

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Campus de Rio Claro

**ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO NO TOCANTINS: CONTRIBUIÇÃO METODOLÓGICA E
PROCESSUAL PARA SUA EXECUÇÃO.**

Ricardo Ribeiro Dias

Orientador: Prof. Dr. Juércio Tavares de Mattos

Tese de Doutorado elaborada junto
ao Curso de Pós-Graduação em
Geociências - Área de Concentração
em Geociências e Meio Ambiente
para obtenção do Título de Doutor em
Geociências e Meio Ambiente

Rio Claro (SP)
2008

Comissão Examinadora

Prof. Dr. Juércio Tavares de Mattos

Profa. Dra. Paulina Setti Riedel

Prof. Dr. Sérgio dos Anjos Ferreira Pinto

Dr. Ricardo Vedovello

Prof. Dr. Valter Casseti

Ricardo Ribeiro Dias

Rio Claro (SP), _____ de _____ de _____

Resultado: _____

Àqueles que, incansavelmente,
me ajudaram e acreditaram na
conclusão deste trabalho

A G R A D E C I M E N T O S

Ao Prof. Dr. Juércio Tavares de Mattos pela orientação do trabalho, discussões e diálogos mantidos durante esses anos de convivência.

Ao Prof. Dr. Dimas Dias Brito, do Departamento de Geologia Aplicada do Instituto de Geociências (Unesp - Rio Claro), pela motivação, atenção, apoio e, sobretudo, pelas críticas sempre construtivas durante o transcorrer das atividades finais de elaboração da tese.

Ao amigo Vitor Bellia, grande mestre da minha vida profissional, pelas revisões de textos, comentários, orientações em algumas atividades, presteza sem igual em ajudar, e pelos incentivos e cobranças. Pela confiança e apoios: financeiro, de recursos técnicos e operacionais disponibilizados, por meio da Oikos Pesquisa Aplicada Ltda.

Aos amigos Eduardo Quirino e Rodrigo Sabino, da Diretoria de Zoneamento Ecológico-Econômico da Secretaria do Planejamento do Estado do Tocantins, pela disponibilização de dados dos zoneamentos agroecológico e ecológico-econômico do Norte do Estado do Tocantins. Pelo uso do laboratório de geoprocessamento, revisão e discussão sobre textos, convivência e discussões sobre os problemas conceituais e de execução do zoneamento ecológico-econômico.

A Waleska Zanina pelas contribuições nas revisões textuais e formatação de documentos, além da preocupação e carinho dedicados durante as fases do trabalho.

Aos colegas e amigos Jailton Soares dos Reis, Paulo Augusto Barros de Sousa e Isac Tavares de Santana pelas ajudas memoráveis nos trabalhos em sistema de informações geográficas (ArcGIS) e de processamento digital de imagens de satélite (Geomática e Spring).

A Mirelle pelas colaborações prestadas em sistema de informações geográficas, boa vontade em ajudar, pré-disposição e carinho.

Aos alunos do curso de engenharia ambiental, Eduardo Marques e Walter Turíbio pelas contribuições em momentos importantes do trabalho.

À Fundação Universidade do Tocantins (UFT) pela possibilidade da realização do curso de doutorado.

Aos professores do curso de Engenharia Ambiental da UFT que favoreceram para a realização das atividades no curso de doutorado e pela compreensão quanto à importância desta qualificação profissional para aumentar o poder de fogo do nosso curso em atividades de formação de recursos humanos, pesquisa e extensão.

À amiga Cláudia Regina Bucar Miranda e ao colega Clodomir Costa Jr. pelas várias ajudas na organização da minha vida particular (casa e filhos).

Aos funcionários do Departamento de Geologia Aplicada e da Secretaria de Pós-Graduação do Instituto de Geociências e ao José Maria Cazonato, secretário do Programa de Formação de Recursos Humanos para o Setor de Petróleo e Gás - PRH05, pelo apoio operacional no Campus de Rio Claro.

A todos os colegas da Oikos Pesquisa Aplicada Ltda. pelo convívio e compreensão nas ausências em momentos-chave, quando deixei de partilhar responsabilidades em ações importantes nos projetos em execução ou em captação.

Aos meus pais, irmãos e primos Hermes, Luisa, Túlio e Nara, e à tia Ana Barbanti pela receptividade e hospitalidade em seu lar.

Aos professores do curso de doutorado pelas valiosas informações fornecidas em sala de aula e, mesmo fora dela, demonstrando atenção e preocupação pelos ensinamentos e pelas visões críticas que muito enriqueceram a minha formação.

Agradeço a todos aqueles que tiveram envolvimento em alguns momentos de trabalho árduo.

Tempo perdido

Todos os dias quando acordo não tenho mais o tempo
que passou, mas tenho muito tempo
temos todo o tempo do mundo...
Todos os dias antes de dormir, lembro e esqueço
como foi o dia
Sempre em frente, não temos tempo a perder...

Renato Russo

RESUMO

Apresenta-se a problemática do assunto Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE), a polêmica em torno dele e suas atribuições como instrumentos político e técnico para ordenamento territorial. A hipótese do trabalho foi definida com base na situação-problema ZEE Tocantins, discutindo-se os procedimentos metodológicos e métodos usados. Assumiu-se que o mapeamento e o zoneamento geotécnico tenham uma importante aplicação no ZEE, sobretudo pela forma com que as unidades são caracterizadas, quer seja diretamente ou indiretamente. Demonstrou-se que o mapeamento geotécnico, embasado em unidades de compartimentação do meio físico classificadas por atributos inerentes ao ZEE, permite melhorar a percepção acerca dos usos potenciais da terra, pretendidos em um projeto de ZEE, principalmente pela possibilidade de elaboração de cartas específicas ou de síntese. Trabalhou-se criteriosamente na descrição dos processos de: (i) montagem e organização de uma base de dados geográficos para facilitar e permitir o desenvolvimento das atividades que se apóiam tecnologicamente em SIG e sistema de processamento digital de imagens de sensores remotos; (ii) aplicação do método Seplan-TO usado no ZEE Norte do Estado do Tocantins para a geração do plano de zoneamento ambiental, com ênfase na compartimentação ambiental (unidade territorial básica - UTB); (iii) aplicação do mapeamento geotécnico com base no Método Vedovello para a geração de um plano de zoneamento geoambiental, com ênfase na compartimentação ambiental (unidade básica de compartimentação - UBC) e inclusão de fatores bióticos; e (iv) comparação e avaliação dos resultados obtidos pela aplicação dos diferentes métodos com o intuito de indicar aquele que deve ser usado para estudos de ZEE no Tocantins. Os focos da avaliação foram a compartimentação do meio físico e a execução do ZEE em termos de repetitividade e reprodutividade em outras áreas geográficas do estado do Tocantins. Os processos usados mostraram que o Método Vedovello com adaptações (introdução da componente biótica): (i) é aderente ao ZEE; (ii) é plenamente válido cientificamente; (iii) tem como pontos fortes a possibilidade de repetição e a obtenção de uma base de informação estruturada em UBCs, que permite atualizações periódicas, sem que haja mudanças na geometria das unidades; (iv) mostra maior flexibilidade da base de dados para geração de cartas temáticas ou geotécnicas.

Palavras-chave: zoneamento ecológico-econômico; zoneamento ambiental, zoneamento geoambiental, unidades de paisagem, sensoriamento remoto, unidade básica de compartimentação (UBC).

A B S T R A C T

The problematics of the subject Ecological-Economic Zoning (EEZ) is presented, as well as the controversy about it and its role as a political and technical instrument for a territorial ordenation. The hypothesis was defined based on the EEZ Tocantins problem-situation, discussing the methodological procedures and methods used. It was assumed that geotechnical mapping and zoning have an important application in the EEZ, particularly by the way the units are characterized, whether directly or indirectly. It was demonstrated that a geotechnical mapping based on compartmentalization units of the physical medium and classified by attributes inherent to the EEZ permits to improve the perception about the potential uses of land as intended in a EEZ project, particularly due to the possibility of preparing specific or synthetic charts. A judicious work was performed in the description of the processes of: (i) assembly and organization of a geographic data bank in order to facilitate and permit the development of the activities technologically supported by SIG and a digital image-processing system with remote sensors; (ii) application of the Seplan-TO method used at EEZ Northern of the State of Tocantins for generating the environmental zoning plan, emphasizing the environmental compartmentalization (basic territorial unit - BTU); (iii) application of the geotechnical mapping based on Vedovello Method for generating a geoenvironmental zoning plan emphasizing the environmental compartmentalization (basic compartmentalization unit - BCU) and inclusion of biotic factors; and (iv) comparison and assessment of the results obtained by the application of the different methods, with the intent of indicating that one that should be used for EEZ studies at Tocantins. The assessment was focused on the compartmentalization of the physical medium and the execution of the EEZ in terms of repeatability and reproducibility at other geographic areas of the State of Tocantins. The processes used show that the Vedovello Method with adaptations (introduction of the biotic component): (i) adheres to the EEZ; (ii) is fully valid scientifically; (iii) has as strong points the possibility of repetition and obtainment of an information basis structured in BCUs, permitting periodic updatings, without changes in the geometry of the units; and (iv) shows more flexibility of the database for generating thematic or geotechnical charts.

Key-words: ecological-economic zoning; environmental zoning, geoenvironmental zoning, landscape units, remote sensing, basic compartmentalization unit (BCU).

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Áreas com zoneamento ecológico-econômico contendo produtos em escala 1:250.000 e maiores (atualização 06/2006)	18
Figura 2. Diagrama de Ishikawa elaborado com base no ZEE Norte do Estado do Tocantins	26
Figura 3. Modelo esquemático de execução de ZEE - Diretrizes e procedimentos SAE/PR.....	46
Figura 4. Organograma de execução de zoneamento geoambiental - Diretrizes e método IBGE	55
Figura 5. Organograma para a elaboração de um ZEE regional ou estadual - Diretrizes e método MMA	53
Figura 6. Organograma de execução do ZEE - Diretrizes e método Seplan-TO	57
Figura 7. Localização e acessos principais da área de estudo	63
Figura 8. Carta-imagem das unidades e estruturas geológicas	65
Figura 9. Carta-imagem das unidades de relevo	68
Figura 10. Carta-imagem das unidades de solos	70
Figura 11. Carta-imagem de aptidão agrícola das terras	74
Figura 12. Distribuição da precipitação anual referente ao período de 1976 a 2005	75
Figura 13. Carta-imagem das regiões fitoecológicas e contatos	78
Figura 14. Áreas selecionadas para conversão em unidades de conservação por meio de avaliação ecológica rápida	80
Figura 15. Carta-imagem das áreas classificadas por importância biológica para conservação da biodiversidade brasileira	82
Figura 16. Carta-imagem das áreas classificadas por prioridade para conservação biodiversidade brasileira	83
Figura 17. Organograma simplificado dos macroprocessos e processos executados no projeto de tese	85
Figura 18. Fluxograma do processo de levantamento, aquisição de dados e material	89
Figura 19. Fluxograma do processo de modelagem da base de dados geográficos em ambiente ArcGIS e Spring	90
Figura 20. Fluxograma do processo de montagem dos dados cartográficos básicos em ambiente ArcGIS (Piraque <i>geodatabase</i>)	91
Figura 21. Fluxograma do processo de estruturação do banco de dados cartográficos temáticos - ambiente ArcGIS (Piraque <i>geodatabase</i>)	92
Figura 22. Fluxograma do processo de montagem do conjunto de dados de MNT (SRTM e de carta topográfica) para o ambiente ArcGIS (Piraque <i>geodatabase</i>)	93
Figura 23. Fluxograma do processo de montagem do conjunto de dados de imagens de SR - ambientes Geomática e ArcGIS (Piraque <i>geodatabase</i>)	95

Figura 24. Fluxograma do processo de elaboração do mapa de unidades territoriais básicas	98
Figura 25. Fluxograma do processo de elaboração do mapa de cobertura da terra - 1973.	99
Figura 26. Fluxograma do processo de correlação e integração de dados físicos e bióticos nas UTBs e geração do plano de informação de vulnerabilidade natural à perda de solos por erosão	101
Figura 27. Fluxograma do processo de proposição das unidades de intervenção	106
Figura 28. Fluxograma do processo de compartimentação fisiográfica do terreno em UBCs	110
Figura 29. Fluxograma do processo de caracterização geotécnica	113
Figura 30. Fluxograma do processo de geração da carta de áreas potenciais para conservação ambiental	117
Figura 31. Fluxograma do processo de geração da carta de áreas potenciais para recarga de aquíferos	120
Figura 32. Fluxograma do processo de geração da carta de zoneamento geoambiental.....	123
Figura 33. Fluxograma do processo de elaboração do relatório da tese	125
Figura 34. Imagem MSS/Landsat em composição colorida; fusão digital de imagens MSS/Landsat com SRTM usando as técnicas <i>pseudocolor</i> e IHS	129
Figura 35. Imagens relevo sombreado: (A) 45° de elevação da fonte de iluminação; (B) 70° de elevação da fonte de iluminação	131
Figura 36. Imagens relevo sombreado superpostas por imagens MSS/Landsat realçadas e em composição colorida: (A) 45° de elevação da fonte de iluminação; (B) 70° de elevação da fonte de iluminação	132
Figura 37. Cartas-imagem dos zoneamentos ambiental 1973 e 2000	137
Figura 38. Visualização das UTBs em modelo 3D resultante da combinação do MNT (SRTM) e imagem MSS/Landsat 1973	138
Figura 39. Carta-imagem das unidades territoriais básicas (UTBs) - 1973	140
Figura 40. Cartas-imagem das coberturas da terra 1973 e 2000	141
Figura 41. Gráfico de barras mostrando as contribuições relativas de cada zona ou subzona, em termos de convergência nos zoneamentos ambientais de 1973 e 2000	143
Figura 42. Polígonos estreitos exibindo as divergências entre os limites das UTBs dos zoneamentos ambientais de 1973 e 2000 (em verde são estão os locais de convergências)	144
Figura 43. Gráfico de barras mostrando as contribuições relativas de cada zona ou subzona em termos de divergência nos zoneamentos ambientais de 1973 e 2000	145
Figura 44. Exemplo dos locais de divergências entre: (a) subzona B1 (1973) e a zona A (2000); (b) as zonas C (1973) e A (2000). Áreas cobertas por Floresta Ombrófila (1973) e predominantemente por pastagem (2000)	146
Figura 45. Carta-imagem das convergências e divergências entre os zoneamentos ambiental de 1973 e 2000	147
Figura 46. Cartas-imagem dos zoneamentos geoambiental (1973) e ambiental (2000)	149

Figura 47. Gráfico de barras mostrando as contribuições relativas de cada zona ou subzona em termos de convergência entre os zoneamentos geoambiental 1973 e ambiental 2000	150
Figura 48. Gráfico de barras mostrando as contribuições relativas de cada zona ou subzona em termos de divergência entre os zoneamentos geoambiental 1973 e ambiental 2000	151
Figura 49. Carta-imagem das convergências e divergências entre os zoneamentos geoambiental 1973 e ambiental 2000	152
Figura 50. Carta-imagem das unidades básicas de compartimentação (UBCs)	154
Figura 51. Visualização das UBCs em modelo 3D resultante da combinação do MNT (SRTM) e imagem MSS/Landsat 1973	155
Figura 52. Carta-imagem das áreas potenciais para recarga de aquíferos	156
Figura 53. Carta-imagem das áreas potenciais para conservação ambiental - 1973	157
Figura 54. Exemplo de locais de divergências: (a) entre a zona C (1973) e a subzona B1 (2000); (b) entre as zonas C (1973) e A (2000). Áreas cobertas por Floresta Ombrófila (1973) e por pastagem (2000)	158
Figura 55. Cartas-imagem dos zoneamentos geoambiental e ambiental 1973	161
Figura 56. Gráfico de barras mostrando as contribuições relativas de cada zona ou subzona em termos de convergência entre os zoneamentos geoambiental 1973 e ambiental 1973, em relação à área total da Folha Piraquê	162
Figura 57. Gráfico de barras mostrando as contribuições relativas de cada zona ou subzona em termos de divergência entre os zoneamentos geoambiental 1973 e ambiental 1973, em relação à área total da Folha Piraquê	163
Figura 58. Carta-imagem das convergências e divergências entre os zoneamentos geoambiental e ambiental 1973	165

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Áreas das zonas e subzonas cartografadas nos zoneamentos ambientais 1973 e 2000	142
Tabela 2. Áreas convergentes para as zonas e subzonas cartografadas nos zoneamentos ambientais 1973 e 2000	143
Tabela 3. Áreas divergentes para as zonas e subzonas cartografadas nos zoneamentos ambientais 1973 e 2000	144
Tabela 4. Áreas das zonas e subzonas cartografadas nos zoneamentos geoambiental 1973 e ambiental 2000	148
Tabela 5. Áreas convergentes entre as zonas e subzonas cartografadas nos zoneamentos geoambiental 1973 e ambiental 2000	148
Tabela 6. Áreas divergentes entre as zonas e subzonas cartografadas nos zoneamentos geoambiental 1973 e ambiental 2000	151
Tabela 7. Áreas das zonas e subzonas cartografadas nos zoneamentos geoambiental 1973 e ambiental 1973	160
Tabela 8. Áreas convergentes entre as zonas e subzonas cartografadas nos zoneamentos geoambiental 1973 e ambiental 1973	162
Tabela 9. Áreas divergentes entre as zonas e subzonas cartografadas nos zoneamentos geoambiental 1973 e ambiental 1973	163

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Classes para o agrupamento de unidades territoriais básicas	50
Quadro 2. Temas e atributos do meio físico para o zoneamento ambiental	102
Quadro 3. Índices de vulnerabilidade natural à erosão por perda de solos para unidades dos temas geologia, solos, relevo, vegetação (cobertura da terra) e clima	102
Quadro 4. Temas e atributos dos meios físico e biótico para zoneamento ambiental	102
Quadro 5. Zonas e subzonas conceitualmente definidas no ZEE-NTO	103
Quadro 6. Critérios para a identificação das zonas e subzonas para a proposição das unidades de intervenção (carta de zoneamento ambiental), conforme Método Seplan-TO usado no ZEE-NTO	104
Quadro 7. Classes de atributos usadas para cada um dos fatores geotécnicos do zoneamento geoambiental	112
Quadro 8. Classes de atributos usadas para a elaboração da carta de áreas potenciais para conservação ambiental	115
Quadro 9. Critérios para a identificação das classes de áreas potenciais para conservação ambiental	116
Quadro 10. Temas e classes de atributos usadas para a elaboração da carta de áreas potenciais para recarga de aquíferos	118
Quadro 11. Critérios para a identificação das classes das áreas potenciais para recarga de aquíferos	119
Quadro 12. Critérios para a identificação das classes do zoneamento geoambiental	122
Quadro 13. Comparações finais dos usos dos métodos Seplan-TO e Vedovello para fins de ZEE	168

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas
AER - Avaliação Ecológica Rápida
ARL - Área de Reserva Legal
BASA - Banco da Amazônia S. A.
BNDES - Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
Cbers - *China-Brazil Earth Resource Satellite*
CCD - *Charge-Coupled Device*
CCSIVAM - Comissão para Coordenação do Projeto do Sistema de Vigilância da Amazônia
CEZEE - Comissão Estadual do Zoneamento Ecológico-Econômico
CIM - Carta Internacional ao Milionésimo
CNPQ - Centro Nacional de Pesquisas e Monitoramento por Satélites
Codevasf - Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e Parnaíba
Coema-TO - Conselho Estadual de Meio Ambiente do Estado do Tocantins
CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
DZE - Diretoria de Zoneamento Ecológico-Econômico
Embrapa - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ETM+ - *Enhanced Thematic Mapper Plus*
Finam - Fundo de Investimento da Amazônia
FNO - Fundo Constitucional do Norte
GCP - *Ground Control Point*
GeoTocantins - Base Cartográfica Digital Contínua do Estado do Tocantins
GPS - *Global Position System*
IBGE - Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IGCE - Instituto de Geociências e Ciências Exatas
IHS - *Intensity, Hue, Saturation*
Incrá - Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
Inpe - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
LFPR - Licenciamento Florestal da Propriedade Rural
MD - Ministério da Defesa
MI - Ministério da Integração Nacional
MMA - Ministério do Meio Ambiente
MND - Mapoteca Nacional Digital
MNT - Modelo Numérico de Terreno
MSS - *Multispectral Scanner*
Naturatins - Instituto Natureza do Tocantins
NBR - Norma Brasileira da ABNT
NMA - Núcleo de Monitoramento Ambiental
PDRS - Projeto de Desenvolvimento Regional Sustentável

PGAI - Programa de Gestão Ambiental Integrada
PGC - Programa Grande Carajás
PI - Plano de Informação
PIB - Produto Interno Bruto
PIN - Plano de Integração Nacional
PNAD - Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios
PNOT - Política Nacional de Ordenamento Territorial
Polamazônia - Programa de Pólos Agropecuários e Agrominerais da Amazônia
PPG-7 - Programa Piloto para a Proteção das Florestas Tropicais do Brasil
Prodiat - Projeto de Desenvolvimento Integrado da Bacia do Araguaia-Tocantins
Prosperar - Programa de Incentivos ao Desenvolvimento Econômico ao Estado do Tocantins
PZEEAL - Programa Zoneamento Ecológico-Econômico para a Amazônia Legal
RIDE-DF - Região Integrada de Desenvolvimento Econômico do Distrito Federal e Entorno
SAD69 - *South American Datum 1969*
SAE/PR - Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República
SDS - Secretaria de Políticas para o Desenvolvimento Sustentável
Seplan-TO - Secretaria do Planejamento do Estado do Tocantins
SEUC - Sistema Estadual de Unidades de Conservação
SGBD - Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados
SIG - Sistemas de Informações Geográficas
SPDISR - Sistemas de Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto
Spring - Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas
SR - Sensoriamento Remoto
SPRN - Subprograma de Política de Recursos Naturais
SRTM - *Shuttle Radar Topographic Mission*
Sudam - Superintendência para o Desenvolvimento da Amazônia
Suframa - Superintendência da Zona Franca de Manaus
TIN - *Triangulated Irregular Network*
TM - *Thematic Mapper*
TNG - Técnica Nominal de Grupo
UBC - Unidade Básica de Compartimentação
UFMG - Universidade Federal de Minas Gerais
UFPA - Universidade Federal do Pará
UFSCar - Universidade Federal de São Carlos
UFT - Fundação Universidade Federal do Tocantins
Unesp - Universidade Estadual Paulista
Unicamp - Universidade Estadual de Campinas
USP - Universidade de São Paulo
UTB - Unidade Territorial Básica
UTM - Universal Transversa de Mercator
ZAE - Zoneamento Agroecológico
ZAE-TO - Zoneamento Agroecológico do Estado do Tocantins
ZEE - Zoneamento Ecológico-Econômico
ZEE-NTO - Zoneamento Ecológico-Econômico do Norte do Estado do Tocantins

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 - CONTEXTUALIZAÇÃO DO TRABALHO	18
1.1 Introdução	18
1.2 Problemática do tema ZEE	22
1.3 Seleção do tema para desenvolvimento do trabalho	25
1.4 Hipótese do trabalho	26
1.5 Objetivo	27
1.6 Justificativa da seleção da área de estudo	28
CAPÍTULO 2 - ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO NO BRASIL	30
2.1 Ordenamento territorial e ZEE	30
2.2 Zoneamento geotécnico para planejamento regional e ZEE	37
2.3 ZEE Tocantins	40
2.4 Diretrizes e métodos de ZEE usados no Brasil	44
2.4.1 Diretrizes Ab'Saber	44
2.4.2 Diretrizes e procedimentos SAE/PR	45
2.4.3 Diretrizes e método IBGE	47
2.4.4 Diretrizes e método Becker e Égler	49
2.4.5 Diretrizes e método MMA	51
2.4.6 Diretrizes e método Seplan-TO	56
CAPÍTULO 3 - CARACTERIZAÇÃO FISIAGRÁFICA E BIÓTICA DA ÁREA DE ESTUDO	62
3.1 Localização e acessos da área de estudo	62
3.2 Aspectos geológicos	64
3.3 Aspectos geomorfológicos	67
3.4 Aspectos de solos e aptidão agrícola	69
3.5 Características climáticas	75
3.6 Cobertura vegetal e áreas para conservação ambiental	76
CAPÍTULO 4 - MÉTODOS E PROCESSOS PARA ZONEAMENTOS NA ÁREA DE ESTUDO	84
4.1 Macroprocesso 1 - Estruturação e implementação da base de dados geográficos	86
4.1.1 Levantamento, aquisição de dados e material	86
4.1.2 Montagem e organização da base de dados geográficos em SIG	90
4.2 Macroprocesso 2 - Elaboração do zoneamento ambiental	96
4.2.1 Compartimentação da área em UTBs	96
4.2.2 Elaboração do mapa de cobertura da terra	98
4.2.3 Correlação e integração de dados físicos e bióticos	99
4.2.4 Definição das unidades de intervenção	103
4.2.5 Proposição das unidades de intervenção	105
4.3 Macroprocesso 3 - Elaboração do zoneamento geoambiental	106

4.3.1	Compartimentação fisiográfica do terreno	107
4.3.2	Caracterização geotécnica	110
4.3.3	Elaboração do mapa de cobertura da terra	113
4.3.4	Cartografia temática final e de síntese	113
4.4	Macroprocesso 4 - Obtenção dos resultados cartográficos e analíticos	123
4.4.1	Apresentação e discussão dos resultados	123
4.4.2	Emissão do relatório	124
CAPÍTULO 5 - RESULTADOS E DISCUSSÃO		126
5.1	Base de dados geográficos	126
5.2	Validade científica do Método Seplan-TO para zoneamento ambiental	133
5.3	Validade científica do Método Vedovello com adaptações para zoneamento geoambiental	134
5.4	Comparação dos resultados dos zoneamentos	135
5.4.1	Zoneamento ambiental 1973 <i>versus</i> zoneamento ambiental 2000	136
5.4.2	Zoneamento geoambiental 1973 <i>versus</i> zoneamento ambiental 2000.	148
5.4.3	Zoneamento geoambiental 1973 <i>versus</i> zoneamento ambiental 1973	160
CAPÍTULO 6 - CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES		166
REFERÊNCIAS		171
APÊNDICE A - Relação de projetos e produtos disponíveis com área de abrangência		180

Capítulo 1 - CONTEXTUALIZAÇÃO DO TRABALHO

1.1 Introdução

O Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE) foi criado na década de 1980 e aparece nas diretrizes do Programa Nossa Natureza (Decreto nº 96.944 de 12/10/88) para fins de uso no ordenamento territorial do país. O ZEE é um programa do governo federal gerenciado pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA). Executado nas esferas federal, estadual e municipal por órgãos públicos, o ZEE tem a finalidade de proporcionar base técnico-científica para subsidiar as políticas regionais de desenvolvimento, as discussões sobre a ocupação do território e a geração de propostas de uso dos recursos naturais. MMA (2006) adotou para o ZEE a definição de Becker e Égler (1997, p. 12): “instrumento político e técnico do planejamento, cuja finalidade última é otimizar o uso do espaço e as políticas públicas”.



Figura 1. Áreas com zoneamento ecológico-econômico contendo produtos em escala 1:250.000 e maiores (atualização 06/2006).

Conforme MMA (2006), até o ano de 2006, cerca de 22% do território nacional tinham projetos de ZEE executados e outros 30% contavam com projetos em andamento espalhados nas diversas regiões brasileiras (Figura 1). Os projetos foram coordenados por órgãos públicos dos governos estaduais e federal. Entre os produtos dos ZEEs executados em vários estados amazônicos e na Amazônia Legal, estão bases de dados digitais em sistemas de informações geográficas (SIG), mapeamentos dos meios físico e biótico,

planos de zoneamento, análises socioeconômicas, treinamentos, workshops, etc. O acesso aos dados se dá por meio da internet via interface de consulta e por *download* de arquivos. Em alguns sítios, é necessário prévio cadastramento para acessar os dados e informações, e se obter o controle da saída de informações.

No país, a prioridade para fins de ZEE tem sido a Amazônia Legal, haja vista que o governo federal, por razões geopolíticas^[1], vem envidando esforços para incentivar a ocupação dessa região desde o final dos anos 60 (MATTOS, 1980). Neste contexto, foram desenvolvidos vários planos e projetos cujo foco era a integração nacional. Dentre esses, como tentativas de ordenamento territorial, destacam-se: o Plano de Integração Nacional (PIN), projetos de colonização e o Projeto Radambrasil.

O PIN previa a construção de uma malha rodoviária complementar aos principais eixos de transporte fluvial, representada pelas rodovias BR-163, BR-174, BR-230, BR-319 e BR-364. Nos projetos de colonização ocorreu a distribuição de terras com o intuito de atrair as populações sem terra e flageladas pela seca do Nordeste. Os assentamentos deram-se às margens das rodovias na forma de “espinhas de peixe”. O Projeto Radambrasil iniciou-se com o reconhecimento da Amazônia e da parte ocidental do Nordeste brasileiro e, posteriormente, foi ampliado para todo território nacional. O intuito era o conhecimento dos recursos naturais do país para, a partir desse inventário, propiciar o planejamento de ações de ocupação territorial.

No Tocantins, a ocupação da região correspondente ao seu território é muito antiga e tem marcas da colonização portuguesa, fortemente voltada à mineração e posteriormente à agricultura e pecuária. A mineração aurífera concentrou-se nas regiões de Natividade, Arraias e Porto Nacional. O seu declínio teve reflexo nos aglomerados urbanos. Eles estacionaram ou desapareceram e grande parte da população abandonou estas regiões auríferas. Os que permaneceram foram para a zona rural e dedicaram-se à criação de gado e à agricultura de subsistência (PALACIN; SANT’ANNA, 1989).

Ainda na época do império, a Coroa Portuguesa procurou reestabelecer o fluxo comercial da região voltando as atenções para as possibilidades de ligação comercial da área do antigo território goiano (atual Tocantins) com o litoral, via capitania do Pará, usando a navegação nos rios Tocantins e Araguaia (CAVALCANTE, 1999).

^[1] Especialmente como precaução contra a recorrente idéia de internacionalização da Amazônia, na década de 1960, foram criados: a Superintendência para o Desenvolvimento da Amazônia (Sudam - 1966), o Banco da Amazônia S.A. (Basa - 1966) e a Superintendência da Zona Franca de Manaus (Suframa - 1967). A Sudam e a Suframa buscaram fixar a presença dos brasileiros na Amazônia, por meio de políticas de incentivos fiscais e creditícios operados pelo Basa.

Tal alternativa de desenvolvimento da região levou ao estímulo da agropecuária e ao povoamento das margens dos rios Tocantins e Araguaia. A Coroa Portuguesa ofereceu isenção do pagamento de dízimos aos que ali se estabelecessem e, aos comerciantes, concedeu privilégios na exportação para o Pará (CAVALCANTE, 1999).

Esse modelo de ocupação baseado na agropecuária manteve-se durante anos e foi dinamizado com o avanço da fronteira econômica induzido pela implantação da rodovia BR-153 (Rodovia Transbrasiliana) e de vias transversais. O caráter indutor da rodovia BR-153 possibilitou a implantação e o crescimento de inúmeros núcleos urbanos ao longo de seu traçado, fundamentando a estruturação daquela que, mais tarde, seria a rede urbana do estado do Tocantins. Este eixo rodoviário passou posteriormente a concentrar a disponibilidade de infra-estrutura econômica, ligações de estradas e energia elétrica.

A ocupação do Tocantins (então norte goiano), até os anos 1970, foi tratada por Becker (1979), que mostrou os avanços das diferentes frentes migratórias e da dinâmica de uso e ocupação da região. Ajara et al. (1991) registraram que a construção da BR-153 trouxe um incremento populacional e intensificou o fluxo de migrantes. Nos anos 1970, alterou-se significativamente o sentido “espontâneo” das frentes migratórias, deixando de ser essencialmente maranhense e incorporando as frentes goianas, mineiras e paulistas. Isso projetou a privatização das terras e a mercantilização da economia regional.

No final dos anos 1980, a criação do estado do Tocantins e a construção da capital (Palmas) promoveram melhorias na distribuição e na qualidade da infra-estrutura básica (adensamento da malha de transportes, geração e distribuição de energia elétrica). Os indicadores socioeconômicos foram sendo melhorados com o continuado processo de implantação de infra-estrutura e de programas sociais.

A economia tocantinense é fundamentalmente baseada em serviços, setor que vem perdendo espaço para o setor secundário, em função das mudanças fundamentais na matriz produtiva, em direção a uma maior industrialização. A dinâmica agropecuária é marcada pelo aumento da produção agrícola de grãos de arroz e soja (principal produto de exportação) e pelo aumento da exportação de carne bovina (pecuária de corte).

A população do Tocantins, cerca de 1,2 milhão de habitantes^[2], teve crescimento urbano, no último quinquênio, de 3,8% ao ano, enquanto a rural decresceu 0,9% anualmente. Os ritmos de crescimento populacional e do Produto Interno Bruto (PIB) superaram as médias nacionais. Entretanto, o Tocantins continua com baixas densidade populacional (4,5 hab./km²) e renda per capita (R\$ 3.776,00/ano).

