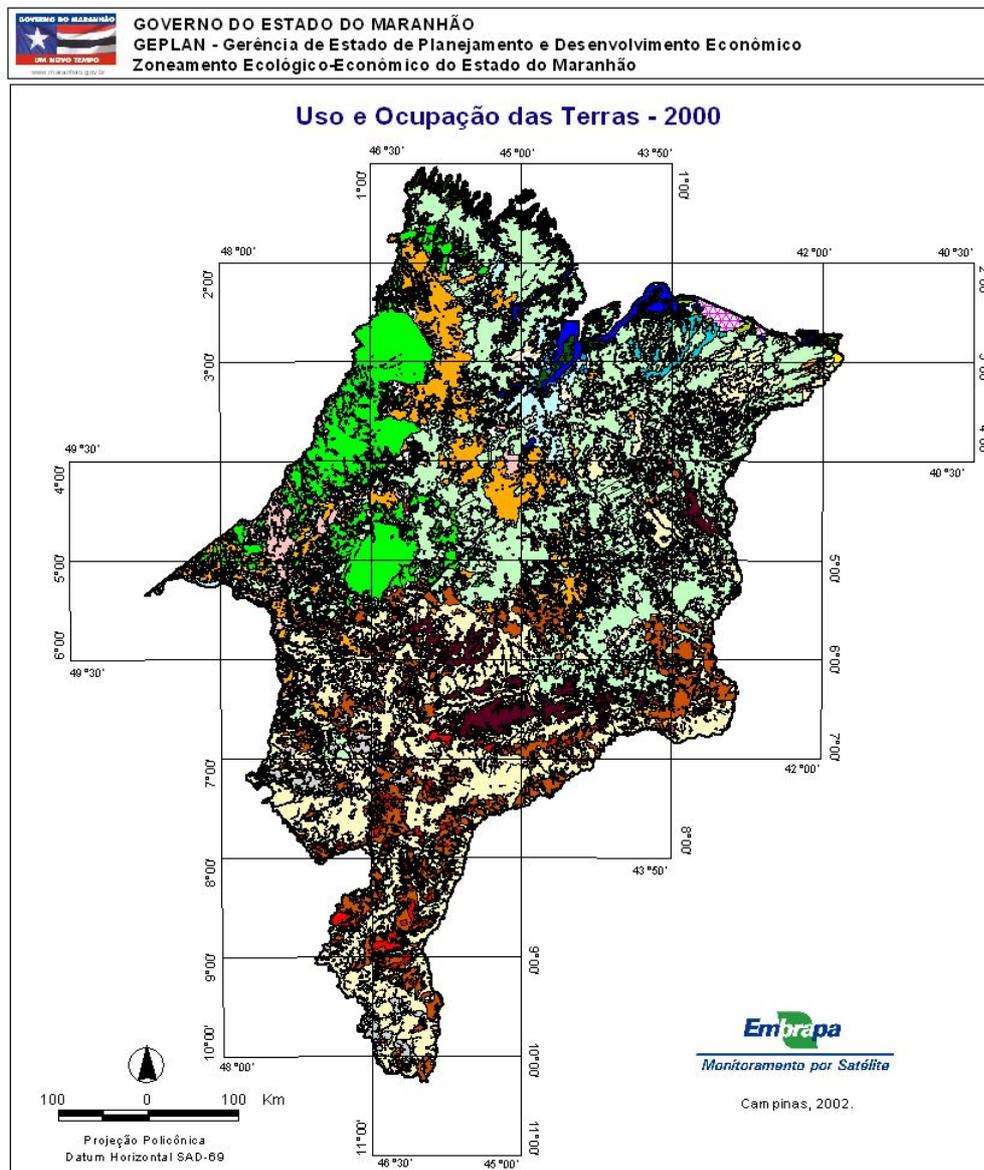


Relatórios Técnicos

ISSN 0103-78110
Dezembro, 2002



ZONEAMENTO ECOLÓGICO E ECONÔMICO DO ESTADO DO MARANHÃO

CARTOGRAFIA DO USO E OCUPAÇÃO DAS TERRAS NO
ESTADO DO MARANHÃO (1984/2000)

República Federativa do Brasil

Fernando Henrique Cardoso
Presidente

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA

Marcus Vinicius Pratini de Moraes
Ministro

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa

Conselho de Administração

Márcio Fortes de Almeida
Presidente

Alberto Duque Portugal
Vice-Presidente

Dietrich Gerhard Quast
José Honório Accarini
Sérgio Fausto
Urbano Campos Ribeiral
Membros

Diretoria-Executiva da Embrapa

Alberto Duque Portugal
Diretor-Presidente

Bonifácio Hideyuki Nakasu
Dante Daniel Giacomelli Scolari
José Roberto Rodrigues Peres
Diretores Executivos

Embrapa Monitoramento por Satélite

Ademar Ribeiro Romeiro
Chefe-Geral

Luís Gonzaga Alves de Souza
Chefe-Adjunto de Administração

Ivo Pierozzi Júnior
Chefe-Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento

Evaristo Eduardo de Miranda
Supervisor da Área de Comunicação e Negócios



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Monitoramento por Satélite
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

ISSN 0103-78110
Dezembro, 2002

Relatórios Técnicos

ZONEAMENTO ECOLÓGICO E ECONÔMICO DO ESTADO DO MARANHÃO

CARTOGRAFIA DO USO E OCUPAÇÃO DAS TERRAS NO ESTADO DO MARANHÃO (1984/2000)

Evaristo Eduardo de Miranda
Marcelo Guimarães
Alexandre Camargo Coutinho
Leticia Orsi

