

ANÁLISE DA INTER-RELAÇÃO ENTRE O USO DO SOLO E A COMPARTIMENTAÇÃO GEOMORFOLÓGICA ATRAVÉS DE DADOS DO LANDSAT, EM PARTE DO ESTADO DO MATO GROSSO DO SUL

H.J.H. Kux, A.P. dos Santos e T.M. Sausen

Instituto de Pesquisas Espaciais

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

Caixa Postal 515, 12200 - São José dos Campos, SP., Brasil

A.M.T.R. Bueno, L.F. de Souza e J.S.D. Nunes

Deptº de Terras e Colonização do Mato Grosso do Sul - Terrasul

CEP 79100 - Campo Grande, MS., Brasil

RESUMO

O Governo do Estado do Mato Grosso do Sul, através de seu órgão de planejamento - TERRASUL, em conjunto com o INPE, está desenvolvendo um projeto de utilização de dados do LANDSAT para o mapeamento do uso do solo e do relevo. A área de estudo estende-se ao longo de um eixo com 624 km de extensão, com direção SW-NE, entre os rios Apa (na fronteira com o Paraguai) e Aporé, no limite com o Estado de Goiás, abrangendo uma superfície de aproximadamente 100.000 km². Este trabalho tem por objetivo analisar as inter-relações entre o uso do solo e a compartimentação geomorfológica, através de dados do LANDSAT, em parte da região mapeada. Neste estudo foram utilizadas imagens MSS/LANDSAT, nos canais 5 e 7, e imagens RBV/LANDSAT, ambas na escala de 1:250.000, do ano de 1980, adquiridas no período seco. A análise visual das imagens LANDSAT permitiu confirmar o elevado grau de inter-relacionamento entre a estrutura geológica e o relevo na área estudada. O arcabouço do relevo regional constitui-se de extensas superfícies de aplainamento esculpidas em litologias sedimentares (principalmente arenitos, siltitos e folhelhos), intercalados por rochas básicas (principalmente basaltos e diabásicos). Sobre as extensas superfícies de aplainamento, originariamente cobertas por cerrado, predomina a criação extensiva de gado de corte, ocorrendo secundariamente culturas de soja e arroz, principalmente.

ABSTRACT

The Government of the Mato Grosso do Sul State, through its planning agency - TERRASUL, in cooperation with INPE, is developing a joint project using LANDSAT data to map land use and relief. The area under study corresponds to an axis, in SW-NE direction, of about 624 km, from Apa river (at the international border Brazil/Paraguay) to Aporé river (at the state border Mato Grosso do Sul/Goiás), totalling an area of about 100.000 km². The objective of this study is to analyse the interrelation between land use and relief, using LANDSAT data in part of Mato Grosso do Sul State. In this study, MSS/LANDSAT imagery (channels 5 and 7) at the scale of 1:250,000 and RBV/LANDSAT at the same scale, from the dry season of 1980, were used. The visual analysis of LANDSAT images confirmed the high degree of interrelation between geologic structure and relief in the study area. In a broad sense, the regional relief is made up by a sequence of overlaid planation surfaces carved in sedimentary rocks (principally sandstones, siltstones and shales) and basic rocks (principally basalts and diabases). Land use, in the area under study, is very closely related to the main relief features. So, over the huge planation surfaces, originally covered by a savanna vegetation (cerrado), extensive cattle raising is the main activity and soybean and rice cultures is the second one.

1. INTRODUÇÃO

Este estudo constitui parte de um trabalho mais amplo, desenvolvido em conjunto CNPq-INPE/TERRASUL (Departamento de Terras e Colonização do Mato Grosso do Sul), com o objetivo de utilizar dados do sistema LANDSAT para o mapeamento do uso da terra e da geomorfologia na região abrangida pelo Projeto Apaporé.

O Projeto Apaporé, criado pelo Governo do Estado do Mato Grosso do Sul, abrange 23 municípios, totalizando aproximadamente 100.000 km², e tem como finalidade, realizar a integração sócio-econômica desta região com o restante do Estado. A área do projeto estende-se ao longo do eixo de 624 km de extensão, partindo do rio Apa, na divisa com a República do Paraguai, até o rio Apaporé, no limite com o Estado de Goiás.

Considerando-se que a maior parte da área definida pelo Projeto Apaporé é ainda pouco ocupada, acredita-se que a análise do inter-relacionamento do uso da terra com o relevo possa fornecer subsídios para o planejamento da ocupação da região.

O objetivo deste trabalho é utilizar dados do sistema LANDSAT para verificar as inter-relações entre o uso da terra e a geomorfologia. Como área-teste, dentro da região de estudo do Projeto Apaporé, foi escolhida a bacia do alto curso do rio Aquidauana (município de São Gabriel do Oeste), por tratar-se de uma área com características de relevo e uso da terra que se repetem com frequência em toda a área do projeto.

2. DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área em estudo caracteriza-se geologicamente pela predominância de sequências sedimentares do mesozóico, por derrames de erupções básicas e coberturas sedimentares consolidadas do cenozóico. Segundo a Coluna Estratigráfica utilizada (DNPM, 1978), ocorrem as seguintes unidades lito-estratigráficas:

- Formação Botucatu - constitui-se essencialmente em arenitos eólicos com estratificação cruzada característica. A granulação é variável, de fina a grossa, predominando grãos de quartzo. Esta unidade estende-se, na área de estudo por toda a zona situada abaixo das escarpas da Serra de Maracajú.
- Formação Serra Geral (Grupo São Bento) - nesta unidade predominam derrames de rochas básicas com intercalações de camadas, com vários metros de espessura, de arenitos eólicos recozidos.

