 8. Resultados da fotointerpretação geotécnica.	112

LISTA DOS ANEXOS

ANEXO I - Carta de Declividade.

ANEXO II - Carta de uso da terra de Cuiabá e
Várzea Grande.

ANEXO III - Carta fotointerpretativa geológico-
geotécnica.

ANEXO IV - Carta fotointerpretativa de recomen-
dação de uso.

FOTOINTERPRETAÇÃO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA APLICADA AO PLANEJAMENTO URBANO DE CUIABÁ E VÁRZEA GRANDE - MT.

Autor: ANTONIO BRANDT VECCHIATO

Orientador: Prof. Dr. GERALDO VICTORINO DE FRANÇA

RESUMO

Como forma de se equacionar as condicionantes do meio físico para o planejamento urbano das cidades de Cuiabá e Várzea Grande - MT elaborou-se a partir da fotointerpretação uma cartografia geotécnica preliminar na escala de 1:25.000.

Para tanto foi adotada a formulação de cartas temáticas pelo fato delas terem se destacado como um procedimento muito útil na orientação e definição das investigações necessárias para uma melhor caracterização, preservação e ocupação do meio físico, facilitando o manuseio dos dados levantados, possibilitando a análise de forma individualizada ou integrada dos diversos fatores relacionados.

Foram formuladas as seguintes cartas temáticas: Carta de Declividade; Carta de Uso da Terra e Revestimento do Solo e Carta Geológico-Geotécnica. Os principais problemas geotécnicos observados correspondem a fenômenos de erosão e assoreamento, estando diretamente associados à atividade antrópica.

Foram apresentadas como áreas impróprias para o assentamento urbano as áreas alagadiças, as cabeceiras

de drenagem e as poucas elevações mais proeminentes.

Através da integração dos dados das cartas temáticas foi obtida uma carta fotointerpretativa de recomendação de uso que apresenta, de maneira compreensiva, as limitações e potencialidade do meio físico para o assentamento urbano.

GEOLOGICAL-GEOTECHNICAL PHOTO-INTERPRETATION FOR URBAN
PLANNING OF THE CUIABÁ AND VÁRZEA GRANDE - MT.

Author: ANTONIO BRANDT VECCHIATO

Adviser: Prof. Dr. GERALDO VICTORINO DE FRANÇA

SUMMARY

As a way to equate the conditions of the physical environment for urban planning, of the Cuiabá and the Várzea Grande, it was elaborated from the photo interpretation a previous engineering geological mapping at the scale of 1:25.000.

In order to develop this dissertation were prepared analytical maps as method and techniques for gathering and interpreting engineering geological informations.

The analytical maps presented were: Declivity map; Land use map and Engineering-Geological map.

The main geotechnical problems revealed were concerned with erosive phenomena and sedimentation and they were directly joined with human activities.

Marshyland, bredwater and the highest elevations were considered improper areas to settlement.

Through engineering geological data, could be done on a photo interpretative map of engineering geological zoning by grouping territorial units on the basis of the uniformity of their geotechnical conditions for urban development.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, ocorre uma tendência generalizada das populações concentrarem-se em grandes centros urbanos. Como consequência, criam-se novas cidades ao mesmo tempo que os centros urbanos existentes se expandem e se reestruturam, a maioria das vezes de forma desordenada, acarretando sérios prejuízos ao poder público e, principalmente, à própria população. A urbanização em áreas menos favoráveis à construção ou de comportamento mal conhecido frequentemente promove a degradação do meio ambiente e acarreta pesadas consequências econômicas e sociais; neste contexto, o urbanismo confronta-se com questões de custo, de segurança e de prevenção contra riscos naturais.

Por outro lado, nos últimos anos, observa-se uma tomada de consciência em relação aos problemas do meio ambiente. Tais problemas resultam da expansão urbana, do desenvolvimento industrial, dos níveis de consumo cada vez maiores dos recursos naturais renováveis e não renováveis e da contaminação do meio ambiente por poluentes. Sabe-se que o homem não está separado da natureza, mas ele adapta o comportamento do ambiente natural, em detrimento das leis naturais, para seus próprios objetivos e propósitos.

Qualquer que seja o ponto de vista da interde-

pendência homem-meio ambiente, está se tornando cada vez mais aparente que o homem está desempenhando um papel cada vez maior, ao estabelecer as metas intencionais que deseja alcançar com os sistemas naturais. Muito embora represente a possibilidade de um bem-estar humano maior, aumenta os perigos de degradação do meio ambiente. O principal fator que torna possível o colapso na simbiose homem-meio ambiente, é a taxa de crescimento exponencial da população enquanto que os recursos mundiais são finitos e limitados.

Assim, tornam-se imprescindíveis as concepções integradas de planejamento, que realizem uma verdadeira gestão do meio natural, promovendo o desenvolvimento de forma racional na utilização do espaço geográfico e no aproveitamento dos recursos naturais. Estes estudos são fundamentalmente multidisciplinares e necessitam de grupos de trabalho constituídos por diversos especialistas: sociólogos, economistas, geólogos, geógrafos, agrônomos, ecólogos, urbanistas, paisagistas, arquitetos e engenheiros.

A participação de geólogos nestes estudos é fundamental porque não é possível uma perfeita caracterização de uma região sem o conhecimento de suas características geológicas. A geologia fornece os dados fundamentais sobre a natureza dos terrenos e seu comportamento, sobre os recursos naturais e os fenômenos geológicos ativos, permitindo estabelecer tanto as limitações quanto as potencialidades próprias de cada região.

Neste sentido, surgiram nos últimos trinta anos, no âmbito da geologia de engenharia, diversos estudos que procuram responder às questões levantadas pelo planejamento. É aplicado a estudos desta natureza o termo "geolo-

gia urbana" e, mais recentemente, o de "geologia ambiental" ou "geologia de planejamento urbano e territorial", tendo, como produto final, um tipo específico de carta geológica aplicada ao planejamento regional e urbano, as chamadas cartas geotécnicas ou de geologia de engenharia.

Dentre as técnicas de mapeamento geotécnico consideradas, a fotointerpretação é apresentada como uma técnica especial que pode oferecer um grande auxílio para os estudos de geologia de engenharia, por se constituir num método preciso, rápido e relativamente barato para uma primeira avaliação de uma região.

Por esse motivo, torna-se importante a consideração das possibilidades de utilização do sensoriamento remoto nos estudos de geologia de engenharia e o desenvolvimento de métodos de interpretação apropriados aos trabalhos de cartografia geotécnica.

Paralelamente ao desenvolvimento da cartografia geotécnica e de forma completamente independente, desenvolveram-se estudos para o estabelecimento de um sistema de classificação do uso da terra e do revestimento do solo. A importância desses estudos é facilmente apreendida ao se considerar que não é possível de se estabelecer uma política adequada de ocupação do espaço geográfico e, por conseguinte, de se projetar de forma realista as necessidades de transporte e serviços públicos e de se identificar as áreas críticas de pressão no futuro desenvolvimento regional, sem se conhecer a atual distribuição e superfície das terras agrícolas, florestais e urbanas, além de informações quanto às proporções de suas mudanças.

Assim, dados sobre o uso da terra e revesti-

mento do solo são empregados nos inventários dos recursos naturais, destacando-se os recursos agropecuários, florestais e hídricos; no manejo dos recursos da vida silvestre; na avaliação do impacto ambiental resultante da implantação de grandes empreendimentos tais como: hidroelétricas, atividades extrativistas e industriais; nos estudos de controle de inundação, planejamento de abastecimento de água e tratamento de esgotos, parcelamento do solo urbano e tributação de impostos.

Portanto, para uma perfeita gestão do meio natural, torna-se interessante a realização de trabalhos que conjuguem a cartografia geotécnica e o levantamento do uso da terra e revestimento do solo como procedimento de se caracterizar as condicionantes do meio ambiente para se promover um desenvolvimento, tanto quanto possível, mais harmônico e integrado das cidades, bem como entre as áreas urbanas e as parcelas de terras agrícolas e florestais adjacentes.

Neste contexto o presente trabalho objetiva, a partir da fotointerpretação em fotos aéreas na escala de 1:25.000, a realização de uma cartografia geotécnica da cidade de Cuiabá, capital do Estado de Mato Grosso, com elaboração de cartas temáticas abrangendo toda a área de estudo, enfatizando-se as possibilidades e métodos de interpretação, anotação e mapeamento de aspectos de geologia de engenharia em fotografias aéreas para o planejamento urbano. Considerou-se apropriada a escala de trabalho em fotos aéreas de 1:25.000 pela natureza do estudo proposto e pela dimensão da área considerada.

A formulação de cartas temáticas foi adotada

pelo fato delas terem se destacado como sendo um procedimento muito útil na orientação e definição das investigações necessárias para uma melhor caracterização, preservação e ocupação do meio físico, facilitando o manuseio dos dados levantados, possibilitando a análise de forma individualizada ou integrada dos diversos fatores relacionados.

Serão confeccionadas as seguintes cartas temáticas:

- Carta de declividade: onde definem-se os grupos de declividade pelas características gerais da área;

- Carta de uso da terra e revestimento do solo: fornecendo informações sobre a ocupação do solo de acordo com a natureza da ocupação;

- Carta geológico-geotécnica: pela análise da geomorfologia, geologia local e vários aspectos de natureza geotécnica procurar-se-à representar a distribuição espacial das diversas unidades geotécnicas de solo e rocha com suas respectivas características, assinalando-se os pontos críticos em termos geotécnicos.

- Carta fotointerpretativa de recomendação de uso: obtida através da integração das diversas cartas temáticas, apresentará as zonas homogêneas quanto à aptidão física para o assentamento urbano, além de relacionar os principais problemas geotécnicos e apontar recomendações para a expansão urbana.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Fotointerpretação

Dada a natureza deste estudo que procura, através do emprego de técnicas de fotointerpretação, uma avaliação das limitações e potencialidades do meio físico para o planejamento urbano, realizou-se uma consulta a trabalhos básicos de fotointerpretação, com o intuito de se estabelecer a metodologia a ser empregada, os critérios fotointerpretativos a serem considerados e as limitações do método.

Neste sentido, pode-se destacar os seguintes trabalhos: RAY (1960); MILLER & MILLER (1961); RICCI & PETRI (1965); AVERY (1977); MARCHETTI & GARCIA (1977); ANDERSON (1982) e GARCIA (1982).

Como bibliografia mais específica relacionam-se os trabalhos comentados a seguir:

WAY (1973) enfatiza a utilização da análise de fotografias aéreas como uma técnica para a identificação e interpretação das formas de relevo. O autor esclarece que esta técnica é baseada no estudo sistemático dos elementos visuais, facilmente observados nas fotografias aéreas, incluindo: as formas topográficas; padrões de drenagem; ca-

racterísticas dos vales; tonalidade; feições erosivas; uso da terra e sua distribuição; tipos de vegetação e sua distribuição, contato entre as unidades de relevo e quaisquer outras feições especiais que possam estar presentes. As características visuais e os padrões de elementos ocorrem em combinações que são únicas para cada forma de relevo. Assim sendo, formas de relevo similares, sob condições naturais similares, têm as mesmas combinações dos mesmos padrões de elementos, em qualquer localidade. Portanto, um fotointérprete, ao se familiarizar com as várias feições geomorfológicas, pode interpretar ou inferir as características físicas das várias unidades da paisagem: sua história, material de origem e composição, além de obter, de forma indireta, as características de engenharia dos materiais geológicos. Segundo o autor, este processo é de grande importância para o planejamento regional, compatibilizando as possibilidades e limitações do ambiente natural e seus recursos.

RENGERS (1976) enfatiza as possibilidades e métodos de interpretação, anotação e mapeamento de aspectos de geologia de engenharia em fotografias aéreas para diferentes tipos e fases de projetos de engenharia.

O autor chama a atenção para o fato de que, somente são visíveis nas fotografias aéreas as formas geomorfológicas, e não as características de engenharia dos materiais das diferentes unidades, cujas indicações podem ser obtidas a partir de informações indiretas. Portanto, torna-se importante uma legenda planejada para a fotointerpretação dos aspectos de geologia de engenharia.

Neste sentido, o Grupo de Trabalho para a Cartografia Geotécnica da Associação Internacional de Geologia de Engenharia, considera a fotointerpretação como uma técnica especial que pode oferecer um grande auxílio nos estudos de geologia de engenharia, por ser um método rápido, preciso e barato para uma primeira avaliação de uma região (UNESCO/IAEG, 1976).

Uma normatização mais detalhada da metodologia de cartografia geotécnica é realizada pela Comissão de Investigações de Terreno da Associação Internacional de Geologia de Engenharia; nesse trabalho, além de outras técnicas empregadas em mapeamentos, são consideradas as possibilidades e limitações do emprego das técnicas de sensoramento remoto nos mapeamentos de geologia de engenharia (IAEG, 1981).

2.2. Cartografia Geotécnica

Os primeiros mapas geotécnicos surgiram no início da década de 50, quase sempre sendo mapas litoestratigráficos e estruturais executados e apresentados na maneira usual dos mapas geológicos convencionais.

Todavia, foi no decorrer da década de 60 que a cartografia geotécnica teve sua afirmação, principalmente nos países europeus e nos Estados Unidos.

Pode-se dizer que as cartas geotécnicas surgiram a partir das primeiras colaborações entre engenheiros e geólogos na elaboração de projetos e construção de grandes obras civis. As primeiras cartas eram essencialmente litoestratigráficas, apresentando também informações de geo-

logia estrutural, conforme a concepção dos mapas geológicos tradicionais, deixando larga margem à interpretação no que diz respeito a sua aplicação a problemas de engenharia. A crescente solicitação de dados geológicos para o planejamento e formulação de projetos deu origem a uma atitude pragmática na elaboração de mapas especialmente concebidos para ilustrar os aspectos técnicos dos fatos e fenômenos geológicos e para a sua interpretação geotécnica, suscitando o desenvolvimento de metodologias de trabalho próprias à cartografia geotécnica.

Neste sentido, pode-se relacionar os seguintes trabalhos: USGS (1967); KNIL et alii (1968); GOLDMAN (1969); FLAWN (1970); GRANT (1970) MATULA (1971); LEGGET (1973); DEARMAN & FOOKES (1974).

No Brasil, os primeiros trabalhos a considerar o papel do geólogo nos processos de planejamento são devidos a GREHS (1970 a). Neste trabalho o autor apresenta as informações básicas do papel do geólogo nas questões de planejamento. E, no mesmo ano em outro trabalho, GREHS (1970 b) trata da utilização de mapas geológicos, mapas de vegetação e mapas de drenagem na seleção de alternativas de implantação de barragens de irrigação.

MATHEUSON & FONT (1973) apontam que o ambiente geológico é um aspecto esquecido nos processos de planejamento do uso da terra e discutem os motivos pelos quais os geólogos freqüentemente se encontram ausentes dos processos de planejamento, concluindo que: "soluções geológicas para os problemas ambientais são constantemente impossibilitadas, politicamente, de se desenvolver, porque as publicações especializadas, os jornais e as comunicações

técnicas, freqüentemente apresentam relações de problemas sem soluções ou são escritos de maneira ininteligível, com jargões técnicos que os planejadores não podem, ou não tentam entender".

PRANDINI et alii (1974) apresentam os fundamentos da geologia ambiental ou de planejamento e defendem a formulação de uma metodologia nacional para a cartografia geotécnica, com a elaboração de mapas facilmente entendíveis.

COULON (1974) apresenta o Mapa Geotécnico das Folhas de Morretes e Montenegro, no Rio Grande do Sul, realizando trabalho pioneiro no desenvolvimento da geologia de planejamento em nosso país.

Neste sentido, de fundamental importância para a afirmação da geologia de engenharia em nosso país, foi a realização em 1974, em São Paulo do II Congresso Internacional da Associação Internacional de Geologia de Engenharia (1974).

Neste evento, foram apresentados vários trabalhos no Tema: "Engineering Geology Related to Urban and Country Planning". Como trabalhos fundamentais, de cunho essencialmente metodológicos, pode-se relacionar as contribuições comentadas a seguir:

MATULA (1974), que aponta a necessidade de um enfoque multidisciplinar para um decisivo incremento das investigações de geologia de engenharia para o planejamento regional e urbano. O autor delinea os problemas do desenvolvimento, causados principalmente pelas várias inter-relações das mudanças ocasionadas pelo homem no ambiente geológico: minerações, utilização de recursos hídricos de várias ordens e grandes edificações. Apresenta ainda, os

problemas básicos do mapeamento de geologia de engenharia:

- "Como adquirir, racionalmente, as informações de geologia de engenharia a cerca do ambiente";

- "Como analisar e interpretar, eficientemente, estas informações";

- "Como representar, da melhor maneira possível, os resultados das investigações de campo e laboratório, bem como, transmití-las aos planejadores".

Finalmente, indica as perspectivas de desenvolvimento deste campo de trabalho.

ROCKAWAY (1974) apresenta o procedimento do mapeamento de geologia de engenharia no planejamento do uso da terra nos EUA, sumariza as principais correntes de trabalho e discute as suas principais vantagens e limitações. O autor também analisa o futuro direcionamento do mapeamento geotécnico e discute exemplos do desenvolvimento na definição das unidades de mapeamento e no tratamento dos dados para apresentação em mapas.

GRANT (1974) discute a utilização da Análise de Terrenos como uma aproximação sistemática para o mapeamento de geologia de engenharia. O autor apresenta um sistema de avaliação de terrenos para propósitos de engenharia, usando como critério somente as feições facilmente reconhecíveis na paisagem, sendo que nenhuma técnica especial é requerida para sua implementação.

JANJIC & STEPANOVIĆ (1974) apresentam um estudo das aptidões das regiões cársticas e pantanosas para o desenvolvimento urbano, através da análise de fatores condicionantes relacionados, tais como: composição litológica, declividade do terreno, propriedades hidrogeológicas e geo-

técnicas e processos geológicos ativos, com especial ênfase nas feições características dos KARST e pântanos para o desenvolvimento urbano. Os autores desenvolvem um método de avaliação da capacidade do terreno para as várias necessidades comunitárias como:- construções de casas, indústrias, vias de transporte, recreação e outras facilidades.

Dentre as várias comunicações apresentadas no referido Congresso, destacam-se as seguintes:

CIVITA et alii (1974) realizam uma avaliação da estabilidade dos taludes na Península Sorrentina - Campanha - Itália, apresentando os resultados com bastante propriedade numa carta de previsão da estabilidade dos terrenos, com uma legenda bastante simplificada e facilmente entendível, se constituindo em ótimo exemplo de cartografia geotécnica.

RAJU et alii (1974) apresentam um outro exemplo muito interessante da aplicação de cartas geotécnicas, visando o aproveitamento racional do território para a agricultura. O estudo se volta como um todo para o planejamento territorial e urbano de uma área de 150 Km² das cidades gêmeas de Hyderabad e Secunderabad na Província de Andhra Pradesh, Índia. As cartas visam orientar o aproveitamento agrícola em torno das cidades, além de indicar as aptidões à fundação para o desenvolvimento urbano, ou orientar a implantação de obras civis de infra-estrutura.

Neste mesmo ano, PRANDINI et alii (1974) relacionam alguns casos brasileiros de degradação ambiental motivadas pelas condicionantes geológico-geotécnicas, com o intuito de motivar outros profissionais de geociências a se interessarem por este importante problema.

PRANDINI (1976) argumenta que cabe à Geologia o conhecimento de grande parte dos fatores condicionantes de uso do território. Assim, suscetibilidade à erosão e a movimentação, disponibilidade de águas subterrâneas, atitudes e características dos maciços terrosos e rochosos, dinâmica da crosta e um grande número de características do ambiente e dos materiais, relacionam-se aos estudos geológicos.

O autor define Geologia Ambiental, como a parte da Geologia que congrega os elementos básicos para o bom uso da terra, e propõe que se use o termo Geologia de Planejamento, por definir mais claramente a participação da Geologia em anteprojetos ou planos de uso territorial. No seu entender, para a implantação da Geologia de Planejamento, duas premissas são indispensáveis: "o desenvolvimento de uma metodologia nacional e, paralelamente, o abandono da mentalidade imediatista na administração dos bens naturais".

ZARATIN (1976) identifica que o uso correto e eficaz da análise fisiográfica no planejamento urbano e regional, envolve a combinação de dados provenientes de análises isoladas segundo disciplinas diversas como a Geologia, Geomorfologia, etc. O autor pondera que:-
"Embora de grande importância, os dados propiciados pela análise fisiográfica são sempre relativos no processo de planejamento, devendo, necessariamente, ser sopesados com dados de disciplinas do campo sócio-econômico".

Segundo INFANTI JR. (1976), a Geologia de Planejamento surgiu da necessidade de se apresentarem soluções aos problemas de ocupação do meio físico, devido à

interação do sistema Sociedade x Terra. O autor argumenta que a Geologia de Planejamento não é um novo campo da Geologia, mas sim da aplicação de todas as disciplinas geológicas, principalmente Geologia Econômica e Geologia de Engenharia, associadas a uma nova técnica de coordenação, correlação, sistematização e apresentação de informações geológicas dirigidas a administradores e planejadores do uso do solo". O autor apresenta ainda, uma metodologia de Geologia de Planejamento e discute a posição do geólogo no processo de planejamento, apontando a necessidade da formação de um banco de dados.

Com o principal objetivo de estudar e apresentar técnicas de mapeamento, possíveis de serem empregadas nos mais diversos países, foi instituído pela Associação Internacional de Geologia de Engenharia um Grupo de Trabalho para a Cartografia Geotécnica.

De acordo com este Grupo de Trabalho:

"Uma carta geotécnica é uma carta geológica que fornece uma interpretação de todas as componentes de um mapa geológico que são relevantes para o ordenamento do território e para a concepção, construção e manutenção das obras de engenharia civil e de minas".

O Grupo de Trabalho estabelece ainda que as cartas geotécnicas devem obedecer os seguintes requisitos:

"Conteras informações objetivas necessárias à apreciação das diferentes componentes do meio geológico envolvidas no planejamento e à seleção, quer dos locais da implantação das diversas obras, quer dos métodos mais adequados de construção;"

"Tornar possível prever as modificações do

meio natural susceptíveis de serem causadas por um dado empreendimento e sugerir medidas preventivas;"

"Apresentar a informação de tal modo que esta seja facilmente compreendida por utilizadores sem formação geológica". (UNESCO/IAEG, 1976).

PRANDINI et alii (1978), através da reunião e interpretação de todos os dados disponíveis de uma faixa de terreno envolvendo o trecho urbano do canal do rio Tietê em São Paulo - SP, elaboram uma carta geotécnica aplicada às áreas marginais do rio Tietê, ao longo de 30 Km do antigo trecho retificado do rio, numa faixa de 150 m de largura, com o objetivo de facilitar o dimensionamento prévio de escavações ou fundações que venham a ser realizadas na área, bem como orientar eventuais investigações mais detalhadas que se façam necessárias.

CONSTANZO JR. (1978) elabora uma carta geotécnica da região de Santa Maria - RS.

FERNANDEZ et alii (1979) comunicam a evolução da cartografia geotécnica na Espanha, com especial ênfase na execução das cartas na escala de 1:25.000, sob a administração e supervisão do Instituto de Geologia e Mineração da Espanha, usadas para o planejamento regional e urbano. Os autores apresentam uma descrição crítica dos diversos trabalhos realizados nesta escala e indicam as mudanças ocorridas no decorrer do empreendimento, indicando as perspectivas futuras.

Segundo LÓPEZ PRADO & PEÑA PINTO (1979), ao se analisar a necessidade de se realizar um mapeamento geotécnico para o planejamento urbano, juntamente com a avaliação da melhor escala de trabalho, deve-se pensar em três

questões de indubitável interesse: "Que informações devem ser dadas neste tipo de mapa? Como apresentar estas informações? E a quem endereçá-las?"

O primeiro exemplo brasileiro de uma cartografia geotécnica completa é devido ao Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo I.P.T. que, atendendo a solicitação da Coordenadoria Estadual de Defesa Civil, para indicar soluções de estabilização para os freqüentes e sempre trágicos escorregamentos registrados nos morros de Santos e São Vicente, observou a necessidade de aprofundar os estudos a nível de permitir um planejamento efetivo da ocupação desses morros. Assim, procedeu à elaboração de uma carta geotécnica na escala de 1:5.000 e detalhes em 1:1.000, que serviriam como elementos básicos para o desejado planejamento.

Como orientação metodológica básica, procurou-se investigar a fundo, qualitativa e quantitativamente, os principais condicionantes dos processos geológicos atuais, dentre os quais os escorregamentos.

A partir da elaboração de cartas topográficas na escala de 1:5.000, procederam-se levantamentos geológico, geomorfológico, estrutural, clinométrico e o cadastro de evidências e movimentação. Complementando tais levantamentos foram estudados os tipos de vegetação existentes e o nível de ocupação nos morros. Todos os dados dos levantamentos foram tratados e apresentados na forma de cartas básicas de análise.

O conjunto dessas informações foi analisado isoladamente e conjuntamente, associado às informações climáticas, para se estabelecer a dinâmica causa/efeito para cada

escorregamento cadastrado. A partir dessa análise os morros foram compartimentados em unidades onde foram definidas as restrições e critérios para a urbanização de cada tipo de unidade, operação esta que evidenciou a importância dos fatores sócio-econômicos.

O estudo pretende demonstrar que núcleos urbanos, municiados com uma cartografia geotécnica, poderiam evitar as tendências atuais de ocupação, dirigindo o vetor ocupacional para áreas mais propícias minimizando os custos sociais decorrentes da atual situação (IPT, 1980).

ZUQUETTE (1981) realiza um mapeamento geotécnico preliminar na região de São Carlos - SP, apresentando os resultados obtidos através de cartas básicas (de dados, clinométrica, geológica e materiais de cobertura) e cartas interpretativas (carta interpretativa I: resistência ao cisalhamento, fundações e escavabilidade; carta interpretativa II: instalação de equipamentos sépticos, drenabilidade e utilização dos materiais para construção; carta interpretativa III: traficabilidade, expansibilidade e complexibilidade e carta interpretativa IV: permeabilidade e erodibilidade).

O Grupo de Trabalho para Cartografia Geotécnica da Associação Internacional de Geologia de Engenharia, dando continuidade ao trabalho de normatização da cartografia geotécnica, publica os princípios de classificação e descrição de rochas e solos para os propósitos de mapeamento geotécnico e apresenta uma recomendação de legenda aplicada a cartas de todos os tipos e escalas. Além dos símbolos de rocha e solo, são apresentados símbolos hidrogeológicos e das feições geomorfológicas e geodinâmicas (IAEG, 1981).

A Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, em trabalho apresentado no XXVI Congresso dos Municípios do Estado de São Paulo, analisa a implantação descontrolada de novos loteamentos em zonas urbanas e aponta uma série de problemas para os municípios, desde os seus aspectos legais até o envolvimento da degradação do meio físico. A seguir apresenta-se as implicações da Lei Federal nº 6.766 de 19/12/79, que dispõe sobre o parcelamento do solo urbano e discute-se a importância do laudo geológico-geotécnico na implantação de novos loteamentos na tentativa de minimizar ou mesmo eliminar o desenvolvimento dos problemas de degradação do meio físico. O trabalho conclui que "um dos instrumentos que possibilita o estabelecimento de diretrizes técnicas é a cartografia geotécnica, ou seja, a compartimentação de zonas homogêneas quanto às limitações e potencialidade do meio físico para o parcelamento do solo urbano. Esta carta visa fornecer subsídios fundamentais para a atuação do Poder Público, a quem compete planejar, normalizar e fiscalizar o uso que se faz do território municipal para garantir a qualidade de vida da comunidade e o saneamento dos investimentos públicos". (ABGE, 1982).

FERRANTE & GANDOLFI (1984) realizam um trabalho na Bacia do Riacho Azul, no limite Oeste do Quadrilátero Ferrífero, próximo a Belo Horizonte - MG; adotando a metodologia fotointerpretativa na elaboração de quatro cartas temáticas, a saber: de declividade, de permeabilidade, de uso do solo e geológico-geotécnica com a finalidade de caracterizar o comportamento físico dos materiais existentes na região e definir suas potencialidades e limitações na

utilização do espaço geográfico, procurando-se um planejamento integrado em termos de ocupação racional do meio físico.

ZUQUETTE & GANDOLFI (1984) realizam um trabalho pioneiro em termos de geologia de engenharia na cidade de Cuiabá - MT. Por esse motivo, adquire grande importância para o presente estudo. Os autores fornecem uma contribuição inicial ao mapeamento geotécnico da região de Cuiabá, apresentando algumas características básicas do meio físico, tais como: natureza do substrato rochoso, materiais de cobertura, declividade e hidrogeologia. A partir desses elementos fundamentais é feita uma apreciação das condições geotécnicas para a ocupação urbana relacionando-se alguns fatores: - fundações e escavabilidade, permeabilidade e erodibilidade, traficabilidade, instalação de equipamentos sépticos e uso dos materiais para a construção civil.