As melhorias dos indicadores socioeconômicos devem-se, em grande parte, à ampliação da capacidade administrativa do Estado e à aplicação de recursos da União e captados por meio de empréstimos internacionais. As políticas e diretrizes do governo estadual vêm melhorando o desempenho de inserção do Tocantins no contexto nacional. No entanto, isto ocorre sem a aplicação de um plano claro e pré-definido de ordenamento territorial. Na prática, os planos de ação são setoriais e sem fundamentação nos resultados dos zoneamentos agroecológico e ecológico-econômico (e. g., ZEE do Norte do Estado do Tocantins - ZEE-NTO).

As decisões pelas formas de ocupação ocorreram e continuam se dando com base na implantação sucessiva de programas das esferas federal e estadual. Eles são desenhados sob o prisma de uma decisão unilateral de governo e com base na análise dos custos de oportunidades. Isto em relação aos usos dos recursos naturais e ao desenvolvimento de atividades produtivas requeridos em cada projeto (análises de viabilidade ambiental e econômica).

A existência de legislação ambiental e sua aplicação constituem os principais elementos para o ordenamento territorial do Tocantins, o que não é divergente do restante do país. Isto mostra que é essencial a elaboração de um plano ou política de ordenamento territorial que balize os investimentos em bases econômicas e ambientais aceitáveis e, em compatibilidade com as áreas protegidas. Portanto, com base no cenário apresentado, há oportunidade para que o ZEE seja, de fato, usado como um instrumento que oriente as formas de gestão e uso dos recursos naturais, bem como pelos tomadores de decisão quando da elaboração de projetos.

^[2] PNAD - Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios - 2005. Dados da Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) provenientes da Contagem da População, com data de referência em 01/04/2008, indicam a população tocaninense em 1.243.627 habitantes.

1.2 Problemática do tema ZEE

O tema ZEE, desde a sua inserção na política nacional de meio ambiente, é um assunto polêmico, tanto no âmbito federal quanto no estadual.

A polêmica instala-se ora na aplicação do ZEE como instrumento político, ora como instrumento técnico. Politicamente, ele deveria dar as diretrizes de uso dos recursos naturais para a elaboração de planos de desenvolvimento e ordenamento territorial, adotando, em suas várias instâncias de execução, a negociação com a sociedade. Apesar de o ZEE ter sido incorporado aos discursos políticos, sempre houve uma falta de vontade política para realizá-lo ou aplicá-lo, dada à percepção de ser ele um instrumento restritivo ou regulador do uso de uma área. Tecnicamente, o insuficiente ou o frágil apego político ao ZEE induziu a uma polêmica técnica acerca de procedimentos metodológicos sugeridos ou usados em sua construção (e.g., AB'SABER, 1989; BRASIL, 1991b; SOKOLONSKI; COSTA, 1996; BECKER; ÉGLER, 1997; MONTES, 1997; RIVAS et al., 1999; MMA, 2006).

As distintas execuções do ZEE pelos estados amazônicos, usando-se variados modelos e métodos, podem ser traduzidas como incertezas de aplicação de uma política de ordenamento territorial na Amazônia Legal. Na realidade, o ZEE foi usado para: (i) apoiar a gestão ambiental; (ii) mapear recursos naturais; (iii) elaborar mega bases de dados em SIG e em Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados (SGBD). Em vários estados amazônicos tentou-se substituir os mapeamentos do Projeto Radambrasil por mapas a serem produzidos nos ZEEs. O mapeamento de recursos naturais teve muito peso nos trabalhos de ZEE. Aproveitando tal momento, o IBGE fez várias tentativas, nos estados amazônicos, para vender serviços de reedição atualizada da cartografia de recursos naturais do Projeto Radambrasil. As tentativas foram alcançadas em 1997, quando o IBGE assinou contrato com a Comissão para Coordenação do Projeto do Sistema de Vigilância da Amazônia (CCSIVAM). Parte do trabalho foi a conversão para o meio digital das bases cartográficas e das cartas temáticas atualizadas de geologia, relevo, solos e vegetação produzidas pelo Projeto Radambrasil.

O que transparece é que o ZEE foi executado nos estados amazônicos sem uma efetiva coordenação nacional do MMA, sempre distante das equipes estaduais. A coordenação deu mais atenção ao estabelecimento de parcerias financeiras do

que técnicas, entendendo que esse era o mote principal de ação. Várias críticas foram tecidas ao ZEE (e.g., MELLO, 2002; BENATTI, 2003; ZUQUETTE; GANDOLFI, 2004): (i) tempo de execução prolongado; (ii) custos elevados; (iii) não incorporação de temas importantes, como a biodiversidade; (iv) escala de detalhamento dos trabalhos; (v) apego maior ao desenvolvimento econômico do que à proteção dos recursos naturais; (vi) participação incipiente ou nula da sociedade; (vii) baixo nível de objetividade; (viii) dificuldade de repetitividade e de reprodutividade dos métodos em outras áreas geográficas.

No Tocantins, o ZEE, nos primeiros anos de sua execução (1992 a 1996), foi muito criticado por várias instituições do próprio governo estadual. Em 1999, quando passou a apresentar resultados mais visíveis à sociedade, o ZEE ganhou mais respeitabilidade e aceitação. A partir de então, ele começou a ser visto por todos os segmentos de governo como uma base de informações sobre recursos naturais (dados cartográficos, temáticos e de imagens de sensoriamento remoto). Todavia, o ZEE ainda não conseguiu ir além deste aspecto informativo devido à incipiente vontade política governamental. Ele não produziu produtos que abrangessem todo o estado para a orientação da ocupação da terra com base em fatores aplicados às demandas institucionais e sociais.

O ZEE ainda não se consolidou como instrumento para favorecer o ordenamento territorial tocaninense, apesar de estar dentro da estrutura da Secretaria do Planejamento do Estado do Tocantins (Seplan-TO), a responsável pela coordenação do planejamento estadual. As evidências estão nas execuções dos planos plurianuais e nas atividades produtivas que são estimuladas e orientadas pela Secretaria de Agricultura, Pecuária e Abastecimento, e pela Secretaria de Indústria e Comércio, sem considerar a interação com a Diretoria de Zoneamento Ecológico-Econômico da Seplan-TO (DZE/Seplan-TO) e o Instituto Natureza do Tocantins (Naturatins).

Politicamente, o ZEE, no Tocantins, sempre foi orientado a ser indicativo. Tecnicamente, seguiu, numa primeira fase, as diretrizes de Ab'Saber (1989) usando a linha mais agrônômica com uma componente ambiental acoplada (ecodesenvolvimentista). Nesta fase, o ZEE resgatou a base de informação do Projeto Radambrasil e se fez uma compartimentação estadual em termos agroecológicos (Zoneamento Agroecológico do Estado do Tocantins - ZAE-TO). Na

segunda fase, trabalhando em área prioritária no Norte do estado, o ZEE aprimorou os conhecimentos adquiridos com o Projeto RadamBrasil, aumentou a análise do número de temas e atributos ambientais e socioeconômicos, e teve um caráter mais ambiental.

O Norte do estado do Tocantins foi compartimentado em zonas e subzonas (BELLIA et al., 2004a), as quais retrataram o acordo com a sociedade local. As indicações do ZEE-NTO, em planos de síntese ou individuais, mostraram que os resultados obtidos alinharam-se com as diretrizes do governo federal e dos doadores dos recursos do Programa Piloto para a Proteção das Florestas Tropicais do Brasil (PPG-7).

Os procedimentos metodológicos e métodos usados no ZAE-TO e no ZEE-NTO foram distintos em termos de levantamentos de temas e atributos e de escala de execução. No ZAE-TO, analisou-se os atributos ambientais segundo unidades agroecológicas em escala 1:500.000; no ZEE-NTO, os atributos ambientais, sociais e econômicos foram levantados, tratados e analisados segundo unidades de paisagem em escala 1:250.000 e recortes municipais. Nos dois zoneamentos, para a obtenção de dados ambientais, usou-se imagens de sensoriamento remoto e a integração de dados por meio de sistemas de informações geográficas. Somente no ZEE-NTO foram realizados trabalhos de campo abrangendo temas dos segmentos dos meios físico, biótico e antrópico.

O tempo de execução do ZAE-TO, previsto para seis meses, extrapolou três anos. No ZEE-NTO, o tempo estimado para a conclusão dos trabalhos foi de dois anos e acabou estendendo-se para seis. Este zoneamento foi conduzido segundo uma estratégia diferente daquela usada na execução do ZAE-TO. Aplicou-se recursos por meio de planos operativos anuais estabelecidos com o MMA, cuja forma de implementação e de gerenciamento técnico-administrativo se deu conforme as regras do Banco Mundial.

Os custos nos dois zoneamentos foram diferentes, isso pelos seus princípios executivos e métodos de trabalho. No ZAE-TO, os custos referentes aos serviços prestados pelo Centro Nacional de Pesquisas e Monitoramento por Satélites (CNPM) ficaram na ordem de 2,15 reais/km², aplicados somente em produtos^[3]. No

^[3] Os produtos do CNPM estavam praticamente prontos, pois o CNPM, quando era Núcleo de Monitoramento Ambiental (NMA) da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), já

ZEE-NTO, segundo Pereira (2006)^[4], os recursos alocados em equipamentos (carros, computadores, programas), diárias, passagens e serviços (consultoria, estudos, imagens de sensores remotos, mídia) chegaram à ordem de 82,35 reais/km².

1.3 Seleção do tema para desenvolvimento do trabalho

Para a seleção do tema-alvo da tese, as questões abordadas na Seção 1.2 (Problemática do tema ZEE) foram tratadas para a construção do diagrama de causa e efeito (Diagrama de Ishikawa - BRASSAD, 2004). O diagrama é utilizado para a identificação de direcionadores (causas) que potencialmente levam ao efeito indesejável.

Para a elaboração do diagrama de Ishikawa sobre o ZEE-TO (Figura 2), inicialmente, aplicou-se o método de *brainstorming* na equipe técnica da DZE/Seplan-TO. O objetivo foi identificar os direcionadores que levaram ao efeito indesejável: um ZEE genérico, ineficiente e não-implementado. Identificou-se vários direcionadores que foram agrupados nas categorias: sociedade, política, planejamento e estudos temáticos, e métodos. Somente as causas obtidas por consenso do grupo foram apresentadas no diagrama de Ishikawa.

Para estabelecer a prioridade de causas, aplicou-se a técnica nominal de grupo (TNG - BRASSAD, 2004), onde cada um dos participantes (seis no total) atribuiu índices de importância de 1 a 4 para cada categoria. Somando-se os índices de pontuação, obteve-se uma ordenação das categorias de causas em ordem decrescente de importância: planejamento e estudos temáticos; métodos; política; sociedade.

Considerando as duas categorias de causas com maior pontuação (planejamento e estudos temáticos; métodos), partiu-se para o desenvolvimento do trabalho da tese, buscando-se definir um conjunto de procedimentos e um método de ZEE mais viável para aplicação no Tocantins.

havia prestado serviços para o Ministério do Desenvolvimento e Interior para subsidiar a criação do Tocantins. Na ocasião usaram os dados do Projeto Radambrasil.

^[4] PEREIRA, E. Q. ZEE Norte do Estado do Tocantins. Palmas, 06 de outubro. 2006. Entrevista a Ricardo Ribeiro Dias.

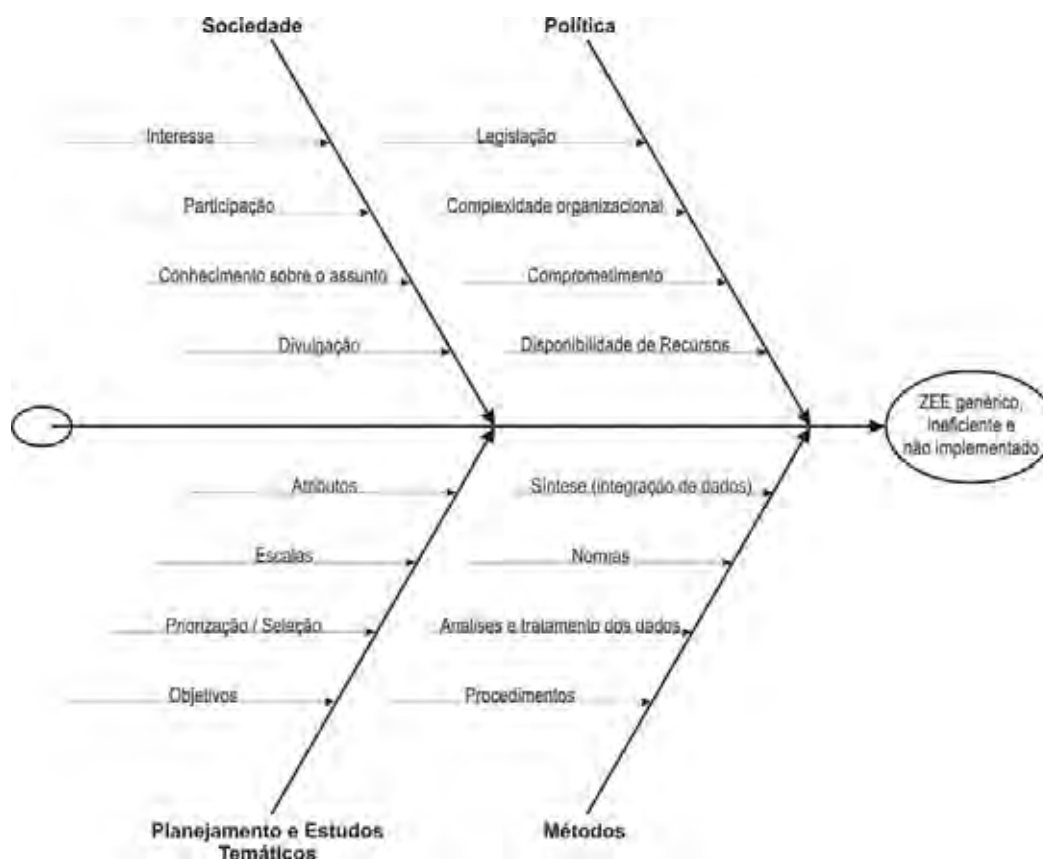


Figura 2. Diagrama de Ishikawa elaborado com base no ZEE Norte do Estado do Tocantins.

1.4 Hipótese do trabalho

No âmbito do PPG-7, entre os métodos de trabalho usados para a elaboração de zoneamentos nos estados amazônicos, não foi utilizado o mapeamento geotécnico. Vários trabalhos apontam o mapeamento geotécnico e o zoneamento geotécnico com potencial aplicação no ZEE, pois eles possibilitam a geração de produtos com base na compartimentação do meio físico e na sistematização de informações geotécnicas básicas para a determinação dos comportamentos dos materiais para diferentes atividades humanas.

Pretendeu-se, então, demonstrar que o mapeamento geotécnico, fundamentado na compartimentação por unidades fisiográficas (interpretação de imagens de sensores remotos) classificadas por atributos do meio físico e correlacionados com atributos bióticos, agrega substancial valor a um projeto de ZEE. Buscou-se também mostrar que o mapeamento permite melhorar a percepção

acerca dos usos potenciais da terra pretendidos em um projeto de ZEE por meio da elaboração de uma variedade de cartas específicas em vez de cartas de síntese.

As cartas de síntese nos ZEEs são genéricas e não propiciam derivações de cartas; nelas, as unidades de paisagem nem sempre mostram limites físicos nítidos e coincidentes com as feições das imagens de sensoriamento remoto e do terreno. A maioria dos trabalhos de ZEE usa operações de álgebra de mapas em SIG com o estabelecimento de pesos para cada plano de informação. Geram-se produtos finais contendo polígonos que precisam ser revisados em termos de consistência quanto às suas adequações, às condições e características reais do terreno. Aparecem polígonos que são chamados de “polígonos espúrios”^[5] e que devem ser eliminados em operações de edição/topologia de um SIG para posterior armazenagem e publicação do produto final.

1.5 Objetivo

O objetivo do presente trabalho é mostrar qual método e quais processos simplificados devem ser aplicados na continuidade de execução do Programa de Zoneamento Ecológico-Econômico no estado do Tocantins, em termos de cartografia temática para compartimentação do meio físico em zonas e subzonas.

Realizou-se o estudo de caso na área da Folha Piraquê (SB.22-Z-B-VI), colocando-se em curso quatro macroprocessos:

1. macroprocesso 1 - estruturação e implementação de uma base de dados geográficos para o desenvolvimento de atividades que se apóiam tecnologicamente em SIG e processamento digital de imagens de sensores remotos;
2. macroprocesso 2 - aplicação do Método Seplan-TO usado no ZEE-NTO para a geração do plano de zoneamento ambiental referente ao ano 1973,

^[5] D'ALGE (2007, p. 20 e 21) : [...] “pode ocorrer sempre que se faz uma combinação ou cruzamento de dados entre dois ou mais planos de informação que contêm linhas que representam a mesma feição geográfica ... pequenos polígonos, chamados polígonos espúrios, são gerados pela interseção de linhas que representam as mesmas feições, mas que têm representações digitais levemente discrepantes.” Extraído de CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V. Introdução à ciência da geoinformação. Inpe, São José dos Campos. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/>>. Acesso em 27 abr. 2007.

- com ênfase na compartimentação ambiental (unidade territorial básica - UTB);
3. macroprocesso 3 - aplicação do mapeamento geotécnico para o ano 1973, para a geração de um plano de zoneamento geoambiental, com ênfase na compartimentação ambiental (unidade básica de compartimentação - UBC);
 4. macroprocesso 4 - comparação e avaliação entre os resultados dos zoneamentos ambiental e geoambiental referente ao ano 1973, e destes com os resultados do ZEE-NTO do ano 2000. Os focos das avaliações foram a compartimentação do meio físico e a execução do ZEE em termos de repetitividade e reprodutividade em outras áreas geográficas do estado.

1.6 Justificativa da seleção da área de estudo

Conforme Santos (2004), a identificação do limite de uma área de estudo para fins de planejamento ambiental deve considerar: (i) a complexidade local; (ii) a abrangência e o núcleo dos principais problemas regionais; (iii) as escalas necessárias para avaliar as questões ambientais; (iv) o tamanho das unidades territoriais envolvidas e que sejam representativas em termos ambientais; (v) as pressões sobre os sistemas naturais ou criados pelo ser humano.

Comumente, nos meios acadêmicos e instituições de pesquisa, a escolha de áreas de trabalho recai em bacias hidrográficas, que compõem áreas em geral facilmente individualizáveis e de simples caracterização. Todavia, no Brasil, o uso de limites político-administrativos (municípios e regiões) é comum em planejamentos ou estudos ambientais, quando coordenados ou realizados por instituições governamentais. Tais limites são justificados pela disponibilidade de dados socioeconômicos, censitários e de infra-estrutura.

Os critérios muitas vezes empregados na delimitação de áreas de estudo são: (i) o objetivo do trabalho; (ii) as limitações de custo, tempo, recursos humanos e tecnológicos disponíveis para execução dos levantamentos; (iii) o nível de detalhamento das informações requeridas. O nível de detalhamento é o fator determinante para balizar as amostragens, interpretações dos dados e extrapolação das informações, sem perder a representatividade da heterogeneidade espacial.

A escolha da escala correta é difícil, sobretudo pela carência de trabalhos que discutam as bases teóricas de tal definição. Também destaca que “[...] se o caminho é planejamento, a tarefa é definir o nível de detalhe condizente com os objetivos propostos e instrumentos selecionados, e conduzir a alternativas viáveis e implementáveis” (SANTOS, 2004, p. 46). Neste aspecto, as questões-chave são as que envolvem a diferenciação entre o que é essencial e o que é desprezível como informação espacial, bem como o nível de heterogeneidade/homogeneidade da informação espacial.

Para a seleção da área de estudo, optou-se por fixar a escala em 1:250.000 pela disponibilidade de dados e informações sobre recursos naturais e zoneamento existentes nesta escala (Apêndice A), com cobertura parcial ou total do estado do Tocantins.

Num primeiro momento, considerando a análise do conjunto de dados do estado do Tocantins, selecionou-se a região do ZEE-NTO que apresentava: (i) maior disponibilidade de imagens de sensores remotos, (ii) dados cartográficos básicos atualizados, (iii) estudos temáticos em escala 1:250.000; (iv) maior densidade de descrições de pontos de campo dos meios físico e biótico.

Num segundo momento, levando-se em conta a dimensão e a heterogeneidade do Norte do estado do Tocantins, estabeleceu-se a necessidade de reduzir a área geográfica para o trabalho. Definiu-se como critério básico de seleção que a área de estudo fosse representativa da região em termos de: (i) ambientes geológicos; (ii) unidades e formas de relevo; (iii) unidades de solos; (iv) fitofisionomias; (v) número de zonas e subzonas ecológico-econômicas; (vi) áreas indicadas para conservação ambiental; (vii) variedade de tipos de cobertura e uso da terra; (viii) presença de projetos de colonização implantados pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (Incra). Nesta segunda fase de seleção, a área que preencheu todos os requisitos foi a Folha SB.22-Z-B-VI Piraquê, a qual passou a ser objeto de estudo deste trabalho.

CAPÍTULO 2 - ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO NO BRASIL

2.1 Ordenamento territorial e ZEE

Conforme consta na Constituição da República Federativa do Brasil de 1988, em seu Artigo 21, parágrafo IX, compete à União: “elaborar e executar planos nacionais e regionais de ordenação do território e de desenvolvimento econômico e social” (SENADO FEDERAL, 2007, p. 9). Inicialmente, esta competência foi exercida pela Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República (SAE/PR), com as tentativas de elaboração do ZEE e, posteriormente, passou a ser do MMA. Mais recentemente, a responsabilidade pelo ordenamento territorial ficou sendo do Ministério da Integração Nacional (MI) e do Ministério da Defesa (MD).

O MI tem trabalhado na formulação de uma Política Nacional de Ordenamento Territorial (PNOT), visando ampliar a discussão sobre o conceito de ordenamento territorial com vistas à torná-lo operacional para que um conjunto articulado de ações direcionadas à promoção do desenvolvimento sustentável seja viabilizado.

A ordenação do território é uma forma de impulsionar o desenvolvimento econômico para melhorar a qualidade de vida e proteger o meio natural. Nessa ótica, o território deve ser tratado como um bem escasso (PUJADAS; FONT, 1998).

Venezuela (1997, p. 6) considerou que o ordenamento territorial é “[...] processo de compatibilização das atividades de uso dos recursos naturais e ocupação do espaço territorial, com as características e qualidade dos ambientes natural e antropogênico, visando permitir a derivação de bem estar para todos os grupos humanos envolvidos [...]”.

Para Rückert (2005), é necessário ordenar os coexistentes e múltiplos usos do solo em um determinado território. Tal ordenamento consiste em determinar usos específicos e diferenciados às parcelas, bairros, municípios e regiões de um território.

Para Santos (2005, p. 51), “ordenar o território exige, obrigatoriamente, considerar alternativas de usos possíveis e aceitáveis [...]”. Considera também que eleger os usos mais adequados exige o conhecimento dos interesses e práticas de ocupação dos agentes públicos e privados que atuam em um dado território. Complementa, ainda, que os critérios de adequabilidades ambientais, territoriais,

econômicos, sociais e técnicos devem refletir as principais preocupações doutrinárias do ordenar: o desenvolvimento econômico, a qualidade de vida e a preservação do meio ambiente. Se estas são reconhecidas como legítimas, servirão como balizadores para hierarquizar e escolher as alternativas aceitáveis e desejáveis de uso de recursos de um território.

De acordo com Rückert (2005), o território é um espaço socialmente construído e seu ordenamento deve ser conduzido para orientar e induzir padrões de uso sustentável, de modo que se atenda as aspirações de desenvolvimento da sociedade.

Não se pode tratar ordenamento territorial e regulamentação do uso do solo da mesma forma, pois eles são proposições escalares distintas, referentes a diferentes competências legislativas e executivas. Para Moraes (2005), o ordenamento territorial diz respeito a uma visão macro do espaço, enfocando grandes conjuntos espaciais, numa escala de planejamento que aborda o território nacional em sua integridade.

Entretanto, o que se tem de fato observado no país é que o ordenamento territorial ainda é uma novidade em termos consensuais. Existem diferentes propostas conceituais e em todas se busca captar os grandes padrões de ocupação, as formas predominantes de valorização do espaço geográfico, os eixos de penetração do povoamento e das inovações técnicas e econômicas, e a direção prioritária dos fluxos (demográficos e de produtos). Enfim, entende-se que o ordenamento visa estabelecer um diagnóstico geográfico do território, indicando tendências e aferindo demandas e potencialidades, de modo a compor o quadro, no qual devem operar, de forma articulada, as políticas públicas setoriais com vistas a realizar os objetivos estratégicos do governo (MORAES, 2005). Essas observações de Moraes (2005) são totalmente similares aos princípios gerais do Programa de ZEE gerenciado pelo MMA (MMA, 2006). Contudo, ainda persiste a confusão conceitual que algumas pessoas têm sobre ordenamento territorial e seu instrumento, o ZEE.

O ordenamento territorial tem que ser visto como uma forma de compatibilização de políticas que evite conflitos de objetivos e contraposição de diretrizes no uso de espaços territoriais e dos recursos naturais. Nesta linha, o papel do Estado é o de agente regulador e harmonizador do desenvolvimento. Neste

sentido, Moraes (2005) afirmou que o ordenamento territorial objetiva um planejamento integrado e espacializado da ação do poder público.

O papel de ordenador dos espaços geográficos brasileiros compete aos três níveis de governo, cabendo à União: (i) o estabelecimento de macroestratégias de ocupação do espaço; (ii) a instalação de equipamentos e infra-estruturas; (iii) a gestão dos fundos territoriais e da utilização dos recursos naturais; (iv) medidas de defesa da soberania e das fronteiras; (v) ações especiais em áreas críticas ou prioritárias.

Nesse sentido, parece interessante a proposição da PNOT de forma hierarquizada e que leva em conta as especificidades de cada ente federativo. A PNOT deve ser capaz de: (i) estabelecer um pacto territorial que explicita melhor as matérias e tópicos de interesse nacional, e de competência direta da União; (ii) esclarecer o âmbito específico de atuação das outras unidades da Federação, identificando, sempre que possível, os caminhos institucionais para a ação cooperada e as parcerias entre níveis de governo (MORAES, 2005).

Nesse contexto, o ZEE passa a ter papel relevante para fins de ordenamento territorial. Os primeiros trabalhos denominados de ZEE foram realizados, nos anos 1980 (*e.g.*, OIKOS, 1986; ITERON, 1988; FPCR, 1989). De lá para cá, o governo federal concentrou seus esforços, principalmente, em concepções metodológicas, discussões técnicas e execução do Programa de ZEE para a Amazônia Legal (PZEEAL).

Os estados amazônicos fizeram os seus zoneamentos parciais ou totais em termos da cobertura de área geográfica por métodos diversificados e obtiveram, como era de se esperar, resultados variados e custos incomparáveis entre si. Conforme MMA (2006), no zoneamento de grandes áreas, usou-se o apoio de empresas privadas, enquanto nas pequenas áreas, quase sempre dispersas, os zoneamentos foram elaborados ora por organizações civis, ora por equipes técnicas estaduais.

Referente aos anos 1990, MMA (2006, p. 2) enuncia: “[...] algumas experiências obtiveram resultados satisfatórios, com equipes capacitadas, coordenações técnicas e administrativas bem articuladas e com estratégias de execução baseadas em parcerias [...]”. Todavia, os ZEEs realizados nos estados da

Amazônia Legal alimentaram expectativas e frustraram muitos administradores públicos e a sociedade.

MMA (2006) considerou prioritária a necessidade de recuperar a dimensão do ZEE como um instrumento integrado de planejamento, articulando seus diversos níveis de intervenção nas escalas federal, regional, estadual e local. Acreditou que um ZEE, na escala da União, é capaz de dar ao país uma visão de conjunto, pois o produto final permitiria avaliar e propor soluções e sugestões quanto às ações territoriais provenientes do governo federal.

Benatti (2003, p. 293) comentou que: “[...] discutir os princípios, critérios e procedimentos metodológicos leva-nos a pensar sobre as diferentes concepções de ZEE, a questionar se o zoneamento é um instrumento para o ordenamento territorial e o desenvolvimento regional em bases sustentáveis, ou se ele já não é a própria política de ordenamento territorial”.

Estabelecer um ZEE “[...] equivale a realizar um estudo para determinar a vocação de todos os subespaços que compõem um certo território, e efetuar o levantamento de suas potencialidades econômicas sob um critério basicamente ecodesenvolvimentista” (AB’SABER, 1989, p. 4).

Brasil (1991a) definiu o zoneamento como instrumento para racionalizar a ocupação do território, subsidiando a elaboração de planos regionais voltados ao desenvolvimento sustentável e ao fornecimento de uma base técnica para a definição do ordenamento territorial. Considera, também, que o ZEE é a base de conhecimento técnico-científico que possibilita a identificação de zonas equiprobemáticas em face de opções de intervenção de acordo com suas sustentabilidades ecológica, econômica e social.

Para Sombroek (1994), o ZEE é uma forma de planejamento do uso do solo que leva em conta a análise de múltiplos objetivos, confrontando os elementos físicos, bióticos e socioeconômicos. As confrontações devem fornecer subsídios para que grupos de interesses cheguem a um consenso sobre o uso ou não-uso do solo, a ser executado por meio de ações legislativas, administrativas e institucionais em unidades demarcadas (zonas).

Venezuela (1997) considerou ZEE como um processo amplo, contínuo e interativo que requer aproximações sucessivas e atualização constante, sendo aplicável em todas as escalas geográficas. Complementou que o ZEE consiste em

um instrumento para ordenamento territorial que permite a definição de planos alternativos de uso dos recursos ecológicos, econômicos e socialmente aceitáveis, e alocação de recursos, incentivos e políticas para promovê-los. Nesse processo devem ser identificadas, definidas e caracterizadas áreas ou zonas que correspondam às distintas condições ecológicas dentro de um marco geográfico determinado e sua correspondente avaliação, em termos de aptidão física e ecológica, e de sua viabilidade econômica e social para apoiar certos tipos de utilização dos recursos.

Becker e Égler (1997, p. 12) definiram que o “[...] ZEE é um instrumento político e técnico do planejamento cuja finalidade última é otimizar o uso do espaço e as políticas públicas[...]” e que “[...] não é um fim em si, nem mera divisão física, e tampouco visa criar zonas homogêneas e estáticas cristalizadas em mapas [...]”.

O caráter técnico do ZEE está ligado ao fornecimento de informações sobre o território, necessárias para planejar a sua ocupação racional e o uso sustentável dos recursos naturais. O lado político, de regulação do uso do território, propicia: (i) a integração de políticas públicas em uma base geográfica, descartando o convencional tratamento setorizado de modo a aumentar a eficácia das decisões políticas; (ii) permite acelerar o tempo de execução e ampliar a escala de abrangência das ações, isto é, aumenta a eficácia da intervenção pública na gestão do território^[6]; (iii) serve para a negociação entre as várias esferas de governo e a sociedade civil (BECKER; ÉGLER, 1997).

De acordo com Machado (1999, p. 129): “zoneamento consiste em dividir o território em parcelas, nas quais se autorizam determinadas atividades ou se interdita, de modo absoluto ou relativo, o exercício de outras atividades”.

Para Benatti (2003, p. 292), “mesmo não sendo esse o único objetivo do zoneamento, de modo geral, pode-se dizer que as medidas tomadas no zoneamento para buscar soluções aos problemas ambientais, acabam estabelecendo limitações ao direito de propriedade.”

Num zoneamento há dois caminhos a seguir: o normativo ou o indicativo. No normativo se tem poderes para definir o uso da terra e dos recursos naturais de um território, estabelecendo zonas que se distinguem pela possibilidade de uso ou não-

^[6] Isto ainda não aconteceu na escala de país, região, bioma, bacia hidrográfica, estados ou municípios, sobretudo pela falta de apego político dos ZEEs e morosidade nas suas execuções.

uso de recursos naturais, mediante proibições e limitações (SOMBROEK, 1994; CHAVES, 2000; BENATTI, 2003). Este tipo de zoneamento foi fortemente criticado por Nitsch (1998). Para que o ZEE normativo seja efetivado são necessárias novas leis e decretos que definam as limitações de uso dos proprietários de imóveis rurais e dos usuários dos recursos naturais.

Chaves (2000) chamou atenção para conflitos éticos, sociais, culturais e econômicos (e.g., o direito de propriedade), e alertou que um zoneamento que penaliza os agentes econômicos pode levá-los a não cumprir as normas. Afirmou também que nenhum zoneamento dessa natureza parece ter chances de ser implementado^[7].

Chaves (2000, p. 20) mencionou que: “[...] zoneamento normativo é em particular de baixo custo de implementação, produz uma série de impactos econômicos (custos e benefícios), que, na ausência de mecanismos de compensação, tendem a se distribuir de forma desigual na sociedade”.

Benatti (2003, p. 299) também comentou que, “[...] se o zoneamento não for bem conduzido e fundamentado, pode ser inviabilizado, pois quem se achar “prejudicado” irá questionar a violação de seus direitos em juízo e paralisar as ações do ZEE.” Um zoneamento em que os proprietários desobedecem as normas impostas, que é questionado na esfera jurídica e que induz ao uso intensivo da terra nas áreas sem restrição, acaba por se tornar ineficaz. Ele pode se tornar um ônus para a sociedade, por ter incorrido em custos para sua execução e gerar prováveis aumentos de despesas judiciais e de fiscalização para fazê-lo valer (CHAVES, 2000).

Um zoneamento indicativo parece ser mais recomendado, pois se limita a indicar as condutas para as políticas públicas, os proprietários de terras e os usuários de recursos naturais. Este zoneamento tem como ponto forte a busca pela ocupação dos espaços e redirecionamento de atividades compatibilizadas com os potenciais e fragilidades do território (CHAVES, 2000; BENATTI, 2003).

