



**GOVERNO DO ESTADO DO TOCANTINS**  
**SECRETARIA DO PLANEJAMENTO E DA MODERNIZAÇÃO DA GESTÃO PÚBLICA**

**PROJETO DE DESENVOLVIMENTO REGIONAL SUSTENTÁVEL**

**ESTUDO DA DINÂMICA DA COBERTURA E  
USO DA TERRA DO ESTADO DO TOCANTINS  
1990/2000/2005/2007**

**DINÂMICA DO TOCANTINS  
Volume I**



## **GOVERNO DO ESTADO DO TOCANTINS**

**JOSÉ WILSON SIQUEIRA CAMPOS** - Governador

**João Oliveira de Sousa** - Vice-Governador

### **SECRETARIA DO PLANEJAMENTO E DA MODERNIZAÇÃO DA GESTÃO PÚBLICA**

**Francisco Martins de Araújo Neto** - Secretário

**Alair Tavares e Silva Mota** - Secretária Executiva

### **DIRETORIA GERAL DE PESQUISA E ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO**

**Joaquin Eduardo Manchola Cifuentes** - Diretor Geral

*Estatístico - Mestre Economia*

### **DIRETORIA DE ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO**

**Rodrigo Sabino Teixeira Borges** - Diretor

*Geógrafo - Mestre Geografia*

#### **EQUIPE TÉCNICA**

**Aída Lina Branco Paiva** - *Engenheira Ambiental - Especialista Engenharia de Segurança do Trabalho*

**Aracy Siqueira de Oliveira Nunes** - *Engenheira Ambiental - Mestre Recursos Hídricos*

**Cecília Amélia Miranda Costa** - *Bacharel em Processamento de Dados - Especialista Redes de Computadores*

**Paulo Augusto Barros de Sousa** - *Bacharel em Ciência da Computação*

**Policarpo Fernandes Alencar Lima** - *Bacharel em Ciências Econômicas - MBA Gerenciamento Projetos Governamentais*

**Roberta Mara de Oliveira Vergara** - *Tecnóloga em Geoprocessamento - Mestre Engenharia Ambiental e Recursos Hídricos*

**GOVERNO DO ESTADO DO TOCANTINS**  
**SECRETARIA DO PLANEJAMENTO E DA MODERNIZAÇÃO DA GESTÃO PÚBLICA**  
**DIRETORIA GERAL DE PESQUISA E ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO**  
**DIRETORIA DE ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO**

**PROJETO DE DESENVOLVIMENTO REGIONAL SUSTENTÁVEL**

**ESTUDO DA DINÂMICA DA COBERTURA E  
USO DA TERRA DO ESTADO DO TOCANTINS  
1990/2000/2005/2007**

Escala 1:100.000

**Dinâmica do Tocantins**  
**Volume I**

Palmas, 2012.

## CRÉDITOS DE AUTORIA

### TEXTO EXPLICATIVO

Bernardo Campolina  
Marco Aurélio Barros  
Bruna Russo  
Alessandra Martins  
Rita Helena Burin  
Rodrigo Sabino Teixeira Borges  
Roberta Mara de Oliveira Vergara  
Policarpo Fernandez Alencar Lima  
Aracy Siqueira de Oliveira Nunes

### BASE DADOS E MAPAS RELATÓRIO

Paulo Augusto Barros de Sousa  
Eduardo Quirino Pereira

### COLABORADORES

Alexandre Massaharu Hashimoto  
Anderson Diego dos Santos Alves  
André Luis de Pádua Santos  
Carla Pereira Cottini  
Daniela Borges  
Danilo Moreno de Alencar  
Adriano Nascimento da Paixão  
Alfredo da Costa Pereira Jr  
Fernando Gaiger Silveira  
Marcos Adami  
Waldecy Rodrigues  
Erika Kneib  
Luciana Spinelli

Mathilde Aparecida Bertholdo  
Rosana Okida  
Fábia Antunes Zaloti  
Fátima Maria de Moraes  
Mariângela Aparecida Martins Maia  
Brummer Seda Alvarenga  
Roberta Aparecida da Silva  
Rogério Silva  
Sílvia Luiz  
Valéria Prisco Dias Ferraz  
Aída Lina Branco Paiva  
Cecília Amélia Miranda Costa

## ACOMPANHAMENTO TÉCNICO E ANÁLISE

### ACOMPANHAMENTO TÉCNICO

Rodrigo Sabino Teixeira Borges  
Eduardo Quirino Pereira

### ANÁLISE

Eduardo Quirino Pereira  
Keury Juliana Nunes da Silva  
Paulo Augusto Barros de Sousa

Policarpo Fernandes Alencar Lima  
Rodrigo Sabino Teixeira Borges  
Rosa Maria de Sousa

CAMPOLINA, Bernardo; BARROS, Marco Aurélio; RUSSO, Bruna; MARTINS, Alessandra; BURIN, Rita Helena; BORGES, Rodrigo Sabino Teixeira; VERGARA, Roberta Mara de Oliveira; LIMA, Policarpo Fernandez Alencar; NUNES, Aracy Siqueira de Oliveira; SOUSA, Paulo Augusto Barros de; PEREIRA, Eduardo Quirino.

Secretaria de Planejamento e da Modernização da Gestão Pública (Seplan). Diretoria Geral de Pesquisa e Zoneamento Ecológico-Econômico. Diretoria de Zoneamento Ecológico-Econômico (DZE). Projeto de Desenvolvimento Regional Sustentável. Estudo da Dinâmica da Cobertura e Uso da Terra do Estado do Tocantins. Dinâmica do Tocantins. Escala 1:100.000. Palmas: Seplan/DZE, 2012. vol. I. Organizado por Rodrigo Sabino Teixeira Borges.

264 p., Ilust.

Série TOCANTINS - Recursos Naturais / Cobertura e Uso da Terra - v. 7/7.

Executado por Geoambiente Sensoriamento Remoto Ltda. para a Secretaria do Planejamento e da Modernização da Gestão Pública, no âmbito do Projeto de Desenvolvimento Regional Sustentável (PDRS).

1. Cobertura e Uso da Terra. 2. Dinâmica da Cobertura e Uso da Terra. 3. Tocantins. 4. Relatório. 5. Mapas.

I. Tocantins. Secretaria do Planejamento e da Modernização da Gestão Pública. II. Diretoria de Zoneamento Ecológico-Econômico. III. Título.

CDU 504.5 (811)

Secretaria do Planejamento e da Modernização da Gestão Pública  
Superintendência de Pesquisa e Zoneamento Ecológico-Econômico  
Diretoria de Zoneamento Ecológico-Econômico  
AANO - Esplanada das Secretarias, s/n, Centro  
CEP: 77.001-002, Palmas - TO  
Tel: (63) 3212.4495 - 3212.4493  
<http://www.seplan.to.gov.br>  
E-mail: [ascom@seplan.to.gov.br](mailto:ascom@seplan.to.gov.br)

# Resumo

Neste relatório são apresentados os resultados integrados do *Estudo da Dinâmica da Cobertura e Uso da Terra do Estado do Tocantins 1990/2000/2005/2007*. O objetivo do estudo foi avaliar e quantificar a dinâmica espacial do território tocantinense no período 1990-2007, por meio de imagens orbitais TM/Landsat, da geração da dinâmica da cobertura e uso da terra, e da análise integrada de dados geográficos com apoio de variáveis socioeconômicas. As informações geradas no trabalho visam subsidiar o Poder Público no planejamento e ordenamento do uso das paisagens, tanto em termos de conservação e proteção ambiental, quanto de expansão e consolidação das atividades produtivas, especialmente agropecuárias; apoiar a avaliação de impactos socioeconômicos e ambientais; e servir como referencial para delineamento de estratégias e políticas públicas nos setores de transporte, agropecuária, fundiário, e ambiental, dentre outros. Os trabalhos contemplaram o mapeamento da cobertura e uso da terra em escala 1:100.000, considerando-se a divisão do estado do Tocantins em três faixas (Sul, Centro e Norte), em relação aos anos de 1990, 2000, 2005 e 2007; a geração da dinâmica da cobertura e uso da terra dos mapeamentos visando compreender o processo de dinâmica das mudanças ocorridas no Estado em quatro períodos (1990-2000; 2000-2005; 2005-2007; 1990-2007); e o diagnóstico socioeconômico do Tocantins segundo Microrregiões, para o período 1990 a 2007, com a análise da dinâmica espacial do estado. O Estado do Tocantins, localizado na Região Norte do Brasil, está compreendido entre 5º 30' e 13º 30' de Latitude Sul e 45º 30' e 51º 00' de Longitude Oeste. Apresenta extensão de 277.620,914 km<sup>2</sup> dividida em 139 municípios, 8 microrregiões geográficas, e 30 bacias hidrográficas. Neste relatório técnico consolidado foram discriminadas as atividades envolvidas no desenvolvimento do trabalho, desde o levantamento e aquisição dos materiais utilizados, processamento de imagens, definição de classes de mapeamento, campanhas de campo, geração dos mapas de cobertura e uso da terra, obtenção dos mapas de dinâmica, diagnóstico socioeconômico, cálculo das taxas de conversão de áreas e discussão desses processos de mudança associados aos fatores socioeconômicos em nível de estado e microrregiões. A metodologia do mapeamento fundamentou-se em uma combinação de técnicas automáticas de classificação e interpretação visual de imagens de satélite, com informações coletadas em campo. Foram mapeadas as seguintes unidades de cobertura e uso da terra: (1) Floresta Ombrófila Densa Submontana, (2) Floresta Ombrófila Densa Aluvial, (3) Floresta Ombrófila Aberta Submontana, (4) Floresta Ombrófila Aberta Aluvial, (5) Floresta Estacional Semidecidual Submontana, (6) Floresta Estacional Semidecidual Aluvial, (7) Floresta Estacional Decidual Submontana, (8) Mata de Galeria/Mata Ciliar, (9) Mata Seca, (10) Cerradão, (11) Cerrado Sentido Restrito, (12) Parque de Cerrado, (13) Palmeiral, (14) Vereda, (15) Campo, (16) Campo Rupestre, (17) Área Urbanizada, (18) Área de Mineração, (19) Capoeira, (20) Cultura Temporária, (21) Cultura Permanente, (22) Agropecuária, (23) Reflorestamento, (24) Praia e Duna, e (25) Corpos D'Água. Os resultados do mapeamento foram sistematizados na forma de tabelas segundo cobertura e uso da terra, e dinâmica da cobertura e uso da terra do estado do Tocantins, municípios, microrregiões, bacias hidrográficas, terras indígenas, e unidades de conservação. Observou-se ao longo do período

analisado (1990 e 2007) que em 1990, 71,2% do território do Estado era recoberto por formações savânicas (domínio de cerrado), enquanto em 2007 o quantitativo passou para 61,1%, um decréscimo de 10,1% nessas áreas em relação à superfície total do Tocantins. As formações florestais recobriam, em 1990, aproximadamente 6,2% do território tocantinense; em 2007 este quantitativo chegou a 4,9%, com um decréscimo de cerca de 1,2% de suas áreas em relação à superfície do Estado. Em relação às áreas antrópicas (uso da terra), classes que envolvem todos os tipos de exploração econômica, foi acrescida em 10%, passando de 21,7% para 32,8% do território entre 1990 e 2007. Salienta-se que, apesar de ter havido um menor impacto sobre as formações florestais no período analisado, estas fitofisionomias encontram-se concentradas na porção norte do Tocantins, ao contrário das formações savânicas, que ocorrem em todo o Estado. As áreas ocupadas por Corpos D'Água Continental ampliaram-se ao longo do período, de 0,9% em 1990 para 1,1% do território tocantinense em 2007, principalmente em função da construção de lagos para a geração de hidroeletricidade, como da UHE Luíz Eduardo Magalhães, cujo reservatório ocupou terras pertencentes aos municípios de Palmas, Porto Nacional, Miracema do Tocantins, Lajeado e Ipueiras. Em análise aos números da dinâmica de uso da terra entre 1990 e 2007, as principais mudanças de cobertura natural ocorreram com a substituição das áreas de Formação Savânica para Agropecuária, num total de 12,2% de conversão. As áreas com Formação Florestal foram convertidas em 1% para a atividade Agropecuária. Inversamente à tendência de conversão de áreas nativas para uso antrópico, 57,8% das áreas de Formação Savânica mantiveram-se como Formação Savânica e 1,2% das áreas de Capoeira foram convertidas para Agropecuária. Por sua vez, 4,5% das áreas de Formação Florestal mantiveram-se inalteradas.



## Sumário

LISTA DE FIGURAS .....	v
LISTA DE QUADROS .....	xi
LISTA DE TABELAS .....	xiii
LISTA DE SIGLAS E ACRÔNIMOS .....	xv
1.1. APRESENTAÇÃO.....	1
1.2. INTRODUÇÃO .....	1
2.1. ASPECTOS GEOGRÁFICOS .....	5
2.1.1. Localização Geográfica .....	5
2.1.2. Microrregiões Geográficas .....	7
2.1.2.1. Dianópolis.....	7
2.1.2.2. Gurupi.....	7
2.1.2.3. Porto Nacional.....	9
2.1.2.4. Rio Formoso.....	10
2.1.2.5. Araguaína .....	12
2.1.2.6. Miracema do Tocantins.....	13
2.1.2.7. Jalapão .....	13
2.1.2.8. Bico do Papagaio .....	16
2.1.3. Clima.....	18
2.1.4. Bacias Hidrográficas.....	18
2.1.5. Ambientes Geológicos .....	21
2.1.6. Relevo.....	22
2.1.7. Solos e Aptidão Agrícola das Terras.....	28
2.1.8. Vegetação.....	32
2.1.9. Potencialidade de Uso da Terra .....	33
2.2. POPULAÇÃO.....	36
2.3. REDE URBANA .....	41
2.4. INFRAESTRUTURA.....	45

2.4.1. Transportes .....	46
2.4.2. Potencial Hidroelétrico .....	54
2.5. UNIDADES DE CONSERVAÇÃO E TERRAS INDÍGENAS .....	56
2.6. AGRICULTURA E PECUÁRIA .....	57
3. MÉTODOS .....	61
3.1. MAPEAMENTO DA COBERTURA E USO DA TERRA DO ESTADO DO TOCANTINS .....	62
3.1.1. Procedimentos Metodológicos .....	62
3.1.1.1. Estruturação do Banco de Dados .....	63
3.1.1.2. Processamento de Imagens TM/Landsat .....	63
3.1.1.3. Correção Geométrica e Radiométrica de Imagens .....	63
3.1.1.4. Modelo Linear de Mistura Espectral (MLME) .....	64
3.1.1.5. Segmentação das Imagens .....	64
3.1.1.6. Classificação das Imagens .....	64
3.1.2. Definição das Classes para Mapeamento e Dinâmica .....	66
3.1.2.1. Descrição das Classes .....	68
3.1.3. Mapeamento da Cobertura e Uso da Terra .....	74
3.1.3.1. Interpretação Visual de Imagens Orbitais .....	74
3.1.3.2.1. Planejamento da Campanha de Campo .....	76
3.1.3.3. Biblioteca de Padrões Espectrais .....	78
3.1.4. Critérios Empregados no Mapeamento .....	82
3.1.5. Elaboração dos Mapas de Cobertura e Uso da Terra .....	83
3.2 DINÂMICA DA COBERTURA E USO DA TERRA DO ESTADO DO TOCANTINS .....	89
3.2.1. Procedimentos Metodológicos .....	89
3.2.2. Análises Espaciais .....	89
3.2.3. Modelagem e Análise de Dados Geográficos .....	90
3.2.4. Agrupamento de Classes .....	92
3.2.5. Recorte das Microrregiões .....	94
3.2.6. Cálculo das Taxas de Conversão .....	95
3.2.7 Elaboração dos Mapas da Dinâmica da Cobertura e Uso da Terra .....	95
3.3. DIAGNÓSTICO SOCIOECONÔMICO .....	100
3.3.1. Base de Informações .....	100
3.3.2. Aspectos Metodológicos para o Processamento dos Dados Socioeconômicos .....	100



<b>3.4 INTEGRAÇÃO DA DINÂMICA DA COBERTURA E USO DA TERRA COM OS DADOS SOCIOECONÔMICOS.....</b>	<b>103</b>
3.4.1. Análise Espacial da Dinâmica das Microrregiões do Estado.....	104
3.4.2. Análise Espacial na Identificação de Padrões de Mudança.....	104
3.4.2.1. Matriz de Proximidade Espacial .....	104
3.4.2.2. Indicadores Globais de Autocorrelação Espacial.....	105
3.4.2.3. Indicadores Locais de Autocorrelação Espacial .....	105
3.4.2.4. Análise Gráfica da Dependência Espacial .....	105
3.4.3. Análise da Correlação entre Mapeamento e Socioeconomia .....	107
3.4.4. Análise de Regressão .....	108
<b>4. RESULTADOS.....</b>	<b>109</b>
<b>4.1. QUANTIFICAÇÃO DAS CLASSES DE MAPEAMENTO EM NÍVEL ESTADUAL .....</b>	<b>109</b>
4.1.1. Formações Florestais .....	109
4.1.2. Formações Savânicas.....	116
4.1.3. Áreas Antrópicas .....	124
4.1.4. Corpos D'água Continental .....	135
4.1.5. Praia e Duna .....	137
<b>4.2. DIAGNÓSTICO SOCIOECONÔMICO .....</b>	<b>139</b>
4.2.1. Desempenho Econômico do Estado.....	139
4.2.2. Emprego .....	142
<b>4.3. DINÂMICA DA COBERTURA E USO DA TERRA E SUA INTEGRAÇÃO COM OS DADOS SOCIOECONÔMICOS.....</b>	<b>147</b>
4.3.1. Análise Espacial da Dinâmica Em Razão dos Aspectos Físicos .....	147
4.3.1.1. Bacias Hidrográficas.....	147
4.3.1.2. Solos.....	148
4.3.1.3. Potencialidade de Uso da Terra.....	153
4.3.2. Análise Espacial da Dinâmica das Microrregiões do Tocantins.....	159
4.3.2.1. Análise Espacial da Dinâmica da Microrregião de Dianópolis (Sul).....	167
4.3.2.2. Análise Espacial da Dinâmica da Microrregião de Gurupi (Sul) .....	170
4.3.2.3. Análise Espacial da Dinâmica da Microrregião de Porto Nacional (Centro) .....	173
4.3.2.4. Análise Espacial da Dinâmica da Microrregião de Rio Formoso (Centro) .....	175
4.3.2.5. Análise Espacial da Dinâmica da Microrregião de Araguaína (Norte) .....	178
4.3.2.6. Análise Espacial da Dinâmica da Microrregião de Miracema do Tocantins (Norte) .....	180

<b>4.3.2.7. Análise Espacial da Dinâmica da Microrregião de Jalapão (Norte)</b> .....	183
<b>4.3.2.8. Análise Espacial da Dinâmica da Microrregião do Bico do Papagaio (Norte)</b> .....	186
<b>4.3.3. Análise do Índice de Antropização no Estado do Tocantins</b> .....	189
<b>4.3.3. Análise da Correlação entre Mapeamento e Socioeconomia</b> .....	195
<b>4.3.4. Análise de Regressão</b> .....	196
<b>4.3.4. Análise da Dinâmica da Cobertura e Uso da Terra (1990 - 2007) para o Estado do Tocantins</b>	199
<b>4.3.5. Dinâmica da Cobertura e Uso da Terra nas Terras Indígenas e Unidades de Conservação do Tocantins</b> .....	211
<b>4.3.5.1. Terras Indígenas</b> .....	211
<b>4.3.5.2. Unidades de Conservação</b> .....	212
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	217
<b>6. REFERÊNCIAS</b> .....	221



## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Divisão Política Administrativa Atual do Estado do Tocantins.....	6
<b>Figura 2.</b> Microrregião de Dianópolis .....	8
<b>Figura 3.</b> Microrregião de Gurupi.....	9
<b>Figura 4.</b> Microrregião de Porto Nacional .....	11
<b>Figura 5.</b> Microrregião de Rio Formoso .....	12
<b>Figura 6.</b> Microrregião de Araguaína.....	14
<b>Figura 7.</b> Microrregião de Miracema do Tocantins.....	15
<b>Figura 8.</b> Microrregião do Jalapão.....	16
<b>Figura 9.</b> Microrregião do Bico do Papagaio .....	17
<b>Figura 10.</b> Regionalização climática.....	19
<b>Figura 11.</b> Bacias hidrográficas .....	20
<b>Figura 12.</b> Geomorfologia: Domínios e Unidades.....	23
<b>Figura 13.</b> Erodibilidade potencial .....	24
<b>Figura 14.</b> Declividade.....	25
<b>Figura 15.</b> Solos.....	30
<b>Figura 16.</b> Aptidão agrícola das terras .....	31
<b>Figura 17.</b> Potencialidade de Uso da Terra.....	35
<b>Figura 18.</b> Taxa de crescimento médio anual 2000-2007 para os municípios tocantinenses.....	40
<b>Figura 19.</b> Rede urbana com mais de 20 mil habitantes urbanos - 1991 .....	43
<b>Figura 20.</b> Rede urbana com mais de 20 mil habitantes urbanos, 2000.....	44
<b>Figura 21.</b> Rede urbana com mais de 20 mil habitantes urbanos, 2010.....	45
<b>Figura 22.</b> Malhas Rodoviária e Ferroviária do Estado do Tocantins em 2007.....	47
<b>Figura 23.</b> Malha rodoviária do Estado do Tocantins em 2011 .....	49
<b>Figura 24.</b> Evolução da malha rodoviária pavimentada do Estado do Tocantins .....	51
<b>Figura 25.</b> Traçado da Ferrovia Norte-Sul no Tocantins e Área de Influência.....	53
<b>Figura 26.</b> Complexo hidroviário do Tocantins - Araguaia .....	54
<b>Figura 27.</b> Unidades de Conservação e Terras indígenas.....	58
<b>Figura 28.</b> Fluxograma da etapa de dinâmica da cobertura e uso da terra .....	61

<b>Figura 29.</b> Fluxograma da etapa de mapeamento da cobertura e uso da terra .....	62
<b>Figura 30.</b> Aplicação do MLME: trecho da (a) imagem TM Landsat, 222/068 de 21/02/2008, composição 4R5G3B, (b) imagem-fração solo, (c) imagem-fração sombra, (d) imagem-fração vegetação, (e) detalhe da imagem segmentada (f) imagem classificada .....	66
<b>Figura 31.</b> Ecologia da paisagem do bioma cerrado e subdivisões em nível de Campo. ....	75
<b>Figura 32.</b> Pontos visitados em campo (A) e sobrevôo (B) de reconhecimento em duas etapas .....	78
<b>Figura 33.</b> Floresta Ombrófila Densa Submontana em nível orbital e terrestre .....	78
<b>Figura 34.</b> Floresta Ombrófila Densa Aluvial em nível orbital e terrestre .....	79
<b>Figura 35.</b> Floresta Ombrófila Aberta Submontana em nível orbital e terrestre .....	79
<b>Figura 36.</b> Floresta Estacional Semidecidual Submontana em nível orbital e terrestre.....	79
<b>Figura 37.</b> Cerradão em nível orbital e terrestre.....	79
<b>Figura 38.</b> Cerrado Sentido Restrito em nível orbital e terrestre.....	80
<b>Figura 39.</b> Parque de Cerrado em nível orbital e terrestre .....	80
<b>Figura 40.</b> Vereda em nível orbital e terrestre .....	80
<b>Figura 41.</b> Campo em nível orbital e terrestre .....	80
<b>Figura 42.</b> Campo Rupestre em nível orbital e terrestre.....	81
<b>Figura 43.</b> Capoeira em nível orbital e terrestre.....	81
<b>Figura 44.</b> Cultura Temporária em nível orbital e terrestre.....	81
<b>Figura 45.</b> Cultura Permanente (Coqueiral) em nível orbital e terrestre.....	81
<b>Figura 46.</b> Reflorestamento (Pinus) em nível orbital e terrestre.....	82
<b>Figura 47.</b> Mapa de vegetação IBGE (A) e imagem TM/Landsat-5 (B) utilizada no mapeamento.....	83
<b>Figura 48.</b> Layout de mapeamento da cobertura e uso da terra na escala 1:100.000 .....	86
<b>Figura 49.</b> Layout de mapeamento da cobertura e uso da terra na escala 1:250.000 .....	87
<b>Figura 50.</b> Layout de mapeamento da cobertura e uso da terra na escala 1:1.000.000 .....	88
<b>Figura 51.</b> Fluxograma da etapa de dinâmica da cobertura e uso da terra. ....	89
<b>Figura 52.</b> Exemplo de operação espacial de intersecção entre dois mapas .....	90
<b>Figura 53.</b> Modelagem de dados geográficos. ....	91
<b>Figura 54.</b> O Estado de Tocantins e suas microrregiões geográficas.....	95
<b>Figura 55.</b> Layout da dinâmica da cobertura e uso da terra na escala 1:100.000. ....	97
<b>Figura 56.</b> Layout da dinâmica da cobertura e uso da terra na escala 1:250.000. ....	98
<b>Figura 57.</b> Layout da dinâmica da cobertura e uso da terra na escala 1:1.000.000. ....	99
<b>Figura 58.</b> Exemplo do Diagrama de Espalhamento de Moran.....	106



<b>Figura 59.</b> Evolução da classe Floresta Ombrófila Densa Submontana no Estado do Tocantins entre 1990 e 2007 .....	110
<b>Figura 60.</b> Evolução da classe Floresta Ombrófila Densa Aluvial no Estado do Tocantins entre 1990 e 2007 .....	111
<b>Figura 61.</b> Evolução da classe Floresta Ombrófila Aberta Submontana no Estado do Tocantins entre 1990 e 2007 .....	111
<b>Figura 62.</b> Evolução da classe Floresta Ombrófila Aberta Aluvial no Estado do Tocantins entre 1990 e 2007 .....	112
<b>Figura 63.</b> Evolução da classe Floresta Estacional Semidecidual Submontana no Estado do Tocantins entre 1990 e 2007.....	112
<b>Figura 64.</b> Evolução da classe Floresta Estacional Semidecidual Aluvial no Estado do Tocantins entre 1990 e 2007 .....	113
<b>Figura 65.</b> Evolução da classe Floresta Estacional Decidual Submontana no Estado do Tocantins entre 1990 e 2007 .....	113
<b>Figura 66.</b> Áreas de Formações de Floresta Ombrófila - 1990/2000/2005/2007.....	114
<b>Figura 67.</b> Áreas de Formações de Floresta Estacional - 1990/2000/2005/2007 .....	115
<b>Figura 68.</b> Exemplo de área de Agropecuária ocupada por palmeirais em diferentes idades.....	117
<b>Figura 69.</b> Evolução da classe Mata de Galeria / Mata Ciliar no Estado do Tocantins entre 1990 e 2007.....	118
<b>Figura 70.</b> Evolução da classe Mata Seca no Estado do Tocantins entre 1990 e 2007. ....	119
<b>Figura 71.</b> Evolução da classe Cerradão no Estado do Tocantins entre 1990 e 2007.....	119
<b>Figura 72.</b> Evolução da classe Cerrado Sentido Restrito no Estado do Tocantins entre 1990 e 2007 .....	120
<b>Figura 73.</b> Evolução da classe Parque deCerrado no Estado do Tocantins entre 1990 e 2007 .....	120
<b>Figura 74.</b> Evolução da classe Palmeiral no Estado do Tocantins entre 1990 e 2007.....	121
<b>Figura 75.</b> Evolução da classe Vereda no Estado do Tocantins entre 1990 e 2007. ....	121
<b>Figura 76.</b> Evolução da classe Campo no Estado do Tocantins entre 1990 e 2007 .....	122
<b>Figura 77.</b> Evolução da classe Campo Rupestre no Estado do Tocantins entre 1990 e 2007 .....	122
<b>Figura 78.</b> Áreas de Formações Savânicas - 1990/2000/2005/2007.....	123
<b>Figura 79.</b> Evolução da classe Área Urbanizada no Estado do Tocantins entre 1990 e 2007 .....	126
<b>Figura 80.</b> Evolução da classe Área de Mineração no Estado do Tocantins entre 1990 e 2007.....	126
<b>Figura 81.</b> Evolução da classe Capoeira no Estado do Tocantins entre 1990 e 2007 .....	127
<b>Figura 82.</b> Evolução da classe Cultura Temporária no Estado do Tocantins entre 1990 e 2007 .....	128
<b>Figura 83.</b> Evolução da classe Cultura Permanente no Estado do Tocantins entre 1990 e 2007.....	129
<b>Figura 84.</b> Evolução da classe Agropecuária no Estado do Tocantins entre 1990 e 2007 .....	130
<b>Figura 85.</b> Evolução da classe Reflorestamento no Estado do Tocantins entre 1990 e 2007.....	130

<b>Figura 86.</b> Áreas de Capoeira - 1990/2000/2005/2007 .....	131
<b>Figura 87.</b> Áreas de Reflorestamento - 1990/2000/2005/2007 .....	132
<b>Figura 88.</b> Áreas de Cultura Temporária - 1990/2000/2005/2007 .....	133
<b>Figura 89.</b> Áreas de Agropecuária - 1990/2000/2005/2007 .....	134
<b>Figura 90.</b> Áreas de Corpos D'água Continental - 1990/2000/2005/2007 .....	135
<b>Figura 91.</b> Áreas de Corpos D'água Continental - 1990/2000/2005/2007 .....	136
<b>Figura 92.</b> Áreas de Corpos Praia e Duna - 1990/2000/2005/2007 .....	137
<b>Figura 93.</b> Áreas de Corpos Praia e Duna - 1990/2000/2005/2007 .....	138
<b>Figura 94.</b> Composição Setorial do PIB, Brasil e Tocantins para os anos de 2002 e 2006. ....	140
<b>Figura 95.</b> Participação das Microrregiões no PIB do Estado do Tocantins para os Anos de 2002 e 2006. ...	141
<b>Figura 96.</b> PIB per capita para as Microrregiões, Tocantins e Brasil para o ano de 2006. ....	142
<b>Figura 97.</b> Evolução do Emprego no Estado do Tocantins no Período 1995-2007 por setores. ....	143
<b>Figura 98.</b> Participação dos Setores no Emprego no Estado do Tocantins para os anos 1995 e 2007 em percentagem. ....	144
<b>Figura 99.</b> Índice de evolução do Emprego no Estado do Tocantins no Período 1995-2007 por Microrregiões. ....	145
<b>Figura 100.</b> Participação das Microrregiões na evolução percentual do Emprego no Estado do Tocantins para os anos 1995 e 2007 em percentual. ....	146
<b>Figura 101.</b> Gráfico com o percentual de área antrópica total (%) nas Microrregiões. ....	161
<b>Figura 102.</b> Gráfico com a relação entre a classe agropecuária e total antropizado por Microrregião. ....	162
<b>Figura 103.</b> Grau de antropização municipal, segundo Microrregiões em 1990. ....	163
<b>Figura 104.</b> Grau de antropização municipal, segundo Microrregiões em 2000. ....	164
<b>Figura 105.</b> Grau de antropização municipal, segundo Microrregiões, 2005. ....	165
<b>Figura 106.</b> Grau de antropização municipal, segundo Microrregiões, 2007. ....	167
<b>Figura 107.</b> Gráfico com a dinâmica da cobertura e uso da terra entre 1990 e 2000. ....	168
<b>Figura 108.</b> Gráfico com a dinâmica da cobertura e uso da terra entre 1990 e 2005 .....	169
<b>Figura 109.</b> Gráfico com a dinâmica da cobertura e uso da terra entre 2000 e 2005 .....	169
<b>Figura 110.</b> Gráfico com a dinâmica da cobertura e uso da terra entre 1990 e 2007. ....	170
<b>Figura 111.</b> Gráfico com a dinâmica da cobertura e uso da terra entre 1990 e 2000. ....	171
<b>Figura 112.</b> Gráfico com a dinâmica da cobertura e uso da terra entre 1990 e 2005. ....	171
<b>Figura 113.</b> Gráfico com a dinâmica da cobertura e uso da terra entre 2000 e 2005. ....	172
<b>Figura 114.</b> Gráfico com a dinâmica da cobertura e uso da terra entre 1990 e 2007. ....	172
<b>Figura 115.</b> Gráfico com a dinâmica da cobertura e uso da terra entre 1990 e 2000. ....	173



<b>Figura 116.</b> Gráfico com a dinâmica da cobertura e uso da terra entre 1990 e 2005 .....	174
<b>Figura 117.</b> Gráfico com a dinâmica da cobertura e uso da terra entre 2000 e 2005. ....	174
<b>Figura 118.</b> Gráfico com a dinâmica da cobertura e uso da terra entre 1990 e 2007. ....	175
<b>Figura 119.</b> Gráfico com a dinâmica da cobertura e uso da terra entre 1990 e 2000 .....	176
<b>Figura 120.</b> Gráfico com a dinâmica da cobertura e uso da terra entre 1990 e 2005. ....	176
<b>Figura 121.</b> Gráfico com a dinâmica da cobertura e uso da terra entre 2000 e 2005 .....	177
<b>Figura 122.</b> Gráfico com a dinâmica da cobertura e uso da terra entre 1990 e 2007 .....	177
Figura 123. Gráfico com a dinâmica da cobertura e uso da terra entre 1990 e 2000 .....	179
<b>Figura 124.</b> Gráfico com a dinâmica da cobertura e uso da terra entre 1990 e 2005 .....	179
<b>Figura 125.</b> Gráfico com a dinâmica da cobertura e uso da terra entre 2000 e 2005 .....	180
<b>Figura 126.</b> Gráfico com a dinâmica da cobertura e uso da terra entre 1990 e 2007. ....	180
<b>Figura 127.</b> Gráfico com a dinâmica da cobertura e uso da terra entre 1990 e 2000 .....	181
<b>Figura 128.</b> Gráfico com a dinâmica da cobertura e uso da terra entre 1990 e 2005 .....	182
<b>Figura 129.</b> Gráfico com a dinâmica da cobertura e uso da terra entre 2000 e 2005 .....	182
<b>Figura 130.</b> Gráfico com a dinâmica da cobertura e uso da terra entre 1990 e 2007. ....	183
<b>Figura 131.</b> Gráfico com a dinâmica da cobertura e uso da terra entre 1990 e 2000. ....	184
<b>Figura 132.</b> Gráfico com a dinâmica da cobertura e uso da terra entre 1990 e 2005. ....	185
<b>Figura 133.</b> Gráfico com a dinâmica da cobertura e uso da terra entre 2000 e 2005. ....	185
<b>Figura 134.</b> Gráfico com a dinâmica da cobertura e uso da terra entre 1990 e 2007 .....	186
<b>Figura 135.</b> Gráfico com a dinâmica da cobertura e uso da terra entre 1990 a 2000 .....	187
<b>Figura 136.</b> Gráfico com a dinâmica da cobertura e uso da terra entre 1990 a 2005 .....	188
<b>Figura 137.</b> Gráfico com a dinâmica da cobertura e uso da terra entre 2000 a 2005 .....	188
<b>Figura 138.</b> Gráfico com a dinâmica da cobertura e uso da terra entre 1990 a 2007 .....	189
<b>Figura 139.</b> Índice de Antropização dos municípios tocantinenses para o ano de 1990.....	190
<b>Figura 140.</b> Índice de Antropização dos municípios tocantinenses para o ano de 2000.....	191
<b>Figura 141.</b> Índice de Antropização dos municípios tocantinenses para o ano de 2005.....	192
<b>Figura 142.</b> Índice de Antropização dos municípios tocantinenses para o ano de 2007.....	193
<b>Figura 143.</b> Índice de Antropização dos municípios tocantinenses para o ano de 2007, acompanhado das rodovias pavimentadas.....	194
<b>Figura 144.</b> Dinâmica da cobertura vegetal e uso da terra em Tocantins no período 1990-2000 - porcentagem da área de cada classe em relação ao total do Estado .....	199
<b>Figura 145.</b> Dinâmica da cobertura vegetal e uso da terra em Tocantins no período 1990-2005 - porcentagem da área de cada classe em relação ao total do Estado. ....	200

<b>Figura 146.</b> Dinâmica da cobertura vegetal e uso da terra em Tocantins no período 2000-2005 .....	201
<b>Figura 147.</b> Dinâmica da cobertura vegetal e uso da terra no Tocantins no período 1990-2007 .....	202
<b>Figura 148.</b> Distribuição dos pólos de produção de soja em função de sua produção em 2000 (A) e 2008 (B). .....	207
<b>Figura 149.</b> Áreas produtoras de arroz em 2000 (A) e 2008 (B). .....	208
<b>Figura 150.</b> Quantidade de milho produzida (toneladas) nas Microrregiões do Tocantins em 2000 e 2008...	209
<b>Figura 151.</b> Distribuição do rebanho bovino no Estado do Tocantins em 2000. ....	210
<b>Figura 152.</b> Distribuição do rebanho bovino no Estado do Tocantins em 2008. ....	<b>210</b>



## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1.</b> Classes de cobertura e uso na escala 1:100.000 .....	12
<b>Quadro 2.</b> Legenda consolidada dos Mapas de Cobertura e Uso da terra 1:100.000. ....	28
<b>Quadro 3.</b> Classes de cobertura e uso da terra na escala 1:100.000 e os respectivos agrupamentos adotados no cálculo da dinâmica das microrregiões e a legenda final da dinâmica utilizado nos layouts .....	37
<b>Quadro 4.</b> Legenda utilizada nos mapas de dinâmica da cobertura e uso da terra.....	40





## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> População em 1991, 2000, 2007 e 2010 em nível estadual e microrregional do Tocantins.....	37
<b>Tabela 2.</b> Usinas Hidroelétricas no Estado do Tocantins - 2011 .....	55
<b>Tabela 3.</b> Tocantins: evolução da produção agrícola no período 1990-2008 .....	59
<b>Tabela 4.</b> Características dos valores do Boxmap .....	106
<b>Tabela 5.</b> Taxa Média Anual de Crescimento das Microrregiões segundo Setores para o Período 2002-2006. ....	140
<b>Tabela 6.</b> Variação Absoluta, Variação Relativa e Crescimento Médio Anual do Emprego no Estado do Tocantins no período 1995-2007 por setores. ....	143
<b>Tabela 7.</b> Variação Absoluta, Variação Relativa e Crescimento Médio Anual do Emprego no Estado do Tocantins no período 1995-2007 por Microrregiões. ....	145
<b>Tabela 8.</b> Classes de solos versus cobertura e uso da terra - 1990, 2007 .....	151
<b>Tabela 9.</b> Classes de solos versus dinâmica da cobertura e uso da terra 1990-2007.....	152
<b>Tabela 10.</b> Potencialidade de uso da terra versus cobertura e uso da terra - 1990, 2007 .....	155
<b>Tabela 11.</b> Potencialidade de uso da terra versus dinâmica da cobertura e uso da terra 1990-2007 .....	156
<b>Tabela 12.</b> Quantidade produzida na extração vegetal por tipo de produto extrativo em Tocantins. ....	159
<b>Tabela 13.</b> Evolução da área antrópica (ha), percentual da área antrópica em relação à área total e percentual da Agropecuária em relação à área antrópica total, para as Microrregiões e para o Estado do Tocantins, 1990, 2000, 2005 e 2007. ....	160
<b>Tabela 14.</b> Principais conversões de cobertura e uso da terra entre 1990 e 2007 na Microrregião Dianópolis.....	168
<b>Tabela 15.</b> Principais conversões de cobertura e uso da terra entre 1990 e 2007 na Microrregião Gurupi.....	170
<b>Tabela 16.</b> Principais conversões de cobertura e uso da terra entre 1990 e 2007 na Microrregião Porto Nacional.....	173
<b>Tabela 17.</b> Principais conversões de cobertura e uso da terra entre 1990 e 2007 na Microrregião Rio Formoso. ....	175
<b>Tabela 18.</b> Principais conversões de cobertura e uso da terra entre 1990 e 2007 na Microrregião Araguaína.....	178
<b>Tabela 19.</b> Principais conversões de cobertura e uso da terra entre 1990 e 2007 na Microrregião Miracema do Tocantins.....	181
<b>Tabela 20.</b> Principais conversões de cobertura e uso da terra entre 1990 e 2007 na Microrregião Jalapão...	184

<b>Tabela 21.</b> Principais conversões de cobertura e uso da terra entre 1990 e 2007 na Microrregião do Bico do Papagaio.....	187
<b>Tabela 22.</b> Análise de Correlação entre área antrópica e variáveis selecionadas para as oito Microrregiões Geográficas - 1990, 2000, 2005 e 2007. ....	195
<b>Tabela 23.</b> Correlação entre área antrópica e variáveis selecionadas para os 139 municípios nos anos de 2000 e 2007. ....	195
<b>Tabela 24.</b> Regressão OLS para todos os municípios tocaninenses (2000).....	196
<b>Tabela 25.</b> Regressão OLS para todos os municípios tocaninenses (2007).....	197
<b>Tabela 26.</b> Resultado da regressão OLS <i>Pooled</i> para todos os municípios tocaninenses (2000 e 2007).....	197
<b>Tabela 27.</b> Resultado da regressão Painel com Efeito Aleatório para todos os municípios tocaninenses (2000 e 2007).....	198



## LISTA DE SIGLAS

AMBIP	Associação Regional das Mulheres Trabalhadoras Rurais do Bico do Papagaio.
APA	Área de Proteção Ambiental
BIRD	Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento
CGH	Central Geradora de Energia
CISCEA	Comissão de Implantação do Sistema de Controle do Espaço Aéreo da Aeronáutica do Brasil
CMDRS	Conselhos Municipais de Desenvolvimento Rural Sustentável
DZE	Diretoria de Zoneamento Ecológico-Econômico
DETER	Detecção de Desmatamento em Tempo Real
ESDA	Processo de Análise Exploratória de Dados Espaciais
ETP	Índice de Eficiência Térmica
ETV	Evapotranspiração Potencial
FNO	Fundo Constitucional de Financiamento do Norte
FUNAI	Fundação Nacional do Índio
GETAT	Grupo executivo de Terras Araguaia-Tocantins
GPS	Sistema de Posicionamento Global
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INCRA	Instituto Nacional Colonização e Reforma Agrária
INPE	Instituto Nacional de Pesquisa Espaciais
LISA	<i>Local Indicators of Spatial Association</i>
MDA	Ministério do Desenvolvimento Agrário
MIQCB	Movimento Interestadual das Quebradeiras de Côco Babaçu
MLME	Modelo Linear de Mistura Espectral
MPOG	Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão
MPS	Ministério da Previdência Social
MTE	Ministério do Trabalho e Emprego
Naturatins	Instituto Natureza do Tocantins
PAC	Programa de Aceleração do Crescimento
PCHs	Pequenas Centrais Hidrelétricas

PDRI	Programa de Desenvolvimento Rural Integrado do Bico do Papagaio
PDRS	Projeto de Desenvolvimento Regional Sustentável
PIB	Produto Interno Bruto
PPA	Plano Plurianual
PROBIO/Cerrado	Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira
PROCERA	Programa de Crédito Especial para a Reforma Agrária
PRODES	Programa de Avaliação do Desflorestamento na Amazônia Legal
PRONAF	Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar
RADAM	Radar na Amazônia
RAIS	Relação de Informações Sociais Anuais
SAD	<i>South American Datum</i>
Saneatins	Companhia de Saneamento do Tocantins
SEAGRO	Secretaria da Agricultura, Pecuária e Abastecimento do Estado do Tocantins
SEPLAN	Secretaria do Planejamento e da Modernização da Gestão Pública do Estado do Tocantins
SGBDR	Sistema Gerenciador de Banco de Dados Relacional
SIDRA	Sistema IBGE de Recuperação Automática
SIG	Sistema de Informações Geográficas
SIPRA	Sistema dos Projetos de Reforma Agrária
SIVAM	Sistema de Vigilância da Amazônia
SLAR	<i>Side Looking Airborne Radar</i>
SRHMA	Secretaria de Recursos Hídricos e Meio Ambiente do Estado do Tocantins
SRTM	<i>Shuttle Radar Topography Mission</i>
UHE	Usina Hidroelétrica



# Introdução

## 1.1. APRESENTAÇÃO

O relatório técnico DINÂMICA DO TOCANTINS é parte integrante do Estudo da Dinâmica da Cobertura e Uso da Terra do Estado do Tocantins <sup>[1]</sup>. Este trabalho foi desenvolvido no escopo do Projeto de Desenvolvimento Regional Sustentável (PDRS), macrocomponente Consolidação do Sistema de Proteção Ambiental e Gestão Territorial, executado com recursos do Tesouro Estadual e do Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento (BIRD) <sup>[2]</sup>.

O relatório técnico DINÂMICA DO TOCANTINS contempla, de forma integrada, as etapas de desenvolvimento e resultados do trabalho de Dinâmica da Cobertura e Uso da Terra 1990/2000/2005/2007. Neste relatório técnico consolidado foram discriminadas as atividades envolvidas no desenvolvimento do trabalho, desde o levantamento e aquisição dos materiais utilizados, processamento de imagens, definição de classes de mapeamento, campanhas de campo, geração dos mapas de cobertura e uso da terra, obtenção dos mapas de dinâmica, diagnóstico socioeconômico, cálculo das taxas de conversão de áreas e discussão desses processos de mudança associados aos fatores socioeconômicos em nível de Estado e Microrregião <sup>[3]</sup>.

O objetivo do estudo foi avaliar a dinâmica espacial do território tocantinense no período 1990-2007, através da identificação e quantificação de diferentes tipos de cobertura e uso da terra dos anos de 1990, 2000, 2005 e 2007 por meio de imagens orbitais TM/Landsat, da geração da dinâmica da cobertura e uso da terra, e da análise integrada de dados geográficos com apoio de variáveis socioeconômicas. As informações geradas no trabalho visam subsidiar o Poder Público no planejamento e ordenamento do uso das paisagens, tanto em termos de conservação e proteção ambiental, quanto de expansão e consolidação das atividades produtivas, especialmente agropecuárias; apoiar a avaliação de impactos socioeconômicos e ambientais; e servir como referencial para delineamento de estratégias e políticas públicas nos setores de transporte, agropecuária, fundiário, e ambiental, dentre outros.

## 1.2. INTRODUÇÃO

O Brasil, país de dimensão continental possui um histórico remoto na utilização de geotecnologias. Logo após a segunda guerra mundial, dois terços do território brasileiro já estavam aero-fotografados seguindo um histórico internacional de aerolevantamentos sempre orientado ao estudo dos recursos naturais. Porém, buscava-se ainda completar o mapeamento das regiões mais desconhecidas do País, ou seja, um terço do seu território, localizados principalmente no Norte e no Centro-Oeste do país.

<sup>[1]</sup> O trabalho *Estudo da Dinâmica da Cobertura e Uso da Terra do Estado do Tocantins* foi executado por meio de contrato de prestação de serviços especializados firmado entre a **Secretaria do Planejamento e da Modernização da Gestão Pública** e a Consultora **Geoambiente Sensoriamento Remoto Ltda.**, com interveniência da Secretaria da Infra-Estrutura (contrato nº 00144/2007).

<sup>[2]</sup> Contrato de empréstimo nº 7.080-BR.

<sup>[3]</sup> O presente Relatório Técnico foi revisado e ampliado pela equipe técnica da Diretoria de Zoneamento Ecológico-Econômico da Secretaria do Planejamento e da Modernização da Gestão Pública do Estado do Tocantins (SEPLAN).

Para suprir esta lacuna de informações foi criado em 1970 o Projeto RADAM - Radar na Amazônia, inicialmente concebido para realizar o levantamento integrado de recursos naturais de uma área de 1.500.000 km<sup>2</sup> localizada na faixa de influência da rodovia Transamazônica, utilizando como sensor o Radar de Visada Lateral, conhecido pela sigla SLAR (*Side Looking Airborne Radar*) (OLIVEIRA, 1999). Na sequência, houve a expansão das atividades para a denominada Amazônia Legal e parte dos estados de Minas Gerais, Goiás e Mato Grosso. O objetivo era a atualização e sistematização dos dados a respeito da Amazônia Brasileira, de forma a orientar de maneira mais racional sua ocupação e exploração. Posteriormente, no ano de 1975, o trabalho estendeu-se a todo o Brasil, sob a denominação de Projeto RADAMBRASIL. Este projeto contemplou de forma inédita um estudo detalhado de todo o Brasil com a utilização de dados orbitais com a geração de mapas e apoio logístico de campo.

A partir de estudos em nível nacional, houve a necessidade da execução de trabalhos em nível estadual como os realizados nos estados do Acre e Mato Grosso no final dos anos de 1990.

Especificamente em relação ao Estado do Tocantins, os estudos sobre a cobertura e uso da terra em seu território são recentes considerando que o mesmo tornou-se unidade federativa em 1988. A maioria dos trabalhos no Tocantins foi conduzida por órgãos vinculado ao governo estadual, ressaltando-se aqueles conduzidos pela então Secretaria do Planejamento e Meio Ambiente<sup>[4]</sup> (SEPLAN) em estudos como: Cobertura e Uso da Terra 1996 (SEPLAN, 1999; SEPLAN, 2008); e Análise Multitemporal da Cobertura e Uso da Terra do Norte do Estado do Tocantins - 1995-2000 no escopo do Zoneamento Ecológico-Econômico do Norte do Estado do Tocantins (ITO *et. al.* 2005a,b,c,d,e). Houve também nesta vertente de trabalhos os mapeamentos de cobertura e uso da terra e da dinâmica do desmatamento conduzidos pelo Instituto Natureza do Tocantins (Naturatins) que subsidiaram as atividades de licenciamento ambiental e ordenamento territorial no Estado; neste escopo foi realizado o trabalho relativo ao “Marco Zero” do desmatamento (NATURATINS, 2004), para o ano de 2002, e os trabalhos “Marco 1 e Dinâmica do Desmatamento 2002 - 2003” e “Marco 2 e Dinâmica do Desmatamento 2003 - 2004” (NATURATINS, 2005; NATURATINS, 2006). Todos estes trabalhos permitiram a geração de mapas da cobertura e uso da terra, base de dados geográficos e dezenas de documentos técnicos em escalas 1:100.000 e 1:250.000.

O Estado do Tocantins, cuja quase totalidade do território está inserido na Amazônia Legal<sup>[5]</sup>, encontra-se em uma região de contato dos biomas Amazônia e Cerrado (IBGE, 2004), com este último ocupando cerca de 87% da área do Estado (SEPLAN, 2008).

O monitoramento sistemático dos desmatamentos no Cerrado de forma similar aos realizados para o bioma Amazônico é algo relativamente novo, tanto por questões políticas quanto técnicas (FERREIRA *et al.*, 2007). Um dos trabalhos oficiais utilizados como referência, oriundo do Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira (PROBIO/Cerrado), foi realizado com imagens TM/Landsat de 2002 e permitiu estimar que 39% das áreas de cerrado foram convertidas para Agropecuária (SANO *et al.*, 2007).

As dificuldades no mapeamento do Bioma Cerrado com sensores orbitais óticos incluem a extensão da área, a ocorrência de nuvens e os problemas inerentes aos processamentos e diferenciação das

---

<sup>[4]</sup> Até o ano de 2006 a SEPLAN era denominada Secretaria do Planejamento e Meio Ambiente, e exercia a condução da política ambiental no Estado. Com a reforma institucional da administração executiva estadual em 2007 o setor de meio ambiente passou para a Secretaria de Recursos Hídricos que passou a ser nominada Secretaria de Recursos Hídricos e Meio Ambiente. No entanto, ressalta-se que parcela significativa dos levantamentos de recursos naturais, a exemplo deste trabalho em questão, foi conduzida pela Diretoria de Zoneamento Ecológico-Econômico, que continua vinculada à SEPLAN.

<sup>[5]</sup> A superfície do Tocantins inserida na Amazônia Legal equivale a 97,9% da superfície do Estado (SEPLAN, 2012b).



fitofisionomias do cerrado (FERREIRA *et al.*, 2007) em diferentes níveis, seja em campo seja em trabalhos com dados orbitais na identificação dessas fitofisionomias.

As linhas de pesquisa atuais que envolvem o estudo do espaço geográfico e a sua relação com a socioeconômica, têm procurado métodos para explicar o porquê das mudanças no uso da terra em épocas remotas, através da identificação das principais causas e fatores determinantes nessas mudanças (INPE, 2009). Recentemente pesquisadores têm utilizado a aplicação de técnicas de regressão, através de modelos econométricos.

O modelo econométrico é um método de inferência estatística que permite estabelecer relações causais entre variáveis socioeconômicas. A partir de hipóteses teóricas e empíricas buscam-se explicações para um determinado fenômeno econômico ou social. Neste trabalho, o modelo econométrico parte do pressuposto que há uma relação entre crescimento econômico e populacional e aumento da área antrópica. Para isso, estabelece uma relação de causa consequência, com o objetivo de verificar quais as variáveis explicam o aumento da área antrópica do Estado do Tocantins.

Parte-se da hipótese de que o aumento da população gera crescimento da atividade econômica e conseqüentemente um aumento da área antropizada. Ou seja, presume-se que exista uma relação positiva entre variáveis socioeconômicas e aumento da área antropizada e que estas variáveis são capazes de explicar a variação da área antrópica.

São elencadas diversas variáveis socioeconômicas com o objetivo de avaliar tanto o efeito da variável sobre o aumento ou diminuição da área antrópica. Assim, em função da disponibilidade de informações foram testadas as seguintes variáveis como sendo explicativas para a variação da área antrópica - população, emprego, emprego agrícola, rebanho bovino, área plantada de grãos, número de assentamentos, distância à capital, além de variáveis instrumentais ligadas à localização. Todas as variáveis foram trabalhadas por município e o modelo foi feito para os anos de 2000 e 2007, para os quais o número de municípios e sua área são compatíveis.





## 2.1. ASPECTOS GEOGRÁFICOS

O Tocantins é o mais novo Estado do território brasileiro, com a criação datada de 05 de outubro pela Constituição de 1988, resultante de movimento separatista do Norte de Goiás (BRASIL, 1988). A sede atual do governo estadual, Palmas, foi criada a partir do desmembramento dos municípios de Taquarussu do Porto e Porto Nacional, com a implantação ocorrendo em 1990.

Desde a data de sua criação, o Estado passou por modificações em sua divisão administrativa. Inicialmente, era composto por 79 municípios e a partir da primeira Constituição do Estado em 1989 foram criados mais 44 municípios<sup>[1]</sup>. O Estado possui atualmente 139 municípios (Figura 1) e uma população de 1.373.551,00 em 2010 (IBGE, 2010) - 1.243.627 habitantes no ano de 2007 (IBGE, 2007e). Com a criação do novo Estado também foram realizadas alterações nas denominações dos municípios, principalmente nos que tinham a identificação "do Norte", passando a ser "do Tocantins" (TOCANTINS, 2009)<sup>[2]</sup>.

Com base na regionalização adotada pelo IBGE (2009), o Estado do Tocantins é subdividido em oito microrregiões geográficas (Figura 1). Essas divisões são elaboradas a partir de análises espaciais denominadas de regionalizações do território que, ao produzir recortes territoriais em diferentes escalas, subsidiam o levantamento e a disseminação de estatísticas e a formulação e monitoramento de políticas públicas. A partir de sínteses temáticas são produzidas visões regionais e nacionais, a exemplo do Atlas Nacional do Brasil (IBGE, 2000). A subdivisão em microrregiões será adotada para análise no presente trabalho<sup>[3]</sup>.

### 2.1.1. Localização Geográfica

O Estado do Tocantins está posicionado entre os paralelos 5° 10' 06" e 13° 27' 59" de latitude sul, e entre os meridianos 45° 44' 46" e 50° 44' 33" de longitude oeste (Figura 1). Os pontos extremos são o Rio Tocantins, a Norte, na divisa com o Estado do Maranhão; a Serra das Traíras ou das Palmas, a Sul, na divisa com o Estado de Goiás; a Área de Proteção Ambiental Serra da Tabatinga, a Oeste, na divisa com o Estado da Bahia; e o Rio Araguaia, a Leste, na divisa com o Estado do Mato Grosso. Além desses estados, o Tocantins tem limites com o Piauí (Leste) e Pará (Oeste).

<sup>[1]</sup> Segundo SEPLAN (2009), dos atuais 139 municípios do Estado do Tocantins, 52 municípios já existiam em 1970; passando para 79 em 1991; 123 em 1993 e finalmente 139 em 1997; destes, 87 foram criados a partir de desmembramentos a partir de 1989.

<sup>[2]</sup> Informa-se que neste trabalho, além das alterações nas denominações na terminologia do nome dos municípios "do Norte" para "do Tocantins", foi também efetuada alteração na nomenclatura das cartas topográficas em escala 1:100.000.

<sup>[3]</sup> Todos os município criados desde 1988 foram desmembrados a partir de outros municípios da mesma microrregião. Deste modo, a regionalização por microrregiões (IBGE, 2009) foi adotada por manter o mesmo recorte territorial ao longo do período de análise deste documento (1990-2007).

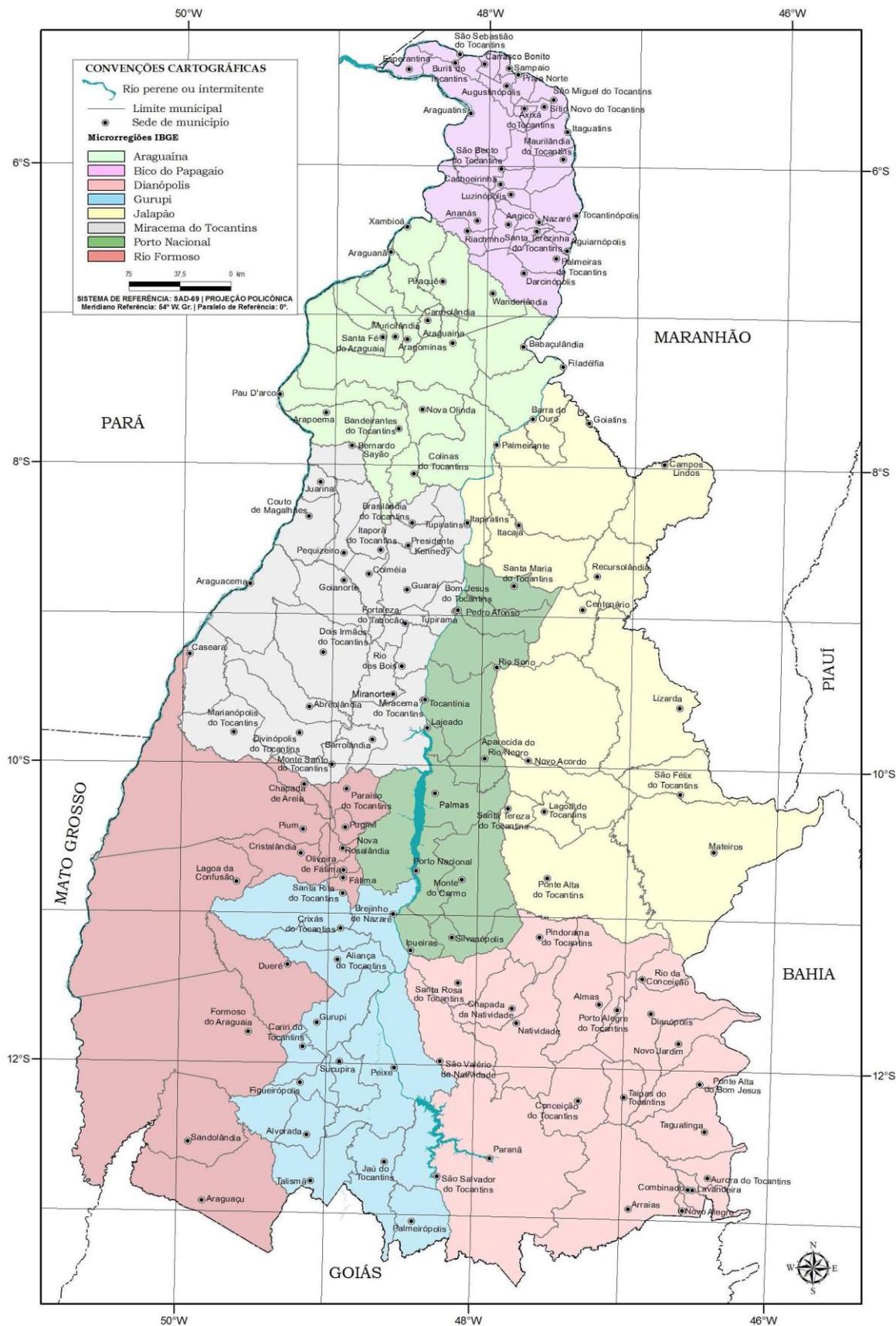


Figura 1. Divisão político-administrativa atual do Estado do Tocantins



O estado possui uma superfície de 277.620,914 km<sup>2</sup>, a qual perfaz cerca de 3,3% do território nacional e 7,2% da Região Norte. Toda a superfície do território tocantinense posicionada ao Norte do paralelo 13° 00' 00" de latitude sul está inserido na Amazônia Legal, o que equivale a cerca de 97,9% do Estado e 5,4% desta região. O Estado do Tocantins localiza-se na região Norte do Brasil, fazendo limites com os Estados do Maranhão e Pará ao Norte, Goiás ao Sul, Maranhão, Piauí e Bahia a Leste e Pará e Mato Grosso a Oeste.

## 2.1.2. Microrregiões Geográficas<sup>[4]</sup>

### 2.1.2.1. Dianópolis

A Microrregião de Dianópolis está localizada a sudeste da capital do Tocantins, possuindo vinte municípios, com destaque para Dianópolis, que dá nome à Microrregião, e Natividade, que é um dos municípios mais antigos do Estado (Figura 2). A região foi uma das primeiras a serem povoadas no Estado em função da descoberta de ouro no início do século XVIII, datando dessa época as cidades de Arraias, Barra da Palma (atual Paranã), Conceição do Tocantins, Natividade, Chapada da Natividade e Duro (atual Dianópolis).

A Microrregião de Dianópolis (Figura 2) possui 47.173 km<sup>2</sup> o que corresponde a 17% da área total do Estado, com 9% da população total do Estado, o que correspondia em 2007 a 114.531 habitantes. A densidade da Microrregião é uma das mais baixas do Estado, com 2,4 hab./ km<sup>2</sup>., sendo maior apenas do que a densidade das Microrregiões do Jalapão e do Rio Formoso. Em 2010, a população totalizou 118.110 habitantes e a densidade demográfica 2,5 hab/km<sup>2</sup>.

Os municípios mais populosos são Dianópolis, Taguatinga, Arraias e Paranã, com respectivamente, 18.584, 14.110, 10.626 e 10.491 habitantes em 2007, o que corresponde a 47% da população total da Microrregião.

### 2.1.2.2. Gurupi

A Microrregião de Gurupi está localizada a sul da capital do Estado, sendo composta por quatorze municípios (Figura 3), com destaques para Gurupi, que dá nome a Microrregião, Peixe, onde está localizada a Usina Hidroelétrica (UHE) Peixe/Angical, e São Salvador do Tocantins, onde foi inaugurada a UHE São Salvador em fevereiro de 2009. Diferentemente da Microrregião de Dianópolis, esta região só teve seu povoamento impulsionado com a abertura da rodovia Transbrasiliana na década de 1950. Se não fosse a construção desta rodovia, muitos dos municípios dessa Microrregião possivelmente não existiriam, tais como Crixás do Tocantins, Alvorada, Talismã e a própria cidade de Gurupi. Dentre essas cidades citadas, apenas Peixe é mais antiga, surgindo como presídio e local de registros.

A Microrregião de Gurupi possui 27.445 km<sup>2</sup>, o que corresponde a 10% da área total do Estado. Possui também 10% da população total do Estado, o que correspondia, no ano de 2007, a 130.184 habitantes. A densidade da Microrregião é baixa com 4,7 hab./ km<sup>2</sup>, em 2007. Em 2010, somou uma população de 137.217 habitantes com densidade demográfica de 5 hab/km<sup>2</sup>.

O município mais populoso é Gurupi com 71.413 habitantes em 2007, o que representava 54% da população da Microrregião. Observa-se que nenhum outro município da Microrregião possui população superior a 10 mil habitantes, o que mostra a fragilidade da rede urbana da mesma.

<sup>[4]</sup> Na caracterização do tópico 2.1.2 *Microrregiões Geográficas* utilizou dados da *Contagem da População 2007* (IBGE, 2007) e *Censo Demográfico 2010* (IBGE, 2010).

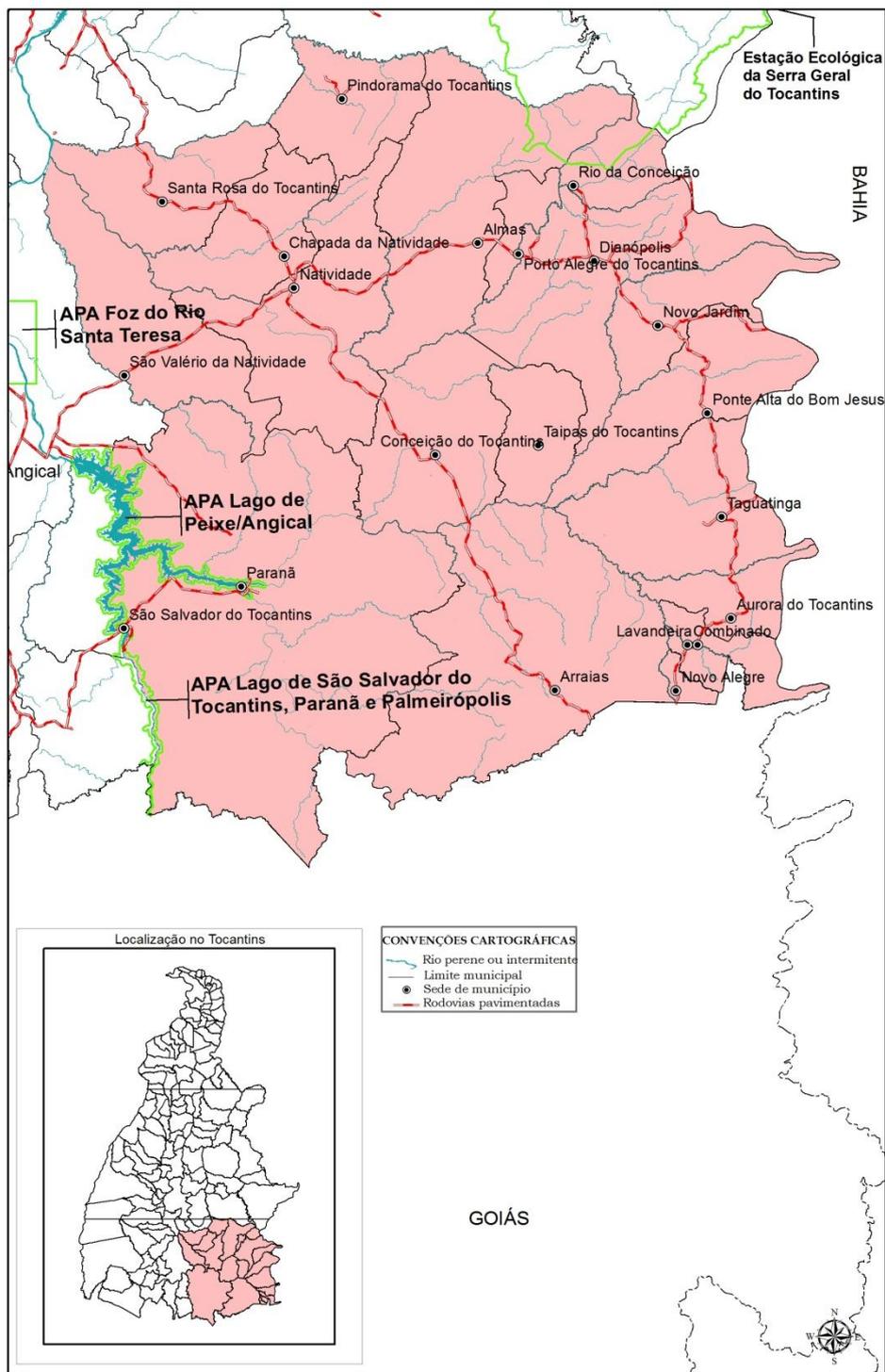


Figura 2. Microrregião de Dianópolis

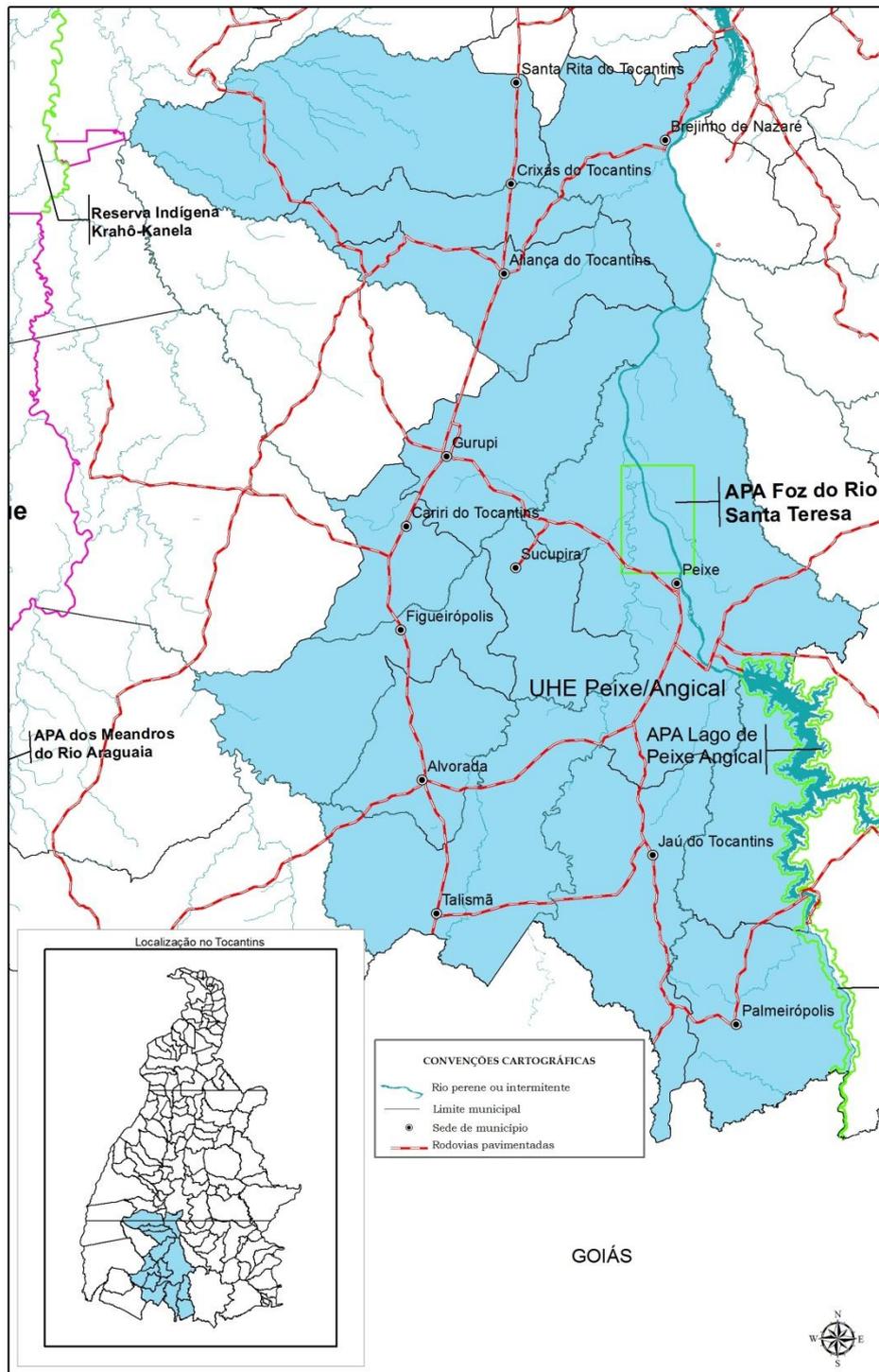


Figura 3. Microrregião de Gurupi

### 2.1.2.3. Porto Nacional

A Microrregião de Porto Nacional possui onze municípios (Figura 4), com destaque para a capital do Estado, Palmas, e Porto Nacional que dá nome a Microrregião por ser uma das cidades mais antigas do Tocantins e extremamente importante para sua ocupação. A área foi uma das primeiras a ser povoada no território tocantinense, em função da descoberta de ouro no início do século XVIII na região Sudeste do

Estado, o que fez com que a cidade de Porto Nacional se tornasse um importante pólo de navegação e escoamento dessa produção aurífera vinda de Arraias, Natividade e entorno. A partir dos séculos XIX e XX, a região de Porto Nacional e alguns outros municípios tiveram atividade econômica dinamizada em função da pecuária. (GOMES *et al.*, 2005).

A Microrregião de Porto Nacional possui 21.198 km<sup>2</sup>, o que corresponde a 7,6% da área total do Estado e possui 21% da população total do Estado, o que correspondia em 2007 a 265.375 habitantes. A densidade da Microrregião é a mais alta do Estado, com 12,5 hab./ km<sup>2</sup>. Segundo dados do Censo de 2010, tem uma população de 322.824 habitantes, com uma densidade demográfica de 15,23 hab/km<sup>2</sup>, sendo a mais populosa do Estado, com destaque para capital Palmas com 228.332 habitantes.

Os municípios mais populosos são Palmas e Porto Nacional, com respectivamente, 178.386 e 45.298 habitantes, em 2007, o que corresponde a 84% da população total da Microrregião.

#### **2.1.2.4. Rio Formoso**

A Microrregião de Rio Formoso está localizada a sudoeste da capital do Estado, possuindo treze municípios (Figura 5), com destaque para Formoso do Araguaia, que dá nome a Microrregião, e Paraíso do Tocantins, um dos mais importantes economicamente no Estado. Os municípios de Araguaçu, Formoso do Araguaia e Dueré têm a origem relacionada à exploração de cristal de rocha entre 1940 e 1950, enquanto outras cidades dessa região cresceram em função do surgimento da atividade agropastoril. A região também ficou conhecida em razão do projeto Rio Formoso que tinha como objetivo promover a cultura do arroz irrigado que se iniciou em 1979 (GOMES *et al.*, 2005).

A Microrregião de Rio Formoso possui 51.405 km<sup>2</sup> o que corresponde a 18,5% da área total do Estado. Possui 9% da população total do Estado, o que correspondia, em 2007, a 111.261 habitantes. A densidade da Microrregião é uma das mais baixas do Estado, com 2,2 hab./ km<sup>2</sup> ano de 2007, perdendo apenas para a Microrregião do Jalapão. De acordo com os dados do Censo Demográfico, em 2010 sua população passou para 116.002 habitantes, com densidade demográfica de 2,26 hab/km<sup>2</sup>.

Os municípios mais populosos são Paraíso do Tocantins e Formoso do Araguaia, com respectivamente, 40.290 e 18.225 habitantes, o que corresponde a 53% da população total da Microrregião em 2007.

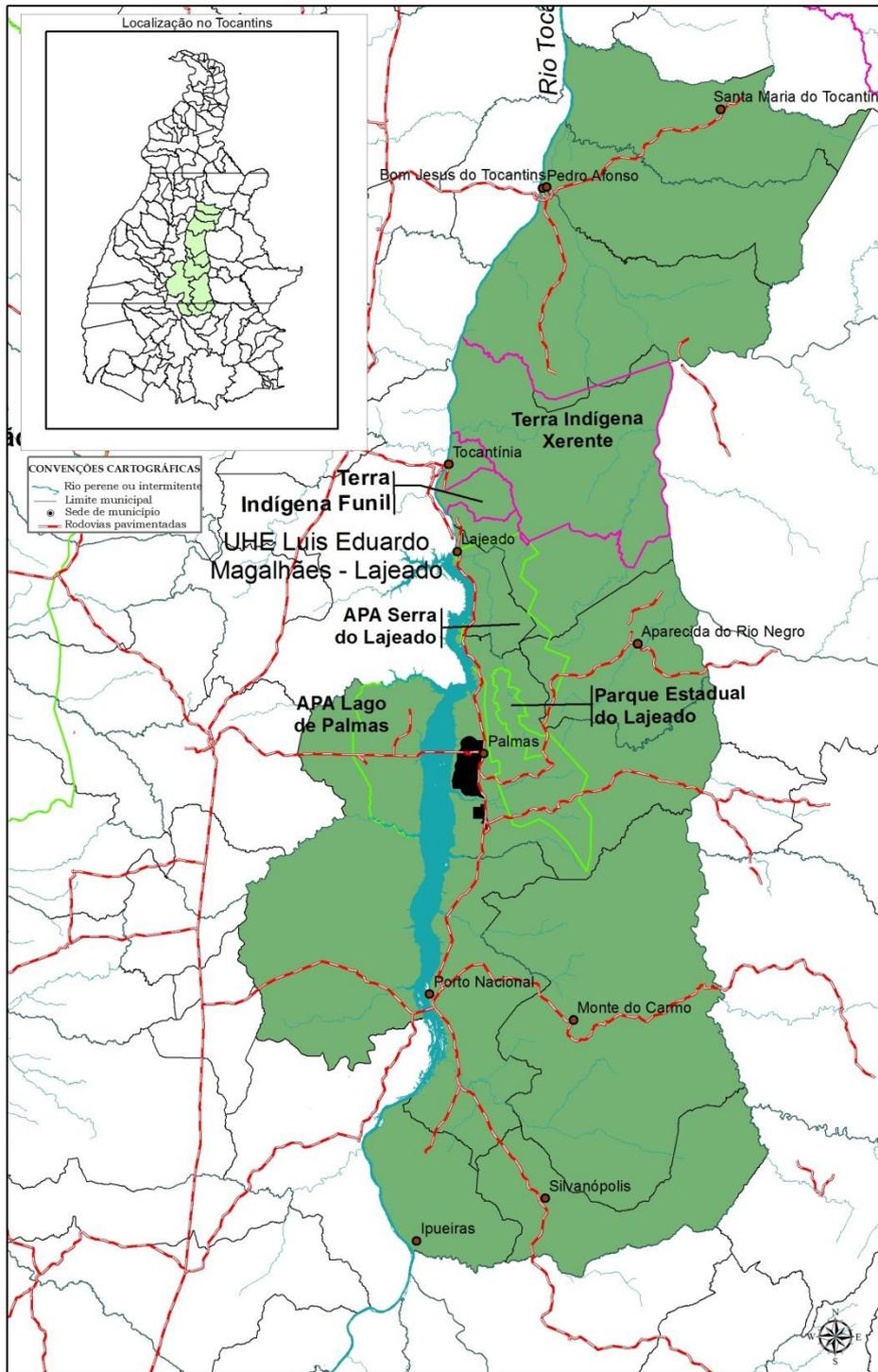


Figura 4. Microrregião de Porto Nacional

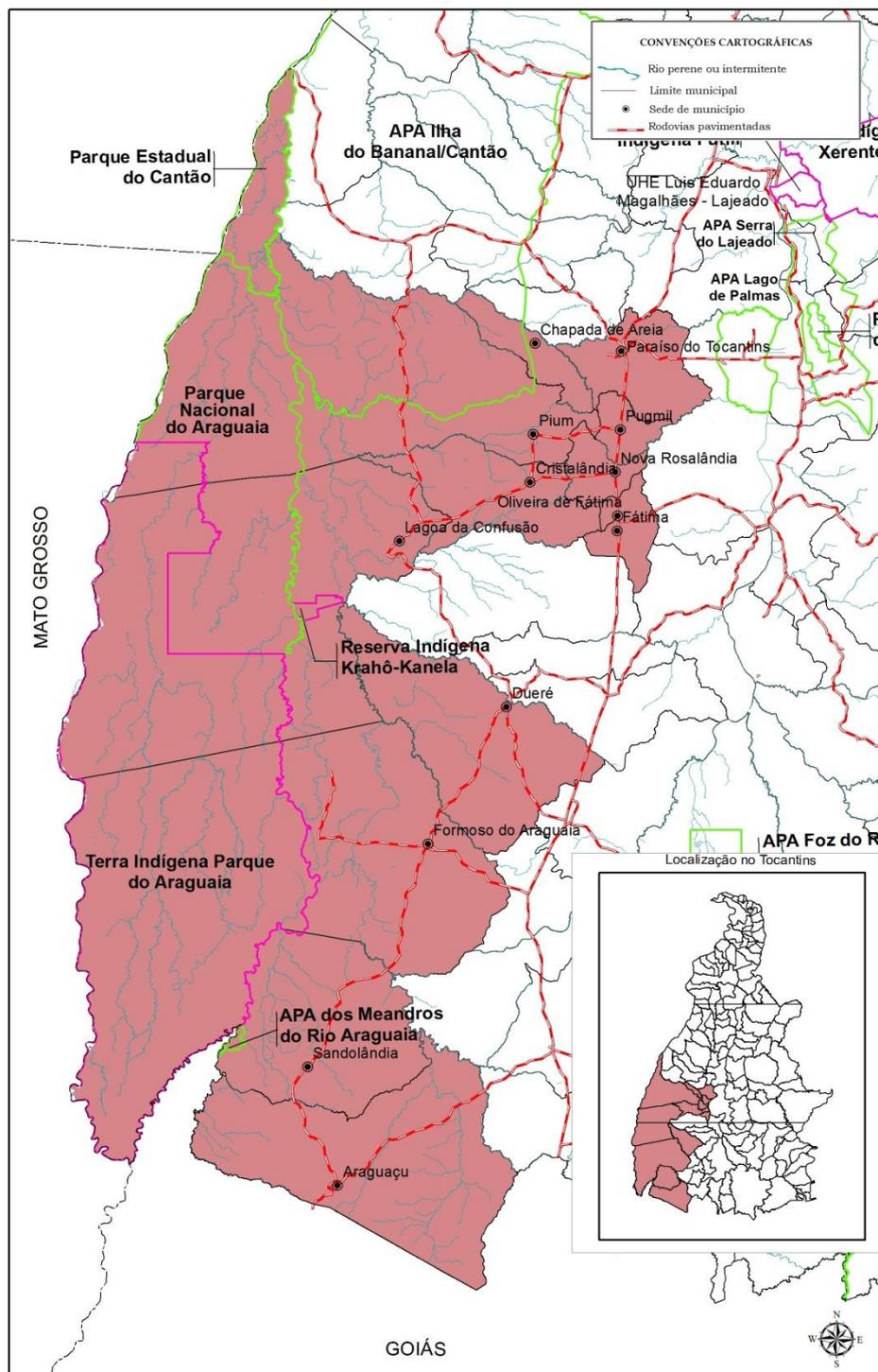


Figura 5. Microrregião de Rio Formoso

### 2.1.2.5. Araguaína

A Microrregião de Araguaína está localizada 400 km a norte da capital do Estado (Figura 6). Possui dezessete municípios com destaque para Araguaína e Colinas do Tocantins que é o segundo município mais populoso da Microrregião. A ocupação da região ocorreu com a abertura da BR-153 na década de



1960. A região teve sua ocupação impulsionada pela Guerrilha do Araguaia<sup>[5]</sup> e posteriormente se tornou foco de intervenção federal com a criação do Grupo Executivo de Terras Araguaia-Tocantins, responsável por promover a regularização fundiária e a ocupação da região (VALVERDE e DIAS, 1967; PRODIAT, 1987).

A Microrregião de Araguaína possui 26.493 km<sup>2</sup> o que corresponde a 9,5% da área total do Estado. Possui 19% da população total do Tocantins, o que correspondia, em 2007, a 237.169 habitantes. A densidade da Microrregião é uma das mais altas do Estado, com 9 hab./ km<sup>2</sup>, no ano de 2007, perdendo apenas para as microrregiões de Porto Nacional e do Bico do Papagaio. Em 2010, a população elevou-se a 278.707 habitantes, com densidade demográfica de 10,5 hab/km<sup>2</sup>.

Os municípios mais populosos são Araguaína e Colinas do Tocantins, com respectivamente, 115.759 e 29.298 habitantes, no ano de 2007, o que corresponde a 61% da população total da Microrregião.

#### **2.1.2.6. Miracema do Tocantins**

A Microrregião de Miracema do Tocantins está localizada a noroeste da capital do Estado. Possui vinte e quatro municípios, com destaque para os municípios de Miracema do Tocantins, que dá nome a Microrregião, Guaraí e Miranorte (Figura 7). A Microrregião possui ocupação antiga, principalmente os municípios que são banhados pelo rio Tocantins na sua margem esquerda, com destaque para o município de Miracema do Tocantins. A ocupação da Microrregião foi impulsionada pela construção da BR-153 na década de 1960 (VALVERDE e DIAS, 1967).

A Microrregião de Miracema do Tocantins possui 34.722 km<sup>2</sup> o que corresponde a 12,5% da área total do Estado. Possui 11% da população total do Estado, o que correspondia, em 2007, a 137.168 habitantes. A densidade da Microrregião é baixa, com 4 hab./km<sup>2</sup>, no ano de 2007. No ano de 2010, a população passou a 142.293 habitantes e a densidade demográfica para 4,1 hab/km<sup>2</sup>,

Os municípios mais populosos da Microrregião são Guaraí, Miracema do Tocantins e Miranorte, com respectivamente, 21.669, 19.683 e 11.858 habitantes, o que corresponde a 39% da população total da Microrregião.

#### **2.1.2.7. Jalapão**

A Microrregião do Jalapão está localizada a leste da capital do Estado. Possui quinze municípios, com destaque para os municípios de Goiatins, Campos Lindos, Ponte Alta do Tocantins e Itacajá. (Figura 8). A ocupação da região ocorreu no século XX com a atividade agropecuária e o comércio com os estados da Bahia, Maranhão e Piauí.

A Microrregião do Jalapão possui uma superfície de 53.416 km<sup>2</sup>, o que corresponde a 19,2% da área total do Estado. Possui 5% da população total do Tocantins, o que correspondia, em 2007, a 67.439 habitantes. A densidade da Microrregião é a mais baixa do Estado, com 1,3 hab./km<sup>2</sup>, em 2007. Em 2010, a população passou para 71.925 habitantes e a densidade demográfica de 1,35 hab/km<sup>2</sup>.

Os municípios mais populosos são Goiatins, Campos Lindos, Ponte Alta do Tocantins, Itacajá e Rio Sono, com respectivamente, 11.639, 7.615, 6.569, 6.386 e 6.167 habitantes, o que corresponde a 57% da população total da Microrregião, no ano de 2007.

<sup>[5]</sup> Movimento de Resistência ao Governo Militar, ocorrido nas décadas de 1960 e 1970.

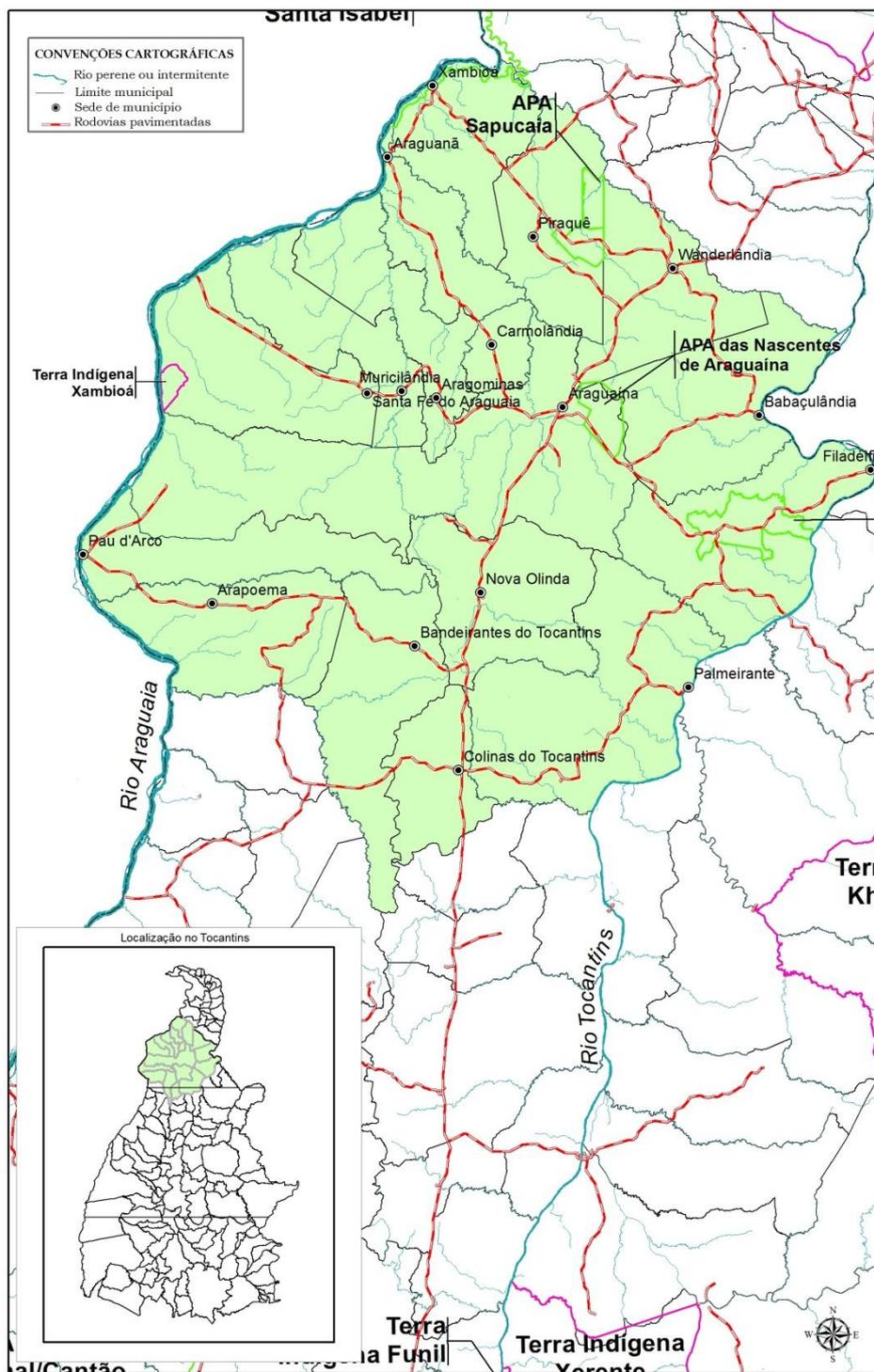


Figura 6. Microrregião de Araguaína

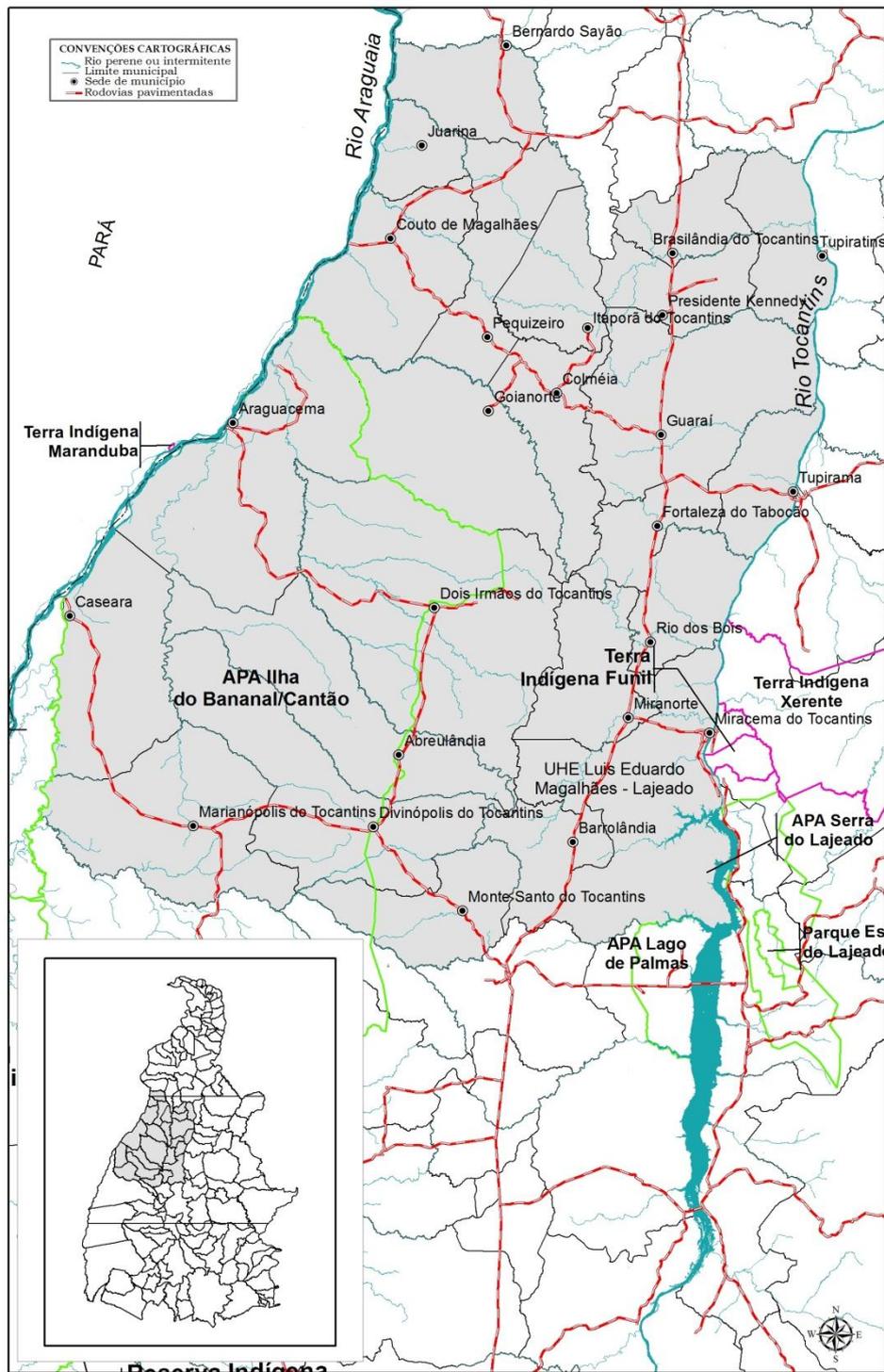


Figura 7. Microrregião de Miracema do Tocantins

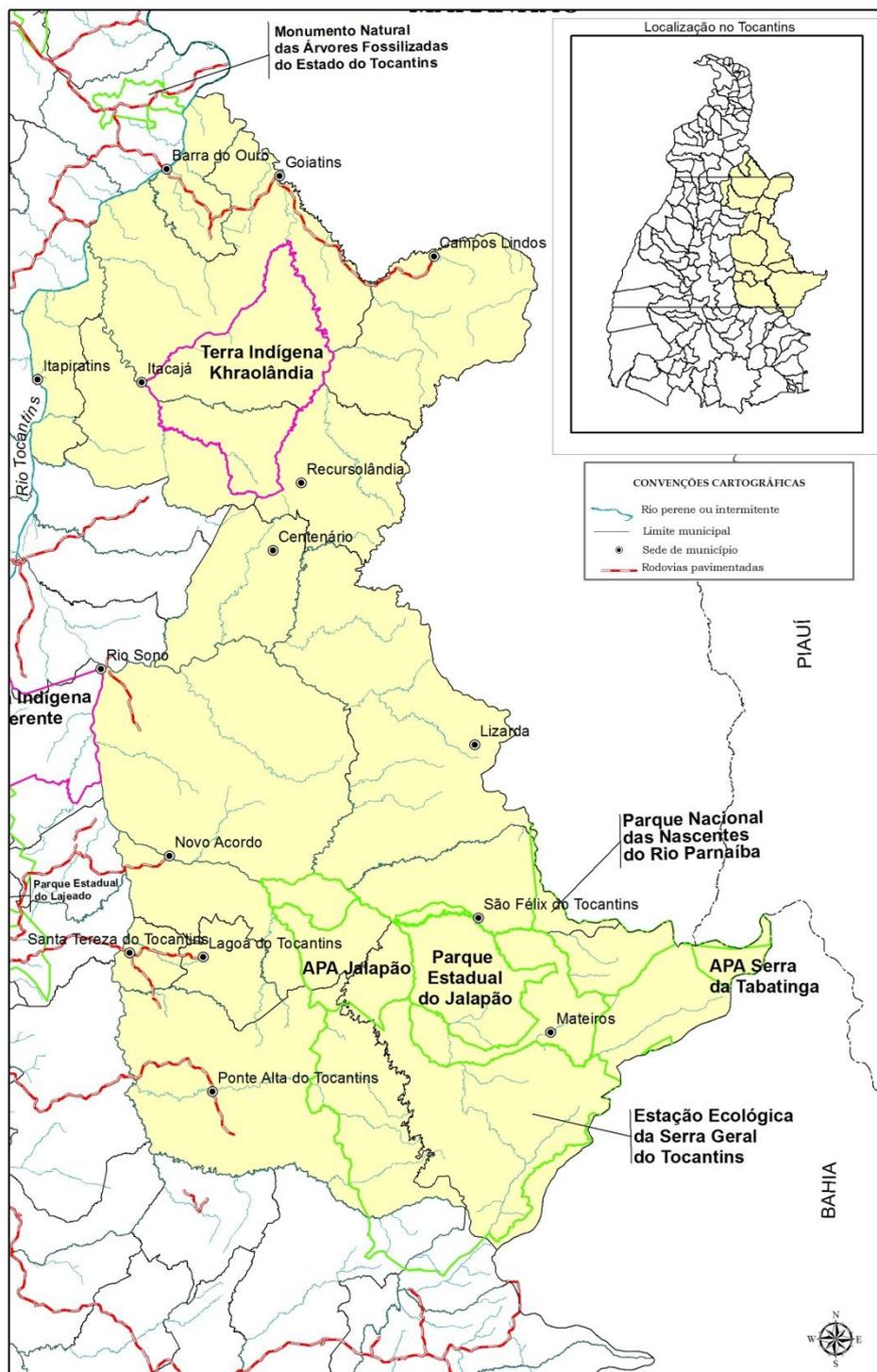


Figura 8. Microrregião do Jalapão

#### 2.1.2.8. Bico do Papagaio

A Microrregião do Bico do Papagaio (Figura 9) está localizada ao norte da capital do Estado. Possui vinte e cinco municípios com destaque para os municípios de Araguatins, Tocantinópolis e Augustinópolis. É uma Microrregião de ocupação recente, mas que possui um histórico de conflitos fundiários e disputas conhecido nacionalmente em função de eventos como a Guerrilha do Araguaia na década de 1970 e posteriormente a atuação do Grupo Executivo de Terras Araguaia-Tocantins (GETAT). A Microrregião



possui um histórico de atuação de grupos sociais, com destaque para a atuação da Comissão Pastoral da Terra. A Microrregião continua sendo objeto de projetos estadual e federal, com destaque para o Zoneamento Ecológico-Econômico do Norte do Tocantins, iniciado pela então Secretaria do Planejamento e Meio Ambiente, e o projeto Territórios da Cidadania do governo federal.

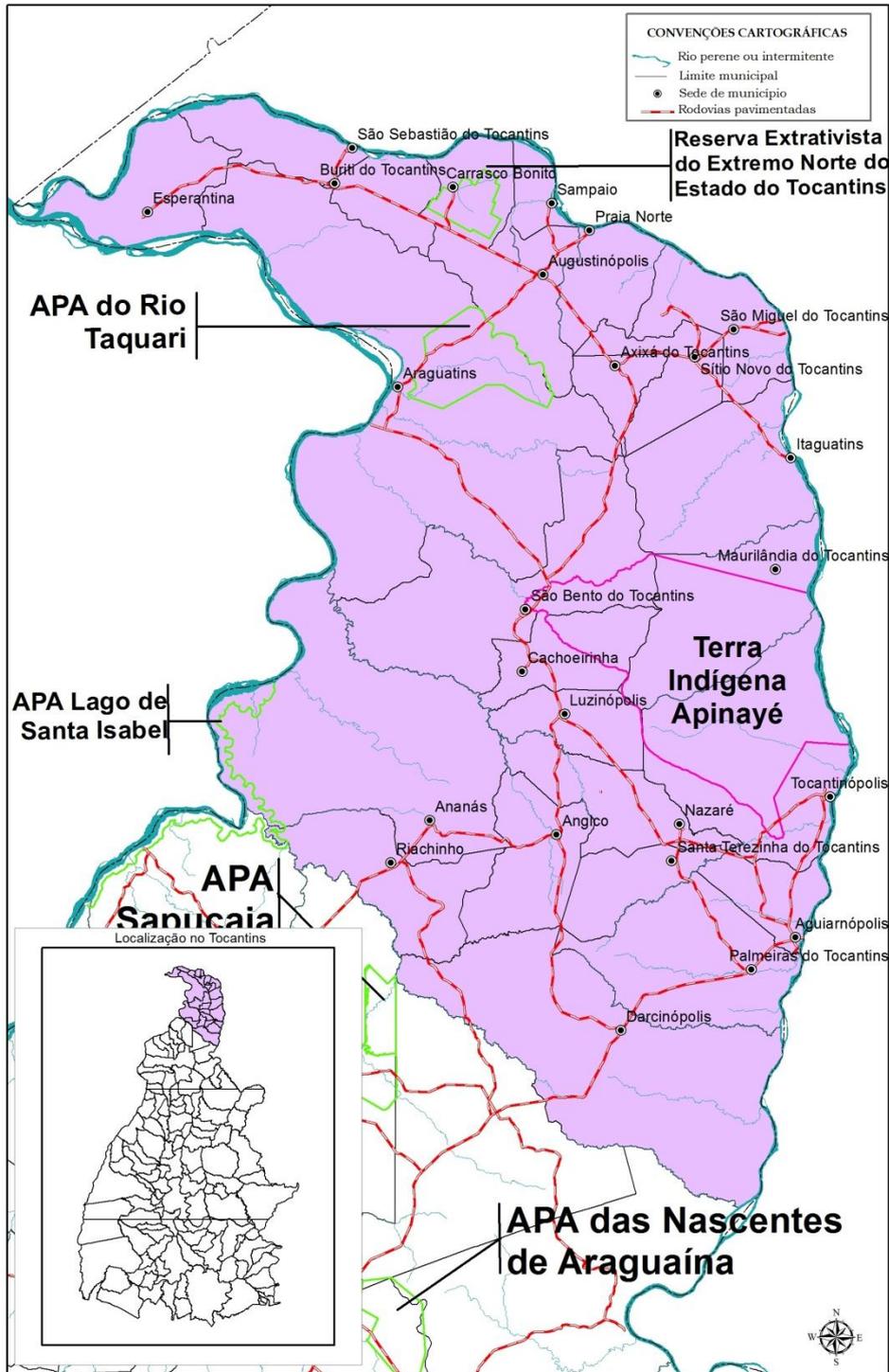


Figura 9. Microrregião do Bico do Papagaio

A Microrregião do Bico do Papagaio possui 15.768 km<sup>2</sup>, o que corresponde a 5,7% da área total do Estado. Possui 15% da população total do Tocantins, o que correspondia em 2007 a 180.500 habitantes. A densidade é uma das mais altas do Estado, com 11,4 hab./km<sup>2</sup>, em 2007, perdendo apenas para a Microrregião de Porto Nacional. Conforme Censo de 2010, a população elevou-se no ano de 2010 para 196.367 habitantes, com densidade demográfica de 12,4 hab/km<sup>2</sup>.

Os municípios mais populosos são Araguatins, Tocantinópolis e Augustinópolis, com respectivamente, 26.010, 22.777 e 12.964, o que corresponde a 36% da população total da Microrregião no ano de 2007. É a Microrregião do Tocantins com a rede urbana mais bem estruturada.

### **2.1.3. Clima<sup>[6]</sup>**

Na distribuição sazonal da umidade efetiva e na distribuição sazonal da eficiência térmica, o Estado do Tocantins abrange três tipos climáticos distintos<sup>[7]</sup> (Figura 10). O primeiro é o do tipo úmido com moderada deficiência hídrica no inverno - (B1wA'a'), presente na maior parte da região norte e em parte da região sudoeste.

O segundo é o do tipo subúmido, com moderada deficiência hídrica no inverno - (C2wA'a'). Domina a maior área do território tocantinense, desde parte da região norte, toda faixa central, regiões leste e oeste e parte da região sul (centro). E, finalmente, o tipo climático subúmido, com forte deficiência hídrica no inverno - (C2w2A'a'). É o tipo que compreende a menor área, com ocorrência apenas na parte da região sudeste.

Com base no índice de eficiência térmica (ETP), os tipos climáticos que ocorrem no Tocantins são todos classificados como megatérmicos (A'), isso quer dizer que a ETP  $\geq$  1140 mm ano. No que diz respeito às subdivisões climáticas presentes nos climas tocantinenses, com base na porcentagem da evapotranspiração potencial no "verão" (ETV), em relação ao total anual, são iguais para os diversos climas e classificadas como a', ou seja, menos de 48% da ETP anual se concentra no verão. Os distintos climas já relacionados apresentam o inverno seco e verão quente e úmido. Também são encontradas algumas áreas serranas, com o verão ameno.

O Estado caracteriza-se por temperatura média de 25 °C a 29 °C e precipitação média de 1.200 mm a 2.100 mm, com as áreas mais úmidas e quentes na região oeste de Tocantins (SEPLAN, 2012a,b).

### **2.1.4. Bacias Hidrográficas**

No território tocantinense, coexistem os sistemas hidrográficos do Rio Araguaia e do Rio Tocantins, os quais ocupam, respectivamente, as porções oeste e leste do estado (Figura 11).

O sistema hidrográfico do Araguaia perfaz uma superfície de 104.791,8 km<sup>2</sup>, que equivale a 37,7% do território estadual<sup>[8]</sup>. Congrega 16 sub-bacias hidrográficas, referentes às terras drenadas pelos rios Araguaia, Riozinho, Javaés, Formoso, Pium, do Coco, Caiapó, Lajeado, Bananal, Barreiras, das Cunhas, Jenipapo, Muricizal, Lontra e Piranhas; e pelo Ribeirão Corda.

<sup>[6]</sup> A caracterização dos tópicos *Clima, Ambientes Geológicos, Relevo, Solos e Aptidão Agrícola das Terras, e Vegetação* foi parcialmente compilada da publicação *Anuário Estatístico do Tocantins - Edição* (SEPLAN, 2010), que por sua vez utilizou dados do estudo *Plano Estadual de Recursos Hídricos do Tocantins* (SRHMA, 2009).

<sup>[7]</sup> Segundo a classificação climática de THORNTHWAITE e MATHER (1955), cuja metodologia baseia-se na umidade efetiva, na eficiência térmica (evapotranspiração potencial - ETP) - (SEPLAN, 2012b).

<sup>[8]</sup> SEPLAN (2012b).



GOVERNO DO TOCANTINS

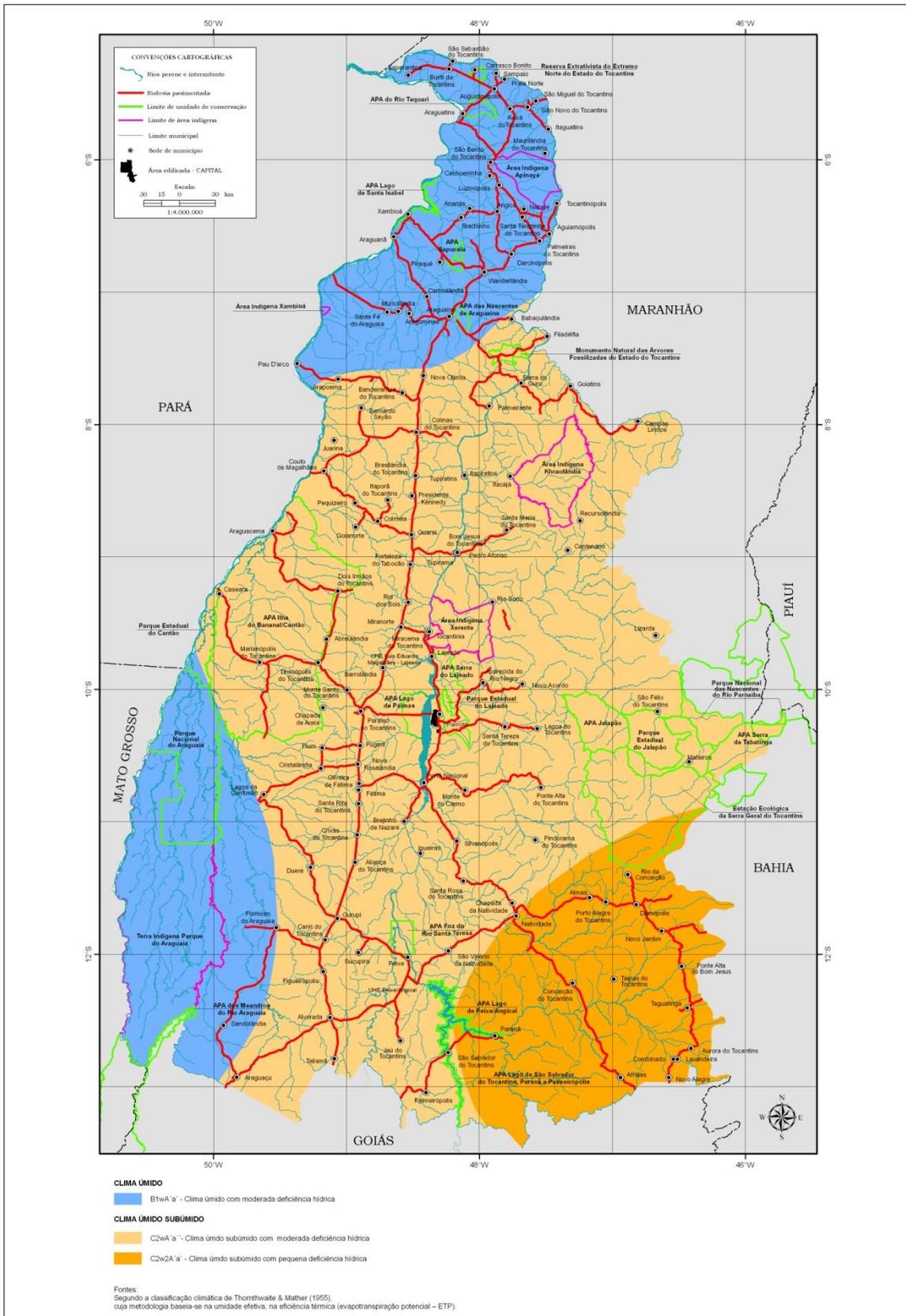


Figura 10. Regionalização climática  
Fonte: SEPLAN (2009).

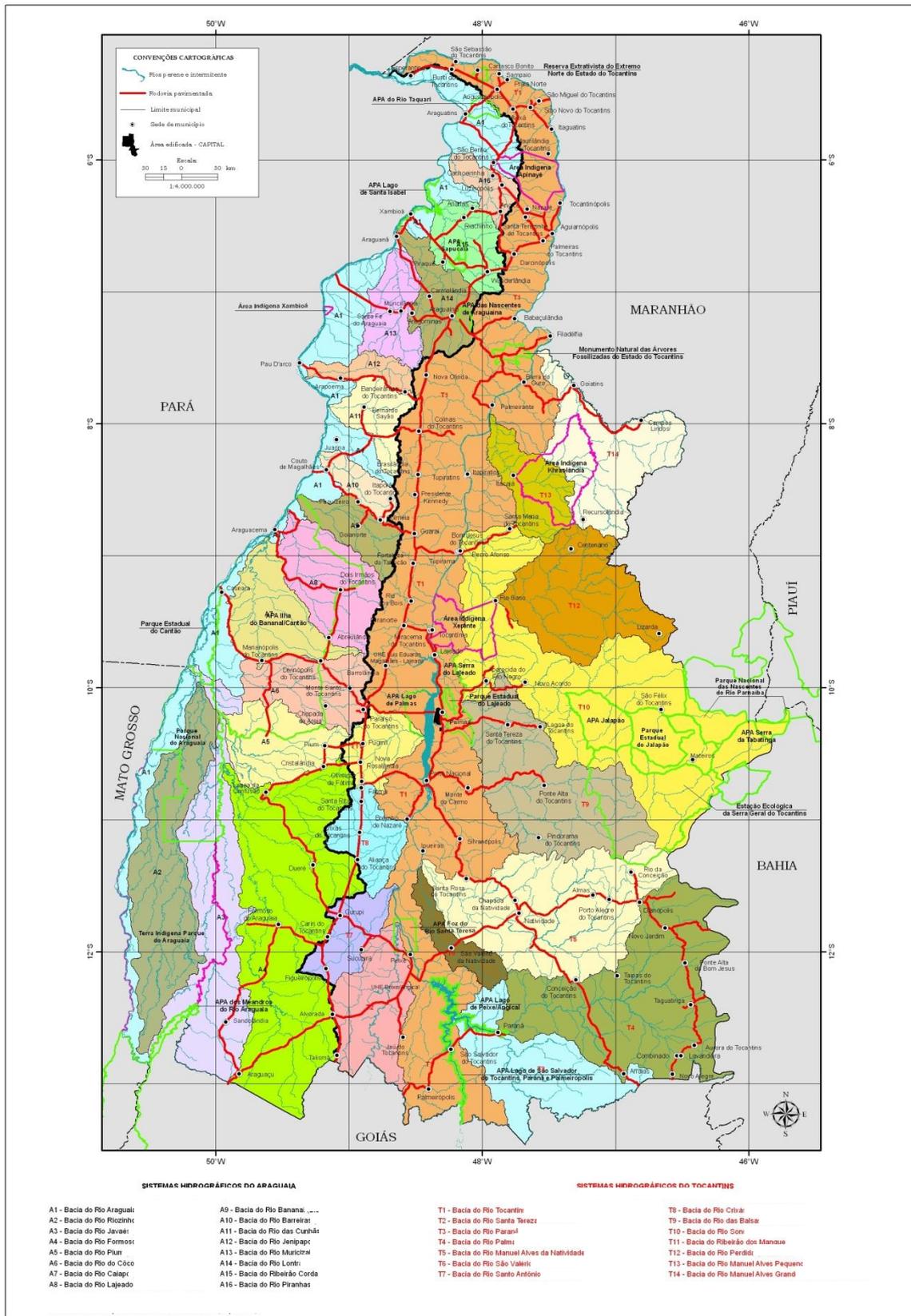


Figura 11. Bacias hidrográficas

Fonte: SEPLAN (2009).



O sistema hidrográfico do Tocantins, totalizando 172.828,2 km<sup>2</sup>, representa 62,3% da superfície do estado <sup>[9]</sup>. Esse sistema é formado por 14 bacias hidrográficas, com destaque para a bacia do Rio Tocantins, que ocupa cerca de 20,8% do território tocantinense. Além da bacia homônima, integram o sistema hidrográfico do Tocantins as terras situadas nas sub-bacias dos rios Santa Teresa, Paranã, Palma, Manuel Alves da Natividade, São Valério, Santo Antônio, Crixás, das Balsas, Sono, Perdida, Manuel Alves Grande, Manuel Alves Pequeno; e no Ribeirão dos Mangues.

### 2.1.5. Ambientes Geológicos

A caracterização geológica do Tocantins pode ser resumida considerando seus ambientes geológicos que estão associados às Províncias Estruturais do Brasil<sup>[10]</sup>, cujos limites são definidos e arbitrários/convencionais. Com base em diversos trabalhos realizados no Tocantins<sup>[11]</sup>, os ambientes geológicos podem ser classificados em: (1) Ambiente I - Embasamentos em Estilos Complexos; (2) Ambiente II - Faixas Orogênicas; (3) Ambiente III - Bacias Sedimentares; (4) Ambiente IV - Depósitos Sedimentares Inconsolidados.

O Ambiente I - Embasamentos em Estilos Complexos - concentra-se na parte centro-sul do estado. Sua extensão principal está na Bacia do Rio Tocantins, mas se apresenta também, em menores proporções, na Bacia do Rio Araguaia, regiões centro-norte e norte do estado. As rochas são predominantemente de graus metamórficos médio e alto, sendo representadas por gnaisses variados de granulção fina, média e grosseira; e migmatitos. O Ambiente II - Faixas Orogênicas - tem ampla distribuição na parte leste do estado. Na Bacia do Rio Araguaia, as rochas ocorrem associadas à Faixa Orogênica Tocantins-Araguaia, enquanto que, nas partes centro-sul e centro-leste (Bacia do Rio Tocantins), as rochas vinculam-se às faixas de dobramentos relacionadas aos eventos Uruçuano e Brasília.

O Ambiente III - Bacias Sedimentares - refere-se às rochas paleozóicas e mesozóicas das bacias sedimentares do Parnaíba e Sanfranciscana. A Bacia Sedimentar do Parnaíba é a mais importante, em termos de extensão, no estado. Cobre grande parte da região central e vai se distribuindo continuamente para norte, com as maiores extensões presentes na Bacia do Rio Tocantins. As rochas da Bacia Sanfranciscana estão restritas à Bacia do Rio Tocantins - parte leste do estado - região do Jalapão. Elas são mesozóicas e equivalem a sedimentos clásticos (arenitos, siltitos e folhelhos) depositados essencialmente por sistemas eólicos<sup>[12]</sup>.

O Ambiente IV - Depósitos Sedimentares Inconsolidados - engloba tanto bacia sedimentar (Bacia do Bananal) quanto coberturas diversas. A Bacia do Bananal localiza-se na parte leste do estado, e cobre toda a ilha homônima. Os aluviões, dispostas em faixas irregulares ao longo das calhas dos rios, formam depósitos mais expressivos associados aos rios Araguaia e Tocantins (partes centro-sul, central e extremo norte do estado).

<sup>[9]</sup> SEPLAN (2012b).

<sup>[10]</sup> ALMEIDA *et al.* (1977).

<sup>[11]</sup> De acordo com SRHMA (2009), utilizado como referência do tópico *Geologia* do presente Relatório Técnico, para a caracterização geológica do território tocantinense, considerou-se os resultados de compilação de dados e informações provenientes dos trabalhos realizados no Projeto Radambrasil (NUNES, 1973 a, b; SILVA *et al.*, 1974; CUNHA *et al.*, 1981; DRAGO *et al.*, 1981; FERNANDES *et al.*, 1982); Secretaria do Planejamento do Estado do Tocantins - Seplan-TO (ANJOS e DIAS, 2002; BIGNELLI e DIAS, 2002 a, b; CREPANI e DIAS, 2002; BELLIA *et al.*, 2004); Companhia de Recursos Minerais - CPRM (SOUZA e MORETON, 2001; ARAÚJO e OLIVATTI, 2001; ALMEIDA, ARAÚJO e MARTINS, 2001; FIGUEIREDO, SOUZA e OLIVATTI, 2001; SCHOBENHAUS e BRITO NEVES, 2003); Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (IBGE, 2007a); e de teses e dissertações das universidades federais do Pará (UFPA), do Rio de Janeiro (UFRJ) e de Brasília (UnB).

<sup>[12]</sup> SILVA *et al.* (2003).