Campinas-SP
2002

Sumário

Introdução	5
Objetivo.....	6
Material.....	6
Localização	6
Material Cartográfico e Iconográfico	7
Aplicativos	8
Metodologia	8
Seleção e aquisição de dados sobre o Estado do Maranhão.....	8
Definição da escala de trabalho.....	9
Interpretação analógica das imagens LANDSAT	9
Geração das cartas temáticas	10
Resultados	10
Uso e Ocupação das Terras.....	10
Discussão	16
Uso e ocupação das terras	16
Uso e ocupação das terras em 1984.....	16
Uso e ocupação das terras em 2000.....	16
Evolução do uso e ocupação das terras entre 1984 e 2000	16

Índice de Figuras

Figura 1 – Limite estadual e divisão municipal do Estado do Maranhão.	6
Figura 2 – Articulação das folhas cartográficas do Estado do Maranhão em escala 1:250.000. 7	
Figura 3 – Articulação das imagens LANDSAT do Estado do Maranhão.	8
Figura 4 – Mapa de Uso e Ocupação das Terras do Estado do Maranhão, em 1984.	11
Figura 5 – Mapa de Uso e Ocupação das Terras do Estado do Maranhão, em 2000.	12
Figura 5 – Mapa de Uso e Ocupação das Terras do Estado do Maranhão (1984): Carta MIR-228 (Balsas).	13
Figura 6 – Mapa de Uso e Ocupação das Terras do Estado do Maranhão (2000): Carta MIR-228 (Balsas).	14

Introdução

A evolução do sensoriamento remoto, das tecnologias espaciais, do geoprocessamento e das tecnologias de informação, associada a uma redução dos custos dos equipamentos e programas, permitem hoje a geração de sistemas de informação capazes de responder a toda uma série de indagações que preocupam o planejamento e o desenvolvimento econômico e ambiental.

País de dimensões continentais e transhemisféricas, o Brasil enfrenta, como nenhum outro, desafios relativos à ocupação, uso e manejo do seu imenso e diversificado espaço. Ao contrário de outras nações de superfície equivalente, a questão se agrava em nosso país devido aos extensos territórios inabitados, aos intensos contrastes socioeconômicos e agroecológicos entre as regiões geográficas, à dinâmica acelerada do uso das terras e ao avanço da fronteira agrícola.

Ocupando uma área de 333.366 km², o Estado do Maranhão apresenta de maneira circunstanciada essa diversidade de contrastes agroeconômicos e ecológicos. Em seu território encontram-se gradientes latitudinal, longitudinal e altimétrico, acompanhados por distintas formações vegetais (da caatinga à floresta ombrófila) também associadas a fatores físicos como clima, solos e relevo. Não menos diversificado apresenta-se seu setor primário, onde encontram-se desde produtores familiares até culturas extensas e bastante modernizadas de soja, como no município de Balsas, na região sul do Estado.

Dada essa grande complexidade a ser gerenciada por mecanismos de gestão ambiental e territorial, qualquer intervenção deve estar fundamentada no conhecimento circunstanciado do uso e ocupação das terras, buscando-se alternativas para conciliar o desenvolvimento sustentável. Os recursos tornaram-se escassos, as demandas econômicas urgentes e a preocupação com a preservação ambiental uma exigência incontornável.

Neste contexto, através do emprego do sensoriamento remoto orbital e geoprocessamento, este trabalho de mapeamento do uso e ocupação das terras foi executado pela Embrapa Monitoramento por Satélite, como parte do Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Maranhão, contratado pela Gerência de Planejamento e Desenvolvimento Econômico (GEPLAN).

A cartografia executada permitiu não apenas o mapeamento do uso e cobertura das terras em 1984 e 2000 para o Estado, mas também quantificar e identificar os vetores responsáveis pelas mudanças entre estas duas datas.

Objetivo

O objetivo deste trabalho foi elaborar um sistema de informações geográficas sobre a cartografia temática do uso e ocupação das terras em 1984 e 2000, em escala 1:250.000, para o Estado do Maranhão.

Material

Localização

A área do presente trabalho corresponde ao Estado do Maranhão, representando cerca de 333.366 km² e abrangendo 217 municípios (IBGE, 1997) (Figura 1).

