

DETERMINAÇÃO DO INCREMENTO DE ÁREAS AGRÍCOLAS ATRAVÉS DE  
IMAGENS MSS-TM/LANDSAT

Ricardo Leonardo Vianna Rodrigues  
Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais - FUNCATE  
Av. João Guilhermino, 429-119 and - 12.200 - São José dos Campos, SP, Brasil

Mário Valério Filho  
Francisco José Mendonça  
Renato dos Santos  
Luiz Fernando Horta Rodrigues

RESUMO

O presente trabalho foi desenvolvido em área contínua, a qual abrange parte dos Estados de Goiás, Pará, Maranhão e Mato Grosso na região do Araguaia-Tocantins, situada entre as coordenadas geográficas de 0° a 18° S e de 41° a 55° W, perfazendo uma extensão aproximada de 1.300.000 Km<sup>2</sup>. Nesta área as atividades agrícolas e de pecuária vêm sendo intensificadas com a expansão das fronteiras agrícolas do País, tendo em vista a necessidade do aumento da produção de alimentos. Desta forma, este trabalho tem como objetivo determinar o incremento de áreas agrícolas nesta região, no período de 1975 a 1985, utilizando dados fornecidos pelos satélites da série LANDSAT. Foram utilizadas imagens MSS-5, TM-3, TM-4 no formato de produtos fotográficos na escala aproximada de 1:250.000, as quais foram submetidas a procedimentos de interpretação visual, através da aplicação de critérios de fotointerpretação, considerando-se principalmente os elementos tonalidade, textura, forma e aspectos associados à variação temporal dos alvos de superfície. Os dados orbitais foram analisados com o suporte de informações coletadas a partir de documentação cartográfica e bibliográfica e possibilitaram a obtenção de informações referentes à expansão agropastoril para o período analisado. Através desta análise temporal de dados orbitais do LANDSAT, foi possível avaliar o incremento de áreas agrícolas através da obtenção do índice de ocupação que variou de 2,1% para 1975 a 7,2% em 1985, bem como avaliar o índice de variação que apresentou valor médio de 240%.

ABSTRACT

The present work was developed in continue área, which include part of States of Goiás, Pará, Maranhão, and Mato Grosso in the region of Araguaia-Tocantins, situated between geographics co-ordinates 0° until 18° S and 41° until 55° W, making up one approximate extension of 1.300.000 Km<sup>2</sup>. In this área, the agricultural activities and relating to cattle have been intensified with the expansion of country agricultural frontiers, having in sight the necessity of food production increase, so, this work has the objective to determine the agricultural áreas increase in this region, between 1975 and 1985. utilizing supplied datas by satellites of LANDSAT séries. Were utilized, MSS-5, TM-3 e TM-4 images, shaped in photographics produts on approximate scale of 1:250.000, which were submitted to proceedings of analogic image interpretation, considering principally the elements tonality, texture, form and associated aspects to temporal variation of superficiais targets. The orbital datas were analysed with the suport of referring informations leaving of cartographics bibliographycs documents and had possibilited to obtain informations concerning to agricultural and relating to cattle expansion in a analysed period. Through this temporal analise of orbital LANDSAT datas, was possible to estimate the increase of agricultural áreas through of occupation index obtained which changed of, 2,1% in 1975 to 7,2% in 1985, as well to estimate the variation index who presented a middle value of 240%.

## 1. INTRODUÇÃO

A região do Araguaia-Tocantins, sofreu nesses últimos anos um forte incremento na ocupação da terra por atividades agrícolas, em função de uma diversidade de fatores, dentre os quais pode-se destacar a necessidade de expansão das fronteiras agrícolas, aplicação de incentivos fiscais e implementação da rodovia Belém-Brasília, ligando a região a grandes polos consumidores.

Para o estabelecimento de uma política de fomento à produção agrícola adequada às condições ambientais da região torna-se necessário dispor de informações básicas, confiáveis e atuais, tais como os dados de uso, expansão e ocupação, que orientem a tomada de decisão no processo de planejamento.