SALOMÃO (1985) apresenta uma contribuição em termos metodológicos para os estudos preliminares envolvendo solos e geologia de engenharia, indicando os estudos mínimos necessários do meio físicos, sua realização e interpretação de modo a apontar, numa dada região, a distribuição de ocorrências de solos geneticamente homogêneas.

LORANDI (1985) executa um levantamento semi-detalhado dos solos da área urbana e suburbana da cidade de São Carlos - SP, objetivando a obtenção de dados a serem utilizados em classificações técnicas que permitam a obtenção das informações necessárias para o planejamento racional do desenvolvimento da área considerada. A interpretação das informações é feita através de dois critérios principais: o da classificação em classes de capacidade de uso e o da utilização do solo para fins de engenharia civil.

O Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - I.P.T., realiza uma Cartografia Geotécnica do Município de São Paulo - S.P. As cartas são apresentadas nas escalas de 1:25.000 para toda a área do município e de 1:10.000 para cinco áreas pilotos, como uma forma de equacionamento do meio físico, para uma resolução preventiva dos problemas mais frequentes da ocupação urbana. A concepção metodológica adotada para a elaboração das cartas geotécnicas teve por base a integração de dados do meio físico relativos à geologia, geomorfologia e geotecnia, de forma a caracterizar áreas geotécnicamente homogêneas quanto às respostas ao uso e ocupação.

O território do Município foi compartimentado em 17 áreas homogêneas sendo que, para cada uma delas, foram apresentadas considerações quanto à descrição do relevo, litologia, aspectos geotécnicos e recomendações para projetos e implantação de loteamentos (I.P.T., 1985).

Finalmente, elaborado a partir de uma revisão da Carta Geotécnica da Grande São Paulo - I.P.T. (1985), é editado um Guia de Utilização da Cartografia Geotécnica Aplicada ao Planejamento na Grande São Paulo - Carta de Aptidão Física ao Assentamento Urbano-Escala 1:50.000, onde são apresentadas orientações para a expansão urbana e critérios técnicos para elaboração de projetos de parcelamento do solo, visando a minimização dos problemas geotécnicos, em especial quanto à erosão, escorregamentos de terra, assoreamentos e enchentes. Para cada uma das unidades homogêneas em que foi subdividida a região metropolitana, são apontadas as características de relevo; as características geotécnicas gerais dos solos e rochas; os fenômenos da dinâmica natural

e os problemas mais comuns em função do loteamento; a aptidão das unidades quanto à expansão urbana e os critérios técnicos gerais para elaboração de projetos mais adequados às condições do meio físico observadas.

É interessante se frisar que este trabalho foi orientado para a utilização da comunidade em geral, permitindo o seu perfeito entendimento por pessoas não iniciadas em geociências ou engenharia civil (SICCT-I.P.T. - SNM - EMPLASA, 1986).

2.3. Sistemas de Uso da Terra e Revestimento do Solo

Os primeiros trabalhos de uso da terra eram realizados com mapas topográficos e pesquisas de campo, sem propriamente um sistema classificatório dos padrões de categoria com que os diferentes usos do solo eram mapeados, sendo o método mais difundido o preconizado por STAMP (1943).

Logo, tornou-se evidente a necessidade de se estabelecer uma padronização da classificação das categorias com que a terra vinha sendo utilizada, tanto na exploração dos recursos naturais, quanto na urbanização. Tal preocupação motivou a União Geográfica Internacional a criar uma Comissão de Levantamento da Utilização da Terra, com o objetivo de se estabelecer a classificação do uso da terra em nível mundial (VALKENBURG, 1950).

Por esta época, os levantamentos começaram a empregar a análise de fotografias aéreas na determinação das categorias de uso, justapondo-se os trabalhos fotointerpretativos com controle de campo. Tal procedimento obteve grande êxito, devido a precisão bastante aceitável e a grande

rapidez com que os estudos passaram a ser realizados, além das vantagens econômicas e da possibilidade de mapeamento de áreas por vezes inacessíveis.

Vários autores realizaram trabalhos sob este enfoque, podendo-se citar WOOTEN & ANDERSON (1957), MARSCHNER (1959), VALKENBURG (1964) e AUSTIN (1965).

Em nosso país, um dos primeiros trabalhos no gênero é o de CERON & DINIZ (1966), onde os autores, através do estudo de fotografias aéreas convencionais de Municípios da Depressão Periférica Paulista, enfatizam a necessidade de sistematização dos elementos de identificação e diferenciação dos diferentes tipos de uso agrícola do solo, bem como para os elementos não agrícolas de uso da terra pelo homem.

Porém, é KELLER (1969) quem apresenta pela primeira vez uma sistematização de uso da terra em níveis regionais e locais, preconizando uma metodologia de trabalho. A autora chama a atenção para o fato de que "embora muitos países tenham estatísticas detalhadas sobre a utilização da terra e sobre a agricultura em geral, somente o registro dos fatos em mapas poderá mostrar as áreas e a distribuição real das diferentes formas de uso do espaço. Isto torna o Inventário Mundial do uso da Terra fundamental e único". Esclarece ainda "que os mapas devem ser baseados em observações tiradas das fotografias aéreas e não resultantes de interpretações do fotointérprete".

Quaisquer outras informações devem ser colocadas numa "memória explicativa".

SOYER et alii (1970) evidenciam as formas pelas quais as fotografias aéreas podem ser usadas em mapea-

mento temático através da fotointerpretação, como também a qualidade da informação obtida através delas.

COELHO (1971) ressalta a importância e aplicabilidade das fotografias aéreas verticais no levantamento do uso atual da terra para fins de planejamento e uso racional do solo.

Com o advento de novas técnicas de sensoria-mento remoto como as imagens radarmétricas e multiespectrais, as possibilidades de trabalho são ampliadas, permitindo o estudo de forma integrada de grandes áreas em uma escala pequena de trabalho, utilizando-se uma única ou poucas imagens, sobrepondo-se às limitações impostas pelo custo proibitivo das fotos aéreas convencionais em estudos regionais.

Sob este novo enfoque, ANDERSON (1971) elabora um esquema de classificação do uso da terra apropriado à utilização de dados obtidos a partir de sensores remotos.

Nesta mesma época, o referido autor, juntamente com HARDY & ROACH (1971) organizam um sistema de uso da terra com dados de sensores remotos.

ANDERSON et alii (1976) definem um sistema de classificação do uso da terra e do revestimento do solo apropriado à utilização de dados obtidos a partir de sensores remotos, com o intuito de atender às exigências de órgãos governamentais dos EUA, preocupados com a padronização dos resultados dos levantamentos de uso e ocupação do solo efetuados em seu território. Tal sistema apresenta uma estrutura de classificação numa base uniforme quanto à categorização nos primeiro e segundo níveis e aberta nos terceiro e quarto níveis, de forma a propiciar o desenvolvimento de classificações mais detalhadas para necessidades particula-

rizadas, sem, contudo, perder a compatibilização com o sistema.

Segundo HORD & BRONER (1976), uma avaliação da precisão de classificação de uso da terra é bastante complexa, tanto na definição, quanto na mensuração dos alvos, devido ao fato de que uma determinada área, ao ser classificada, pode estar sujeita a três tipos diferentes de erro: erro de classificação, erro de limites de classe e erro de localização do ponto de controle. Os autores ponderam ainda que, sendo um mapa, uma interpretação gráfica, portanto sujeita a abstração, é necessário que, além do trabalho de campo, se faça uma estimativa para avaliar a eficiência da classificação empregada.

LINS JR (1976), destaca que a precisão de um mapa, cujos dados são obtidos a partir de sensoriamento remoto, é afetada por três fatores: o sistema de classificação de uso da terra, a habilidade do fotointérprete e o sistema de obtenção da informação. O autor testa a precisão de classificação de uso da terra através de fotografias S190B do Skylab, utilizando-se de um sistema de amostragem sistemática. Para tanto, construiu um mapa de uso da terra com fotografias aéreas e trabalho de campo, considerando-o como correto. A comparação entre os dois mapas foi considerada pelo autor, uma boa estimativa da precisão de classificação.

NOVO (1979) realiza uma análise comparativa entre classes de uso da terra obtidas a partir de fotografias aéreas convencionais e através da análise visual de imagens Landsat. A referida autora identificou para os canais 5 e 7, dez classes de uso da terra, com precisão estimada de 71%.

Conforme HAY (1979), num teste de eficiência da qualidade de mapas oriundos de sensores remotos ocorrem cinco problemas: "em que proporções o total de decisões estão corretas?; em que proporção a "locação" para uma categoria está correta?; qual proporção de verdadeira categoria está corretamente locada?; é uma categoria super-estimada ou sub-estimada?; estão os erros aleatoriamente distribuídos?".

No entender de GINEVAN (1979), embora a produção de mapas de uso da terra através de sensoriamento remoto seja relativamente simples o mesmo deve, além do controle de campo, sofrer uma avaliação estatística para estimar a precisão de classificação empregada. Porém, o autor pondera que infelizmente uma especificação estatística para a eficiência destes mapas permanece um problema.

GARCIA (1979), utilizando-se de técnicas de sensoriamento remoto na avaliação do potencial de uso da terra em regiões de cerrado, através de fotografias pancromáticas, imagens de radar e de satélite, elabora mapas de uso potencial do solo, dentro de uma precisão adequada. De acordo com o autor, a precisão de interpretação foi máxima nos locais de pouca interferência humana.

BIAZON (1981), utilizando-se de fotografias aéreas, imagens de radar e de satélite, realiza uma análise do uso da terra, no município de Avaré - SP. A autora indica a vantagem do uso associado das fotografias pancromáticas, imagens de radar e de satélite para o inventário de uso da terra, pela complementação do nível de informações entre esses sensores.

LORENZON (1982), através do estudo de fotogra-

fias aéreas convencionais, observa as transformações na organização do espaço rural no município de Limeira - SP. O autor evidencia o fato de que a atividade econômica, direcionada cada vez mais para o cultivo de produtos agrícolas para fins comerciais, acarreta rápidas modificações na paisagem local.

SOARES (1985) procura identificar e quantificar os vários tipos de uso da terra no Município de Ceará Mirim - RN, através de interpretação convencional de fotografias aéreas, possibilitando a confecção de mapas temáticos e a elaboração de um mapa de uso agrícola projetado que procura orientar e racionalizar a exploração agrícola no Município.

3. CARACTERIZAÇÃO GERAL DA ÁREA

3.1. Localização

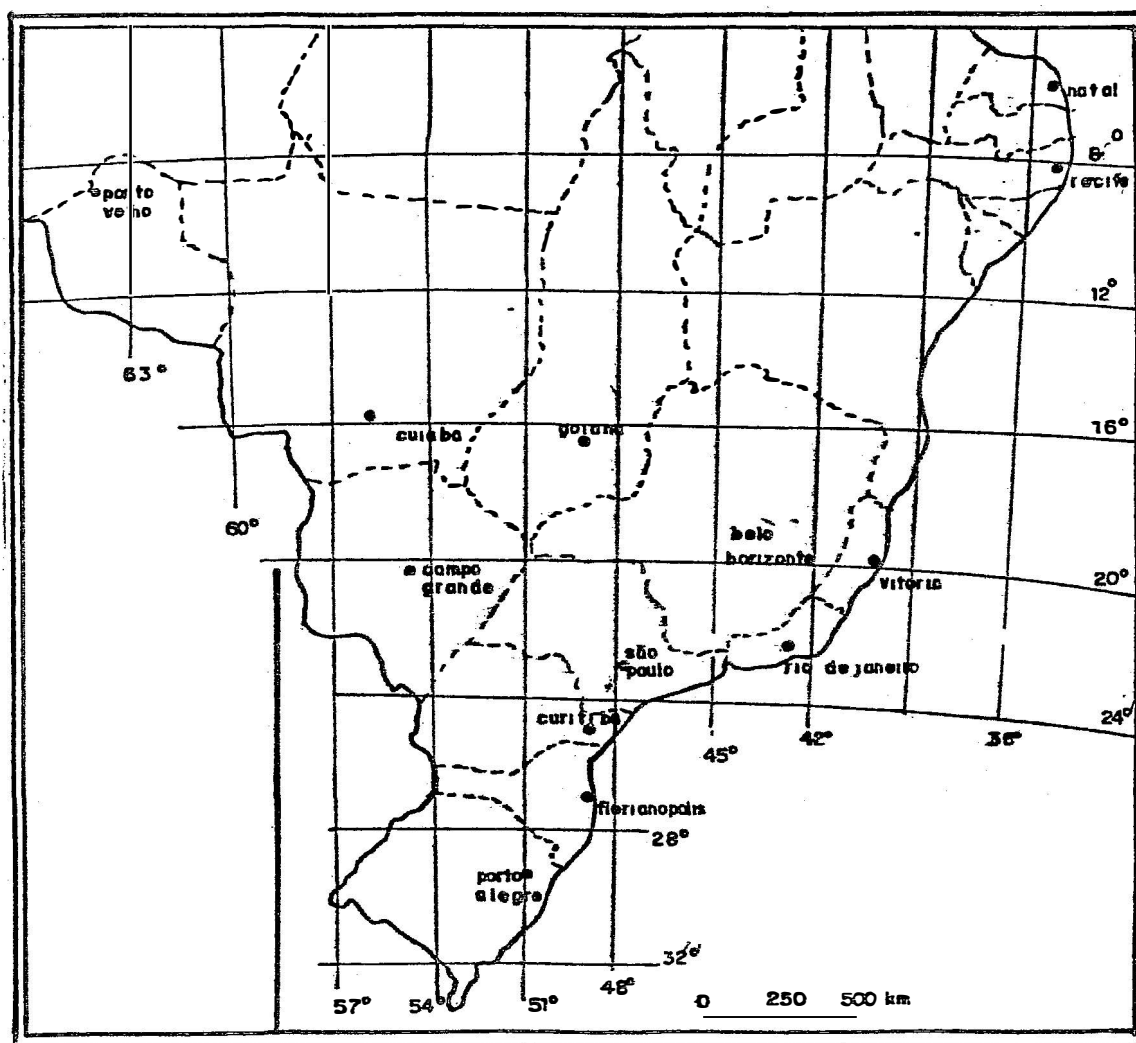


FIGURA 1. Mapa de Localização da Área de Estudo

A área localiza-se na região Centro-Oeste, no Estado de Mato Grosso, entre os paralelos $15^{\circ}30'S$ e $15^{\circ}45'S$ e os meridianos $55^{\circ}56'15'' W$ e $56^{\circ}15'W$, perfazendo uma área de 600 Km^2 ; dela fazem parte as zonas urbanas e suburbanas dos Municípios de Cuiabá e Várzea Grande. Na região o principal centro urbano é o da cidade de Cuiabá, capital do Estado situada a $15^{\circ}35'56''$ de latitude S e $56^{\circ}06'$ de longitude W de Gr (IBGE, 1958).

A região é servida pelas rodovias federais BR 163, 364, principal via de acesso à Capital e ao agora vizinho Estado de Rondônia; a BR 070 que interliga Cuiabá a Cáceres e, BR 251 e pelas rodovias estaduais MT 040 e MT 060. A região é ainda servida pelo Aeroporto Nacional Marechal Rondon, com vôos regulares para as principais capitais do país.

3.2. Clima

O clima da área é típico das savanas tropicais e, no Centro-Oeste, está relacionado às regiões com cotas inferiores a 400 metros. Caracteriza-se por apresentar duas estações bem definidas: a seca que vai de abril a outubro e a chuvosa, abrangendo os meses de novembro a março.

Para GALVÃO (1960), pelas suas características, o clima da região está incluso na categoria Aw da classificação de KOPPEN.

No verão verifica-se 80% da precipitação pluviométrica anual, que oscila entre 1000 a 1500 mm, sendo os

meses de dezembro e janeiro os que apresentam os maiores índices pluviométricos. Na estação seca, nos meses de junho e julho a precipitação chega a ser quase nula.

A temperatura média anual gira em torno de 27°C , com temperaturas mínimas próximas a 10°C e máximas superiores a 35°C . A umidade relativa do ar varia muito com as épocas do ano, porém a média anual oscila em torno de 74%.

3.3. Vegetação

A vegetação da região é constituída predominantemente por cerrados e campos cerrados, matas-galerias e campos-pantanosos.

A Divisão de Vegetação do Projeto RADAMBRASIL (1982) considera, a vegetação presente na área como pertencente a região fitoecológica da savana, correspondente ao que é regionalmente chamado de cerrado.

Para AMARAL & FONZAR (1982), "tal vegetação é caracterizada pela predominância de fanerófitas, caméfitas, hemicriptófitas e poucas geófitas. Os fatores ecológicos naturais, aliados aos antrópicos proporcionam a variação que vai desde uma vegetação constituída por espécies lenhosas herbáceas (Savana Arbórea Aberta, Savana Parque e Savana Gramínea-Lenhosa), geralmente serpenteada de florestas-galeria, até o climax do tipo arbóreo (Savana Arbórea Densa)".

Os autores apontam que esta diferença da estrutura da vegetação depende principalmente do tipo de solo,

da profundidade do lençol freático e da composição da rocha matriz.

A Savana (Cerrado) caracteriza-se por apresentar dois estratos: o superior, formado por pequenas árvores e arbustos retorcidos com folhas geralmente graúdas, ásperas e duras e normalmente muito pilosas e o inferior, constituído por um tapete gramíneo-lenhoso.

Segundo LUZ et alii (1980), nos cerrados e campos cerrados as espécies mais comuns são a lixeira "Curatella americana", o pau-terra "Qualea sp", o pau-santo "Kielmeyera coria", o pequi "Caryocar brasiliensis", a penoba-do-campo "Aspidosperma sp", a lobeira "Solanum sp", a murici "Byrsonima crassyfloria", a mangaba "Hancornia speciosa", o timbó "Magonia pubescens", o araticum-do-campo "Anona coriacea". No estrato herbáceo as principais variedades são o capim mumbeca "Paspalum repens", o capim flexa "Tristachya leiostachya", o capim barba-de-bode "Aristida pallens" e o capim mimoso "Panicum capilaceo".

Ao longo dos cursos d'água desenvolvem-se as matas-galerias, que se sobressaem nas regiões de cerrados e campos cerrados. As espécies vegetais variam no tamanho de pequeno a grande porte; pode-se destacar o jatobá "Hymenaea courbaril", o paratudo "Linnimodendron axibare", o buriti "Mauritia vinifera", a gameleira do Gênero Ficus, o babaçu "Orbignia martiana" e os ipês roxo "Tecoma impertiginosa" e amarelo "Tecoma chrysostricha".

Segundo os mesmos autores, a cobertura vegetal dos campos pantanosos varia localmente, ora com espécimes típicos que ocorrem no planalto, ora com espécies vegetais de baixada. Nestes campos alternam-se espécies hidrófilas,

mesófilas e mesmo xerófilas. Pode-se também observar manchas de matas de tamanho e aspecto variáveis, estando ligadas às partes mais elevadas do Pantanal.

3.4. Geologia

3.4.1. Grupo Cuiabá

As rochas do Grupo Cuiabá foram mencionadas pela primeira vez pelo Conde FRANCIS DE CASTELNAU (1850) que relatou a existência de filitos e quartzitos na cidade de Cuiabá.

Todavia, a primeira denominação e descrições mais detalhadas para essas rochas são devidas a EVANS (1894), que as chamou de "Cuyaba Slates", incluindo ardósias com clivagem, ardósias com seixos de outras rochas e os tilitos do rio Jangada. São também devidos a este autor as primeiras referências sobre os dobramentos da borda sudeste do Cráton Amazônico, ilustrando a existência de dobramentos simétricos na Província Serrana e para a Baixada Cuiabana uma evolução gradativa dos dobramentos que a SE apresentam flancos inversos.

A primeira individualização litoestratigráfica para as rochas da então "Série" Cuiabá foi apresentada por ALMEIDA (1964), que detalhou sua composição litológica, reconhecendo vários tipos de rochas constituídas de metassedimentos detríticos, predominantemente pelítico, mas com desenvolvimento local de quartzitos, metagraúvacas e subsidiaria-

mente metaconglomerados. Neste trabalho o autor define o Grupo Jangada para denominar os sedimentos glaciários e outros detríticos associados, separando-o desta forma, da "Série" Cuiabá; e denomina a faixa dobrada de Geossinclíneo Paraguaio, individualizando três zonas tectônicas. A figura 2 ilustra as características tectônicas de cada zona.

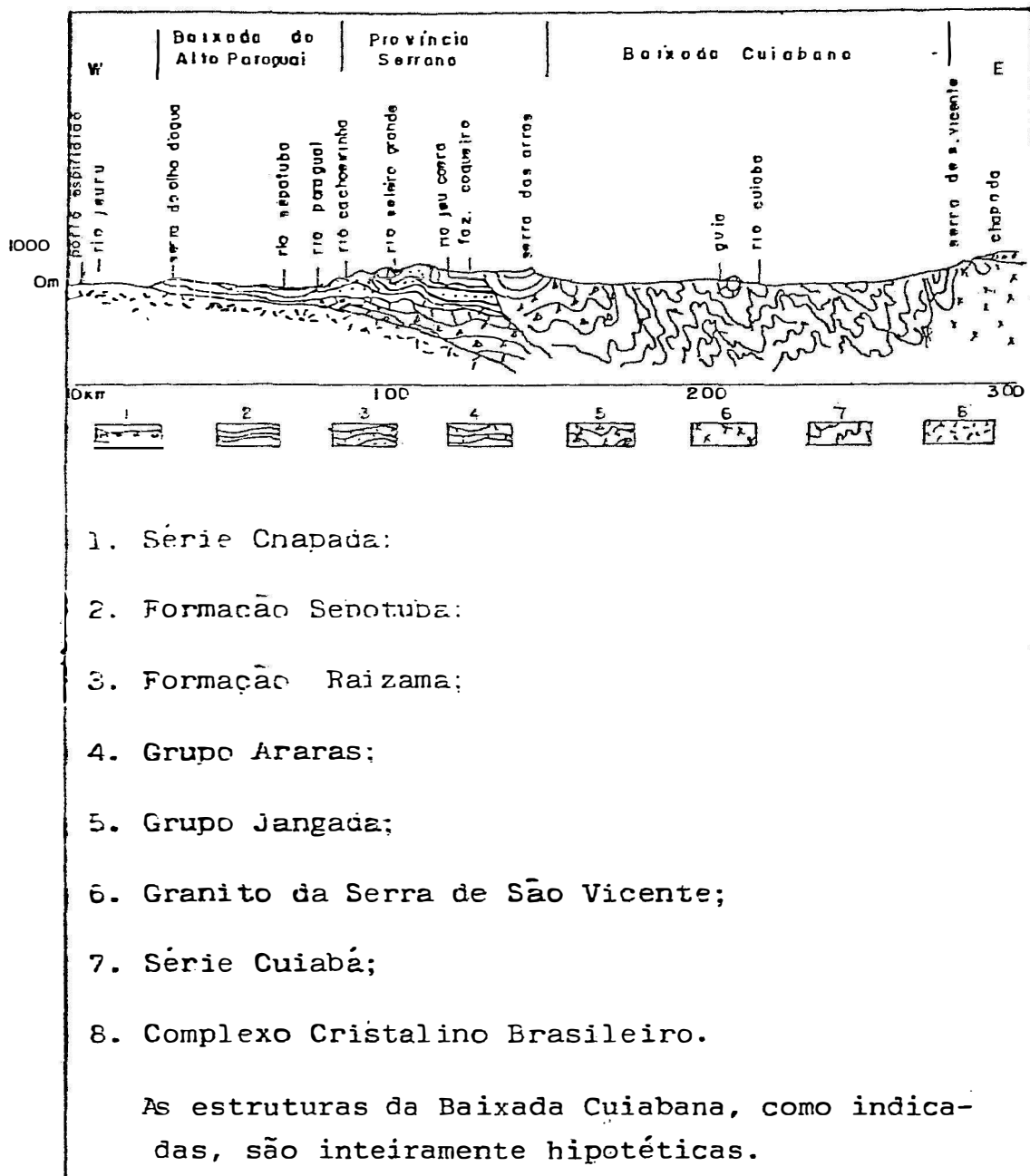


FIGURA 2. Diagrama Generalizado de Estrutura do Centro-Oeste Mato-Grossense (Seg. ALMEIDA, 1964)

A zona da Baixada do Alto Paraguai caracteriza-se por apresentar camadas com mergulho muito reduzido, depositadas sobre as rochas cratônicas. Na zona da Província Serrana, ocorrem dobramentos simétricos e assimétricos, com planos axiais de alto ângulo, geralmente, inclinados para E e SE e falhas inversas de alto ângulo; a vergência dos esforços é para W/NW. A zona da Baixada Cuiabana apresenta-se dobrada, falhada e com metamorfismo crescente, de NW para SE, dentro do fácies xisto-verde, culminando com a ocorrência de plutons graníticos e alcalinos no extremo SE da Baixada Cuiabana. As foliações encontradas pelo autor nessa zona apresentam mergulhos que variam ora para NW ora para SE.

Em outro trabalho, ALMEIDA (1965) indica para a "Série" Cuiabá uma espessura entre 3000 e 4000 metros de metassedimentos detríticos predominantemente filitos; e subdivide o Grupo Jangada em quatro formações: Acorizal, Engenho Bauxi e Marzagão (Quadro 1).

QUADRO 1. Estratigrafia do Grupo Jangada (Seg. ALMEIDA, 1965)

FORMAÇÃO	LITOLOGIA
- Marzagão	Tilitos
- Bauxi	Drifts em sua parte inferior; no topo passam a predominar arenitos mais ou menos feldspáticos.
- Engenho	Tilitos
- Acorizal	Quartzitos líticos e de drifts argilosos, transformados em filitos com seixos que foram largados por gelos flutuantes.

VIEIRA (1965) estabelece três unidades litoestratigráficas para denominar a "Série" Cuiabá e parte do Grupo Jangada de ALMEIDA (1964): a inferior, constituída por filitos com intercalações de metarcósios e metaconglomerados; a unidade média, representada por metaparaconglomerados de matriz silte argilosa, com seixos de gnaisses, granito, metargilito, quartzito e quartzo; e a unidade superior, constituída por filitos com intercalações lenticulares de arenitos e conglomerados muito feldspáticos.

HENNIES (1966) utiliza pela primeira vez o termo Grupo Cuiabá, em substituição a "Série" Cuiabá de ALMEIDA (op cit) e apresenta uma coluna estratigráfica para o Centro-Norte do Estado de Mato Grosso (Quadro 2).

GUIMARÃES & ALMEIDA (1972), reportando a essa sequência de rochas, adotaram também a denominação de Grupo, dividindo-o em cinco sub-unidades litoológicas; identificaram da base para o topo a presença de metaconglomerados e quartzitos; seguidos de filitos e filitos ardosianos; sucedidos por quartzitos, metagrauvas e metarcósios e finalmente, no topo da sequência, metassedimentos periglaciais definidos pelos autores como Formação Coxipó, de idade mais velha que o Grupo Jangada de ALMEIDA (1964).

QUADRO 2. Estratigrafia do Centro-Norte Mato Grossense
(Seg. HENNIES, 1966)

IDADE	GRUPO	LITOLOGIAS	ESPESS. MÁXIMA
E O C A M B R I A N O	ALTO PARAGUAI	FORMAÇÃO BATOVI: Arcósios e arenitos com fragmentos de folhelhos.	5.000 metros
		FORMAÇÃO DIAMANTINO:- Arcósios e siltitos com folhelhos e calcários subordinados.	
		FORMAÇÃO SEPOTUBA: Folhelhos argilosos com siltitos e arenitos subordinados.	
		FORMAÇÃO RAIZAMA: Arenitos com folhelhos e siltitos subordinados	
	ARARAS	FORMAÇÃO NEERES: Dolomitos	700 metros
		FORMAÇÃO GUIA: Calcários com arenitos e folhelhos subordinados	
	JANGADA	Siltitos, arenitos e folhelhos em parte filitizados	umas centenas de metros

Para facilitar o entendimento e propiciar a comparação, apresentam-se no Quadro 3 as colunas estratigráficas propostas respectivamente por ALMEIDA (1964); VIEIRA (1965) e GUIMARÃES & ALMEIDA (1972).

QUADRO 3. Quadro comparativo das colunas estratigráficas.