- Formação Bauru - esta unidade inclui arenitos avermelhados, com granulação média, mal classificados com grânulos e seixos esparsos, e conglomerados de matriz argilosa vermelha, geralmente muito silicificados.
- Formação Cachoeirinha - esta unidade constitui uma cobertura detrítico-laterítica e/ou arenosa, onde predominam sedimentos inconsolidados, com leitos de seixos baixos, parcialmente lateritizados.

Segundo dados do Boletim Técnico da Divisão de Pesquisa Pedológica (1971) e do Estudo de Desenvolvimento Integrado da Bacia do Alto Paraguai (Brasil/Minter/SUDECO, 1979), na área de estudo predominam as seguintes associações de solos:

- Solos Litólicos (Li)2 - são solos pouco desenvolvidos, cujo material alterado raramente ultrapassa 50 cm de profundidade. Este tipo pedológico é característico de áreas de ocorrência de rochas básicas.
- Latossolos Vermelho - Escuro Distróficos - estes solos caracterizam-se por terem horizonte A, bem marcante e por apresentarem variações texturais. Podem ser intermediários entre os tipos Areias Quartzosas, Latossolo Roxo, Terra Roxa Estruturada Latossólica e Podzólico Vermelho - Amarelo Equivalente Eutrófico. Ocorrem com maior frequência sobre substrato arenoso, sendo que na área de estudo aparecem sobre os arenitos das Formações Botucatu e Bauru.
- Latossolos Roxo Eutróficos - são solos profundos (até 300 cm de profundidade), constituídos de horizonte A fraco e horizonte B latossólico; caracterizam-se por serem porosos e normalmente bem drenados, e ainda, por terem uma distribuição homogênea de argila nos horizontes A e B, teores de matéria orgânica mais elevados nos horizontes superficiais, muito baixa mobilidade das argilas, com pouco transporte por eluviação. Ocorrem essencialmente sobre um substrato constituído de rochas eruptivas básicas.

Na área de estudo são encontradas todas as formas de "Cerrado". Pode-se considerar que na região Centro-Oeste do País estão "core" do cerrado, cuja paisagem compõe-se de Matas Galerias que acompanham os cursos dos rios. Segundo Santos et alii (1977), o cerrado coincide com as formas de relevo correspondentes a superfícies aplainadas mais elevadas, que predominam no Planalto Central. O cerrado da área de estudo encontra-se muito alterado devido à ação antrópica por ocasião de sua substituição por pastagens artificiais e agricultura.

A área de estudo está localizada dentro da região de ritmo climático tipicamente tropical, onde as chuvas ocorrem nos meses de verão e a estação seca, nos meses de inverno.

3. MATERIAIS

A área de estudo abrange parte de uma imagem MSS/LANDSAT, correspondendo a uma subcena do RBV. Para a realização do trabalho foram utilizadas imagens em papel preto e branco, na escala de 1:250.000, canais 5 e 7, e a fita compatível como computador (CCT), correspondente à órbita 248, ponto 26, de 26/07/80. Além das imagens, foram utilizadas cartas topográficas na escala de 1:100.000, publicadas pelo DSG, e o mapa geológico publicado pela CODESUL (1980).

A análise automática foi realizada através do Sistema Interativo de Análise de Imagens Multiespectrais (IMAGE-100), desenvolvido pela General Electric (GE, 1975). Este sistema foi construído para atender às necessidades do usuário, em relação à extração de informações de dados fornecidos por satélites e aeronaves. Outras características do sistema, bem como seu funcionamento, podem ser encontradas em Dutra et alii, 1981.

4. MÉTODOS

O mapeamento geomorfológico foi realizado através de análise visual de um "slide" da área de estudo, na escala de 1:100.000, obtido através do IMAGE-100, que permitiu um maior detalhamento das unidades de relevo mapeadas. A metodologia utilizada consistiu nas seguintes etapas: análise preliminar, trabalho de campo e interpretação final.

No mapeamento das unidades de relevo utilizaram-se também imagens do RBV e MSS/LANDSAT, nos canais 5 e 7, segundo a metodologia proposta por Sausen e Novo (1981). O canal 7 permitiu obter mais informações sobre a compartimentação do relevo e sobre a dissecação, enquanto o canal 5 permitiu reconhecer mais facilmente a rede de drenagem secundária. A imagem RBV permitiu identificar as principais escarpas e relevos residuais da área de estudo.

A técnica utilizada para a obtenção do mapa geomorfológico, neste trabalho, consistiu na projeção-sobre uma superfície lisa-de um "slide" da área em estudo (composição colorida do MSS-LANDSAT), fotografado da tela do sistema IMAGE-100. Traçaram-se os limites das unidades geomorfológicas, descritas mais abaixo, considerando-se principalmente as diferenças texturais, a densidade e a disposição da rede de drenagem e os diferentes tí-

de vegetação e de uso do solo. Neste trabalho usou-se uma escala próxima àquela dos mapas topográficos do IBGE (escala de 1:100.000), para melhor comparar a interpretação visual com estas cartas. As folhas topográficas mencionadas foram um importante material de apoio, especialmente no que diz respeito às informações sobre a densidade de drenagem, energia do relevo, formas das vertentes, etc.