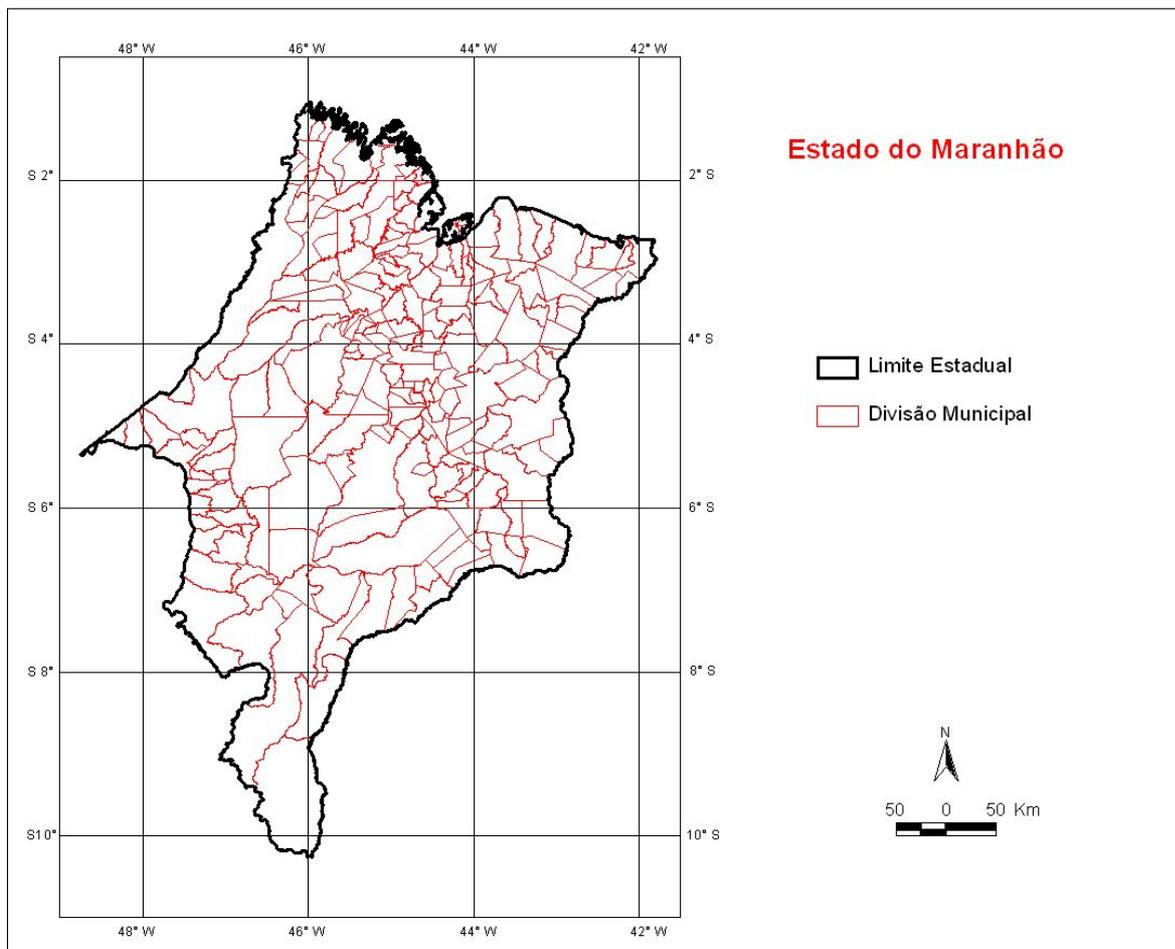


Figura 1 – Limite estadual e divisão municipal do Estado do Maranhão.

Material Cartográfico e Iconográfico

Cartas topográficas do IBGE, em escala 1:250.000 (IBGE, 1985) foram utilizadas como fonte de dados secundários, auxiliando o processo de interpretação das imagens LANDSAT (**Figura 2**).

Para o mapeamento do uso e ocupação das terras, foram selecionadas imagens orbitais dos satélites LANDSAT 5-TM (1984/1985) e LANDSAT 7-ETM (2000/2001), procurando sempre cenas do mesmo período sazonal (**Figura 3**).

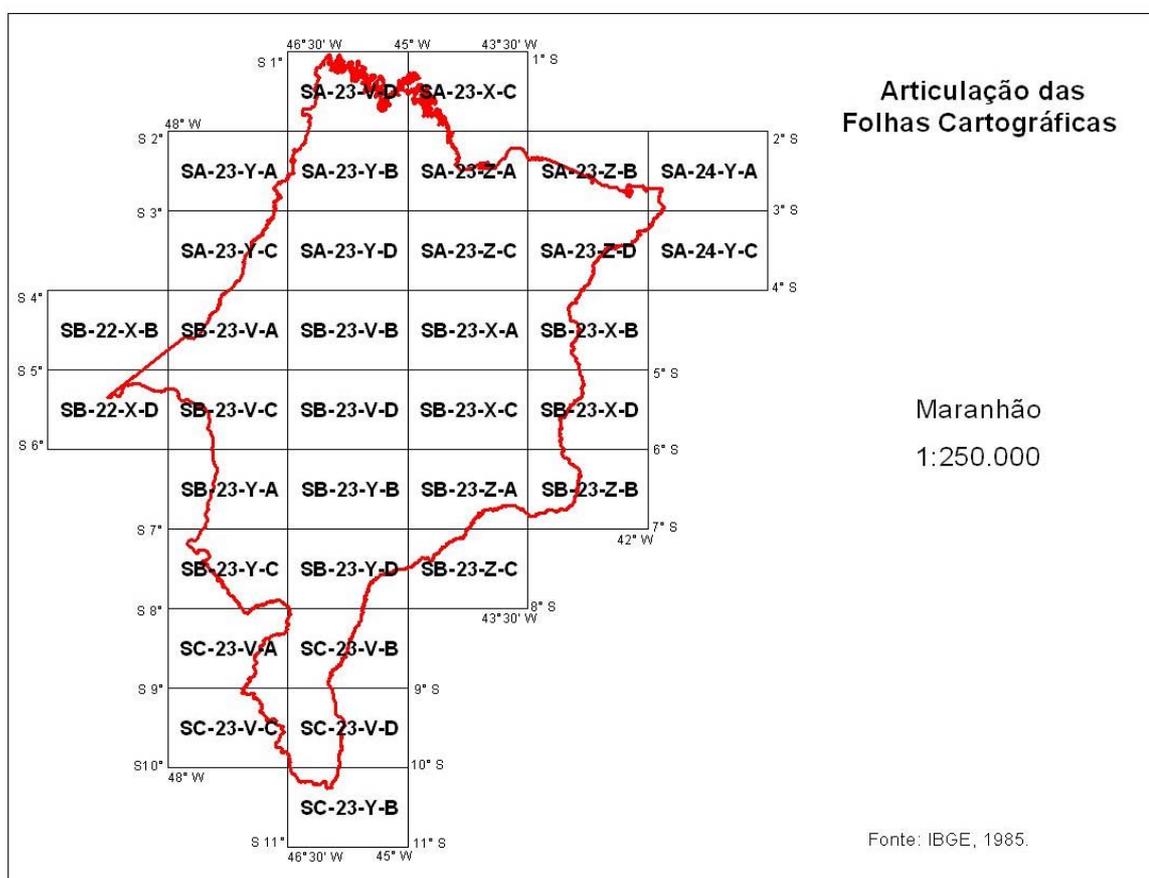


Figura 2 – Articulação das folhas cartográficas do Estado do Maranhão em escala 1:250.000.