VIEIRA, A.J.		ALMEIDA, F.F.M. de.		GUIVARÃES, G. & ALMEIDA, L.P.G.			
IDADE	Unidade Estratigráfica	IDADE	Unidade Estratigráfica	IDADE	Unidade Estratigráfica		
Quaternário	Pantanal	Quaternário	Formação Xaraíes	Quaternário	Formação Xaraíes		
			Formação Pantanal		Formação Pantanal		
				Terciário	Terraços, cangas e lateritos		
Cretáceo	Formação Parecis	Cretáceo Superior	Formação Parecis	Cretáceo	Grupo Bauru		
Jurássico Triássico	Basaltos e associados	Triássico Superior	Basaltos de Tapirapuã	Jurássico	Formação Tapirapuã		
Cambriano	Formação Diamantino	Ordoviciano	GRUPO ALTO PIRAGUAI	Siluriano	Formação Cepetuba		
	Formação Urucum					Membro Superior	Formação Diamantino
						Membro Médio	
		Membro Inferior	Formação Raizema				
	Formação Curupá	Cambriano	Grupo Araras		Cambriano	Grupo Araras	
	Formação Puga		Grupo Jangade		Proterozóico	Grupo Jangade	
Formação Baud			Granito São Vicente				
Proterozóico	Série Cuiabá	Proterozóico	Série Cuiabá		Formação Coxipó		
					Grupo Cuiabá		
Arqueozóico	Complexo Basal		Complexo Brasileiro				

A Figura 3 apresenta detalhes das unidades litoestratigráficas propostas por VIEIRA (1965) para o Grupo Cuiabá.

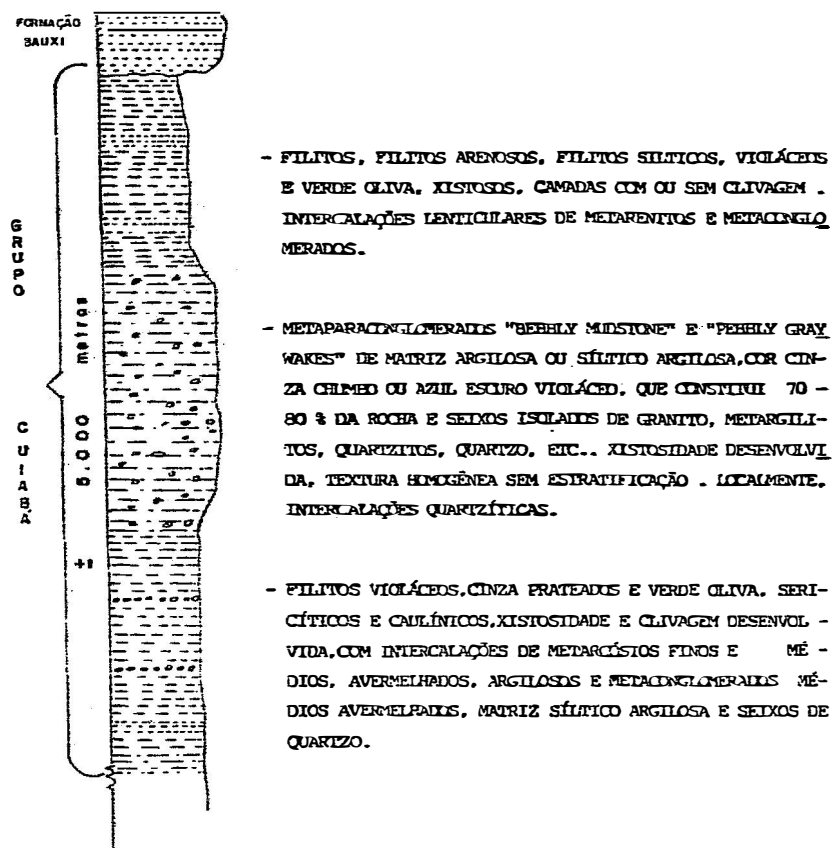


FIGURA 3. Estratigrafia do Grupo Cuiabá (Seg. VIEIRA, 1965).

CORREA & COUTO (1972), ainda preservaram o termo "Série" Cuiabá, mantendo basicamente a subdivisão de VIEIRA (1965). Os autores enfatizaram que a série está intensamente cortada por veios de quartzo, responsáveis pelas ocorrências de ouro aluvionar.

Os trabalhos desenvolvidos na década de setenta, na sua maioria mapeamentos geológicos desenvolvidos pelo DNPM/CPRM - FIGUEIREDO et alii (1974); RIBEIRO FILHO & FIGUEIREDO (1974); RIBEIRO FILHO et alii (1975); COSTA et alii (1975); CORREA et alii (1976); NOGUEIRA & OLIVEIRA (1978) e LUZ et alii (1978), não apresentam nenhuma subdivisão para o Grupo Cuiabá, mantendo-o indiviso. Estes trabalhos também não consideram em suas colunas estratigráficas o Grupo Jangada.

LUZ et alii (1980), baseados em mapeamentos geológicos em escala 1:50.000, nos arredores de Cuiabá, apresentam uma subdivisão em oito subunidades litoestratigráficas para o Grupo Cuiabá, dando uma grande contribuição para a evolução dos conhecimentos geológicos na região. Os autores não atribuíram denominações geográficas próprias, com o intuito de evitarem uma proliferação taxonômica indesejável. O quadro 4 apresenta a coluna estratigráfica proposta pelos autores.

Ainda, de acordo com os autores, o Grupo Cuiabá sofreu três fases de deformação. A primeira, evidenciada em poucos afloramentos está representada por dobramentos com vergência para NW. A segunda, a mais proeminente no grupo, está relacionada a dobramentos com flancos inversos e vergência para SE. As foliações de plano axial dessa segunda fase têm mergulho para NW. A terceira fase está representada por dobramentos assimétricos ao qual estão associadas uma cliva-

gem de crenulação com mergulho para SE, indicando assim uma vergência para a área cratônica.

QUADRO 4. Estratigrafia para o Grupo Cuiabá, na Área do Projeto Coxipó, (Seg. LUZ et alii, 1980)

PRÉ-CAMBRIANO B OU SUPERIOR ANTIGO	GRUPO	SUB	LITOLOGIAS	ESPES-SURA (m)
		UNIDADE		
		8	MÁRMORES CALCÍTIOS E DOLOMÍTIOS. MARGAS E FILITOS SERICÍTIOS	60
		7	METAPARACONGLOMERADOS PETROMÍTIOS, COM MATRIZ ARENO-ARGILOSA E CLASTOS DE QUARTZO, QUARTZITOS, FELDSPATO, CALCÁRIO, ROCHAS GRANÍTIAS E BÁSICAS COM RARAS INTERCALAÇÕES DE FILITOS.	600
		6	FILITOS CONGLOMERÁTIOS COM MATRIZ ARENO-ARGILOSA E CLASTOS DE QUARTZITOS E FILITOS, COM INTERCALAÇÕES SUBORDINADAS DE METARENITOS	800
		5	FILITOS E FILITOS SERICÍTIOS COM INTERCALAÇÕES SUBORDINADAS E LENTES DE METARENITOS, METARCÓSIOS, QUARTZITOS E METACONGLOMERADOS.	350
		4	METAPARACONGLOMERADOS, PETROMÍTIOS COM MATRIZ SILTE-ARENOSA E CLASTOS DE QUARTZO, FELDSPATO, QUARTZITO, ROCHAS GRANÍTIAS E BÁSICAS COM RARAS INTERCALAÇÕES DE FILITOS E METARENITOS.	150
		3	FILITOS, FILITOS CONGLOMERÁTIOS, METACONGLOMERADOS, METARCÓSIOS, METARENITOS, LENTES DE METACALCÁRIO, ALÉM DE NÍVEIS DE HEMATITA NO TOPO.	550
		2	METARENITOS ARCOSIANOS, METARENITOS CALCÍFEROS, METARCÓSIOS, FILITOS GRAFITOSOS E LENTES DE MÁRMORES CALCÍFEROS.	350
		1	FILITOS SERICÍTIOS, CINZA CLARO COM INTERCALAÇÕES DE METARENITOS, ALGO GRAFITOSOS.	300

A equipe do projeto RADAMBRASIL (1982) relata que os trabalhos de campo permitiram a visualização de que algumas unidades litoestratigráficas mapeadas por LUZ et alii (1980), seriam perfeitamente representadas no mapa geológico ao milionésimo da Folha SD-21-Cuiabá. Entretanto, devido à falta de um maior volume de dados de campo, o RADAMBRASIL, conservou o Grupo Cuiabá como uma única unidade litoestratigráfica não divisível.

No que diz respeito às relações de contato, LUZ et alii (1980) e o RADAMBRASIL (1982) não constataram o contato inferior do Grupo Cuiabá com rochas mais antigas. O contato superior, por sua vez, segundo LUZ et alii (op cit) é efetuado por discordância do tipo angular e erosiva com os sedimentos quaternários da Formação Pantanal e Aluviões Recentes. A Oeste o Grupo Cuiabá é recoberto pelo Grupo Alto Paraguai, a Leste pela Bacia do Paraná e a Sul pelo Pantanal Matogrossense. Os autores inferem a idade de deposição do Grupo Cuiabá entre 1800 e 1300 milhões de anos.

Porém, os dados geocronológicos atualmente disponíveis para as rochas do Grupo Cuiabá são escassos e indicam apenas a sua idade mínima. Datações Rb/Sr efetuadas sobre os filitos deste grupo indicam uma idade de 484 ± 19 M.A. e razão inicial Sr^{87}/Sr^{86} de 0,743 (BARROS et alii, 1982). Tal idade foi interpretada pelos autores como ligada aos estágios terminais do Evento Geodinâmico Brasileiro, podendo portanto, o metamorfismo do referido grupo ser mais antigo.

O Granito São Vicente, intrusivo no Grupo Cuiabá, apresenta uma datação radiométrica pelo método Rb/

Sr de 483 ± 8 M.A. Datação esta obtida por ALMEIDA & MANTOVANI (1975), que a interpretam como sendo a idade da sua formação.

O Projeto RADAMBRASIL (1982) recalculou esta idade com a nova constante de desintegração do Rb igual a $1,42 \times 10^{-11}$ anos⁻¹, obtendo-se um valor de 500 ± 4 M.A. a razão inicial de $0,709 \pm 0,002$, para o "emplacement" daquele granito intrusivo nos metamorfitos do Grupo Cuiabá, determinando assim seu limite mínimo (BARROS et alii, 1982). No entender dos autores, seu limite superior parece estar ligado ao desenvolvimento de bacias marginais marinhas, que se formaram após estabilização do Craton Amazônico (850-900 M.A.), idade da suite intrusiva de Guapé, em consequência dos esforços de distensão atuante em sua borda Leste. Estas bacias marginais constituíram zonas de transição para um ambiente tipicamente de geossinclinal, onde depositaram-se as rochas do Grupo Cuiabá. Por estes fatos, os autores posicionaram o Grupo Cuiabá no Pré-Cambriano Superior, com limites prováveis entre 500 ± 4 M.A. e 850 a 900 M.A.

No entender de ALVARENGA (1984), a nomenclatura estratigráfica da faixa Paraguai, na região de Cuiabá, tem-se mostrado bastante conflitante. O autor discute a maioria das colunas estratigráficas propostas para a região e conclui que para as unidades não metamórficas o problema não é a sucessão estratigráfica, mas uma certa confusão na denominação das formações e grupos, enquanto nas unidades metamórficas do Grupo Cuiabá e nas suas relações de contato com as unidades não metamórficas existem nomenclaturas e empilhamentos estrati-

gráficos conflitantes.

Para ALMEIDA (1984 e 1985), o cinturão Paraguai pode ser individualizado em estruturas brasileiras não metamórficas e metamórficas.

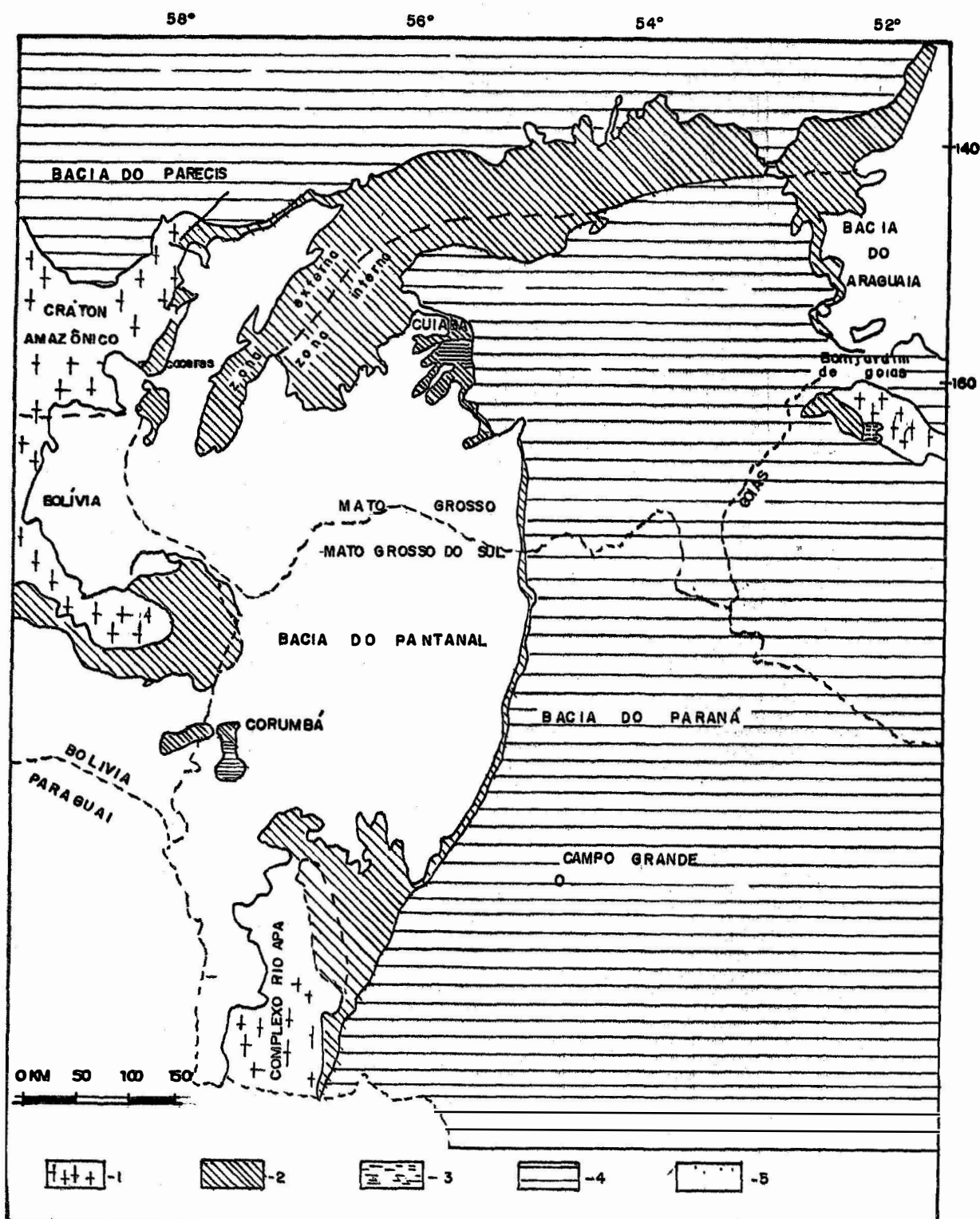
O cinturão Paraguai é uma faixa de dobramentos polifásicos afetada pelo ciclo tectônico Brasileiro, situada na margem Sudeste do Craton Amazônico em Mato Grosso. A extensão deste cinturão para a região de Mato Grosso do Sul, sofre uma interrupção dos afloramentos devido a cobertura dos sedimentos Quaternários da Bacia do Pantanal, reaparecendo na serra da Bodoquena, às margens do Complexo Rio Apa. A figura 4 apresenta uma visualização de tal situação.

O Grupo Cuiabá é o representante metamórfico desta faixa de dobramentos, estando localizado na zona tectônica interna e, segundo ALVARENGA (1986), apresenta um registro de quatro fases de deformação e um metamorfismo de grau fraco com o desenvolvimento de sercitas que, apenas localmente, atinge a zona da Biotita.

É do consenso de vários autores que as sequências sedimentares, não metamórficas, localizadas na zona tectônica externa e na parte pericratônica incluem os sedimentos das formações Bauxi, Puga, Araras, Raizama e Diamantino que foram aparentemente dobradas por apenas uma fase, mostrando um decréscimo na intensidade dessas deformações em direção ao Craton Amazônico à Noroeste.

A quase totalidade dos trabalhos geológicos executados a partir da década de setenta não incluem a existência do Grupo Jangada e consideram que as formações não metamórficas são uma unidade mais nova, em contato discordante com a unidade metamórfica inferior, mais antiga, o

Grupo Cuiabá. Alguns autores, como OLIVATTI (1981) e SCHOBENHAUS et alii (1981), supõem que o Grupo Cuiabá seja bem mais antigo que as unidades não metamórficas e o colocam numa idade Proterozóica Média.



LEGENDA

- (1) embasamento de idade Arqueana, Proterozóica inferior e média;
- (2) unidades do Proterozóico superior, incluindo a sedimentação cratônica sub-horizontal e a faixa de dobramentos a leste e sudeste;
- (3) granitos intrusivos eo-cambianos;
- (4) Bacias Paleozóicas-Mesozóicas do Paraná e Parecis;
- (5) Sedimentos quaternários das bacias do Pantanal e do Araguaia.

FIGURA 4. Situação do cinturão Paraguai e a geologia adjacente (Mapa adaptado e compilado de SCHOBENHAUS et alii (1981) e LITHERLAND & BLOOMFIELD (1981) por ALVARENGA (inédito)

Todavia, ALMEIDA (1985) considera que os sedimentos do cinturão Paraguai se estendem para o território boliviano, onde foram depositados sobre um embasamento cuja consolidação se deu ao término do ciclo Sunsás, aproximadamente há 900 M.A.. Desta forma, o autor interpreta a evolução tectônica do cinturão Paraguai como depositado e deformado no Proterozóico Superior.

Em Trabalho inédito, ALVARENGA (no prelo) apresenta alguns aspectos sedimentológicos encontrados nas zonas internas e externas do cinturão dobrado Paraguai em Mato Grosso, onde o autor observa fácies sedimentares correlacionáveis entre as duas unidades tectônicas, propondo um modelo de sedimentação glaciomarinha com correntes de turbidez, além de demonstrar que os Grupos Cuiabá e Alto Paraguai não são discordantes, mas gradam um para o outro formando uma só unidade litoestratigráfica. A seguir, faz-se um apinhado das considerações apresentadas pelo autor.

Para uma melhor compreensão o autor subdivide o pacote em três grandes unidades com base nas suas características sedimentológicas comuns, fazendo-se uma correlação com as principais subdivisões já existentes. As figuras 5 e 6 ilustram o pensamento do autor.

Unidade Basal. Desenvolvida numa área restrita do Grupo Cuiabá, no núcleo do anticlinal de Bento Gomes (Fig. 5), caracteriza-se pela grande quantidade de filitos grafitosos associados a filitos, quartzitos e dolomitos. Trata-se de uma unidade provavelmente depositada em ambiente redutor. Estas litologias foram individualizadas por LUZ et alii (1980), nas subunidades 1 e 2 do Grupo Cuiabá.

Unidade Média, turbidítica glaciogenética: onde estão incluídas o restante das rochas metamórficas do Grupo Cuiabá e as formações Bauxi e Puga, sem nenhuma evidência clara de discordância entre a formação Bauxi e o Grupo Cuiabá. Deve-se ressaltar que muitas das fácies sedimentares desta unidade foram atingidas diferencialmente pela tectônica e metamorfismo. O autor subdivide esta unidade nos três grandes grupos de fácies sedimentares com base nas suas características de sedimentação proximais, intermediárias e distais.

- fácies proximais: localizadas nas partes mais a norte e nordeste do cinturão e estratigraficamente abaixo dos calcários da formação Araras, caracteriza-se por apresentar grande quantidade de diamictitos, com variação no percentual de seus clastos suportados, além de siltitos, quartzitos e conglomerados. Esta área é parcialmente coincidente com a região considerada por ALMEIDA (1964) como pertencente ao Grupo Jangada e das áreas mapeadas como subunidades 4, 5 e 7 do Grupo Cuiabá por LUZ et alii (1980).

- fácies intermediárias compostas de filitos com espessas intercalações de quartzitos, microconglomerados e conglomerados organizados em ciclos de granodecrescência para o topo, variando de dezenas de centímetros até três metros, interpretadas por ALVARENGA (1985) como uma fácies turbidítica grosseira do Grupo Cuiabá. Os afloramentos desta fácies foram mapeados por LUZ et alii (1980) como subunidades 3 e parte da 5 do Grupo Cuiabá.

- fácies distais: localizada no extremo sudeste da faixa composta quase que exclusivamente por filitos, podendo apresentar espessas intercalações mais grosseiras com-

postas por ciclos de quartzitos e metassiltitos, como ocorre na região entre São Vicente e Barão de Melgaço. Os filitos desta fácies são pouco conhecidos, por encontrarem-se quase que totalmente capeados por formações superficiais ou por apresentarem-se bastante intemperizados.

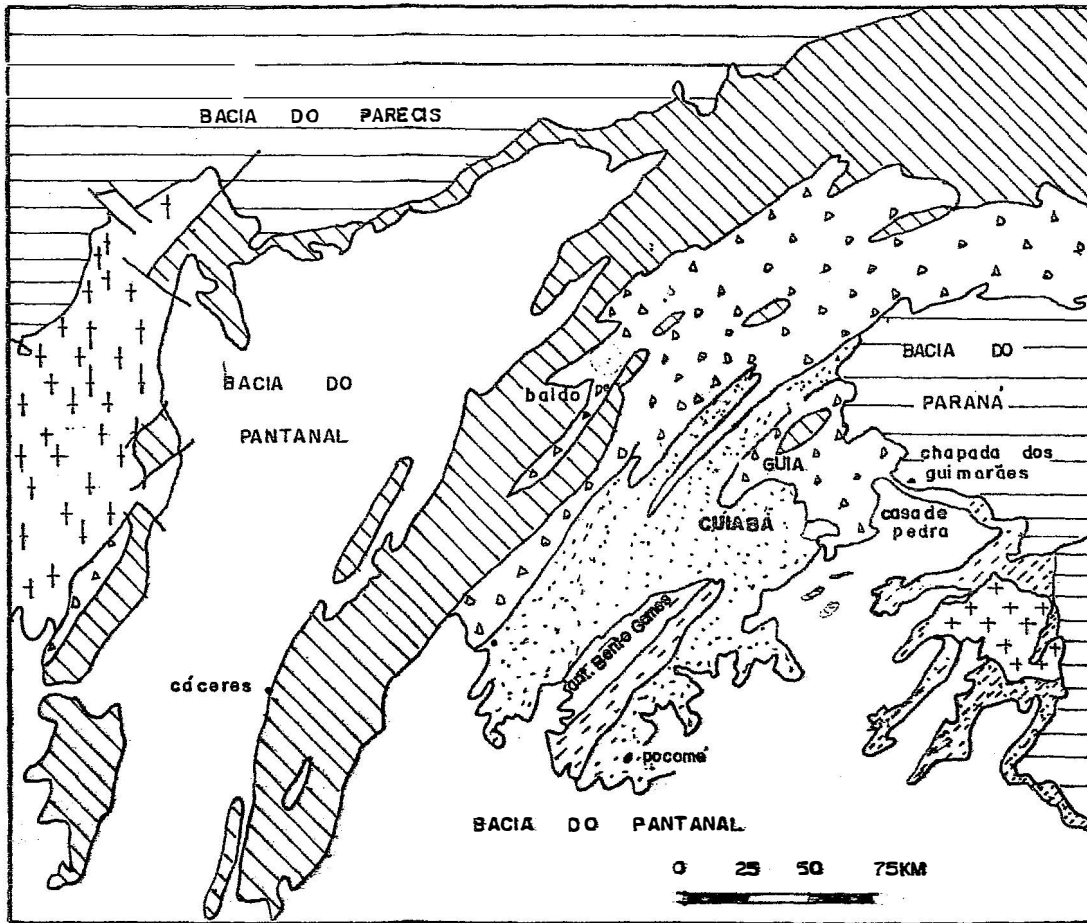
Unidade média, carbonatada: representada pelos calcários e dolomitos da formação Araras na província serrana e pelos calcários e dolomitos com pelitos laminados subordinados da fácies Guia, na área metamórfica do Grupo Cuiabá (Fig. 6).

A formação Araras, estudada por LUZ et alii (1979) e LUZ & ABREU FILHO (1978), foi dividida pelos autores em um membro inferior de 200 metros de calcários, seguidos por um membro superior dolomítico de aproximadamente 1.100 metros de espessura.

As fácies Guia foi descrita por ALMEIDA (1964) como uma sequência basal do grupo Araras, posteriormente denominada por HENNIES (1966) de formação Guia. LUZ et alii (1980) interpretam os carbonatos da Guia, como a sub unidade 8 do Grupo Cuiabá, situada estratigraficamente abaixo das unidades não metamórficas da província serrana.

ALVARENGA (inéd.) observa que as litologias carbonatadas, desta unidade iniciaram a sua sedimentação sobre diferentes tipos de diamictitos da unidade inferior. Na porção pericratônica a sedimentação foi quase que exclusivamente química (formação Araras) enquanto que nas partes distais para leste e sudeste, aparecem os sedimentos pelíticos-químicos (fácies-Guia).

O autor faz referência ao fato de que a pre-












- | | | |
|---|---|----------------------|
|  | Bacia Quaternária do Pantanal | |
|  | Bacia Paleozóica do Paraná e Parecis | |
|  | Granito eocambriano São Vicente | |
|  | Folhelhos, arcósius, arenitos, calcários e dolomitos | GRUPO ALTO PARAGUAI. |
|  | Diamictitos, metadiamictitos e meta-turbiditos grosseiros | |
|  | Quartzitos, conglomerados, microconglomerados e filitos | |
|  | filitos e quartzitos | GRUPO CUIABÁ |
|  | filitos, filitos grafitosos, quartzitos e dolomitos | |
|  | embasamento | |

FIGURA 5. Mapa Geológico da Região de Cuiabá (Adaptado de LUZ et alii (1980) e SCHOBENHAUS et alii (1981). por ALVARENGA (inéd.)

sença de uma fauna tipo a de Ediacara, encontrada no equiva-
lente da formação Araras, na região de Corumbá (FAIRCHILD ,
1978 e WALDE et alii, 1982), sugere uma idade Vendiana para
os carbonatos do Grupo Corumbá.

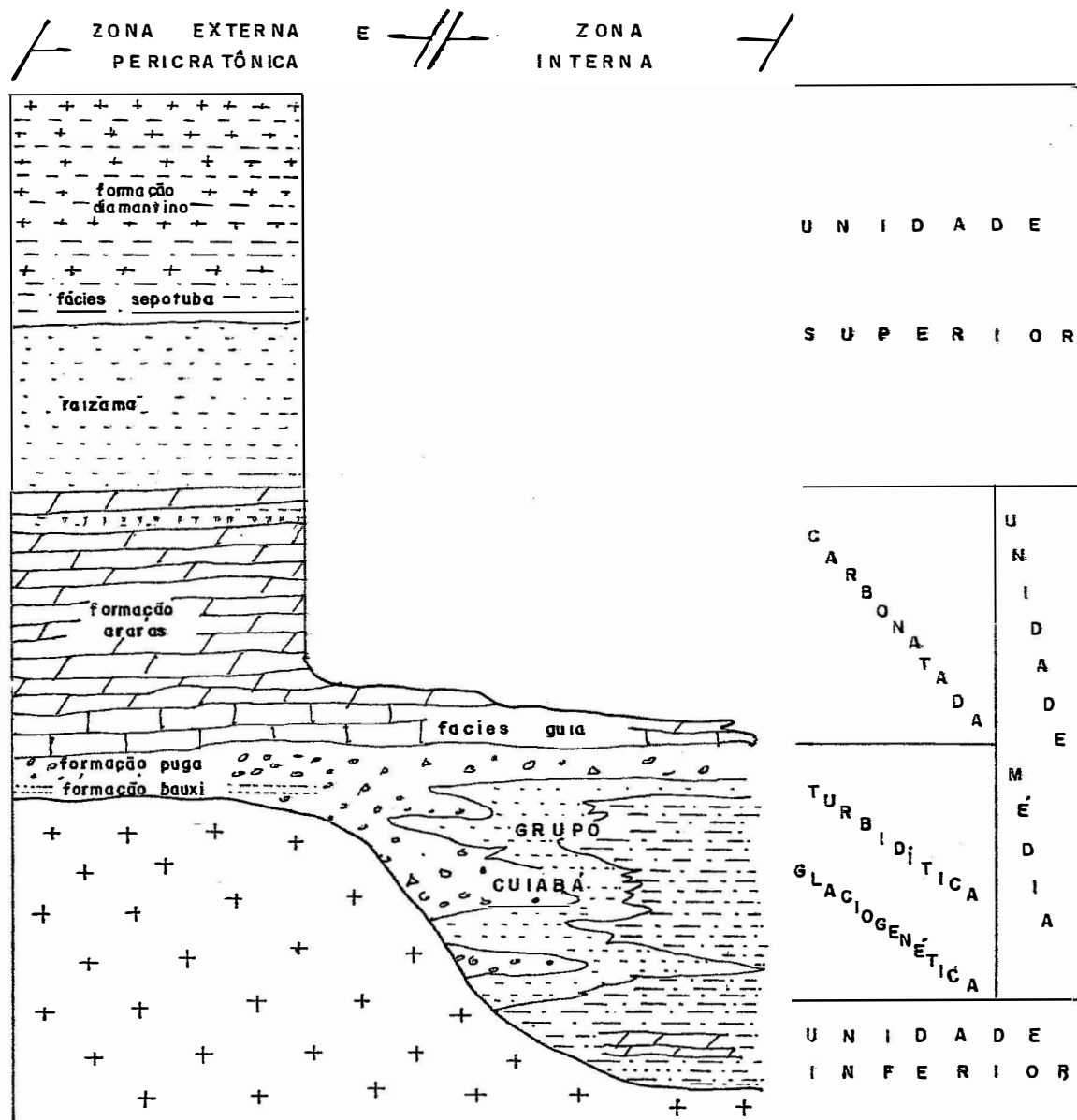


FIGURA 6. Esquema Estratigráfico do Cinturão Paraguai em
Mato Grosso (Seg. ALVARENGA (inéd.))