Considerando-se o objetivo do trabalho, optou-se por representar no mapa geomorfológico as duas principais formas de dissecação que ocorrem na área de estudo.

- a) *Colinas (CO)* - formas de relevo com vertentes geralmente côncavo-convexas, apresentando talvegues bem definidos. Esta unidade foi subdividida em outras duas, denominadas *baixas colinas (BCO)* e *altas colinas (ACO)*. Quando a subunidade altas colinas vem acompanhada dos índices (I) ou (II), isto significa que ambas são diferenciadas entre si somente pela altimetria, sendo que o índice (II) é o mais elevado.
- b) *Interflúvios Tabulares (IT)* - formas de relevo muito suavemente dissecadas com amplas vertentes, constituindo frequentemente área de cabeceiras de drenagem, confundindo-se, às vezes, com colinas muito amplas.

Os *relevos residuais*, representados por (RR), constituem principalmente as bordas de antigos interflúvios tabulares junto a contatos lito-estratigráficos.

As *planícies aluviais*, representadas por (PA), constituem essencialmente o material de preenchimento aluvio-coluvionar do fundo de vales dos maiores rios.

Durante o trabalho de campo realizou-se o controle da interpretação preliminar, tendo sido obtidas informações sobre: o relevo, as camadas superficiais de alteração e as litologias que afloram na área de estudo. Realizou-se a interpretação final com base nas informações obtidas durante o trabalho de campo, associadas à interpretação preliminar e às informações bibliográficas.

A metodologia utilizada para o mapeamento do uso da terra consistiu nas seguintes etapas: interpretação preliminar, trabalho de campo e interpretação final.

A interpretação preliminar foi realizada através de análise visual das imagens MSS e RBV/LANDSAT, nos canais 5 e 7, baseando-se nos elementos de interpretação de dados: tonalidade, textura, forma e relação de aspectos. Se

guindo-se a metodologia proposta por Santos et alii (1981) fez-se um mapa temático preliminar de classes de uso da terra.

A partir desse mapa estabeleceu-se o roteiro do trabalho de campo, que teve por objetivo correlacionar os padrões tonais e texturais, obtidos na interpretação visual das imagens, com as classes de uso da terra existentes no campo. O trabalho de campo foi realizado durante o mês de novembro de 1981.

Com base no trabalho de campo definiu-se uma legenda para o uso da terra, levando-se em consideração a escala utilizada no mapeamento. A legenda proposta incluiu as seguintes classes:

- a) *Mata Galeria* - caracteriza-se pela localização ao longo dos cursos d'água, bem como em suas nascentes, nas áreas de cerrado.
- b) *Cerradão* - na área de estudo esta classe apresentou características de mata, com árvores altas e substrato arbustivo.
- c) *Cerrado alterado/Pastagens* - foram agrupadas nesta classe todas as formas de "cerrado" (exceto o cerradão) que foram muito alteradas, incluindo, também, campos naturais e pastagens praguejadas, que são utilizadas constantemente como pastagens.
- d) *Área Agrícola* - esta classe é constituída predominantemente por áreas plantadas com soja e arroz, sendo que áreas agrícolas de subsistência não foram consideradas.
- e) *Pastagens Artificiais* - ocorre em toda área de estudo, pois esta é uma região predominantemente de pastoreio. Durante o trabalho de campo verificou-se que a gramínea utilizada na área é a *Brachiaria spp.*
- f) *Solo Preparado/Exposto* - esta classe foi caracterizada por áreas preparadas para plantio agrícola, áreas com restos culturais, áreas em processo de desmatamento e áreas que sofreram alguma prática agrícola.

A interpretação final do uso da terra realizou-se através da análise automática, utilizando-se o Analisador Interativo de Imagens Multiespectrais (IMAGE-100). As classes de uso da terra, observadas durante o trabalho de campo e propostas para a legenda final, serviram como áreas de treinamento para o sistema IMAGE-100. Para a análise automática utilizou-se o algoritmo de classificação MAXVER (Velasco et alii, 1978) implementado no siste

ma, sendo que a área de estudo foi ampliada para a escala de 1:100.000.

5. RESULTADO E DISCUSSÃO

5.1 - MAPEAMENTO GEOMORFOLÓGICO

A análise visual das imagens do MSS/LANDSAT permitiu compartimentar a região de estudo em 4 unidades de relevo (Figura 1):

- 1) *Interflúvios Tabulares (IT)* - constituem a parte mais elevada da área, com altimetrias variando, aproximadamente, entre 680 e 730 metros. Caracterizam-se por vertentes amplas, suavemente inclinadas e com vários quilômetros de extensão. A parte nordeste da área de estudo constitui o divisor de águas entre as bacias dos rios Coxim e Aquidauana. O limite entre os interflúvios tabulares e a unidade inferior é uma extensa escarpa, cuja altitude varia entre 150 e 200 metros. Esta escarpa constitui igualmente um limite entre duas unidades geológicas: a Formação Botucatu na base e a Formação Serra Geral no topo.
- 2) *Baixas Colinas (BCO)* - englobam uma extensa área situada abaixo da escarpa que delimita esta unidade da anterior. Trata-se de um relevo colinoso amplo com vertentes côncavo-convexas. As diferenças altimétricas variam entre 80 e 100 metros, sendo maiores nos vales dos córregos Mimoso e Congonha, em função da maior proximidade da escarpa acima mencionada.
- 3) *Altas Colinas (ACO)* - constituem uma faixa de terrenos intensamente dissecada, localizada entre os interflúvios tabulares e as baixas colinas. Na Figura 1, aquelas que apresentam o dígito (I) estão em posição altimétrica variando aproximadamente entre 450 e 600 metros, enquanto as altas colinas com dígito (II) estão geralmente acima de 600 metros. Nas áreas onde não foi possível diferenciar entre as ACO_I e ACO_{II}, elas foram mapeadas somente como CO, indicando colinas, e estão localizadas próximas às bordas dos interflúvios tabulares, com dissecação incipiente.
- 4) *Planícies Aluviais* - ocorrem ao longo dos córregos maiores, sendo facilmente perceptíveis nas imagens MSS/LANDSAT, principalmente no canal 5, devido à vegetação mais densa que nela se desenvolve.