### 2.1.6. Relevo

O relevo tocaninense está hierarquizado em quatro domínios <sup>[13]</sup>, quais sejam: (i) Embasamentos em Estilos Complexos; (ii) Faixas de Dobramentos e Coberturas Metassedimentares Associadas; (iii) Bacias e Coberturas Sedimentares Fanerozóicas; (iv) Depósitos Sedimentares Inconsolidados Quaternários<sup>[14]</sup> (Figura 12).

O Domínio I - Embasamentos em Estilos Complexos (Complexos Metamórficos e Sequência Metavulcano-sedimentar do Arqueano e Proterozóico Inferior) - estão vinculados às rochas de composição gnáissica e migmatitos, incluindo-se algumas seqüências de rochas metavulcano-sedimentares e suítes intrusivas. De ocorrência restrita na parte centro-sul do estado (Bacia do Rio Tocantins), este domínio apresenta uma única unidade geomorfológica.

São encontrados neste domínio, modelados de aplainamento<sup>[15]</sup> (Pri e Pru) e de dissecação diferencial<sup>[16]</sup> com topos aguçados (Da), convexos (Dc) e tabulares (Dt). As áreas com topos aguçados mostram densidade de drenagem de média a muito fina, e aprofundamento das incisões fraco e médio. Os terrenos com topos convexos e tabulares têm densidade de drenagem variando de muito grosseira a muito fina, todas com aprofundamento das incisões muito fraco.

A erodibilidade potencial (Figura 13) no Domínio I é classificada como muito fraca e ligeira. O relevo, com declives baixos que não ultrapassam 8% (Figura 14), é predominantemente plano. Os solos são permeáveis e os processos de escoamento são difusos e lentos, mas, em alguns locais, chegam a ser concentrados.

---

<sup>[13]</sup> De acordo com SRHMA (2009), utilizado como referência do tópico *Geomorfologia* do presente Relatório Técnico, o relevo tocaninense está totalmente caracterizado nos trabalhos de: (i) mapeamento geomorfológico desenvolvidos no Projeto Radambrasil (Barbosa, Boaventura e Pinto, 1973a, b; Boaventura, 1974; Mamede, Ross e Santos, 1981; MAMEDE, NASCIMENTO e FRANCO, 1981; MOURA, DANTAS e ROSO, 1982); (ii) compartimentação geoambiental do Tocantins, baseado na Teoria Geral dos Sistemas e no modelo de paisagem física global (DEL'ARCO *et al.*, 1995; BERTRAND, 1971); (iii) mapeamento do relevo do Brasil (IBGE, 1997); (iv) mapeamento geomorfológico do Projeto ZEE do Norte do Estado do Tocantins (CASSETI, DIAS e BORGES, 2002a, b; NASCIMENTO, DIAS e BORGES, 2002a, b; ROMÃO, DIAS e BORGES, 2002); e (v) geomorfologia, do IBGE (IBGE, 2007b), no contexto povoamento da base de dados do Sistema de Proteção da Amazônia - Sipam (SIPAM, 2004).

<sup>[14]</sup> Estes domínios equivalem aos seguintes domínios da compartimentação geoambiental do Tocantins: (i) Embasamentos em Estilos Complexos >>> Complexos Metamórficos e Sequência Metavulcano-sedimentar do Arqueano e Proterozóico Inferior; (ii) Faixas de Dobramentos e Coberturas Metassedimentares Associadas >>> Faixas de Dobramento do Proterozóico Médio e Superior; (iii) Bacias e Coberturas Sedimentares Fanerozóicas >>> Bacias Sedimentares Páleo-Mesozóicas e Meso-Cenozóicas; (iv) Depósitos Sedimentares Inconsolidados Quaternários >>> Bacias Sedimentares Cenozóicas / Domínio Azonal das Áreas Aluviais.

<sup>[15]</sup> Pri - Pediplano retocado inumado. Superfície de aplainamento elaborada durante fases sucessivas de retomada de erosão, sem, no entanto, perder as características de aplainamento, cujos processos geram sistemas de planos inclinados às vezes levemente côncavos. Pode apresentar cobertura detrítica e/ou encouraçamentos, indicando remanejamentos sucessivos.

Pru - Pediplano retocado desnudado. Superfície de aplainamento elaborado durante fases sucessivas de retomada de erosão, sem, no entanto, perder suas características de aplainamento, cujos processos geram sistemas de planos inclinados às vezes levemente côncavos. Pode apresentar cobertura rasa de material de alteração, mas geralmente apresenta rochas pouco alteradas truncadas pelos processos de aplainamento que desnudaram o relevo.

<sup>[16]</sup> Da - Conjunto de formas de relevo de topos estreitos e alongados, esculpidas em rochas metassedimentares e cristalinas, em geral denotando controle estrutural, definidas por vales encaixados. Os topos de aparência aguçada são resultantes de interceptação de vertentes de declividade acentuada, entalhadas por sulcos e ravinas.

Dc - Conjunto de formas de relevo de topos convexos, esculpidas em diferentes tipos de rochas, às vezes denotando controle estrutural. São definidas por vales pouco profundos, apresentando vertentes de declividade mediana a suave, entalhadas por sulcos e cabeceiras de drenagem de primeira ordem.

Dt - Conjunto de formas de relevo de topos tabulares, conformando feições de rampas suavemente inclinadas e de lombadas, esculpidas em rochas sedimentares e cristalinas denotando eventual controle estrutural. São, em geral, definidas por vales rasos, apresentando vertentes de baixa a média declividade. Resultam da instauração de processos de dissecação atuando sobre superfície de aplainamento.

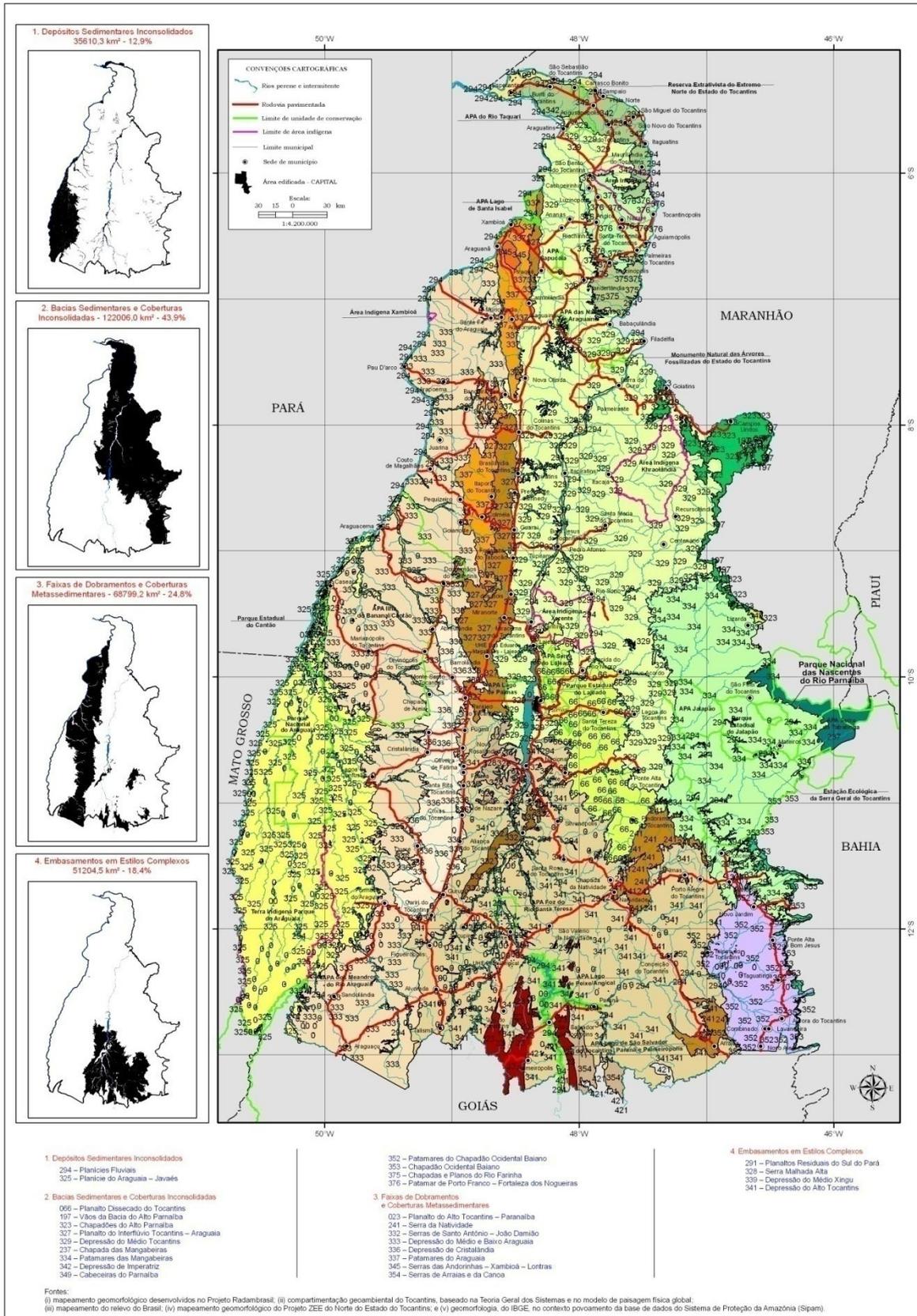


Figura 12. Geomorfologia: Domínios e Unidades

Fonte: SEPLAN (2009).

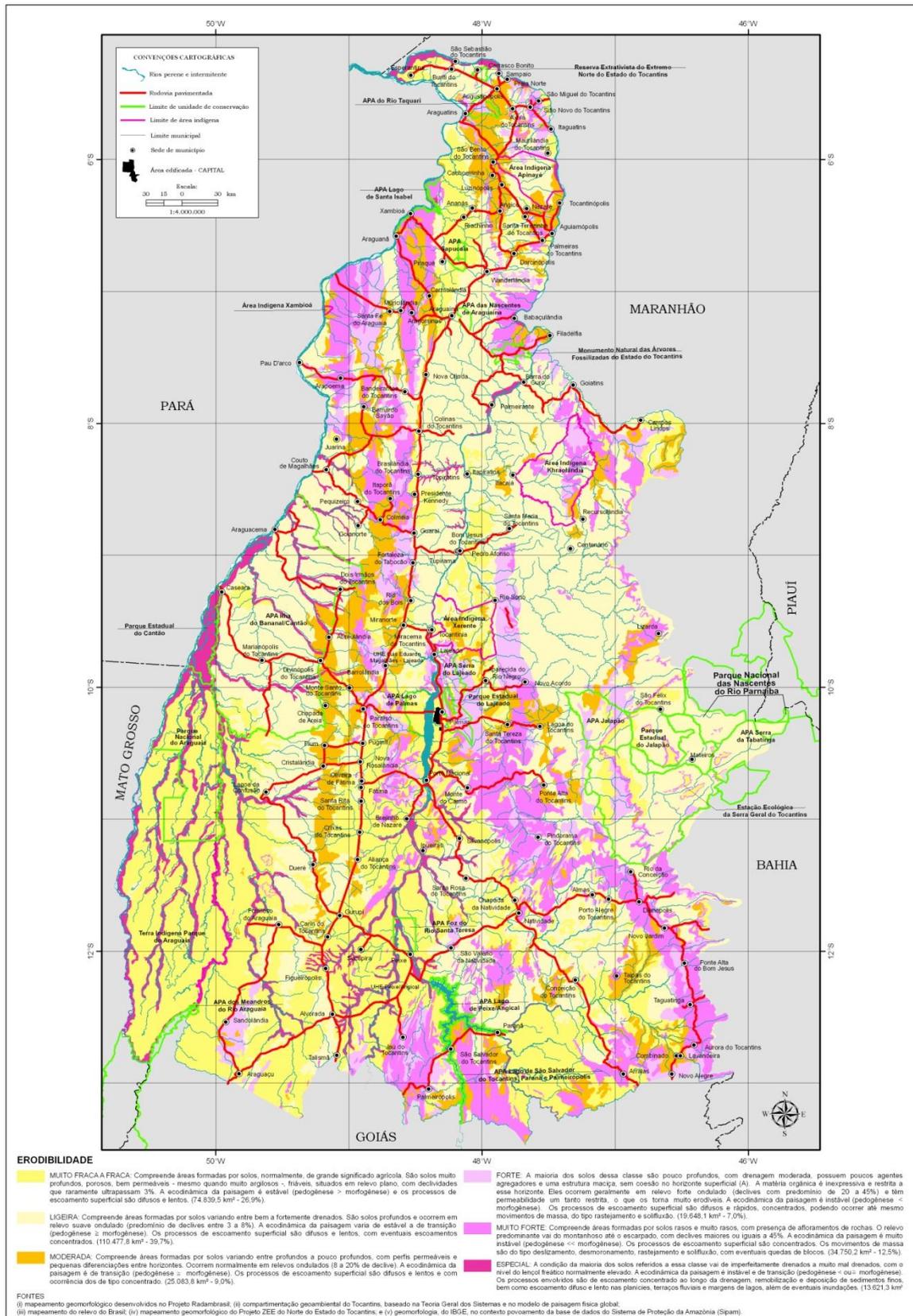


Figura 13. Erodibilidade potencial

Fonte: SEPLAN (2000, 2009).

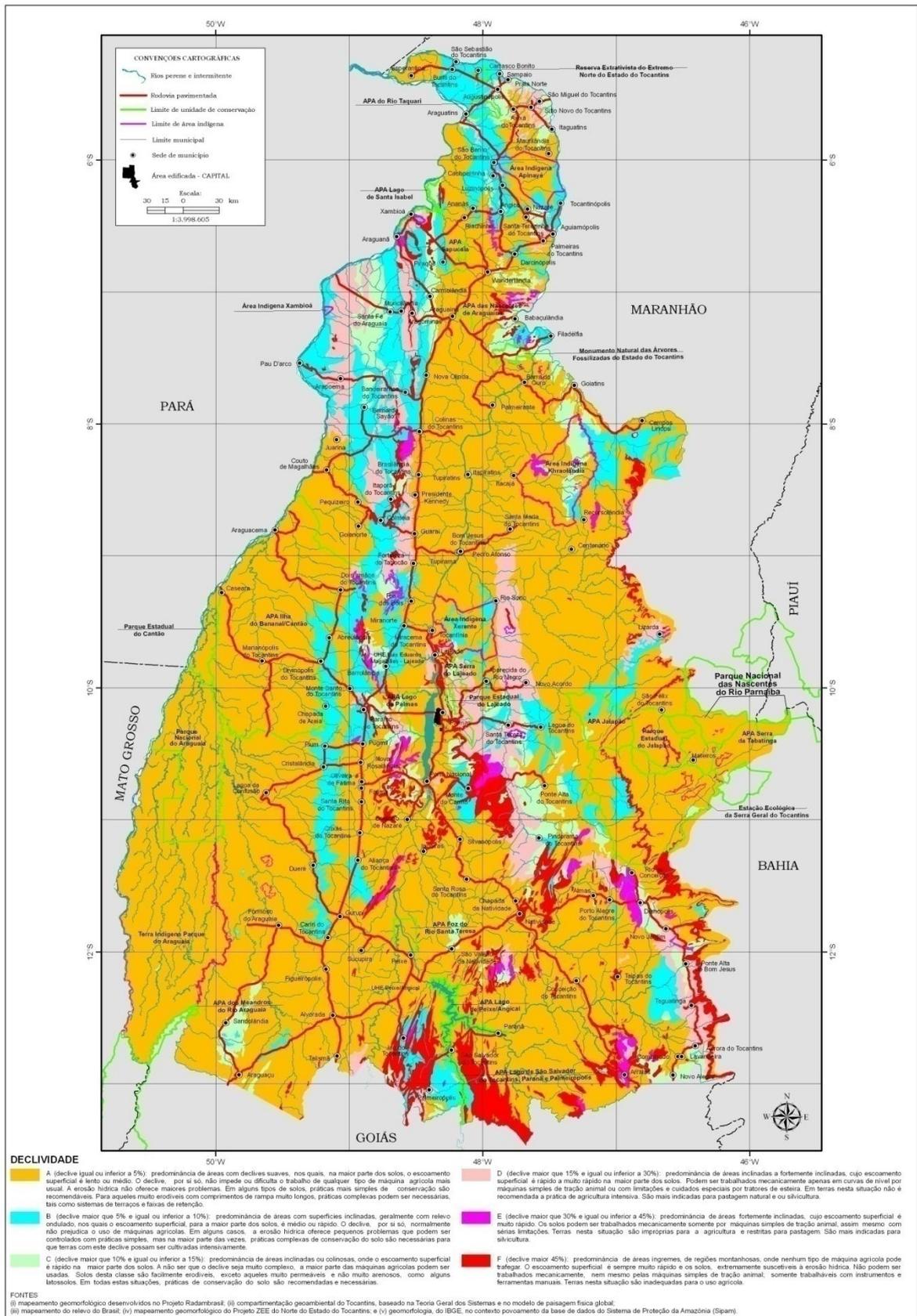


Figura 14. Declividade  
Fonte: SEPLAN (2000, 2009).

O Domínio II - Faixas de Dobramentos e Coberturas Metassedimentares Associadas (Faixas de Dobramento do Proterozóico Médio e Superior) - contém 11 unidades geomorfológicas. Sua extensão principal está na Bacia do Rio Araguaia (parte leste do estado), e a secundária situa-se na Bacia do Rio Tocantins (partes centro-sul, sul e sudeste do estado).

Na Bacia do Rio Araguaia, o domínio mostra associação com terrenos de micaxistos de composição variada, filitos, quartzitos, e subordinadamente, suítes intrusivas de serpentinitos e rochas graníticas. Ainda nesta bacia, predominam as formas de relevo de dissecação diferencial com topo tabular, seguidas por topos convexos e, em menor expressão, por topos aguçados juntamente com os modelados de aplainamento<sup>[17]</sup> (Pru, Pri, Pgi e Pgu). Os relevos de topo tabular mostram densidade de drenagem muito grosseira, grosseira e média com entalhes de aprofundamento muito fraco e fraco. Já os relevos de topo convexos são mais movimentados, exibindo densidade de drenagem média e fina, mas com aprofundamentos fraco e médio. As áreas de topos aguçados têm grosseira densidade de drenagem e incisões verticais muito fracas.

A erodibilidade potencial mostra-se classificada como muito fraca, ligeira, moderada, forte e muito forte. Predominam, na parte leste do Domínio II, áreas com erodibilidade ligeira e muito fraca contando com declives que geralmente não ultrapassam 8%, onde os processos de escoamento são difusos e lentos, eventualmente concentrados. Na parte oeste deste domínio, estão situados os locais com erodibilidade moderada, forte e muito forte. Eles estão dispostos ao longo da Serra do Estrondo, onde o relevo tem declives entre 8 e 20% (ondulado), 20 e 45% ou maiores que 45% (forte ondulado a escarpado). Os processos de escoamento são difusos, rápidos e concentrados, e podem ocorrer até movimentos de massa.

Na Bacia do Tocantins, o Domínio II contém formas de relevo de dissecação diferencial com topo tabular, topos convexos e aguçados; formas de dissecação estrutural<sup>[18]</sup> (De); encostas íngremes<sup>[19]</sup> (Dei); modelados de aplainamento (Pru, Pri e Pgi) e modelados de dissolução<sup>[20]</sup> (Kc e Kd). Os relevos dissecados de topos tabulares, convexos e aguçados exibem densidades de drenagem muito grosseira a média com entalhes de aprofundamento muito fraco, por vezes, médio. Todavia, observam-se terrenos de topo convexos aonde a densidade chega a fina, porém com incisões muito fracas. Nesta parte do Domínio II, estão as áreas com as classes mais favoráveis à instalação de processos erosivos. As classes de erodibilidade identificadas são forte e muito forte, estando associadas às serras: das Cordilheiras, Grande, Traíras, Branca ou de Arraias, do Mourão, Santo Antônio, Natividade e Traíras. Nestas serras, os declives acima de 20% são dominantes, porém em vários locais chegam a ser maiores ou iguais a 45%. Os processos de escoamento são difusos, rápidos e concentrados, favorecendo movimentos de massa.

---

<sup>[17]</sup> Pgi - Pediplano degradado inumado. Superfície de aplainamento parcialmente conservada, tendo perdido a continuidade em consequência de mudança do sistema morfogênético; em geral conservada ou levemente dissecada e separada por escarpas ou ressaltos de outros modelados de aplainamento e de dissecação correspondentes aos sistemas morfogênicos subsequentes. Aparece inumada por coberturas detriticas e/ou de alteração, constituídas de couças e/ou latossolos.

Pgu - Pediplano degradado desnudado. Superfície de aplainamento parcialmente conservada, tendo perdido a continuidade em consequência de mudança do sistema morfogênético; geralmente dissecada e separada por escarpas e ressaltos de outros modelados de aplainamento e de dissecação correspondentes aos sistemas morfogênicos subsequentes; desnudada em consequência de exumação de camada sedimentar ou retirada de cobertura preexistente.

<sup>[18]</sup> De - Dissecação fortemente controlada pela estrutura, geralmente identificada em área de rochas metassedimentares intensamente dobradas e falhadas. É caracterizada por compartimentos de formas de relevo irregulares enquadrando planos desnudados, com sulcos e ravinas entalhados na rocha sã ou pouco alterada.

<sup>[19]</sup> Dei - Encosta íngreme de erosão. Feição de relevo com declives muito acentuados, ligando dois planos altimétricos distintos, podendo exibir trechos de paredão desnudado na parte superior.

<sup>[20]</sup> Kd - Conjunto de formas de dissolução originadas em superfície ou descobertas por erosão de coberturas preexistentes.

Kc - Conjunto de formas de dissolução parcialmente expostas em superfície por erosão de uma cobertura preexistente.



O Domínio III - Bacias e Coberturas Sedimentares Fanerozóicas (Bacias Sedimentares Páleo-Mesozóicas e Meso-Cenozóicas) - também contém 11 unidades geomorfológicas, as quais se localizam quase que exclusivamente na Bacia do Rio Tocantins (partes central e leste do estado). No norte do Tocantins, encontram-se as unidades de relevo contidas na Bacia do Rio Araguaia. As rochas pertencentes ao domínio são eminentemente clásticas, com restritos locais contendo rochas vulcânicas (derrames basálticos).

As unidades de relevo possuem formas de dissecação diferencial com topo tabular, topos convexos e aguçados; formas de dissecação estrutural; encostas íngremes; modelados de aplainamento (Pru, Pri e Pgi) e restritamente dissecação em ravinhas<sup>[21]</sup> (Dr). As formas de dissecação exibem densidades de drenagem que variam de muito grosseira a muito fina com incisões indo de muito fraca a média. A erodibilidade varia de muito fraca a muito forte. No Domínio III predominam as áreas inseridas da classe ligeira, sendo seguidas pelas áreas da classe muito fraca, que juntas chegam a quase 70% do total da área deste domínio. As demais classes (moderada, forte e muito forte) vinculam-se às áreas de bordas de patamares, escarpas de falhas e escarpas erosivas, e ressaltos. Nestes locais, os declives ficam acima de 20% (relevo forte ondulado), chegam a ultrapassar os 45% de inclinação (relevo escarpado), favorecendo a instalação de processos de escoamento difusos, rápidos e concentrados, e movimentos de massa.

O Domínio IV - Depósitos Sedimentares Inconsolidados Quaternários (Bacias Sedimentares Cenozóicas / Domínio Azonal das Áreas Aluviais) - está distribuído em grande extensão contínua, na planície dos rios Araguaia e Javaés (sudoeste do estado), e também em trechos ao longo do Rio Tocantins (sul, centro e norte do estado).

A maior concentração de depósitos sedimentares inconsolidados, que geram modelados de acumulação, está situada na Bacia do Rio Araguaia. Nesta bacia, os modelados<sup>[22]</sup> são do tipo terraço fluvial (Atf), de inundação (Ai) e planície fluviolacustre (Afl), de planície fluvial (Af) - áreas restritas. Por outro lado, na Bacia do Rio Tocantins, nas partes sul e centro, predominam modelados de planícies fluviais, e, no norte, ocorrem os modelados de planície e terraço fluviais (Aptf).

As áreas de ocorrência desses modelados, em termos de erodibilidade, pertencem às classes muito fraca a fraca e especial. Os declives na classe muito fraca a fraca não ultrapassam os 3% e os processos de escoamento são difusos e lentos. Para a classe especial, encontram-se solos imperfeitamente drenados a mal drenados, e com lençol freático normalmente elevado, onde os processos são de: escoamentos concentrados ao longo da drenagem; remobilização e deposição de sedimentos finos; escoamento difuso e lento nas planícies, terraços fluviais e margens de lago; e eventuais inundações.

<sup>[21]</sup> Dr - Ravinas. Dissecação caracterizada por grande densidade de incisões resultantes da atuação predominante da erosão pluvial sob a forma de escoamento concentrado (torrencial).

<sup>[22]</sup> Af - Planície Fluvial. Área plana resultante da acumulação fluvial sujeita a inundações periódicas, correspondendo às várzeas atuais. Ocorre nos vales com preenchimento aluvial holocênico.

Atf - Terraço Fluvial. Acumulação fluvial de forma plana, levemente inclinada, apresentando ruptura de declive em relação ao leito do rio e às várzeas recentes situadas em nível inferior, entalhada devido às mudanças de condições de escoamento e conseqüente retomada de erosão.

Aptf - Planície e Terraço Fluvial. Área plana resultante de acumulação fluvial, periódica ou permanentemente alagada, podendo comportar cordões arenosos e meandros abandonados, ligada com ou sem ruptura de declive a patamar mais elevado.

Afl - Planície Fluviolacustre. Área plana resultante da combinação de processos de acumulação fluvial e lacustre, podendo comportar canais anastomosados, diques marginais, lagos de barragem e lagoas.

Ai - De Inundação. Áreas abaciaadas definidas por planos convergentes, arenosas e/ou argilosas, sujeitas a inundações periódicas, podendo apresentar arreísmo e/ou comportar lagoas fechadas ou precariamente incorporadas à rede de drenagem. São classificadas em: permanentemente inundadas com arreísmo, permanentemente inundadas, mas com ligação precária com a rede da drenagem, e periodicamente inundadas e melhor drenadas, em função da ligação direta com a rede de drenagem.

### **2.1.7. Solos e Aptidão Agrícola das Terras**

No Estado do Tocantins, encontra-se os seguintes solos<sup>[23]</sup>, em ordem decrescente de extensão: PLINTOSSOLOS; NEOSSOLOS; LATOSSOLOS; ARGISSOLOS; GLEISSOLOS; CAMBISSOLOS; NITOSSOLOS; LUVISSOLOS; PLANOSSOLOS; AFLORAMENTOS DE ROCHAS; CHERNOSSOLOS; e DUNAS (Figura 15).

Os PLINTOSSOLOS caracterizam-se principalmente pela presença de expressiva plintitização com ou sem petroplintita (concreções de ferro ou cangas). Os PLINTOSSOLOS ARGILÚVICOS e HÁPLICOS, que apresentam drenagem restrita, têm como característica diagnóstica a presença do horizonte plíntico, que é identificado principalmente por cores mosqueadas ou variegadas, compostas de tons desde vermelhos a acinzentados. Os PLINTOSSOLOS PÉTRICOS (Solos Concrecionários ou Concrecionários Lateríticos), geralmente de melhor drenagem, caracterizam-se pela presença no perfil dos horizontes diagnósticos concrecionário e/ou litoplíntico.

Os PLINTOSSOLOS envolvem as unidades de PLINTOSSOLO PÉTRICO Litoplíntico; PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário; PLINTOSSOLO ARGILÚVICO Distrófico; PLINTOSSOLO ARGILÚVICO Eutrófico; e PLINTOSSOLO HÁPLICO Distrófico. Tais solos cobrem praticamente 35% do Tocantins, sendo cerca de 2/3 na Bacia do Rio Araguaia e cerca de 1/3 da Bacia do Rio Tocantins.

Na Bacia do Araguaia, as maiores ocorrências são de PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário (30%) e de PLINTOSSOLO HÁPLICO Distrófico (21%). Dentro da bacia, essas duas unidades cobrem áreas contínuas que se localizam nas partes sul e central. Os PLINTOSSOLOS HÁPLICOS têm manejo agrícola bastante delicado, que necessita de bom controle de sua dinâmica hídrica interna. Sobre eles, estão instalados os projetos de cultivo de grãos e fruticultura anuais (Formoso e Javaés), com uso de irrigação/drenagem. Na Bacia do Rio Tocantins, o PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário, PLINTOSSOLO PÉTRICO Litoplíntico e o PLINTOSSOLO HÁPLICO Distrófico são as unidades principais. A primeira cobre cerca de 10% da área da bacia, a segunda 6% e a última em torno de 5,7%. As unidades não cobrem áreas extensas contínuas, sempre estão fragmentadas por outras unidades, mas se distribuem numa faixa central e no sul das terras da Bacia do Rio Tocantins.

No estado, os PLINTOSSOLOS PÉTRICOS são usados para pastoreio extensivo nas áreas de vegetação campestre ou de Campo Cerrado, ou com pasto plantado com espécies forrageiras rústicas. A aptidão agrícola das terras predominante é restrita para pastagem natural, com inclusões de aptidões regular e restrita para pastagem plantada (Figura 16).

Os NEOSSOLOS são constituídos por material mineral ou material orgânico pouco espesso (menos de 30 cm de espessura), sem apresentar qualquer tipo de horizonte B diagnóstico. Congregam solos rasos, Neossolos Litólicos; ou profundos e arenosos, Neossolos Quartzarênicos; ou profundos e arenosos com presença considerável de minerais primários de fácil intemperização, Neossolos Regolíticos; ou, ainda, solos constituídos por sucessão de camadas de natureza aluvionar, sem relação pedogenética entre si, Neossolos Flúvicos.

<sup>[23]</sup> De acordo com SRHMA (2009) utilizado como referência do tópico *Solos e Aptidão Agrícola das Terras do presente Relatório Técnico*, os principais trabalhos que trazem informações sobre os solos do Tocantins são: (i) o Projeto Radambrasil (SOMMER *et al.*; MARTINS, VIEIRA e PERES, 1974; ROSATELLI *et al.*, 1974; OLIVEIRA, SOUZA e VIEIRA, 1981; RIOS e OLIVEIRA, 1981; KREJCI, FORTUNATO E CORRÊA, 1982); (ii) o Zoneamento Agroecológico do Tocantins (Seplan, 2000); (iii) o mapeamento de solos e aptidão agrícola das terras do Projeto ZEE do Norte do Estado do Tocantins (MENK *et al.*, 2002a-e; MENK *et al.*, 2002f-j); (iv) a aptidão agrícola do Tocantins; e (v) o mapeamento de solos do IBGE (IBGE, 2007c) no contexto povoamento da base de dados do Sistema de Proteção da Amazônia - Sipam (SIPAM, 2004), que já apresenta a classificação dos solos do Tocantins segundo a nomenclatura do novo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999).



Os NEOSSOLOS englobam as unidades de NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico, NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico; NEOSSOLO FLÚVICO Eutrófico; NEOSSOLO FLÚVICO Ta Eutrófico; NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico, NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Hidromórfico. Os NEOSSOLOS equivalem a 25% da área total do Tocantins.

Os NEOSSOLOS possuem ocorrência mais expressiva na Bacia do Rio Tocantins. As unidades mais importantes são NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico e, em menor proporção, de NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico. A primeira ocupa as partes leste e centro-norte (faixa alongada) acompanhada, muitas vezes, pela unidade NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico que, via de regra, está associada com relevos montanhosos e escarpados. Esta última unidade distribui-se, de modo mais intermitente, nas partes centro e sul, onde são encontradas diversas serras.

O NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico é um solo mineral, não hidromórfico, que ocorre em relevo plano a suave ondulado, e suave ondulado a ondulado, com seqüência de horizontes A, C. Em geral, serve de suporte para as pecuárias extensiva (aptidão para pastagem natural) e intensiva (pastagens plantadas), silvicultura, e está em uso por muitos projetos de assentamento e colonização (norte da Bacia do Araguaia). Esse tipo de solo funciona como local de áreas de recargas para aquíferos importantes nas bacias sedimentares do Parnaíba e Sanfranciscana.

NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico - são solos minerais, não hidromórficos, pouco evoluídos e rasos, com horizonte A assentado diretamente sobre a rocha, ou, em alguns casos, sobre o horizonte C pouco espesso. Sua textura está intimamente relacionada com seu material de origem. Sua pequena espessura, aliada ao forte declive em que normalmente se encontram, acaba por inviabilizar o uso agrícola. São encontrados em áreas de relevo ondulado a escarpado que contêm elevada proporção de fragmentos de rocha parcialmente intemperizados, assim como cascalhos quartzosos. Seus atributos para aptidão agrícola são: restrição nula quanto aos caráter plíntico, pedregosidade e profundidade efetiva; restrição ligeira quanto à drenagem interna e restrição moderada quanto à disponibilidade de água. Assim, tais solos acabam enquadrados em áreas de aptidão restrita para pastagem natural, silvicultura e sem aptidão, quando em regiões montanhosas ou de serra.

Os LATOSSOLOS são solos minerais, não hidromórficos, profundos e bem drenados, com textura média em todo perfil do solo, exceto quando ocorrem cascalhos nos horizontes superficiais, passando a apresentar textura média cascalhenta. Ocorrem em relevo plano e suave ondulado, tendo, em geral, baixa fertilidade natural, predominando os solos álicos e distróficos. Geralmente, são solos muito intemperizados, profundos e de boa drenagem.

Os LATOSSOLOS encerram as unidades de LATOSSOLO AMARELO Ácrico; LATOSSOLO AMARELO Distrófico; LATOSSOLO VERMELHO Ácrico; LATOSSOLO VERMELHO Distroférrico; e LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico. Ocupam cerca de 19% das terras do estado. As unidades que se destacam são de LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico e de LATOSSOLO AMARELO Distrófico que se distribuem no extremo sul (maior área contínua), centro e norte do território.

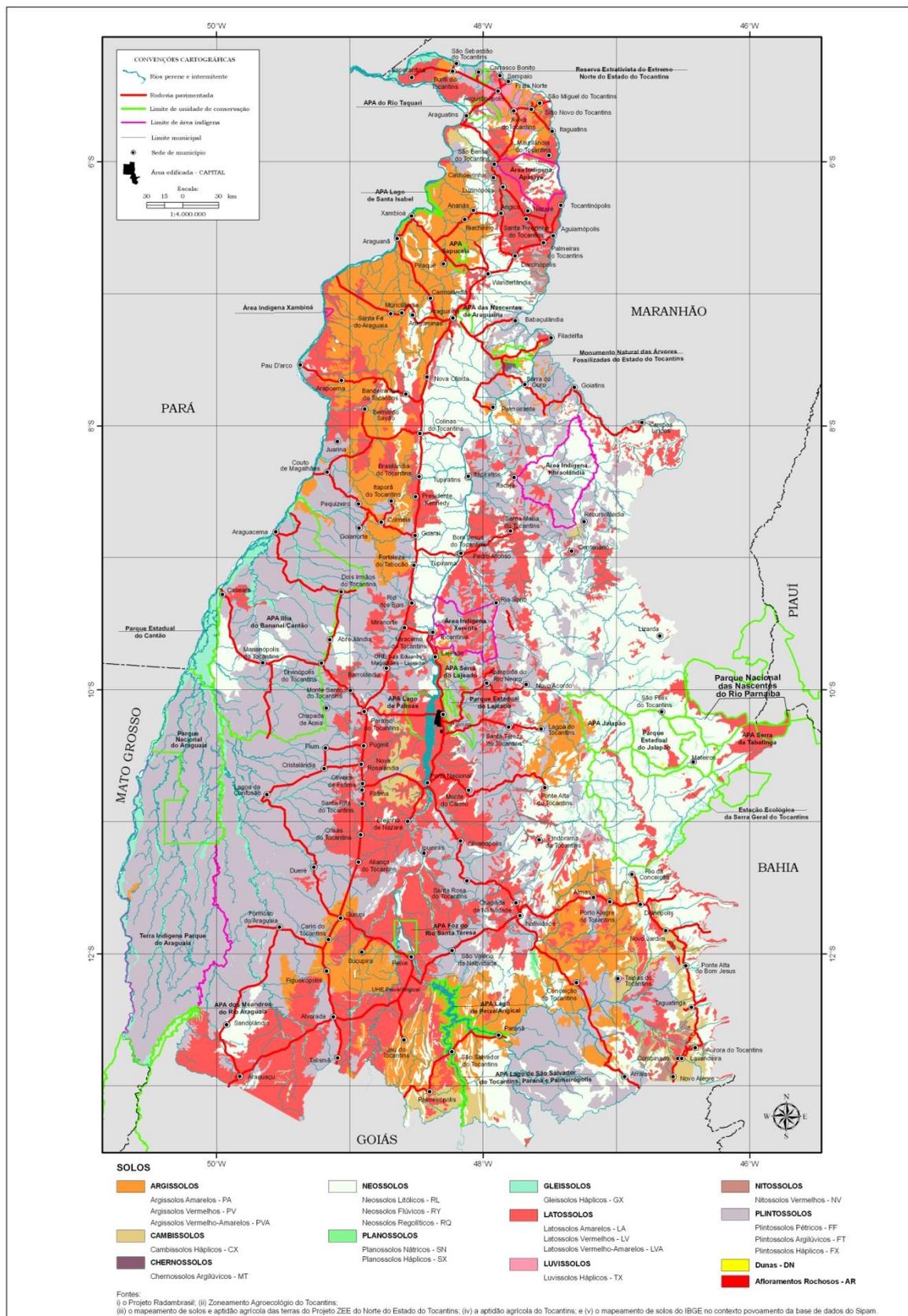


Figura 15. Solos  
 Fonte: SEPLAN (2009).

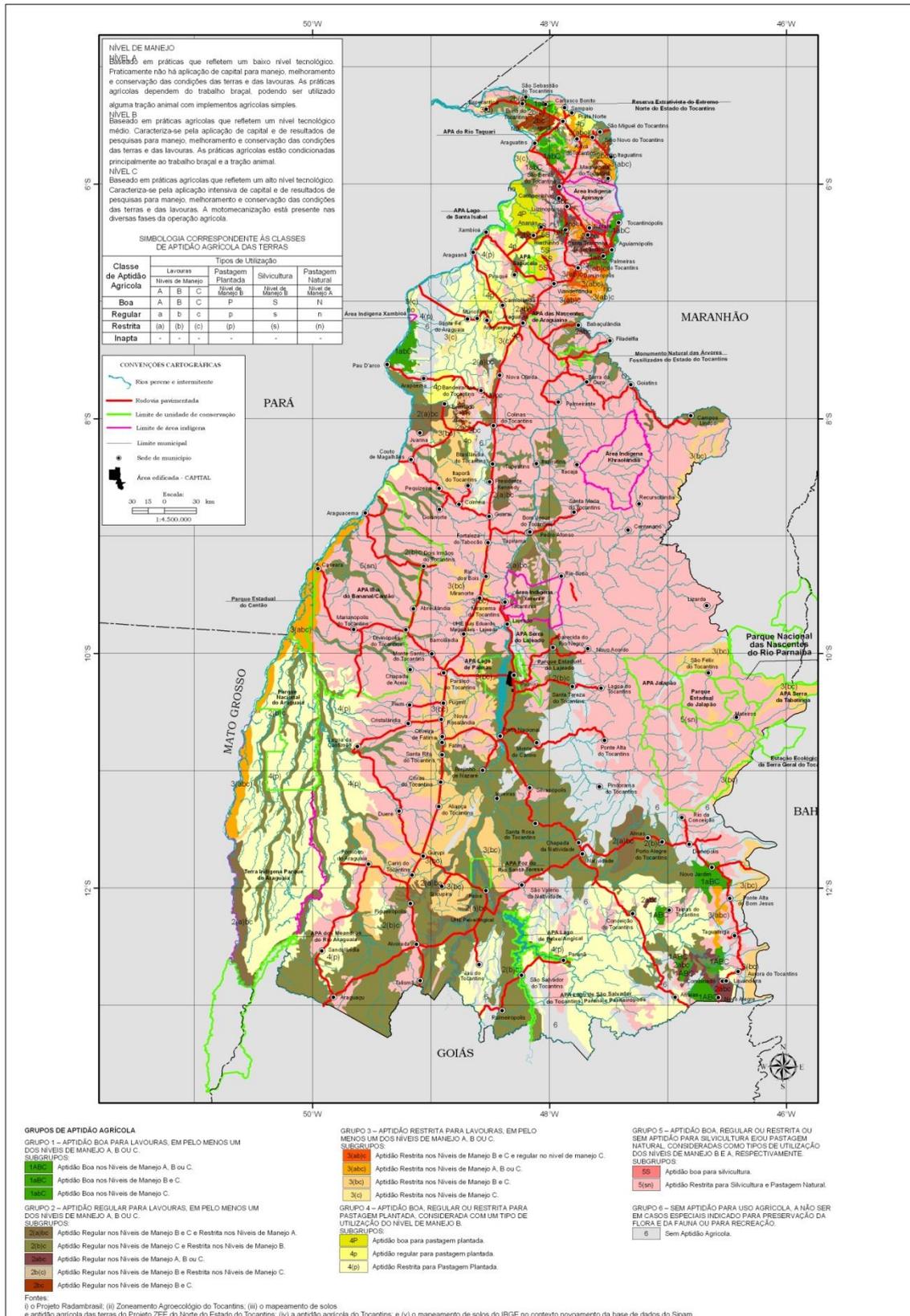


Figura 16. Aptidão agrícola das terras  
Fonte: SEPLAN (2009).

Os LATOSSOLOS podem ser encontrados em associação com ARGISSOLOS e NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS compondo terras com aptidões regular e restrita para lavouras. São usados para pastagens plantadas e agricultura familiar; pecuária extensiva; pecuárias de corte e de leite, bem como para o plantio de grãos e frutas em sistema de sequeiro.

Os ARGISSOLOS têm como característica marcante um aumento de argila do horizonte superficial A para o subsuperficial B, que é do tipo textural (Bt), geralmente acompanhado de boa diferenciação também de cores e outras características. A profundidade dos solos é variável, mas, em geral, são pouco profundos e profundos. São, juntamente com os PLINTOSSOLOS, NEOSSOLOS e LATOSSOLOS, os solos mais expressivos do Tocantins. Eles correspondem a 12,8% da área total do estado e estão representados por: ARGISSOLO AMARELO Distrófico; ARGISSOLO VERMELHO Distrófico; ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico e ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico. A unidade mais importante, em termos de extensão, é a de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico, que chega a cobrir 10% do Tocantins, ocorrendo em manchas nas partes sul, central e centro-norte do estado.

Os ARGISSOLOS apresentam como características de aptidão agrícola: restrição nula, ligeira, moderada e muito forte quanto ao caráter plíntico; restrições nula, ligeira, moderada e forte para pedregosidade; restrições ligeira e forte à profundidade efetiva; restrição ligeira moderada e forte à drenagem interna; restrição moderada e forte à disponibilidade de água. Mesmo com muitos fatores limitantes ao uso agrícola, os ARGISSOLOS acabam por mostrar aptidões boa e restrita para pastagens plantadas. Exceção deve ser feita para a unidade de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO que apresenta aptidão regular para lavouras de ciclo curto.

OS GLEISSOLOS, com 2,9% da área total do Tocantins, são característicos de áreas alagadas ou sujeitas a alagamento (margens de rios, ilhas, grandes planícies, etc.). Podem ser de alta ou baixa fertilidade natural e têm nas condições de má drenagem a sua maior limitação de uso. Ocorrem nas bacias do Araguaia e do Tocantins, em maior extensão na primeira (5,3% da bacia), ocupando principalmente as planícies de inundação de rios e córregos. Os GLEISSOLOS compreendem as unidades de GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico e GLEISSOLO HÁPLICO Ta Eutrófico. Apresentam-se classificados como terras com aptidão agrícola regular para lavouras.

Os demais solos atingem uma área equivalente a 3,6% da superfície total do estado, assim distribuídas: CAMBISSOLOS (2,1%); NITOSSOLOS (0,66%); LUVISSOLOS (0,34%); PLANOSSOLOS (0,06%) e CHERNOSSOLOS (0,03%). Os CAMBISSOLOS estão presentes nas bacias do Araguaia (0,2% do total da bacia) e do Tocantins (3,2% do total da bacia). Os PLANOSSOLOS e CHERNOSSOLOS estão restritos à Bacia do Tocantins; ao passo que os LUVISSOLOS e NITOSSOLOS localizam-se nas duas bacias, principalmente no norte de ambas.

### **2.1.8. Vegetação<sup>[24]</sup>**

O Tocantins abrange um amplo gradiente climático envolvendo variações de temperatura, precipitação e déficit hídrico, que, associado à alta heterogeneidade geológica e de classes de solo, proporciona a existência de diversas fitofisionomias que se inserem nos biomas Cerrado e Amazônico<sup>[25]</sup>.

<sup>[24]</sup> Ressalta-se estar em fase de finalização o *Mapeamento das Regiões Fitoecológicas e Inventário Florestal do Estado do Tocantins*, conduzido pela Secretaria do Planejamento e da Modernização da Gestão Pública do Estado do Tocantins (SEPLAN, no prelo). O trabalho objetiva caracterizar e cartografar as regiões fitoecológicas e realizar o inventário florestal do Tocantins em escala 1:100.000.

<sup>[25]</sup> As descrições iniciais sobre a vegetação do estado abrangeram seis folhas do Projeto Radambrasil (SILVA e ASSIS, 1982; VELOSO *et al.*, 1973; MILESKI *et al.*, 1981; VELOSO *et al.*, 1974; JAPIASSÚ *et al.*, 1973; DAMBRÓS *et al.*, 1981); e estudos atuais têm realizado a



Na parte sudoeste do estado, sob a influência do Rio Araguaia, desenvolve-se vegetação similar à do Pantanal Matogrossense. Nas regiões sudeste e leste, são observáveis contatos entre Cerrado e Caatinga, Cerrados Decíduos, Carrascos e Matas Secas (Floresta Estacional Decidual). No norte, encontram-se Cerrados, Florestas e contatos Cerrado e Floresta; ao passo que, no centro do estado, predominam Cerrados e Florestas Estacionais (Áreas Serranas).

O Bioma Cerrado<sup>[26]</sup> reveste cerca de 244.000 km<sup>2</sup> da superfície do estado (87,8%) cobrindo principalmente as sub-bacias dos rios Tocantins e algumas sub-bacias do Araguaia (Figura 11). As porções norte e noroeste do estado, principalmente as sub-bacias do Rio Araguaia, são cobertas em 27.031,90 km<sup>2</sup> por Floresta Ombrófila Aberta (55%) e Floresta Ombrófila Densa (45%), ou seja, 9,7% da área do estado tocantinense. As florestas estacionais possuem pequena representatividade no estado (2,5% da área total). Situam-se principalmente na região do Vale do Rio Paranã (Bacia do Rio Tocantins), segundo as formas Decidual e Semidecidual. Estas unidades estão sob a influência dos solos e afloramentos calcários da região. No sudoeste do estado, predomina a Floresta Estacional Semidecidual Aluvial, sob influência das enchentes do Rio Araguaia.

Entre as árvores e arvoretas de maior destaque na paisagem, ocorrem *Qualea* spp (Pau-terras), *Byrsonima* spp. (Muricis), *Kielmeyera* spp. (Pau-santo), *Vochysia* spp (Pau-doce, Gomeira), *Sclerolobium* spp. (Carvoeiros), *Stryphnodendron* spp. (Barbatimão), *Curatella americana* (Lixeira), *Lafoensia pacari* (Pacari), *Tabebuia ochaceae* (Ipê-amarelo), *Machaerium acutifolium* (Jacarandá) e *Salvertia convallariodora* (Folha-larga), que possuem ampla distribuição por todo o Cerrado, e também espécies como *Dimorphandra gardineriana* (Faveiro), *Caryocar coreaceum* (Pequi), *Eschweilera nana* (Sapucaia-do-cerrado), *Mouriri elliptica* (Puçá), *Parkia platycephala* (Fava-de-bolota) que possuem distribuição restrita as porções Norte e Nordeste do Bioma Cerrado<sup>[27]</sup>.

### 2.1.9. Potencialidade de Uso da Terra

Com base nas informações de *Potencialidade de Uso das Terras* (SEPLAN, 1999)<sup>[28]</sup>, classificou-se as terras do Tocantins nas seguintes categorias de uso: *áreas de uso intensivo para produção; áreas de uso de média intensidade para produção; áreas de uso de baixa intensidade para produção; áreas especiais de produção e áreas críticas* (Figura 17). As terminologias intensivo, média e baixa intensidade foram definidas considerando os níveis de manejo das terras nas práticas agrícolas e pecuária, que implicam na aplicação de capital (melhoramentos tecnológicos) que pode variar de modesta a alta, bem como a capacidade natural de suporte das unidades ambientais para o desenvolvimento de atividades com produção sustentável. Para cada unidade foram analisados e avaliados os parâmetros de declividade, ecodinâmica, associações de solos, profundidade efetiva dos solos, erodibilidade, potencial dos solos, cobertura e uso da terra e fatores limitantes para aproveitamento agrícola, identificando-se situações equiprobemáticas e equipotenciais em termos de desenvolvimento e conservação / preservação ambiental.

---

alta riqueza e diversidade da flora do estado por meio de: (i) de Avaliações Ecológicas Rápidas em áreas prioritárias para a conservação (SEPLAN, 2004; 2006; OIKOS, 2002; 2006a-c; 2008; OLMOS *et al.*, 2004; DIREÇÃO, 2005; 2006), e planos de manejo de unidades de conservação estadual (SEPLAN, 2001; MACRO, 2003; CTE/MRS, 2004); (ii) o inventário florestal do Norte do Estado do Tocantins (DAMBRÓS *et al.*, 2006).

<sup>[26]</sup> IBGE (2007d).

<sup>[27]</sup> WALTER e AQUINO (1998).

<sup>[28]</sup> Trabalho gerado no âmbito do Projeto Zoneamento Agroecológico do Tocantins (ZAE-TO), com base na compartimentação geoambiental do estado - fundamentada na Teoria Geral dos Sistemas e na ecodinâmica (BERTRAND, 1970; TRICART, 1977).

As terras classificadas como *áreas de uso intensivo para produção* perfazem 38,5% da área total do estado. Foram indicadas terras para aproveitamento com fins agrícolas (culturas de ciclos curto e longo), distribuídas nas regiões da Floresta Ombrófila, Floresta Estacional e Cerrado, bem como para aproveitamento para fins de pecuária (pastagem plantada) nas regiões da Floresta Ombrófila e Cerrado. A categoria *áreas de uso intensivo para produção* concentra-se nas partes noroeste, central e sul do estado.

As *áreas de uso de média intensidade* para produção totalizam 5,1 % do território tocantinense estão concentradas em uma faixa alongada a oeste, em ambiente de Cerrado. As terras pertencentes a esta categoria englobam àquelas cujas características são desfavoráveis ao uso agrícola com lavouras, destinando-se portanto ao aproveitamento pecuário, através de pastagem plantada/natural, indicando-se também a utilização de suas terras para o desenvolvimento de atividades de florestamento, bem como em algumas áreas o extrativismo vegetal.

As terras classificadas como *áreas de uso de baixa intensidade para produção* somam 31,8 % do estado, distribuindo-se sobre as bacias sedimentares do Parnaíba e Sanfranciscana, na porção leste, em ambiente de Cerrado. As terras pertencentes a esta categoria são recomendadas para fins de florestamento e/ou pecuária extensiva, em parte associada a pastagem natural.

As *áreas com limitação de uso ou restrição legal* estão localizadas paralelamente aos Rios Araguaia e Tocantins, sul do estado, Ilha do Bananal e Jalapão. Estas terras somam 21,3% do território. São áreas de alta fragilidade ambiental caracterizadas por ecodinâmica instável a muito instável, com processos morfogênicos de escoamento difuso médio a rápido e movimentos de massa, com efeitos dominantes de erosão em sulcos e ravinas. Compreende áreas situadas em terrenos com declives maiores que 45%, indicados para preservação permanente, bem como em zonas de recarga de lençóis freáticos importantes para a manutenção de cursos d'água dos sistemas hidrográficos dos rios Tocantins e Araguaia. Em alguns locais é possível a utilização destas terras para florestamento com práticas conservacionistas e fruticultura tropical, ambas com elevada aplicação de capital.

Apenas uma faixa contínua a oeste foi classificada como Área Especial de Produção, totalizando 3,3% da área total do Estado. Para as terras pertencentes a esta categoria foram recomendados usos para pecuária (pastagem plantada) e fins agrícolas (culturas de ciclos curto e longo).

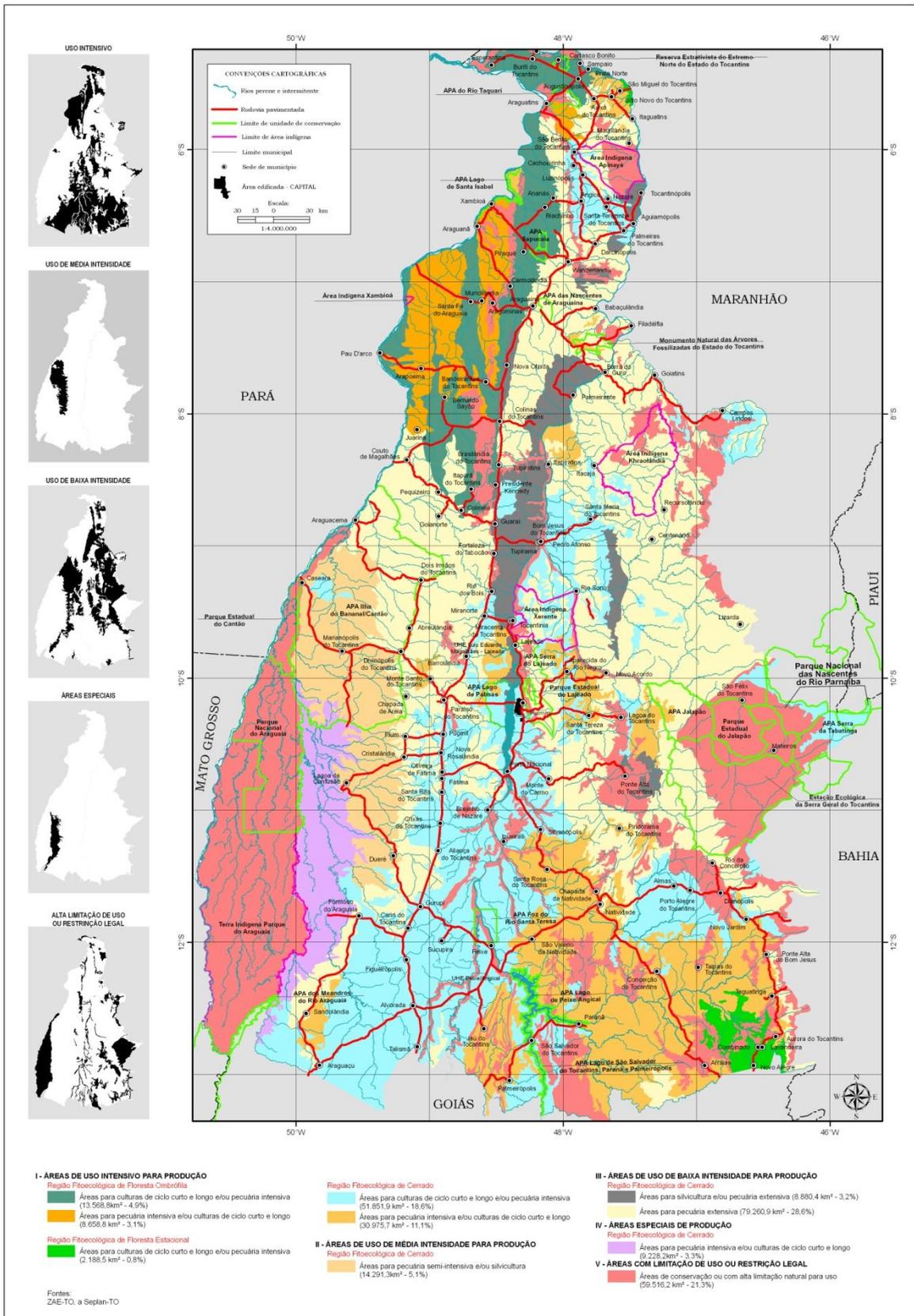


Figura 17. Potencialidade de Uso da Terra  
Fonte: SEPLAN (1999, 2012a).

## **2.2. POPULAÇÃO**

O Estado do Tocantins foi criado em 1988 e implantado em 1989. Os dados populacionais de crescimento para o Estado estão disponíveis para comparação nos últimos censos demográficos (1991, 2000 e 2010) e na contagem da população de 2007<sup>[29]</sup>. Em razão da emancipação política do norte de Goiás, que deu origem ao Estado do Tocantins, a taxa de crescimento populacional nos últimos anos foi uma das maiores do país, principalmente para o município de Palmas, construída para servir de capital do Estado. A necessidade da formação de uma estrutura estatal e a implantação de serviços públicos estadual e federal atraiu um grande contingente populacional para a região. Foi necessária a criação de toda a infraestrutura de apoio (hotéis, restaurantes, hospitais, áreas de lazer e serviços diversos) que impulsionou a migração para a região.

Este dinamismo demográfico não é observado para o conjunto do Estado. Há regiões que continuam atraindo migrantes, enquanto outras estão consolidadas, como é o caso de Araguaína, com taxa de crescimento estabilizado.

Do ponto de vista histórico, a área do atual Estado do Tocantins foi ocupada desde o século XVIII com as buscas por metais preciosos na região, e seus rios (Araguaia e Tocantins) serviram como forma de penetração para as bandeiras vindas do norte do país. Natividade, que está ao sudeste da capital (200 km na rodovia TO-050) do Estado foi importante reduto aurífero, entrando em decadência com o esgotamento das jazidas.

A Rodovia BR-153 (Transbrasiliana), implantada na década de 1950, serviu como elo de ligação do antigo Norte de Goiás com restante do Brasil. Vários municípios que hoje estão às margens, surgiram a partir de pequenos povoados que foram se instalando ao longo da rodovia impulsionando o desenvolvimento do antigo Norte Goiano, atual Estado do Tocantins.

Em outro extremo, a região do Bico do Papagaio, ao norte do Estado, ficou marcada na década de 1970 pela Guerrilha do Araguaia, e o município de Xambioá foi um dos pontos de apoio do exército para o combate a Guerrilha. Esta região, diferentemente do restante do Estado, viveu um intenso processo de interferência do governo ao longo dos anos 1970 e 1980. Devido à sua proximidade com a porção sul do Estado do Pará, se tornou importante ponto de passagem de população que migrou em direção a esse Estado em busca por ouro. A interferência estatal na região se acentuou com a criação do Grupo Executivo de Terras Araguaia-Tocantins (GETAT) que atuou na região até a criação do Estado.

Esta região foi marcada por acirrados conflitos pela posse da terra durante as décadas de 1970 a 1980, em que se opunham de um lado trabalhadores rurais, grande parte oriunda da região nordeste do país, e de outro, fazendeiros e investidores da região centro sul do país, motivados pelos incentivos fiscais oferecidos pelo governo federal como forma de promover a ocupação da Amazônia.

Na segunda metade da década de 1990, houve um aumento expressivo no número de famílias assentadas na região que passaram a demandar políticas públicas específicas. Em resposta a essa demanda, o governo federal passou a liberar recursos para o crédito rural destinado à agricultura familiar através de linhas principais: PROCERA, FNO e PRONAF<sup>[30]</sup>.

---

<sup>[29]</sup> Censo Demográfico 1991 (IBGE, 1996); Censo Demográfico 2000 (IBGE, 2002a); Censo Demográfico 2010 (IBGE, 2010); Contagem da População 2007 (IBGE, 2007e).

<sup>[30]</sup> Respectivamente: Programa de Crédito Especial para a Reforma Agrária (PROCERA); Fundo Constitucional de Financiamento do Norte (FNO) e Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF).



A partir de 2001, como reflexo do projeto de desenvolvimento nacional para o eixo Araguaia-Tocantins, o governo do Tocantins elaborou projetos estaduais nas áreas de energia, transporte e agricultura, com destaque para o PDRI - Programa de Desenvolvimento Rural Integrado do Bico do Papagaio, que visou à implantação de lavouras de soja numa área de 400.000 hectares, ao longo dos rios Tocantins e Araguaia.

Dentro deste Programa, foi desenvolvido, de forma parcial, o Projeto Sampaio, localizado no município homônimo, extremo norte do Estado. Este Projeto prevê expansão da fruticultura na região, suplementada, nos períodos de déficits hídricos, por sistema de irrigação e a introdução do cultivo de grãos irrigados nas várzeas planas da região numa área equivalente a nove mil e duzentos hectares.

Dentre as políticas de incentivo agrícola em nível federal, destaca-se o acesso a linhas de créditos do PRONAF, no sistema de custeio e investimento, com melhorias na infraestrutura local e a edificação de estradas vicinais, habitação e infraestrutura; e a ocupação de novos espaços de discussão e deliberação, a exemplo dos Conselhos Municipais de Desenvolvimento Rural Sustentável (CMDRS).

Considerando apenas as últimas duas décadas, a população do Estado do Tocantins passou de 920 mil habitantes em 1991 para 1,1 milhões de pessoas em 2000 e 1,2 milhões de pessoas em 2007, e em 2010 para mais de 1,3 milhão<sup>[31]</sup>. A taxa média de crescimento foi de 1,8% ao ano contra 1,4% da média nacional no período. Mais expressivo foi o crescimento da população urbana, a uma taxa média anual de 3,7%. Inversamente, a população rural caiu tanto em termos relativos quanto em termos absolutos. Passou de 387 mil pessoas na área rural para menos de 271 mil pessoas, uma redução de 115 mil pessoas o que corresponde a uma taxa negativa de -2,2% ao ano. O resultado desse processo foi que o grau de urbanização atingiu 78% em 2007. **A Erro! Fonte de referência não encontrada.** ilustra as afirmações supracitadas.

**Tabela 1.** População em 1991, 2000, 2007 e 2010 em nível estadual e microrregional do Tocantins

Microrregião	População Total (mil hab.)				Crescimento (% a.a.)			População Urbana (%)		População Rural (%)	
	Estado				Crescimento			População Urbana (%)		População Rural (%)	
	Brasil				1991	2000	2007	1991	2007	1991	2007
Bico do Papagaio	142	174	179	196	2,28	0,41	3,00	48	66	52	34
Araguaína	187	229	234	277	2,28	0,31	5,76	72	82	28	18
Miracema do Tocantins	123	136	137	142	1,12	0,10	1,20	57	70	43	30
Rio Formoso	91	102	108	115	1,28	0,82	2,13	58	79	42	21
Gurupi	112	122	129	134	0,95	0,80	1,20	70	85	30	15
Porto Nacional	103	219	263	318	8,74	2,65	6,52	69	91	31	9
Jalapão	58	62	67	72	0,74	1,11	2,29	23	55	77	45
Dianópolis	104	112	115	121	0,83	0,38	1,57	42	69	58	31
Estado do TO	920	1157	1.232	1.374	2,58	0,90	3,69	58	78	42	22
Brasil	146.825	169.799	183.805	190.733	1,63	1,14	1,24	76	83	24	17

Fonte: IBGE. Censos Demográficos 1991, 2000 e 2010; Contagem da População 2007.

Apesar do decréscimo da população rural nos últimos 17 anos, a produção agropecuária cresceu de forma constante ao longo do mesmo período.

<sup>[31]</sup> Neste trabalho, os dados demográficos referentes ao ano de 2010 estão sendo utilizados apenas para efeito de atualização da informação, pois a análise refere-se ao período 1990-2007.

Em análise regional o crescimento populacional foi bastante diferenciado. A área correspondente às Microrregiões do Bico do Papagaio e de Araguaína, palco de importantes conflitos ao longo da década de 1980, se tornou área prioritária de atuação do governo, em nível estadual e federal.

Destaca-se, entre outras ações, o Programa de Gestão Ambiental Integrada da Região do Bico do Papagaio, no qual foram realizados uma série de estudos em apoio ao Zoneamento Ecológico-Econômico do Norte do Estado do Tocantins, implementado pelo Ministério do Meio Ambiente em conjunto com a então Secretaria do Planejamento e Meio Ambiente do Estado do Tocantins (Bellia *et al.*, 2004).

Em âmbito federal, a região faz parte do programa de desenvolvimento territorial do Ministério do Desenvolvimento Agrário, por meio do Território da Cidadania do Bico do Papagaio, e também do Ministério da Integração Nacional, via Mesorregião do Bico do Papagaio<sup>[32]</sup>. Por situar-se na confluência de duas bacias hidrográficas importantes (Araguaia e Tocantins), próximas a eixos rododiferroviários importantes (rodovia Belém-Brasília, ferrovias Carajás e Norte-Sul) tem atraído migrantes. Nos últimos anos indica-se o incremento da área de reflorestamento no Estado, com o objetivo principalmente de atender a demanda por carvão das usinas siderúrgicas e das minas de ferro no sul do Pará.

As Microrregiões do Jalapão e Dianópolis possuem baixos índices de desenvolvimento humano, mas um processo de ocupação historicamente distinto daquele observado nas Microrregiões do Bico do Papagaio e de Araguaína, de ocupação mais recente.

Historicamente, as Microrregiões do Jalapão e de Dianópolis foram ocupadas no século XVII e XVIII em função da mineração. Com o esgotamento da mineração permaneceram estagnadas e se tornaram regiões de agricultura de subsistência (FURTADO, 2003).

Com a decadência da mineração as Microrregiões entraram em um estado de letargia, que permanece até os dias atuais. Além disso, são regiões que possuem condições naturais distintas do restante do Estado, seja pela baixa fertilidade aparente dos solos arenosos (em especial a Microrregião do Jalapão), seja por apresentar um déficit hídrico bastante significativo (em especial a Microrregião de Dianópolis). E apesar de intervenções realizadas pelo Poder Executivo Estadual, ambas carecem de políticas públicas específicas.

No caso da Microrregião do Jalapão, ainda contribui para a relativa estagnação a baixa densidade populacional e o processo de esvaziamento que vem sofrendo ao longo dos últimos anos.

O mesmo tem ocorrido na região de Dianópolis, que tem preservado algum dinamismo em função da ligação com o Oeste da Bahia e a abertura de minas de calcário na região. Além disso, a construção do projeto de irrigação Manuel Alves, localizado no município de Dianópolis, na microrregião homônima, pode contribuir para inverter o processo de estagnação da região.

No caso da Microrregião do Jalapão, possui cenários naturais peculiares de grande potencial turístico. Entretanto, fomentar o turismo capaz de gerar renda e emprego para a região constitui um desafio bastante expressivo para o Estado, o que inclui estudos e projetos bastante específicos.

A Figura 18 diferencia ainda o crescimento demográfico no período 1991-2007-2010 em cada Microrregião. Observa-se um comportamento muito distinto, com algumas regiões crescendo a taxas muito elevadas e outras com taxas bem inferiores, mas nenhuma apresenta taxa de crescimento negativa

---

<sup>[32]</sup> A Mesorregião Bico do Papagaio é composta por 76 municípios nos estados do Maranhão, Pará e Tocantins, sobre uma área de aproximadamente 125.000km<sup>2</sup>.



no período. É interessante observar que todas as Microrregiões do Estado, sem exceção, sofreram um decréscimo de sua população rural no período 1991-2007 mais do que compensado pelo crescimento das áreas urbanas, fenômeno que segue o padrão observado para o restante do país.

Chama atenção o expressivo crescimento da Microrregião de Porto Nacional, onde está localizado o município de Palmas, cujo crescimento na década de 1990 foi o maior do Estado. A Microrregião continua sendo a maior responsável pela atração populacional do Estado na presente década, mas a taxa de crescimento se arrefeceu significativamente.

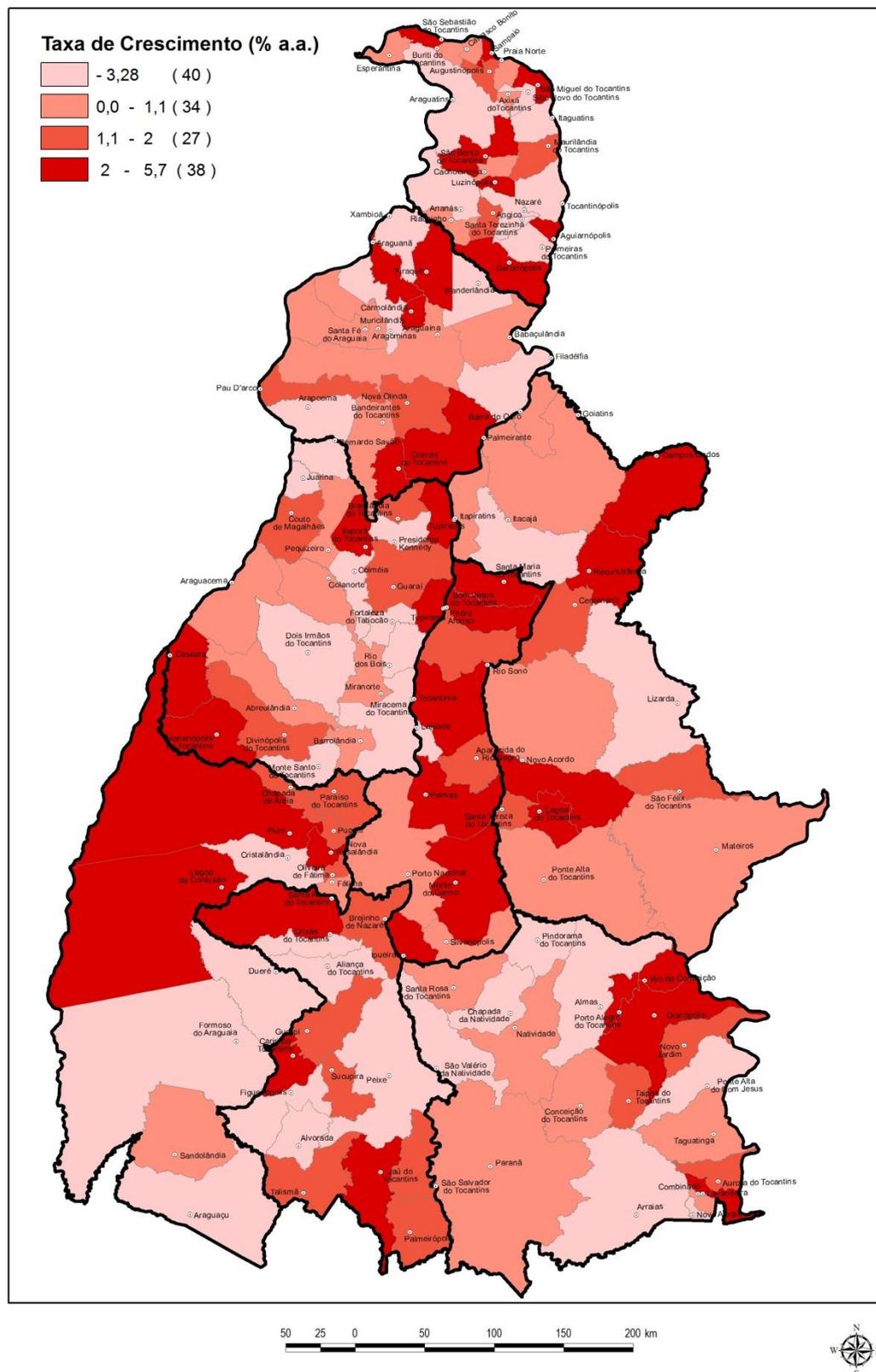
As demais Microrregiões do Estado (Miracema do Tocantins, Rio Formoso, Gurupi, Jalapão, Bico do Papagaio e Dianópolis) apresentaram taxas de crescimento populacional bem inferior àquela observada para o restante do Estado e para o país, o que ilustra a heterogeneidade populacional das Microrregiões do Estado.

Em relação ao processo de urbanização, apesar de todas as Microrregiões apresentarem taxas positivas de crescimento, possuem características muito distintas. A Microrregião do Jalapão se destaca por ter quase da metade de sua população na área rural. Em patamares inferiores à média do Estado encontram-se ainda as Microrregiões do Bico do Papagaio, Miracema do Tocantins, e Dianópolis, todas com mais de 30% de sua população nas áreas rurais.

Por outro lado, as Microrregiões de Araguaína, Gurupi e Rio Formoso têm 80% ou mais de sua população na área urbana. A Microrregião de Porto Nacional tinha em 2007, 91% de sua população residindo em áreas urbanas.

Analisando as taxas de crescimento municipal para o período 2000-2007 evidenciou-se que os municípios do Estado perdem população tanto relativamente como em valores absolutos ao longo dos últimos sete anos. A Figura 18 apresenta as taxas de crescimento médio anual populacional por município para o período 2000-2007. Quarenta e um municípios tiveram perda absoluta de população, ou seja, a população em 2007 é menor do que em 2000. Outros vinte e nove municípios não apresentaram variação populacional ou apresentaram crescimento pouco significativo (menos de 5% no período considerado). Os demais sessenta e nove municípios apresentaram variação populacional superior a 5%, o que significa uma taxa média anual de crescimento superior a 1%. Isso significa que metade dos municípios tocantinenses permaneceu estagnada entre 2000 e 2007, enquanto que a outra metade apresentou crescimento positivo. No entanto é preciso destacar que municípios importantes como Araguaína, Gurupi e Porto Nacional apresentaram taxas de crescimento populacional inferiores à média do Estado. Se retirarmos a capital do Estado, Palmas, a taxa de crescimento média anual no período foi de 0,6%, ou seja, metade da média nacional.

Para o período 2007-2010, as Microrregiões que mais se destacaram nos últimos três anos foram Porto Nacional e Araguaína, com mais de 5% a.a. A primeira por ter a capital, Palmas passando dos 220 mil habitantes e Porto Nacional chegando a 50 mil. A segunda, localizada no norte do estado, região de grande destaque populacional, teve como destaque os municípios de Araguaína com mais de 140 mil habitantes e Colinas do Tocantins, que ultrapassou 30 mil habitantes.



**Figura 18.** Taxa de crescimento médio anual 2000-2007 para os municípios tocantinenses  
 Fonte: IBGE. Censo Demográfico 2000, Contagem da População 2007.



A microrregião de Miracema teve menor percentual de crescimento entre 2007-2010, sendo que o principal município, Miracema do Tocantins, teve um percentual negativo de crescimento, cerca de 1,7% a.a., em termos absolutos equivalente a mais de 3 mil habitantes. O município com maior destaque foi Guaraí, cuja população ultrapassou 23 mil habitantes. Este crescimento ínfimo da Microrregião se deveu, entre outras questões, à proximidade com a capital e sua força como polo de emigração.

Além de Miracema, a microrregião de Jalapão foi a que teve o menor percentual de crescimento anual, de 1,2%, com destaque para os municípios de Campos Lindos, passando cerca de 5 para 8 mil habitantes, e Goiatins de 11 para 12 mil habitantes. O Bico do Papagaio que cresceu 3% a.a., teve como destaque os municípios de Aguiarnópolis, com crescimento acima de 5% a.a., e Araguatins, que ultrapassou a faixa dos 30 mil habitantes; por outro lado nesta Microrregião, cinco municípios tiveram taxa de crescimento populacional negativo, incluindo Tocantinópolis, um dos pólos da regionais.

Na Microrregião Rio Formoso os destaque foram Lagoa da Confusão, com crescimento acima dos 4% a.a., passando cerca de 6 para mais de 9 mil habitantes, e Paraíso do Tocantins, que chegou a mais de 44 mil habitantes. Na região sul, as microrregiões Gurupi e Dianópolis, tiveram como destaque os municípios de Gurupi, passando dos 76 mil habitantes, Dianópolis, com mais de 18 mil habitantes e Taguatinga que chegou a 15 mil. Nos últimos dezoito anos (1991/2010) o Estado do Tocantins, teve um crescimento superior à média nacional.

### **2.3. REDE URBANA**

A rede urbana do Estado do Tocantins é muito concentrada, porém com “vazios demográficos” extensos em seu território. Grosso modo, a rede urbana concentra-se no sentido norte-sul, ao longo do eixo da Rodovia Transbrasiliana (BR-135), onde situa-se cerca de 20% das cidades, incluindo Araguaína, Paraíso do Tocantins e Gurupi, que estão entre as cinco maiores do estado. A menor concentração urbana está situada nas extremidades oeste e leste do estado, onde estão localizadas unidades de conservação e terras indígenas, como o Parque Nacional do Araguaia e Terra Indígena Parque Nacional do Araguaia, na Ilha do Bananal, Parque Estadual do Jalapão e Estação Ecológica da Serra Geral do Tocantins, no Jalapão.

O Sul do Estado é polarizado pelo município de Gurupi, importante polo agropecuário regional, com importantes ligações no sentido norte-sul (BR-153 e, brevemente, Ferrovia Norte-Sul). Ao Norte, está o polo de Araguaína, que cumpre importante papel polarizador tanto dentro da Microrregião homônima, quanto na da Microrregião do Bico do Papagaio. Serve como pólo mesorregional, estrategicamente situada no eixo da Rodovia Transbrasiliana (BR-153) e da ferrovia Transnordestina (em construção). Além disso, o município de Araguaína está no eixo da Ferrovia Norte-Sul. Possui uma população urbana expressiva e uma gama de serviços que atende toda a porção norte do Tocantins.

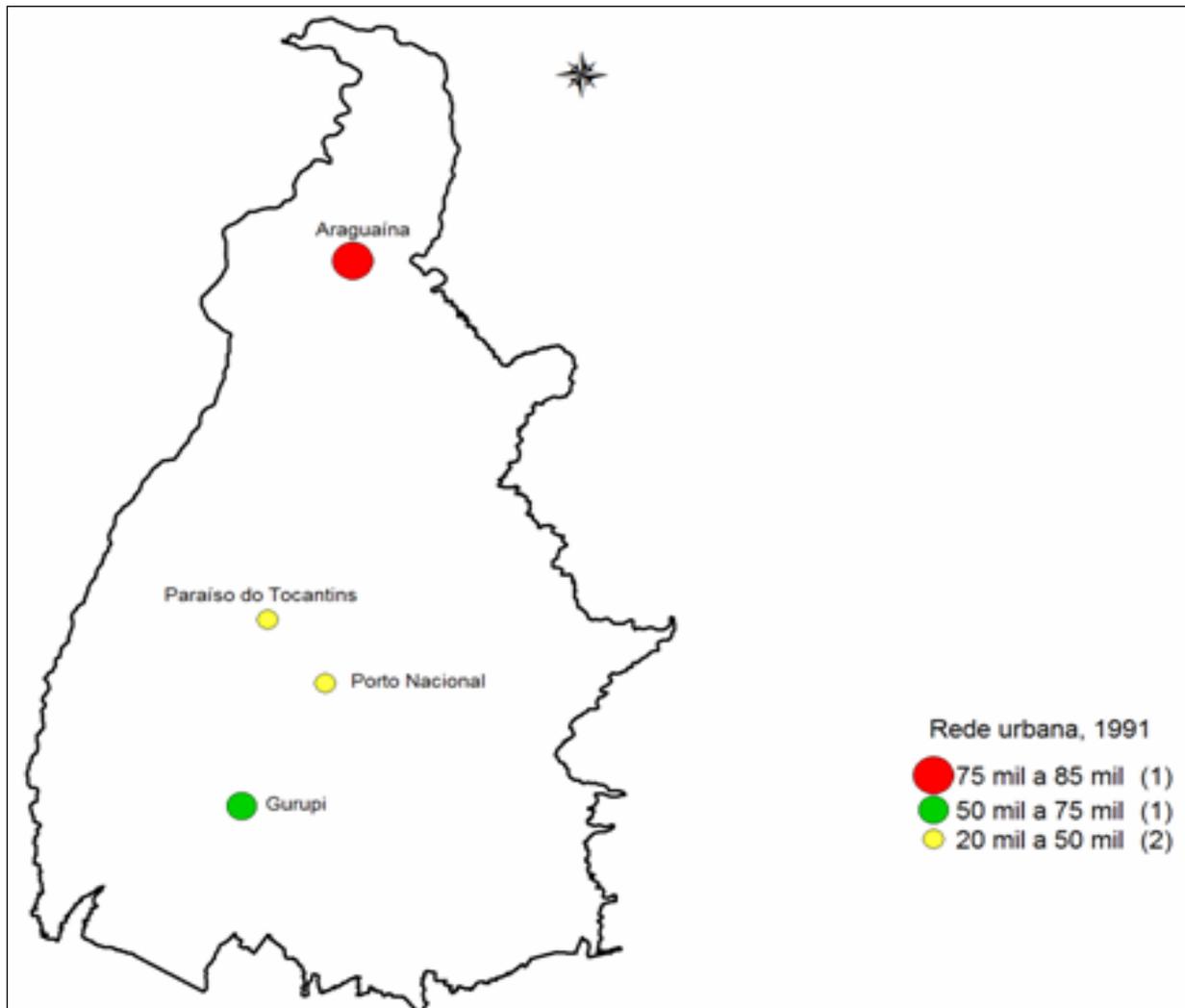
A porção central do Estado está polarizada em Palmas, que possui no seu entorno três municípios que crescem alavancados pela capital: Paraíso do Tocantins, Porto Nacional e Miracema do Tocantins. Estes municípios vêm crescendo em razão da necessidade de abastecimento e articulação da capital com o restante do Estado. No caso de Miracema do Tocantins, foi importante a construção da Usina Hidrelétrica de Luís Eduardo Magalhães, que alterou o panorama do município, além de uma ligação alternativa de Palmas com a BR-153 em direção ao norte do Estado. Ressalta-se, entretanto, que essa proximidade tem afetado negativamente o crescimento demográfico, com decréscimo em termos absoluto de mais de 3,8 mil habitantes segundo dados do Censo 2010 (IBGE, 2010).

Porto Nacional está localizada a cerca de 60 km de Palmas por meio da Rodovia Estadual Coluna Prestes (TO-050), que liga a capital ao nordeste de Goiás e ao oeste da Bahia. É um dos municípios de ocupação mais antiga no Estado, cuja importância esteve durante muitos anos associada à navegação do rio Tocantins.

Apesar da rede urbana fragmentada em todo o Estado, Palmas e seu entorno num raio de cerca de 100 quilômetros podem se constituir em um importante pólo de desenvolvimento regional. Em 2007, a capital possuía mais de 178 mil pessoas, o que significa uma taxa de crescimento anual de mais de 3,8% entre 2000 e 2007; entre 2007 e 2010 esta população passou para mais de 223 mil habitantes. Se considerarmos o conjunto de municípios no seu entorno, a população se aproxima dos 300 mil habitantes em 2007, ou seja, 25% da população do Tocantins estão concentradas em um raio de 100 quilômetros no entorno da capital. Conforme dados do Censo 2010 (IBGE, 2010), se for considerado um entorno de 60 km da capital, incluindo somente os municípios de Porto Nacional, Paraíso do Tocantins, Palmas e Miracema do Tocantins, a população chega a 336 mil habitantes. Em suma, a região está se tornando um mercado consumidor com potencial de consumo relativamente alto quando comparado com outras regiões do Estado e mesmo da região Norte do País. Certamente, o abastecimento dessa região demandará processamento industrial de produtos locais e fará aumentar a procura por serviços especializados. Além disso, a ferrovia Norte-Sul passará pela capital, tornando-se um importante vetor de integração logística regional.

Entretanto, se por um lado é necessário reforçar a centralidade de Palmas e de seu entorno, possibilitando que a mesma cresça nos próximos anos e atraia novas atividades econômicas tornando-se um pólo regional para o Brasil Central, é importante destacar que está em curso um processo de esvaziamento de parcela significativa do território tocantinense. As figuras 19, 20 e 21 ilustram a rede urbana do Estado em 1991, 2000 e 2010. Nestes mapas, observa-se que há quatro pólos urbanos importantes no ano de 1991, sete pólos importantes no ano de 2000 no território tocantinense, e dez em 2010.

Em 1991 (Figura 19), duas cidades (Paraíso do Tocantins e Porto Nacional) destacaram-se com população entre 20.000 e 50.000 habitantes, ambas no centro do território tocantinense. Um município (Araguaína) destacou-se na região norte do Estado, com população entre 75.000 e 85.000 habitantes; na porção sul, Gurupi destacava-se no Estado, com população entre 50.000 e 75.000 habitantes.



**Figura 19.** Rede urbana com mais de 20 mil habitantes urbanos - 1991

Em 2000 (Figura 20), quatro cidades se destacaram com população entre 20.000 e 50.000 habitantes, além de Paraiso do Tocantins e Porto Nacional, Miracema do Tocantins e Colinas do Tocantins também estão em destaque, as três primeiras no centro e a outra no norte do território tocantinense. Um município (Araguaína) destacou-se no norte do Estado, com população entre 75.000 e 85.000 habitantes; e na porção sul, Gurupi destacava-se no Estado, com população entre 50.000 e 75.000 habitantes.

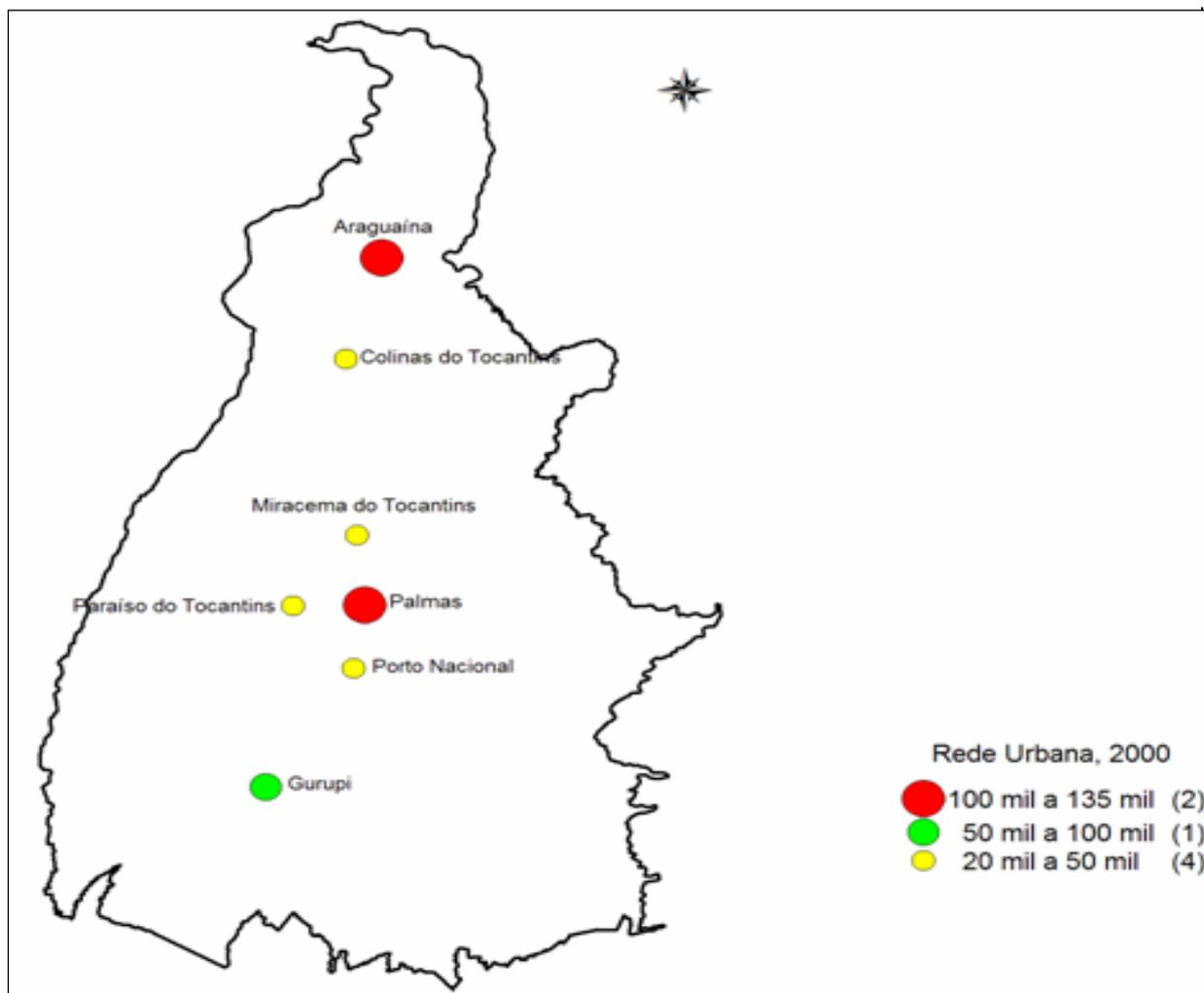


Figura 20. Rede urbana com mais de 20 mil habitantes urbanos - 2000

Em 2010 (Figura 21), sete cidades (Porto Nacional, Paraíso do Tocantins, Araguatins, Colinas do Tocantins, Guaraí, Tocantinópolis e Miracema do Tocantins) destacam-se com população entre 20.000 e 50.000 habitantes, sendo que Guaraí e Araguatins tiveram uma alta de mais de 1,4% em crescimento médio anual em relação a 2000, fazendo assim parte dessa faixa, enquanto os municípios de Miracema do Tocantins e Tocantinópolis tiveram um crescimento menor. Araguaína destaca-se na região norte do Estado, com população acima de 100.000 mil habitantes. No centro, a capital Palmas ultrapassou 220.000 habitantes. No sul, Gurupi destaca-se, com população entre 50.000 a 100.000 habitantes.

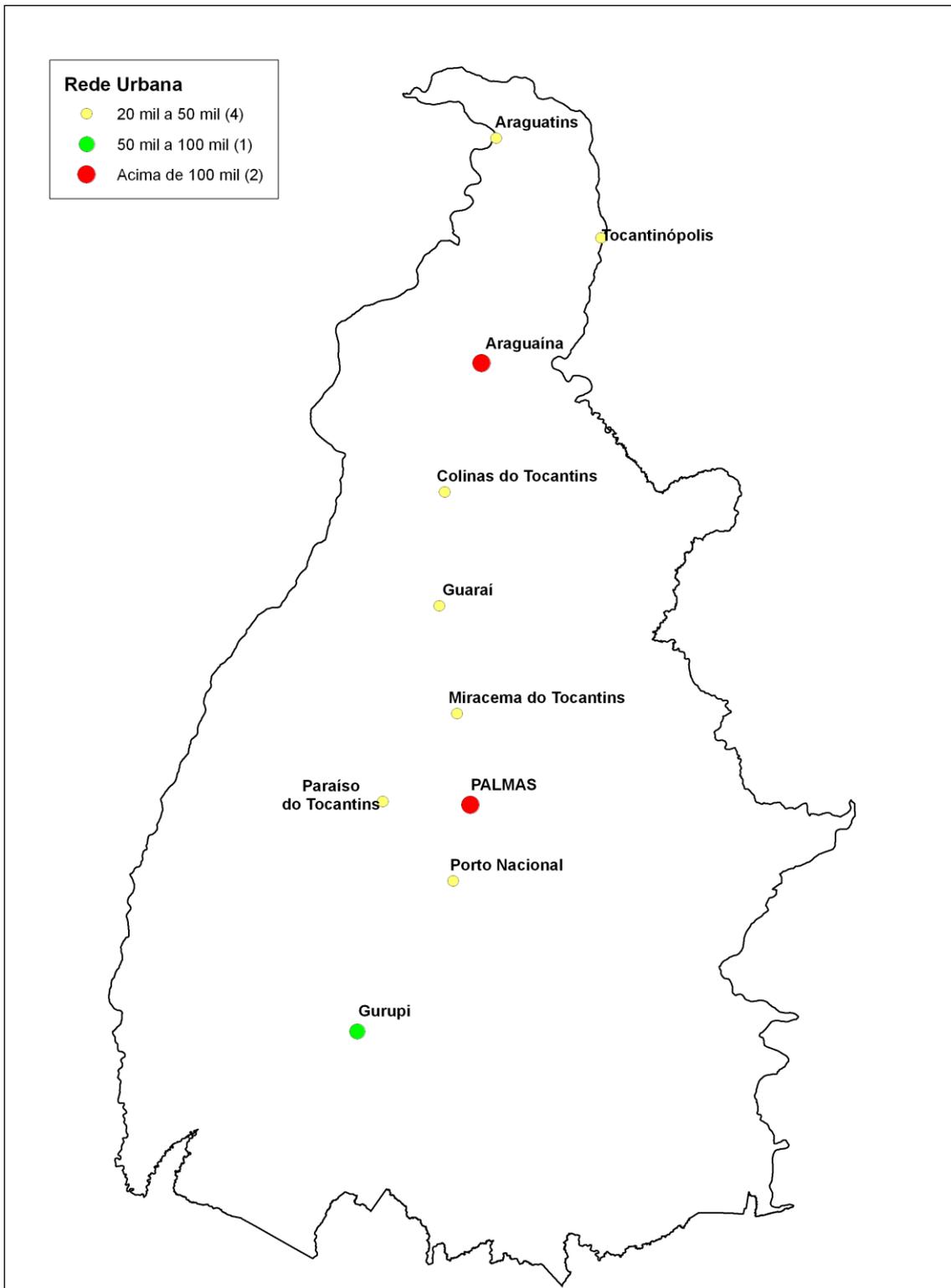


Figura 21. Rede urbana com mais de 20 mil habitantes urbanos - 2010

## 2.4. INFRAESTRUTURA

A infraestrutura do Tocantins tornou-se um vetor de criação de novos pólos econômicos no Estado, como também fornece indicadores no presente trabalho de áreas potenciais que merecem o fomento de novas

políticas e investimentos com o objetivo de desenvolver o Estado. A seguir detalha-se a infraestrutura de transportes (rodo-ferroviário e hidroviário) como também o potencial hidroelétrico do Estado.

#### **2.4.1. Transportes**

Os principais eixos rodoviários são constituídos pelas rodovias BR - 153 (Transbrasiliana) e TO - 050 (Coluna Prestes), ambas asfaltadas. Estas rodovias atravessam o Estado na direção norte-sul, e são consideradas “artérias” principais para todo o sistema viário estadual.

A rodovia BR-153 foi a base utilizada para pavimentação das rodovias alimentadoras do Estado e tem função primordial de ligar o Tocantins com o norte-nordeste e sul-sudeste do país. Outro fator relevante, é que as cidades que margeiam a rodovia, foram pontos de partida para o planejamento da malha viária que liga o Tocantins a estados circunvizinhos.

A BR-153 constitui o principal eixo de transporte de passageiros e cargas de ligação do Tocantins com o centro-sul do país, conforme pode ser visto por meio das figuras 22 e 23. Para ALMEIDA, (2004), no sentido leste-oeste o estado é interligado com os demais estados do país pelas rodovias BR-235 e BR-242. O traçado da BR-235 beneficia diretamente a região central do Tocantins, de grande potencial agrícola. A BR-242 atende a maior região agrícola do estado, a planície dos rios Formoso e Javaés, ligando-a aos mercados leste e nordeste do país. Beneficiando igualmente a região sudeste, de solos férteis e onde existem indústrias de beneficiando de calcário que atendem o oeste da Bahia.

A rodovia Coluna Prestes ou TO - 050 é o segundo grande eixo rodoviário do Estado. Esta rodovia liga Palmas a Brasília com redução de 200 km em relação a BR-153; encurta ainda a distância à Salvador pela Rodovia TO-040, tornando-se um grande corredor de escoamento da produção, uma vez que interliga vários municípios de grande potencial produtivo às rodovias federais, e o Estado do Tocantins às regiões Centro-Oeste e Nordeste.

A evolução da malha rodoviária estadual desde a criação do Estado do Tocantins entre 1988 e 2008<sup>[33]</sup> é um fato marcante. Até 1988, ano de criação do Estado, predominava a malha rodoviária federal, com 793 km, referente à BR-153 (Transbrasiliana), e 308 km de malha estadual, com apenas 8,5% da malha rodoviária do Estado pavimentada. No ano de 1991, o panorama muda pouco. As rodovias estaduais pavimentadas passam a 357,74 km, sem investimentos na construção de estradas federais, com 8,8% da malha asfaltada. Em 1991 o traçado rodoviário era predominantemente federal, com pequenos trechos que saem da BR-153 em direção a nove municípios do Tocantins: Formoso do Araguaia, Lagoa da Confusão, Pium, Palmas, Porto Nacional, Colméia, Arapoema, Aragominas e Tocantinópolis (BATISTA FILHO, 2009).

No período 1991 a 2002, os investimentos na função ‘transporte rodoviário’ destacam-se no Plano Plurianual do Governo Estadual. Os investimentos públicos foram superiores a 30% do montante investido pelo governo estadual. Foram realizados empréstimos internacionais para o financiamento da pavimentação das rodovias estaduais, como o Projeto de Restauração e Gerenciamento de Conservação da Malha Rodoviária do Estado do Tocantins (3714-BR)<sup>[34]</sup>. Nesse período, o governo do Tocantins, priorizou e asfaltou 3.049,57 quilômetros de rodovias estaduais, enquanto em nível federal, o investimento em asfalto foi de 233,93 quilômetros (BATISTA FILHO, 2009).

<sup>[33]</sup> Até maio de 2008.

<sup>[34]</sup> O projeto de Restauração e Gerenciamento de Conservação da Malha Rodoviária do Estado do Tocantins (3714-BR) foi executado pelo Departamento de Estradas de Rodagem, no componente de rodovias estaduais, juntamente com a Secretaria de Infraestrutura, na gestão e na área de meio ambiente. Os recursos foram provenientes de empréstimos junto ao Banco Mundial.

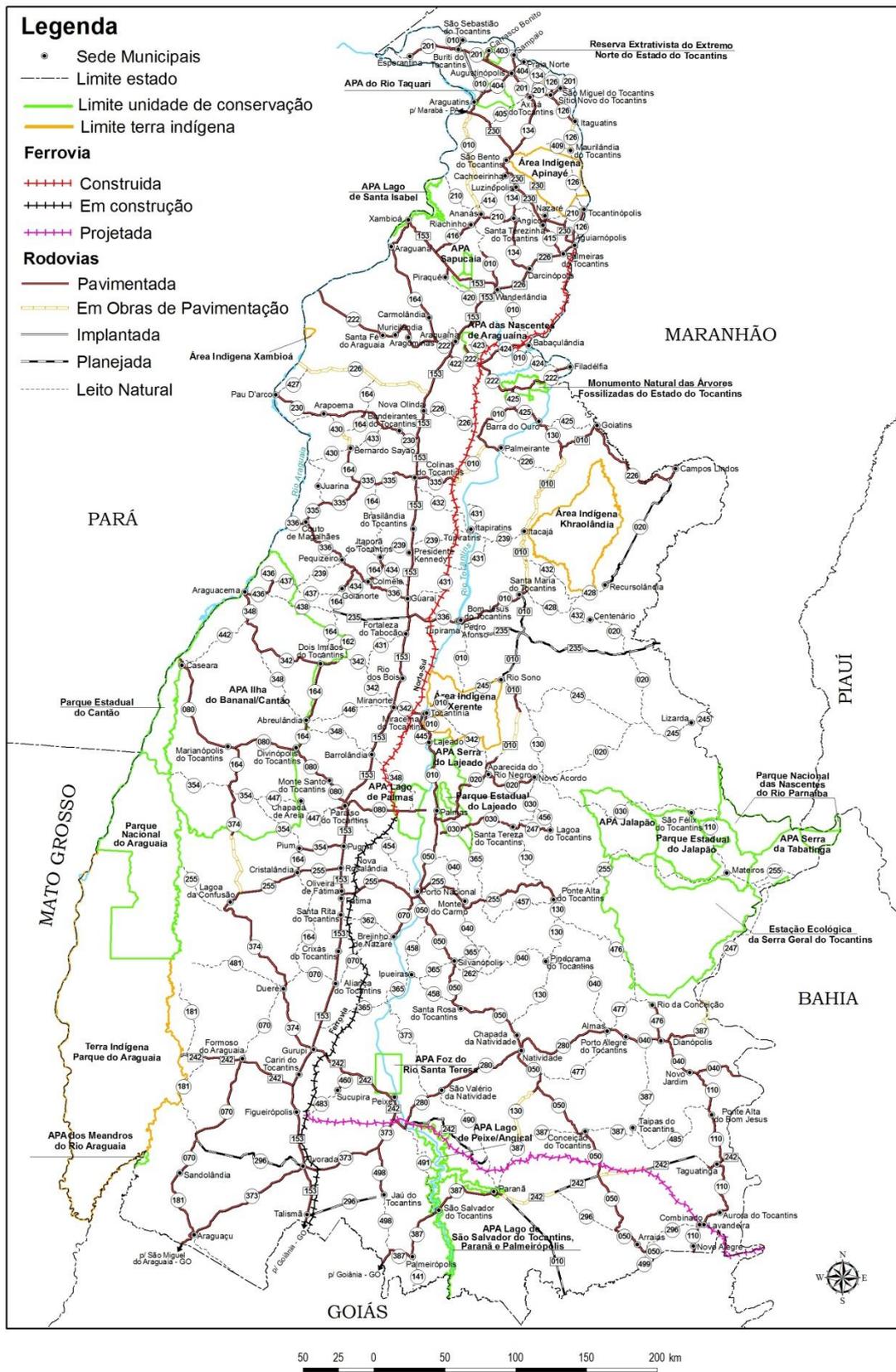


Figura 22. Malhas Rodoviária e Ferroviária do Estado do Tocantins em 2007  
Fonte: SEPLAN (2008b).

Como balanço no período entre 1995 e 2002, foram asfaltados 2.532,6 km de estradas, equivalendo a 83% da malha rodoviária do Estado. Nesta época, o governo definiu como prioridade a infraestrutura de transporte.

Em 2008, 25,2% da malha rodoviária encontrava-se asfaltada no Estado. A pavimentação asfáltica era considerada uma prioridade dos Planos Plurianuais (PPA) referente aos quadriênios 1996-1999, 2000-2003 e 2004-2007, em que um dos principais objetivos foi a consolidação da infraestrutura de transporte.

Os principais trechos pavimentados foram nas regiões do Bico do Papagaio, no norte do Estado, e na região Sudeste, além de municípios pertencentes às áreas programa<sup>[35]</sup> de Colinas do Tocantins, Guaraí, Paraíso do Tocantins e Gurupi. No período 2003 a 2008, foram pavimentados 1.522 km de rodovias estadual e 98 quilômetros de malha federal.

Segundo BATISTA FILHO (2009), em 2008 a malha viária<sup>[36]</sup> no Tocantins era composta por 29.369 km. Deste total, a rodovia federal possuía 2.306 km, a rodovia estadual 11.264 km e a malha municipal 15.799 km. A malha federal conta com 1.457,5 km pavimentados<sup>[37]</sup>, destes 63% encontram-se pavimentados e 17% em obras de pavimentação. A malha estadual tem 4.247 km pavimentados, representando 37,7% da malha, enquanto outros 5% estão em obras de pavimentação, o restante, 57,3% encontram-se implantados. Cabe ressaltar que toda a malha planejada no Estado já foi implantada. A malha municipal tem 15.799 km não pavimentados e ainda há 6.835 km de estradas planejadas, mas não implantadas. As malhas rodoviária e ferroviária do território tocantinense para o ano de 2007 estão representadas na Figura 22; na Figura 23 está representada a malha rodoviária do ano de 2011<sup>[38]</sup>. A evolução da malha rodoviária no território tocantinense pode ser visualizada por meio da Figura 24, obtido por meio dos dados elaborados por SOUSA e PAIVA (no prelo).

Quanto à malha ferroviária, destaca-se, inicialmente a ferrovia Norte-Sul, em construção, que deve atingir, quando concluída, uma extensão de 2.760 km, entre as cidades de Açailândia - MA e Panorama - SP. Considerada obra de integração nacional, esta ferrovia vai cortar o Tocantins de norte a sul, conectando todo o sistema ferroviário nacional permitindo a ligação dos portos de Vila do Conde em Belém-PA e de Itaqui em São Luiz-MA a Senador Canedo-GO, totalizando uma área de influência de 1,8 milhões de quilômetros quadrados. A Figura 25 ilustra o traçado da ferrovia Norte-Sul no Estado do Tocantins, bem como sua área de influência.

O traçado inicial da Ferrovia Norte-Sul previa a construção de 1.574 quilômetros de trilhos, cortando os estados do Maranhão, Tocantins e Goiás, interligando Açailândia (MA) e Anápolis (GO). Com a Lei nº 11.297, de 09 de maio de 2006 (BRASIL, 2006), da Presidência da República, incorporou-se o trecho Açailândia/MA-Barcarena/PI ao traçado inicialmente projetado, e com a Lei nº 1.772, de 17 de setembro de 2008 (BRASIL, 2008), estendeu-se o traçado até a cidade paulista de Panorama.

<sup>[35]</sup> A Área Programa é a regionalização adotada pela Secretaria do Planejamento e da Modernização da Gestão Pública do Estado do Tocantins para planejamento das atividades, para maiores informações vide Atlas do Tocantins (SEPLAN, 2008).

<sup>[36]</sup> Considera-se a malha viária nas situações de pavimentada, em leito natural, em obras de pavimentação, excluindo-se a malha planejada e em obras de implantação.

<sup>[37]</sup> A malha pavimentada inclui nesse caso a rodovia em obras de pavimentação e a pavimentada.

<sup>[38]</sup> Informa-se que nos layouts dos mapas gerados no presente trabalho, descritos nos itens 3.1.6. *Mapas de Cobertura e Uso da Terra* e 3.2.7 *Elaboração dos Mapas da Dinâmica da Cobertura e Uso da Terra*, adotou-se a representação da malha rodoviária do território tocantinense do ano de 2007, disponível na Base de Dados Geográficos da Malha Rodoviária do Estado do Tocantins (SEINF/DERTINS, 2007), também contida na Base de Dados Geográficos do Tocantins versão 2008 (SEPLAN, 2008a). As figuras 22 e 23 representam as malhas rodoviárias dos anos de 2007 e 2011, respectivamente, e foram obtidas a partir dos arquivos das versões de 2008 e 2012 do Atlas do Tocantins (SEPLAN, 2008b, 2012b), por sua vez gerados com base nas informações da Base de Dados Geográficos do Tocantins de 2008 e 2012 (SEPLAN, 2008a, 2012a).

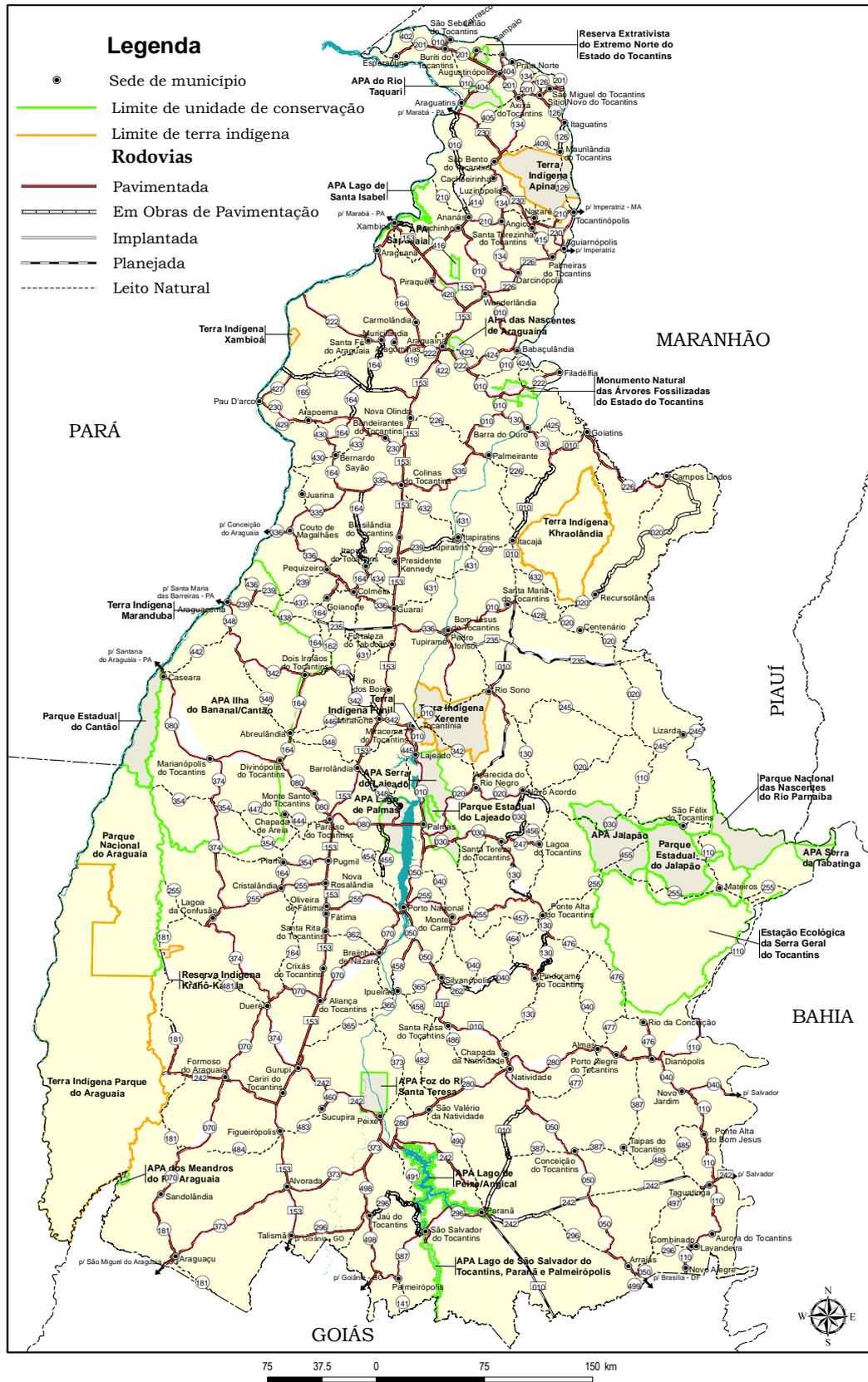
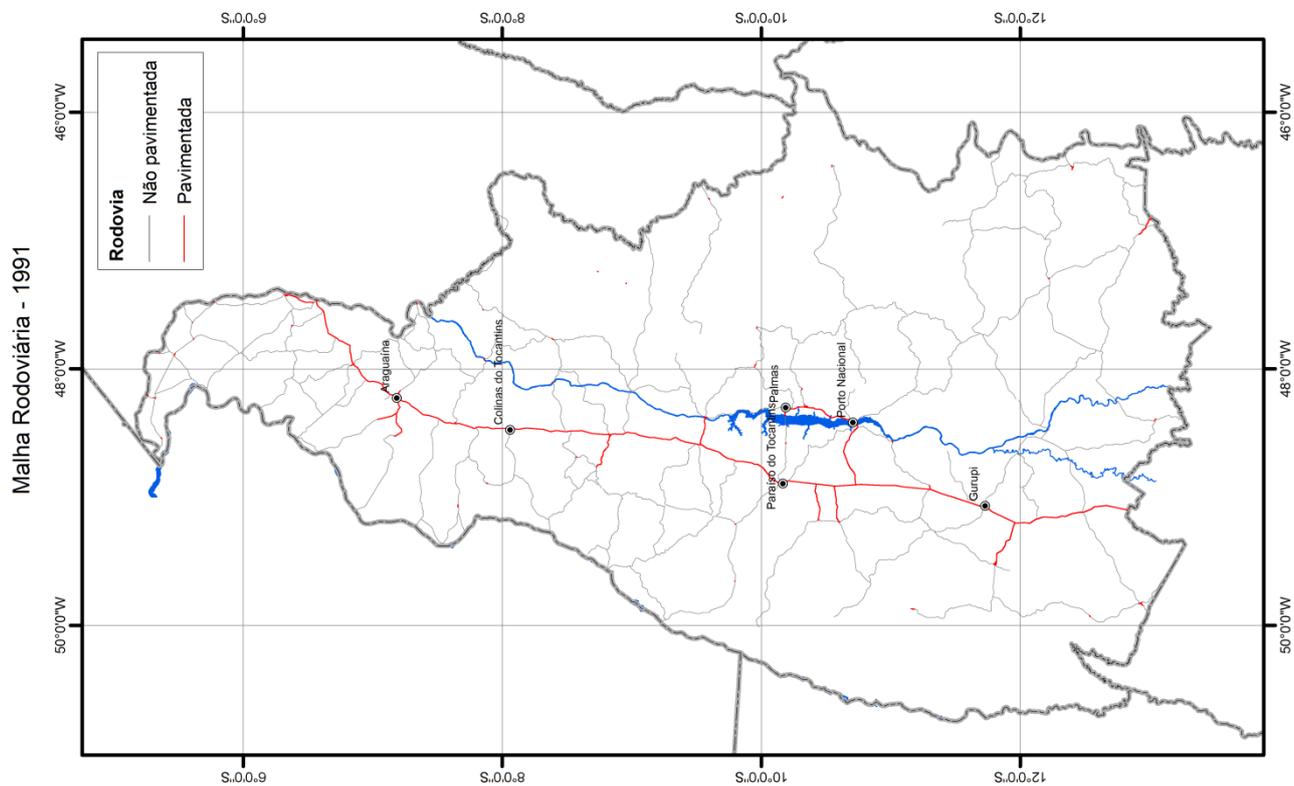
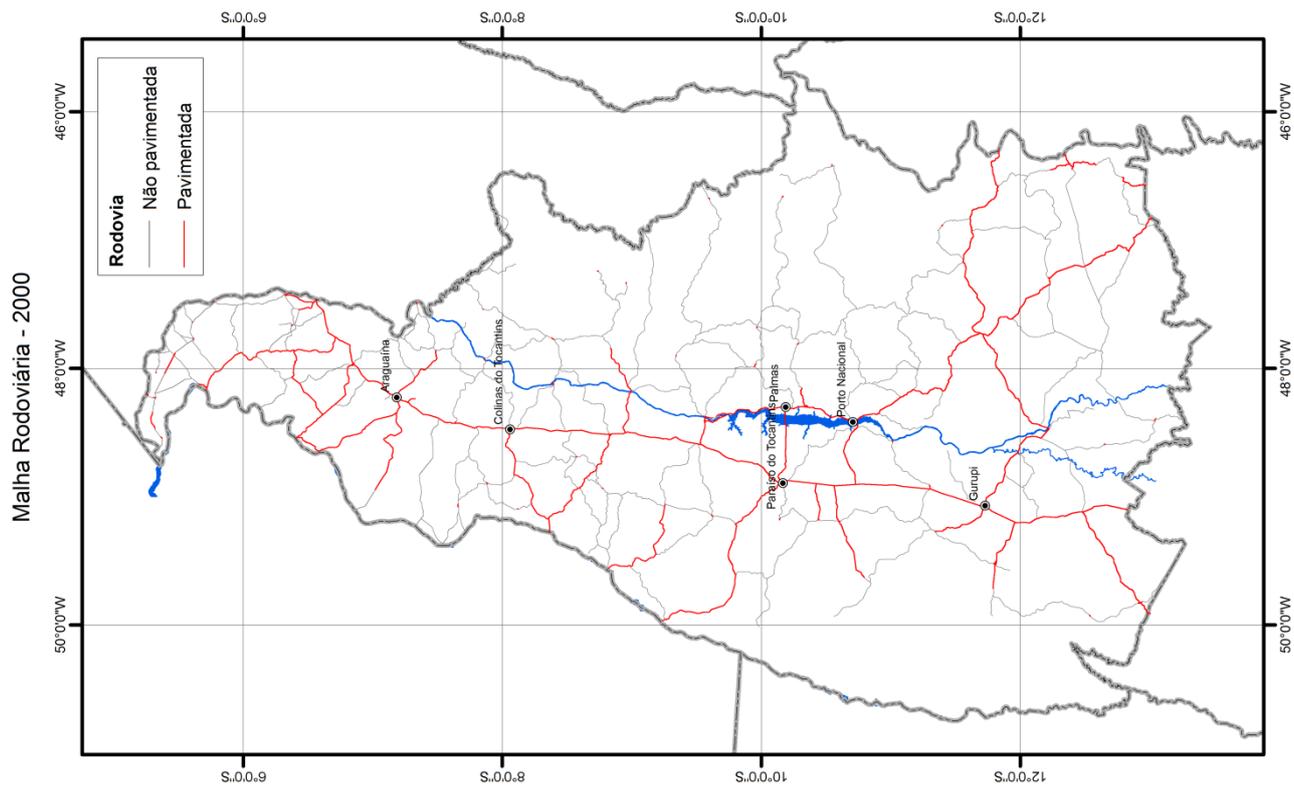
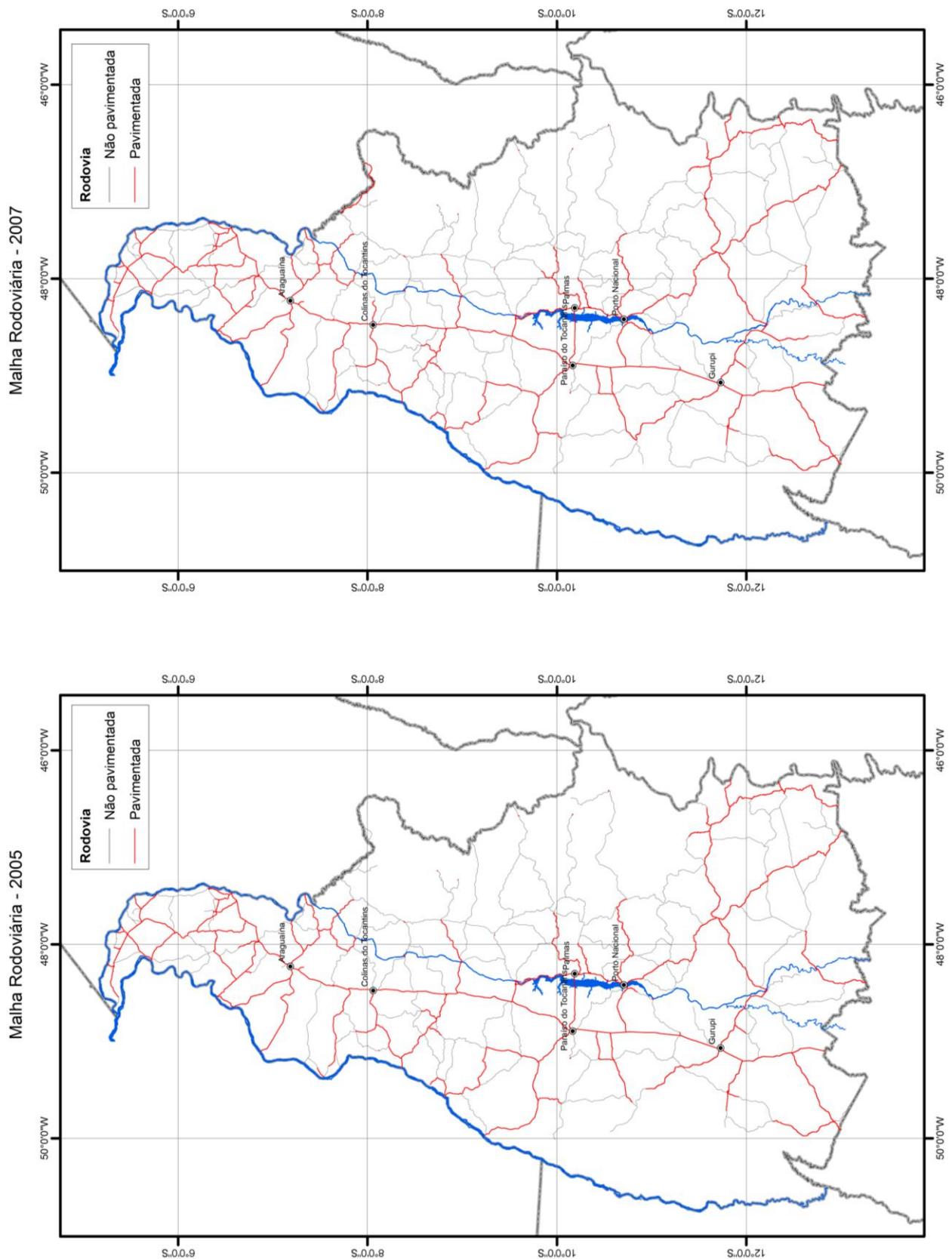


Figura 23. Malha Rodoviária do Estado do Tocantins em 2011  
Fonte: SEPLAN (2012b).