Unidade Superior (Grupo Alto Paraguai)

Aflorante na região não metamórfica; na província Serrana, esta unidade inicia-se por contato gradacional com a unidade carbonatada inferior (formação Araras), gradando para os arenitos da formação Raizama, que chegam a atingir, segundo ALMEIDA (1964), 1600 metros de espessura na Serra do Tombador. No entender de HENNIES (1966), o topo deste grupo é composto por folhelhos, siltitos e arcósios finos da formação Diamantino com espessura que podem atingir mais de 3.000 metros. Os folhelhos Sepotuba, considerados atualmente apenas uma fácies da formação Diamantino, apresentam dados geocronológicos que indicam uma idade Cambriana para a sua diagênese com valores de 547 ± 5 M.A. de acordo com a isócrona Rb/Sr apresentada por CORDANI et alii (1978).

ALVARENGA (inéd.) propõe que a sedimentação Proterozóica Superior desenvolvida na borda Sudeste do Craton Amazônico, caracteriza uma evolução sedimentar que se inicia em uma bacia, localizada entre a borda cratônica coberta de gelo e uma bacia marinha relativamente profunda. Sua sedimentação se deu através de leques submarinos de noroeste para sudeste, cuja orientação atual é perpendicular aos eixos de dobramentos, com depósitos do tipo fluxos gravitacionais subdivididos em três tipos de fácies em função de seu posicionamento na bacia de sedimentação: proximal, intermediária e distal (Fig. 7 I).

A seguir, no decorrer do ciclo Geodinâmico Brasileiro, os sedimentos sofrem deformações e um metamorfismo de grau fraco, sendo que a intensidade dessas deformações decresce em direção ao Craton Amazônico à noroeste. Estes do-

bramentos foram afetados, no extremo leste da zona interna por intrusões graníticas de idade eo-cambriana, sendo a mais importante o Granito São Vicente. (Fig. 7 II)

ALVARENGA (inéd.) conclui que os Grupos Cuiabá e Alto Paraguai são uma só unidade litoestratigráfica, com variações faciológicas desenvolvidas nas zonas externas e internas do cinturão dobrado Paraguai e que a presença da fauna de Ediacara nos calcários do Grupo Corumbá, considerados equivalentes aos da formação Araras, sugerem uma idade Vendiana (650-570 M.A.) para a unidade média carbonatada e, talvez, para toda a parte média do Grupo Cuiabá. Portanto, a faixa Paraguai aparece como uma faixa Brasília na muito jovem, desenvolvida no limite entre o Pré-Cambriano e o Fanerozóico; e o Grupo Cuiabá, com sua sedimentação e deformações desenvolvidas no final do Proterozóico Superior.

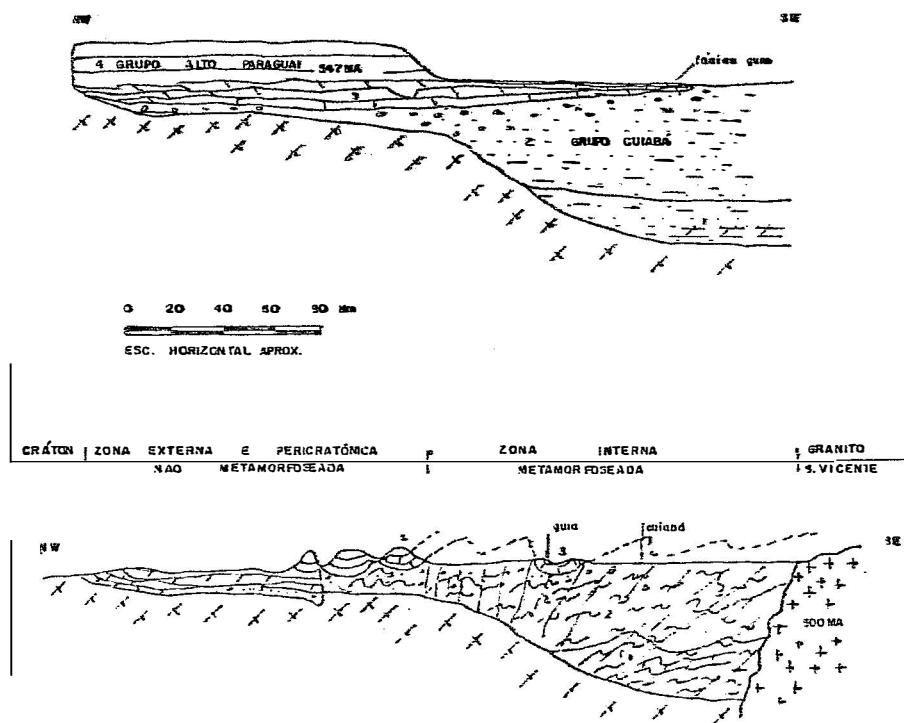


FIGURA 7. Esquema Evolutivo: (I) Sedimentação
(II) Deformação do Cinturão Paraguai
(Seg. ALVARENGA, inéd.)

3.4.2. Unidade Terciário/Quaternário Detrito-Laterítico

Na folha SD21 Cuiabá, destaca-se uma vasta superfície de aplainamento que ao Norte recobre as rochas pertencentes ao Grupo Parecis e na porção Sudeste edifica-se sobre a maioria das unidades aflorantes da bacia do Paraná e os metamorfitos do Grupo Cuiabá.

OLIVEIRA (1915) chama a atenção para o espesso solo vermelho ferruginoso, contendo horizontes ricos em cangas lateríticas, que recobriam a então formação Parecis.

BEURLEN (1959) admite para a área do Planalto dos Guimarães um aplainamento, que se processou após o triássico e considera a existência de uma capa sedimentar de origem fluvio-lacustre, a qual correlacionou com os sedimentos da Unidade Bauru.

OLIVEIRA (1964) faz a inclusão em uma formação de cobertura as acumulações arenosas laterizadas e relacionadas no topo das chapadas. O autor denomina estes sedimentos de Formação Superior, caracterizando-os como arenitos avermelhados, argilosos, laterizados, com presença de concreções irregulares de canga ou corpos nodulares, exposições locais de argilitos na região de Cachoeirinha (30 Km ao Norte de Poxoréo), restritos conglomerados, aos quais o autor admite uma possível semelhança com depósitos aluvionares recentes. Descreve ainda, a destacada presença de um solo argiloso e impermeável, com cores vermelho-escuras que correlaciona com a Formação Bauru, à semelhança de BEURLEN (1959).

OLIVEIRA & MUHLMANN (1965) identificam esta mesma unidade descrita por OLIVEIRA (1964), na Chapada dos

Guimarães, região localizada a leste da Vila São Vicente, denominando-a informalmente de Unidade C, atribuindo-lhe tentativamente idade Cretácea superior ou Terciária, baseados nas posições estratigráficas.

GONÇALVES & SCHNEIDER (1968), mantiveram a denominação de unidade C, durante o mapeamento de semidetalhe do noroeste da Bacia do Paraná, em área situada no Centro-Leste de Mato Grosso, nas regiões de Sangradouro, Batovi, Tesouro e Guiratinga. Segundo os autores, a referida unidade mostra bom desenvolvimento a NW da área mapeada, sendo constituída por material areno-argiloso avermelhado inconsolidado.

GONÇALVES & SCHNEIDER (1970), definem uma nova unidade litoestratigráfica, a formação Cachoeirinha, de idade Terciária, com seção tipo constituída por sedimentos inconsolidados, areno-argilosos, argilitos e arenitos conglomeráticos, parcialmente laterizados, na região da fazenda Cachoeirinha, a cerca de 30 km ao Norte da cidade de Poxoréo.

Para FIGUEIREDO et alii (1974), acima da cota altimétrica de 500m desenvolve-se uma superfície laterizada, formando escarpas de até 30cm de altura. No entender dos autores, trata-se de perfis lateríticos típicos, maduros e em fase final de erosão. As escarpas sobreexistem sustentadas por blocos de cangas. Sua área de ocorrência são as partes mais elevadas na chapada dos Parecis, entre as cotas de 500 e 700m, notadamente nos topos dos interflúvios dos rios que drenam para a Bacia do Amazonas.

RIBEIRO FILHO et alii (1975) reportam a ocorrência de coberturas lateríticas na chapada dos Parecis, Serra de Tapirapuã, Baixada Cuiabana e sobre a formação Diamantino. Os autores dividiram a cobertura em três horizontes ,

com espessura máxima de 40 m, e comentam que a unidade é o produto da pediplanização Terciária, hoje restrita a cotas entre 500 e 600 m de altitude.

OLIVATTI & RIBEIRO FILHO (1976) concordam com a maioria dos autores que se referem a coberturas Terciárias - Quaternárias, acrescentando que tais coberturas são unidades edafoestratigráficas, ocorrendo sobre rochas arenosas, nos divisores de águas da Chapada do Parecis, Guimarães, serras Daniel, Formoso e Tapirapuã.

LUZ et alii (1980) informam que a unidade Terciário-Quaternário Detrito-Laterítico ocorre em restos de superfícies de aplainamento sobre as rochas do Grupo Cuiabá. Para os autores, sua origem está ligada ao fenômeno laterítico que é produzido em "toda a formação geológica permeável, de topografia sub-horizontal, percolada por águas contendo ferro"; para que o fenômeno ocorra é necessário que certas condições físicas estejam presentes, tais como: temperatura média anual no solo em torno de 25°C; índice pluviométrico acima de 960mm ao ano; topografia plana e clima tropical quente e úmido, Aw de KOPPEN, com estações chuvosas e secas bem definidas.

Os autores esclarecem que a unidade é representada por lateritos maduros e zonados, apresentando geralmente quatro horizontes: rocha alterada; zona das argilas manchadas ou zona "pálida"; horizonte pisolítico que pode chegar a constituir crostas de canga compacta ou com estrutura vermicular e o solo marrom-avermelhado, apresentando no topo, uma fina camada de solo húmico. Na área considerada, ocorrem sobre as rochas conglomeráticas, ou seja, nas

subunidades 3, 4, 7 e 8 propostas pelos referidos autores em espessuras variando de 30 cm a poucos metros; sua idade é atribuída ao Terciário/Quaternário, encontrando-se associada à superfície de peneplanização pela qual passou a região, atualmente com cotas de 250 metros.

BARROS et alii (1982) relatam que a cobertura Detrítico Laterítica representa, no âmbito da Folha SD21 Cuiabá, a unidade de maior expressão areal, distribuindo-se na metade Norte da folha constituindo as partes mais elevadas da região, edificadas sobre a chapada dos Parecis, em cotas altimétricas que oscilam entre 500 a 750 metros e a Sudeste, recobrando grande parte das rochas da Bacia do Paraná, ocupando aí também as partes mais elevadas e dos metamorfitos do Grupo Cuiabá. As espessuras destas coberturas variam em média de 20 a 50 metros, sendo as espessuras observadas sobre as rochas do Grupo Cuiabá de ordem, bem inferior.

Os autores apontam que estas coberturas argilo-arenosas, com horizontes lateríticos que recobrem os metamorfitos do Grupo Cuiabá, são nitidamente identificadas em imagem de radar, visto que constituem em uma superfície lisa com tons cinza mais escuro, em contraste com as rochas metamórficas, que estão claramente orientadas na direção geral NE-SW. Consideram estas coberturas como sendo uma unidade edafo-estratigráfica, sendo tal atribuição categórica respaldada pelos dados fornecidos pela Divisão de Pedologia do Projeto RADAMBRASIL (1982). A idade dessas coberturas também é considerada Terciária-Quaternária, tendo por base os eventos epirogenéticos e a fase ativa de erosão que aplainaram a região. No tocante a sua origem, os autores concordam com LUZ et alii (1980).

3.4.3. Formação Pantanal

Desde há muito que o Pantanal Matogrossense , pelas suas peculiaridades morfológicas, riqueza de flora e principalmente fauna, chama a atenção de estudiosos dos mais variados ramos da Ciência. Todavia, em termos geológicos , esta vasta área alagada ainda é pouco conhecida.

As primeiras referências geológicas são devidas a OLIVEIRA & LEONARDOS (1943), que definem a formação - Pantanal, incluindo nesta unidade litoestratigráfica os sedimentos arenosos e argilosos, inconsolidados, de idade recente que ocorrem na Depressão periférica do Rio Paraguai, representando tanto os depósitos das margens dos rios quanto os terraços aluviais subrecentes, de natureza siltico arenosa, que ocupam cotas mais elevadas às margens dos rios.

GUNHA (1943) admite o Pantanal como função do Rio Paraguai e identificar a presença de barreiros que "são clareiras argilosas na mata ou no campo, abertas no solo sob a forma de cova ou depressão e que retem apreciável teor de sais minerais". Estes barreiros localizam-se na região do rio Jauru, nos arredores de Cáceres, Poconé, rios São Lourenço e Cuiabá.

ALMEIDA (1945) cita a ocorrência de restos de gasterópodos não extintos, na localidade de Porto da Mana próximo a Corumbá.

ALMEIDA (1959) relaciona o abatimento da região do Pantanal ao soerguimento da cadeia montanhosa andina no Neogeno e frisa que em Mato Grosso falhamentos antigos foram reativados no Terciário, causando relevos típicos como o maciço de Urucum, ao sul de Corumbá. Salienda ainda que

as lagoas Jacadigo, Guaíba, Uberaba e Mandioré parecem ter explicações por deformações modernas do solo. Como consequência desses abatimentos ocorridos no Terciário, teria surgido a bacia fluvial do Paraguai.

ALMEIDA (1964) informa que os depósitos da formação Pantanal que ocorrem na região da Provincia Serrana na folha SD21-Cuiabá, são pouco espessos e de natureza arenosa-fina e siltico-argilosa. Cita ainda que a fração cascalho, resultante do retrabalhamento e movimentação dos rios atuais, é rara e seria o produto da desagregação de veios quartzosos do Grupo Cuiabá e de Conglomerados Cretácicos.

DAVINO (1968) determina as espessuras dos sedimentos do pantanal Matogrossense por sondagens elétricas e confirma que o fundo do vale formado pelo embasamento do Pantanal entre Albuquerque e Carandazal está abaixo do nível do mar, corroborando com a idéia de que uma certa subsidência necessariamente influi no processo de formação do Pantanal.

Para CORREA & COUTO (1972), a formação Pantanal "constitui-se de uma sequência argilo-arenosa inconsolidada, estratificada horizontalmente, formada de uma alternância de argilas cinza e areia média a fina, de cor branca, amarela e vermelha, com classificação regular a boa. Além do quartzo, as areias possuem conteúdo regular de caulim; intercalados às camadas argilosas e arenosas são encontradas - leitões laterizados de pequena espessura, de areias e conglomerados finos.

Importante contribuição é devida a FIGUEIREDO et alii (1974), que reconhecem três níveis para a formação Pantanal. O primeiro chamado de QP_1 pelos autores, é topogra

ficamente mais elevado e constituído por areias inconsolidadas de granulação média a fina, com grãos bem arredondados e polidos, com intercalações subordinadas de níveis decimétricos siltico-argilosos. QP_2 , constituído por silte, argila e bolsões de areia muito fina, forma terraços aluviais - subrecentes. O último nível, QP_3 , constitui a planície mais rebaixada sendo formado por depósitos irregulares siltico - argilosos e grosseiros, depositados recentemente pelos rios da Bacia do Paraguai.

LUZ et alii (1980), durante o mapeamento de semidetalhe na região de Cuiabá Projeto Coxipó, indicam a ocorrência da formação Pantanal restrita às planícies de inundação dos rios Cuiabá, Bento Gomes, Santana e respectivos afluentes, compreendendo regiões cujas cotas oscilam entre 150 a 200 metros, assentando-se indistintamente sobre as diversas sub-unidades do Grupo Cuiabá, em discordância angular - e erosiva.

Para a individualização da formação, os autores adotam a mesma divisão de FIGUEIREDO et alii (1974), sendo que a sub-unidade QP_1 corresponde a antigos terraços de inundação do Rio Cuiabá, "constituídos por sedimentos arenosos semi-consolidados, de granulação média a fina, com grãos bem arredondados e polidos. Por vezes, encontram-se níveis consolidados de canga limonítica, composta predominantemente por fragmentos rolados de quartzos, quartzitos e metarenitos, ligados por cimento ferruginoso".

A sub-unidade QP_2 ocorre principalmente às margens dos rios Cuiabá, Bento Gomes e Santana, correspondendo às partes periodicamente alagadas pela planície pantaneira. Tal sub-unidade, no entender dos autores, representa os

depósitos flúvio-lacustrinos e é formada por sedimentos finos, siltosos e argilosos, semiconsolidados e por bolsões de areia muito fina.

A subunidade QP_3 é constituída pelos sedimentos que estão sendo transportados e depositados nas principais calhas de drenagem da planície do pantanal. Esses sedimentos são extremamente irregulares quanto à natureza e distribuição predominando nas partes internas das curvas dos rios os depósitos silte argilosos e nas partes externas, os arenosos.

LUZ et alii (1980) observam que, em consequência da similaridade das condições de deposição, as relações de contato entre as subunidades QP_1 e QP_2 , dão-se de forma gradacional, lateral e verticalmente, enquanto que a subunidade QP_3 , por ser do tipo preenchimento de canal em planície aluvial, apresenta contato discordante. Próximo ao limite fisiográfico do pantanal, os contatos entre os aluviões recentes das drenagens que se dirigem para a planície pantaneira e a subunidade QP_3 abrangem normalmente uma ampla zona de transição, tendo predomínio ora de uma unidade, ora de outra. A espessura da formação Pantanal na área não deve ultrapassar as duas dezenas de metros, pelo fato da região encontrar-se na borda do pantanal.

Para os autores, a bacia aluvionar do Pantanal na área do Projeto Coxipó, é resultante de uma subsidência lenta, que propiciou a formação de coberturas sedimentares pouco espessas, dos tipos colúvio-aluvionares depositadas ao longo e nas vizinhanças das principais drenagens. As fontes de suprimento do material para a formação destas unidades os metassedimentos do Grupo Cuiabá; e subordinadamente, os sedimentos clásticos-carbonáticos do Grupo Alto Paraguai e

sedimentos arenosos da Bacia do Paraná.

BARROS et alii (1982) informa que durante os trabalhos de Campo do Projeto RADAMBRASIL, não foi possível de se reconhecer os diversos níveis propostos por FIGUEIREDO et alii (1974); entretanto reconheceram na Depressão Periférica do rio Paraguai faixas mais elevadas, não sujeitas a inundações periódicas, contrastando-se com as zonas mais rebaixadas, constantemente inundáveis. Segundo os autores, de uma zona para outra não se observam diferenças litológicas, mas sim, pedogenéticas. Esta depressão, em imagem de radar, mostra uma textura homogênea lisa, levemente dissecada, com padrão de drenagem dendrítica a subparalela.

Na Depressão Cuiabana, a ocorrência de sedimentos é bem menor e a textura observada em imagem de radar é mais irregular, com tonalidades cinza escuro, mostrando desenvolvimento de lagoas e canais intermitentes. Sendo que o rio Cuiabá, principal dreno da região, exhibe inúmeros meandros responsáveis pela existência de lagoas colmatadas, nas proximidades da cidade de Santo Antonio do Leverger. Os autores aventam a possibilidade de que as lagoas, bem identificadas nas imagens de radar, a sudeste de Porto Esperidião, também possam constituir alguns barreiros identificados por CUNHA (1943).

A caracterização dos sedimentos inconsolidados da formação Pantanal foi feita pela equipe do RADAMBRASIL (1982) nos interflúvios, por conseguinte nas partes mais elevadas da planície pantaneira. Nesta região, segundo os autores, os depósitos são "areno-argilosos e siltico-argilosos, granulometria predominantemente fina e muito fina podendo ocorrer também areias médias e conglomeráticas, neste

último caso já provenientes da removimentação da drenagem atual; os grãos de quartzo são subarredondados e com superfícies polidas. Localmente são encontradas intercalações de níveis argilosos".

A formação recobre discordantemente rochas do Grupo Cuiabá e Granito São Vicente na depressão Cuiabana ; e na Depressão do rio Paraguai, sobrepõe-se a rochas dos Grupos Alto Paraguai; Aguapeí e Rio Branco e Complexo Xingu. Com relação a sua idade os autores, baseando-se nos dados paleontológicos de ALMEIDA (1945,1965), consideram o início dos depósitos arenosos a partir do Pleistoceno, corroborando com a maioria dos autores que são unânimes em posicionar a formação Pantanal como Quaternária, correlacionando-a com os depósitos aluvionares da bacia do Rio Guaporé. Os autores também admitem a formação do Pantanal no final do Terciário, ligado às fases que atuavam naquela época nos Andes, com sedimentação tipicamente fluvial, que ainda se processa atualmente.

3.4.4. Aluviões recentes

De acordo com LUZ et alii (1980), as aluviões recentes representam os sedimentos inconsolidados aluvionares atualmente trabalhados e depositados nas calhas dos rios situados fora da abrangência do Pantanal Matogrossense, além de depósitos aluvionares representados por terraços alçados topograficamente.

Na região, os primeiros são representados principalmente pelas aluviões recentes do rio Cuiabá e seus principais afluentes, constituindo faixas cuja largura che-

ga a alcançar dois quilômetros e espessura aproximada de cinco metros. Tais depósitos são constituídos por sedimentos arenosos de granulação média a grosseira, ocasionalmente conglomerática, com grãos subangulosos e subarredondados. Localmente pode ser encontrado, ao longo destes depósitos, material carbonoso, oriundo de restos vegetais. Os depósitos aluvionares mais antigos são constituídos por sedimentos finos argilo-siltico-arenosos e destacam-se por desenvolverem uma vegetação mais exuberante, denominada "mata-galeria". Às vezes, formam zonas sustentadas por cascalheiras semi consolidadas de fina espessura, constituídas por grânulos e seixos de quartzo leitoso.

BARROS et alii (1982) identificam na folha SD21 - Cuiabá a presença de sedimentos aluvionários formando as planícies de inundação dos principais rios e separam as Aluviões Holocênicas em duas aluviões: a primeira, mais antiga, denominada pelos autores de Aluviões Indiferenciadas - ou Antigas, ocorre nos terraços dos rios; e a segunda, mais comum, ocorre nas planícies de inundação e é tratada como Aluviões Atuais.

No rio Paraguai, os autores individualizaram na interpretação de imagens de radar, localizadas em relevos planos, pouco dissecados e geralmente horizontais, depósitos de terraços em planície aluvional, incluindo canais abandonados colmatados. Esta unidade constitui-se, segundo os mesmos autores, de depósitos pouco espessos, descontínuos e pouco amplos, contendo areias, siltes, argilas e cascalhos. As "Aluviões Atuais" encontram-se ainda em fase de deposição nas planícies aluvionares dos grandes rios e seus tributários. Os autores ressaltam que "os rios que correm na folha

SD21-Cuiabá mostram-se pouco sinuosos, sendo mais retilíneos e bastante encaixados, provavelmente devido a controle estrutural; conseqüentemente, a planície de inundação torna-se pequena, com depósitos pouco largos, porém linearmente ressaltáveis". Estes depósitos compõem-se de areias, siltes, argilas e cascalhos, reconhecendo-se depósitos de canal, depósitos de barra em pontal e transbordamento, de pequenas espessuras, não ultrapassando dez metros, sendo que às margens do rio Cuiabá as aluviões podem alcançar até quinze metros de espessura.

3.5. Geomorfologia

A área do presente trabalho apresenta uma topografia rebaixada e é drenada pelo rio Cuiabá, sendo caracterizada por um relevo de planície.

ALMEIDA (1949) denomina esta feição geomorfológica de "Peneplanície Cuiabana", considerando-a uma superfície de erosão senil, estabelecida em rochas metamórficas da "Série Cuiabá". O autor a descreve como uma "planície que se eleva gradativamente para leste até atingir as faldas da Chapada e da Serra de São Vicente" e se refere a vales profundos com rios sem planícies aluviais e subsequentes às rochas da Série Cuiabá.

ALMEIDA (1954) considera a "Peneplanície Cuiabana" uma área deprimida, desenvolvida sobre rochas pré-cambrianas fortemente deformadas e apresenta como sua característica principal o estado avançado de evolução geomórfica. O autor considera os depósitos quaternários ocorrentes na região como sendo Pleistocênicos e se refere ao fenômeno de

intensa laterização, descrevendo o solo como "todo coberto por crostas limoníticas consistentes, resultantes da cimentação por limonita dos depósitos aluviais e coluviais".

ALMEIDA (1959) descreve este relevo aplanado como sendo resultante da evolução de uma superfície de erosão, que truncou indistintamente as estruturas das rochas metassedimentares e cita alguns morros testemunhos, isolados e mantidos em quartzitos, como o morro de Santo Antonio do Leverger. O autor atribui ao rejuvenescimento dessa superfície a idade Pliocênica, porém anterior ao aluvionamento do Pantanal.

ALMEIDA (1964) apresenta uma nova denominação para esta unidade, chamando-a de "Baixada Cuiabana", com feições resultantes da atuação da erosão em rochas metamórficas heterogêneas; esclarece que esta "peneplanície possui superfície ondulada, com amplos interflúvios e os rios estão adaptados às direções estruturais".

HENNIES (1966) adota o termo de "Baixada Cuiabana" e considera que esta superfície seja o resultado da atuação de processos erosivos pluvio-fluviais sobre as rochas de baixo grau metamórfico do Grupo Cuiabá, facilmente alteráveis e de rápida evolução geomorfológica.

GUIMARÃES & ALMEIDA (1972), consideram a área como uma planície de origem erosiva-tectônica, arrasada até a cota de 220 metros e sustentada pelas rochas do Grupo Cuiabá.

CORRÊA & COUTO (1972) denominam esta região rebaixada de "Pediaplano Cuiabano" e a consideram a parte intermediária entre a Planície do Pantanal e o Peneplano da Chapada dos Parecis.

LUZ et alii (1980) seguem a denominação de ALMEIDA (1964) e subdividem a área do mapeamento em semidetalhe do Projeto Coxipó em dois compartimentos de relevo, representados por duas superfícies de erosão. O primeiro abrange a quase totalidade da área considerada, ocupando as suas porções centro e setentrional e manifesta-se através de uma topografia pouco pronunciada e drenagem moderadamente encaixada em zonas de fraturas e/ou falhas; ou então, através de uma topografia mais acidentada, com cotas entre 200 e 400 metros, sobressaindo-se na topografia pequenos morrotes, sob a forma de cristas mais ou menos contínuas e extensas, geralmente alinhadas na direção NE-SW, corresponde a intercalações, nos filitos, de rochas mais resistentes à erosão, metarcosios e quartzitos. As maiores altitudes encontram-se no extremo SW, onde se destaca uma região serrana, constituída por quartzitos e metarenitos, com cotas próximas a 500 metros. Segundo os autores, nos interflúvios ocorre uma concentração de solos Regolíticos, associados a grande quantidade de fragmentos de quartzo, proveniente da desagregação dos frequentes veios de quartzo que cortam as rochas do Grupo Cuiabá. A formação desta cobertura minimiza a ação erosiva, estabilizando as formas de relevo.