Para permitir a correlação entre as unidades geológicas, geomorfológicas e pedológicas da área de estudo construiu-se a Tabela 1.

TABELA 1

CORRELAÇÃO ENTRE AS UNIDADES GEOLÓGICAS, GEOMORFOLÓGICAS E PEDOLÓGICAS DA ÁREA DE ESTUDO

PERÍODO GEOLÓGICO	UNIDADE GEOLÓGICA E PRINCIPAIS LITOLOGIAS	UNIDADE GEOMORFOLÓGICA	UNIDADE PEDOLÓGICA	SUSCETIBILIDADE DOS SOLOS À EROSAO	INTENSIDADE DE DISSECAÇÃO ATUAL
TERCIÁRIO (?)	Formação Cachoeirinha: sedimentos consolidados, parcialmente laterizados	Interflúvios Tabulares (IT)	Latossolo Vermelho-Escuro Distrófico	Nula a ligeira	Fraca
CRETÁCEO	Formação Bauru: arenitos e conglomerados	Interflúvios Tabulares (IT)	Latossolo Vermelho-Escuro Distrófico	Nula a ligeira	Fraca
JURÁSSICO (?)	Formação Serra Geral (Grupo São Bento): rochas básicas com intercalações de arenito	Interflúvios Tabulares (IT) Relevos Residuais (RR)	Latossolo Roxo Eutrófico (LRE)	Nula a ligeira	Fraca a mediana
		Altas colinas (ACO)	Solos Litólicos	Moderada	Mediana
TRIÁSSICO	Formação Botucatu: arenitos	Baixas colinas (BCO)	Latossolo Vermelho-Escuro Distrófico	Nula a ligeira	Fraca
		Planície Aluvial (PA)	Solos Hidromórficos	Ligeira	Fraca

As baixas colinas e as planícies aluviais são relevos característicos de toda a bacia do alto e médio rio Aquidauana. Esta relativa homogeneidade, do ponto de vista do relevo, corresponde igualmente a uma homogeneidade litológica (arenitos da Formação Botucatu) e pedológica (Latossolo Vermelho-Escuro). Considerando-se que esta região constitui uma área deprimida em relação às adjacências (a leste e ao norte estão as escarpas da Serra de Maracaju e a oeste, além do rio Aquidauana, localiza-se o reverso de uma extensa "cuesta" que entalha terrenos do Grupo Tubarão), presume-se que processos de pediplanação tenham atuado intensamente aqui. Concomitantemente ou posteriormente à atuação de tais processos, tem ocorrido nos latossolos desta área uma intensa lixiviação a nível de perfil, indicada por uma alta porosidade, intensa drenagem, acidez elevada, ausência de minerais primários e, conseqüentemente, por uma baixa fertilidade. Apesar destas características negativas, os solos destas áreas poderão futuramente ser de interesse para as atividades agrícolas, devido à sua susceptibilidade praticamente nula à erosão e à fraca dissecação atual do relevo.

As planícies aluviais podem conter solos com horizontes hidromórficos, onde provavelmente também ocorrem gleys húmicos. O material orgânico-mineral, necessário para a formação deste último tipo pedológico, certamente originou-se, em sua maior parte, da alteração das rochas básicas, localizadas nas cabeceiras, de drenagem e, em parte menor, das baixas colinas através de processos de coluvionamento.

A área onde ocorrem os derrames de rochas básicas (Formação Serra Geral) constitui, morfologicamente, o compartimento superior do relevo, cujo limite entre ele e o inferior é uma extensa e rendilhada escarpa. Provavelmente a existência, no compartimento superior, de formas de relevo aplainadas, como interflúvios tabulares (IT) e relevo residuais (RR), e de formas mais dissecadas como altas colinas (ACO), está relacionada, em parte, à variação da espessura dos derrames, ou a maior ocorrência de arenitos entre os diversos derrames (arenito inter-trapp). Almeida (1956), estudando outras seções da Bacia Sedimentar do Paraná, fez constatações semelhantes à morfologia característica das áreas de ocorrência dos "trapps" basálticos.

Os amplos interflúvios tabulares mantidos pelas Formações Bauru e Cachoeirinha constituem a superfície de cimeira regional, sendo que os pontos culminantes da região (730-740 metros) encontram-se na parte nordeste da área de estudo. Provavelmente estes interflúvios tabulares também sofreram extensos processos de pediplanação, aos quais podem ser correlacionados os sedimentos inconsolidados e parcialmente lateritizados da Formação Cachoeirinha.

5.2 - MAPEAMENTO DO USO DA TERRA

Os resultados do mapeamento do uso da terra na área de estudo dizem respeito somente à análise automática, pois a análise visual, associada ao trabalho de campo, serviu apenas para a definição das classes de uso da terra.