Neste particular, a utilização de dados orbitais obtidas a partir das técnicas de sensoriamento remoto, tem contribuído de forma significativa na discriminação e caracterização de classes de uso da terra, bem como no monitoramento da dinâmica de ocupação em diferentes condições ambientais. Nesta linha, podemos exemplificar trabalhos desenvolvidos no Brasil e exterior, destacando-se entre outros: Willians et alii (1973), Johnson e Coleman (1973), Lins Jr. (1976), Santos e Novo (1977), Novo (1979), Niero e Lombardo (1979), Lombardo et alii (1980), Santos et alii (1980), Santos et alii (1981).

Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o incremento da expansão da ocupação da terra por atividades agrícolas, utilizando dados dos MSS e TM LANDSAT referentes aos anos de 1975 e 1985, na região abrangida pelos rios Araguaia e Tocantins.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 - Área de Estudo

A área de estudo, situada entre as coordenadas geográficas de  $0^{\circ}$  e  $18^{\circ}$  de latitude Sul e  $41^{\circ}$  e  $55^{\circ}$  de longitude Oeste, abrange em superfície contínua, parte dos Estados de Goiás, Pará, Mato Grosso, cobre todo o Estado do Maranhão, perfazendo uma extensão aproximada de  $1.300.000 \text{ Km}^2$ .

Esta região pode ser dividida em 3 setores que apresentam características ambientais distintas, assim divididas:

- Zona Amazônica ao norte, de Floresta Densa.
- Zona de Transição, entre a Floresta e o Cerrado do Planalto Brasileiro.
- Zona de Cerrado, com predominância de Cerrado

Em face de sua configuração física e da dominância de determinados tipos de massas de ar, verifica-se uma relati

va homogeneidade climática-meteorológica na região, ocorrendo precipitações anuais crescentes de Sul para Norte, de 1.500 a mais de 2.300mm, e de Leste para Oeste de 1.000 a 1.800 mm.

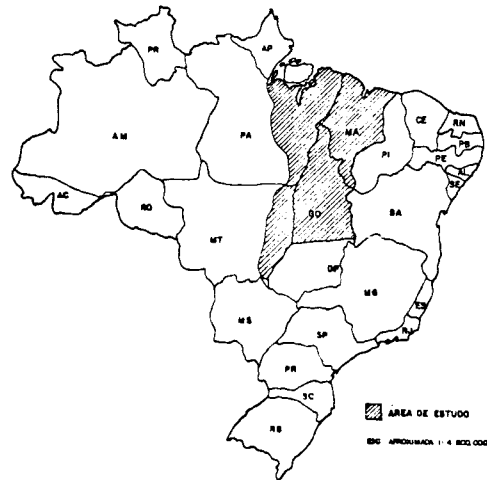


Fig. 1 - Área de Estudo.

As temperaturas médias anuais variam entre  $24^{\circ}\text{C}$  e  $28^{\circ}\text{C}$  ao norte do paralelo  $6^{\circ}\text{S}$ , e ao sul do paralelo  $6^{\circ}\text{S}$ , os valores médios variam entre  $21^{\circ}\text{C}$  e  $25^{\circ}\text{C}$ .

Quanto a geomorfologia regional se caracteriza em geral por relevos que variam de planos a suave ondulados e os solos que ocorrem em maior extensão são os Latossolos Vermelho-Amarelo e Vermelho Escuro com texturas variáveis de média a argilosa, comumente associadas a solos concrecionários, a areias quartzosas e Podzólicos Vermelho-Amarelo.

A atividade de maior expressão no corrido é a pecuária, com predominância de pastagens plantadas.

### 2.2-Materiais

Para este trabalho foram utilizadas imagens tanto do sensor MSS (Multispectral Scanner Subsystem), canal 5, para o ano de 1975, quanto do sensor TM (Thematic Mapper) canais 3 e 4, para o ano de 1985, no formato de produtos fotográficos, na escala de 1:250.000, perfazendo um total de 194 imagens.

Como suporte a análise das imagens e ao mapeamento temático, foram utilizadas cartas topográficas, na escala de 1:250.000, que compreende a área de estudo.