O outro compartimento é constituído por uma faixa menos extensa e mais rebaixada, abrangendo o extremo sul-sudeste do projeto; caracteriza-se por um relevo de planície, cujas cotas não ultrapassam 200 metros. Ao longo dessa planície ocorrem cristas alinhadas e morrotes de rochas resistentes, configurando morros testemunhos, como o de Santo Antonio do Leverger. Nas áreas de influência do rio Cuiabá, as altitudes diminuem sensivelmente ficando as cotas

em torno de 160 metros. Nesta região, são comuns as coberturas sedimentares quaternárias, sobrepostas às rochas do Grupo Cuiabá formando planícies aluviais com sedimentos areno-argilosos inconsolidados, parcialmente laterizados nas partes mais elevadas. O sistema de drenagem é complexo, sendo as partes mais baixas sujeitas às inundações periódicas; o padrão de drenagem se torna meandrante, com a presença de pântanos, e lagoas formadas por braços mortos de rios. Para o sul, essas planícies se alargam, originando uma vasta região alagadiça que constitui o Pantanal Matogrossense.

A Divisão de Geomorfologia do Projeto RADAM-BRASIL (1982) denomina essa região rebaixada de "Depressão Cuiabana" e a considera um prolongamento para Norte do Pantanal Matogrossense, sendo aberta no Pleistoceno, evoluindo por pediplanação a partir de um nível de base representado pelo Pantanal.

Para ROSS & SANTOS (1982), esta subunidade geomorfológica compreende uma área rebaixada entre o Planalto dos Guimarães e a Província Serrana, chegando por vezes, a interpenetrá-la. Limita-se ao Sul com o Pantanal Matogrossense, ao Norte, Oeste e Noroeste com a Província Serrana e a Leste com o relevo escarpado do Planalto dos Guimarães. A sua topografia geralmente apresenta uma forma rampeada com inclinação de norte para sul. A altimetria está em torno de 200 metros no limite sul e atinge os 450 metros no alto do vale dos rios Cuiabá e Manso. Apresenta uma dissecação em formas tabulares e, secundariamente, por formas aguçadas (a Oeste) e convexas no vale do rio Manso.

Na extremidade sudeste ocorrem trechos meno-

res de relevo plano. Esses relevos foram modelados em litologias do Grupo Cuiabá, que se apresentam encobertas por material argilo-arenoso com ocorrência de horizonte concrecionário. Na parte Sudoeste da Depressão, em terras drenadas pelo ribeirão Bento Gomes, o relevo é mais dissecado, abrangendo um extenso conjunto de formas aguçadas, de altimetrias inferiores a 250 metros e entalhamento fraco da drenagem. Essas formas demonstram um forte controle estrutural, com direcionamento NE-SW e apresentam uma cobertura detrítica, constituída de um pavimento com blocos angulosos de quartzo e quartzito, com diâmetros de dois a dez centímetros. Interpenetrando este conjunto, estão as formas convexas com interflúvios de dimensionamento mediano e canais de drenagem fracamente entalhados. Nesta área as rochas do Grupo Cuiabá estão representadas por tilitos e tilitos quartzíticos, que são determinantes no direcionamento da drenagem e do relevo da área. Onde ocorrem estas formas de relevo, geralmente encontra-se um pavimento detrítico que determina um tipo de Solo Litólico, o qual se estende por todo o quadrante SW da Depressão.

Ao Norte da Depressão, acompanhando paralelamente as escarpas meridionais da Serra Azul, ocorre um conjunto de relevo com formas convexas. Esta morfologia, nas imagens de radar, mostra-se com uma textura fina. Entre elas ocorrem interpenetrações de formas planas um pouco mais baixas. Estes relevos foram esculpídos em margas, calcários e dolomitos pré-Cambrianos da formação Araras e os solos aí desenvolvidos são também Litólicos. A Leste e Sudeste da cidade de Cuiabá ocorre extensa área de relevo plano moldada nas rochas do Grupo Cuiabá e, principalmente, em sedimentos

quaternários da formação Pantanal; neste trecho ocorrem solos tipo Laterita Hidromórfica. As formas de acumulação representadas pelas planícies aluviais são encontradas em duas áreas no vale do Rio Cuiabá: no alto curso, a montante da confluência do ribeirão do Engenho, onde ocorre planície com terraço fluvial numa extensão longitudinal de aproximadamente 50 quilômetros e ao Sul da cidade de Cuiabá, onde as planícies vão se abrindo, atingindo uma largura de aproximadamente quinze quilômetros no local em que se abre para o Pantanal, apresentando lagos de meandros, de barragens e canais colmatados, caracterizando o aspecto de acumulação recente de sedimentos. Nesta região ocorrem também áreas deposicionais sujeitas a inundações frequentes, correspondentes ao limite Norte do Pantanal. Tal situação é observada nas bacias dos rios Aricá-Açu e Aricá-Mirim, tributários da margem esquerda do rio Cuiabá. Nestas áreas dominam os solos Laterita Hidromórfica.

Na Depressão Cuiabana a drenagem sofre, de modo geral, um forte controle estrutural estando, tanto os grandes quanto os pequenos cursos d'água, influenciados pelo direcionamento estrutural preferencial (NE -SW) apresentado pelas rochas do Grupo Cuiabá. O rio Cuiabá, desde o seu alto curso apresenta esta direção geral, com frequentes sinuosidades em forma de cotovelos; e após a sua confluência com o ribeirão do Engenho, o rio Cuiabá passa a cortar transversalmente os direcionamentos estruturais do Grupo Cuiabá, adquirindo uma direção S-SE, para jusante. Os seus principais afluentes desenvolvem cursos adaptados a estas estruturas.

3.6. Solos

Na expressão da Baixada Cuiabana, desenvolvem-se poucas unidades pedológicas, diferenciando-se em função das rochas que lhes deram origem, da vegetação e do modelado topográfico sendo que o clima, tropical com duas estações bem definidas, a úmida e a seca, propicia o desenvolvimento de couraças ferruginosas.

Para LUZ et alii (1980) pode-se identificar os seguintes tipos pedológicos:

- Solos Regolíticos, que são solos pouco espessos, imaturos, compostos predominantemente por fragmentos de rocha e quartzo leitoso, dispersos numa matriz areno-argilosa; encontram-se distribuídos por toda a Baixada Cuiabana, onde aflora a sequência síltico-psamítica do Grupo Cuiabá, sendo representados pelas extensas cascalheiras resultantes dos processos erosivos sobre os materiais do substrato rochoso.

- Solos Halomórficos, típicos das áreas sujeitas às inundações periódicas, achando-se confinados às regiões pantanosas dos rios Cuiabá e Bento Gomes, onde se observam lagoas permanentes e depressões rasas em que a água desaparece por ocasião da estiagem, acarretando uma concentração de sais em superfície.

- Solos Aluviais, solos arenosos, argilo-arenosos e argilosos às vezes pedregosos, com os constituintes mostrando evidência de retrabalhamento. Originam-se de sedimentos aluvionares depositados pelos maiores cursos d'água, distribuindo-se em suas margens e confluências, ou em amplas planícies aluviais.

A Divisão de Pedologia do Projeto RADAMBRASIL (1982) relaciona para a área da Depressão Cuiabana a ocorrência de Solos Concrecionários, que se originam nos relevos de formas tabulares, enquanto que nas formas aguçadas a Oeste ocorrem os Solos Litólicos Concrecionários e a Nordeste, na região do vale do rio Manso, os Cambissolos, que ocorrem associados a Solos Litólicos e Solos Concrecionários. De acordo com os autores, nas raras regiões mais conservadas pela erosão, encontram-se os Latossolos Vermelho-Amarelos e Solos Podzólicos Vermelho-Amarelos. A Sudeste, na área em que ocorre o relevo aplanado, moldado principalmente nos sedimentos quaternários da formação Pantanal, há ocorrência de Solos Hidromórficos, principalmente a Laterita Hidromórfica.

OLIVEIRA et alii (1982), apontam a ocorrência bastante expressiva, nas proximidades de Cuiabá, onde estão relacionados com as rochas do Grupo Cuiabá, dos Solos Concrecionários álicos e distróficos, descritos como sendo "solos que apresentam em sua constituição mais de 50% em volume de concreções ferruginosas, à exceção daqueles que possuem sequência de horizonte do tipo A,C com profundidade inferior a 50 cm. Apresentam horizonte A do tipo moderado, com raros casos do tipo proeminente, assente sobre vários tipos de horizonte B; mais comumente B latossólico, B textural e B câmbico, assim como sobre horizonte C. A quantidade elevada de concreções ferruginosas no corpo do solo em tamanhos variados, chegando a calhaus, em muitos casos, dificulta a caracterização dos horizontes e constitui-se em forte impedimento à mecanização e desenvolvimento de raízes. Em função disto e em virtude da baixa fertilidade natural (distrófi-

cos), além de vários casos com saturação com alumínio trocável elevada (álícos), estes solos são desaconselháveis ao uso agrícola".

Tais solos estão cobertos por vegetação do tipo Savana Arbustiva, cujo extrato graminoso é aproveitado como pastagem nativa em regime de uso extensivo.

Os autores, tentativamente, os correlacionam aos grandes Grupos "Dystropepts", "Haplustox", "Paleustults" e "Plinthustults" da "Soil Taxonomy" (1975).

Assim a Depressão Cuiabana é quase que na sua totalidade imprópria para a agricultura, a despeito do seu relevo plano e da ocorrência, na sua porção NW, de manchas de Solos Podzólicos Vermelho-Amarelos e Solos Litólicos, pois ambos apresentam em sua constituição quantidades consideráveis de concreções ferruginosas, constituídas por agregados endurecidos, de forma e tamanho variados, resultantes da mobilização, transporte e concentração final dos compostos de ferro, que se endurecem irreversivelmente quando da exposição ao sol e a ciclos repetidos de excesso e falta de água.

As planícies e Pantanaís, localizados às margens do rio Cuiabá, representam áreas muito baixas com possibilidades de inundação. Os solos predominantes são as Lateritas Hidromórficas álicas, "que apresentam condições de drenagem imperfeita, com lençol freático próximo ou muito próximo à superfície por uma parte do ano".

As possibilidades de utilização desta área estão condicionadas ao emprego de técnicas especiais, tais como: drenagem artificial, fertilização e correção da acidez. A horticultura, lavoura de cereais e pastagens são os

tipos de utilização mais indicados, desde que sejam corrigidas ou minimizadas as principais limitações naturais apresentadas por esses solos.

Os solos dominantes nas áreas de várzeas de rios são os Gleis Pouco Húmicos e, a maioria deles, à exceção de pequenos trechos nas margens do rio Cuiabá, onde são eutróficos, apresentam limitações por baixa fertilidade natural. Tais áreas apresentam uma opção para culturas de ciclo vegetativo curto, devido às boas condições de umidade que, por sua vez, acarretam limitações para uma agricultura mais desenvolvida; a frequência das inundações condiciona dificuldades de mecanização e tratamentos culturais, além do fato do excesso de umidade ser prejudicial para a maior parte das culturas.

3.7. Aspectos populacionais e sócio-econômicos

A região de Cuiabá vem sendo ocupada desde quando Paschoal Moreira Cabral aportou com sua Bandeira às margens do rio Coxipó, em abril de 1719, a procura de indígenas para o trabalho escravo nas lavouras de São Paulo. Acidentalmente, os bandeirantes acharam ouro nas aluviões desse rio, transformando-se em garimpeiros. Assim, surgiu o Arraial de Cuiabá. A descoberta do ouro e o fácil acesso à região pela navegação fluvial, suscitou o rápido crescimento do Arraial de Cuiabá e a origem de vários outros núcleos populacionais, que constituem hoje cidades (CORREA FILHO, 1925).

Assim, a história da ocupação do Estado de Mato Grosso é marcada pela utilização dos recursos naturais,

No primeiro momento, pelo extrativismo mineral e, no segundo momento, pelo extrativismo vegetal. Hoje, com as necessidades geradas nos mercados de outras regiões do país, vem se desenvolvendo no Estado, um processo de ocupação que tem na agricultura e na pecuária, a sua base maior de sustentação.

Nos últimos anos, motivados pelos programas de incentivos federais para a região, tais como POLAMAZÔNIA e POLOCENTRO, houve a expansão do capital do Centro-Sul para a região Amazônica e Centro-Oeste. O Estado de Mato Grosso sofre então o impacto dos altos índices que atingiram os fluxos migratórios (taxa estimada de crescimento anual de 10% nos últimos anos) obrigando, como observa VILARINHO NETO (1983), o poder público e a iniciativa privada, a estruturar uma nova economia, com novas opções e novas fontes geradoras de recursos. No entender do referido autor, o momento que vive o Estado lhe confere características especiais, que não podem deixar de se levar em consideração. Dentre estas, as mais significativas são: taxa de crescimento demográfico ; taxa de urbanização e a economia estadual.

Pelo resultado do Recenseamento Geral do Brasil - 1980, percebe-se que o processo de urbanização do Brasil, manteve o ritmo observado nas últimas décadas, sendo que a região Centro-Oeste entre 1970-1980 apresentou proporcionalmente o maior incremento, ao redor de 20%. O Estado de Mato Grosso acompanha esta tendência apresentando, no censo de 1980, uma taxa de urbanização de 57,52%. Dentre as micro-regiões do estado, a que apresenta o índice mais alto de urbanização é a Baixada Cuiabana, com 81,50%.

Nesta microregião, no decênio 70/80, o incre-

mento da população urbana foi de 150,3%. Este aumento do quadro urbano deve-se, sobretudo ao movimento migratório rural e urbano das outras cidades da micro-região para a Capital, como também o fluxo migratório intenso de outras áreas do próprio Estado e do país. Quando do censo de 1980, Cuiabá detinha 65,37% da população urbana da região e Várzea Grande 24,20% (IBGE, 1982).

A estimativa da população residente em 01/07/1985, fornecida pelo IBGE, acusa para Cuiabá uma população de 285.075 e para Várzea Grande 102.524, correspondente a um incremento populacional em relação ao censo de 1980 respectivamente de 32,91% e 33,71%.

Apesar de ainda incipiente no estado a atividade industrial apresentou um incremento próximo a 150% entre 1975 a 1980, na cidade de Cuiabá, haviam 305 estabelecimentos industriais, ocupando 2.203 pessoas e na cidade de Várzea Grande 191 estabelecimentos, ocupando 2.743 pessoas. Quanto à atividade comercial, Cuiabá apresentava 1793 estabelecimentos, ocupando 8.060 pessoas enquanto que em Várzea Grande havia 603 estabelecimentos, ocupando 1959 pessoas. (IBGE, 1982).

4. METODOLOGIA

Como o presente trabalho visa a caracterização das condicionantes do meio físico para o planejamento urbano das cidades de Cuiabá e Várzea Grande, através do emprego de método fotointerpretativo, optou-se pela elaboração de uma Carta Geológico-Geotécnica como forma de se obter as informações de geologia de engenharia necessárias para o planejamento ordenado da expansão urbana visando a minimização dos problemas geotécnicos, em especial quanto à erosão, assoreamento e enchentes.

Como uma carta geotécnica é a representação gráfica das limitações e potencialidades do meio físico, traduzidas por um certo número de informações geológico-geotécnicas do solo e do sub-solo de uma região apresentadas através da delimitação de zonas com características homogêneas face às intervenções previstas, pôde-se apontar, para cada uma destas unidades homogêneas:

- as características do relevo;
- as características geotécnicas gerais dos solos e rochas;
- os fenômenos da dinâmica natural e os problemas mais comuns em função da expansão urbana e,

- a aptidão das unidades quanto à expansão urbana.

Desta forma, a elaboração de uma carta geológico-geotécnica se constitui, por ela mesma, no produto final dos estudos de planejamento urbano ou territorial.

Para tanto, inicialmente procedeu-se a uma coleta de informações relativas à área considerada como objeto de estudo, visando a obtenção dos elementos básicos ao presente trabalho. Assim, foi feita uma revisão dos dados de clima, vegetação, geologia, geomorfologia e dados sócio-econômicos.

A seguir, apoiando-se na Planta Altimétrica de Cuiabá, na escala de 1:25.000, elaborada pela Esteio Engenharia e Aerolevantamentos S.A; nas fotografias aéreas pancromáticas na escala de 1:25.000, obtidas pela Esteio Engenharia e Aerolevantamentos S/A, vôo de maio de 1983, correspondente ao levantamento aerofotográfico da região urbana de Cuiabá; no Fotoíndice correspondente na escala de 1:100.000 e nos mapas geológicos nas escalas de 1:250.000 e, em semi-detalle, na escala de 1:50.000 da região de Cuiabá, elaborados pelo Convênio DNPM/CPRM, procedeu-se à elaboração da Cartografia Geotécnica propriamente dita, utilizando-se de método fotointerpretativo. Os resultados da análise fotointerpretativa foram posteriormente transferidos para o mapa base.

4.1. Metodologia de Cartografia Geotécnica:

4.1.1. Classificação das Cartas Geotécnicas

De acordo com o Grupo de Trabalho para a Cartografia Geotécnica da Associação Internacional de Geologia de Engenharia, as cartas geotécnicas podem ser classificadas de acordo com a sua finalidade, conteúdo e escala. (UNESCO/IAEG, 1976).

Quanto a sua finalidade elas podem ser:

4.1.1.1. Finalidade Especial: apresentando informações sobre um aspecto específico de geologia de engenharia, ou para um propósito específico.

4.1.1.2. Multifinalidade: apresentando informações variadas sobre muitos aspectos geotécnicos e que podem ser utilizadas para diversas finalidades de planejamento e projetos de engenharia.

De acordo com o conteúdo elas podem ser:

4.1.1.3. Mapas analíticos: apresentando detalhes de um componente individual do ambiente geológico sendo que o seu conteúdo geralmente é expresso no título, por exemplo: mapa de graus de alteração; mapa de juntas; resistência de solos e rochas.

4.1.1.4. Mapas compreensivos: Estes mapas podem ser de dois tipos:

4.1.1.4.a. Mapas de condições geotécnicas: são mapas que apresentam as principais componentes do ambiente geotécnico.

4.1.1.4.b. Mapas de zoneamento geotécnico: são mapas que apresentam a delimitação de áreas homogêneas quanto à suas propriedades geotécnicas. Estes dois tipos de mapas podem ser combinados nos mapas de escala pequena.

4.1.1.5. Mapas auxiliares: são mapas que apresentam dados de apoio ao trabalho, por exemplo: mapas de documentação ou de pontos, mapa de contorno estrutural, mapas de isópacas.

4.1.1.6. Mapas complementares: são mapas que apresentam as informações básicas, para o mapeamento geotécnico e incluem os mapas: geológico, geotectônico, geomorfológico, pedológico, geofísico e hidrogeológico.

Quanto a escala:

4.1.1.7. Escala grande: 1:10.000 e maiores.

4.1.1.8. Escala média: maiores que 1:100.000 e menores que 1:10.000.

4.1.1.9. Escala pequena: 1:100.000 e menores.

4.1.2. Caracterização da Cartografia Geotécnica

As cartas geológicas apresentam uma normalização de princípios, métodos, sistemas de classificação e processos de representação cartográfica. As unidades geológicas apresentadas nos mapas são litoestratigráficas (que apresentam litologias idênticas), ou cronoestratigráficas (com o mesmo período de deposição). Cartografar a idade das formações e não a sua natureza, estados ou propriedade, esteve na base do êxito da cartografia geológica. Estes fatos explicam o consenso universal da carta geológica.

No caso das cartas geotécnicas os componentes do meio geológico a se representar são a natureza e propriedades dos solos e rochas, as condições hidrogeológicas, a geomorfologia e os fenômenos geodinâmicos. Estes fatores são interdependentes e, quando analisados separadamente, podem conduzir a elaboração de várias cartas: carta litológica; carta geomorfológica; carta hidrogeológica; carta pedológica; carta de declividade; carta de resistência à erosão e muitas outras cartas, consideradas como mapas analíticos.

Tais cartas usualmente são também chamadas de cartas temáticas ou cartas de fatores e necessitam, para a sua utilização nos processos de planejamento, de uma interpretação conjunta, muitas vezes difícil para técnicos sem formação geológica. Desta forma, torna-se importante, a partir das cartas de fatores, a elaboração de cartas de síntese ou de zoneamento definindo-se zonas homogêneas em relação aos fatores considerados. Tais cartas se constituem nos mapas compreensivos.

Assim, a principal diferença entre um mapa geológico e um mapa geotécnico é que, em vez das unidades litoestratigráficas e cronoestratigráficas da carta geológica, a carta geotécnica propõem-se definir zonas homogêneas em relação aos componentes do meio geológico que são determinantes do seu comportamento e, portanto, da sua aptidão para diferentes utilizações.

4.1.3. Análise das componentes do meio geológico

Para os fins da cartografia geotécnica pode-se considerar quatro grupos principais de componentes do meio geológico: os solos e as rochas; a geomorfologia; as condições hidrogeológicas e, os processos geodinâmicos.

A estes quatro grupos principais juntam-se outros complementares ou deles derivados, entre os quais pode-se salientar: os recursos de materiais de construção; os aspectos climáticos e a pedologia.

4.1.3.1. Definição das unidades cartográficas

Os solos e as rochas são um fator determinante do comportamento geotécnico dos terrenos e condicionam também outros fatores, em particular a hidrogeologia e geodinâmica externa.

O estudo dos solos e das rochas compreende a determinação da sua natureza, estado físico, propriedades mecânicas, distribuição espacial e relações estruturais.

Este estudo vai influir de modo decisivo no zoneamento geotécnico. O objetivo é definir zonas caracteri-

zadas por um dado comportamento geotécnico. Estas unidades terão que possuir um certo grau de homogeneidade em relação às propriedades que traduzem este comportamento, ou seja as suas propriedades mecânicas, que são as que lhes conferem determinadas características de resistência e deformabilidade.

As propriedades mecânicas dos solos e das rochas, podem ser determinadas diretamente por meio de ensaios "in situ", ou sobre amostras no laboratório. No entanto, não existem até o momento, processos expeditos e econômicos de determinação das propriedades mecânicas dos terrenos através de ensaios em grandes áreas. Além disso, excetuando-se as zonas com forte ocupação urbana ou industrial, geralmente não se dispõe de dados resultantes de estudos anteriores.

Portanto, não é viável procurar cartografar diretamente as propriedades dos terrenos. Assim sendo, tem-se que deduzir estas propriedades indiretamente, ou seja, derivar as propriedades geotécnicas de outros atributos ou características cuja cartografia seja possível.

As propriedades geotécnicas dos terrenos, e o seu comportamento mecânico resultam da sua natureza e do seu estado físico. Por sua vez, a natureza e o estado físico dos materiais geológicos são um produto do seu modo de formação, da diagênese, das ações tectônicas ou metamórficas e dos processos de alteração.

Portanto, a história geológica determina as propriedades geotécnicas dos solos e das rochas. Este é o princípio básico da cartografia geotécnica. Assim, para a elaboração de um mapa geotécnico, a solução está em se re-

presentar o que se pode cartografar, ou seja, a natureza litológica do terreno; a seguir procurar-se-á reconhecer as características do seu estado "in situ", para então poder se deduzir as suas propriedades.

O Grupo de Trabalho para a Cartografia Geotécnica UNESCO/IAEG (1976) propõe as seguintes unidades cartográficas, baseadas na litologia e no modo de origem.

4.1.3.1.1. Tipo Geotécnico (Engineering Geological Type) (ET)

Apresenta o mais alto grau de homogeneidade quanto às propriedades mecânicas e ao estado de alteração do material natural e deve ser uniforme nas suas características litológicas.

Tais unidades podem ser caracterizadas por valores estatísticos a partir de determinações individuais das propriedades físicas e mecânicas. São geralmente representadas em mapas de escala grande.

4.1.3.1.2. Tipo Litológico (Lithological Type) (Lt)

Deve ser homogêneo quanto a sua composição, textura e estrutura; porém, pode ser heterogêneo quanto ao estado de alteração. Estas unidades não apresentam valores reais das propriedades mecânicas, mas apenas informações gerais quanto ao comportamento dos materiais frente às propriedades geotécnicas. São usadas em mapas de escalas grandes e, quando possível em mapas de escalas médias.

4.1.3.1.3. Complexo Litológico (Lithological Complex) (LC)

Esta unidade deve ser composta por tipos litológicos relacionados geneticamente, desenvolvidos sob condições geotectônicas e paleogeográficas específicas. Todavia não são necessárias as homogeneidades litológicas e do estado físico, mas sim a uniformidade e distinção do arranjo espacial dos tipos litológicos. Por conseguinte, não é possível de se definir as suas propriedades físicas e mecânicas, somente pode se apresentar as previsões do comportamento dos materiais frente às diversas propriedades geotécnicas. É a unidade de mapeamento dos mapas de escalas médias e de alguns mapas de escala pequena.

4.1.3.1.4. Suite Litológica (Lithological Suite)(LS)

É a unidade que representa os vários complexos litológicos que se desenvolveram sob condições tectônicas e paleogeográficas similares. Apresenta certas características litológicas comuns que servem para caracterizar a unidade como um todo e separá-la de outras suites litológicas. Esta unidade apresenta apenas algumas propriedades geotécnicas gerais, e é somente usada em mapas de escala pequena.

A figura 8 ilustra o exposto. Nela pode-se também observar a influência da escala e o grau de detalhamento do mapeamento.

Assim, somente ao nível de camada, quando se mantém uniforme a composição litológica, e o estado físico, pode-se esperar encontrar uma homogeneidade mecânica. É en-

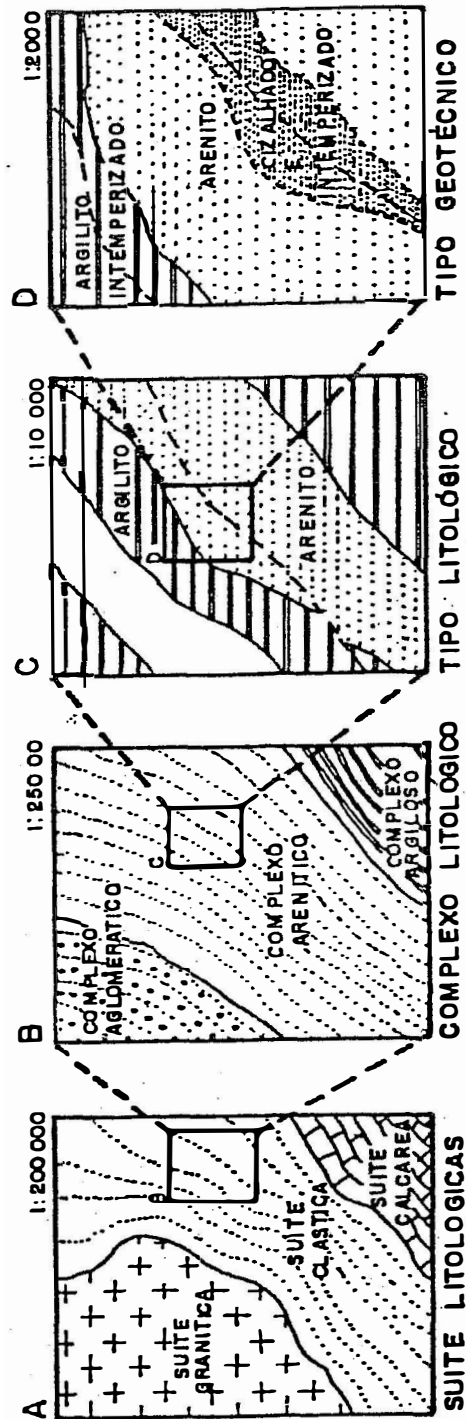


FIG. 8. MAPA GEOTÉCNICO REALIZADO EM DIFERENTES ESCALAS
 (Adaptado de UNESCO/IAEG (1976) por ZUQUETTE, 1981)

tão legítimo realizar ensaios para a determinação das suas propriedades macânicas, permitindo a sua caracterização geotécnica em termos quantitativos.

Quando no entanto, existir uma uniformidade de composição e uma variação no seu estado físico, por exemplo graus de alteração diferentes, já não é mais possível de se definir um tipo geotécnico caracterizado por uma homogeneidade de mecânica, mas apenas um tipo litológico com um comportamento geotécnico médio. Este pode ser dado, em face da dispersão dos resultados dos ensaios realizados, por leques de valores para as suas propriedades físicas e mecânicas.

Ao se analisar os tipos litológicos que ocorrem numa região verifica-se que há entre eles determinadas relações espaciais e genéticas que permitem agrupá-los em unidades maiores, os complexos litológicos. Nestas unidades não existem nem uniformidade de composição, nem de estado físico; portanto, não é possível determinar propriedades físicas e mecânicas válidas para todo o complexo. Pode-se, no entanto, caracterizá-lo globalmente quanto ao seu comportamento geotécnico, em termos qualitativos, através dos comportamentos dos tipos litológicos que o compõem. O complexo litológico é a unidade de ordem superior que é possível de se cartografar na escala de 1:25.000.