O algoritmo de classificação MAXVER, utilizado na análise automática, destina-se à classificação ponto a ponto de imagens multispectrais. O critério utilizado neste algoritmo é o de máxima verossimilhança ("Maximum Likelihood"), segundo classes escolhidas iterativamente pelo usuário (Velasco et alii, 1978). A grande vantagem deste algoritmo é que ele apresenta opções que permitem, a cada passo do processo classificatório, uma avaliação dos resultados.

Através da opção "matriz de classificação", o usuário pode ter uma previsão de classificação, com uma estimativa percentual de erros na classificação. Esta previsão é feita através de uma matriz, onde para cada linha são dados os percentuais dos pontos classificados dentro da classe, os percentuais dos pontos não-classificados e o daqueles classificados em outras classes.

A Figura 2 apresenta a área de estudo, obtida no vídeo do IMAGE-100, ampliada para a escala de 1:100.000, abrangendo uma área de aproximadamente 79.000,00 ha.

A seguir, faz-se uma análise dos parâmetros obtidos através da análise automática, bem como dos principais problemas encontrados no processo classificatório.

A Tabela 2 apresenta a matriz de classificação para as classes de uso da terra da área de estudo. A análise da diagonal da matriz permite verificar que existe uma boa previsão de classificação correta, visto que os valores oscilam de 79,9% a 100% na classificação correta das amostras de treinamento. Apesar disso, verifica-se que existem alguns problemas na estimativa dessa classificação, pois, excetuando-se o caso do solo prepara-

do/exposto com 100% de previsão de classificação correta, a área agrícola com 95,4% e a pastagem artificial com 94,5%, os demais valores variam de 79,9% a 85,0%.

A classe com menor previsão de classificação correta é a classe "cerradão" (79,9%), por que apresenta alta superposição com a classe "mata galeria". Este fato é perfeitamente explicado, pois o cerradão na área de estudo apresenta aspecto de mata, fazendo com que estas duas classes apresentem respostas espectrais semelhantes.

A classe "cerrado alterado/pastagem" (83,9% de previsão de classificação correta) apresenta superposição com as classes "mata galeria" e "cerradão". Isto pode ser explicado pelo fato de que, sendo constituída por vegetação alterada, esta classe pode se confundir com outras classes de uso da terra, de acordo com o seu grau de alteração.

Outra classe que apresentou superposição foi a "mata galeria", com 85% de previsão de classificação correta, confundindo-se com as classes "cerradão" e "cerrado alterado/pastagem". A explicação para este fato é a mesma para as classes anteriores, visto que a maior superposição ocorre entre estas três classes.

A classe "sombra" foi colocada na classificação porque na área de estudo ocorre numa região de escarpa que estava sendo classificada como cerradão; portanto, esta classe é necessária para eliminar este problema.

Com a utilização do algoritmo MAXVER, a classificação automática apresentou um desempenho médio de 91,3%, uma confusão média entre as classes de 8,6% e uma abstenção média de 0,1%, ou seja, apenas 0,1% de pontos não-classificados.

A Figura 3 apresenta a classificação do uso da terra, para a área de estudo, obtida através da análise automática.

A Tabela 3 apresenta a área ocupada pelas classes de uso da terra da área de estudo, obtida através da análise automática. Por esta tabela verifica-se que a classe "cerrado alterado/pastagens" ocupa a maior parte de área (44,68%), correspondendo a 35133,60 ha. A classe com menor porcentagem de ocorrência foi a "solo preparado/exposto" com 2,88%, correspondendo a 2268,80 ha.

A Tabela 4 apresenta a porcentagem de área ocupada pelas classes de uso do solo, em cada tipo de relevo existente na área de estudo, bem como a porcentagem de área ocupada pelos diferentes relevos.

LEGENDA

- BCO - BAIAS COLINAS
- ACO I
ACO II
- IT - INTERFLÚVIOS TABULARES
- RR - RELEVOS RESIDUAIS
- PA - PLANÍCIES ALUVIAIS
- ESCARPAS OU RUPTURAS DE DECLIVE
- LIMITES DE FORMAS DE RELEVO
- REDE DE DRENAGEM