Os dados das áreas dos municípios e de divisão político-administrativa da região foram obtidos separadamente junto

ao IBGE-Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

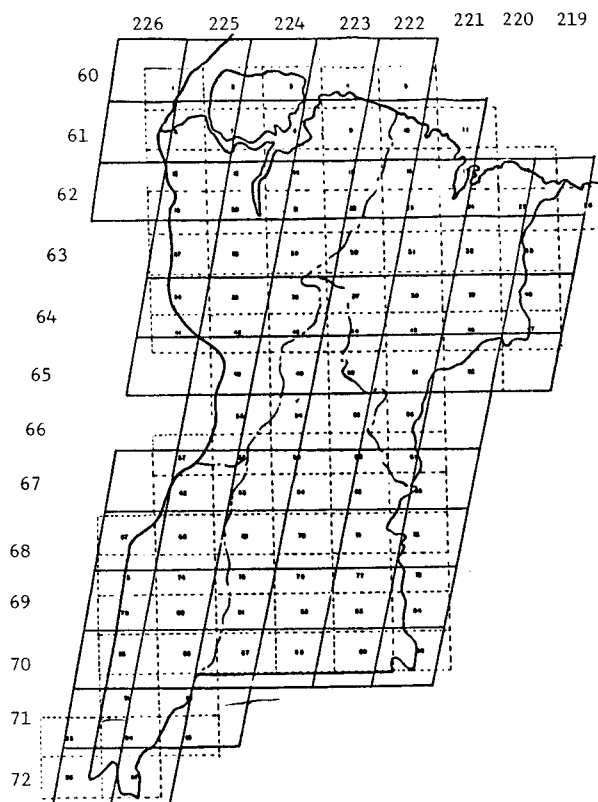


Fig. 2 - Distribuição das Imagens TM/LANDSAT sobre a Área de Estudo.

## 2.3 - Metodologia

### 2.3.1 - Definição da Legenda

O critério adotado levou em consideração objetivo proposto e a escala de trabalho, adaptado de Anderson et alli (1976), onde os autores utilizam vários níveis de classificação de acordo com o nível de coleta de informação e a escala do produto utilizado.

Assim sendo, os temas com culturas temporárias, culturas permanentes e Pastagens Plantadas, foram enquadradas nos níveis I e II de Anderson, e caracterizados como Áreas Agrícolas.

### 2.3.2 - Identificação do Tema

A identificação do tema "Áreas Agrícolas" foi realizada através de interpretação visual das imagens MSS-5, TM-3 e TM-4, com base nos critérios de fotointerpretação ajustados às características multiespectrais das imagens, considerando-se principalmente os elementos tonalidade, textura, forma e aspectos

associados, segundo a metodologia proposta por Santos et alli (1981).

### 2.3.3 - Avaliação de Área

O método utilizado para avaliação de área do tema "Áreas Agrícolas" foi o da contagem de pontos através de uma grade de quadrículas de dimensão 1mm x 1mm, superpostas aos mapas temáticos. Cada retícula correspondeu a uma área de 6,25 ha.

### 2.3.4 - Tabulação de Dados

A tabulação foi feita por municípios, que por sua vez foram agrupados em microrregiões e Estados.

Para a confecção das tabelas, foi adotada uma estrutura contendo os seguintes elementos:

- Nome das microrregiões homogêneas contidas na área de estudo;
- Área terrestre da microrregião, expressa em hectare;
- Área terrestre da microrregião no projeto. (Este valor de área pode ser total ou parcial, dependendo da microrregião estar contida total ou parcialmente na área de estudo);
- Área com atividade agrícola interpretada em 1975 e 1985, expressa em ha;
- Índice de Ocupação ( $I_o$ ) - avalia a ocupação agrícola efetiva em relação à área avaliada, assim definido.

$$a) I_o(75) = \frac{B}{A} \times 100$$

$$b) I_o(85) = \frac{C}{A} \times 100$$

A = Área da microrregião compreendida nos estudos

B = Área agrícola interpretada em 1975

C = Área agrícola interpretada em 1985

Índice de variação (IV) - avalia a taxa de incremento do tema "Áreas agrícolas", ocorrida no decênio 1975-1985, assim definido:

$$IV(\%) = \frac{C - B}{B} \times 100$$

TABELA 1

RESULTADOS DA AVALIAÇÃO DE ÁREAS OCUPADAS COM ATIVIDADES AGRÍCOLAS, ÍNDICE DE OCUPAÇÃO E ÍNDICE DE VARIACÃO, POR ESTADO E MICRORREGIÃO, OBTIDA A PARTIR DA ANÁLISE INTERPRETATIVA DOS DADOS DO LANDSAT, NOS ANOS DE 1975 E 1985