**Figura 24.** Evolução da malha rodoviária pavimentada do Estado do Tocantins

Fonte: SOUSA E PAIVA (no prelo).

O projeto está sendo implantado pela VALEC - Engenharia, Construções e Ferrovias S.A, empresa pública do Ministério dos Transportes, que detém a concessão para construção e operação da ferrovia. O trecho ferroviário ligando as cidades maranhenses de Estreito e Açailândia já está concluído e em operação comercial desde 1996. Esses 215 quilômetros de ferrovias se conectam à Estrada de Ferro Carajás, permitindo o acesso ao Porto de Itaqui, em São Luís. No Estado do Tocantins, foi concluído, em 2007, o trecho Aguiarnópolis-Araguaína, num total de 153 Km. O trecho seguinte, de mais 100 km, entre o Pátio Multimodal de Araguaína e o de Colinas do Tocantins, também já se encontra concluído, assim como também o trecho Colinas-Palmas, com cerca de 256 quilômetros, que foi inaugurado em setembro de 2010.

Está planejada a construção da Ferrovia de Integração Leste-Oeste. A Ferrovia ligará as cidades de Ilhéus, Caetité e Barreiras - no Estado da Bahia - a Figueirópolis, no Estado do Tocantins, formando um corredor de transporte que abrirá nova alternativa de logística para portos no norte do país atendidos pela Ferrovia Norte-Sul e Estrada de Ferro Carajás (Figura 25). Reduzindo os custos do transporte de insumos e produtos diversos, o aumento da competitividade dos produtos do agronegócio e a possibilidade de implantação de novos pólos agroindustriais e de exploração de minérios, aproveitando sua conexão com a malha ferroviária nacional. Dinamizando economias locais, alavancando novos empreendimentos na região, com aumento da arrecadação de impostos, além de geração de empregos (VALEC, 2010).

A Ferrovia de Integração Oeste-Leste dinamizará o escoamento da produção do Estado do Tocantins e servirá de ligação com outros pólos do país, por intermédio de conexão com a Ferrovia Norte-Sul. Incluída entre as prioridades do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), a Ferrovia de Integração Oeste-Leste terá 1.527 km de extensão.

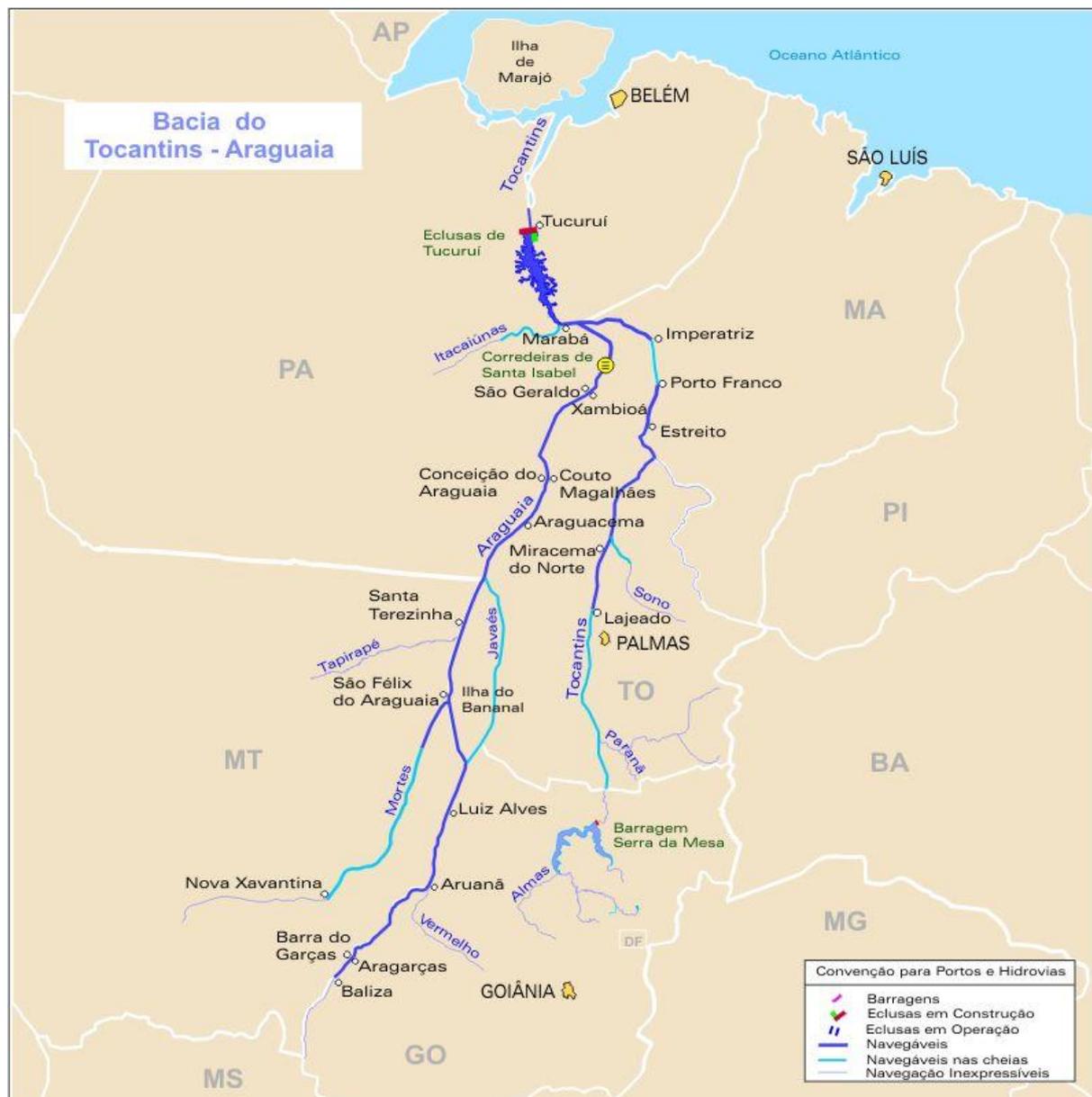
O sistema hidroviário do Estado é constituído pelo rio Tocantins que percorre cerca de 2.400 km até sua foz, na Baía de Marajó, próximo a Belém (PA) e pelo rio Araguaia com percurso total de 2.115 km. Eles possuem no período de águas altas uma grande extensão de vias navegáveis contínuas, com plena possibilidade de aproveitamento para o transporte de grande volumes de cargas à longas distâncias. Por representar menores custos que outras modalidades a utilização do transporte hidroviário pode constituir-se num fator de indução para a intensificação do uso dos recursos naturais do Estado.

O projeto de transformação dos rios Tocantins e Araguaia em hidrovias, inserido no Corredor Multimodal Centro-Norte, objetiva desenvolver e implementar, com recursos públicos em parceria com a iniciativa privada, um eixo multimodal de transportes entre as regiões Norte e Sul do país, constituindo-se como alternativa mais econômica para os fluxos de longa distância, além de possuir logística mais competitiva para exportações através do Atlântico Norte.

Objetivando o desenvolvimento social e econômico da imensa área que envolve sete Estados, principalmente o Tocantins, através do eixo estruturador multimodal formado pelas hidrovias Araguaia; Tocantins; das Mortes; ferrovia Norte-Sul e por segmentos rodoviários da BR-153 e rodovias estaduais; o projeto de desenvolvimento do transporte hidroviário propõe expressiva redução dos custos de transportes, pela substituição do modo rodoviário pelo multimodal hidro-rodo-ferroviário, possibilitando a produção dessa imensa área de influência alcançar preços competitivos nos mercados da Europa e Ásia (Figura 26).



Figura 25. Traçado da Ferrovia Norte-Sul no Tocantins e Área de Influência  
Fonte: SEPLAN (2012b).



**Figura 26.** Complexo hidroviário do Tocantins - Araguaia  
 Fonte: BRASIL. Ministério dos Transportes, 2007.

### 2.4.2. Potencial Hidroelétrico

O potencial hidrelétrico do território tocantinense é de aproximadamente 9 mil megawatts, dos quais pouco mais de 10% são aproveitados. Outros 20% estão em fase de construção, o que acrescentará cerca de 1,7 mil megawatts na geração de energia do Estado. Como a demanda local é considerada pequena, o Tocantins tem condições de exportar energia para outros Estados brasileiros, o que trará contrapartida econômica para o Estado, conforme ilustra a Tabela 2.

Para o ano de 2011, totalizava-se 24 usinas em fase de operação e em construção no estado. Destas, quatro são Usina Hidrelétrica de Energia (UHE), treze são Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH) e sete são Centrais Geradoras de Energia (CGH). Entre as maiores (UHEs) destacam-se a Hidrelétrica Luis Eduardo Magalhães e Peixe Angical; entre as pequenas (PCHs) destacam-se Isamu Ikeda, Lagoa Grande



e Agrotrafo, totalizando mais de 1.770 megawatts. As projetadas somam 12 unidades, num total de mais de 5 mil megawatts; e em fase de construção e outorga são 2, cada uma com mais de mil megawatts.

**Tabela 2.** Usinas Hidroelétricas no Estado do Tocantins - 2011

<b>NOME E TIPO DE USINAS HIDRELÉTRICAS</b>		<b>MW</b>	<b>%</b>
<b>Usinas Hidrelétricas em Operação</b>	Agrotrafo - PCH	14,683	0,16
	Areia - PCH	11,4	0,12
	Água Limpa - PCH	14	0,15
	Bagagem - CGH	0,48	0,01
	Buritirama - CGH	0,936	0,01
	Boa Sorte - PCH	16	0,17
	Corujão - CGH	0,68	0,01
	Diacal II - PCH	5,04	0,05
	Dianópolis - PCH	5,5	0,06
	Fazenda Jedai - CGH	0,1	0,00
	Isamu Ikeda - UHE	29,064	0,32
	Lajeado - PCH	1,776	0,02
	Lajes - PCH	2,07	0,02
	Lagoa Grande - PCH	25,6	0,28
	Luís Eduardo Magalhães - UHE	902,5	9,85
	Mateiros - CGH	0,9	0,01
	Peixinho - CGH	0,95	0,01
	Peixe Angical - UHE	452	4,93
	Ponte Alta - CGH	0,28	0,00
	Porto Franco - PCH	30	0,33
	Riacho Preto - PCH	9,3	0,10
	São Salvador - UHE	243,2	2,65
	Sobrado - PCH	4,82	0,05
	Taguatinga - PCH	1,75	0,02
	<b>TOTAL</b>	<b>1.773,029</b>	<b>19,35</b>
	<b>Usinas Hidrelétricas Projetadas</b>	Araguanã - UHE	960
Caetana - UHE		10	0,11
Cachoeira da Velha - UHE		81	0,88
Fumaça - UHE		5	0,05
Ipueiras - UHE		480	5,24
Manuel Alves Grande - UHE		56,8	0,62
Natividade I - UHE		72	0,79
Novo Acordo - UHE		160	1,75
São Domingos - UHE		315	3,44
Serra Quebrada - UHE		1.328,00	14,49
Sono IIIB - UHE		930	10,15
Tupiratins - UHE		820	8,95
<b>TOTAL</b>		<b>5.217,80</b>	<b>56,93</b>

NOME E TIPO DE USINAS HIDRELÉTRICAS		MW	%
Usinas Hidrelétricas Construção	Estreito - UHE	1.087,00	11,86
	<b>TOTAL</b>	<b>1.087,00</b>	<b>11,86</b>
Usina Hidrelétrica em Outorga	Santa Isabel - UHE	1.087,00	11,86
	<b>TOTAL</b>	<b>1.087,00</b>	<b>11,86</b>
<b>POTENCIAL TOTAL</b>		<b>9.164,83</b>	<b>100,00</b>

Fonte: ANEEL. Banco de Dados de Geração. 2011.

### 2.4.3. UNIDADES DE CONSERVAÇÃO E TERRAS INDÍGENAS

As Unidades de Conservação são espaços territoriais, com limites definidos legalmente pelo poder público, com características naturais relevantes. Formalmente, são espaços territoriais e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituídos pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção da lei (BRASIL, 2000; TOCANTINS, 2005). As unidades de conservação podem ser classificadas em duas categorias: a) uso sustentável; b) proteção integral.

As unidades de conservação de uso sustentável são constituídas por áreas públicas e/ou privadas e visam disciplinar o processo de uso e ocupação da terra, bem como promover a proteção dos recursos naturais de modo a assegurar o bem-estar das comunidades humanas que aí residem, resguardar as condições ecológicas locais e manter paisagens e atributos culturais relevantes. As atividades produtivas como agricultura e pecuária são asseguradas a cada proprietário em consonância com o Plano de Manejo da Unidade.

As unidades de conservação de proteção integral são constituídas exclusivamente por áreas públicas e têm por objetivo à preservação integral de ambientes naturais com características de grande relevância ecológica, beleza cênica, cultural, educativo e recreativo. Nestas áreas são vedadas quaisquer modificações ambientais e a interferência humana direta. Excetuam-se as medidas de recuperação de seus sistemas alterados e as ações de manejo necessárias para recuperar e preservar o equilíbrio natural, a diversidade biológica e os processos naturais, conforme estabelecido em seu plano de manejo. Nestas Unidades é permitida a visitação pública com fins recreativos e educacionais, regulamentada pelo plano de manejo da unidade. Também podem ser realizadas as pesquisas científicas, desde que autorizadas pelo órgão gestor e sempre orientadas pelas diretrizes do Plano de Manejo da Unidade.

Segundo SEPLAN (2012a,b,c), no território tocantinense estão localizadas as seguintes unidades de conservação na categoria uso sustentável: (a) Área de Proteção Ambiental Serra do Estrondo (b) Área de Proteção Ambiental do Rio Taquari, e (c) Área de Proteção Ambiental Sapucaia, de domínio municipal; (d) Área de Proteção Ambiental Nascentes de Araguaína, (e) Área de Proteção Ambiental Foz do Rio Santa Tereza, (f) Área de Proteção Ambiental Ilha do Bananal / Cantão, (g) Área de Proteção Ambiental Jalapão, (h) Área de Proteção Ambiental Lago de Palmas, (i) Área de Proteção Ambiental Lago de Peixe / Angical, (j) Área de Proteção Ambiental Lago de São Salvador do Tocantins, Paranã e Palmeirópolis, (k) Área de Proteção Ambiental Lago de Santa Isabel, e (l) Área de Proteção Ambiental Serra do Lajeado, de domínio estadual; (m) Área de Proteção Ambiental Meandros do Rio Araguaia, (n) Área de Proteção Ambiental



Serra da Tabatinga, e (o) Reserva Extrativista do Extremo Norte do Tocantins, de domínio federal. Estas unidades totalizam 25.797,0 km<sup>2</sup> (9,3% da área do Estado) <sup>[39]</sup>.

Além das unidades já elencadas, indicam-se outras nove unidades de conservação de uso sustentável de domínio federal, no grupo Reserva Particular do Patrimônio Natural: (a) Minehaha, (b) Reserva Sítio Ecológico Monte Santo, (c) Água Bonita, (d) Bela Vista, (e) Canguçu, (f) Fazenda Calixto, (g) Sonhada, (h) Catedral do Jalapão, e (i) Bico do Javaés. Somadas estas unidades totalizam 54,8km<sup>2</sup> (SEPLAN, 2012c) <sup>[40]</sup>.

Na categoria Proteção Integral as unidades somam 16.011,5 km<sup>2</sup>, equivalente a 5,7% da área do Estado (SEPLAN, 2012a,b,c), a saber: (a) Monumento Natural Canyons e Corredeiras do Rio Sono, de domínio federal; (b) Monumento Natural das Árvores Fossilizadas, (c) Parque Estadual do Cantão, (d) Parque Estadual do Jalapão, (e) Parque Estadual do Lajeado, de domínio estadual; (f) Parque Nacional do Araguaia, (g) Parque Nacional das Nascentes do Rio Parnaíba, e (h) Estação Ecológica da Serra Geral do Tocantins, de domínio federal <sup>[41]</sup>.

Criado no âmbito do Zoneamento Ecológico-Econômico do Norte do Estado do Tocantins (BELLIA *et al.*, 2004), o Corredor Ecológico Tocantins-Araguaia, representa 1,59% da superfície estadual (SEPLAN, 2012a,b,c).

As áreas indígenas no Tocantins totalizam 19.968,54 km<sup>2</sup>, equivalentes a 7,2% do Estado do Tocantins (SEPLAN, 2012a,b,c), elencando-se: (a) Área Indígena Apinayé, (b) Terra indígena Parque do Araguaia, (c) Área Indígena Kraolândia, (d) Área Indígena Xambioá, (e) Área Indígena Xerente, (f) Terra Indígena Funil, (g) Terra Indígena Maranduba, e (h) Terra Indígena Krahô Kanela <sup>[42]</sup>. Na Figura 27 estão espacializadas as Unidades de Conservação e Terras Indígenas do Estado do Tocantins.

## 2.6. AGRICULTURA E PECUÁRIA

A expansão agrícola e a incorporação produtiva do cerrado que ocorreu a partir dos anos 1960, foi impulsionado por uma série de programas de colonização, crédito rural e pesquisa agrícola. Este processo, que foi fundamental para o crescimento da economia mato-grossense e goiana, ainda não atingiu em sua plenitude o Tocantins (DINIZ, 2006).

Há vasta área a ser ocupada ou cuja exploração pode aumentar a participação do Estado na produção de grãos no total do país. Apesar desta explosão agropecuária ainda não ter ocorrido, o crescimento dos últimos 17 anos (1990-2007) indica que há espaço para uma mudança no perfil produtivo da agropecuária do Estado.

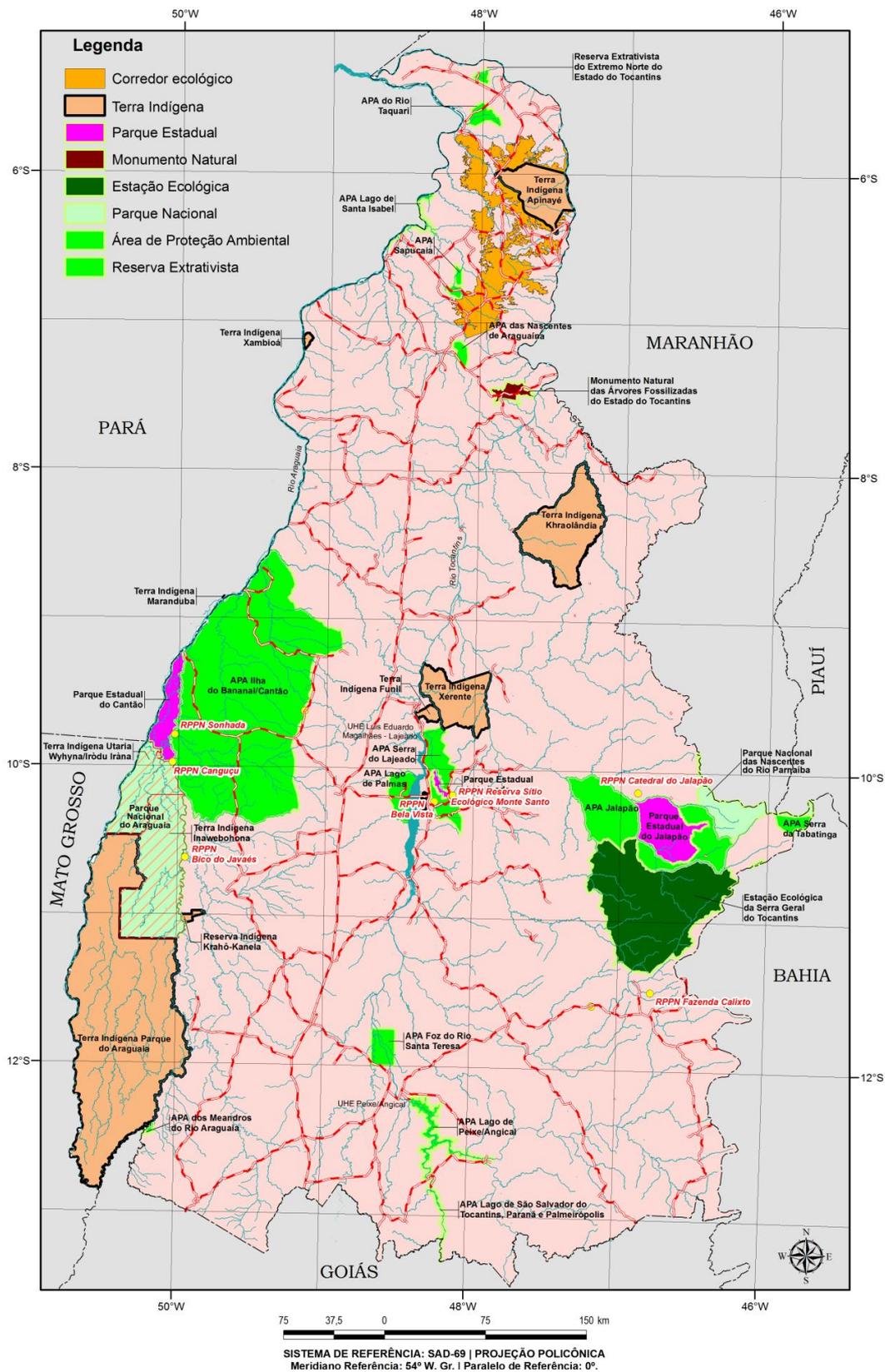
Apesar dos avanços tecnológicos que permitiram a ocupação de terras consideradas de baixa fertilidade natural, ainda assim as características das terras do Estado são um fator limitador da expansão agrícola.

<sup>[39]</sup> Em razão da não obtenção de informações precisas sobre os polígonos da Área de Proteção Ambiental Serra do Estrondo, esta unidade não foi sistematizada no presente trabalho. Sem a referida unidade, a área das unidades na categoria uso sustentável no Estado do Tocantins, excluídas as Reservas Particulares do Patrimônio Natural, totaliza 25.641,1 km<sup>2</sup>.

<sup>[40]</sup> Em razão da reduzida área, e também pela não obtenção de informações precisas sobre os polígonos de algumas Reservas Particulares do Patrimônio Natural, estas unidades não foram sistematizados no presente trabalho.

<sup>[41]</sup> Em razão da unidade de proteção integral Monumento Natural Canyons e Corredeiras do Rio Sono estar em processo final de criação, podendo ter os limites alterados, não será sistematizada no presente trabalho.

<sup>[42]</sup> Na somatória das Áreas e Terras Indígenas não foram incluídas as terras indígenas Inãwébohona e Utaria Wyhyna / Iròdu Iràna em razão de haver sobreposição dos limites das mesmas com o Parque Nacional do Araguaia (Unidade de Conservação de Proteção Integral). Assim, a totalização da superfície ocupada por Unidades de Conservação e Terras Indígenas não abrange as referidas terras.



**Figura 27.** Unidades de Conservação e Terras indígenas.  
Fonte: SEPLAN (2012a,b).



Em 1990, o Estado do Tocantins era responsável por 0,1% da produção dos principais grãos (arroz, feijão, milho, soja e trigo), patamar que atingiu 1,2% na década seguinte (Tabela 3). O comportamento individual das lavouras foi muito diferenciado, porém o Estado se consolidou como um grande produtor de arroz, soja, e num patamar inferior, milho. As colunas 4 e 5 da Tabela permitem uma comparação da taxa de crescimento das principais culturas no Estado com a taxa de crescimento do país. Em todos os casos a taxa média de crescimento do Estado foi igual ou maior do que a taxa média do país, exceto para a cana-de-açúcar. Na média, a produção de grãos cresceu 8,3% ao ano, contra a média brasileira de 5,5% ao ano.

O aumento na produção de cana-de-açúcar evidencia que o Estado pode estar entrando em um ciclo de expansão da cultura. É preciso observar o que ocorrerá nos próximos anos com a cultura, que pode ser uma alternativa para o crescimento e a agro-industrialização do Estado.

**Tabela 3.** Tocantins: evolução da produção agrícola no período 1990-2008

Produto	Produção (mil ton.)			Taxa média anual	Taxa média anual	Participação		
	1990	2000	2008	Crescimento. Tocantins (1990-2008)	Crescimento. Brasil (90-08)	Brasil	1990	2000
Arroz	261	392	421	2,7	2,7	3,5	3,5	3,5
Feijão	4	2	14	7,9	2,5	0,2	0,1	0,4
Milho	70	121	230	6,9	5,8	0,3	0,4	0,4
Soja	35	144	894	19,7	6,3	0,2	0,4	1,5
Sub-total grãos	370	659	1559	8,3	5,5	0,1	0,8	1,2
Cana	238	150	392	2,8	5,0	0,1	0,0	0,0
Mandioca	115	178	331	7,0	0,5	0,5	0,8	1,3

Fonte: IBGE. Pesquisa Agrícola Municipal, 1990, 2000 e 2008.





O Estudo da Dinâmica da Cobertura e Uso da Terra do Estado do Tocantins 1990/2000/2005/2007 foi desenvolvido em três grandes fases - (i) mapeamento da cobertura e uso da terra; (ii) dinâmica da cobertura e uso da terra; (iii) dinâmica socioeconômica - realizadas por meio de dezenove processos, como ilustrado por meio do Fluxograma representado na Figura 28.

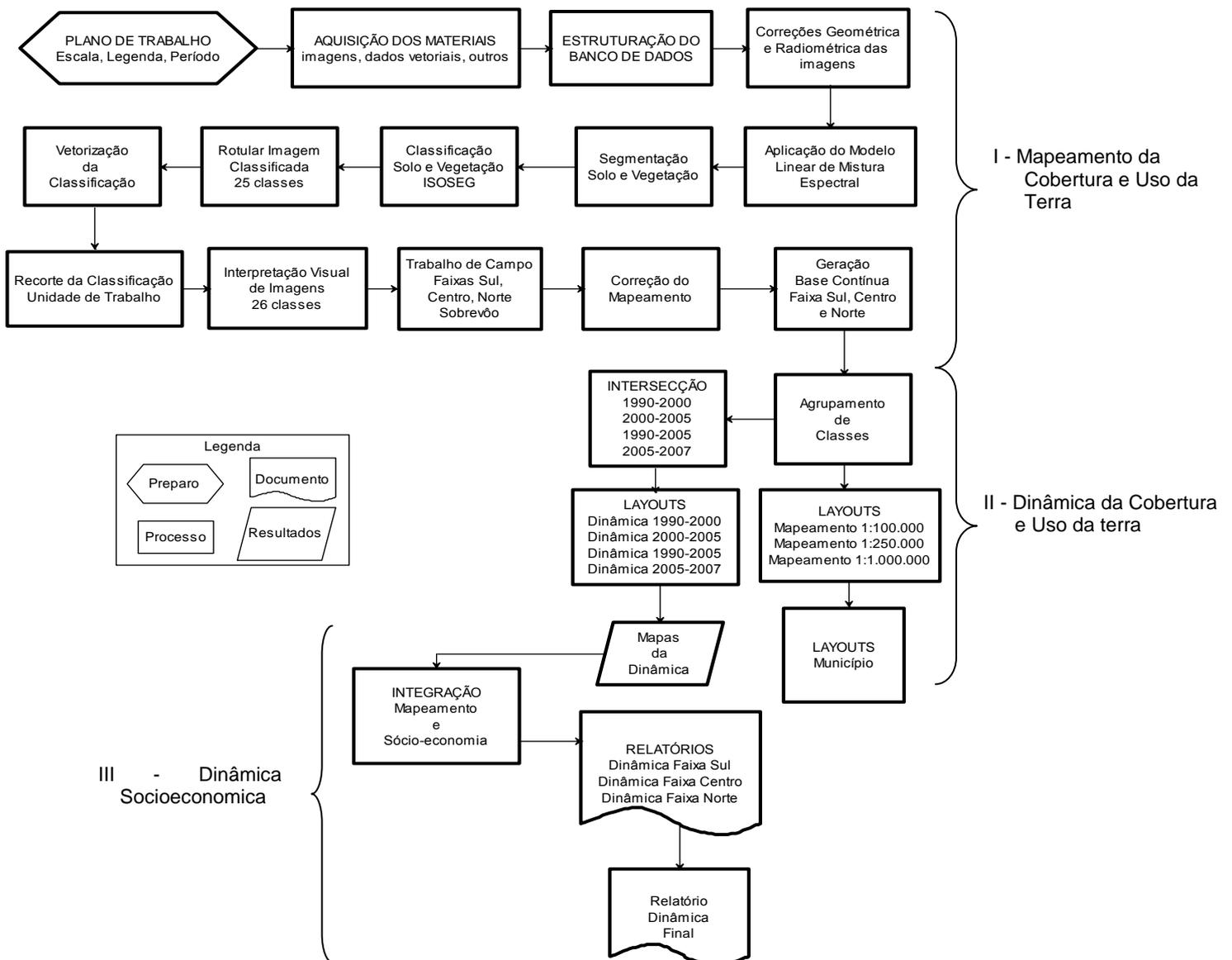


Figura 28. Fluxograma da etapa de dinâmica da cobertura e uso da terra

O processo inicial consistiu na estruturação de um banco de dados com fontes de pesquisa governamentais em diferentes níveis (federal, estadual e municipal) para a obtenção de dados econômicos, sociais e geográficos, que inclui neste último, base cartográfica, mapeamentos e estudos que integram os diferentes dados. Na sequência, realizou-se o mapeamento da cobertura e uso da terra, considerando-se a divisão do Tocantins em três faixas (Sul, Centro e Norte), em relação aos anos de 1990, 2000, 2005 e 2007. Na fase seguinte houve a intersecção dos mapeamentos visando compreender o processo de dinâmica das mudanças ocorridas no Estado em quatro períodos (1990-2000; 1990-2005; 2000-2005; 2005-2007). A outra grande fase consistiu no diagnóstico socioeconômico do Tocantins segundo Microrregiões, para o período 1990 a 2007. A partir da integração dos dados de cobertura e uso da terra, da dinâmica de cobertura e uso da terra, e do diagnóstico socioeconômico procedeu-se a análise da dinâmica espacial do estado, com a geração do presente Relatório Técnico.

### 3.1. MAPEAMENTO DA COBERTURA E USO DA TERRA DO ESTADO DO TOCANTINS

#### 3.1.1. Procedimentos Metodológicos

Para a etapa de mapeamento da cobertura e uso da terra do Tocantins foi elaborado um plano de trabalho conforme fluxograma (Figura 29). A metodologia foi norteada pelo *Manual Técnico de Uso da Terra* (IBGE, 2006) e os principais conceitos relacionados ao levantamento das fitofisionomias foram consultados no *Manual Técnico da Vegetação Brasileira* (IBGE, 1992) e *Vocabulário Básico de Recursos Naturais e Meio Ambiente* (IBGE, 2002). Em complemento a esses dados, foram consultados estudos realizados por RIBEIRO e WALTER *in* SANO *et al* (2008) e outros estudos sobre mapeamentos realizados recentemente nos biomas cerrado e floresta.

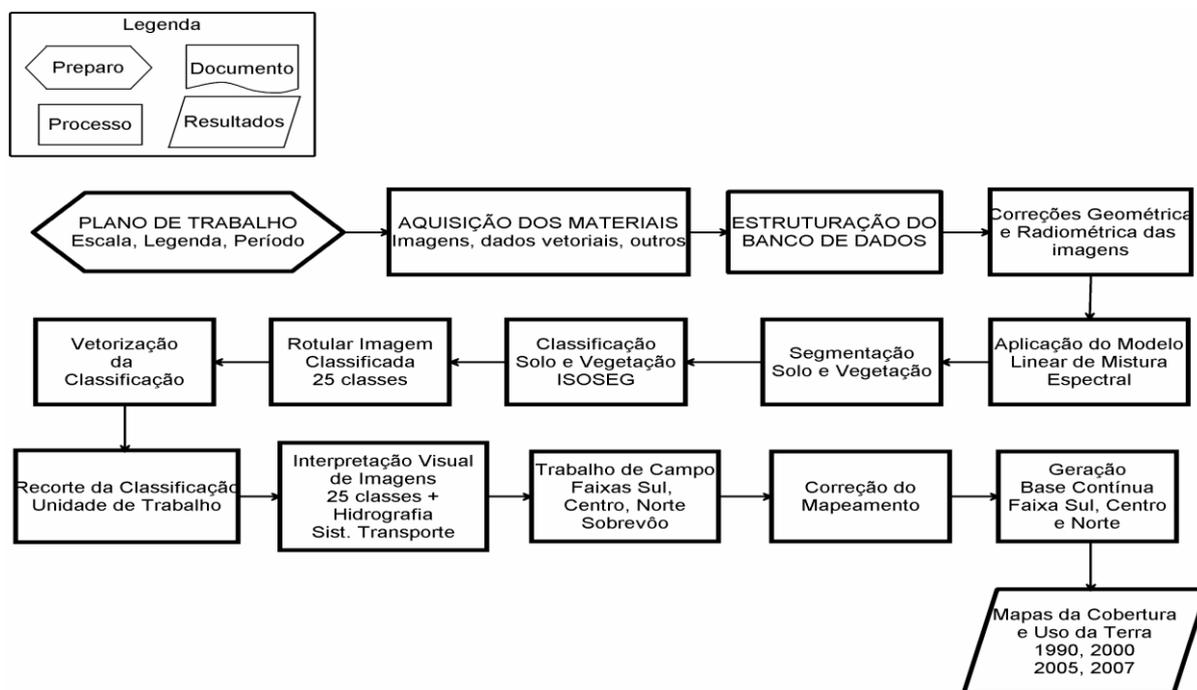


Figura 29. Fluxograma da etapa de mapeamento da cobertura e uso da terra

Conforme Figura 28, observa-se que a execução do trabalho envolveu treze processos. Inicialmente houve uma etapa que contemplou a elaboração do plano de trabalho, que incluiu a definição de uma série de parâmetros técnicos, como a escala de mapeamento, legenda e os períodos de aquisição de imagens



de satélite. Definidos os parâmetros técnicos, realizou-se a aquisição dos materiais necessários à sua execução, bem como o recebimento de insumos de apoio à execução dos serviços. A partir do recebimento de todos os insumos foi estruturado um banco de dados corporativo, de forma que o mapeamento realizado pelo grupo de intérpretes fosse integrado no mesmo *geodatabase*. A seguir, detalham-se os processos supracitados.

#### **3.1.1.1. Estruturação do Banco de Dados**

A estruturação do banco de dados constituiu uma etapa de organização das informações de entrada (imagens, vetores e informações temáticas), para permitir sua manipulação para criação de novos produtos, derivados do cruzamento desses dados iniciais. Nessa etapa foram identificadas as principais fontes de coleta de dados para embasar a execução das diversas etapas de trabalho. Na seqüência realizou-se o levantamento, organização e catalogação dos dados fornecidos pela SEPLAN e outros adquiridos para consulta.

A partir da etapa de organização e cadastro de todas as informações espaciais de interesse, finalmente foi estruturado o banco de dados geográficos, que segundo CÂMARA (2000a) é um dos principais componentes do Sistema de Informações Geográficas (SIG), facilitando a organização e espacialização das informações.

Utilizou-se um servidor de banco de dados *Microsoft SQL Server*, com estrutura de armazenamento dos dados em plataforma *geodatabase*, sendo responsável pelo armazenamento de dados espaciais e alfanuméricos em um Sistema Gerenciador de Banco de Dados Relacional (SGBDR).

O modelo de dados para o *geodatabase* corporativo permite o armazenamento, dentro do SGBDR, de objetos geográficos que incluam tanto a geometria quanto os atributos e comportamento (*geodatabase behavior*), definindo dentro deste modelo de dados todas as relações e regras topológicas entre os objetos.

O banco de dados geográficos gerado, juntamente com o presente relatório, são produtos finais da compilação dos resultados deste trabalho.

#### **3.1.1.2. Processamento de Imagens TM/Landsat**

A etapa de processamento digital de imagens envolveu duas macro-atividades: a primeira consistiu na correção geométrica de todas as imagens utilizadas no trabalho e a segunda, a extração das informações temáticas via classificação automática. Nesta última etapa foi aplicada uma técnica de processamento digital de imagens (modelo linear de mistura espectral) que visou eliminar a redundância de informações. Este processamento maximiza a capacidade do classificador na extração de informações temáticas com o objetivo de obter um mapeamento prévio à fase de interpretação visual das imagens. Este procedimento está detalhado no item 3.1.3.1.

#### **3.1.1.3. Correção Geométrica e Radiométrica de Imagens**

A correção geométrica das imagens orbitais visa modelar os erros inerentes ao processo de aquisição dessas imagens para vinculá-las a um sistema de projeção cartográfica (CHUVIECO, 1990; RICHARDS, 1995). As imagens foram ortorretificadas cujo processo minimiza as distorções referentes à elevação do terreno (LUGNANI, 1987). Neste processo foram utilizados o Modelo Digital de Elevação da missão *Shuttle Radar Topography Mission - SRTM* (NASA, 2009) e arquivos vetoriais fornecidos pela SEPLAN.

Neste processo de ortorretificação, foram empregados coeficiente de sexto grau e interpolador “vizinho-mais-próximo”. Buscou-se neste processo a obtenção de pontos de controle com erros compatíveis à escala de trabalho e resolução espacial do sensor. Os resultados foram diferentes para os períodos das imagens. Obteve-se com erro médio quadrático (RMS) de 1 *pixel* (30 metros) para as imagens do ano de 2007, e de 0,5 *pixel* (15 metros) para as imagens de 1990, 2000 e 2005.

As imagens foram transformadas para o sistema de projeção Cônica Conforme de Lambert, com o Datum SAD 69 (*South American Datum* 1969). Os parâmetros cartográficos adotados foram: Meridiano de Origem = 48° W, Latitude de Origem = 0°, 1<sup>o</sup> Paralelo Padrão = 8°30' S (-8,5 graus decimais) e 2<sup>o</sup> Paralelo Padrão = 11°30' S (-11,5 graus decimais).

#### **3.1.1.4. Modelo Linear de Mistura Espectral (MLME)**

O Modelo Linear de Mistura Espectral (MLME) é uma técnica de processamento de imagem que visa a redução do espaço de atributos. Nessa técnica, um *pixel* da imagem representa a resposta espectral de mais de um alvo considerando a resolução do sensor. Neste contexto, o valor do *pixel* é composto pela combinação linear das respostas espectrais de cada componente presente num mesmo espaço. Com o objetivo de aprimorar o processo de classificação automática das imagens TM/Landsat 5, e com base na literatura direcionada à análise de vegetação dos biomas Amazônia e Cerrado (FERREIRA *et al.*, 2003; INPE, 2006; MELO *et al.*, 2008), realizou-se a aplicação do Modelo Linear de Mistura Espectral (SHIMABUKURO e SMITH, 1991) considerando como componentes puros os *pixels* de solo vegetação e sombra.

Foram gerados modelos com as curvas espectrais dos alvos solo, sombra e vegetação em cada uma das cenas Landsat (órbita-ponto) do ano de 2007.

O Modelo Linear de Mistura Espectral decompõe a imagem original multiespectral nas componentes coletadas, resultando nas respectivas imagens-fração. Após a geração desses produtos, as imagens-fração solo e vegetação foram selecionadas para continuidade dos processamentos, com base em testes realizados especificamente para o bioma cerrado e áreas de transição com o bioma floresta. As imagens das frações solo e vegetação foram segmentadas e classificadas conforme metodologia a seguir.

#### **3.1.1.5. Segmentação das Imagens**

No processo de segmentação, a imagem é particionada em regiões, ou seja, em um conjunto uniforme de *pixels* contíguos, correspondentes às áreas de interesse da aplicação. O algoritmo de segmentação por crescimento de regiões utilizado (INPE, 2009) baseia-se em parâmetros de similaridade, sob o qual duas regiões são consideradas semelhantes e, portanto, agrupadas. Em complemento à similaridade, leva-se em consideração também o quantitativo de área mínima, definida como o número de *pixels* a qual a classe similarmente detectada pertencerá.

A segmentação foi realizada sobre as imagens solo e vegetação, com limiares de similaridade e área de 8 e 44 *pixels* (aproximadamente quatro hectares), respectivamente, selecionados após testes nas imagens com o objetivo de discriminar feições homogêneas com área mínima em conformidade com o escopo deste trabalho.

#### **3.1.1.6. Classificação das Imagens**

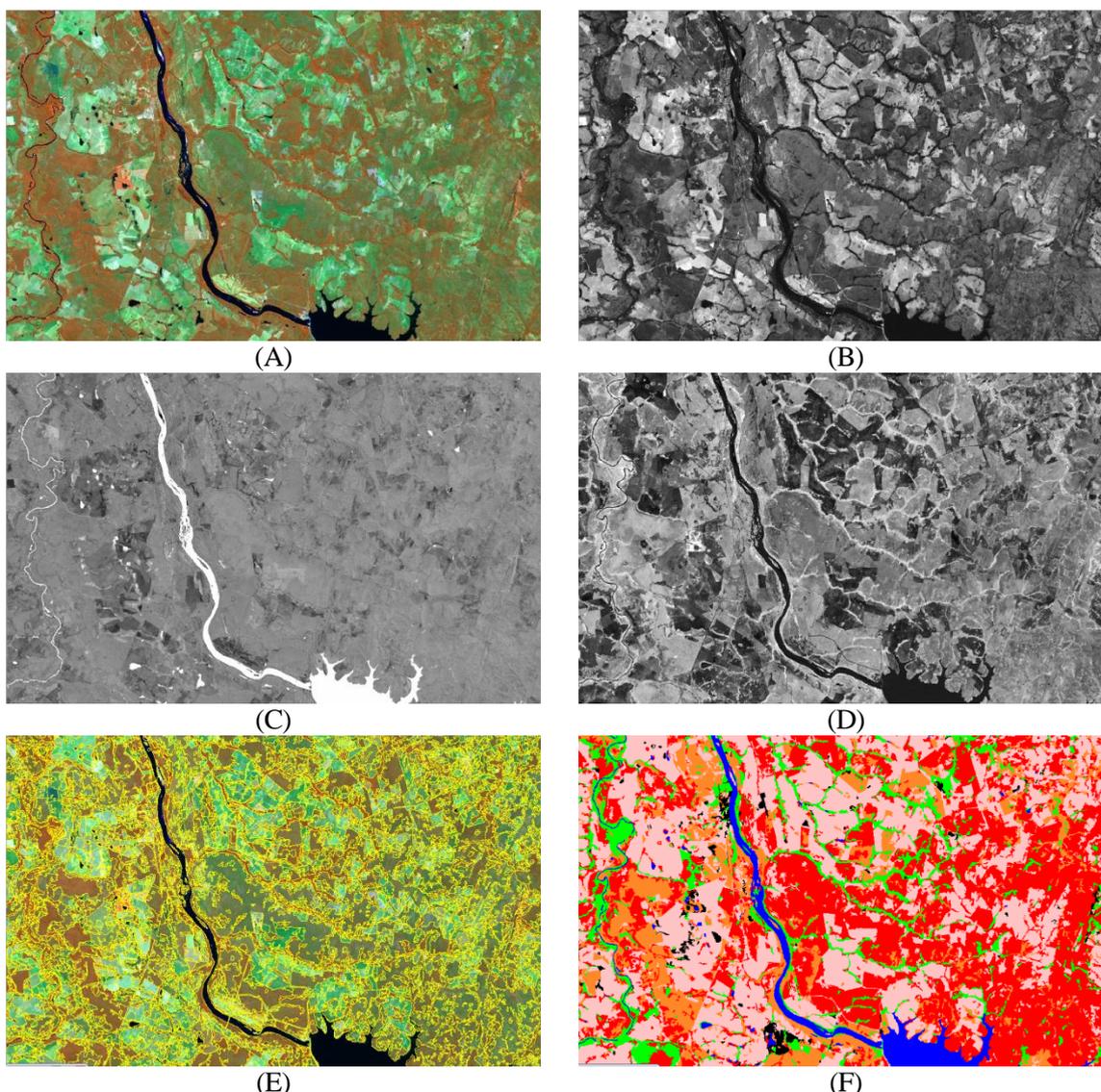
A classificação de imagens digitais é o processo em que os elementos são identificados e concentrados em grupos ou classes, com atributos semelhantes e com padrões espectrais similares. Neste caso, o



mapeamento preliminar foi realizado a partir da classificação não supervisionada pelos algoritmos ISOSEG (INPE, 2009) sobre as imagens solo e vegetação segmentadas. Utilizou-se um limiar de aceitação de 95%, que garantiu a melhor separabilidade de classes, de modo que os temas identificados pelo classificador fossem compatíveis com o número de classes definidos na legenda. A partir da classificação da imagem, realizou-se a associação das classes de mapeamento, na qual cada polígono agrupado a partir da imagem original foi rotulado com uma classe ligada ao tema de mapeamento.

Após a associação de classes, realizou-se a transformação dos dados matriciais (*raster*) para vetor, com o objetivo de torná-los compatíveis à plataforma de trabalho no processo de edição e interpretação visual das imagens. Realizou-se também um processo de suavização dos vetores, o que minimizou o número de vértices e tornou o processo de edição dos dados vetoriais de forma mais ágil. Na sequência, o pré-mapeamento realizado por cena foi unificado em uma base cartográfica de acordo com as três faixas de trabalho, e na sequência, recortadas para o processo técnico de interpretação de imagens e edição manual do mapa derivado do processo de classificação.

As imagens resultantes da aplicação do Modelo Linear de Mistura Espectral (MLME) foram segmentadas e classificadas, como exemplificadas na Figura 29, e os produtos inseridos no banco de dados do projeto. A partir desse mapeamento preliminar e com a definição da legenda, foi realizado o mapeamento da cobertura e uso da terra de todo o Estado do Tocantins em quatro períodos distintos - 1990, 2000, 2005, 2007.



**Figura 30.** Aplicação do MLME: trecho da (A) imagem TM Landsat, 222/068 de 21/02/2008, composição 4R5G3B, (B) imagem-fração solo, (C) imagem-fração sombra, (D) imagem-fração vegetação, (E) detalhe da imagem segmentada, (F) imagem classificada

### 3.1.2. Definição das Classes para Mapeamento e Dinâmica

A definição das classes empregadas para o mapeamento da cobertura e uso da terra do Tocantins envolveu extensa pesquisa bibliográfica em conjunto a consultas com especialistas e representantes da SEPLAN, com o detalhamento da legenda sendo discutido no decorrer do Projeto.

Em conjunto com a definição das classes e campanha de campo, foi elaborada uma biblioteca de padrões espectrais, com amostras de imagens para as classes de interesse, embasada num conjunto de elementos como forma, cor e textura, visando orientar e uniformizar a equipe na etapa de mapeamento. Neste sentido, foram mapeadas 25 classes de cobertura e uso da terra cuja representação em cores foi fundamentada pelo *Manual Técnico de Uso da Terra* (IBGE, 2006).

A discussão das classes de mapeamento foi realizada em conjunto entre contratada e contratante, considerando as referências bibliográficas consultadas, os dados auxiliares do levantamento de campo, a biblioteca de padrões para o mapeamento da cobertura e uso da terra e definição da legenda final dos



produtos temáticos. Para melhor entendimento deste capítulo, os termos Uso e Cobertura da terra merecem um destaque quanto à sua semântica. BIE, LEEUWEN e ZUIDEMA, citados por IBGE (2006), definem *uso da terra* como “uma série de operações desenvolvidas pelos homens com a intenção de obter produtos e benefícios através dos recursos da Terra”, relacionado diretamente à função socioeconômica. *Cobertura da terra* é definida pelo mesmo autor como “todos os elementos da natureza, como vegetação natural e plantada, água, gelo, rocha, areia e superfícies similares além das construções artificiais criadas pelo homem que recobrem a superfície terrestre”.

Considerando as definições supracitadas que intitulam o trabalho, para a sua execução foram consideradas 25 classes, associadas em quatro grandes grupos, conforme IBGE (2006):

**(i) áreas de vegetação natural**, que abrangem as (a) Formações Florestais - Floresta Ombrófila Densa Submontana, Floresta Ombrófila Densa Aluvial, Floresta Ombrófila Aberta Submontana, Floresta Ombrófila Aberta Aluvial, Floresta Estacional Semidecidual Submontana, Floresta Estacional Semidecidual Aluvial e Floresta Estacional Decidual Submontana; e as (b) Formações Savânicas - Mata de Galeria/Mata Ciliar, Mata Seca, Cerradão, Cerrado Sentido Restrito, Parque de Cerrado, Palmeiral, Vereda, Campo e Campo Rupestre;

**(ii) áreas antrópicas**, com os diversos usos da terra: (a) agrícolas - Cultura Temporária, Cultura Permanente, Agropecuária e Reflorestamento; (b) não agrícolas - Área Urbanizada, Área de Mineração e Capoeira;

**(iii) corpos d'água continental**, que referem-se aos corpos d'água naturais e artificiais que não são de origem marinha tais como rios, canais, lagos e lagoas, represas, açudes;

**(iv) praia e duna**, onde as praias referem-se a depósitos de areia na beira de costas marítimas e fluviais e as dunas são corpos de areia acumuladas pelo vento que se elevam formando um cume único em relevo acidentado ou plano (IBGE, 2002).

A forma mais detectável de mudança de uso de terra na Amazônia é a conversão de florestas de dosséis fechados em áreas de pastagem e culturas de lavoura. Outras mudanças no uso de terra de interesse são os cortes seletivos de árvores para exploração madeireira e a conversão do cerrado em áreas de cultivo (ALVES *et al.* 2009).

Com a finalidade de obter uma maior representatividade do cruzamento dos dados de mapeamento, uma legenda exclusiva para a dinâmica foi adaptada com base na classificação existente, na qual algumas classes de uso e ocupação da terra foram agrupadas de acordo com as suas características análogas.

As informações permitiram descrever não só a situação atual, mas as mudanças recentes e o histórico de ocupação da área de estudo (SANTOS, 2004). Com base nesta afirmativa, as 25 classes foram agrupadas em grandes blocos, formando assim uma legenda específica para a dinâmica, o que facilita a visualização das reais modificações na cobertura da terra ao longo do tempo. O agrupamento dessas classes ocorreu com o intuito de ressaltar as grandes transformações de uso e ocupação da terra ocorrida com a identificação das interferências antrópicas ao longo do período estudado.

Em relação à dinâmica da cobertura e uso da terra, foram adotadas duas legendas distintas: a primeira utilizada nos *layouts* de representação da dinâmica, contendo nove classes de mudança e a segunda legenda ligada à análise da dinâmica, compreendendo 11 classes, com a manutenção de todas as

classes de uso da terra e o agrupamento de todas as classes de floresta para formação florestal e todas as classes de cerrado para formações savânicas.

### 3.1.2.1. Descrição das Classes

As principais fontes teóricas para o estabelecimento da legenda final foram o Manual Técnico da Vegetação Brasileira (IBGE, 1992), o Manual Técnico de Uso da Terra (IBGE, 2006) e a Classificação das Fitofisionomias do Bioma Cerrado (RIBEIRO e WALTER, 1998). Tais documentos permitiram a definição e a descrição das 25 classes finais de mapeamento da cobertura e uso da terra do Estado do Tocantins, conforme Quadro 1.

**Quadro 1.** Classes de cobertura e uso na escala 1:100.000

Agrupamento		Classes de Cobertura e Uso - 1:100.000	
Áreas de Vegetação Natural	Formações Florestais	Floresta Ombrófila	Floresta Ombrófila Aberta Aluvial (Aa) Floresta Ombrófila Aberta Submontana (As) Floresta Ombrófila Densa Aluvial (Da) Floresta Ombrófila Densa Submontana (Ds)
		Floresta Estacional	Floresta Estacional Decidual Submontana (Cs) Floresta Estacional Semidecidual Aluvial (Fa2) Floresta Estacional Semidecidual Submontana (Fs)
	Formações Savânicas	Formações Florestais de Cerrado	Mata de Galeria/Mata Ciliar (Mg) Mata Seca (Ms) Cerradão (Ce)
		Cerrado Sentido Restrito	Cerrado Sentido Restrito (Csr) Parque de Cerrado (Pc) Palmeiral (Pa) Vereda (Ve)
		Formações Campestres	Campo (Cam) Campo Rupestre (Cr)
	Praia e Duna		Praia e Duna (Pr)
Áreas Antrópicas	Uso da Terra	Áreas Antrópicas não Agrícolas	Área Urbanizada (Au) Área de Mineração (Am) Capoeira (Ca)
		Áreas Antrópicas Agrícolas	Cultura Permanente (Cp) Cultura Temporária (Ct) Agropecuária (Ag) Reflorestamento (Re)
Corpos D'água Continental		Corpos D'Água Continental	

A descrição das classes referentes às formações florestais e savânicas é direcionada, principalmente, para as características estruturais relevantes das fitofisionomias na discriminação realizada a partir de técnicas de sensoriamento remoto, ou seja, particularidades que interferem no processo de interpretação das imagens TM/Landsat. Detalhes quanto às características florísticas de cada classe, bem como exemplos de diagramas de perfil, podem ser encontrados nas referências citadas. Na denominação das classes das formações savânicas são inseridas também as designações análogas conforme nomenclatura do IBGE (1992).



## **(i) Áreas de Vegetação Natural**

A vegetação natural compreende um conjunto de estruturas florestais e campestres, abrangendo desde florestas e campos naturais ou alterados até formações florestais espontâneas secundárias, arbustivas, herbáceas e/ou gramíneo-lenhosas, em diversos estágios sucessionais de desenvolvimento, distribuídos por diferentes ambientes e situações geográficas (IBGE, 2006).

### **(i.a) Formações Florestais**

As Formações Florestais em seu sentido amplo incluem as formações arbóreas de Floresta Densa (estrutura florestal com cobertura superior contínua), de Floresta Aberta (de estrutura florestal com diferentes graus de descontinuidade da cobertura superior, conforme seu tipo, com cipó, bambu, palmeira ou sororoca) e de Floresta Estacional (estrutura florestal com perda das folhas dos estratos superiores durante a estação desfavorável, seca e/ou frio, que inclui a Floresta Estacional Semidecidual e a Floresta Estacional Decidual). Essas formações ainda se dividem em função de faixas altimétricas, que refletem em fisionomias diferentes, sendo, no caso do Tocantins, a Aluvial, que não varia topograficamente e ocupa ambientes repetitivos nos terraços aluviais dos flúvios, e a Submontana, situada nas encostas dos planaltos e/ou serras e corresponde à altitude de 100 a 600 metros quando situada entre 4°N e 16°S de latitude.

- **Floresta Ombrófila Densa Submontana (Ds)**

Suas principais características são os fanerófitos<sup>[1]</sup> com altura aproximadamente uniforme, alguns ultrapassando os 50 metros na Amazônia e raramente os 30 metros em outras regiões do País.

- **Floresta Ombrófila Densa Aluvial (Da)**

Formação ribeirinha ou floresta ciliar que ocorre ao longo dos cursos de água ocupando os terrenos antigos das planícies quaternárias, apresentando com frequência um dossel emergente uniforme e com bastantes palmeiras no estrato dominado e na submata.

- **Floresta Ombrófila Aberta Submontana (As)**

Floresta com descontinuidade da cobertura superior, apresentando quatro faciações em função da dominância de cipó, bambu, palmeira ou sororoca; no caso do Estado do Tocantins, destaque da palmeira babaçu (*Attalea speciosa*).

- **Floresta Ombrófila Aberta Aluvial (Aa)**

Floresta com distribuição ao longo dos cursos d'água e ilhas das planícies periodicamente inundadas, independentemente da altitude, com elementos arbóreo-arbustivos semelhantes aos da formação densa aluvial, apenas mais rareados e com abundância de palmeiras e/ou cipós.

- **Floresta Estacional Semidecidual Submontana (Fs) e Floresta Estacional Semidecidual Aluvial (Fa2)**

Na Floresta Estacional Semidecidual, a porcentagem das árvores caducifólias, considerando o conjunto florestal, é de 20 a 50%. O critério para diferenciação entre a Submontana e a Aluvial é a faixa altimétrica,

---

<sup>[1]</sup> Planta lenhosa que apresenta gemas e brotos de crescimento protegidos por catáfilos situados acima de 0,25m do solo. De acordo com suas alturas médias são classificados em macrofanerófitos (30 a 50 metros); mesofanerófitos (20 a 30 metros); microfanerófitos (5 a 20 metros) e nanofanerófitos (0,25 a 5 metros).

com a primeira ocorrendo, no caso do Estado do Tocantins, de 100 a 600 metros, e a segunda, nos terraços mais antigos das calhas de rios.

- **Floresta Estacional Decidual Submontana (Cs)**

A Floresta Estacional Decidual possui o estrato dominante predominantemente caducifólio, com mais de 50% dos indivíduos despidos de folhagem no período desfavorável. No Estado do Tocantins, a formação Submontana ocorre em áreas até 600 metros de altitude.

**(i.b) Formações Savânicas**

Grupo de vegetação que abrange os tipos principais de vegetação do bioma Cerrado, incluindo as formações florestais do cerrado (Mata Ciliar, Mata de Galeria, Mata Seca e Cerradão), as savânicas (Cerrado sentido restrito, Parque de Cerrado, Palmeiral e Vereda) e as campestres (Campo e Campo Rupestre).

- **Mata de Galeria/Mata Ciliar (Mg)**

A Mata de Galeria e a Mata Ciliar são tipos de vegetação florestal associados a cursos de água, que podem ocorrer em terrenos bem ou mal drenados, diferenciando-se, principalmente, pelos diferentes graus de queda das folhas na estação seca na Mata Ciliar enquanto que na de Galeria as plantas nunca perdem inteiramente as folhas.

No caso da Mata de Galeria, acompanha os rios de pequeno porte e córregos dos planaltos do Brasil Central, formando corredores fechados (galerias) sobre o curso de água. Esse tipo de formação florestal mantém permanentemente as folhas (perenifólia), não apresentando queda significativa das mesmas durante a estação seca. A altura média do estrato arbóreo varia entre 20 e 30 metros, apresentando uma superposição das copas, que fornecem cobertura arbórea de 70 a 95%.

A Mata Ciliar acompanha os rios de médio e grande porte da região do Cerrado, em que a vegetação arbórea não forma galerias, e dificilmente ultrapassando 100 metros de largura em cada margem. As árvores, predominantemente eretas, variam em altura de 20 a 25 metros, com alguns poucos indivíduos emergentes alcançando 30 metros ou mais. Ao longo do ano, as árvores fornecem uma cobertura arbórea variável de 50 a 90%. Na estação chuvosa a cobertura chega a 90%, dificilmente ultrapassando este valor, ao passo que na estação seca pode até mesmo ser inferior a 50% em alguns trechos.

- **Mata Seca (Ms)**

Formações florestais do bioma Cerrado que não possuem associação com cursos de água, caracterizadas por diversos níveis de queda das folhas durante a estação seca. A altura média da camada de árvores (estrato arbóreo) varia entre 15 e 25 metros, sendo a grande maioria das árvores ereta, com alguns indivíduos emergentes. Na época chuvosa as copas se tocam, fornecendo uma cobertura arbórea de 70 a 95%. Na época seca a cobertura pode ser inferior a 50%.

- **Cerradão (Ce)**

Apresenta dossel contínuo e cobertura arbórea que pode oscilar de 50 a 90%, sendo maior na estação chuvosa e menor na seca. A altura média da camada de árvores varia de 8 a 15 metros, proporcionando condições de luminosidade que favorecem a formação de camadas arbustivas e herbáceas diferenciadas. Do ponto de vista fisionômico é uma floresta, mas floristicamente se assemelha mais ao Cerrado sentido



restrito. Ainda que possa manter um volume constante de folhas nas árvores, o padrão geral é de perda parcial desse volume em determinados períodos.

- **Cerrado Sentido Restrito (Csr)**

O Cerrado Sentido Restrito caracteriza-se pela presença das camadas de árvore e de arbustos e ervas ambas definidas, com as árvores, baixas, inclinadas e tortuosas, distribuídas aleatoriamente sobre o terreno em diferentes densidades, sem que se forme uma cobertura contínua. De acordo com a densidade de árvores e arbustos, ou com o ambiente em que se encontra, o Cerrado sentido restrito apresenta quatro subtipos: Cerrado Denso, Cerrado Típico, Cerrado Ralo e Cerrado Rupestre. O Cerrado Denso é definido por Ribeiro e Walter (1998) como “um subtipo de vegetação predominantemente arbóreo, com cobertura de 50% a 70% e altura média de cinco a oito metros. Representa a forma mais densa e alta de Cerrado sentido restrito”. O Cerrado típico por sua vez, é um tipo de vegetação predominantemente arbóreo-arbustivo, com cobertura de 20% a 50% do solo com altura média de três a seis metros. O Cerrado ralo representa a forma mais baixa e de menor cobertura do solo (5 a 20%) dentre os quatro subtipos de Cerrado sentido restrito e altura média entre dois e três metros. Este subtipo de vegetação é muito similar em sua estrutura ao Cerrado Ralo e até ao Típico. O seu substrato comporta uma vegetação sobre solo raso e afloramentos de rocha.

- **Parque de Cerrado (Pc)**

Trata-se de um subgrupo formado por um estrato graminóide integrado por espécies florísticas de ordem natural ou antropizada. Sua flora ocorre nos chamados “murunduns” e apresentam maior tolerância à saturação hídrica do perfil do solo. No Estado do Tocantins, o Parque de Cerrado antropizado é encontrado na depressão do Araguaia e Ilha do Bananal. São muito similares às áreas de campo úmido.

- **Palmeiral (Pa)**

A classe Palmeiral, segundo RIBEIRO e WALTER (1998), pode ocorrer tanto em áreas bem drenadas quanto em áreas mal drenadas, com a presença dominante de determinada espécie de palmeira arbórea, possuindo quatro subtipos principais, que variam em estrutura de acordo com a espécie dominante: Babaçual, Buritizal, Guerobal e Macaubal.

Para esta classe em particular, foi necessário compreender a sua situação de ocorrência em todo o Estado do Tocantins, em especial nas regiões norte e extremo norte do estado, cujo mapeamento e dinâmica comportaram-se de maneira particularmente interessante e própria da região. A classe Palmeiral é integrante por definição do domínio das Formações Savânicas, conforme classificação de RIBEIRO e WALTER (1998). Contudo, especificamente na porção norte do Estado do Tocantins, essa fisionomia ocorre no mesmo espaço das áreas de Capoeira de domínio das formações florestais, sempre em sucessão à vegetação primária em estágios mais evoluídos de Capoeira e capoeirão. Para esta situação, o IBGE (2007d) explica oportunamente que “a vegetação secundária de Palmeiral se refere às antigas áreas de natureza florestal, cultivadas e depois abandonadas, se encontrando em diversos estágios de sucessão”. “Grandes áreas de vegetação secundária com palmeiras ocupam partes, especialmente da região norte e extremo norte do Estado do Tocantins, em áreas da antiga Floresta Ombrófila ou do contato da Savana com Floresta Ombrófila e Floresta Estacional” (IBGE, 2007d).

O IBGE (2007d) ainda faz menção de que parte do babaçual, mapeado como Palmeiral no presente contexto, é o “resultado da devastação florestal e das práticas de manejo agrícola empregadas.” A

palmeira babaçu (*Attalea speciosa*) espalhou-se no norte do Estado em grandes povoamentos devido ao emprego do fogo e quebra da dormência de sementes, criando assim os pindobais, que se tornam em médio e longo prazo em cocais, não permitindo a formação de uma submata, resumindo-se a algumas espécies arbóreas comumente encontradas em áreas de cerrado e floresta, principalmente em regiões de tensão ecológica entre os dois biomas.

- **Vereda (Ve)**

Tipo de vegetação com a palmeira arbórea *Mauritia flexuosa* (buriti) emergente, em meio a agrupamentos mais ou menos densos de espécies arbustivo-herbáceas. São circundadas por campos típicos, geralmente úmidos. Os buritis adultos possuem altura média de 12 a 15 metros, não formando dossel, com a cobertura variando de 5% a 10%, referindo-se a um trecho da Vereda com as três zonas ligadas à topografia e à drenagem do solo, possuindo flora diferenciada. Se consideradas somente a 'borda' (local de solo mais seco, em trecho campestre onde podem ocorrer arvoretas isoladas) e o 'meio' (solo medianamente úmido, tipicamente campestre), a cobertura arbórea pode ser próxima de 0%. Se considerado o 'fundo' (solo saturado com água, brejoso, onde ocorrem os buritis, muitos arbustos e arvoretas adensadas), a cobertura sobe para porcentagens acima de 50% em alguns trechos, com uma vegetação densa de arbustos e arvoretas, efetivamente impenetrável em muitos locais. As duas primeiras zonas correspondem à faixa tipicamente campestre e o 'fundo' corresponde ao bosque sempre-verde, caracterizado assim pela literatura.

- **Campo (Cam)**

Formação campestre do cerrado que engloba os campos sujos e campos limpos. No primeiro, a vegetação é predominantemente herbácea, com raros arbustos e ausência completa de árvores, enquanto o segundo caracteriza-se pela presença evidente de arbustos e subarbustos, menos desenvolvidos que as árvores do Cerradão, entremeados no estrato arbustivo-herbáceo.

- **Campo Rupestre (Cr)**

Possui trechos com estrutura similar ao campo sujo ou ao campo limpo, com vegetação predominantemente herbáceo-arbustiva e presença eventual de arvoretas pouco desenvolvidas de até dois metros de altura, diferenciando-se pelo substrato, composto por afloramentos de rocha, e pela composição florística.

## **(ii) Áreas Antrópicas**

A esta nomenclatura estão associados todos os tipos de uso da terra de natureza antrópica. Num sentido amplo, englobam todos os tipos de alteração da cobertura natural da terra as quais foram hierarquizadas em dois tipos principais: atividades antrópicas agrícolas e atividades antrópicas não agrícolas, conforme IBGE (2006).

### **(ii.a) Atividades antrópicas agrícolas**

Segundo o IBGE (2006) a terra agrícola pode ser definida como um espaço geográfico destinado à produção de alimentos, fibras e outras *commodities* do agronegócio. Inclui todas as terras cultivadas, caracterizadas pelo delineamento de áreas cultivadas ou em descanso (pousio), podendo também compreender áreas alagadas. Podem se constituir em zonas agrícolas heterogêneas ou representar extensas áreas de "*plantations*". Encontram-se inseridas nesta categoria as lavouras temporárias, lavouras permanentes, pastagens plantadas e silvicultura.



- **Cultura Temporária (Ct)**

Nesta classe, foram inclusos todo e qualquer sistema de cultivo de curta ou média duração que após a produção deixa o terreno disponível para novo plantio. Dentre as culturas destacam-se as culturas de lavoura, hortaliças, frutíferas, aromáticas e condimentares de pequeno porte, que muitas vezes são cultivadas em estruturas como estufas, ripados e telados. As lavouras semipermanentes como a cana-de-açúcar, abacaxi e a mandioca, bem como as culturas de algumas forrageiras destinadas ao corte, também estão presentes nessa categoria (IBGE, 2006).

- **Cultura Permanente (Cp)**

Nesta classe estão mapeadas as culturas de ciclo longo que permitem colheitas sucessivas, sem necessidade de novo plantio a cada ano. Nessa categoria, estão as espécies frutíferas como laranjeiras, cajueiros, coqueiros, macieiras e bananeiras, e as de espécies como cafeeiros, seringueiras e cacauzeiros, em sistemas que combinam ou não culturas agrícolas com florestas.

- **Agropecuária (Ag)**

Esta classe inclui a atividade de pecuária bovina intensiva e extensiva com a finalidade de produção de carne ou leite e culturas alimentares de subsistência como também pequenas áreas com vegetação secundária (com ou sem Palmeiral). A nomenclatura utilizada para esta classe segue as recomendações do IBGE (1992; 2006, 2007d) e advém da dificuldade em separar áreas de pastagem de baixo manejo de áreas com vegetação secundária em início de sucessão natural. As áreas de pastagens, formadas em terras com cobertura vegetal original de floresta e cerrado após longo período sem pastejo ou devido à exaustão da fertilidade natural das terras, apresentam inicialmente um processo pioneiro de colonização do solo por plantas biologicamente primitivas. Segundo o IBGE (1992) o processo de sucessão natural passa por cinco fases. A primeira fase ocorre com o restabelecimento de gramíneas, pteridófitas e leguminosas de crescimento rápido. Na segunda fase de sucessão, que por vezes independe da primeira, é caracterizado pela presença de capoeirinha, com o aparecimento de espécies lenhosas ainda pouco expressivas. No mapeamento desta classe exigiu-se a adoção de padrões espectrais mais rígidos no mapeamento, para evitar erros de inclusão e omissão inoportunos com a classe capoeira e cerrado sentido restrito alterado, principalmente nas áreas de tensão ecológica em que a similaridade espectral desses alvos torna-se evidente.

- **Reflorestamento (Re)**

Esta classe inclui o plantio ou formação de maciços com espécies florestais nativas ou exóticas. Abrange todas as áreas povoadas com essências florestais independente do ambiente, e os plantios podem ser heterogêneos, homogêneos e consorciados.

**(ii.b) Atividades antrópicas não agrícolas**

Conforme o IBGE (2006), a esta nomenclatura está associado a todas as formas de uso da terra de natureza não agrícola, tais como: áreas urbanizadas, industriais, comerciais, redes de comunicação e áreas de extração mineral, oportunamente descrita segundo a legenda de mapeamento utilizada.

- **Área Urbanizada (Au)**

Áreas de uso intensivo, estruturadas por edificações e sistema viário, incluídas as metrópoles, cidades, vilas, áreas de rodovias, serviços e transporte, energia, comunicações e terrenos associados, áreas

ocupadas por indústrias, complexos industriais e comerciais e instituições. Estas podem, em alguns casos, encontrar-se isolados das áreas urbanas.

- **Área de Mineração (Am)**

Áreas de extração de substâncias minerais, como lavras, minas e lavra garimpeira ou garimpo, cuja identificação foi realizada a partir de dados secundários e o auxílio de dados de apoio com alta resolução espacial.

- **Capoeira (Ca)**

Vegetação secundária que nasce após a derrubada de florestas primárias. Termo brasileiro que designa qualquer tipo de vegetação que nasce após a derrubada de florestas.

**(iii) Corpos D'Água Continental**

Corpos d'água naturais e artificiais que não são de origem marinha, tais como rios, canais, lagos e lagoas de água doce, represas, açudes, etc.

**(iv) Praia e Duna (Pr)**

Praias são áreas campestres com pouca ou nenhuma vegetação, associados às margens de rios, ilhas fluviais e, também, regiões predominantemente de formação arenosa, no caso do Tocantins encontrado às margens dos rios Araguaia e Tocantins. Duna é um "Corpo de areia acumulada pelo vento, que se eleva formando um cume único. Pode ocorrer isoladamente ou em associação, e ser formada independentemente da presença de qualquer acidente topográfico, sendo que, de fato alcança seu mais perfeito desenvolvimento quando o terreno é plano e monótono" (IBGE, 2006). Em relação à classe duna, destacam-se as áreas no interior do Parque Estadual do Jalapão.

### **3.1.3. Mapeamento da Cobertura e Uso da Terra**

Os dados resultantes da fase de classificação de imagens foram exportados para o banco de dados do projeto e editados em plataforma ArcGIS / Esri (versão 9.2), a partir de técnicas de interpretação visual e informações oriundas de levantamento de campo.

Essa atividade foi realizada considerando o número de classes de mapeamento e, ainda, parâmetros pré-acordados pela SEPLAN, no que se refere à escala de trabalho e área mínima mapeada.

Para a delimitação das grandes classes de cobertura vegetal foi utilizado o mapa de vegetação do IBGE (2007) e o mapeamento resultante do Projeto de Gestão Ambiental Integrada da Região do Bico do Papagaio (ITO *et al*, 2005 a, b, c, d, e).

Iniciou-se o mapeamento pelas imagens do ano de 2007, haja vista que as observações de campo poderiam ser utilizadas mais fielmente devido à proximidade da data de sua realização em comparação com os demais anos de mapeamento (1990, 2000 e 2005).

#### **3.1.3.1. Interpretação Visual de Imagens Orbitais**

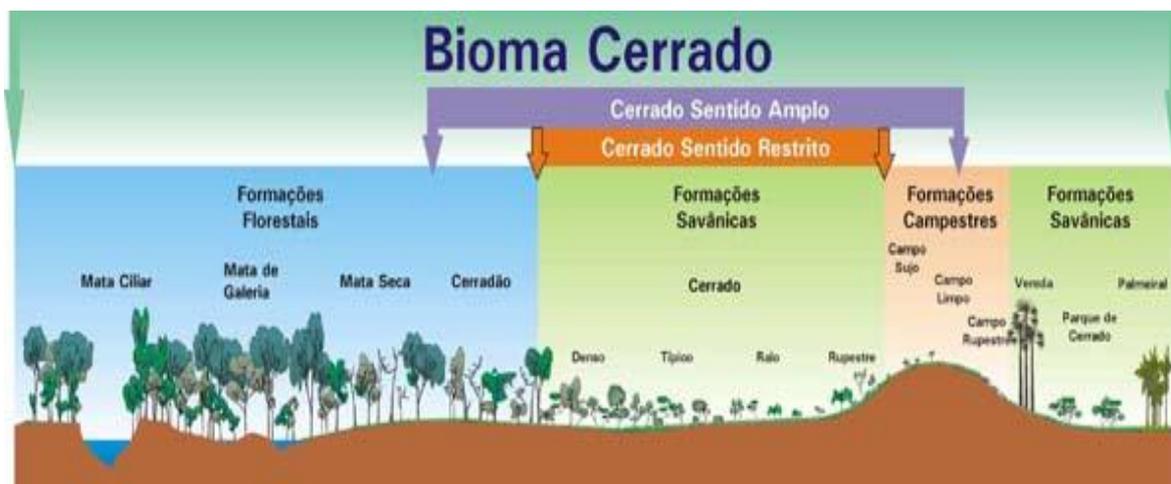
A interpretação de imagens digitais de sensores remotos no mapeamento da cobertura e uso da terra visa a identificação de padrões de imagem que guardem certa homogeneidade e que possam ser representados na escala pretendida pelo mapeamento, segundo classes previamente definidas (IBGE, 2006).

A interpretação visual das imagens foi realizada sobre o mapeamento preliminar oriundo do processamento digital e foi dividida em duas fases: a primeira antes do trabalho de campo e outra após essa atividade. Foi considerada no processo de mapeamento a biblioteca de padrões de classes de interesse como também dados de apoio coletados e obtidos de terceiros como critérios para tomada de decisões em prol de determinada classe de mapeamento. A discriminação das diferentes classes de florestas e cerrado sentido amplo foi realizadas a partir de trabalhos desenvolvidos pela SEPLAN (ITO *et al*, 2005 a, b, c, d, e) e IBGE (2007d).

Na fase inicial de interpretação foram identificadas as principais formações vegetais e formas de uso da terra com a delimitação manual de áreas referentes às diferentes classes, com o objetivo de minimizar os erros de inclusão e omissão no processo da classificação automática. Para a determinação e definição de classes semelhantes na imagem de satélite utilizou-se um processo denominado de associação de evidências, no qual o intérprete associa o comportamento espectral dos alvos com a combinação de outros fatores externos como a presença de estradas, carregadores e dados de apoio como também a análise multitemporal dos alvos a partir do conjunto de imagens utilizadas (MOREIRA, 2005).

Na segunda fase da interpretação, posterior ao levantamento de campo, a edição foi, principalmente, em relação às alterações das classes dos polígonos após sua retificação, resultando na finalização do mapeamento e geração dos mapas de cobertura e uso da terra nas escalas determinadas em contrato. Foram consideradas nesta fase observações do cliente com base no conhecimento que o mesmo possui do território tocantinense.

Para o melhor entendimento da ecologia a qual o cerrado está incluso, utilizaram-se os conceitos de RIBEIRO e WALTER (2009). Com base nestes autores, o bioma Cerrado pode ser subdividido em Cerrado sentido amplo e Cerradão. Ressalta-se no contexto a dificuldade em separar as classes Mata Ciliar/Mata de Galeria da classe Mata Seca, Cerradão de Cerrado Denso e os diferentes tipos de Campo (sujo e rupestre).conforme ilustra a Figura 31.



**Figura 31..** Ecologia da paisagem do bioma cerrado e subdivisões em nível de Campo  
Fonte: RIBEIRO e WALTER in EMBRAPA (2009).

### **3.1.3.2. Levantamento de Campo**

A campanha de campo teve como objetivo checar pontos selecionados na primeira fase do processo de mapeamento por parte dos intérpretes, para minimizar a subjetividade no mapeamento e consolidar a biblioteca de padrões espectrais das classes mapeadas<sup>2</sup>.

A equipe de campo contou com a presença de dois técnicos da Consultora e um técnico do Instituto Natureza do Tocantins (Naturatins), com amplo conhecimento do Estado do Tocantins, cuja presença foi importante na identificação das fitofisionomias vegetais encontradas ao longo do território tocantinense. O levantamento envolveu a coleta de dados em dois níveis: terrestre e aéreo, com a utilização de fichas cadastrais para caracterização da área visitada, o que permitiu o georreferenciamento do ponto visitado e a associação da sua respectiva foto, de forma que as informações representem fielmente os alvos em campo.

Na etapa terrestre, foi utilizado um veículo *pick-up* com tração 4 x 4 e na etapa aérea utilizou-se um avião modelo CESSNA com capacidade para três pessoas. Em ambas as campanhas, foram utilizadas duas máquinas digitais com alta resolução, um GPS de navegação modelo GARMIN, um GPS modelo Trimble-JUNO que permitiu associar informações vetoriais e a imagem de satélite como orientação ao percurso do veículo e avião.

#### **3.1.3.2.1. Planejamento da Campanha de Campo**

A seleção de pontos para visita em campo foi planejada com base no mapeamento preliminar. Foram visitadas “*in loco*” as áreas identificadas no mapeamento como “área de dúvida - trabalho de campo”, obtido após a etapa de edição da classificação e interpretação visual das imagens de satélite.

A etapa de campo objetivou minimizar a subjetividade do mapeamento realizado a partir de imagens de satélite e identificar os tipos de uso e cobertura da terra contida nos padrões espectrais das imagens utilizadas.

A metodologia da campanha de campo seguiu conceitos e técnicas padronizadas, conforme IBGE (2006). As atividades foram desenvolvidas em três etapas distintas de acordo com a divisão do Estado em três faixas (sul, centro e norte), com a realização de campanha terrestre em todas as faixas e sobrevôo nas faixas sul e centro do Tocantins.

Para a realização das etapas terrestres, foram selecionados todos os polígonos não identificados durante o mapeamento, como também aqueles em que a similaridade espectral não permitia definir com clareza sua classe, mesmo com a utilização dos dados de apoio fornecidos pela SEPLAN e consultores. Definidos os pontos para visita em cada uma das faixas de mapeamento, foram traçadas rotas que seguiram dois critérios: a) critério operacional; b) critério espacial.

O critério operacional levou em conta aspectos técnicos, como a autonomia do veículo, disponibilidade de cidades, agências bancárias, locais para abastecimento, como também o conforto operacional da equipe que realizou o trabalho, que esteve ligado à existência de locais para hospedagem e refeição.

O critério espacial levou em conta aspectos inerente à resposta espectral dos alvos mapeados a partir das imagens Landsat/TM5. Neste sentido, a coleta de pontos planejada ocorreu de forma sistemática e, ao

---

<sup>[2]</sup> Para informações sobre as atividades de campo do Estudo da Dinâmica da Cobertura e Uso da Terra do Estado do Tocantins - 1990/2000/2005/2007, consultar os volumes *Fisionomias de Cobertura e Uso da Terra da Faixa Sul*, *Fisionomias de Cobertura e Uso da Terra da Faixa Centro*, e *Fisionomias de Cobertura e Uso da Terra da Faixa Norte*.



longo da campanha de campo, os pontos homólogos aos visitados foram descartados, para evitar informações ambíguas e, por vezes, não necessárias.

Na faixa sul do Estado do Tocantins foram selecionados para visita em campo, 301 polígonos não classificados, ou seja, o padrão espectral mapeado não seguiu a biblioteca espectral elaborada anteriormente ao mapeamento. Destas áreas, foram coletados 263 pontos e os demais anteriormente selecionados foram descartados por apresentarem o mesmo padrão espectral e conseqüentemente não foram mais considerados semelhantes a outros já conhecidos (Figura 32, item A).

Na faixa central do Estado do Tocantins foram detectadas 300 áreas consideradas duvidosas durante a interpretação. Na faixa norte do Estado do Tocantins foram detectadas 277 áreas sem definição de classes. Das áreas selecionadas, foram visitados 252 pontos na faixa central e 320 pontos na faixa norte. O adensamento de pontos na faixa norte do Estado foi necessário devido à impossibilidade da realização do sobrevôo devido às condições climáticas adversas.

A primeira etapa da campanha de campo foi desenvolvida na faixa sul do estado, tendo ocorrido entre junho e julho de 2008. A segunda etapa, desenvolvida na faixa central do estado, ocorreu entre setembro e outubro de 2008. A última etapa de campo, na faixa norte do estado, ocorreu em maio de 2009.

Para a realização do sobrevôo a definição da rota seguiu dois critérios: a) critério operacional; b) critério espacial.

O critério operacional levou em conta aspectos técnicos, como a autonomia da aeronave, disponibilidade de aeroportos ou pistas de pouso no trajeto, disponibilidade de locais para abastecimento, como também o conforto operacional da equipe que realizou o trabalho. O critério espacial levou em conta aspectos inerente à resposta espectral dos alvos mapeados a partir das imagens TM/Landsat5. A partir do mapeamento constatou-se que as classes de uso mostraram grande variabilidade espacial e espectral. Com base nessas evidências e experiências, dividiu-se o Estado do Tocantins em quatro faixas semelhantes, considerando aspectos geomorfológicos, florísticos e espectrais. Ressalta-se que as áreas com maior semelhança espectral estão espacialmente distribuídas no sentido norte-sul. Com essa divisão, elaborou-se o roteiro de sobrevôo de forma a percorrer as faixas perpendicularmente.

As três campanhas de campo resultaram em um arquivo espacial com as descrições do ponto visitado e uma foto do alvo. Estes dados embasaram a geração de uma biblioteca de padrões espectrais de cada uma das classes de mapeamento, o que permitiu à equipe de execução do trabalho minimizar a subjetividade da interpretação visual de imagens.

Em todo o território tocantinense, foram percorridos aproximadamente 23.000 km por via terrestre e realizado cerca de 3.200 km em sobrevôo de baixa altitude para reconhecimento. A Figura 32 ilustra os pontos coletados em campo (A - verde) e sua distribuição espacial ao longo do Estado do Tocantins. Na Figura 32 a linha vermelha (B) ilustra o trajeto aéreo na porção sul do Estado, e a linha em azul o trajeto percorrido na porção central do Estado.

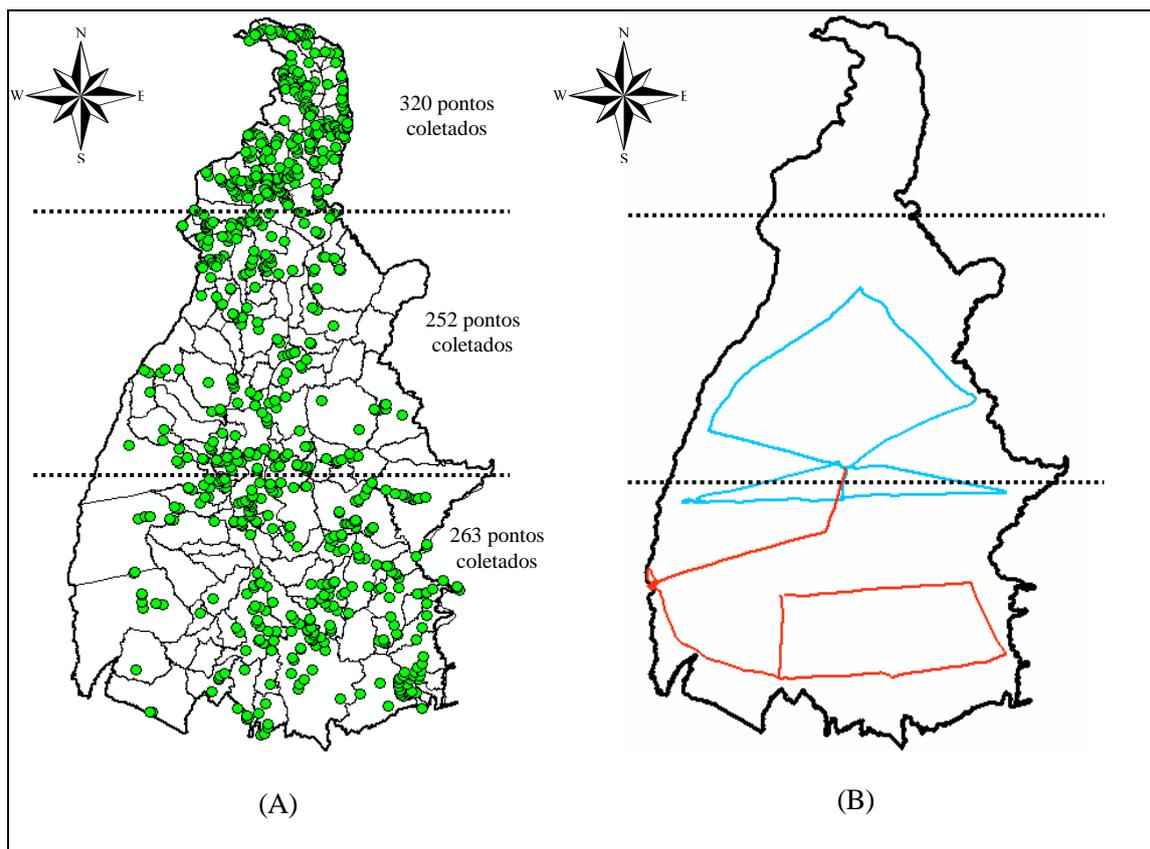


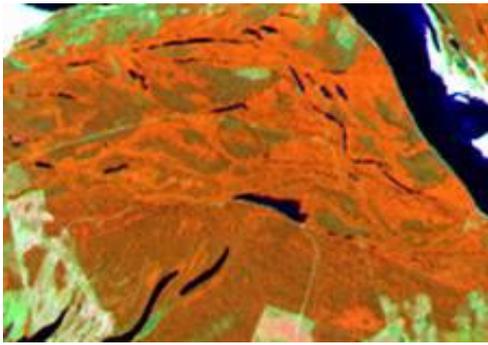
Figura 32. Pontos visitados em campo (A) e sobrevôo (B) de reconhecimento em duas etapas

### 3.1.3.3. Biblioteca de Padrões Espectrais

A partir da definição das classes de mapeamento, consolidada com as informações do trabalho de campo, foi gerada a biblioteca de padrões com amostras dos alvos de interesse nas imagens de satélite e respectiva realidade terrestre, fornecendo subsídios à fase de interpretação visual. Na sequência de ilustrações (Figura 33 à Figura 46, a gravura do lado esquerdo refere-se ao alvo mapeado em nível orbital, que é embasado na imagem TM/Landsat 5 na composição 4R-5G-3B e a gravura do lado direito refere-se a uma foto em nível terrestre do alvo existente na imagem de satélite. As treze classes selecionadas a seguir foram identificadas em campo, com o auxílio do mapeamento e dados de apoio conforme IBGE (2007d) com a colaboração direta do técnico do Naturatins com grande experiência em trabalhos dessa natureza.



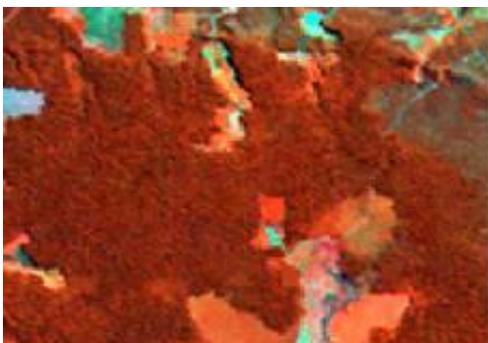
Figura 33. Floresta Ombrófila Densa Submontana em nível orbital e terrestre



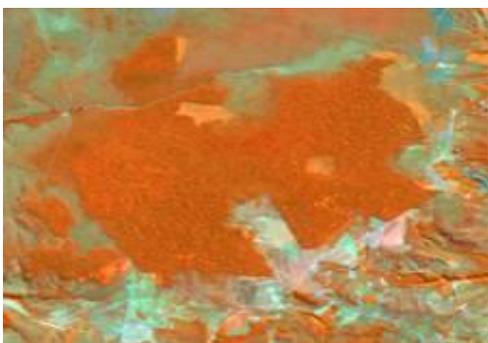
**Figura 34.** Floresta Ombrófila Densa Aluvial em nível orbital e terrestre



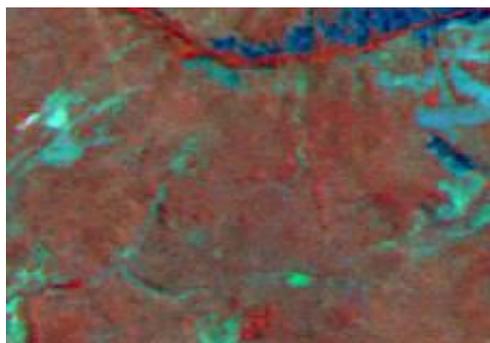
**Figura 35.** Floresta Ombrófila Aberta Submontana em nível orbital e terrestre



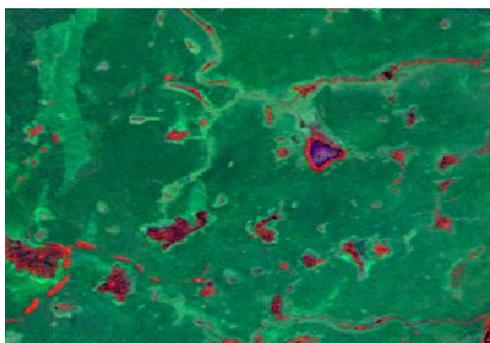
**Figura 36.** Floresta Estacional Semidecidual Submontana em nível orbital e terrestre



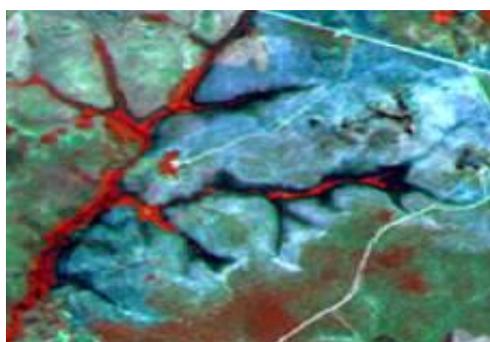
**Figura 37.** Cerradão em nível orbital e terrestre



**Figura 38.** Cerrado Sentido Restrito em nível orbital e terrestre



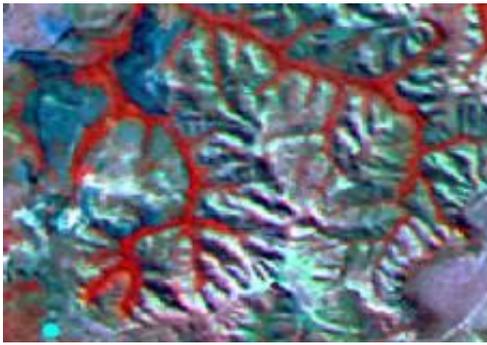
**Figura 39.** Parque de Cerrado em nível orbital e terrestre



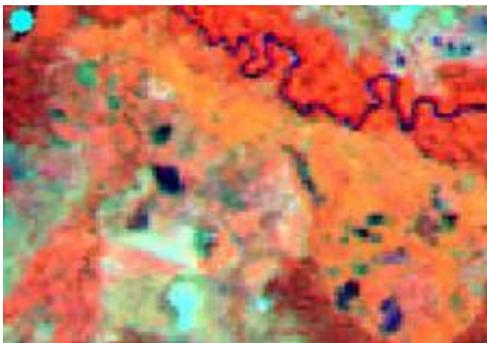
**Figura 40.** Vereda em nível orbital e terrestre



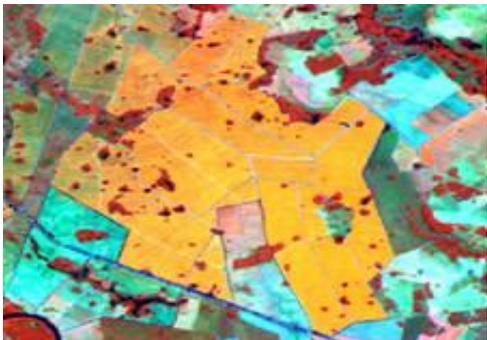
**Figura 41.** Campo em nível orbital e terrestre



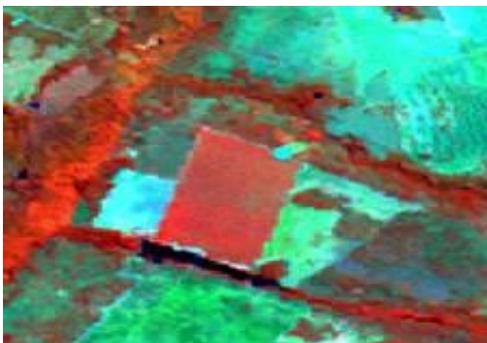
**Figura 42.** Campo Rupestre em nível orbital e terrestre



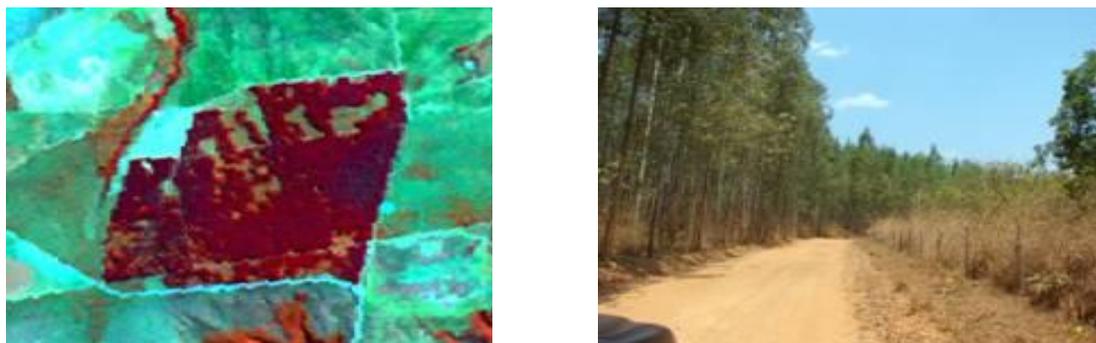
**Figura 43.** Capoeira em nível orbital e terrestre



**Figura 44.** Cultura Temporária em nível orbital e terrestre



**Figura 45.** Cultura Permanente (Coqueiral) em nível orbital e terrestre



**Figura 46.** Reflorestamento (Pinus) em nível orbital e terrestre

### **3.1.4. Critérios Empregados no Mapeamento**

Os critérios e procedimentos para a execução do mapeamento seguiram recomendações do IBGE (2006).

Inicialmente, foi definida a escala de trabalho, unidade mínima de área mapeada e a nomenclatura das classes. No presente trabalho, a fase de mapeamento foi realizada considerando uma escala de trabalho de 1:50.000 (50% de ampliação em relação à escala final, 1:100.000) e área mínima de quatro hectares, conforme a Norma Provisória para Atualização com Imagens de Satélite - NPAIS (DSG, 2002) com o mapeamento de 25 classes de cobertura e uso da terra conforme legenda descrita no item 3.1.2.1.

Para o entendimento da paisagem e determinação no mapeamento de um tipo de vegetação em qualquer escala de representação, faz-se necessário à utilização de inúmeros critérios que auxiliam nesta tomada de decisão.

Adicionalmente aos parâmetros cartográficos pré-estabelecidos, utilizou-se uma biblioteca de padrões espectrais para auxiliar a tomada de decisão durante o processo de interpretação visual de imagens, principalmente em relação às áreas com características ambíguas devido à similaridade, tanto espectral como estrutural entre as fitofisionomias mapeadas, como também em relação às classes de cobertura e uso da terra.

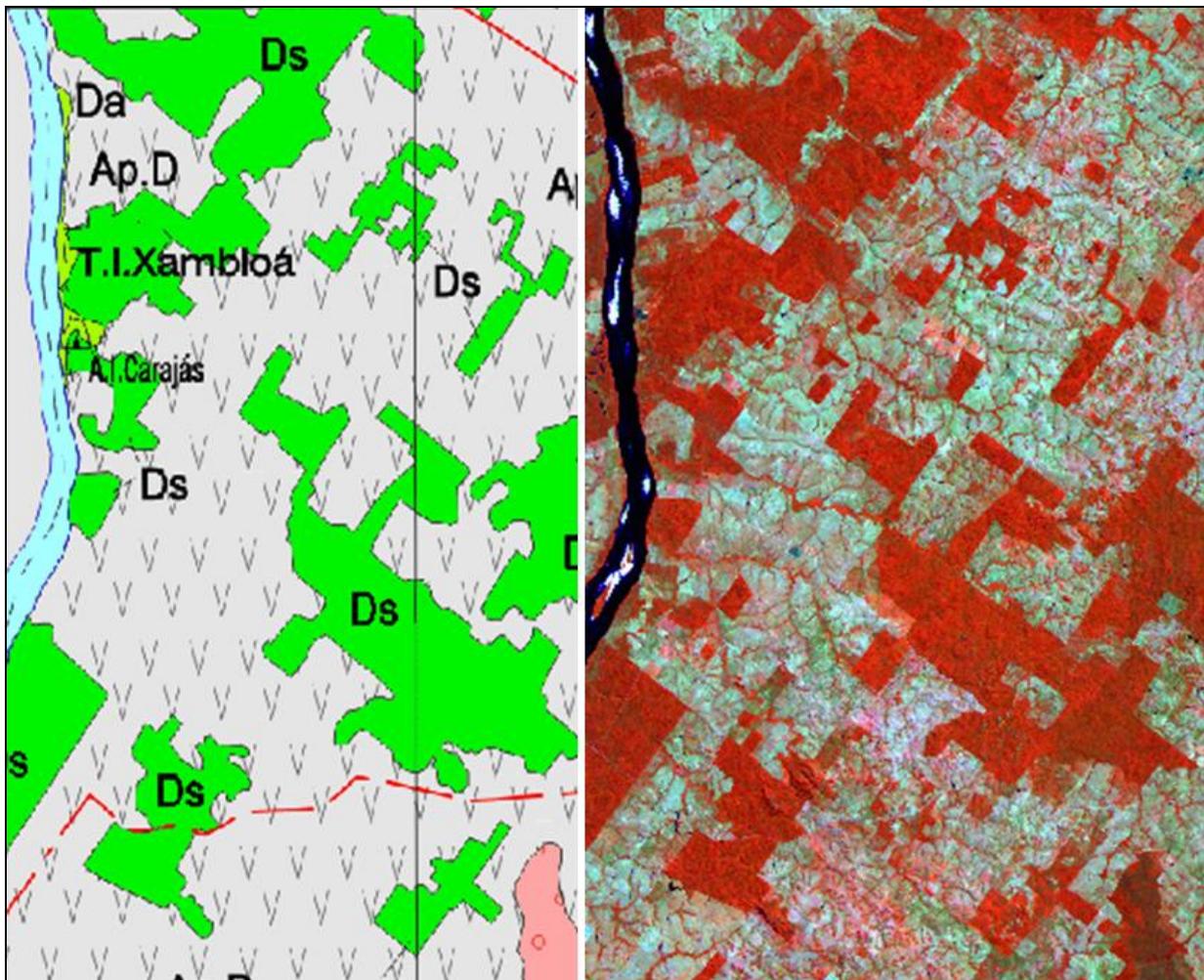
Em algumas regiões do Estado do Tocantins, principalmente na porção centro-sul, predominam áreas de cerrado alterado em processo de regeneração, com pastagens pouco manejadas no entorno, gerando um gradiente estrutural pouco definido. Esta situação reflete em dificuldades na discriminação das diferentes classes nas imagens de satélite utilizadas. Há também o problema da similaridade das áreas de cerrado ralo com as áreas de campo sujo, conforme observado nos estudos realizados por RIBEIRO e WALTER (2009). Estes autores provaram estatisticamente a similaridade entre algumas fisionomias do cerrado em campo, corroboradas por FERREIRA *et al.* (2007), que discutiram a similaridade espectral e dificuldade de discriminação dessas classes a partir de imagens orbitais. ARAÚJO FILHO *et al.* (2007) reforça ainda a similaridade espectral entre as classes de campo sujo e campo rupestre com as demais formações savânicas.

De forma análoga, discriminações entre as diversas classes de floresta, por exemplo, as subclasses das ombrófilas, são realizadas empregando o critério altimétrico (IBGE, 1992) ou, em alguns casos, apenas através de levantamentos florísticos, devido à similaridade estrutural de seus componentes. Assim, no caso de inconsistências de informações e ausência de referência de campo durante o processo de interpretação, utilizou-se o Mapa da Vegetação do Estado do Tocantins (IBGE, 2007d), escala 1:1.000.000, para nortear a delimitação dos grandes grupos fisionômicos- ecológicos de cobertura da

terra, considerando metodologia utilizada em trabalhos similares de mapeamento (LIMA *et al.*, 2007; INPE, 2006; ISA, 2006; CARVALHO, 2005).

As áreas mapeadas como Capoeira foram consideradas no contexto de mapeamento somente em regiões em que houve o domínio das formações florestais. Tal conceito fundamenta-se no IBGE (2004).

Ressalta-se que o mapeamento publicado pelo IBGE (2007d) utilizado como dado auxiliar na delimitação das regiões fitoecológicas, apesar de representado em uma escala cartográfica final de 1:1.000.000, apresenta seus polígonos compatíveis em uma escala de visualização igual à 1:100.000, conforme exemplo na Figura 47. Este fato é, sem dúvida, um forte indicador de que as grandes classes de mapeamento foram separadas com critérios cientificamente definidos, minimizando a subjetividade durante a separação das diferentes classes de cobertura vegetal. Adicionalmente, foi empregado o recurso de análises temporais das imagens e das áreas mapeadas para ratificação de suas classes, eliminando divergências de fisionomias entre as datas das imagens para uma mesma área.



**Figura 47.** Mapa de vegetação IBGE, 2007d (A) e imagem TM/Landsat-5 (B) utilizada no mapeamento

### 3.1.5. Elaboração dos Mapas de Cobertura e Uso da Terra

Os mapas finais de cobertura e uso da terra de 1990, 2000, 2005 e 2007 do Estado do Tocantins foram elaborados considerando os limites das cartas do IBGE nas escalas 1:100.000. Os mapas nas escalas 1:250.000 e 1:1.000.000 foram obtidos a partir do agrupamento das classes do mapa 1:100.000. No

Quadro 2 observa-se a legenda para as três escalas de representação dos mapas. O padrão de cores das classes foi definido para o *layout* na escala 1:100.000 com base na referência de IBGE (2006) e reuniões com a SEPLAN para adequação das melhores cores e siglas das classes. Para os layouts 1:250.000 e 1:1000.000 manteve-se a mesma matriz de cores para o grupo de classes.

**Quadro 2.** Legenda consolidada dos Mapas de Cobertura e Uso da terra 1:100.000

<b>LEGENDA 1:1.000.000</b>	<b>LEGENDA 1:250.000</b>	<b>LEGENDA 1:100.000</b>	
FORMAÇÕES FLORESTAIS	Floresta Ombrófila	Ds	Floresta Ombrófila Densa Submontana
		Da	Floresta Ombrófila Densa Aluvial
		As	Floresta Ombrófila Aberta Submontana
		Aa	Floresta Ombrófila Aberta Aluvial
	Floresta Estacional	Fs	Floresta Estacional Semidecidual Submontana
		Fa2	Floresta Estacional Semidecidual Aluvial
		Cs	Floresta Estacional Decidual Submontana
FORMAÇÕES SAVÂNICAS	Formações Florestais de Cerrado	Mg	Mata de Galeria/Mata Ciliar
		Ms	Mata Seca
		Ce	Cerradão
	Cerrado Sentido Restrito	Csr	Cerrado Sentido Restrito
		Pc	Parque de Cerrado
		Pa	Palmeiral
		Ve	Vereda
	Formações Campestres	Cam	Campo
Cr		Campo Rupestre	
PRAIA E DUNA		Pr	Praia e Duna
USO DA TERRA	Áreas Antrópicas não Agrícolas	Au	Área Urbanizada
		Am	Área de Mineração
		Ca	Capoeira
	Áreas Antrópicas Agrícolas	Ct	Cultura Temporária
		Cp	Cultura Permanente
		Ag	Agropecuária
		Re	Reflorestamento
CORPOS D'ÁGUA CONTINENTAL			Corpos D'Água Continental

A nomenclatura dos layouts nas diversas escalas obedeceu para a escala 1:100.000 a nomenclatura do IBGE; entretanto, houve substituição do termo “do Norte” para “do Tocantins”, quando este estivesse no interior do limite do Estado. Nos layouts 1:250.000 e 1:1000.000 manteve-se a nomenclatura oficial do IBGE.

Para a elaboração dos *Layouts* do mapeamento da cobertura e uso da terra, definiram-se três legendas de representação ligadas diretamente à escala de representação do mapeamento. As cores utilizadas na representação seguiram os padrões do IBGE e recomendações da SEPLAN.



Nos *layouts* na escala 1:100.000 utilizou-se uma legenda com vinte e cinco classes. Adotou-se a legenda do IBGE (1992) para as diferentes formações florestais e suas respectivas siglas: 1) Floresta Ombrófila Densa Submontana, 2) Floresta Ombrófila Densa Aluvial, 3) Floresta Ombrófila Aberta Submontana, 4) Floresta Ombrófila Aberta Aluvial, 5) Floresta Estacional Semidecidual Submontana, 6) Floresta Estacional Semidecidual Aluvial, 7) Floresta Estacional Decidual Submontana - foram agrupadas na classe "Formações Florestais". Do mesmo modo, as fitofisionomias associadas ao domínio do Cerrado conforme Ribeiro e Walter (2009) foram agrupados como "Formações Savânicas", subdivididas ainda em formações florestais de cerrado, Cerradão, e formações campestres cujas classes foram: 8) Mata de Galeria/Ciliar, 9) Cerradão, 10) Mata Seca, 11) Cerrado Sentido Restrito, 12) Parque de Cerrado, 13) Campo Rupestre, 14) Campo, 15) Palmeiral e, 16) Vereda. As demais classes, referentes aos diversos tipos de usos da terra - 17) Capoeira, 18) Área Urbanizada, 19) Área de Mineração, 20) Cultura Temporária, 21) Cultura Permanente, 22) Agropecuária, 23) Reflorestamento. As classes Corpos D'Água Continental (24) e Praia e Duna (25) também foram separadas, pois indicam áreas naturais de ocorrência independente das demais classes mapeadas.

Para a representação das classes de mapeamento na escala 1:250.000, utilizou-se uma legenda que representou os sub-grupos de cobertura vegetal e uso da terra, num total de nove classes: 1) Floresta Ombrófila, 2) Floresta Estacional, 3) Cerrado Sentido Restrito, 4) Formações Campestres, 5) Áreas Antrópicas Agrícolas, 6) Áreas Antrópicas não Agrícolas, 7) Formações Florestais de Cerrado, 8) Praia e Duna, 9) Corpos D'Água Continental.

Para a representação das classes de mapeamento na escala 1:1.000.000, utilizou-se uma legenda que representou os grandes grupos de cobertura vegetal e uso da terra, num total de cinco classes: 1) Formações Florestais, 2) Formações Savânicas, 3) Uso da Terra, 4) Praia e Duna e 5) Corpos D'Água Continental.

A seguir são apresentados exemplos de *layout* de mapeamento da cobertura e uso da terra para as escalas 1:100.000 (Figura 48), 1:250.000 (Figura 49) e 1:1000.000 (Figura 50).

Nos *layouts* dos mapas gerados no presente trabalho, descritos nos itens 3.1.6. *Mapas de Cobertura e Uso da Terra* e 3.2.7 *Elaboração dos Mapas da Dinâmica da Cobertura e Uso da Terra*, adotou-se a representação com base nas seguintes fontes: áreas indígenas, e unidades de conservação (Base de Dados Geográficos do Tocantins versão 2008 - SEPLAN, 2008a); localidades, e rodovias (Base de Dados Geográficos da Malha Rodoviária do Estado do Tocantins - SEINF/DERTINS, 2007); hidrelétricas (Banco de Informações de Geração - ANEEL, 2008); hidrografia de margem simples, e limites municipais (Base Cartográfica Digital Contínua do Estado do Tocantins - NATURATINS/SEPLAN, 2004); ferrovias (VALEC, 2008); informações geoespaciais sobre os limites dos projetos de assentamento no Estado do Tocantins no ano de 2008 cedidas pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA); informações sobre mananciais para abastecimento público do ano de 2008 cedidas pela Companhia de Saneamento do Tocantins (Saneatins); e informações sobre projetos agrícolas do ano de 2008 cedidas pela Secretaria de Recursos Hídricos e Meio Ambiente do Estado do Tocantins (SRHMA).





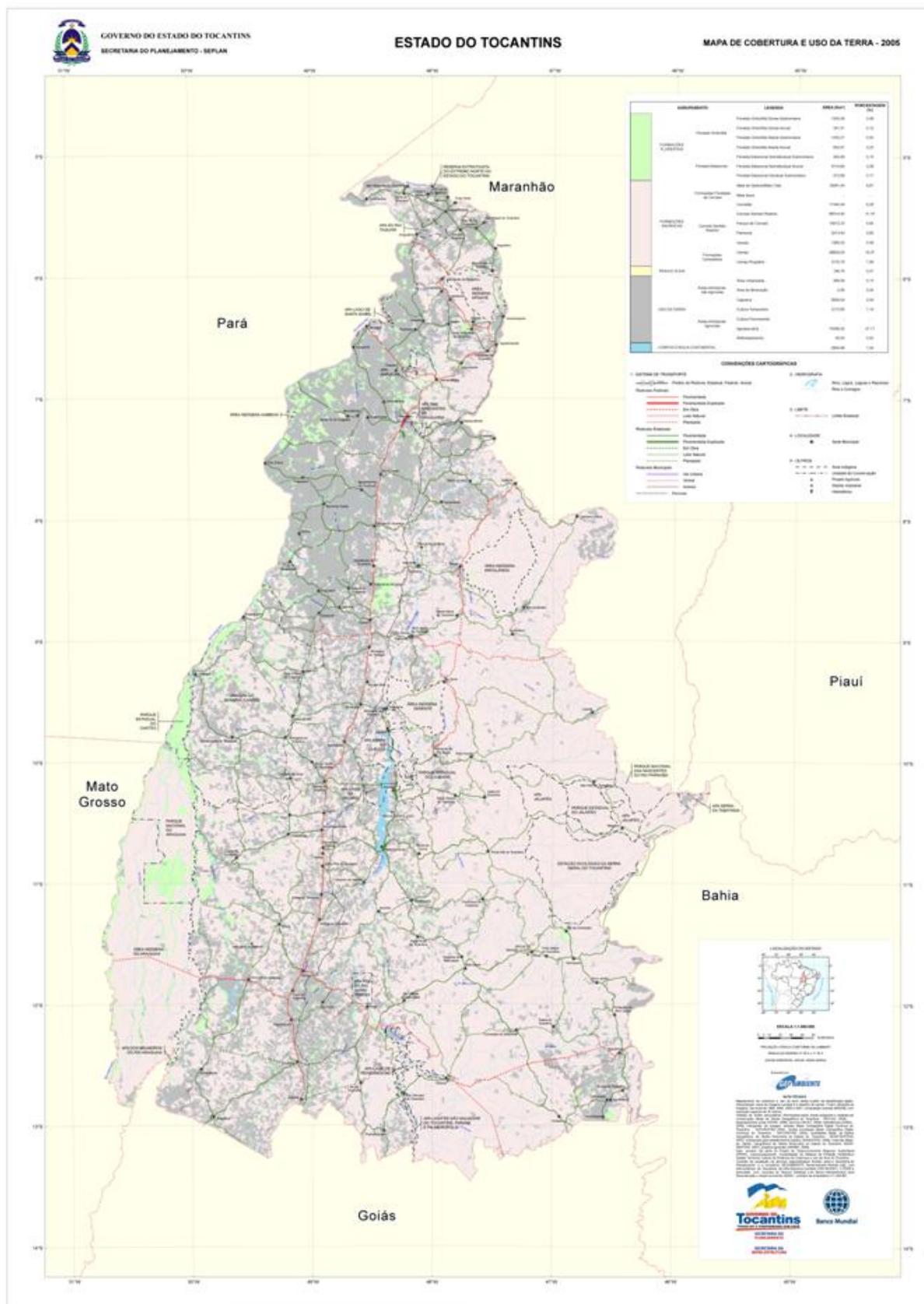
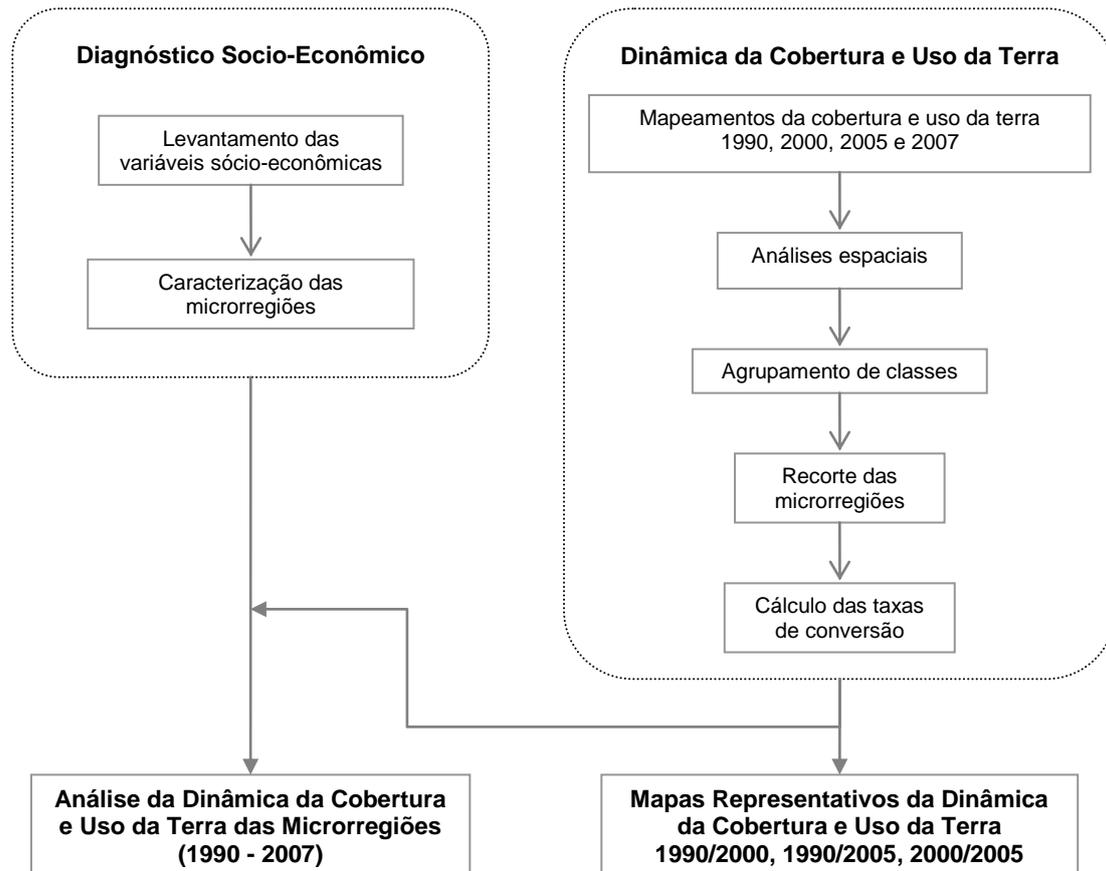


Figura 50. Layout de mapeamento da cobertura e uso da terra na escala 1:1.000.000

## 3.2. DINÂMICA DA COBERTURA E USO DA TERRA DO ESTADO DO TOCANTINS

### 3.2.1. Procedimentos Metodológicos

A metodologia usada neste trabalho foi focada na manipulação dos dados de mapeamento da cobertura e uso da terra do Estado nos anos de 1990, 2000, 2005 e 2007, e análises integradas desses produtos com os fatores sócio-econômicos regionais. Para a realização dessa etapa, foi elaborado um plano de trabalho conforme Fluxograma representado na Figura 51 e detalhado nos próximos itens.



**Figura 51.** Fluxograma da etapa de dinâmica da cobertura e uso da terra

Inicialmente, realizou-se a organização dos dados de entrada para elaboração da dinâmica, que incluíram os mapeamentos da cobertura e uso da terra de 1990, 2000, 2005 e 2007 e os dados vetoriais referentes às microrregiões e municípios. A partir dos diferentes *layers* supracitados, realizou-se o processo de dinâmica conforme discussões na seqüência.

### 3.2.2. Análises Espaciais

O conceito de mapa de dinâmica neste trabalho quer dizer, *a priori*, uma representação espacial das mudanças das classes de cobertura natural e uso da terra ocorridas em território tocantinense. Para atingir esse objetivo, utilizou-se uma técnica de análise espacial no qual os produtos dos mapeamentos da cobertura e uso da terra foram submetidos à operações booleanas<sup>[3]</sup> do tipo intersecção espacial. Este tipo

<sup>[3]</sup> Operadores lógicos para manipulação de dados espaciais (CÂMARA et al., 2000b).

de análise ou operação espacial é classificado por CÂMARA *et al.* (2000a) como uma operação pontual que gera um resultado qualitativo a partir de uma condição pré-estabelecida. A condição ora proposta é identificar onde houve a mudança de classe de mapeamento e qual foi esta mudança. Como resultado, foram obtidos mapas que subsidiam as etapas qualitativas do trabalho. A Figura 52 ilustra o exemplo da operação espacial supracitada em que houve a indicação de mudança em uma área de cerrado em 1990 para agropecuária em 2005.