ESCALA APROXIMADA

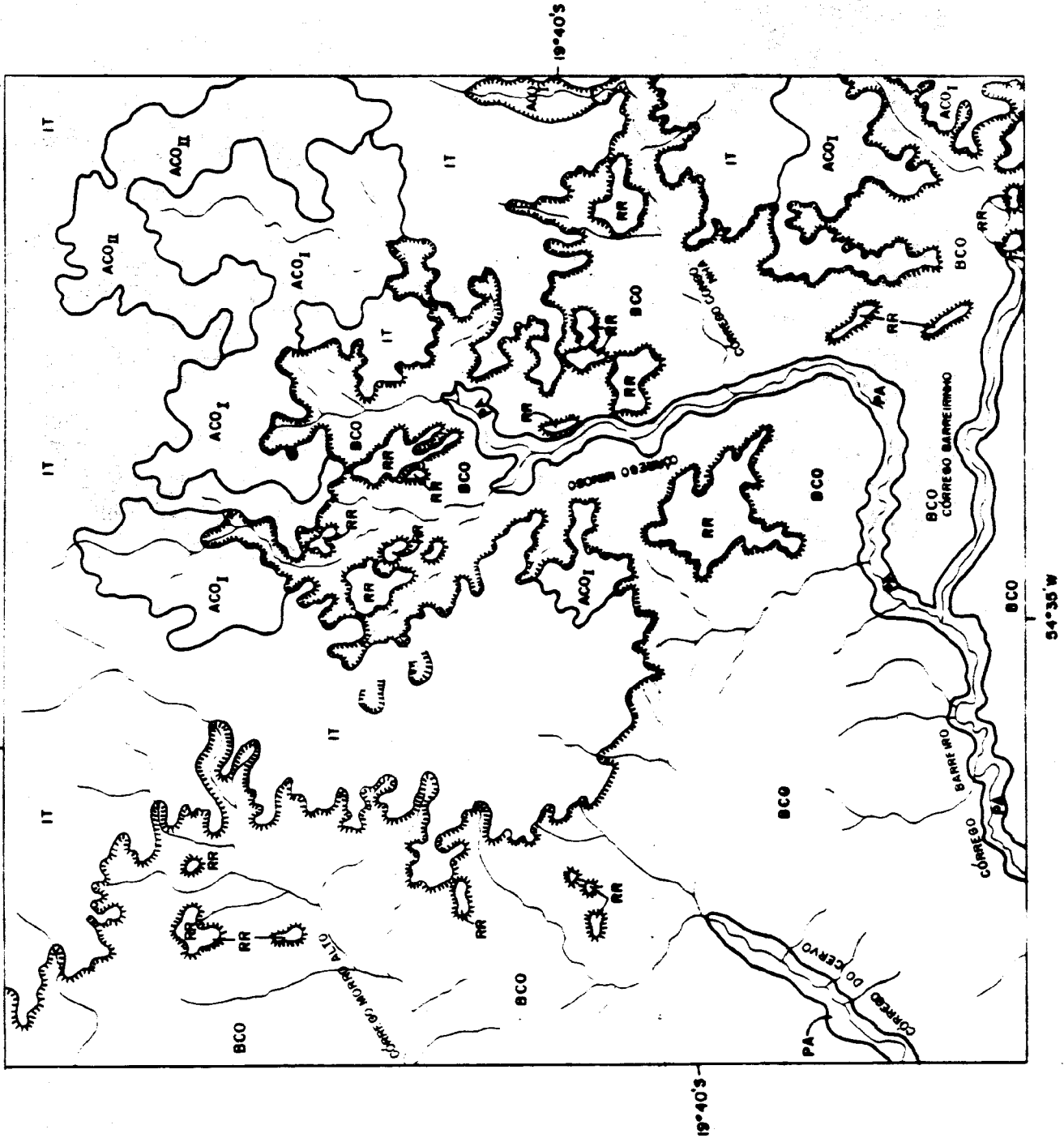


Fig. 1 - Esboço Geomorfológico da região de estudo.



Fig. 2 - Área de estudo - Alto curso do rio Aquidauana.

TABELA 2

MATRIZ DE CLASSIFICAÇÃO PARA AS CLASSES DE USO DA TERRA

CLASSES ANALISADAS	N	1	2	3	4	5	6	7
SOLO PREPARADO/EXPOSTO	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
CERRADÃO	0,0	0,0	79,9	0,0	0,0	17,4	2,7	0,0
PASTAGEM ARTIFICIAL	0,2	0,0	0,0	94,5	5,0	0,0	0,3	0,0
ÁREA AGRÍCOLA	0,0	0,0	0,0	3,7	95,4	0,0	0,9	0,0
MATA GALERIA	0,0	0,0	5,0	0,0	0,0	85,0	10,0	0,0
CERRADO ALTERADO/PASTAGEM	0,0	0,0	5,6	0,5	0,0	10,0	83,9	0,0
SOMBRA	0,0	0,0	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	95,0