O princípio indicativo é bem aderente às concepções de Ab’Saber (1989) e de Becker e Égler (1997), que acreditam, respectivamente, no zoneamento como instrumento de ecodesenvolvimento ou de desenvolvimento sustentável. O

^[7] Fato já comprovado em Rondônia (MAHAR; DUCROT, 1998), pois, lá, grupos de interesse conseguiram alterar a lei estadual de zoneamento.

zoneamento indicativo, assim como o normativo, acaba levando ao uso de normas legais de diversos níveis para sua implementação, ou seja, ordenamento do território. Para Chaves (2000), o zoneamento indicativo não é um instrumento neutro e pode causar custos e benefícios, os quais devem ser avaliados antes dos possíveis efeitos econômicos e sociais de sua implementação.

Benatti (2003) mostrou que um terceiro tipo de zoneamento, o participativo, tem na sua concepção uma linha de permanente interação entre os órgãos públicos e a sociedade com vistas às decisões políticas de proteção ambiental e de desenvolvimento de um território. Citou que as atribuições desempenhadas pelas instâncias não seriam fundamentalmente normativas ou simplesmente indicativas; seriam um misto das duas situações, uma terceira situação, na qual as alternativas do uso e do não-uso dos recursos teriam, como orientação diretrizes de descentralização, flexibilização normativa e participação vinculante.

Para Moraes (2005), os programas de zoneamento coordenados pela SAE/PR, pelo Gerenciamento Costeiro, pelo PPG-7 e pelo MMA têm avaliações negativas. Agra Filho (2001), Mello (2002) e Benatti (2003) citam como pontos críticos no processo de elaboração de um zoneamento: (i) difícil operação e alto custo de elaboração, com levantamentos demorados que, em muitos casos, geram produtos de pouca utilidade prática; (ii) reduzida aplicação dos conhecimentos gerados para o ordenamento e uso do solo; (iii) exercício essencialmente técnico, menosprezando as questões relativas à participação pública; (iv) resultados de estudos técnicos com uma linguagem pouco acessível à sociedade; (v) baixo nível de legitimidade política em decorrência da falta de uma efetiva participação social na sua concepção e implementação.

Esses autores chegaram a considerar o zoneamento como um instrumento de alto risco, cujos resultados só podem ser aferidos após a sua confecção, com a possibilidade de chegar a resultados exíguos em face dos recursos despendidos^[8] nos estados amazônicos.

Além disso, Moraes (2005) constatou que os zoneamentos: (i) tiveram problemas de ordem metodológica; (ii) merecem ser analisados de forma sistemática; (iii) apresentam a existência de questões de conflito de competências

^[8] Isto pode ser verificado ao se analisar os resultados do componente de ZEE do Projeto de Gestão Ambiental Integrada (PGA) - Subprograma de Política de Recursos Naturais (SPRN) no PPG-7, gerenciado pelo MMA.

legais entre os níveis de governo. Mencionou também que há um “[...] embaralhamento das escalas de atuação governamental [...]”, o que talvez possa explicar os problemas defrontados. Indicou, ainda, que esta última observação é ponto importante para os programas de ordenamento territorial.

Quanto à questão institucional, Benatti (2003) considerou que um dos caminhos para garantir a eficácia do zoneamento é a descentralização. Ele propôs uma transferência, de um nível central para um intermediário ou local, seja do comando político, da execução ou dos recursos referentes ao conjunto de ações. Sugeriu ainda que o governo federal implementasse a descentralização com duas diretrizes: (i) deslocamento da capacidade de decidir e implementar políticas para as esferas de governos estaduais; (ii) transferência da implementação e administração de políticas definidas no plano federal para outras esferas de governo.

As discussões sobre o tema ZEE são vastas e, apesar dos esforços humanos e materiais empreendidos nas duas últimas décadas, hoje se vê que os modelos de ZEE sofrem com descrédito crescente da sociedade. Isto na medida em que eles não têm sido suficientes, ou não se tornaram capazes de direcionar e unir as bases de dados com o licenciamento ambiental de empreendimentos, monitoramento e gestão ambiental, ou não são úteis ao dia-a-dia das demandas sociais.

Os ZEEs, da forma que vêm sendo realizados, muitas vezes são apenas de cunho estratégico e para servir ao Estado. Não raramente, parecem ser simplesmente exercícios caros de grupos com interesses em manter equipes ou o controle sobre os trabalhos técnico-científicos (linhas de execução), sem que isso resulte em proposições que levem, efetiva e eficazmente, ao ordenamento do uso de recursos naturais.

2.2 Zoneamento geotécnico para planejamento regional e ZEE

No Brasil, ainda não se observou a inserção do mapeamento geotécnico nas discussões sobre ordenamento territorial ou ZEE sob a coordenação do MMA. O mapeamento não esteve presente nos ZEEs executados pelos estados amazônicos ou sequer foi citado como ferramenta para o planejamento ambiental ou ordenamento territorial.

O mapeamento geotécnico é um processo de avaliação do meio físico, o qual prevê comportamentos e riscos ambientais derivados de ações humanas. Nesse mapeamento, usam-se diversas associações de procedimentos e métodos já disponíveis e consagrados em vários países, os quais o utilizam como forma de subsídio ao ordenamento do uso e ocupação da terra.

A cartografia geotécnica, contando com a geração de cartas específicas e produtos de síntese, já vem sendo usada para planejamento ou orientação de estudos de mais detalhe, e aí se destacam os trabalhos de: Zuquette (1981; 1987); Souza et al. (1992); Vedovello (1993); Pejon e Zuquette (1993); Zuquette (1993); Nakazawa, Freitas e Diniz (1994); Zuquette et al. (1994); Riedel (1994); Aguiar (1997); Nishiyama (1998); Santos (1998); Silva (2005).

Segundo Matula (1978), o mapeamento geotécnico sob enfoque de planejamento regional pode ser destinado para: (i) a estimativa do potencial de uso de unidades de terreno; (ii) avaliação de áreas para uso específico; (iii) discussão e avaliação da melhor forma de ocupação de um determinado terreno.

Zuquette e Gandolfi (1990) apresentaram uma metodologia para servir a multifinalidades; fornecer subsídios à proteção do meio ambiente e à administração pública; para aplicação em áreas extensas ($> 1000 \text{ km}^2$) e menores ($< 750 \text{ km}^2$); e para a obtenção de informações por mecanismos rápidos, simples e de baixo custo.

Peloggia (1997) fez uma discussão sobre procedimentos e métodos para cartografia geotécnica, e questionou se as cartas geotécnicas generalizadas não são dispensáveis, uma vez que as recomendações para cada unidade geotécnica são demasiadamente amplas. Sugeriu que essas informações, muitas vezes, podem ser obtidas diretamente a partir de consultas a mapas geológico e geomorfológico regionais, perdendo, assim, a justificativa de geração de informação simplificada em cartas geotécnicas voltadas ao planejamento regional. Também, apontou inconsistências de aplicação nos trabalhos realizados por Souza et al. (1992) e Nakazawa, Freitas e Diniz (1994).

Para fins de zoneamento ambiental, Zuquette (1987) propôs um método que contempla a análise cartográfica em documentos agrupados em: (i) documentos fundamentais básicos; (ii) cartas de síntese; (iii) cartas derivadas ou interpretativas; (iv) cartas analíticas básicas. Essas cartas devem ser geradas a partir da seleção de

atributos necessários para o alcance dos objetivos do trabalho, bem como para proporcionar uma maior confiabilidade nos resultados.

Nos trabalhos de mapeamento geotécnico, é fundamental a clareza da finalidade específica ou da multifinalidade. A eficiência dos resultados depende do método adotado na fase de planejamento, que contempla a análise de: objetivos, escala, atributos, obtenção de atributos, análise e tratamento dos dados, síntese e apresentação de cartas e mapas (ZUQUETTE; GANDOLFI, 2004). O recomendável, em termos de atributos, é limitá-los em número ajustado às reais necessidades de atendimento ao objetivo do trabalho, que permitam o entendimento por um usuário leigo e que sejam obtidos por meio de mecanismos rápidos, simples e de baixo custo (ZUQUETTE; GANDOLFI; 2004).

Aguiar (1997), enfocando o zoneamento geotécnico para aplicação em trabalhos de ZEE, realizou mapeamento em escala 1:100.000 para auxiliar a orientação e o planejamento da ocupação do espaço físico e uso dos recursos naturais no Distrito Federal. Com vistas à posterior aplicação em outras partes do país, Aguiar (1997) buscou também o fortalecimento da componente metodológica do zoneamento geotécnico, integrando-o no processo de gestão ambiental.

Nessa linha de planejamento do uso e ocupação do solo e aproveitamento sustentável dos recursos naturais, Santos (1998) realizou zoneamento geotécnico para parte do município de Palmas (TO) em escala 1:100.000. Tal zoneamento gerou uma diversidade de cartas de zoneamento específico e foi divulgado nas instituições municipal e estadual de meio ambiente e de infra-estrutura mostrando as diferentes aplicações possíveis.

Nishiyama (1998) trabalhou com procedimentos de mapeamento geotécnico como base para análises e avaliações ambientais, visando contribuir - com informações do meio físico - para o planejamento e ordenamento de ocupação no município de Uberlândia. Gerou uma cartografia, com base em Zuquette (1987), tratando do tema erosão e chegou à determinação de potenciais e fragilidades dos terrenos para alguns tipos de uso, destacando aqueles para atividades agropecuárias.

Vedovello (2000) propôs um método para zoneamento geotécnico com a finalidade de apoiar as atividades de gestão ambiental. Considerou que o zoneamento constitui-se numa forma de avaliação do terreno destinado à

viabilização e à harmonização das atividades humanas no meio físico. O método fundamenta-se na avaliação do terreno (áreas naturais) segundo o enfoque de paisagens e na utilização de produtos de sensores remotos e procedimentos de interpretação de imagens. Tem aplicabilidade e adaptabilidade para a elaboração de diferentes produtos geotécnicos e em diferentes contextos, e indica que as unidades básicas de compartimentação de uma área devem ser hierarquizadas em termos taxonômicos.

Silva (2005) realizou zoneamento geoambiental para a bacia hidrográfica do Rio Pardo (SP), em escala regional, com a utilização da inferência *fuzzy* e avaliação de alterações introduzidas por atividades modificadoras do meio físico. Elaborou uma série de mapas e cartas com base em Zuquette (1987) e, para o zoneamento, aplicou procedimentos adotando como unidades cartográficas as *landforms* (unidade de terreno). O zoneamento resultou em unidades que retratam as potencialidades e as vulnerabilidades do meio quanto ao uso e ocupação, e consiste numa base de dados para subsidiar a orientação da ocupação do espaço e uso dos recursos dessa bacia.

Esses trabalhos de zoneamento têm em comum as avaliações dos terrenos baseadas em atributos que são específicos para o atendimento a diferentes tipos de usos e ocupação da terra.

2.3 ZEE Tocantins

Dias et al. (2000) afirmaram que tanto o Programa ZEE Tocantins (ZEE-TO)^[9] como o Programa ZEE Brasil foram diversas vezes confundidos com ordenamento ou gestão territorial. De acordo com esses autores, para o governo tocantinense, a gestão territorial tem por objetivo subsidiar a promoção de altas taxas de desenvolvimento econômico e social, sustentável em longo prazo e regionalmente harmônico, proporcionando a redução dos desequilíbrios regionais a partir da utilização dos instrumentos de gestão integrados aos sistemas de planejamento, em todos os níveis da administração pública. Tal objetivo não se traduziu em fatos concretos. Tem-se produtos, mas as ações de gestão ou de ordenamento territorial

^[9] O Programa ZEE Tocantins foi criado com a Comissão Estadual de Coordenação do ZEE, em 1992.

com base no ZEE são pífias ou ausentes, e os produtos sequer são usados nas questões mais urgentes e de interesse do setor de agronegócios, como, *e.g.*, os percentuais de reserva legal que foram acordados com a sociedade no Norte do Estado do Tocantins em atendimento ao Código Florestal (Lei no 4.771, de 15 de setembro de 1965) e suas alterações por medida provisória.

O Programa ZEE-TO iniciou-se, de fato, com o Zoneamento Agroecológico do Estado do Tocantins (ZAE-TO). Executado para identificar as áreas para usos agropecuários e para conservação ambiental, por meio da análise de unidades de paisagem, o ZAE-TO resultou na montagem de uma base cartográfica^[10], estruturada em SIG, a partir de mapas e cartas em escalas 1:250.000 e 1:500.000. Conceitualmente, o ZAE-TO seguiu Sánchez (1991, p. 51), que define um zoneamento como “[...] resultado geográfico de um ordenamento do meio rural e florestal, que relaciona os sistemas naturais e os modificados pelo homem com as melhores alternativas ecológicas de estruturação e uso das paisagens produtivas.”

Dias et al. (2000) consideraram o ZAE-TO como um primeiro nível de informação estadual organizada, apesar de não trazer um acréscimo de informações em relação aos mapeamentos do Projeto RadamBrasil. Nesse tipo de zoneamento, não há necessidade de participação social. Por isso o ZAE-TO foi realizado segundo um processo de cima para baixo. Ele teve forte apego agrícola e contou com a inclusão da variável ambiental, buscando: (i) identificar inadequados usos da terra frente à aptidão agrícola dos solos; (ii) orientar adequadamente a ocupação de paisagens produtivas ociosas; (iii) regionalizar os territórios para facilitar o dimensionamento ambiental das políticas de desenvolvimento rural. O ZAE-TO, raras vezes, foi apresentado ou discutido na Comissão Estadual do Zoneamento Ecológico-Econômico (CEZEE).

Numa segunda fase, o ZEE-TO privilegiou o Norte do estado do Tocantins, para fins de zoneamento, por critérios político, ambiental e social. A priorização se deu também por atendimento aos critérios de elegibilidade estabelecidos no Subprograma de Políticas de Recursos Naturais (SPRN) do PPG-7: (i) financiar projetos em ambientes de floresta tropical; (ii) seguir o que foi determinado no Plano

^[10] Base cartográfica digital contém os temas geologia, relevo, solos, ambientes de vegetação, temperatura, precipitação, regionalização climática, declividade, erodibilidade potencial dos solos, bacias hidrográficas, compartimentação geoambiental/regiões ecológicas, zoneamento agroecológico e potencialidade de uso das terras.

Estadual Ambiental do Tocantins. Esse plano definiu quatro áreas como prioritárias para estudos ambientais, sendo a primeira o Norte do estado do Tocantins. Nesta região, o ZEE (ZEE-NTO), de cunho indicativo, foi executado sob a coordenação da Seplan-TO e teve como objetivo servir de instrumento ao planejamento regional e à gestão ambiental^[11]. Na sua elaboração, existiu um processo participativo social, respeitando-se os resultados dos estudos técnicos e as aspirações da sociedade local. Alcançou-se o consenso sobre o uso dos recursos naturais por zonas e subzonas, e a participação social tornou-se peça importante nas discussões para a preparação do plano de ZEE e do programa de gestão territorial (BELLIA et al., 2004b).

Os mapeamentos e estudos do ZEE-NTO^[12] levaram a um aumento do nível de informação dos produtos em relação àqueles do ZAE-TO e Projeto Radambrasil. Incluiu-se no ZEE-NTO produtos em atendimento às demandas da sociedade local, mas os produtos cartográficos, mesmo sendo bem melhores do que os que estavam disponíveis, ainda apresentam limitações, em função da escala, para várias formas de ocupação territorial. Talvez as causas tenham sido: imposição da escala 1:250.000 pelo agente financiador; limitações financeiras e técnicas em termos de visão multifinalitária; aplicabilidade quando da formulação ou concepção do projeto. O projeto foi elaborado a partir de informações coletadas em oficina de planejamento realizada na cidade de Tocantinópolis (1997), onde foram apontados os principais problemas ambientais da região por representantes da sociedade civil organizada (TOCANTINS, 1998).

O ZEE-NTO tentou seguir Ab'Saber (1989), o qual recomendou que os produtos cartográficos setoriais do Projeto Radambrasil fossem reavaliados, atualizados e colocados em escala adequada todas as vezes que se pretendesse elaborar documentos de maior precisão.

Os resultados do ZEE-NTO, conforme Bellia et al. (2004a), são de difícil implementação em termos de ordenamento territorial e gestão ambiental. Isto

^[11] Os resultados do ZEE-NTO deveriam ser usados como referências para os processos licenciamento e monitoramento ambiental, fato ainda não observado nas rotinas do Naturatins.

^[12] Os mapeamentos e estudos (executados em escala 1:250.000) envolveram: geologia, geomorfologia, solos, aptidão agrícola; risco de erosão; inventário florestal; avaliação ecológica rápida de flora e fauna; cobertura e uso da terra; zoneamento edafoclimático; adequação do uso da terra à aptidão agrícola das terras; plano de ZEE; programa de gestão territorial; inventário socioeconômico; cenários; contexto estadual e regional; caracterização das organizações sociais formais do Norte do estado Tocantins.

porque envolve uma diversidade de agentes governamentais e não governamentais, exigindo a descentralização de decisões e, sobretudo, vontade política dos governantes nos diferentes níveis administrativos. Isto é comprovado, pois não se implementou os subprogramas de gestão territorial, não houve ações coordenadas pela Seplan-TO buscando interlocuções com o governo federal para tentativa de aplicação de incentivos econômicos e fiscais para os usos desejáveis e aceitáveis em pacto social.

Chaves (2000) já alertava quanto ao processo político e a relevância social do ZEE. Para ele, a falta de relevância na condução do ZEE coloca em dúvidas a sua viabilidade e sustentabilidade política. Os possíveis impactos negativos tornam o ZEE, em princípio, um instrumento de planejamento e gestão com pouco apelo político para os poderes legislativo e executivo nos níveis municipal e estadual. O ZEE-NTO inovou quanto a proposições de implementação de resultados, pois trouxe consigo a elaboração do programa de gestão territorial que apresenta as diretrizes e principais ações que os governos estadual e municipal devem desenvolver para a implementação dos resultados do ZEE em parceria com a sociedade civil organizada.

A aprovação dos resultados do ZEE-NTO aconteceu somente no Conselho Estadual de Meio Ambiente do Estado do Tocantins (Coema-TO). A CEZEE não desempenha o seu papel institucional de planejar, coordenar, acompanhar e avaliar a execução dos trabalhos do ZEE-TO, bem como de articular com o governo federal (Decreto Estadual Nº 5.562/92).

A Seplan-TO continua coordenando ações do ZEE-TO com vistas à elaboração de uma política de ordenamento territorial. Todavia, mesmo agindo de forma insuficiente, o Governo do Estado do Tocantins vem se instrumentalizando para exercer o papel de ordenador dos espaços geográficos, lançando políticas e planos, tais como: Sistema Estadual de Unidades de Conservação (SEUC); Imposto sobre Mercadorias e Prestação de Serviços Ecológicos; Política Estadual de Recursos Hídricos (Lei nº 1.307, de 22/03/02); planos de bacias hidrográficas e planos diretores municipais.

A terceira fase do ZEE Tocantins está vinculada ao macrocomponente de Consolidação do Sistema de Proteção Ambiental e Gestão Territorial do Projeto de Desenvolvimento Regional Sustentável do Tocantins (PDRS) - Acordo de

Empréstimo com o Banco Mundial (7280-BR). Nesta fase, busca-se uma política de ordenamento territorial compatibilizada com a proposta da PNOT (MI, 2006).

2.4 Diretrizes e métodos de ZEE usados no Brasil

2.4.1 Diretrizes Ab'Saber

Em termos de métodos de trabalho para um ZEE, Ab'Saber (1989) destacou que, desde que na equipe de trabalho existam profissionais com uma boa noção de planejamento regional, devem ser empregados aqueles métodos já elaborados por agrônomos, geógrafos, ecólogos, engenheiros-florestais e cartógrafos. Ele, inicialmente, indica que a metodologia usada pelos agrônomos - o zoneamento agroecológico - abarca bem os princípios do ZEE, pois contempla a análise das terras segundo seus usos preferenciais.

Segundo Ab'Saber (1989), o zoneamento da Amazônia deve ser embasado na identificação e delimitação de células espaciais definidas por critérios fisiográfico-ecológicos. As células devem estabelecer, na escala de 1:250.000 ou mesmo 1:500.000, dois conjuntos de espaços geográficos para a Amazônia que resultam: (i) da somatória dos espaços de preservação permanente ou áreas protegidas e (ii) dos espaços disponíveis para o planejamento da ocupação dos solos, segundo a aplicação da legislação de uso dos recursos naturais e das obrigações quanto à proteção dos espaços internos das glebas, fluxo das águas e qualidade ambiental.

No primeiro nível, define-se as grandes células espaciais com base em critérios fisiográficos e ecológicos. No interior desses espaços, apontam-se subdivisões menores (grandeza espacial de segunda ordem), viabilizadas por bases físicas e ecológicas e sublinhadas por atividades econômicas diferenciadas. Considera-se também a existência de áreas críticas, que podem envolver espaços com algumas dezenas de quilômetros, até algumas dezenas de milhares de quilômetros quadrados. Elas exigem um planejamento regional pautado em uma cartografia combinada em nível de plantas e de cartas topográficas detalhadas, e as investigações complementares implicam em estudos especializados, sérios e aprofundados.

Em meio a uma área crítica, é indispensável caracterizar uma área-núcleo para se concentrar o planejamento de ações que devam ser a ela dirigidas, em termos de investigações das suas condicionantes físicas, ecológicas e sociais. A área crítica, de difícil delimitação é de grande importância, pois seu perímetro deve torná-la uma forma de reserva de recursos ou de espaços para o prosseguimento de um extrativismo não-predatório, até que se encontre um sistema mais garantido de exploração auto-sustentada efetiva dos seus recursos.

Ab'Saber (1989) comentou que, com relação ao zoneamento detalhado dos subespaços interiores de cada região (células) previamente definida, existe uma série de abordagens metodológicas, realizadas por diferentes grupos de técnicos e organizações governamentais, que implicam em estudos e operações geocartográficas demoradas e onerosas. Para ele, as áreas (células) deveriam ser selecionadas com listagem dos problemas emergenciais de cada região. Não é suficiente transpor métodos geocartográficos aplicados a outras áreas geoecológicas do país e nem executar tarefas e operações para um zoneamento efetivo das células espaciais preestabelecidas que se reduzam à produção de alguns documentos cartográficos isolados, de duvidosa aplicabilidade.

2.4.2 Diretrizes e procedimentos SAE/PR

Brasil (1991b) propôs diretrizes metodológicas (patamar mínimo de informações a serem geradas) para que o ZEE fosse realizado. Essas diretrizes têm por base a análise de dados temáticos preexistentes para avaliar a consistência, reconhecer as lacunas e a heterogeneidade de escalas dos levantamentos e mapeamentos. Considera-se como principais fontes de dados o Projeto RadamBrasil, os zoneamentos agroecológicos, os dados censitários do IBGE e imagens de sensores remotos.

As diretrizes de SAE/PR (Figura 3) estão fundamentadas na Teoria Geral dos Sistemas (BERTRAND, 1971) e nos princípios de ecodinâmica (TRICART, 1977). Indica-se que os atributos físicos, ecológicos e econômicos, além das dinâmicas natural e socioeconômica, sejam tratados segundo uma visão que compreenda os sistemas de atributos físico-bióticos modificados, ou não, pelas ações do ser humano ao longo de uma determinada escala tempo-espacial. Tais arranjos

materializam-se em arranjos espaciais que podem ser identificados em imagens de sensores remotos. As paisagens correspondem a sistemas ambientais, cujos atributos relacionam-se e reagem de forma específica às pressões desencadeadas pelas ações antrópicas.



Figura 3. Modelo esquemático de execução de ZEE - Diretrizes e procedimentos SAE/PR.

Fonte: Elaborado com base em Brasil (1991b).

Os procedimentos de execução são organizados em quatro etapas: (i) preparação do trabalho (desenho do estudo); (ii) diagnóstico ambiental, que contempla atividades de identificação dos sistemas ambientais e o diagnóstico da qualidade ambiental, por meio da avaliação dos sistemas ambientais, que se baseia na classificação da vulnerabilidade natural em função dos riscos de desestabilização e das repercussões mútuas com relação à qualidade de vida; (iii) caracterização das zonas de intervenção (fase de avaliação da sustentabilidade real dos sistemas ambientais); (iv) consolidação do ZEE, com a compatibilidade entre os resultados técnicos baseados no patamar mínimo de conhecimento, com políticas inseridas em planos e projetos governamentais e as expectativas socioeconômicas para o desenvolvimento harmonizado à conservação do ambiente.

Brasil (1991b) recomendou que os resultados do zoneamento fossem discutidos com representantes dos governos, nas esferas federal e estadual, e com representantes da sociedade civil organizada, tendo em vista a seleção de critérios,

normas e ações para consolidar o ZEE de acordo com as alternativas de usos sustentados.

2.4.3 Diretrizes e método IBGE

O IBGE realiza zoneamentos no país (zoneamento geoambiental), cuja fundamentação está na Teoria Geral dos Sistemas (BERTRAND, 1971) e nos princípios ecodinâmicos (TRICART, 1977). O método de zoneamento geoambiental (SOKOLONSKI; COSTA, 1996; MONTES, 1997; RIVAS et al., 1999) tem como metas: (i) a definição de unidades geoambientais de acordo com suas propriedades e características que imprimem potencialidades e limitações; (ii) a análise ambiental como base para a definição de vulnerabilidade das unidades; (iii) a avaliação da qualidade ambiental (Figura 4).

O zoneamento tem três fases de trabalho: (i) obtenção de dados e informações básicas dos componentes físicos e bióticos por meio de estudos temáticos; (ii) análise da estrutura e dinâmica dos espaços diferenciados para a composição do zoneamento geoambiental, chegando-se aos mapas de compartimentação morfoestrutural e morfopedológica e de unidades homogêneas (conforme a escala de detalhamento); (iii) identificação da vulnerabilidade natural do ambiente (ecodinâmica) e das pressões antrópicas para a definição da qualidade ambiental.

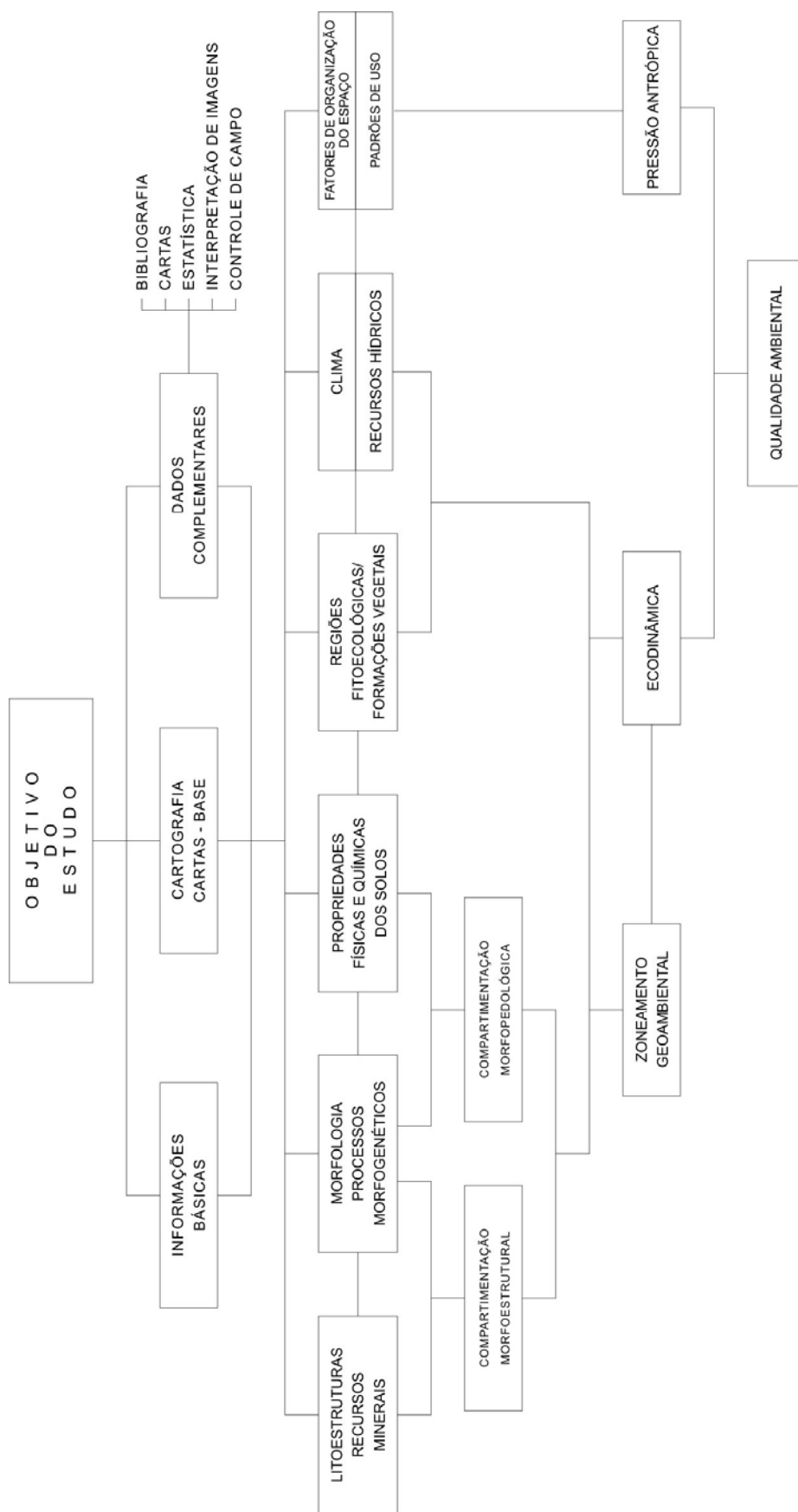


Figura 4. Organograma de execução de zoneamento geoambiental - Diretrizes e método IBGE.

Fonte: Rivas et al. (1999).

2.4.4 Diretrizes e método Becker e Égler

O método desses autores parece ser um resgate das diretrizes de Ab'Saber (1989) e de Brasil (1991b), com acréscimos de procedimentos para a elaboração do ZEE e pautando-se pela obtenção das cartas de: (i) vulnerabilidade natural à perda de solos; (ii) potencialidade social; (iii) subsídios à gestão do território.

Para a geração da carta de vulnerabilidade à perda de solos, Crepani et al. (1996; 2001) desenvolveram um método baseado no conceito de ecodinâmica (TRICART, 1977), na utilização de imagens de satélite e de mapas temáticos (geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e cobertura da terra) e no uso de atributos do clima. Os autores sugeriram a utilização dos produtos do Projeto RadamBrasil, de cartas topográficas em escala de 1:100.000 e dados históricos de pluviometria.

O processo de elaboração da carta de vulnerabilidade à perda de solos inicia-se com a identificação e delimitação de unidades territoriais básicas (CREPANI et al., 1996).

As UTBs são unidades determinadas nas imagens de satélite, considerando as características espectrais e de textura das imagens. Elas são classificadas com os dados temáticos (geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e cobertura da terra) e atributos do clima. Posteriormente, determina-se os graus de vulnerabilidade para cada tema em termos de processos de morfogênese e pedogênese. Cada UTB é classificada por tal grau de vulnerabilidade que pode variar de 1,0 a 3,0 (total de 21 valores, com uma casa decimal), sendo considerados meios: estáveis - valores próximos de 1,0; intermediários - valores em torno de 2,0 e instáveis - valores ao redor de 3,0 (CREPANI et al., 1996; 2001). O grau final de vulnerabilidade de cada UTB é resultante da média do somatório dos graus de vulnerabilidade de cada tema pelo número de temas usados. Crepani et al. (1996) recomendou na avaliação de vulnerabilidade os cinco temas: geologia, solos, vegetação, relevo e clima.

Para a confecção da carta de potencialidade social, Becker e Égler (1997) mencionaram que são necessárias análises de dados que permitam efetuar a relação entre fatores dinâmicos e os restritivos em termos econômicos, sociais e políticos. Essas análises se dão segundo um conjunto de atributos incluindo os

potenciais: natural; humano; produtivo; institucional. Esses autores propuseram que as UTBs fossem as células para expressar a potencialidade social.

Cada potencial tem atributos que são avaliados de 1,0 a 3,0 (total de 21 classes), onde os índices de condições para o desenvolvimento humano são indicados como: alto (3,0 - prevalecem os fatores dinâmicos); médio (2,0 - equivalência entre fatores dinâmicos e restritivos); baixo (1,0 - prevalecem os fatores restritivos). Para cada potencial, é feita a média dos valores dos atributos usados e posteriormente calcula-se o grau de potencialidade pela média dos valores dos quatro potenciais (natural; humano; produtivo; institucional). São estabelecidos os índices finais de potencialidade social por UTB, que são agrupados em cinco classes de potencial para o desenvolvimento humano: alto, moderadamente alto, médio, moderadamente baixo e baixo.

Finalmente, o processo de zoneamento encerra-se com a obtenção da carta síntese de subsídios à gestão do território. Os procedimentos operacionais são: (i) avaliação dos graus de sustentabilidade das UTBs que devem ser obtidos pela superposição ou correlação dos mapas de potencialidade social e de vulnerabilidade à perda de solos por erosão; (ii) levantamento da legislação atual de ordenamento territorial; (iii) preparação do plano de informação com as áreas de uso restrito; (iv) elaboração da carta síntese de subsídios à gestão do território.