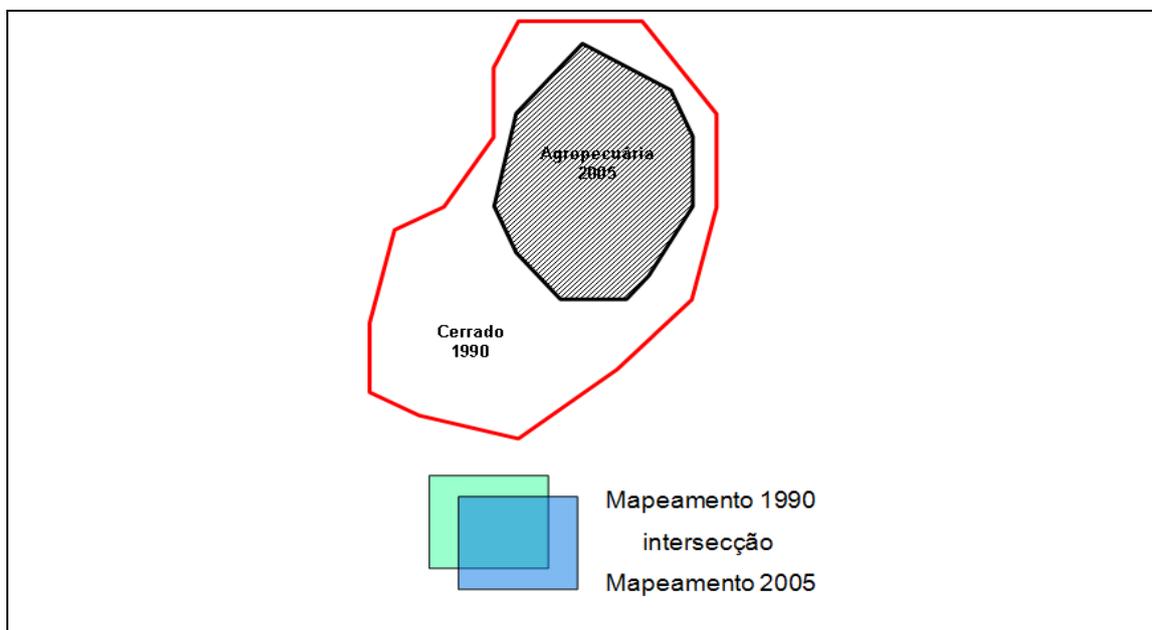


Figura 52. Exemplo de operação espacial de intersecção entre dois mapas

A intersecção dos mapas foi realizada par a par, sendo 1990 e 2000, 1990 e 2005, 2000 e 2005, 2005 e 2007. Adicionalmente, esta operação foi realizada para os mapas de 1990 e 2007, visando entender o processo de dinâmica de forma integrada, considerando todo o período, e relacioná-lo com os fatores sócio-econômicos.

O enfoque principal dos mapas de dinâmicas foi apresentar as principais alterações na paisagem, e com isso entender os processos e as inter-relações que levaram às modificações.

Essa atividade e as demais referentes à geração dos dados de dinâmica foram realizadas no *software* ESRI/ArcGIS (versão 9.2).

### 3.2.3. Modelagem e análise de dados geográficos

A geração de dados espaciais de cobertura e uso da terra, e de dinâmica da cobertura e uso da terra por municípios, microrregiões, bacias hidrográficas, terras indígenas, e unidades de conservação foi realizada por meio do *software* ESRI/ArcGIS. No intuito de se obter informações mais precisas sobre as análises espaciais mencionadas, gerou-se a adequação de áreas, obtendo-se uma tabela com cerca de 700 mil registros, que foram indexados e analisados com apoio de sistema gerenciador de banco de dados MySQL, extraindo-se a quantificação de áreas dos relacionamentos entre dois ou mais temas<sup>[4]</sup>, conforme indicado na Figura 53. Este sistema gerenciador foi também utilizado para apoiar o cruzamento e análise dos dados de cobertura e uso da terra gerados no trabalho com informações sobre recursos naturais -

[4] Atividade realizada com apoio de recursos disponíveis no Laboratório de Geoprocessamento da SEPLAN pela equipe técnica da Diretoria de Zoneamento Ecológico-Econômico.



solos e potencialidade de uso da terra - existentes na Base de Dados Geográficos do Tocantins (SEPLAN, 2000, 2012a). Os dados espaciais foram analisados segundo municípios, microrregiões, bacias hidrográficas, terras indígenas, e unidades de conservação e sistematizados na forma de tabelas, disponibilizadas nos volumes II e III do presente relatório técnico.

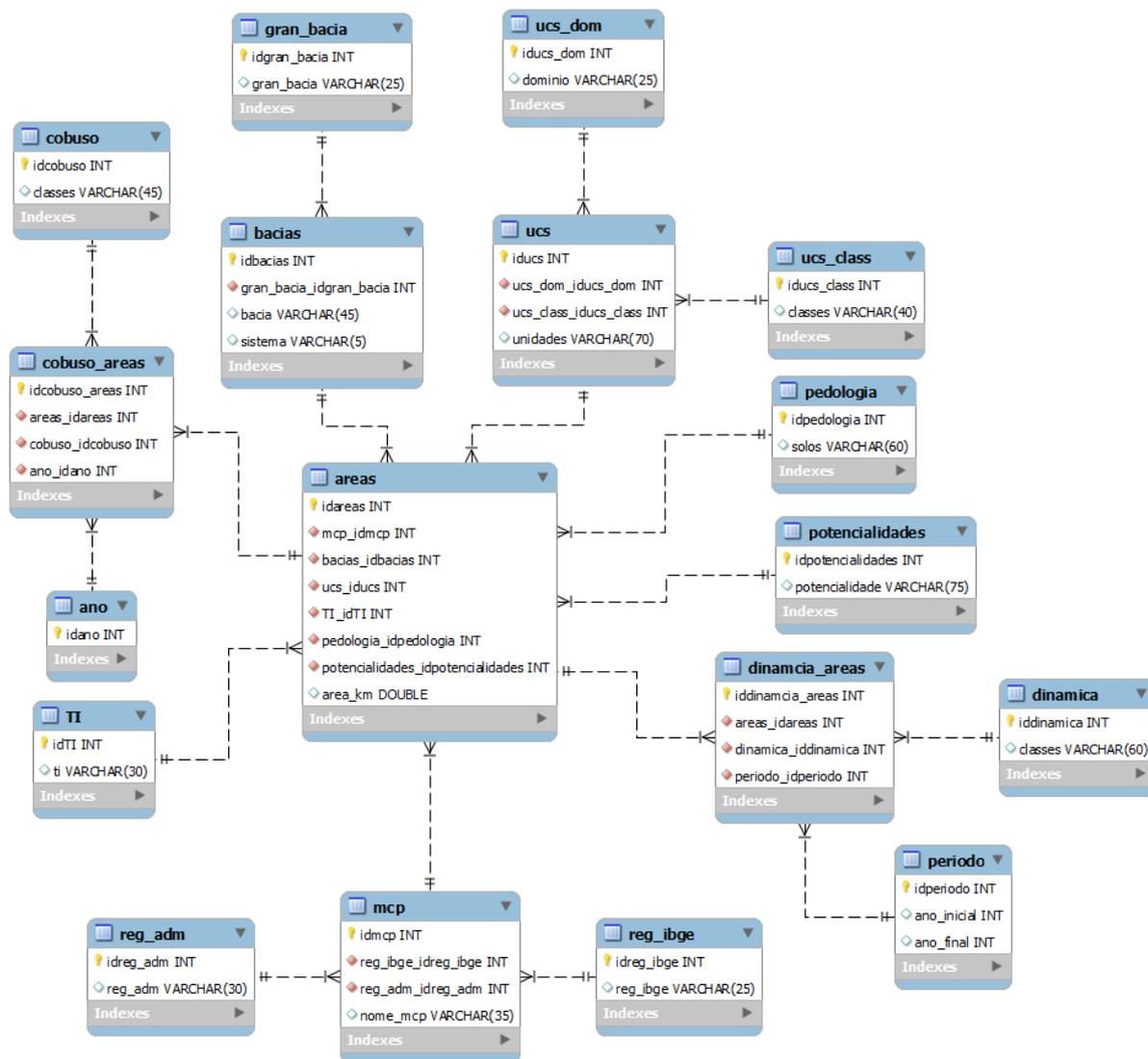


Figura 53. Modelagem de dados geográficos

Informa-se que os recortes utilizados nesta modelagem de dados geográficos tiveram como referência geográfica as seguintes fontes: [a] limites municipais e estadual - Base Cartográfica Digital Contínua (NATURATINS/SEPLAN, 2004), e Base de Dados Geográficos do Tocantins - atualização 2012 (SEPLAN, 2012a), considerando-se os limites vigentes em 12 de fevereiro de 2010; [b] microrregiões geográficas do IBGE - Atlas Nacional do Brasil (IBGE, 2000), Base Cartográfica Digital Contínua (NATURATINS/SEPLAN, 2004), e Base de Dados Geográficos do Tocantins - atualização 2012 (SEPLAN, 2012a), também considerando-se os limites vigentes em 12 de fevereiro de 2010; [c] bacias hidrográficas - Base de Dados Geográficos do Tocantins - atualização 2012 (SEPLAN, 2012a), e Atlas do Tocantins: subsídios ao planejamento da gestão territorial - 6ª ed. (SEPLAN, 2012b); [d] unidades de conservação - Base de Dados Geográficos do Tocantins - atualização 2012 (SEPLAN, 2012a); [e] terras indígenas - FUNAI, 2011, contida

na Base de Dados Geográficos do Tocantins (SEPLAN, 2012a); [f] solos - Base de Dados Geográficos do Tocantins - atualização 2012 (SEPLAN, 2012a); (g) potencialidade de uso da terra - ZEE - Uma indicação de potencial do uso das terras do Tocantins (SEPLAN, 1999), e Atlas Digital do Tocantins - Base de Dados Geográficos, versão 1.0 (Seplan, 2000).

Ressalta-se que os limites geográficos de unidades de conservação e terras indígenas, calculados conforme explicado neste item 3.2.3. *Modelagem e análise de dados geográficos*, utilizaram como fonte a Base de Dados Geográficos do Tocantins - atualização 2012 (SEPLAN, 2012a). Por outro lado, os mapas de cobertura e uso da terra, e de dinâmica da cobertura e uso da terra, elaborados segundo a articulação da cartas topográfica da Carta Internacional do Milionésimo em escala 1:100.000 e 1:250.000 no âmbito do projeto Estudo da Dinâmica da Cobertura e Uso da Terra - 1990/2000/2005/2007, descritos nos itens 3.1.6. *Mapas de Cobertura e Uso da Terra* e 3.2.7 *Elaboração dos Mapas da Dinâmica da Cobertura e Uso da Terra*, utilizaram como fonte a Base de Dados Geográficos do Tocantins do ano de 2008 (SEPLAN, 2008a). Desta forma, indica-se algumas diferenças nos limites das áreas de terras indígenas e unidades de conservação disponíveis nos volumes II e III do presente relatório (SEPLAN, 2012a) com aqueles representados nos mapas de cobertura e uso da terra, e dinâmica da cobertura e uso da terra (Seplan, 2008a).

Informa-se ainda que, especificamente, para as microrregiões do IBGE foram gerados recortes de dinâmica da cobertura e uso da terra, para análise das variáveis socioeconômicas, conforme indicado no item 3.2.5. *Recorte das Microrregiões*.

#### **3.2.4. Agrupamento de Classes**

A legenda final dos mapeamentos da cobertura e uso da terra do Estado do Tocantins totalizou 25 classes, embasadas nos Manuais Técnicos de Vegetação Brasileira (IBGE, 1992) e de Uso da Terra (IBGE, 2006) e na Classificação das Fitofisionomias do Bioma Cerrado (RIBEIRO e WALTER, 1998), conforme legenda descrita no *item 3.1.2.1* deste relatório.

Para a análise da dinâmica, foi realizada uma generalização dessa legenda de mapeamento, com o agrupamento das classes dos domínios de floresta (Formações Florestais) e cerrado (Formações Savânicas), e a manutenção das classes de áreas antrópicas agrícolas e não agrícolas, como também Praia e Duna, objetivando enfatizar as conversões das áreas de vegetação natural nos diferentes usos da terra e vice-versa, resultando no conjunto (Quadro 3) utilizado nas análises da dinâmica das microrregiões. O agrupamento de classes foi realizado para tornar a representação da dinâmica passível de entendimento.

Em relação às formações florestais, as diferentes fisionomias inseridas no contexto seguiram a legenda do IBGE (1992). Neste agrupamento, foram inclusas diversas classes de floresta: a) Floresta Ombrófila Densa Aluvial, b) Floresta Ombrófila Densa Submontana, c) Floresta Ombrófila Aberta Submontana, d) Floresta Ombrófila Aberta Aluvial, e) Floresta Estacional Decidual Submontana, f) Floresta Estacional Semidecidual Submontana e, g) Floresta Estacional Semidecidual Aluvial.

Do mesmo modo, as fisionomias vegetais, associadas ao domínio do cerrado e classificadas como formações savânicas, seguiram a nomenclatura definida conforme RIBEIRO e WALTER (2009), transformadas, no contexto, em legenda de mapeamento. Neste agrupamento, foram inclusas as seguintes classes: a) Mata de Galeria/Ciliar, b) Cerradão, c) Mata Seca, d) Cerrado Sentido Restrito, e) Parque de Cerrado, f) Campo Rupestre, g) Campo e Vereda.



As demais classes, referentes ao diversos usos da terra - Capoeira, Área Urbanizada, Área de Mineração, Cultura Temporária, Cultura Permanente, Pastagem, Reflorestamento - permaneceram independentes. A classe Praia e Duna também foi mantida separada, pois refere-se a uma área natural, que pode sofrer ações antrópicas, de ocorrência independente das demais classes mapeadas.

Essa abordagem de generalização de classes conforme supracitado teve como principal objetivo analisar as conversões significativas das formações de vegetação natural nos distintos usos da terra, e estão discriminadas no Quadro 3.

**Quadro 3.** Classes de cobertura e uso da terra na escala 1:100.000 e os respectivos agrupamentos adotados no cálculo da dinâmica das microrregiões e a legenda final da dinâmica utilizado nos layouts

item	CLASSE 1:100.000	item	CLASSE - Dinâmica	item	CLASSE - Layout
1	Floresta Ombrófila Densa Aluvial	1	Formações Florestais	1	Formações Florestais
2	Floresta Ombrófila Densa Submontana				
3	Floresta Ombrófila Aberta Submontana				
4	Floresta Ombrófila Aberta Aluvial				
5	Floresta Estacional Decidual Submontana				
6	Floresta Estacional Semidecidual Submontana				
7	Floresta Estacional Semidecidual Aluvial				
8	Mata de Galeria/Mata Ciliar	2	Formações Savânicas	2	Formações Savânicas
9	Cerradão				
10	Mata Seca				
11	Cerrado Sentido Restrito				
12	Savana-parque (Parque de Cerrado)				
13	Campo Rupestre				
14	Campo				
15	Vereda				
16	Palmeiral				
17	Capoeira	3	Capoeira	3	Áreas Antrópicas
18	Área Urbanizada	4	Área Urbanizada		
19	Área de Mineração	5	Área de Mineração		
20	Cultura Temporária	6	Cultura Temporária		
21	Cultura Permanente	7	Cultura Permanente		
22	Agropecuária	8	Agropecuária		
23	Reflorestamento	9	Reflorestamento		
24	Praia e duna	10	Praia e Duna	4	Praia e Duna
25	Corpos d'Água Continental	11	Corpos d'Água Continental	5	Corpos d'Água Continental

Para a elaboração dos *layouts* a partir de todos os resultados gerados, definiu-se três legendas de representação ligadas diretamente à escala do mapeamento.

Para os *layouts* na escala 1:100.000 utilizou-se uma legenda com vinte e cinco classes conforme o Quadro 3. Adotou-se a legenda do IBGE (1992) para as diferentes formações florestais: Floresta Ombrófila Densa Submontana, Floresta Ombrófila Densa Aluvial, Floresta Ombrófila Aberta Submontana, Floresta Ombrófila Aberta Aluvial, Floresta Estacional Semidecidual Submontana e Floresta Estacional Semidecidual Aluvial, Floresta Estacional Decidual Submontana - foram agrupadas na classe "Formações Florestais".

Do mesmo modo, as fitofisionomias associadas ao domínio do Cerrado conforme Ribeiro e Walter (2009) foram agrupados como "Formações Savânicas", subdivididas ainda em formações florestais de cerrado, Cerradão, e formações campestres cujas classes foram: Mata de Galeria/Ciliar, Cerradão, Mata Seca, Cerrado Sentido Restrito, Parque de Cerrado, Campo Rupestre, Campo, Palmeiral, Vereda,

As demais classes, referentes aos diversos tipos de usos da terra - Capoeira, Área Urbanizada, Área de Mineração, Cultura Temporária, Cultura Permanente, Pastagem, Reflorestamento - permaneceram independentes. A classe Praia e Duna também foram separadas, pois indicam áreas naturais de ocorrência independente das demais classes mapeadas.

Para a representação das classes de mapeamento na escala 1:250.000, utilizou-se uma legenda que representou os subgrupos de cobertura vegetal e uso da terra, num total de nove classes: 1) Floresta Ombrófila, 2) Floresta Estacional, 3) Cerrado Sentido Restrito, 4) Formações Campestres, 5) Áreas Antrópicas Agrícolas, 6) Áreas Antrópicas não Agrícolas, 7) Formações Florestais de Cerrado, 8) Praia e Duna, 9) Corpos D'Água Continental.

Para a representação das classes de mapeamento na escala 1:1.000.000, utilizou-se uma legenda que representou os grandes grupos de cobertura vegetal e uso da terra, num total de cinco classes: 1) Formações Florestais, 2) Formações Savânicas, 3) Uso da Terra.

### **3.2.5. Recorte das Microrregiões**

As análises da dinâmica, das variáveis sócio-econômicas e da integração destas, foram realizadas considerando os limites municipais e a regionalização por microrregiões adotada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). As microrregiões adotadas são constituídas por agrupamentos de municípios limítrofes, que integram a organização, o planejamento e a execução de funções públicas de interesse comum<sup>[5]</sup>. Este conceito é empregado pelo IBGE que, para fins estatísticos e com base em similaridades econômicas e sociais, divide os diversos Estados da federação brasileira em microrregiões.

A análise dos dados em nível microrregional ocorreu como forma de permitir a integração dos dados socioeconômicos com os resultados do mapeamento, haja vista que houve, ao longo do período analisado, mudanças na divisão político-administrativa do Estado. Neste sentido, todo o conjunto de dados gerados e pesquisados pôde ser comparado sem comprometimento das análises. Ainda assim, o Estado do Tocantins foi dividido em faixas para sistematizar a entrega dos trabalhos.<sup>6</sup>No interior das faixas foram contidas as Microrregiões que foram assim estrategicamente agrupadas a cada faixa.

O Estado do Tocantins possui oito microrregiões - Dianópolis, Gurupi, Rio Formoso, Porto Nacional, Jalapão, Miracema do Tocantins, Araguaína e Bico do Papagaio. Definiu-se que as Microrregiões de

<sup>[5]</sup> Constituição Federal de 1988, Art. 25, § 3º (BRASIL, 1998).

<sup>[6]</sup> Para execução dos serviços, o Estado do Tocantins foi dividido em três faixas: Faixa Sul, Faixa Centro e Faixa Norte. A Faixa Sul está inserida entre as coordenadas 11º e 13º30' de latitude Sul, em uma superfície de 105.486,81 km<sup>2</sup>. A Faixa Centro posiciona-se entre as coordenadas 8º e 11º de latitude Sul, totalizando 124.445,31 km<sup>2</sup>. A Faixa Norte está inserida entre as coordenadas geográficas 5º e 8º de latitude Sul, em uma extensão de 44.730,00 km<sup>2</sup>.



Dianópolis e Gurupi seriam discutidas como integrantes à faixa sul do Estado; Rio Formoso, Porto Nacional fariam parte da à faixa central do Estado e, Jalapão, Miracema do Tocantins, Araguaína e Bico do Papagaio à faixa norte. A Figura 54 ilustra a localização das Microrregiões em relação às faixas norte, centro e sul, adotadas neste Projeto.

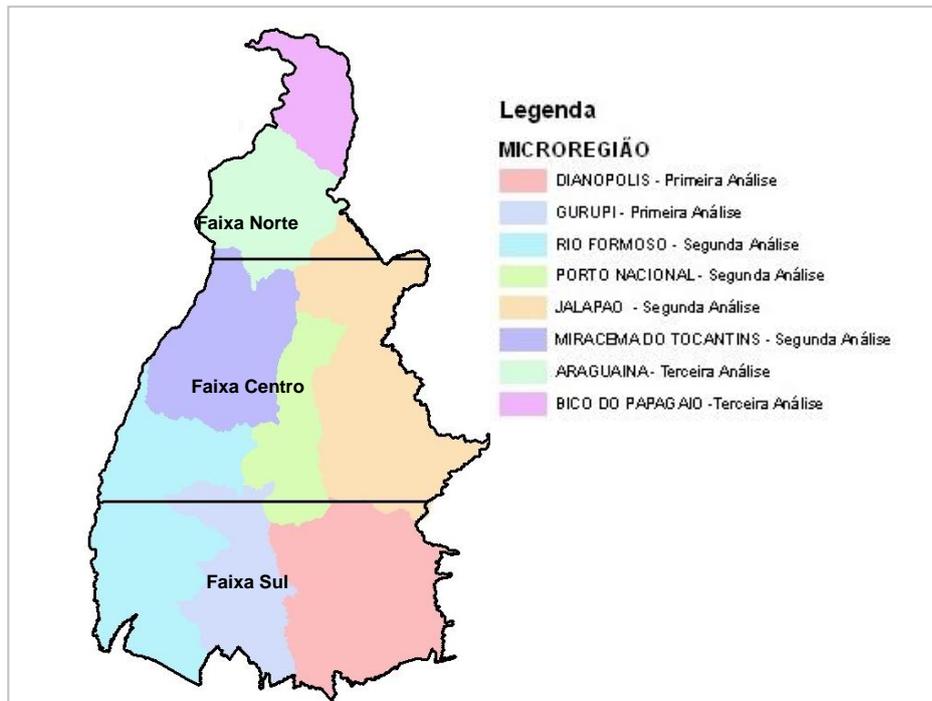


Figura 54. O Estado de Tocantins e suas microrregiões geográficas

### 3.2.6. Cálculo das Taxas de Conversão

Vinculadas ao processo de intersecção dos mapeamentos da cobertura e uso da terra, foram geradas tabelas com as taxas de conversão das classes para cada um dos períodos analisados, considerando as microrregiões, resultando na dinâmica das microrregiões do Estado do Tocantins.

Para obter as taxas de conversão entre as classes mapeadas, gerou-se uma matriz cruzada em forma tabular em que as linhas dessa tabela eram compostas pelas 25 classes de cobertura e uso do período inicial da análise (e.g. 1990) e as colunas da mesma tabela foram compostas também pelas 25 classes de cobertura e uso da terra do período final de análise (e.g. 2007). Em cada uma das células da matriz, calculou-se o percentual encontrado em cada classe em relação à área total do Estado do Tocantins. Os valores resultantes indicaram, dessa maneira, o valor percentual de mudança entre as diferentes classes mapeadas no período calculado, seja em sentido cronológico ascendente (período inicial em relação ao período final) como também descendente (período final em relação ao período inicial). Exemplos dessas matrizes de conversão são apresentados durante a discussão dos resultados em forma tabular e gráfica. A consulta de uma taxa em uma determinada tabela pode ser realizada da seguinte maneira: L4C1 = 4% (Linha 4= Capoeira (1990) Coluna1=Agropecuária (2007).

### 3.2.7 Elaboração dos Mapas da Dinâmica da Cobertura e Uso da Terra

A partir das fases anteriores, foram elaborados mapas representativos dos processos de dinâmica da cobertura e uso da terra de 1990/2000, 1990/2005 e 2000/2005, a partir do reagrupamento das classes empregadas para cálculo da dinâmica. O enfoque principal do mapa de dinâmica é apresentar as

principais alterações na paisagem, e com isso entender os processos e as inter-relações que levaram às modificações.

Em relação à representação da dinâmica, utilizou-se uma legenda composta por nove classes: 1) Corpos D'Água Continental - Áreas Antrópicas, 2) Corpos D'Água Continental - Área de Vegetação Natural, 3) Corpos D'Água Continental - Corpos D'Água Continental, 4) Áreas Antrópicas - Corpos D'Água Continental, 5) Áreas Antrópicas - Áreas Antrópicas, 6) Áreas Antrópicas - Área de Vegetação Natural, 7) Área de Vegetação Natural - Área de Vegetação Natural, 8) Área de Vegetação Natural - Corpos D'Água Continental, 9) Área de Vegetação Natural - Áreas Antrópicas. O Quadro 4 ilustra as cores de representação da legenda supracitada.

Para esta etapa, os mapas foram elaborados considerando os limites das cartas do IBGE nas escalas 1:100.000 e 1:250.000, nos períodos de 1990/2000, 1990/2005 e 2000/2005.

**Quadro 4.** Legenda utilizada nos mapas de dinâmica da cobertura e uso da terra

LEGENDA		
1990	2000	COR
Corpo D'Água Continental	Área de Vegetação Natural	
Área Antrópica	Área de Vegetação Natural	
Área de Vegetação Natural	Área de Vegetação Natural	
Corpo D'Água Continental	Área Antrópica	
Área Antrópica	Área Antrópica	
Área de Vegetação Natural	Área Antrópica	
Corpo D'Água Continental	Corpo D'Água Continental	
Área Antrópica	Corpo D'Água Continental	

Os layouts da dinâmica da cobertura e uso da terra foram confeccionados em três escalas de representação: 1:100.000 (Figura 55), 1:250.000 (Figura 56 e 1:1.000.000 (Figura 57), cujos padrões foram definidos em comum entre contratante e contratada.







### **3.3. DIAGNÓSTICO SOCIOECONÔMICO**

#### **3.3.1. Base de Informações**

Nessa etapa foram levantados dados comparativos em relação às oito Microrregiões do Tocantins, que são as unidades de análise. A adoção dessas áreas delimitadoras é justificada pelo fato de que vários municípios não existiam no Censo do IBGE em 1991, o que inviabiliza a comparação dos resultados do mapeamento e mais grave, compromete as análises socioeconômicas, haja vista que algumas variáveis econômicas e sociais utilizadas neste trabalho devem perpetuar no tempo com a premissa de que o espaço geográfico mantém o conceito de continuidade ao longo do período de análise.

Ainda assim, nas análises foram ressaltados os municípios com maior dinamismo econômico buscando discutir as diferenças entre as Microrregiões.

As informações base para o diagnóstico socioeconômico utilizaram pesquisas secundárias. A principal fonte de informações foi o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), órgão vinculado ao Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão (MPOG) e responsável pela estatística e pela cartografia oficial do país.

As pesquisas do IBGE utilizadas foram: o Censo Demográfico de 1991 e 2000; a Contagem Populacional de 2007; a Pesquisa Agrícola Municipal entre 1990 a 2008; a Pesquisa Pecuária Municipal entre 1990 e 2008; e o Sistema de Contas Regionais, 2000, no qual se destacam as informações sobre Produto Interno Bruto Municipal elaboradas em conjunto com a Secretaria do Planejamento do Estado do Tocantins. As informações foram levantadas ao longo de todo o projeto. A maior parte das informações utilizadas encontra-se disponível através do Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA). No caso do Censo Demográfico de 1991 e 2000, foram utilizados também os Microdados da Amostra.

Os dados relativos ao emprego têm como fonte básica o Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) e são originários da Relação de Informações Sociais Anuais (RAIS) que faz um levantamento anual dos empregos por setor desde 1985.

As informações sobre previdência social têm como fonte o Ministério da Previdência Social (MPS) e são originários do Cadastro da Previdência, disponíveis desde 2000. As informações sobre programas de transferência de renda são do Ministério do Desenvolvimento Social e Combate a Fome, e foram disponibilizados mediante solicitação dos pesquisadores àquele Ministério. As informações estão disponíveis a partir de 2003.

Os dados sobre projetos de assentamento têm como fonte básica o Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA), e são originários do Sistema dos Projetos de Reforma Agrária (SIPRA) do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), e foram disponibilizados mediante solicitação dos pesquisadores àquele Ministério - mais especificamente ao INCRA-DF.

Adicionalmente, foram realizadas pesquisas junto a órgãos estaduais do Tocantins visando o levantamento de programas e ações conduzidos por instituições estaduais.

#### **3.3.2. Aspectos Metodológicos para o Processamento dos Dados Socioeconômicos**

Na seqüência, apresenta-se de forma sucinta a metodologia utilizada no processamento dos dados socioeconômicos.<sup>[7]</sup>

---

<sup>[7]</sup> Como referência, vide: HOFFMAN, R. 2006. **Estatística para economistas**. 4ª ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning.



### Frequência simples

Frequência simples ou frequência absoluta ( $f_i$ ) - são os valores que realmente representam o número de dados em cada classe, como veremos

$$\sum_{i=1}^n f_i = n$$

### Frequência relativa

Frequência relativa ( $fr_i$ ) são os valores das razões entre as frequências simples e a frequência total:

$$fr_i = \frac{f_i}{\sum_{i=1}^n f_i}$$

### Porcentagem simples

Porcentagem simples - é a frequência relativa multiplicada por 100.

$$pr_i = \frac{f_i}{\sum_{i=1}^n f_i} * 100$$

### Frequência acumulada

Frequência acumulada ( $F_i$ ) - é o total das frequências de todos os valores inferiores ao limite superior do intervalo de uma classe:

$$F_k = f_1 + f_2 + \dots + f_k$$

ou

$$F_k = \sum_{i=1}^k f_i$$

### Frequência relativa acumulada

Frequência relativa acumulada ( $Fr_i$ ) de uma classe - é a frequência acumulada da classe, dividida pela frequência total da distribuição:

$$Fr_i = \frac{F_i}{\sum_{i=1}^n f_i}$$

### Porcentagem acumulada

Porcentagem acumulada - é a frequência relativa acumulada multiplicada por 100.

$$Pr_i = \frac{F_i}{\sum_{i=1}^n f_i} * 100$$

Quando acumulada para todas as classes, a porcentagem acumulada é igual a 100%.

### **Média aritmética simples**

A média aritmética de n dados ( $X_1, X_2, \dots, X_n$ ) é por definição o valor:

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$$

Se os dados estiverem classificados em uma distribuição de freqüências com K classes e  $X_j$  ( $j=1, 2, \dots, k$ ) são os valores centrais das classes (ou os diferentes valores observados no caso de uma variável discreta) e se  $f_j$  são as respectivas freqüências, a média aritmética é dada por:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{j=1}^k x_j f_j}{\sum_{j=1}^k f_j} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^k x_j f_j$$

### **Média geométrica**

Por definição a média geométrica (G) de n valores não negativos ( $X_1, X_2, \dots, X_n$ ) é:

$$G = \sqrt[n]{X_1 * X_2 * \dots * X_n} = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n X_i}$$

Que pode ser calculada da seguinte forma:

$$\log G = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \log X_i$$

Isto é, o logaritmo da média geométrica é igual a média aritmética dos logaritmos dos valores observados.

### **Taxa geométrica de crescimento anual**

$G = \sqrt[n]{X_{t+n} / X_t} * 100$ , onde  $X_{t+n}$  é a variável X no ano t + n períodos subsequentes,  $X_t$  é a variável X no ano t. Por exemplo, a taxa geométrica de crescimento da população do estado do Tocantins entre 2000 e 2007 é :

$$G_{POP} = \sqrt[7]{Pop_{2007} / Pop_{2000}} * 100$$

Em que: t = 2000, n = 7,  $G_{pop}$  indica porcentagem média de crescimento da população

### **Índice Relativo de base 100**

Atribuindo a variável na época-base o valor 100, por meio de uma regra de três simples calculamos o relativo correspondente ao valor atual da variável:



$$I^*(X_t | X_0) = \frac{X_{it}}{X_{i0}} * 100$$

O relativo em cadeia é o índice de base fixa: todos os relativos são calculados tomando-se uma determinada época como base, que foi o procedimento adotado na construção dos gráficos de índice.

### 3.4. INTEGRAÇÃO DA DINÂMICA DA COBERTURA E USO DA TERRA COM OS DADOS SOCIOECONÔMICOS

A integração da dinâmica da cobertura e uso da terra com os fatores socioeconômicos visa analisar a existência de possíveis correlações entre crescimento econômico e mudanças no uso e ocupação da terra. A discussão dessa integração foi realizada sobre o resultado da intersecção dos mapeamentos de cobertura e uso da terra de 1990 e 2007, que engloba todo o período mapeado, empregando análises quantitativas e qualitativas, objetivando compreender como o crescimento socioeconômico da região contribui na modificação do uso e ocupação da terra neste período.

Nessa etapa os produtos dos mapeamentos de cobertura e uso da terra passaram por uma operação espacial de intersecção formando quatro resultados espaciais: a) 1990 e 2000, b) 1990 e 2005, c) 2000 e 2005 e d) 1990 e 2007 - resultando na dinâmica do Estado de Tocantins para cada um desses períodos.

Nesse contexto, é importante destacar que a análise espacial é o estudo quantitativo de fenômenos que são passíveis de localização no espaço com a busca e avaliação sobre o fenômeno estudado. Para CÂMARA *et al.* (2000a), a principal vantagem da análise espacial é a possibilidade de quantificar as propriedades e os relacionamentos dos dados espaciais que são definidos como quaisquer dados que possam ser caracterizados no espaço em função de algum sistema de coordenadas. Destarte, a idéia central da análise espacial é incorporar o espaço geográfico às análises de interesse.

Para a análise espacial deste trabalho, além das intersecções espaciais, foram utilizados alguns conceitos como dependência espacial e autocorrelação espacial. Autocorrelação espacial é a ausência de aleatoriedade de uma variável devido à sua distribuição espacial (CÂMARA *et al.*, 2000a). Uma variável apresenta autocorrelação espacial quando é possível prever o valor que ela assume a partir do valor estimado em parcelas próximas espacialmente. Entende-se por dependência espacial o fato de que a maior parte dos fenômenos espaciais apresenta entre si uma relação que depende da distância que ocorrem (CÂMARA *et al.*, 2000a), atendendo à primeira lei da geografia. A expressão computacional do conceito de dependência espacial é a autocorrelação espacial. A idéia é verificar como a dependência espacial comporta-se, a partir da comparação entre os valores de uma amostra e de seus vizinhos.

ANSELIN (1995) divide as ferramentas de análise espacial em seleção, manipulação, análise exploratória e análise confirmatória. A seleção envolve os processos mais simples de consultas a banco de dados, com procedimentos simples de amostragem e agrupamento de dados analisados, e apresentação de tais dados em mapas temáticos. A manipulação consiste na criação de novos dados espaciais, a partir de dados anteriores.

Os processos de análise exploratória de dados espaciais (*Exploratory Spatial Data Analysis - ESDA*) permitem descrever e visualizar as distribuições espaciais globais e locais, descobrir padrões de associação espacial (*clusters*), sugerir instabilidades espaciais (não-estacionariedade) e identificar situações atípicas (*outliers*) (ANSELIN, 1995). Os métodos exploratórios envolvem a procura de boas

descrições dos dados, a fim de ajudar o analista a desenvolver algumas hipóteses sobre o assunto e modelos apropriados para tais dados (BAILEY e GATRELL, 1995). Já a análise confirmatória procura agrupar os processos quantitativos de modelagem, estimação e validação necessárias à análise de componentes espaciais, com destaque para ferramentas da estatística e economia espacial.

Em complemento, destaca-se que as observações dos dados, dentro das análises espaciais são classificadas em quatro grupos distintos: padrões pontuais, análise de superfícies, análise de áreas e de redes. Neste trabalho, utilizou-se a análise das áreas mapeadas com o objetivo de avaliar a distribuição espacial. Para tal, calculou-se o índice de antropização no Estado do Tocantins, em escala municipal.

### **3.4.1. Análise Espacial da Dinâmica das Microrregiões do Estado**

Para a geração da dinâmica do Estado de Tocantins foram consideradas as Microrregiões conforme o IBGE: Dianópolis, Gurupi, Rio Formoso, Porto Nacional, Jalapão, Miracema do Tocantins, Araguaína e Bico do Papagaio. Para cada uma das Microrregiões, foram realizadas as quantificações da dinâmica e as caracterizações socioeconômicas em relação à localização, demografia, indicadores sociais, Produto Interno Bruto, emprego, previdência e programas de transferência de renda e desempenho econômico/Agropecuária, proporcionando a análise da dinâmica de cada Microrregião no período de 1990 a 2007<sup>[8]</sup>.

### **3.4.2. Análise Espacial na Identificação de Padrões de Mudança**

Para uma análise mais robusta sobre as áreas mapeadas, buscou-se identificar a existência de padrões espaciais de distribuição, aglomerados e seus respectivos sinais de dependência. Para este caso, a análise exploratória de dados espaciais consiste em ferramentas estatísticas descritivas e gráficas que possuem a intenção de detectar padrões e sugerir hipóteses por meio da imposição de um mínimo de estrutura possível.

Uma etapa importante neste tipo de análise é identificar a estrutura de autocorrelação espacial que pode descrever, da melhor forma possível, os dados, a fim de estimar a magnitude dessa autocorrelação entre as áreas mapeadas. As ferramentas usadas neste caso, normalmente, são os indicadores globais de autocorrelação espacial; os indicadores locais de autocorrelação espacial e as ferramentas de análise gráfica de dependência espacial, como o *Diagrama de Espalhamento de Moran*, que também pode ser visualizado por meio do *boxmap* (CÂMARA et al., 2000b).

#### **3.4.2.1. Matriz de Proximidade Espacial**

Anteriormente à abordagem sobre os indicadores de autocorrelação espacial, cabe mencionar a necessidade da construção de uma matriz de proximidade espacial. Essa matriz, também chamada matriz de vizinhança, consiste numa ferramenta básica para estimar a variabilidade espacial de dados de área, pois é utilizada em cálculos de indicadores na fase de análise exploratória. Dado um conjunto de  $n$  áreas  $\{A_1, \dots, A_n\}$ , é construída a matriz  $W(1)$  ( $n \times n$ ), onde cada um dos elementos  $w_{ij}$  representa uma medida de proximidade entre  $A_i$  e  $A_j$ . Esta medida de proximidade pode ser calculada a partir de um dos seguintes critérios (CÂMARA et al., 2000b):

- $w_{ij} = 1$ , se o centróide de  $A_i$  está a uma determinada distância de  $A_j$ ; caso contrário  $w_{ij} = 0$ ;
- $w_{ij} = 1$ , se  $A_i$  compartilha um lado comum com  $A_j$ , caso contrário  $w_{ij} = 0$ ;

<sup>[8]</sup> Para informações sobre a caracterização socioeconômica e quantificações de dinâmica do Estudo da Dinâmica da Cobertura e Uso da Terra do Estado do Tocantins - 1990/2000/2005/2007, consultar os volumes *Dinâmica da Faixa Sul*, *Dinâmica da Faixa Centro*, e *Dinâmica da Faixa Norte*.



- $w_{ij} = l_{ij}/l_i$ , onde  $l_{ij}$  é o comprimento da fronteira entre  $A_i$  e  $A_j$  e  $l_i$  é o perímetro de  $A_i$ .

### 3.4.2.2. Indicadores Globais de Autocorrelação Espacial

Os indicadores globais de autocorrelação espacial permitem avaliar um aspecto importante na análise exploratória. Eles mostram como os valores estão correlacionados no espaço. Tais indicadores visam estimar a dependência do valor observado de um atributo em determinada área em relação aos valores desta mesma variável em localizações vizinhas. Neste contexto, destaca-se na determinação da autocorrelação espacial global o *Índice Global de Moran* (I).

O objetivo do *Índice Global de Moran* (I) consiste em verificar a partir do desvio padrão a dependência espacial de uma área em relação à outra, interessando o comportamento médio desse pares. O índice I varia de -1 a +1, em que os valores próximos de 0 indicam ausência de autocorrelação espacial, próximos de -1 autocorrelação negativa e próximos de +1 autocorrelação positiva (SILVA, 2006). Esse índice é dado conforme a equação abaixo (CÂMARA et al., 2000b):

$$I = \frac{n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} z_i z_j}{\sum_{i=1}^n z_i^2}$$

Em que I: *Índice Global de Moran*; n: número de áreas;  $z_i$ : diferença entre o valor do atributo no local i e a média de todos os atributos;  $z_j$ : diferença entre o valor do atributo dos vizinhos do local i e a média de todos os atributos;  $w_{ij}$ : pesos atribuídos conforme a relação topológica entre os locais i e j.

### 3.4.2.3. Indicadores Locais de Autocorrelação Espacial

Os índices locais ou LISA (*Local Indicators of Spatial Association*) como são conhecidos na literatura, são utilizados quando se deseja analisar a contribuição espacial de cada área individualmente (ANSELIN, 1995). São utilizados também para verificação da hipótese de estacionariedade do processo e a identificação de agrupamentos e pontos atípicos, ou *outliers* (CÂMARA et al., 2000a).

### 3.4.2.4. Análise Gráfica da Dependência Espacial

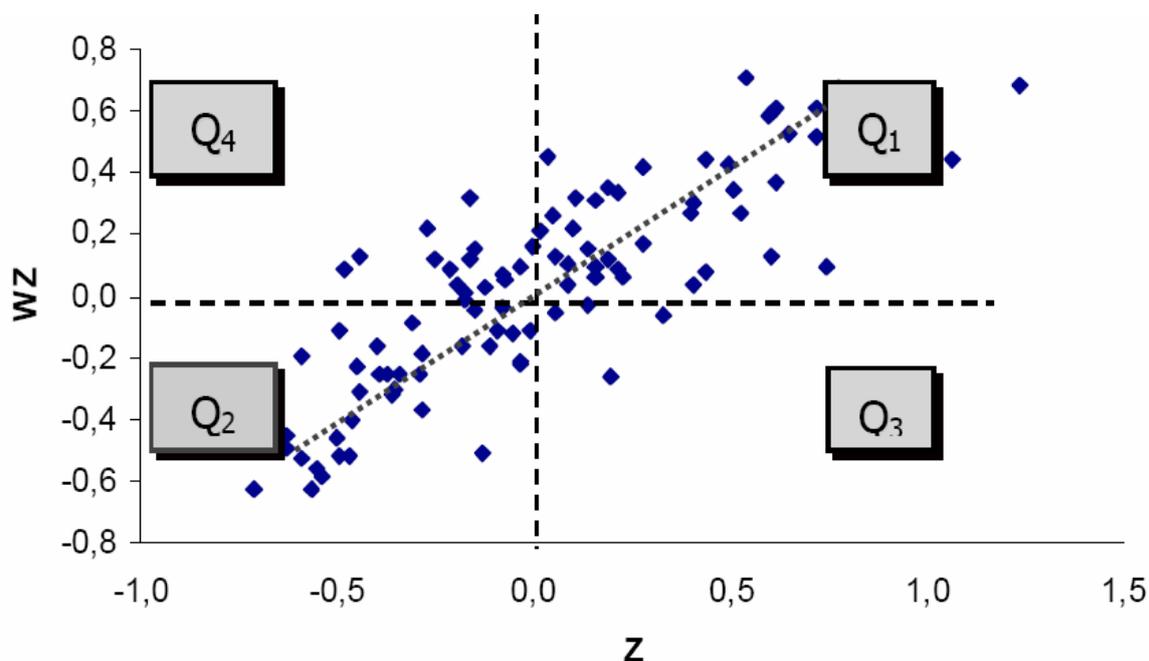
O *Diagrama de Espalhamento de Moran* e o *Boxmap* constituem formas de visualizar a dependência espacial.

O *Diagrama de Espalhamento de Moran* é construído com base nos valores normalizados (valores de atributos subtraídos de sua média e divididos pelo desvio padrão) e permite analisar o comportamento da variabilidade espacial. A idéia é comparar os valores normalizados do atributo numa área com a média dos seus vizinhos, construindo um gráfico bidimensional de  $z$  (valores normalizados) por  $wz$  (média dos vizinhos), que é dividido em quatro quadrantes (Figura 56). O índice de Moran I é equivalente ao coeficiente de regressão linear que indica a inclinação da reta de regressão ( $\alpha$ ) de  $wz$  em  $z$ .

No exemplo da Figura 58, os quadrantes podem ser interpretados como:

Q1 (valores positivos, médias positivas) e Q2 (valores negativos, médias negativas): indicam pontos de associação espacial positiva, no sentido que uma localização possui vizinhos com valores semelhantes.

Q3 (valores positivos, médias negativas) e Q4 (valores negativos, médias positivas): indicam pontos de associação espacial negativa, no sentido que uma localização possui vizinhos com valores distintos.



**Figura 58.** Exemplo do Diagrama de Espalhamento de Moran  
 Fonte: CÂMARA *et al.* (2000b).

Outra maneira de apresentar o *Diagrama de Espalhamento de Moran* é o *Boxmap*, que consiste em um mapa temático bidimensional, onde cada polígono indica seu quadrante no diagrama de espalhamento. Os quatro quadrantes são representados por cores diferentes para facilitar a identificação. Tal forma de apresentação, além de ser mais amigável, possibilita a localização geográfica das áreas, permitindo, assim, a identificação de aglomerações.

Outro destaque para a utilização do *Boxmap*, é que este dispensa a utilização de valores de corte arbitrários para a identificação de áreas com valores altos e baixos da variável em análise. Na seqüência calculou-se o *Boxmap* para a variável índice de antropização dos municípios tocantinenses, e assumiu-se que os valores estatisticamente calculados como altos (valores 1 e 3 do *Boxmap*) correspondem aos municípios com alto grau de antropização; enquanto os valores estatisticamente calculados como baixos (valores 2 e 4 do *Boxmap*) correspondem aos municípios baixo grau de antropização. A Tabela 4 resume as características dos quadrantes e dos valores visualizados no *Boxmap*<sup>[9]</sup>.

**Tabela 4.** Características dos valores do Boxmap.

Quadrante Diagrama de Moran	Representação no Boxmap	Valores representativos	Significado	Representam
Q1	1	Alto-alto	Área com vizinhos de valores semelhantes (altos)	Municípios com alto grau de antropização
Q2	2	Baixo-baixo	Área com vizinhos de valores semelhantes (baixos)	Municípios com baixo grau de antropização
Q3	3	Alto-baixo	A área (alta) possui vizinhos com valores	Municípios com alto grau de

<sup>[9]</sup> Para o cálculo do *Índice de Moran* e da análise espacial foi utilizado o *software* TerraView 3.3.1, disponível no site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) - [www.inpe.gov.br](http://www.inpe.gov.br).



Quadrante Diagrama de Moran	Representação no Boxmap	Valores representativos	Significado	Representam
Q1	1	Alto-alto	Área com vizinhos de valores semelhantes (altos)	Municípios com alto grau de antropização
Q4	4	Baixo-alto	A área (baixa) possui vizinhos com valores distintos (altos)	Municípios com baixo grau de antropização

### 3.4.3. Análise da Correlação entre Mapeamento e Socioeconomia

Para a análise da dinâmica entre o mapeamento e a socioeconomia foi utilizada uma análise de correlação, expresso por um coeficiente. Todos os cálculos foram realizados no aplicativo *Stata*<sup>[10]</sup>.

O coeficiente de correlação, indica a força e a direção do relacionamento linear entre duas variáveis aleatórias. No uso estatístico geral, correlação se refere a medida da relação entre duas variáveis, embora correlação não implique causalidade. O mais conhecido, e que foi utilizado aqui, é o coeficiente de correlação de Pearson, o qual é obtido dividindo a covariância de duas variáveis pelo produto de seus desvios padrão:

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - \left( \sum_{i=1}^n x_i \right) * \left( \sum_{i=1}^n y_i \right)}{\sqrt{\left[ n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left( \sum_{i=1}^n x_i \right)^2 \right] * \left[ n \sum_{i=1}^n y_i^2 - \left( \sum_{i=1}^n y_i \right)^2 \right]}}$$

Os valores limites de r são -1 e +1; isto é, o valor de r pertence ao intervalo [-1,+1]. Assim:

- Se a correlação entre duas variáveis é perfeita e positiva, então r=+1;
- Se a correlação é perfeita e negativa, então r=-1;
- Se não há correlação entre as variáveis, então r=0.

Logicamente:

- Se r=+1, há uma correlação perfeita e positiva entre as variáveis;
- Se r=-1, há uma correlação perfeita e negativa entre as variáveis;
- Se r=0, ou não há correlação entre as variáveis, ou a relação que porventura exista não é linear.

Foram feitas duas análises de correlação, uma considerando todos os anos do mapeamento e as variáveis socioeconômicas disponíveis, segundo as Microrregiões geográficas. A outra análise de correlação foi feita para os anos de 2000 e 2007, considerando todos os 139 municípios do Estado do Tocantins, para os quais existem dados comparáveis intra-municipais.

<sup>[10]</sup> *Stata - Data Analysis and Statistical Data*. <http://www.stata.com>

### 3.4.4. Análise de Regressão

Na tentativa de identificar os fatores que afetam a área antropizada foram utilizados alguns modelos econométricos. Alguns trabalhos têm utilizado métodos econométricos para relacionar ação antrópica e atividade econômica. GOMES *et al.*, (2005) realizou o relacionamento entre desmatamento e crescimento econômico para os Estados que compõem a Amazônia Legal; e SOLER *et al.* (2008) calcularam a probabilidade de desmatamento nas florestas de Rondônia a partir de modelos de regressão logística. Inicialmente utilizou-se um modelo de regressão linear múltipla. Para cada Microrregião foi estimada a seguinte equação (1):

$$y_{it} = x_{it}\beta + u_{it}, \quad i = 1, \dots, N, t = 1, \dots, T$$

Onde:  $y_{it}$  é um vetor coluna que representa a variável dependente, que neste caso é a área antropizada;  $x_{it}$  é a matriz que contém os regressores (densidade demográfica, tamanho do rebanho bovino, área planta de grãos, etc.);  $\beta$  é um vetor de parâmetros e o  $u_{it}$  é um vetor de erros.

Inicialmente foi utilizado o método de mínimos quadrados (OLS) para a estimação da equação. Como existiam os dados disponíveis para os anos de 2000 e 2007 para municípios de cada Microrregião do Estado, os dados foram empilhados para cada município, o que na literatura econômica é conhecido como *Pooled OLS*. Segundo GUJARATI (2006), esta é a maneira mais simples de tratar dados que possuem duas dimensões tempo (anos) e espaço (municípios) em um modelo de regressão. Neste modelo, se pressupõe que o valor do intercepto dos municípios é o mesmo para todos e que o valor dos coeficientes angulares também são idêntico para os municípios.

Os resultados do modelo *Pooled* estimado para por OLS apesar de trazer resultados interessantes, possuem algumas limitações. A principal hipótese é que o valor do intercepto é o mesmo para todos os municípios os coeficientes das variáveis explicativas também são os mesmos. Assim, mesmo o modelo possuindo um bom ajuste e os coeficientes das variáveis estatisticamente significativas, o modelo pode distorcer a relação entre a variável dependente e as variáveis explicativas.

A solução encontrada é utilizar modelos que considerem a “individualidade” de cada município (GUJARATI, 2006). A literatura econométrica sugere a utilização de dois possíveis modelos: *Modelo de Regressão de Efeitos Fixos* ou *Modelos de Regressão de Efeitos Aleatórios*.

O modelo de efeitos fixos considera que o intercepto ( $\beta_{1i}$ ) varia para cada município e os coeficientes angulares permanecem constantes entre os municípios. Este modelo tem a seguinte representação:

$$Y_{it} = \beta_{1i} + \beta_2 X_{2it} + \beta_3 X_{3it} + \dots + \beta_n X_{nit} + u_{it} \quad (2)$$

O outro modelo utilizado com dados de painel é o *Modelo de Regressão com Efeito Aleatório*, que pressupõe que o intercepto ( $\beta_{1i}$ ) é uma variável aleatória com o valor médio igual a ( $\beta_1$ ). Assim,

$$\beta_{1i} = \beta_1 + \varepsilon_i \quad i = 1, 2, \dots, N \quad (3)$$

Para saber qual é o melhor modelo, utiliza-se um teste formal para identificar qual melhor se ajusta aos dados. Neste trabalho foi realizado o *Teste de Hausman*, e constatou-se que modelo de efeitos aleatórios seria a melhor opção.

Todas as variáveis foram estatisticamente significativas a 1%, exceto o coeficiente da variável binária para a região Microrregião de Gurupi.



#### 4.1. QUANTIFICAÇÃO DAS CLASSES DE MAPEAMENTO EM NÍVEL ESTADUAL

Com a finalização da etapa de mapeamento, foram quantificadas as áreas referentes às classes de cobertura e uso da terra para os anos de 1990, 2000, 2005 e 2007 para todo o Estado do Tocantins. Na seqüência, seguem os gráficos com os quantitativos de áreas em cada uma das classes mapeadas, com a possibilidade de visualização do seu comportamento ao longo do período analisado. Os dados são apresentados na seqüência: classes de formações florestais, classes de formações savânicas, classes de uso da terra, corpos d'água continental, e praia e duna. Além das figuras e gráficos indicados neste Capítulo, as classes de cobertura e uso da terra estão discriminados em nível de Estado, microrregiões e municípios nos Apêndices 1 e 2 do Volume II do presente Relatório.

##### 4.1.1. Formações Florestais

No período de 1990 a 2007, as áreas com remanescentes florestais apresentam um declínio, com uma tendência de inversão (regeneração) muito pequena somente nas áreas de Floresta Estacional Semidecidual Aluvial e Floresta Ombrófila Densa Aluvial, cuja dinâmica fenológica depende basicamente do nível de água dos rios e estresse hídrico. As Figuras 59 a 65 ilustram os gráficos relativos à dinâmica de cada uma das tipologias florestais mapeadas no Estado do Tocantins a partir de imagens de satélite.

Tal fenômeno ocorre porque em determinado ano a floresta pode ficar submersa nas margens dos rios, e em outros anos, devido ao período de estiagem, podem ficar expostas ao imageamento do satélite com sua detecção durante o mapeamento. Salieta-se a necessidade do entendimento da dinâmica natural das áreas, haja vista que qualquer alteração na estrutura do dossel (perda de folhas, alagamento de áreas) resulta em uma dinâmica natural dessa vegetação sob o ponto de vista do intérprete das imagens de satélite.

Ao longo dos 17 anos de análise, a tipologia florestal com a maior área de remanescentes no Estado do Tocantins foi a Floresta Estacional Semidecidual Aluvial (Figura 64). Esta formação ocorre principalmente em áreas da planície do Araguaia e margens de rios de margem dupla, em contato com áreas de cerrado e situa-se grande parte no Parque Nacional do Araguaia, nos municípios de Lagoa da Confusão, Pium e Formoso do Araguaia.

Em sentido inverso, a Floresta Estacional Semidecidual Submontana é a formação florestal com menor superfície, representando em 2007 apenas 0,09% de todas as classes de cobertura e uso da terra mapeadas (Figura 63). No período 1990-2007 o município de Arraias foi aquele que apresentou maior redução de remanescentes, da ordem de 2,8 vezes. Em 2007, Goiatins detinha cerca de um terço da superfície da classe, seguido de Gurupi, Pedro Afonso e Arraias, que juntos somavam outros 54% da área desta formação.

Tipologia ombrófila com maior expressão espacial, a Floresta Ombrófila Aberta Submontana (Figura 61), teve um decréscimo de 49% na sua área mapeada entre 1990 e 2007. No ano de 2007, os maiores remanescentes de Floresta Ombrófila Aberta Submontana localizavam-se nos municípios de Guaraí, Ananás, Xambioá, Araguatins, Piraquê e Aragominas. A Floresta Ombrófila Densa Aluvial (Figura 60) manteve-se como a de menor ocorrência, tendo reduzido-se pela metade sua área entre 1990 e 2000, especialmente nos municípios de Esperantina e São Sebastião do Tocantins.

Num contexto mais geral, pode-se afirmar que a Floresta Ombrófila é a formação florestal com maior redução em sua área remanescente, considerando o período entre 1990 e 2007 com variação entre 11 e 49% respectivamente. A Floresta Estacional por sua vez, é a formação florestal com os menores índices de redução de área, com variação entre 5 e 21%, metade da área antropizada da floresta ombrófila. A superfície ocupada pela Formação Florestal Estacional e Formação Florestal Ombrófila ao longo do período de análise pode ser visualizada por meio das figuras 66 e 67.

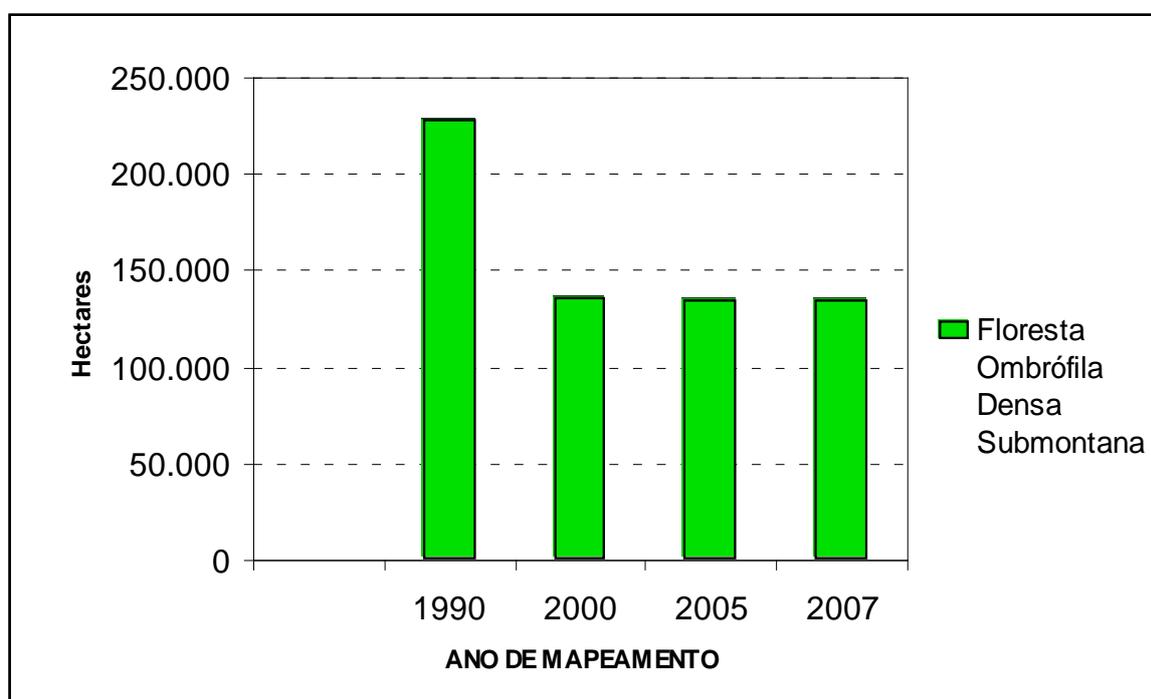
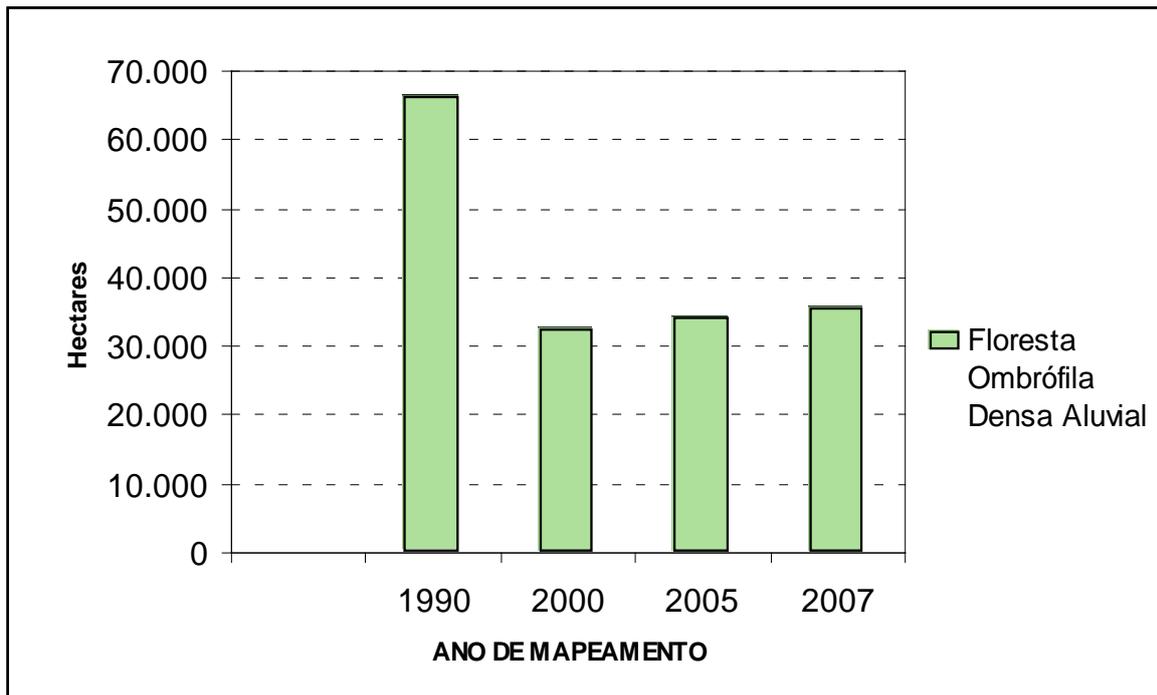
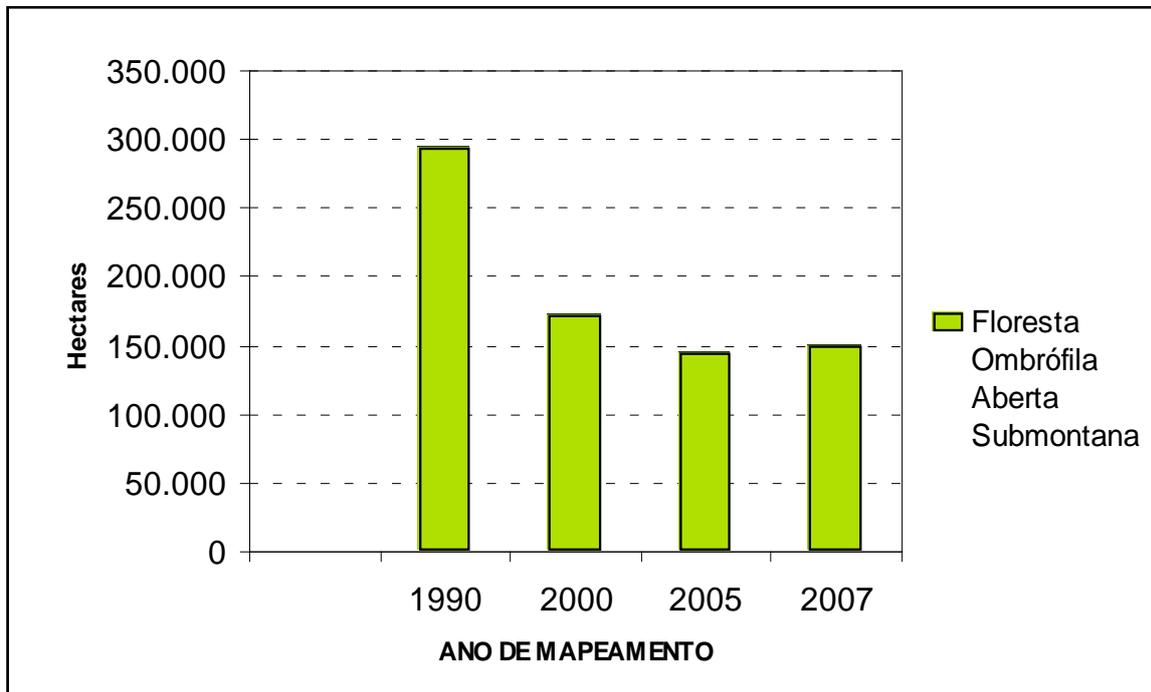


Figura 59 . Evolução da classe Floresta Ombrófila Densa Submontana no Estado do Tocantins entre 1990 e 2007 <sup>[1]</sup>

<sup>[1]</sup> Todas as figuras, quadros, tabelas e mapas sem indicação de fonte específica neste Relatório Técnico foram elaborados com base de em dados gerados no presente estudo técnico.



**Figura 60.** Evolução da classe Floresta Ombrófila Densa Aluvial no Estado do Tocantins entre 1990 e 2007



**Figura 61.** Evolução da classe Floresta Ombrófila Aberta Submontana no Estado do Tocantins entre 1990 e 2007

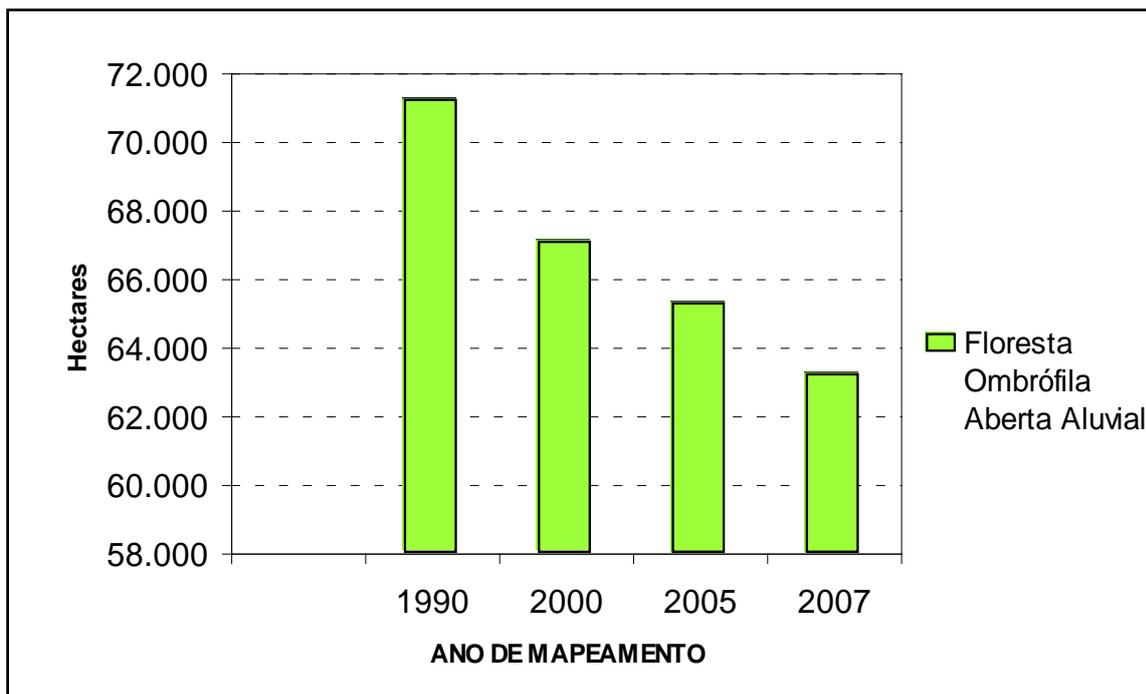


Figura 62. Evolução da classe Floresta Ombrófila Aberta Aluvial no Estado do Tocantins entre 1990 e 2007

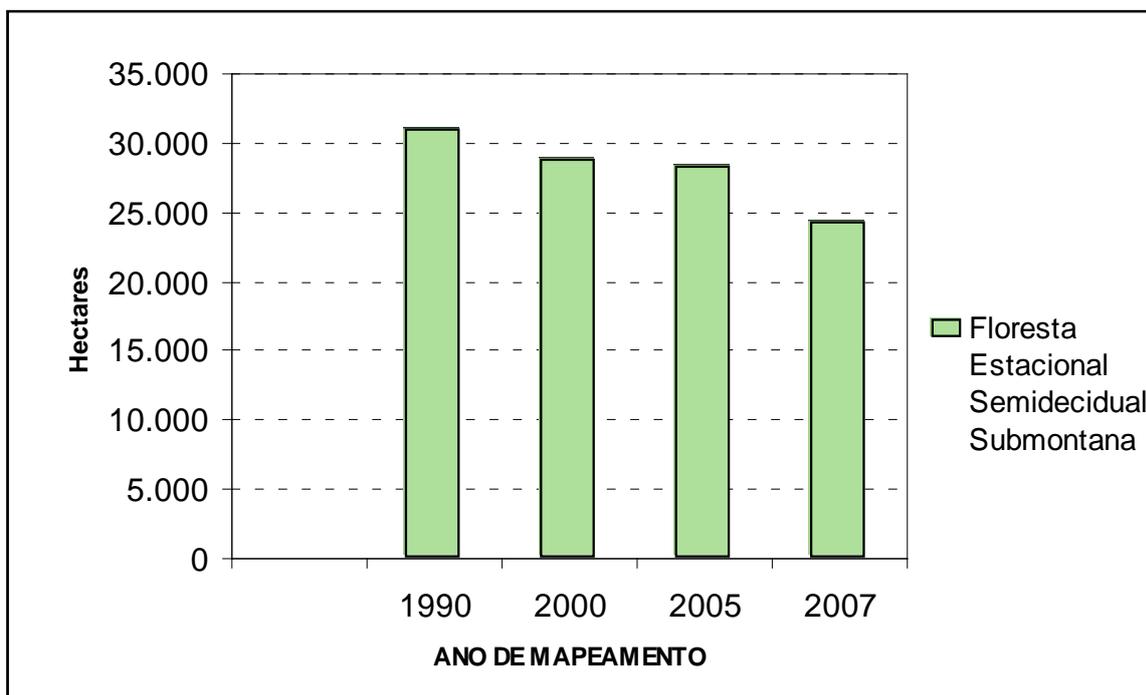


Figura 63. Evolução da classe Floresta Estacional Semidecidual Submontana no Estado do Tocantins entre 1990 e 2007

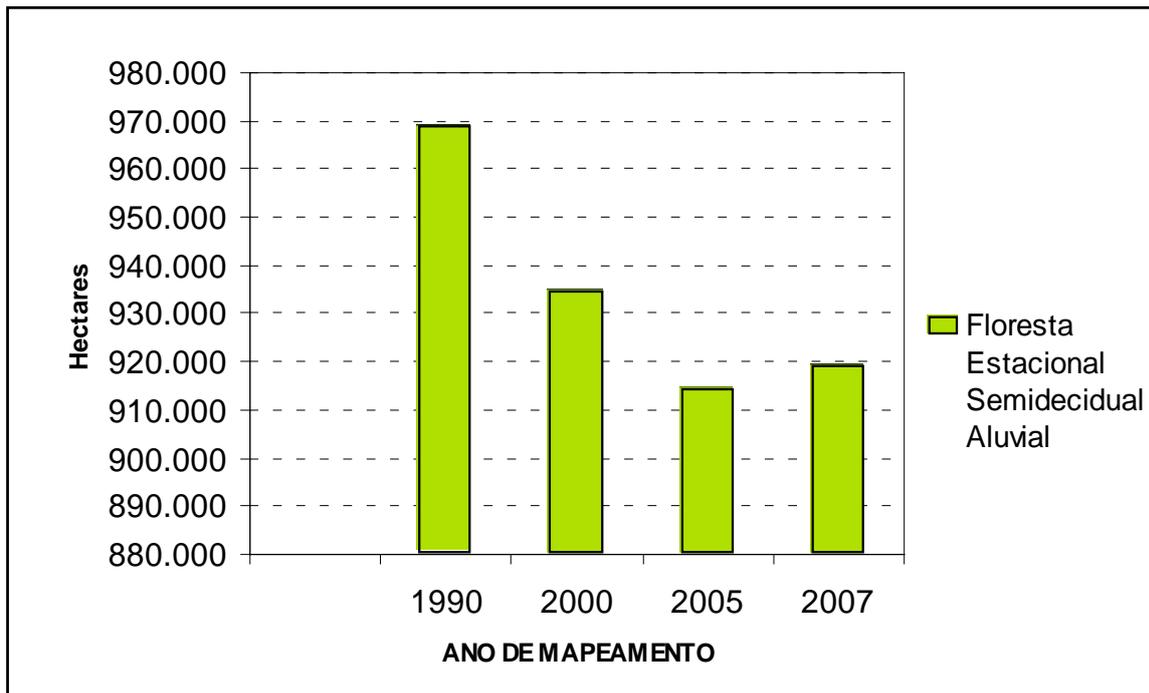


Figura 64. Evolução da classe Floresta Estacional Semidecidual Aluvial no Estado do Tocantins entre 1990 e 2007

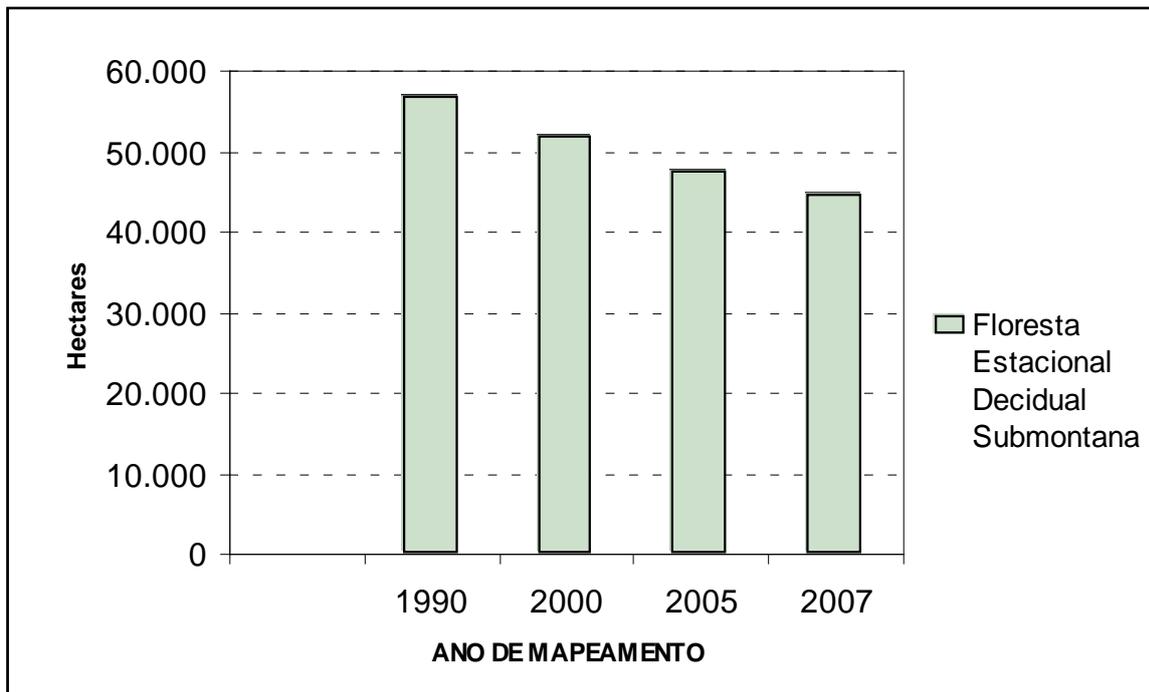


Figura 65. Evolução da classe Floresta Estacional Decidual Submontana no Estado do Tocantins entre 1990 e 2007

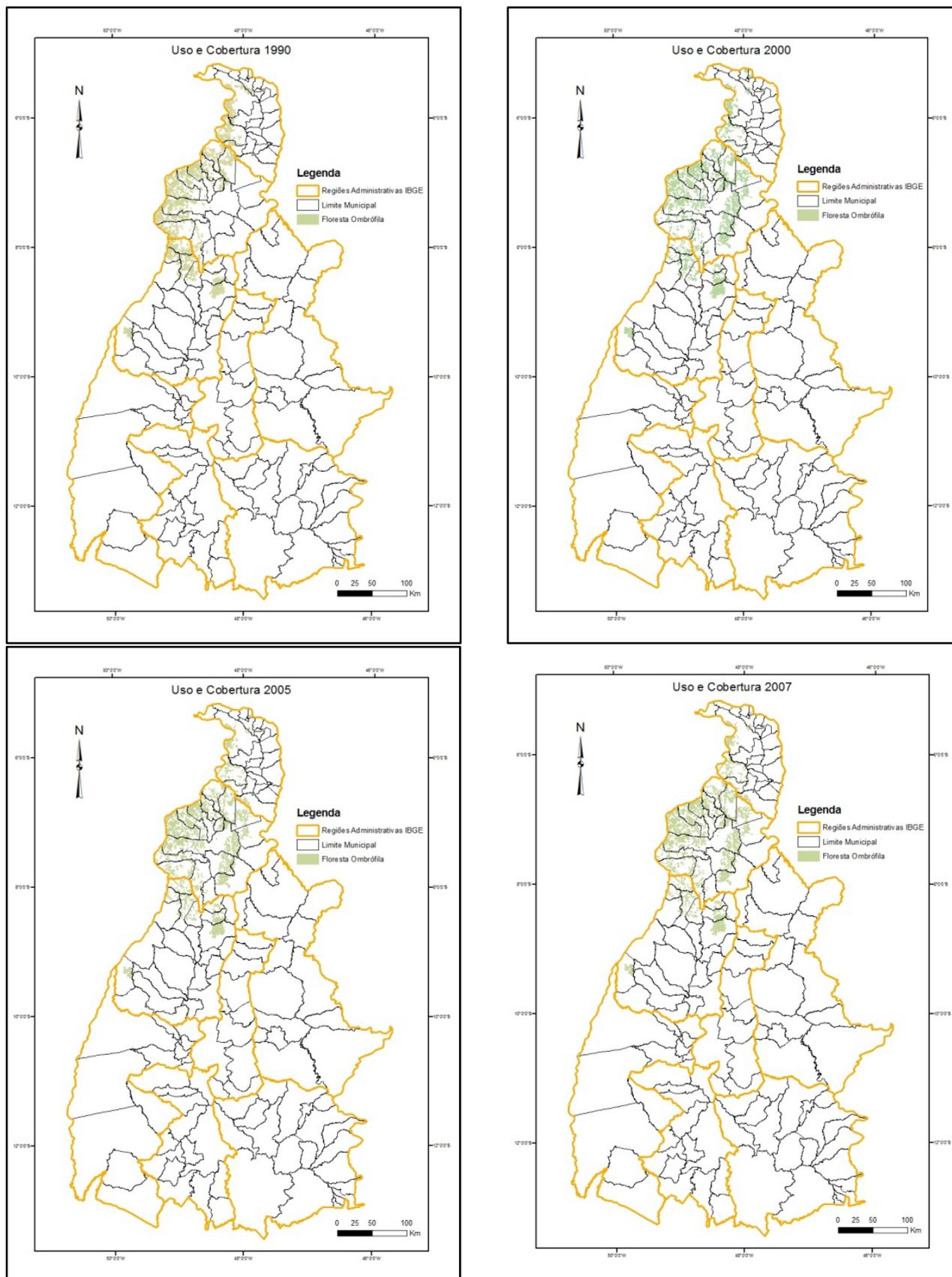


Figura 66. Áreas de Formações de Floresta Ombrófila - 1990/2000/2005/2007

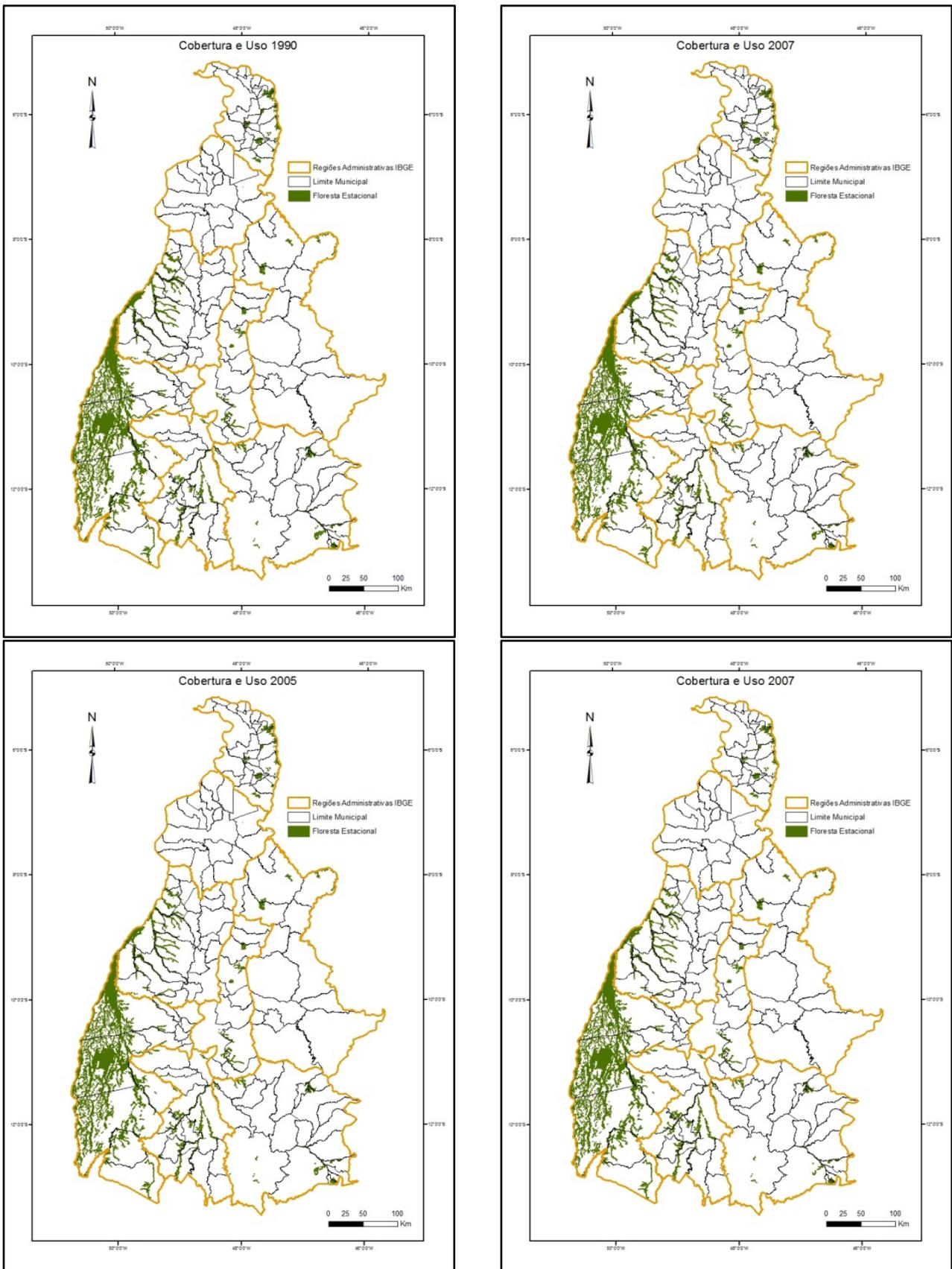


Figura 67. Áreas de Formações de Floresta Estacional - 1990/2000/2005/2007

#### **4.1.2. Formações Savânicas**

Na porção sul do Estado, constatou-se durante as campanhas de campo que existem remanescentes de cerrado bem conservados, porém muito fragmentados em função da ação antrópica em seu entorno, bem como a ocorrência de queimadas, normalmente associadas à pastagens naturais e plantadas. Na porção central do Estado constatou-se que a formação savânica apresentou-se descaracterizada em sua estrutura, devido à ação antrópica resultante da exploração madeireira com a finalidade de produção de lenha e carvão. Na porção norte do Estado, as áreas de cerrado, sofre pressão das áreas de agropecuária que avançam sobre esta tipologia. No contexto Estadual, constatou-se que o cerrado sentido restrito apresentou um decréscimo de área em torno de 20%, passando de aproximadamente 10.000.000 de hectares em 1990 para aproximadamente 8.000.000 de hectares em 2007.

Em geral, as áreas de domínio do cerrado, similarmente às formações florestais apresentam um declínio de área remanescente no período cronológico de análise (1990 e 2007), com exceção à classe Palmeiral, que merece algumas considerações oportunas.

A classe Palmeiral foi a única que apresentou um aumento expressivo em sua área, em sentido contrário à tendência apresentada para todas as classes pertencentes ao domínio de cerrado. A curva de tendência para esta classe pode ser moldada através de uma função polinomial que ilustra um pequeno declínio nas áreas de Palmeiral entre os anos de 1990 e 2000, acentuado entre 2000 e 2005, passando em 2007 para uma área maior do que em 1990.

O fato ocorre devido à seguinte hipótese: segundo o IBGE (2007d) existem extensas áreas no norte do Tocantins sob domínio florestal que foram cultivadas ou exploradas com atividades agropecuárias antes dos anos de 1980 e posteriormente foram subutilizadas. Essas áreas em situação de subutilização permitiram a regeneração da vegetação em diferentes estágios sucessionais, particularmente nas áreas ao norte do Tocantins, em municípios como Araguatins, Esperantina e Buriti do Tocantins, originalmente de formações florestais e encaves com cerrado, tornando-se ocupadas por palmeirais.

Os resultados do mapeamento perante a classe Palmeiral corroboram com o mapeamento do IBGE (2007d) que justifica a existência dessas áreas da seguinte maneira: “parte do extenso babaçual existente no norte do Estado é resultante da devastação florestal e das práticas de manejo agrícola empregado. A palmeira babaçu espalhou-se pela área formando grandes povoamentos especialmente nas bacias e vales entre as serras. No preparo da área para as atividades agropecuárias, o emprego do fogo proporcionou a quebra da dormência das sementes e causou a germinação em massa dessas palmeiras, denominados pindobais e, em longo prazo, cocais”. Nestas áreas de encaves e domínio florestal, o domínio do babaçu tornou-se tão proeminente que não permitiu a formação de uma submata, e resumiu-se à situação registrada no processo de mapeamento, confirmada com a campanha de Campo.

Com as campanhas de campo, foi possível corroborar IBGE (2007d) quanto à transformação de pastagens com baixo suporte animal em palmeirais. Desse modo, verificou-se que a ação do fogo usada anualmente para a limpeza de pastagens permite a quebra de dormência da sementeira existente, e resulta na emergência das palmeiras no interior das mesmas, que continuam sendo usadas para cria/recria de bovinos. Assim, ao mesmo tempo em que se amplia a cobertura do solo por palmeiras, mantém-se no subdossel a cobertura por gramíneas e o pastejo por animais. Com base na interpretação das imagens de satélite, grande parcela da área é mapeada como Palmeiral, embora exista a atividade Agropecuária em



seu interior. Por meio da Figura 65, pode ser observado um exemplo de área com atividade agropecuária ocupada por palmeiras e capoeira.



**Figura 68.** Exemplo de área de Agropecuária ocupada por palmeirais em diferentes idades.

A dinâmica individual das classes de cobertura vegetal pertencentes às formações savânicas em território tocantinense pode ser visualizada nos gráficos apresentados nas Figuras 69 a Figura 77. Na Figura 78 pode ser visualizada a superfície ocupadas em conjunto pelas Formações Florestais do Cerrado, Formações de Cerrado Sentido Restrito e Formações Campestres de Cerrado no período 1990, 2000, 2005 e 2007.

Em análise às figuras supracitadas, verificaram-se padrões gráficos de alteração das áreas remanescentes do bioma Cerrado, com variações na intensidade e amplitude das mudanças entre as diferentes formações do bioma.

Entre os diversos tipos de vegetação em domínio de Cerrado, observou-se que em 1990 havia um domínio das áreas de Cerrado Sentido Restrito, com aproximadamente 10 milhões de hectares (Figura 72). Esta formação vegetal ocorre distribuída no sul e centro do Tocantins, porém existem extensas áreas de enclave com as formações florestais no norte do Tocantins, incluindo as matas de cocais observadas durante a campanha de campo. Em termos absolutos, as maiores superfícies recobertas por Cerrado Sentido Restrito no ano de 2007 localizavam-se em Paranã, Rio Sono, Lizarda, Mateiros, Goiatins e Ponte Alta do Tocantins. Não obstante a distribuição desta classe em diversas áreas do Estado, como já assinalado, os municípios com maior ocorrência possuem unidades de conservação ou terras indígenas, o

que garante a conservação desta tipologia. No caso específico de Paranã, a grande dimensão das áreas de Cerrado Sentido Restrito vincula-se também à extensão territorial do município (11.260 km<sup>2</sup>), um dos maiores do Tocantins.

Em contraponto ao Cerrado Sentido Restrito, a classe Mata Seca (Figura 70), inclusas na grande classe Cerrado Sentido Amplo, é aquela que possui a menor área de remanescentes em todo o território tocantinense em 1990 e inexistentes em 2007. Entre 1990 e 2000 foram mapeados pouco mais de 12 hectares de Mata Seca, no município de Araguacema, que não foram identificados em 2005 e 2007. Ressalta-se a dificuldade na identificação dessa classe em imagens orbitais de média resolução e escala de trabalho adotada.

O mapeamento indicou que, no ano de 2007, a classe Parque de Cerrado tinha seus remanescentes concentrados sudoeste tocantinense, mais especificamente em Formoso do Araguaia, Lagoa da Confusão e Pium, que totalizaram cerca de 95% das ocorrências.

A classe Campo possuía, em 2007, grandes áreas contínuas em Mateiros, Ponte Alta do Tocantins, e São Félix do Tocantins, na região do Jalapão, além de Almas. Somados, estes quatro municípios totalizavam 43% da superfície ocupada pela classe no Tocantins.

Num contexto mais geral, pode-se afirmar que a classe Cerrado Sentido Restrito foi o tipo de vegetação deste bioma com maior redução de área no período analisado, com decréscimo de 20% entre 1990 e 2007, conforme ilustra a Figura 72. Na seqüência de análise, a classe Cerradão foi antropizada em aproximadamente 16% comparativamente ao ano de 1990 (Figura 71). Em áreas da classe Campo (Figura 76), evidenciou-se redução em torno de 14% nas áreas mapeadas em 1990. Já a classe Parque de Cerrado (Figura 73) foi verificada uma redução em torno de 7% em relação ao ano de 1990.

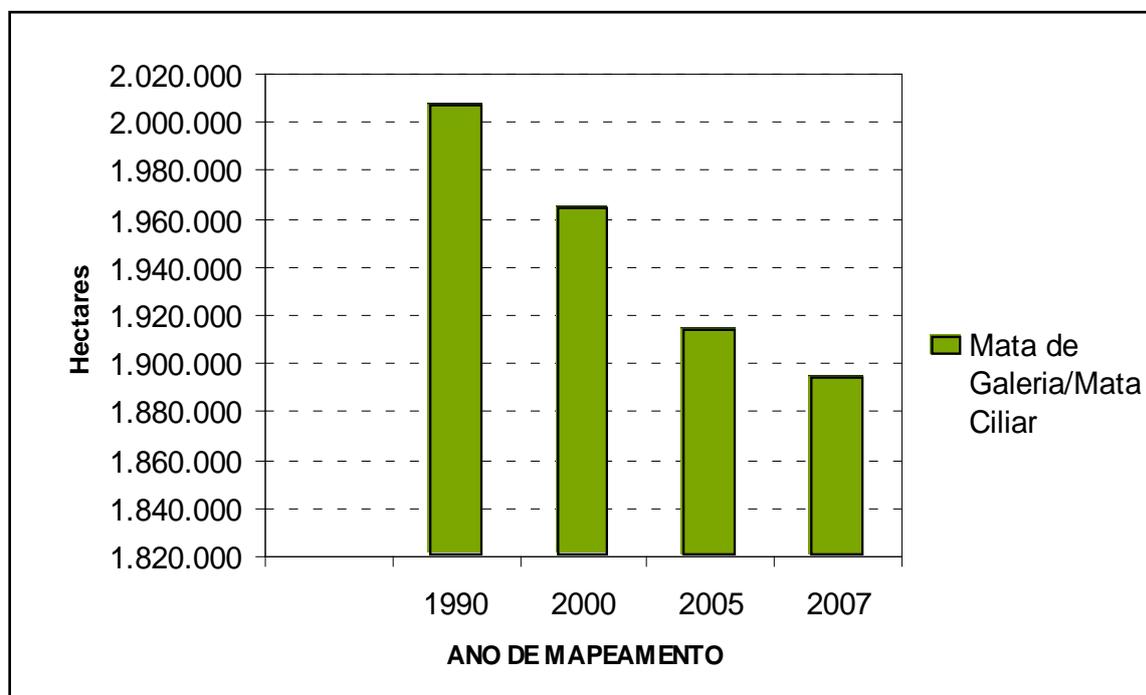


Figura 69. Evolução da classe Mata de Galeria / Mata Ciliar no Estado do Tocantins entre 1990 e 2007

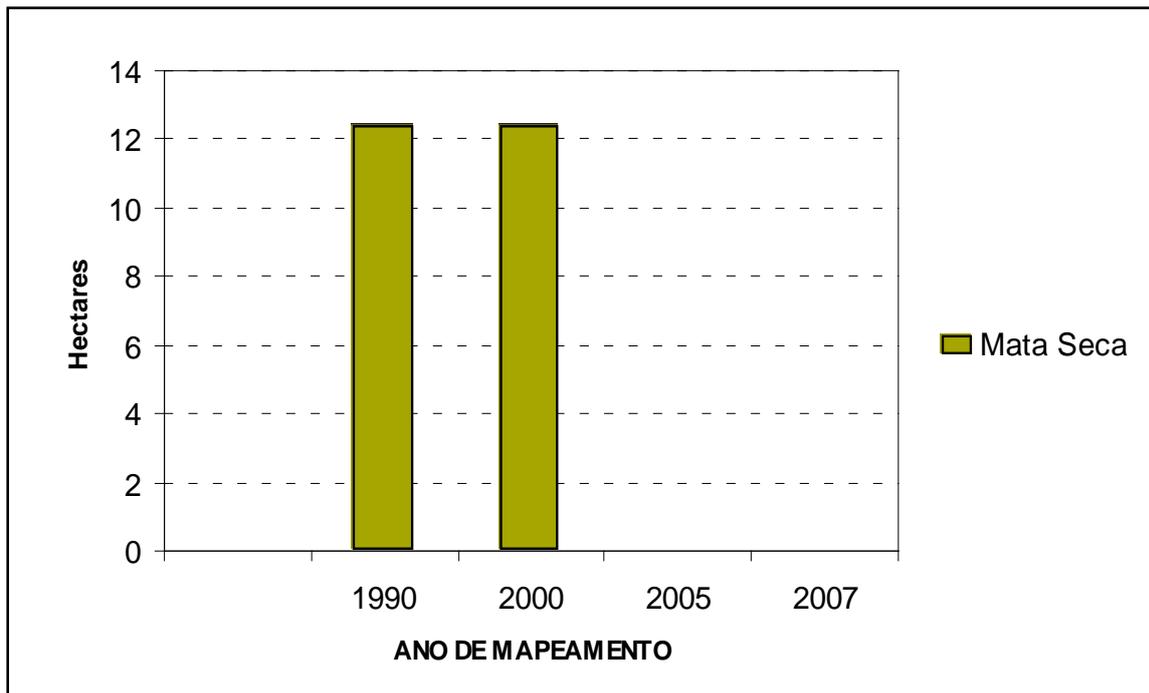


Figura 70. Evolução da classe Mata Seca no Estado do Tocantins entre 1990 e 2007

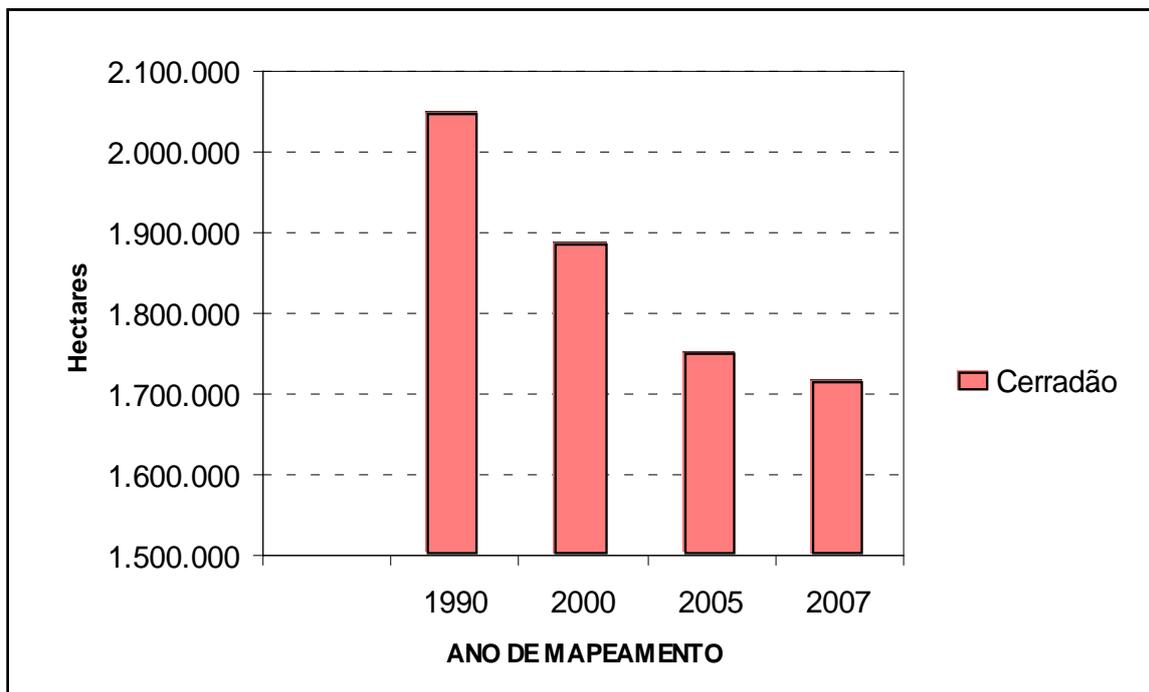


Figura 71. Evolução da classe Cerradão no Estado do Tocantins entre 1990 e 2007

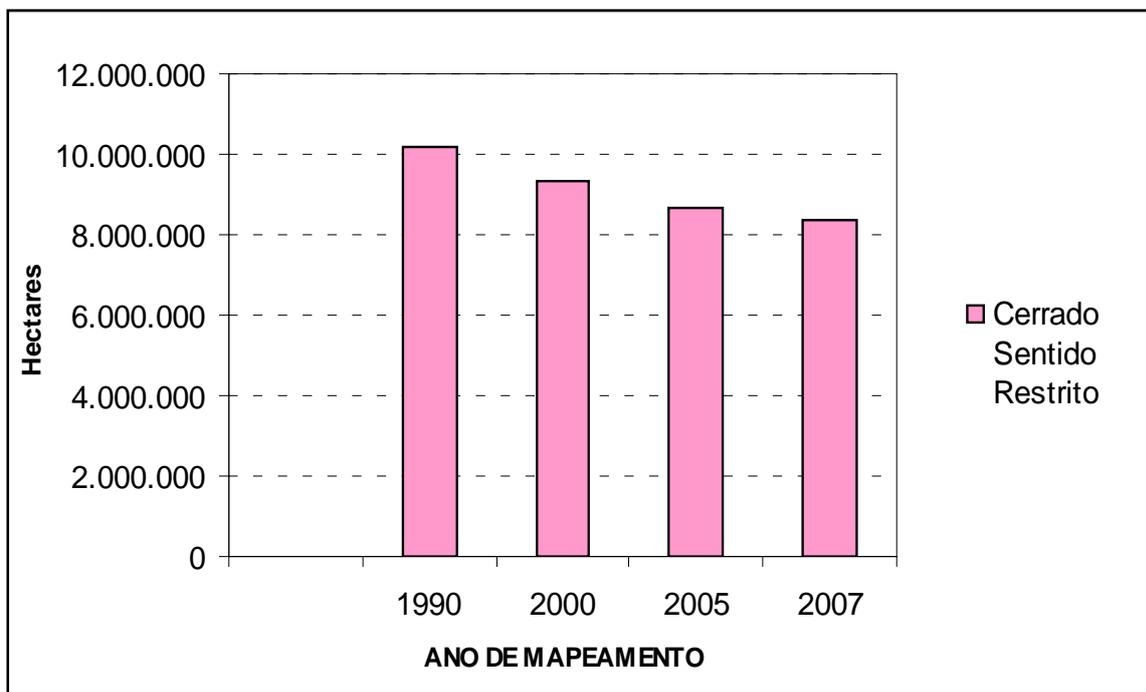


Figura 72. Evolução da classe Cerrado Sentido Restrito no Estado do Tocantins entre 1990 e 2007

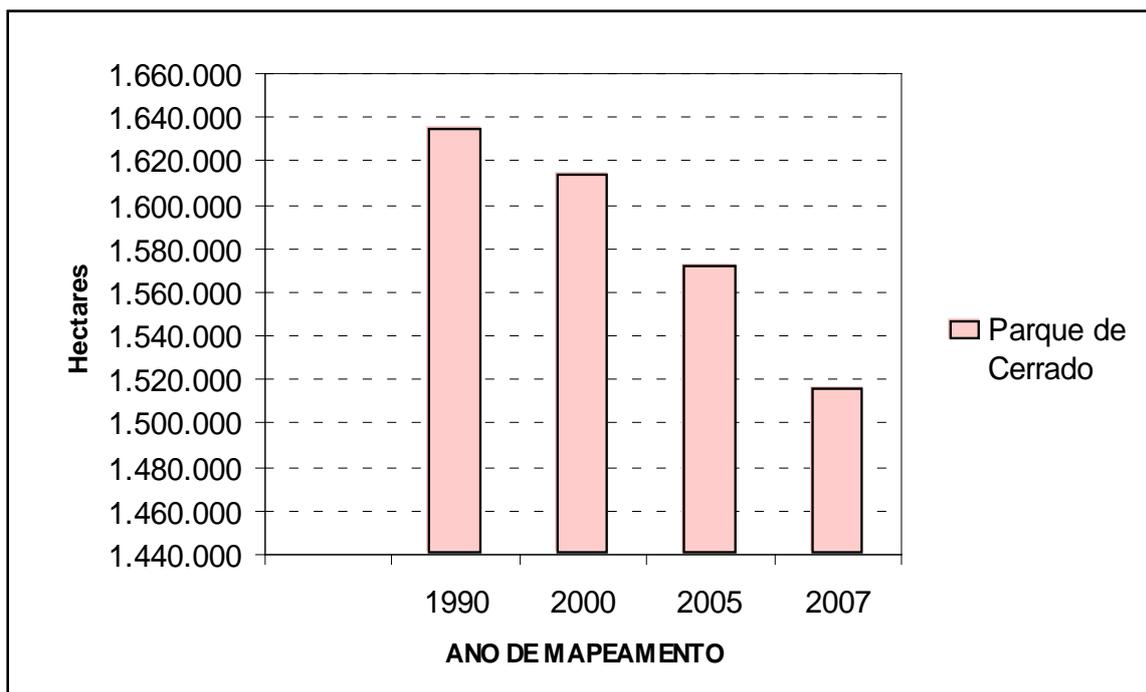


Figura 73. Evolução da classe Parque de Cerrado no Estado do Tocantins entre 1990 e 2007

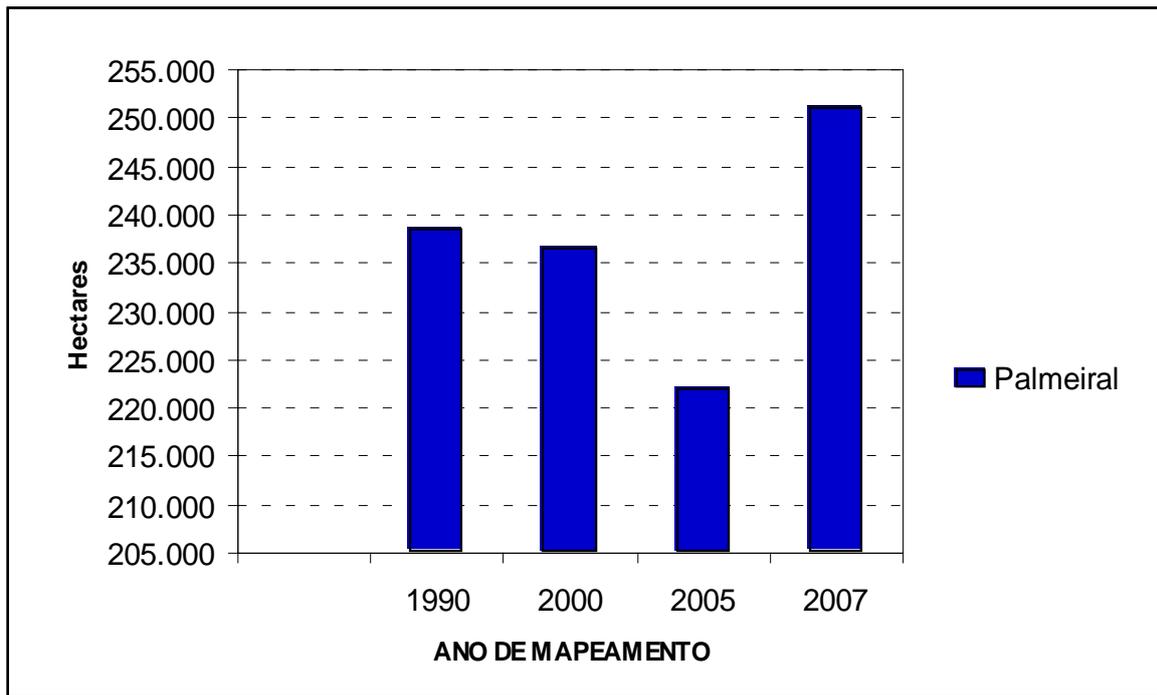


Figura 74. Evolução da classe Palmeiral no Estado do Tocantins entre 1990 e 2007

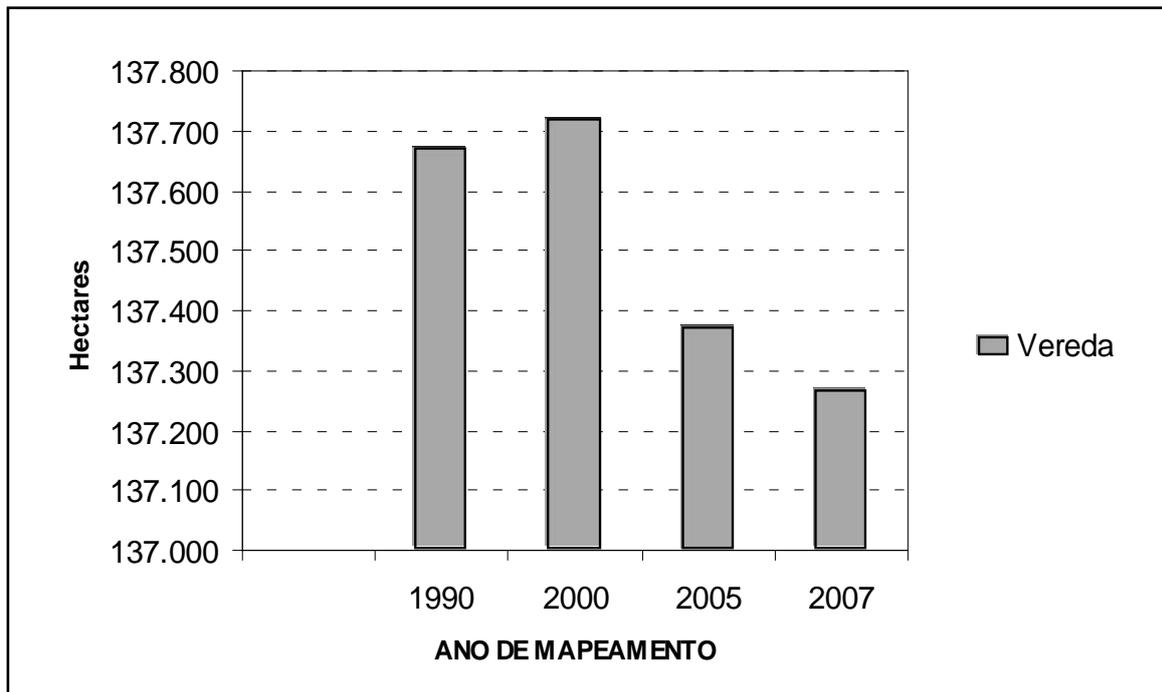


Figura 75. Evolução da classe Vereda no Estado do Tocantins entre 1990 e 2007

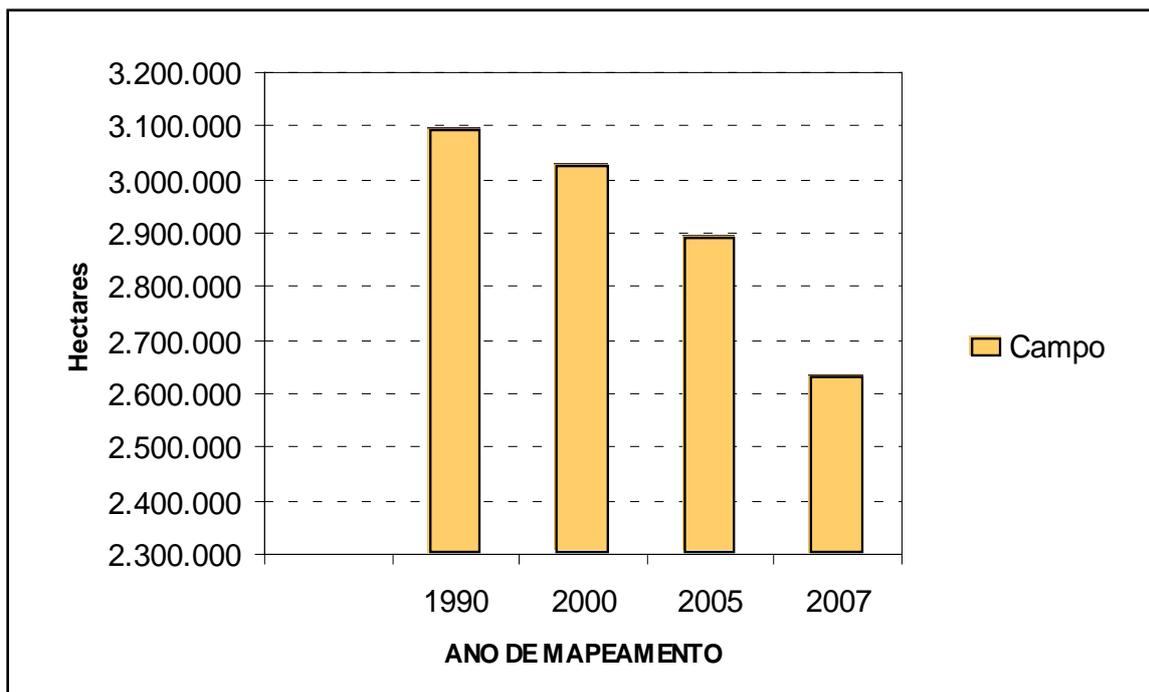


Figura 76. Evolução da classe Campo no Estado do Tocantins entre 1990 e 2007

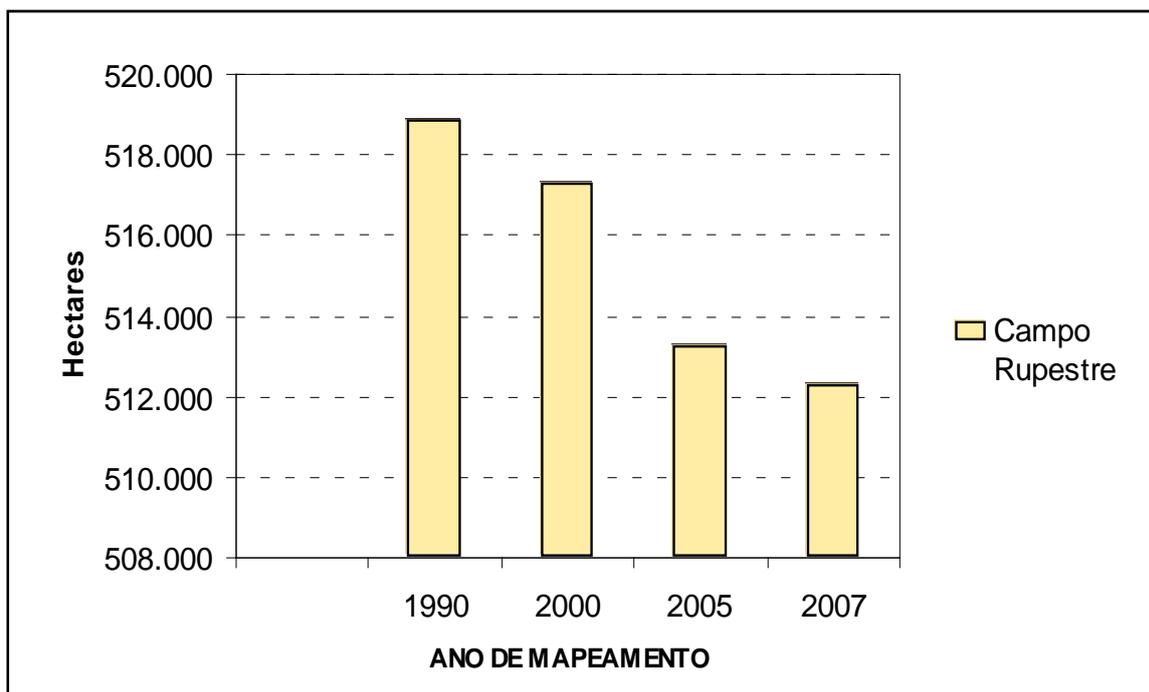


Figura 77. Evolução da classe Campo Rupestre no Estado do Tocantins entre 1990 e 2007

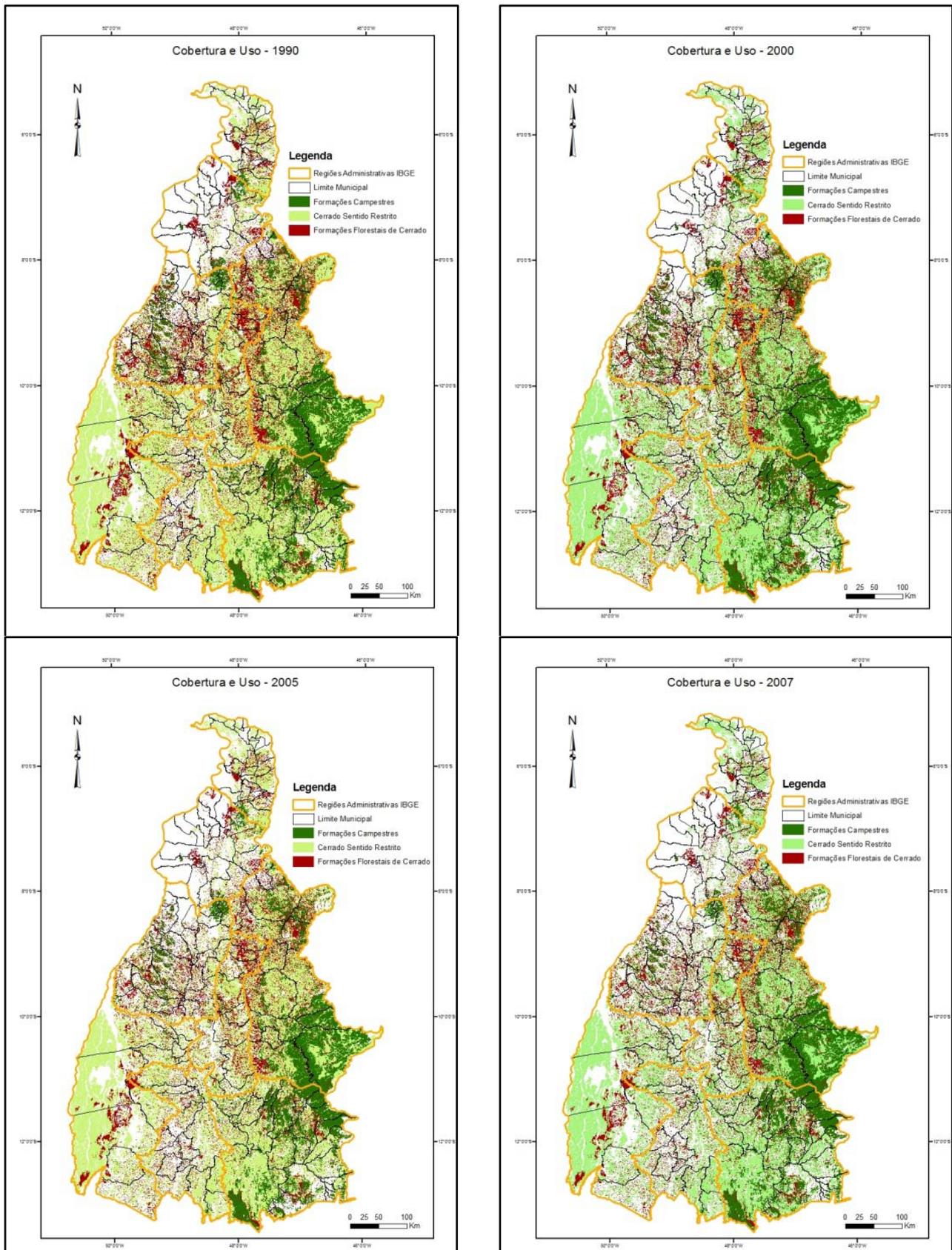


Figura 78. Áreas de Formações Savânicas - 1990/2000/2005/2007

Dentre as áreas com menos de 1% de antropização estão as classes de Vereda (Figura 73) e Campo Rupestre (Figura 77). A dinâmica das áreas de Vereda, similarmente às áreas de Floresta Aluvial e Mata Ciliar/Mata de Galeria (Figura 67), é dependente do nível dos corpos d'água e precipitação nos períodos de coleta das imagens. Para esta classe houve a redução de 0,2% das áreas mapeadas entre 1990 e 2007. A classe Campo Rupestre tem maior ocorrência no sudeste tocantinense, nos municípios de Paranã, Arraias, Natividade, Almas e Pindorama do Tocantins. As áreas identificadas como Vereda tem maior destaque espacial nos municípios da região do Jalapão, principalmente Mateiros, Ponte Alta do Tocantins, Lizarda, Rio Sono e São Félix do Tocantins.

Em relação à classe Campo Rupestre (Figura 77), seu baixo índice de antropização (menos de 2%) deve-se basicamente às limitações fisiográficas em que estão inseridas (solos rasos, com afloramento de rochas e baixa fertilidade natural, com fragilidade estrutural e impossibilidade de mecanização e baixo suporte à pecuária) o que tornam essas áreas sem qualquer atrativo aos empresários rurais que, tradicionalmente procuram áreas aptas às atividades agrícolas, sejam elas intensivas ou não. Mesmo assim, observou-se no mapeamento que as áreas diminuíram ao longo do período analisado, principalmente devido sua utilização para a pecuária bovina.