4.1.3.2. Geomorfologia

A geomorfologia é uma fonte muito importante de dados para a cartografia geotécnica. Uma das vantagens do estudo geomorfológico é ser expedito e pouco dispendioso. De

fato é possível, através da fotointerpretação, se cartografar os aspectos geomorfológicos mais salientes e se avaliar a sua importância geotécnica.

Neste sentido, o aspecto morfológico é bastante importante, dada a influência do declive do terreno sobre as condições de construção de edifícios ou de obras lineares como ruas, estradas e canais. Este aspecto morfométrico pode ser analisado construindo-se cartas de declives que permitem apreciar a distribuição e extensão relativa das áreas planas ou pouco inclinadas e das áreas muito acidentadas.

Além do aspecto morfométrico, o aspecto morfogenético dá uma importante contribuição para o conhecimento dos terrenos. Em particular, as diferentes formas de erosão apresentadas pelos terrenos refletem as suas diferentes características de permeabilidade e resistência.

Sobretudo nas escalas da ordem de 1:25.000 e maiores, o estudo geomorfológico dá uma contribuição importante para o conhecimento das formações superficiais, permitindo apreciar a importância, extensão e espessura de terraços fluviais, depósitos de vertentes, aluviões e coluviões. Permite ainda localizar as zonas que ocorrem fenômenos de instabilidade, tais como desmoronamentos, escorregamentos acidentados cársticos ou outros fenômenos de dissoluções.

As zonas em que predomina o escoamento superficial e as zonas favoráveis à infiltração podem ser delimitadas com base na análise da rede de drenagem, dos declives e da natureza dos terrenos.

Assim, a geomorfologia fornece dados importantes para a interpretação do comportamento geotécnico dos terrenos e para o estudo de outros fatores como a hidrogeologia e

os fenômenos geológicos ativos.

4.1.3.3. Hidrogeologia

No que se refere à ação da água, sobre o comportamento dos terrenos, pode-se relacionar a sua influência nos seguintes processos: de alteração; estabilidade de taludes; influência no estado de consistência dos solos argilosos; fenômenos de consolidação devido ao rebaixamento do nível freático e expansibilidade de certos solos argilosos.

Além disso, o urbanismo, a atividade industrial e a agricultura consomem importantes quantidades de água, pelo que é necessário conhecer e proteger os recursos em águas superficiais e subterrâneas de uma região.

O inventário dos recursos da região em águas subterrâneas consiste na identificação dos principais subterrâneos, freáticos e confinados, na observação de seu regime e na obtenção de dados sobre as propriedades químicas das águas.

A análise das condições de drenagem, para a qual o estudo geomorfológico dá uma contribuição importante, permite delimitar as zonas bem drenadas; as zonas de drenagem deficiente, onde permanecem condições de umidade superficial e saturação do solo, além de pouca profundidade do solo; zonas mal drenadas e zonas inundáveis.

A influência destas condições sobre o tipo de utilização dos terrenos e sobre as obras a realizar podem ser exemplificados quanto:

- dificuldade de escavação e de aproveitamento dos espaços subterrâneos, no caso do nível freático ser su-

perifical;

- dificuldade de compactação de aterros e de travessia de várzeas em zonas mal drenadas;

- subpressões sob determinados tipos de estruturas (reservatórios ou açudes) quando o nível freático atinja a sua fundação;

- ocorrência de águas agressivas e a sua influência sobre o custo das infraestruturas (tipos especiais de cimento e de materiais para os equipamentos enterrados).

A proteção das águas subterrâneas ou superficiais é um aspecto importante que pode condicionar as opções sobre a localização de determinados tipos de indústrias e de depósitos de rejeitos domésticos ou industriais ou, pelo menos, suscitar medidas preventivas. De fato, muitas indústrias, em particular as indústrias químicas, podem provocar contaminações e inutilizar as águas subterrâneas.

É necessário, portanto, estudar e determinar as formações que, pela sua permeabilidade e enquadramento geológico e estrutural, são responsáveis pela infiltração e acumulação das águas subterrâneas e situar fora das zonas de recarga dos aquíferos as possíveis fontes de poluição.

4.1.3.4. Processos geodinâmicos

A ocorrência de fenômenos geológicos ativos pode condicionar a utilização do solo ou implicar determinadas restrições. Entre estes fenômenos, os mais importantes são os relativos à estabilidade de taludes e aos processos de

erosão e assoreamento.

O estudo de fotografias aéreas permite detectar a existência de cicatrizes de escorregamentos e delimitar as áreas de terrenos deslocados. Possibilita, igualmente, identificar os diferentes processos de erosão, os quais assumem grande importância nas zonas de forte escoamento superficial em que os terrenos são favoráveis ao ravinamento, provocando um rápido recuo das encostas e a formação de boçorocas que acabam por instabilizar o talude e colocar em perigo as construções situadas nas suas proximidades.

Os processos eólicos, a erosão diferencial, as zonas abrangidas por cheias excepcionais, os processos de erosão fluvial e marinha, a atividade sísmica e os processos de dissolução são exemplos de outros fenômenos que podem assumir grande importância.

4.1.3.5. Materiais de construção

O desenvolvimento de uma região implica no consumo de grandes quantidades de materiais de construção: agregados para concreto e misturas betuminosas, solos para aterros, blocos para enrocamento, areias para filtros e argilas para olarias e cerâmicas. Quanto ao custo destes materiais, pesa sobretudo o seu transporte e, portanto, a distância aos locais de exploração.

No âmbito da cartografia geotécnica é importante promover um bom aproveitamento dos recursos em materiais da região. Este estudo envolve a indicação dos locais de exploração e das propriedades dos materiais explorados, sua

qualidade e possíveis aplicações.

Além do inventário das explorações existentes, as unidades litológicas com interesse em materiais de construção devem ser caracterizadas sob este aspecto e indicadas as zonas em que é provável encontrar condições favoráveis à sua exploração.

No planejamento não se pode ocupar todos os espaços disponíveis sem ter em conta as necessidades futuras em materiais de construção. Existe, por outro lado, uma incompatibilidade entre a utilização de uma área como zona residencial ou turística e a sua utilização como fonte de materiais de construção. A abertura de uma pedreira constitui, em regra, uma agressão ao meio natural e um fator de degradação do ambiente. Envolve uma perturbação da paisagem em zonas visíveis de estradas, áreas residenciais, de recreio ou turísticas. As acumulações de material estéril e de materiais explorados, as nuvens de poeira e fumaça, o ruído e as vibrações resultantes da exploração, são fatores perturbadores do ambiente e do conforto exterior e interior das habitações.

Atualmente, o consumo crescente de materiais, as exigências de qualidade e a necessidade de se assegurar os investimentos em custosos equipamentos de mineração, necessitam que a sua localização seja escolhida de modo a garantir uma continuidade da exploração e da qualidade dos materiais obtidos e, ao mesmo tempo, de modo a não destruir valores paisagísticos ou criar na região degradações do meio ambiente não recuperáveis. A recuperação destes locais após

a exploração pode ser prevista numa fase posterior. Para tanto, a futura utilização deve ser considerada quando da elaboração do projeto de lavra, sendo comum a sua incorporação numa obra subterrânea ou a sua reintegração na paisagem, transformando-a em área de lazer, ou ainda utilizando-a para atividades produtivas tais como: agricultura, indústrias e até mesmo loteamentos.

4.1.4. Cartas Temáticas e Cartas de Síntese

Do estudo das componentes do meio geológico resultam cartas temáticas: carta litológica, carta geomorfológica, carta hidrogeológica, etc. Estas cartas temáticas são analíticas e necessitam, para cada situação, de uma interpretação dos dados que contêm. Cada fator pode ter, por sí só, apenas um significado pequeno, portanto, torna-se importante evidenciar as relações entre fatores diferentes. Para tanto, elaboram-se cartas de síntese, onde são definidas zonas homogêneas em relação aos fatores estudados. Como os fatores são de natureza diferente é, por vezes, difícil integrá-los numa unidade comum para a definição de zonas homogêneas. Na maioria dos casos o zoneamento depende da região, da escala da carta e dos seus objetivos.

Desta forma, o resultado tanto pode ser cartas de Recomendação de uso, onde são apresentadas as limitações e potencialidades do meio geológico-geotécnico como um todo para o planejamento urbano ou territorial como cartas em que o zoneamento é feito com base num pequeno número de fatores e em relação a uma utilização particular, tais como: cartas de Aptidão para fundações; Aptidão para construções de estra

das; Aptidão física para o Assentamento Urbano; carta de Materiais de Construção e muitas outras, elaboradas a partir da sobreposição de informações das cartas temáticas. Uma grande vantagem das cartas de síntese é que elas podem ser facilmente utilizadas por técnicos sem especialização em geologia.

No presente trabalho foram confeccionadas as seguintes cartas temáticas: carta de declividade, carta de uso da terra e revestimento do solo e carta geológico-geotécnica. Com a interação dos dados obtidos nas diversas cartas temáticas, obteve-se uma carta fotointerpretativa de Recomendação de Uso, que procura fornecer de forma integrada as informações pertinentes para previsão e correção dos problemas geotécnicos mais frequentes observados na ocupação urbana do solo, além de informações abordadas ao nível de recomendações para o assentamento urbano.

4.1.4.1. Carta de Declividade

Apresenta a inclinação dos terrenos, obtida através da transformação das distâncias entre as curvas de nível em percentagem de inclinação. A carta de declividade foi elaborada a partir da Planta Altimétrica de Cuiabá na Escala de 1:25.000, com curvas de nível espaçadas de 10 em 10 metros. Esta carta propicia a análise de um dos fatores mais importantes na avaliação das áreas para fins de construção e distribuição dos equipamentos urbanos, o declive do terreno. Considerando as características do relevo da área e a escala de trabalho pôde-se estabelecer classes de declives relativas às facilidades de construção e instalação de equipamentos urbanos. A Tabela 1 apresenta as classes de declividades consideradas no presente estudo.

TABELA 1. INFLUÊNCIA DA DECLIVIDADE NO DESENVOLVIMENTO URBANO ADAPTADO DE JANJIC e STEPANOVIĆ (1974)

Classes de Declive %	Facilidade de construção e instalação de equipamentos urbanos
< 5%	Muito Boa
5 - 10%	Boa
10 - 15%	Razoável
> 15%	Restrita a ruim

4.1.4.2. Cartã de uso da Terra e revestimento do Solo

As cartas de uso do solo, no âmbito da cartografia geotécnica, são cartas temáticas geralmente elaboradas com o intuito de fornecer informações gerais sobre a ocupação do solo da área considerada no mapeamento.

Todavia, a grande utilização do mapeamento de uso da terra, motivada pela crescente necessidade de se processar o inventário do uso atual, bem como propiciar o planejamento de uso mais racional do solo, suscitou o desenvolvimento de uma metodologia específica para estes estudos, com o conseqüente estabelecimento de sistemas de classificação do uso da Terra e do revestimento do Solo.

No presente trabalho, adota-se o sistema de Classificação do Uso da Terra e revestimento do solo com ba

se em dados de sensores remotos proposto por ANDERSON et alii (1976), principalmente pelo fato da atenção especial às definições das categorias de uso realizada pelos autores, quando da formulação do mesmo, particularmente, a definição de Terra urbana ou construída, de grande importância para o presente estudo.

O tipo e a quantidade de informações que podem ser obtidas através dos diferentes sensores depende da altitude em que foi obtida a imagem e da resolução de cada sensor. Desta forma, o nível das informações obtidas a partir de fotografias aéreas convencionais na escala de 1:25.000, certamente é muito maior do que aquele obtido através de imagens MSS/LANDSAT. O sistema adotado é um sistema multinível de classificação. O quadro 5 apresenta os níveis de classificação considerados pelos autores.

QUADRO 5. NÍVEIS DE CLASSIFICAÇÃO DO SISTEMA DE USO DA TERRA E REVESTIMENTO DO SOLO SEGUNDO ANDERSON et alii (1976).

Nível de Classificação	Características típicas dos dados
I	Tipos de dados LANDSAT
II	Dados de grandes altitudes, a 12.400 m ou mais. Esc. < 1:80.000
III	Dados de altitudes médias tomadas entre 3.100 a 12.400m Escalas entre 1:20.000 a 1:80.000
IV	Dados de baixa altitude tomados a menos de 3.1000m - escala > 1:20.000

Tal sistema (Tabela 2) apresenta uma estrutura de classificação numa base uniforme quanto à categorização nos primeiros e segundo níveis mais generalizados, e aberta nos terceiro e quarto níveis, de forma a propiciar o desenvolvimento de classificações mais detalhadas para necessidades particularizadas, sem contudo perder a compatibilização com o sistema como um todo.

Tendo por base a planta altimétrica na escala de 1:25.000 da cidade de Cuiabá e fotografias aéreas convencionais na escala de 1:25.000 procedeu-se, através de fotointerpretação, à confecção da carta de uso e revestimento do solo.

Levando-se em consideração o material básico utilizado e os níveis de detalhamento que se pode alcançar no sistema de classificação definiu-se o nível de classificação a ser empregado. Para o presente estudo optou-se por considerar o nível III para a obtenção dos dados e o nível II para a apresentação final dos resultados. A Tabela 3 apresenta o sistema de uso da terra e revestimento do solo através da análise de fotografias aéreas para a região urbana e suburbana da Grande Cuiabá.

Determinado o nível de classificação procedeu-se à análise dos elementos componentes do uso do solo nas fotografias aéreas, apoiando-se em informações de campo e nas características dos vários elementos de acordo com os critérios de identificação adotados. Neste sentido, a análise do revestimento do solo emprestou grande auxílio na identificação das categorias de uso.

É necessário se ressaltar que, pelo fato da in

TABELA 2 - SISTEMA DE CLASSIFICAÇÃO DO USO DA TERRA E DO
 REVESTIMENTO DO SOLO PARA UTILIZAÇÃO COM
 DADOS DE SENSORES REMOTOS
 ANDERSON - (1976)

NÍVEL I

NÍVEL II

1. Terra Urbana Construída	11- Residencial 12- Comercial e Serviços 13- Industrial 14- Transporte, Comunicação e Utilidades 15- Complexos industriais e comerciais 16- Terra Urbana ou Construída Mista 17- Terra Urbana Diversas ou Construída
2. Terra Agrícola	21- Terra de Cultivo e Pastagem 22- Pomares, Bosques, Vinhedos, Viveiros Áreas de Horticultura Ornamental 23- Atividades de Criação Confinada 24- Outros tipos de Terra Agrícola
3. Pastagens	31- Pastagens Herbácea 32- Pastagem com Arbusto e Cerrado 33- Pastagem Mista
4. Terra Florestal	41- Terra de Floresta Decídua 42- Terra de Floresta Sempre Verde 43- Terra de Floresta Mista
5. Água	51- Cursos d'água e Canais 52- Lagos 53- Reservatórios 54. Baías e Estuários
6. Terra Úmida	61- Terra úmida Florestada 62- Terra úmida não Florestada
7. Terra Árida	71- Planícies Salgadas Secas 72- Praias 73- Outras áreas de Areias que não Praias 74- Rocha Nua Exposta 75- Minas a céu aberto, Pedreiras e Minas de Cascalho. 76- Áreas de transição 77- Terra Árida Mista
8. Tundra	81- Tundra de Arbustos e Macega 82- Tundra Herbácea 83- Tundra de Solo Nu 84- Tundra Úmida 85- Tundra Mista
9. Neve ou Gelo Perene	91- Campos de Neve Perene 92- Geleiras

NÍVEL I	NÍVEL II	NÍVEL III	
1. Terra Urbana ou Construída	1.1. Residencial	1.1.1. Unidades unifamiliares 1.1.2. unidades multifamiliares 1.1.3. unidades multifamiliares com atividades comerciais e serviços 1.1.4. condomínios fechados 1.1.5. núcleos habitacionais	
	1.2. Comercial e Serviços	1.2.1. comércio 1.2.2. edifícios públicos 1.2.3. saúde (hospitais, pronto-socorro e postos de saúde) 1.2.4. escolas 1.2.5. igrejas e instituições religiosas 1.2.6. bases militares 1.2.7. instalações correcionais 1.2.8. clubes 1.2.9. estádios e ginásios esportivos	
	1.3. Industrial	1.3.1. fábricas 1.3.2. alimentos e bebidas 1.3.3. frigoríficas 1.3.4. serrarias 1.3.5. olarias 1.3.6. indústrias extrativas	
	1.4. Transportes, Comunicações e utilidades	1.4.1. auto-estradas 1.4.2. estradas secundárias 1.4.3. vias expressas 1.4.4. terminal Rodoviário 1.4.5. aeroporto 1.4.6. comunicações 1.4.7. utilidades	
	1.5. Complexos industriais e comerciais	1.5.1. indústria 1.5.2. comércio 1.5.3. armazéns e silos	
	1.6. Terra urbana, mista ou construída	1.6.1. terra urbana, mista ou construída	
	1.7. Terra urbana, diversos ou construída	1.7.1. parques 1.7.2. praças e jardins 1.7.3. cemitérios 1.7.4. despejos e refúgios 1.7.5. represas 1.7.6. urbana não constituída	
2. Terra Agrícola	2.1. Terra de cultivo e pastagem	2.1.1. terra de plantio 2.1.2. pastagem cultivada	
	2.2. Pomares, bosques, viveiros e áreas de horticultura ornamental	2.2.1. pomares 2.2.2. bosques 2.2.3. viveiros e floricultura	
	2.3. Atividades de criação confinada	2.3.1. avícola 2.3.2. gado 2.3.3. suínos	
	2.4. outros tipos de terra agrícola	2.4.1. fazendas, sítios e chácaras 2.4.2. currais 2.4.3. henas	
3. Pastagem	3.1. Pastagem natural herbácea	3.1.1. campo limpo 3.1.2. campo sujo	
	3.2. Pastagem natural de arbustos e cerrado	3.2.1. campo serrado 3.2.2. cerrado	
	3.3. Pastagem mista	3.3.1. pastagem mista	
4. Terra Florestal	4.2. Terra de florestas sempre-verdes	4.2.1. matas e capoeiras 4.2.2. matas galerias 4.2.3. reflorestamento	
5. Água	5.1. Cursos d'água e canais	5.1.1. rios 5.1.2. riachos 5.1.3. canais	
	5.2. Lagos	5.2.1. lagos 5.2.2. meandros abandonados	
	5.3. Reservatórios	5.3.1. reservatórios 5.3.2. açudes 5.3.3. lagos de decantação (esgotos)	
6. Terra Úmida	6.1. Terra úmida florestada	6.1.1. várzea inundada com vegetação arbórea 6.1.2. pântanos, brejos	
	6.2. Terra úmida não florestada	6.2.1. várzea inundada (campina de várzea) 6.2.2. pântanos e brejos	
7. Terra Árida	7.3. outras áreas de areias que não praias	7.3.1. bancos de areia 7.3.2. depósitos de areias aluvionares	
	7.4. Rochas nuas	7.4.1. leito rochoso exposto 7.4.2. escarpas 7.4.3. taludes 7.4.4. afloramento de rochas	
	7.5. Minas a céu aberto, pedreiras e minas de cascalhos	7.5.1. areia 7.5.2. cascalho 7.5.3. areia e cascalho 7.5.4. argila	
	7.6. Áreas de transição	7.6.1. uso indefinido	

terpretação visual se revestir de um caráter bastante subjetivo, procurou-se adotar um método sistemático de fotointerpretação através da análise de "fatores de reconhecimento" que melhor definissem o objeto ou o elemento analisado na foto-imagem. Os "fatores de reconhecimento" considerados foram a tonalidade, textura, padrão e forma.

4.1.4.3. Carta Fotointerpretativa Geológico-Geotécnica

A fotointerpretação pode ser usada com bastante proveito nos trabalhos de cartografia geotécnica como a fonte principal ou auxiliar das informações das condições geotécnicas do terreno. A extensão ou alcance da aplicação do método fotointerpretativo varia consideravelmente, dependendo das características geológicas e geomorfológicas da região; do clima e densidade de vegetação; do estágio do ciclo erosivo e das técnicas de obtenção das imagens de sensoriamento remoto.

As técnicas de sensoriamento remoto usadas em mapeamento geológicos são fotografias aéreas, sensores multiespectrais MSS, imagens de radar, termografia e fotografias terrestres. Cada uma destas técnicas apresenta certas limitações relacionadas com o tipo de informações proporcionadas condicionando, desta forma, o tipo de investigação para o qual ela pode ser aplicada.

Estas limitações relacionam-se com um ou mais dos seguintes fatores:

- Cada uma das técnicas é baseada no uso de uma específica classe de comprimentos de onda do espectro

eletromagnético. Cada uma destas classes de comprimentos de onda fornece exclusivamente informações sobre uma propriedade específica da superfície da terra, tais como refletância, cor, temperatura e rugosidade.

- Devido às diferenças nas técnicas de coleta de dados, os vários sensores remotos produzem imagens de diferentes escalas, resoluções e qualidade geométrica.-

- O custo final do conjunto de imagens de sensoriamento remoto depende do custo do imageamento (determinado pelo tipo e extensão da área e a escala das imagens) e do custo do processamento das imagens (incluindo a retificação geométrica se necessária).

Devido ao fato de que os detalhes morfológicos fornecem as informações mais importantes das características de engenharia dos materiais geológicos os melhores resultados são esperados do conjunto de imagens que podem ser observadas estereoscopicamente numa escala relativamente grande, com uma boa resolução e qualidade geométrica.

A Tabela 4 fornece um sumário das diferentes técnicas de sensoriamento remoto; e a Tabela 5, mostra a aplicabilidade das várias técnicas de sensoriamento remoto na cartografia geotécnica.

Através do exame destas tabelas percebe-se que as fotografias aéreas, situadas nas escalas de 1:5.000 a 1:60.000, constituem-se na técnica de sensoriamento remoto que apresenta a melhor resolução e aplicabilidade nos trabalhos de cartografia geotécnica.

Com efeito, nas áreas onde as condições geológicas são refletidas nas expressões topográficas dos tipos de rochas e estruturas, pode ser possível se reconhecer as

TABELA 4. RESENHA DOS VÁRIOS ASPECTOS DAS IMAGENS DE SENSORIAMENTO REMOTO.
 BASEADO NA "REPORT OF THE IAEG COMMISSION ON SITE INVESTIGATIONS"
 BUL. IAEG nº 24 (1981)

ASPECTOS DAS IMAGENS	IMAGENS		MSS		RADAR	TERMOGRAFIA
	SATELITE	AÉREA	TERRESTRE	SATELITE		
escala	1:125.000 a	1:5.000 a	1:1 a	1:100.000 a	1:100.000 a	1:5.000 a
	1:1.000.000	1:60000	1:500	1:1.000.000	1:250.000	1:50.000
resolução	0	++	++	-	-	-
Geometria	++	++	+	++	0	-
Relevo	sem estereoscopia.	++	++	sem estereoscopia. *	0	sem estereoscopia.
Informação Espectral.	0/+	+	+	++	-	-/0

Chave: - pobre
 0 regular
 + bom
 ++ muito bom

* Efeito de aparente estereoscopia pode ser obtido usando com binóculos de imagens de diferentes bandas; medidas de alturas não podem ser feitas desta forma.

TABELA 5. APLICABILIDADE DAS TÉCNICAS DE SENSORIAMENTO REMOTO NAS INVESTIGAÇÕES DE CAMPO
 Baseado no "REPORT OF THE IAEG COMMISSION ON SITE INVESTIGATIONS"
 BUL. IAEG nº 24 (1981)

ESCALAS DE MAPAS	IMAGENS			MSS		RADAR	TERMOGRAFIA
	SATÉLITE	AÉREAS	TERRESTRE	SATÉLITE	AÉREA		
1:10.000 a	-/0	++	-	0/+	-	0	-
1:50.000							
1:1.000 a	-	++	0	-	-	-	-
1:10.000							
1:1.000 a	-	0/+	+	-	-	-	-
1:5.000							
1:50 a	-	-	++	-	-	-	-
1:1000							

chave: - inadequada
 0 de uso limitado
 + usada
 ++ muito usada

feições geológicas muito claramente através das evidências diretas e indiretas apresentadas pela fotoimagem.

A avaliação com sucesso de uma interpretação fotogeológica requer uma especial atenção para os seguintes elementos interrelacionados: afloramentos, feições de relevo, drenagem, vegetação e plantação. Nas fotografias aéreas as imagens destes elementos são expressas em termos de tonalidade, de textura, padrão, declividade e forma. A utilização de uma "carta fotointerpretativa", abrangendo os vários "elementos de reconhecimento", facilita sobremaneira a interpretação sistemática destes elementos além de se ter uma pronta organização dos dados obtidos pela fotointerpretação. Uma vantagem adicional, porém não menos importante destas cartas, é a possibilidade de se melhorar a comunicação entre fotointérpretes, até mesmo de várias especialidades, favorecendo ainda mais a tarefa de estabelecimento de uma metodologia sistemática na fotointerpretação. O quadro 6 apresenta os critérios fotointerpretativos utilizados no presente trabalho.

Nas fotografias aéreas somente são visíveis as formas geomorfológicas e não as características de engenharia dos materiais das diferentes unidades. Todavia, indicações das propriedades mecânicas podem ser obtidas a partir de informações indiretas da análise das componetes do meio geológico, através da utilização sistemática dos "elementos de reconhecimento", facilitando a delimitação de zonas homogêneas em relação aos fatores considerados.

Neste sentido, tendo por mapa base a planta planialtimétrica de Cuiabá e apoiando-se em observações de

QUADRO 6 - CRITÉRIOS DE FOTOINTERPRETAÇÃO GEOTÉCNICA - Baseados em MEKEL (1970)

CARACTERÍSTICAS FOTOGRÁFICAS	CARACTERÍSTICAS FOTOGRÁFICAS		EXPRESSIONAMENTO FOTOGRÁFICO		MORFOLOGIA		VEGETAÇÃO		MORFOLOGIA						
	VEGETAÇÃO	PLANTAS	ROCHA	TEXTURA	PAISAGEM	SEÇÃO DO VALE	RESISTÊNCIA	ADHESÃO	ATITUDE	DECONTINUIDADE	CONTATO	MATERIAIS SUPERFICIAIS	VEGETAÇÃO	PLANTAS	LITOLÓGICAS E ESTRUTURAS
1. Tomalidade															
1.1. preto															
1.2. cinza escuro															
1.3. cinza médio															
1.4. cinza claro															
1.5. cinza muito claro															
1.6. Branco															
FATORES DE RECONHECIMENTO															
2.1. grossa-fina															
2.2. lisa-áspera															
2.3. uniforme-desigual															
2.4. coagregada															
2.5. mosqueada															
2.6. granular															
2.7. linear															
2.8. unida															
2.9. aveludada															
3. Drenagem															
3.1. Externa-interna															
3.1.1. linhas persistentes															
3.1.2. drenagem interrompidas (Karst)															
3.1.3. sem drenagem superficial															
3.2. Pedrao															
3.2.1. decórfico															
3.2.2. paralelo															
3.2.3. Treliça															
3.2.4. Radial															
3.2.5. Anular															
3.2.6. meandrante															
3.2.7. anastomático															
3.2.8. trançado															
3.2.9. anômalo															
3.2.10 palimpsesto															
3.3. Densidade															
3.3.1. muito baixa															
3.3.2. baixa															
3.3.3. média															
3.3.4. alta															
3.3.5. muito alta															
3.4. seção do vale ou da vertente,															
3.4.1. pouco profunda em forma de U															
3.4.2. profundo em forma de V suave,															
3.4.2. profundo em forma de V abrupto.															
4. Propriedades de Rocha															
4.1. resistência															
4.1.1. muito baixa															
4.1.2. baixa															
4.1.3. moderada															
4.1.4. alta															
4.1.5. muito alta															
4.2. acabamento															
4.2.1. nenhum															
4.2.2. muito maciço															
4.2.3. maciço															
4.2.4. bem acamada															
4.2.5. muito bem acamada															
4.3. Atitude															
4.3.1. horizontal															
4.3.2. suave 5°-29°															
4.3.3. moderada 30°-59°															
4.3.4. inclinada 60°-85°															
4.3.5. vertical															
4.4. Descontinuidades															
4.4.1. nenhuma															
4.4.2. uma direção persistente															
4.4.3. uma direção não persistente															
4.5. Contato															
4.5.1. bem definido persistente															
4.5.2. indefinido não persistente															

NOTA: - A resistência e atitude, combinadas com o clima determinam as configurações de relevo, que podem ser descritas como: regiões planas, onduladas, montanhosas e escarpadas ou planícies, planaltos, fuestas, cristas simétricas e escarpas.