Becker e Égler (1997) propuseram que a carta síntese de subsídios à gestão do território seja derivada da sobreposição dos mapas dos níveis de sustentabilidade das unidades territoriais com a legislação atual de ordenamento territorial, classificando as UTBs conforme o Quadro 1.

Classes ou zona	Subclasse ou subzona
Áreas produtivas	De consolidação ou fortalecimento do desenvolvimento humano Destinadas à expansão do potencial produtivo
Áreas críticas	Conservação (elevado grau de vulnerabilidade natural) Recuperação (alto potencial de desenvolvimento e elevada vulnerabilidade natural)
Áreas institucionais	De preservação permanente De uso restrito e controlado De interesse estratégico nacional

Quadro 1. Classes para o agrupamento de unidades territoriais básicas.

Fonte: Elaborado a partir de Becker e Égler (1997), p. 42.

2.4.5 Diretrizes e método MMA

MMA (2006) propôs a execução do ZEE segundo os enfoques estratégico e tático, em diferentes ordens de grandeza e escalas geográficas. O enfoque estratégico dirige-se ao topo da cadeia político-gerencial (nível nacional). O ZEE tem por meta um prognóstico, resultado da interação entre potencialidades e limitações para o planejamento de grandes áreas de domínio federal ou regional. Pode-se executar o prognóstico em dois níveis de escalas geográficas: (i) de reconhecimento (igual ou menor que 1:500.000) e (ii) intermediárias (entre 1:500.000 e 1:250.000).

O enfoque tático volta-se aos níveis de administração estadual, municipal e empresarial, com ZEEs realizados em escalas de semidetalhe - geralmente entre 1:100.000 e 1:50.000 -, e de detalhe (escalas maiores que 1:50.000). Nesse enfoque, os trabalhos de ZEE são realizados usando as UTBs (CREPANI et al., 1996; 2001) como produto da intersecção dos sistemas naturais *versus* uso da terra.

As diretrizes de MMA (2006) para a execução do ZEE têm dois segmentos: (i) ZEE Brasil e (ii) ZEEs regionais e estaduais.

- **ZEE Brasil**

No caso do ZEE Brasil, segue-se o enfoque estratégico, em escala de ordem de milhão. Realiza-se o processo de ZEE com as fases de: planejamento; diagnóstico ambiental; prognóstico; implementação.

Na fase de planejamento do projeto de ZEE são definidas as condições necessárias para o desenvolvimento das ações de zoneamento.

Na fase do diagnóstico ambiental, executam-se os trabalhos em níveis de integração do meio natural, da socioeconomia e da organização jurídico-institucional, afunilando-se para o diagnóstico da situação atual. Esta fase encerra-se com a apresentação do diagnóstico da situação atual, correlação dos produtos dos níveis de integração dos meios físico-biótico, da dinâmica socioeconômica e da organização jurídico-institucional. Espacializa-se e correlaciona-se os sistemas ambientais naturais, os impactos ambientais e as ameaças de perda da biodiversidade (constituída por seu potencial econômico e custo dos serviços ambientais), os vetores de expansão econômica no território e a situação das áreas legalmente protegidas.

Na fase do prognóstico, MMA (2006) sugeriu que fossem discutidas as possibilidades e condições de o ZEE tornar-se uma norma legal e/ou programática. O ZEE pode virar lei e dar as diretrizes de ação para solucionar os problemas detectados. Nesta fase, deve-se: (i) regulamentar e promover usos compatíveis com a sustentabilidade ecológica, social e econômica das diferentes unidades ambientais definidas no diagnóstico; (ii) estabelecer critérios e princípios que orientem o desenvolvimento, permitindo corrigir e superar desequilíbrios econômicos e ambientais, conservando os recursos naturais e elevando a qualidade de vida da população. Deve-se desenvolver como principais atividades: (i) a proposição das unidades de intervenção; (ii) cenários; (iii) zonas e proposição de diretrizes gerais e específicas.

MMA (2006) recomendou que a implementação do ZEE Brasil deve considerar os aspectos legais e programáticos da normatização, bem como a sua integração aos planos de gestão. Adicionou que é fundamental que o ZEE Brasil esteja assimilado, difundido entre os órgãos do poder executivo da administração direta e indireta, e articulado com os programas e ações dos planos plurianuais.

- **ZEEs regionais e estaduais**

MMA (2006) mencionou que os ZEEs regionais e estaduais devem ter como referência as diretrizes gerais do Projeto ZEE Brasil. As fases de um ZEE regional ou estadual (Figura 5), conforme proposto por MMA (2006), são as mesmas do Projeto ZEE Brasil. O que difere são seus conteúdos em função da mudança de escala de detalhamento. Os projetos regionais e estaduais de ZEE devem se articular com as ações em curso nos diversos níveis de governo.

Na fase de planejamento do ZEE regional ou estadual, as principais questões são: (i) política - momento das negociações do governo (executores) e sociedade civil para a homologação das áreas prioritárias nos estados ou regiões; (ii) mobilização social - vinculada ao processo de participação, que visa conciliar as necessidades da sociedade com a eficiência do ZEE em satisfazer essas demandas. Esta fase termina com a elaboração de projetos que tenham foco nas demandas da sociedade civil e de governo.

A fase de diagnóstico deve contemplar os diagnósticos físico e biótico, de socioeconomia e dos aspectos jurídico-institucionais. Deve ser encerrada com o diagnóstico da situação atual.

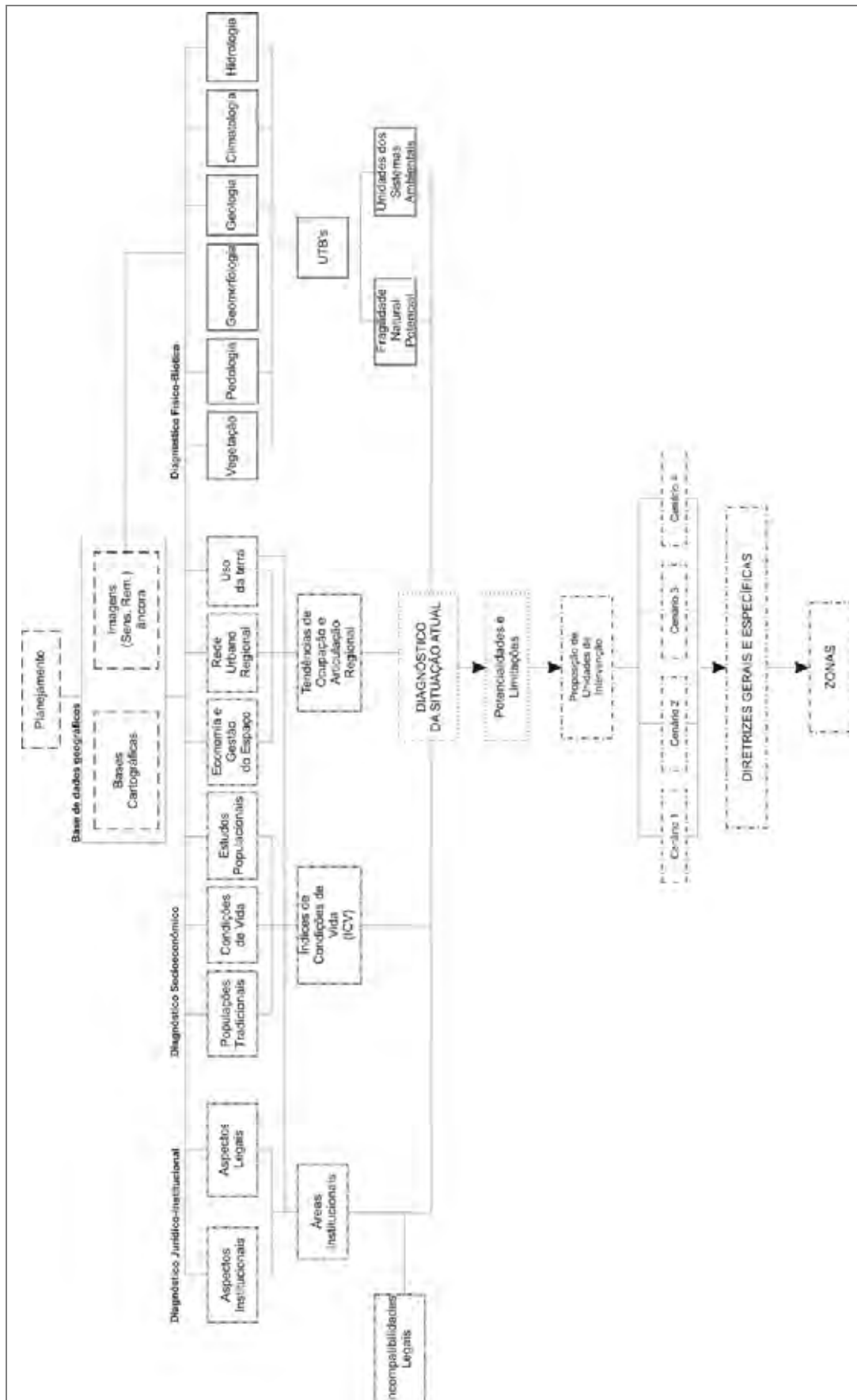


Figura 5. Organograma para a elaboração de um ZEE regional ou estadual - Diretrizes e método MMA.

Fonte: MMA (2006).

O diagnóstico físico-biótico resulta da coleta e interpretação de dados. O tratamento dos dados obedece aos procedimentos técnico-operacionais de cada tema estudado, recomendando-se conformidade com os objetivos específicos e a escala de trabalho. Para MMA (2006), o mapeamento deve ser sistemático (folha a folha, em escala 1:250.000 ou 1:100.000). O tema biodiversidade deve considerar uma abordagem sobre a ecologia da paisagem, que abranja o desenvolvimento e a dinâmica da heterogeneidade espacial (uso e ocupação da terra), as interações e variações espaciais e temporais da paisagem, as influências da heterogeneidade espacial sobre os processos bióticos e físicos, e o manejo dessa heterogeneidade para benefício da sociedade ao longo do tempo.

Os produtos síntese do diagnóstico físico-biótico são: (i) as unidades dos sistemas ambientais naturais e (ii) a fragilidade natural potencial. As unidades dos sistemas ambientais naturais seguem os procedimentos citados para o Projeto ZEE Brasil. A fragilidade natural potencial pode ser obtida empregando-se diretamente os procedimentos de Ross (1994) ou de Crepani et al. (1996; 2001).

Para MMA (2006), o diagnóstico socioeconômico é o estudo da dinâmica social e econômica que reúne os elementos capazes de fornecer uma perspectiva integrada e sintética da área estudada. Considera-se que, para a compreensão da economia e da sociedade, é fundamental: (i) explicar as principais tendências de uso do território, suas formas de produção e os modos e condições de vida a elas associados; (ii) mostrar como as relações de produção e reprodução se manifestam reconstruindo territórios e apropriando-se dos recursos naturais disponíveis; (iii) expressar, de forma comum, os temas e as disciplinas específicas para se ter uma unidade.

No diagnóstico socioeconômico devem ser usadas informações secundárias e primárias (quando conveniente e necessário), e espacializadas e representadas em mapas, cartogramas, etc. Os produtos de síntese do diagnóstico socioeconômico são: (i) tendências de ocupação e articulação regional e (ii) índices de condições de vida. O produto - Tendências de Ocupação e Articulação Regional - deve contemplar a análise articulada do processo e das formas diferenciadas de inserção da área em estudo no contexto nacional/internacional, enfocando os vetores de transformação que tenha presidido esse movimento de inserção. O produto - Índices de Condições

de Vida - tem que exibir os resultados das correlações dos indicadores sociais reconhecidos internacionalmente, com desagregação por municípios.

O diagnóstico jurídico-institucional deve favorecer o conhecimento sobre a ordem institucional, das disposições legais e identificação dos organismos parceiros da sociedade civil. Deve-se considerar as expectativas das instituições públicas e da sociedade civil em relação ao ZEE, identificando os aspectos formais da legislação, os programas federal, estaduais e municipais pertinentes com vistas a estabelecer uma base para as propostas de normatização (MMA, 2006). Os produtos de síntese do diagnóstico jurídico-institucional são: (i) áreas legais protegidas; (ii) incompatibilidades legais e os impactos ambientais. As áreas legais protegidas mostram, em escala compatível, as unidades de conservação e as áreas de preservação permanente. As incompatibilidades legais e os impactos ambientais exibem o resultado da correlação entre as cartas de uso da terra, das unidades de conservação e da legislação ambiental.

O diagnóstico da situação atual é obtido por meio da correlação dos produtos intermediários de síntese elaborados nos diagnósticos temáticos. Conforme MMA (2006), as potencialidades e limitações dos recursos naturais são construídas a partir do potencial dos recursos naturais, da fragilidade dos sistemas ambientais, da capacidade tecnológica de apropriação dos recursos e da organização social e da produção. A determinação das potencialidades e limitações de uso são expressas por classes, sendo, portanto, um processo qualitativo.

A fase de prognóstico representa a proposição de unidades de intervenção e elaboração de cenários. É nesta fase que os atores sociais, juntamente com a equipe técnica, definem os pactos de uso dos recursos. Propõe-se unidades de intervenção a partir das potencialidades e limitações das UTBs. Forma-se um esboço preliminar de divisão territorial, cuja discussão entre os atores envolvidos deve indicar as condições para a formalização das zonas e do uso a que cada uma se submeterá. Nesse processo interativo, estabelecem-se as unidades de intervenção de acordo com os princípios de desenvolvimento, conservação e preservação dos bens naturais.

A elaboração de cenários segue a proposição do ZEE Brasil. Apresenta como novidade o envolvimento dos atores regionais na visualização das alternativas e das

condições viáveis de um desenvolvimento com e sem sustentabilidade econômica, social e ambiental para a área estudada (MMA, 2006).

Finalizando o prognóstico, se estabelece as zonas e diretrizes gerais e específicas, que derivam das discussões após as avaliações dos cenários. MMA (2006), considerando uma abrangência regional, declarou que as diretrizes do ZEE devem ter um caráter indicativo e geral, e que pode haver demanda de detalhamento para as áreas consideradas mais críticas quanto ao risco ambiental e inadequação de atividades econômicas, ou seja, um caráter restritivo (normativo).

A fase de implementação é para apoiar e acompanhar o processo de gerenciamento das diretrizes gerais e específicas formuladas e apresentadas no prognóstico. Este é o momento em que se busca a execução da política adotada para realizar a construção do cenário proposto pelo ZEE. Não mencionou a implementação por lei e recomendou a participação da equipe técnica e dos agentes sociais para gestão da área, contemplando mecanismos de mobilização social, transferência de informações e ampla atividade de divulgação dos resultados (MMA, 2006).

2.4.6 Diretrizes e método Seplan-TO

O método ZEE Seplan-TO para a realização do ZEE-NTO apresenta muitos procedimentos similares aos recomendados pelos métodos Becker e Égler (1997) e MMA (2006). Ele ainda não foi descrito formalmente em documento único. Esta é a primeira tentativa de fazê-lo, juntando-se as informações constantes no Projeto de Gestão Ambiental Integrada da Região do Bico do Papagaio (TOCANTINS, 1997), em Dias (1999; 2000)^[13] e decorrentes da análise dos produtos elaborados no projeto de ZEE-NTO.

O ZEE, segundo o Método Seplan-TO, contempla as seguintes fases: planejamento; diagnóstico socioambiental; zoneamento; prognóstico e

^[13] DIAS, R. R. **Zoneamento ecológico-econômico do Estado do Tocantins..** [Brasília, DF, nov. 1999]. Palestra ministrada no *Workshop* Dez Anos do Programa Zoneamento Ecológico-Econômico no Brasil: Avaliação e Perspectiva, 1999, Brasília.

DIAS, R. R. **Zoneamento ecológico-econômico do Estado do Tocantins: ZEE do Norte do Tocantins.** [Manaus, AM, 03 out. 2000]. Palestra ministrada no Seminário: Avaliação da metodologia do zoneamento ecoológico-econômico para a Amazônia Legal, 2000, Manaus.

implementação (Figura 6).

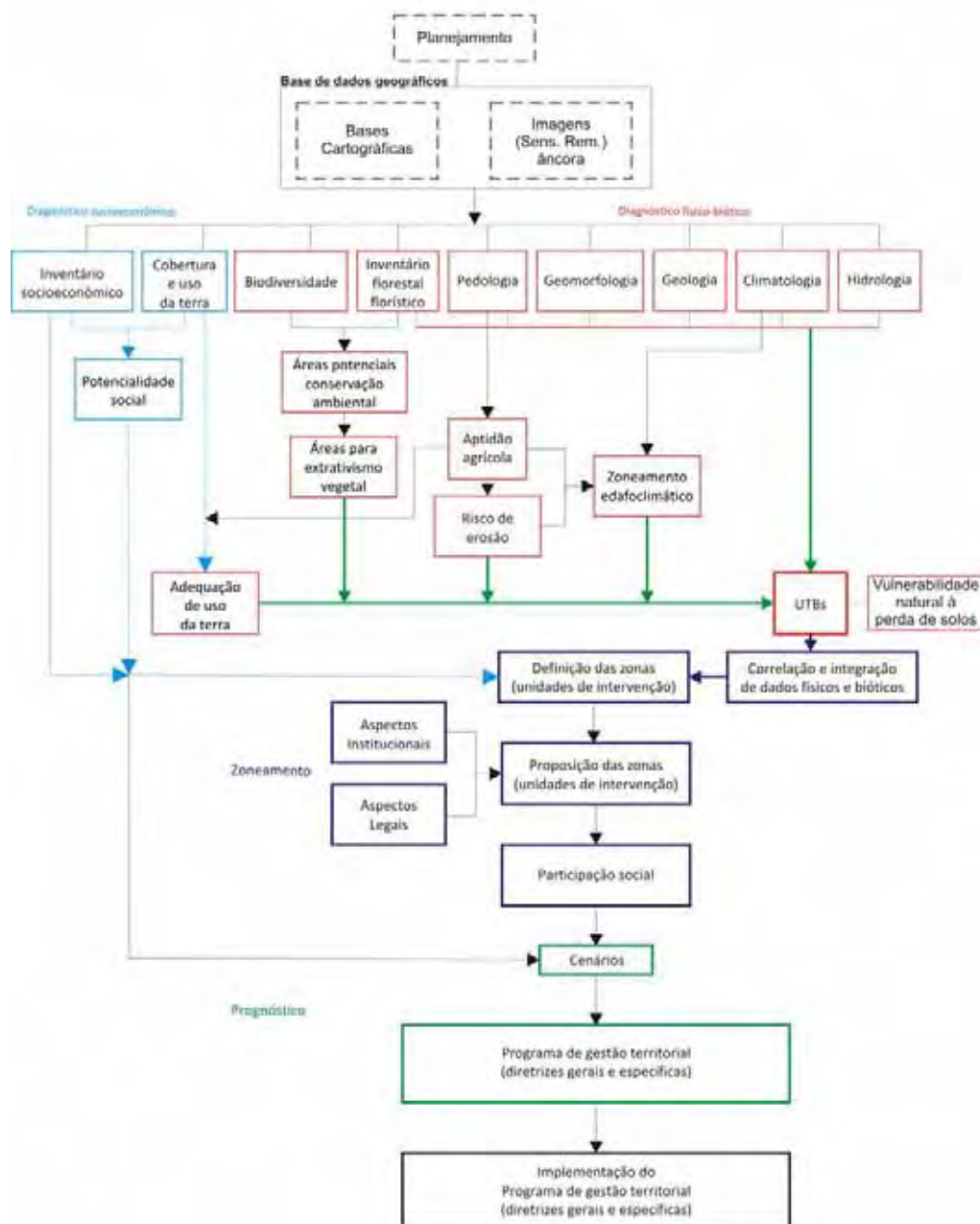


Figura 6. Organograma de execução do ZEE - Diretrizes e método Seplan-TO.

Fonte: Construído com base em Dias (1999; 2000).

O planejamento envolve três atividades principais: articulação institucional, mobilização e participação social, e consolidação do projeto.

O diagnóstico socioambiental contempla dois diagnósticos: o físico-biótico e o socioeconômico. No diagnóstico físico-biótico, executa-se a atualização do conteúdo dos planos de informação temáticos preexistentes, em escala 1:250.000. Usa-se os métodos convencionais de mapeamento, maximizando a interpretação de imagens de sensores remotos orbitais e campanhas de campo de curtos intervalos de tempo.

Os produtos de síntese são: (i) a vulnerabilidade de paisagens à perda de solos, conforme Crepani et al. (1996; 2001); (ii) adequação da cobertura e uso da terra à aptidão agrícola; (iii) zoneamento edafoclimático para grãos, frutíferas comerciais e nativas.

No diagnóstico socioeconômico, executam-se: (i) atividades de elaboração da carta de potencialidade social com base em Becker e Égler (1997); (ii) estudos sobre economia regional (inventário socioeconômico). Nos estudos de economia regional, as imagens de satélite são usadas como elemento de planejamento de levantamento de campo, por meio dos padrões de organização e distribuição de áreas que permitiram uma setorização da região para obtenção de dados primários quanto aos usos da terra, sistemas de produção e distribuição de projetos de assentamento rural. Trabalha-se também para identificar uma rede de cidades na região estudada, com a finalidade de se determinar as suas funções e especializações em termos hierárquicos.

Analisa-se a adequação das atividades econômicas às restrições do ambiente, indicando-se quais devem ser estimuladas ou desestimuladas, convergindo, progressivamente, para um processo de desenvolvimento sustentável. Mostra-se o grau de articulação das atividades econômicas estadual e federal destinadas para a região, identificando vetores de integração regional.

O plano de zoneamento é elaborado com o tratamento e análise dos dados do diagnóstico socioambiental segundo quatro procedimentos: (i) correlação e integração de dados físicos e bióticos; (ii) definição das zonas ecológico-econômicas (zonas de intervenção); (iii) identificação das zonas ecológico-econômicas; (iv) participação social (BELLIA et al., 2004a).

A correlação e integração dos dados físico-bióticos contempla a compatibilização entre as unidades temáticas dos meios físico e biótico, e as unidades de paisagem (UTB). O conjunto de unidades é hierarquizado conforme as unidades do ZAE-TO, sendo cada uma delas caracterizada em ambiente SIG por meio dos atributos dos temas do diagnóstico físico-biótico. Na definição das zonas ecológico-econômicas, Bellia et al. (2004a) recomendaram que se faça uso de terminologia ou nomenclatura clara para um usuário leigo dos resultados do ZEE, e não a denominação de zonas e subzonas com termos geográficos, principalmente de unidades geomorfológicas ou de expressões explicitando tipos de usos da terra.

A identificação e proposição das zonas ecológico-econômicas não é obtida conforme a recomendação de Becker e Égler (1997). As razões de Bellia et al. (2004a) consideradas fatores limitantes para uso do método Becker e Égler (1997) são: (i) os recortes do território são diferentes para as informações físicas, bióticas e socioeconômicas; (ii) o nível de detalhe das informações físicas e bióticas é mais preciso do que das informações socioeconômicas; (iii) é impossível desagregar os dados socioeconômicos de modo que eles sejam espacializados no terreno e correspondam a uma verdade local, devido à forma que foram obtidos, ou seja, por setores censitários; (iv) as áreas de conservação/preservação ambiental e usos agropecuários não são indicados na integração dos dados. Todavia, as zonas e subzonas são identificadas aplicando-se um conjunto de regras, em ambiente SIG, que permite a classificação de cada unidade de paisagem (UTB) como pertencente a cada zona ou subzona. Usa-se somente as informações físico-bióticas armazenadas no plano de informação de UTB.

Bellia et al. (2004a) usaram como dados socioeconômicos somente aqueles relativos ao uso da terra, uma vez que estão espacializados na base de dados e possuem o mesmo nível de detalhe dos demais dados. Num primeiro momento, as zonas e subzonas devem ser confirmadas ou ajustadas mediante discussão entre os membros da equipe técnica, para então dar início ao processo de discussão com os agentes sociais e demais segmentos do governo estadual. Ao final, as zonas são estabelecidas considerando-se também os aspectos legais e institucionais. Confronta-se desenvolvimento com conservação e preservação dos bens naturais que fundamentarão as propostas de diretrizes gerais e específicas.

A participação social deve ter, como âncoras, a realização de oficinas de zoneamento participativo e gestão territorial, entrevistas com pessoas-chave e consultas públicas (BELLIA et al., 2004a). As atividades como oficinas e consultas públicas devem ser realizadas nas cidades principais, identificadas na hierarquia de cidades (redes) do diagnóstico socioeconômico. As oficinas devem ser realizadas em duas etapas e o processo deve envolver: (i) mobilização da equipe; (ii) identificação dos agentes sociais; (iii) preparação das oficinas; (iv) realização das oficinas. Destaca-se, aqui, que a identificação dos agentes sociais para as oficinas deve ter como base o levantamento da situação das organizações sociais formais

atuantes na região de interesse, por meio de dados secundários (cadastros) e visitas *in locu*.

Na fase de prognóstico, Menezes et al. (2004) elaboraram cenários de curto prazo, seguindo as linhas gerais propostas por Becker (1999) e não as diretrizes de MMA (2006). Os cenários fundamentaram-se em três pressupostos: (i) a dinâmica regional é indicativa de tendências resultantes de políticas progressas, de políticas atuais e de processos espontâneos; (ii) o impacto regional da retomada do planejamento pela União, forte indutor de mudanças e definidor da extensão de tempo considerada como “curto prazo”, na medida em que baseia sua primeira etapa no Plano Plurianual de Investimentos; (iii) o papel das transformações globais decorrentes das novas tecnologias de produção e gestão, e das redes de informação e de circulação. A formulação dos cenários se dá concomitante à elaboração do programa de gestão territorial e posterior à definição das zonas e subzonas ecológico-econômicas pactuadas com a sociedade.

Para Bellia et al. (2004b), um programa de gestão deve ser dirigido para contemplar as estratégias e ações de implementação das recomendações oriundas do ZEE. Tem que ter um caráter de plano gerencial para controle, fiscalização e monitoramento do uso dos recursos naturais, colocando sempre à frente ações administrativas e punitivas. Adiciona-se, ainda, o aspecto de informação e a conscientização ambiental como veículos responsáveis pelo alcance da melhoria da qualidade ambiental e bem estar da sociedade.

Tais autores indicaram que a elaboração de um programa de gestão territorial deve envolver pelos menos as seguintes etapas: (i) revisão e análise de documentos do processo de ZEE; (ii) realização das oficinas de gestão territorial com os representantes da sociedade civil organizada nas principais cidades da hierarquia de cidades (redes); (iii) entrevistas com representantes formais da sociedade; (iv) experiências de instituições brasileiras e pesquisadores que tornaram públicas suas pesquisas e que puderam ser adaptadas e lembradas para aplicação à realidade do norte tocantinense; (v) consultas públicas.

Bellia et al. (2004b) expressaram que, na elaboração do programa de gestão territorial, é indispensável a participação social com o intuito de identificar as expectativas, anseios e aspirações dos agentes sociais quanto à utilização dos recursos naturais e ambientais de uma região. Além disso, mencionaram que são

necessárias contribuições dos agentes sociais quanto à forma de gestão que eles indicam para manutenção das zonas e subzonas ecológico-econômicas. Se uma gestão por meio de processos de regulamentação e controle, de incentivos e de comercialização de direitos, ou, se um gestão derivada da combinação entre estes aspectos.

A fase de implementação do ZEE (BELLIA et al., 2004b), refere-se à administração do ZEE. Os autores afirmaram que fazem parte dessa atividade de implementação: (i) institucionalizar os resultados do ZEE; (ii) rever a forma de coordenação interinstitucional do ZEE, sobretudo o papel e a composição da CEZEE; (iii) estabelecer acordos entre entidades e órgãos de financiamento federal e o governo estadual para o fortalecimento da gestão territorial por meio do ZEE; (iv) realizar o licenciamento ambiental, a autorização de desmatamento e a averbação de áreas de reserva legal baseando-se no ZEE; (v) propiciar mecanismos para a manutenção e revisão dos estudos do ZEE-NTO; (vi) efetuar cooperações com a sociedade civil organizada e os governos municipais buscando dinamizar a implementação do ZEE e as ações de gestão ambiental (cooperação institucional).

CAPÍTULO 3 - CARACTERIZAÇÃO FISIAGRÁFICA E BIÓTICA DA ÁREA DE ESTUDO

3.1 Localização e acessos da área de estudo

A Folha Piraquê (Figura 7) representa uma área de aproximadamente 3.025 km² e tem a nomenclatura SB.22-Z-B-VI da Carta Internacional ao Milionésimo (CIM). Suas coordenadas geográficas envoltórias são 6° 00' 00" e 6° 30' 00" de latitude Sul, e 48° 00' 00" e 48° 30' 00" de longitude Oeste de Greenwich.

Situada no Norte do estado do Tocantins, na Região Norte do país e no domínio da Amazônia Legal, a área inscreve-se nas Áreas Programa III, IV e V do governo estadual. Abarca parcialmente os municípios de Piraquê, Wanderlândia, Darcinópolis, Angico, Riachinho, Xambioá, Araguaína, Aragominas, Carmolândia e Araguaã.

O acesso rodoviário pode ser feito a partir de Palmas, capital do estado do Tocantins ou de Araguaína - cidades que contam com vôos diários partindo de Brasília. O acesso rodoviário a partir de Palmas pode ser feito por meio de dois percursos, ambos usando rodovias pavimentadas. No primeiro, segue-se de leste para oeste pela rodovia TO-080 até a cidade de Paraíso do Tocantins e, daí, rumo norte, pela rodovia BR-153 (Transbrasiliana). O percurso total é de 458 km, passando pelas cidades de Miranorte, Guaraí, Colinas do Tocantins e Araguaína.

No segundo percurso, a partir de Palmas, segue-se para o norte, pela rodovia TO-010, até a cidade de Miracema do Tocantins, continuando, daí, no sentido oeste até Miranorte, encontrando-se a BR-153. A partir de Miranorte, segue-se no sentido norte, passando pelas cidades de Guaraí, Colinas do Tocantins e Araguaína, de onde, seguindo pelas rodovias TO-222 e TO-164, após passar Carmolândia, chega-se à área. Por este segundo percurso, chega-se à Folha Piraquê percorrendo 412 km.

Na área, destacam-se as rodovias pavimentadas BR-153 (parte do trecho Wanderlândia-Xambioá), BR-226 (parte do trecho Araguaína-Wanderlândia) e TO-420 (Piraquê-BR-153), TO-416 (Riachinho-BR-153), TO-164 (Xambioá-Araguanã-Carmolândia-TO-222) e TO-010 (Wanderlândia-Riachinho). O trecho TO-420 (Piraquê-BR-226) não está pavimentado, embora encascalhado (revestimento primário).

A malha rodoviária local conta com inúmeras estradas vicinais e de acesso local que ligam povoados, fazendas e projetos de assentamento rural às rodovias estadual e federal. As rodovias formam uma densa rede de estradas, sendo que aquelas de leito natural têm suas condições de tráfego sujeitas às intempéries típicas das estações seca e chuvosa.

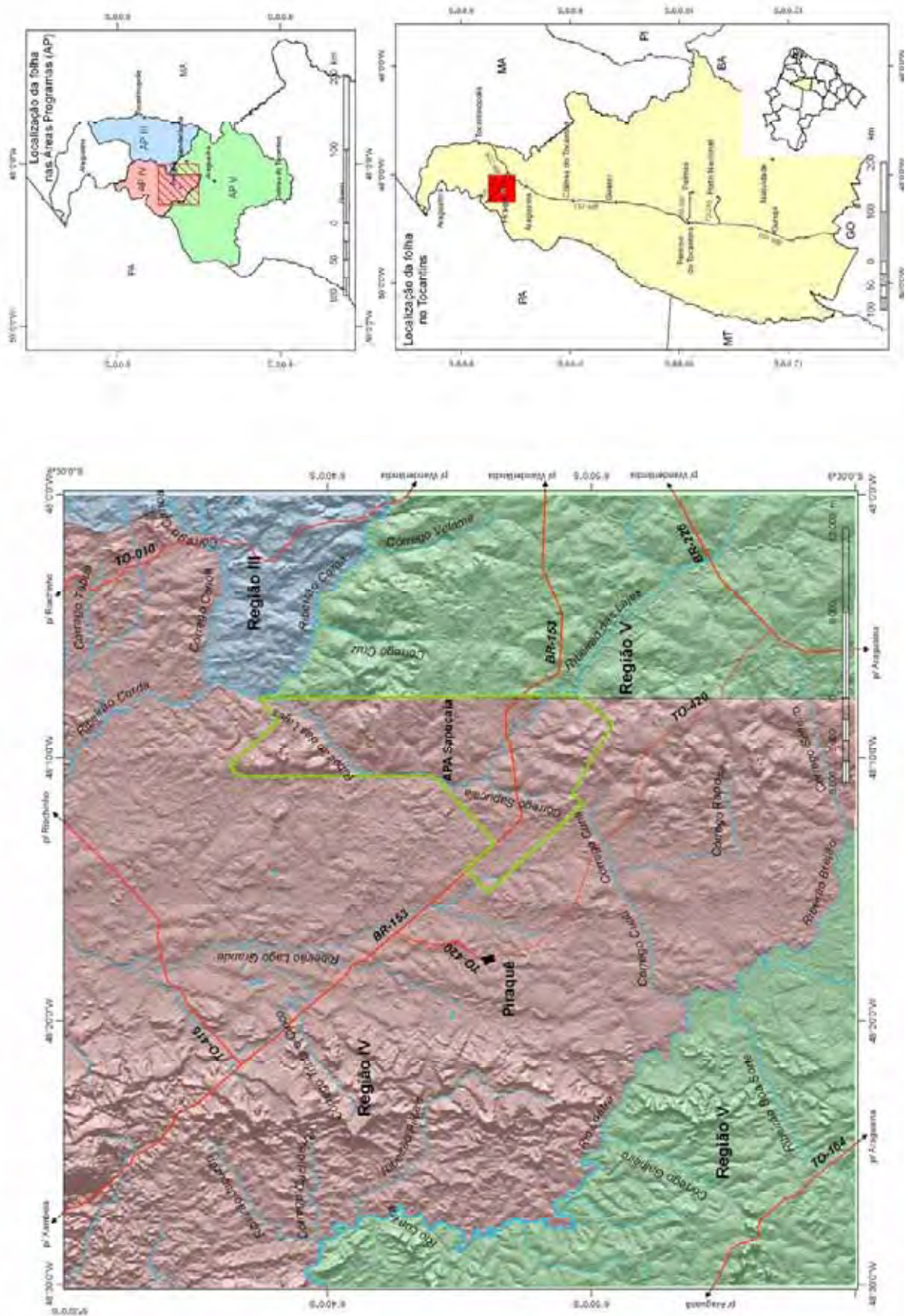


Figura 7. Localização e acessos principais da área de estudo.