#### **4.1.3. Áreas Antrópicas**

A dinâmica das classes de uso antrópico pode ser visualizada a seguir (Figura 79 a Figura 85). As figuras 86 a 89 apresentam a ocupação espacial das classes Capoeira, Reflorestamento, Cultura Temporária e Cultura Permanente, e Agropecuária.

Em análise às áreas antrópicas de ocorrência no Estado, pode-se afirmar que a classe Reflorestamento (Figura 85 e Figura 87) foi aquela que apresentou o maior incremento no Estado, cerca de seis vezes a área originalmente explorada em 1990. Esta classe passou de 2.500 hectares para mais de 15.800 hectares em 17 anos de análise, uma média de 780 hectares de incremento por ano, pressupondo-se uma evolução crescente e uniforme. Apesar deste crescimento, no ano de 2007, o mapeamento detectou a concentração, ao menos em estágio de crescimento passível de detecção por meio de imagens de satélite de média resolução espacial, da classe Reflorestamento em apenas oito municípios. E destes, dois municípios: São Bento do Tocantins e Araguatins, totalizavam 72,3% da superfície identificada.

Em análise às figuras supracitadas, verifica-se que existem padrões gráficos em relação às áreas antrópicas, que envolvem as classes Área Urbanizada, Área de Mineração, Capoeira, Cultura Temporária, Cultura Permanente, Agropecuária e Reflorestamento. Em geral, as áreas antrópicas apresentaram um incremento de área no período cronológico de análise (1990 e 2007). A única classe que não apresentou incremento crescente no período foi Capoeira. Para esta classe, algumas considerações devem ser realizadas para que haja o entendimento do processo.

No período cronológico de trabalho, os gráficos de áreas antrópicas para todas as classes de mapeamento apresentam-se de forma inversa às áreas de vegetação natural - um gráfico é o espelho do outro. Ou seja, houve elevação na superfície ocupada pelas classes de Uso da Terra, concomitantemente à redução da superfície relacionada às Formações Savânicas e Formações Florestais, o que corrobora de forma significativa com os resultados obtidos no presente trabalho.

Outro processo interessante e que confirma as análises socioeconômicas, é o processo de urbanização, medido neste projeto por meio do incremento das áreas urbanas mapeadas. Entre 1990 e 2007 as superfícies relativas à Área Urbanizada (Figura 79) dobraram de tamanho em todo o Estado, passando de



pouco mais de 20.000 hectares em 1990 para aproximadamente 40.000 hectares em 2007. Necessário ressaltar, como esperado, a grande expansão em termos absolutos da área urbana no município de Palmas que elevou-se mais de 5 vezes em 17 anos. Além da capital tocantinense, outros município com grande expansão territorial foi Araguaína.

As áreas de mineração (Figura 80) tiveram um incremento de 3,7 vezes a sua área original em 1990, passando de pouco mais de 66 hectares para 245 hectares em 2007.

Em consulta às estatísticas dos direitos minerários disponibilizadas pelo Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM, 2009), constatou-se que em 2002 houve a solicitação de 275 requerimentos de lavras no Estado do Tocantins. Em 2005, houve o protocolo de 542 requerimentos de lavras, o que representou um incremento de 97% das solicitações de lavra minerária, e finalmente em 2007, houve a solicitação de 670 novos requerimentos de lavras, corroborando com a tendência de incremento da atividade apresentada nas estatísticas de mapeamento. Importante salientar que o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM, 2009) não disponibilizou dados estatísticos de 1990 e 2000 e o tamanho das áreas de lavra sob requerimento, o que torna a comparação qualitativa (aumento ou diminuição) e não quantitativa. Incluem-se nestes requerimentos os protocolos de pesquisa, licença, lavra garimpeira e registro de extração.

Em relação à classe Capoeira (Figuras 81 e 86), algumas considerações particulares merecem destaque. Segundo o IBGE (2004), capoeira é uma “vegetação secundária que nasce após a derrubada das florestas primárias”.

Neste sentido conceitual, somente foram mapeadas como Capoeira as áreas inseridas no bioma floresta e que não apresentavam uso definido e tão pouco se assemelhavam a uma floresta com estrutura de dossel emergente. Possui algumas variações do termo, como cita o próprio IBGE (2004), como capoeirão, que indica um estágio mais avançado de sucessão vegetal após processo de desmatamento. Esta classe, que era de aproximadamente 750.000 hectares em 1990, apresentou um declínio em 2000 e principalmente em 2005, ano que apresentou o menor quantitativo de área mapeada, com aproximadamente 568.000 hectares, aumentando para aproximadamente 592.000 hectares em 2007. Este processo pode ser explicado sob duas linhas de raciocínio: a primeira é que houve um processo de investimento em áreas subutilizadas, resultando em conversões para outras classes de uso e, em outra linha de análise, é que parte dessas áreas, em 2007, tornou-se palmeirais em locais com subutilização desde 1990 e que se tornaram visíveis nas imagens de satélite após 17 anos, durante o mapeamento em 2007.

De uma forma geral, os municípios com maior área de Capoeira ao longo do período de análise são Araguaína, Xambioá, Ananás, Arapoema, Santa Fé do Araguaia, Aragominas e Formoso do Araguaia.

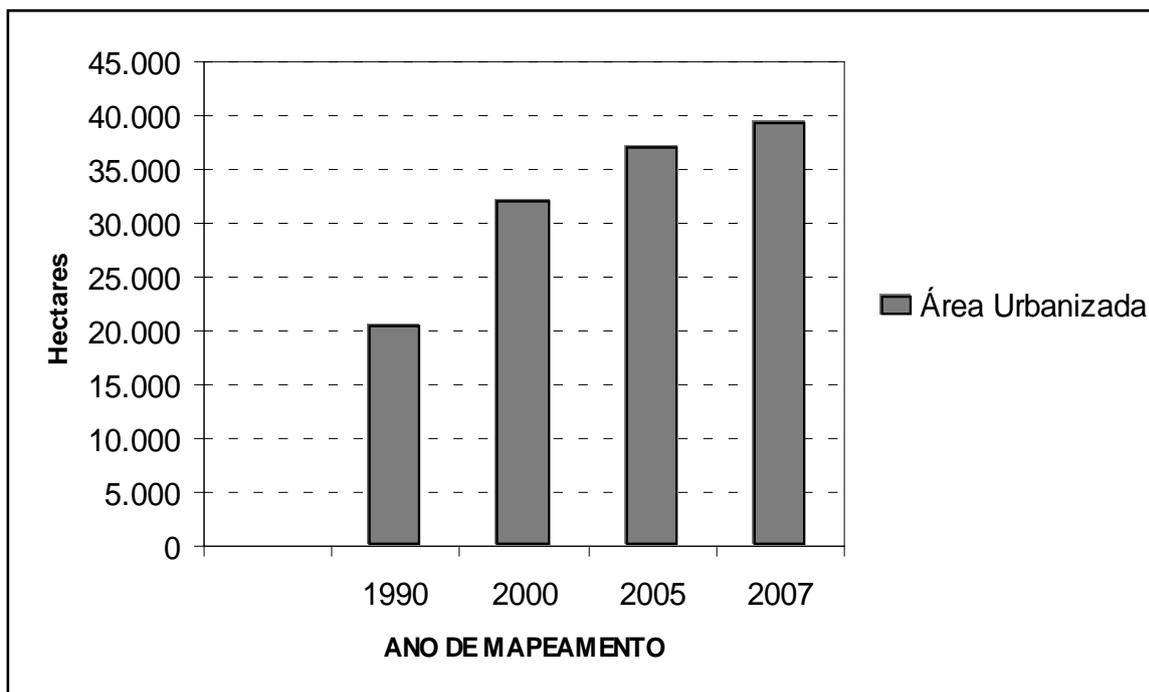


Figura 79. Evolução da classe Área Urbanizada no Estado do Tocantins entre 1990 e 2007

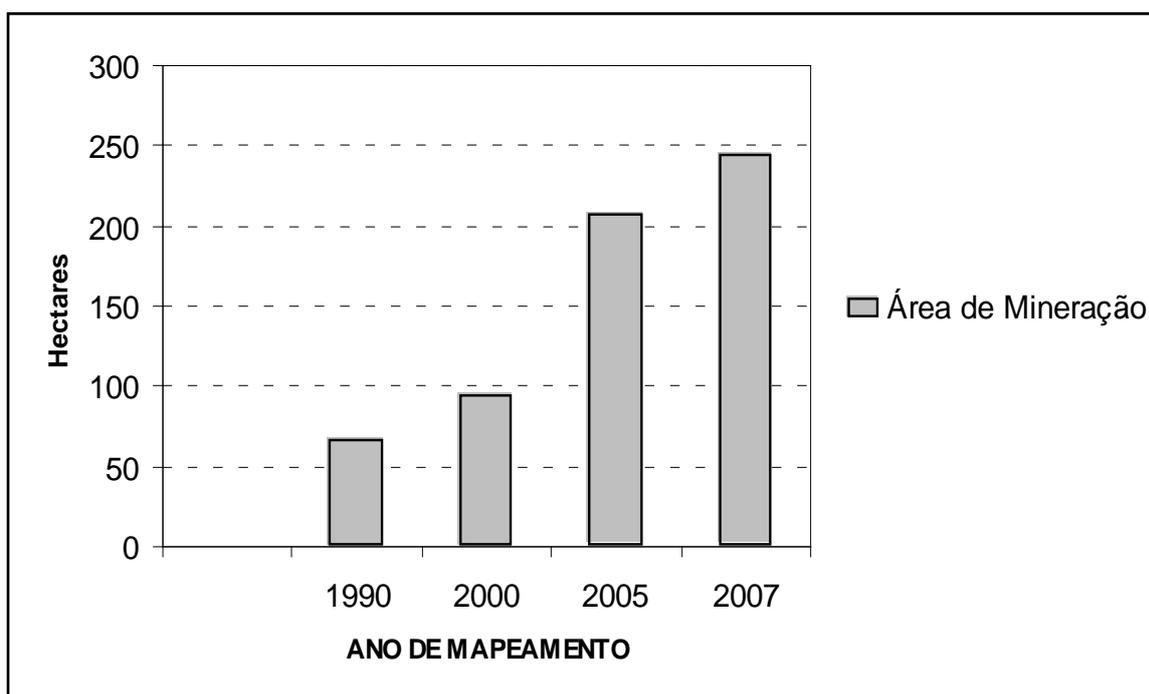
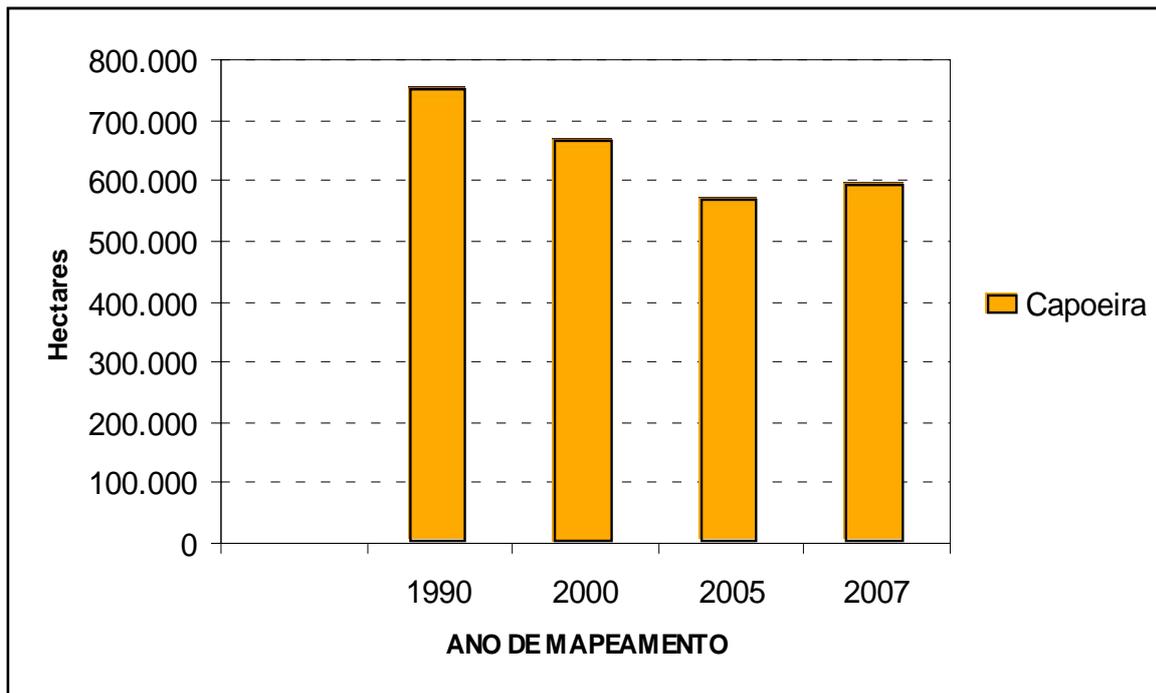


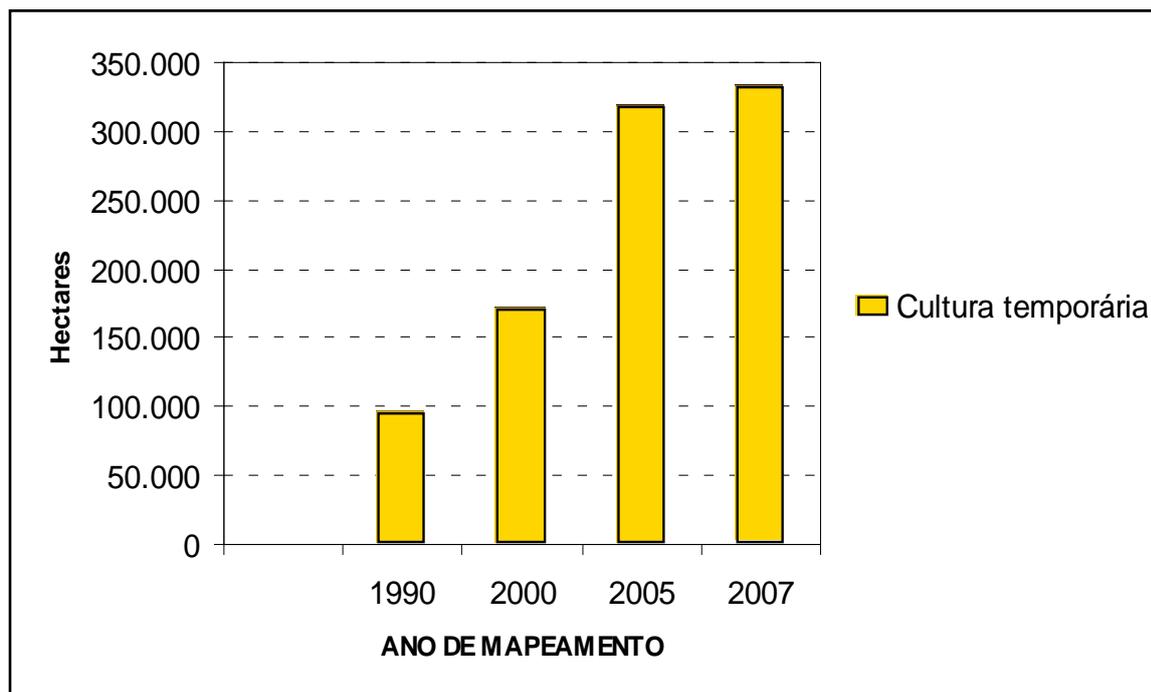
Figura 80. Evolução da classe Área de Mineração no Estado do Tocantins entre 1990 e 2007



**Figura 81.** Evolução da classe Capoeira no Estado do Tocantins entre 1990 e 2007

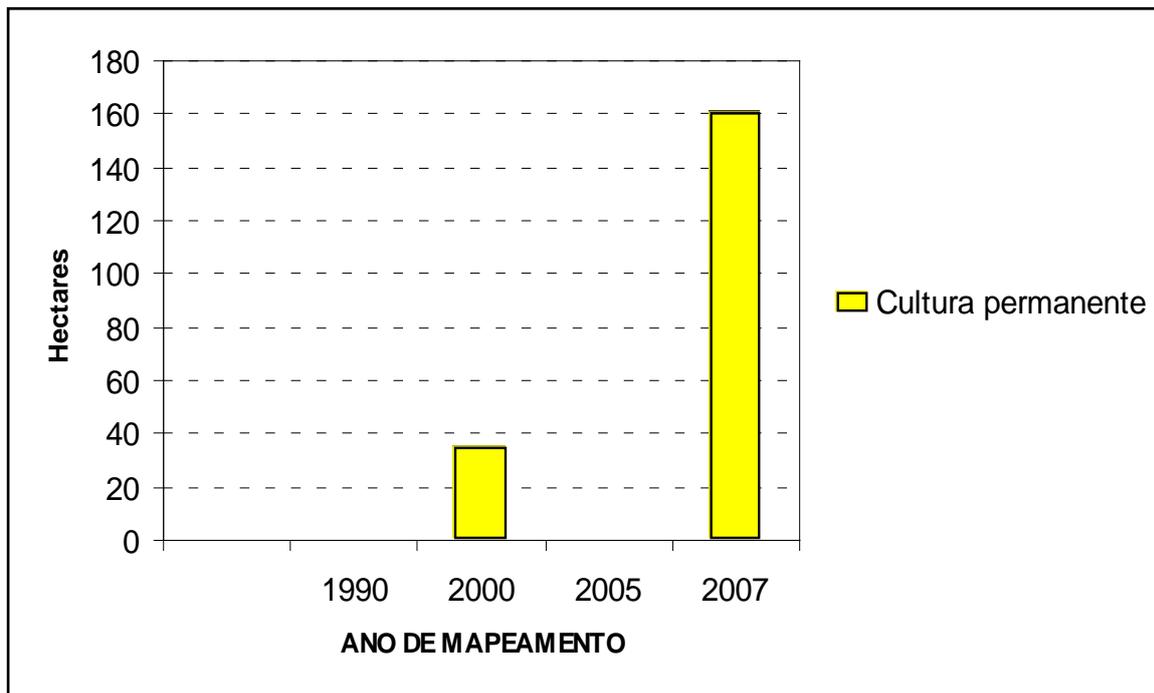
As áreas mapeadas como Cultura Temporária, neste trabalho caracterizado por culturas anuais de ciclo curto como soja, milho, algodão e feijão, mais que triplicaram a área plantada entre 1990 e 2007, passando de aproximadamente 95.000 hectares em 1990 para mais de 330.000 hectares em 2007, numa ascensão contínua desde 1990, conforme ilustra a Figura 82.

Apesar da grande abrangência espacial, com ocorrência em diversos municípios, ao mesmo tempo que apresentaram expansão, houve uma concentração das áreas mapeadas como Cultura Temporária em alguns municípios. Em 1990, os seis municípios com maior superfície totalizavam 44,8% da área do Estado - por ordem decrescente Formoso do Araguaia, Pium, Lagoa da Confusão, Peixe, Paranã e Araguacema. No ano de 2000, os seis municípios com maior superfície (Formoso do Araguaia, Pedro Afonso, Ponte Alta do Bom Jesus, Mateiros, Campos Lindos, Novo Jardim) totalizaram 73,7% da classe mapeada. No ano de 2005, a área relativa a Cultura Temporária em relação ao ano de 2000, praticamente dobrou no Tocantins, com os seis municípios com maior área somando 61,6%. Finalmente, no ano de 2007, manteve-se o mesmo percentual dos seis maiores municípios - Campos Lindos, Mateiros, Pedro Afonso, Formoso do Araguaia, Ponte Alta do Bom Jesus e Lagoa da Confusão. Destaca-se que o aumento das áreas mapeadas como Cultura Temporária está associado diretamente a expansão da produção de soja no Tocantins. A cultura de arroz ocorre principalmente no vale do Rio Araguaia, especialmente no município de Formoso do Araguaia. Na Figura 88 pode ser visualizada a superfície ocupada pelas classe Cultura Temporária.



**Figura 82.** Evolução da classe Cultura Temporária no Estado do Tocantins entre 1990 e 2007

A classe Cultura Permanente, no contexto do mapeamento, é considerada toda a exploração com espécies de frutíferas como laranjeiras, cajueiros, coqueiros, bananeiras, cacauzeiros em sistemas que combinam ou não culturas agrícolas e vegetação natural. Observa-se, conforme a Figura 83, que não se evidenciou essa classe em 1990. A partir de 2000, um pouco menos de quarenta hectares foram mapeados como essa classe, identificada devido à similaridade com as áreas identificadas durante as campanhas de campo. Em 2007, constatou-se a presença de áreas similares com aquelas levantadas em campo o que convergiu no mapeamento dessas áreas como Cultura Permanente, restritas ao município de Brejinho de Nazaré. A ausência em 1990 e 2005 pode estar condicionada à inexistência desses cultivos no período, ou, à possível situação de manejo empregado nessas áreas, como podas, desbastes, ação de pragas e doenças bem como o estresse hídrico que provoca a diminuição do vigor das plantas. Essa perda de vigor vegetativo acarreta menor ou mesmo ausência de resposta espectral desses alvos ao sensor, o que impossibilitou sua identificação no processo de interpretação visual das imagens.



**Figura 83.** Evolução da classe Cultura Permanente no Estado do Tocantins entre 1990 e 2007

Em 1990, a Agropecuária era a classe de maior relevância em área no Estado do Tocantins, com pouco mais de cinco milhões de hectares, passando em 17 anos para mais de oito milhões de hectares, conforme indica-se na Figura 84. Interessante ressaltar a abrangência desta classe, diretamente relacionada à atividade pecuária bovina, bem como sua expansão, com ocorrência em todos os município tocantinenses ao longo do período analisado.

No ano de 1990, os seis municípios com maiores superfícies relativas à classe Agropecuária eram, por ordem de ocorrência, Araguaína, Araguaçu, Formoso do Araguaia, Palmeirante, Peixe e Goiatins, que totalizavam cerca de 935 mil hectares, equivalentes a 18,2% da superfície estadual. Em 2007, o percentual totalizado pelos seis municípios com maior superfície - Araguaçu, Formoso do Araguaia, Araguaína, Peixe, Porto Nacional e Pium, somou aproximadamente 1.315 mil hectares, equivalentes 16,3% do território tocantinense. Os dados do mapeamento, sistematizados e disponibilizados no Apêndice 1 do Volume II deste Relatório, indicam expansão da área ocupada por pastagens, a partir de 2000, também para municípios na qual a atividade pecuária não estava consolidada em 1990. A grande expansão territorial da classe Agropecuária entre 1990 e 2007, pode também ser apreendida por intermédio da Figura 86.

Segundo a Seagro (2009), 70% do rebanho bovino e 75 % das pastagens estão ao longo da ferrovia Norte-Sul, em fase de construção. As pastagens estão localizadas em solos do tipo latossolos em áreas mais altas, enquanto que nas áreas próximas às margens do rio Tocantins encontra-se solos classificados como neossolos e gleissolos. Estes últimos solos, de baixa aptidão agrícola não permitem o suporte a atividade pecuária intensiva.

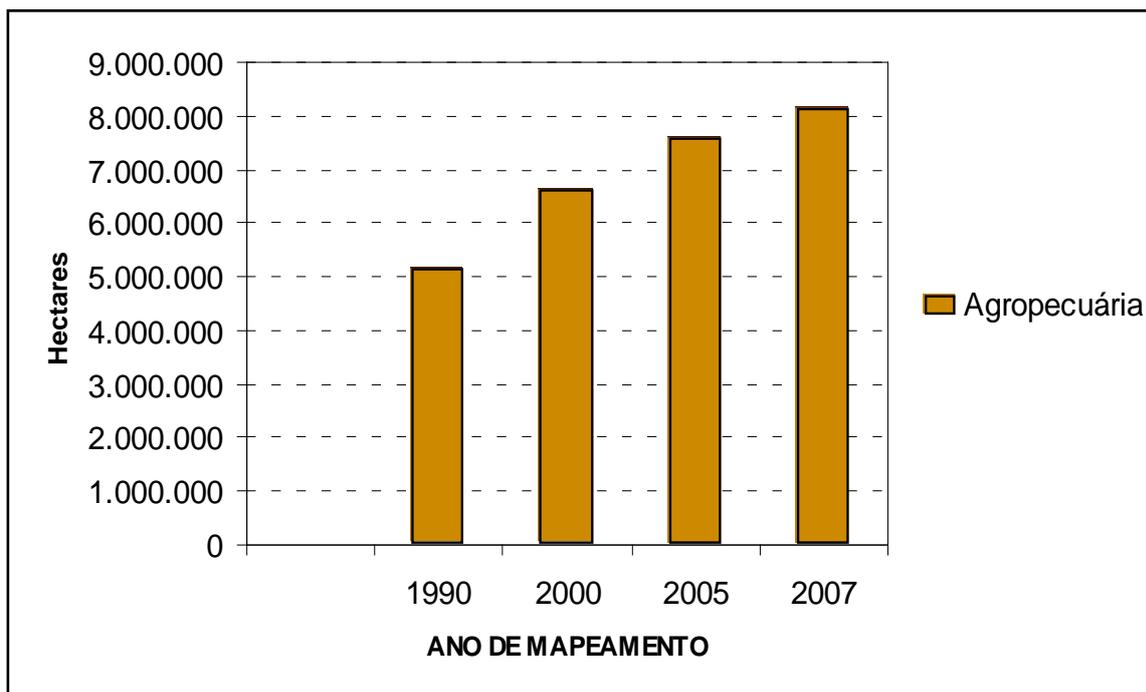


Figura 84. Evolução da classe Agropecuária no Estado do Tocantins entre 1990 e 2007

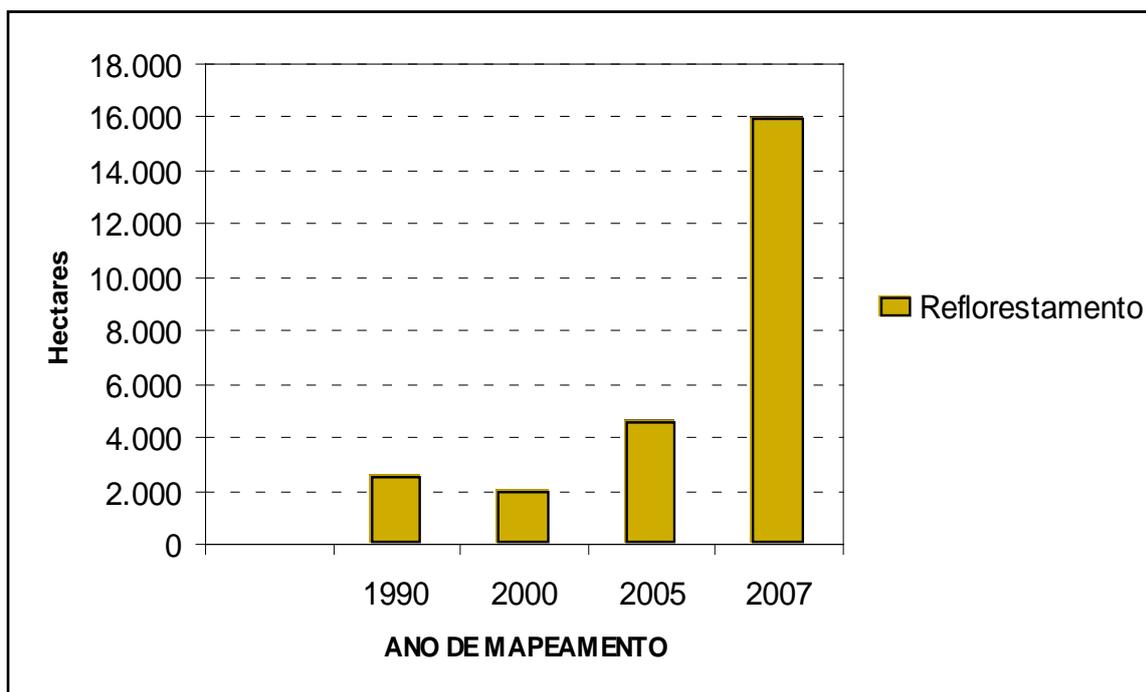


Figura 85. Evolução da classe Reflorestamento no Estado do Tocantins entre 1990 e 2007

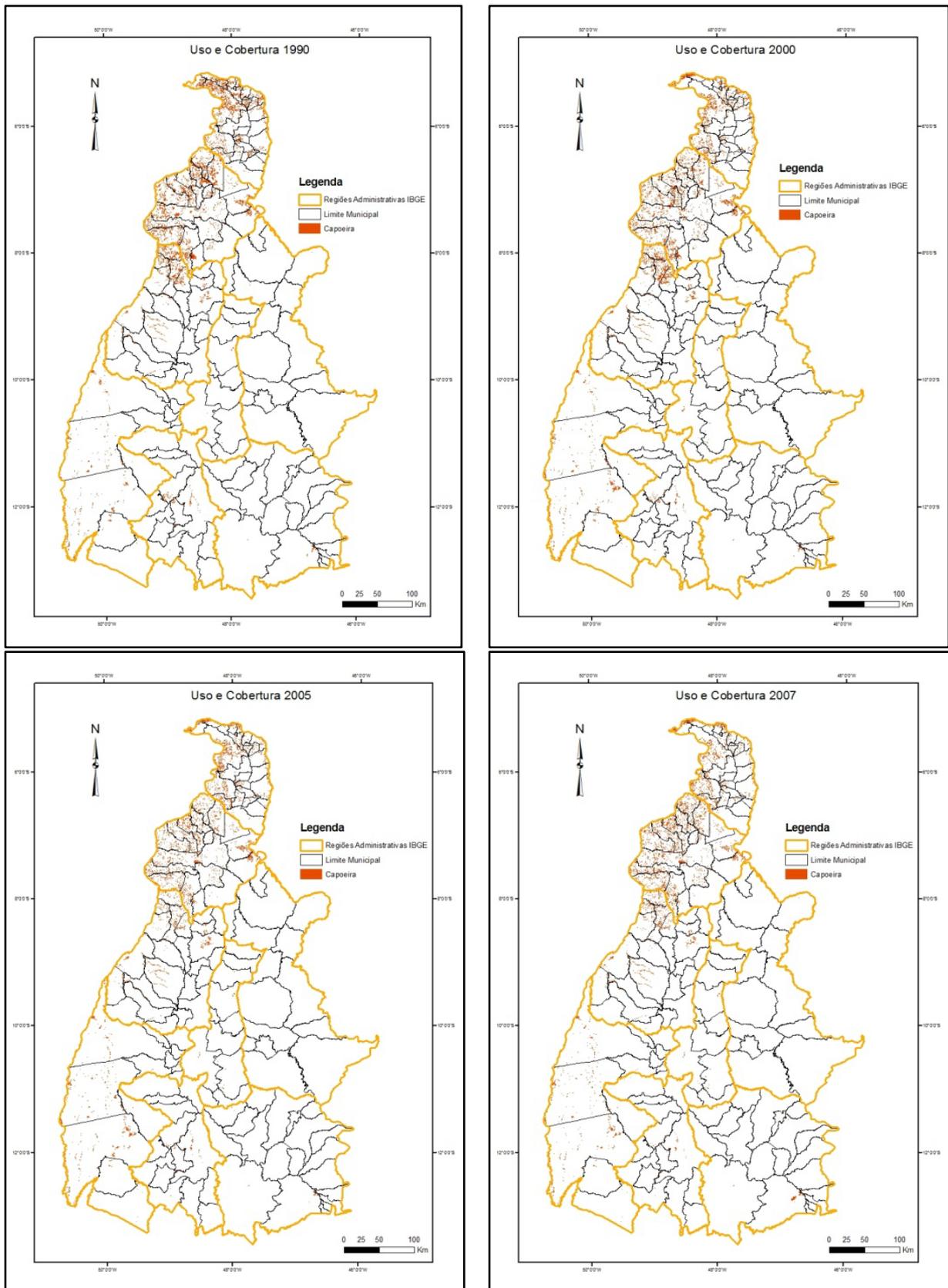


Figura 86. Áreas de Capoeira - 1990/2000/2005/2007

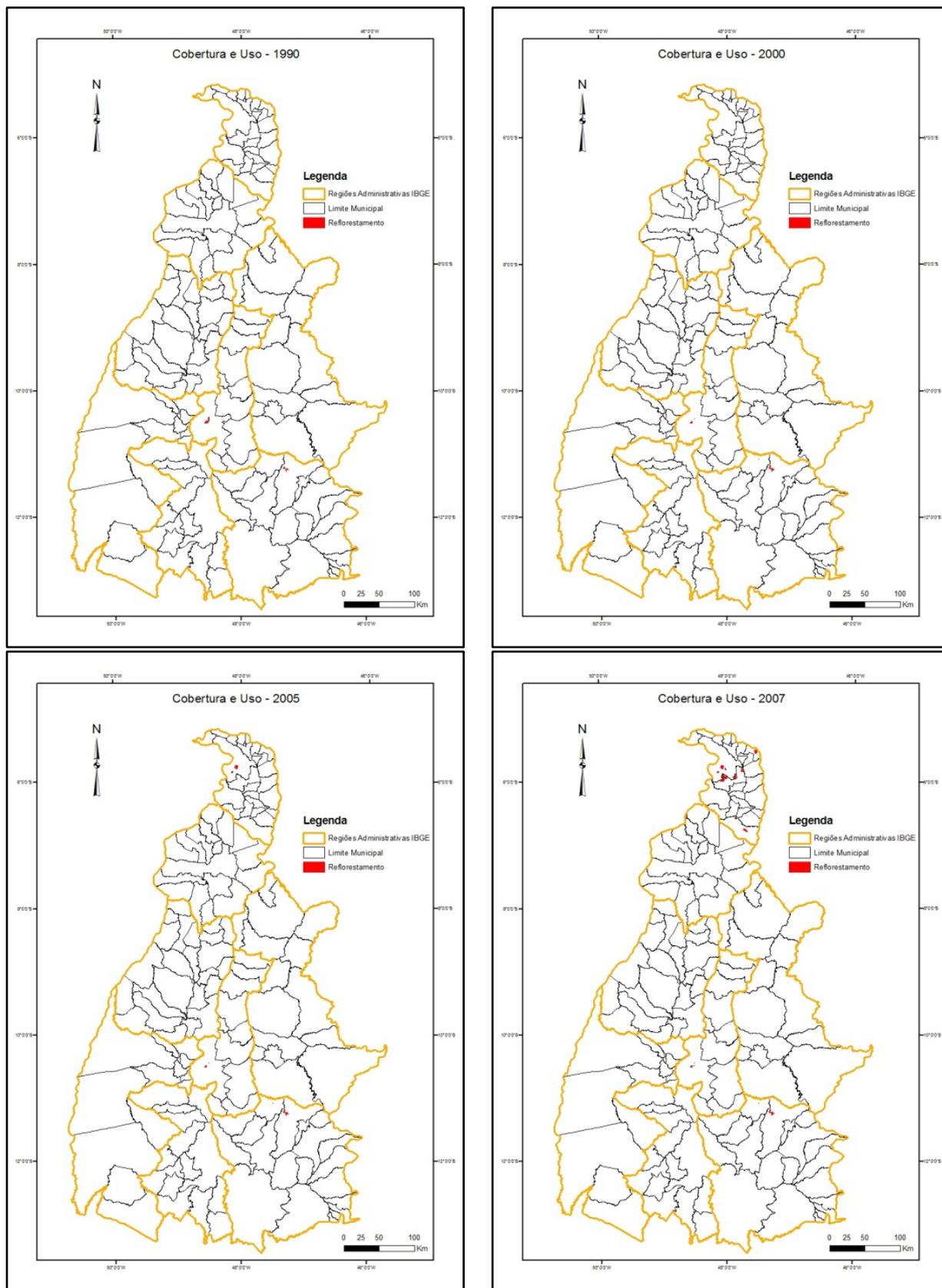


Figura 87. Áreas de Reforestamento - 1990/2000/2005/2007

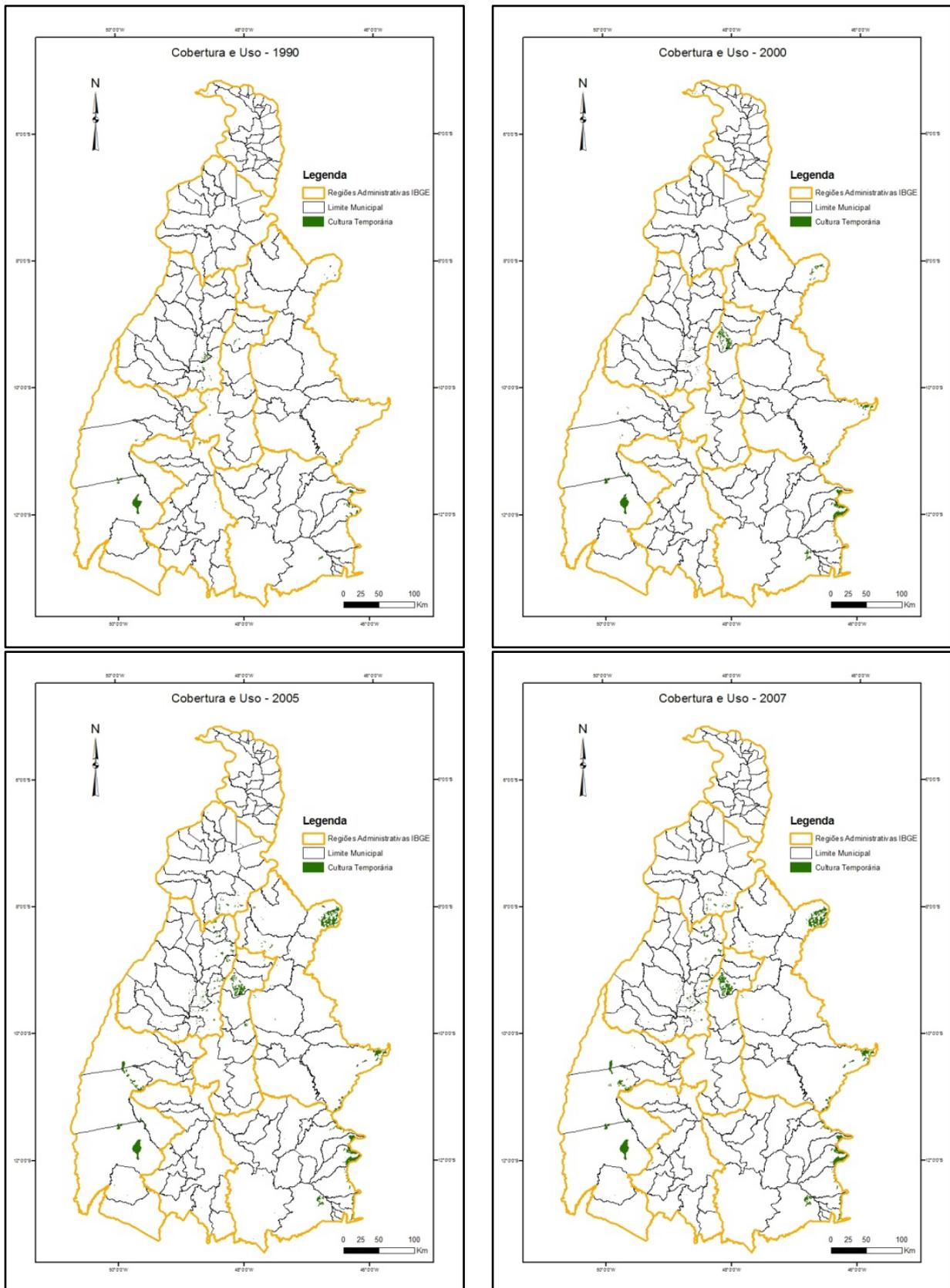


Figura 88. Áreas de Cultura Temporária - 1990/2000/2005/2007

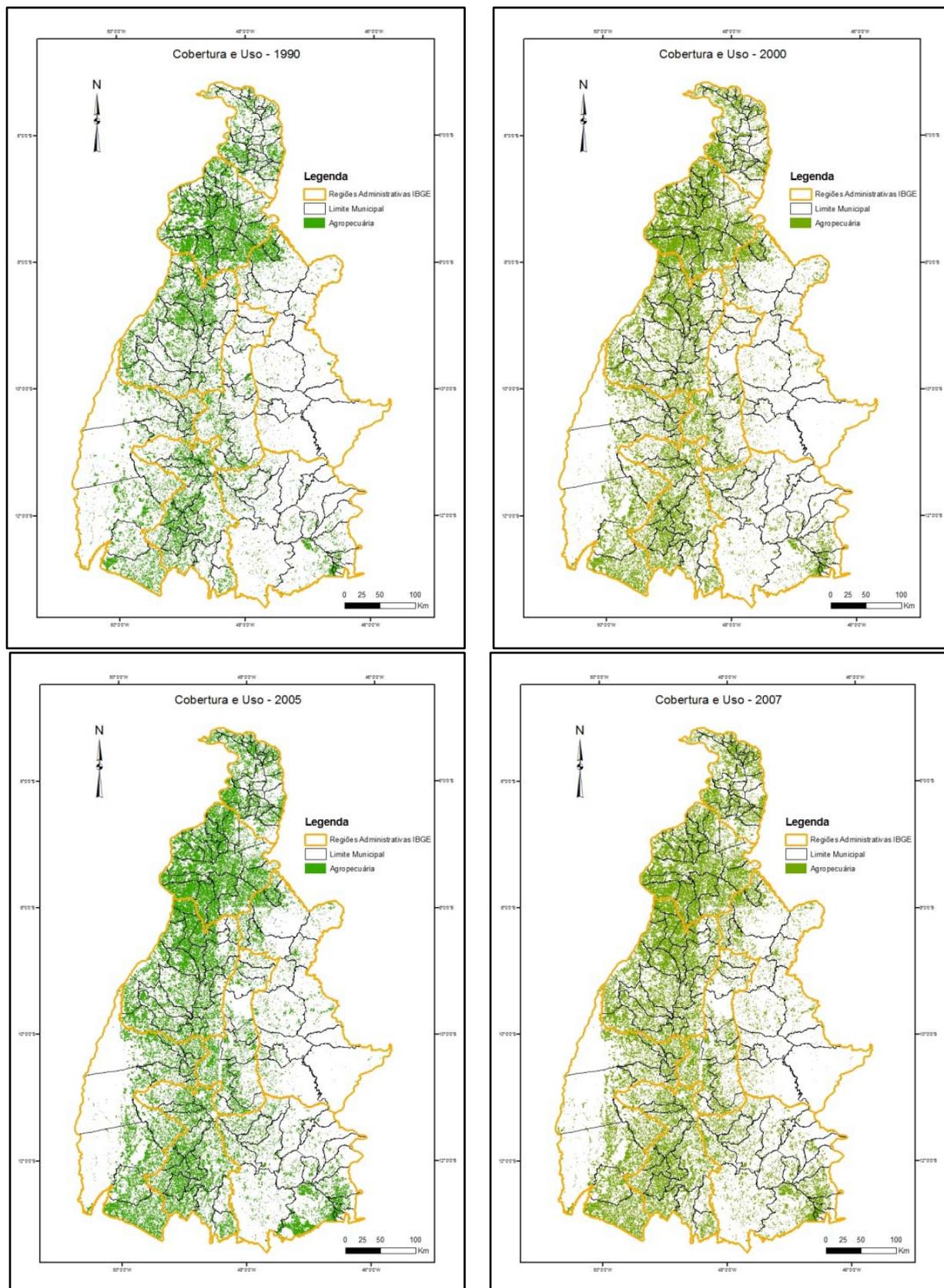


Figura 89. Áreas de Agropecuária - 1990/2000/2005/2007



#### 4.1.4. Corpos D'Água Continental

A classe Corpos D'Água Continental não faz parte das áreas de cobertura natural e antrópica. Por isso, sua análise ocorreu de forma separada às demais classes de cobertura e uso da terra. É importante salientar que nesta classe, só foram mapeados os lagos e corpos d'água de margem dupla com extensão igual ou superior a 80 metros.

Por meio das Figuras 90 e 91 é possível verificar a evolução das áreas de Corpos D'água Continental, mapeadas. É possível concluir que houve uma tendência de aumento das áreas com o passar dos anos, com um incremento de 24% ao longo dos 17 anos de análise.

Esta mudança está caracterizada principalmente ao longo do Rio Tocantins nas imediações da capital Palmas, com a criação da Usina Hidrelétrica Luiz Eduardo Magalhães. A construção do seu barramento deu origem ao lago, cujo enchimento iniciou-se em 2001 e levou em torno de doze meses para sua conclusão. Engloba os municípios de Lajeado e Miracema do Tocantins, Porto Nacional, Ipueiras, Palmas e Brejinho de Nazaré. Há outras áreas expressivas, como ao longo do rio Araguaia, no sentido norte-sul e no encontro das águas do Tocantins e Araguaia, no extremo Norte do Estado na região do Bico do Papagaio. Observou-se que as áreas de copos d'água continental passaram de pouco mais de 250.000 hectares em 1990 para mais de 310.000 hectares em 2007. Ressalta-se o expressivo incremento, entre 1990 e 2007, da classe Corpos D'água Continental no território correspondente aos municípios de Porto Nacional, Palmas, Paranã e São Salvador do Tocantins, como já explicitado anteriormente, principalmente em razão de barramentos para geração de energia elétrica.

É importante salientar que a dinâmica dos corpos d'água leva em consideração além das alterações antrópicas, a dinâmica natural das águas que está ligada diretamente com as condições climáticas ao longo do período analisado.

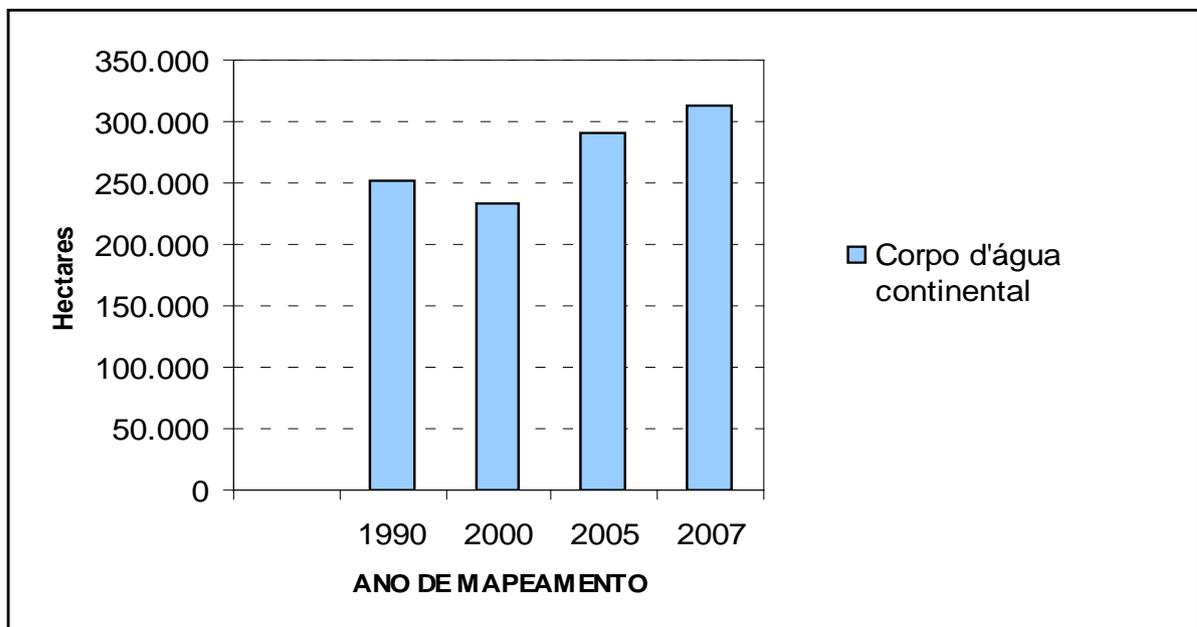


Figura 90. Áreas de Corpos D'água Continental - 1990/2000/2005/2007

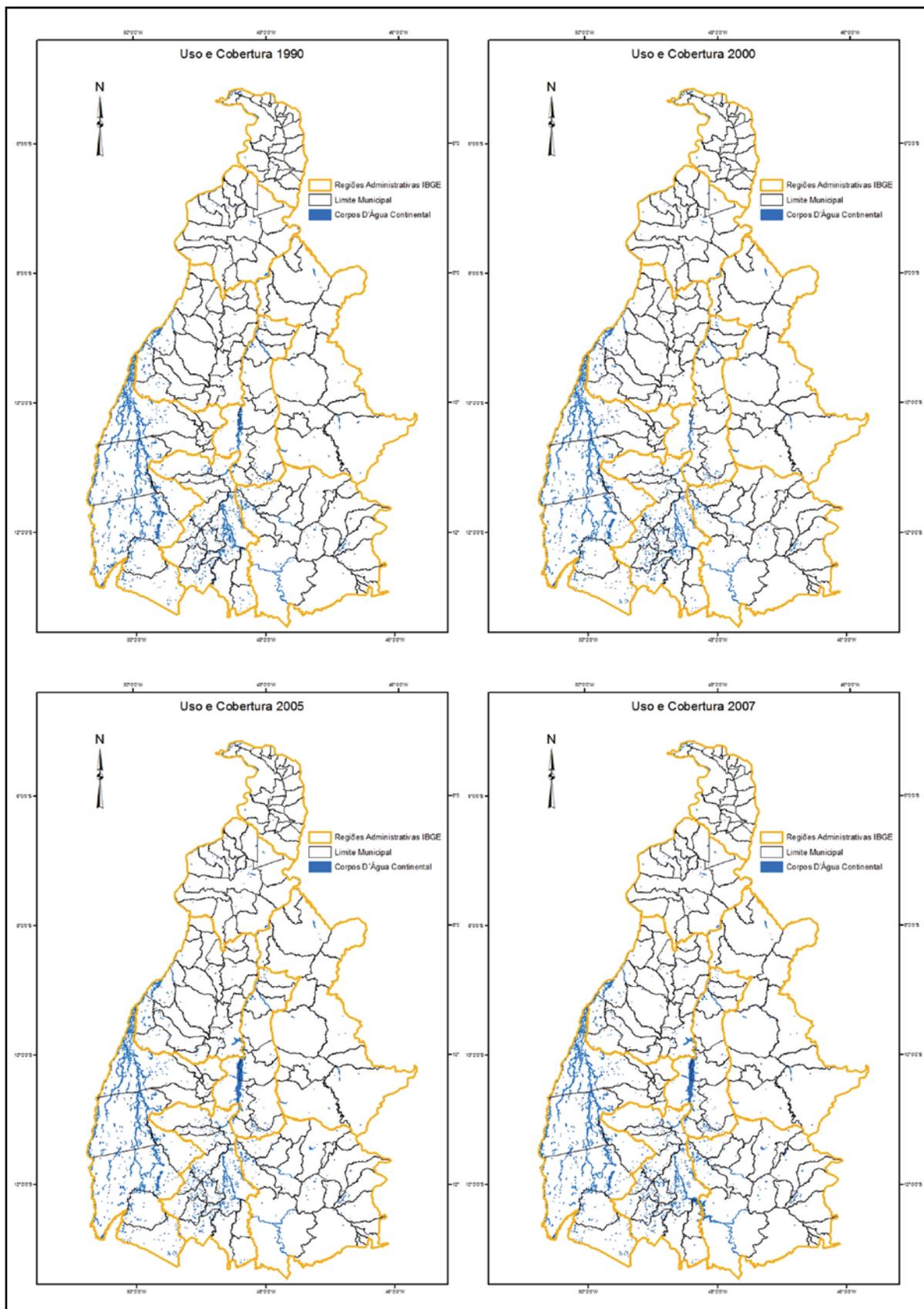


Figura 91. Áreas de Corpos D'água Continental - 1990/2000/2005/2007



#### 4.1.5. Praia e Duna

Esta classe foi incluída no mapeamento para contemplar a existência de grandes extensões de faixa de areia às margens dos rios em território tocantinense, como também o mapeamento das áreas inseridas no Parque Estadual do Jalapão, cujas características são próprias e exclusivas da paisagem ali encontrada.

Observa-se, na Figura 92, que o gráfico indica aumento das áreas de Praia e Duna ao longo do tempo, com tendência de inversão da curva de tendência a partir de 2005. Todavia, o mapeamento dessas áreas, com exceção do Parque Estadual do Jalapão, também é dependente das condições climáticas relacionadas ao regime hídrico particular na época de aquisição das imagens utilizada durante o mapeamento. O mapeamento indicou que as áreas da classe Praia e Duna eram pouco mais de 10.000 hectares em 1990 e passaram a aproximadamente 20.000 hectares em 2005, decrescendo para pouco mais de 18.000 hectares em 2007. As ocorrências da classe Praia e Duna ao longo do período mapeado estão disponíveis por meio da Figura 93.

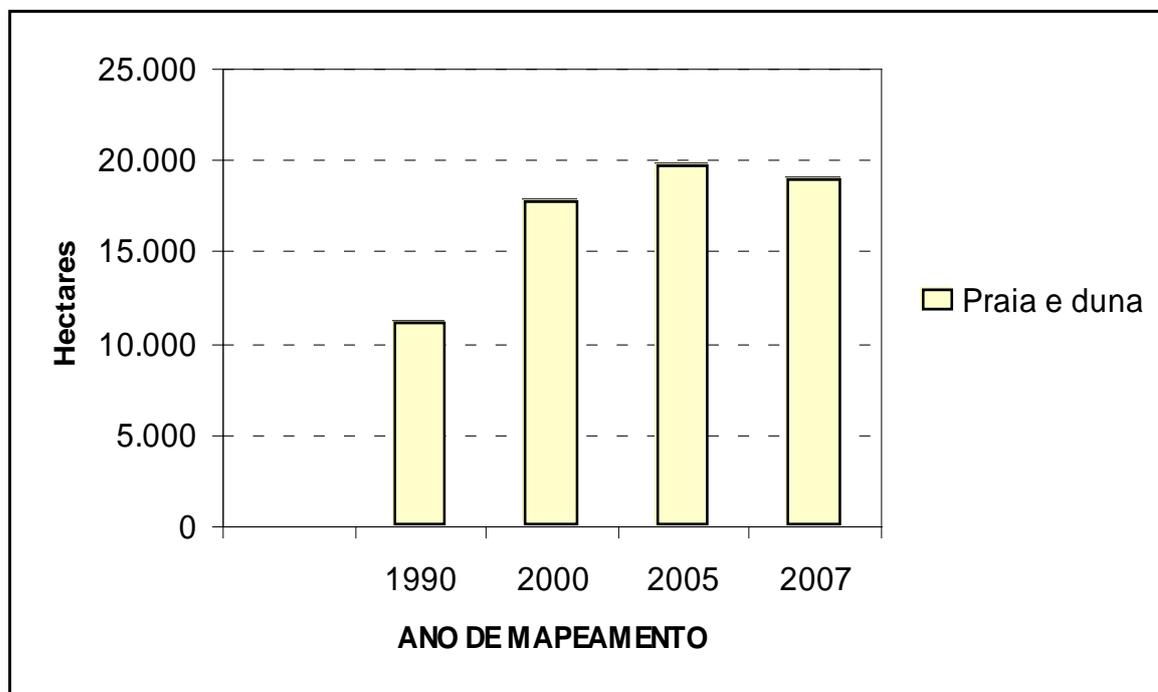


Figura 92. Áreas de Corpos Praia e Duna - 1990/2000/2005/2007

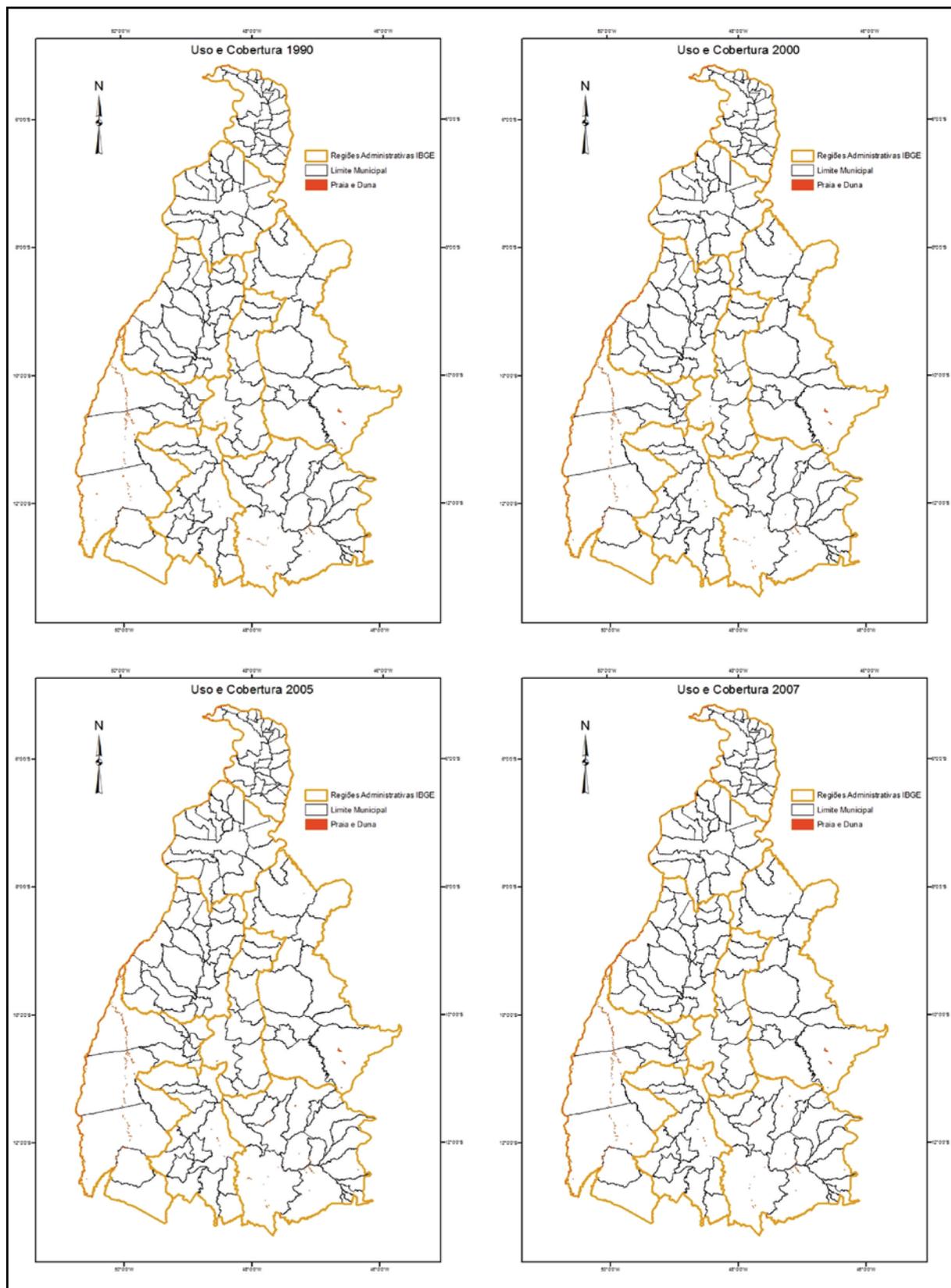


Figura 93. Áreas de Corpos Praia e Duna - 1990/2000/2005/2007



## 4.2. DIAGNÓSTICO SOCIOECONÔMICO

### 4.2.1. Desempenho Econômico do Estado

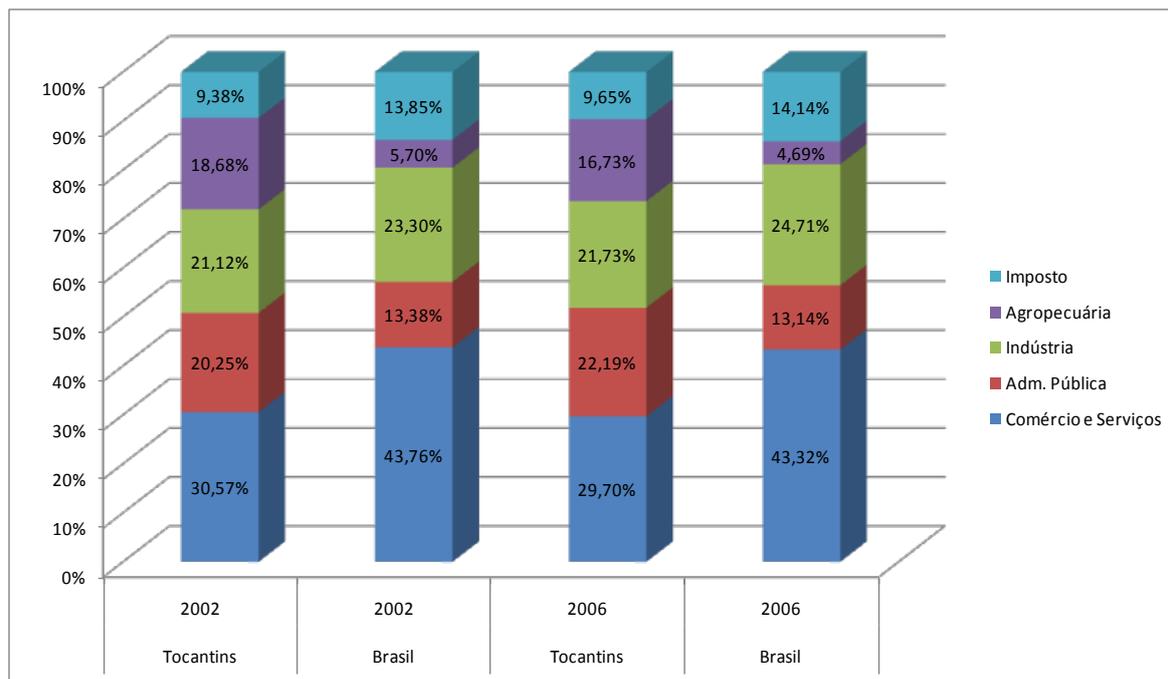
O produto Interno Bruto do Estado do Tocantins cresceu acima da média brasileira desde 1991. Entre 1991 e 2001 a taxa de crescimento média anual do PIB do Estado foi de 5,2% a.a. enquanto para o Brasil essa taxa foi de apenas 1,7% a.a. Entre 2002 e 2006, a taxa de crescimento média anual do Estado se manteve em 5,2% a.a. enquanto que a taxa brasileira subiu para 3,5% a.a.

Esse crescimento ao longo dos últimos 16 anos fez com que a participação do Estado no PIB nacional mais do que dobrasse, passando de 0,18% do PIB nacional em 1991 para 0,41% em 2006, o que representa uma taxa média anual de crescimento da participação de 5,5% a.a.

Entre 2002 e 2006 o PIB per capita do Estado passou de R\$ 6,5 mil para R\$ 7,2 mil ao ano. Isso significa que o PIB per capita do Estado é 45% e 43% menor do que o PIB per capita nacional, que foi de R\$ 11,9 mil e R\$ 12,7 mil nos anos de 2002 e 2006. Ou seja, apesar do crescimento, o mesmo não foi suficiente para alterar significativamente a distância entre o PIB per capita estadual e nacional. Isso pode ser explicado pelo fato de que a população do Estado cresceu mais do que a média nacional, ou seja, o crescimento do PIB não foi suficiente para reduzir a diferença regional do PIB per capita, pois o crescimento populacional foi na mesma magnitude que o crescimento do PIB (em valores de R\$ de 2006).

Em termos de composição setorial do PIB, pode-se observar a diferença na sua composição setorial principalmente no que diz respeito à importância do setor público. Enquanto para o Brasil a administração pública representa cerca de 13% do PIB, no Estado do Tocantins, o setor respondia em 2002 por 20% do PIB, patamar que subiu para 22% em 2006. O setor de Comércio e Serviços que representa 44% do PIB brasileiro, no Estado do Tocantins é de cerca de 30%, inversamente, o setor Agropecuário, cuja participação no PIB brasileiro é aproximadamente 5%, no Estado do Tocantins era de 18,7% em 2002 e caiu para 16,7% em 2006. No caso do setor Industrial, a participação é semelhante para o Brasil e para o Estado. Apesar de a participação setorial ser bastante semelhante, é preciso ficar claro que a composição intra-setorial é bastante distinta, em especial no setor Industrial e no setor de Comércio e Serviços, cujas diferenças são bastante significativas se analisadas mais detalhadamente (Figura 94).

A Tabela 5 apresenta as taxas médias anuais de crescimento do PIB segundo os setores e para as Microrregiões do Estado do Tocantins no período 2002-2006. As taxas de crescimento variaram bastante entre as regiões e os setores. Chama atenção a taxa média anual do PIB da Microrregião de Porto Nacional, que foi de 3% a.a. no período, abaixo, portanto, da taxa média do Estado. As regiões mais centrais do Estado (além de Porto Nacional, Miracema do Tocantins e Rio Formoso) têm crescido menos que as regiões sul e norte do Estado. Os destaques positivos ficam por conta das Microrregiões de Araguaína, Dianópolis e Gurupi. Apesar do crescimento significativo observado na Microrregião do Jalapão, o mesmo deve ser observado com cautela, pois o elevado crescimento se deve principalmente a base inexpressiva da região, o que faz com que a taxa de crescimento seja extremamente elevada.



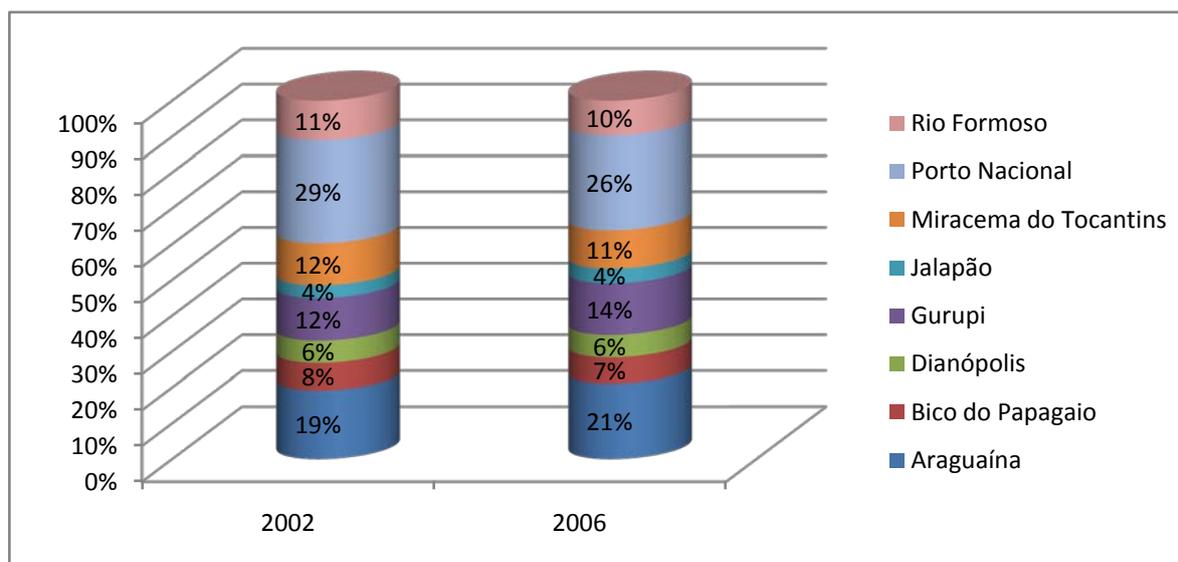
**Figura 94.** Composição Setorial do PIB, Brasil e Tocantins para os anos de 2002 e 2006  
 Fonte: IBGE, 2007f. Sistemas de Contas Regionais.

**Tabela 5.** Taxa Média Anual de Crescimento das Microrregiões segundo Setores para o Período 2002-2006.

MICRORREGIÃO / ESTADO	TAXA MÉDIA ANUAL DE CRESCIMENTO (2002-2006)					
	AGROP.	INDÚS.	COMER. E SERV.	ADM. PÚBLICA	IMPOSTOS	PIB
Araguaína	3,9	9,9	7,9	8,1	7,8	7,8
Bico do Papagaio	2,0	-2,2	3,4	7,6	5,5	4,0
Dianópolis	4,6	4,7	5,1	6,3	6,7	5,3
Gurupi	3,2	25,9	6,8	5,8	6,1	10,4
Jalapão	7,7	8,6	15,7	7,0	15,9	9,2
Miracema do Tocantins	4,9	-4,9	3,9	6,8	14,0	2,7
Porto Nacional	3,0	1,0	1,4	9,2	3,1	3,0
Rio Formoso	-4,6	11,3	2,2	7,4	4,3	1,9
Tocantins	2,3	6,0	4,5	7,6	6,0	5,2

Fonte: IBGE, 2007f. Sistemas de Contas Regionais.

Isso pode ser corroborado pela análise da Figura 95 que mostra a participação das Microrregiões no PIB do Estado em 2002 e 2006. Observa-se que o 61% do PIB do Estado em 2006 estavam concentrados em apenas três Microrregiões, as Microrregiões de Porto Nacional, Araguaína e Gurupi. Observa-se que as Microrregiões de Gurupi e Araguaína aumentaram suas participações no total do PIB do Estado. Por outro lado, as Microrregiões de Miracema do Tocantins, Rio Formoso e Bico do Papagaio perderam importância relativa dentro do Estado no período considerado.



**Figura 95.** Participação das Microrregiões no PIB do Estado do Tocantins para os Anos de 2002 e 2006  
Fonte: IBGE, 2007. Sistemas de Contas Regionais.

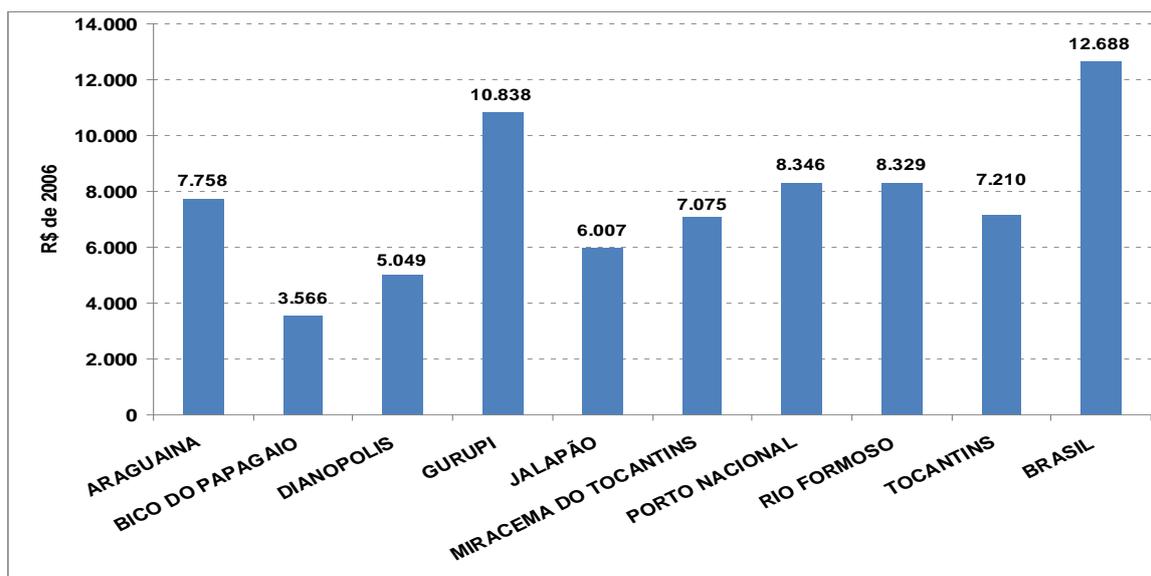
As diferenças regionais no comportamento do PIB das Microrregiões podem ser explicadas pelas características regionais específicas das regiões e sua inserção na divisão regional do trabalho. A Microrregião do Jalapão, por exemplo, cuja taxa de crescimento médio no período 2002 a 2006 se destaca, justifica-se em função da pequena base de comparação; além disso, o crescimento e a dinamização econômica proporcionada pelos programas de transferência de renda tem impacto significativo sobre o PIB da região. O caso da Microrregião de Dianópolis é um pouco distinto, e seu crescimento está ligado não apenas aos programas de transferência de renda e assistência, mas também a uma dinamização agropecuária ligada a instalação do projeto de irrigação Manuel Alves.

A Microrregião de Gurupi observou crescimento impulsionado pela instalação de unidades industriais, com destaque para frigoríficos e os projetos de usinas de açúcar e álcool na região. Outro aspecto que deve se destacar é a instalação de hidrelétricas que impactam diretamente o PIB, pois a geração de valor decorrente da sua operação é bastante significativa (caso das UHE de Peixe e São Salvador).

A Microrregião de Porto Nacional, onde encontram-se dois dos principais municípios do Estado deve seu crescimento em função da administração pública e do setor terciário que vem atraindo uma gama de bastante diversificada de empresas para a Microrregião. Observa-se também alguma diversificação industrial, com destaque para o município de Paraíso do Tocantins. É preciso ressaltar que este comportamento não é homogêneo em todos os municípios, e alguns como Aparecida do Rio Negro e Novo Acordo, tem seu desempenho econômico recente ligado a agropecuária e ao setor público.

A Microrregião de Rio Formoso teve seu desempenho econômico recente atrelado principalmente ao setor público e ao setor industrial. Destaca-se o crescimento do setor industrial no município de Paraíso do Tocantins, explicado por sua posição privilegiada como importante entroncamento rodoviário ligando a BR-153 à capital do Estado, considerado no contexto um importante entreposto.

As Microrregiões do Bico do Papagaio e Araguaína tem seu desempenho bastante ligado a agropecuária e ao setor público. No caso da Microrregião de Araguaína o desempenho do setor secundário está ligado a atração de indústrias e a construção da ferrovia Norte-Sul nos últimos anos.



**Figura 96.** PIB per capita para as Microrregiões, Tocantins e Brasil para o ano de 2006  
 Fonte: IBGE, 2007f. Sistemas de Contas Regionais.

A Figura 96 apresenta o PIB per capita das Microrregiões, do Estado e do Brasil em 2006. Observa-se que as diferenças regionais dentro do Estado são bastante significativas. As Microrregiões do Bico do Papagaio, Dianópolis, Jalapão e Miracema possuem PIB per capita abaixo do observado para o Estado. No caso da Microrregião do Bico do Papagaio, esta possui um PIB per capita 50,5% abaixo da média do Estado, ou 72% menor do que o PIB per capita brasileiro. A Microrregião que possui o PIB per capita mais alto é a de Gurupi, cujo PIB per capita é 50,3% superior à média do Estado, valor que não é suficiente para que a região se aproxime da média do PIB per capita nacional da qual ainda estão distante 15%.

#### 4.2.2. Emprego

Entre os anos de 1995 e 2007<sup>[2]</sup>, o Estado do Tocantins experimentou um aumento do emprego da ordem de 258,9%, correspondendo a 146.868 novos empregos, conforme observado pela Tabela 6. O setor de produção que apresentou maior crescimento percentual foi a Agropecuária (da ordem de 596%), seguido da Construção Civil (575,9%) e a Extrativa Mineral (510,4%). No entanto, em termos absolutos, o setor que mais cresceu foi a Administração Pública (74.480 novos empregos), seguido do Comércio (22.210 novos empregos) e de Serviços (18.110 novos empregos).

<sup>[2]</sup> Os dados estão disponíveis desde 1985, entretanto são muito precários o que dificulta a comparação. A opção por 1995 se deve em razão de ser o primeiro ano do Plano Real e modificações observadas na base de dados, que se tornou mais consistente para o Estado, a partir deste ano.

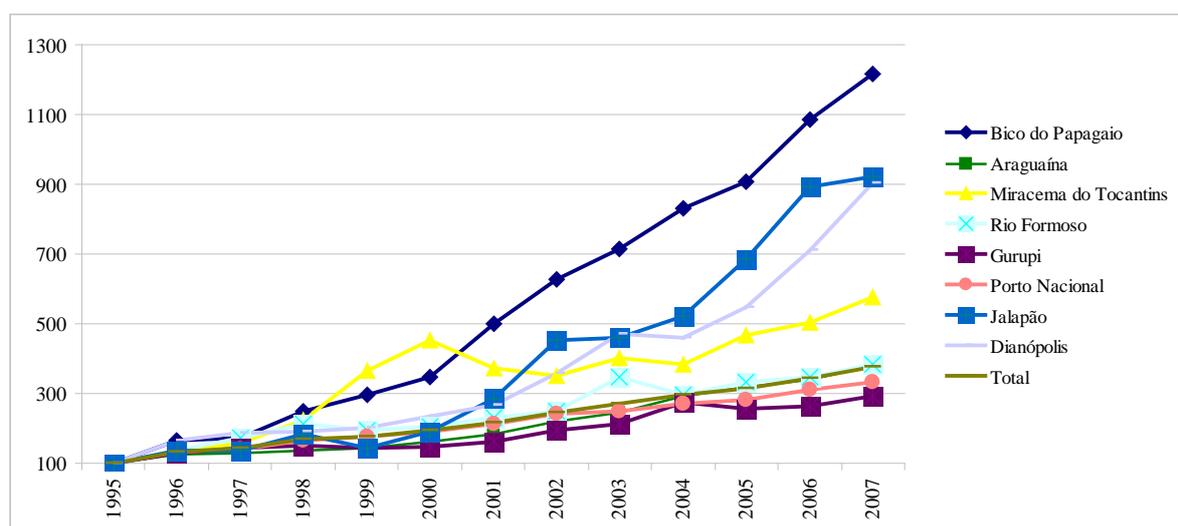
**Tabela 6.** Variação Absoluta, Variação Relativa e Crescimento Médio Anual do Emprego no Estado do Tocantins no período 1995-2007 por setores

MICRORREGIÕES	EMPREGO		VARIÇÃO ABSOLUTA	VARIÇÃO PERCENTUAL (%)	CRESCIMENTO MÉDIO ANUAL (%)
	1995	2007			
Bico do Papagaio	881	10.705	9.824	1.115,10	23,1
Araguaína	8.427	32.051	22.624	280,3	11,8
Miracema do Tocantins	2.200	12.665	10.465	475,7	15,7
Rio Formoso	3.318	12.730	9.412	283,7	11,9
Gurupi	6.428	18.789	11.361	192,3	9,4
Porto Nacional	31.484	104.533	72.049	232	10,5
Jalapão	380	3.507	2.127	822,9	20,3
Dianópolis	954	8.619	7.665	803,5	20,1
Tocantins	54.072	203.599	149.527	276,5	11,7

Fonte: MTE, 2007. Relação de Informações Sociais Anuais (RAIS), 1995 e 2007.

De acordo com os dados apresentados na Tabela 6, nenhum dos setores de produção considerados apresentou queda do nível de emprego. Adicionalmente, observa-se que o número de empregos de outras origens e/ou de origens ignoradas diminuiu drasticamente, indicando uma melhoria na qualidade das informações.

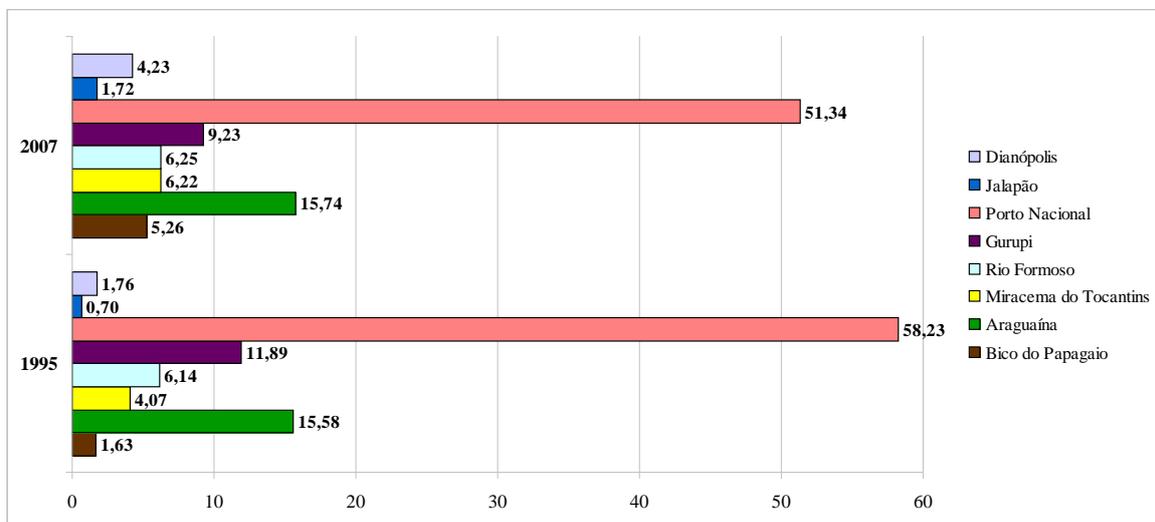
A Figura 97 apresenta a evolução do emprego no Estado do Tocantins no período 1995-2007 por setores de produção. Constata-se uma evolução quase linear do emprego total e do emprego gerado pela Administração Pública. Os setores de Construção Civil e Extrativa Mineral apresentaram maiores oscilações na evolução do emprego.

**Figura 97.** Evolução do Emprego no Estado do Tocantins no Período 1995-2007 por setores

Fonte: MTE, 2007. Relação de Informações Sociais Anuais (RAIS), 1995 e 2007.

Na Figura 98, pode-se constatar que o setor que mais emprega no Estado do Tocantins é a Administração Pública, respondendo a cerca de 50% do emprego no Estado para qualquer um dos períodos analisados. Na sequência, destaca-se o setor de Serviços e do Comércio. Observa-se, ainda, um crescimento na participação da Agropecuária no emprego, passando de 3,3% em 1995 para 6,4% em 2007. A maior

perda de participação foi observada para o setor de Serviços, passando de 16,3% em 1995 para 13,4% em 2007.



**Figura 98.** Participação dos Setores no Emprego no Estado do Tocantins para os anos 1995 e 2007 em percentagem

Fonte: MTE, 2007. Relação de Informações Sociais Anuais (RAIS), 1995 e 2007.

Em relação às Microrregiões do Estado do Tocantins, observa-se que o Bico do Papagaio obteve maior crescimento do emprego no período 1995-2007, seja em termos absolutos (9.824 novos empregos) e percentuais (da ordem de 1.115,1%), conforme apresentado na Tabela 7.

O crescimento diferenciado na Microrregião de Porto Nacional se deve em grande medida ao aumento e consolidação da administração pública na capital do Estado, Palmas. Também a instalação de inúmeras empresas, principalmente ligadas ao setor de comércio e serviços contribui para o crescimento significativo desta região.

No caso do setor agropecuário, apesar da queda observada na população rural, o emprego dobra em função da intensificação da fiscalização e da necessidade imposta pelo próprio mercado para comercialização de produtos agropecuários.

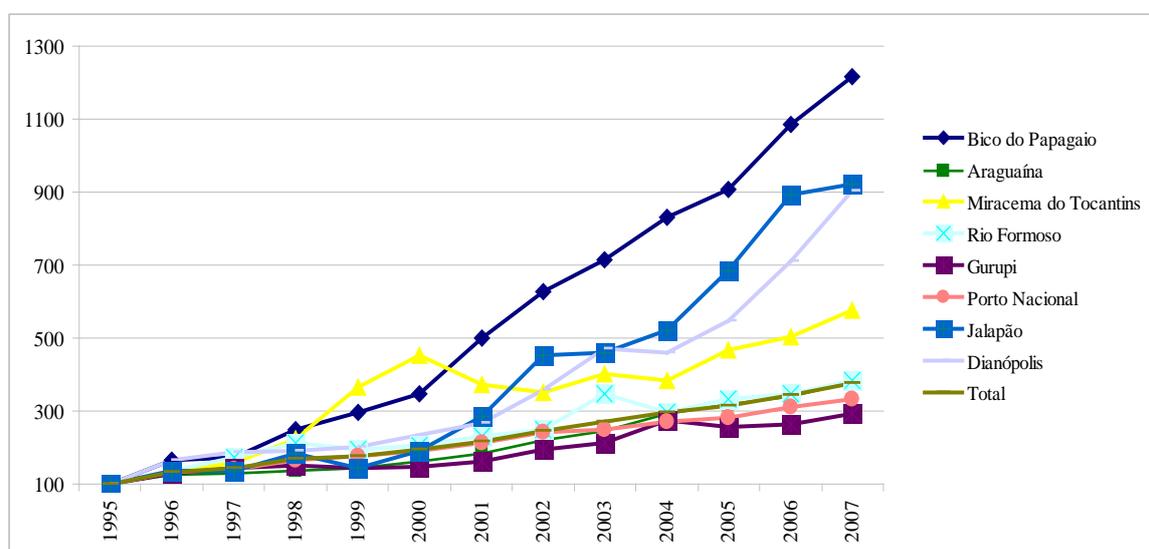
A Microrregião do Estado que menos cresceu, em termos absolutos, foi o Jalapão, onde se observaram 2.127 novos empregos. Considerando termos percentuais, verificou-se que a Microrregião de Gurupi apresentou o menor crescimento, da ordem de 192,3%. A Microrregião de Porto Nacional, a qual pertence o município de Palmas, experimentou um crescimento no emprego da ordem de 232%, correspondendo a 72.049 novos empregos.

**Tabela 7.** Variação Absoluta, Variação Relativa e Crescimento Médio Anual do Emprego no Estado do Tocantins no período 1995-2007 por Microrregiões

MICRORREGIÕES	EMPREGO		VARIÇÃO ABSOLUTA	VARIÇÃO PERCENTUAL (%)	CRESCIMENTO MÉDIO ANUAL (%)
	1995	2007			
Bico do Papagaio	881	10.705	9.824	1.115,10	23,1
Araguaína	8.427	32.051	22.624	280,3	11,8
Miracema do Tocantins	2.200	12.665	10.465	475,7	15,7
Rio Formoso	3.318	12.730	9.412	283,7	11,9
Gurupi	6.428	18.789	11.361	192,3	9,4
Porto Nacional	31.484	104.533	72.049	232	10,5
Jalapão	380	3.507	2.127	822,9	20,3
Dianópolis	954	8.619	7.665	803,5	20,1
Tocantins	54.072	203.599	149.527	276,5	11,7

Fonte: MTE, 2007. Relação de Informações Sociais Anuais (RAIS), 1995 e 2007.

A Figura 99 apresenta a evolução do emprego no Estado do Tocantins no período 1995-2007 por Microrregiões. Consta-se que a Microrregião de Miracema foi a única que apresentou uma queda no emprego, especificamente nos anos de 2001, 2002 e 2004. Essa queda deve-se possivelmente à perda que Miracema teve com a construção da Ponte Fernando Henrique Cardoso sobre o lago da UHE de Lajeado, que modificou substantivamente esta região. Entretanto, a perda de emprego na região e em especial no município precisa de investigação própria “in loco” para uma justificativa mais precisa.

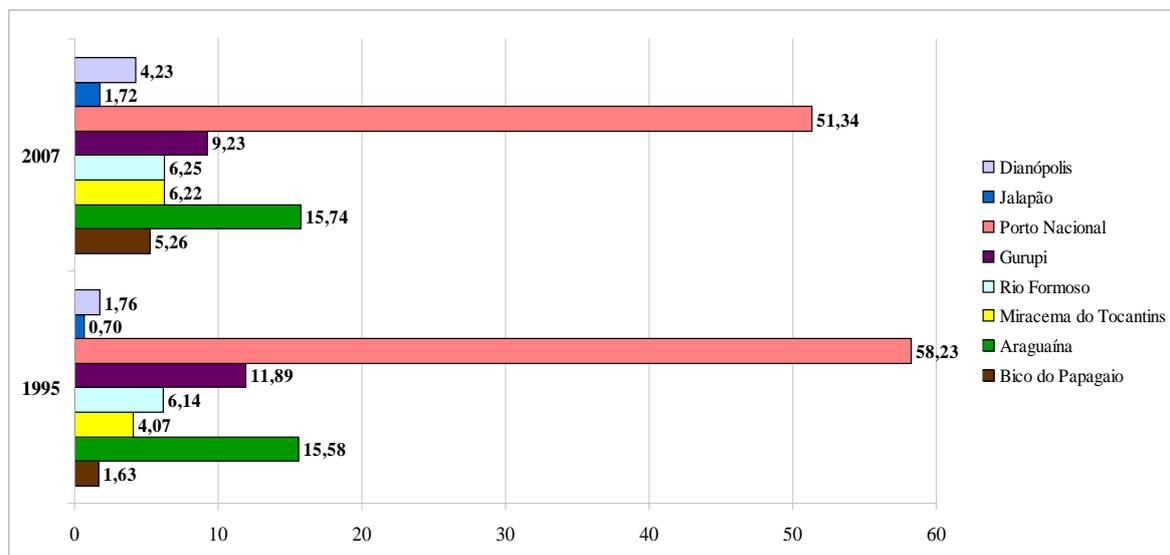
**Figura 99.** Índice de evolução do Emprego no Estado do Tocantins no Período 1995-2007 por Microrregiões

Fonte: MTE, 2007. Relação de Informações Sociais Anuais (RAIS), 1995 e 2007.

Chama a atenção para a trajetória ascendente do emprego na Microrregião do Bico do Papagaio, tendo como um ponto de inflexão o ano de 2000.

Na Figura 100 observa-se que o emprego se concentra na Microrregião de Porto Nacional, respondendo por mais de 50% durante o período analisado. Bem abaixo aparece a Microrregião de Araguaína, com cerca de 15% dos empregos. No entanto, também é possível constatar que as Microrregiões do Bico do

Papagaio, Jalapão e Dianópolis apresentaram um crescimento na participação no emprego, passando de 1,6%, 0,7% e 1,8% respectivamente no ano de 1995, para 5,3%, 1,7% e 4,2%, respectivamente para o ano de 2007.



**Figura 100.** Participação das Microrregiões na evolução percentual do Emprego no Estado do Tocantins para os anos 1995 e 2007 em percentual

Fonte: MTE, 2007. Relação de Informações Sociais Anuais (RAIS), 1995 e 2007.

De uma forma geral, observa-se um crescimento do emprego formal em todos os setores e em todas as regiões do Estado. Como a capital do Estado teve um crescimento mais destacado, observa-se que 58% do emprego do Estado está concentrado nesta Microrregião, em função da concentração da administração pública estadual e federal, e também da atração de uma gama de empresas, principalmente no setor de serviços e comércio.



### 4.3. DINÂMICA DA COBERTURA E USO DA TERRA E SUA INTEGRAÇÃO COM OS DADOS SOCIOECONÔMICOS

#### 4.3.1. Análise Espacial da Dinâmica em Razão dos Aspectos Físicos

Neste item busca-se entender a dinâmica espacial com base em alguns dos atributos físicos do território tocantinense, especificamente bacias hidrográficas, solos, e a potencialidade de uso da terra<sup>[3]</sup>.

##### 4.3.1.1. Bacias Hidrográficas

Os dados relativos à cobertura e uso da terra, e a dinâmica da cobertura e uso da terra das principais bacias hidrográficas do Estado do Tocantins estão sistematizadas, respectivamente, no Apêndice 3 do Volume II e no Apêndice 8 do Volume III do presente Relatório. Por meio destes dados, verificou-se, inicialmente, que o sistema hidrográfico do Araguaia, formado por 16 bacias hidrográficas, possuía no ano de 2007 um percentual de áreas antrópicas da ordem de 51,3%. Quanto ao sistema hidrográfico do Tocantins, formado por 14 bacias hidrográficas, totalizava 28,1% de áreas antrópicas em 2007.

O maior nível de antropização do sistema hidrográfico do Araguaia, é ressaltado pelo fato de que em 2007 a somatória da superfície ocupada pela classe Agropecuária, totalizou 38.243,5km<sup>2</sup>, enquanto no sistema hidrográfico do Tocantins tal classe somou 41.303,78km<sup>2</sup>. Ressalta-se que o sistema do Araguaia abrange pouco mais de 1/3 da superfície estadual<sup>[4]</sup>; além disso, o percentual da classe Agropecuária equivaleu a 88% das classes de uso da terra. Quanto ao sistema do Tocantins, engloba 62,3% do território estadual (Seplan, 2012b), e tem as áreas de Agropecuária correspondendo a mais de 90% do uso da terra.

Mesmo tendo um percentual de antropização maior em relação ao sistema do Tocantins, o sistema hidrográfico do Araguaia possui a bacia com o maior percentual de áreas de vegetação natural do Estado: a Bacia Hidrográfica do Rio Riozinho, cuja superfície totalizou 95,7% de sua área. Este elevado percentual deve-se ao fato desta bacia estar praticamente toda dentro da Ilha do Bananal, especificamente na Terra Indígena Parque do Araguaia e no Parque Nacional do Araguaia. A Bacia do Rio Riozinho possui expressivas áreas recobertas por fisionomias de Parque de Cerrado e, secundariamente, Floresta Estacional Semidecidual Aluvial. No sistema do Araguaia, outras bacias com índices mais baixos de antropização são a Bacia do Rio Javaés (70%) e Pium (69%), a primeira também parcialmente vinculada à Ilha do Bananal.

No sistema do Araguaia, em termos percentuais, as bacias com maior superfície antropizada no ano de 2007 eram Muricizal (74,8%), Cunhãs (75,1%) e Barreiras (75,1%). Contudo, em termos absolutos, as bacias do Formoso (8.667km<sup>2</sup>) e do Araguaia (8.007km<sup>2</sup>) possuem maior destaque, sobretudo, em função da área ocupada pela pecuária bovina e, também, pela produção agrícola.

No sistema do Tocantins, várias bacias possuíam no ano de 2007 expressivos percentuais de vegetação natural, com destaque para: Sono (91,9%), Perdida (90,5%), Paranã (88,5%), Balsas (88%), Manoel Alves Pequeno (84,3%), Manoel Alves Grande (82,8%), e Manoel Alves da Natividade (82,1%). Como condicionantes para a manutenção da vegetação nativa, indicam-se fatores naturais, como a existência de solos de textura arenosa, de certa forma mais restritivos à expansão das atividades agropecuárias

<sup>[3]</sup> Informa-se que parte dos dados discutidos neste item 4.3.1. *Análise Espacial da Dinâmica em Razão dos Aspectos Físicos* foram gerados a partir da manipulação de arquivos com escalas distintas da utilizada no presente mapeamento da cobertura e uso da terra.

<sup>[4]</sup> Mais exatamente 37,7%, conforme Seplan (2012b).

segundo as técnicas de produção usualmente empregadas, bem como a existência de várias unidades de conservação e terras indígenas, que restringem ou mesmo impedem legalmente a alteração do estrato nativo. A Bacia Hidrográfica do Rio Sono, segunda maior em extensão em nível estadual, é um exemplo desta assertiva, pois engloba total e parcialmente territórios pertencentes à Terra Indígena Xerente, Parque Nacional das Nascentes do Rio Parnaíba, Estação Ecológica da Serra Geral do Tocantins, Parque Estadual do Jalapão, e Áreas de Proteção Ambiental (APA) da Serra da Tabatinga e Jalapão.

No tocante às áreas antropizadas, no sistema do Tocantins apenas a Bacia Hidrográfica do Rio Santo Antônio possuía no ano de 2007 um percentual superior a 50% da superfície alterada, que equivalia a 60,3%. Em nível decrescente, as bacias com maior percentual eram: Mangues (49,7%) Crixás (48,7%), Santa Tereza (48,4%), e Tocantins (39,4%). Em termos absolutos, a Bacia do Rio Tocantins é aquela que apresenta maior área, face sua representatividade no conjunto estadual - sozinha, esta bacia abrange cerca de 1/5 da superfície do Estado do Tocantins.

Analisando-se os dados relativos à dinâmica da cobertura e uso da terra no período 1990/2007 para o Estado do Tocantins, releva-se, inicialmente, o processo de conversão de áreas de vegetação nativa em áreas antrópicas. Neste sentido, a Bacia do Rio Tocantins foi aquela que apresentou a maior superfície convertida como era esperado - 9.751km<sup>2</sup> ou 23,9% da área convertida no Estado - face sua grande extensão, mas também por abrigar municípios que apresentaram substancial crescimento demográfico e econômico no período analisado, a exemplo de Palmas.

A Bacia Hidrográfica do Rio Formoso apresentou a segunda maior expressão no período 1990/2007, de conversão de área nativas em antropizadas, em termos absolutos e relativos - da ordem de 4,470.16 km<sup>2</sup> e 10.97%, respectivamente. E, como já indicado anteriormente, este fato deu-se em razão da expansão para produção pecuária e agrícola. Na sequência, por ordem decrescente, destacam-se as bacias dos rios Palma (3.149,7km<sup>2</sup>), Araguaia (2.595,7km<sup>2</sup>) e Javaés (1.980,4km<sup>2</sup>).

Em sentido inverso, apresentaram menor conversão de áreas nativas em antrópicas em termos absolutos, por ordem crescente, as bacias dos rios Jenipapo, Riozinho, das Cunhãs e Piranhas.

Quanto à conversão de áreas de vegetação nativa em corpos d'água no período 1990/2007, também a bacia do Rio Tocantins foi aquela que apresentou maior superfície absoluta e percentual - 593km<sup>2</sup> e 74.4%, respectivamente. Como condicionantes, destaca-se a construção de grandes reservatórios para geração de energia elétrica no rio Tocantins.

#### **4.3.1.2. Solos**

Os dados relativos à cobertura e uso da terra para os anos de 1990 e 2007, e à dinâmica da cobertura e uso da terra do período 1990-2007, segundo as principais classes de solos<sup>[5]</sup> do território tocaninense estão disponíveis, respectivamente, nas tabelas 8 e 9 deste Relatório.

Analisando-se inicialmente as informações relativas ao uso agrícola das terras (áreas antrópicas agrícolas - Cultura Permanente e Temporária, Agropecuária, e Reflorestamento), identificou-se uma relativa distribuição espacial nas quatro classes com maior extensão no Tocantins, com uma tendência de maior ocupação percentual nas superfícies ocupadas por LATOSSOLOS e ARGISSOLOS. Deste modo, para o ano de 1990, os PLINTOSSOLOS que correspondem a 35,4% de todas os tipos de solos do Estado,

---

<sup>[5]</sup> Para esta análise foram utilizados informações geoespaciais de solos da *Base de Dados Geográficos do Tocantins - atualização 2012* (SEPLAN, 2012a). Informações sintéticas sobre as principais classes de solos do Estado do Tocantins estão descritas no item 2.1.7. *Solos e Aptidão Agrícola das Terras* deste Relatório.



detinham, 30,9% das áreas antrópicas agrícolas; os LATOSSOLOS, com 19,4% da superfície de solos, eram 26,9% das áreas agrícolas; ARGISSOLOS, com 12,8% das ocorrências de solos, equivaliam a 21,2% das áreas agrícolas; e NEOSSOLOS, equivalentes a 25,2% das classes de solos do Estado, eram 17,3 % das áreas agrícolas. Por fim, as demais classes de solos somadas - CAMBISSOLOS, CHERNOSSOLOS, PLANOSSOLOS, GLEISSOLOS, LUVISSOLOS, NITOSSOLOS, DUNAS e AFLORAMENTOS ROCHOSOS - totalizando 6,1% das ocorrências de solos no Tocantins, representavam 3,7% das áreas antrópicas agrícolas em 1990.

Interessante notar que a expansão das áreas antrópicas verificadas por meio do mapeamento de 2007, manteve de certa forma a distribuição percentual entre as classes, a saber: PLINTOSSOLOS (33,3%), LATOSSOLOS (27,0%), ARGISSOLOS (18,9%), NEOSSOLOS (16%), demais classes (4,9%).

Observando-se individualmente cada classe de uso agrícola, indica-se que em 1990 as áreas de Culturas Temporária e Permanente concentravam-se nas classes de PLINTOSSOLOS (58,5% do total) e LATOSSOLOS (32,9% do total). Informa-se que nas superfícies de PLINTOSSOLOS HÁPLICOS já estavam instalados projetos de cultivo de grãos e fruticulturas anuais (Formoso e Javaés), com uso de irrigação/drenagem. Em 1990, as outras classes de solos detinham baixo percentual de áreas ocupadas por culturas temporárias e permanentes: ARGISSOLOS (3,5%), NEOSSOLOS (2,4%), demais tipos (2,8%). Em 2007, houve um avanço das culturas temporárias sobre as superfícies ocupadas por NEOSSOLOS (19,1% do total), especialmente NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS, e também sobre novas áreas de LATOSSOLOS (47,4% do total), para o plantio de grãos de sequeiro. Os PLINTOSSOLOS praticamente dobraram a área ocupada por culturas, com a expansão de áreas irrigadas, mas reduziram o percentual total (29,9%). As classes de solos somadas - CAMBISSOLOS, CHERNOSSOLOS, PLANOSSOLOS, GLEISSOLOS, LUVISSOLOS, NITOSSOLOS, DUNAS e AFLORAMENTOS ROCHOSOS - também aumentaram a superfície ocupada, sem, no entanto, alterar o percentual em relação ao montante total. Os ARGISSOLOS reduziram a área ocupada em 2007.

Quanto às áreas ocupadas por Reflorestamento, em 1990 estavam concentradas sobre as manchas de LATOSSOLOS (69,0% do total), seguidas de NEOSSOLOS (18,1% do total), enquanto os demais tipos de solos (CAMBISSOLOS, CHERNOSSOLOS, PLANOSSOLOS, GLEISSOLOS, LUVISSOLOS, NITOSSOLOS, DUNAS e AFLORAMENTOS ROCHOSOS) detinham 12,9% da superfície. Em 2007, as áreas de silvicultura expandiram-se sobre os NEOSSOLOS, que passaram a totalizar 67,9% da classe, enquanto LATOSSOLOS representavam 23,9%. Por fim, em 2007, percentualmente, outras classes, em ordem decrescente eram: somatória de CAMBISSOLOS, CHERNOSSOLOS, PLANOSSOLOS, GLEISSOLOS, LUVISSOLOS, NITOSSOLOS, DUNAS e AFLORAMENTOS ROCHOSOS (4,7%), ARGISSOLOS (3,5% do total), PLINTOSSOLOS (0,1%).

A classe Agropecuária, que abrange usos da terra relativos a pastagens, sobretudo para a bovinocultura, foi aquela que demandou maior extensão territorial no período, distribuindo-se de maneira relativamente equitativa entre todas as classes de solos. No ano de 1990, por ordem percentual decrescente ocorriam em PLINTOSSOLOS (30,5% do total), LATOSSOLOS (26,8% do total), ARGISSOLOS (21,5% do total), NEOSSOLOS (17,5% do total) e demais tipos de solos (3,7%). Em 2007 manteve-se a ordem de ocorrência, com alterações nos percentuais de área, a saber: PLINTOSSOLOS (33,4% do total), LATOSSOLOS (26,3% do total), ARGISSOLOS (19,5% do total), NEOSSOLOS (15,8% do total) e demais tipos de solos (4,9%).

Quanto às áreas antrópicas não agrícolas, merece ressaltar a superfície ocupada pela classe Capoeira, com maior presença em termos percentuais na classe Argissolo tanto em 1990 quanto em 2007 (41,2% do total em ambos). As demais classes também apresentaram pequena variação no período 1990-2007: LATOSSOLOS (21,8% em 1990 e 16,0% em 2007); PLINTOSSOLOS (21,8% em 1990 e 16,4% em 2007); NEOSSOLOS (11,2% em 1990 e 12,1% em 2007); e demais classes (10,6% em 1990 e 14,3% em 2007).

Na Tabela 8 está quantificado o processo de dinâmica de cobertura e uso da terra para o período 1990-2007, notando-se claramente que a conversão de áreas naturais em antrópicas foi mais intenso nas classes de PLINTOSSOLOS e LATOSSOLOS. Ressalta-se na classe ARGISSOLOS o fato de que, proporcionalmente a sua área, havia um alto percentual de áreas antropizadas, já no ano de 1990, sendo expressiva a dinâmica de manutenção de área antrópica em área antrópica para 1990-2007.

No tocante às áreas de vegetação natural, há uma diferença no padrão de ocupação em relação às tipologias florestais e às tipologias savânicas. Em que pese a pequena extensão territorial do grupo formado por CAMBISSOLOS, CHERNOSSOLOS, PLANOSSOLOS, GLEISSOLOS, LUVISSOLOS, NITOSSOLOS, DUNAS e AFLORAMENTOS ROCHOSOS no Tocantins (6,1% do Estado), estes concentraram 31,8% de todas as classes de floresta em 1990, percentual que elevou-se para 35,8% no ano de 2007. Tais formações usualmente estão assentadas em áreas alagadas ou sujeitas a alagamentos, como aquelas vinculadas à classe GLEISSOLO. Além disto, o fato de algumas destas áreas estarem legalmente protegidas garante a manutenção das tipologias florestais, caso das áreas vinculadas a unidades de conservação de proteção integral como o Parque Estadual do Cantão e o Parque Nacional do Araguaia, na Ilha do Bananal.

No ano de 1990, além do citado grupo, por ordem decrescente de ocorrência, as tipologias florestais distribuíam-se pelas áreas de PLINTOSSOLOS (25,3% do total), ARGISSOLOS (21,5% do total), LATOSSOLOS 14,9% e NEOSSOLOS (6,5% do total). Em 2007 manteve-se a ordem de ocorrência, tendo, no entanto, como destaque a expressiva redução florestal na classe ARGISSOLOS, que passou a representar 16,0% do total<sup>[6]</sup>. Para 2007 as demais classes tiveram os seguintes percentuais: grupo de CAMBISSOLOS, CHERNOSSOLOS, PLANOSSOLOS, GLEISSOLOS, LUVISSOLOS, NITOSSOLOS, DUNAS e AFLORAMENTOS ROCHOSOS no Tocantins (35,8% do total), PLINTOSSOLOS (28,5%), LATOSSOLOS (12,4%) e NEOSSOLOS (7,3% do total).

As tipologias savânicas possuem maior representatividade espacial nas superfícies recobertas por PLINTOSSOLOS (38,4% do total em 1990 e 38,8% em 2007) e NEOSSOLOS (29,8% do total em 1990 e 32,1% em 2007). Dois fatores explicam a manutenção da vegetação nativa nestas classes: uma demanda menor de áreas em detrimento a classes com maior potencial edáfico, como LATOSSOLOS e ARGISSOLOS; e a existência de diversas unidades de conservação e terras indígenas sobre tais classes - como Terra indígena Parque do Araguaia, Terra indígena Kraolândia, Terra Indígena Apinayé, Terra Indígena Xerente, Parque Estadual do Lajeado, Parque Estadual do Jalapão, e Monumento Natural das Árvores Fossilizadas do Estado do Tocantins. A dinâmica da cobertura e uso da terra (Tabela 8) corrobora a assertiva de manutenção de vegetação natural nestas classes. Em sentido inverso, LATOSSOLOS e ARGISSOLOS foram as classes de solos com maior redução de classes savânicas.

---

<sup>[6]</sup> Esta redução de áreas florestais sobre manchas de Argissolos foi motivada principalmente pela expansão das áreas de agropecuária.



**Tabela 8.** Classes de solos versus cobertura e uso da terra - 1990, 2007

Classe Solo	Classe - 100.000	1990	%	2007	%
ARGISSOLOS	Formações Florestais	3.618,48	1,30	2.151,75	0,78
	<b>Sub total - Formações Florestais</b>	<b>3.618,48</b>	<b>1,30</b>	<b>2.151,75</b>	<b>0,78</b>
	Formações de Cerrado	17.729,38	6,39	14.964,20	5,39
	<b>Sub total - Formações de Cerrado</b>	<b>17.729,38</b>	<b>6,39</b>	<b>14.964,20</b>	<b>5,39</b>
	Praia e Duna	0,39	0,00	1,71	0,00
	<b>Sub total - Praia e Duna</b>	<b>0,39</b>	<b>0,00</b>	<b>1,71</b>	<b>0,00</b>
	Área Urbanizada e de Mineração	33,46	0,01	51,12	0,02
	Capoeira	3.071,98	1,11	2.413,03	0,87
	<b>Sub total - Áreas Antrópicas não Agrícolas</b>	<b>3.105,43</b>	<b>1,12</b>	<b>2.464,16</b>	<b>0,89</b>
	Cultura Permanente e Temporária	22,97	0,01	16,52	0,01
	Agropecuária	11.023,56	3,97	15.743,49	5,67
	Reflorestamento	0,00	0,00	5,56	0,00
	<b>Sub total - Áreas Antrópicas Agrícolas</b>	<b>11.046,54</b>	<b>3,98</b>	<b>15.765,56</b>	<b>5,68</b>
	Corpos D'Água Continental	26,49	0,01	179,31	0,06
	<b>Sub total - Corpos D'Água Continental</b>	<b>26,49</b>	<b>0,01</b>	<b>179,31</b>	<b>0,06</b>
	<b>Sub-Total ARGISSOLOS</b>	<b>35.526,70</b>	<b>12,80</b>	<b>35.526,70</b>	<b>12,80</b>
	NEOSSOLOS	Formações Florestais	1.098,99	0,40	983,65
<b>Sub total - Formações Florestais</b>		<b>1.098,99</b>	<b>0,40</b>	<b>983,65</b>	<b>0,35</b>
Formações de Cerrado		58.858,26	21,20	54786,54	19,73
<b>Sub total - Formações de Cerrado</b>		<b>58.858,26</b>	<b>21,20</b>	<b>54786,54</b>	<b>19,73</b>
Praia e Duna		6,14	0,00	7,37	0,00
<b>Sub total - Praia e Duna</b>		<b>6,14</b>	<b>0,00</b>	<b>7,37</b>	<b>0,00</b>
Área Urbanizada e de Mineração		41,84	0,02	77,05	0,03
Capoeira		833,60	0,30	708,46	0,26
<b>Sub total - Áreas Antrópicas não Agrícolas</b>		<b>875,45</b>	<b>0,32</b>	<b>785,51</b>	<b>0,28</b>
Cultura Permanente e Temporária		16,20	0,01	498,20	0,18
Agropecuária		9.022,46	3,25	12716,77	4,58
Reflorestamento		4,57	0,00	108,81	0,04
<b>Sub total - Áreas Antrópicas Agrícolas</b>		<b>9.043,23</b>	<b>3,26</b>	<b>13323,78</b>	<b>4,62</b>
Corpos D'Água Continental		108,20	0,04	103,41	0,04
<b>Sub total - Corpos D'Água Continental</b>	<b>108,20</b>	<b>0,04</b>	<b>103,41</b>	<b>0,04</b>	
<b>Sub-Total NEOSSOLOS</b>	<b>69.990,26</b>	<b>25,21</b>	<b>69.990,26</b>	<b>25,21</b>	
LATOSSOLOS	Formações Florestais	2.501,53	0,90	1.659,14	0,60
	<b>Sub total - Formações Florestais</b>	<b>2.501,53</b>	<b>0,90</b>	<b>1.659,14</b>	<b>0,60</b>
	Formações de Cerrado	35.502,66	12,79	28.423,13	10,24
	<b>Sub total - Formações de Cerrado</b>	<b>35.502,66</b>	<b>12,79</b>	<b>28.423,13</b>	<b>10,24</b>
	Praia e Duna	3,46	0,00	1,74	0,00
	<b>Sub total - Praia e Duna</b>	<b>3,46</b>	<b>0,00</b>	<b>1,74</b>	<b>0,00</b>
	Área Urbanizada e de Mineração	85,66	0,03	196,50	0,07
	Capoeira	1.626,02	0,59	961,93	0,35
	<b>Sub total - Áreas Antrópicas não Agrícolas</b>	<b>1.711,68</b>	<b>0,62</b>	<b>1.158,42</b>	<b>0,42</b>
	Cultura Permanente e Temporária	218,82	0,08	1.235,58	0,45
	Agropecuária	13.816,81	4,98	21.252,19	7,66
	Reflorestamento	17,40	0,01	38,27	0,01
	<b>Sub total - Áreas Antrópicas Agrícolas</b>	<b>14.053,04</b>	<b>5,06</b>	<b>22.526,04</b>	<b>8,11</b>
	Corpos D'Água Continental	148,33	0,05	152,22	0,05
<b>Sub total - Corpos D'Água Continental</b>	<b>148,33</b>	<b>0,05</b>	<b>152,22</b>	<b>0,05</b>	
<b>Sub-Total LATOSSOLOS</b>	<b>53.920,69</b>	<b>19,42</b>	<b>53.920,69</b>	<b>19,42</b>	
PLINTOSSOLOS	Formações Florestais	4.251,00	1,53	3.819,71	1,38
	<b>Sub total - Formações Florestais</b>	<b>4.251,00</b>	<b>1,53</b>	<b>3.819,71</b>	<b>1,38</b>
	Formações de Cerrado	76.545,08	27,57	65.561,95	23,62
	<b>Sub total - Formações de Cerrado</b>	<b>76.545,08</b>	<b>27,57</b>	<b>65.561,95</b>	<b>23,62</b>
	Praia e Duna	5,66	0,00	7,86	0,00
<b>Sub total - Praia e Duna</b>	<b>5,66</b>	<b>0,00</b>	<b>7,86</b>	<b>0,00</b>	

**Tabela 8.** Classes de solos versus cobertura e uso da terra - 1990, 2007

Classe Solo	Classe - 100.000	1990	%	2007	%
	Área Urbanizada e de Mineração	35,79	0,01	57,36	0,02
	Capoeira	1.132,50	0,41	938,45	0,34
	<b>Sub total - Áreas Antrópicas não Agrícolas</b>	<b>1.168,29</b>	<b>0,42</b>	<b>995,80</b>	<b>0,36</b>
	Cultura Permanente e Temporária	388,75	0,14	778,61	0,28
	Agropecuária	15.731,30	5,67	26.972,95	9,72
	Reflorestamento	0,00	0,00	0,09	0,00
	<b>Sub total - Áreas Antrópicas Agrícolas</b>	<b>16.120,05</b>	<b>5,81</b>	<b>27.751,65</b>	<b>10,00</b>
	Corpos D'Água Continental	295,63	0,11	248,76	0,09
	<b>Sub total - Corpos D'Água Continental</b>	<b>295,63</b>	<b>0,11</b>	<b>248,76</b>	<b>0,09</b>
	<b>Sub-Total PLINTOSSOLOS</b>	<b>98.385,73</b>	<b>35,44</b>	<b>98.385,73</b>	<b>35,44</b>
	Formações Florestais	5.354,87	1,93	4.806,73	1,73
	<b>Sub total - Formações Florestais</b>	<b>5.354,87</b>	<b>1,93</b>	<b>4.806,73</b>	<b>1,73</b>
	Formações de Cerrado	8.623,01	3,11	6.925,26	2,49
	<b>Sub total - Formações de Cerrado</b>	<b>8.623,01</b>	<b>3,11</b>	<b>6.925,26</b>	<b>2,49</b>
CAMBISSOLOS + CHERNOSSOLOS + PLANOSSOLOS + GLEISSOLOS + LUVISSOLOS + NITOSSOLOS + DUNAS + AFLORAMENTOS ROCHOSOS	Praia e Duna	19,53	0,01	18,90	0,01
	<b>Sub total - Praia e Duna</b>	<b>19,53</b>	<b>0,01</b>	<b>18,90</b>	<b>0,01</b>
	Área Urbanizada e de Mineração	7,82	0,00	12,19	0,00
	Capoeira	793,99	0,29	838,27	0,30
	<b>Sub total - Áreas Antrópicas não Agrícolas</b>	<b>801,82</b>	<b>0,29</b>	<b>850,46</b>	<b>0,31</b>
	Cultura Permanente e Temporária	18,32	0,01	79,48	0,03
	Agropecuária	1.901,20	0,68	3.986,01	1,44
	Reflorestamento	3,24	0,00	7,47	0,00
	<b>Sub total - Áreas Antrópicas Agrícolas</b>	<b>1.922,76</b>	<b>0,69</b>	<b>4.072,96</b>	<b>1,47</b>
	Corpos D'Água Continental	251,17	0,09	298,84	0,11
	<b>Sub total - Corpos D'Água Continental</b>	<b>251,17</b>	<b>0,09</b>	<b>298,84</b>	<b>0,11</b>
	<b>Sub-Total DEMAIS CLASSES</b>	<b>16.973,15</b>	<b>6,11</b>	<b>16.973,15</b>	<b>6,11</b>
CORPOS D'ÁGUA	Corpos D'Água	2.824,40	1,02	2.824,40	1,02
	<b>Sub total - Corpos D'Água</b>	<b>2.824,40</b>	<b>1,02</b>	<b>2.824,40</b>	<b>1,02</b>
	<b>Total - Estado do Tocantins (km<sup>2</sup>)</b>	<b>277.620,91</b>	<b>100,00</b>	<b>277.620,91</b>	<b>100,00</b>

**Tabela 9.** Classes de solos versus dinâmica da cobertura e uso da terra 1990-2007

%	Classe - 100.000		1990 - 2007	% Estado	% Classes
	Corpo D'Água Continental	Área de Vegetação Natural	3,35	0,00	0,01
	Área Antrópica	Área de Vegetação Natural	1.415,06	0,51	3,98
	Área de Vegetação Natural	Área de Vegetação Natural	15.699,25	5,65	44,19
	Corpo D'Água Continental	Área Antrópica	2,88	0,00	0,01
ARGISSOLOS	Área Antrópica	Área Antrópica	12.713,11	4,58	35,78
	Área de Vegetação Natural	Área Antrópica	5.513,73	1,99	15,52
	Corpo D'Água Continental	Corpo D'Água Continental	20,25	0,01	0,06
	Área Antrópica	Corpo D'Água Continental	23,79	0,01	0,07
	Área de Vegetação Natural	Corpo D'Água Continental	135,26	0,05	0,38
	<b>Sub-Total ARGISSOLOS</b>		<b>35.526,70</b>	<b>12,80</b>	<b>100,00</b>
	Corpo D'Água Continental	Área de Vegetação Natural	13,00	0,00	0,02
	Área Antrópica	Área de Vegetação Natural	2375,27	0,86	3,39
	Área de Vegetação Natural	Área de Vegetação Natural	53.389,28	19,23	76,28
	Corpo D'Água Continental	Área Antrópica	4,99	0,00	0,01
NEOSSOLOS	Área Antrópica	Área Antrópica	7.540,78	2,72	10,77
	Área de Vegetação Natural	Área Antrópica	6.563,52	2,36	9,38
	Corpo D'Água Continental	Corpo D'Água Continental	90,22	0,03	0,13
	Área Antrópica	Corpo D'Água Continental	2,61	0,00	0,00
	Área de Vegetação Natural	Corpo D'Água Continental	10,58	0,00	0,02
	<b>Sub-Total NEOSSOLOS</b>		<b>69.990,26</b>	<b>25,21</b>	<b>100,00</b>



**Tabela 9.** Classes de solos versus dinâmica da cobertura e uso da terra 1990-2007

%	Classe - 100.000		1990 - 2007	% Estado	% Classes
LATOSSOLOS	Corpo D'Água Continental	Área de Vegetação Natural	37,17	0,01	0,07
	Área Antrópica	Área de Vegetação Natural	2.514,24	0,91	4,66
	Área de Vegetação Natural	Área de Vegetação Natural	27.532,59	9,92	51,06
	Corpo D'Água Continental	Área Antrópica	24,94	0,01	0,05
	Área Antrópica	Área Antrópica	13.243,01	4,77	24,56
	Área de Vegetação Natural	Área Antrópica	10.416,51	3,75	19,32
	Corpo D'Água Continental	Corpo D'Água Continental	86,22	0,03	0,16
	Área Antrópica	Corpo D'Água Continental	7,46	0,00	0,01
	Área de Vegetação Natural	Corpo D'Água Continental	58,54	0,02	0,11
<b>Sub-Total LATOSSOLOS</b>			<b>53.920,69</b>	<b>19,42</b>	<b>100,00</b>
PLINTOSSOLOS	Corpo D'Água Continental	Área de Vegetação Natural	63,94	0,02	0,06
	Área Antrópica	Área de Vegetação Natural	3.888,30	1,40	3,95
	Área de Vegetação Natural	Área de Vegetação Natural	65.437,27	23,57	66,51
	Corpo D'Água Continental	Área Antrópica	46,48	0,02	0,05
	Área Antrópica	Área Antrópica	13.391,87	4,82	13,61
	Área de Vegetação Natural	Área Antrópica	15.309,11	5,51	15,56
	Corpo D'Água Continental	Corpo D'Água Continental	185,21	0,07	0,19
	Área Antrópica	Corpo D'Água Continental	8,17	0,00	0,01
	Área de Vegetação Natural	Corpo D'Água Continental	55,38	0,02	0,06
<b>Sub-Total PLINTOSSOLOS</b>			<b>98.385,73</b>	<b>35,44</b>	<b>100,00</b>
CAMBISSOLOS + CHERNOSSOLOS + PLANOSSOLOS + GLEISSOLOS + LUVISSOLOS + NITOSSOLOS + DUNAS + AFLORENTOS ROCHOSOS	Corpo D'Água Continental	Área de Vegetação Natural	25,14	0,01	0,15
	Área Antrópica	Área de Vegetação Natural	402,11	0,14	2,37
	Área de Vegetação Natural	Área de Vegetação Natural	11.323,64	4,08	66,72
	Corpo D'Água Continental	Área Antrópica	7,45	0,00	0,04
	Área Antrópica	Área Antrópica	2.316,36	0,83	13,65
	Área de Vegetação Natural	Área Antrópica	2.599,61	0,94	15,32
	Corpo D'Água Continental	Corpo D'Água Continental	218,58	0,08	1,29
	Área Antrópica	Corpo D'Água Continental	6,11	0,00	0,04
	Área de Vegetação Natural	Corpo D'Água Continental	74,15	0,03	0,44
<b>Sub-Total SOLOS DIVERSOS</b>			<b>16.973,15</b>	<b>6,11</b>	<b>100,00</b>
CORPOS D'ÁGUA	Sub total - Corpos D'Água		2.824,40	1,02	100,00
	<b>Sub-Total Corpos D'Água</b>		<b>2.824,40</b>	<b>1,02</b>	<b>100,00</b>
<b>Total - Estado do Tocantins (km<sup>2</sup>)</b>			<b>277.620,91</b>	<b>100,00</b>	

#### 4.3.1.3. Potencialidade de Uso da Terra

Por meio das informações relativas à potencialidade de uso da terra (Seplan, 1999)<sup>[7]</sup>, classificou-se as terras do Tocantins em relação aos níveis de manejo nas práticas agrícolas e pecuária, bem como sua capacidade natural de suporte para o desenvolvimento de atividades com produção sustentável. As tabelas 8 e 9 contêm, respectivamente, informações sobre a cobertura e uso da terra para os anos de 1990 e 2007, e dinâmica da cobertura e uso da terra do período 1990-2007, segundo as classes de Potencialidade de Uso da Terra.