ESTADOS E MICRORREGIÕES	ÁREA TERRESTRE (ha)	ÁREA SITUADA NO PROJETO (A)	ÁREA AGRÍCOLA INTERPRETADA		ÍNDICE DE OCUPAÇÃO %		ÍNDICE DE VARIACÃO (%)
			1975 (B)	1985 (B)	1975	1985	
<b>MATO GROSSO</b>							
- Norte Matogrossense	21.803.600	13.403.400	351.829	1.280.162	2,6	9,5	270
- Sudeste de Mato Grosso	1.179.200	654.400	25.063	210.600	3,8	32,0	764
- Garças	3.970.200	3.157.600	65.580	594.874	2,1	18,8	807
<b>GOIÁS</b>							
- Ext. Norte Goiano	3.707.800	3.707.800	182.620	575.810	4,9	15,5	215
- Baixo Arag. Goiano	2.648.200	2.648.200	103.907	627.131	3,9	23,7	503
- Tocantins Pedro Afonso	6.408.100	6.408.100	59.312	94.554	0,9	1,5	594
- Médio Tocantins Araguaia	9.692.200	9.692.200	125.961	534.616	2,0	6,0	200
- Serra Geral de Goiás	5.461.200	5.461.200	43.811	153.949	0,8	2,8	251
- Alto Tocantins	6.197.200	6.197.200	509.149	1.027.931	8,2	16,6	102
- Chapada dos Veadeiros	3.159.300	3.159.300	13.717	82.387	0,4	2,6	500
- Vão Paraná	1.850.900	1.829.300	36.529	131.338	2,0	7,2	259
- Rio Vermelho	663.400	342.800	39.781	93.506	11,6	27,3	135
- Planalto Goiano	1.161.600	305.500	2.556	33.931	0,8	11,1	1.227
- M.T. de Goiás	444.200	317.100	5.600	31.975	1,8	10,1	471
<b>PARÁ</b>							
- Baixo Amazonas	1.910.400	257.600	444	75	0,2	0,03	-83
- Xingu	11.657.700	1.901.100	2.012	49.075	0,1	2,6	2.339
- Araguaia Paraense	4.985.600	4.985.600	209.137	967.630	4,2	19,4	363
- Furos	11.799.400	-	-	-	-	-	-
- Baixo Tocantins	2.952.700	2.952.700	8.644	38.562	0,3	1,3	346
- Marabá	7.516.300	7.516.300	119.037	853.559	1,6	11,3	617
- Tomé Açú	1.437.000	546.600	9.387	31.581	1,7	5,8	236
- Guajarina	6.215.900	4.812.300	313.475	583.575	6,5	12,1	86
- Visou	898.700	345.800	350	10.481	0,1	3,0	2.895
- Belém	141.600	141.600	-	11.162	-	8,0	-
- Salgado	644.700	633.100	-	28.988	-	5,0	-
- Bragantina	509.600	497.000	8	23.374	0	4,7	2.920
- Campos de Marajo	2.304.600	-	-	-	-	-	-



### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 - Resultados

Os resultados de avaliação do tema "Área Agrícolas" obtidos a partir da interpretação visual dos dados do LANDSAT, apresentados na tabela 1, foram analisados por Estado, e dentro desses, por microrregiões, através de dois índices, citados anteriormente:

- Índice de Ocupação
- Índice de Variação

Estes resultados da tabela 1, também estão representados graficamente nas figuras 3.1, 3.2, 3.3 e 3.4, por microrregião, na ordem crescente de expansão agrícola no período estudado, sintetizando os resultados apresentados.

#### 3.2 - Estado do Pará

Pela análise dos resultados do índice de ocupação do Estado, observamos um incremento médio na ordem de 255%, a partir de uma ocupação agrícola efetiva média de 2,3% em 1975 para 8,0% em 1985.

##### 3.2.1 - Microrregiões

Analisando os resultados da tabela 1 e do gráfico da fig. 3.1, podemos perceber que as microrregiões que mais se desenvolveram em termos de expansão agrícola foram, em ordem crescente de expansão, Guajarina, Marabá e Araguaia Paraense.