3.2 Aspectos geológicos

É apresentada uma síntese geológica para a Folha Piraquê que se fundamenta amplamente nos trabalhos de Souza e Moreton (2001). Na Folha acham-se representadas rochas pré-cambrianas do embasamento cristalino e da Faixa Orogênica Tocantins-Araguaia, rochas paleozóicas e mesozóicas da Bacia Sedimentar do Parnaíba e coberturas superficiais cenozóicas (Figura 8).

O embasamento cristalino tem reduzida distribuição espacial e compreende o Complexo Colméia (Acc) e o Granito Ramal do Lontra (PrI). O Complexo Colméia contém gnaisses, migmatitos e gnaisses graníticos de idade arqueana, expostos nos núcleos das estruturas dômicas do Lontra e de Xambioá (COSTA, 1980; MACAMBIRA, 1983). Segundo Souza e Moreton (2001), no Complexo Colméia, são comuns ocorrência de anfíbolitos, serpentinitos, metacherts e quartzitos ferruginosos. O Granito Ramal do Lontra, de ocorrência quase inexpressiva em termos de extensão, corresponde aos granitos foliados que apresentam cor rosa e granulação fina a média.

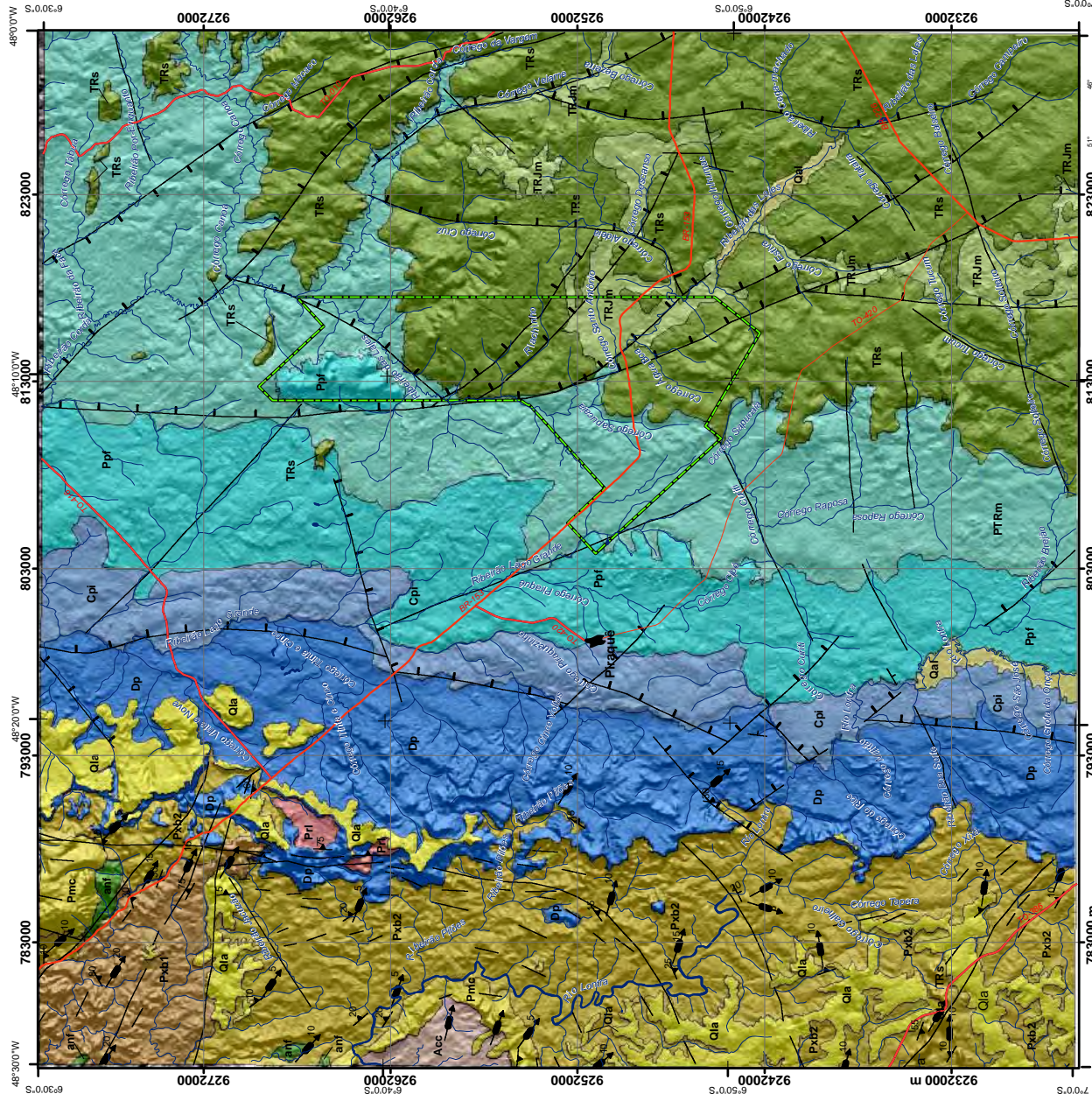
A Faixa Orogênica Tocantins-Araguaia está representada pelas formações Morro do Campo e Xambioá. A Formação Morro do Campo tem muscovita-quartzitos e ortoquartzitos, com intercalações de muscovita-biotita-quartzo-xistos e conglomerados. A Formação Xambioá apresenta duas associações: Pxb1 e Pxb2. A Pxb1, de ocorrência mais restrita na Folha Piraquê, é composta de micaxistos de composição variada, grafita xistos, anfíbolitos, metarenitos, quartzitos ferruginosos, silexistos e metarcóseos. A associação Pxb2 compreende muscovita-biotita-quartzo-xistos feldspáticos com tonalidades cinzentas a esverdeadas, apresentando, subordinadamente, mármore, quartzitos e metaconglomerados.

As rochas sedimentares da Bacia do Parnaíba cartografadas na Folha Piraquê pertencem às formações Pimenteiras, Piauí, Pedra de Fogo, Motuca, Sambaíba e Mosquito.

A Formação Pimenteiras (Dp) está disposta na direção NS e na parte centro-oeste da Folha Piraquê. É uma seqüência que contém: arenitos conglomeráticos e arenitos médios a grosseiros; argilitos e siltitos dominantes com intercalações de arenitos finos a muito finos; arenitos ferruginosos (parte superior da Formação Pimenteiras). Estes arenitos, na maioria das vezes, são rochas endurecidas por efeito de oxidação secundária e/ou inteiramente laterizadas.

PIRAQUÉ

FOLHA SB.22-Z-B-VI
MI-1108



ARTICULAÇÃO DA FOLHA

SB.22-Z-B-I (Rio Vermelho) (Xambôá)	SB.22-Z-B-II (Ananás)
SB.22-Z-B-IV (Ponte Glória) (Araguaia)	SB.22-Z-B-VI (Piraquê)

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
 0 2500 5000 10000 15000 20000 m

Origem de quilômetros: Equador e Meridiano Central 51° W.G., acrescidas as constantes: 10.000km e 500km, respectivamente.
 Datum horizontal: SAD-66.

LOCALIZAÇÃO DA FOLHA

FORMAÇÕES SUPERFICIAIS	ALUVIÕES	Qal	Areias, cascalhos, siltes e argilas.
BACIA DO PARNAÍBA GRABENS E ASSOCIADOS	LATERITOS	Qla	Lateritos imaturos, ferruginosos, com concreções esféricas e nodulares e estruturas colunares.
	FORMAÇÃO MOSQUITO	TRJm	Basaltos maciços a amigdaloidais, com textura óptica e alteração estereoidal.
	FORMAÇÃO SAMBAÍBA	TRs	Arenitos finos a médios, bimodais, apresentando estratificações cruzadas de grande porte e estruturas tipo linhas e línguas de grãos.
	FORMAÇÃO MOTUCA	PTRm	Argilitos e siltilitos vermelhos com intercalações de arenitos finos, transicionado para arenitos silicos no topo.
	FORMAÇÃO PEDRA DE FOGO	Ppr	Seqüência cíclica de argilitos e arenitos, vermelhos e esverdeados, com níveis de silteitos, calcários e margas.
FAIXA OROGRÁFICA TOCANTINS-ARAGUAIA	FORMAÇÃO PIAUÍ	Cpi	Argilitos vermelhos com intercalações de arenitos finos e raras lentes de conglomerados.
	FORMAÇÃO PIMENTEIRAS	Dp	Argilitos e siltilitos com intercalações de arenitos ferruginosos e apresentando níveis lenticulares de conglomerados basais.
	FORMAÇÃO XAMBIOÁ	Pxb1 Pxb2	1 - micaixistos de composição variada, grafita xistos, anfibolitos (anf), metarenitos, quartzitos ferruginosos, silteixtos e metarcoseos. 2 - muscovitas-biotita-quartzos xistos feldspáticos com intercalações de mármores, quartzitos e metaconglomerados polimíticos.
EMBASAMENTO	FORMAÇÃO MORRO DO CAMPO	Pmc	Muscovita quartzitos e ortoquartzitos com intercalações de muscovita-quartzos xistos e conglomerados oligomíticos.
	GRANITO RAMAL DO LONTRA	P1	Granito de cor rósea, granulação fina a média e apresentando estrutura foliada.
	COMPLEXO COLMÉIA	Acc	Gnaisses trondjemíticos com migmatitos e gnaisses graníticos subordinados. Anfibolitos (anf) e serpentinitos (sp) alóctones.

Contato definido

Acaramento com mergulho indicado

Filiação com mergulho indicado

Lineação de estriamento com caimento medido

Falha extensional

Zona de cisalhamento transcorrente sinistral

Unidade de conservação municipal criada pela Lei Municipal 0104/2004 (APA Sapucaia)

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

HIDROGRAFIA

Curso d'água perene

Rio, lagoa ou lago intermitente, reservatório

OUTRAS CONVENÇÕES

Área urbana

ESTRADAS DE RODAGEM

Rodovia não pavimentada

Rodovia pavimentada

Fonte: Modificado de Souza e Moreton (2001)

unesp

Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente
Curso de Doutorado

Paulo Augusto

Data: maio/2008

VERSÃO: 01

ZONAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO NO TOCANTINS: CONTRIBUIÇÃO METODOLÓGICA E PROCESSUAL PARA SUA EXECUÇÃO

Escala: 1:250.000

Figura / Página: 8 / 65

CARTA-IMAGEM DAS UNIDADES E ESTRUTURAS GEOLÓGICAS

A Formação Piauí (Cpi) apresenta argilitos com níveis siltosos, os quais caracterizam paisagens com morrotes isolados; arenitos finos friáveis, normalmente com intercalações de pelitos vermelhos (argilitos e siltitos), formando extensos “areíões”; arenitos conglomeráticos (seqüência de arenitos finos a grossos, que apresentam níveis conglomeráticos e de material argiloso).

A Formação Pedra de Fogo (Ppf) exhibe siltitos e argilitos, físseis, maciços e com freqüentes níveis de marga; silexitos que formam leitos, lentes delgadas e nódulos; calcários de textura fina e geometria tabular e arenitos friáveis, argilosos, de granulação fina a média; arenitos calcíferos em camadas, normalmente, delgadas e, às vezes, lenticulares de granulação fina a média.

A Formação Motuca (PTRm) inclui três associações: argilitos quebradiços e com estrutura maciça, e presença de níveis de siltitos; arenitos finos, friáveis e um pouco feldspáticos; arenitos eólicos finos a médios, friáveis, às vezes feldspáticos.

A Formação Sambaíba (TRs), sob a forma de escarpas bem marcadas e com boas exposições, apresenta, como característica, extensos “areíões” e mesetas arenosas que se destacam no relevo local e regional. É constituída por arenitos de cor marrom-amarelado a marrom-avermelhado, de granulação fina a média, bimodais.

A Formação Mosquito (TRJm) corresponde aos derrames basálticos que recobrem os arenitos da Formação Sambaíba de forma irregular. Geralmente laterizado em superfície, o basalto é responsável pela sustentação das formas de relevo esculpidas por dissecação (ARAÚJO; OLIVATTI, 2001; SOUZA; MORETON, 2001). Os basaltos ocorrem na forma de derrames, diques e/ou sills. Apresentam cores cinza-escuro e marrom-avermelhado, estrutura maciça e amigdaloidal.

As formações superficiais correspondem às coberturas que se distribuem sobre as formações Pimenteiras e Xambioá, mostrando perfis que podem atingir até 15 m. Conforme Souza e Moreton (2001), as cangas lateríticas apresentam horizonte ferruginoso constituído por concreções esferoidais e nodulares, e estruturas colunares envolvidas por minerais argilosos. Mostram coloração marrom-avermelhada com tonalidades amareladas. Elas formam pequenos platôs entre as principais bacias hidrográficas e aparecem sustentando a topografia da borda oeste da Bacia do Parnaíba.

As aluviões, dispostas em faixas irregulares ao longo das calhas dos rios Lontra e Lajes, mostram predominância de areias, geralmente de granulometria fina e grãos mal selecionados.

Em termos estruturais, as rochas da Faixa Orogênica Tocantins-Araguaia e da Bacia Sedimentar do Parnaíba mostram estruturas e fases de deformação associadas a tectonismos dúctil e rúptil. A tectônica dúctil é mais evidente nas rochas metassedimentares, sendo que sua intensidade de deformação é expressa por foliações dos tipos: xistosidades, foliação milonítica ou foliação de transposição e clivagem de crenulação. A tectônica rúptil está presente em todas as litologias pré-cambrianas segundo extensas falhas de direções NS, NW-SE e NE-SW. Estas falhas estão associadas a zonas de cisalhamento transcorrentes e com caráter de cavalgamento, reativadas durante a sedimentação paleozóica e mesozóica da Bacia do Parnaíba. As falhas NS propiciaram o desenvolvimento de uma estruturação em *horsts* e grábens alinhados submeridianamente, tanto na borda sudoeste da bacia como no interior da Faixa Orogênica Tocantins-Araguaia (ARAÚJO; OLIVATTI, 2001).

3.3 Aspectos geomorfológicos

Conforme Nascimento, Dias e Borges (2002), são encontrados na Folha Piraquê três unidades de relevo (Planalto do Interflúvio Araguaia-Tocantins, Chapadas do Meio Norte e Depressão do Araguaia) com modelados de dissecação (aguçados, convexos e tabulares) e formas de acumulação (planícies fluviais) (Figura 9).

O Planalto do Interflúvio Araguaia-Tocantins, constituído por blocos residuais soerguidos, ocupa a faixa longitudinal na parte oeste da Folha. Dominam as formas aguçadas que se localizam com maior destaque nas serras do Bodocó e Lontra, e no interflúvio das sub-bacias do rio Lontra e ribeirão Corda. Formas convexas estão restritas ao interflúvio das microbacias dos córregos Galheiro e do Rico.

As formas aguçadas normalmente encontram-se esculpidas em quartzo-xistos e quartzitos, e representam cotas de 300 a 570 m, na serra do Bodocó. Notam-se pontões, rupturas de declive, borda de anticlinal escavada, cristas e efeitos tectônicos nos arenitos da Formação Pimenteiras, que fazem contato com os metassedimentos da Formação Xambioá.

FOLHA SB.22-Z-B-VI
MI-1108

PIRAQUÉ

UNIDADE GEOMORFOLÓGICA

REGIÃO GEOMORFOLÓGICA

DOMÍNIO MORFOESTRUTURAL

DEPRESSÃO DO ARAGUAIA	DEPRESSÃO DO ARAGUAIA-TOCANTINS	DEPRESSÃO DO ARAGUAIA-TOCANTINS	DEPRESSÃO DO ARAGUAIA
PLANALTO DO INTERFLÚVIO ARAGUAIA-TOCANTINS	DEPRESSÃO DO ARAGUAIA-TOCANTINS	DEPRESSÃO DO ARAGUAIA-TOCANTINS	PLANALTO DO INTERFLÚVIO ARAGUAIA-TOCANTINS
CHAPADAS DO MEIO NORTE (ruas mais baixas)	PLANALTOS DA BACIA DO PARANÁ	PLANALTOS DA BACIA DO PARANÁ	CHAPADAS DO MEIO NORTE (ruas mais baixas)
ÁREAS DE PLANÍCIES FLUVIAIS			ÁREAS DE PLANÍCIES FLUVIAIS

FORMAS DE DISSECAÇÃO/ÍNDICE DE VULNERABILIDADE

t. - Formas tabulares - índices de vulnerabilidade de 1 a 1,6

c. - Formas convexas - índices de vulnerabilidade de 1,7 a 2,3

a. - Formas aguçadas - índices de vulnerabilidade de 2,4 a 3,0

— Limite de unidades

— Unidade de conservação municipal criada pela Lei Municipal 0104/2004 (APA Sapucaia)

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

HIDROGRAFIA

- Curso d'água perene
- Rio, lagoa ou lago intermitente, reservatório

OUTRAS CONVENÇÕES

- Área urbana

ESTRADAS DE RODAGEM

- Rodovia não pavimentada
- Rodovia pavimentada

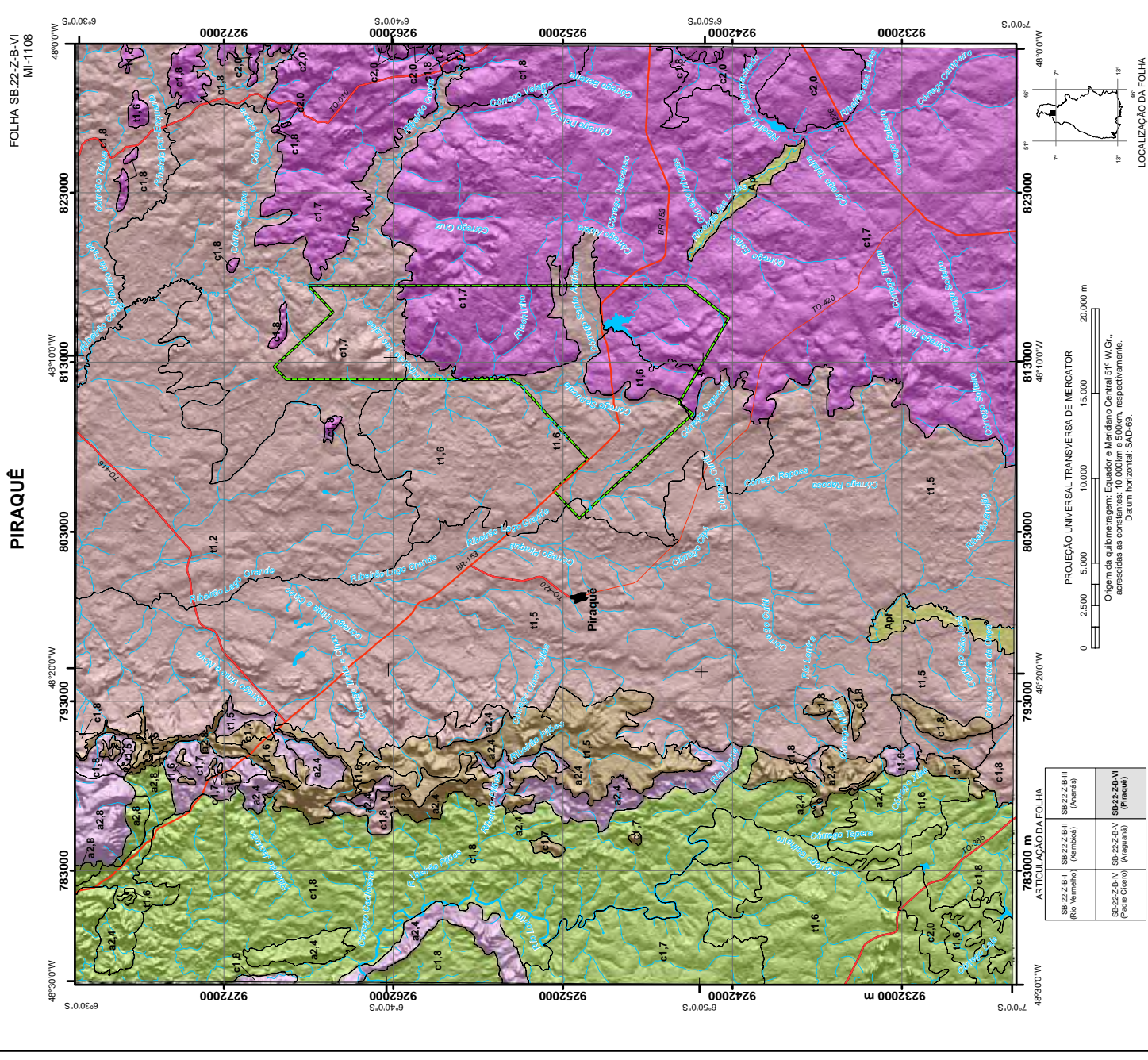
Fonte: Modificado de Nascimento, Dias e Borges (2002)

unesp

Escala: 1:250.000

Figura / Página: 9 / 68

Arre-finalista: Paulo Augusto	Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente Curso de Doutorado	unesp
Data: maio/2008	ZONAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO TOCANTINS: CONTRIBUIÇÃO METODOLÓGICA E PROCESSUAL PARA SUA EXECUÇÃO	Escala: 1:250.000
Versão: 01	CARTA-IMAGEM DAS UNIDADES DE RELEVO	Figura / Página: 9 / 68



PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR

0 2.500 5.000 10.000 15.000 20.000 m

Origem da quilometragem: Equador e Meridiano Central 51° W.G., acrescidas as constantes: 10.000km e 500km, respectivamente. Datum horizontal: SAD-66.

813000 W	813000 W	813000 W	813000 W
803000 W	803000 W	803000 W	803000 W
793000 W	793000 W	793000 W	793000 W
783000 W	783000 W	783000 W	783000 W

ARTICULAÇÃO DA FOLHA

SB.22-Z-B-I (Rio Vermelho (Xambioá))	SB.22-Z-B-II (Ananás)
SB.22-Z-B-IV (Ponte Cloro)	SB.22-Z-B-VI (Piraquê)

LOCALIZAÇÃO DA FOLHA

Na Folha Piraquê, as Chapadas do Meio Norte, estão representadas somente pelo nível mais baixo. As Chapadas mostram, em maior extensão, as formas de relevo suavemente convexas e tabulares, e restringem-se à parte extremo nordeste da Folha. As altitudes variam de 200 a 300 m, sendo também observáveis pontos com cristas e pontões que atingem 325 m e rupturas de declive que são freqüentes e extensas.

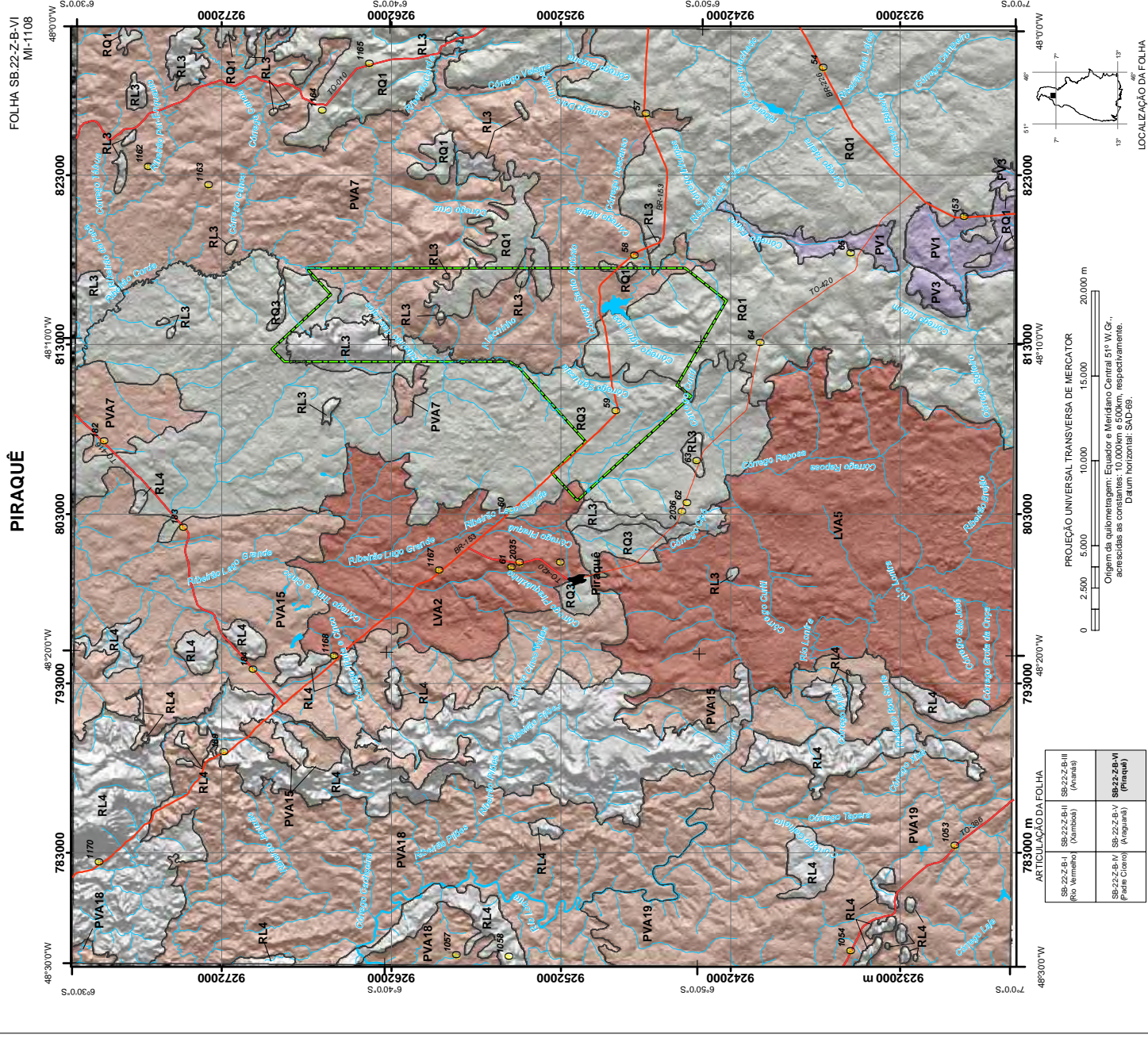
A Depressão do Araguaia (MAMEDE; ROSS; SANTOS, 1981) é uma superfície de aplainamento, degradada em conseqüência de mudança do sistema morfogenético, com diferentes graus de dissecação. Na Folha Piraquê, a Depressão apresenta formas de relevo convexas e tabulares com índices de vulnerabilidade favoráveis à estabilidade do relevo. As formas convexas e as tabulares têm praticamente a mesma distribuição. As primeiras são encontradas na sub-bacia do rio Lontra e as últimas são, notadamente, mais expressivas na sub-bacia do ribeirão Corda e ao longo da rodovia BR-153, onde formam extensas áreas aplainadas.

Pontões e relevos residuais (cotas de 282 m), cristas e rupturas de declive, que testemunham antigo processo de pediplanação, são observáveis por todo o piso da Depressão. No interflúvio Inhumas-Lontra, Nascimento, Dias e Borges (2002) delimitaram superfície dissecada em topos convexas associados com lateritos ferruginosos.

3.4 Aspectos de solos e de aptidão agrícola

- **Solos**

Menk et al. (2002a) cartografaram, na Folha Piraquê, 12 unidades de solos (Figura 10) distribuídas nos grupos: Neossolos Quartzarênicos (RQ), Latossolo Vermelho-Amarelo (LVA), Argissolo Vermelho-Escuro (PV), Neossolo Litólico (RL) e Argissolo Vermelho-Amarelo (PVA).



RQ1	Neossolo Quartzarênico Órtico típico Distrófico Alíco A moderado.
RQ3	Associação de Neossolo Quartzarênico Órtico Distrófico Alíco A moderado + Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico A moderado textura arenosa/média.
LVA2	Latosolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico Alíco A moderado textura média.
LVA5	Associação de Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico Plintico Alíco A moderado textura média cascalheira + Latossolo Amarelo Distrófico típico Alíco A moderado textura média
PV1	Argissolo Vermelho Eutrófico típico A moderado e proeminente textura média/muito argilosa + Argissolo Vermelho Distrófico típico Alíco A moderado e proeminente textura arenosa/média e argilosa + Neossolo Litólico Eutrófico típico A moderado textura argilosa e média.
PV3	Associação de Argissolo Vermelho Eutrófico típico A moderado textura média/argilosa e média/muito argilosa + Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico Alíco A moderado textura arenosa/média.
RL3	Associação de Neossolo Litólico Distrófico ou Eutrófico típico A moderado textura média e arenosa + Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico Alíco A moderado textura arenosa/média.
RL4	Associação de Neossolo Litólico Distrófico ou Eutrófico típico A moderado e proeminente textura média e arenosa + Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico Pedregoso Alíco A moderado textura arenosa/média.
PVA7	Associação de Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico Alíco A moderado textura arenosa/média + Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico Plintico Alíco A moderado textura arenosa/média e média/argilosa.
PVA15	Associação de Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico A moderado textura arenosa/média cascalheira e média/argilosa + Plintossolo Pétrico Litoplíntico típico ou Concrebriário Distrófico ou Alíco A moderado textura arenosa/média.
PVA18	Associação de Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico Plintico ou Pedregoso Alíco A moderado arenosa/média e média/argilosa cascalheira + Plintossolo Pétrico Litoplíntico típico ou Concrebriário Distrófico ou Alíco A moderado textura arenosa/média e arenosa/argilosa.
PVA19	Associação de Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico Plintico ou Cascalheira A moderado textura média/argilosa e arenosa/média + Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico Plintico Alíco A moderado textura média.

— Limite de unidades de solos
 ○ Pontos de campo (Menk et al., 2002a)
 — Unidade de conservação municipal criada pela Lei Municipal 0104/2004 (APA Sapucaia)

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

HIDROGRAFIA

ESTRADAS DE RODAGEM

- Curso d'água perene
- Rio, lagoa ou lago intermitente, reservatório
- Rodovia não pavimentada
- Rodovia pavimentada

OUTRAS CONVENÇÕES

- Área urbana

Fone: Modificado de Menk et al. (2002a)

unesp

Arte-finalista: Paulo Augusto

Data: maio/2008

Verão: 01

Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente
 Curso de Doutorado

ZONAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO TOCANTINS: CONTRIBUIÇÃO METODOLÓGICA E PROCESSIONAL PARA SUA EXECUÇÃO

Escala: 1:250.000

Figura / Página: 10 / 70

Os Argissolos Vermelho-Amarelo são aqueles de maior extensão na Folha Piraquê. São solos minerais, não hidromórficos, profundos, mal drenados a bem drenados, com seqüência de horizontes A, Bt e C. O horizonte A é moderado, com cores geralmente variando de bruno-acinzentado-escuro a bruno-avermelhado e com matizes mais avermelhadas relacionadas aos solos plínticos. O horizonte B possui coloração vermelha-amarelada variando entre bruno-avermelhado a bruno. Ocorrem em relevos suave ondulado e ondulado, e com diferentes classes texturais, como arenosa/média, média e média/argilosa.

Os Neossolos Quartzarênicos são solos minerais não hidromórficos. Ocorrem em relevo plano a suave ondulado e suave ondulado a ondulado, com seqüência de horizontes A, C e cor variando de bruno-avermelhado-escuro a bruno-escuro no horizonte superficial, e vermelho-claro a bruno no horizonte subsuperficial.

Os Latossolos Vermelho-Amarelo são solos minerais não hidromórficos, profundos e bem drenados, com textura média em todo perfil do solo. Quando ocorrem cascalhos nos horizontes superficiais, a textura é média cascalhenta. Em geral, ocorrem em relevos plano e suave ondulado, sendo de baixa fertilidade natural e com predomínio de solos álicos e distróficos.

Os Neossolos Litólicos estão relacionados aos terrenos onde sobressaem as serras do Boqueirão, Bodocó, do Lontra, do Costelão e Pedra Pelada. Ocorrem em áreas de relevo ondulado a forte ondulado. 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, ocorrendo solos com textura arenosa ou média. Em áreas de relevo ondulado a escarpado, os Neossolos Litólicos contêm elevada proporção de fragmentos de rocha parcialmente intemperizados, assim como cascalhos quartzosos.