Por meio das informações espaciais tabuladas sobre as cinco categorias de potencialidade de uso da terra (Tabela 8), identificou-se que mais da metade das áreas antropizadas, correspondentes às classes de uso da terra classificados como áreas antrópicas agrícolas e não agrícolas, estavam concentradas nas terras categorizadas como uso intensivo para produção. As áreas antropizadas totalizaram 50,1% do total das áreas de uso intensivo para produção no ano de 1990, e 50,5% no ano de 2007. Na sequência, as terras classificadas como áreas de baixa intensidade para produção detinham outros 32,6% das áreas

<sup>[7]</sup> Este trabalho foi sucintamente descrito no item 2.1.9. *Potencialidade de Uso da Terra*, do presente Relatório.

antrópicas em 1990, e 31,1% em 2007. As demais categorias de uso apresentaram quantitativos de áreas antropizadas bem mais modestos: limitação de uso ou restrição legal, com 8,7% do total estadual no ano de 1990 e 8,2% em 2007; uso de média intensidade para produção, totalizaram 5,9% no ano de 1990 e 6,7% no ano de 2007; e, finalmente, áreas especiais de produção, somaram 2,7% das áreas antropizadas no ano de 1990, e 3,5% no ano de 2007.

Detendo-se sobre a classes de uso agrícola das terras, as superfícies ocupadas pela classe Agropecuária são aquelas com maior expressão espacial, como já referido anteriormente neste Relatório, representando pelo menos cerca de 70% das áreas abertas em cada uma das cinco grandes categorias de potencialidade de uso da terra para os anos de 1990 e 2007. Em 2007 o percentual da classe Agropecuária foi particularmente elevado nas categorias uso intensivo para produção (89,2% das áreas agrícolas), uso de média intensidade para produção (97,2% das áreas agrícolas), e baixa intensidade para produção (93,5% das áreas agrícolas).

As áreas de Cultura (Permanente e Temporária) possuem relativa expressão espacial na categoria áreas especiais de produção, onde equivalem a 19,3% do total das áreas antropizadas em 1990 e 18,3% em 2007. Dentre as áreas ocupadas por esta classe estão aquelas vinculadas às bacias dos rios Javaés e Formoso, onde estão instalados projetos de cultivo de grãos e fruticulturas anuais.

As superfícies ocupadas por Reflorestamento concentravam-se no ano de 1990 nas terras classificadas como uso intensivo para produção, que detinham 81,9% do total das terras ocupadas por esta classe de uso da terra. Outros 13,1% estavam relacionados a áreas com limitação de uso ou restrição legal; e o restante, cerca de 5,0%, sobre áreas de uso de baixa intensidade para produção. Em 2007, houve um processo de expansão da silvicultura para áreas de uso de baixa intensidade para produção, que passaram a ser responsáveis por 63,2% da área total desta classe no Estado. Já as áreas de uso intensivo para produção, totalizaram 25,2% do total, enquanto as áreas com limitação de uso ou restrição legal somaram os 11,6% restantes.

As áreas ocupadas por Capoeira, classificadas como usos antrópicos não agrícolas, possuíram uma destacada participação no quantitativo de áreas antropizadas em 1990, principalmente nas categorias de potencialidade de uso da terra classificadas como limitação de uso ou restrição legal, em que representaram 25,1% das terras antropizadas, e também, uso intensivo para produção, onde representavam outros 15,6% das terras. Indica-se que entre 1990 e 2007 nas terras categorizadas como uso intensivo para produção, parte das áreas de Capoeira foi reconvertida para uso como pastagens (agropecuária), especialmente nas superfícies originalmente ocupadas por formações florestais no norte do Tocantins; desse modo, as áreas de capoeira reduziram-se, em 2007, para cerca de 7,6% das áreas antrópicas nesta terras.

Examinando-se de forma integrada a totalidade das classes de cobertura e uso da terra utilizadas no presente trabalho<sup>[8]</sup>, segundo cada categoria de potencialidade de uso da terra, obteve-se um percentual de áreas antrópicas, na categoria áreas de uso intensivo para produção, da ordem de 29,0% em 1990 e 41,9% em 2007. A seu turno, as áreas de vegetação nativa reduziram-se de 70,1% para 56,5% no período 1990-2007. Os dados indicam que a redução percentual das formações florestais foi praticamente o dobro daquela verificada nas formações de cerrado - 36,1% para as primeiras contra 18,5% para as formações de Cerrado. Os dados de dinâmica da cobertura e uso da terra (Tabela 8) indicam uma

---

<sup>[8]</sup> Com as áreas de vegetação nativa (florestais e de cerrado), antrópicas agrícolas e antrópicas não agrícolas, praias e dunas, e corpos d'água continental, agrupadas na Tabela 6 com a finalidade de facilitar a análise.



conversão de área de vegetação nativa em área antrópica no período 1990-2007 equivalente a 17,7% da superfície das áreas de uso intensivo para produção. Têm também certa expressão nesta categoria, a dinâmica de conversão de áreas de vegetação nativa e áreas antrópicas em Corpos D'Água Continental, relativos tanto aos lagos para geração de energia elétrica quanto aos barramentos de menor porte destinados a dessedentação de animais e irrigação de cultivos.

A categoria áreas de uso de média intensidade para produção também experimentou ampliação no total de áreas antrópicas no período analisado, saltando de 22,0% de sua área total em 1990 para 39,5% no ano de 2007. Por sua vez, a vegetação nativa reduziu-se em cerca de 24% no período. Os dados de dinâmica da cobertura e uso da terra (Tabela 11) indicam que a conversão da vegetação nativa em antrópica foi da ordem de 21,2% no período. Quanto à vegetação nativa, manteve-se em 56,1% da superfície da categoria.

Na categoria áreas de uso de baixa intensidade para produção, as áreas de vegetação nativa mantiveram-se relativamente conservadas ao longo do tempo, apesar da grande expansão das áreas antropizadas, sobretudo de pastagens (classe Agropecuária), no período. Deste modo, a área antropizada elevou-se de 20,8% no ano de 1990 para 29,9% em 2007; enquanto a superfície ocupada pela vegetação nativa reduziu-se de 78,8% para 69,%. A manutenção da vegetação nativa, em sua maior parte formada por formações de Cerrado, pode ser entendida também por meio da leitura da Tabela 11, que demonstra a manutenção da vegetação natural no período 1990-2007 equivalente a 64,4% da superfície da categoria áreas de uso de baixa intensidade para produção.

A categoria áreas especiais de produção possui menor extensão territorial, equivalendo a 3,3% da superfície do Estado do Tocantins. Nesta categoria, a expansão das áreas de Cultura e Agropecuária se deu principalmente às custas das formações de Cerrado. Conforme indicado na Tabela 11, a conversão da área de vegetação nativa em área antrópica promoveu alterações espaciais em 19,7% da superfície da categoria no período.

As áreas com limitação de uso ou restrição legal, como esperado, é a categoria que manteve o maior percentual de áreas de vegetação nativa. Os dados de dinâmica da cobertura e uso da terra (Tabela 9) indicaram que 81,4% da vegetação nativa manteve-se conservada no período de análise. Este fato certamente foi motivado pela limitação natural destas terras à produção agrícola e à pecuária em regime intensivo, aliada às várias unidades de conservação de proteção integral e terras indígenas contidas na área, que limitam legalmente alterações na paisagem natural. Dentre as unidades de conservação existentes na área, elenca-se o Parque Nacional do Araguaia, Estação Ecológica Serra Geral do Tocantins, Parque Estadual do Cantão, e o Parque Estadual do Lajeado, além de diversas áreas de proteção ambiental e reservas particulares de proteção ambiental. No tocante às áreas indígenas, praticamente todas no Tocantins possuem, ao menos parcialmente, terras nesta classe; sendo que a Terra Indígena Parque do Araguaia, na Ilha do Bananal, aquela com maior extensão na categoria. Quanto ao processo de antropização destaca-se, além da expansão de áreas de Agropecuária, a ampliação das áreas de Corpos D'Água Continental, que pode ser visualizado por meio das tabelas 10 e 11.

**Tabela 10.** Potencialidade de uso da terra versus cobertura e uso da terra - 1990, 2007

Classe Solo	Classe - 100.000	1990	%	2007	%
I - ÁREAS DE USO INTENSIVO PARA PRODUÇÃO	Formações Florestais	6.715,90	2,42	4.292,90	1,55
	<b>Sub total - Formações Florestais</b>	<b>6.715,90</b>	<b>2,42</b>	<b>4.292,90</b>	<b>1,55</b>
	Formações de Cerrado	68.250,27	24,58	55.613,87	20,03

**Tabela 10.** Potencialidade de uso da terra versus cobertura e uso da terra - 1990, 2007

Classe Solo	Classe - 100.000	1990	%	2007	%
	<b>Sub total - Formações de Cerrado</b>	<b>68.250,27</b>	24,58	<b>55.613,87</b>	20,03
	Praia e Duna	15,42	0,01	32,62	0,01
	<b>Sub total - Praia e Duna</b>	<b>15,42</b>	0,01	<b>32,62</b>	0,01
	Área Urbanizada e de Mineração	115,22	0,04	241,62	0,09
	Capoeira	4.886,05	1,76	3.506,34	1,26
	<b>Sub total - Áreas Antrópicas não Agrícolas</b>	<b>5.001,27</b>	1,80	<b>3.747,95</b>	1,35
	Cultura Permanente e Temporária	201,45	0,07	1.167,16	0,42
	Agropecuária	26.033,97	9,38	41.000,04	14,77
	Reflorestamento	20,65	0,01	40,41	0,01
	<b>Sub total - Áreas Antrópicas Agrícolas</b>	<b>26.256,07</b>	9,46	<b>42.207,61</b>	15,20
	Corpos D'Água Continental	638,09	0,23	982,05	0,35
	<b>Sub total - Corpos D'Água Continental</b>	<b>638,09</b>	0,23	<b>982,05</b>	0,35
	<b>Sub-Total ÁREAS DE USO INTENSIVO</b>	<b>106.877,02</b>	38,50	<b>106.877,02</b>	38,50
II - ÁREAS DE USO DE MÉDIA INTENSIDADE PARA PRODUÇÃO	Formações Florestais	715,32	0,26	668,05	0,24
	<b>Sub total - Formações Florestais</b>	<b>715,32</b>	0,26	<b>668,05</b>	0,24
	Formações de Cerrado	10.348,41	3,73	7.870,13	2,83
	<b>Sub total - Formações de Cerrado</b>	<b>10.348,41</b>	3,73	<b>7.870,13</b>	2,83
	Praia e Duna	0,02	0,00	0,02	0,00
	<b>Sub total - Praia e Duna</b>	<b>0,02</b>	0,00	<b>0,02</b>	0,00
	Área Urbanizada e de Mineração	2,39	0,00	4,24	0,00
	Capoeira	64,30	0,02	72,79	0,03
	<b>Sub total - Áreas Antrópicas não Agrícolas</b>	<b>66,68</b>	0,02	<b>77,03</b>	0,03
	Cultura Permanente e Temporária	20,47	0,01	40,41	0,01
	Agropecuária	3.080,28	1,11	5.559,57	2,00
	Reflorestamento		0,00		0,00
	<b>Sub total - Áreas Antrópicas Agrícolas</b>	<b>3.100,75</b>	1,12	<b>5.599,98</b>	2,02
	Corpos D'Água Continental	47,33	0,02	63,31	0,02
<b>Sub total - Corpos D'Água Continental</b>	<b>47,33</b>	0,02	<b>63,31</b>	0,02	
	<b>Sub-Total ÁREAS DE MÉDIA INTENSIDADE</b>	<b>14.278,51</b>	5,14	<b>14.278,51</b>	5,14
III - ÁREAS DE USO DE BAIXA INTENSIDADE PARA PRODUÇÃO	Formações Florestais	2.093,98	0,75	1.801,96	0,65
	<b>Sub total - Formações Florestais</b>	<b>2.093,98</b>	0,75	<b>1.801,96</b>	0,65
	Formações de Cerrado	67.067,84	24,16	58.730,03	21,15
	<b>Sub total - Formações de Cerrado</b>	<b>67.067,84</b>	24,16	<b>58.730,03</b>	21,15
	Praia e Duna	6,80	0,00	13,60	0,00
	<b>Sub total - Praia e Duna</b>	<b>6,80</b>	0,00	<b>13,60</b>	0,00
	Área Urbanizada e de Mineração	64,79	0,02	111,68	0,04
	Capoeira	1.238,11	0,45	912,47	0,33
	<b>Sub total - Áreas Antrópicas não Agrícolas</b>	<b>1.302,90</b>	0,47	<b>1.024,15</b>	0,37
	Cultura Permanente e Temporária	80,90	0,03	618,96	0,22
	Agropecuária	16.984,19	6,12	25.235,49	9,09
	Reflorestamento	1,26	0,00	101,23	0,04
	<b>Sub total - Áreas Antrópicas Agrícolas</b>	<b>17.066,35</b>	6,15	<b>25.955,68</b>	9,35
	Corpos D'Água Continental	267,29	0,10	279,73	0,10
<b>Sub total - Corpos D'Água Continental</b>	<b>267,29</b>	0,10	<b>279,73</b>	0,10	
	<b>Sub-Total ÁREAS DE BAIXA INTENSIDADE</b>	<b>87.805,16</b>	31,63	<b>87.805,16</b>	31,63
IV - ÁREAS ESPECIAIS PARA PRODUÇÃO	Formações Florestais	1.459,65	0,53	1.332,52	0,48
	<b>Sub total - Formações Florestais</b>	<b>1.459,65</b>	0,53	<b>1.332,52</b>	0,48
	Formações de Cerrado	5.939,25	2,14	4.553,63	1,64
	<b>Sub total - Formações de Cerrado</b>	<b>5.939,25</b>	2,14	<b>4.553,63</b>	1,64
	Praia e Duna	11,67	0,00	16,23	0,01
	<b>Sub total - Praia e Duna</b>	<b>11,67</b>	0,00	<b>16,23</b>	0,01
	Área Urbanizada e de Mineração	0,93	0,00	1,91	0,00
Capoeira	169,65	0,06	192,55	0,07	



**Tabela 10.** Potencialidade de uso da terra versus cobertura e uso da terra - 1990, 2007

Classe Solo	Classe - 100.000	1990	%	2007	%
	<b>Sub total - Áreas Antrópicas não Agrícolas</b>	<b>170,58</b>	0,06	<b>194,46</b>	0,07
	Cultura Permanente e Temporária	303,60	0,11	566,14	0,20
	Agropecuária	1.096,17	0,39	2.335,97	0,84
	Reflorestamento		0,00		0,00
	<b>Sub total - Áreas Antrópicas Agrícolas</b>	<b>1.399,77</b>	0,50	<b>2.902,11</b>	1,05
	Corpos D'Água Continental	245,97	0,09	227,95	0,08
	<b>Sub total - Corpos D'Água Continental</b>	<b>245,97</b>	0,09	<b>227,95</b>	0,08
	<b>Sub-Total ÁREAS ESPECIAIS</b>	<b>9.226,89</b>	3,32	<b>9.226,89</b>	3,32
	Formações Florestais	6.145,85	2,21	5.596,76	2,02
	<b>Sub total - Formações Florestais</b>	<b>6.145,85</b>	2,21	<b>5.596,76</b>	2,02
	Formações de Cerrado	46.281,15	16,67	44.096,19	15,88
	<b>Sub total - Formações de Cerrado</b>	<b>46.281,15</b>	16,67	<b>44.096,19</b>	15,88
	Praia e Duna	58,21	0,02	91,79	0,03
	<b>Sub total - Praia e Duna</b>	<b>58,21</b>	0,02	<b>91,79</b>	0,03
V - ÁREAS COM LIMITAÇÃO DE USO OU RESTRIÇÃO LEGAL	Área Urbanizada e de Mineração	22,31	0,01	37,17	0,01
	Capoeira	1.163,90	0,42	1.250,79	0,45
	<b>Sub total - Áreas Antrópicas não Agrícolas</b>	<b>1.186,21</b>	0,43	<b>1.287,95</b>	0,46
	Cultura Permanente e Temporária	60,13	0,02	221,28	0,08
	Agropecuária	4.499,81	1,62	6.649,18	2,40
	Reflorestamento	3,30	0,00	18,56	0,01
	<b>Sub total - Áreas Antrópicas Agrícolas</b>	<b>4.563,24</b>	1,64	<b>6.889,03</b>	2,48
	Corpos D'Água Continental	772,07	0,28	1.045,00	0,38
	<b>Sub total - Corpos D'Água Continental</b>	<b>772,07</b>	0,28	<b>1.045,00</b>	0,38
	<b>Sub-Total ÁREAS COM LIMITAÇÃO DE USO</b>	<b>59.006,73</b>	21,25	<b>59.006,73</b>	21,25
CORPOS D'ÁGUA	Corpos D'Água	426,61	0,15	426,61	0,15
	<b>Sub total - Corpos D'Água</b>	<b>426,61</b>	0,15	<b>426,61</b>	0,15
	<b>Sub-Total Corpos D'Água</b>	<b>6.715,90</b>	2,42	<b>4.292,90</b>	1,55
	<b>Total - Estado do Tocantins (km<sup>2</sup>)</b>	<b>277.620,91</b>	<b>100,00</b>	<b>277.620,91</b>	<b>100,00</b>

**Tabela 11.** Potencialidade de uso da terra versus dinâmica da cobertura e uso da terra 1990-2007

CLASSES	Classes - 100.000		1990-2007	% Estado	% Classes
I - ÁREAS DE USO INTENSIVO PARA PRODUÇÃO	Corpo D'Água Continental	Área de Vegetação Natural	74,89	2,97	0,07
		Área Antrópica	4.204,71	4,60	3,93
		Área de Vegetação Natural	55.659,79	6,98	52,08
	Corpo D'Água Continental	Área Antrópica	33,20	1,94	0,03
		Área Antrópica	26.966,42	0,33	25,23
		Área de Vegetação Natural	18.955,95	0,33	17,74
	Corpo D'Água Continental	Corpo D'Água Continental	529,99	0,06	0,50
		Área Antrópica	86,21	14,04	0,08
		Área de Vegetação Natural	365,85	14,10	0,34
	<b>Sub-Total Áreas de Uso Intensivo</b>		<b>106.877,02</b>	<b>45,35</b>	<b>100,00</b>
II - ÁREAS DE USO DE MÉDIA INTENSIDADE PARA PRODUÇÃO	Corpo D'Água Continental	Área de Vegetação Natural	1,82	2,97	0,01
		Área Antrópica	528,33	4,60	3,70
		Área de Vegetação Natural	8.008,04	6,98	56,08
	Corpo D'Água Continental	Área Antrópica	2,46	1,94	0,02
		Área Antrópica	2.636,01	0,33	18,46
		Área de Vegetação Natural	3.038,54	0,33	21,28
	Corpo D'Água Continental	Corpo D'Água Continental	43,05	0,06	0,30
		Área Antrópica	3,09	14,04	0,02

**Tabela 11.** Potencialidade de uso da terra versus dinâmica da cobertura e uso da terra 1990-2007

CLASSES	Classes - 100.000		1990-2007	% Estado	% Classes
	Área de Vegetação Natural	Corpo D'Água Continental	17,17	14,10	0,12
	<b>Sub-Total ÁREAS DE USO DE MÉDIA INTENSIDADE</b>		<b>14.278,51</b>	<b>45,35</b>	<b>100,00</b>
III - ÁREAS DE USO DE BAIXA INTENSIDADE PARA PRODUÇÃO	Corpo D'Água Continental	Área de Vegetação Natural	24,93	2,97	0,03
	Área Antrópica	Área de Vegetação Natural	3.950,76	4,60	4,50
	Área de Vegetação Natural	Área de Vegetação Natural	56.569,90	6,98	64,43
	Corpo D'Água Continental	Área Antrópica	18,65	1,94	0,02
	Área Antrópica	Área Antrópica	14.408,31	0,33	16,41
	Área de Vegetação Natural	Área Antrópica	12.552,87	0,33	14,30
	Corpo D'Água Continental	Corpo D'Água Continental	223,71	0,06	0,25
	Área Antrópica	Corpo D'Água Continental	10,18	14,04	0,01
	Área de Vegetação Natural	Corpo D'Água Continental	45,84	14,10	0,05
	<b>Sub-Total ÁREAS DE USO DE BAIXA INTENSIDADE</b>		<b>87.805,16</b>	<b>45,35</b>	<b>100,00</b>
IV - ÁREAS ESPECIAIS PARA PRODUÇÃO	Corpo D'Água Continental	Área de Vegetação Natural	26,60	2,97	0,29
	Área Antrópica	Área de Vegetação Natural	309,95	4,60	3,36
	Área de Vegetação Natural	Área de Vegetação Natural	5.565,82	6,98	60,32
	Corpo D'Água Continental	Área Antrópica	22,77	1,94	0,25
	Área Antrópica	Área Antrópica	1.256,98	0,33	13,62
	Área de Vegetação Natural	Área Antrópica	1.816,82	0,33	19,69
	Corpo D'Água Continental	Corpo D'Água Continental	196,61	0,06	2,13
	Área Antrópica	Corpo D'Água Continental	3,42	14,04	0,04
	Área de Vegetação Natural	Corpo D'Água Continental	27,93	14,10	0,30
	<b>Sub-Total ÁREAS ESPECIAIS</b>		<b>9.226,89</b>	<b>45,35</b>	<b>100,00</b>
V - ÁREAS COM LIMITAÇÃO DE USO OU RESTRIÇÃO LEGAL	Corpo D'Água Continental	Área de Vegetação Natural	111,63	2,97	0,19
	Área Antrópica	Área de Vegetação Natural	1.626,55	4,60	2,76
	Área de Vegetação Natural	Área de Vegetação Natural	48.046,57	6,98	81,43
	Corpo D'Água Continental	Área Antrópica	23,83	1,94	0,04
	Área Antrópica	Área Antrópica	4.042,35	0,33	6,85
	Área de Vegetação Natural	Área Antrópica	4.110,81	0,33	6,97
	Corpo D'Água Continental	Corpo D'Água Continental	636,61	0,06	1,08
	Área Antrópica	Corpo D'Água Continental	80,55	14,04	0,14
	Área de Vegetação Natural	Corpo D'Água Continental	327,84	14,10	0,56
	<b>Sub-Total ÁREAS COM LIMITAÇÃO DE USO</b>		<b>59.006,73</b>	<b>45,35</b>	<b>100,00</b>
CORPOS D'ÁGUA	Corpos D'Água		426,61	2,97	100,00
	<b>Sub-Total Corpos D'Água</b>		<b>426,61</b>	<b>2,97</b>	<b>100,00</b>
<b>Total - Estado do Tocantins (km<sup>2</sup>)</b>			<b>277.620,91</b>	<b>100,00</b>	



#### 4.3.2. Análise Espacial da Dinâmica das Microrregiões do Tocantins

Para a geração da dinâmica do Estado de Tocantins foram consideradas as Microrregiões conforme o IBGE (2009): Dianópolis, Gurupi, Rio Formoso, Porto Nacional, Jalapão, Miracema do Tocantins, Araguaína e Bico do Papagaio. Para cada uma destas, foram realizadas as quantificações da dinâmica e as caracterizações socioeconômicas em relação à localização, demografia, indicadores sociais, produto interno bruto, emprego, previdência e programas de transferência de renda e desempenho econômico/Agropecuária, proporcionando a análise da dinâmica de cada Microrregião no período de 1990 a 2007<sup>[9]</sup>. Informa-se que os dados de cobertura e uso, e dinâmica da cobertura e uso da terra, segundo municípios e microrregiões, estão sistematizados por meio de tabelas contidas nos Apêndices 1 e 2 do Volume II e nos Apêndices 6 e 7 do Volume III do presente Relatório.

Para explicar alguns processos de regeneração da vegetação nativa, principalmente na porção centro-sul do Estado, deve-se compreender que esta região tem sua economia respaldada na atividade agropecuária extensiva que permite também a extração de madeira para os diversos fins, como a lenha para a fabricação de carvão, entre outros. Neste contexto, a Tabela 12 ilustra com dados do IBGE (2009b) o perfil da atividade extrativista de madeira e derivados, cujos dados servem de subsídio às discussões subsequentes. A informação apresentada foi publicada em 2008, mas refere-se ao ano de 2007.

**Tabela 12.** Quantidade produzida na extração vegetal por tipo de produto extrativo no Tocantins

Microrregião Geográfica	Tipo de Produto Extrativo	Quantidade
Bico do Papagaio	Carvão vegetal (Toneladas)	84
	Lenha (Metros cúbicos)	46.750
	Madeira em tora (Metros cúbicos)	2.270
Araguaína	Carvão vegetal (Toneladas)	215
	Lenha (Metros cúbicos)	146.300
	Madeira em tora (Metros cúbicos)	9.573
Miracema do Tocantins	Carvão vegetal (Toneladas)	129
	Lenha (Metros cúbicos)	154.460
	Madeira em tora (Metros cúbicos)	13.345
Rio Formoso	Carvão vegetal (Toneladas)	6.710
	Lenha (Metros cúbicos)	123.530
	Madeira em tora (Metros cúbicos)	14.600
Gurupi	Carvão vegetal (Toneladas)	9.828
	Lenha (Metros cúbicos)	79.510
	Madeira em tora (Metros cúbicos)	8.650
Porto Nacional	Carvão vegetal (Toneladas)	87
	Lenha (Metros cúbicos)	87.740
	Madeira em tora (Metros cúbicos)	1.760
Jalapão	Carvão vegetal (Toneladas)	56
	Lenha (Metros cúbicos)	145.370
	Madeira em tora (Metros cúbicos)	8.360
Dianópolis	Carvão vegetal (Toneladas)	4.719
	Lenha (Metros cúbicos)	176.040
	Madeira em tora (Metros cúbicos)	19.130

Fonte: IBGE, 2009b.

<sup>[9]</sup> Para maior detalhamento dessas informações vide relatórios *Dinâmica da Faixa Sul*, *Dinâmica da Faixa Centro*, e *Dinâmica da Faixa Norte*.

A Tabela 13 apresenta a evolução da área antrópica e da classe de Agropecuária por Microrregião e para o Estado do Tocantins nos anos de 1990, 2000, 2005 e 2007.

**Tabela 13.** Evolução da área antrópica (ha), percentual da área antrópica em relação à área total e percentual da Agropecuária em relação à área antrópica total, para as Microrregiões e para o Estado do Tocantins, 1990, 2000, 2005 e 2007

<b>Micro</b>	<b>Variável</b>	<b>1990</b>	<b>2000</b>	<b>2005</b>	<b>2007</b>
Araguaína	Área Antrópica (ha)	1.615.062,9	1.743.134,5	1.751.985,0	1.760.692,9
	% da área antrópica/área total	48,5%	55,5%	57,0%	55,7%
	% área Agropecuária/área antrópica	79,5%	84,4%	86,2%	83,8%
Bico do Papagaio	Área Antrópica (ha)	627.931,7	680.741,5	754.021,1	766.158,4
	% da área antrópica/área total	26,5%	32,3%	37,9%	38,5%
	% área Agropecuária/área antrópica	66,6%	74,8%	79,2%	79,1%
Jalapão	Área Antrópica (ha)	340.233,5	450.300,9	578.984,8	625.806,2
	% da área antrópica/área total	6,1%	7,9%	9,1%	9,9%
	% área Agropecuária/área antrópica	96,5%	93,2%	83,6%	84,4%
Miracema	Área Antrópica (ha)	1.117.917,6	1.382.719,5	1.628.069,2	1.748.207,7
	% da área antrópica/área total	28,3%	36,0%	43,4%	46,7%
	% área Agropecuária/área antrópica	87,9%	90,4%	92,6%	92,7%
Gurupi	Área Antrópica (ha)	812.261,6	1.002.750,7	1.129.375,6	1.148.468,4
	% da área antrópica/área total	28,4%	35,5%	40,2%	41,0%
	% área Agropecuária/área antrópica	95,9%	97,2%	97,7%	98,0%
Dianópolis	Área Antrópica (ha)	378.585,9	584.923,9	840.436,0	943.456,9
	% da área antrópica/área total	7,2%	10,8%	15,9%	18,0%
	% área Agropecuária/área antrópica	89,8%	87,3%	89,1%	89,8%
Porto Nacional	Área Antrópica (ha)	324.122,6	492.809,5	563.114,1	606.855,9
	% da área antrópica/área total	14,7%	21,2%	24,2%	25,9%
	% área Agropecuária/área antrópica	96,4%	91,3%	91,1%	90,4%
Rio Formoso	Área Antrópica (ha)	814.516,4	1.126.034,2	1.335.165,2	1.433.617,0
	% da área antrópica/área total	14,0%	19,7%	23,3%	25,4%
	% área Agropecuária/área antrópica	88,3%	90,0%	89,5%	91,2%
Estado do Tocantins	Área Antrópica (ha)	6.014.378,8	7.460.491,2	8.468.580,5	9.101.740,6
	% da área antrópica/área total	21,7%	26,9%	30,5%	32,8%
	% área Agropecuária/área antrópica	85,6%	88,4%	89,1%	89,3%

A área antrópica do Estado passou de cerca 6,0 milhões de hectares em 1990 para 9,1 milhões de hectares em 2007, o que corresponde a um aumento de 3,1 milhões de hectares. O percentual da área antrópica do Estado passou de 21,7% da área total do Estado em 1990 para 32,8% em 2007, o que representa uma taxa de crescimento média de crescimento de 2,5% ao ano. Interessante observar que no Estado do Tocantins há o predomínio da atividade Agropecuária no interior das áreas antropizadas, acima dos 85,6%. As Microrregiões localizadas na porção centro-sul do Estado tiveram o processo de antropização associado às atividades relacionadas com a extração de madeira para a produção de carvão vegetal e lenha. Esta afirmativa foi constatada em campo e corrobora com os dados estatísticos do IBGE (2009b), que aponta as Microrregiões de Rio Formoso, Gurupi e Dianópolis como as maiores produtoras de carvão. Esta evidência explica, no processo de dinâmica e mapeamento a regeneração das áreas sob formação savânica.

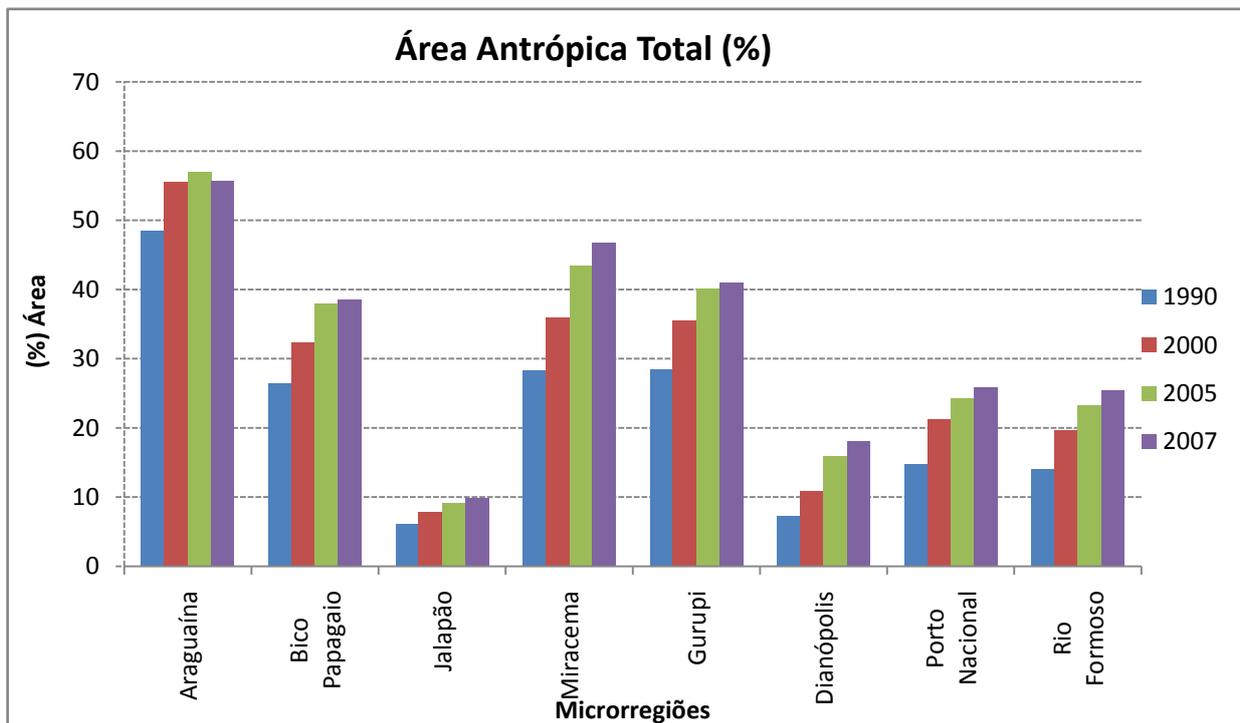
A partir da Tabela 13 é possível observar também que os padrões de uso e ocupação da terra são bastante distintos. Enquanto, em 2007, a Microrregião de Araguaína possui o maior percentual relativo de



área antrópica do Estado, a Microrregião do Jalapão possui apenas 9,9% de sua área antropizada no mesmo ano.

Essas diferenças regionais no padrão de antropização estão ligadas a diversos aspectos, dentre os quais podemos destacar a disponibilidade de recursos naturais que permitem que algumas regiões sejam ocupadas de forma mais intensiva em função de sua aptidão agrícola. Outro vetor de antropização no Estado está relacionado à presença de obras de infraestrutura aliado a políticas públicas que provocam mudança no padrão de uso e ocupação da terra neste período, como por exemplo, a construção da capital, Palmas.

Na Figura 101 apresenta-se um gráfico que expressa a porcentagem de área antrópica em cada uma das Microrregiões. Este valor é obtido pelo cálculo da razão entre a área antropizada mapeada, que inclui todas as classes de uso da terra, e a área total de cada município, que somados, correspondem à área da Microrregião. O nível ou a intensidade antrópica é diretamente proporcional ao valor calculado, ou seja, quanto maior o valor percentual, maior a área antrópica em cada Microrregião.



**Figura 101.** Gráfico com o percentual de área antrópica total (%) nas Microrregiões

A Figura 102 ilustra o quão importante é a atividade agropecuária em relação às classes de uso da terra em todas as Microrregiões do Tocantins. Observa-se nele que em 1990 a atividade Agropecuária representava mais de 85% da atividade de uso da terra nas oito Microrregiões analisadas, exceto Bico do Papagaio e Araguaína; para ambas, o menor percentual da classe Agropecuária em relação ao total de

uso da terra deu-se em razão da grande superfície de Capoeira <sup>[10]</sup>. Observa-se ainda que, apesar das oscilações das commodities e outros fatores favoráveis ou não à atividade Agropecuária, ela manteve-se a priori em patamares constantes ao longo do período analisado.

As únicas Microrregiões que não seguem esse padrão constante são: Jalapão e Dianópolis. Essas áreas estão localizadas em ambientes particularmente adversos à atividade Agropecuária, seja em função da pedologia como também em relação às condições climáticas que tornam essas áreas desfavoráveis à atividade em períodos críticos de secas, entre outros.

Entre 1990 e 2007, observou-se o incremento das áreas antrópicas em detrimento das áreas de cobertura natural para sete das oito Microrregiões do Tocantins. A única exceção fica por conta da Microrregião de Araguaína no ano de 2007 em que se observa um pequeno declínio dessas áreas em relação aos demais anos de mapeamento. Uma das evidências para explicar essa situação é que algumas áreas de Capoeira e Palmeiral regeneraram-se passando o quantitativo dessas áreas no balanço pró vegetação nativa.

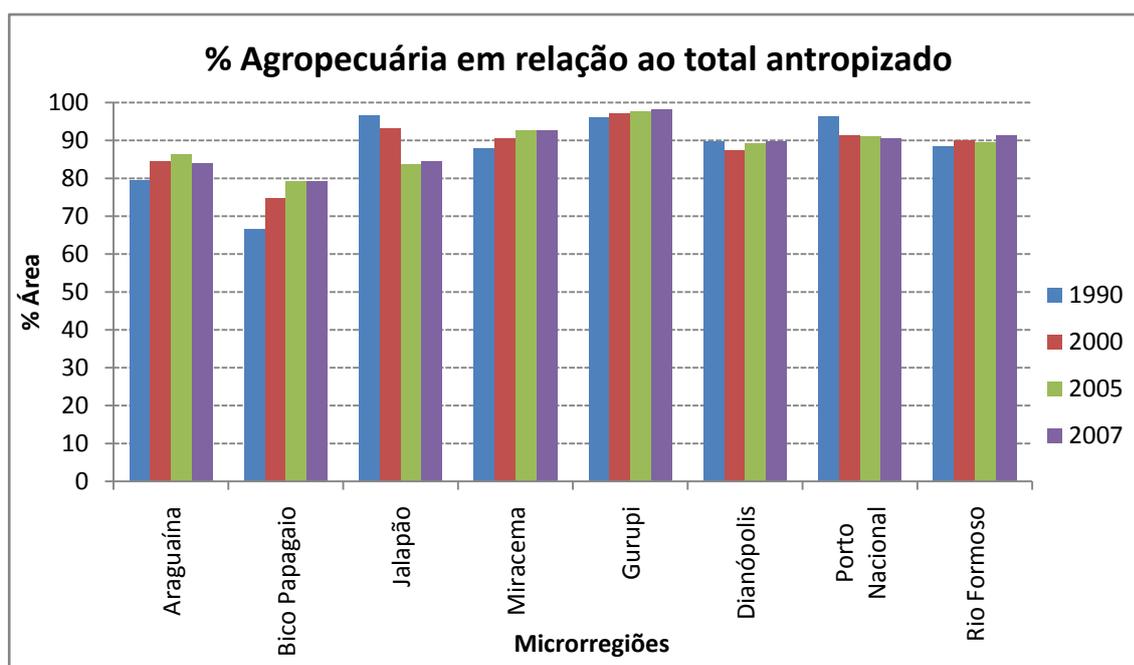


Figura 102. Gráfico com a relação entre a classe agropecuária e total antropizado por Microrregião

Na Figura 103 até a Figura 105 apresenta-se em forma de mapa o índice de antropização calculado para cada um dos anos do mapeamento em relação às Microrregiões e o Estado do Tocantins.

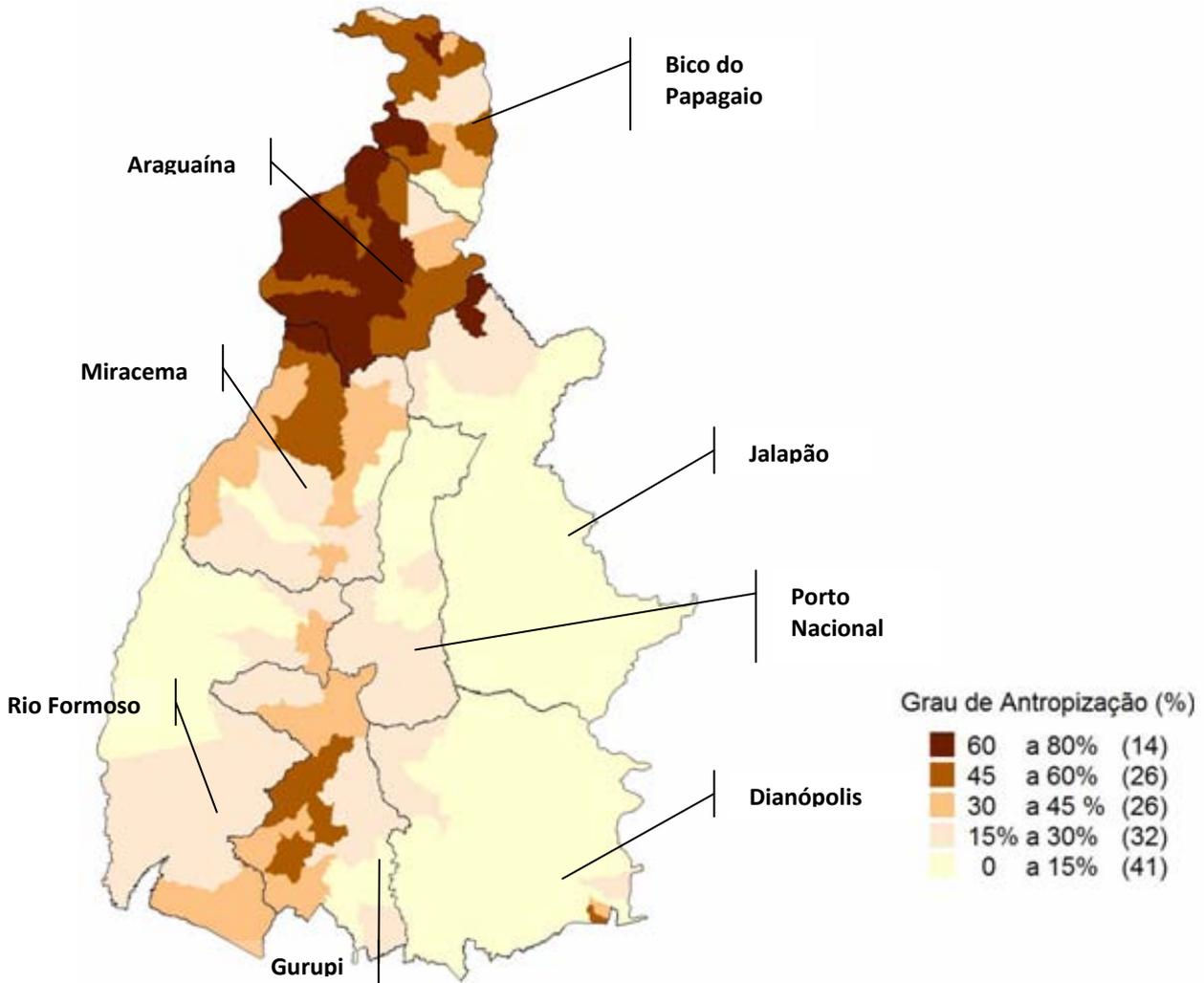
Interessante notar que, em 1990<sup>[11]</sup>, quatorze municípios possuíam grau de antropização entre 60 e 90%. Estes municípios concentravam-se espacialmente em áreas sob o domínio de florestas. Este número cai para dez municípios em 2000 e a diferença neste percentual reflete-se no aumento de municípios menos

<sup>[10]</sup> No caso da Microrregião Bico do Papagaio, se excluídas as áreas de Capoeira, no ano de 1990, a classe Agropecuária equivaleria a 99,3% de todos os tipos de uso; na Microrregião Araguaína, a 99,5% do uso da terra.

<sup>[11]</sup> A divisão das Microrregiões obedece a malha político administrativa de 2007.

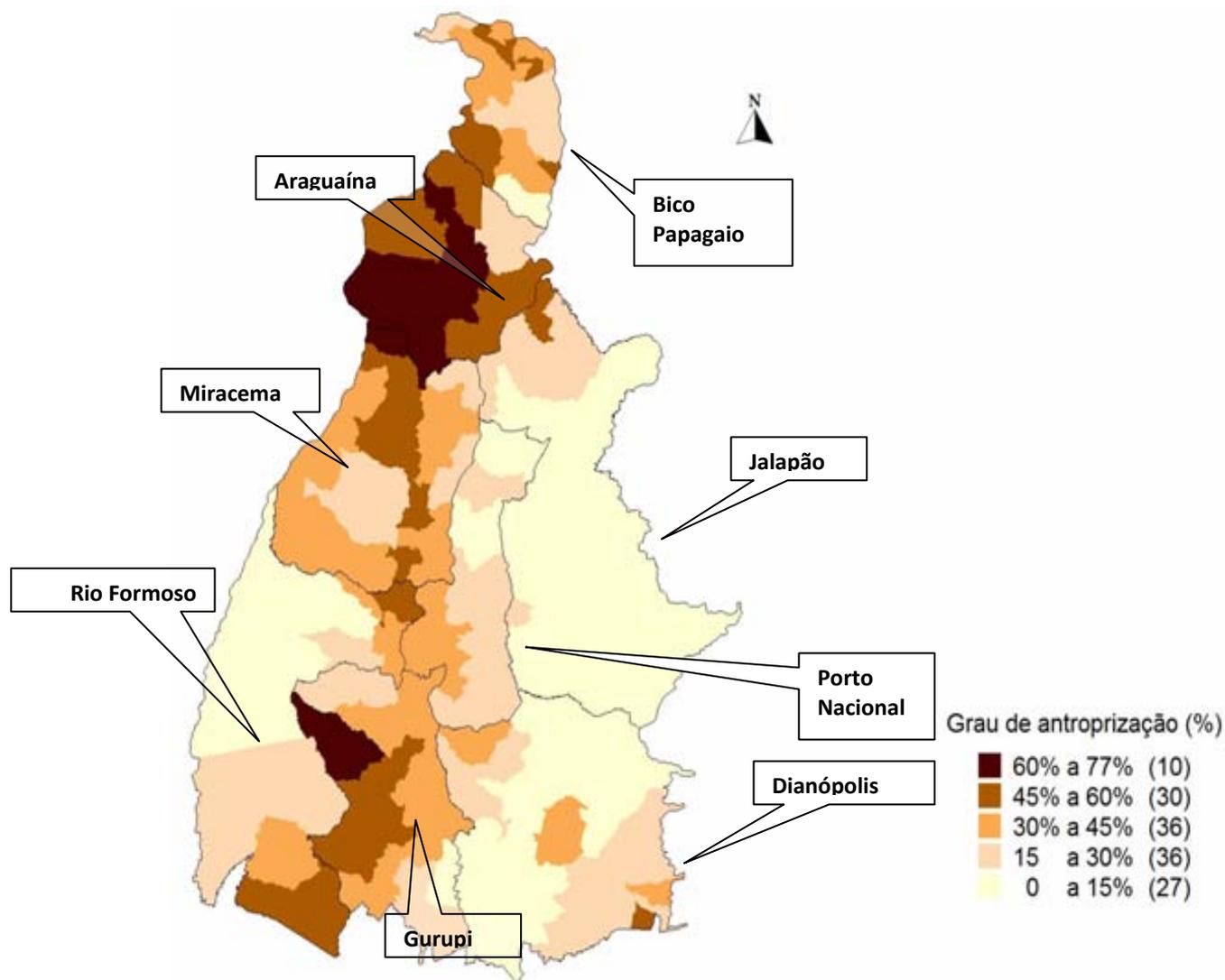


antropizados. A classe que indicam os municípios com grau de antropização entre 45 e 60% passa no mesmo período de 26 para 30 municípios, em detrimento do aumento das áreas de regeneração média em todo o Estado.



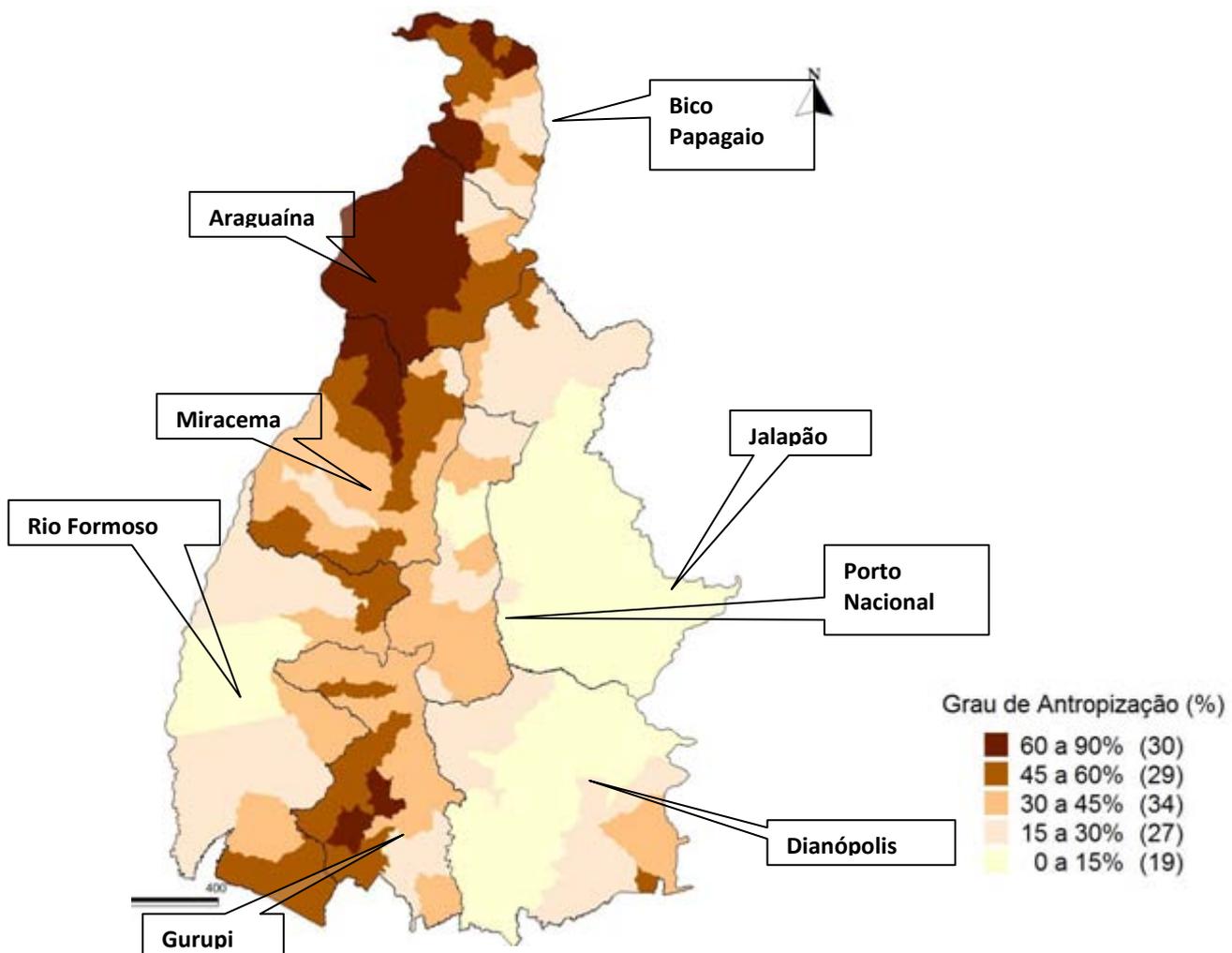
**Figura 103.** Grau de antropização municipal, segundo Microrregiões em 1990

Na Figura 104, apresenta-se o grau de antropização para o Estado do Tocantins e respectivas Microrregiões administrativas para o ano de 1990. O mapa representa, de forma espacial os resultados obtidos na forma tabular e gráfica anteriormente apresentada. Neste período de análise as Microrregiões com maior grau de antropização são Araguaína e o Bico do Papagaio.



**Figura 104.** Grau de antropização municipal, segundo Microrregiões em 2000

Na Figura 104, apresenta-se o grau de antropização para o Estado do Tocantins e respectivas Microrregiões para o ano de 2000. O mapa representa, de forma espacial os resultados obtidos na forma tabular e gráficas anteriormente apresentadas. Neste período aumenta o grau de antropização nas Microrregiões de Gurupi e Rio Formoso e centro norte de Porto Nacional em relação à Figura 103 citada anteriormente.



**Figura 105.** Grau de antropização municipal, segundo Microrregiões, 2005

Na Figura 105, apresenta-se o grau de antropização para o Estado do Tocantins e respectivas Microrregiões administrativas para o ano de 2005. O mapa representa, de forma espacial os resultados obtidos na forma tabular e gráficas anteriormente apresentadas. Neste período aumenta o grau de antropização nas Microrregiões de Gurupi e Rio Formoso e centro norte de Porto Nacional em relação à Figura 103 citada anteriormente, o que mostra a consolidação das atividades ligadas ao agronegócio detectadas inicialmente no ano de 1990. Interessante notar que em 2005 há um incremento de três vezes o número inicial de municípios com grau de antropização máximo, entre 60 e 90%, com a diminuição do número de municípios nas demais classes de antropização.

A importância do agronegócio no Estado do Tocantins se expressa na importância do setor no PIB do Estado, que em 2005 era de aproximadamente 37% do PIB total do Estado (Guilhoto et al., 2007). Comparativamente ao Brasil, a importância do setor para o Estado é 8 pontos percentuais maior do que a média do país, que era de 29% em 2005. O trabalho de GUILHOTO et al. (2007) apresenta também a decomposição do PIB do Agronegócio em duas grandes classes: agricultura familiar e agricultura patronal, utilizando a terminologia proposta pelo estudo do INCRA (2000)<sup>[12]</sup>, além da abertura da cadeia do agronegócio.

<sup>[12]</sup> Para uma discussão mais detalhada acerca dessa divisão veja Schneider (2009) e INCRA (2000).

Do total do PIB do Agronegócio do Estado em 2005, o agronegócio familiar respondia por 35% e o patronal pelos outros 65% do PIB do setor. Em ambos os setores, a importância de lavouras e pecuária é bastante similar, cerca de 50% para cada uma. Entretanto, na lavoura familiar os destaques ficam por conta da produção de arroz e mandioca, enquanto que na lavoura patronal o carro chefe é a soja e a fruticultura.

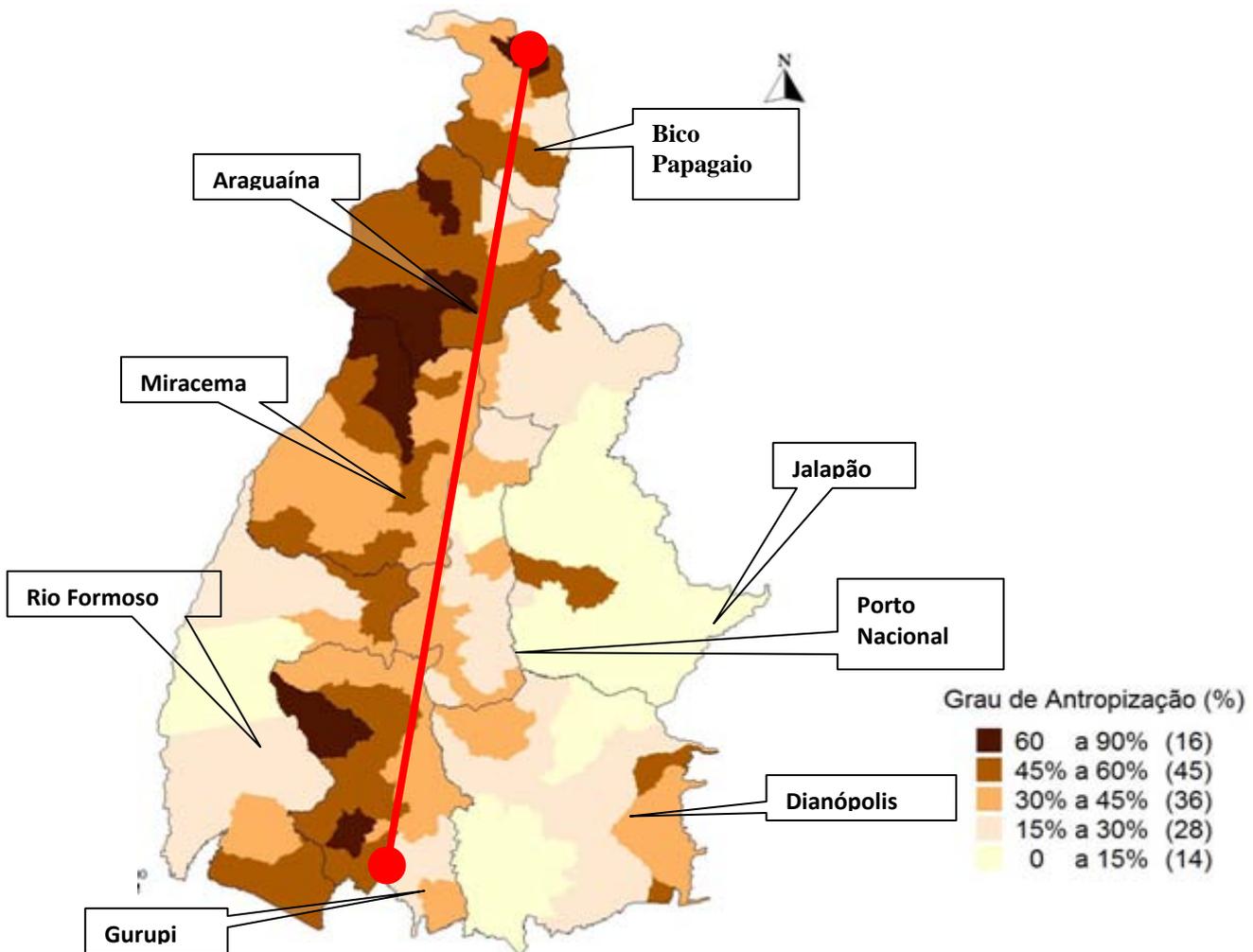
No caso da pecuária o rebanho de corte e a produção de leite têm participação bastante semelhante à produção familiar, enquanto que na produção patronal, se destaca a pecuária de corte. No caso da indústria ligada à agricultura familiar o destaque fica por conta dos laticínios, enquanto que na produção patronal o processamento de produtos vegetais e o abate de bovinos são o carro chefe no setor industrial.

Fica demonstrada a importância do agronegócio para o Estado, além disso, destaca-se o papel preponderante que a atividade tem sobre o uso e ocupação da terra. Neste aspecto cabe destacar mesmo que de forma rápida duas políticas públicas importantes para o setor, uma ligada ao crédito e a outra ligada a política de assentamentos rurais.

Acrescenta-se também que o processo de antropização se dá principalmente em função da abertura de eixos viários.

Na Figura 106, apresenta-se o grau de antropização para o Estado do Tocantins e respectivas Microrregiões administrativas para o ano de 2007. O mapa representa, de forma espacial os resultados obtidos na forma tabular e gráficas anteriormente apresentadas. Entre 2005 e 2007, observa-se a formação evidente de um corredor contínuo de áreas antropizadas, indicadas com uma linha vermelha. Neste mapa, evidencia-se a existência de clusters antrópicos que seguem em sentido norte-sul, com diferentes indicações. Os padrões de ocupação e a situação da cobertura e uso da terra para cada uma das Microrregiões do Estado do Tocantins será apresentada na seqüência, sentido sul-norte do Estado.

Observa-se que ocorre ao longo dos anos um aumento do grau de antropização do Estado, expressos nos mapas em legendas que contemplam a porcentagem do grau de antropização com a indicação do número de municípios que fazem parte de cada uma das classes.



**Figura 106.** Grau de antropização municipal, segundo Microrregiões, 2007

#### 4.3.2.1. Análise Espacial da Dinâmica da Microrregião de Dianópolis (Sul)

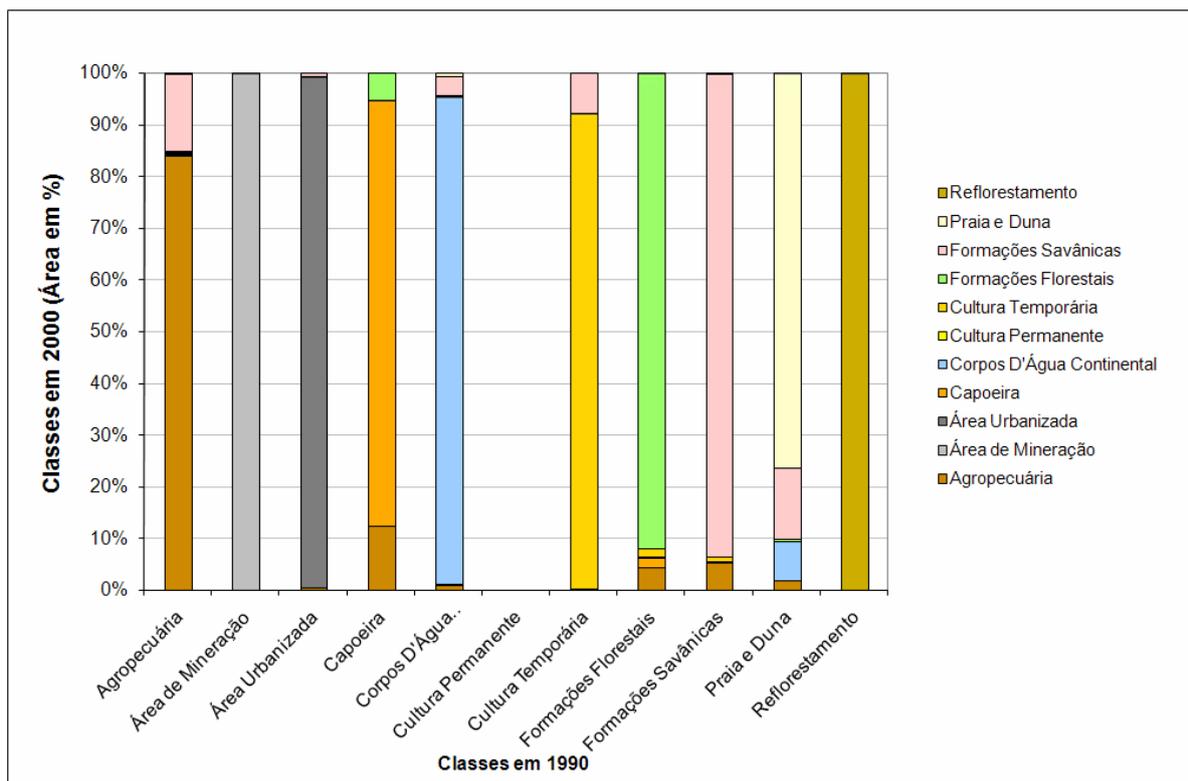
Observa-se que o perfil da Microrregião está relacionado à manutenção das áreas de formações savânicas no período analisado em mais de 75% de seu território. Destaque nesta Microrregião para as conversões em 13% das áreas do bioma cerrado para Agropecuária, bem como a manutenção das áreas de Agropecuária em torno de 5,8% do seu território.

A manutenção das áreas do bioma cerrado ilustram a importância da extração de madeira na Microrregião de Dianópolis em detrimento da sub-utilização das áreas de pastagem, haja vista que o “pasto sujo”, popularmente conhecido nesta região, é a área típica de extração de madeira para lenha e carvão. Tal afirmativa foi constatada em campo e comprovada com dados estatísticos oficiais do IBGE (2009b), que apontam a Microrregião de Dianópolis como a área com maior quantidade de madeira extraída para a produção de lenha e a segunda Microrregião na produção de carvão vegetal.

Em relação à Microrregião de Dianópolis, a Tabela 14 resume as conversões ocorridas em seu território entre 1990 e 2007 e a dinâmica nos quatro períodos de análise são apresentadas respectivamente pela Figura 107 à Figura 110.

**Tabela 14.** Principais conversões de cobertura e uso da terra entre 1990 e 2007 na Microrregião Dianópolis

Dinâmica da Cobertura e Uso da Terra (1990-2007)	%
Formações Savânicas - Formações Savânicas	75,7
Formações Savânicas - Agropecuária	13,3
Agropecuária - Agropecuária	5,8
Agropecuária - Formações Savânicas	1,2
Formações Savânicas - Cultura Temporária	1,1



**Figura 107.** Gráfico com a dinâmica da cobertura e uso da terra entre 1990 e 2000

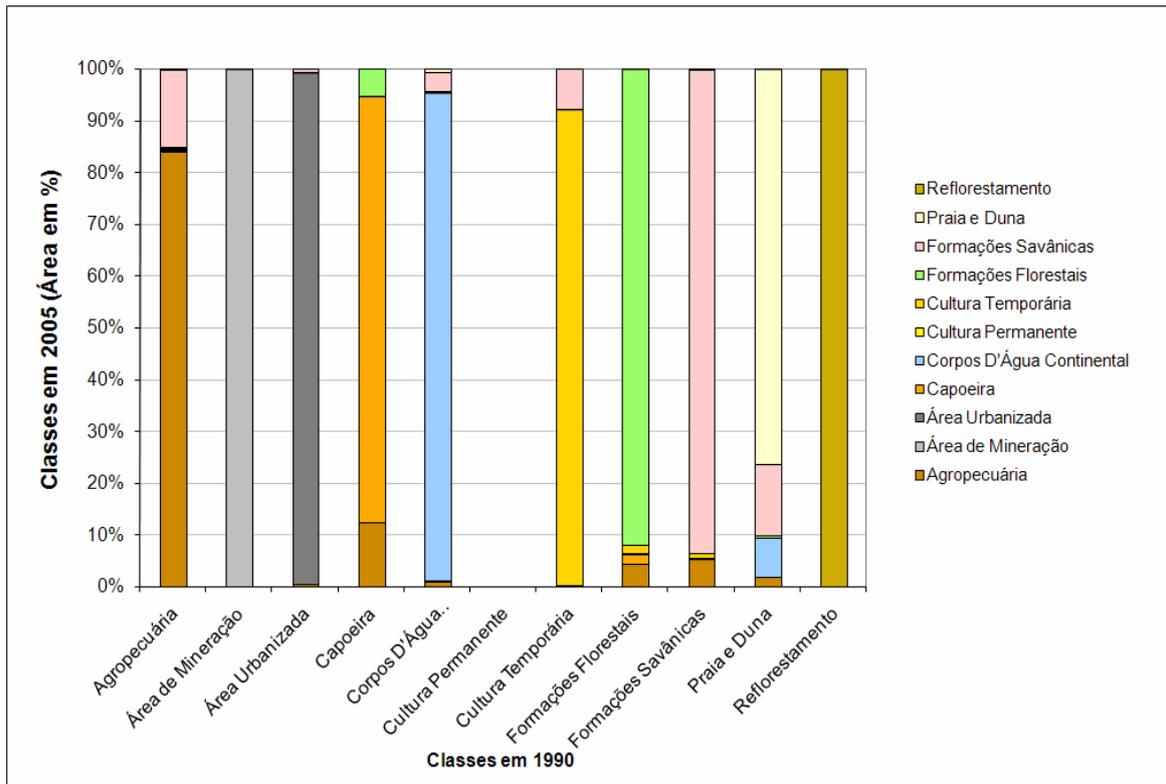


Figura 108. Gráfico com a dinâmica da cobertura e uso da terra entre 1990 e 2005

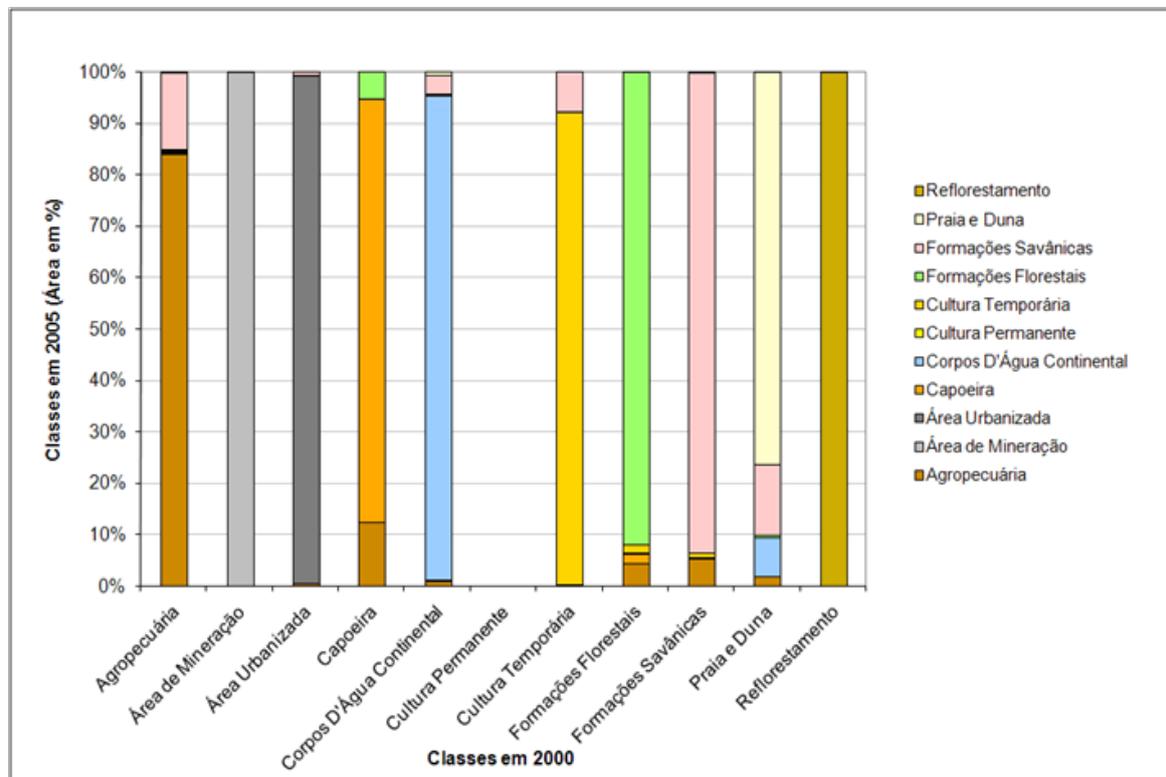


Figura 109 Gráfico com a dinâmica da cobertura e uso da terra entre 2000 e 2005

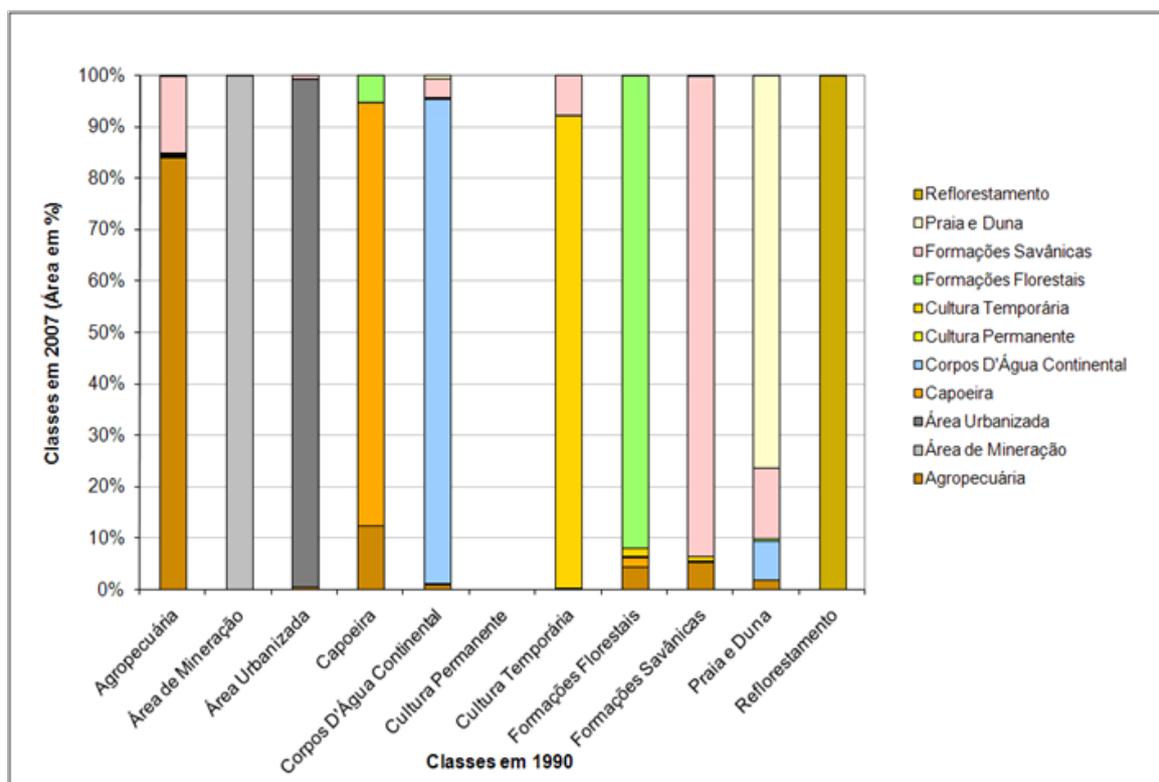


Figura 110. Gráfico com a dinâmica da cobertura e uso da terra entre 1990 e 2007

#### 4.3.2.2. Análise Espacial da Dinâmica da Microrregião de Gurupi (Sul)

Em relação à Microrregião de Gurupi, a Tabela 15 ilustra as conversões ocorridas em seu território. Aproximadamente 50% do seu território, no período de análise, não sofreram modificação nas áreas situadas no bioma cerrado. Aproximadamente 24% das áreas de Agropecuária permaneceram inalteradas no período e aproximadamente 4% das áreas do território seguiram na contramão dessa tendência e regeneraram. Este processo está associado à exploração da madeira na forma de lenha e carvão em que o ciclo de corte dessas áreas ocorre, em média de dois em dois anos, haja vista que a Microrregião de Gurupi é a primeira Microrregião de maior extração de matéria prima vegetal para a produção de carvão vegetal. A Tabela 15 traz as principais conversões entre 1990 e 2007. Da Figura 111 à Figura 114 apresenta-se as conversões nos quatro períodos de análise.

Tabela 15. Principais conversões de cobertura e uso da terra entre 1990 e 2007 na Microrregião Gurupi

Dinâmica da Cobertura e Uso da Terra (1990-2007)	%
Formações Savânicas - Formações Savânicas	49,7
Agropecuária - Agropecuária	23,9
Formações Savânicas - Agropecuária	16,3
Agropecuária - Formações Savânicas	3,9
Formações Florestais - Formações Florestais	2,6

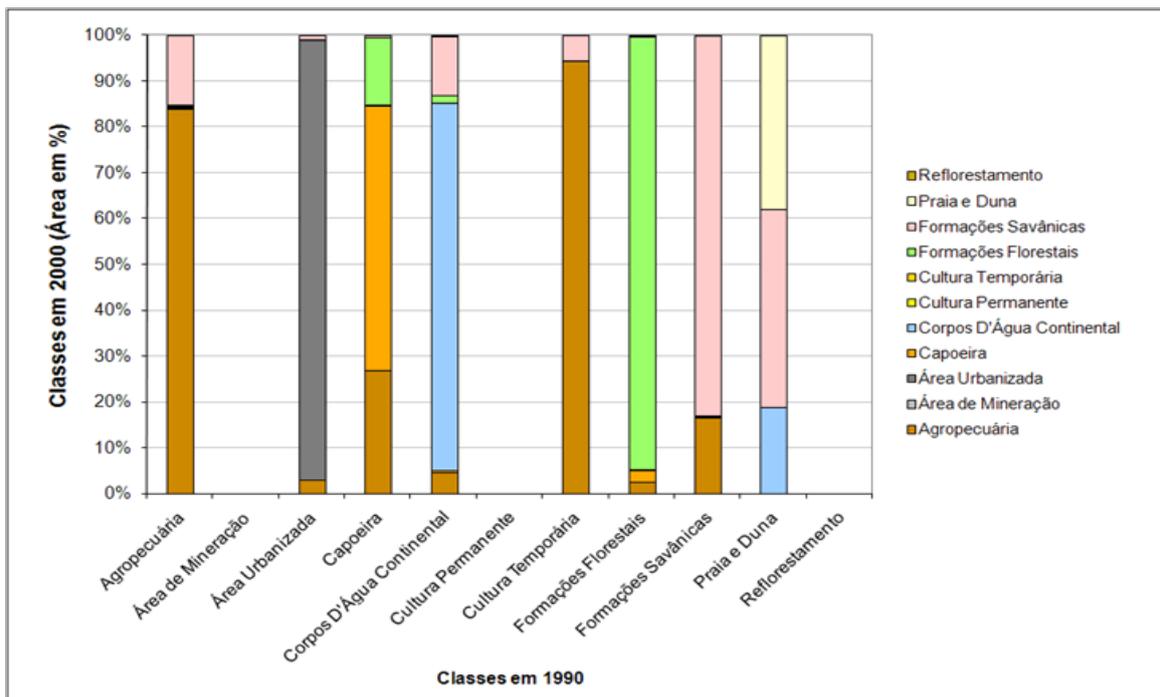


Figura 111. Gráfico com a dinâmica da cobertura e uso da terra entre 1990 e 2000

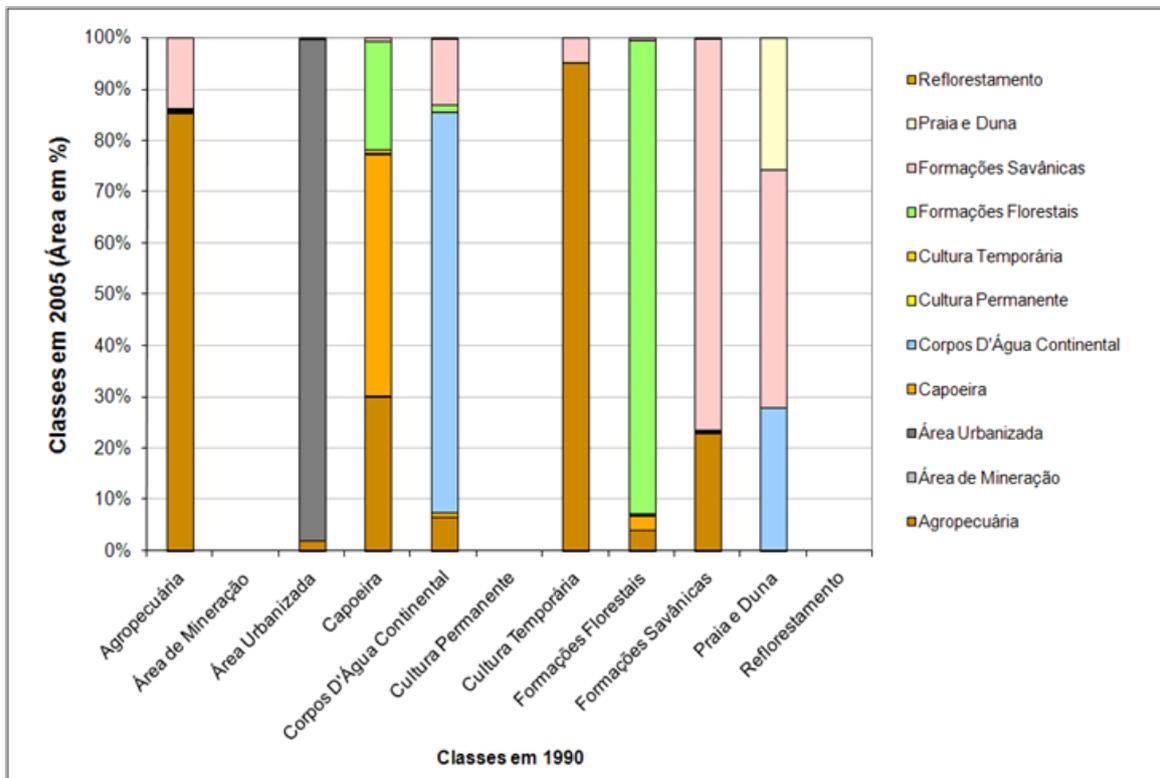


Figura 112. Gráfico com a dinâmica da cobertura e uso da terra entre 1990 e 2005

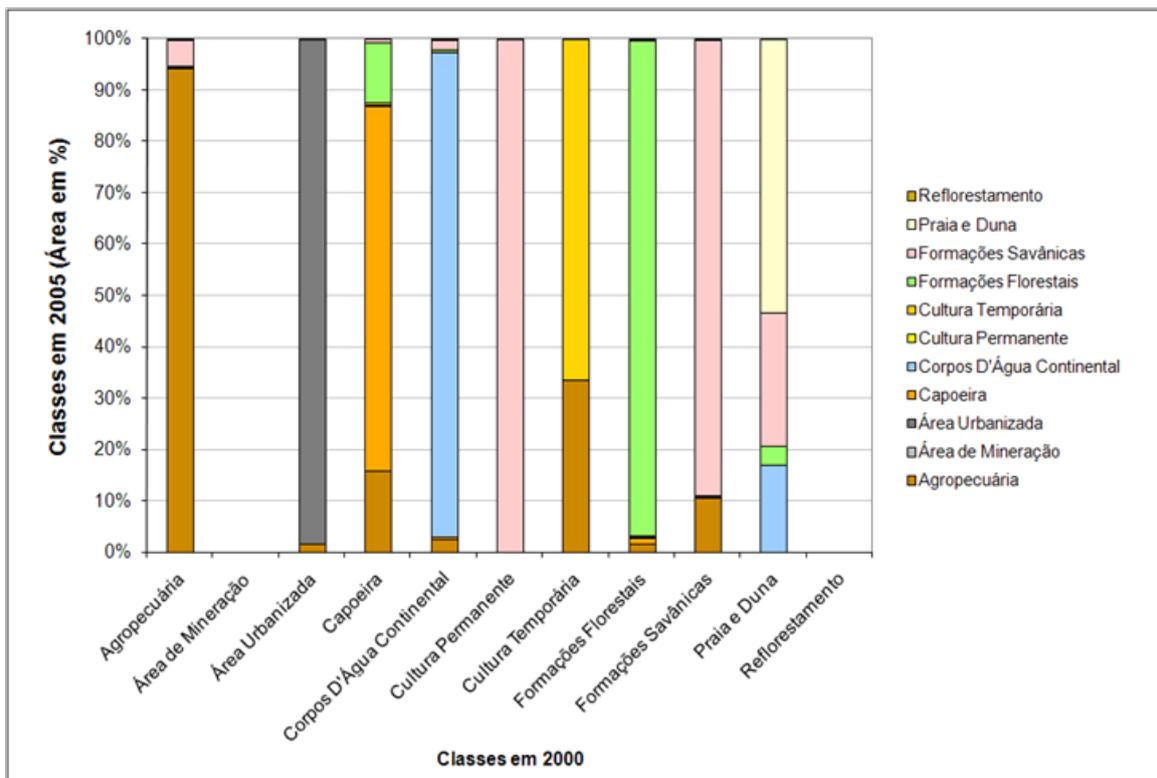


Figura 113. Gráfico com a dinâmica da cobertura e uso da terra entre 2000 e 2005

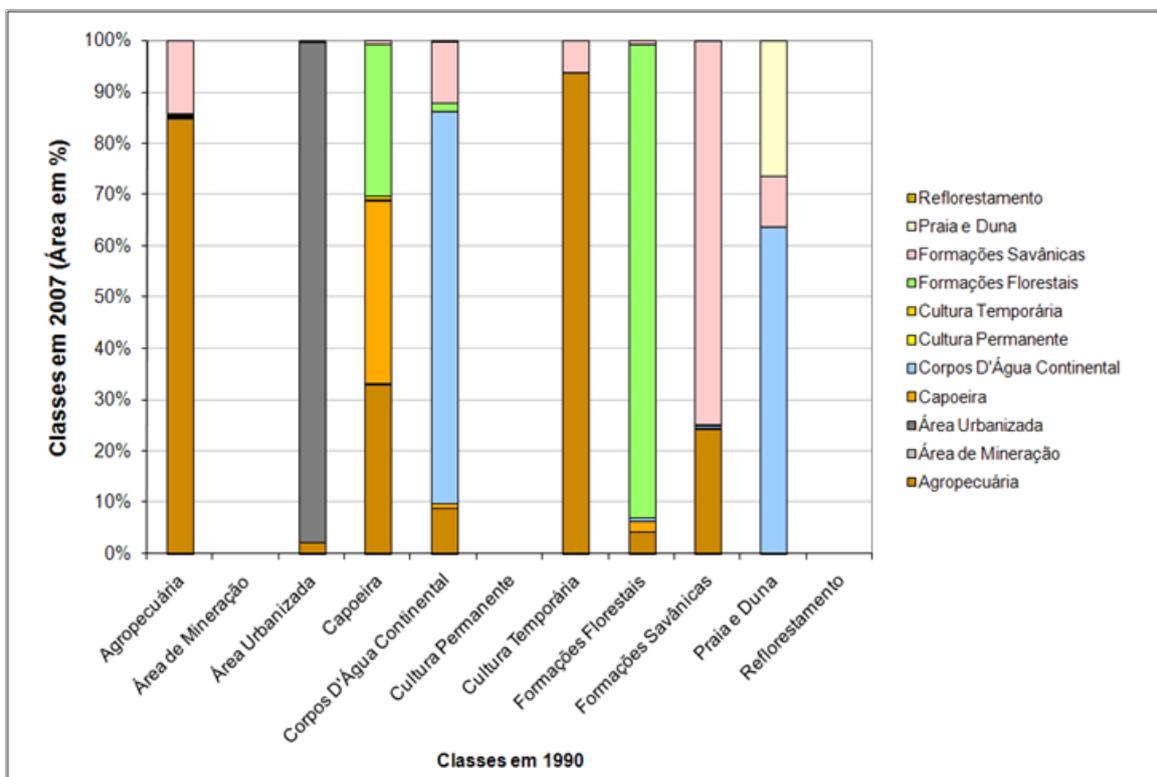


Figura 114. Gráfico com a dinâmica da cobertura e uso da terra entre 1990 e 2007



### 4.3.2.3. Análise Espacial da Dinâmica da Microrregião de Porto Nacional (Centro)

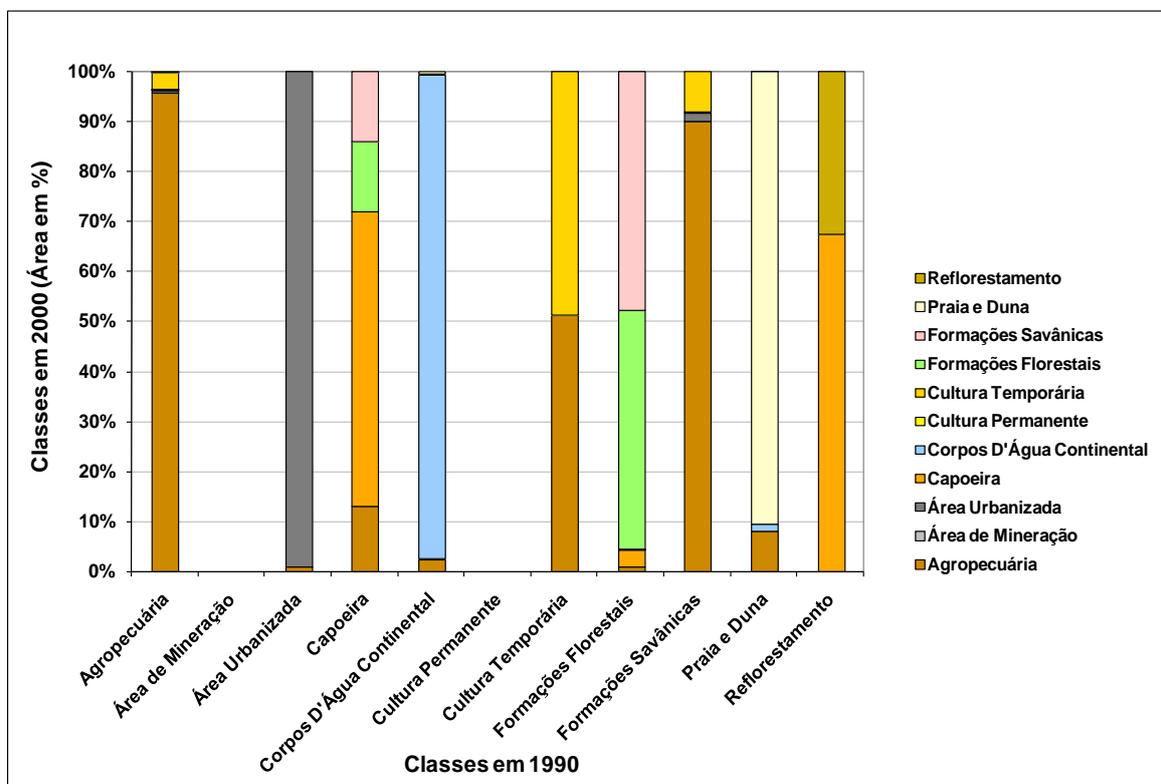
Em relação à Microrregião de Porto Nacional, a Tabela 16 mostra as conversões ocorridas em seu território.

Em Porto Nacional, Microrregião que abriga a capital Palmas apresenta entre 1990 e 2007 a manutenção de aproximadamente 64 % das suas áreas nativas do bioma cerrado. Porém, das áreas do bioma cerrado, aproximadamente 15% foram convertidas para Agropecuária. Dentre as áreas sem alteração no período, destaca-se que 10% do território da Microrregião permaneceram como atividade agropecuária no período, pouco mais de 1% permaneceu como remanescentes florestais no mesmo período.

A Tabela 16 resume as conversões ocorridas em seu território entre 1990 e 2007 e a dinâmica nos quatro períodos de análise são apresentadas respectivamente pela Figura 115 à Figura 118.

**Tabela 16.** Principais conversões de cobertura e uso da terra entre 1990 e 2007 na Microrregião Porto Nacional

Dinâmica da Cobertura e Uso da Terra (1990-2007)	%
Formações Savânicas - Formações Savânicas	64,1
Formações Savânicas - Agropecuária	14,7
Agropecuária - Agropecuária	10,9
Agropecuária - Formações Savânicas	2,5
Formações Savânicas - Corpos D'Água Continental	1,7
Formações Florestais - Formações Florestais	1,3
Formações Savânicas - Cultura Temporária	1,3



**Figura 115.** Gráfico com a dinâmica da cobertura e uso da terra entre 1990 e 2000

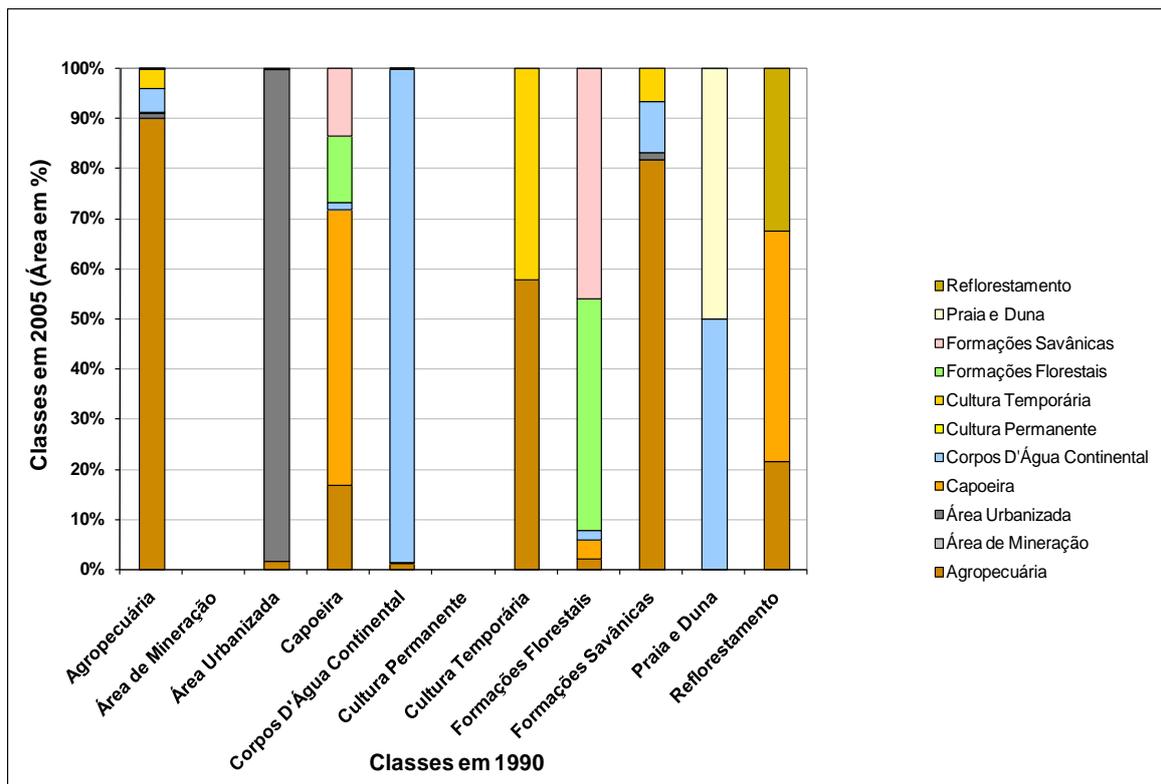


Figura 116. Gráfico com a dinâmica da cobertura e uso da terra entre 1990 e 2005

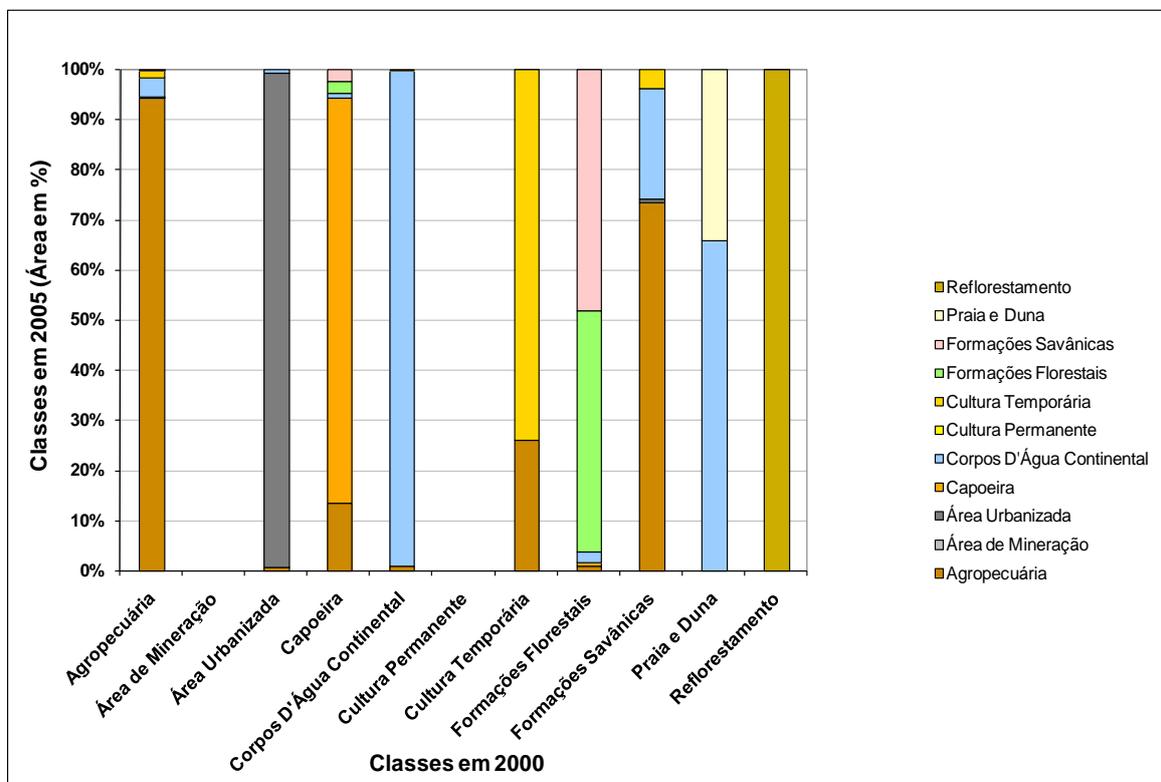


Figura 117. Gráfico com a dinâmica da cobertura e uso da terra entre 2000 e 2005

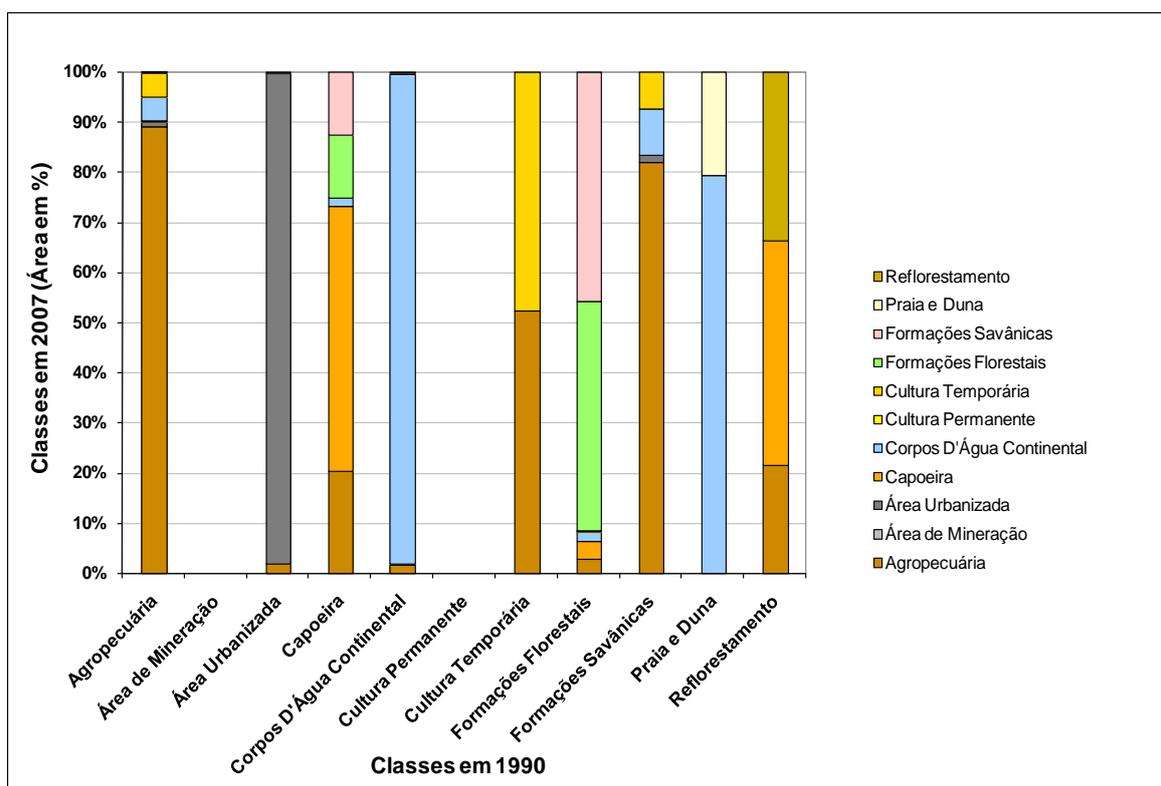


Figura 118. Gráfico com a dinâmica da cobertura e uso da terra entre 1990 e 2007

#### 4.3.2.4. Análise Espacial da Dinâmica da Microrregião de Rio Formoso (Centro)

Em relação à Microrregião de Rio Formoso, a Tabela 17 ilustra as conversões ocorridas em seu território.

Verificou-se que 55% das áreas de cerrado foram mantidas no período. Por sua vez, 13% das áreas de cerrado do Estado converteram-se para a atividade Agropecuária entre 1990 e 2007. Interessante ressaltar que aproximadamente 3% da área do território ocupado por Agropecuária em 1990 regeneraram-se para formações savânicas em 2007. Esta situação, como mencionado anteriormente, deve-se à sazonalidade na extração de madeiras para lenha e carvão conforme atestam os dados do IBGE no período. A Tabela 17 resume as conversões ocorridas em seu território entre 1990 e 2007 e a dinâmica nos quatro períodos de análise são apresentadas respectivamente pela Figura 119 à Figura 122.

Tabela 17. Principais conversões de cobertura e uso da terra entre 1990 e 2007 na Microrregião Rio Formoso

DINÂMICA DA COBERTURA E USO DA TERRA (1990-2007)	%
Formações Savânicas - Formações Savânicas	55,0
Formações Savânicas - Agropecuária	13,8
Formações Florestais - Formações Florestais	11,8
Agropecuária - Agropecuária	10,7
Agropecuária - Formações Savânicas	2,7
Corpos D'Água Continental - Corpos D'Água Continental	1,2

A seguir (Figura 119 à Figura 122) são apresentados gráficos com a dinâmica da cobertura e uso da terra nos períodos de análise.

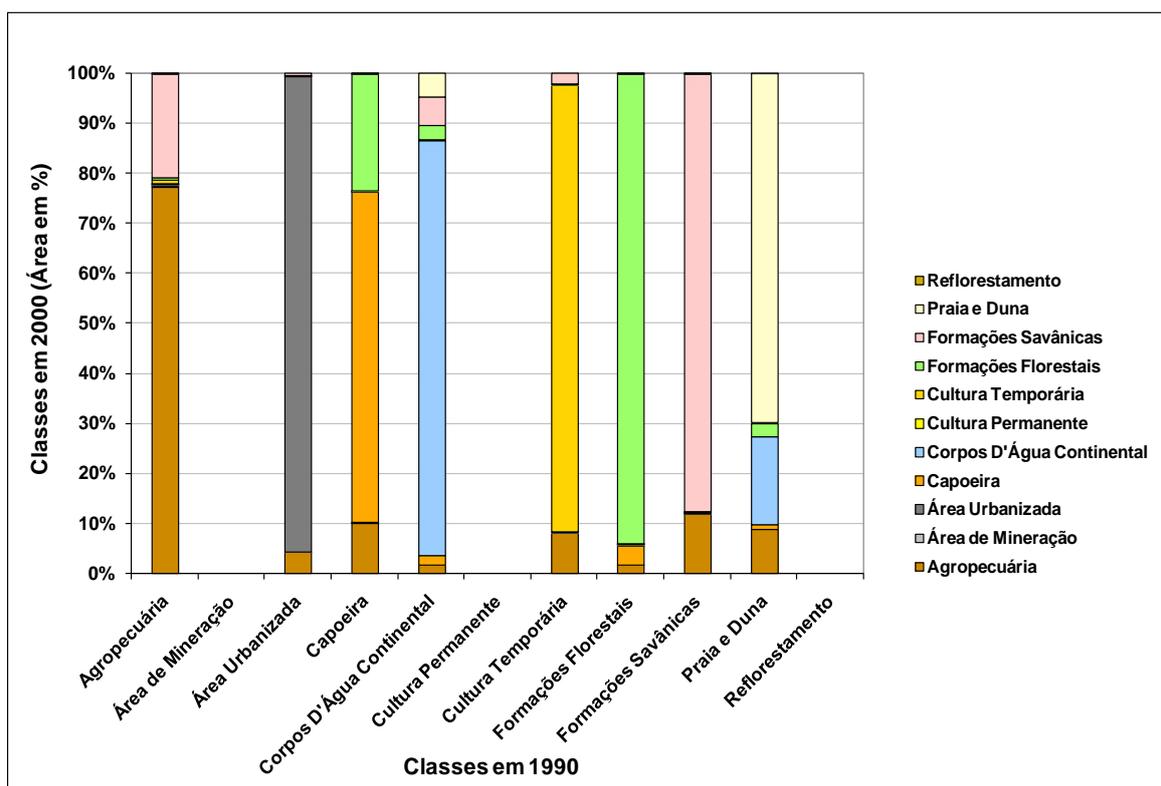


Figura 119. Gráfico com a dinâmica da cobertura e uso da terra entre 1990 e 2000

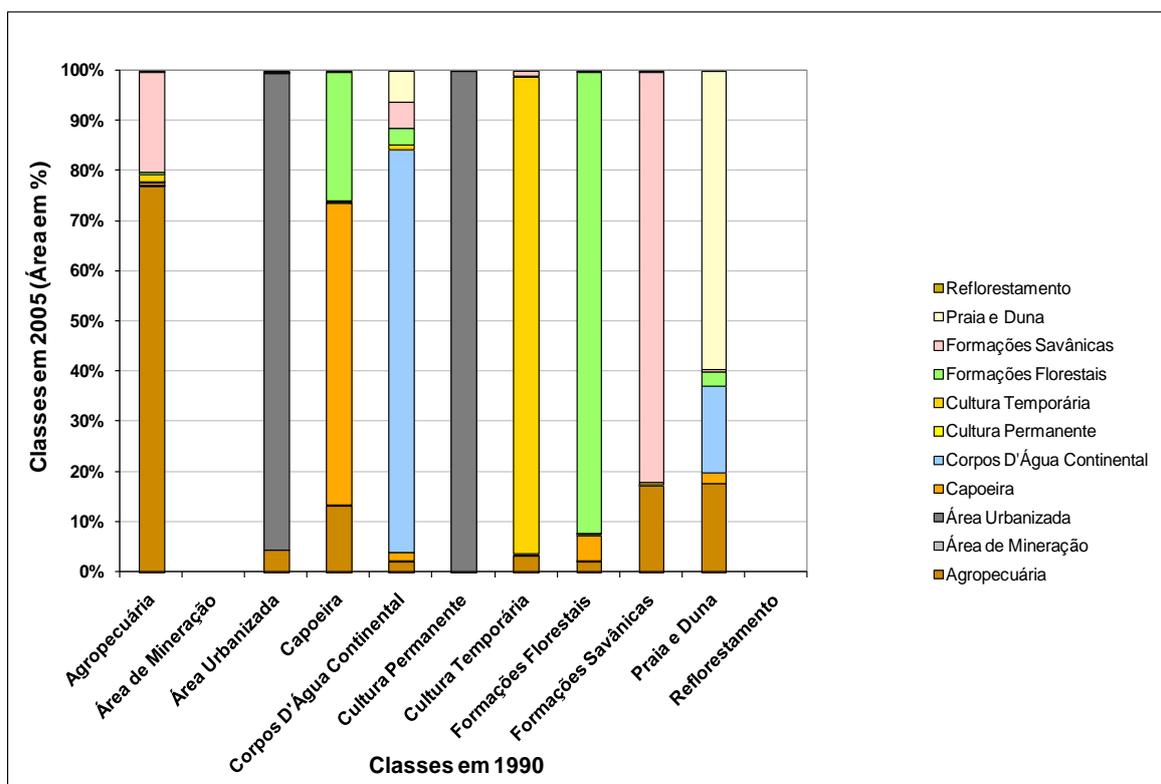


Figura 120. Gráfico com a dinâmica da cobertura e uso da terra entre 1990 e 2005

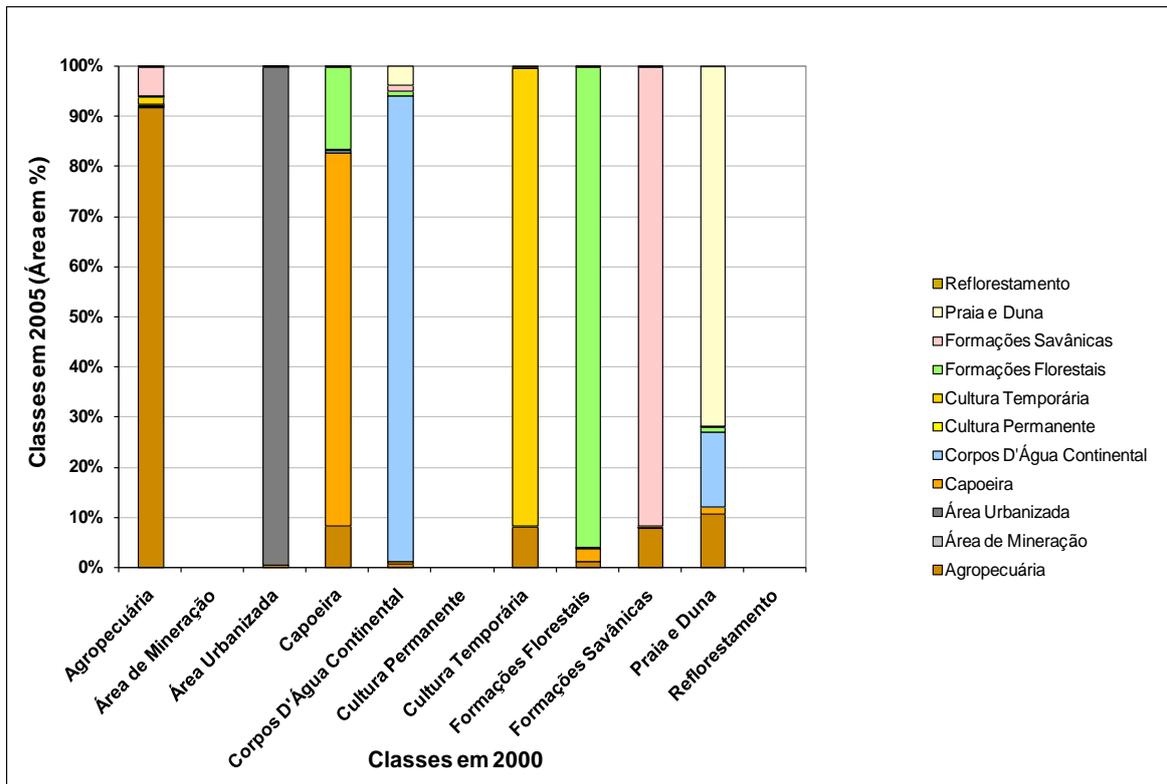


Figura 121. Gráfico com a dinâmica da cobertura e uso da terra entre 2000 e 2005

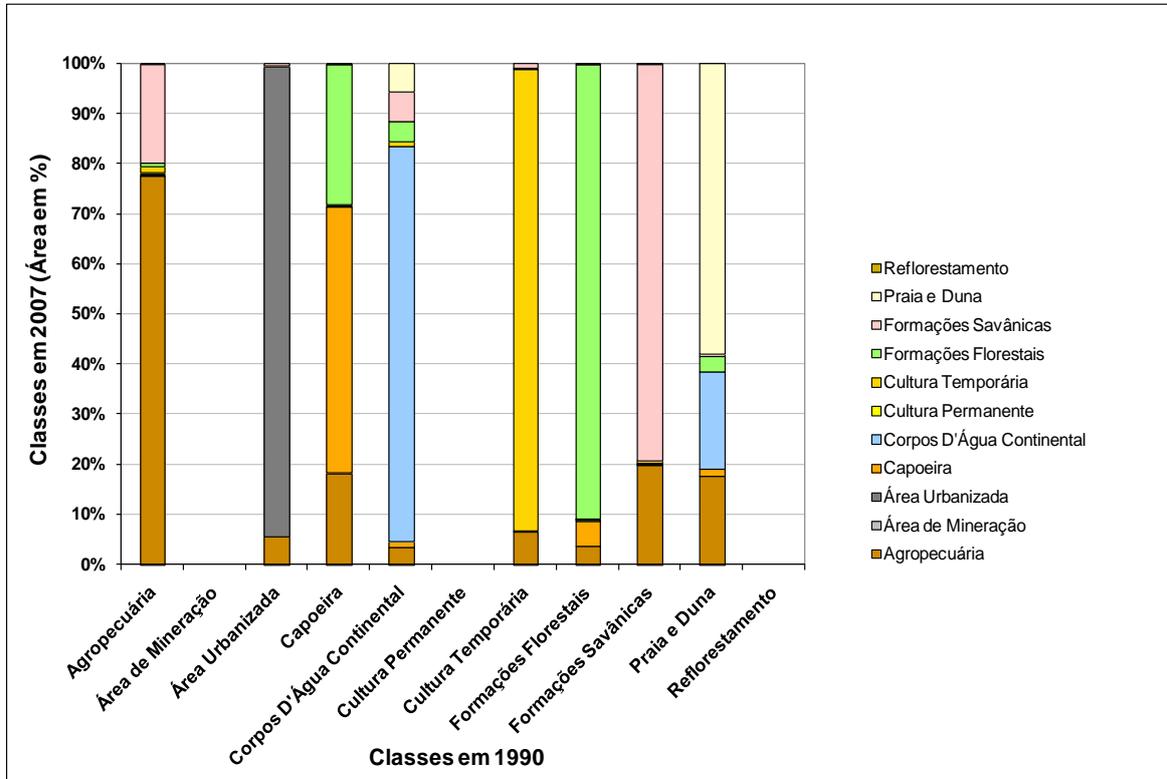


Figura 122. Gráfico com a dinâmica da cobertura e uso da terra entre 1990 e 2007

#### **4.3.2.5. Análise Espacial da Dinâmica da Microrregião de Araguaína (Norte)**

Observa-se na Tabela 18 que aproximadamente 39% do território era ocupado pela atividade Agropecuária em 1990 e manteve-se com a mesma exploração em 2007. No mesmo contexto de manutenção de classes ao longo do período, 16% do território era coberto por formações savânicas e permaneceu inalterado ao longo do período de análise e aproximadamente 8% das áreas de formação florestal também permaneceram inalteradas no mesmo período. Num contexto de conversão, aproximadamente 4% das áreas de formação florestal tornaram-se atividades Agropecuárias entre 1990 e 2007 e aproximadamente 6,5% das áreas de formações savânicas tornaram áreas de atividade Agropecuária no mesmo período.

**Tabela 18.** Principais conversões de cobertura e uso da terra entre 1990 e 2007 na Microrregião Araguaína

<b>DINÂMICA DA COBERTURA E USO DA TERRA (1990-2007)</b>	<b>%</b>
Agropecuária - Agropecuária	38,9
Formações Savânicas - Formações Savânicas	16,7
Formações Florestais - Formações Florestais	8,0
Formações Savânicas - Agropecuária	6,4
Capoeira - Agropecuária	6,4
Agropecuária - Formações Savânicas	5,1
Capoeira - Capoeira	4,2
Formações Florestais - Agropecuária	4,2
Agropecuária - Capoeira	3,5
Formações Florestais - Capoeira	2,0
Capoeira - Formações Florestais	1,3
Corpos D'Água Continental - Corpos D'Água Continental	1,0

A seguir (Figura 123 à Figura 126) são apresentados gráficos com a dinâmica da cobertura e uso da terra nos períodos de análise.