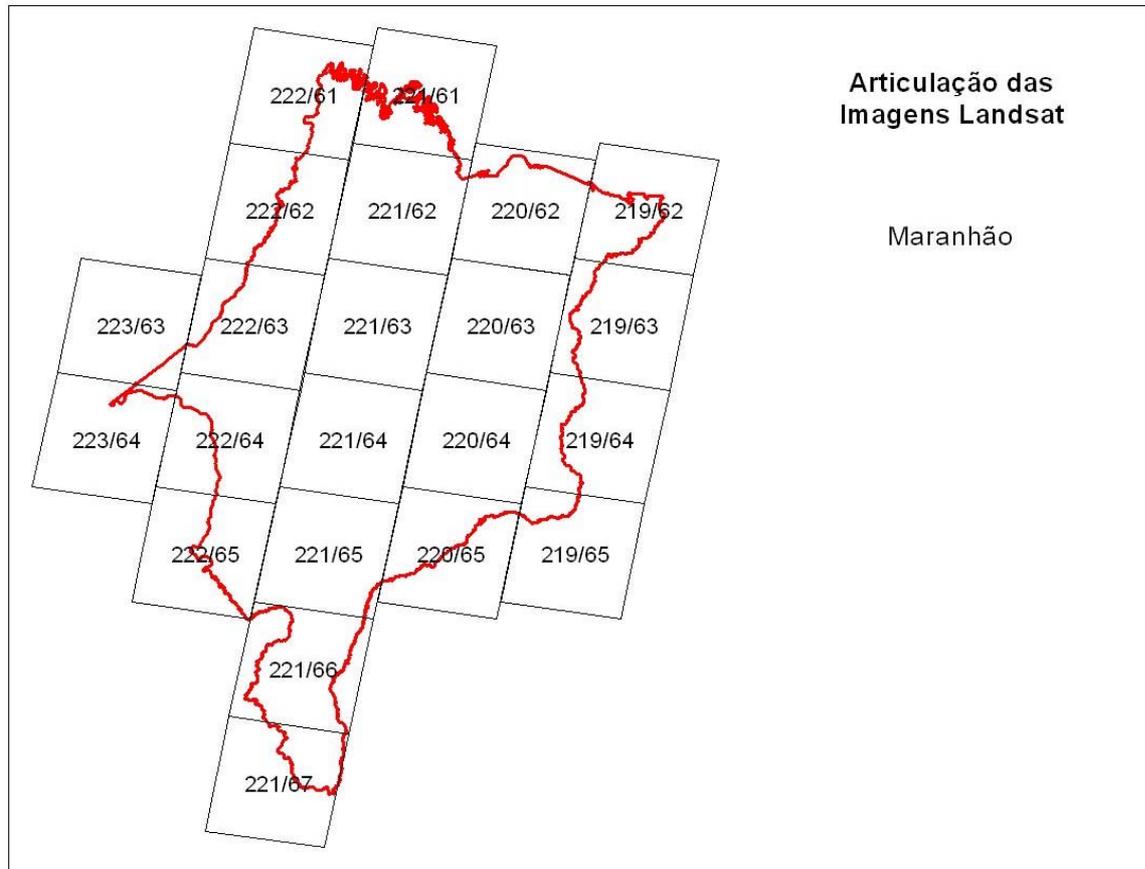


Figura 3 – Articulação das imagens LANDSAT do Estado do Maranhão.

Aplicativos

Para elaboração do mapa de uso e ocupação do solo foram utilizados os aplicativos de geoprocessamento ERDAS v.8.1 e ARCVIEW 3.2a, sendo os dados uniformizados neste último.

Metodologia

A metodologia utilizada foi desenvolvida nas seguintes etapas de trabalho: seleção e aquisição de dados sobre o Estado do Maranhão, definição da escala de trabalho, interpretação analógica das imagens LANDSAT e geração das cartas temáticas.

Seleção e aquisição de dados sobre o Estado do Maranhão

Pesquisas bibliográficas e cartográficas permitiram a constituição de um banco de dados com informações secundárias sobre o uso e cobertura das terras no Estado do Maranhão, auxiliando a definição da legenda utilizada e a padronização da interpretação analógica.

A seleção das imagens orbitais foi criteriosa em relação às estações chuvosa ou seca, procurando-se obter cenas da mesma estação, de modo a constituir um mosaico de imagens homogêneo. Optou-se por adquirir imagens já georreferenciadas, em Projeção UTM e Datum Horizontal SAD-69.

Definição da escala de trabalho

A escala de trabalho para interpretação das imagens foi fixada em 1:150.000, sendo as cartas representadas em 1:250.000. Na escala de interpretação foi definida uma área mínima mapeável em torno de 100 ha (cem hectares), representada por polígonos de 0,16cm² (0,4cm X 0,4cm).