N = porcentagem de pontos não-classificados
Desempenho médio = 91,3%

Abstenção média = 0,1%
Confusão média = 8,6%

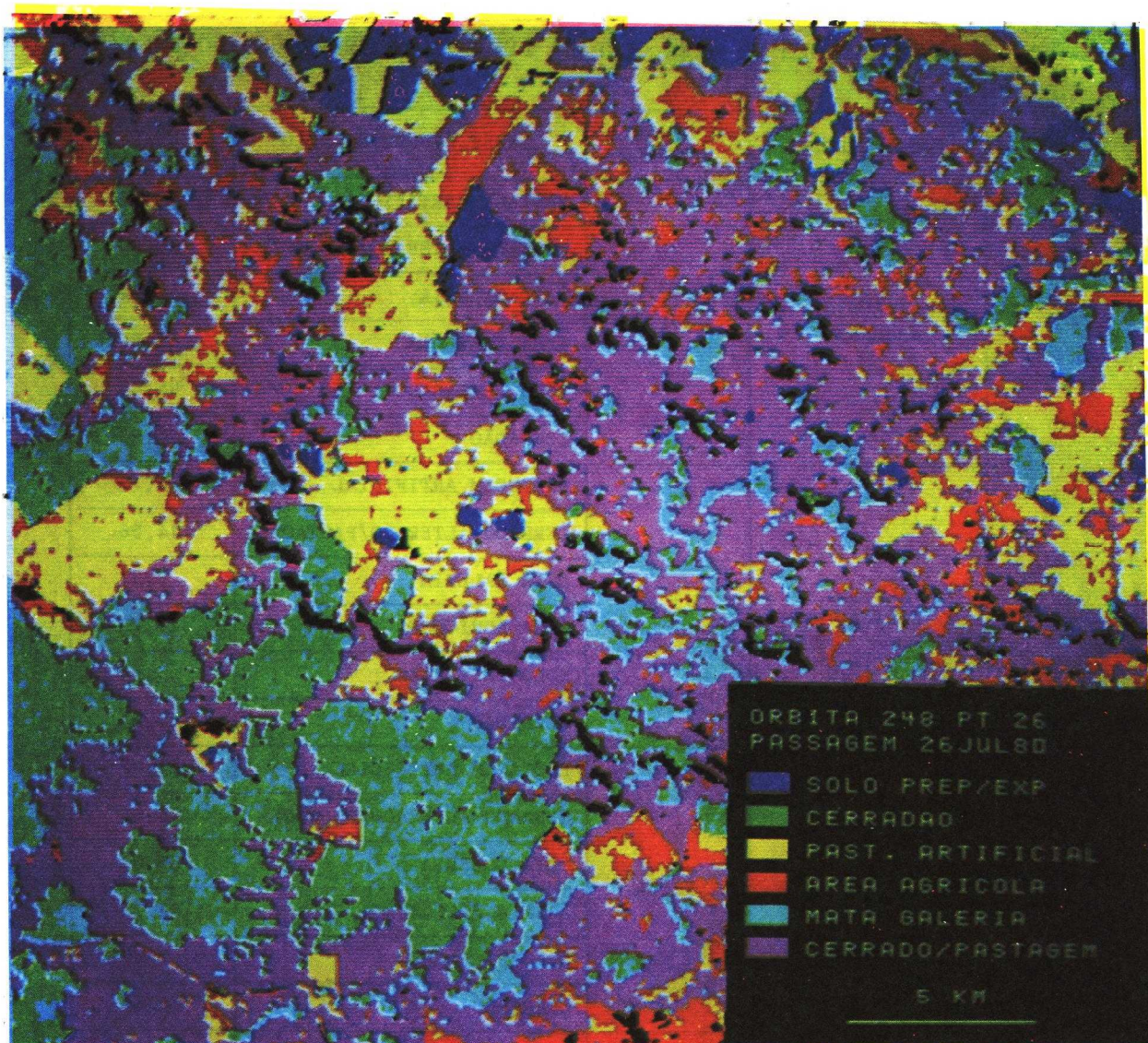


Fig. 3 - Classificação automática da área de estudo.

TABELA 3

ÁREA OCUPADA PELAS CLASSES DE USO DA TERRA, OBTIDA ATRAVÉS DA ANÁLISE AUTOMÁTICA

CLASSES	ÁREA EM HA	PORCENTAGEM
SOLO PREPARADO/EXPOSTO	2268,60	2,88
CERRADÃO	10265,40	13,05
PASTAGEM ARTIFICIAL	13936,50	17,72
ÁREA AGRÍCOLA	7304,10	9,29
MATA GALERIA	6121,20	7,78
CERRADO ALTERADO/PASTAGEM	35133,60	44,68
SOMBRA	1796,70	2,29
NÃO-CLASSIFICADO	1817,10	2,31
TOTAL	78643,20	100,00

TABELA 4

PORCENTAGEM DE ÁREA OCUPADA PELAS CLASSES DE USO DO SOLO

TIPO DE RELEVO	% DE ÁREA OCUPADA	CLASSE DE USO DO SOLO	% DE ÁREA OCUPADA
INTERFLÚVIOS TABULARES	29,12	PASTAGEM ARTIFICIAL	62,58
		CERRADO ALTERADO/PASTAGEM	20,90
		MATA GALERIA	6,94
		ÁREA AGRÍCOLA	44,50
		SOLO PREPARADO	94,45
		CERRADÃO	16,93
ALTAS COLINAS	11,66	PASTAGEM ARTIFICIAL	6,73
		CERRADO ALTERADO/PASTAGEM	14,56
		MATA GALERIA	8,57
		ÁREA AGRÍCOLA	19,70
		SOLO PREPARADO	5,55
		CERRADÃO	6,11
BAIXAS COLINAS	52,64	PASTAGEM ARTIFICIAL	29,07
		CERRADO ALTERADO/PASTAGEM	56,64
		MATA GALERIA	69,02
		ÁREA AGRÍCOLA	32,72
		SOLO PREPARADO	-
		CERRADÃO	72,65
RELEVO RESIDUAL	2,36	PASTAGEM ARTIFICIAL	0,42
		CERRADO ALTERADO/PASTAGEM	2,73
		MATA GALERIA	2,24
		ÁREA AGRÍCOLA	2,20
		SOLO PREPARADO	-
		CERRADÃO	3,74
PLANÍCIE ALUVIAL	4,22	PASTAGEM ARTIFICIAL	1,18
		CERRADO ALTERADO/PASTAGEM	5,16
		MATA GALERIA	13,23
		ÁREA AGRÍCOLA	0,88
		SOLO PREPARADO	-
		CERRADÃO	0,57

Pelas características de ocupação do solo da área estudada e em função da ligação rodoviária entre Campo Grande-Cuiabá (BR 163) que atravessa a região, pode-se deduzir que o principal eixo de ocupação regional estende-se pelo planalto, nas áreas de interflúvios tabulares. As principais áreas agrícolas localizam-se nos terrenos mais elevados, e as áreas com pouca ou nenhuma ocupação, nos terrenos mais rebaixados.