Os Argissolos Vermelho-Escuro são solos minerais não hidromórficos, com modesta diferenciação de cores em profundidade. O horizonte B apresenta textura argilosa com elevado gradiente textural. São bem estruturados e geralmente estão associados a uma cerosidade bem desenvolvida. As duas unidades presentes na Folha são eutróficas e representam o maior potencial produtivo pela elevada saturação por bases e baixos teores de alumínio trocável, principalmente nos primeiros 60 cm de profundidade.

- **Aptidão agrícola**

As associações de solos constantes na Folha Piraquê mostram as seguintes características de aptidão agrícola (MENK et al., 2002b).

Associação PVA7 - restrição nula quanto ao caráter plíntico; restrições nula e ligeira para pedregosidade e profundidade efetiva; restrição ligeira quanto à drenagem interna; restrição moderada quanto à disponibilidade de água.

Associação PVA15 - restrições moderada e muito forte quanto ao caráter plíntico; restrição moderada quanto à pedregosidade; restrições moderada e forte quanto à drenagem interna; restrições ligeira e forte quanto à profundidade efetiva; restrições moderada e forte quanto à disponibilidade de água.

Associação PVA18 - restrições moderada e forte quanto aos caracteres plíntico e pedregosidade; restrições moderada e forte quanto à drenagem interna; restrições ligeira e forte quanto à profundidade efetiva; restrições moderada e forte quanto à disponibilidade de água.

Associação PVA19 - restrições ligeira e moderada quanto ao caráter plíntico; restrições nula e moderada quanto à pedregosidade; restrição moderada quanto à drenagem interna; restrição ligeira quanto à profundidade efetiva; restrições moderada e forte quanto à disponibilidade de água.

Associação RQ1 - restrição nula quanto aos caracteres plíntico, pedregosidade, profundidade efetiva e drenagem interna; restrição muito forte quanto à disponibilidade de água.

Associação RQ3 - apresentam os mesmos atributos para aptidão agrícola daqueles da Unidade RQ1. Os Argissolos Vermelho-Amarelos encontrados nesta associação têm restrição nula quanto ao caráter plíntico, pedregosidade e profundidade efetiva; restrição ligeira quanto à drenagem interna; restrição moderada quanto à disponibilidade de água.

Associação LVA2 - restrição nula quanto aos caracteres plíntico, pedregosidade, drenagem interna e profundidade efetiva; restrição moderada quanto à disponibilidade de água.

Associação LVA5 - restrição nula quanto ao caráter plíntico; restrições nula e moderada à pedregosidade e profundidade efetiva; restrição moderada quanto à disponibilidade de água; restrição ligeira quanto à drenagem interna.

Associação RL3 - restrição nula quanto aos caracteres plíntico e pedregosidade; restrições nula e muito forte quanto à profundidade efetiva; restrição ligeira quanto à drenagem interna; restrições moderada e forte quanto à disponibilidade de água.

Associação RL4 - restrição nula quanto ao caráter plíntico; restrições nula e moderada à pedregosidade; restrições ligeira e moderada quanto à drenagem interna; restrições ligeira e muito forte quanto à profundidade efetiva; restrição forte quanto à disponibilidade de água.

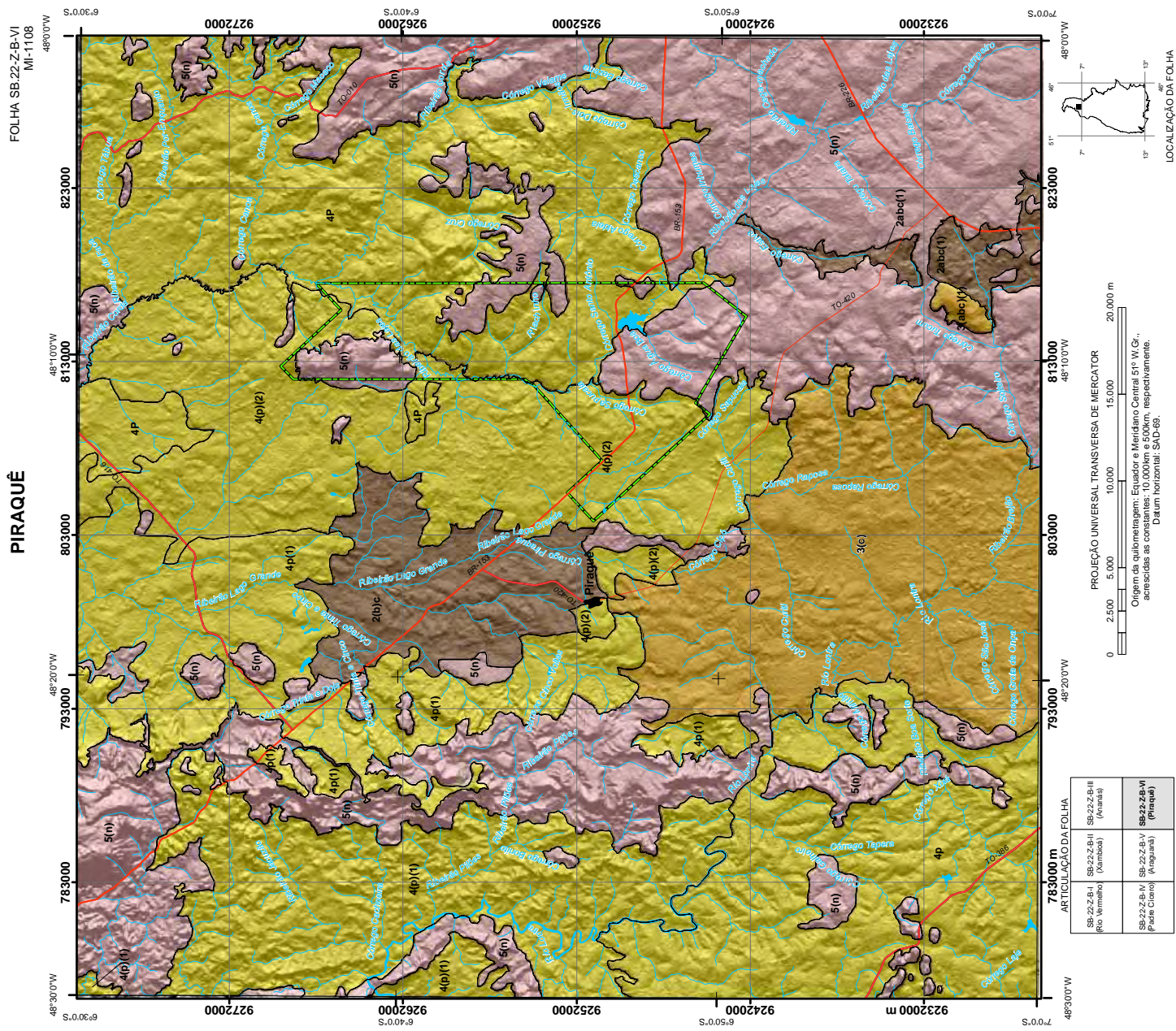
Associação PV1 - restrição nula quanto aos caracteres plíntico e pedregosidade; restrições ligeira e moderada quanto à drenagem interna; restrição nula quanto à profundidade efetiva; restrição ligeira quanto à disponibilidade de água. Os Litossolos presentes nesta associação mostram atributos para aptidão agrícola com restrição nula quanto aos caracteres plíntico e pedregosidade; restrição moderada quanto à drenagem interna; restrição muito forte quanto à profundidade efetiva; restrição moderada quanto à disponibilidade de água.

Associação PV3 - restrição nula quanto aos caracteres plíntico, à pedregosidade e à profundidade efetiva; restrição ligeira quanto à drenagem interna; restrições ligeira e moderada quanto à disponibilidade de água.

A Figura 11 mostra o mapa de aptidão agrícola da Folha Piraquê segundo os grupos de aptidão agrícola definidos por Ramalho-Filho (1995) e com base nas características descritas anteriormente.

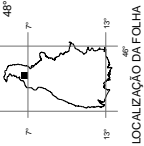
PIRAQUÊ

FOLHA SB.22-Z-B-VI
MI-1108



ARTICULAÇÃO DA FOLHA	
SB.22-Z-B-I (Rio Vermelho (Xambá))	SB.22-Z-B-III (Ananás)
SB.22-Z-B-IV (Ponte Glória)	SB.22-Z-B-VI (Piraquê)

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
 0 2.500 5.000 10.000 15.000 20.000 m
 Origem da quilometragem: Equador e Meridiano Central 51° W.G.,
 acrescidas as constantes: 10.000km e 500km, respectivamente.
 Datum horizontal: SIRD-85.



LOCALIZAÇÃO DA FOLHA

APTIDÃO REGULAR PARA LAVOURAS DE CICLO CURTO	2abc(1)	Apitidão regular para lavouras de ciclo curto nos níveis de manejo A, B e C, com inclusões de classes de aptidão inferior
	2(b)c	Apitidão regular para lavouras de ciclo curto no nível de manejo C e restrita no nível B.
APTIDÃO RESTRITA PARA LAVOURAS DE CICLO CURTO	3abc(1)	Apitidão restrita para lavouras de ciclo curto nos níveis de manejo A, B e C, com inclusões de classes de aptidão inferior.
	3(e)	Apitidão restrita para lavouras de ciclo curto no nível de manejo C.
APTIDÃO PARA PASTAGEM PLANTADA	4P	Apitidão boa para pastagem plantada.
	4p	Apitidão regular para pastagem plantada.
	4p(1)	Apitidão regular para pastagem plantada com inclusões de classes de aptidão inferior.
	4p(1)(1)	Apitidão restrita para pastagem plantada com inclusões de classes de aptidão inferior.
	4p(1)(2)	Apitidão restrita para pastagem plantada com inclusões de classes de aptidão superior.
APTIDÃO PARA PASTAGEM NATURAL OU SILVICULTURA	5(n)	Apitidão restrita para pastagens naturais.

— Limite das classes de aptidão
 — Unidade de conservação municipal criada pela Lei Municipal 0104/2004 (APA Sapucaia)

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

- HIDROGRAFIA**
 Curso d'água perene
 Rio, lagoa ou lago intermitente, reservatório
OUTRAS CONVENÇÕES
 Área urbana
- ESTRADAS DE RODAGEM**
 Rodovia não pavimentada
 Rodovia pavimentada
- Fonte: Menk et al. (2002b)

Arre-finalista: Paulo Augusto	Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente Curso de Doutorado	unesp
Data: maio/2008	ZONAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO TOCANTINS: CONTRIBUIÇÃO METODOLÓGICA E PROFISSIONAL PARA SUA EXECUÇÃO	
Versão: 01	CARTA-IMAGEM DE APTIDÃO AGRÍCOLA DAS TERRAS	

Escala: 1:250.000
 Figura / Página: 11 / 74

3.5 Características climáticas

O clima atual, com base na classificação de Köppen, é do tipo Aw com transição para Am. Predomina o clima Aw, que se caracteriza por duas estações distintas: verão úmido (outubro a abril, sendo janeiro, fevereiro e março os meses mais chuvosos) e inverno seco acentuado (período seco de quatro meses, de junho a setembro).

As temperaturas médias anuais mínima e máxima situam-se, respectivamente, em torno de 14°C e 36°C. O índice pluviométrico médio anual é de 1.757 mm de acordo com os dados normais mensais da estação hidrometeorológica de Piraquê (localizada em 48,47° de longitude Oeste e 6,67° de latitude Sul). A Figura 12 mostra a distribuição anual da precipitação para o período 1976 a 2005.

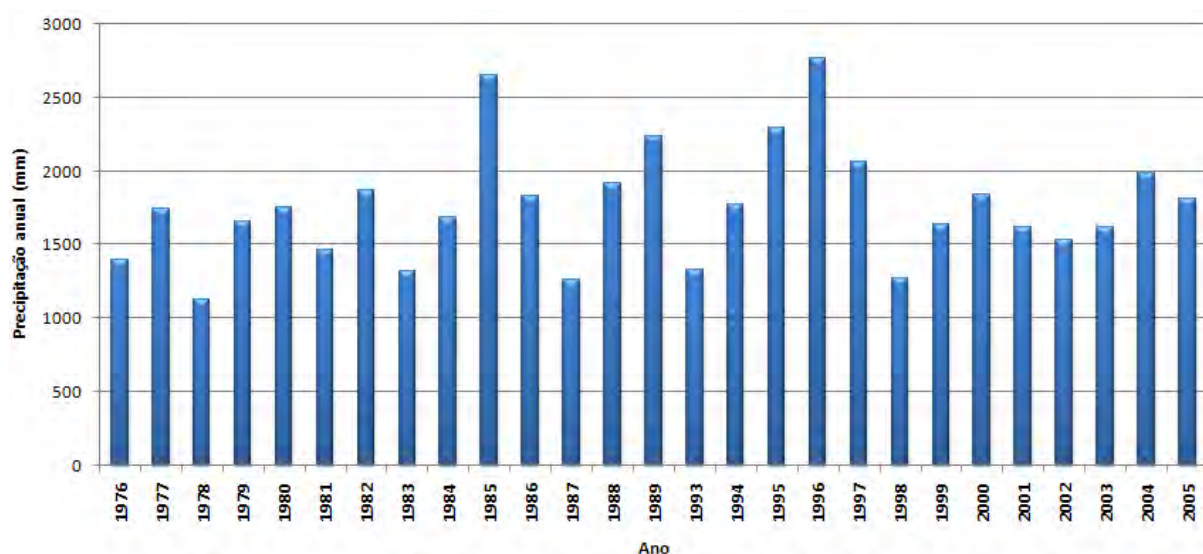


Figura 12. Distribuição da precipitação anual referente ao período de 1976 a 2005.

De acordo com Seplan (2008), em estudo de regionalização climática (adotando-se o Método de Thornthwaite), o Tocantins contém três tipos climáticos - úmido, úmido subúmido e úmido subúmido seco - e cinco subtipos climáticos. A Folha Piraquê insere-se em uma tipologia climática definida como B1wA'a'. Esse clima é úmido com moderada deficiência hídrica no inverno, com evapotranspiração potencial apresentando uma variação média anual entre 1.400 e 1.700 mm, distribuindo-se no verão em torno de 390 e 480 mm, ao longo de três meses consecutivos com temperatura mais elevada.

3.6 Cobertura vegetal e áreas para conservação ambiental

- **Cobertura vegetal**

Conforme Dambrós et al. (2006)^[14], na área Folha Piraquê, ocorrem três regiões fitoecológicas: (i) Cerrado, com as formações Cerrado Típico, Cerradão e matas de galeria/ciliar; (ii) Floresta Ombrófila Densa Submontana; (iii) Floresta Ombrófila Aberta. Também ocorrem Áreas de Contato ou de Tensão Ecológica envolvendo formações de Floresta Ombrófila / Floresta Estacional, de Cerrado / Floresta Ombrófila e de Cerrado / Floresta Estacional (Figura 13).

O Cerrado tem como subtipo dominante o Cerrado Típico, seguido do Cerradão, especialmente nas Áreas de Contato, e tipologias florestais associadas aos cursos d'água, como a Mata de Galeria e Mata Ciliar. O Cerrado Típico, normalmente, recobre os modelados de relevo plano a suave ondulado, onde o substrato é formado por Neossolos Quartzarênicos, com eventuais manchas de Latossolos. Essa formação caracteriza-se por apresentar indivíduos de maior porte, com altura total variando entre quatro e oito metros.

O Cerradão ocorre em Áreas de Contato ou de Tensão Ecológica. Cobre preferencialmente os compartimentos de relevo plano a ondulado, com ocorrência de classes de solos dos tipos Neossolos Quartzarênicos, Latossolos e Argissolos. Nos locais onde essa fisionomia apresenta características primárias, a vegetação tem dossel contínuo, com densidade que varia de alta a moderada, permitindo o desenvolvimento de estratos inferiores. A comunidade arbórea possui indivíduos com porte variando entre 8 e 12 m, com eventuais exemplares sobressaindo o dossel. Os indivíduos de maior porte possuem fustes pouco tortuosos, alguns retilíneos, onde a densidade é maior.

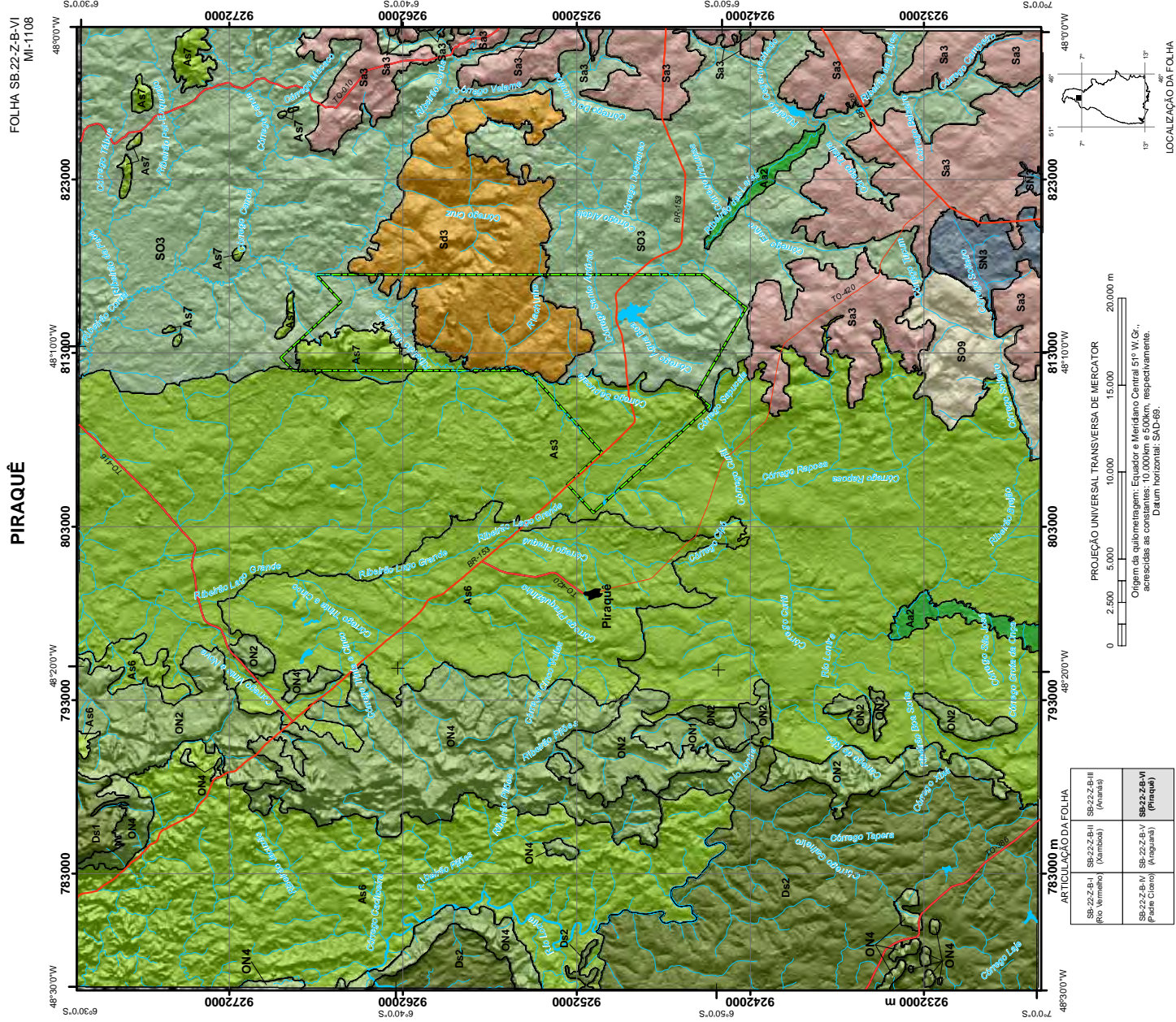
As matas de galeria são dos tipos inundável e não-inundável. A Mata de Galeria não-inundável ocorre nas cabeceiras das nascentes, córregos e ribeirões de ambientes ou relevo com maior declividade, onde o lençol freático geralmente não aflora e o flúvio estabeleceu o seu leito definitivo. Essas matas possuem alturas que

^[14] Para realizar o mapeamento de vegetação, Dambrós et al. (2006) utilizaram conceitos, nomenclatura e legenda que embasaram os levantamentos do Projeto Radambrasil (JAPIASSÚ et al., 1973; VELOSO et al., 1974; MILESKI, DOI; FONZAR, 1981), IBGE (1992), com algumas adaptações, e a nomenclatura regionalizada definida por Ribeiro e Walter (1998).

variam entre 8 e 15 m, quando em encostas de morros e cabeceiras das drenagens, e de 15 a 25 m, quando ocorrem em ambientes mais planos, de solos profundos e/ou de maior fertilidade natural.

A Mata de Galeria não-inundável é de ambientes mais planos, de solos mais profundos e/ou férteis e caracterizados ainda por maiores índices de umidade. Geralmente, apresenta-se mais densa e as espécies arbóreas adquirem um padrão ou porte mais exuberante, predominando indivíduos de fustes linheiros e dossel fechado, estrato herbáceo/arbustivo rarefeito.

A Mata de Galeria inundável recobre parcelas das bordas dos cursos d'água com vales de fundo chato ou planícies. São ambientes caracterizados por saturação d'água permanente ou na maior parte do ano. A comunidade florística mostra uma alta frequência com baixa diversidade de espécies, altamente adaptada ao ambiente paludícola.



REGIÕES FITOECOLÓGICAS E CONTATOS	FORMAÇÃO DOMINANTE	LEGENDA DO AMBIENTE	FORMAÇÕES ASSOCIADAS
FLORESTA OMBRÓFILA DENSAS	FLORESTA OMBRÓFILA DENSAS SUBMONTANA (Ds)	Ds1 Ds2	As As
FLORESTA OMBRÓFILA ABERTA	FLORESTA OMBRÓFILA ABERTA ALUVIAL (Aa)	Aa2	Pa/As
	FLORESTA OMBRÓFILA ABERTA SUBMONTANA (As)	As3 As5 As6 As7	Ds Ds Ds Ds
CERRADO 'sentido amplo'	CERRADO TÍPICO (Sa)	Sa3	Sp
	CERRADO (Sd)	Sd3	Sa/Sp
CONTATO CERRADO / FLORESTA OMBRÓFILA	FLORESTA OMBRÓFILA ABERTA SUBMONTANA (As)	SO3	Sd/Sa
	CERRADO TÍPICO (Sa)	SO9	Sd/As
CONTATO FLORESTA OMBRÓFILA / FLORESTA ESTACIONAL	FLORESTA OMBRÓFILA ABERTA SUBMONTANA (As)	ON1 ON2 ON4	Fs Fs/Cs/fs Fs/Cs/fs
	FLORESTA ESTACIONAL SEMIDEJICIAL SUBMONTANA (Fs)	SN3	Sd

Contato entre formações dominantes

Unidade de conservação municipal criada pela Lei Municipal 0104/2004 (APA Sapucaia)

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

HIDROGRAFIA

- Curso d'água perene
- Rio, lagoa ou lago intermitente, reservatório

ESTRADAS DE RODAGEM

- Rodovia não pavimentada
- Rodovia pavimentada

OUTRAS CONVENÇÕES

- Área urbana

Fonte: Modificado de Dambrós et al. (2006)

Arte-finalista: Paulo Augusto	Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente Curso de Doutorado	unesp
Data: maio/2008	ZONAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO TOCANTINS: CONTRIBUIÇÃO METODOLÓGICA E PROCESSUAL PARA SUA EXECUÇÃO	
Versão: 01	CARTA-IMAGEM DAS REGIÕES FITOECOLÓGICAS E CONTATOS	

Escala: 1:250.000
Figura / Página: 13 / 78

FOLHA SB.22-Z-B-VI
MI-1108

PIRAQUÊ

LOCALIZAÇÃO DA FOLHA

ARTICULAÇÃO DA FOLHA	
SB.22.Z.B.I (Rio Vermelho)	SB.22.Z.B.III (Ananás)
SB.22.Z.B.IV (Ponte Glória)	SB.22.Z.B.VI (Piraquê)

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR

0 2.500 5.000 10.000 15.000 20.000 m

Origem da quilometragem: Equador e Meridiano Central 51° W.G., acrescidas as constantes: 10.000km e 500km, respectivamente. Datum horizontal: SIRD-65.

A Região Fitoecológica da Floresta Ombrófila Densa está representada pela formação Floresta Ombrófila Densa Submontana. De modo geral, todas as áreas remanescentes sofreram profundas alterações na sua estrutura e composição florística, principalmente devido à exploração seletiva de suas madeiras, além das queimadas ocasionais, que alteram todas as bordas, induzindo a propagação de espécies secundárias, cipós e palmeiras, entre outras. Esse tipo de formação mostra nítida estratificação, geralmente com dossel uniforme, altura em torno de 30 m, submata com muita regeneração, arbustos, ervas e palmeiras de pequeno porte.

A Região da Floresta Ombrófila Aberta, de acordo com Dambrós et al. (2006), é marcada pelas presenças de duas formações: a Floresta Ombrófila Aberta Aluvial e a Floresta Ombrófila Aberta Submontana. A Floresta Ombrófila Aberta Aluvial recobre as planícies aluviais estreitas ou mais expandidas onde a drenagem não definiu seu leito de escoamento. Quando essa formação ocorre em ambientes de vale chato mais expandido, a cobertura vegetal apresenta maciços predominantemente arbóreos com palmeiras, alternando-se, em menor proporção, com formações abertas de caráter herbáceo/arbustivo. Nos ambientes de vales estreitos, prevalece a formação florestal semelhante à Mata de Galeria inundável descrita para a Região do Cerrado.

A Floresta Ombrófila Aberta Submontana caracterizava-se por uma fisionomia florestal aberta com grandes árvores emergentes, como a castanheira e o angelim-pedra, entremeada com numerosas palmáceas, especialmente babaçu e, às vezes, inajá. Assim como na área da floresta densa, esta formação sofreu profundas alterações na sua estrutura e composição florística. O sub-bosque é bastante denso, encapoeirado, tornando muito difícil a penetração, em virtude da presença de muitos arbustos, elementos da regeneração natural, plantas invasoras (especialmente cipós). Nos locais onde essa floresta foi removida, desencadeou-se um processo de desenvolvimento/ocupação pela palmeira babaçu muito intenso, com até quatro indivíduos juvenis em um metro quadrado de área.

As Áreas de Tensão Ecológica ou Contatos Florísticos correspondem aos contatos: Floresta Ombrófila/Floresta Estacional; Cerrado/Floresta Ombrófila; Cerrado/Floresta Estacional. O Contato Floresta Ombrófila/Floresta envolve formações de Floresta Ombrófila Aberta Submontana. Entretanto, o alto nível de antropização torna muito difícil a separação ou definição de qual é a formação

dominante no ambiente, estando as espécies remanescentes, características de ambas as formações, distribuídas pelas pastagens de forma muito misturada.

O Contato Cerrado/Floresta Ombrófila apresenta como formações dominantes ora a Floresta Ombrófila Aberta Submontana ora o Cerrado Típico. O Contato Cerrado/Floresta Estacional mostra como formação dominante a Floresta Estacional Semidecidual Submontana. Esta floresta, em condições primárias, caracteriza-se por apresentar um estrato arbóreo constituído por uma comunidade de indivíduos com porte entre 20 e 30 m, fuste predominantemente retilíneo, formando dossel contínuo com eventuais indivíduos emergentes.

- **Áreas para conservação ambiental**



Figura 14. Áreas selecionadas para conversão em unidades de conservação por meio de avaliação ecológica rápida.

Fonte: Elaborada a partir de Olmos et al. (2004).

Olmos et al. (2004) selecionaram quatro áreas prioritárias para conservação da biodiversidade, utilizando como critérios: (i) a singularidade da composição florística; (ii) a extensão da área florestada; (iii) indicadores de avifauna; (iv) possibilidades de conexão com outros remanescentes de vegetação natural.

Dentre as áreas selecionadas para conversão em unidades de conservação, a Barra do Lajes e Corda (IV, Figura 14) posiciona-se na extremidade nordeste da Folha Piraquê. Nela, concentra-se a mais representativa amostragem de diversidade de flora e fauna em

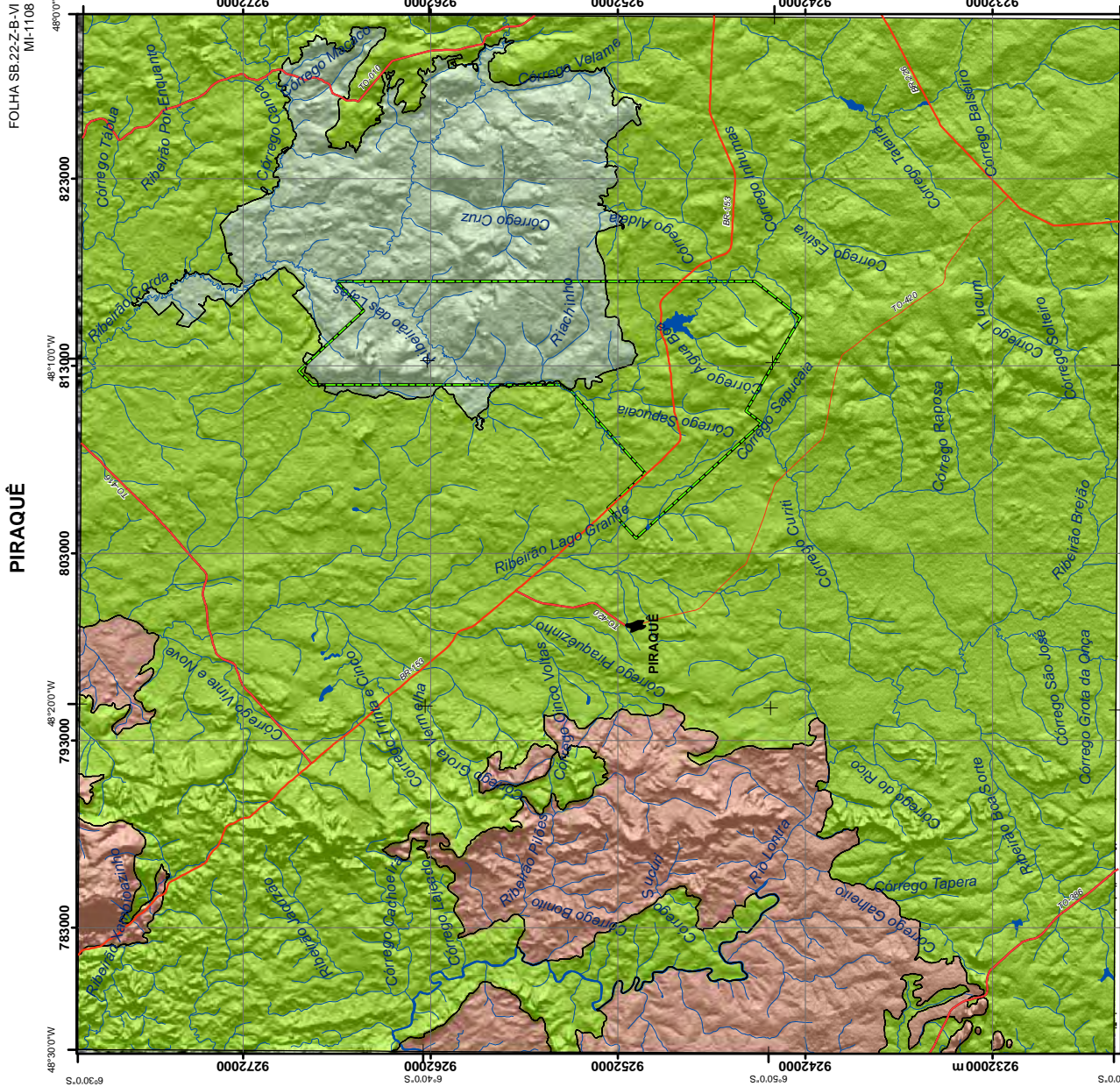
remanescentes de vegetação do Norte do Tocantins.

Várias espécies arbóreas são comuns nas matas e outras raras em virtude da forte pressão antrópica, como o *Hymenaea courbaril* (jatobá), *Cedrela odorata* (cedro), *Tabebuia* spp. (pau-d'arco) e *Brosimum rubescens* (pau-brasil). As matas

aluviais constituem um importante corredor, utilizado especialmente pela biota de afinidades amazônicas, estando presente grande número de espécies incomuns e que estão em área limítrofe de suas distribuições geográficas.

Olmos et al. (2004) encontraram 262 espécies de aves, com um número considerável de espécies raras, que conferem extrema importância para a conservação da biodiversidade do Norte do Tocantins. Para esses autores, é notável a concentração de aves de rapina. A diversidade de psitacídeos também é notável, destacando-se a presença da Arara-canga (*Ara macao*, nova espécie para o estado do Tocantins) e a amazônica Tiriba-pintada (*Pyrrhura amazonum*), que tem no Tocantins seu limite sudeste de distribuição.

De acordo com MMA (2007), a Folha Piraquê apresenta áreas prioritárias para conservação, uso sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade brasileira. Tais áreas foram identificadas com base nos conceitos e instrumentos do Planejamento Sistemático para Conservação (MARGULES; PRESSEY, 2000) e por discussões, em reuniões técnicas por bioma, coordenadas pelo MMA. Ainda conforme MMA (2007), as áreas que ocorrem na Folha Piraquê têm importância biológica extremamente alta e alta, e prioridades para conservação: extremamente alta, muito alta e alta (Figuras 15 e 16).