Interpretação analógica das imagens LANDSAT

O mapeamento do uso e cobertura das terras foi realizado através de interpretações analógicas de imagens orbitais LANDSAT, em resolução espacial de 30 metros e escala 1:150.000, seguindo a legenda hierarquizada preestabelecida:

Legenda:

1. Áreas Urbanizadas
2. Corpos d'Água Naturais
3. Corpos d'Água Artificiais
4. Agricultura Irrigada
5. Agricultura Moderna e Intensiva
6. Agricultura Recente de Médio Porte
7. Agricultura Recente de Pequeno Porte
8. Agricultura Tradicional de Médio Porte
9. Agricultura Tradicional de Pequeno Porte
10. Mosaico com Babaçu
11. Mosaico com Babaçu Denso
12. Campos Inundáveis Lacustres
13. Campos Inundáveis Litorâneos
14. Campos Inundáveis Palustre Pastejados
15. Manguezal
16. Campos Cerrados com Pastagem
17. Caatinga
18. Restinga
19. Cerrado
20. Cerradão
21. Mata Ciliar
22. Floresta Ombrófila
23. Vegetação Esparsa ou Nula
24. Campos de Dunas

Para a identificação de cada categoria, foram considerados elementos de cor, tonalidade, textura, forma, padrão, contexto, área e outros aspectos associados, tais como a presença de carregadores, estrutura e a forma das glebas, limites e outras evidências que permitissem convergir para a melhor definição de cada categoria de uso e ocupação.

Finalizada a interpretação e validação da cartografia do uso e cobertura das terras do ano 2000, os respectivos arquivos vetoriais foram sobrepostos às imagens de 1984. Como a correção geométrica previu um erro máximo de 30 metros (1 pixel) entre as imagens de 1984 e 2000, os vetores gerados na primeira interpretação (data recente) puderam ser sobrepostos à segunda imagem (data histórica) e estes, após corrigidos, geraram novos polígonos correspondentes à situação em 1984.

Elaborados os temas de uso e ocupação das terras para os anos de 1984 e 2000, foi realizada a intersecção entre os respectivos temas. O resultado permitiu a quantificação da dinâmica do uso e ocupação das terras entre 1984 e 2000.

Geração das cartas temáticas

Os resultados disponíveis neste documento foram expressos através de tabelas, figuras, cartas e textos, procurando sintetizar a expressiva quantidade de dados produzida ao longo do trabalho.

Embora a escala de trabalho adotada fosse 1:150.000, a escala de expressão das cartas foi definida em 1:250.000, compatíveis com a cartografia oficial do IBGE, totalizando 68 cartas (34 cartas referentes à 1984 e 34 referentes à 2000). Ainda, foram produzidos 2 mapas estaduais do uso e ocupação das terras (1984 e 2000) através de técnicas de mosaicagem.

Resultados

O desenvolvimento das etapas metodológicas descritas anteriormente permitiram a geração das cartas temáticas e tabelas sobre o Uso e Ocupação das Terras do Estado do Maranhão para as datas de 1984 e 2000.

Uso e Ocupação das Terras

Através da interpretação de imagens orbitais TM e ETM LANDSAT, foram gerados 70 mapas referentes ao Uso e Ocupação das Terras do Estado do Maranhão. Especificamente, foram produzidos:

- 34 mapas do Uso e Ocupação das Terras, em escala 1:250.000, referentes ao ano de 1984;
- 1 mosaico estadual do Uso e Ocupação das Terras, referentes ao ano de 1984;
- 34 mapas do Uso e Ocupação das Terras, em escala 1:250.000, referentes ao ano de 2000;
- 1 mosaico estadual do Uso e Ocupação das Terras, referentes ao ano de 2000.

As Figuras 4 e 5 ilustram os mosaicos estaduais para os anos de 1984 e 2000, respectivamente. As quantificações de cada classe mapeada, para cada uma das duas datas, estão expressas na Tabela 1.

As cartas produzidas em escala 1:250.000 são exemplificadas pelas Figuras 6 e 7. Na mapoteca da Embrapa Monitoramento por Satélite ou na home page do Zoneamento Ecológico e Econômico do Maranhão <www.zee.ma.gov.br> estão disponibilizadas todas as 68 cartas, em escala 1:250.000, para consulta e utilização.