Percebe-se também um forte incremento nas microrregiões de Bragantina, Viseu e Xingu, que apesar de apresentarem baixos índices de ocupação nos dois períodos, tiveram uma taxa de variação superior a 2.000% indicando uma forte tendência de expansão das suas fronteiras agrícolas.

#### 3.3 - Estado do Maranhão

Analisando-se os resultados mostrados pelo índice de ocupação da tabela 1, observa-se uma ocupação efetiva média de 1,7% em 1975 no Estado, e de 4,8% em 1985, representando um incremento médio na ordem de 182%.

##### 3.3.1 - Microrregiões

Conforme os resultados apresentados na tabela 1 e figura 3.2, podemos notar que as microrregiões que registraram maior incremento na expansão de áreas ocupadas foram, em ordem crescente, as microrregiões de Imperatriz, Meárim e Pindaré, com uma taxa de variação superior a 200%.

#### 3.4 - Mato Grosso

Da análise dos índices de ocupação das áreas agrícolas no Estado, pode-se verificar que em 1975 havia uma ocupação efetiva média de 2,5% e em 1985 este índice

atingiu 12,1%, correspondendo a uma variação média de 384%.

#### MICRORREGIÕES

Estudando a tabela 1 e o respectivo gráfico da figura 3.3, observa-se claramente que as áreas que mais se desenvolveram em termos de expansão agrícola foram, em ordem crescente, Norte Mato Grosso, Garças e Sudeste de Mato Grosso, assim como uma forte tendência de expansão na microrregião de Garças, com um incremento médio de 807% no período.

#### 3.5 - Goiás

De acordo com a análise do índice de ocupação da tabela 1, observa-se que de uma ocupação efetiva média no Estado de 2,1% em 1975, atingiu 6,5% em 1985, representando um incremento médio na ordem de 201%.

##### 3.5.1 - Microrregiões

Analisando os resultados da tabela 1 e do gráfico correspondente, verifica-se que as microrregiões que mais se desenvolveram, por ordem crescente de expansão, foram: Planalto Goiano, Extremo Norte Goiano, Rio Vermelho e Baixo Araguaia Goiano, destacando-se também pela forte tendência de expansão as microrregiões de Planalto Goiano (índice de variação = 1.227%), Baixo Araguaia Goiano e Mato Grosso de Goiás, com índice de variação médio de 500%.

#### 3.6 - Discussão

A avaliação da taxa de incremento de atividade agrícola poderia ter sido definida, apenas por um único índice de variação, caso fosse uma região de desenvolvimento homogêneo. Mas em virtude de contrastarem regiões de desenvolvimento recente com áreas anteriormente estabelecidas, torna-se necessário avaliar com um maior rigor essa taxa de incremento, complementando este dado com a taxa efetiva de ocupação, cujo dado dá a verdadeira dimensão de desenvolvimento agrícola da região. Assim sendo, pela análise dos dois índices se terá uma idéia real de acréscimo de atividade agrícola ao se comparar os anos analisados (1975 e 1985).