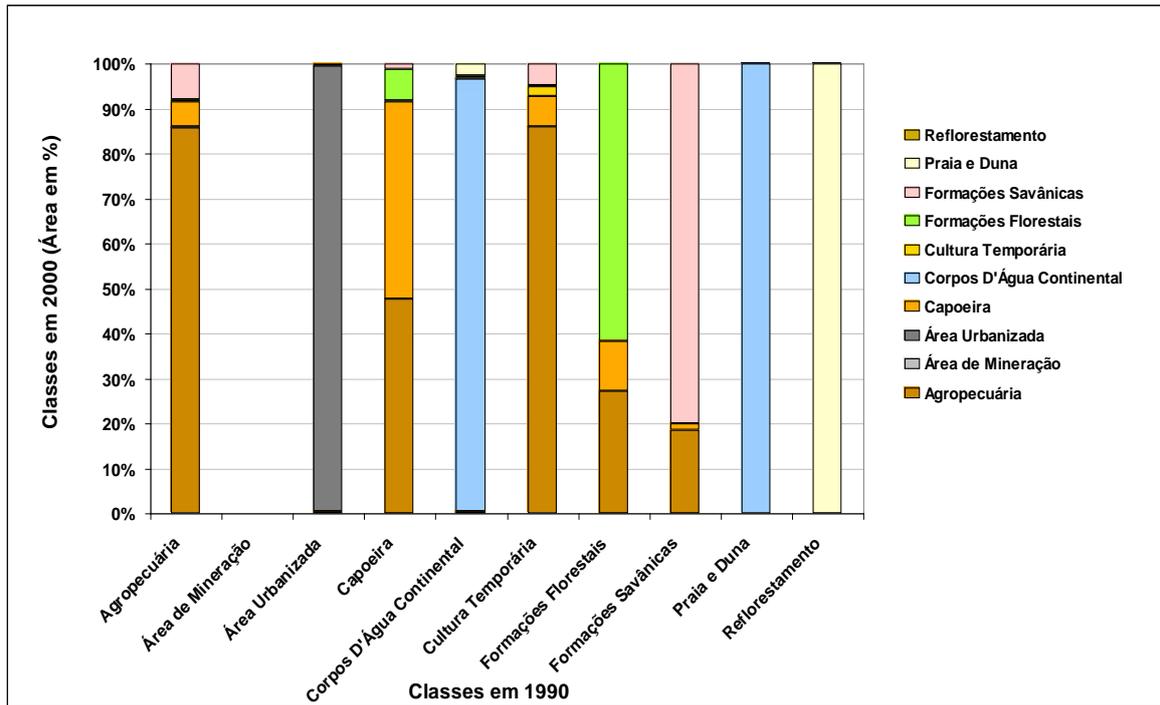


Figura 123. Gráfico com a dinâmica da cobertura e uso da terra entre 1990 e 2000

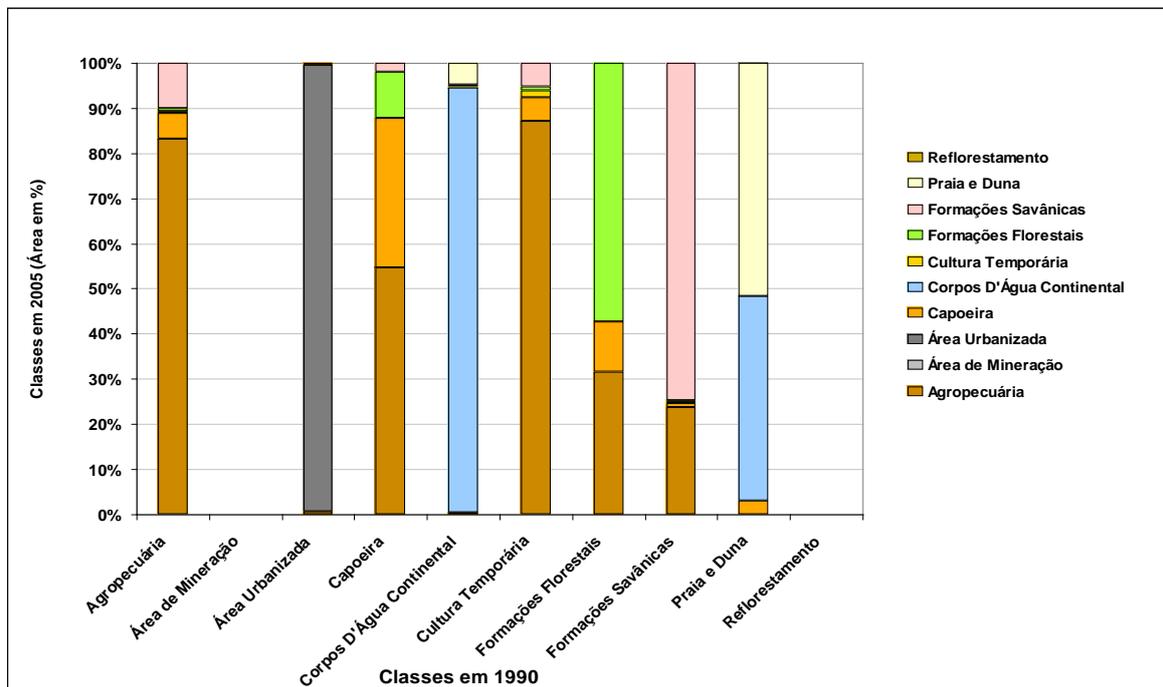


Figura 124. Gráfico com a dinâmica da cobertura e uso da terra entre 1990 e 2005

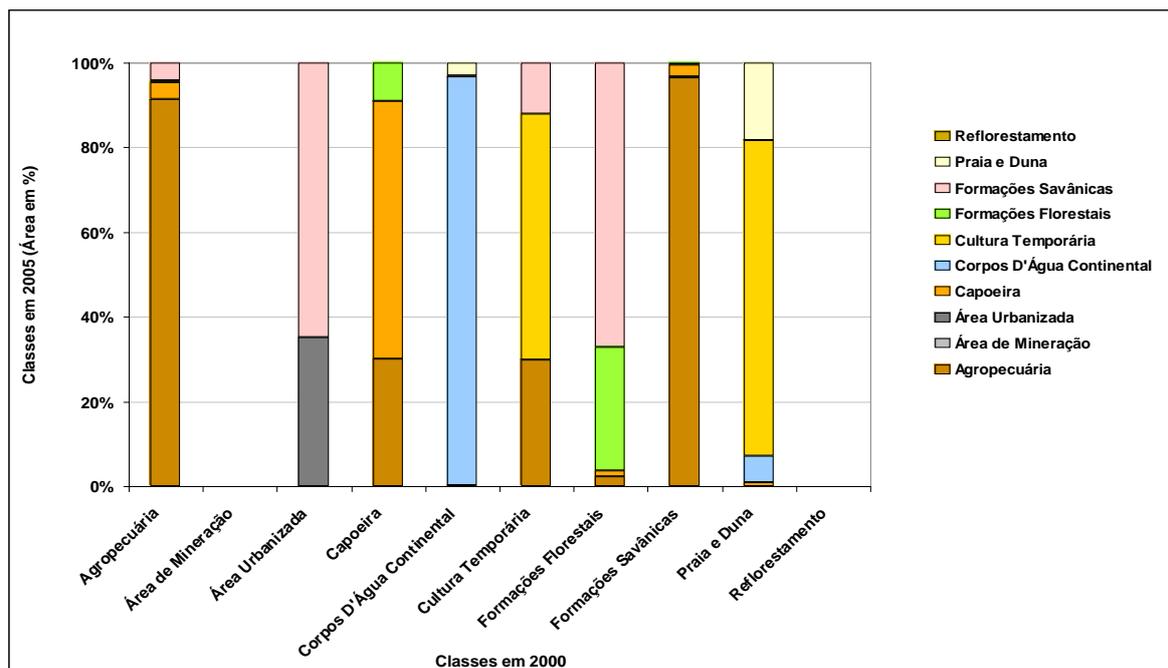


Figura 125. Gráfico com a dinâmica da cobertura e uso da terra entre 2000 e 2005

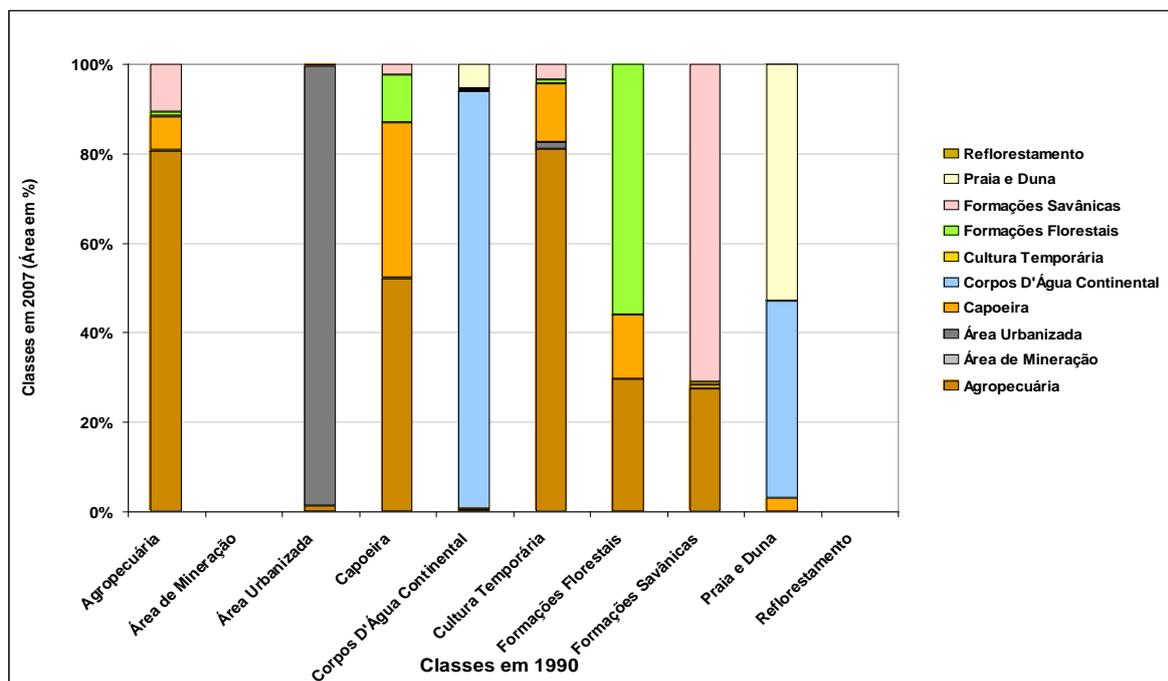


Figura 126. Gráfico com a dinâmica da cobertura e uso da terra entre 1990 e 2007

#### 4.3.2.6. Análise Espacial da Dinâmica da Microrregião de Miracema do Tocantins (Norte)

Em relação à Microrregião de Miracema do Tocantins, a Tabela 19 ilustra as conversões ocorridas em seu território. Observa-se que a manutenção das áreas de formações savânicas ocorreu em aproximadamente 38% de seu território entre 1990 e 2007, bem como a manutenção das áreas de Agropecuária no mesmo período com aproximadamente 23%. As principais taxas de conversão, conforme ocorreu com as demais Microrregiões ficou com a transformação de áreas de formações savânicas em Agropecuária com



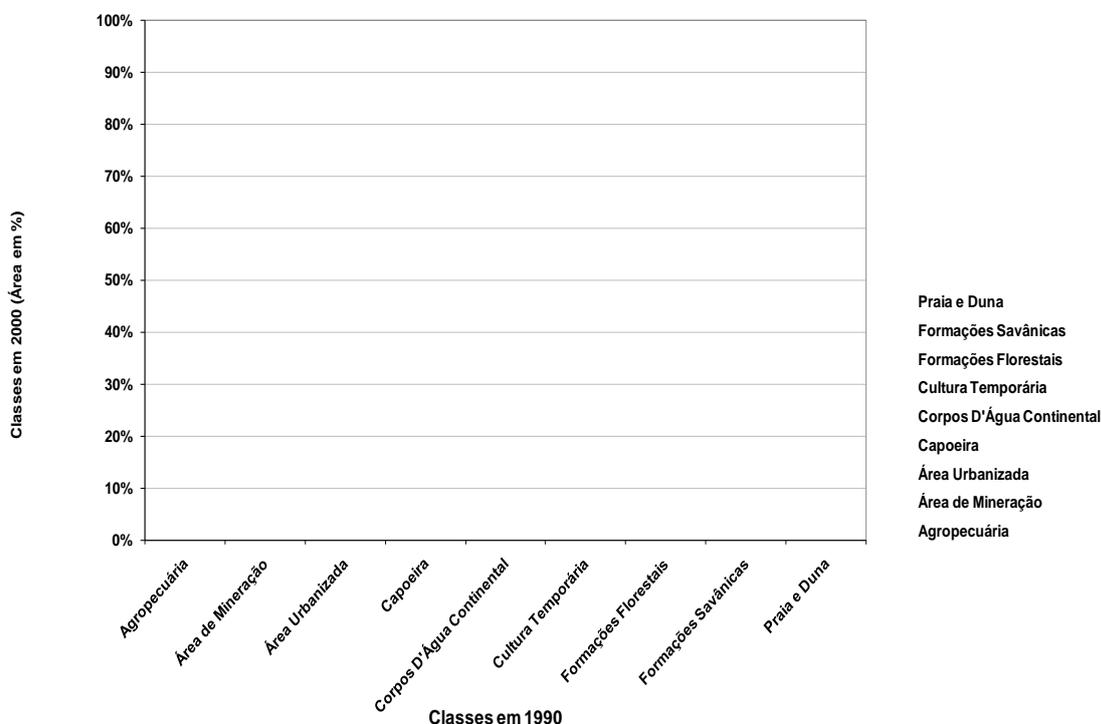
aproximadamente 20% da Microrregião. Houve também na contramão da tendência de conversão das áreas de vegetação nativa para atividades Agropecuárias, a regeneração de aproximadamente 5% da área da Microrregião de atividade Agropecuária para formações savânicas.

As áreas subutilizadas dominadas por Capoeira converteram-se para Agropecuária em aproximadamente 2% do território da Microrregião neste período e aproximadamente 1,5% das áreas de Capoeira permaneceram da mesma forma entre 1990 e 2007.

**Tabela 1.** Principais conversões de cobertura e uso da terra entre 1990 e 2007 na Microrregião Miracema do Tocantins

DINÂMICA DA COBERTURA E USO DA TERRA (1990-2007)	%
Formações Savânicas - Formações Savânicas	37,6
Agropecuária - Agropecuária	22,8
Formações Savânicas - Agropecuária	19,6
Formações Florestais - Formações Florestais	5,7
Agropecuária - Formações Savânicas	4,8
Formações Florestais - Agropecuária	2,0
Capoeira - Agropecuária	1,7
Capoeira - Capoeira	1,4

A seguir (Figura 127 à Figura 130) são apresentados gráficos com a dinâmica da cobertura e uso da terra nos períodos de análise.



**Figura 127.** Gráfico com a dinâmica da cobertura e uso da terra entre 1990 e 2000

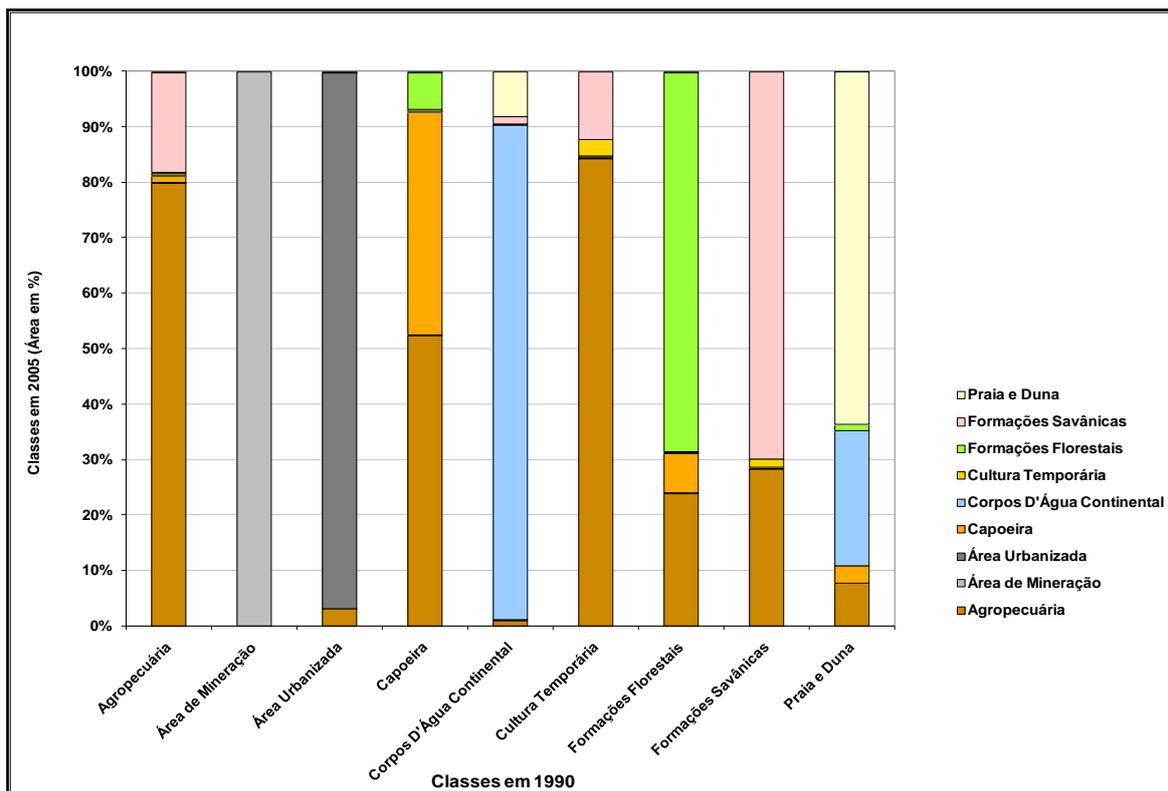


Figura 128. Gráfico com a dinâmica da cobertura e uso da terra entre 1990 e 2005

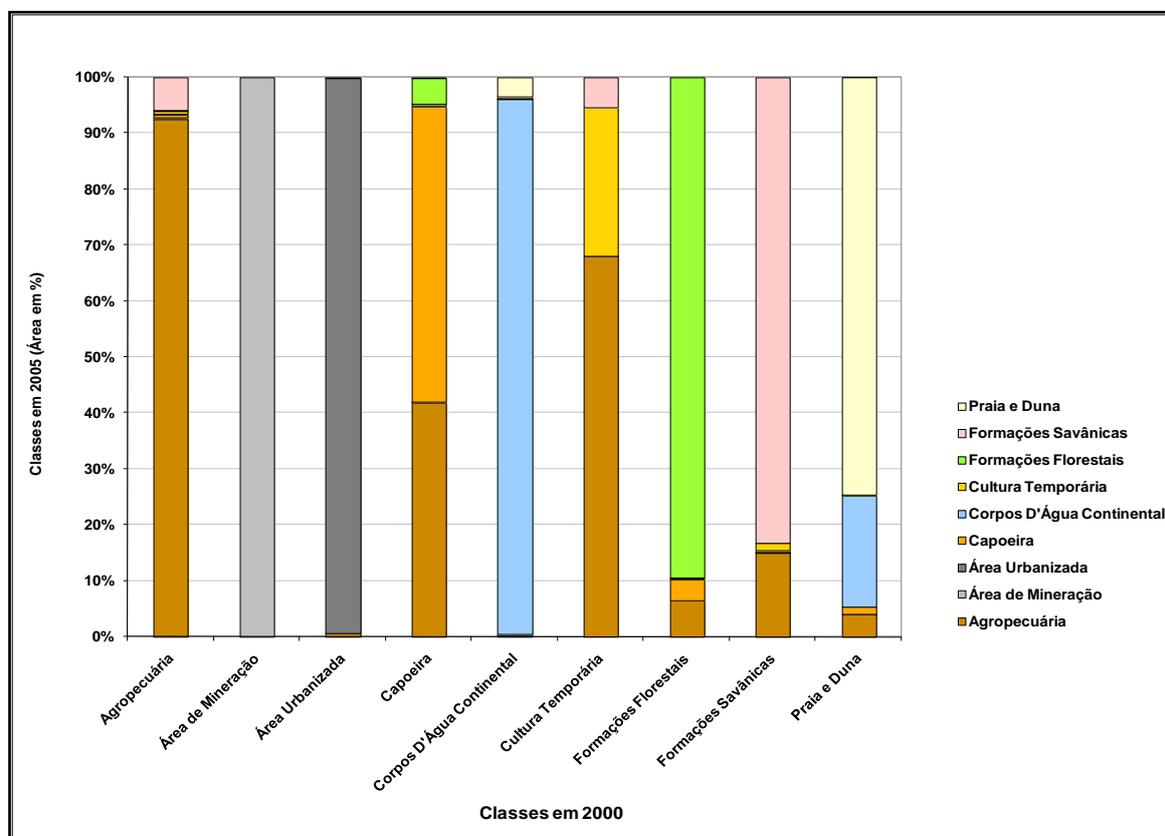


Figura 129. Gráfico com a dinâmica da cobertura e uso da terra entre 2000 e 2005

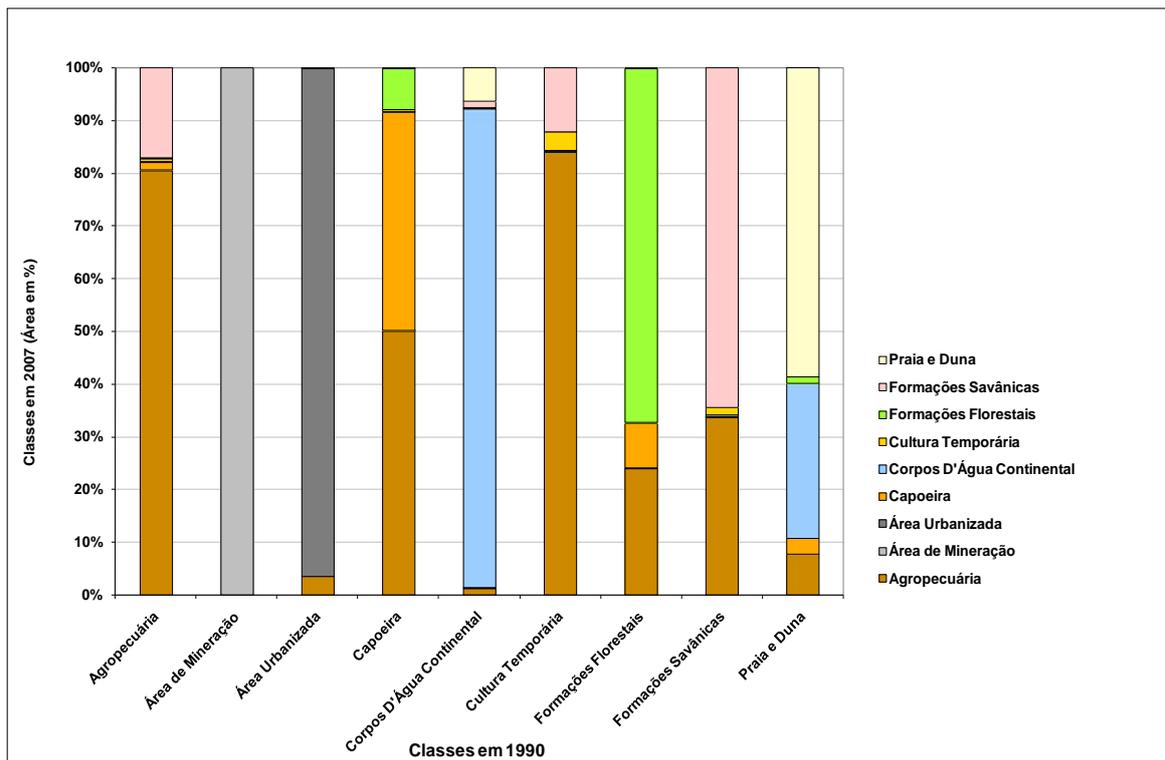


Figura 130. Gráfico com a dinâmica da cobertura e uso da terra entre 1990 e 2007

#### 4.3.2.7. Análise Espacial da Dinâmica da Microrregião de Jalapão (Norte)

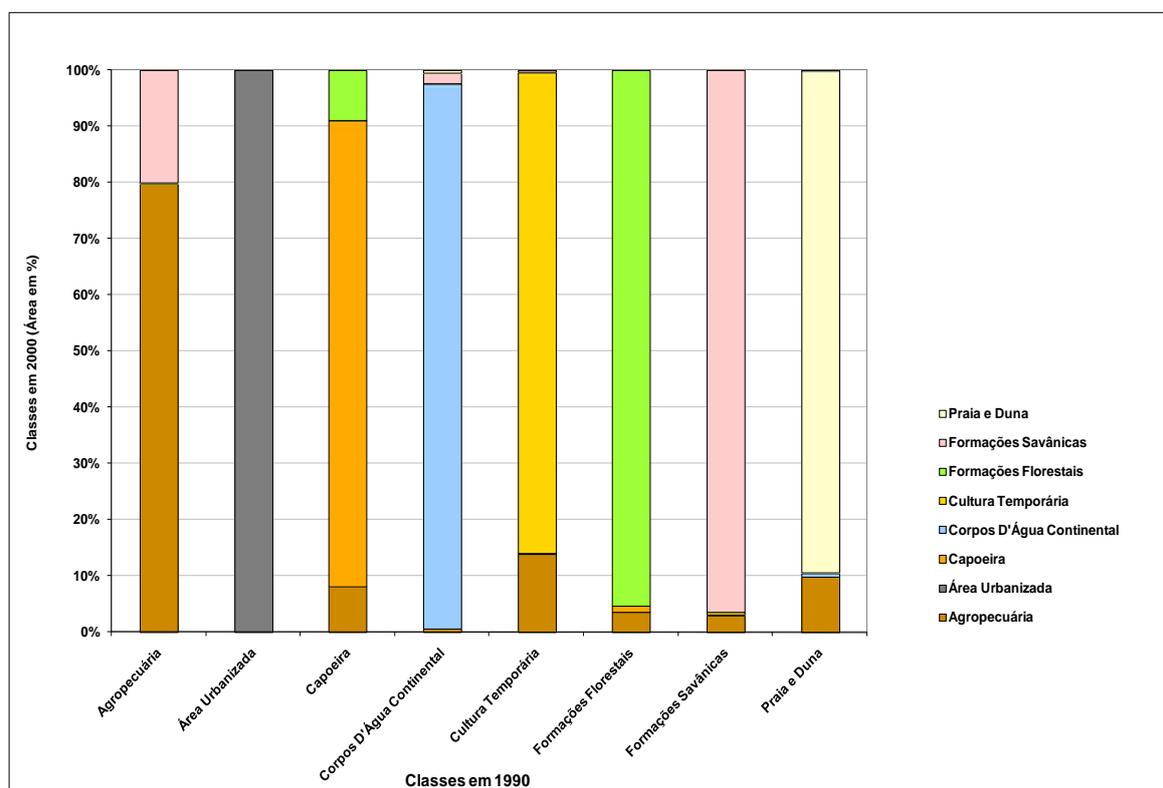
Em relação à Microrregião do Jalapão, a Tabela 20 ilustra as conversões ocorridas em seu território e a quantificação das áreas. A Microrregião do Jalapão vem sofrendo nos últimos dez anos um processo de incentivo ao eco-turismo, principalmente relacionado ao segmento de aventura. Por abrigar unidades de conservação, como o Parque Estadual do Jalapão, a região tem gerado renda no segmento de bens e serviços. O atrativo turístico, aliado à baixa aptidão agrícola das terras, refletiu no processo da dinâmica da cobertura e uso nesta região. Seu território encontra-se com a manutenção de 85% das áreas de formação savânicas entre 1990 e 2007, registrando aproximadamente 6% de áreas do bioma cerrado convertidos em Agropecuária e em torno de 1,5% convertidos em culturas temporárias, de ciclo curto como soja, milho.

Há uma visível dinâmica de áreas mapeadas como Agropecuária para formação savânica. Esta dinâmica ocorre devido à constante ação do fogo na região, o que torna o processo de mapeamento das áreas de pastagem ambígua em relação às áreas de campo limpo, cuja marca do fogo por vezes não deixa cicatrizes e lembram o limite de propriedades rurais. Essa constante ocorre por vezes em anos alternados, o que indica a possibilidade da utilização dessas áreas na atividade Agropecuária.

**Tabela 20.** Principais conversões de cobertura e uso da terra entre 1990 e 2007 na Microrregião Jalapão

DINÂMICA DA COBERTURA E USO DA TERRA (1990-2007)		%
Formações Savânicas - Formações Savânicas		85,84
Formações Savânicas - Agropecuária		5,70
Agropecuária - Agropecuária		4,12
Agropecuária - Formações Savânicas		1,98
Formações Savânicas - Cultura Temporária		1,57

A seguir (Figura 131 à Figura 134) são apresentados gráficos com a dinâmica da cobertura e uso da terra nos quatro períodos de análise.



**Figura 131.** Gráfico com a dinâmica da cobertura e uso da terra entre 1990 e 2000

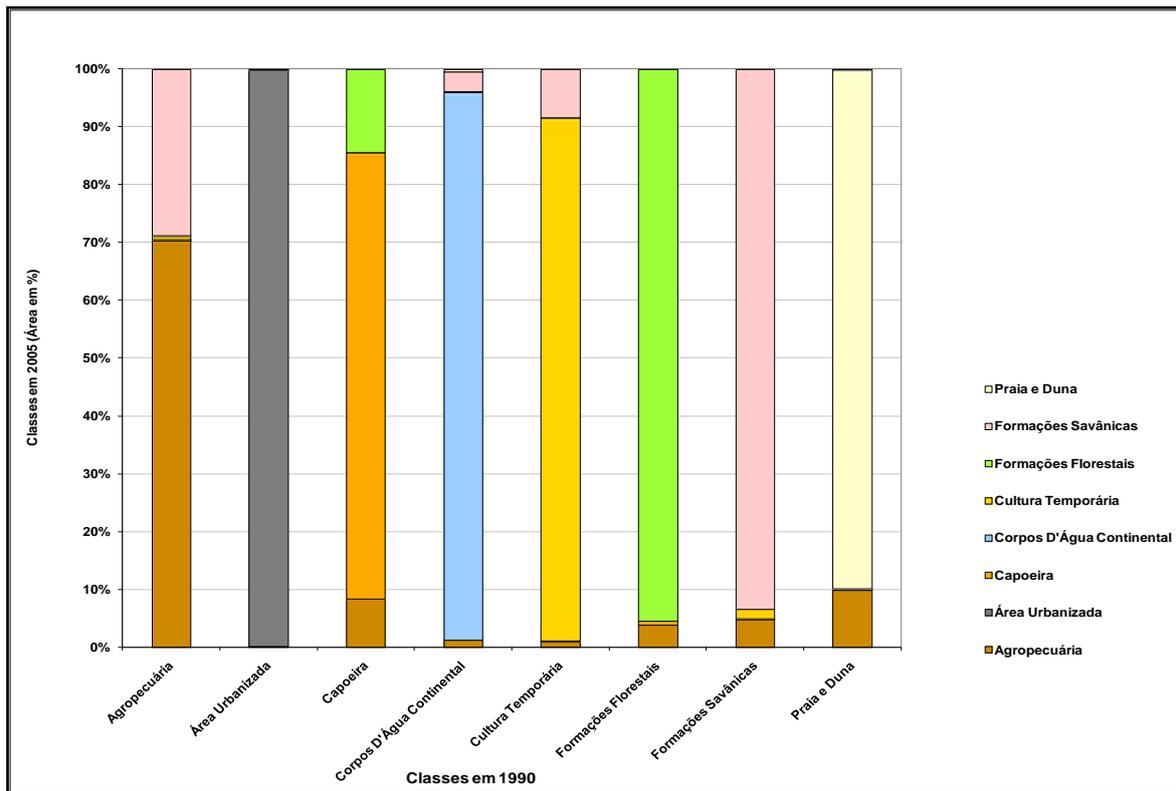


Figura 132. Gráfico com a dinâmica da cobertura e uso da terra entre 1990 e 2005

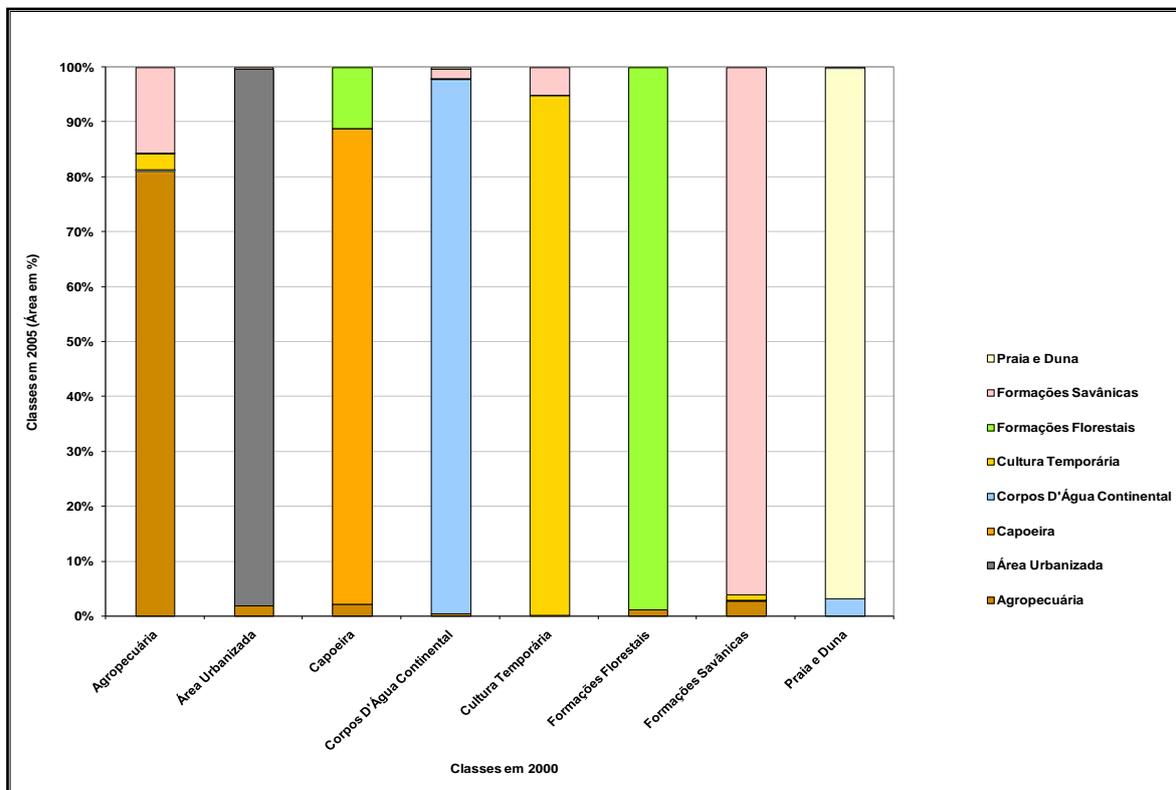


Figura 133. Gráfico com a dinâmica da cobertura e uso da terra entre 2000 e 2005

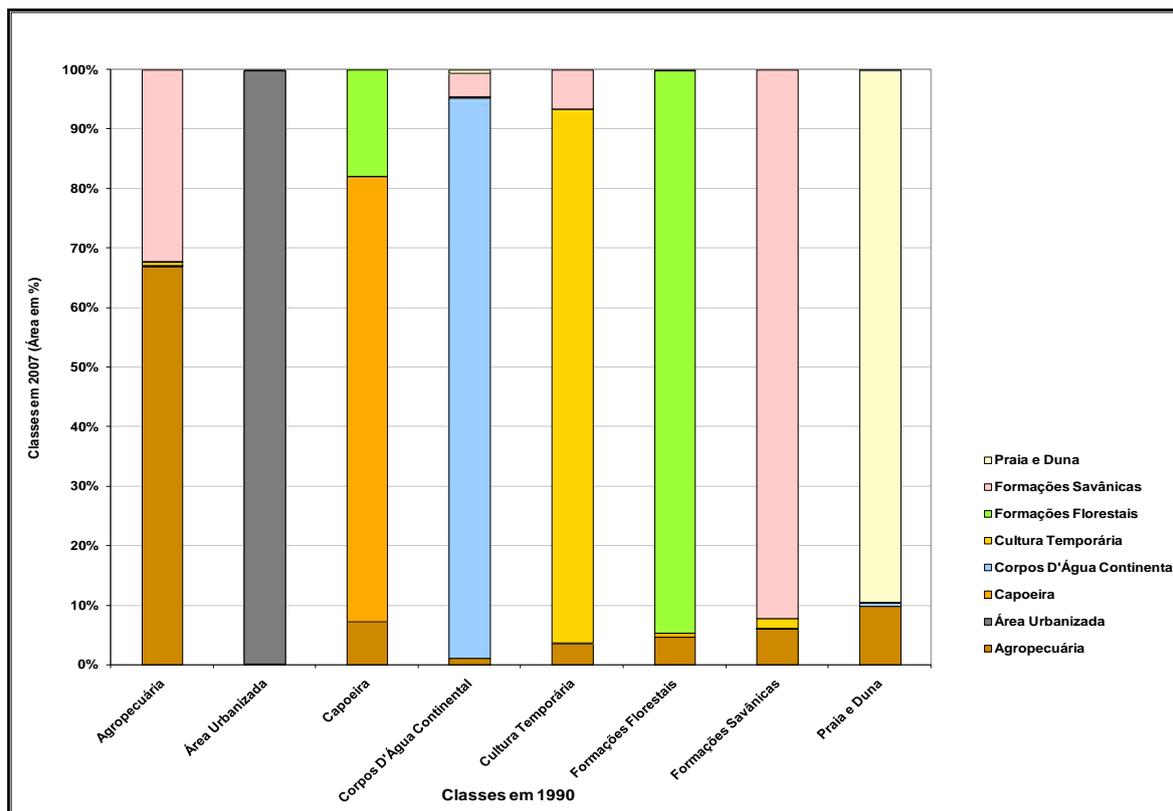


Figura 134. Gráfico com a dinâmica da cobertura e uso da terra entre 1990 e 2007

#### 4.3.2.8. Análise Espacial da Dinâmica da Microrregião do Bico do Papagaio (Norte)

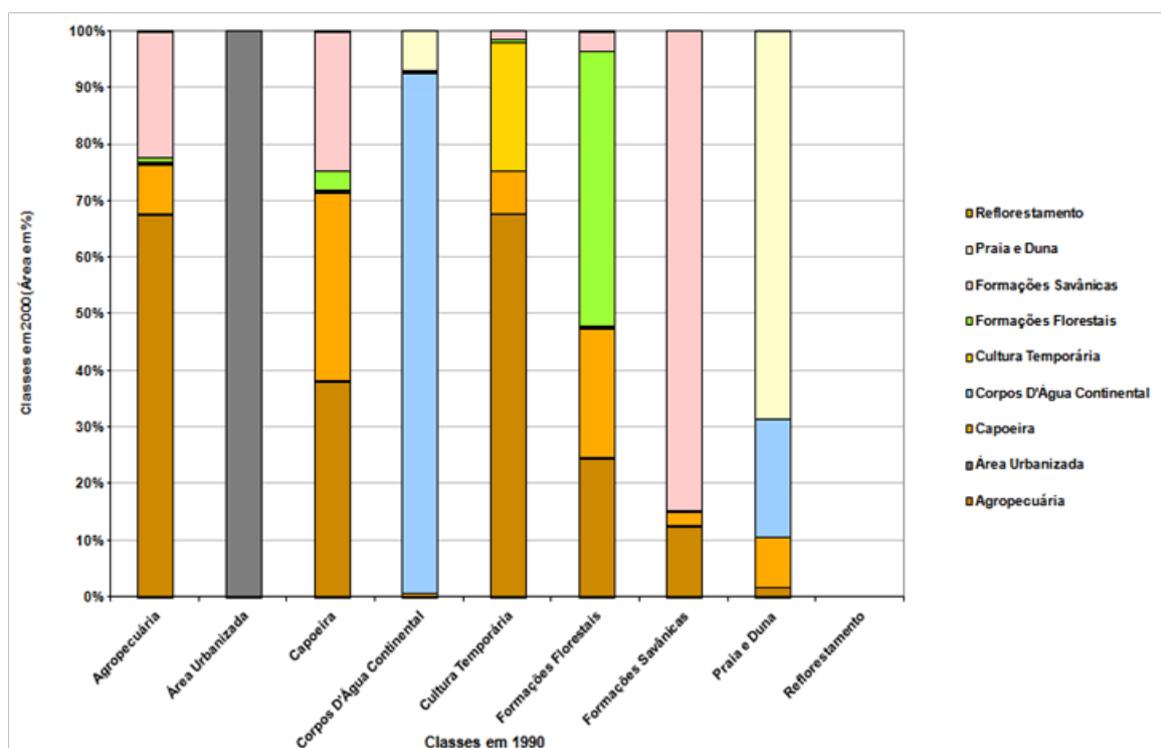
Em relação à Microrregião do Bico do Papagaio, a Tabela 21 ilustra as conversões ocorridas em seu território e a quantificação das áreas. A Microrregião do Bico do Papagaio possui um histórico antigo de ocupação, ao contrário das regiões situadas na porção sul do Tocantins. As principais mudanças de uso da terra no período entre 1990 e 2007 ficam por conta da conversão das áreas pertencentes ao bioma Cerrado para Agropecuária e Capoeira para Agropecuária com 11,5% e 5,8% respectivamente. Porém, há a manutenção de 34% do território com áreas de formações savânicas. Estas áreas referem-se às extensas áreas de palmeirais característicos da região e cujo contexto histórico e ecológico foi anteriormente abordado no item 4.1. **QUANTIFICAÇÃO DAS CLASSES DE MAPEAMENTO EM NÍVEL ESTADUAL.**



**Tabela 21.** Principais conversões de cobertura e uso da terra entre 1990 e 2007 na Microrregião do Bico do Papagaio

DINÂMICA DA COBERTURA E USO DA TERRA (1990-2007)	%
Formações Savânicas - Formações Savânicas	34,0
Agropecuária - Agropecuária	17,7
Formações Savânicas - Agropecuária	11,5
Capoeira - Agropecuária	5,8
Agropecuária - Formações Savânicas	5,8
Formações Florestais - Formações Florestais	4,2
Capoeira - Formações Savânicas	3,7
Formações Florestais - Agropecuária	3,1
Capoeira - Capoeira	2,8
Formações Florestais - Capoeira	2,5
Agropecuária - Capoeira	2,3
Corpos D'Água Continental - Corpos D'Água Continental	1,65
Formações Savânicas - Capoeira	1,07
Outras conversões	3,88

A seguir (Figura 135 à Figura 138) são apresentados gráficos com a dinâmica da cobertura e uso da terra nos quatro períodos de análise.



**Figura 135.** Gráfico com a dinâmica da cobertura e uso da terra entre 1990 a 2000

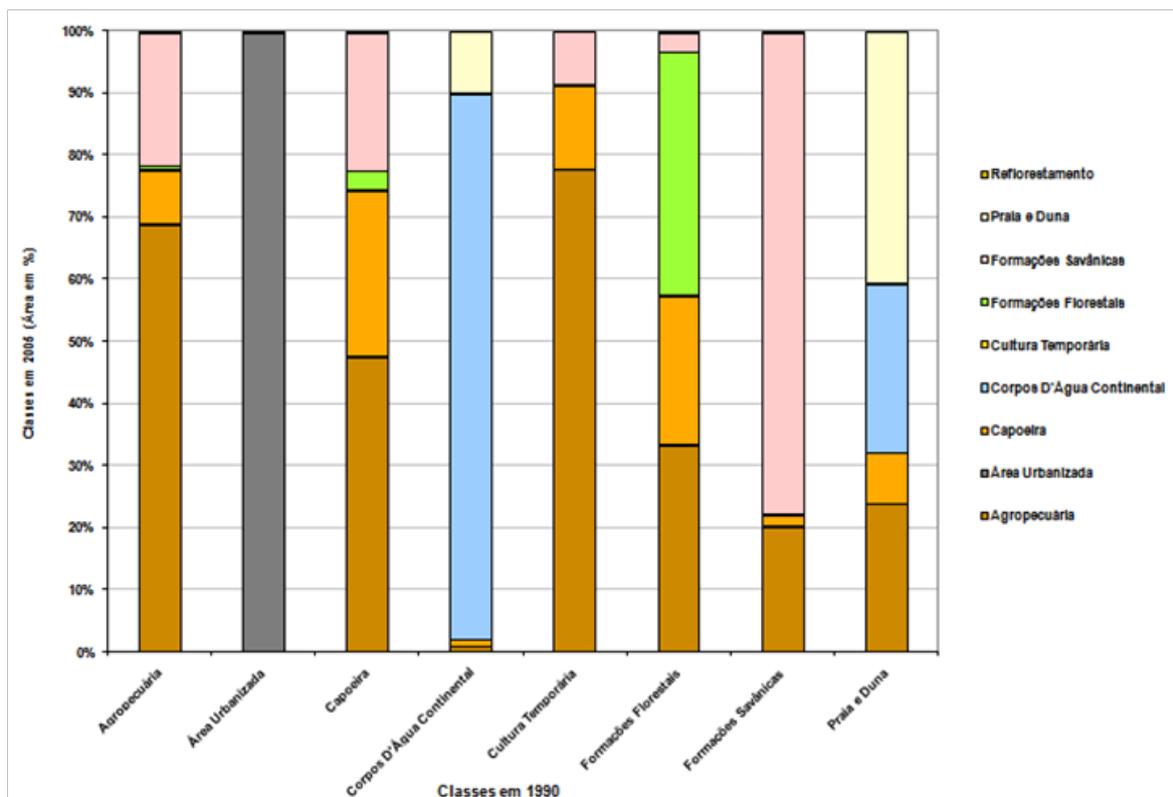


Figura 136. Gráfico com a dinâmica da cobertura e uso da terra entre 1990 a 2005.

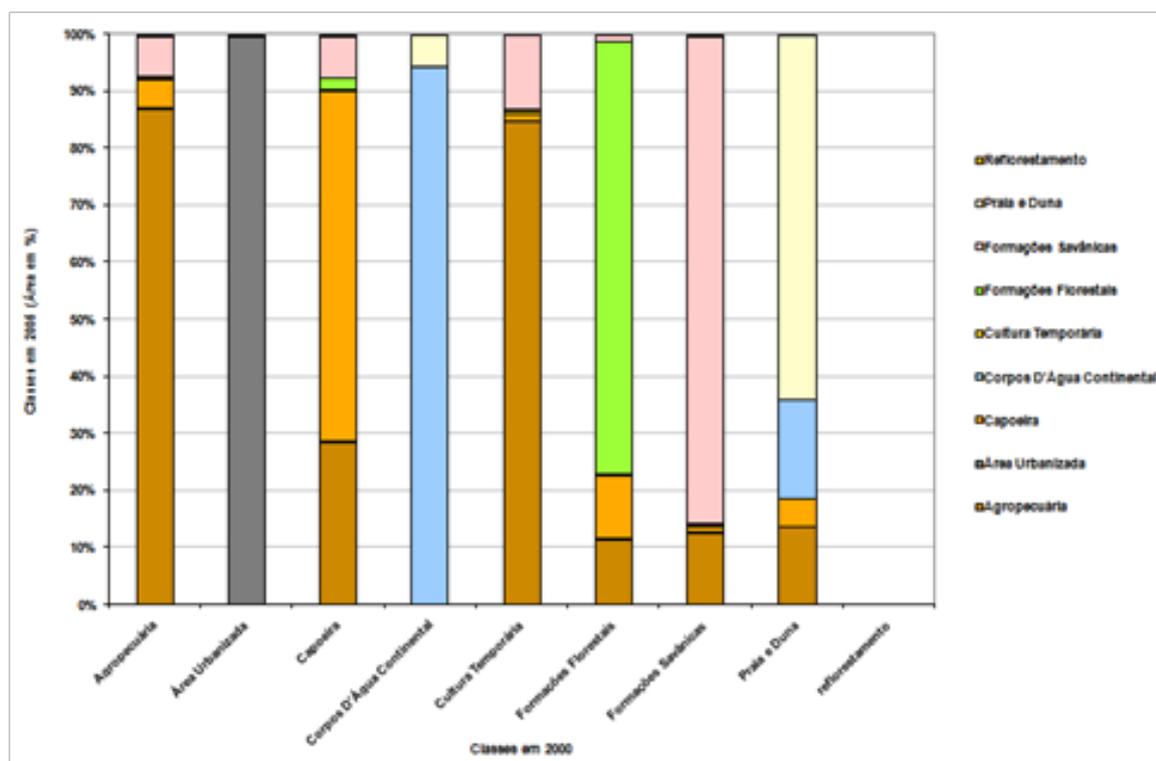


Figura 137. Gráfico com a dinâmica da cobertura e uso da terra entre 2000 a 2005

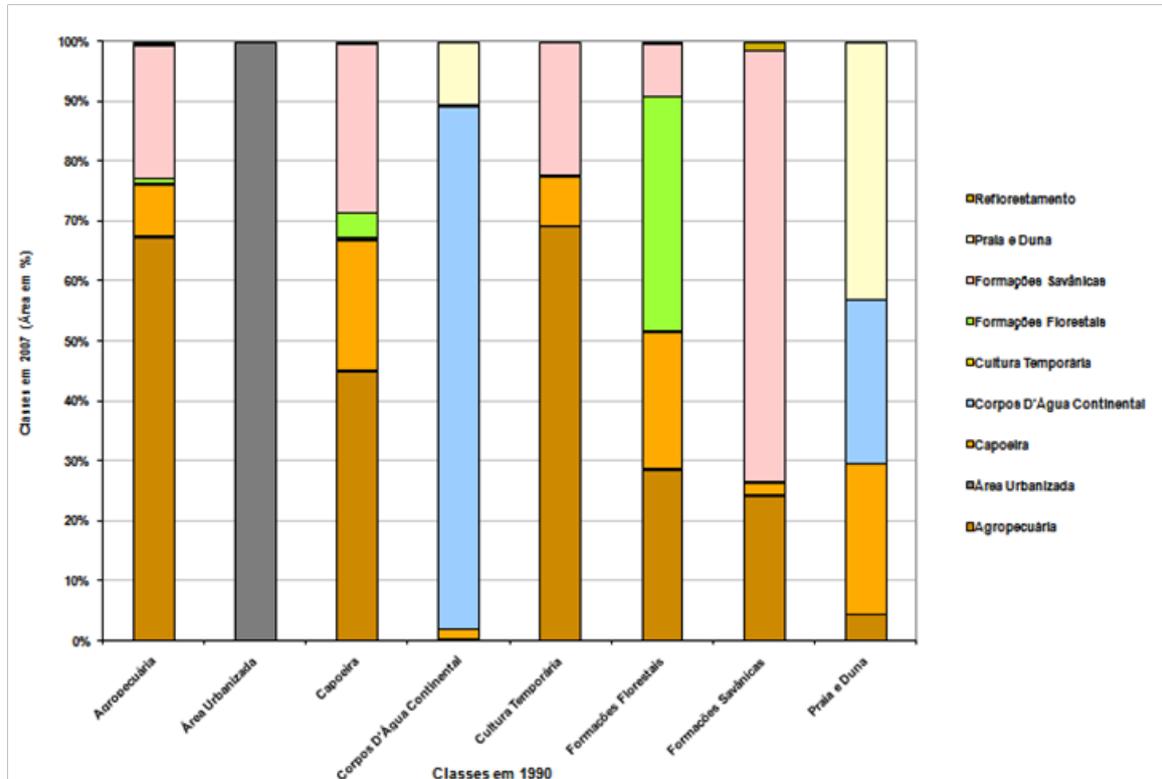


Figura 138. Gráfico com a dinâmica da cobertura e uso da terra entre 1990 a 2007.

Segundo o MEC (2009), a principal atividade econômica desta Microrregião é a atividade Agropecuária, de forma extensiva e com concentração de terras. Constatou-se que a falta de investimentos na atividade tem conduzido à regeneração de áreas de pastagens para vegetação nativa. Constatou-se que 6% do território, que era ocupado por atividades Agropecuárias em 1990 converteram-se em formações savânicas.

A implantação de projetos agrícolas e assentamentos rurais tem sido uma atitude administrativa que pretende reverter o quadro da Microrregião, que apresenta no contexto socioeconômico o segundo pior desempenho do Estado. Essa situação é corroborada pela sua ausência formal da Microrregião no eixo de desenvolvimento do corredor intermodal. Espera-se que a consolidação desse projeto permita a participação da Microrregião do Bico do Papagaio o que resultará em uma maior diversificação produtiva, com atrativos para a construção de novas indústrias (MEC, 2009).

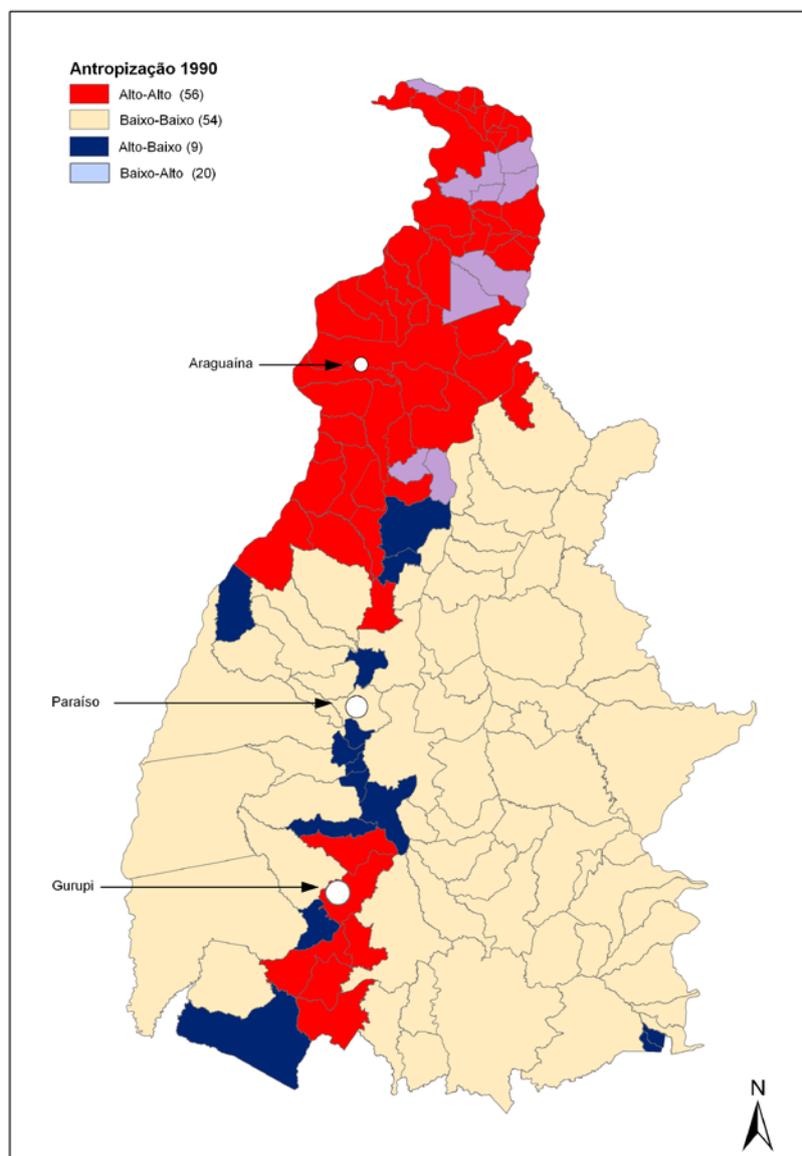
O Bico do Papagaio possui um grande potencial econômico ligado à extração de subprodutos do babaçu, cuja presença é marcante em seu território em larga escala. Nesta linha alternativa e de baixo impacto, existe também a possibilidade de explorar os frutos do babaçu na geração de energia renovável (biodiesel), fornecendo emprego e renda, como já ocorre com associações de trabalhadores, organizadas a partir do Movimento Interestadual das Quebradeiras de Côco Babaçu (MIQCB) e da Associação Regional das Mulheres Trabalhadoras Rurais do Bico do Papagaio (Ambip).

#### 4.3.3. Análise do Índice de Antropização no Estado do Tocantins

Conforme descrito no Capítulo 3 - Métodos do presente Relatório, calculou-se o *Boxmap* para a variável denominada índice de antropização dos municípios. Assume-se então que os valores estatisticamente

calculados entre 1 e 3 do Boxmap, correspondem aos municípios com alto grau de antropização. Esta comparação é realizada entre os próprios municípios tocantinenses. Enquanto os valores estatisticamente calculados como baixos, entre 2 e 4 do Boxmap corresponde aos municípios baixo grau de antropização. Esta análise é feita para quatro períodos: 1990, 2000, 2005 e 2007.

Nas Figura 139 até a Figura 143 são apresentados os Boxmaps do índice de antropização para os municípios (Figura 137), denominado para este trabalho, de cluster norte. O segundo *cluster* é observado na região sul, tendo como centro o município de Gurupi, denominado para este trabalho, de *cluster* sul. Na parte sul do Estado, observa-se ainda um pequeno aglomerado, composto pelos municípios de Combinado e Novo Alegre, que também apresentam alto grau de antropização.

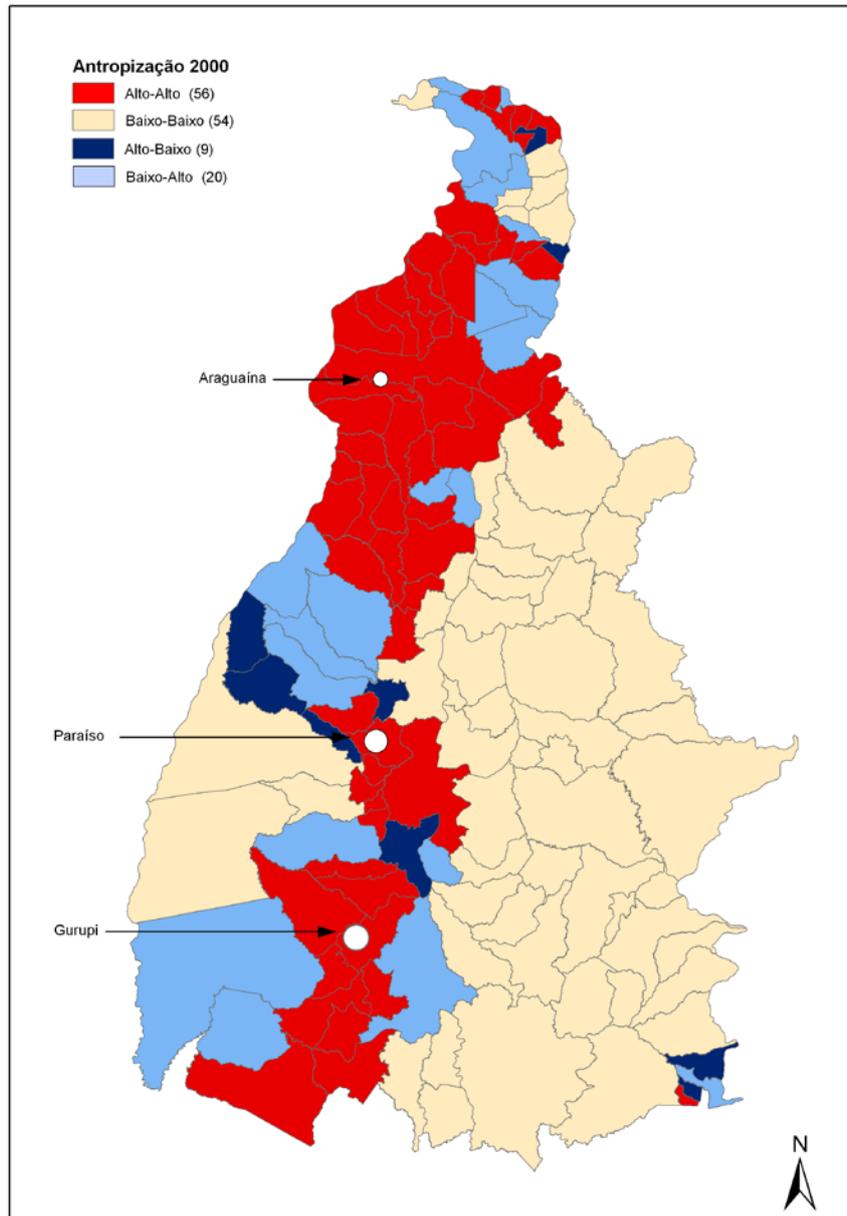


**Figura 139.** Índice de Antropização dos municípios tocantinenses para o ano de 1990

Uma década após, no ano 2000 (Figura 140), observa-se o início do desenvolvimento de um *cluster* central, próximo ao município de Paraíso do Tocantins; e observa-se que um terceiro município, Aurora do

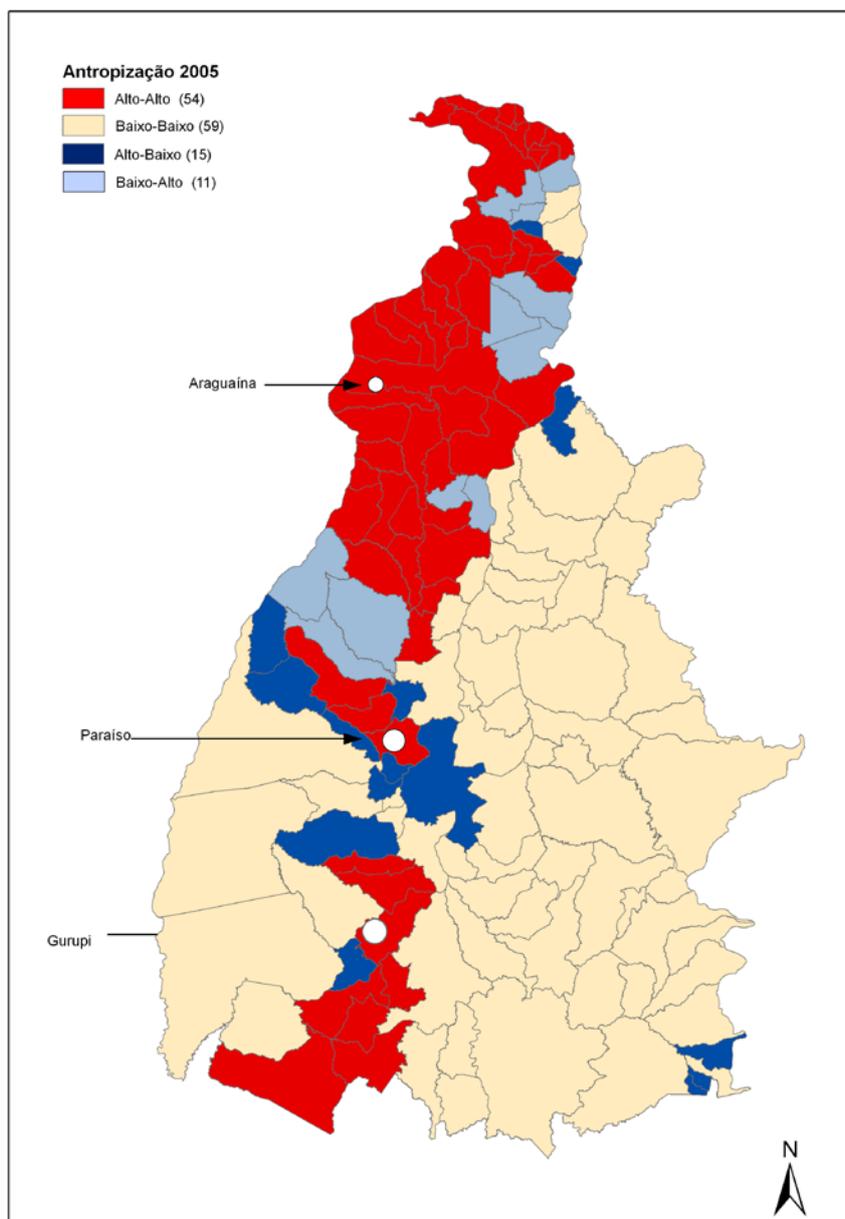


Tocantins, na parte sul, próximo aos municípios de Combinado e Novo Alegre, passa a ter um alto grau de antropização.



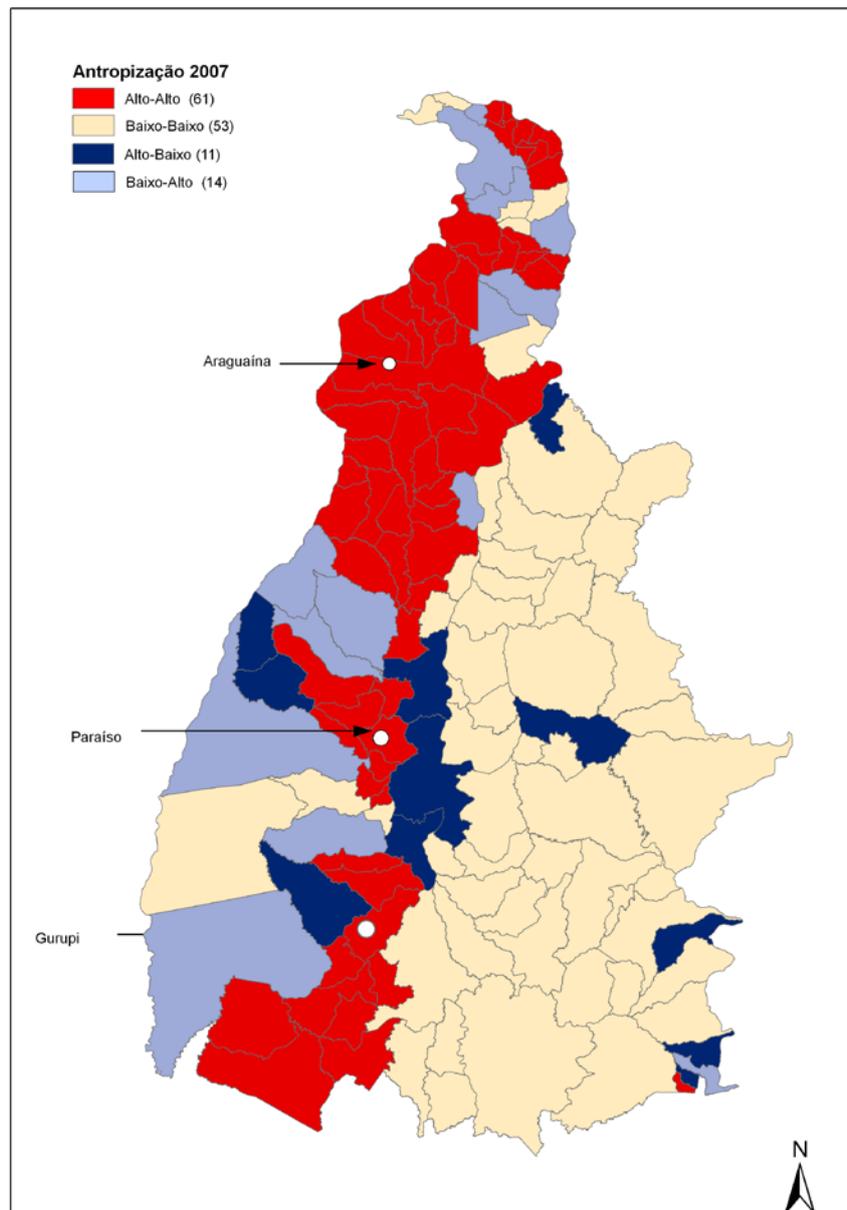
**Figura 140.** Índice de Antropização dos municípios tocantinenses para o ano de 2000

Em 2005, analogamente a 2000, conforme a Figura 141, observa-se a crescente consolidação do cluster central próximo a Paraíso do Tocantins e o incremento da antropização nas áreas ao norte da Microrregião de Araguaína.



**Figura 141.** Índice de Antropização dos municípios tocantinenses para o ano de 2005

Do período de 2005 a 2007, observam-se alterações significativas: o fortalecimento do *cluster* central (próximo a Paraíso do Tocantins), que agora se torna contíguo ao *cluster* norte (próximo à Araguaína) como também ao *cluster* sul (próximo à Gurupi). Observa-se ainda que os municípios de Novo Acordo e Novo Jardim também passaram a apresentar alto grau de antropização (Figura 142).



**Figura 142.** Índice de Antropização dos municípios tocantinenses para o ano de 2007

Com o objetivo de verificar uma possível relação entre infraestrutura e grau de antropização, a seguir apresenta-se o *Boxmap* do índice de antropização para o ano de 2007, acompanhado da infraestrutura viária principal, composta pelas rodovias pavimentadas federais e estaduais (Figura 143). Neste mapa observa-se uma nítida relação entre a presença de tais rodovias e os municípios com alto grau de antropização, revelando uma relação direta entre tais elementos, com destaque para o corredor de municípios (formado pela junção entre o cluster norte, central e sul abordados nos itens anteriores) com alto grau de antropização, localizado nas proximidades da BR-153. Observa-se ainda a existência de rodovias estaduais que permitem acesso aos municípios de Novo Acordo, Novo Jardim, Aurora do Tocantins, Combinado e Novo Alegre, já classificado com alto grau de antropização.

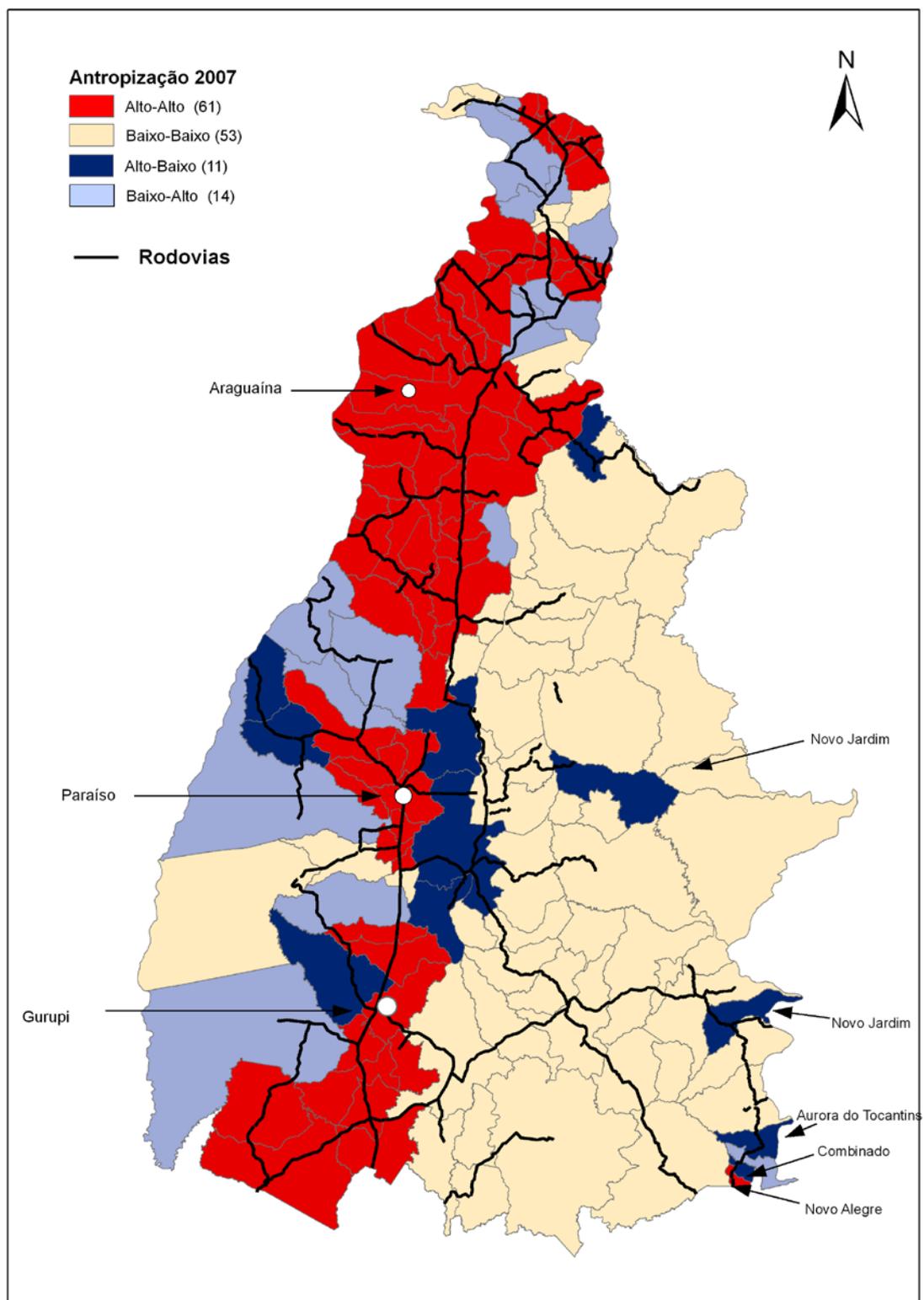


Figura 143. Índice de Antropização dos municípios tocaninenses para o ano de 2007, acompanhado das rodovias pavimentadas



#### 4.3.3. Análise da Correlação entre Mapeamento e Socioeconomia

Para a análise da dinâmica entre o mapeamento e a socioeconomia foi utilizada uma análise de correlação, expresso pelo coeficiente de correlação de Pearson.

Foram feitas duas análises de correlação, uma considerando todos os anos do mapeamento e as variáveis socioeconômicas disponíveis, segundo as Microrregiões Geográficas. A outra análise de correlação foi feita para os anos de 2000 e 2007, considerando todos os 139 municípios do Estado do Tocantins, para os quais existem dados comparáveis intra-municipais.

Os resultados das correlações são apresentados na Tabela 22 e indicam que a área antrópica é positivamente correlacionada com rebanho bovino, aumento da produção de grãos, área de assentamento, emprego e população, o que está de acordo com a literatura que trata da relação entre economia e meio ambiente.

Cabe mencionar que apesar de todas as correlações apresentarem-se positivas, o resultado não indica que essa relação é forte em todos os casos, como pode ser constatado a partir da interpretação da tabela.

**Tabela 22.** Análise de Correlação entre área antrópica e variáveis selecionadas para as oito Microrregiões Geográficas - 1990, 2000, 2005 e 2007

Variável	Correlação
Rebanho	0,896
Grãos	0,245
Área Assentamento	0,679
Emprego*	0,070
População**	0,467

Nota: \*Calculada utilizando os anos de 2000, 2005 e 2007.

\*\*Calculada utilizando os anos de 1991, 2000 e 2007.

A Tabela 23 corrobora as informações já apresentadas na Tabela 22 e são testadas ainda outras variáveis socioeconômicas que não haviam sido analisadas anteriormente, como é o caso das variáveis de emprego agrícola, aptidão Agropecuária, distância à capital.

Os resultados indicam que as correlações são todas positivas, ou seja, o aumento da área antrópica está positivamente relacionado ao aumento das variáveis socioeconômicas analisadas. A única variável cuja correlação é negativa é a variável distância à capital. Esperar-se-ia que quanto mais distante da capital maior fosse o grau de antropização do município, na suposição de que este município estaria mais afastado do controle do poder público e da legislação ambiental, podendo eventualmente contribuir para um maior grau de antropização. Porém, com base nos resultados, refuta-se esta afirmativa.

**Tabela 23.** Correlação entre área antrópica e variáveis selecionadas para os 139 municípios nos anos de 2000 e 2007

VARIÁVEIS	CORRELAÇÃO
População	0,328
Rebanho bovino	0,843
Grãos	0,394
Emprego agrícola	0,677

VARIÁVEIS	CORRELAÇÃO
Emprego total	0,132
Distância à capital	-0,107
Assentamento	0,506
Aptidão Agropecuária	0,602

#### 4.3.4. Análise de Regressão

Na tentativa de identificar os fatores que afetam a área antropizada foram utilizados alguns modelos econométricos. A Tabela 24 traz os resultados da estimação para os determinantes da área antropizada para todos os municípios tocantinenses para o ano de 2000 estimado pelo método de mínimos quadrados (*OLS*). Os dados apresentados indicam que os fatores que influenciam positivamente no aumento da área antropizada no Estado do Tocantins foram o tamanho da população, o tamanho do rebanho bovino, a produção de grãos e emprego agrícola, representado pelo número de empregos formais emprego das atividades ligadas às atividades agrícolas. Esses resultados estão de acordo com a literatura econômica, que postula a atividade econômica exerce uma ação antrópica ao meio ambiente<sup>[13]</sup>. Também foram incluídas variáveis binárias para captar se alguma Microrregião do Estado contribui ou não para o aumento da área antropizada.

**Tabela 24.** Regressão OLS para todos os municípios tocantinenses (2000)

VARIÁVEL	COEFICIENTE	ERRO-PADRÃO	P-VALOR
Intercepto	2,89	0,812	0,001
Ln(População)	0,240	0,072	0,001
Ln(Rebanho)	0,470	0,064	0,000
Ln(Grãos)	0,203	0,043	0,000
Ln(Emprego Agrícola)	0,173	0,043	0,000
Ln(Emprego)	-0,166	0,043	0,000
Ln(Distância)	-0,100	0,059	0,091
Ln(Aptidão)	-0,022	0,012	0,089
D_Araguaina	0,466	0,152	0,003
D_Gurupi	0,420	0,154	0,007
D_Miracema	0,239	0,141	0,093
R <sup>2</sup> Ajustado	0,75	Nº de Observações	139

<sup>[13]</sup> MULLER, CHARLES, C. 2007. **Os economistas e as relações entre o sistema econômico e o meio ambiente**. Brasília: Editora Universidade de Brasília: FINATEC.



Os sinais positivos das variáveis binárias (iniciadas com a letra D) indicam que os municípios localizados nas Microrregiões de Araguaína, Gurupi e Miracema contribuem para o aumento da área antropizada. Já o emprego formal (de todos os setores da economia), a distância da sede do município à capital e aptidão a Agropecuária afetaram negativamente a área antropizada. Todas as variáveis foram estatisticamente significativas a 1%, exceto em relação às variáveis: distância, aptidão e Miracema, significativas a 10%. O modelo também mostrou um bom ajuste principalmente se considerarmos os dados de seção cruzada, pois 75% da variação da área antropizada no ano de 2000 foi explicada pelas variáveis explicativas do modelo.

Para o ano de 2007, o modelo de regressão não apresenta muitas mudanças no padrão de variáveis que afetam a área antropizada. Novamente, o tamanho da população, a produção de grãos, a criação de gado, o emprego na agrícola e a distância da capital são fatores que aumentam a área antropizada. Outra informação importante é que os municípios da Microrregião de Miracema contribuíram em 2007 positivamente no aumento da área antropizada e os municípios da região do Bico do Papagaio foram os que afetaram a área antropizada negativamente. Todas as variáveis foram estatisticamente significativas a 5%. O modelo apresentou uma boa medida de ajuste, o R<sup>2</sup> ajustado foi de 68% (Tabela 25).

**Tabela 25.** Regressão OLS para todos os municípios tocantinenses (2007)

Variável	Coefficiente	Erro-padrão	p-valor
Intercepto	2,370	0,827	0,005
Ln(População)	0,188	0,067	0,006
Ln(Rebanho)	0,397	0,065	0,000
Ln(Grãos)	0,168	0,049	0,001
Ln(Emprego Agrícola)	0,100	0,038	0,010
Ln(Distância)	0,136	0,071	0,057
D_Bico	-0,469	0,157	0,003
D_Miracema	0,247	0,129	0,058
R <sup>2</sup> Ajustado	0,68	Nº de Observações	139

Até agora foi feita uma análise da área antropizada considerando as unidades (municípios) em cada ponto do tempo (anos 2000 e 2007). No entanto, é possível “empilhar” (*pooled*) os dados, aproveitando assim a riqueza das informações. Para tal, utilizou-se um modelo de mínimos quadrados agrupando os dados de 2000 e 2007. A Tabela 26 traz os resultados da regressão *OLS Pooled*.

**Tabela 26.** Resultado da regressão OLS Pooled para todos os municípios tocantinenses (2000 e 2007)

Variável	Coefficiente	Erro-padrão	p-valor
Intercepto	2,966	0,533	0,000
Ln(População)	0,240	0,052	0,000
Ln(Rebanho)	0,390	0,046	0,000
Ln(Grãos)	0,180	0,033	0,000
Ln(Emprego Agrícola)	0,129	0,031	0,000
Ln(Emprego)	-0,110	0,032	0,001
Ln(Área_Assentamento)	0,0196	0,008	0,024

Variável	Coefficiente	Erro-padrão	p-valor
D_Araguaina	0,255	0,115	0,028
D_Gurupi	0,305	0,113	0,008
D_Miracema	0,294	0,096	0,002
D_Bico	-0,336	0,102	0,001
R <sup>2</sup> Ajustado	0,72	Nº de Observações	278

O modelo de dados agrupados ratifica os resultados mostrados anteriormente (Tabela 25 e Tabela 26). O tamanho da população, a produção de grãos, o rebanho bovino e o emprego agrícola são os principais fatores que afetam de forma positiva a área antropizada. Uma variável, que só aparece nesta análise e que afeta positivamente a área antropizada é a área de assentamento. As Microrregiões de Araguaína, Gurupi e Miracema, que já possuem uma tradição na produção agrícola continuam contribuindo de forma positiva para o aumento da antropização. Todas as variáveis foram estatisticamente significativas e os sinais dos coeficientes estimados confirmam a hipótese.

Os resultados do modelo Pooled estimado por OLS apesar de trazer resultados interessantes, possuem algumas limitações. A principal hipótese é que o valor do intercepto é o mesmo para todos os municípios os coeficientes das variáveis explicativas também são os mesmos. Assim, mesmo o modelo possuindo um bom ajuste e os coeficientes das variáveis estatisticamente significativas, o modelo pode distorcer a relação entre a variável dependente e as variáveis explicativas.

A solução encontrada é utilizar modelos que considerem a “individualidade” de cada município (Gujarati, 2006). A literatura econométrica sugere a utilização de dois possíveis modelos: modelo de regressão de efeitos fixos ou modelos de regressão de efeitos aleatórios. O modelo de efeitos fixos considera que o intercepto ( $\beta_{1i}$ ) varia para cada município e os coeficientes angulares permanecem constantes entre os municípios. O outro modelo utilizado com dados de painel é o modelo de regressão com efeito aleatório, que pressupõe que o intercepto ( $\beta_{1i}$ ) é uma variável aleatória com o valor médio igual a ( $\beta_1$ ). Para saber qual é o melhor modelo, utiliza-se um teste formal para identificar qual melhor se ajusta aos dados.

Neste trabalho foi realizado o Teste de Hausman, e constatou-se que o modelo de efeitos aleatórios seria a melhor opção. A Tabela 27 apresenta o resultado da regressão. Todas as variáveis foram estatisticamente significativas a 1%, exceto o coeficiente da variável binária para a região Microrregião de Gurupi. O modelo ratifica os resultados dos modelos anteriores, onde a produção de grãos, a pecuária, o emprego agrícola, assentamentos e o tamanho da população contribuem positivamente para o aumento da área antrópica.

**Tabela 27.** Resultado da regressão Painel com Efeito Aleatório para todos os municípios tocantinenses (2000 e 2007).

Variável	Coefficiente	Erro-padrão	p-valor
Intercepto	3,223	0,534	0,000
Ln(População)	0,212	0,052	0,000
Ln(Rebanho)	0,420	0,046	0,000
Ln(Grãos)	0,140	0,031	0,000
Ln(Emprego Agrícola)	0,145	0,031	0,000

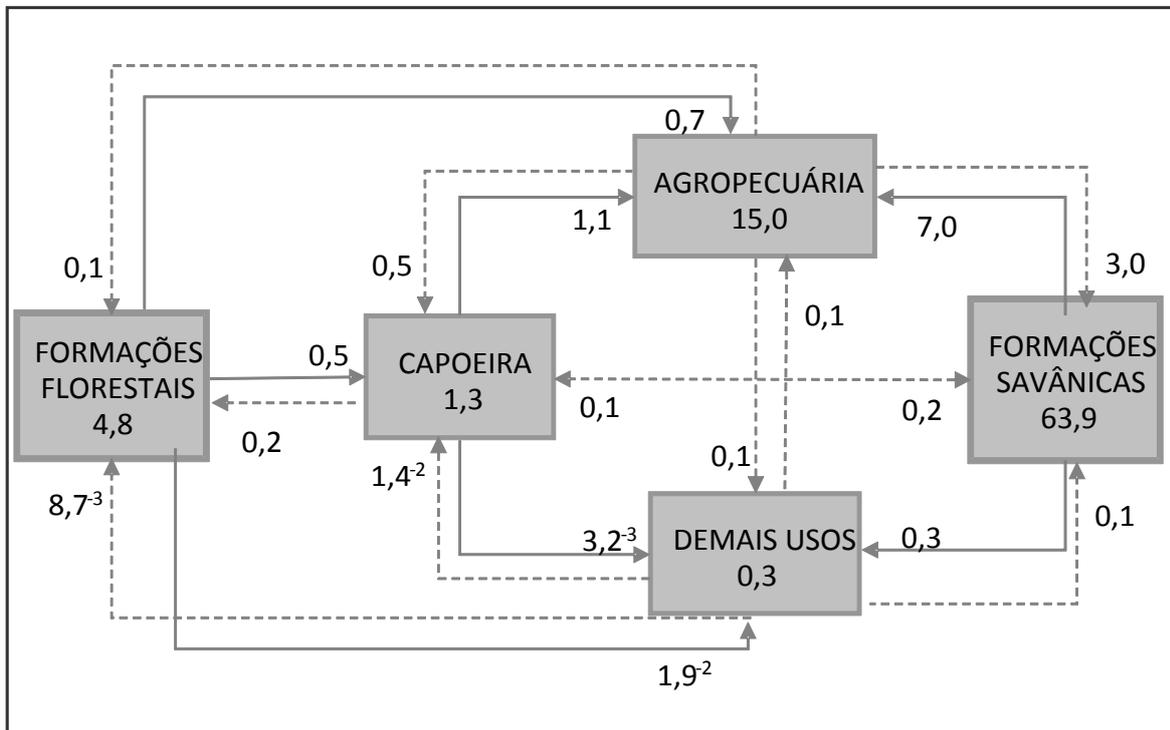


Ln(Emprego)	-0,105	0,032	0,001
Ln(Área_Assentamento)	0,026	0,0083	0,002
D_Gurupi	0,174	0,107	0,104
D_Bico	-0,456	0,097	0,000
R <sup>2</sup>	0,72	Nº de Observações	278

#### 4.3.4. Análise da Dinâmica da Cobertura e Uso da Terra (1990 - 2007) para o Estado do Tocantins

A análise integrada de dados ambientais, como os mapas de cobertura e uso da terra, e dados socioeconômicos possibilitam a compreensão das interações entre esses diferentes fatores e a sua interferência na ocupação de determinada região.

A Figura 144 ilustra em forma de fluxograma, as principais conversões ou mudanças na cobertura e uso da terra entre 1990 e 2000. Nesta figura e subsequentes, as caixas em cor cinza indicam as classes de mapeamento ou agrupamento dessas. No interior das caixas, o valor apresentado indica percentual da classe em relação à área do Estado, ou seja, sua manutenção no período. Por exemplo, em relação à classe agropecuária, entre 1990 e 2000, 15,0% do território do Estado do Tocantins manteve-se sem alterações neste período. Já as setas indicam as conversões realizadas e o seu respectivo percentual em relação à área total do Estado, também no mesmo período.



**Figura 144.** Dinâmica da cobertura vegetal e uso da terra no Tocantins no período 1990-2000 - porcentagem da área de cada classe em relação ao total do Estado

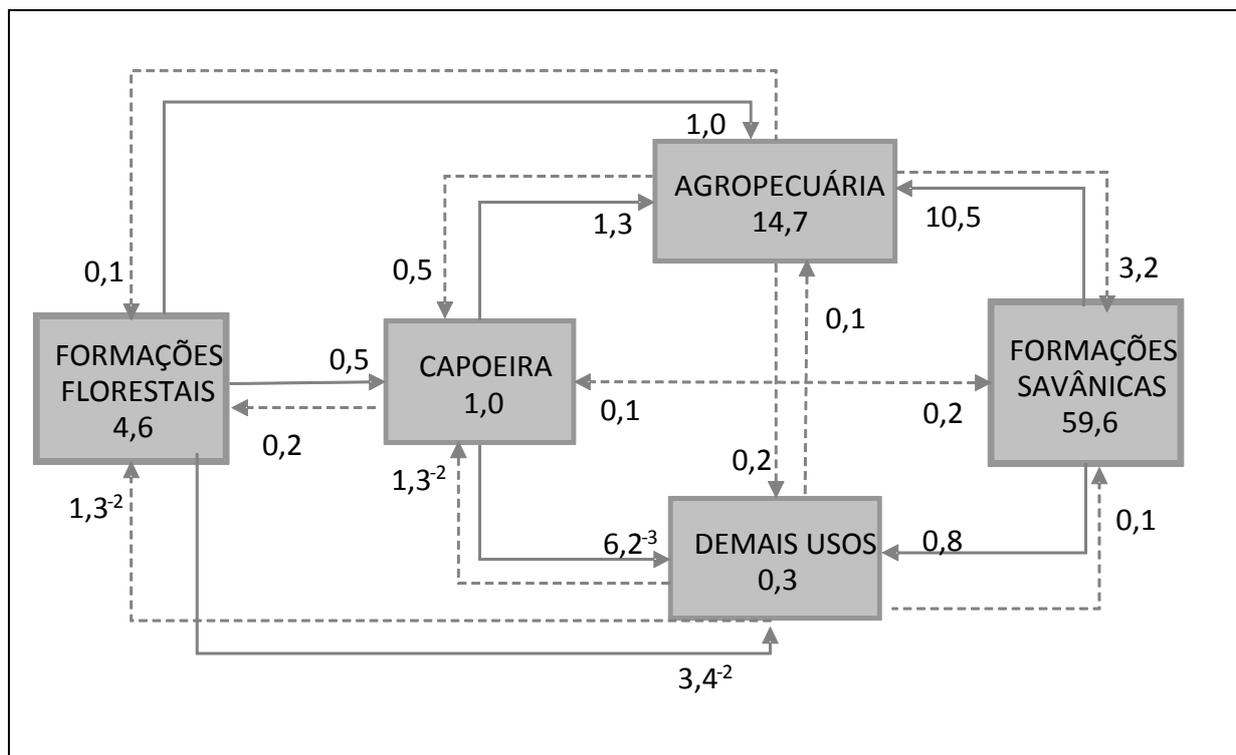
Observa-se ainda na Figura 144 que aproximadamente 64% da área do Estado manteve-se como formação savânica entre 1990 e 2000. Em contraponto a este quantitativo, as áreas de floresta recobriam, neste mesmo período, 4,8% do território do Estado, embora se saiba que esta tipologia vegetal é de

menor ocorrência no Estado. Infere-se que quantitativamente e qualitativamente, a atividade agropecuária no Estado do Tocantins é, sem dúvida, o principal resultante das conversões das áreas de vegetação nativa. Por fim, é interessante citar as conversões ou mudanças em relação às áreas de capoeira e formações savânicas. Trata-se de uma situação particular à região norte do Tocantins, haja vista as explicações realizadas quanto à invasão dos palmeirais em áreas de floresta alterada, que tornam a interpretação das imagens orbitais ambíguas haja vista sua similaridade espectral.

A caixa denominada demais usos, está relacionado a todas as classes de cobertura e uso que não estão apresentados no fluxograma, ou seja, Cultura Temporária, Cultura Permanente. Cerca de 3,0% do território apresentou aspecto de regeneração das áreas de agropecuária para formações savânicas. Infere-se que estas áreas estejam subutilizadas ou mesmo em estado de pousio.

Mantendo-se a sequência cronológica do trabalho, apresentam-se na Figura 145 os resultados da dinâmica da cobertura e uso da terra no Tocantins no período 1990-2005.

Observa-se que as áreas de formações savânicas diminuíram em relação ao período da dinâmica anterior, com a manutenção do percentual das áreas de formação florestal. Houve uma grande parcela do Estado (10%) que foi convertida em atividade agropecuária. Diferentemente da dinâmica entre 1990 e 2000, observou-se mudanças de agropecuária para outros usos, que englobam aqui todas as atividades econômicas. Observou-se também um pequeno acréscimo nas áreas de capoeira em processo de regeneração. Houve, porém, menor conversão de formações florestais para demais usos e a manutenção do percentual de conversão para as áreas de agropecuária.

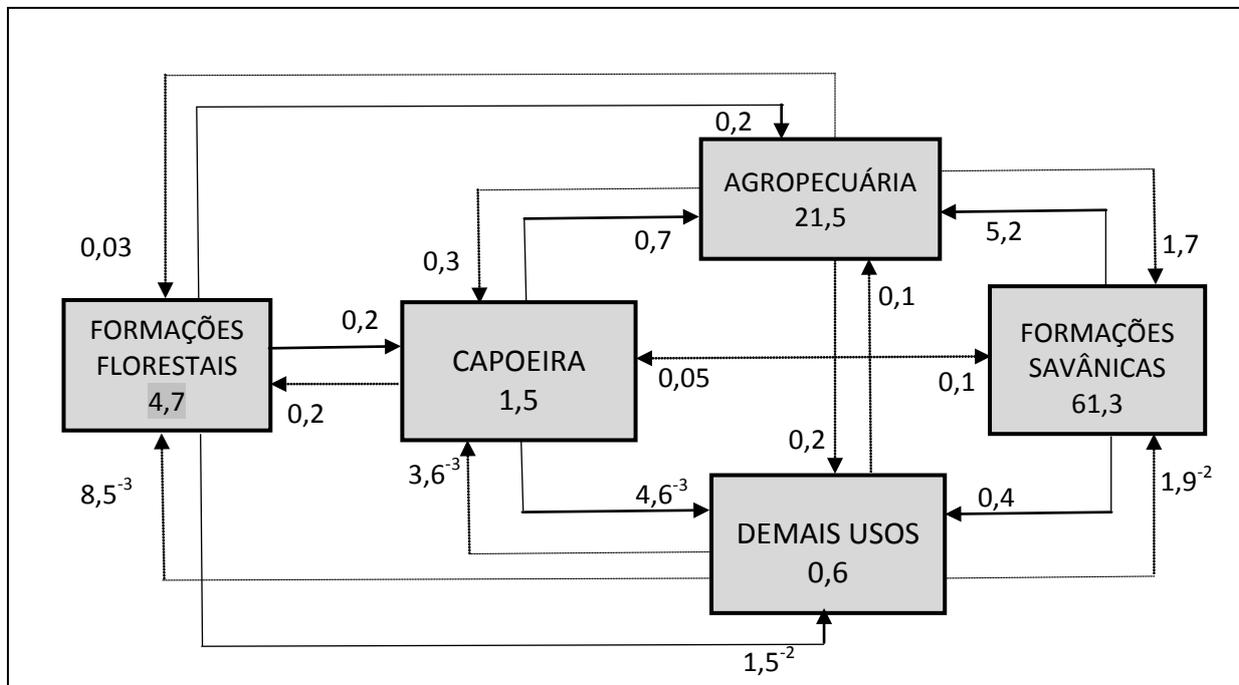


**Figura 145.** Dinâmica da cobertura vegetal e uso da terra no Tocantins no período 1990-2005 - porcentagem da área de cada classe em relação ao total do Estado

A Figura 146 traz um fluxograma com as mudanças de cobertura e uso da terra no Tocantins entre 2000 e 2005. Devido ao curto período de análise, ressalta-se o grande percentual de conversão das formações savânicas para agropecuária como também o processo inverso. Observa-se também a manutenção de



61,3% das áreas de formações savânicas. Esta manutenção está relacionada somente à parte quantitativa da análise, ou seja, não é objetivo qualificar a situação das áreas de formações savânicas. Tais áreas estão muito descaracterizadas no Centro Norte do Estado do Tocantins e, de acordo com as observações de campo realizadas neste trabalho, mais preservadas no Sul do Estado.



**Figura 146.** Dinâmica da cobertura vegetal e uso da terra no Tocantins no período 2000-2005

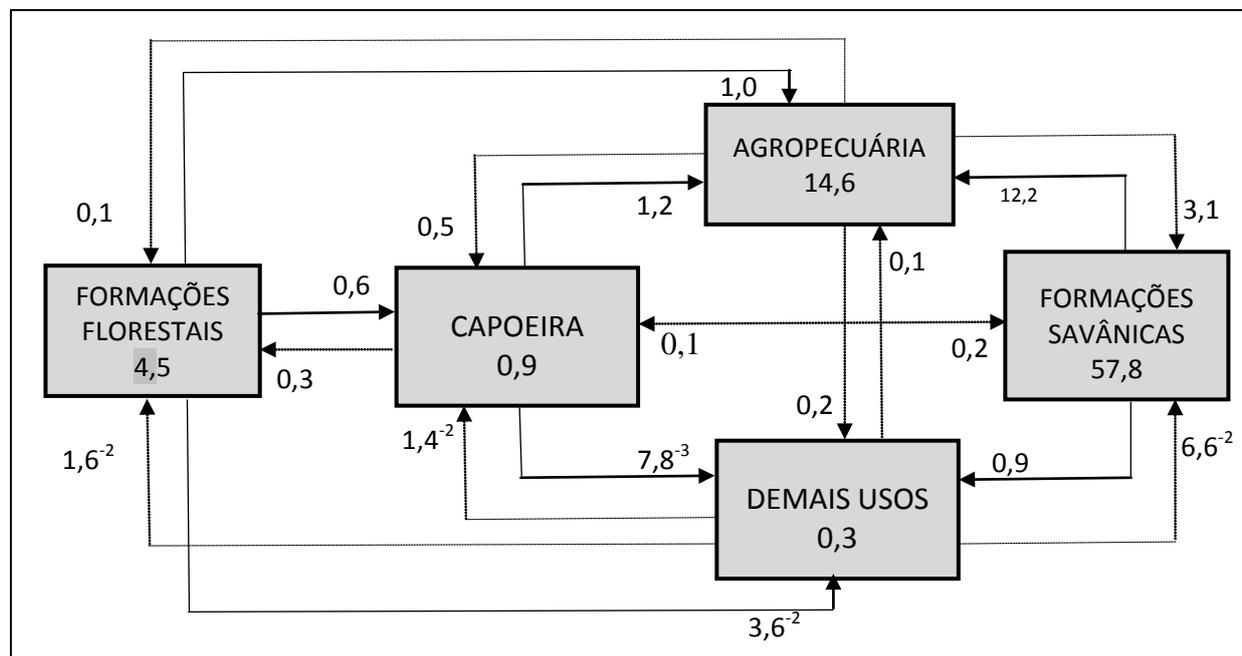
Na Figura 147, são apresentadas as conversões entre as classes mapeadas em território tocantinense no período 1990 e 2007, representados em valor percentual em relação à área total do Estado. Nesta Figura as caixas em cor cinza representam as classes de dinâmica. Os valores numéricos no interior das caixas representam a manutenção das classes ao longo do período, ou seja, observa-se que 4,5% da área do Tocantins mantiveram-se como formações florestais quantitativamente entre 1990 e 2007. Oportuno comentar que as classes de vegetação nativa mapeadas não foram qualificadas em relação ao seu estado (íntegra, alterada, degradada), o que torna o mapeamento uma indicação da existência de vegetação nativa sem, porém, identificar possível pressão antrópica em suas bordas, como atividades de extração de madeira com a finalidade de produção de lenha, carvão ou similares.

Constatou-se que 57,8% do território tocantinense permaneceram como formação savânica (bioma cerrado), e 4,5% dos remanescentes florestais foram mantidos durante o período total de análise (1990 e 2007).

A maior taxa de conversão entre vegetação nativa e uso da terra ocorre com a mudança da classe formação savânica para agropecuária em aproximadamente 12,2% do seu território, considerando o período integral de análise.

Constatou-se também a manutenção de 14,6% das áreas de Agropecuária no período de análise. A discussão em relação ao período integral de análise da dinâmica permitiu uma visão sinóptica os processos de ocupação e com isso buscar as particularidades das mudanças nas outras datas de

mapeamento, haja vista que as mudanças que ocorreram no Estado do Tocantins não são lineares ao longo do tempo.



**Figura 147.** Dinâmica da cobertura vegetal e uso da terra no Tocantins no período 1990-2007

A classe supracitada como demais usos englobam todas as formas de cobertura e uso não estratificadas nas grandes classes, como Cultura Permanente, Cultura Temporária, Reflorestamento, Área de Mineração. Esse procedimento foi realizado para tornar o diagrama de fácil entendimento e permitiu ilustrar as macroconversões do Estado.

Embora não tenha sido representada nas Figuras 144 a 147, as classes Corpos D'Água Continental e Praia e Dunas foram consideradas para o cálculo de conversão das mudanças na dinâmica de uso da terra. Para o período 1990-2007, foi identificado a manutenção da classe Corpos D'Água Continental em um nível de 0,7% da área do Estado; a conversão de Agropecuária em Corpos D'Água Continental em 0,1% da superfície do Estado; e a conversão de formações savânicas em Corpos D'Água Continental em 0,3% da superfície do Estado. Quanto a classe Praia e Dunas, a manutenção de sua ocorrência manteve-se em níveis extremamente baixos (0,02% da área do Estado).

Ressalta-se que apesar do trabalho contemplar a análise de quatro datas distintas através do mapeamento e assim, representar um período dinâmico, os seus resultados refletem na verdade fatos que ocorrem pontualmente em um determinado dia do ano, sem a possibilidade de acompanhar as mudanças de uso e cobertura em tempo real. Neste sentido, grande parte das mudanças detectadas e suas particularidades a partir de imagens de satélite não são passíveis de detalhamento, mesmo considerando as visitas em campo. Ainda neste contexto, as mudanças ocorridas entre as datas base das imagens de satélite não podem ser mensuradas e podem tornar as informações sem lógica esperada, porém refletem um contexto espacial registrado e que não pode ser descartado como resultado, a não ser por atores que participaram efetivamente das mudanças em uma escala que não condiz com a representação final dos dados elaborados e trabalhados. Os fatos representados no trabalho não podem ser comparados sem levar em consideração o fator escala e tempo.



A complexidade epistemológica em trabalhos que envolvem estudos comparativos entre informações espaciais e pesquisas socioeconômicas dessa natureza está em tornar compatíveis as informações temporais e conceituais. Neste trabalho, os conceitos envolvidos e os materiais utilizados foram muito discutidos com vistas a minimizar o problema da compatibilidade temporal entre as diferentes fontes de informações.

Na análise das imagens de satélite ao longo do processo de mapeamento, dois aspectos foram importantes para avaliação da dinâmica. O primeiro esteve ligado à magnitude das mudanças, ou seja, qual é a parcela de determinada área foi alterada ao longo de um determinado período. O segundo aspecto importante esteve ligado à amplitude ou variância, que significa analisar o coeficiente de variação das classes, ou seja, quais se alteraram em determinado período. Em relação à análise da dinâmica socioeconômica é importante caracterizar adequadamente a região objeto de estudo, observando se apresentou crescimento positivo, negativo ou permaneceu estagnada.

De modo geral, o Tocantins apresentou um padrão de ocupação que envolve a supressão da vegetação natural em detrimento às atividades agropecuárias. No período analisado, houve oscilação positiva e negativa com relação às classes de vegetação nativa que estão ligadas diretamente aos preços dos produtos e também a capacidade dos investidores em gastar mais ou menos no custeio das atividades em detrimento de um lucro maior.

Neste sentido, observou-se que o bioma Cerrado foi aquele que apresentou as taxas mais significativas de redução de sua área. A alteração negativa no Cerrado, conforme constatado no gráfico dessas áreas entre 1990 e 2007, é um espelho em sentido contrário à taxa de acréscimo das áreas de Agropecuária, corroborando diversos estudos realizados na Região Amazônica que vinculam o desmatamento do bioma a esta atividade (SANO *et al.*, 2008; MACHADO *et al.*, 2004).

De acordo com dados do INPE (2008), o Tocantins está entre os Estados da Amazônia Legal que possuem menores taxas de desmatamento e de degradação da vegetação. Nesses dados oficiais, no entanto, não são computadas as intervenções no Cerrado, sendo o monitoramento sistemático deste bioma dificultado tanto por questões políticas quanto técnicas, como já observado por FERREIRA *et al.* (2007). Contudo, suas taxas de desmatamento têm sido historicamente superiores às da floresta Amazônica (KLINK e MACHADO, 2005).

Assim, como abordado em outros estudos (BATISTELLA, 2001; COCHRANE & COCHRANE, 2006; ESCADA, 2003; FEARNside, 2005), a variabilidade espacial na Amazônia em relação aos diferentes padrões de cobertura e uso da terra, parece estar associada a diferenças na história de colonização, atores, atividades econômicas, políticas públicas e, por vezes, nos aspectos biofísicos, sendo imprescindível a utilização de uma combinação de fatores no entendimento dos processos de desmatamento (SOLER *et al.*, 2008).

Com base nos dados contidos no Apêndice 1 do Volume II do presente Relatório, relativos à síntese do mapeamento para o Tocantins, identificou-se que, em 1990, 71,2% do território do Estado era recoberto por formação savânica (bioma cerrado), decrescendo para 67,1% no ano 2000, 63,5% em 2005, e passando para 61,1% em 2007, um decréscimo de aproximadamente 10,1% na sua área em relação à superfície total do território tocantinense entre 1990 e 2007. As formações florestais recobriam, em 1990, aproximadamente 6,2% do território tocantinense, decrescendo para 5,1% em 2000, e alcançando 4,9%

em 2005; no ano de 2007 registrou-se uma estabilização percentual em relação ao período anterior<sup>[14]</sup>. Em síntese, registrou-se um decréscimo de cerca de 1,2% na área das formações florestais em relação à superfície total do Tocantins entre 1990 e 2007. No tocante às áreas antrópicas (uso da terra), classes que envolvem todos os tipos de exploração econômica, foram acrescidas em 10,1% em relação à superfície total do Tocantins entre 1990 e 2007 - elevando-se de 21,7% em 1990 para 26,9% em 2000, alcançando 30,5% no ano de 2005 e, finalmente, 32,8% do território em 2007<sup>[15]</sup>.

Conforme explicitado anteriormente, dentre todos os tipos de usos da terra mapeados, a classe Agropecuária é aquela com maior abrangência espacial. Em 1990 esta classe representava 18,5% da superfície total do Tocantins, elevando-se para 23,7% em 2000, 27,2% no ano de 2005, e totalizando 29,3% no ano de 2007.

Somadas, as áreas ocupadas por Cultura Temporária, Cultura Permanente e Reflorestamento, elevaram-se de 0,4% da superfície total do Tocantins no ano de 1990 para 0,6% em 2000, e 1,2% em 2005; no ano de 2007 esta superfície estabilizou-se percentualmente em relação ao ano anterior, embora tenha registrado-se elevação em termos absolutos - de 3.219,3km<sup>2</sup> em 2005 para 3.464,8 km<sup>2</sup> em 2007.

A superfície ocupada por Corpos D'Água Continental elevou-se de 0,9% do território tocantinense em 1990 para 1,1% em 2007<sup>[16]</sup>.

No caso das florestas, os dados demonstram a ocorrência de desmatamento em vegetação remanescente em todas as Microrregiões. Observou-se para o Estado do Tocantins que as áreas de Floresta Estacional Semidecidual Aluvial são aquelas que ainda possuem as maiores áreas de remanescentes, seja por força da atividade fiscalizadora por parte dos órgãos competentes como também de uma situação de baixa aptidão agrícola nestas áreas, aliado a outros processos. De um modo geral todas as fisionomias florestais apresentaram entre 1990 e 2007 reduções das áreas remanescentes em detrimento das atividades antrópicas agrícolas as quais englobam no mapeamento: Agropecuária, Cultura Temporária, Cultura Permanente e mais recentemente Reflorestamento com eucalipto e teca. Em relação à classe Capoeira, que inclui regeneração apenas das Formações Florestais, o Estado apresentou em média redução dessas áreas, o que indica a diminuição quantitativa de áreas subutilizadas. Ainda assim, torna-se oportuno comentar, conforme ALMEIDA e VIEIRA (2008), que parte da redução da vegetação secundária (Capoeira) pode estar relacionada à participação ativa que as mesmas exercem enquanto áreas de pousio para as atividades agrícolas ou como área de reserva durante o processo de renovação das áreas de pastagens. Essa vegetação constituiria, assim, áreas instáveis facilmente incorporadas a outros usos da terra, indicando, neste caso do Tocantins, as possíveis tendências da dinâmica dessa classe<sup>[17]</sup>.

<sup>[14]</sup> Ressalta-se que, apesar da manutenção da área percentual, registrou-se uma pequena redução em termos absolutos, reduzindo-se a superfície ocupada pelas formações florestais de 13.634,5km<sup>2</sup> no ano de 2005 para 13.660,8km<sup>2</sup> em 2007.

<sup>[15]</sup> Os dados de dinâmica da cobertura e uso da terra, disponíveis no Apêndice 6 do Volume III, indicaram que no período 1990-2007 os dez municípios com maior conversão de Áreas de Vegetação Natural em Áreas Antrópicas, por ordem de ocorrência em termos percentuais no estado foram: Formoso do Araguaia (3,7%), Araguaçu (2,9%), Lagoa da Confusão (2,8%), Pium (2,7%), Porto Nacional (2,4%), Peixe (2,4%), Sandolândia (2,3%), Arraias (2,3%), Paranã (2,1%), e Duerê (1,9%). Em sentido inverso, no mesmo período, os municípios com menor conversão de Vegetação Natural em Áreas Antrópicas, em termos percentuais no estado foram: São Félix do Tocantins (0,05%), Novo Alegre (0,06%), Lajeado (0,07%), Rio da Conceição (0,08%), e Axiá do Tocantins (0,09%).

<sup>[16]</sup> A superfície ocupada pela classe Corpos D'Água Continental elevou-se de 2.510,5km<sup>2</sup> em 1990 para 3.118,2km<sup>2</sup> em 2007. Os dados de dinâmica da cobertura e uso da terra, disponíveis no Apêndice 6 do Volume III, indicaram que no período 1990-2007 apenas cinco municípios somaram cerca de 70,6% de todas áreas de Vegetação Natural convertidas em Corpos D'Água Continental no estado, a saber: Porto Nacional (29,9%), Paranã (12,6%), Palmas (12,2%), São Salvador do Tocantins (8,7%) e Miracema do Tocantins (7,1%).

<sup>[17]</sup> Conforme os dados de dinâmica da cobertura e uso da terra, disponíveis no Apêndice 6 do Volume III, os dez municípios que mantiveram maior superfície de Vegetação Natural no período 1990-2007, em termos percentuais no estado foram: Paranã (5,7%),



Para a classe Corpos D'Água Continental houve um acréscimo de área no Estado, relacionado, principalmente, à criação de reservatórios, com destaque para aquelas destinadas à geração de energia elétrica, e à dinâmica hídrica natural devido a inundações periódicas na época chuvosa.

Para ALVES (2004), uma série de fatores atua conjuntamente, com efeitos positivos e negativos, na determinação da dinâmica de desmatamento, formando uma rede de relações entre as variáveis. Essas correlações entre as variáveis podem refletir no processo de ocupação da região; e.g., em uma etapa inicial, a topografia poderia influenciar a distribuição espacial da população, que posteriormente teria influência na localização das cidades e na densidade da malha viária, e em uma etapa seguinte, a própria malha viária e as cidades condicionariam a distribuição espacial da população urbana e rural.

LORENA e LAMBIN (2008), em estudo dos agentes de desmatamento do Estado do Acre, observaram que os padrões espaciais dessa atividade não são conseqüências somente das principais atividades econômicas, como pecuária e culturas comerciais e de subsistência, mas principalmente da concepção dos projetos de assentamento. Já as principais atividades econômicas são influenciadas por fatores como a dimensão da propriedade, sua localização e disposição, bem como a disponibilidade de infraestrutura.

No caso dessas Microrregiões do Tocantins, com a análise temporal considerando um período de 17 anos, o processo de desmatamento e outras atividades, inclusive anteriores a 1990 e à criação do Estado, podem ter gerado variação de renda para a população residente, possibilitando alteração das condições socioeconômicas dessa população, e interferindo novamente no uso e ocupação da terra, que reflete no desenvolvimento regional por longo período.

A expansão agrícola e incorporação produtiva do Cerrado que ocorreu a partir dos anos 1960, impulsionada por uma série de programas de colonização, crédito rural e pesquisa agrícola, fundamentais para o crescimento da economia mato-grossense e goiana, ainda não atingiu em sua plenitude o Tocantins (DINIZ, 2006). Há vasta área a ser ocupada ou cuja exploração pode aumentar a participação do Estado na produção de grãos para o País. Apesar desta explosão agropecuária ainda não ter ocorrido, o crescimento dos últimos 17 anos indica que há espaço para uma mudança no perfil produtivo da atividade no Estado.

Apesar dos avanços tecnológicos que permitiram a ocupação de terras com menor fertilidade nos últimos anos, as características das terras do Estado são um fator limitador da expansão agrícola.

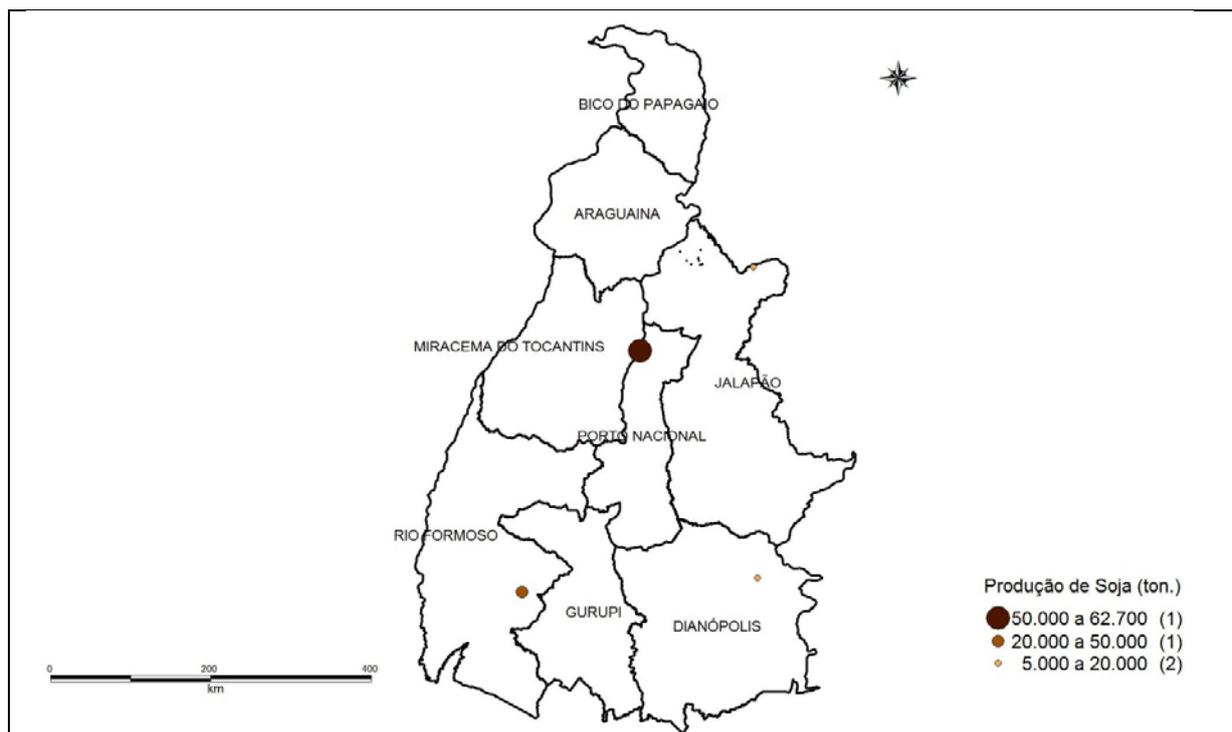
Em 1990, o Estado do Tocantins era responsável por apenas 0,1% da produção dos principais grãos (arroz, feijão, milho, soja e trigo) no País, patamar que atingiu 1,2% na década seguinte ( IBGE, 1996; 2002). Na média, a produção de grãos do Estado cresceu 8,3% ao ano, contra a média brasileira de 5,5% ao ano.

Por tratar-se de um Estado em que as principais atividades econômicas estão ligadas ao agronegócio e, com base nas estatísticas agrícolas obtidas pelo IBGE (2009b,c) na identificação das principais atividades agropecuárias no Estado, dar-se-á um enfoque às culturas do arroz, soja e pecuária de corte.

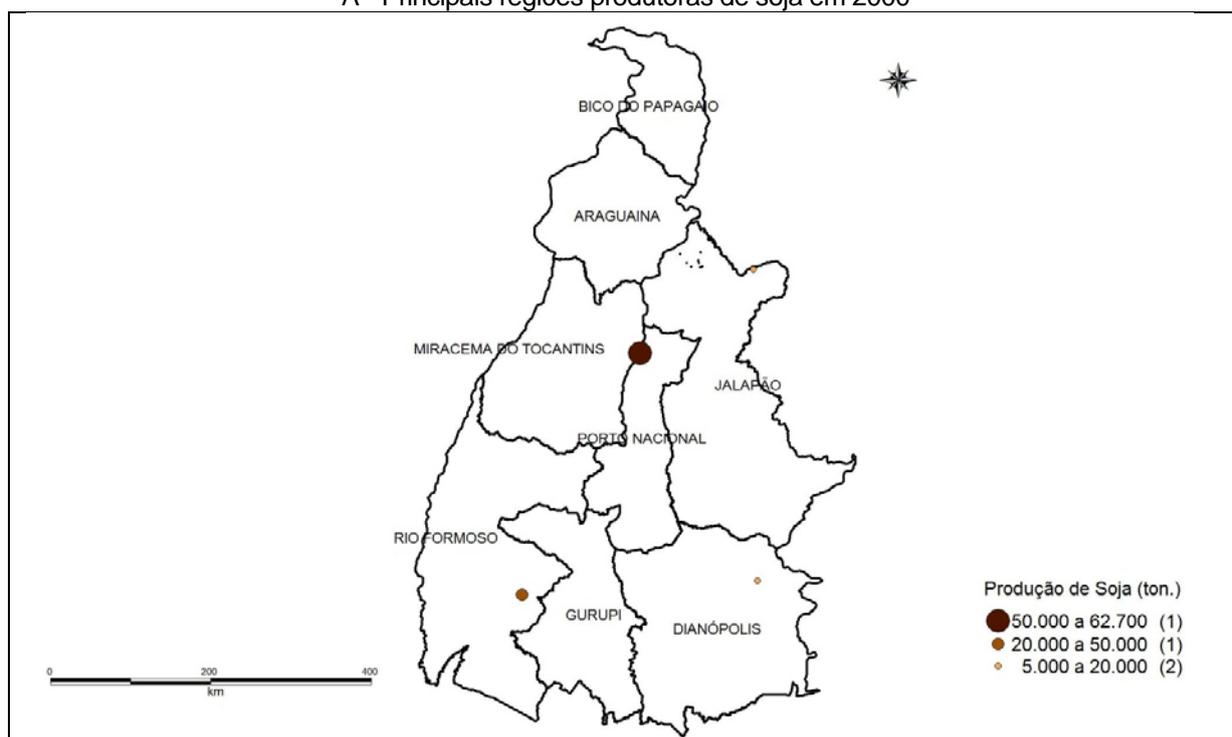
O cultivo de soja foi a atividade agrícola que mais cresceu entre 1990 e 2008 no Estado do Tocantins. A produção vem se expandindo para vários municípios, como Campos Lindos, Mateiros e Pedro Afonso, no qual o mapeamento corrobora com as informações oficiais.

---

Formoso do Araguaia (5,4%), Mateiros (5,3%), Lagoa da Confusão (4,9%), Pium (4,4%), Ponte Alta do Tocantins (3,5%), Rio Sono (3,3%), Lizarda (3,0%), Goiatins (2,8%), e Arraias (2,4%).