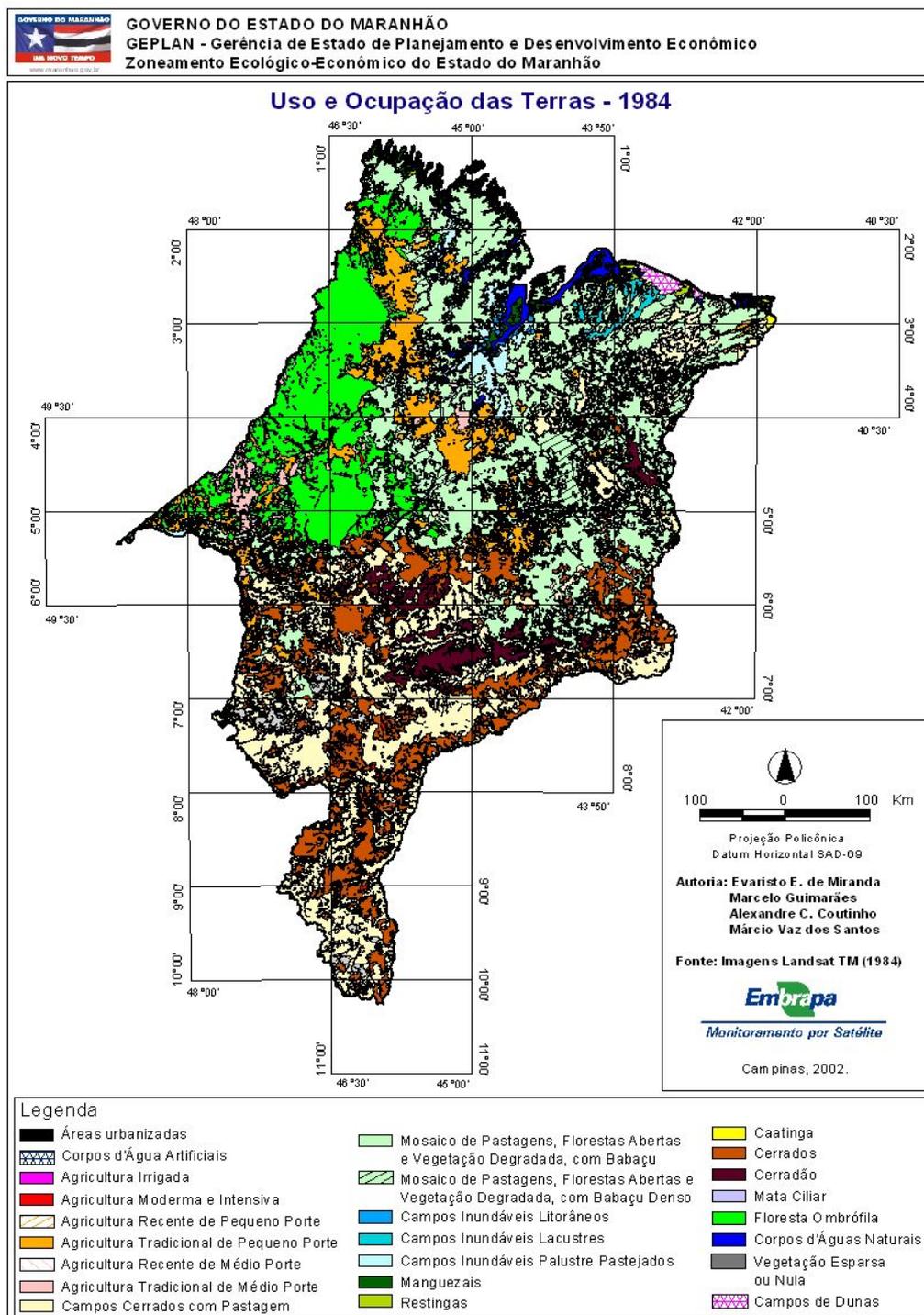


Figura 4 – Mapa de Uso e Ocupação das Terras do Estado do Maranhão, em 1984.