# PARÁ

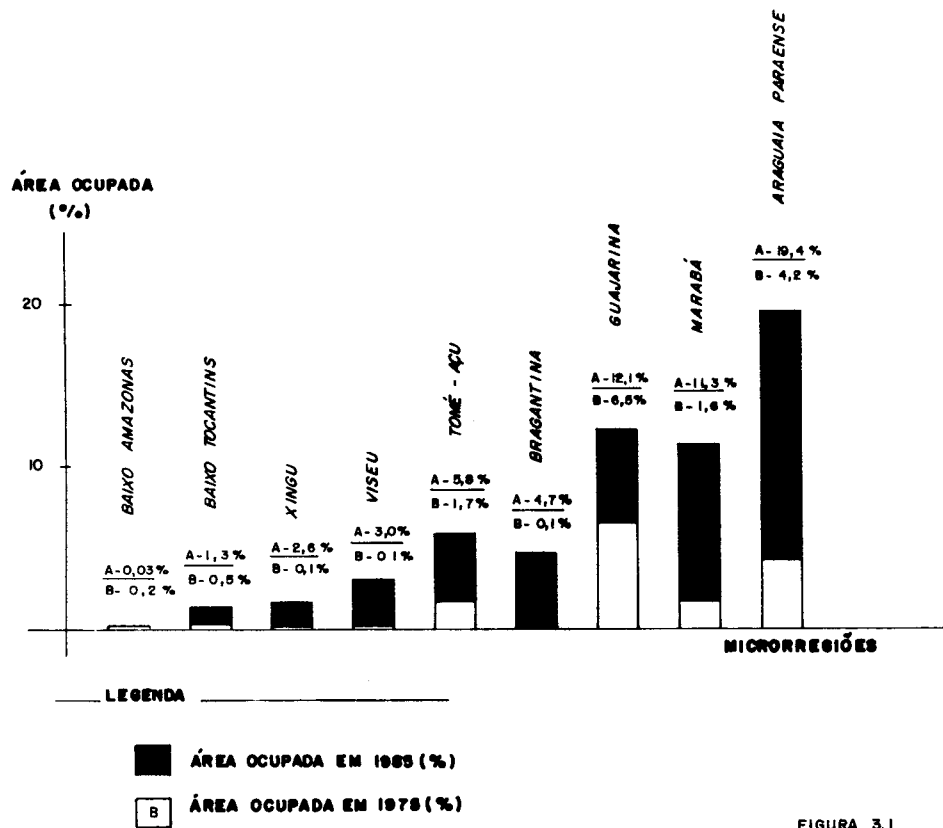


FIGURA 3.1

# MARANHÃO

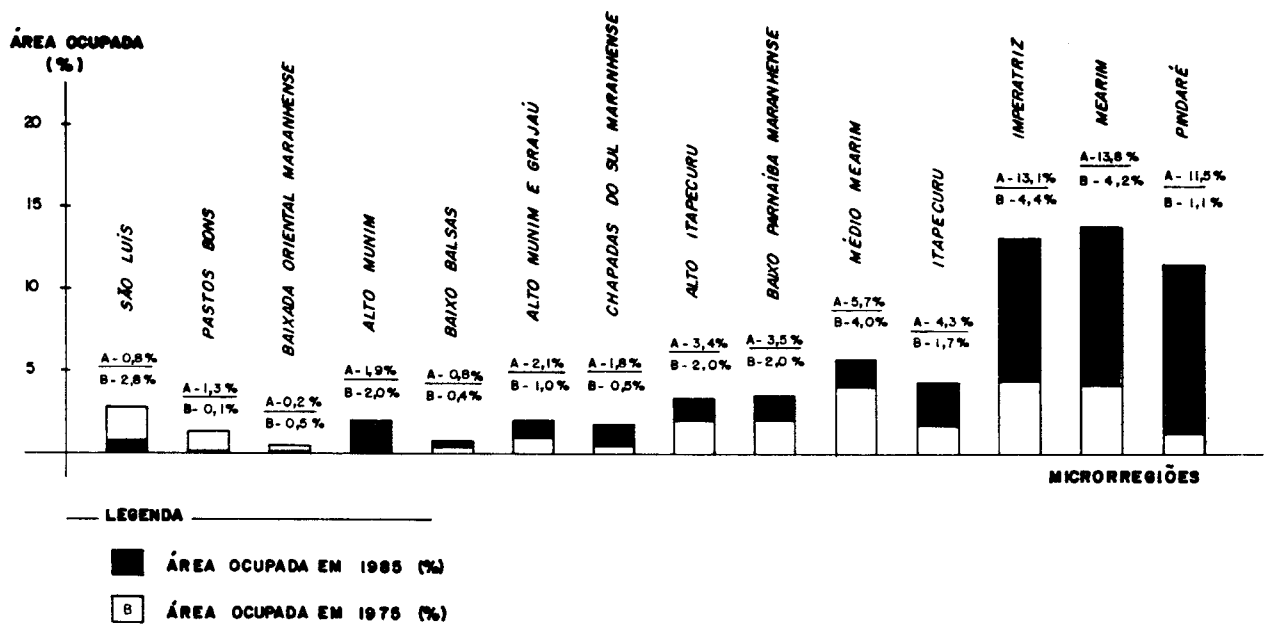


FIGURA 3.2

# MATO GROSSO

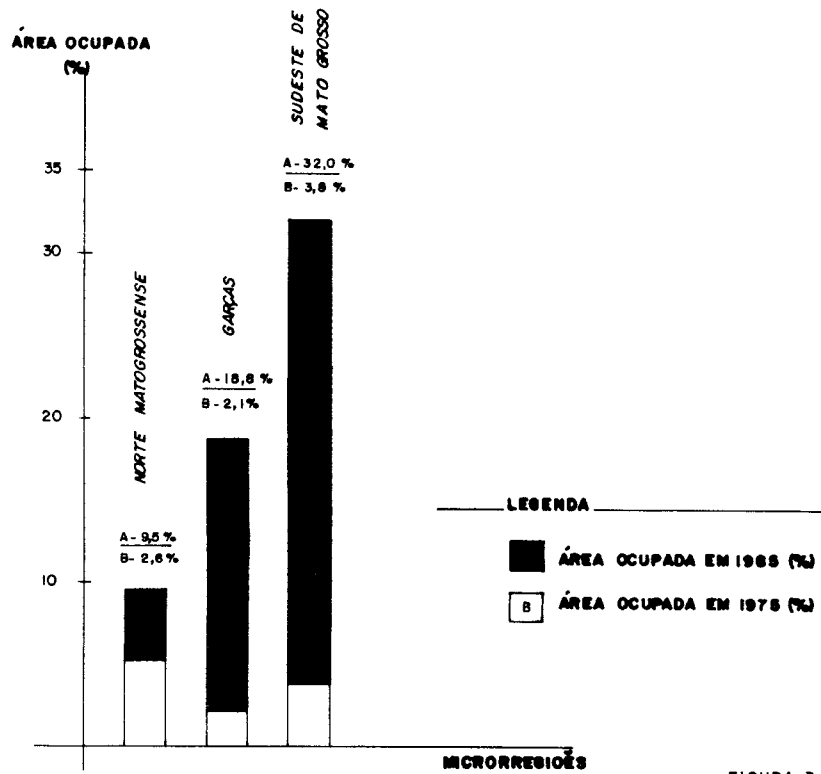


FIGURA 3.3

# GOIÁS

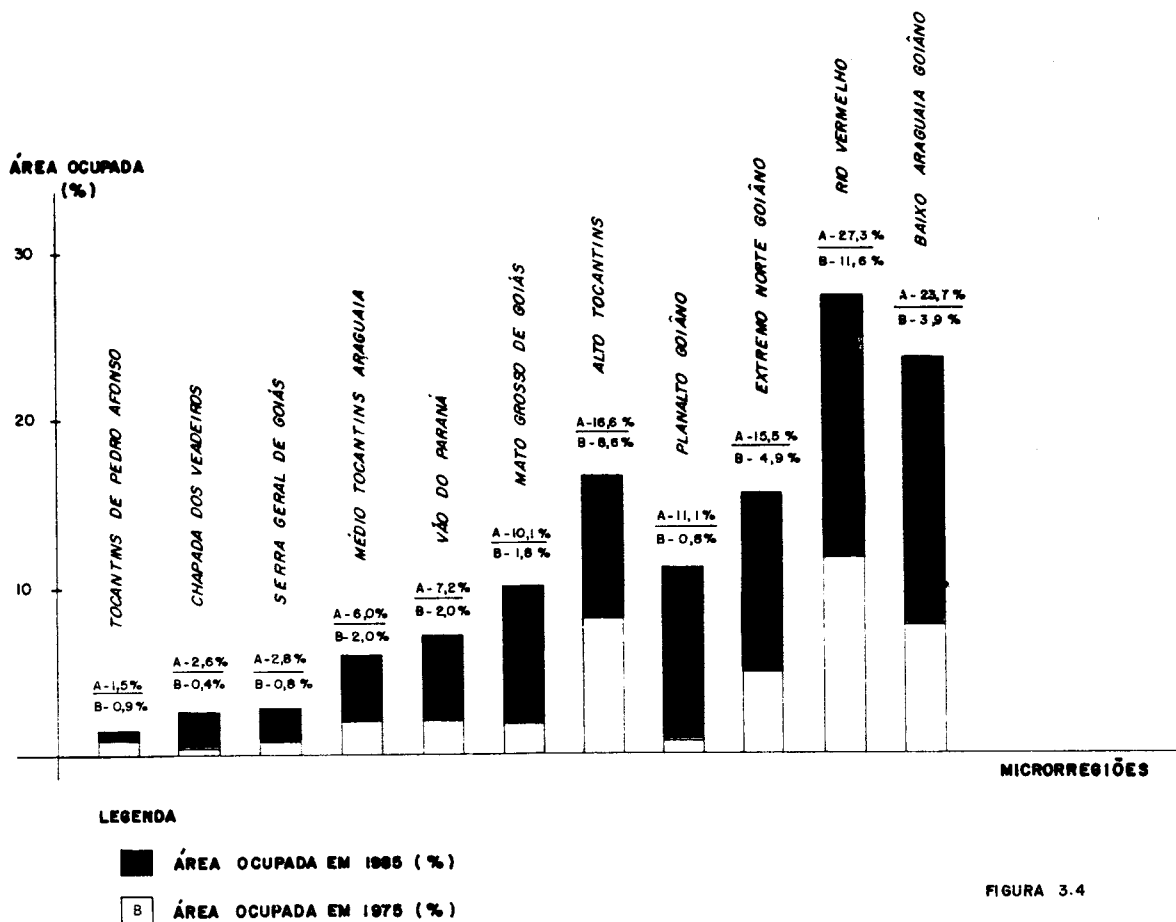


FIGURA 3.4



#### 4. CONCLUSÕES

As características de visão sinótica, repetitividade e o caráter multispectral das imagens LANDSAT constituem uma ferramenta eficiente para o levantamento do uso da terra a nível regional, bem como avaliar em um lapso de tempo a expansão da ocupação agrícola.

Os resultados demonstraram que houve um incremento da ocupação da terra por atividades agrícolas na área total do trabalho para os anos selecionados, cujo índice de ocupação passou de 2,1% em 1975 para 7,2% em 1985, o que representa um incremento médio da ordem de 243%.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDERSON, J.R.; HARDY, E.E.; ROACH, J. T. & WITNER, R.E. A land use and land cover classification system for use with remote sensor data. Washington, DC, Geological Survey, 1976. (Paper nº 964).