EXTREMAMENTE ALTA	
ALTA	
SEM SIGNIFICÂNCIA	

IMPORTRNCIA BIOLÓGICA PARA CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE

Limite de unidades
 Unidade de conservação municipal criada pela Lei Municipal 0104/2004 (APA Sapucaia)

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

HIDROGRAFIA
 Curso d'água perene
 Rio, lagoa ou lago intermitente, reservatório

OUTRAS CONVENÇÕES
 Área urbana

ESTRADAS DE RODAGEM
 Rodovia não pavimentada
 Rodovia pavimentada

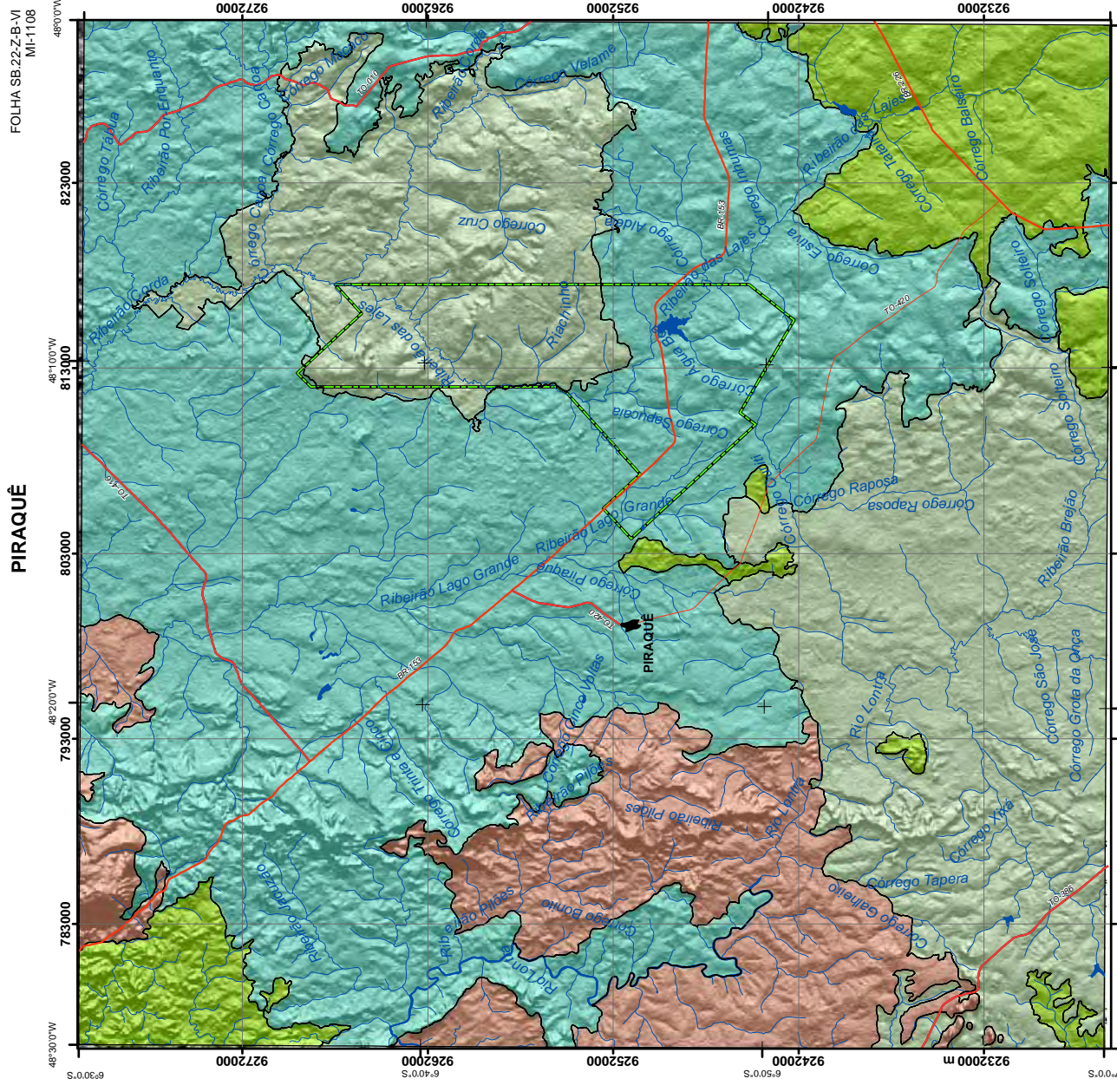
Arre-finalista: Paulo Augusto	Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente Curso de Doutorado	
Data: Início/2008	ZONAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO TOCANTINS: CONTRIBUIÇÃO METODOLÓGICA E PROCESSUAL PARA SUA EXECUÇÃO	
Versão: 01	CARTA-IMAGEM DAS ÁREAS CLASSIFICADAS POR IMPORTÂNCIA BIOLÓGICA PARA CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE BRASILEIRA	

783000 m
ARTICULAÇÃO DA FOLHA

SB-22-Z-B-I (Rio Vermelho)	SB-22-Z-B-II (Aranaá)
SB-22-Z-B-IV (Ponte Cloro)	SB-22-Z-B-VI (Piraquê)

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
 Escala: 1:370.000
 Origem da quilometragem: Equador e Meridiano Central 51° W.G., acrescidas as constantes: 10.000km e 500km, respectivamente.
 Datum horizontal: SAD-66.

LOCALIZAÇÃO DA FOLHA



PRIORIDADE PARA CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE	EXTREMAMENTE ALTA
	MUITO ALTA
	ALTA
	SEM SIGNIFICÂNCIA

— Limite de unidades
 --- Unidade de conservação municipal criada pela Lei Municipal 0104/2004 (APA Sapucaia)

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

HIDROGRAFIA
 Curso d'água perene
 Rio, lagoa ou lago intermitente, reservatório
OUTRAS CONVENÇÕES
 Área urbana

ESTRADAS DE RODAGEM
 Rodovia não pavimentada
 Rodovia pavimentada

Fonte: elaborado a partir de MMA (2007)

Arre-instituição: Paulo Augusto	Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente Curso de Doutorado	unesp	
Data: Início/2008	ZONAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO TOCANTINS: CONTRIBUIÇÃO METODOLÓGICA E PROCESSUAL PARA SUA EXECUÇÃO		Escala: 1:370.000
Versão: 01	CARTAMAGEM DAS ÁREAS CLASSIFICADAS POR PRIORIDADE PARA CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE BRASILEIRA		Figura / Página: 16 / 83

PIRAQUÊ

FOLHA SB.22-Z-B-VI
MI-1108

783000 m
ARTICULAÇÃO DA FOLHA

SB-22-Z-B-I (Rio Vermelho) (Kamba)	SB-22-Z-B-III (Ananá)
SB-22-Z-B-IV (Pálio Cloro)	SB-22-Z-B-VI (Piraquê)

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
 0 2.500 5.000 10.000 15.000 20.000 m

Origem da quilometragem: Equador e Meridiano Central 51° W. G., acrescidas as constantes: 10.000km e 500km, respectivamente.
 Datum horizontal: SAD-66.

LOCALIZAÇÃO DA FOLHA

CAPÍTULO 4 - MÉTODOS E PROCESSOS PARA ZONEAMENTOS NA ÁREA DE ESTUDO

O trabalho foi iniciado com contatos estabelecidos com pessoal técnico de instituições do Governo do Estado do Tocantins. Os contatos, em sua maior parte, foram com a equipe da DZE/Seplan-TO, o que facilitou a identificação dos principais problemas associados com o tema ZEE no Tocantins. Como mencionado no Capítulo 1 - Contextualização do Trabalho, após um *brainstorming* e aplicação da TNG na DZE/Seplan-TO, priorizou-se os temas planejamento e estudos temáticos, e métodos para o desenvolvimento deste trabalho (Seção 1.3 Seleção do tema para desenvolvimento do trabalho).

No planejamento do trabalho, selecionou-se a área da Folha Piraquê por meio da análise de disponibilidade de dados e informações, usando o critério de análise de árvore lógica. Nesta fase, foram definidos a hipótese (Seção 1.4 Hipótese do trabalho) e objetivo do trabalho (Seção 1.5 Objetivo) para, em seguida, elaborar o plano de trabalho. O plano teve o enfoque de execução baseado em processos agrupados em macroprocessos (Figura 17). Essa visão foi adotada porque em cada processo esperava-se a geração de um produto ou resultado por meio da realização de um conjunto de atividades e tarefas, que levasse em conta: entrada (insumos), processo (atividades) e saída (produtos).

Os macroprocessos/processos foram organizados analisando-se caminhos críticos de execução e relações distribuídas no tempo, por meio da utilização do MS Project. Ainda na fase de planejamento, foram observadas as questões de logística para a execução do projeto, considerando a disponibilidade de recursos técnicos e operacionais para trabalhos em gabinete e campo. Usou-se recursos do Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista (IGCE/Unesp), da Universidade Federal do Tocantins (laboratório de geoprocessamento), da Seplan-TO (laboratório de geoprocessamento) e da Oikos Pesquisa Aplicada Ltda. (laboratório de geoprocessamento e veículo). Previu-se, também, recursos técnicos e financeiros para: (i) arquivar documentos do projeto; (ii) manter equipamentos e bens em boas condições de uso durante a execução das atividades.

MACROPROCESSOS

Estruturação e implementação da base de dados geográficos

Elaboração do zoneamento ambiental

Elaboração do zoneamento geoambiental

Obtenção dos resultados cartográficos e analíticos

PROCESSOS

Levantamento, aquisição de dados e material

Montagem e organização da base de dados geográficos em SIG

Compartimentação da área em UTBs

Elaboração do mapa de cobertura da terra

Correlação e integração de dados físicos e bióticos

Definição das unidades de intervenção

Proposição das unidades de intervenção

Compartimentação fisiográfica do terreno

Caracterização geotécnica

Elaboração do mapa de cobertura da terra

Cartografia temática

Apresentação e discussão dos resultados

Emissão de relatório

Figura 17. Organograma simplificado dos macroprocessos e processos executados no projeto de tese.

4.1 Macroprocesso 1 - Estruturação e implementação da base de dados geográficos

4.1.1 Levantamento, aquisição de dados e material

O levantamento e aquisição de dados para a realização do trabalho resultam de um esforço despendido junto à DZE/Seplan-TO, ao Naturatins, à Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) e ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe). Nestas instituições foram obtidos os dados cartográficos, temáticos e imagens de sensoriamento remoto necessários à execução dos trabalhos (Apêndice A).

Em relação à aquisição das imagens, foram selecionadas aquelas disponíveis na DZE/Seplan-TO e no sítio do Inpe, considerando: (i) a cobertura de nuvens na área de interesse; (ii) a nebulosidade e focos de queimadas; (iii) a compatibilidade das cenas nas regiões de limite de órbita; (iv) as datas de tomada das cenas. Entre todas as imagens, escolheu-se aquelas cujas datas referem-se aos meses menos chuvosos na região (junho a setembro), o que possibilita a menor cobertura de nuvens, maior capacidade de separação de tipos de vegetação devido ao estresse hídrico e boas condições de imageamento, considerando o ângulo de elevação e azimute solar. As imagens selecionadas foram: Landsat 1973 (sensor *Multispectral Scanner* - MSS, órbitas/pontos - 239/64, 239/65), Landsat 1995 (sensor *Thematic Mapper* - TM, órbitas/pontos - 222/65, 223/65), Landsat 2000 (sensor *Enhanced Thematic Mapper Plus* - ETM+, órbitas/pontos - 222/65, 223/65) e Cbers 2005^[15] (sensor *High Resolution CCD Camera* - CCD, órbitas/pontos - 159/107, 159/108, 160/107, 160/108).

Os dados cartográficos básicos adquiridos estão vinculados ao Projeto GeoTocantins, o qual foi montado visando: (i) subsidiar o Naturatins nos processos de Área de Reserva Legal (ARL) e de Licenciamento Florestal da Propriedade Rural (LFPR); (ii) servir para diferentes tipos de trabalhos na área ambiental e de engenharia. Os dados desse projeto são cartas topográficas em escala 1:100.000 (meio digital), que cobrem o Tocantins (127 cartas). Os serviços de montagem da base de dados do Projeto GeoTocantins foram realizados por empresa privada

^[15] *China-Brazil Earth Resource Satellite* (Cbers). Não foi usada data mais recente devido à cobertura de nuvens.

usando os fotolitos originais do IBGE. As cartas foram escaneadas e passaram por: (i) vetorização semi-automática (todos os elementos planimétricos e altimétricos); (ii) atualização vetorial por meio de imagens de satélite; edição de elementos vetoriais; (iii) codificação e tipificação dos vetores; (iv) geração de base contínua; (v) geração da *geodatabase* no ambiente ArcGIS, com a associação de atributos aos vetores (elementos planimétricos e altimétricos).

Os dados cartográficos temáticos, disponibilizados pela DZE/Seplan-TO, equivalem aos temas pertencentes aos projetos ZAE-TO e ZEE-NTO. Os dados foram fornecidos impressos em papel e em meio digital e referem-se: (i) a geologia (unidades e estruturas geológicas); (ii) relevo (unidades, tipos de modelados, índices de vulnerabilidade do relevo à erosão); (iii) solos (unidades de solos); (iv) aptidão agrícola (classes de aptidão); (v) ambientes de vegetação (unidades fitofisionômicas; classes de potencial de uso); (vi) zoneamento ecológico-econômico (zonas e subzonas); (vii) zoneamento agroecológico (regiões, setores, unidades e atributos das unidades); (viii) áreas prioritárias para preservação (classes); (ix) precipitação média anual (classes); (x) clima (tipos climáticos); (xi) zoneamento de culturas agrícolas (frutíferas e grãos). Todos os temas estavam em escala 1:250.000, exceto o zoneamento agroecológico que foi elaborado em escala 1:500.000.

A pesquisa bibliográfica foi realizada por meio da internet, em base de dados e informações científicas em sítios do Brasil e estrangeiros, além de levantamentos em bibliotecas de universidades e instituições brasileiras, tais como: Unesp, CPRM, Inpe, UFT, Universidade de São Paulo (USP), Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Universidade Federal do Pará (UFPA), Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), Seplan-TO, entre outras.

Como material ou meios para a realização dos trabalhos em gabinete, usou-se os Sistemas de Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto (SPDISR) e de informações geográficas: Spring, Geomática e ArcGIS. Também foram utilizados programas de edição de texto (Word MS), planilhas eletrônicas (Excel MS) e de posicionamento por GPS TrackMaker, além de microcomputadores, *notebook*, impressoras e *scanner*.

No trabalho de campo, os recursos usados foram: (i) fichas de campo (caderneta de campo); (ii) mapa topográfico; (iii) mapas temáticos; (iv) carta-imagem; (v) máquina fotográfica digital; (vi) *Global Position System* (GPS) de navegação com altímetro

(precisão de cinco metros) acoplado a um *notebook* contendo o programa GPS TrackMaker. Usou-se também bússola, lupa de bolso, martelo de geólogo, enxada e trena como material auxiliar.

A Figura 18 mostra o fluxograma dos processos usados para levantamento e aquisição dos dados, sendo o processo de pesquisa bibliográfica o único que se repetiu ao longo do desenvolvimento do trabalho. Esse processo ocorreu sempre de acordo com as necessidades de cada macroprocesso de zoneamento ou de emissão dos resultados cartográficos e analíticos.

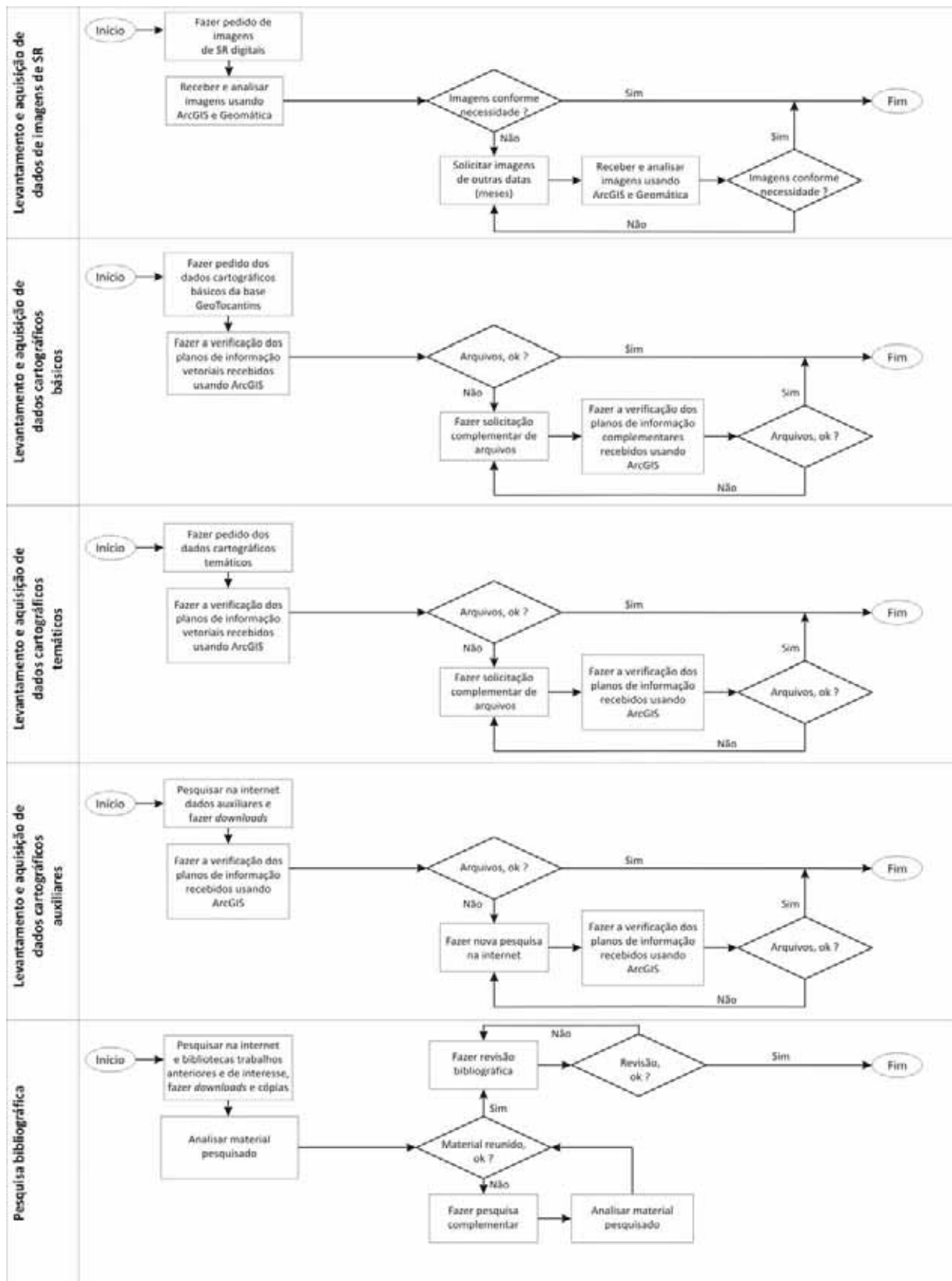


Figura 18. Fluxograma do processo de levantamento, aquisição de dados e material.

4.1.2 Montagem e organização da base de dados geográficos em SIG

O banco de dados geográficos referente à Folha Piraquê foi estruturado usando três programas: o Spring, o ArcGIS e o Geomática. Todos os programas geram produtos plenamente integráveis, por meio de conversores específicos para exportação e importação de dados. Montou-se dois bancos de dados: (i) o principal, no ArcGIS, que contém quatro conjuntos de dados - cartográficos, temáticos, modelo numérico de terreno (MNT) e imagens de sensoriamento remoto (SR); (ii) o secundário, no Spring, referente ao conjunto de dados de imagens de satélite para execução da segmentação e classificação de imagens. No Geomática montou-se a base de imagens de SR.

No ArcGIS, a estruturação dos dados segue a forma de organização: *geodatabase*, *feature dataset*, *feature class* e *raster dataset*, enquanto, no Spring, a hierarquia é: banco de dados, categorias, projeto e planos de informação (Figura 19).

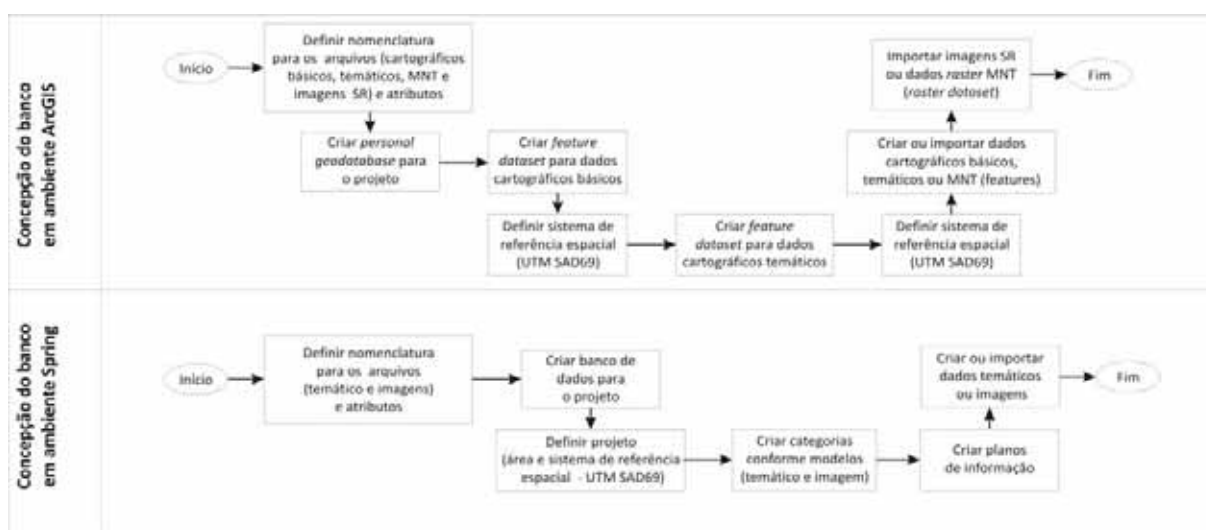


Figura 19. Fluxograma do processo de modelagem da base de dados geográficos em ambientes ArcGIS e Spring.

O conjunto de dados cartográficos básicos, no ArcGIS, foi montado a partir da manipulação dos dados do Projeto GeoTocantins. A DZE/Seplan-TO forneceu os dados cartográficos básicos da Folha Piraquê, no formato *shapefile*, contendo os seguintes planos de informação (PIs) no sistema SAD69, UTM Zona 22S: hidrografia linear; hidrografia poligonal; altimetria (curvas de nível e pontos cotados); limites municipais; rodovias (atualizadas); localidades. No ambiente do ArcCatalog, criou-se

uma *personal geodatabase* denominada Piraque, definiu-se o sistema de referência espacial (SAD69, UTM Zona 22S) e criou-se uma *feature dataset* para a inclusão dos PIs fornecidos pela DZE/Seplan-TO (Figura 20). Importou-se os dados e neles, já armazenados na *geodatabase*, procedeu-se a auditoria para verificar a consistência quanto às linhas, aos nós e aos atributos de cada entidade gráfica de cada PI. Os planos foram validados e mantidos no banco para uso posterior em outras etapas do trabalho.

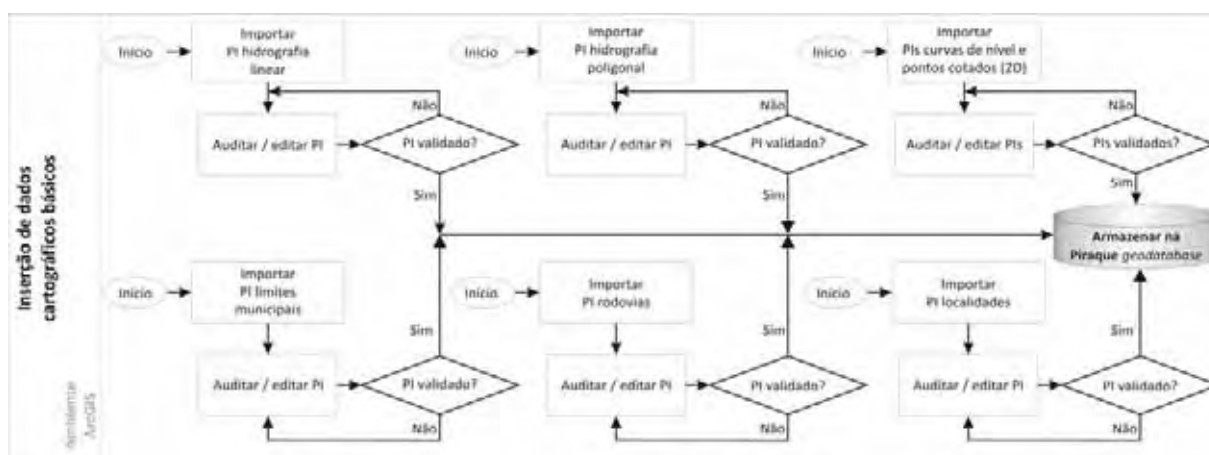


Figura 20. Fluxograma do processo de montagem dos dados cartográficos básicos em ambiente ArcGIS (*Piraque geodatabase*).

O conjunto de dados temáticos também foi fornecido pela DZE/Seplan-TO, em meio digital e no formato *shapefile*. Eles referem-se à área da carta topográfica do recorte internacional ao milionésimo de 1:250.0000 (SB.22-Z-B, Xambioá) já projetada no sistema UTM (SAD69, UTM Zona 22S). Cada PI temático desta carta foi recortado usando a ferramenta recorte (*clip*). A referência de corte foi o PI com os limites da Folha Piraquê (SB.22-Z-B-VI). No ArcCatalog, criou-se uma *feature dataset* para os dados temáticos na *Piraque geodatabase* e importou-se cada um dos PIs já recortados, assumindo a projeção do sistema de referência espacial SAD69, UTM Zona 22S (Figura 21).

Sempre após a importação de cada PI realizou-se auditoria para verificar a consistência quanto às linhas, aos nós e aos atributos de cada PI de entrada. Os planos foram submetidos à verificação de topologia, toponímia e atributos. Alguns polígonos sem classe foram classificados e outros com áreas sem significância foram excluídos ou soldados aos polígonos vizinhos. Validou-se os planos e a base temática ficou pronta para uso nos trabalhos subseqüentes dos zoneamentos ambiental e geoambiental.

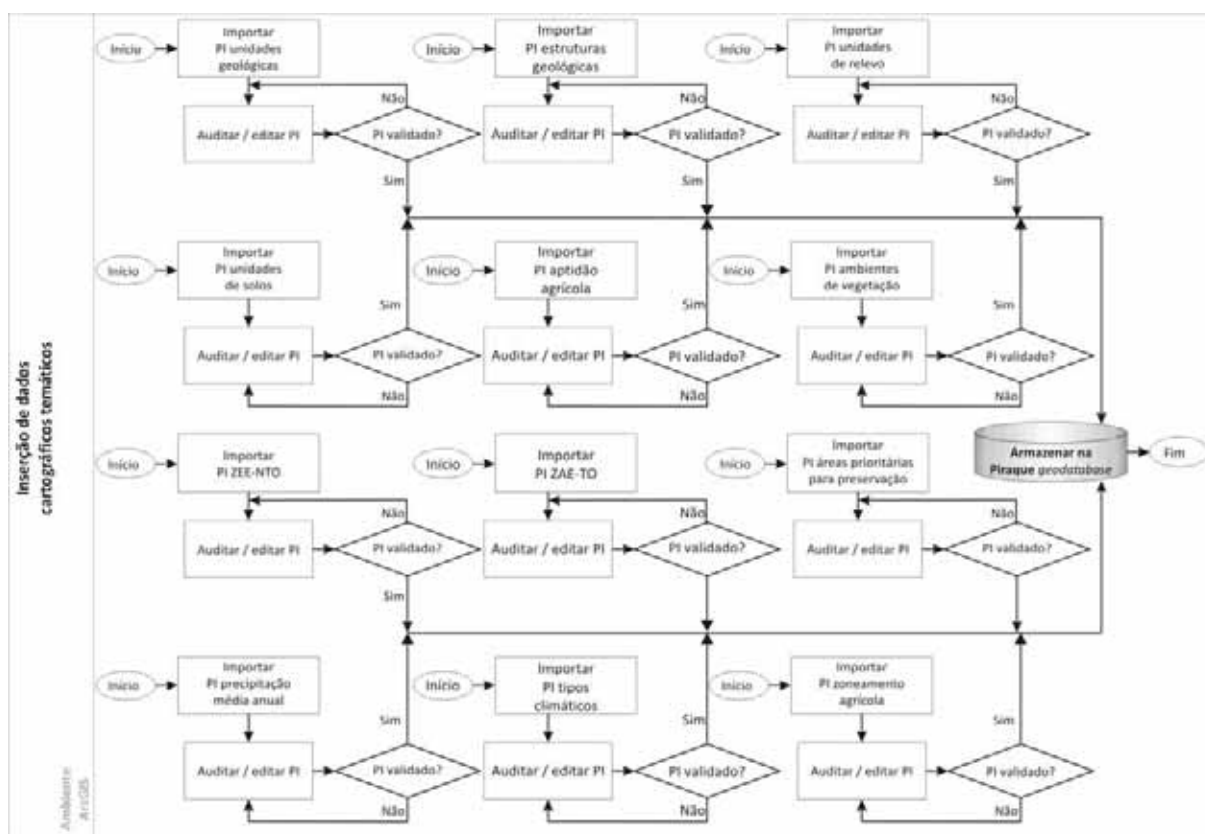


Figura 21. Fluxograma do processo de estruturação do banco de dados cartográficos temáticos - ambiente ArcGIS (Piraque geodatabase).

O conjunto de dados de modelo numérico de terreno (MNT) foi montado no ArcGIS (Figura 22). Importou-se os dados vetoriais de altimetria (PI - curvas de nível e PI - pontos cotados) disponibilizados pela DZE/Seplan-TO, no formato *shapefile*. Efetuou-se auditoria nos dois PIs, em termos de valores de cota de linhas e pontos. Inseriu-se, na base, os pontos cotados em campo obtidos com altímetro do GPS de navegação com cinco metros de precisão. Por fim, importou-se também os dados *Shuttle Radar Topographic Mission (SRTM)*^[16], previamente projetados para o sistema SAD69 UTM Zona 22S. Com os dados vetoriais de altimetria e dados de pontos cotados de campo, gerou-se a *Triangulated Irregular Network (TIN)* incluindo como linhas de quebra: (i) hidrografias linear e poligonal; (ii) represas e reservatórios. Posteriormente, a TIN foi usada para a geração de grade de MNT. Comparando os resultados desta grade TIN com a grade regular do SRTM, optou-se pela utilização do dado SRTM para a geração de produtos como hipsometria,

^[16] O dado SRTM usado tem resolução espacial original de 90 m, está disponibilizado no sítio: <http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br/download/to/sb-22-z-b.htm> e em sistema de coordenadas geográficas e datum WGS84.

imagem MNT, declividade e relevo sombreado, por entender que o relevo da área ficou melhor representado pelo dado SRTM.

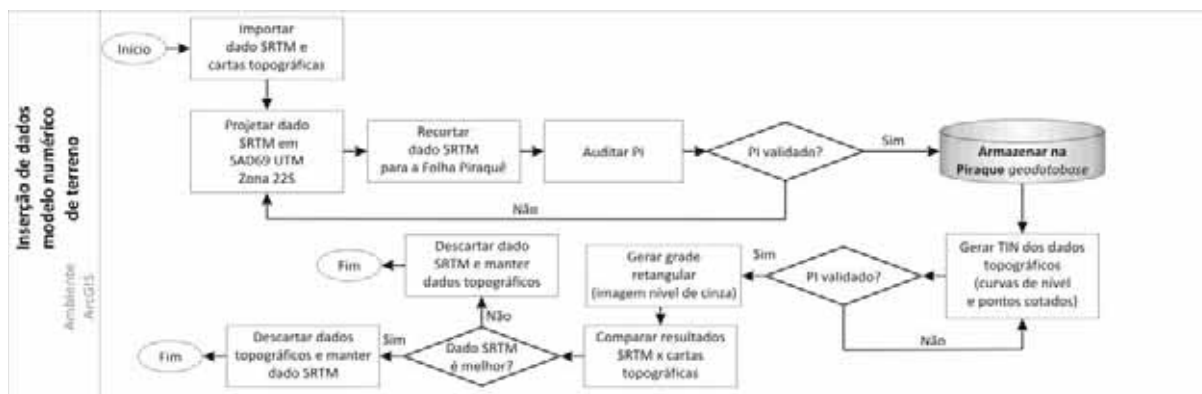


Figura 22. Fluxograma do processo de montagem do conjunto de dados de MNT (SRTM e de carta topográfica) para o ambiente ArcGIS (*Piraque geodatabase*).