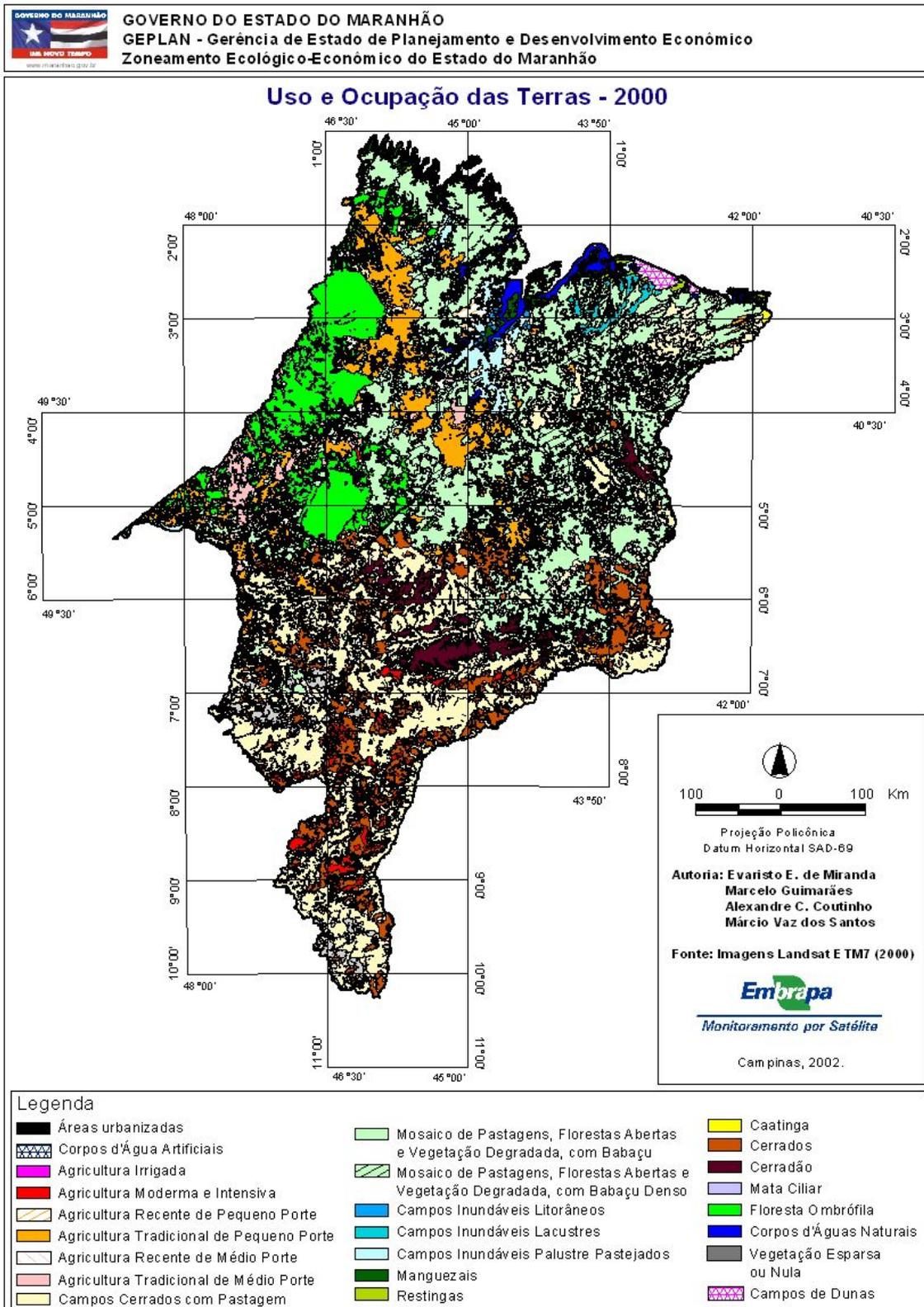


Figura 5 – Mapa de Uso e Ocupação das Terras do Estado do Maranhão, em 2000.

*Zoneamento Ecológico e Econômico do Estado do Maranhão:
Cartografia do uso e ocupação das terras no Estado do Maranhão (1984/2000)*

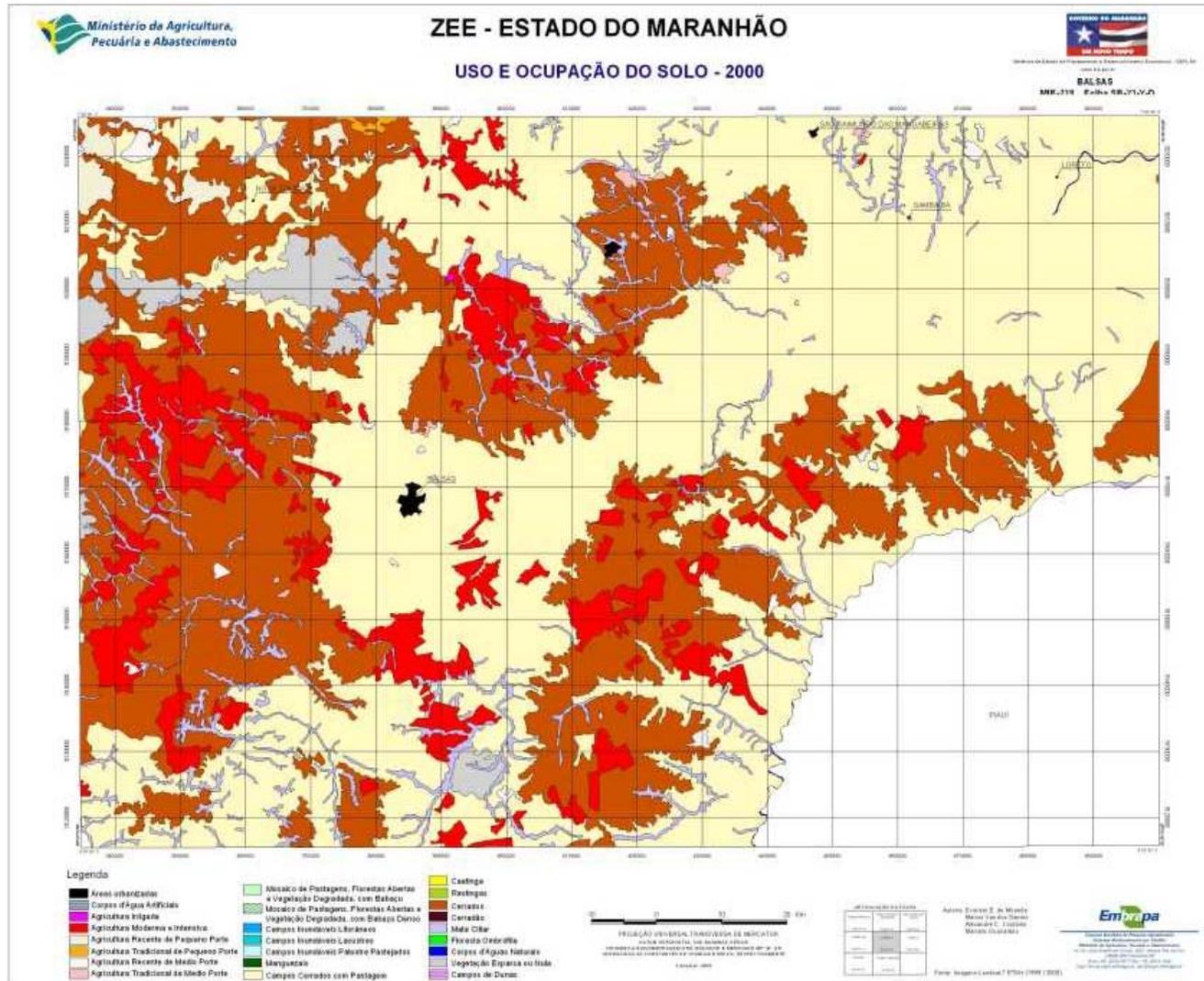


Figura 6 – Mapa de Uso e Ocupação das Terras do Estado do Maranhão (2000): Carta MIR-228 (Balsas).

Tabela 1: Áreas absolutas e relativas das classe de uso e ocupação das terras do Estado do Maranhão, em 1984 e 2000.