5. Cobertura
5.1. material superficial
5.1.1. nenhum
5.1.2. muito delgado
5.1.3. delgado
5.1.4. moderado
5.1.5. espesso
5.2. vegetação
5.2.1. nenhuma
5.2.2. esparsa
5.2.3. moderada
5.2.4. densa
5.2.5. muito densa
5.3. plantação
5.3.1. nenhuma
5.3.2. rara
5.3.3. comum
5.3.4. frequente
5.3.5. intensa
densidade baixa
densidade média
densidade alta

6. Conclusões
Provavelmente
6.1. Litologie
6.1.1. Sedimentos
a.) elásticos-finos
b.) elásticos-grossos
c.) carbonatos
6.1.2. Intrusivos
a.) batólitos
b.) jacólitos
c.) sills
d.) diques
6.1.3. Extrusivos
a.) corridos de lavas
b.) depósitos tufaceos
5.1.4. Metamórficas
a.) foliadas
b.) não foliadas
6.2. Estrutura
5.2.1. suavemente dobrada ou falhada
5.2.2. moderadamente dobrada ou falhada
5.2.3. intensamente dobrada ou falhada.

campo, procedeu-se à confecção da carta geológico-geotécnica, procurando-se enfatizar as possibilidades e métodos de interpretação, anotação e mapeamento de geologia de engenharia em fotografias aéreas. Sob este enfoque torna-se importante uma legenda planejada para a fotointerpretação dos aspectos geotécnicos. Assim sendo, no presente trabalho foram consideradas as recomendações apresentadas pelo Grupo de Trabalho para a Cartografia Geotécnica para os símbolos de rochas e solos; hidrológicos; feições geomorfológicas e geodinâmicas, bem como para a descrição e classificação das unidades-homogêneas de solos e rochas, (IAEG; nº 24, 227, 274, 1981).

Para a confecção da carta foram analisadas fotointerpretativamente as componentes do meio geológico, sendo representadas informações topográficas; geológicas; geomorfológicas e geodinâmicas, além da qualidade geotécnica de solos e rochas.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Carta de Declividade (Anexo I)

Pela análise da carta observa-se que a classe de declividade menor que 5% é a preponderante na área, distribuindo-se principalmente na planície em que afloram os sedimentos da Formação Pantanal a Sul e Sudeste da área e ao longo das planícies aluviais do rio Cuiabá e de seus principais afluentes.

A classe de declividade maior que 15%, que apresenta limitações para o uso urbano, está restrita às cabeceiras das drenagens e ao longo dos cursos d'água mais encaixados, além de algumas poucas elevações mais proeminentes.

Assim sendo, de uma forma geral, a declividade não se apresenta como um fator limitante ao uso urbano do solo na região considerada. Todavia, deve-se levar em consideração que as declividades menores que 1% apresentam limitações de uso, devido ao fato das dificuldades apresentadas para as instalações de equipamentos de escoamento de esgotos e de águas pluviais, além de serem passíveis às inundações.

É interessante se frisar que, para uma melhor utilização dos dados apresentados nesta carta, o fator de-

clividade deve ser analisado conjuntamente com os dados apresentados pelas cartas temáticas de uso do solo e geológico-geotécnica.

5.2. Carta de Uso e Revestimento do Solo (Anexo II)

Elaborada com intuito de fornecer informações gerais sobre a ocupação do solo na área considerada, na época do aerolevanteamento, maio de 1983. Apesar da Análise das fotografias aéreas na escala 1:25.000, propiciar a obtenção de informações no nível de classificação III do Sistema de classificação proposto por ANDERSON et alii (1976), os dados foram apresentados no Nível de Classificação II, devido às limitações para a apresentação cartográfica no nível III.

Assim sendo, a ocupação do solo dá-se da seguinte forma:

5.2.1. Terra Urbana ou Construída

Nesta categoria estão representadas as áreas residenciais, comerciais e de serviços; industriais; o sistema de transporte, comunicações e utilidades e os complexos industriais e comerciais, representado pelos distritos industriais.

As áreas que apresentam uma utilização agrícola do solo, ou como áreas de lazer, intercaladas com a utilização residencial, comercial ou industrial do solo, localizadas ao longo das rodovias de acesso ao centro urbano, ou nas áreas sub-urbanas, foram englobadas nesta categoria como terra urbana, mista ou construída.

Os parques; praças e jardins; cemitérios; áreas de despejo e refugos; as represas; os terrenos não construídos e os loteamentos implantados foram, também, considerados pertencentes a esta categoria como terra urbana, diversos ou construída.

5.2.2. Terra Agrícola

Fazem parte desta categoria as terras de cultivo e pastagens cultivadas; os pomares; bosques e áreas de horticulturas e as áreas de atividades de criação confinada.

As fazendas, sítios e as chácaras de lazer mais afastadas do centro urbano, foram englobadas nesta categoria como outros tipos de terra agrícolas. Devido a baixa fertilidade natural dos solos da região, as terras de plantio são raras e encontram-se, principalmente, nas planícies de inundações dos principais rios.

5.2.3. Pastagem

Dada a utilização dos campos naturais, campos cerrados e cerrados como pasto, inclui-se nesta categoria as áreas de vegetação de cerrado.

As áreas em que ocorrem parcelas de pastagem cultivada, intercaladas nas pastagens naturais, são incluídas nesta categoria como pastagem mista.

5.2.4. Terra Florestal

Nesta categoria estão representadas as matas e capoeiras, as matas-galerias e as parcelas de reflorestamento.

5.2.5. Água

Corresponde aos cursos d'água e canais; lagoas; meandros abandonados; reservatórios e lagoas de decantação de esgotos.

5.2.6. Terra úmida

Fazem parte desta categoria as áreas de várzea inundada, pântanos e brejos com vegetação arbórea e as campinas de várzea, pântanos e brejos.

5.2.7. Terra árida

Os bancos de areia aluvionares, são incluídos nesta categoria como outras áreas de areias que não praias. Os afloramentos rochosos e os leitos rochosos expostos foram relacionados como rocha nua.

As atividades de mineração, incluídas nesta categoria, por serem localizadas e de pequena extensão em área, apresentam dificuldades de identificação na fotoimagem, por esse motivo, foram cadastradas, principalmente, através de informações de campo.

Também, fazem parte desta categoria, as áreas desmatadas que apresentam um uso indefinido do solo, sendo relacionadas como áreas de transição.

Pelo exame desta carta, observa-se a tendência de ocupação urbana do solo, em Cuiabá, na direção Nordeste, região do Centro Político Administrativo e na direção Sudeste,

distrito de Coxipó da Ponte, ao longo da rodovia federal BR 364. Em Várzea Grande a tendência do vetor ocupacional é na direção sul e sudeste, também ao longo da Rodovia Federal BR 163-364.

Do ponto de vista geotécnico, percebe-se que as áreas de desmatamento e de solos expostos, bem como as áreas de implantação de loteamentos e aquelas próximas às áreas de utilização urbana, são as que apresentam maiores evidências de processos erosivos e de sedimentação, o que confirma estarem estes processos diretamente relacionados à ação antrópica.

O Quadro 7 sumariza os critérios de identificação utilizados na análise das fotografias aéreas urbanas e suburbanas das cidades de Cuiabá e Várzea Grande - MT.

5.3. Carta Fotointerpretativa geológico-geotécnica (Anexo III)

Como as informações de natureza geotécnica são obtidas, nas fotografias aéreas, de forma indireta, através da análise das componentes geológicas, em especial as feições do relevo; para a elaboração desta carta procurou-se, através de estudo sistemático dos elementos visuais, a identificação e interpretação das formas de relevo.

A definição dos padrões de relevo baseou-se na identificação e análise das principais feições morfológicas: formas topográficas, representadas pelas amplitudes altimétricas e declividades das encostas; e as linhas de drenagem

QUADRO 7 CATEGORIAS DE USO DA TERRA E CRITÉRIOS DE IDENTIFICAÇÃO UTILIZADOS NA ANÁLISE DAS FOTOGRAFIAS ÁREAS CONVENCIONAIS.

Esc.1:25.000 nas Áreas Urbanas e Suburbanas das cidades de Cuiabá e Várzea Grande - M.T.

CATEGORIAS DE USO DA TERRA	ELEMENTOS CONSIDERADOS	CARACTERÍSTICAS			FORMA	NÍVEL DE IDENTIFICAÇÃO
		TONALIDADE	TEXTURA	PADRÃO		
1. TERRA URBANA OU CONSTRUÍDA	Edificações; quintais; arruamentos; vias-expressas; auto-estradas; parques; jardins; cemitérios; despejos e refújos; ruínas e terrenos não construídos.	Varia de branco e cinza claro para as edificações e arruamentos e terrenos a descoberto. Cinza médio a escuro para os jardins, vegetação natural, pomares, estradas e sombras projetadas pelas construções.	Predominantemente grossieira. Lisa para as vias expressas e auto-estradas.	ordenado	arruamento em tabuleiro de xadrez. Edificações apresentam formas geométricas bem definidas. Loteamentos apresentam parcelas de tamanhos variáveis.	É distinguível o arruamento urbano, os centros residenciais e comerciais, as indústrias, pomares e jardins.
2. TERRA AGRÍCOLA	Terra de cultivo; pastagem; cultivo; pomares; bosques; alfede e ciáceras.	Varia de cinza claro e cinza médio para as áreas de cultivo. Cinza escuro para os bosques e pomares. Cinza claro e cinza médio para pastagens.	Fina e grossieira para as áreas de cultura; grossieira e granular para os pomares e bosques e fina para as pastagens.	Ordenado para os pomares. Contínuo para os cultivos, meça para os bosques e ao acaso para as pastagens	parcelas regulares e geométricas. Parcelas irregulares para as pastagens.	Percebe-se os limites das parcelas de cultivo e altura dos árvores dos pomares e bosques as estradas vicinais, com rios e trilhas.
3. PASTAGEM	Pastagens naturais (campos e cerrados)	Nos campos varia de cinza claro e cinza-médio nos cerrados varia de cinza claro e cinza escuro em decorrência do agrupamento das árvores.	Fina nos campos limpos. Fina e grossieira nos cerrados.	ao acaso	parcelas irregulares	Observa-se a distinção entre os diferentes tipos de vegetação.
4. TERRA FLORESTAL	Capoeiras; mata-galerias e reflorestamento	Varia de cinza escuro e cinza muito escuro.	grossieira	meço nas capoeiras; linear nas mata-galerias; ordenado no reflorestamento.	Parcelas geométricas regulares no caso de reflorestamento. As capoeiras e matas galerias apresentam pouca organização.	É perceptível a altura das árvores e a diferença das copas. É possível a diferenciação entre as poeiras e reflorestamento.
5. ÁGUA	Curros d'água; lagoas e reservatórios.	cinza claro e cinza escuro	lisa	A drenagem apresenta padrão dendrítico. Os maiores tributários do rio Cuiabá apresentam padrão meandrante próximo as suas confluências. As lagoas e reservatórios apresentam padrão contínuo.	A drenagem não apresenta uma forma caracterizada. Os reservatórios apresentam formas definidas. Lagoas formas decaídas apresentam formas geométricas.	Identifica-se os diferentes níveis de drenagem. Pode-se diferenciar as lagoas naturais dos reservatórios.
6. TERRA ÚMIDA	Várzea inundadas; pântanos e brejos.	Cinza médio a cinza escuro	Fina e mosqueada	Desordenado	irregular	Pode-se perceber a altura da vegetação e as áreas de cultivo que apresentam este tipo de solo.
7. TERRA ÁRIDA	Banco de areia; afloramentos rochosos; jazidas e áreas de uso indefinido.	Branca e cinza claro para as áreas de uso indefinido. Cinza muito claro e cinza médio para os bancos de areia.	Fina e grossieira	desordenado	Irregular	Pode-se perceber os processos erosivos nas áreas despidas de vegetação.

através de seu padrão, densidade e forma dos vales. Assim sendo, o padrão de relevo representa a predominância de determinadas faixas de amplitudes e declividades e ainda, a densidade e as características das linhas de drenagem. O que não impede que, num dado padrão de relevo, possam ocorrer trechos característicos de outro padrão.

A não observância das particularidades das feições morfológicas da região, quando da elaboração de projetos de ocupação podem induzir a ocorrência de graves problemas geotécnicos. Por outro lado, as feições geomorfológicas acabam por ditar o volume e a complexidade das obras de infra-estrutura.

As amplitudes altimétricas influem diretamente no dimensionamento do sistema de drenagem, bem como no volume de terraplanagem. Os locais de relevos mais pronunciados apresentam encostas mais extensas, implicando em maior volume e velocidade de escoamento das águas pluviais e, conseqüentemente, dificultam a implantação de obras de maior porte. Relevos de amplitude elevadas condicionam a execução de cortes e aterros de maiores dimensões quanto à terraplanagem para a implantação do sistema viário e das edificações.

Para a elaboração de projetos de parcelamento, a declividade das encostas é a feição morfológica preponderante.

De fato, loteamentos implantados em áreas de declives acentuados apresentam, frequentemente, cortes e aterros de grande porte implicando em sérias dificuldades de implantação das edificações e do sistema viário, além de graves problemas de erosão e de estabilidade de taludes. Por

tanto, o parcelamento destas áreas requer diretrizes mais rigidas quanto à disposição e largura do arruamento, dimensão dos lotes e obras de infra-estrutura em geral.

Quanto às linhas de drenagem, pode-se observar que a concentração das águas pluviais torna problemática sua transposição pelo sistema viário. Pela sua própria conformação geométrica, nesses locais é necessária a execução de aterros geralmente de grandes dimensões e sem confinamento lateral. A concentração das águas pluviais pode acarretar o surgimento de problemas geotécnicos, tanto em relação à estabilidade de taludes, quanto a processos erosivos e sedimentação.

A partir da análise sistemática dos "elementos de reconhecimento", e apoiando-se em dados de campo, foram identificados os tipos de rochas que ocorrem na região. Como as rochas são um fator determinante do comportamento geotécnico dos terrenos, os padrões do relevo foram então sudvidividos em função dos tipos de rocha, uma vez que as mesmas respondem de forma diferenciada à intervenção. Assim, a partir da integração dos dados de relevo e dos tipos de rocha foram definidas as unidades cartográficas geotécnicas que constituem áreas que apresentam comportamentos semelhantes, em termos da dinâmica do meio físico, frente às diversas solicitações impostas pela ocupação humana.

Desta forma, foram definidas na área, três unidades cartográficas geotécnicas: Complexo Metamórfico (p é c); Complexo Sedimentar (Qp) e Complexo Aluvionar (Qa). O quadro 8 apresenta os resultados da fotointerpretação geotécnica obtidos através da análise integrada das fotografias aéreas.

5.3.1. Complexo Litológico Metamórfico (p e c)

A sua litologia é representada por rochas metamórficas de baixo grau do Grupo Cuiabá, sendo que na área a litologia predominante é o filito, que se encontra intercalado com metarenitos, metarcósios e quartzitos.

A direção predominante das estruturas é NE-SW, sendo que o mergulho e/ou caimento se dá para NW. O lineamento estrutural é marcante e facilmente identificado na fotomagem. O pacote como um todo, encontra-se bastante fraturado e é cortado por veios de quartzo, de diversas espessuras e sem comportamento estrutural definido. As fraturas geralmente são de pequena extensão e não apresentam abertura, não sendo comum encontrá-las preenchidas por materiais secundários, a não ser algumas preenchidas por quartzo, constituindo os veios.

Os filitos apresentam uma grande alterabilidade sendo portanto, facilmente imtemperizáveis; e num período curto de tempo podem apresentar grandes variações no seu comportamento geotécnico, alterando-se todas as suas condições físicas, desde a abertura das fraturas até a resistência da rocha que, mesmo quando se apresenta variações condicionadas pela sua estrutura. Quanto à escavação, estas rochas apresentam uma resistência moderada, sendo que as dificuldades podem ser maiores em virtude dos veios de quartzo existentes. Cuidados especiais devem ser tomados com os cortes superiores a cinco metros em filitos, para se evitar possíveis escorregamentos, condicionados pela posição dos planos de xistosidade e/ou acamamento, fraturas e rápido intemperismo. Iguais características e recomendações são também apresenta

das por ZUQUETTE & GANDOLFI (1984).

O material de cobertura é representado pelos Solos Concrecionários que apresentam uma crosta laterítica e uma grande quantidade de seixos de quartzo de diversos tamanhos, provenientes dos veios que cortam as rochas subjacentes. São solos impróprios para a utilização agrícola e apresentam características geotécnicas muito variáveis, acarretando problemas no que diz respeito às fundações, exigindo-se estudos mais detalhados quando da sua utilização como suporte e material de empréstimo.

Nesta unidade foram definidos dois compartimentos de relevo:

5.3.1.1. Padrão de Relevo 1

Localizado na porção Norte-Noroeste da área, é caracterizado pela ocorrência de pequenos morrotes arredondados e colinas que se sobressaem na topografia, sob a forma de cristas mais ou menos contínuas e orientadas no sentido NE - SW, obedecendo a direção estrutural preferencial das rochas do Grupo Cuiabá. Tais feições morfológicas são devidas à predominância de intercalações, nos filitos, de rochas mais resistentes aos processos erosivos, representadas por metarcósios e quartzitos.

As amplitudes altimétricas destas elevações são da ordem de 30 a 60m, atingindo 100m no morro da Conceição, onde está localizada a estação de rastreamento de satélites do INPE. Nas proximidades do rio Cuiabá as amplitudes são inferiores, variando de 10 a 20m. As declividades apre-

sentadas geralmente atingem até 10% e, subordinadamente situam-se entre 10 e 15%, estando as declividades maiores que 15% restritas às elevações mais proeminentes; ao terço superior das encostas e nas cabeceiras de drenagem. Os vales são pouco profundos e estreitos, com planícies aluviais restritas. As encostas apresentam vários sulcos e cabeceiras de drenagem, que se apresenta com padrão dendrítico e uma alta densidade.

Os problemas geotécnicos esperados dizem respeito aos fenômenos de erosão e estabilidade em taludes de corte e aterros. Quanto a aptidão física para a expansão urbanda, os trechos de declividade maiores que 15% e as encostas com linhas e cabeceiras de drenagem, são áreas que apresentam restrições, não sendo aconselhável a sua utilização. As áreas favoráveis localizam-se nos topos e alguns setores das encostas, limitadas pelas classes de declividade. Assim, para o parcelamento do solo, as áreas exigem projetos de parcelamento diferenciado, em função da topografia do terreno, quanto à largura das ruas, tamanho e disposição dos lotes, sendo importante que as obras de drenagem e tratamento superficial, incluindo o tratamento do leito viário, sejam implantadas antes da comercialização e ocupação dos lotes.

5.3.1.2. Padrão de Relevo 2

Relevo de planície com pequenos morrotes e colinas arredondadas na porção nordeste da área, as intercalações de metarenitos no filito, condicionam a ocorrência de pequenos morrotes alongados na direção Nordeste e Sudoeste.

As amplitudes altimétricas são da ordem de 20 e 50m, podendo atingir 70m. As declividades atingem valores de até 10% e subordinadamente, situa-se entre 10% e 15% sendo que nas cabeceiras das drenagens, ao longo dos cursos d'água e nas elevações mais proeminentes apresentam-se declividades superiores a 15%.

As encostas encontram-se moderadamente sulcadas por linhas e o padrão de drenagem é dendrítico com alta densidade, embora inferior à apresentada, pelo padrão de relevo 1. Os vales são pouco profundos e estreitos, com planícies aluviais restritas com excessão dos vales dos rios de maior porte, com planícies aluviais menos restritas.

No que diz respeito à aptidão para expansão urbana estas áreas são mais favoráveis, excetuando-se as cabeceiras de drenagem e os topos das elevações mais proeminentes. A erosão se limita às áreas em que o solo é exposto.

5.3.2. Complexo Sedimentar (Q p)

A sua litologia é representada pelos sedimentos da formação Pantanal, sendo englobados os sedimentos aluvionares recentes, principalmente arenosos a conglomeráticos, depositados nas calhas dos rios; pelos depósitos aluvionares inconsolidados, sub-recentes e recentes, constituídos por argila, silte e areia fina e pelos sedimentos areno-argilosos, parcialmente laterizados, depositados nos terraços aluviais sub-recentes semi-consolidados.

Tais sedimentos apresentam um acamamento horizontal assentando-se sobre as rochas do Complexo Metamórfico, em discordâncias angular e erosiva.

Apesar do fato das sub-unidades da Formação Pantanal propostas por FIGUEIREDO et alii (1974), serem perfeitamente distinguidas pela fotointerpretação, elas não foram individualizadas devido às limitações impostas pela unidade geotécnica de mapeamento.

A cobertura superficial desta unidade é representada pelos Solos Hidromórficos, principalmente a Laterita Hidromórfica, apresentando condições de drenagem imperfeita, com o lençol freático próximo ou muito próximo à superfície na época das chuvas e, nas áreas de várzea, os Gleis Pouco Húmicos.

O padrão de relevo apresentado é o de planície aluvial com terrenos baixos e planos e terraços aluviais. As amplitudes altimétricas variam de 10 a 30m atingindo, nas partes mais altas 50m, as declividades geralmente são inferiores a 5%, subordinadamente entre 5% e 10%. As declividades de 10% a 15% e superiores a 15% estão restritas às cabeceiras de drenagem.

Os problemas geotécnicos esperados dizem respeito às áreas em permanente estado de saturação, com ocorrência de terrenos alagadiços devido à presença do nível freático próximo à superfície, dificultando a drenagem e o escoamento das águas. Fenômenos de erosão e áreas de deposição de detritos provenientes das encostas, promovem assoreamento dos cursos d'água, reservatórios e várzeas, poluindo as águas e aumentando os riscos de inundação.

Quanto à aptidão física para a expansão urbana são áreas de condições topográficas favoráveis, sendo entretanto frequente a necessidade de obras dispendiosas no tocante ao saneamento, drenagem, escavação e fundações. São, por

tanto, áreas potencialmente problemáticas para o parcelamento do solo, sendo a sua destinação mais adequada para atividades agrícolas, de lazer ou, se viável economicamente, de mineração, desde que compatibilizadas com a ocupação do entorno.

As partes mais elevadas, sem ocorrência de terrenos alagadiços, são favoráveis à ocupação urbana, não apresentando restrições, salvo cuidados especiais com os processos erosivos.

Para o parcelamento do solo, recomenda-se: a realização de estudos geológicos geotécnicos para cada projeto de parcelamento, caracterizando os locais em que ocorrem solos de baixa capacidade de suporte (tipo de solo, espessura das camadas, profundidade do nível d'água e caracterização de suas propriedades físicas). Para a concepção do projeto e implantação do parcelamento, além de estudos inerentes à gleba, impõe-se a análise de toda a bacia hidrográfica. Desta forma, torna-se importante a análise da possibilidade de modificação das características da bacia de drenagem ao longo do tempo, condicionando problemas de inundações.

- Dimensionar adequadamente as calhas de travessia do sistema de drenagem, compatibilizando o volume de água proveniente das áreas à montante (grandes vazões), as dificuldades de escoamento (baixa declividade do terreno).

- Adequar a solução de coleta e disposição das águas servidas às dificuldades de escoamento e infiltração dos efluentes no solo. Implantar rede de coleta e tratamento de esgotos.

Garantir o escoamento das águas pluviais quando da execução de obras de terraplanagem e adotar idênticas medidas quando da execução das fundações em geral (escavações, aterros, edificações), devido à presença do nível d'água próximo à superfície e a ocorrência de solo de baixa resistência.

5.3.3. Complexo Aluvionar (Q_a)

A sua litologia é representada pelos sedimentos arenosos, argilo-arenosos e conglomeráticos inconsolidados depositados ao longo dos rios. O seu material de cobertura são os solos Glei Pouco Húmicos.

O padrão de relevo apresentado é o de planície aluvial, com terrenos baixos e planos na cota de 150m, com declividades inferiores a 5%. São áreas que apresentam limitações para a expansão urbana com as mesmas características relacionadas aos terrenos alagadiços do Complexo Sedimentar.

5.4. Outras Condicionantes do meio geológico-geotécnico

Os aspectos hidrogeológicos na área são pouco expressivos, devido à natureza do substrato rochoso, composto por rochas metamórficas do Grupo Cuiabá, de permeabilidade muito baixa, condicionando a retenção da água somente nas zonas muito fraturadas, todavia os poços perfurados não possuem vazões satisfatórias, além de, geralmente cortarem níveis carbonáticos produzindo, desta forma, águas de difícil potabilidade.

No que diz respeito aos sedimentos do Comple

xo Sedimentar, apesar do fato de serem permeáveis, a sua pequena espessura impede que possam se constituir em aquíferos, no entanto; as cisternas pouco profundas fornecem águas do lençol freático.

Nesse sentido, especial cuidado deve ser tomado na abertura das mesmas, evitando-se o seu posicionamento próximo a fossas sépticas.

Os processos geodinâmicos presentes na área são representados pelos fenômenos erosivos, principalmente a erosão laminar e o ravinamento, sendo que na carta geológico-geotécnica, foram anotadas várias de suas ocorrências. Condicionado pelos fenômenos erosivos, o assoreamento dos cursos d'água e represas é bastante intenso.

Quanto aos materiais de construção verifica-se que as ocorrências de argilas encontram-se distribuídas aleatoriamente, em forma de lentes descontínuas, com maior incidência ao longo do rio Cuiabá. Os principais problemas desses jazimentos decorrem da sua localização às margens do rio Cuiabá, o que ocasiona a sua submersão na época das cheias obrigando a estocagem do material em locais topograficamente mais elevados, não sujeitos a inundações.

As areias se apresentam em depósitos distribuídos no leito e nas margens dos rios, principalmente no rio Cuiabá. Os primeiros apresentam composição arenosa e os segundos, areno-siltico-argilosa. Quanto aos cascalhos, ocorrem sob a forma de cobertura, capeando as rochas do Complexo Metamórfico, de distribuição bastante irregular, sendo originados pela fragmentação e desagregação dos veios de quartzo, formando depósitos eluvionares. Ocorrem ainda em depósitos alu

viais ao longo do rio Cuiabá.

Não se apresentam degradações do meio físico no atual nível de exploração desses recursos minerais. O mesmo não ocorre com os garimpos de ouro presentes na área, que promovem uma intensa movimentação dos materiais superficiais gerando zonas potencialmente erosivas, além de acarretar o assoreamento dos cursos d'água e a poluição por mercúrio, altamente prejudiciais para todo o ciclo biótico.

5.5. Carta Fotointerpretativa de recomendação de uso (Anexo IV)

A partir da integração dos dados obtidos pelas cartas temáticas, especialmente os fornecidos pela carta geológico-geotécnica, foi elaborada a carta fotointerpretativa de recomendação de uso que apresenta de forma compreensível as zonas homogêneas frente às solicitações impostas pela utilização urbana, apontando ainda os principais problemas geotécnicos esperados e as recomendações para o planejamento dos assentamentos urbanos, proporcionando a utilização racional do meio ambiente.

6. CONCLUSÃO

A utilização de método fotointerpretativo na elaboração da cartografia geotécnica mostrou-se bastante adequada, propiciando a obtenção de informações geológico-geotécnicas de forma rápida, segura e muito econômica.

A elaboração de cartas temáticas mostrou-se bastante útil, facilitando a aquisição dos dados e a análise de forma individualizada ou integrada dos diversos fatores relacionados do meio geológico.

Assim, a partir do mapeamento temático, pode-se equacionar os principais problemas geotécnicos, além das potencialidades e limitações apresentadas pelo meio ambiente, frente à ocupação urbana, sendo definidas como áreas impróprias para o assentamento urbano as áreas alagadiças, as cabeceiras de drenagem e as poucas elevações mais proeminentes.

Os principais problemas geotécnicos observados pela ocupação dizem respeito aos fenômenos erosivos e o consequente assoreamento dos cursos d'água e reservatórios, que além de comprometerem a qualidade da água, aumentam os riscos de inundação.

Estes problemas são devidos à utilização inadequada do meio ambiente sendo que, a adoção de simples medi

das racionais na abertura dos loteamentos e na movimentação de terras, evitando-se o desmatamento desnecessário, minimizaria ou mesmo eliminaria a ocorrência dos mesmos.

A integração dos dados das cartas temática, em especial a carta geológico-geotécnica, proporcionou a formulação de uma carta fotointerpretativa de recomendação de uso, que apresenta de forma integrada e de maneira compreensiva, as limitações e potencialidades do meio físico para o assentamento urbano, consistindo no produto final do presente trabalho.

Devido à grande expansão urbana apresentada pelas cidades de Cuiabá e Várzea Grande, torna-se importante a realização de estudos mais detalhados no sentido dos vetores ocupacionais apresentados nessas cidades.

7. LITERATURA CITADA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA - ABGE. A Exigência e a Importância de Laudos Geológicos na Implantação de Novos Loteamentos. In: CONGRESSO DOS MUNICÍPIOS DO ESTADO DE SÃO PAULO, 26, Praia Grande, 1982. Separata. São Paulo, ABGE, 1982. 22p.