Junto ao alto curso dos córregos Mimoso e Congonha, mais próximo à escarpa (Figura 3), predomina uma vegetação de cerrado alterado com pastagens. Isto pode ser considerado como um indício de que a ocupação inicial das baixas colinas teria se iniciado na seção destes córregos. Convém lembrar que, na localidade denominada Baianópolis, próximo à área estudada, existe exploração de diamante em aluviões de rios; portanto, é muito provável que aí também tenha ocorrido esta atividade extrativa.

Nas planícies aluviais (PA) observam-se somente remanescentes de matas galeria (13,23%), o que leva a crer que a maior parte desta vegetação já foi derrubada.

Sobre os interflúvios tabulares predominam áreas agrícolas (44,50%), solo preparado para agricultura (94,45%) e pastagens artificiais (62,58%).

O município de São Gabriel do Oeste, onde se localiza a área de estudo, é uma das áreas com grande dinamismo agrícola, predominando a cultura da soja. Este dinamismo pode ser explicado pelo relevo suave e, portanto, mais adequado à mecanização agrícola, pelos solos e pelas condições climáticas mais favoráveis para esta cultura. As pastagens artificiais aparecem como uma segunda opção de utilização dos interflúvios tabulares.

Nas baixas colinas, que englobam a porção SW da área de estudo, ocorre uma grande área contínua de vegetação de cerrado (72,65%), que aparentemente pode ser considerada como vegetação original. Esta área está sendo gradativamente substituída pela pastagem artificial (29,07%).

Finalmente nas áreas de altas colinas há grande ocorrência de cerrado alterado / pastagens (14,56%). Isto pode ser considerado como a primeira fase de ocupação desta área com relevo movimentado, solos litólicos e, portanto, inadequado para a agricultura. As áreas agrícolas (19,70%) que ocorrem neste relevo aparecem como pequenas manchas dispersas por toda a sua área de ocorrência.

Alguns relevos residuais (RR), como, por exemplo, os que se encontram próximo ao alto curso dos córregos Mimoso e Congonha, apresentam a cobertura vegetal de cerrado (3,74%), indicando que a vegetação original ainda não foi degradada, provavelmente devido ao difícil acesso a eles.

As áreas de solo preparado para agricultura ocorrem apenas nos relevos de interflúvios tabulares (94,45%) e de altas colinas (5,55%), com nítida predominância do primeiro.

6. CONCLUSÃO

A área estudada pode ser considerada como uma área piloto, cujas características geomorfológicas e de uso do solo podem ser extrapoladas para uma região do Estado do Mato Grosso do Sul, como por exemplo para a área do Projeto Apaporé, levando-se em conta certas características locais que variam de região para região.

Acredita-se que o trabalho em questão possa servir como um modelo de utilização de dados do MSS/LANDSAT, juntamente com outros dados (mapas topográficos, geológicos, pedológicos e trabalhos existentes), para fins de planejamento regional, principalmente em áreas onde haja ausência de informações atualizadas sobre o uso do solo e relevo.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, F.F.M. O planalto basáltico da bacia do Paraná. *Boletim Paulista de Geografia*, 24:3-24, 1956.
- BOLETIM TÉCNICO DA DIVISÃO DE PESQUISA PEDOLÓGICA. Rio de Janeiro, n. 18, 1971. 839 p. Levantamento de reconhecimento de solos do sul do Estado de Mato Grosso do Sul.
- BRASIL. Ministério do Interior. Superintendência do Desenvolvimento da Região Centro Oeste - SUDECO. (Brasil/Minter/Sudeco). *Estudo de desenvolvimento integrado da bacia do Alto Paraguai*; Relatório da 1ª fase - Descrição Física e Recursos Naturais. Convênio: Governo Brasileiro - UNDP - OEA, Brasília, 1979. T. 2.
- COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DA INDÚSTRIA, COMÉRCIO E MINERAÇÃO DO ESTADO DE MATO GROSSO SUL (CODESUL). *Mapa Geológico do Estado de Mato Grosso do Sul - escala 1:1.000.000*. Rio de Janeiro, 1980.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL (DNPM). *Projeto Bonito - Aquidauana*; Relatório final. Rio de Janeiro, 1978. v.1.

DUTRA, L.V.; SOUZA, R.C.M.; MITSUO II, F.A.; MOREIRA, J.C. *Análise automática de imagens multiespectrais*. São José dos Campos, INPE, ago. 1981. (INPE 2212-MD/009).

GENERAL ELECTRIC (GE). *Image-100: interactive multiespectral analysis system; user manual*. Daytona, 1975.

SANTOS, A.P.; FORESTI, C.; NOVO, E. M. L. M.; NIERO, M.; LOMBARDO, M.A. *Metodologia de interpretação de dados de sensoriamento remoto e aplicações no uso da terra*. São José dos Campos, INPE, nov. 1981. (INPE 2261-MD/016).

SANTOS, L.B. dos; INNOCÊNCIO, N. R.; GUIMARÃES, M.R. da S. *Vegetação*. In: INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Geografia do Brasil; Região Centro-Oeste*. Rio de Janeiro, 1977. v. 4, p. 3-33.

SAUSEN, T.M.; NOVO, E.M.L.M. *Metodologia de interpretação de dados de sensoriamento remoto e aplicações em geomorfologia*. São José dos Campos, INPE, ago. 1981. (INPE 2209-MD/007).

VELASCO, F.R.D.; PRADO, L.O.C.; SOUZA, R.C.M. *Sistema MAXVER; manual do usuário*. São José dos Campos, INPE, Jul. 1978. (INPE 1315-NTI/110).