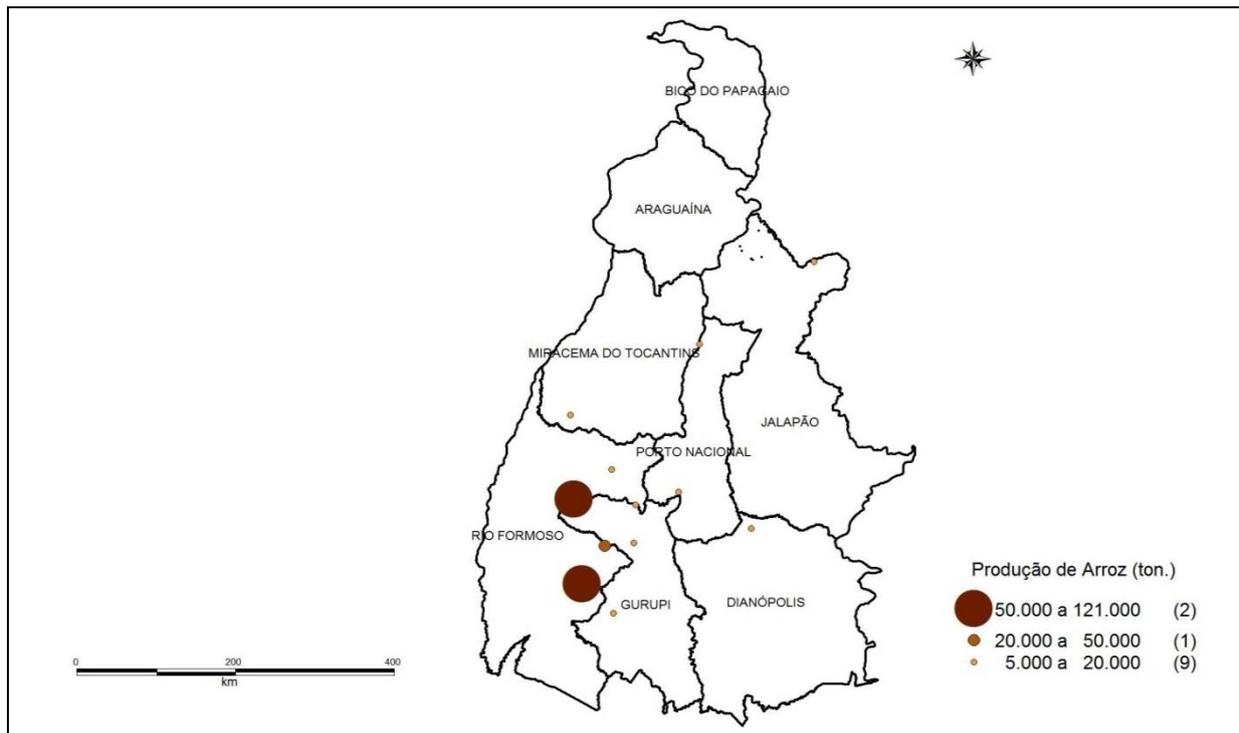
A - Principais regiões produtoras de soja em 2000



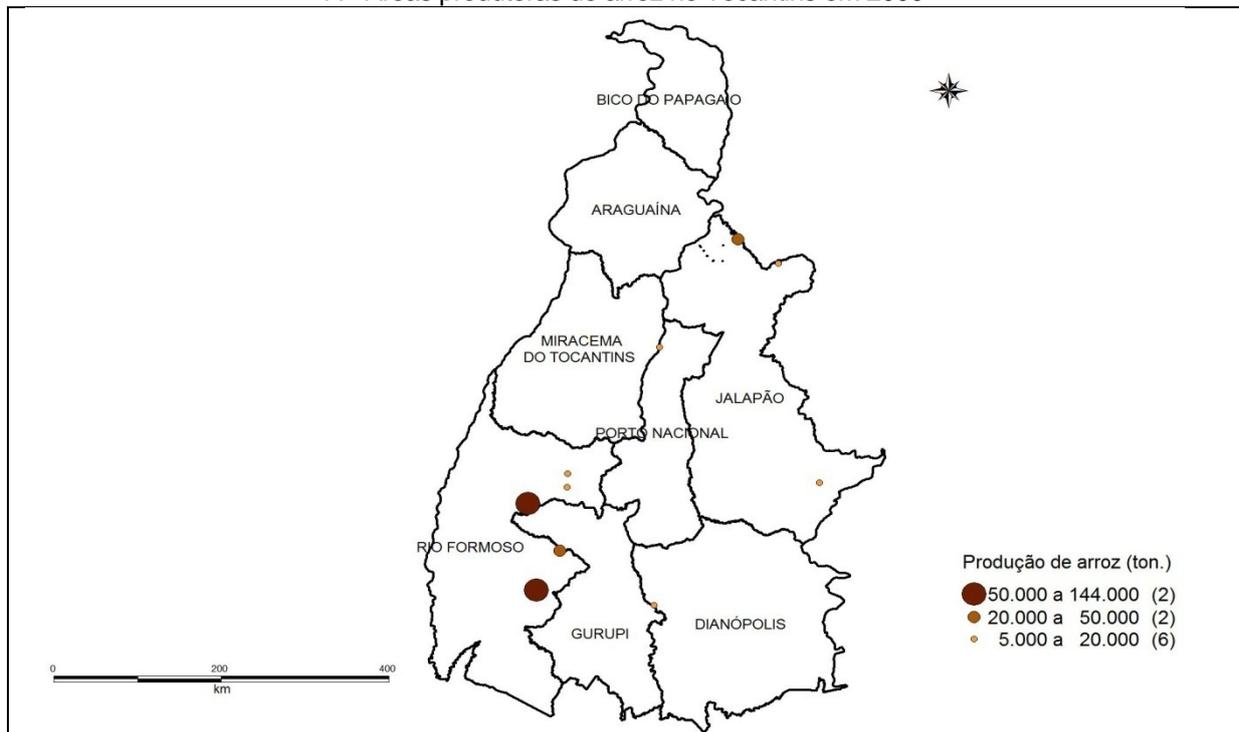
B - Principais regiões produtoras de soja em 2008

**Figura 148.** Distribuição dos pólos de produção de soja em função de sua produção em 2000 (A) e 2008 (B) Fonte: IBGE, 2009b.

É interessante observar que a expansão da produção de soja vem ocorrendo nas áreas que possuem melhor aptidão agrícola, mas não tem se limitado apenas a elas. De qualquer forma, constata-se que os municípios que tem maior produção estão situados em terras de melhor fertilidade. Na Figura 148, pode-se observar em 2000 e 2008 a distribuição das regiões com maior produção de soja em grãos.



A - Áreas produtoras de arroz no Tocantins em 2000



B - Áreas produtoras de arroz no Tocantins em 2008

**Figura 149.** Áreas produtoras de arroz em 2000 (A) e 2008 (B)

Fonte: IBGE, 2009b.

Conforme a Figura 148, observa-se em 2000, apenas quatro municípios produziam soja em todo o Estado, com destaque para a região centro-norte do Estado, na divisa entre as Microrregiões de Miracema do Tocantins e Porto Nacional. Em 2008, houve um incremento para trinta e seis municípios produtores,

ou seja, um incremento de 800%. Uma cultura que ganhou grande importância econômica para o Estado do Tocantins foi o arroz. O Tocantins produz 3,5% do arroz nacional, o que apesar de pouco expressivo quando comparado com os grandes produtores nacionais (Rio Grande do Sul e Mato Grosso), evidencia que a cultura tem sido dinâmica em algumas áreas do Estado.

A produção é bastante concentrada na área de Formoso do Araguaia, em função das condições naturais e também do Projeto Rio Formoso (Figura 148 -A e 148-B). Mesmo assim, a cultura apresentou, no período de disponibilidade das informações redução no número de municípios produtores.

Com base também nos dados do IBGE (2009b) e na busca do entendimento dos fatores de expansão das áreas cultivadas em território tocaninense, a cultura do milho tem se expandido muito nos últimos anos. A produção, que era de 70 mil de toneladas em 2000 subiu para 200 mil de toneladas em 2008. A taxa de crescimento da produção de milho no Estado foi superior a média nacional, o que fez com que a participação da cultura no Estado passasse de 0,3% do total nacional em 1990 para 0,4% em 2008. O crescimento da cultura do milho ocorre tanto pela expansão da agricultura mecanizada de grandes extensões como também em relação à agricultura de subsistência.

A Figura 150 ranqueia as Microrregiões do Estado do Tocantins em relação à quantidade de milho produzido. Verificou-se que no ano de 2000, a Microrregião com o maior volume de milho produzido no Estado ficou por conta da Microrregião de Rio Formoso e Dianópolis. Já em 2008, verificou-se que o perfil produtivo alterou-se, com destaque para a Microrregião do Jalapão como a maior produtora, seguido por Dianópolis. Essas áreas normalmente são destinadas à produção de milho com a finalidade de suplemento animal, com a venda do excedente a terceiros, bem como alimentação de base (subsistência).

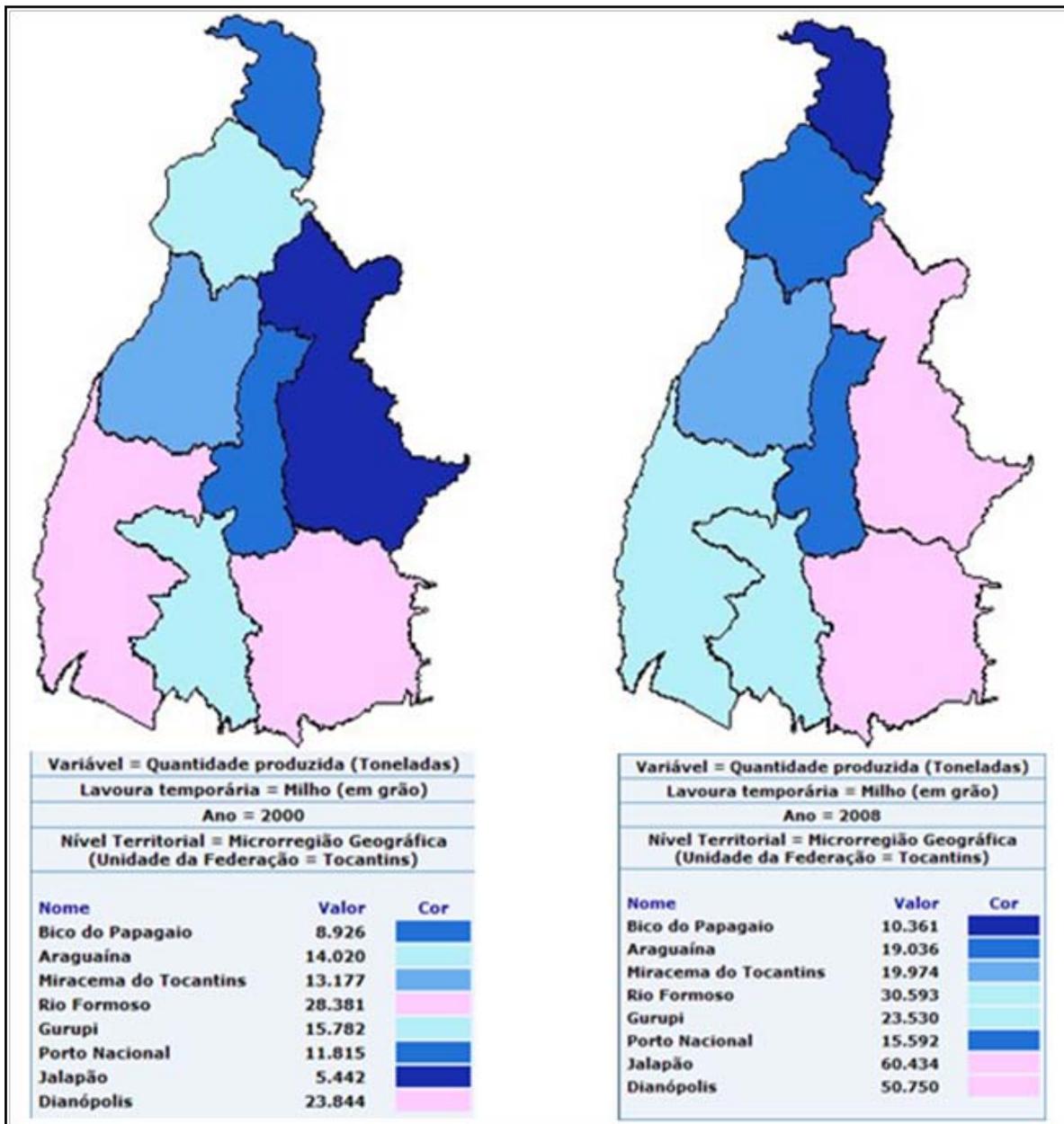
Importante salientar que a dinâmica de produção está relacionada diretamente às condições climáticas e refletem diretamente na produção, sem muitas vezes interferir no quantitativo de áreas cultivadas.

O aumento na produção de cana evidencia que o Estado pode estar entrando em um ciclo de expansão da cultura. É preciso se observar o que ocorrerá nos próximos anos com a cultura, que pode ser uma alternativa para o crescimento e a agroindustrialização do Estado.

A Agropecuária é o principal vetor de antropização no Estado. Segundo dados do IBGE (2009c), entre 1990 e 2008 o rebanho bovino do Estado do Tocantins passou de 4 milhões para 8 milhões de cabeças com uma taxa de crescimento médio anual de 4,2%, inferior somente em relação aos estados de Mato Grosso, Pará, Rondônia, Acre e Amazonas. A participação no rebanho do país aumentou quase 1%, passando de 3% em 1990 para 4% em 2008, o que coloca o Estado com o 11º rebanho bovino do país. Apesar de ter um rebanho significativo, a produção de leite do Estado é de menos de 0,5% da produção nacional (IBGE, 2009c).

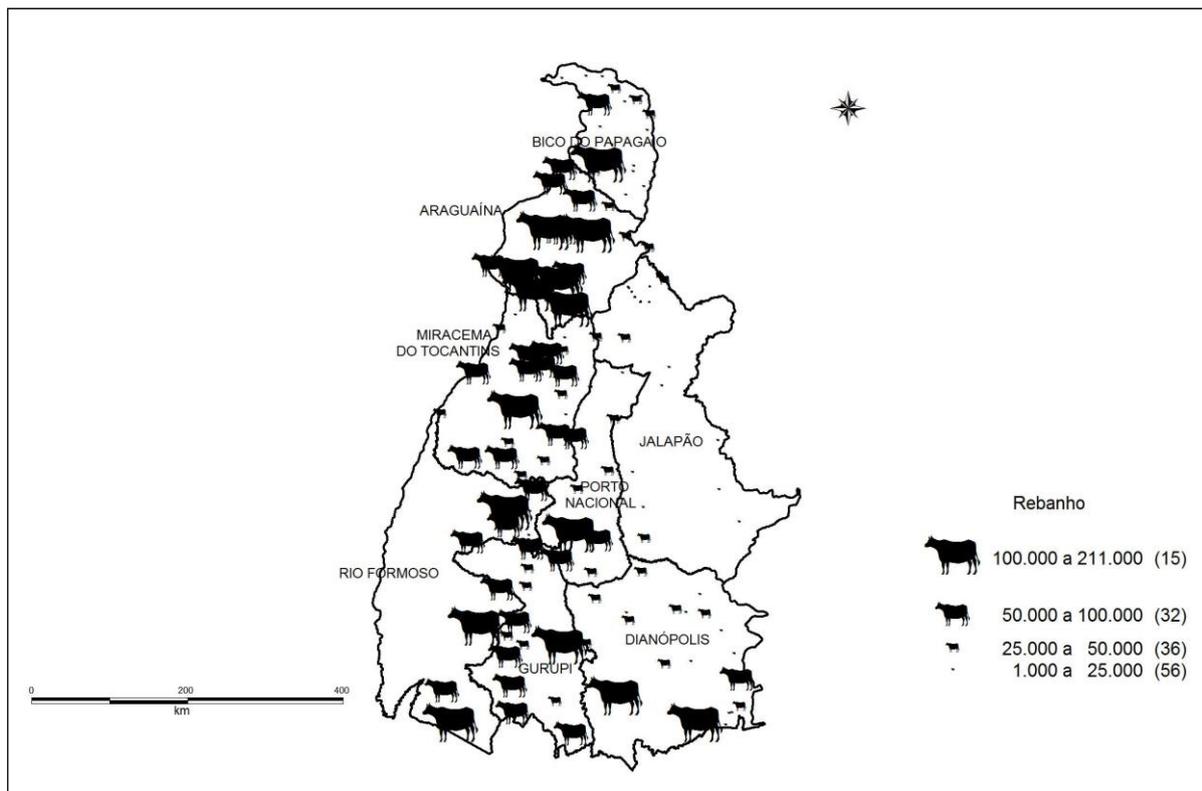
A bovinocultura tem avançado às áreas de Cerrado e em áreas de Capoeira principalmente, cujo custo da mecanização em áreas de baixa fertilidade não permite o desenvolvimento da agricultura nessas áreas. As regiões mais importantes em relação à pecuária estão situadas ao norte, próximo a Araguaína e ao sul, na região próxima a Gurupi.

Porém, observa-se que as regiões oeste e leste do Estado têm pouco rebanho bovino (Figura 151 e Figura 152). Por um lado, a explicação se deve a Ilha do Bananal, ocupada como Terra Indígena e Parque Nacional e do outro, o Jalapão, que além das unidades de conservação (Estação Ecológica, Parque Estadual, Área de Proteção Ambiental) tem condições naturais mais restritivas, principalmente devido à pedologia.

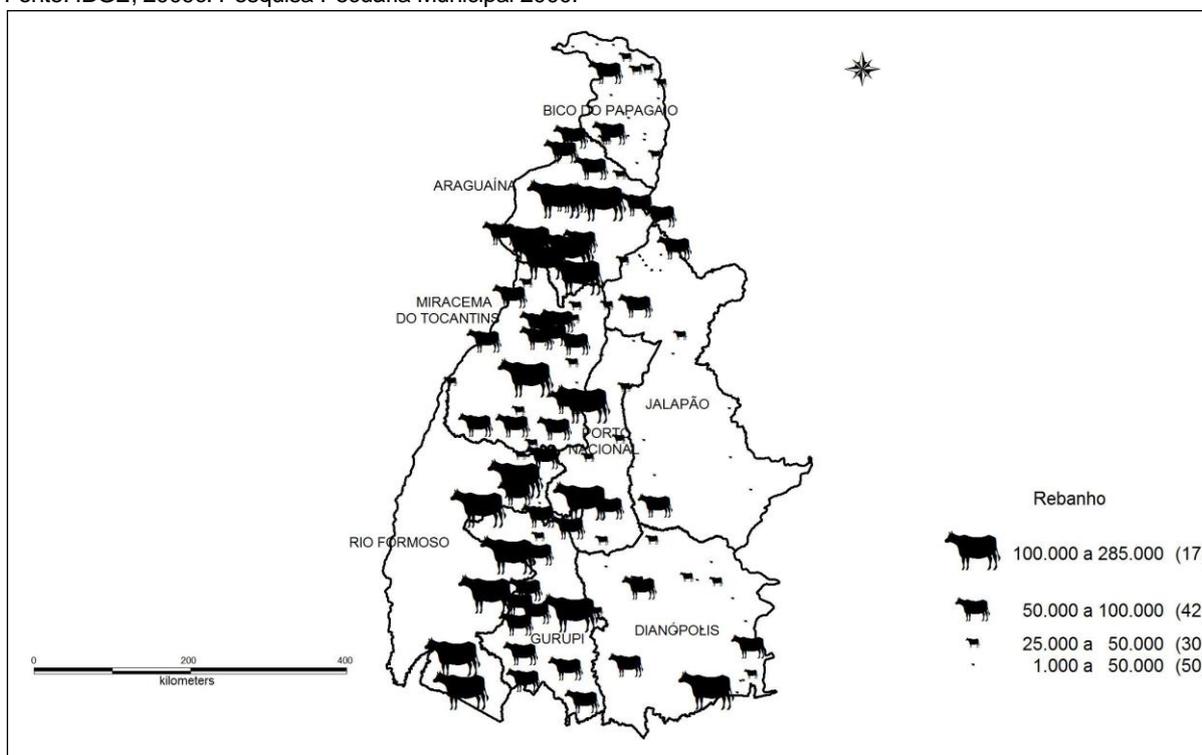


**Figura 150.** Quantidade de milho produzida (ton.) nas Microrregiões do Tocantins em 2000 e 2008  
Fonte: IBGE, 2009b.

O Estado também possui segundo o IBGE (2009c), outros tipos de atividades pecuárias, como a suinocultura e avicultura. Em relação à suinocultura, o Estado teve uma perda no rebanho suíno de mais de 300 mil cabeças no período considerado, o que fez com que a participação caísse de 1,6% do rebanho nacional em 1990 para 0,7% em 2008. Porém, em nível de mapeamento essas áreas tornam-se desprezíveis.



**Figura 151.** Distribuição do rebanho bovino no Estado do Tocantins em 2000  
 Fonte: IBGE, 2009c. Pesquisa Pecuária Municipal 2000.



**Figura 152.** Distribuição do rebanho bovino no Estado do Tocantins em 2008  
 Fonte: IBGE, 2009c. Pesquisa Pecuária Municipal, 2008.

A avicultura, porém, cresceu como atividade econômica no Tocantins. Este crescimento, no entanto, foi insuficiente para manter a participação da atividade em relação ao País. A taxa média anual de



crescimento foi de 1,3% no período, contra 4,1% da média nacional, o que fez com que a participação no rebanho nacional passasse de 0,5% para 0,4% entre 1990 e 2008. Apesar da queda relativa na participação, o Estado observou um incremento de mais de 600 mil cabeças no período em questão. Também esta atividade em relação ao quantitativo de áreas de criação é inexpressiva.

As atividades de bovinocultura, avicultura e suinocultura exigem, porém, grande fornecimento de proteína de origem vegetal, o que se traduz no aumento da área plantada de soja, milho, sorgo, decorrentes da demanda por parte de seus criadores. Pode-se afirmar que o maior consumo interno de grãos ocorre por conta da criação de animais destinados ao consumo humano.

A análise quantitativa das variáveis socioeconômicas e do mapeamento possibilitou correlacionar o desenvolvimento econômico e populacional com as mudanças no uso e ocupação da terra, obtendo-se com isso indicadores de ordem positiva ou negativa para explicar o modelo de ocupação e uso da terra no Estado.

#### **4.3.5. Dinâmica da Cobertura e Uso da Terra nas Terras Indígenas e Unidades de Conservação do Tocantins**

##### **4.3.5.1. Terras Indígenas**

Os dados relativos à cobertura e uso da terra, e a dinâmica da cobertura e uso da terra das terras indígenas do Estado do Tocantins estão sistematizadas, respectivamente, no Apêndice 4 do Volume II e no Apêndice 9 do Volume III do presente Relatório.

Considerando-se o conjunto das terras indígenas do Estado, elencadas no item 2.4.3. *Unidades de Conservação e Terras Indígenas* verificou-se, inicialmente, uma pequena variação na área antropizada ao longo dos quatro período mapeados - da ordem de 8,4% do total das terras para 1990; 5,7% para o ano de 2000; 5,8% para 2005; e 7,7% para 2007.

Dentre todas as terras indígenas, a Terra Indígena Parque do Araguaia, é a que apresenta maior superfície antropizada, em termos absolutos, equivalente a 70,3% do total de todas as terras indígenas somadas no ano de 2007. No entanto, no contexto específico da área indígena em questão, esta superfície é menos representativa, variando de 4,7% de sua superfície em 2000 a 7,3% no ano de 2007. Quanto ao uso da terra na unidade, o mapeamento demonstrou que os dois tipos de uso identificados - Capoeira e Agropecuária apresentaram uma perfil oposto no ano de 2007: assim, a classe Capoeira experimentou o menor percentual de ocupação, de 2,0% da unidade, enquanto a superfície ocupada por Agropecuária atingiu o percentual máximo, de 5,3%. Como comparação em relação ao ano de 2005, a área de Capoeira reduziu-se em cerca de 12,5%, enquanto a área de Agropecuária elevou-se em mais de 85,0%, saltando de 387,1km<sup>2</sup> para 718,4km<sup>2</sup>. As informações de dinâmica da cobertura e uso da terra indicam o período 2005-2007 como aquele com maior conversão de área nativa em área antrópica, calculada em 397,1km<sup>2</sup>, dentre todos os anos mapeados. Associando-se estas informações, pode-se afirmar que a expansão das áreas de Agropecuária no período 2005-2007 decorreu, em sua maior parte, da conversão de áreas de vegetação nativa.

As unidades com maior nível de antropização foram justamente aquelas com menor extensão territorial, exceção feita à Terra Indígena Maranduba, que não apresentou áreas antropizadas no período. Considerando-se apenas o ano de 2007, o percentual de áreas antrópicas totalizou 17,4% na Terra Indígena Krahô Kanela, 29,1% na Terra Indígena Funil, e 40,1% na Terra Indígena Xambioá. Quanto ao

tipo de uso da terra Agropecuária, a Terra Indígena Funil foi quem apresentou um percentual mais elevado de ocorrência, embora sem ter registrado altos índices de conversão de áreas naturais em áreas antrópicas no período, e também mantendo estável a superfície antropizada ao longo do período 1990-2007. A inexistência de áreas antropizadas na Terra Indígena Maranduba decorre do fato da mesma possuir uma extensão mais representativa no vizinho Estado do Pará, sendo no Estado do Tocantins circunscrita a apenas duas ilhas fluviais no rio Araguaia, parcialmente alagadas nos período de cheia deste rio.

Quanto ao nível de antropização das outras três terras indígenas, a que apresentou maior destaque em termos percentuais no ano de 2007 foi a Terra Indígena Apinayé, com 15,8% da sua área total. A Área Indígena Xerente obteve 3,9% de área antrópica, enquanto Área Indígena Kraolândia apresentou apenas 2%. É interessante notar que apesar de ser a mais antropizadas dentre estas três unidades analisadas, os dados de dinâmica da cobertura e uso da terra demonstraram que a Terra Indígena Apinayé apresentou sequencialmente uma contínua redução na área antropizada, com significativas quedas em termos absolutos da área natural convertida em área antrópica para os períodos 1990-2000, 2000-2005 e 2005-2007. Além disso, a superfície ocupada pela classe Agropecuária reduziu-se em cerca de 57% entre 1990 e 2007. Tanto os dados de cobertura e uso da terra quanto de dinâmica da cobertura e uso da terra demonstraram que houve uma maior redução nos níveis de antropização entre 1990 e 2000. Aventa-se a hipótese que tal fato esteja vinculado ao fato de que no ano de 1990 parte do atual território Apinayé era ocupado por fazendas, e a partir de 1997, com a demarcação oficial da Terra Indígena Apinayé pela Fundação Nacional do Índio (FUNAI) e posse definitiva das terras por esta etnia, iniciou-se a reconversão das antigas áreas antrópicas em áreas nativas.

#### **4.3.5.2. Unidades de Conservação**

Os dados relativos à cobertura e uso da terra, e a dinâmica da cobertura e uso da terra das terras indígenas do Estado do Tocantins estão sistematizadas, respectivamente, no Apêndice 5 do Volume II e no Apêndice 10 do Volume III do presente Relatório.

As unidades de conservação do Estado do Tocantins foram elencadas no item 2.4.3. *Unidades de Conservação e Terras Indígenas*, do presente Relatório. Em razão das especificidades de uso, neste trabalho haverá uma análise específica das unidades segundo categorias uso sustentável e proteção integral.

Iniciando-se pelo conjunto de unidades de uso sustentável - em nível municipal, estadual e federal - o mapeamento indicou que a área antropizada oscilou entre 20,2% da área total, no ano de 1990, a 33,7% no ano de 2007.

Identificando-se separadamente as unidades segundo níveis administrativos, as unidades municipais foram aquelas que apresentam maior percentual de antropização, enquanto as unidades em nível estadual possuem maior percentual de vegetação nativa. Assim, em 1990, 51,8% da superfície das duas unidades municipais contabilizadas nesta análise<sup>[18]</sup> estavam antropizadas; percentual que elevou-se para 53,8% no ano de 2000, e teve seu ápice em 2005, quando chegou a 56,8%; no ano de 2007 a superfície antropizada foi contabilizada em 52,3% do total destas unidades.

---

<sup>[18]</sup> As duas unidades municipais correspondem às Áreas de Proteção Ambiental (APA): Sapucaia e Taquari.



Por sua vez, as nove unidades de nível estadual somadas<sup>[19]</sup>, totalizaram 19,8% de área antropizada no ano de 1990; 25,3% no de 2000; 30,3% em 2005, e, finalmente, em 2007, 33,2% de sua área total.

Interessante ressaltar que no ano de 1990, a superfície correspondente à soma das três unidades de nível federal<sup>[20]</sup> totalizava apenas 12,8% de percentual antropizado em relação à sua área total, então o nível com menor percentual antropizado. No entanto, decorrido apenas dez anos, ou seja, no ano de 2000, este percentual elevou-se para 32,8%. No ano de 2005 a área antropizada era de 43,3%, enquanto no ano de 2007 chegou a 43,5%. Explica-se que tal elevação decorreu da abertura de novas áreas agrícolas na APA Serra da Tabatinga, no Estado do Tocantins, sobretudo em razão da produção de grãos. Os dados do mapeamento de uso da terra indicaram que a área de Culturas Temporárias obteve sucessivos incrementos ao longo do tempo nesta unidade, passando de 1,28km<sup>2</sup> no ano de 1990 para 83,74 km<sup>2</sup> em 2000, e 128,83 km<sup>2</sup> em 2005; no ano de 2007 a superfície ocupada por culturas temporárias chegou a 136,1 km<sup>2</sup>, o que equivale dizer que cerca de 51% de toda a superfície da unidade estava ocupada por lavouras neste ano.

Em relação ao uso da terra, o mapeamento indicou uma pequena variação em relação aos níveis administrativos. Como esperado, a classe Agropecuária foi a maior abrangência espacial em nível estadual, sendo responsável por 93,1% de todos os tipos de antropização. Ainda em nível estadual, apenas a área ocupada pela classe Capoeira na APA Iha do Bananal/Cantão merece um certo relevo - 304 km<sup>2</sup> no ano de 2007; contudo, totalizou apenas 4,3% do percentual antropizado, face à expressiva extensão da classe Agropecuária.

Nas unidades de nível federal, como já explicitado anteriormente, a classe Cultura Temporária foi aquela de maior expressão espacial, principalmente em função da APA Serra da Tabatinga, totalizando 79,1% de todas as classes de uso. Por sua vez, a classe Agropecuária totalizou apenas 19,5% da área antrópica.

As unidades municipais detinham em 2007 o equivalente a 85,3% de uso da terra como relativos à Classe Agropecuária. Outros 14,7% eram recobertos por áreas de Capoeira, concentradas na APA Taquari.

O mapeamento detectou um grupo de unidades com expressiva superfície recoberta pela classe Corpos D'Água Continental, de origem natural e artificial. A APA dos Meandros do Rio Araguaia possui uma grande superfície de corpos de água de origem natural, que recobriram praticamente 20,0% da sua área total mapeada nos anos de 2005 e 2007, percentual que chegou a 22,3% no ano de 2000. Outras unidades tiveram um grande acréscimo de áreas na classe Corpos D'Água Continental em razão da construção de barramentos vinculados a projetos hidroelétricos. Neste sentido, ressalta-se a APA Lago de Palmas, em que houve a elevação da superfície de Corpos D'Água Continental de 2,6% sua área total no ano de 2000 para 18,6% no ano de 2005, fato motivado principalmente pela construção do lago da UHE Luíz Eduardo Magalhães. Outra unidade que experimentou um aumento ainda mais elevado no período mapeado foi a APA Lago de Peixe/Angical, que viu a superfície da classe Corpos D'Água Continental passar de 8,5% de sua área total no ano de 2005 para 35,9% no ano de 2007, pela construção do lago da UHE Peixe/Angical.

<sup>[19]</sup> As nove unidades em nível estadual correspondem às APAs: Serra do Lajeado; Foz do Rio Santa Tereza; Ilha do Bananal/Cantão; Lago de Palmas; Nascentes de Araguaína; Jalapão; Lago de Peixe/Angical; Lago de Santa Isabel; e Lago de São Salvador do Tocantins, Paranã e Palmeirópolis.

<sup>[20]</sup> As três unidades em nível federal correspondem às APAs: Serra da Tabatinga, e dos Meandros do Rio Araguaia, e à Reserva Extrativista do Extremo Norte do Estado do Tocantins. Como já indicado no item 2.4.3. *Unidades de Conservação e Terras Indígenas* do presente Relatório, não foram sistematizados os dados das Reservas Particulares do Patrimônio Natural em razão de haver inconsistências nos limites dos polígonos de algumas unidades na Base de Dados Geográficos do Tocantins.

Analisando-se individualmente todas as unidades de uso sustentável, a APA Ilha do Bananal Cantão é aquela com maior área antropizada, tanto em números absolutos (cerca de 7051 km<sup>2</sup>, no ano de 2007), quanto percentual - 83,2% da superfície de todas as unidades de nível municipal, estadual e federal somadas no ano de 2007. Estes números são explicados pela dimensão territorial desta APA, que representa 65,1% de todas as unidades de uso sustentável do Tocantins. De qualquer maneira merece relevo o processo de conversão de áreas nativas em áreas antrópicas, que afetou 21,0% das terras da APA Ilha do Bananal Cantão no período 1990-2007, equivalente a 3520,3 km<sup>2</sup>, conforme indicaram os dados de dinâmica da cobertura e uso da terra. Tal processo está em grande parte associado à expansão das áreas de pastagem, vinculadas à classe de uso Agropecuária, executada tanto por grandes empreendimentos agropastoris quanto por diversos projetos de assentamento rural instalados na região nas décadas de 1990 e 2000.

O processo de antropização também foi intenso na APA Lago de Palmas, com a conversão de vegetação nativa em vegetação antrópica da ordem de 22,3% da área total da unidade no período 1990-2007. A situação geográfica desta unidade, localizada entre as cidades de Porto Nacional e Palmas, e as características naturais de suas terras, foram fatores que impulsionaram a expansão das atividades produtivas nesta área, que registrou uma elevação da superfície antropizada em relação à sua área total de 25,5% em 1990 para 42,7% no ano de 2007.

A APA Lago de Santa Izabel detinha, em 2007, 59,7% de antropização em relação à sua área total. Interessante ressaltar que ao longo do período mapeado houve pequena variação no nível de antropização; como efeito de comparação, este índice era de 58,4% em 1990. Quanto às classes de uso, o mapeamento detectou que a classe Agropecuária reduziu seu percentual em relação à superfície total da unidade, de 42,4% em 1990 para 34,1% em 2007; enquanto isso, a superfície ocupada por Capoeira elevou-se de 15,5% para 24,8%, no mesmo período; e houve pequena elevação nas áreas ocupadas por vegetação nativa. Os dados de dinâmica da cobertura e uso da terra detectaram que a superfície relativa à conversão de áreas de vegetação natural em áreas antrópicas, no período 1990-2007, totalizam 12,6%, enquanto a reconversão de áreas antrópicas em áreas de vegetação nativa equivaleu a 11,5% da área total da unidade.

Como unidades de uso sustentável que apresentaram alto percentual de reconversão de áreas antrópicas em áreas naturais, com níveis superiores ao de conversão de áreas de vegetação natural em áreas antrópicas no período 1990-2007, o mapeamento detectou a Reserva Extrativista do Extremo Norte do Estado do Tocantins, onde este processo alcançou 23,3%, e a APA Nascentes de Araguaína, que totalizou 32,2% de sua área.

As unidades de uso sustentável com maior percentual de áreas nativas, no ano de 2007, eram: a APA Lago do Peixe Angical, onde a superfície antropizada totalizou 12,4% de sua área total; a APA dos Meandros do Rio Araguaia, com 4,7% de antropização; e a APA Jalapão, com apenas 0,7% de superfície antropizada em relação ao área total. Na APA Jalapão, a dinâmica da cobertura e uso da terra, detectou que a manutenção das áreas de vegetação natural ocorreu em 99,1% da área total da unidade.

As unidades de conservação de proteção integral, como esperado, apresentaram um nível de antropização distinto daquelas de uso sustentável. O mapeamento identificou que no conjunto de



unidades de proteção integral<sup>[21]</sup> - em nível estadual e federal - a área antropizada oscilou entre 2,7% da área total, no ano de 1990, a 3,4% no ano de 2007.

Identificando-se separadamente as unidades segundo níveis administrativos, as unidades em nível estadual foram aquelas que apresentam maior percentual de antropização, enquanto as unidades em nível federal possuem maior percentual de vegetação nativa. Assim, em 1990, 12,6% da superfície das quatro unidades em nível estadual contabilizadas nesta análise<sup>[22]</sup> estavam antropizadas; percentual que elevou-se, sequencialmente, para 13,3% no ano de 2000, 14,3% em 2005, e, finalmente, 14,4% da área total destas unidades no ano de 2007.

Por sua vez, as três unidades de nível federal somadas<sup>[23]</sup>, totalizaram 1,1% de área antropizada no ano de 1990; 0,9% no de 2000; 1,4% em 2005, e, finalmente, em 2007, 1,6% de sua área total.

Um fato a ser ressaltado para análise da antropização das unidades de proteção integral é o fato de que praticamente todas as unidades no Tocantins foram criadas a partir do ano de 2000, exceto o Parque Nacional do Araguaia que foi criado no ano de 1959, e do Parque Estadual do Cantão, criado em 1998 - conforme pode ser visto por meio de SEPLAN (2012c). Deste modo, em tese, qualquer análise dos dados de uso da terra extraídos a partir dos mapeamento de 1990 e 2000, deve considerar que não havia restrições legais sobre a utilização das terras no perímetros destas unidades, exceto para os citados parques Nacional do Araguaia e Estadual do Cantão. Além disto, o decreto legal para criação da unidade de conservação por vezes não implica na saída imediata de antigos proprietários ou moradores das áreas afetadas. Isso quer dizer, em outras palavras, que até que haja a desapropriação efetiva dos proprietários, mantem-se, por vezes, o uso da terra anterior à criação da unidade por um determinado período.

Outra questão diz respeito ao tipo de utilização da terra permitida nos Monumentos Naturais, de acordo com Sistema Estadual de Unidades de Conservação (TOCANTINS, 2005). Apesar de ser categorizado como uso sustentável, o Monumento Natural permite atividades de uso do solo e posse privada, desde que compatibilizados com os objetivos de conservação da unidade. Assim, o Monumento Natural das Árvores Fossilizadas do Norte do Estado do Tocantins, é a unidade de proteção integral com mais alto percentual de antropização, equivalente a 72,0% no ano de 2007. Interessante ressaltar que este percentual manteve-se estável ao longo do período analisado, pois, para efeito de comparação, em 1990 a área antropizada equivalia a 72,4% de sua área total. De qualquer maneira, no ano de 2007, o percentual de antropização do Monumento equivaleu a 82,9% de toda as unidades em nível estadual somadas, e a 46,0% de todas as unidades de proteção integral no Tocantins.

O Parque Estadual do Lajeado possuía 12,9% de área antropizada no ano de 2007, valor que elevou-se em relação a 2005, quando era de 11,3% - informando-se que a unidade foi criada no ano de 2001. Quanto ao Parque Estadual do Cantão, detectou-se também com uma pequena elevação no nível de antropização, considerando-se que a unidade detinha um percentual de 5,0% de áreas antrópicas no ano de 2007; enquanto em 2000, a mesma era de 4,2%.

<sup>[21]</sup> Como já explicitado anteriormente no item 2.4.3. *Unidades de Conservação e Terras Indígenas* do presente Relatório, a única unidade de proteção integral de domínio municipal no Estado do Tocantins - Monumento Natural Canyons e Corredeiras do Rio Sono - não foi computada em razão de ainda estar em discussão sua delimitação oficial.

<sup>[22]</sup> As quatro unidades em nível estadual correspondem ao Monumento Natural das Árvores Fossilizadas do Estado do Tocantins, e aos Parques Estadual: do Cantão; do Lajeado; e do Jalapão.

<sup>[23]</sup> As três unidades estadual correspondem à Estação Ecológica da Serra Geral do Tocantins, a aos Parques Nacional: do Araguaia; e das Nascentes do Rio Parnaíba.

A unidade federal com maior índice de antropização é o Parque Nacional do Araguaia, que apresentou 3,1% de antropização no ano de 2007. Além de pequena, identificou-se que cerca de 70,0% da área antropizada neste Parque é composta por Capoeira, indicando-se um possível processo de reconversão de parcela das áreas antrópicas em áreas de vegetação natural. Interessante citar que a extensão espacial do Parque Nacional do Araguaia representa 34% de todas as unidades de proteção integral no Tocantins. Em razão desta proporção, no ano de 2007, no conjunto das unidades em nível federal, o Parque detinha 82,9% das áreas antropizadas; e somadas as unidades em nível estadual e federal, este percentual totalizou 34,3%.

As demais unidades possuem percentuais baixos de antropização, destacando-se o Parque Estadual do Jalapão e a Estação Ecológica Serra Geral do Tocantins, com apenas 0,4% e 0,2% de área percentual antropizada, respectivamente, no ano de 2007.

Quanto aos tipos de uso da terra, o mapeamento identificou uma preponderância da classe Agropecuária, com 67,9% de usos antrópicos no ano de 2007. Contudo, em nível estadual, registrou-se uma primazia da classe Agropecuária, equivalente a 94,3% dos usos - em grande medida em razão da grande extensão espacial desta classe no Monumento Natural das Árvores Fossilizadas do Norte do Estado do Tocantins. Por outro lado, em nível federal, a Agropecuária foi mapeada em apenas 30,3% dos usos da terra, enquanto a Capoeira equivaleu a 57,8% da área antrópica.

O Corredor Ecológico Tocantins-Araguaia foi delimitado no âmbito no Plano de Zoneamento Ecológico-Econômico do Norte do Estado do Tocantins (BELLIA *et al.*, 2004). Engloba áreas com fragmentos vegetais nativos preservados, conectando-os à Terra Indígena Apinayé. Interliga as bacias do Tocantins e Araguaia, onde há partes de ecossistemas naturais ou alterados, possibilitando o movimento da biota, e o seu fluxo genético. Além disso, segundo BELLIA *et al.* (2004), “tem como característica natural, ser formado por terrenos de alta fragilidade ambiental, com ocorrência de fenômenos erosivos, associados aos arenitos da Formação Corda e as correspondentes Areias Quartzosas<sup>[24]</sup>; estas áreas correspondem, também e em sua maior parte, às áreas de reabastecimentos de aquíferos subterrâneos que alimentam os cursos d’água que demandam às duas bacias interligadas pelo Corredor.” Os dados do presente mapeamento demonstraram que houve uma elevação do nível de antropização do Corredor, que passou de 25,4% da sua área total em 1990 para 35,0% em 2007. Os estudos para delimitação do Corredor foram publicados oficialmente no ano de 2004 pelo Estado do Tocantins (BELLIA *et al.*, 2004). A partir de 2005, identificou-se uma elevação no ritmo de antropização da unidade, bem como o fato de que, além da conversão de áreas de vegetação nativa preservadas ou alteradas em pastagens (classe Agropecuária), o desmatamento foi também estimulado por reflorestamentos para produção de celulose.

---

<sup>[24]</sup> Na classificação de EMBRAPA (2009), equivalem aos Neossolos Quartzarênicos.



## Considerações Finais

### 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste estudo foram apresentados os resultados integrados da dinâmica espacial do território tocantinense dos anos de 1990, 2000, 2005 e 2007. Foram identificando e quantificados os diferentes tipos de cobertura e uso da terra por meio da associação de metodologias clássicas de mapeamento realizadas na Amazônia Legal, com análise de imagens orbitais TM/Landsat, trabalhos de campo, elaboração de mapeamento em escala 1:100.000, e geração da dinâmica da cobertura e uso da terra, e da análise integrada de dados geográficos com apoio de variáveis socioeconômicas nos quatro períodos citados, o que permitiu delinear as principais mudanças do espaço geográfico.

Os resultados do mapeamento foram sistematizados na forma de tabelas segundo cobertura e uso da terra, e dinâmica da cobertura e uso da terra do Estado do Tocantins, municípios, microrregiões, bacias hidrográficas, terras indígenas, e unidades de conservação.

Considerou-se o recorte das Microrregiões conforme adotado pelo IBGE - Dianópolis, Gurupi, Rio Formoso, Porto Nacional, Jalapão, Miracema do Tocantins, Araguaina e Bico do Papagaio. Para cada uma destas, foram realizadas quantificações da dinâmica e as caracterizações socioeconômicas em relação à localização, demografia, indicadores sociais, produto interno bruto, emprego, previdência e programas de transferência de renda e desempenho econômico/Agropecuária, proporcionando a análise da dinâmica de cada Microrregião no período de 1990 a 2007.

Para a integração desses dados foram elencadas diversas variáveis socioeconômicas com o objetivo de avaliar tanto o efeito da variável sobre o aumento ou diminuição da área antrópica. Assim, em função da disponibilidade de informações foram testadas as seguintes variáveis como sendo explicativas para os padrões de antropização - população, emprego, emprego agrícola, rebanho bovino, área plantada de grãos, número de assentamentos, distância à capital, além de variáveis instrumentais ligadas à localização. Todas as variáveis foram trabalhadas por município e o modelo foi feito para os anos de 2000 e 2007, para os quais o número de municípios e sua área são compatíveis.

Observou-se ao longo do período analisado (1990 e 2007) que em 1990, 71,2% do território do Estado era coberto por formações savânicas (domínio de cerrado), enquanto em 2007 o quantitativo passou para 61,1%, um decréscimo de 10,1% nessas áreas. Em relação às formações florestais, em 1990, o território do Estado era coberto por cerca de aproximadamente 6,2% de formações florestais, e 2007 este quantitativo chegou a 4,9%, houve um decréscimo de cerca de 1,2% de suas áreas. Em relação às áreas antrópicas (uso da terra) esta classe que envolve todos os tipos de exploração econômica foi acrescida em 10%, passando de 21,6% para 29,2% do território entre 1990 e 2007. Salienta-se que, apesar de um menor impacto sobre as formações florestais, estas fitofisionomias encontram-se concentradas na porção norte do Tocantins, ao contrário das formações savânicas, que ocorrem em todo o Estado. As áreas

ocupadas por Corpos D'água Continental elevaram-se de 0,9% do território tocantinense em 1990 para 1,1% em 2007, principalmente em função da construção de empreendimentos hidroelétricos na bacia do Rio Tocantins.

Em análise aos números da dinâmica de uso da terra no período 1990-2007, as principais mudanças de cobertura natural ocorreram com a substituição das áreas de formação savânica para Agropecuária, num total de 12,2% de conversão. As áreas com formação florestal foram convertidas em aproximadamente 1% para a atividade Agropecuária. Inversamente à tendência de conversão de áreas nativas para uso antrópico, 57,8% das áreas de formação savânica mantiveram-se como formação savânica e 1,2% das áreas de Capoeira foram convertidas para Agropecuária; a seu turno, 4,5% das áreas de formação florestal mantiveram-se inalteradas.

A área antrópica do Estado passou de cerca 6,0 milhões de hectares em 1990 para 9,1 milhões de hectares em 2007, o que corresponde a um aumento de 3,1 milhões de hectares. O percentual da área antrópica do Estado passou de 21,7% da área total do Estado em 1990 para 32,8% em 2007, o que representa uma taxa de crescimento média de crescimento de 2,5% ao ano. Interessante observar que no Estado do Tocantins há o predomínio da atividade Agropecuária no interior das áreas antropizadas, acima dos 85,6%.

Em termos de bacias hidrográficas, verificou-se que o sistema hidrográfico do Araguaia, formado por 16 bacias hidrográficas, possuía no ano de 2007 um percentual de áreas antrópicas da ordem de 51,3%. Quanto ao sistema hidrográfico do Tocantins, formado por 14 bacias hidrográficas, totalizava 28,1% de áreas antrópicas em 2007. Na superfície corresponde às terras indígenas verificou-se uma pequena variação na área antropizada ao longo dos períodos mapeados - da ordem de 8,4% do total das terras em 1990 para 7,7% em 2007. Quanto ao conjunto de unidades de conservação - domínios municipal, estadual e federal reunidos, o trabalho concluiu que nas unidades vinculadas a categoria uso sustentável, a área antropizada oscilou entre 20,2% da área total, no ano de 1990, a 33,7% no ano de 2007; por sua vez, nas unidades de proteção integral a área antropizada oscilou entre 2,7% da área total, no ano de 1990, a 3,4% no ano de 2007.

Observou-se que os padrões de uso e ocupação da terra são bastante distintos. Enquanto, em 2007, a Microrregião de Araguaína possui o maior percentual relativo de área antrópica do Estado, a Microrregião do Jalapão possui apenas 9,9% de sua área antropizada no mesmo ano. Essas diferenças regionais no padrão de antropização estão ligadas a diversos aspectos, dentre os quais podemos destacar a disponibilidade de recursos naturais que permitem que algumas regiões sejam ocupadas de forma mais intensiva em função de sua aptidão agrícola. Outro vetor de antropização no Estado está relacionado à presença de obras de infraestrutura aliado a políticas públicas que provocam mudança no padrão de uso e ocupação da terra neste período, como por exemplo, a construção da capital, Palmas.

Por tratar-se de um Estado em que as principais atividades econômicas estão ligadas ao agronegócio e, com base nas estatísticas agrícolas obtidas pelo IBGE na identificação das principais atividades agropecuárias no Estado, deu-se um enfoque às culturas de soja, arroz e a pecuária de corte.

Em 1990, o Estado do Tocantins era responsável por apenas 0,1% da produção dos principais grãos (arroz, feijão, milho, soja e trigo) no País, patamar que atingiu 1,2% na década seguinte ( IBGE, 1990; 2001). Na média, a produção de grãos do Estado cresceu 8,3% ao ano, contra a média brasileira de 5,5% ao ano.



O cultivo de soja foi a atividade agrícola que mais cresceu entre 1990 e 2008 no Estado do Tocantins. A produção vem se expandindo para vários municípios, como Campos Lindos, Mateiros e Pedro Afonso, no qual o mapeamento corrobora com as informações oficiais. É interessante ressaltar que a expansão da produção vem ocorrendo nas áreas que possuem melhor aptidão agrícola, mas não tem se limitado apenas a elas.

Uma cultura que ganhou grande importância econômica para o Estado do Tocantins foi o arroz. O Tocantins produz 3,5% do arroz nacional, o que apesar de pouco expressivo quando comparado com os grandes produtores nacionais (Rio Grande do Sul e Mato Grosso), evidencia que a cultura tem sido dinâmica em algumas áreas do Estado. A produção é bastante concentrada na área de Formoso do Araguaia, em função das condições naturais.

A agropecuária é o principal vetor de antropização no Estado. Segundo dados do IBGE (2009b,c), entre 1990 e 2008 o rebanho bovino do Estado do Tocantins passou de 4 milhões para 8 milhões de cabeças com uma taxa de crescimento médio anual de 4,2%, inferior somente em relação aos estados de Mato Grosso, Pará, Rondônia, Acre e Amazonas. A participação no rebanho do país aumentou quase 1%, passando de 3% em 1990 para 4% em 2008, o que coloca o Estado com o 11º rebanho bovino do país. Apesar de ter um rebanho significativo, a produção de leite do Estado é de menos de 0,5% da produção nacional (IBGE, 2009c).

A importância do agronegócio no Estado do Tocantins se expressa na importância do setor no PIB do Estado, que em 2005 era de aproximadamente 37% do PIB total do Estado (GUILHOTO *et al.*, 2007). Comparativamente ao Brasil, a importância do setor para o Estado é 8 pontos percentuais maior do que a média do país, que era de 29% em 2005. Do total do PIB do Agronegócio do Estado em 2005, o agronegócio familiar respondia por 35% e o patronal pelos outros 65% do PIB do setor. Em ambos os setores, a importância de lavouras e pecuária é bastante similar, cerca de 50% para cada uma. Entretanto, na lavoura familiar os destaques ficam por conta da produção de arroz e mandioca, enquanto que na lavoura patronal o carro chefe é a soja e a fruticultura.

No caso da pecuária o rebanho de corte e a produção de leite têm participação bastante semelhante à produção familiar, enquanto que na produção patronal, se destaca a pecuária de corte. No caso da indústria ligada à agricultura familiar o destaque fica por conta dos laticínios, enquanto que na produção patronal o processamento de produtos vegetais e o abate de bovinos são o carro chefe no setor industrial..

Fica demonstrada a importância do agronegócio para o Estado, além disso, destaca-se o papel preponderante que a atividade tem sobre o uso e ocupação da terra. Neste aspecto cabe destacar mesmo que de forma rápida duas políticas públicas importantes para o setor, uma ligada ao crédito e a outra ligada a política de assentamentos rurais.

A análise integrada entre a socioeconomia e os dados de uso e ocupação da terra permitiu destacar que o padrão histórico de ocupação ao longo das rodovias que cortam o Estado se consolidou. O processo ficou muito evidente na análise espacial em que o maior índice de áreas antrópicas, seja em nível regional ou municipal, acompanha estas rodovias. Entretanto, a criação da capital e a abertura de uma malha rodoviária estadual parecem contribuir para o surgimento de novos pólos de ocupação. Estes novos pólos induziram a mudança no uso e ocupação da terra ao longo do período analisado, com a colonização de novas regiões do Estado. Este crescimento deu-se pela abertura e incorporação de novas áreas, ou seja, pelo aumento do fator terra no processo produtivo. A partir de um arcabouço teórico ligado a economia do

meio ambiente fica evidenciado-se que este padrão de ocupação observado talvez ainda encontre algum espaço para ampliar seu modelo, entretanto, o mesmo não é sustentável.

Os resultados das correlações do modelo econométrico indicaram que a área antrópica é positivamente correlacionada com rebanho bovino, aumento da produção de grãos, área de assentamento, emprego e população, e aspectos regionais específicos, ou seja, corrobora-se a hipótese de que o aumento da população gera aumento da atividade econômica e conseqüentemente um aumento da área antropizada, o que está de acordo com a literatura que trata da relação entre economia e meio ambiente. Cabe mencionar que apesar de todas as correlações apresentarem-se positivas, o resultado não indicou que essa relação é forte em todos os casos.

Apesar do trabalho contemplar a análise de quatro datas distintas através do mapeamento, e assim representar um período dinâmico, os seus resultados refletem na verdade fatos que ocorrem pontualmente em um determinado dia do ano, sem a possibilidade de acompanhar as mudanças de uso e cobertura em tempo real. Os fatos representados no trabalho não podem ser comparados sem levar em consideração o fator escala e tempo. A complexidade epistemológica em trabalhos que envolvem estudos comparativos entre informações espaciais e pesquisas socioeconômicas dessa natureza está em tornar compatíveis as informações temporais e conceituais. Neste trabalho, os conceitos envolvidos e os materiais utilizados foram muito discutidos com vistas a minimizar o problema da compatibilidade temporal entre as diferentes fontes de informações.

Na análise das imagens de satélite ao longo do processo de mapeamento, dois aspectos foram importantes para avaliação da dinâmica. O primeiro esteve ligado à magnitude das mudanças, ou seja, qual é a parcela de determinada área foi alterada ao longo de um determinado período. O segundo aspecto importante esteve ligado à amplitude ou variância, que significa analisar o coeficiente de variação das classes, ou seja, quais se alteraram em determinado período. Em relação à análise da dinâmica socioeconômica foi importante caracterizar adequadamente a região objeto de estudo, observando se apresentou crescimento positivo, negativo ou permaneceu estagnada.

Em síntese, o presente estudo teve como principal objetivo entender a dinâmica de ocupação do espaço geográfico tocantinense, com a missão de servir de apoio ao planejamento de ações estratégicas para a gestão territorial, ressaltando-se aquelas conduzidos pelos instrumentos zoneamento ecológico-econômico, planos diretores de municípios, e planos de bacia hidrográfica. As informações geradas no estudo subsidiarão o Poder Público no planejamento e ordenamento do uso das paisagens, tanto em termos de conservação e proteção ambiental, quanto de expansão e consolidação das atividades produtivas, especialmente agropecuárias; apoiarão a avaliação de impactos socioeconômicos e ambientais; servirão como referencial para delineamento de políticas e estratégias públicas e privadas nos setores de transporte, agropecuária, fundiário, e ambiental, dentre outros; e servirão como referencial para a geração de novos estudos sobre o Estado do Tocantins.



## Referências

- Agência Nacional de Energia de Energia Elétrica (ANEEL). 2011. **Banco de Informações de Geração**. Brasília. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.asp>>.
- Agência Nacional de Energia de Energia Elétrica (ANEEL). 2008. **Banco de Informações de Geração**. Brasília. Disponível em: <[www.anatel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/2008](http://www.anatel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/2008)>.
- ALMEIDA, A.S.; VIEIRA, I.C.G. 2008. **Dinâmica da cobertura vegetal e uso da terra no município de São Francisco do Pará (Pará, Brasil) com o uso da técnica de sensoriamento remoto**. Bol. Mus. Para. Emilio Goeldi Cienc. Nat., 3(1), p.81-92.
- ALMEIDA, F. F. M. *et al.* 1977. **Províncias estruturais brasileiras**. In: Simpósio de Geologia do Nordeste, 8., 1977, Campina Grande. *Atas...* Campina Grande: SBG, 1995, p. 363-391.
- ALMEIDA, H. G.; ARAÚJO, O. J. B. de; MARTINS, R. C. 2001. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional da Produção Mineral. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil (PLGB). Geologia. Marabá. **Folha SB.22-X-D**. Estados do Pará, Maranhão e Tocantins. Escala 1:250.000. Brasília: CPRM/DIEDIG/DEPAT. 1 CD-ROM.
- ALVES, H.P.F. 2004. **Análise dos fatores associados às mudanças na cobertura da terra no Vale do Ribeira através da integração de dados censitários e de sensoriamento remoto**. Tese (Doutorado em Ciências Sociais), Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Campinas. 294 p.
- ALVES, P. A., AMARAL, S., ESCADA, M. I. S.; MONTEIRO, A. M. V. 2009. **Explorando as relações entre a dinâmica demográfica, estrutura econômica e no uso e cobertura da terra no sul do Pará: lições para o Distrito Florestal Sustentável da BR-163**. São José dos Campos: INPE, Pub. 2009. Geografia.
- ANJOS, C. E. dos; DIAS, R. R. 2002. Secretaria do Planejamento e Meio Ambiente (Seplan). Diretoria de Zoneamento Ecológico-Econômico (DZE). Projeto de Gestão Ambiental Integrada da Região do Bico do Papagaio. Zoneamento Ecológico-Econômico. Carolina. **Geologia da Folha SB.23-Y-C**. Estado do Tocantins. Escala 1:250.000. DIAS, R. R. (org.). Palmas: Seplan/DZE. 50 p. (ZEE Tocantins, Bico do Papagaio, Geologia, 4/4).
- ARAÚJO, V. A.; OLIVATTI, O. (org.). 2001. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional da Produção Mineral. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil (PLGB). Geologia. Araguaína. **Folha SB.22-Z-D**. Estados do Tocantins e Pará. Escala 1:250.000. Brasília: CPRM/DIEDIG/DEPAT. 1 CD-ROM.
- ANSELIN, L. 1995. **Local Indicators of Spatial Association - LISA**. Geographical Analysis, 27, n.2, 93/115, 1995.

- ARAÚJO FILHO, M.C.; MENESES, P.R.; SANO, E.E. 2007. **Sistema de classificação de uso e cobertura da terra com base na análise de imagens de satélite**. Revista Brasileira de Cartografia, 59/02. p. 171-179.
- BAILEY, T.; GATRELL, A. 1995. **Interactive Spatial Data Analysis**. London: Longman Scientific and Technical.
- BARBOSA, A.S. *et al.* 2005. **Geografia: Goiás-Tocantins**. 2ª ed. Goiânia: Editora da UFG.
- BARBOSA, G. V.; BOAVENTURA; R. A. S.; PINTO, M. N. 1973. Geomorfologia. *In*: BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto Radam: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação. **Partes das Folhas SC.23 Rio São Francisco e SC.24 Aracaju**. Rio de Janeiro: Radam. (Levantamento de Recursos Naturais, 1).
- BARBOSA, G. V.; BOAVENTURA; R. A. S.; PINTO, M. N. 1973. Geomorfologia. *In*: BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto Radam: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação. **Folha SB.23 Teresina e parte da Folha SB.24 Jaguaribe**. Rio de Janeiro: Radam. (Levantamento de Recursos Naturais, 2).
- BATISTA FILHO, J. A. 2009. **A infraestrutura de transporte e impactos dos investimentos da construção da Ferrovia Norte-Sul no Tocantins**: uma abordagem insumo-produto. Dissertação de Mestrado PPGDRA. Palmas.
- BATISTELLA, M. 2001. **Landscape change and land-use/land-cover dynamics** in Rondônia, Brazilian Amazon. Bloomington: Indiana University.
- BELLIA, V. *et al.* 2004. Secretaria do Planejamento e Meio Ambiente (Seplan). Diretoria de Zoneamento Ecológico-Econômico (DZE). Projeto de Gestão Ambiental Integrada da Região do Bico do Papagaio. Zoneamento Ecológico-Econômico. **Análise Ambiental e Socioeconômica do Norte do Estado do Tocantins**. BELLIA, V.; Dias, R. R. (org.). Palmas: Seplan/DZE. 330 p. (ZEE Tocantins, Bico do Papagaio, Análise Ambiental e Socioeconômica).
- BERTRAN, P. 1988. **Uma introdução à história econômica do Centro-Oeste do Brasil**. Brasília: CODEPLAN.
- BERTRAND, G. 1971. Paisagem e geografia física global. Esboço metodológico. Universidade de São Paulo. Instituto de Geografia. **Caderno de Ciências da Terra**, 13, São Paulo.
- BIGNELLI, P. A.; DIAS, R. R. 2002. Secretaria do Planejamento e Meio Ambiente (Seplan). Diretoria de Zoneamento Ecológico-Econômico (DZE). Projeto de Gestão Ambiental Integrada da Região do Bico do Papagaio. Zoneamento Ecológico-Econômico. Imperatriz. **Geologia da Folha SB.22-X-D**. Estado do Tocantins. Escala 1:250.000. Org. por Ricardo Ribeiro Dias. Palmas: Seplan/DZE. 46 p. (ZEE Tocantins, Bico do Papagaio, Geologia, 1/4).
- BIGNELLI, P. A.; DIAS, R. R. 2002. Secretaria do Planejamento e Meio Ambiente (Seplan). Diretoria de Zoneamento Ecológico-Econômico (DZE). Projeto de Gestão Ambiental Integrada da Região do Bico do Papagaio. Zoneamento Ecológico-Econômico. Imperatriz. **Geologia da Folha SB.23-V-C**. Estado do Tocantins. Escala 1:250.000. Org. por Ricardo Ribeiro Dias. Palmas: Seplan/DZE. 44 p. (ZEE Tocantins, Bico do Papagaio, Geologia, 2/4).



- BOAVENTURA; R. S. 1974. Geomorfologia. *In*: BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto Radam: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. **Folha SB.22 Araguaia e parte da Folha SC.22 Tocantins**. Rio de Janeiro: Radam. (Levantamentos de Recursos Naturais, 4).
- BRASIL. 1998. Senado Federal. Secretaria Especial de editoração e publicações. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Texto consolidado até a Emenda Constitucional nº 56 de 20 de dezembro de 2007. Brasília: Senado Federal, 2007.
- BRASIL. 2000. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Lei nº 9.985**, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências.
- BRASIL. 2006. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Lei nº 11.297**, de 9 de maio de 2006. Acrescenta e altera dispositivos na Lei no 5.917, de 10 de setembro de 1973, que aprova o Plano Nacional de Viação; revoga o art. 3º da Medida Provisória no 2.217-3, de 4 de setembro de 2001; e dá outras providências. Disponível em <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2004-2006/2006/Lei/L11297.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Lei/L11297.htm)>. Acesso: 20 abr. 2007.
- BRASIL. 2007. Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA). Disponível em: <<http://www.mda.gov.br>>. Acesso: 20 abr. 2007.
- BRASIL. 2007. Ministério dos Transportes. Disponível em <<http://www.transportes.gov.br>>. Acesso: 20 abr. 2007.
- CÂMARA, G., CARVALHO, M. S., CRUZ, O. G., CORREA, V. 2000a. **Análise Espacial de Dados Geográficos**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, São José dos Campos.
- CÂMARA, G., CARVALHO, M. S., CRUZ, O. G., CORREA, V. 2000b. **Análise Espacial de Áreas**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, São José dos Campos.
- CASSETI, V.; DIAS, R. R.; BORGES, R. S. T. 2002. Secretaria do Planejamento e Meio Ambiente (Seplan). Diretoria de Zoneamento Ecológico-Econômico (DZE). Projeto de Gestão Ambiental Integrada da Região do Bico do Papagaio. Zoneamento Ecológico-Econômico. Marabá. **Geomorfologia da Folha SB.22-X-D**. Estado do Tocantins. Escala 1:250.000. DIAS, R. R.; BORGES, R. S. T (org.). Palmas: Seplan/DZE. 46 p. (ZEE Tocantins, Bico do Papagaio, Geomorfologia, 1/5).
- CASSETI, V.; DIAS, R. R.; BORGES, R. S. T. 2002. Secretaria do Planejamento e Meio Ambiente (Seplan). Diretoria de Zoneamento Ecológico-Econômico (DZE). Projeto de Gestão Ambiental Integrada da Região do Bico do Papagaio. Zoneamento Ecológico-Econômico. Imperatriz. **Geomorfologia da Folha SB.23-V-C**. Estado do Tocantins. Escala 1:250.000. DIAS, R. R.; BORGES, R. S. T (org.). Palmas: Seplan/DZE. 48 p. (ZEE Tocantins, Bico do Papagaio, Geomorfologia, 2/5).
- CARVALHO, L.M.T. 2005. **Mapeamento da flora nativa e das florestas de produção do Estado de Minas Gerais: procedimentos metodológicos e resultados parciais**. *In*: XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 12., 2005. *Anais...* INPE, p. 4029-4036.
- CHUVIECO, E. 1990. **Fundamentos de teledetección espacial**. Madrid: Ediciones Rialp. 453 p.
- COCHRANE, T.T.; COCHRANE, T.A. 2006. **Diversity of the land resources in the Amazonian State of Rondônia, Brazil**. *Acta Amazonica*, 36(1), p. 91-102.

CONSÓRCIO CENTRO TECNOLÓGICO DE ENGENHARIA (CTE) LTDA. / MRS ENGENHARIA DE PROJETO S/C LTDA. 2004. Secretaria do Planejamento e Meio Ambiente. Diretoria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Plano de manejo do Parque Estadual do Jalapão**. Palmas: Seplan/DMA.

CREPANI, E.; DIAS, R. R. 2002. Secretaria do Planejamento e Meio Ambiente (Seplan). Diretoria de Zoneamento Ecológico-Econômico (DZE). Projeto de Gestão Ambiental Integrada da Região do Bico do Papagaio. Zoneamento Ecológico-Econômico. Tocantinópolis. **Geologia da Folha SB.23-Y-A**. Estado do Tocantins. Escala 1:250.000. DIAS, R. R. (org.). Palmas: Seplan/DZE. 44 p. (ZEE Tocantins, Bico do Papagaio, Geologia, 3/4).

CRESPO, A. A. 2002. **Estatística fácil**. 17ª ed. São Paulo: Saraiva.

CUNHA, B. C. C. *et al.* 1981. Geologia. *In*: BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Projeto Radambrasil: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. **Folha SC.22 Tocantins**. Rio de Janeiro: Radambrasil. (Levantamento de Recursos Naturais, 22).

DAMBRÓS, L. A. *et al.* 1981. Estudo fitogeográfico. *In*: BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Projeto Radambrasil: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. **Folha SC.22 Tocantins**. Rio de Janeiro: Radambrasil. (Levantamento de Recursos Naturais, 22).

DAMBRÓS, L. A. *et al.* 2006. Secretaria do Planejamento e Meio Ambiente (Seplan). Diretoria de Zoneamento Ecológico-Econômico (DZE). Projeto de Gestão Ambiental Integrada da Região do Bico do Papagaio. Zoneamento Ecológico-Econômico. **Inventário Florestal e Levantamento Florístico do Norte do Estado do Tocantins**. Escala 1:250.000. Palmas: Seplan/DZE. (ZEE Tocantins, Bico do Papagaio, Inventário Florestal e Levantamento Florístico, 6/6).

DEL'ARCO, D. M. *et al.* 1995. **Mapa geoambiental do Estado do Tocantins**. Escala 1:1.000.000. *In*: Simpósio de Geografia Física Aplicada, 6., 1995, Goiânia. *Anais...* Goiânia: Ed. Universidade Federal de Goiás, 1995

DELGADO, G. C. 1985. **Capital financeiro e agricultura no Brasil**. São Paulo: Ícone.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL (DNPM). 2009. **Requerimentos Protocolados por Superintendência - 2002 - 2005 - 2007**. Brasília: Ministério das Minas e Energia, 2009. Disponível em: <<http://www.dnrm.gov.br/conteudo.asp?IDSecao=156&IDPagina=202>>. Acesso em: set. 2009.

DIREÇÃO Consultoria e Engenharia Ltda. 2005. Secretaria do Planejamento e Meio Ambiente. Diretoria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Estudos para a seleção das áreas de maior potencial para a conversão em unidades de conservação, incluindo a realização de estudos de flora e fauna (Regiões Noroeste / Nordeste do estado do Tocantins)**. Palmas: Seplan/DMA.

DIREÇÃO Consultoria e Engenharia Ltda. 2006. Secretaria do Planejamento e Meio Ambiente. Diretoria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Pesquisa de Fauna e Flora e Elaboração dos estudos das alterações da cobertura vegetal e da ocupação antrópica nas regiões Central e Leste do estado do Tocantins**. Palmas: Seplan/DMA

DINIZ, B. P. C. O. 2006 **Grande Cerrado do Brasil Central**: geopolítica e economia. Tese de Doutorado - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo, São Paulo.



- DRAGO, V. A. *et al.* 1981. Geologia. *In*: BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Projeto Radambrasil: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. **Folha SD.22 Goiás**. Rio de Janeiro: Radambrasil. (Levantamento de Recursos Naturais, 25).
- Diretoria de Serviço Geográfico (DSG). 2002. Exército Brasileiro. **Normas Provisórias para atualização com imagens de satélite**, 2002. Brasília.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). 1999. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 412 p.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). 2009. **Tipos de Vegetação do Bioma Cerrado**. Disponível em: <[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia16/AG01/arvore/AG01\\_23\\_911200585232.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia16/AG01/arvore/AG01_23_911200585232.html)> Acesso em: 10 jul. 2009.
- ESCADA, M. I. S. ; ALVES, D. S. 2003. **Dinâmica da Cobertura Florestal como indicador para a caracterização de Padrões de Ocupação em Rondônia**. *In*: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 11., 2003. *Anais...* Belo Horizonte, SBSR, 5-10 abril, 2003.
- FEARNSIDE, P.M. 2005. **Deforestation in Brazilian Amazonia: history, rates, and consequences**. *Conservation Biology*, 19(3), p. 680-688.
- FERNANDES, P. E. C. A. *et al.* 1982. Geologia. *In*: BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Projeto Radam: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. **Folha SD.23 Brasília**. Rio de Janeiro: Radambrasil. (Levantamento de Recursos Naturais, 29).
- FERREIRA, M.E.; FERREIRA, L.G.; SANO, E.E.; SHIMABUKURO, Y.E. 2003. **Uso do modelo linear de mistura espectral para o mapeamento sistemático e operacional do Bioma Cerrado**: possibilidades, implicações e procedimentos metodológicos. *In*: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 11., 2003. *Anais...* INPE, p. 657-664.
- FERREIRA, M.E.; FERREIRA JR, L.G.; FERREIRA, N.C.; ROCHA, G.F.; NEMAYER, M. 2007. **Desmatamentos no bioma Cerrado**: uma análise temporal (2001-2005) com base nos dados MODIS - MOD13Q1. *In*: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 13., 2007, Florianópolis. *Anais...* vol. 1. p. 3877-3883.
- FIGUEIREDO, A. J. de A.; SOUZA, J. O.; OLIVATTI, O. (org.). 2001. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional da Produção Mineral. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil (PLGB). Geologia. Conceição do Araguaia. **SB.22-X-B**. Estados do Tocantins e Pará. Escala 1:250.000. Brasília: CPRM/DIEDIG/DEPAT. 1 CD-ROM.
- FOOK, K. D. 2005 **Integração da estatística espacial em ambientes GIS**. Monografia de Qualificação em Computação Aplicada - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos.
- FURTADO, C. 2003 **Raízes do subdesenvolvimento**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira.
- GEORGESCU-ROEGEN, N. 1973. **The entropy Law and the economic process**. Cambridge, Mass: Harvard University Press.
- GOMES, H.; NETO, A. T.; BARBOSA, A. Sales. 2005. **Geografia: Goiás/Tocantins**. 2. ed, rev. e ampl. Goiânia: Editora da Universidade Federal de Goiás.

GOMES, S. C. ; BRAGA, M. J. ; SANTANA, A. C. ; LIMA, J. E. 2008. **Crescimento econômico e desmatamento na Amazônia Legal: uma análise econométrica.** In: Coelho, A.; Teixeira, E. C.; Braga, M. (Org.). Recursos naturais e crescimento econômico. Viçosa: UFV, v. 1, p. 177-210.

GREENE, W. H. 2003. **Econometric Analysis.** 5ª ed. Pearson Education, Inc. Singapura.

GUILHOTO, J.M; AZZONI, C. R.; SILVEIRA, F. G.; ICHIHARA, S.M, DINIZ; CAMPOLINA, B.P.; MOREIRA, G. R. C. 2007. **O PIB da Agricultura Familiar:** Brasil-Estados. Brasília : Ministério do Desenvolvimento Agrário, v.1. p.172.

GUJARATI, D. 2006. **Econometria Básica.** 4ª ed. Campus. Rio de Janeiro.

HOFFMAN, R. 2006. **Estatística para economistas.** 4ª ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). 1992. **Manual técnico da vegetação brasileira.** Rio de Janeiro. 92 p. (Manuais Técnicos em Geociências, n. 1).

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). 1996. **Censo Demográfico 1991 - Tocantins.** Rio de Janeiro: IBGE.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). 1997. Diretoria de Geociências. **Mapa de Unidades de Relevo do Brasil.** Escala 1:5.000.000. Rio de Janeiro: IBGE.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). 2000. **Atlas Nacional do Brasil.** Rio de Janeiro: IBGE.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). 2002a. **Censo Demográfico 2000.** Rio de Janeiro: IBGE.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). 2002b. **Vocabulário Básico de Recursos Naturais e Meio Ambiente.** Disponível em: <<ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos/recursosnaturais/vocabulario.pdf>>. Acesso em: jan.2009.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). 2004. **Mapa de biomas do Brasil. Escala 1:5.000.000.** Disponível em: <[ftp://geoftp.ibge.gov.br/mapas/tematicos/mapas\\_murais/biomas.pdf](ftp://geoftp.ibge.gov.br/mapas/tematicos/mapas_murais/biomas.pdf)>. Acesso em: jan.2009.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). 2006. **Manual técnico de uso da terra.** Rio de Janeiro. 95 p. (Manuais Técnicos em Geociências, n. 7, 2ª ed.).

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). 2007a. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. **Mapa de Geologia.** Estado do Tocantins. Escala 1:1.000.000. Rio de Janeiro: IBGE. Disponível em: <[ftp://geoftp.ibge.gov.br/mapas/tematicos/tematico\\_estadual/TO\\_geologia.pdf](ftp://geoftp.ibge.gov.br/mapas/tematicos/tematico_estadual/TO_geologia.pdf)>. Acesso em: 19. jun. 2009.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). 2007b. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. **Mapa de Geomorfologia.** Estado do Tocantins. Escala 1:1.000.000. Rio de Janeiro: IBGE. Disponível em: <[ftp://geoftp.ibge.gov.br/mapas/tematicos/tematico\\_estadual/TO\\_geomorfologia.pdf](ftp://geoftp.ibge.gov.br/mapas/tematicos/tematico_estadual/TO_geomorfologia.pdf)>. Acesso em: 19. jun. 2009.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). 2007c. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. **Pedologia:** Mapa Exploratório de Solos. Estado do Tocantins. Escala 1:1.000.000. Rio de



Janeiro: IBGE. Disponível em: [ftp://geoftp.ibge.gov.br/mapas/tematicos/tematico\\_estadual/TO\\_solos.pdf](ftp://geoftp.ibge.gov.br/mapas/tematicos/tematico_estadual/TO_solos.pdf). Acesso em: 19. jun. 2009.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). 2007d. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. **Mapa de Vegetação**. Estado do Tocantins. Escala 1:1.000.000. Rio de Janeiro: IBGE. Disponível em: < [ftp://geoftp.ibge.gov.br/mapas/tematicos/tematico\\_estadual/TO\\_vegetacao.pdf](ftp://geoftp.ibge.gov.br/mapas/tematicos/tematico_estadual/TO_vegetacao.pdf)>. Acesso em: 19. jun. 2009.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). 2007e. **Contagem da População 2007**. Rio de Janeiro. 311 p. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/contagem2007/contagem.pdf>. Acesso em: 19. jun. 2009.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). 2007f. **Sistema de Contas Regionais**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 19. jun. 2009.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). 2009a. **Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura 2009**. vol. 24. Rio de Janeiro: IBGE. Disponível em <[www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)> Acesso: jan. 2009.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). 2009b. **Produção Agrícola Municipal 1990 - 2008**. Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA. Rio de Janeiro, [2009]. Disponível em <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/>>. Acesso em: jan. 2009.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). 2009c. **Pesquisa Pecuária Municipal 1990 - 2008**. Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA. Rio de Janeiro, [2009]. Disponível em <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/>>. Acesso em: jan. 2009.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). 2010. **Censo Demográfico 2010**. Estado do Tocantins. Rio de Janeiro: IBGE. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/censo2010>>. Acesso em: dez. 2011.

Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA). 2000. **Novo retrato da agricultura familiar - o Brasil redescoberto**. Projeto de Cooperação Técnica. Brasília: INCRA/FAO, fev, 2000. Disponível em: <http://www.incra.gov.br/fao/>. Acesso em: jul. 2005.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). 2006. **Metodologia para o cálculo da taxa anual de desmatamento na Amazônia Legal**. Disponível em: <<http://www.obt.inpe.br/prodes/metodologia.pdf>>. Acesso em: jan. 2009.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). 2008. **Monitoramento da cobertura florestal da Amazônia por satélites: sistemas PRODES, DETER, DEGRAD e queimadas / 2007-2008**. Disponível em: <[http://www.obt.inpe.br/prodes/Relatorio\\_Prodes2008.pdf](http://www.obt.inpe.br/prodes/Relatorio_Prodes2008.pdf)>. Acesso em: Jan. 2009.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). 2009. SPRING: **Tutorial de Geoprocessamento**. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/tutorial/index.html>>. Acesso em: abr. 2009.

Instituto Socioambiental (ISA). 2006. **Mato Grosso, Amazônia Legal: Desmatamentos de florestas em propriedades rurais integradas ao Sistema de Licenciamento Ambiental Rural entre 2001 e 2004**. 18p. Disponível em: <[http://www.socioambiental.org.br/inst/docs/download/doc\\_mt.pdf](http://www.socioambiental.org.br/inst/docs/download/doc_mt.pdf)>. Acesso em: jan. 2009.

ITO, Helena Kyoe *et al.* 2005a. Secretaria do Planejamento (Seplan). Diretoria de Zoneamento Ecológico-Econômico (DZE). Projeto de Gestão Ambiental Integrada da Região do Bico do Papagaio. Zoneamento Ecológico-Econômico. Marabá. **Cobertura e Uso da Terra da Folha SB.22-X-D**. Estado do Tocantins. Escala 1.250.000. Org. por Eduardo Quirino Pereira, Lindomar Ferreira dos Santos, Ricardo Ribeiro Dias e Jailton Soares dos Santos. Palmas: Seplan/DZE. 62 p. Série ZEE - Tocantins / Bico do Papagaio / Cobertura e Uso da Terra, v.1/5.

ITO, Helena Kyoe *et al.* 2005b. Secretaria do Planejamento (Seplan). Diretoria de Zoneamento Ecológico-Econômico (DZE). Projeto de Gestão Ambiental Integrada da Região do Bico do Papagaio. Zoneamento Ecológico-Econômico. Imperatriz. **Cobertura e Uso da Terra das Folhas SB.23-V-C**. Estado do Tocantins. Escala 1.250.000. Org. por Eduardo Quirino Pereira, Lindomar Ferreira dos Santos, Ricardo Ribeiro Dias e Jailton Soares dos Santos. Palmas: Seplan/DZE. Série ZEE - Tocantins / Bico do Papagaio / Cobertura e Uso da Terra, v. 2/5.

ITO, Helena Kyoe *et al.* 2005c. Secretaria do Planejamento (Seplan). Diretoria de Zoneamento Ecológico-Econômico (DZE). Projeto de Gestão Ambiental Integrada da Região do Bico do Papagaio. Zoneamento Ecológico-Econômico. Xambioá. **Cobertura e Uso da Terra das Folhas SB.22-Z-B**. Estado do Tocantins. Escala 1.250.000. Org. por Eduardo Quirino Pereira, Lindomar Ferreira dos Santos, Ricardo Ribeiro Dias e Jailton Soares dos Santos. Palmas: Seplan/DZE. 66 p. Série ZEE - Tocantins / Bico do Papagaio / Cobertura e Uso da Terra, v. 3/5.

ITO, Helena Kyoe *et al.* 2005d. Secretaria do Planejamento (Seplan). Diretoria de Zoneamento Ecológico-Econômico (DZE). Projeto de Gestão Ambiental Integrada da Região do Bico do Papagaio. Zoneamento Ecológico-Econômico. Tocantinópolis. **Cobertura e Uso da Terra das Folhas SB.23-Y-A**. Estado do Tocantins. Escala 1.250.000. Org. por Eduardo Quirino Pereira, Lindomar Ferreira dos Santos, Ricardo Ribeiro Dias e Jailton Soares dos Santos. Palmas: Seplan/DZE. 64 p. Série ZEE - Tocantins / Bico do Papagaio / Cobertura e Uso da Terra, v.4/5.

ITO, Helena Kyoe *et al.* 2005e. Secretaria do Planejamento (Seplan). Diretoria de Zoneamento Ecológico-Econômico (DZE). Projeto de Gestão Ambiental Integrada da Região do Bico do Papagaio. Zoneamento Ecológico-Econômico. Araguaína. **Cobertura e Uso da Terra das Folhas SB.22-Z-D**. Estado do Tocantins. Escala 1.250.000. Org. por Eduardo Quirino Pereira, Lindomar Ferreira dos Santos, Ricardo Ribeiro Dias e Jailton Soares dos Santos. Palmas: Seplan/DZE. 64 p. Série ZEE - Tocantins / Bico do Papagaio / Cobertura e Uso da Terra, v.5/5.

JAPIASSÚ, A. M. S. *et al.* 1973. Estudo fitogeográfico. *In*: BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto Radam: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação. **Folha SB.23 Teresina e parte da Folha SB.24 Jaguaribe**. Rio de Janeiro: Radam. (Levantamento de Recursos Naturais, 2).

KLINK, C.A.; MACHADO, R. 2005. **A conservação do Cerrado brasileiro**. *In*: Cardoso, J.M; Fonseca, R. (Org.). Megadiversidade, v. 1, p. 1-11.

KREJCI, L. C.; FORTUNATO, F. F.; CORRÊA, P. R. S. 1982. Solos. *In*: BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto Radam: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. **Folha SD.23 Brasília**. Rio de Janeiro: Radam. (Levantamento de Recursos Naturais, 29).



- Krempi, A. P. 2004. **Explorando Recursos de Estatística Espacial para Análise da Acessibilidade da Cidade de Bauru**. Dissertação de Mestrado em Transportes - Escola de Engenharia de São Carlos. Programa de Pós Graduação em Transportes, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- LIMA, A.; SHIMABUKURO, Y.E.; ANDERSON, L.O.; TOREZAN, J.M.D.; RUDORFF, B.F.T.; RIZZI, R. 2007. **Atualização cartográfica do mapa de cobertura do Mato Grosso através da integração de mapas provenientes de imagens TM e MODIS**. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 13., 2007. Anais... INPE, 2007, p. 1711-1717.
- LOPES, S. B. 2005. **Efeitos da Dependência Espacial em modelos de previsão de demanda por transporte**. Dissertação de Mestrado em Planejamento e Operação de Sistemas de Transporte. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.
- LORENA, R.B.; LAMBIN, E.F. 2008. **The spatial dynamics of deforestation and agent use in the Amazon, Applied Geography**, doi:10.1016/j.apgeog.2008.09.003.
- LUGNANI, J.B. 1987. **Introdução à fototriangulação**. UFPR. Curitiba. 134 p.
- MAMEDE, L. NASCIMENTO, M. A. L. S. do; FRANCO, M. S. M. 1981. Geomorfologia. In: BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Projeto Radambrasil: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. **Folha SD.22 Goiás**. Rio de Janeiro: Radambrasil. (Levantamento de Recursos Naturais, 25).
- MAMEDE, L.; ROSS, J. L. S.; SANTOS, L. M. dos. 1981. Geomorfologia. In: BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Projeto Radambrasil: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. **Folha SC.22 Tocantins**. Rio de Janeiro: Radambrasil. (Levantamento de Recursos Naturais, 22).
- MARTINS, J. S.; VIEIRA, L. S.; PERES, R. M. 1973. Solos. In: BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto Radam: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação. **Partes das Folhas SC.23 Rio São Francisco e SC.24 Aracaju**. Rio de Janeiro: Radam. (Levantamento de Recursos Naturais, 1).
- MACHADO, R.B.; RAMOS NETO, M.B.; PEREIRA, P.G.P.; CALDAS, E.F.; GONÇALVES, D.A.; SANTOS, N.S.; TABOR, K.; STEININGER, M. 2004. **Estimativas de perda da área do Cerrado brasileiro**. Relatório técnico não publicado. Conservação Internacional, Brasília, DF.
- MAGUIRE, D. J. 1991. **An Overview and Definition of GIS**. Maguire D. J., Goodchild M. F., Rhind, D. W. (eds). Geographical Information Systems. England. United Kigdon.
- MELO, M.P.; SILVA, G.B.S.; PEREIRA, G.; PRADO, B.R.; SHIMABUKURO, Y.E.; RUDORFF, B.F.T.; VIEIRA, C.A.O.; PETERNELLI, L.A. 2008. **Avaliação do uso do modelo linear de mistura espectral na discriminação de fitofisionomias do Cerrado**. In: IX Simpósio Nacional do Cerrado e II Simpósio Internacional de savanas tropicais. Anais... Embrapa-Cerrados, 2008. CD-ROM. Disponível em: <<http://urlib.net/sid.inpe.br/mtc-m18@80/2008/10.17.00.51>>. Acesso: abr. 2009.
- MENK, J. R. F. *et al.* 2002a. Secretaria do Planejamento e Meio Ambiente (Seplan). Diretoria de Zoneamento Ecológico-Econômico (DZE). Projeto de Gestão Ambiental Integrada da Região do Bico do Papagaio. Zoneamento Ecológico-Econômico. Marabá. **Aptidão Agrícola das Terras da Folha SB.22-X-D**. Estado do Tocantins. Escala 1:250.000. FERNÁNDEZ, G. A. V. (org.). Palmas: Seplan/DZE. 50 p. (ZEE Tocantins, Bico do Papagaio, Aptidão Agrícola das Terras, 1/5).

MENK, J. R. F. *et al.* 2002b. Secretaria do Planejamento e Meio Ambiente (Seplan). Diretoria de Zoneamento Ecológico-Econômico (DZE). Projeto de Gestão Ambiental Integrada da Região do Bico do Papagaio. Zoneamento Ecológico-Econômico. Imperatriz. **Aptidão Agrícola das Terras da Folha SB.23-V-C**. Estado do Tocantins. Escala 1:250.000. FERNÁNDEZ, G. A. V. (org.). Palmas: Seplan/DZE. 50 p. (ZEE Tocantins, Bico do Papagaio, Aptidão Agrícola das Terras, 2/5).

MENK, J. R. F. *et al.* 2002c. Secretaria do Planejamento e Meio Ambiente (Seplan). Diretoria de Zoneamento Ecológico-Econômico (DZE). Projeto de Gestão Ambiental Integrada da Região do Bico do Papagaio. Zoneamento Ecológico-Econômico. Xambioá. **Aptidão Agrícola das Terras da Folha SB.22-Z-B**. Estado do Tocantins. Escala 1:250.000. FERNÁNDEZ, G. A. V. (org.). Palmas: Seplan/DZE. 50 p. (ZEE Tocantins, Bico do Papagaio, Aptidão Agrícola das Terras, 3/5).

MENK, J. R. F. *et al.* 2002d. Secretaria do Planejamento e Meio Ambiente (Seplan). Diretoria de Zoneamento Ecológico-Econômico (DZE). Projeto de Gestão Ambiental Integrada da Região do Bico do Papagaio. Zoneamento Ecológico-Econômico. Tocantinópolis. **Aptidão Agrícola das Terras da Folha SB.23-Y-A**. Estado do Tocantins. Escala 1:250.000. FERNÁNDEZ, G. A. V. (org.). Palmas: Seplan/DZE. 38 p. (ZEE Tocantins, Bico do Papagaio, Aptidão Agrícola das Terras, 4/5).

MENK, J. R. F. *et al.* 2002e. Secretaria do Planejamento e Meio Ambiente (Seplan). Diretoria de Zoneamento Ecológico-Econômico (DZE). Projeto de Gestão Ambiental Integrada da Região do Bico do Papagaio. Zoneamento Ecológico-Econômico. Araguaína. **Aptidão Agrícola das Terras da Folha SB.22-Z-D**. Estado do Tocantins. Escala 1:250.000. FERNÁNDEZ, G. A. V. (org.). Palmas: Seplan/DZE. 50 p. (ZEE Tocantins, Bico do Papagaio, Aptidão Agrícola das Terras, 5/5).

MENK, J. R. F. *et al.* 2002f. Secretaria do Planejamento e Meio Ambiente (Seplan). Diretoria de Zoneamento Ecológico-Econômico (DZE). Projeto de Gestão Ambiental Integrada da Região do Bico do Papagaio. Zoneamento Ecológico-Econômico. Marabá. **Solos da Folha SB.22-X-D**. Estado do Tocantins. Escala 1:250.000. FERNÁNDEZ, G. A. V. (org.). Palmas: Seplan/DZE. 72 p. (ZEE Tocantins, Bico do Papagaio, Solos, 1/5).

MENK, J. R. F. *et al.* 2002g. Secretaria do Planejamento e Meio Ambiente (Seplan). Diretoria de Zoneamento Ecológico-Econômico (DZE). Projeto de Gestão Ambiental Integrada da Região do Bico do Papagaio. Zoneamento Ecológico-Econômico. Imperatriz. **Solos da Folha SB.23-V-C**. Estado do Tocantins. Escala 1:250.000. FERNÁNDEZ, G. A. V. (org.). Palmas: Seplan/DZE. 74 p. (ZEE Tocantins, Bico do Papagaio, Solos, 2/5).

MENK, J. R. F. *et al.* 2002h. Secretaria do Planejamento e Meio Ambiente (Seplan). Diretoria de Zoneamento Ecológico-Econômico (DZE). Projeto de Gestão Ambiental Integrada da Região do Bico do Papagaio. Zoneamento Ecológico-Econômico. Xambioá. **Solos da Folha SB.22-Z-B**. Estado do Tocantins. Escala 1:250.000. FERNÁNDEZ, G. A. V. (org.). Palmas: Seplan/DZE. 88 p. (ZEE Tocantins, Bico do Papagaio, Solos, 3/5).

MENK, J. R. F. *et al.* 2002i. Secretaria do Planejamento e Meio Ambiente (Seplan). Diretoria de Zoneamento Ecológico-Econômico (DZE). Projeto de Gestão Ambiental Integrada da Região do Bico do Papagaio. Zoneamento Ecológico-Econômico. Tocantinópolis. **Solos da Folha SB.23-Y-A**. Estado do Tocantins. Escala 1:250.000. FERNÁNDEZ, G. A. V. (org.). Palmas: Seplan/DZE. 68 p. (ZEE Tocantins, Bico do Papagaio, Solos, 4/5).



- MENK, J. R. F. *et al.* 2002j. Secretaria do Planejamento e Meio Ambiente (Seplan). Diretoria de Zoneamento Ecológico-Econômico (DZE). Projeto de Gestão Ambiental Integrada da Região do Bico do Papagaio. Zoneamento Ecológico-Econômico. Araguaína. **Solos da Folha SB.22-Z-D**. Estado do Tocantins. Escala 1:250.000. FERNÁNDEZ, G. A. V. (org.). Palmas: Seplan/DZE. 90 p. (ZEE Tocantins, Bico do Papagaio, Solos, 5/5).
- MILESKI, E.; DOI, S.; FONZAR, C. F. 1981. Estudo fitogeográfico. *In*: BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Projeto Radambrasil: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. **Folha SC.22 Tocantins**. Rio de Janeiro: Radambrasil. Projeto Radambrasil. (Levantamento de Recursos Naturais, 22).
- Ministério da Educação e Cultura (MEC). 2009. **Tocantins, SÍNTESE EXECUTIVA, Agropecuária**. Disponível em: < [http://portal.mec.gov.br/setec/arquivos/pdf/agropec\\_to.pdf](http://portal.mec.gov.br/setec/arquivos/pdf/agropec_to.pdf)>. Acesso: nov. 2009.
- Ministério do Trabalho e Emprego (MTE). 2007. **Relação Anual de Informações Sociais**. Base de Dados. Disponível em <<http://www.mte.gov.br/EstudiososPesquisadores/PDET/Acesso/RaisOnLine.asp>>. Acesso em: mar. 2007.
- MOURA, C. A. DANTAS, M.; ROSO, F. A. 1982. Geomorfologia. *In*: BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Projeto Radambrasil: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. **Folha SD.23 Brasília**. Rio de Janeiro: Radambrasil. (Levantamento de Recursos Naturais, 29).
- MOREIRA, M. A. 2005. **Fundamentos do Sensoriamento Remoto e Metodologias de Aplicação**. 3ª ed. Viçosa - MG: Editora UFV.
- MULLER, C C. 2007. **Os economistas e as relações entre o sistema econômico e o meio ambiente**. Brasília: Editora Universidade de Brasília: FINATEC.
- National Aeronautics and Space Administration (NASA). 2009. **Shuttle Radar Topography Mission**. Jet. Propulsion Laboratory. California. Disponível em: < <http://dds.cr.usgs.gov/srtm/>>. Acesso em: jan. 2009.
- NASCIMENTO, M. A. L. S. do; DIAS, R. R.; BORGES, R. S. T. 2002a. Secretaria do Planejamento e Meio Ambiente (Seplan). Diretoria de Zoneamento Ecológico-Econômico (DZE). Projeto de Gestão Ambiental Integrada da Região do Bico do Papagaio. Zoneamento Ecológico-Econômico. Xambioá. **Geomorfologia da Folha SB.22-Z-B**. Estado do Tocantins. Escala 1:250.000. DIAS, R. R.; BORGES, R. S. T. (org.). Palmas: Seplan/DZE. 56 p. (ZEE Tocantins, Bico do Papagaio, Geomorfologia, 3/5).
- NASCIMENTO, M. A. L. S. do; DIAS, R. R.; BORGES, R. S. T. 2002b. Secretaria do Planejamento e Meio Ambiente (Seplan). Diretoria de Zoneamento Ecológico-Econômico (DZE). Projeto de Gestão Ambiental Integrada da Região do Bico do Papagaio. Zoneamento Ecológico-Econômico. Tocantinópolis. **Geomorfologia da Folha SB.23-Y-A**. Estado do Tocantins. Escala 1:250.000. DIAS, R. R.; BORGES, R. S. T. (org.). Palmas: Seplan/DZE. 48 p. (ZEE Tocantins, Bico do Papagaio, Geomorfologia, 4/5).
- Instituto Natureza do Tocantins (NATURATINS) / Secretaria do Planejamento e Meio Ambiente (SEPLAN). 2004. Diretoria de Ordenamento Florestal / Diretoria de Zoneamento Ecológico-Econômico. **Base Cartográfica Digital Contínua**. Estado do Tocantins. Palmas, Naturatins / Seplan. DVD-ROM. (Base geoespacial vetorial e de imagens de satélite elaborada em escala 1:100.000).

Instituto Natureza do Tocantins (NATURATINS). 2004. **Mapeamento da Cobertura e Uso da Terra, Identificação e Estimativa de Áreas Desmatadas**. 2002. Relatório Técnico. Curitiba/Palmas: Senografia / Naturatins. 164p., il. Anexos.

Instituto Natureza do Tocantins (NATURATINS). 2005. **Marco 1 (2003) e Dinâmica do Desmatamento (2002 - 2003)**. Identificação e Estimativa de Áreas Desmatadas. Relatório Técnico. Curitiba/Palmas: Senografia / Naturatins. 92 p., il. Anexos.

Instituto Natureza do Tocantins (NATURATINS). 2006. **Marco 2 (2004) e Dinâmica do Desmatamento (2003 - 2004)**. Identificação e Estimativa de Áreas Desmatadas. Relatório Técnico. Curitiba/Palmas: Senografia / Naturatins. 92 p., il. Anexos.

NUNES, A. B. Geologia. 1973a. *In*: BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Departamento da produção Mineral. Projeto Radam: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. **Partes das Folhas SC.23 Rio São Francisco e SC.24 Aracaju**. Rio de Janeiro, Radam. (Levantamento de Recursos Naturais, 1).

NUNES, A. B. Geologia. 1973b. *In*: BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Departamento da produção Mineral. Projeto Radam: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. **Folha SB.23 Teresina e parte da Folha SB.24 Jaguaribe**. Rio de Janeiro, Radam. (Levantamento de Recursos Naturais, 51).

OIKOS PESQUISA APLICADA LTDA. 2002. **Estudos Ambientais Complementares da Ferrovia Norte-Sul**. Rio de Janeiro: OIKOS. CD-ROM.

OIKOS PESQUISA APLICADA LTDA. 2006a. **Levantamento Fitossociológico e Inventário Florestal na faixa de domínio da ferrovia Norte-Sul (FNS)**, referente ao trecho desde o Ribeirão Coco / Babaçulândia até o Pátio de Araguaína, no estado do Tocantins. Rio de Janeiro: OIKOS.

OIKOS PESQUISA APLICADA LTDA. 2006b. **Levantamento Fitossociológico e Inventário Florestal na faixa de domínio da ferrovia Norte-Sul (FNS)**, referente ao trecho desde o Pátio de Araguaína até o Ribeirão Tabocão, em Guaraí, no estado do Tocantins. Rio de Janeiro: OIKOS.

OIKOS PESQUISA APLICADA LTDA. 2006c. **Levantamento Fitossociológico e Inventário Florestal na faixa de domínio da ferrovia Norte-Sul (FNS)**, referente ao trecho desde o Ribeirão Tabocão até a TO-080, que liga Palmas a Paraíso, no estado do Tocantins. Rio de Janeiro: OIKOS.

OIKOS PESQUISA APLICADA LTDA. 2008. **Levantamento Fitossociológico e Inventário Florestal na faixa de domínio da ferrovia Norte-Sul (FNS)**, referente ao trecho desde a estaca do Km 719 até o Km 727+500, mais precisamente a área onde será o futuro Pátio de Palmas - Porto Nacional, no estado do Tocantins. Rio de Janeiro: OIKOS.

OLIVEIRA, A. B. de; SOUZA, L. F. P. de, VIEIRA, P. C. 1981. Solos. *In*: BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Projeto Radambrasil: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. **Folha SC.22 Tocantins**. Rio de Janeiro: Radambrasil. p. 249-392. (Levantamento de Recursos Naturais, 22).

OLIVEIRA, A.A.B. 1999. **Projeto Radambrasil**. Histórico. Organizador José Henrique Vilas Boas. Sítio Eletrônico dos Antigos Funcionários do Projeto RADAMBRASIL. Disponível em: <<http://www.projeto.radam.nom.br/historico.html>>. Acesso em 29 nov. 2011.



- OLMOS, F. C. N *et al.* 2004. Secretaria do Planejamento e Meio Ambiente (Seplan). Diretoria de Zoneamento Ecológico-Econômico (DZE). Projeto de Gestão Ambiental Integrada da Região do Bico do Papagaio. Zoneamento Ecológico-Econômico. **Estudo de Flora e Fauna do Norte do Estado do Tocantins**. DIAS, R. R. (org.). Palmas: Seplan/DZE. 154 p., il.. (ZEE Tocantins, Bico do Papagaio, Estudo de Flora e Fauna).
- PINTO, A. 1982. **Estilos de desenvolvimento e realidade lation-americana**. *In*: Revista de Economia Política. Vol. 2/1, n. 5, janeiro/março.
- PINTO, A. 2000. **'Notas sobre os estilos de desenvolvimento na América Latina'** *In*: BIELSCHOWSKY, R. (org.) Cinquenta anos de pensamento na Cepal. Record: Rio de Janeiro. vol. 2.
- PRODIAT. 1987. **Plano de Desenvolvimento da Região do Araguaia-Tocantins (1985/94)**. Brasília, Grupo de Estudos de Políticas Públicas (GEPP) da Secretaria de Administração da Presidência da República (SEDAP).
- RIBEIRO, J.F.; WALTER, B.M. 1998. **Fitosionomas do Bioma Cerrado**. *In*: S. M. Sano; S. P. Almeida (eds.). Cerrado: Ambiente e Flora. Planaltina: Embrapa/CPAC. Pp. 89-166.
- RIBEIRO, J.F.; WALTER, B.M.T. 2008. **As principais fitofisionomias do Bioma Cerrado**. *In*: Sano, S.M.; Almeida, S.P.; Ribeiro, J.F. (eds.). Cerrado: ecologia e flora. Planaltina: Embrapa-CPAC. p.151-212.
- RIBEIRO, J.F.; WALTER, B.M.T. 2009. **Tipos de Vegetação do Bioma Cerrado**. Disponível em: <[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia16/AG01/arvore/AG01\\_23\\_911200585232.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia16/AG01/arvore/AG01_23_911200585232.html)>. Acesso em: jan. 2009.
- RICHARDS, J.A. 1995. **Remote sensing digital image analysis - an introduction**. 2ª ed. Germany: Ed. Springer-Verlag. 340 p.
- RIOS, A. J. W.; OLIVEIRA, V. A de. 1981. Solos. *In*: BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Projeto Radambrasil: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. **Folha SD.22 Goiás**. Rio de Janeiro: Radambrasil. (Levantamento de Recursos Naturais, 25).
- ROMÃO, P. de A.; DIAS, R. R.; BORGES, R. S. T. 2002. Secretaria do Planejamento e Meio Ambiente (Seplan). Diretoria de Zoneamento Ecológico-Econômico (DZE). Projeto de Gestão Ambiental Integrada da Região do Bico do Papagaio. Zoneamento Ecológico-Econômico. Araguaína. **Geomorfologia da Folha SB.22-Z-D**. Estado do Tocantins. Escala 1:250.000. DIAS, R. R.; BORGES, R. S. T. (org.). Borges. Palmas: Seplan/DZE. 58 p. (ZEE Tocantins, Bico do Papagaio, Geomorfologia, 5/5).
- ROSATELLI, J. S. *et al.* 1974. Solos. *In*: BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto Radam: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. **Folha SB.22 Araguaia e parte da Folha SC.22 Tocantins**. Rio de Janeiro: Radam. (Levantamentos de Recursos Naturais, 4).
- ROSS, J. L. S. 2006. **Ecogeografia do Brasil**: subsídios ao planejamento ambiental. São Paulo: Oficina de Textos.
- SACHS, I. 1973. **Ecodesenvolvimento: crescer sem destruir**. São Paulo: Editora Vértice.

- SANO, E.E.; ROSA, R.; BRITO, J.L.; FERREIRA J. R, L.G. 2007. **Mapeamento da cobertura vegetal do Bioma Cerrado: estratégias e resultados**. Planaltina: Embrapa Cerrados. 33 p. (Documentos / Embrapa Cerrados; 190).
- SANO, E.E.; ROSA, R.; BRITO, J.L.; FERREIRA J. R, L.G. 2008. **Mapeamento semidetalhado do uso da terra do Bioma Cerrado**. Planaltina. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 43, p. 153-156.
- SANTOS, M. 1979. **Economia espacial: críticas e alternativas**. São Paulo. Editora Hucitec, 1979. (Série Economia e Planejamento).
- SANTOS, R.F. 2004. **Planejamento Ambiental: teoria e prática**. São Paulo: Oficina de Textos. 184 p.
- SCHNEIDER, S. 2009. **A Pluriatividade na Agricultura familiar**. 2ª ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS. 256 p.
- SCHOBENHAUS, C.; BRITO NEVES, B. B. de. 2003. A geologia do Brasil no contexto da plataforma Sul-Americana. *In: Geologia, tectônica e recursos minerais do Brasil*. Brasília: CPRM.
- SENADO FEDERAL. 1988. **Tocantins já é Estado e terá eleição logo**. Brasília, 1988. 1p. Notícia Oficial. Disponível em: <[http://www2.senado.gov.br/bdsf/bitstream/id/111706/1/01\\_05%20jun88%20-%200064.pdf](http://www2.senado.gov.br/bdsf/bitstream/id/111706/1/01_05%20jun88%20-%200064.pdf)>. Acesso em: 1. ago. 2009.
- Secretaria da Agricultura, Agropecuária e Abastecimento (SEAGRO). 2009. **Bovinicultura nos trilhos da norte-sul**. Disponível em: <http://central2.to.gov.br/arquivo/?site=14&id=193>. Acesso em: 01/08/2009.
- Secretaria de Infra-Estrutura (SEINF). 2007. Departamento de Estradas de Rodagem (Dertins). Superintendência Técnica (STEC). Sistema de Informação Geográfica (SIG). **Base de Dados Geográficos da Malha Rodoviária do Estado do Tocantins**. Palmas, SEINF/DERTINS/STEC/SIG. CD-ROM.
- Secretaria do Planejamento e Meio Ambiente (SEPLAN). 1999. **ZEE - Uma indicação de potencial do uso das terras do Tocantins**. Diretoria de Zoneamento Ecológico-Econômico (DZE). Palmas: Seplan/DZE. 14p. il.
- Secretaria do Planejamento e Meio Ambiente (Seplan). 2000. Diretoria de Zoneamento Ecológico-Econômico (DZE). **Atlas Digital do Tocantins - Base de Dados Geográficos**. versão 1.0. Palmas, Seplan/DZE, 2000. 2 CD-ROM.
- Secretaria do Planejamento e Meio Ambiente (SEPLAN). 2001. Diretoria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (DMA). **Plano de manejo do Parque Estadual do Cantão**. Palmas: Seplan/DMA. 117 p.
- Secretaria do Planejamento e Meio Ambiente (SEPLAN). 2004. Diretoria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Avaliação Ecológica Rápida para Seleção de Áreas Prioritárias para Conservação (Sudoeste/Sudeste do Estado do Tocantins)**. Palmas: Seplan/DMA.
- Secretaria do Planejamento e Meio Ambiente (SEPLAN). 2006a. Diretoria de Zoneamento Ecológico-Econômico (DZE). Tocantins: **Quadro de Áreas com Uso Legal Restrito e Potenciais para Conservação Ambiental**. Palmas, Seplan/DZE. 14p. Atualizado em 15 de dezembro de 2006.
- Secretaria do Planejamento e Meio Ambiente (SEPLAN). 2006b. . Diretoria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Estudos para a seleção das áreas de maior potencial para a conversão em unidades de conservação na região Centro-Oeste do Tocantins**. Palmas: Seplan/DMA.



Secretaria do Planejamento (SEPLAN). 2008a. Superintendência de Planejamento e Gestão Central de Políticas Públicas. Diretoria de Zoneamento Ecológico-Econômico (DZE). **Base de Dados Geográficos do Tocantins**. Palmas, Seplan/DZE. DVD ROM.

Secretaria do Planejamento (SEPLAN). 2008b. **Atlas do Tocantins**: subsídios ao planejamento da gestão territorial. 5ª ed. atu. rev. Superintendência de Planejamento e Gestão Central de Políticas Públicas. Diretoria de Zoneamento Ecológico-Econômico (DZE). Palmas, Seplan/DZE. 62 p. Organizado por Ricardo Ribeiro Dias, Eduardo Quirino Pereira e Lindomar Ferreira dos Santos.

Secretaria do Planejamento (SEPLAN). 2009. Superintendência de Planejamento e Gestão Central de Políticas Públicas. Diretoria de Zoneamento Ecológico-Econômico (DZE). **Base de Dados Geográficos do Tocantins**. versão 2008. Palmas, Seplan/DZE. CD-ROM. (Dados vetoriais temáticos estruturados em escalas 1:250.000, 1:500.000 e 1:1.000.000).

Secretaria do Planejamento (SEPLAN). 2009. Superintendência de Planejamento e Gestão Central de Políticas Públicas. Diretoria de Pesquisas e Informações Estratégicas. **Anuário Estatístico do Estado do Tocantins - Edição 2009**. Palmas: Seplan/DPIE. 878 p.

Secretaria do Planejamento e da Modernização da Gestão Pública (SEPLAN). 2012a. Superintendência de Pesquisa e Zoneamento Ecológico-Econômico. Diretoria de Zoneamento Ecológico-Econômico (DZE). **Base de Dados Geográficos do Tocantins - atualização 2012**. Palmas, SEPLAN/DZE, janeiro/2012. CD-ROM. (Atualização de arquivos em escala 1:1.000.000 da Base de Dados Geográficos do Tocantins). Organizado por Rodrigo Sabino Teixeira Borges e Paulo Augusto Barros de Sousa.

Secretaria do Planejamento e da Modernização da Gestão Pública (SEPLAN). 2012b. Superintendência de Pesquisa e Zoneamento Ecológico-Econômico. Diretoria de Zoneamento Ecológico-Econômico (DZE). **Atlas do Tocantins**: subsídios ao planejamento da gestão territorial. 6ª ed. rev. atu. Palmas, Seplan/DZE. 80 p.:il.

Secretaria do Planejamento e da Modernização da Gestão Pública (SEPLAN). 2012c. Diretoria Geral de Pesquisa e Zoneamento Ecológico-Econômico. Diretoria de Zoneamento Ecológico-Econômico (DZE). **Áreas de Uso Legal Restrito e Potenciais à Conservação Ambiental - Tabelas e Mapas Síntese**. Palmas, Seplan/DZE. jul/2012. 44 p. Organizado por Rodrigo Sabino Teixeira Borges, Paulo Augusto Barros de Sousa, Policarpo Fernandes Alencar Lima e Aída Lina Branco Paiva.

Secretaria de Recursos Hídricos e Meio Ambiente (SRHMA). 2009. Projeto de Desenvolvimento Regional Sustentável. **Plano Estadual de Recursos Hídricos**. Produto 3 - Caracterização dos Usuários das Águas e Organizações da Sociedade Civil. Contrato nº 0082/2008, executado pelo Consórcio Cobrape / OIKOS Pesquisa Aplicada Ltda. / Pacifics Consultants International. Palmas: SRHMA, 2011. 297 p.

SHIMABUKURO, Y.E.; SMITH, J.A. 1991. **The least-squares mixing models to generate fraction images derived from remote sensing multispectral data**. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 29(1), p. 16-20.

SILVA, A. J. P. da *et al.* 2003. Bacias sedimentares paleozóicas e meso-cenozóicas interiores. *In*: **Geologia, tectônica e recursos minerais do Brasil**. Brasília: CPRM.

SILVA, G. G. da. *et al.* 1974. Geologia. *In*: BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto Radam: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso

potencial da terra. **Folha SB.22 Araguaia e parte da Folha SC.22 Tocantins**. Rio de Janeiro: Radam. (Levantamentos de Recursos Naturais, 4).

SILVA, B. S.; ASSIS, J. S. 1982. Estudo fitogeográfico. *In*: BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Projeto Radambrasil: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. **Folha SD.23 Brasília**. Rio de Janeiro: Radambrasil. (Levantamento de Recursos Naturais, 29).

SILVA, M.P.S.; CAMARA, G.; ESCADA, M.I.S.; SOUZA, R.C.M. 2006. **Remote-sensing image mining: detecting agents of land use change in tropical forest areas**. International Journal of Remote Sensing, 29(16), p. 4803-4822.

Sistema de Proteção da Amazônia (SIPAM). 2004. **Base de Dados do Sipam - Centro Estadual de Usuários do Tocantins**. Povoamento das Bases de Dados da Amazônia. Amazônia Legal - Estado do Tocantins. Brasília: Presidência da República/Casa Civil / Centro Gestor e Operacional do Sistema de Proteção da Amazônia (Censipam), 2004. DVD-ROM. (Dados vetoriais e tabulares temáticos estruturados em escala 1:250.000).

SOLER, L.; ESCADA, M. I.; VERBURG, P. 2008. **Quantifying deforestation and secondary forest determinants for different spatial extents in an Amazonian colonization frontier** (Rondonia), Applied Geography. 2008.

SOMMER, S. *et al.* Solos. 1973. *In*: BRASIL. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto Radam: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação. **Folha SB.23 Teresina e parte da Folha SB.24 Jaguaribe**. Rio de Janeiro: Radam. (Levantamento de Recursos Naturais, 2).

SOUZA, J. O.; MORETON, L. C. 2001. Ministério das Minas e Energias. Departamento Nacional da Produção Mineral (DNPM). Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM). Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil (PLGB). Xambioá. **Folha SB.22-Z-B**. Estados do Tocantins e Pará. Escala 1:250.000. Brasília: CPRM/DIEDIG/DEPAT. CD-ROM.

SOUSA, P.A.B; PAIVA, A.L.B. no prelo. **Base multitemporal digital rodoviária do estado do Tocantins**. Secretaria do Planejamento e da Modernização da Gestão Pública. Diretoria de Zoneamento Ecológico-Econômico. Palmas, SEPLAN/DZE (no prelo).

STATA. 2010. **Data Analysis and Statistical Software**. Stata Corp. Disponível em : <<http://www.stata.com>>.

THORNTON, C. W.; MATHER, J. R. 1955. **The water balance**. Publications in climatology. New Jersey: Laboratory of Climatology. 104p. v.8.

TRICART, J. 1977. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE-SUPREN.

TOCANTINS. 1988. **Criação do Estado do Tocantins - 1988**. Disponível em: <http://cultura.to.gov.br/conteudo.php?id=95>. Acesso: dezembro/2009.

TOCANTINS. 2005. Casa Civil. **Lei Nº 1.560**, de 5 de abril de 2005. Institui o Sistema Estadual de Unidades de Conservação da Natureza - SEUC, e adota outras providências.

VALEC. 2008. **Superintendência de Projeto**. Brasília.

VALEC. 2011. **Superintendência de Projeto**. Brasília.



VALVERDE, Orlando; DIAS, Catharina V. 1967. **A Rodovia Belém-Brasília: estudo de geografia regional**. Rio de Janeiro: IBGE.

VELOSO, H. P. *et al.* 1973. Estudo fitogeográfico. *In*: BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto Radam: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. **Partes das Folhas SC.23 Rio São Francisco e SC.24 Aracaju**. Rio de Janeiro: Radam. (Levantamentos de Recursos Naturais, 1).

VELOSO, H. P. *et al.* 1974. Estudo fitogeográfico. *In*: BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto Radam: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. **Folha SB.22 Araguaia e parte da Folha SC.22 Tocantins**. Rio de Janeiro: Radam. (Levantamentos de Recursos Naturais, 4).





# **Projeto de Desenvolvimento Regional Sustentável**

SÉRIE TOCANTINS RECURSOS NATURAIS - COBERTURA E USO DA TERRA

**Volume 1 - Fisionomias da Faixa Sul**

**Volume 2 - Fisionomias da Faixa Centro**

**Volume 3 - Fisionomias da Faixa Norte**

**Volume 4 – Dinâmica da Faixa Sul**

**Volume 5 - Dinâmica da Faixa Centro**

**Volume 6 - Dinâmica da Faixa Norte**

**Volume 7 - Dinâmica do Tocantins**

# Estudo da Dinâmica da Cobertura e Uso da Terra do Estado do Tocantins

## EQUIPE EXECUTORA

Profissionais	Formação
<b>Coordenação</b>	
Izabel Cristina Franchitto Cecarelli	Geóloga - Mestre em Sensoriamento Remoto
Cléber de Oliveira	Engo. Cartógrafo - Mestre em Sensoriamento Remoto
Yosio Shimabukuro	Eng <sup>o</sup> . Florestal - Doutor em Sensoriamento Remoto
Rita Helena Burin	Geógrafa - Mestre em Geociência e Meio Ambiente
<b>Equipe Técnica</b>	
Adriano Nascimento da Paixão	Economista - Doutor em Economia Aplicada
Alfredo da Costa Pereira Jr	Eng <sup>o</sup> . Agrônomo - Doutor em Ecologia e Recursos Naturais
Anderson Diego dos Santos Alves	Eng <sup>o</sup> . Ambiental
André Luis de Pádua Santos	Eng <sup>o</sup> . Cartógrafo
Alexandre Massaharu Hashimoto	Administrador de Banco de Dados
Alessandra Martins	Eng <sup>a</sup> . Ambiental
Bernardo Campolina	Economista - Doutor em Geografia Humana
Brummer Seda Alvarenga	Eng <sup>o</sup> . Agrônomo - Mestre em Sensoriamento Remoto
Bruna Russo	Eng <sup>a</sup> . Ambiental
Caio Martins Simões	Técnico
Carla Pereira Cottini	Eng <sup>a</sup> . Agrônoma
Daniela Borges	Técnico
Danilo Moreno de Alencar	Eng <sup>o</sup> . Cartógrafo
Erika Kneib	Arquiteta - Doutora em Engenharia de Transportes
Fábia Antunes Zaloti	Eng <sup>a</sup> . Cartógrafa
Fátima Maria de Moraes	Geógrafa
Fernando Gaiger Silveira	Eng <sup>o</sup> . Agrônomo - Doutor em Ciências Econômicas
Jansen da Silva Costa	Técnico em Informática
Luciana Spinelli	Eng <sup>a</sup> . Florestal - Doutora em Ecologia Aplicada
Marcos Adami	Economista - Doutor em Sensoriamento Remoto
Marco Aurélio Barros	Eng <sup>o</sup> . Agrônomo - Mestre em Sensoriamento Remoto
Mathilde Aparecida Bertholdo	Eng <sup>a</sup> . Agrônoma - Doutora em Ciência do Solo
Mariângela Aparecida Martins Maia	Técnica Agrícola
Rafael da Cruz	Biólogo
Raquel Facina Monnerat	Tecnóloga em Gestão Ambiental
Roberta Aparecida da Silva	Geógrafa
Rogério Silva	Eng <sup>o</sup> . Ambiental
Rosana Okida	Geóloga - Doutora em Ciências
Sílvia Luiz	Eng <sup>a</sup> . Cartógrafa
Ulisses Elisio Costa	Técnico em Informática
Valéria Prisco Dias Ferraz	Analista de Sistemas
Waldecy Rodrigues	Economista - Doutor em Ciências Sociais

**Nota:** O Estudo da Dinâmica da Cobertura e Uso da Terra do Estado do Tocantins foi executado por meio de contrato de prestação de serviços especializados firmado entre a **Secretaria do Planejamento e da Modernização da Gestão Pública** e a Consultora **Geoambiente Sensoriamento Remoto Ltda.**, com interveniência da Secretaria da Infra-Estrutura (contrato nº 00144/2007). O trabalho foi executado no âmbito do Projeto de Desenvolvimento Regional Sustentável (PDRS), macrocomponente Consolidação do Sistema de Proteção Ambiental e Gestão Territorial, com recursos do Tesouro Estadual e do Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento (BIRD) - contrato de empréstimo nº 7.080-BR.



BANCO MUNDIAL

Secretaria do  
Planejamento e da  
Modernização da Gestão Pública



GOVERNO DO  
ESTADO DO TOCANTINS  
[www.to.gov.br](http://www.to.gov.br)