ALMEIDA, F.F.M. de. Geologia do Sudeste Matogrossense. Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia, Rio de Janeiro (116): 1-118, 1945.

ALMEIDA, F.F.M. de. Relevo de "cuestas" da Bacia Sedimentar do Paraná, Boletim Paulista de Geografia. São Paulo (3):21-33, out. 1949.

ALMEIDA, F.F.M. de. Geologia do Centro Leste Mato-Grossense . Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia, Rio de Janeiro (150) 1-97, 1954.

ALMEIDA, F.F.M. de. Traços gerais da geomorfologia do centro oeste brasileiro. In: ALMEIDA, F.F.M. de & LIMA, M.A. de. Planalto Centro-ocidental e Pantanal Matogrossense. Rio de Janeiro, Conselho Nacional de Geografia, 1959. 169 p., p.7-62.

- ALMEIDA, F.F.M. de. Geologia do centro-oeste mato-grossense. Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia. Rio de Janeiro (215): 1- 133, 1964.
- ALMEIDA, F.F.M. de. Geossinclíneo Paraguaio. In: SEMANA DE DEBATES GEOLÓGICOS, 1., Porto Alegre, Universidade Federal, Centro Acadêmico dos Estudantes de Geologia, 1965. 141p., 87 - 101.
- ALMEIDA, F.F.M. de. A Província Tocantins - Setor Sudeste. In: ALMEIDA, F.F.M. de & HASUI, Y. Coords. O Pré-Cambriano do Brasil. São Paulo, Edgard Blücher, 1984. p. 265 - 281.
- ALMEIDA, F.F.M. de. Alguns Problemas das relações geológicas entre o cráton amazônico e as faixas de dobramentos marginais a leste. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO CENTRO-OESTE 2º, Goiânia, 1985, Ata. NCO/SBG, 1985. p. 3-14.
- ALMEIDA, F.F.M. de. & MANTOVANI, M.S.M. Geologia e geocronologia do granito de São Vicente, Mato Grosso. Anais da Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro, 47 (314): 451 - 8, set./dez. 1975.
- ALVARENGA, C.J.S. de. Dobramentos da Faixa Paraguai na borda sudeste do cráton amazônico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 33º, Rio de Janeiro, 1984. Anais. SBG, 1984, v. 7, p. 3258-3271.

ALVARENGA, C.J.S. de. Evidências de fácies turbidíticas grossas no grupo Cuiabá, MT. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO CENTRO-OESTE, 2º, Goiânia, 1985, Ata. NCO/SBG, 1985.p.256-266.

ALVARENGA, C.J.S. de. Evolução das deformações polifásicas brasileiras na faixa Paraguai, na região de Cuiabá, MT. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 34º, Goiânia, 1986 Anais. SBG. v. 3 (No prelo).

ALVARENGA, C.J.S. de. Turbiditos e a Glaciação do Final do Proterozóico Superior no Cinturão Dobrado Paraguai, Mato Grosso. Trabalho inédito, encaminhado para a Revista Brasileira de Geociências. SBG, em dezembro de 1986.

AMARAL, D.L. & FONZAR, B.C. Vegetação. As regiões fitoecológicas, sua natureza e seus recursos econômicos. In: PROJETO RADAMBRASIL. Folha SD21 Cuiabá Rio de Janeiro, Ministério das Minas e Energia, 1982. (Levantamento de Recursos Naturais, 26).

ANDERSON, J.R. Land-use classification Schemes used in selected recent geographic applications of remote sensing. Photogrammetric Engineering, Falls Church, 37 (4): 379-387, 1971.

ANDERSON, J.R.; HARDY, E.E. & ROACH, J.T. A Land Use Classification System for use with Remote-Sensor Data - 1971 16p. (USGS Circ. 671).

- ANDERSON, J.R.; HARDY, E.E. & ROACH, J.T. Sistema de Classificação de Uso da Terra e do Revestimento do Solo para Utilização com Dados de Sensores Remotos. Tradução do Documento Técnico 964 - USGS, 1976, por STRANG, H. Rio de Janeiro, IBGE - SUPREN, 1979. 80p.
- ANDERSON, P.S. ed. Fundamentos para Fotointerpretação. Rio de Janeiro, Sociedade Brasileira de Cartografia, 1982. 136 p.
- AUSTIN, M.E. Land resource regions and major land resource areas, of the United States. Agricultural Handbook, 296, U.S. Department of Agriculture, Washington, 1965.
- AVERY, T.E. Interpretation of Aerial Photographs. 3ª Edição. Minneapolis, Burgess Publ. Company, 1977.
- BARROS, A.M.; SILVA, R.H. da ; CARDOSO, O.R.F.A.; FREIRE, F. A.; SOUZA JR, J.J. de; RIVETTI, M.; LUZ, D.S. da; PALMEIRA, R.C.B.; TASSINARI, C.C.G. Geologia. In: PROJETO RADAMBRA SIL. Folha SD21 Cuiabá. Rio de Janeiro, Ministério das Minas e Energia, 1982. (Levantamento de recursos naturais, 26).
- BEURLIN, K. Geologia da Zona de Barra do Garça a Chavantina, Estado de Mato Grosso. Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia, Rio de Janeiro (193): 1 - 57, 1959.

BIAZON, M.M. Análise Comparativa entre fotografias aéreas, imagens de radar e de satélite, no levantamento do uso da terra - O exemplo de Avaré. São Paulo, 1981. 116 p. (Mestrado - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas/USP).

BRASIL. IBGE. Enciclopédia dos Municípios brasileiros, Rio de Janeiro, 1958, v. 35.

BRASIL. IBGE. Censo Demográfico: Dados distritais - MT. IX Recenseamento geral do Brasil, 1980. Rio de Janeiro, IBGE, 1982, v. 1, tomo 3 nº 22.

CASTELNAU, F. Expedição às Regiões Centrais da América do Sul, 1850. Trad. de Pinto, O.M. de O., São Paulo, Ed. Nacional, 1949, 2 v.

CERON, A.O. & DINIZ, J.A.F. O uso das fotografias aéreas na identificação das formas de utilização agrícola da terra. Rev. Bras. de Geografia, 27 (2): 65-77, abr/jun., 1966.

CIVITA, M; de RISO, R.; LUCINI, P. NOTA d'ELOGIO, E. Evolution de la Stabilité des Versants de la Peninsule Sorrentine (Companie - Italie): Synthèse des Premiers Resultats Obtenus. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF THE INTERNATIONAL ASSOCIATION OF ENGINEERING GEOLOGY, 2. São Paulo, 1974. Proceedings. São Paulo, ABGE, 1974. Tema III - 27, 8p.

- COELHO, A.G.S. Fotografias aéreas verticais na classificação de terras agricultáveis. Aerofotogeografia, São Paulo, (6), 1971.
- CONSTANZO Jr, J. Contribuição à cartografia geotécnica da região de Santa Maria - RS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA, 2., São Paulo, 1978. Anais. São Paulo, ABGE, 1978.
- CORDANI, U.G.; KAWASHITA, K.; THOMAZ FILHO, A. Applicability of the rubidium-strontium method to shales and related rocks. In: AMERICAN ASSOCIATION OF PETROLEUM GEOLOGISTS. Contributions to the geologic time scale. Chicago 1978, (Studies in geology, 6), p. 93 - 117.
- CORREA, J.A. & COUTO, E.A. do, - Projeto aluviões diamantíferos de Mato Grosso; relatório final. Goiânia, DNPM/CPRM 1972, 2 v.
- CORREA, J.A.; PEIXOTO, C.A. de M.; OLIVEIRA, C.C. de; NETO G.; JARDIM, F.G.; CORREIA FILHO, F. do C.L.; SCISLEWSKI, G.; HOE NISCH, J.C. de B.; CAVALCANTI, J.C.C.; FIGUEIREDO, J.A. de; CAVALLON, L.A.; MONTEIRO, M.P.; CERQUEIRA, N.L. de S.; SLON GO, T.T. & NOGUEIRA, V.L. Projeto Bodoquena; relat. final. Goiânia, DNPM/CPRM, 1976. v.1.

CORRÊA FILHO, V. Subsídios para o histórico da mineração em Mato Grosso. Rev. Inst. Hist. Mato Grosso, Ano 7, nº 14, 25 p.p., 1925.

COSTA, S.A.G.; PADILHA, A.V.; FRAGOMENI, M.G. & FRAGOMENI, P.R.P. Projeto Serra do Roncador; relat. final. Goiânia, DNPM/CPRM, 1975, V. 1, 64p.

COULON, F.K. Mapa geotécnico das folhas de Morretes e Montenegro - R.S. Porto Alegre, Tecnosolo - Eng. de solos e Materiais S.A.; Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul, 1974.

CUNHA, J. da. Cobre do Jaurú e lagoas alcalinas do Pantanal (Mato Grosso). Boletim do Laboratório da Produção Mineral, Rio de Janeiro (6): 1- 43, 1943.

DAVINO, A. Determinações de espessuras dos sedimentos do pantanal matogrossense por sondagens elétricas. Anais da Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro, 40 (3): 327 - 330, set. 1968.

DEARMAN, W.R. & FOOKES, P.G. Engineering geological mapping for civil engineering practice in the United Kingdom. Quartely Journal of Engineering Geology, Northern Ireland, 7: 223 - 256, 1974.

ESTADOS UNIDOS USDA. Soil Taxonomy. A basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. Soil Conservation Service. Washington, D.C. Government Printing Office. Agricultural Handbook, 18, 1975. 754 p.

ESTADOS UNIDOS U.S.G.S. Folio of the Hartford North. Quadrangle Connecticut: Map I - 784 A-R, Washington, USGS, 1967.

EVANS, J.W. The geology of Mato Grosso (Particularly the region drained by the upper Paraguay); Quart. Journal Soc. London, Londres, 50 (2): 85 - 104, 1894.

FAIRCHILD, T.R. Evidências paleontológicas de uma possível idade ediacariana ou Cambriana inferior, para parte do Grupo Corumbá, Mato Grosso do Sul. In: CONGR.BRAS.GEOL.; 30ª, Recife, 1978, Bol.Esp. SBG. Bol. 1, p. 181.

FERNANDEZ, J.A.; DEL MORAL, J.; PEÑA PINTO, J.L. Spanish experience of geotechnical cartography in an urban area. In: SYMPOSIUM ENGINEERING GEOLOGICAL MAPPING, Newcastle upon Tyne, 1979. Bulletin of the International Association of Engineering Geology, Krefeld, 19:79 - 84, jun/jul. 1979.

FERRANTE, J.E.T. & GANDOLFI, N. Metodologia fotointerpretativa de estudos básicos para um planejamento integrado . In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA, 4., Belo Horizonte, 1984. Anais. Belo Horizonte, ABGE, 1984. p. 227 - 239.

FIGUEIREDO, A.J.A.; BARROS, A.M.; EULÁLIO FILHO, A.; RODRIGUES, A.P.; BARRETO, B.F.; PIMENTEL, G.B.; COUTO, J.G. P.; REISCHL, J.L.; COSTA, S.A.G.; RESENDE FILHO, S.T.de; PASTORE JUNIOR, W.P. & RIBEIRO FILHO, W. Projeto Alto Guaporé; relatório final. Goiânia, DNPM/CPRM, 1974.v.11.

FLAWN, P.T. Environmental Geology. New York, Harper and Row Publishers, 1970. 313 p.

GALVÃO, M.V., org. Geografia do Brasil, grande região Centro-Oeste. Rio de Janeiro, Conselho Nacional de Geografia, 1960. 452 p.

GARCIA, G.J. Técnicas de sensoriamento remoto na avaliação do potencial de uso de regiões de cerrado. Botucatu, 1979. 134 p. (Livre Docência - Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu).

GARCIA, G.J. Sensoriamento remoto - princípio e interpretação de imagens. São Paulo, Nobel, 1982, 357 p.

GINEVAN, M.E. Testing land use map accuracy: another look. Photogrammetric Engineering and Remote sensing, Falls Church, 45 (10): 1371 - 1377, 1979.

- GOLDMAN, H.B., Ed. Geologic and Engineering Aspects of San Francisco Bay Fill Special Report 97, San Francisco, Califórnia. Division of Mines and Geology, 1969. 130 p.
- GONÇALVES, A. & SCHNEIDER, R.L. Geologia de Semi - detalhe da Região de Sangradouro, Batovi - Tesouro e Guiratinga Mato Grosso. Ponta Grossa; PETROBRÁS - DESUL , 1968- 35 p. (Relatório Técnico Interno, 370)
- GONÇALVES, A. & SCHNEIDER, R.L. Geologia do centro - leste de Mato Grosso. Ponta Grossa, PETROBRÁS - DESUL, 1970 . 43 p. (Relatório Técnico Interno, 394).
- GRANT, K. Terrain Evaluation. A logical Extension of Engineering Geology. In: CONGRESS OF THE INTERNATIONAL ASSOCIATION ENGINEERING GEOLOGY, 1. Paris, 1970. Proceedings Paris, IAEG, 1970, p. 971 - 980.
- GRANT, K. A Systematic Approach to mapping Engineering Geology. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF THE INTERNATIONAL ASSOCIATION OF ENGINEERING GEOLOGY, 2., São Paulo, 1974. Proceedings. São Paulo, ABGE, Tema III - PC2, 9 p.
- GREHS, S.A. O papel do geólogo no planejamento, Informações Básicas. In: SIMPÓSIO SOBRE PESQUISAS RODOVIÁRIAS, 4., Rio de Janeiro, 1968. Separata nº 446. Rio de Janeiro, IPR, 1970 a. 15 p.

- GREHS, S.A. O uso de mapas geológicos, mapas de vegetação e mapas de drenagem de irrigação, Projeto Sudoeste I , RS, Sudesul. In: SEMANA PAULISTA DE GEOLOGIA APLICADA . 2., São Paulo, 1970. Anais. São Paulo, APGA, 1970 b.6p.
- GUIMARÃES, G. & ALMEIDA, L.F.G. de. Projeto Cuiabá; relatório final. Cuiabá, DNPM, 1972. 45 p. (Relatório do Arquivo Técnico da DGM, 1872).
- HAY, A.M. Sampling designs to test land - use map accuracy. Photogrammetric Engineering and Remote sensing, Falls Church, 45 (4): 529 - 533, 1979.
- HENNIES, W.T. Geologia do Centro-norte mato-grossense, São Paulo, 1966. 65 p. (Tese de doutorado em Engenharia - Escola Politécnica, /USP).
- HORD, R.M. & BROONER, W. Land-use map accuracy criteria - Photogrammetric engineering and remote sensing. Falls Church, 42 (5): 671 - 677, 1976.
- IAEG. Report of the IAEG Commission on Site Investigations. Bulletin of the International Association of Engineering Geology, ACHEN/ESSEN, 24: 185 -226, 1981.
- IAEG. Recommended Symbols for Engineering Geological Mapping Report by the IAEG Commission on Engineering Geological Mapping. Bull IAEG, ACHEN/ESSEN 24: 227 -234 1981.

INFANTI, JR. N. Geologia de planejamento: Escopo e Metodologia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA, 1, Rio de Janeiro, 1976. Anais. São Paulo, ABGE, 1976, p. 376 - 382.

INSTITUTO DE PESQUISA TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO S/A. Carta Geotécnica dos Morros de Santos e São Vicente condicionantes do meio físico para o planejamento da ocupação urbana. Monografias 3, São Paulo, 1980. 31 p.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO S/A, Carta Geotécnica da Grande São Paulo. São Paulo, IPT, 1984.

JANJIĆ, M. & STEPANOVIĆ, B. Suitability of Karst and Marshland for Urban Development from the Point of View of Engineering Geology. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF THE INTERNATIONAL ASSOCIATION OF ENGINEERING GEOLOGY, 2. São Paulo, 1974. Proceedings. São Paulo, ABGE 1974. Tema III PC - 4, 8 p.

KELLER, E.C.S. Projeto do mapeamento da utilização da terra. Aerofotogeografia, São Paulo, (3): 1969.

KNILL, J.L.; PRICE, D.G. & HIGGINBOTTON, I.E. Aspects of the Engineering Geology of the City of Bristol: Engineering Geology in Country Planning. In: INTERNATIONAL GEOLOGY CONGRESS, 23. Prague 1968. Proceedings. Praga, 1968. 11p.

LEGGET, R.F. Cities and Geology. New York, Mc Graw-Hill 1973
624 p.

LINS Jr, H.F. Land use mapping from Skylab S. 190 B. photography. Photogrammetric engineering and remote sensing. Falls Church, 52 (3): 301 - 302, 1976.

LITHERLAND, M. & BLOOMFIELD, K. The proterozoic history of eastern Bolívia. Precambrian Research, 15: 157 - 179 ,
1981.

LÓPEZ PRADO, J. & PEÑA PINTO J.L. Problems Involved in the Preparation of Geotechnical Maps at a Scale of 1:25.000 In: SYMPOSIUM ENGINEERING GEOLOGICAL MAPPING, Newcastle upon Tyne, 1979. Bulletin of the International Association of Engineering Geology, Krefeld, 19 : 84 - 87, jun jul, 1979.

LORANDI, R. Caracterização dos solos das áreas urbana e suburbana de São Carlos (SP) e suas aplicações. Piracicaba, 1985. 181 p. (Doutorado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - USP).

LORENZON FILHO, A.V. O uso das fotografias aéreas no estudo das transformações na organização do espaço rural de Limeira - SP. Rio Claro, 1982. 194 p. (Dissertação de Mestrado - UNESP).

LUZ, J.S. & ABREU FILHO, W. Aspectos geológicos econômicos

- da formação Araras do Grupo Alto Paraguai, MT. In: CON - GR. BRAS. GEOL., 30, Recife, 1978. Anais, Recife, SBG , 1978, v.4 p. 1816 - 1826.
- LUZ, J. da S.; OLIVEIRA, A. de M.; LEMOS, D.B.; ARGOLLO, J. L.; SOUZA, J.O. de; TANNO, L.C.; SOUZA, N.B. & ABREU FILHO, W. Projeto Província Serrana. Goiânia, DNPM/CPRM , 1978, v.1. 105 p. (Relatório final).
- LUZ, J. da S.; OLIVEIRA, A.M.; SOUZA, J.O.; MOTTA, J.F.M . TANNO, L.C.; CARMO, L.S. do & SOUZA, N.B. Projeto Coxipó. Goiânia, DNPM/CPRM, 1980, v.1. 136 p. (Relatório final).
- MARCHETTI, D.A.B. & GARCIA, G.J. Princípios de fotogrametria e fotointerpretação. São Paulo, Nobel, 1977. 257 p.
- MARSCHNER, F.M. Land use and its patterns in the United States. Agricultural Handbook, 153, U.S. Department of Agriculture, Washington, 1959.
- MATHEWSON, C.C. & FONT, R.G. Geologic Environment: Forgotten aspects in the Land use Planning Process Engineering Geology Case Histories nº 10. In: FERGUSON, H.F. ed. , Geologic Maps for Environmental Purposes, Boulder, Colorado, geol. soc. of. América, 1974, p. 23 - 28.
- MATULA, M. Engineering Geologic Mapping and Evaluation in Urban Planning. In: NICHOLS, D.R. & CAMPBELL, C.C., Ed .

Enviromental Planning and Geology. National Meeting IAEG, San Francisco, 1969. Proceedings. San Francisco, IAEG, 1971. p. 144 - 153.

MATULA, M. Engineering Geology Country and Urban Planning, In: INTERNATIONAL CONGRESS OF THE INTERNATIONAL ASSOCIATION OF ENGINEERING GEOLOGY, 2., São Paulo, 1974. Proceedings. São Paulo, ABGE, 1974. Tema III - Gr, 20 p.

MEKEL, J.F.M. The use of aerial photographs in geological mapping, Enschede, ITC Textbook of Photo-Interpretation vol. VIII, 1970.

MILLER, V.C. & MILLER, C.F. Photogeology, New York, Mc Graw-Hill, 1961, 255 p.

NOGUEIRA, V.L. & OLIVEIRA, M.A.M. Projeto Bonito Aquidauana, relatório final. Goiânia, DNPM/CPRM, 1978, vol.1 .

NOVO, E.M.L. de M. Análise comparativa entre fotografias - aéreas convencionais e imagens do Landsat para fins de levantamento do uso da terra. São José dos Campos, INPE 1979, 61 p.

OLLIVATTI, O. Problemas estratigráficos do Pré-Cambriano - na região sudoeste do estado de Mato Grosso - tentativa de correlação com a geologia do oriente boliviano. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO CENTRO-OESTE, 1, Goiânia, 1981. Ata NCO/SBG, p. 196-211.

OLIVATTI, O. & RIBEIRO FILHO, W. Revisão da geologia do centro-norte de Mato Grosso; projetos centro-oeste de Mato Grosso, alto - Guaporé e Serra Azul. Goiânia, DNPM/CPRM, 1976. 51 p.

OLIVEIRA, E.P. de. Geologia; reconhecimento geológico do noroeste de Mato Grosso, Expedição Científica Roosevelt - Rondon. Rio de Janeiro, 1915. 82 p. (Brasil, Comissão de Linhas Telegraphicas e Estratégicas de Mato Grosso ao Amazonas, anexo 1, publ. 50).

OLIVEIRA, M.A.M. de. Reconhecimento geológico na região noroeste da bacia sedimentar do Paraná. Ponta Grossa , PETROBRÁS/DEBSP, 1964. 47 p. (Relatório Técnico Interno, 2025).

OLIVEIRA, A.I. de & LEONARDOS, O.H. Geologia do Brasil. Rio de Janeiro, Serviço de Informação Agrícola, 1943. 813 p.

OLIVEIRA, M.A.M. de. & MUHLMANN, H. Geologia de semi-detalle da região de Mutum, Jaciara, São Vicente e Chapada dos Guimarães. Ponta Grossa, PETROBRÁS/DEBSP, 1965. 62p. (Relatório Técnico Interno, 300).

OLIVEIRA, V.A. de; AMARAL FILHO, Z.P. do; VIEIRA, P.C. Pedologia. In: PROJETO RADAMBRASIL. Folha SD21 Cuiabá. Rio de Janeiro, Ministério de Minas e Energia, 1982. (Levantamento de recursos naturais, 26).

- PRANDINI, F.L. O Brasil e a Geologia no Planejamento Territorial e Urbano. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA, 1., Rio de Janeiro, 1976. Anais. São Paulo, ABGE, 1976. p. 354 - 370.
- PRANDINI, F.L.; GUIDICINI, G & GREHS, S.A. Geologia Ambiental ou de planejamento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28, Porto Alegre, 1974. Anais. São Paulo, SBG, 1974. 36 p.
- PRANDINI, F.L. coord. Condicionantes geológicos e geotécnicas da degradação ambiental - alguns casos brasileiros, São Paulo. Boletim da ABGE (1:1 - 11), 1974.
- PRANDINI, F.L.; AVILA, I.G. de.; CONSTANZO Jr., J.; CARLSTRON FILHO, C.; BOTTURA, J.A.; TEIXEIRA, A.L. Uma carta geotécnica dos terrenos adjacentes ao canal do rio Tietê, de Osasco a Guarulhos. In: CONG. BRASIL. DE GEOL. DE ENGENHARIA, 3., São Paulo, 1978. Anais. São Paulo, ABGE, 1978, v.1. p. 281 - 296.
- PROJETO RANDABRASIL. Folha SD.21 Cuiabá. Rio de Janeiro, Ministério das Minas e Energia, 1982. 540 p. (Levantamento de recursos naturais, 26).
- RAJU, K.C.C.; KRISHNASWAMY, V.S.; JANA, B.; BOSE, R.N.; DESHMUKH, D.S. Methodology and Utility of Geotechnical Maps in the Urban Planning and Development of the Twin-City Capital of Hyderabad - Secunderabad, Andha

- Pradesch, India. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF THE IAEG, 2., São Paulo, 1974. Proceedings. São Paulo, ABGE, 1974. Tema III - 35. p. 1 - 10.
- RAY, R.G. Aerial photographs in geology interpretation and mapping. Washington, United States Government, 1960.
- RENGERS, N. Photo-interpretation for Engineering geology. Enshede, ITC publication, 1976. 55 p.
- RIBEIRO FILHO, W.S. & FIGUEIREDO, A.J. de A. Reconhecimento Geológico da região oeste de Mato-Grosso. In: CONG. BRAS. GEOL., 28, Porto Alegre, 1974. Anais. Porto Alegre, SBG, 1974, v.4. p. 27 - 35.
- RIBEIRO FILHO, W.; LUZ, J. da S.; ABREU FILHO, W. Projeto Serra Azul. Goiânia, DNPM/CPRM, 1975, v.1. 104 p. (Relatório Final).
- RICCI, M. & PETRI, S. Princípios de Aerofotogrametria e Interpretação Geológica, São Paulo, Ed. Nacional, 1965.
- ROCKAWAY, J.D. Application of engineering geology to Land-use Planning in the United States. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF THE IAEG, 2., São Paulo, 1974. Proceedings. São Paulo, ABGE, 1974. Tema III - PC - 1. 7 p.
- ROSS, J.L. S. & SANTOS, L.M. dos. Geomorfologia. In: PROJETO RADAMBRASIL, Folha SD 21 Cuiabá. Rio de Janeiro, Mi-

nistério das Minas e Energia, 1982. (levantamento de recursos naturais, 26).

SALOMÃO, F.X.T. Interpretação Geopedológica Aplicada a Estudos de Geologia de Engenharia. São Paulo, ABGE, 1985. 61 p. (Síntese da Dissertação de Mestrado apresentada em 1984 no Instituto de Geociências da USP).

SCHOBENHAUS, C.; CAMPOS, D. de A.; DERZE, G.R; ASMUS, H.E. Mapa geológico do Brasil e da área oceânica adjacente incluindo depósitos minerais - Escala 1:2.500.000, Brasília, DNPM/MME, 1981.

SICCT - IPT - SNM - EMPLASA, Cartografia Geotécnica Aplicada ao Planejamento na Grande São Paulo. Guia de Utilização - Carta de aptidão Física ao Assentamento Urbano. 1:50.000, São Paulo, SICCT, 1986.

SOARES, F.M. Levantamento do uso da terra e perspectivas agrícolas no município de Ceará-Mirim - RN, através de técnicas de sensoriamento remoto. Rio Claro, 1985. 111p. (Dissertação de Mestrado - UNESP).

SOYER, M.; ARNAUD, M.; CHEVALLIER, M. Manual de Photointerprétation. 15 ed. Paris, Technip, 1970. 248 p.

STAMP, L.D. Land Utilization in Britain 1937 - 1943. The Geographical Review, New York, 33, (4): 523, 1943.

- UNESCO/IAEG. Engineering Geological Maps. A guide to their preparation, Paris UNESCO, 1976. 79 p.
- VALKENBURG, S.N. The World Land use Survey. Economic Geography, Worcester, 26 (1): 1 - 50, 1950.
- VALKENBURG, S.V. Técnicas de inventário de la tierra agrícola. La experiencia del proyecto aerofotogramétrico . OEA - Chile, Union Panamericana, 1964.
- VIEIRA, A.J. Geologia do Centro-Oeste de Mato Grosso. PE - TROBRÁS, relat. inédito nº 303, Ponta Grossa, 1965.
- VILARINHO NETO, C.S. Projeto Cura Cuiabá: um exemplo da intervenção do estado nas transformações do espaço urbano, Rio Claro, 1983, 2 V. (Dissertação de Mestrado - UNESP).
- WALDE, D.H.G.; LEONARDOS O.H.; HAHN, G.; PFLUG, H.D. The first pré-cambrian megafossils from South America, Corumbella Wermeri. An. Acad. Bras. Ciências, 54 (2):461 , 1982.
- WAY, D.S. Terrain Analysis, a guide to site selection using aerial photographic interpretation Dowden, Hutchinson & ROSS Inc., 1973.
- WOOTEN, H.N. & ANDERSON, J.R. Major uses of Land in the United States. Summary for 1954, U.S. Dep. of Agriculture,

Agr. Recherche Service. Agr. Inf. Bull, 196, 1957.

ZARATIN, S. Considerações sobre a Aplicação dos Estudos de Fisiografia aos Planos de Desenvolvimento Urbano e Regional. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA, 1.; Rio de Janeiro, 1976. Anais. São Paulo, ABGE, 1976 . p. 343 - 354.

ZUQUETTE, L.V. Mapeamento geotécnico preliminar na região de São Carlos, 1981, vols 1 e 2. 86 p. (Dissertação de Mestrado EESC/USP).

ZUQUETTE, L.V. & GANDOLFI, N. Contribuição à Cartografia Geotécnica da Grande Cuiabá - M.T. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA, 4., Belo Horizonte, 1984 . Anais. Belo Horizonte, ABGE, 1984. p. 109 - 118.