Classes	1984		2000		
	Área (km ²)	Frequência relativa (%)	Área (km ²)	Frequência relativa (%)	
Agriculturas	Agricultura Irrigada	1,15	0,00	42,30	0,01
	Agricultura Moderna e Intensiva	930,68	0,28	3.893,98	1,17
	Agricultura Recente de Médio Porte	0,00	0,00	5.406,09	1,62
	Agricultura Recente de Pequeno Porte	0,00	0,00	10.173,61	3,05
	Agricultura Tradicional de Médio Porte	6.223,16	1,87	6.211,78	1,86
	Agricultura Tradicional de Pequeno Porte	30.542,54	9,16	30.562,23	9,17
	Mosaico com Babaçu	79.742,17	23,92	78.803,61	23,64
	Mosaico com Babaçu Denso	18.912,11	5,67	18.494,18	5,55
Vegetação natural	Caatinga	179,33	0,05	179,62	0,05
	Campos Cerrados com Pastagem	73.675,98	22,10	77.361,40	23,21
	Campos de Dunas	1.200,31	0,36	1.200,31	0,36
	Campos Inundáveis Lacustres	2.098,83	0,63	2.044,67	0,61
	Campos Inundáveis Litorâneos	980,26	0,29	981,62	0,29
	Campos Inundáveis Palustre Pastejados	6.326,42	1,90	6.291,79	1,89
	Cerradão	9.072,71	2,72	7.991,76	2,40
	Cerrado	42.486,19	12,74	32.026,07	9,61
	Floresta Ombrófila	39.987,62	12,00	29.823,99	8,95
	Manguezal	4.766,12	1,43	4.759,81	1,43
	Mata Ciliar	5.472,26	1,64	5.443,13	1,63
	Restinga	829,75	0,25	800,75	0,24
	Vegetação Esparsa ou Nula	3.580,32	1,07	4.326,25	1,30
	Corpos d'Água Artificiais	227,28	0,07	227,65	0,07
	Corpos d'Água Naturais	5.622,73	1,69	5.636,16	1,69
	Áreas Urbanizadas	507,68	0,15	682,84	0,20
Total	333.365,60	100,00	333.365,60	100,00	

Discussão

Uso e ocupação das terras

A constituição do sistema de informações geográficas sobre a cartografia do uso e ocupação das terras no Estado do Maranhão, assim como a análise quantitativa das áreas para os anos de 1984 e 2000, estão descritos a seguir.

Uso e ocupação das terras em 1984

A análise da **Tabela 1** indica que, em 1984, cerca de 58% da área do Estado apresentava fisionomias de vegetação natural, desde Florestas Ombrófilas até formações de Caatinga, representando uma grande heterogeneidade de ecossistemas. Deste total, predominavam os campos cerrados com pastagem (22,10%) e cerrados (12,74%), principalmente na porção meridional do Estado, e as florestas ombrófilas (12,00%), ao Noroeste.

As classes de mosaicos representavam cerca de 30% da área mapeada, sendo predominante o mosaico de pastagens, florestas abertas e vegetação degradada com babaçu.

As áreas com agricultura ocupavam 37.697,53km² ou aproximadamente 11% da área total. Nesta data, predominavam agriculturas tradicionais de pequeno porte, seguidas daquelas de médio porte.

Uso e ocupação das terras em 2000

Em 2000, as formações de vegetação natural distribuíam-se em 168.904,92km² ou 50,67% da área do Estado (**Tabela 1**). Em relação ao ano de 1984, continuaram a prevalecer as formações de campos cerrados com pastagem (23,21%), cerrados (9,61%) e as florestas ombrófilas (8,95%), embora com valores distintos daqueles anteriormente descritos.

Os mosaicos de pastagens, florestas abertas e vegetação degradada com babaçu ou babaçu denso permaneceram semelhantes a 1984, porém com ligeira diminuição de suas áreas.

As diversas agriculturas mapeadas apresentaram valores iguais a 56.289,99 km², resultando da incorporação de novas áreas relativas às propriedades de pequeno e médio porte, além daquelas relativas às classes moderna e intensiva e irrigada.

Evolução do uso e ocupação das terras entre 1984 e 2000

A **Tabela 1** indica a erradicação e/ou degradação de cerca de 18.170km² de vegetação natural entre 1984 e 2000. Análises detalhadas no sistema de informação geográfica gerado mostraram que a conversão para áreas de agricultura respondeu por aproximadamente 70% deste valor, enquanto que os 30% restantes resultaram da expansão das classes de mosaico entre agricultura e vegetação natural, principalmente.

Dentre as classes mais afetadas, destacaram-se, em termos relativos, as florestas ombrófilas e cerrados, com perdas da ordem de 25% em relação aos seus valores em 1984. As primeiras devido, principalmente, à conversão para agriculturas de pequeno e médio porte e para os mosaicos. Os cerrados foram substituídos, em sua maioria, pelas agriculturas intensivas e mecanizadas, seguidas pelas de médio e pequeno porte, além da degradação para as classes de mosaicos. A expansão do cultivo de soja no sul do Estado, sobretudo na região de Balsas, caracterizou a expansão da agricultura moderna em detrimento das formações vegetais originais.



Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Monitoramento por Satélite
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
Av. Dr. Júlio Soares de Arruda, 803 - Parque São Quirino
CEP 13088-300, Campinas-SP - Brasil
Fone (19) 3256-6030 Fax (19) 3254-1100
<http://www.cnpm.embrapa.br> sac@cnpm.embrapa.br

**MINISTÉRIO DA AGRICULTURA,
PECUÁRIA E ABASTECIMENTO**