- JOHNSON, C.W. & COLEMAN, V. Semi-automatic crop inventory from sequential ERTS-1 imagery. IN: NASA. Symposium on significant results obtained from the Earth Resources Technology Satellite-1, Proceedings of the Symposium held at New Carrollton, Maryland, Mar. 5-9, 1973. Washington, D.C., 1973, v. 1A, p. 19-26.
- LINZ JR., H.F. Land use mapping from SKYLAB S190B photography. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 52(3): 301-302, mar. 1976.
- LOMBARDO, M.A.; NOVO, E.M.L.M.; NIERO, M. & FORESTI, C. Uso da terra no Vale do Paraíba através de dados de sensoriamento remoto - relatório final. São José dos Campos, INPE, dez. 1980 (INPE 1972-RPE/278).
- NIERO, M. & LOMBARDO, M.A. Uso de técnicas de interpretação automática na determinação de classes funcionais de uso da terra no Vale do Paraíba. São José dos Campos, INPE, mar. 1979 (INPE-1426-TPI/001).
- NOVO, E.M.L.M. Projeto UTVAP - análise comparativa entre fotografias aéreas convencionais e imagens LANDSAT para fins de levantamento do uso da terra. São José dos Campos, INPE, ago. 1979. (INPE-1592-NTE/152).
- SANTOS, A.P. & NOVO, E.M.L.M. Uso de dados do LANDSAT-1 na implantação, controle e acompanhamento de projetos agropecuários no Sudoeste da Amazônia Legal. Tese de Mestrado em Sensoriamento Remoto e Aplicações. São José dos Campos, INPE, Jan., 1977. (INPE-1044-TPT/056).
- SANTOS, A.P.; NOVO, E.M.L.M.; DUARTE, V. Exemplo de Aplicação de Dados do Sistema LANDSAT, no Estudo das Relações entre Compartimentação Topográfica e Qualidade de Pastagens no Município de Paragominas (PA). São José dos Campos, INPE, jun. 1980, 59 p.
- 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).
- WILLIAMS, D.L.; MORAIN, S.A.; BARKER, B. & COINER, J.C. Identification of winter wheat from ERTS-1 imagery. IN: NASA. Symposium on significant results obtained from the Earth Resource Technology Satellite-1, Proceedings of the Symposium held at New Carrollton, Maryland, Mar. 5-9, 1973. Washington, DC, 1973, v. 1A, p. 11-18.