O conjunto de dados de imagens foi preparado começando-se com a importação das imagens dos sensores remotos, usando o programa Geomática. As primeiras imagens importadas foram a Landsat 7/ETM+ 2000, porque já estavam georreferenciadas, seguidas pelas imagens Landsat 2/MSS 1973 e, posteriormente, pelas imagens Landsat 5/TM 1995 e Cbers 2/CCD 2005. Nas imagens ano 1973, 1995 e 2005, foram realizadas as operações de: pré-processamento, georreferenciamento, mosaicagem, recorte e realce. O pré-processamento das imagens referiu-se à correção dos efeitos atmosféricos, utilizando o método de subtração do pixel escuro de Chaves Jr. (1975). Identificou-se o valor de pixel em corpos d'água, para as bandas do infra-vermelho (Landsat 2 e Cbers 2), e usando o algoritmo de operação aritmética de subtração, retirou-se tal valor de cinza para cada uma das bandas dos sensores usados. Eliminou-se, assim, o efeito aparente da atmosfera.

Em seguida, iniciou-se o georreferenciamento (registro), que consistiu em uma transformação geométrica que relacionou as coordenadas das imagens não-georreferenciadas (linha e coluna) com as coordenadas da imagem georreferenciada ao sistema de projeção cartográfico. Essa transformação: (i) minimiza distorções existentes na imagem, causadas no processo de formação da imagem pelo sistema sensor e por imprecisão dos dados de posicionamento da plataforma (satélite); (ii) permite a integração e manipulação das imagens em SIGs.

O registro das imagens (operação imagem *versus* imagem), começou pelo georreferenciamento das imagens Landsat 2/MSS 1973, utilizando a coleta de

pontos de controle (GCP - *Ground Control Point*) em feições claramente identificáveis nas imagens da base GeoTocantins (Landsat 7/ETM+ 2000). Atentou-se para que os pontos estivessem distribuídos por toda a área de interesse da imagem. Os procedimentos de georreferenciamento foram repetidos para as imagens Landsat 5/TM 1995 e Cbers 2/CCD 2005. Em cada registro de imagens, coletou-se 50 pontos de controle que foram analisados em termos de precisão, sendo desprezados aqueles com menor precisão. Ao final do processo de georreferenciamento, empregou-se o algoritmo de reamostragem de imagens “vizinho mais próximo”, por ser o que menos interfere no valor dos níveis de cinza para geração da nova imagem (corrigida), minimizando possíveis problemas no processo de classificação e mapeamento das feições espectrais de interesse.

Após o georreferenciamento, importou-se a imagem MNT (SRTM), que foi reamostrada para as resoluções de 20 e 30 m. Na seqüência, executou-se a mosaicagem das imagens porque a Folha Piraquê tem área que se distribui em duas cenas dos satélites Landsat 2, 5 e 7, e em quatro cenas do satélite Cbers 2. Realizou-se a mosaicagem para: (i) facilitar a utilização das imagens no ambiente SIG; (ii) gerar um único arquivo imagem; (iii) facilitar os processos de realces, segmentação e classificação de imagens. Na mosaicagem, manteve-se as resoluções originais das imagens: 20 m do CCD Cbers, 30 m do TM Landsat 5, e 80 m do MSS Landsat 2.

Os mosaicos das imagens foram obtidos utilizando o Módulo OrthoEngine (Geomática). Selecionou-se o Método de Modelo Matemático - Somente Mosaico - definindo-se a projeção SAD69 UTM Zona 22L e mantendo-se a resolução de entrada dos dados de imagem. Foram carregadas as cenas para mosaicagem, definida a área de interesse do mosaico e criado o arquivo de imagem para a saída dos dados. Definiu-se as opções de balanceamento de cores entre as cenas, para minimizar os efeitos das linhas de corte das cenas (Mínima diferença).

A operação de recorte foi aplicada após a mosaicagem das imagens, usando o PI com os limites da Folha Piraquê como base de recorte. Foram gerados quatro conjuntos de imagens (MSS/1973, TM/1995, ETM+/2000 e CCD/2005). Passou-se, então, para o tratamento digital de imagens. Aplicou-se os realces mediante análise das características espectrais das imagens, por meio de histograma e valores estatísticos. Os realces usados foram: ampliação linear de contraste, decorrelação,

principais componentes e transformação IHS (I - intensidade, H - matiz, S - saturação) para posteriormente selecionar os melhores produtos para interpretação das imagens (visual digital e/ou automatizada).

Selecionou-se para interpretação os produtos em composições coloridas das imagens resultantes da transformação IHS, decorrelação e resultantes da integração, imagem SRTM com as imagens Landsat (MSS 1973, TM 1995 e ETM+ 2000) e Cbers (CCD 2005). Usou-se a técnica de *pseudocolor* e IHS disponíveis no Geomática para a integração dos dados de imagens de diferentes fontes e naturezas.

A finalidade da aplicação dos realces é a de aumentar a qualidade visual das cenas tanto monocromática quanto em composição colorida, de modo que se tenha uma maior facilidade na separação e identificação de alvos. No processo, não se revela nenhuma informação nova, somente aquela que já está contida na imagem original.

Ainda no ambiente Geomática, promoveu-se a exportação das imagens para o formato *geotiff* para uso no ArcGIS e Spring. No ArcGIS projetou-se as imagens no sistema UTM SAD69 22S e por meio do ArcCatalog, elas foram importadas para a *Piraque geodatabase* (Figura 23). No Spring, as imagens já georreferenciadas foram importadas para o banco e para o projeto Piraque, usando a função importar *tiff/geotiff*.

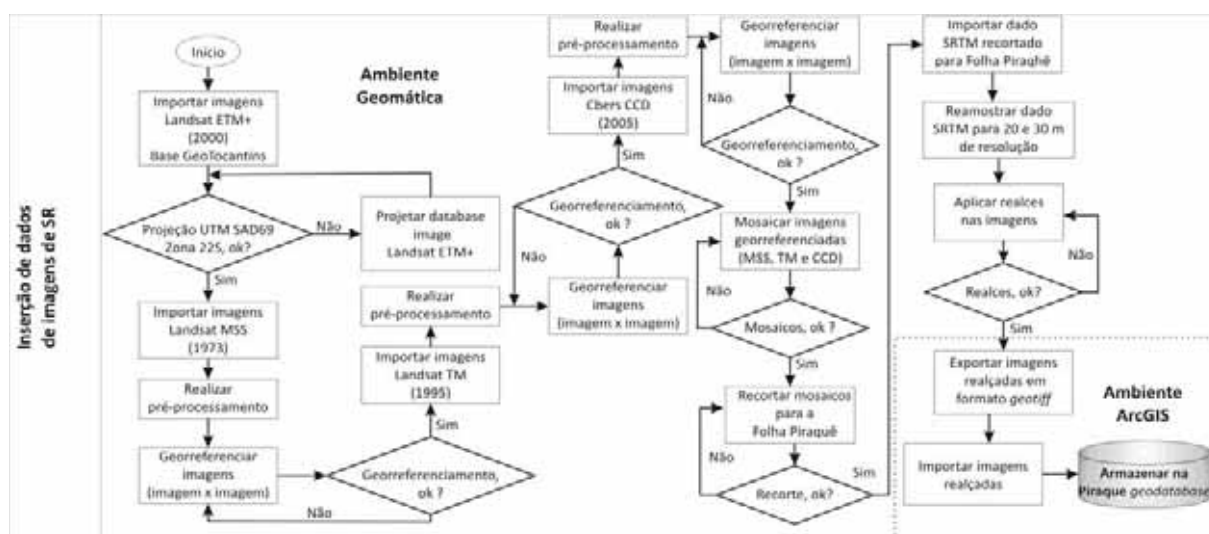


Figura 23. Fluxograma do processo de montagem do conjunto de dados de imagens de SR - ambientes Geomática e ArcGIS (*Piraque geodatabase*).

Com as imagens já incorporadas na base de dados geográficos, encerrou-se a montagem da *Piraque geodatabase* (ArcGIS) e do banco Piraque (Spring) para dar prosseguimento à execução do trabalho. A partir de então, os produtos que foram sendo gerados resultaram da manipulação e recuperação de dados nas duas bases de dados.

4.2 Macroprocesso 2 - Elaboração do zoneamento ambiental

Para o zoneamento ambiental da Folha Piraquê - ano 1973, aplicou-se os procedimentos de Bellia et al. (2004a) que constam no Método Seplan-TO. No método, para a compartimentação da área em unidades de intervenção foram necessários os seguintes processos: (i) compartimentação da área em UTBs; (ii) elaboração do mapa de cobertura da terra; (iii) correlação e integração de dados biofísicos; (iv) definição das unidades de intervenção; (v) proposição das unidades de intervenção.

4.2.1 Compartimentação da área em UTBs

Para a compartimentação da área em UTBs, utilizou-se três subprocessos: (i) identificação e delimitação das unidades (UTBs); (ii) realização de trabalhos de campo; (iii) cartografia final. Para a identificação e delimitação das unidades (UTBs), seguiu-se as recomendações de Crepani et al. (1996; 2001), usando-se as imagens Landsat 2/MSS 1973 realçadas. Para esses autores, as UTBs são delimitadas com base nas variações espectral, espacial e radiométrica da imagem, ao contrário da simples justaposição de informações em SIGs.

Realizou-se a compartimentação da área conjugando-se os procedimentos de segmentação de imagens Landsat 2/MSS 1973 e de interpretação visual de imagens (modo digital - na tela do microcomputador).

A segmentação de imagens compreende a identificação automática de bordas e delimitação de regiões. Entende-se por regiões um conjunto de pixels contíguos que se espalham bidirecionalmente e que apresentam uniformidade. A segmentação realizada no Spring gerou unidades a partir do limiar de similaridade 20 e área de

pixel 20. Após uma classificação não supervisionada (Isoseg), as unidades obtidas em uma imagem temática foram convertidas em um PI temático que foi, então, submetido à verificação visual em tela do microcomputador. Exportou-se esse PI de compartimentação, no formato *shapefile*, para inserção na Piraque *geodatabase* (ArcGIS).

No ArcGIS (ArcMap), mediante a aplicação dos conceitos e procedimentos de interpretação visual de imagens (VENEZIANI; ANJOS, 1982), editou-se manualmente os polígonos (eliminação e inserção de linhas) e realizou-se a topologia automática para fechamento de polígonos (PI de compartimentação). Com o auxílio das imagens Landsat realçadas (IHS, decorrelação, integração Landsat e SRTM) e relevo sombreado (SRTM - 45° de elevação, azimute 90° e exagero 3x; 70° de elevação, azimute 90° e exagero 3x), incorporou-se ao PI de compartimentação as linhas de quebras de relevo e de topos. A incorporação das imagens relevo sombreado no processo de elaboração do PI de compartimentação é consequência dos resultados obtidos por Crepani e Medeiros (2004), quando usaram imagens derivadas de MNT do SRTM na fotointerpretação para geologia, geomorfologia e pedologia.

As linhas das quebras de relevo e topos das unidades de compartimentação foram, então, compatibilizadas com os limites das unidades de geologia, relevo e solos. O PI de compartimentação foi editado manualmente e, novamente, gerou-se a topologia automática para fechamento dos polígonos. Finalizou-se assim, a geração da versão preliminar do PI de UTBs, que contém linhas de quebras de relevo, topos e polígonos de cobertura da terra.

Após a obtenção do PI de UTBs (versão preliminar), realizou-se trabalho de campo em itinerários planejados, usando-se um *notebook* com GPS acoplado ao programa GPS TrackMaker, nos quais constavam os planos de informação de estradas, hidrografia e PI de UTBs. Nos itinerários, verificou-se se a mudança de uma unidade cartografada para outra era evidenciada por uma feição de terreno. Foram descritos pontos de observação, nos quais se registrou as coordenadas, fotografou-se alvos de interesse e efetuou-se a caracterização da paisagem. O sistema de navegação adotado no trabalho de campo favoreceu a identificação dos limites que deveriam ser confirmados ou retificados no PI de UTBs (versão preliminar) da base de dados geográficos.

Após o trabalho de campo, executou-se a cartografia final do mapa de UTBs (armazenado como PI) mediante as revisões de limites das unidades e da codificação de cada uma por letra e número (Figura 24).

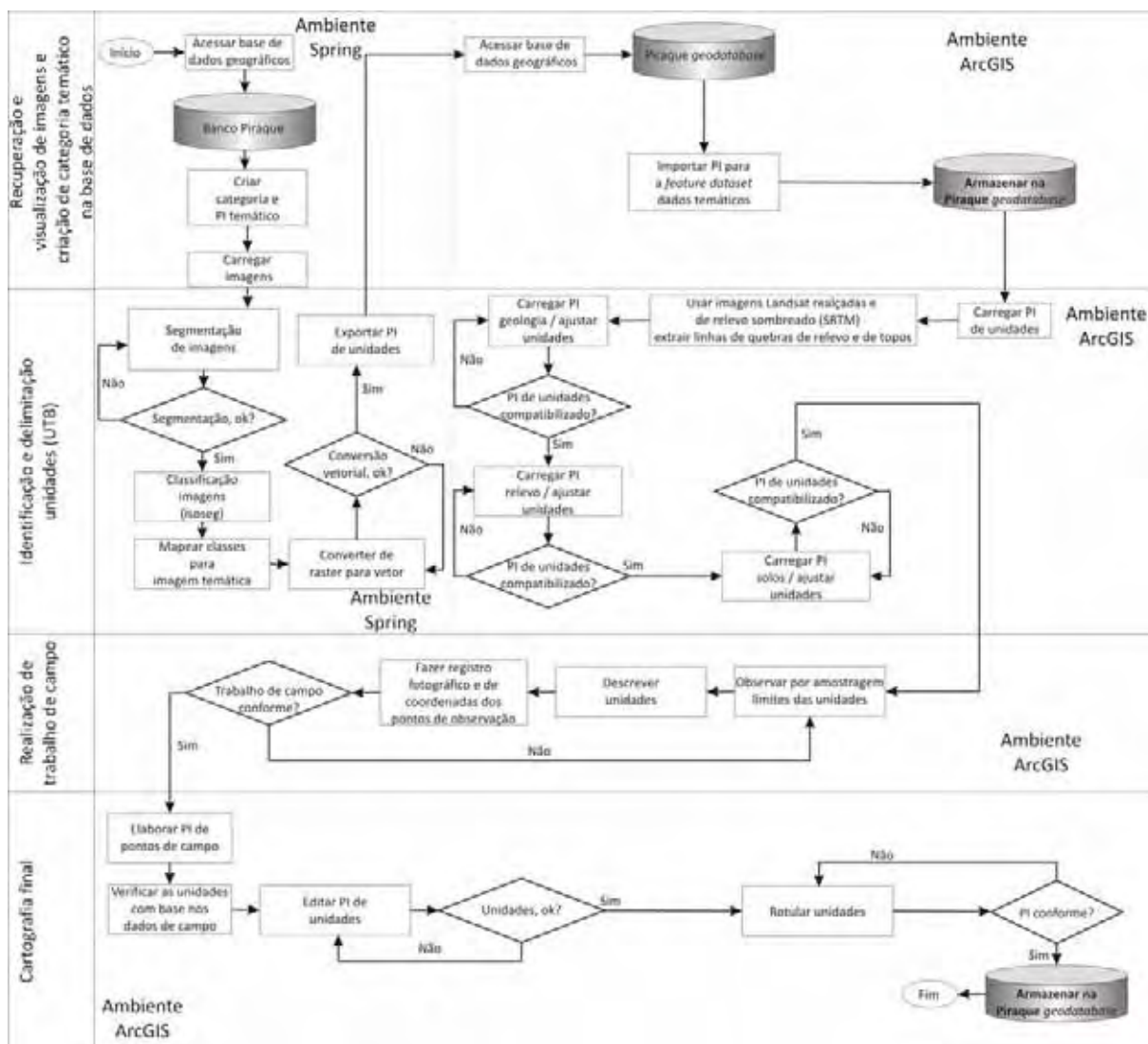


Figura 24. Fluxograma do processo de elaboração do mapa de unidades territoriais básicas.

4.2.2 Elaboração do mapa de cobertura da terra

O processo de elaboração do mapa de cobertura da terra envolveu a definição de legenda e a classificação de polígonos.

Inicialmente, definiu-se a legenda do mapa de cobertura da terra com base nas imagens Landsat 2 / MSS 1973 e no PI de ambientes de vegetação que constavam na *Piraque geodatabase*. Com base nas imagens Landsat MSS,

elaborou-se uma chave de interpretação conforme os procedimentos do Método das Chaves. Esse método baseia-se num estudo comparativo e nas experiências do intérprete, apoiando-se nas fases de fotoleitura, fotoanálise e fotointerpretação, que leva em conta os elementos de reconhecimento de: cor, tonalidade, forma e textura, padrão e localização geográfica para a identificação e delimitação dos objetos contidos na imagem (VENEZIANI; ANJOS, 1982).

Após a definição da legenda, iniciou-se a classificação de polígonos usando os polígonos do PI de UTBs. Isto aconteceu porque este PI já continha os polígonos de cobertura da terra. No PI de UTBs criou-se um campo de atributos para a classificação dos polígonos conforme a legenda definida para o mapa de cobertura da terra. A classificação foi realizada no ambiente ArcGIS, utilizando a sobreposição do PI de UTBs com as imagens Landsat e o PI de ambientes de vegetação. No final do processo, a tabela de atributos do PI de UTBs ficou contendo um campo de codificação das UTBs e outro com as classes de cobertura da terra (Figura 25).

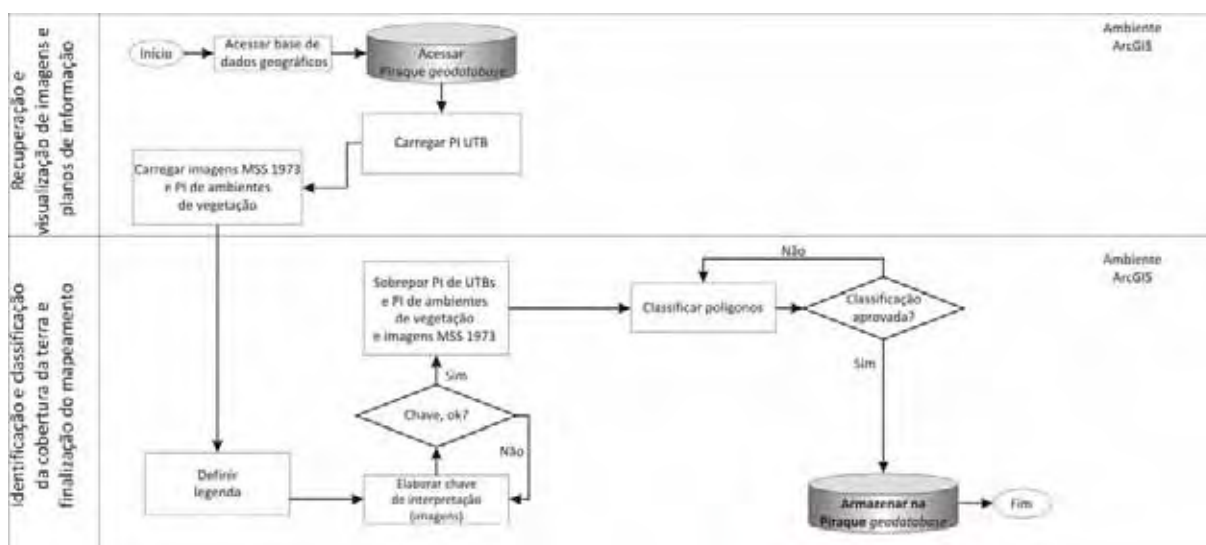


Figura 25. Fluxograma do processo de elaboração do mapa de cobertura da terra - 1973.

4.2.3 Correlação e integração de dados físicos e bióticos

No Método Seplan-TO, este processo está inserido na etapa de zoneamento propriamente dito. A correlação foi iniciada, no ArcGIS (ArcMap), carregando-se os PIs dos temas geologia; relevo; solos; clima; ambientes de vegetação; aptidão agrícola; zoneamento agrícola e áreas prioritárias para preservação da biodiversidade.

Em seguida carregou-se o PI de UTBs e usando a sobreposição deste PI com aqueles de cada tema, caracterizou-se uma-a-uma as UTBs conforme os atributos entre parêntesis: geologia (unidades geológicas); relevo (unidades, formas de relevo e vulnerabilidade do relevo à erosão); solos (unidades de solos); clima (intensidade pluviométrica); ambientes de vegetação (ambientes e classes de potencial de uso); aptidão agrícola (classes); zoneamento agrícola (classes); prioridades para preservação da biodiversidade (classes).

Aproveitou-se a integração dos dados e gerou-se o PI de vulnerabilidade de paisagens à perda de solos por erosão, usando-se os procedimentos de Crepani et al. (2001). Usou-se os índices de vulnerabilidade definidos por Bellia et al. (2004a) para os temas geologia, solos, relevo, vegetação (cobertura da terra) e clima. Para o tema relevo, foram adotados os índices de vulnerabilidade definidos por Nascimento, Dias e Borges (2002) em mapeamento do relevo na Folha SB.22-Z-B (Xambioá).

A Figura 26 mostra o fluxograma dos processos de classificação das UTBs por meio dos atributos dos dados físicos e bióticos, bem como as atividades adotadas para a geração do PI de vulnerabilidade natural à perda de solos.

Os quadros 2, 3 e 4 apresentam os temas e atributos usados no zoneamento ambiental da Folha Piraquê. Os temas e atributos são os mesmos usados no ZEE-NTO.

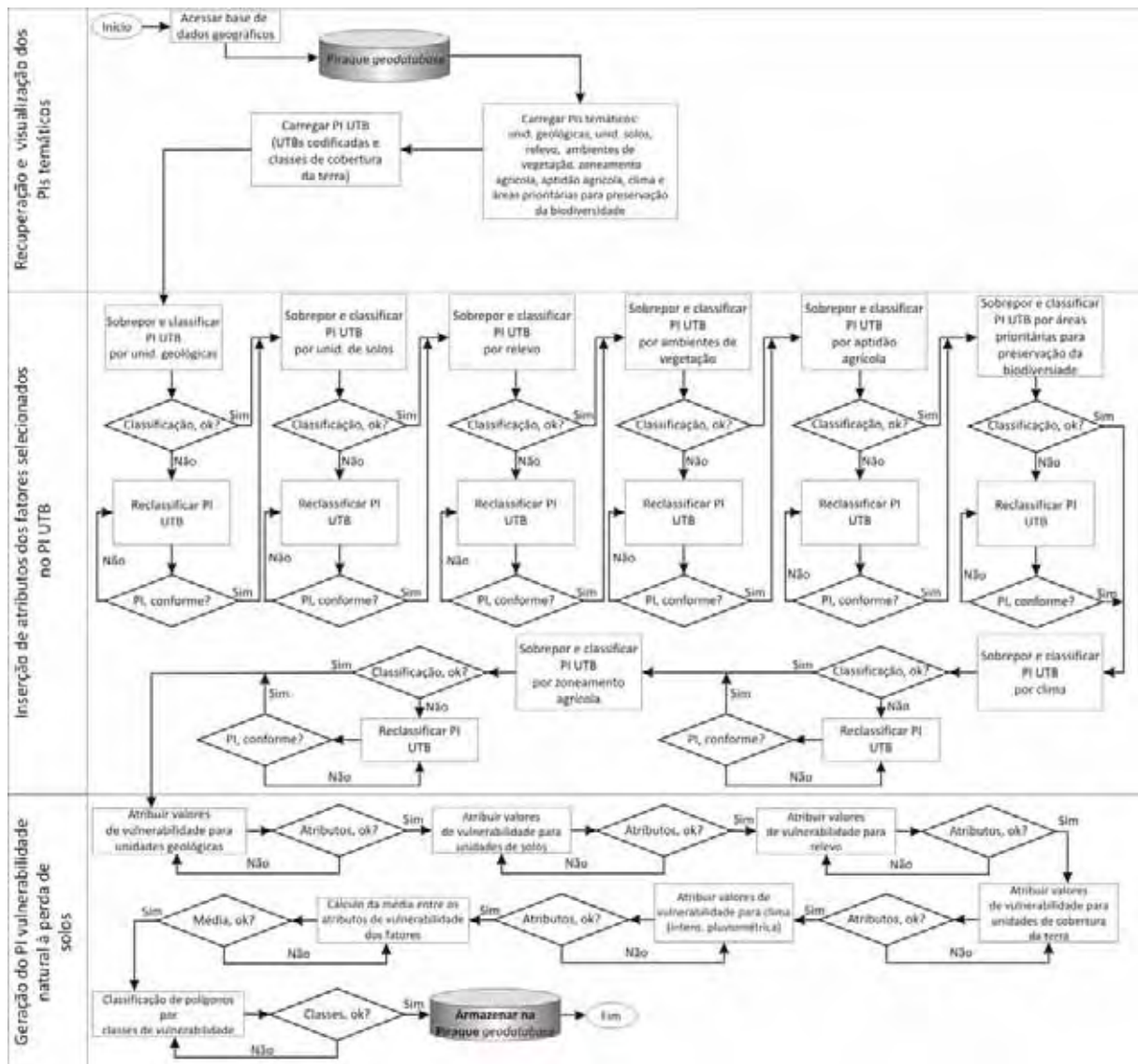


Figura 26. Fluxograma do processo de correlação e integração de dados físicos e bióticos nas UTBs e geração do plano de informação de vulnerabilidade natural à perda de solos por erosão.

Geologia	Solos		Relevo		Clima (Intensidade pluviométrica)
	Unid.	Formas	Unidades	Formas de relevo	
Prl	LVA2	RL4	DAT	c	228
Acc	LVA5	RQ3	PIAT	t	243
Qla	PVA7	RQ1	CMN	a	257
TRJm	PV1			apf	
Pnc	PV3				
Pxb2	PVA15				
Pxb1	PVA18				
Dp	PVA19				
	RL3				

Prl – Granito Ramal do Lontra; Acc - Complexo Colméia; Pnc - Formação Morro do Campo; Pxb1 / Pxb2 - Formação Xambôá; anf - anfibolito; Cpi - Formação Piauí; Dp – Formação Pimenteiros; Ppf – Formação Pedra de Fogo; PTRm – Formação Motuca; TRJm – Formação Mosquito; TRs – Formação Sambalva; Qla – lateritos; Qal - aluviões.

LVA2 - Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico alíco A moderado textura média; LVA5 - Associação de Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico Plíntico alíco A moderado textura média cascalhenta + Latossolo Amarelo Distrófico típico alíco A moderado textura média; PVA7 - Associação de Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico alíco A moderado textura arenosa/média + Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico plíntico alíco A moderado textura arenosa/média e média/argilosa; PV1 - Argissolo Vermelho Eutrófico típico A moderado e proeminente textura média/muito argilosa + Argissolo Vermelho Distrófico típico alíco A moderado e proeminente textura arenosa/média e arenosa/argilosa + Neossolo Litólico Eutrófico típico A moderado textura argilosa e média; PV3 - Associação de Argissolo Vermelho Eutrófico típico A moderado textura média/argilosa e média/muito argilosa + Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico alíco A moderado textura arenosa/média; PVA15 - Associação de Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico A moderado textura arenosa/média cascalhenta e média/argilosa + Plintossolo Pétrico Litoplíntico típico ou Concrecionário Distrófico ou alíco A moderado textura arenosa/média; PVA18 - Associação de Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico plíntico ou pedregoso alíco A moderado arenosa/média e média/argilosa cascalhenta + Plintossolo Pétrico Litoplíntico típico ou Concrecionário Distrófico ou alíco A moderado textura arenosa/média e arenosa/argilosa; RL4 - Associação de Neossolo Litólico Distrófico ou Eutrófico típico A moderado e proeminente textura média e arenosa + Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico Pedregoso alíco A moderado textura arenosa/média; PVA19 - Associação de Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico Plíntico ou Cascalhento A moderado textura média/argilosa e arenosa/média + Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico Plíntico alíco A moderado textura média; RL3 - Associação de Neossolo Litólico Distrófico ou Eutrófico típico A moderado textura média e arenosa + Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico alíco A moderado textura arenosa/média; RQ3 - Associação de Neossolo Quartzarênico Órtico Distrófico alíco A moderado + Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico A moderado textura arenosa/média; RQ1 - Neossolo Quartzarênico Órtico típico Distrófico alíco A moderado.

DAT – Depressão Araguaia-Tocantins; PIAT – Planaltos do Interflúvio Araguaia-Tocantins; CMN – Chapadas do Meio Norte. c – topos convexos; t – topos planos; a – topos aguçados; apf – planície fluvial.

Quadro 2. Temas e atributos do meio físico para o zoneamento ambiental.

Geologia	Solos		Relevo		Cobertura da terra		Clima	
	Unid.	Grau de vulnerab.	Formas	Grau de vulnerab.	Unid.	Grau de vulnerab.	Intens. Pluviom.	Grau de vulnerab.
Prl	1,2	LVA2	1,1	t	1,2	Ds1	1,2	1,7
Acc	1,4	LVA5	1,5	t	1,5	Ds2	1,0	1,8
TRJm	1,5	PVA19	1,7	t	1,6	Aa2	1,2	1,8
Pnc	1,6	PV1	2,0	c	1,7	As3	1,2	
Pxb1	1,6	PV3	2,0	c	1,8	As6	1,2	
Pxb2	1,9	PVA7	2,2	c	2,0	As7	1,2	
Qla(Pxb1)	1,9	PVA15	2,2	a	2,4	SO3	1,2	
anf	2,2	PVA18	2,2	a	2,8	ON1	1,2	
Dp	2,5	RL4	2,6	apf	3,0	ON2	1,2	
Qla(Dp)	2,5	RL3	2,6			ON4	1,2	
Cpi	2,7	RQ3	2,7			SN3	1,6	
Ppf	2,7	RQ1	3,0			Sd3	1,7	
PTRm	2,7					Sa3	2,1	
TRs	2,8					SO9	2,1	
						Uso	2,8	

Quadro 3. Índices de vulnerabilidade natural à erosão por perda de solos para unidades dos temas geologia, solos, relevo, vegetação (cobertura da terra) e clima.

Fonte: Elaborada a partir de Bellia et al. (2004a).

Aptidão agrícola	Cobertura da terra	Ambientes de vegetação	Potencial de uso da vegetação	Zoneamento agrícola	Prioridades para preservação da biodiversidade	Uso potencial agropecuário
2abc(1)	Ds1	Ds1	Classe 1	Frutíferas	Muito alta	Boa Pp + frutas
2(b)c	Ds2	Ds2	Classe 2	Preferencial	Nula	Grãos + frutas
3(abc)(1)	Aa2	Aa2	Classe 3	Sem aptidão		Regular lavoura + frutas
3(c)	As3	As3	Classe 4			
4p	As6	As6	Classe 5	Grãos		Regular Pp
4p(1)	As7	As7	Classe 6	Preferencial		Regular Pp + frutas
4(p)(1)	SO3	SO3	Classe 7	Sem aptidão		Restrita lavoura + frutas
4(p)(2)	ON1	ON1				
5(n)	ON2	ON2				
5S	ON4	ON4				Restrita Pn
6	SN3	SN3				Restrita Pn + frutas
	Sd3	Sd3				
	Sa3	Sa3				Restrita Pp
	SO9	SO9				Restrita Pp + frutas
	Uso	Uso				

Aa2 - Floresta Ombrófila Aberta Aluvial; As3 / As5 / As6 / As7 - Floresta Aberta Submontana; Ds2 - Floresta Ombrófila Densa Submontana; ON1 / ON2 / ON4 - Contato Floresta Ombrófila / Floresta Estacional; SN3 - Floresta Estacional Semidecidual Submontana; Sd3 - Cerradão; SO3 / SO9 - Contato Cerrado / Floresta Ombrófila; Sa3 - Cerrado Típico. Uso = uso agropecuário.

Classe 1 = Áreas prioritárias para preservação da vegetação situada em ambiente de planície fluvial. Classe 2 = Áreas prioritárias para preservação da vegetação situada em ambiente de declive acentuado; Classe 3 = Áreas prioritárias para conservação da vegetação situada em ambientes de alta fragilidade natural indicadas para pastoreio extensivo, extrativismo de frutos e extrativismo restrito de madeiras; Classe 4 = Áreas prioritárias com características especiais sugerindo grande biodiversidade, indicadas para conservação e desenvolvimento de pesquisas visando melhor conhecimento de flora e destinação de uso; Classe 5 = Áreas para exploração madeireira, com indicação para manejo sustentável; Classe 6 = Áreas com maiores possibilidades de uso extrativista do babaçu com indicação para consorciação com atividades agroflorestais; Classe 7 = Áreas prioritárias para usos agroflorestais; Classe 8 = Áreas prioritárias para recuperação da vegetação situada em ambientes de planície fluvial, de declive acentuado e de alta fragilidade/pastoreio extensivo.

2abc(1) = aptidão regular para lavouras de ciclo curto nos níveis de manejo A, B e C, com inclusões de classes de aptidão inferior; 2(b)c = aptidão regular para lavouras de ciclo curto no nível de manejo B; 3(abc)(1) = aptidão restrita para lavouras de ciclo curto no nível de manejo C; 4P = aptidão boa para pastagem plantada; 4p = aptidão regular para pastagem plantada; 4p(1) = aptidão regular para pastagem plantada com inclusões de classes de aptidão inferior; 4p(2) = aptidão restrita para pastagem plantada com inclusões de classes de aptidão inferior; 5(n) = aptidão superior; 5(n) = aptidão restrita para pastagens naturais; 5S = aptidão boa para silvicultura; 6 = sem aptidão para uso agrícola; Pp = pastagem plantada; Pn = pastagem natural.

Quadro 4. Temas e atributos dos meios físico e biótico para zoneamento ambiental.

4.2.4 Definição das unidades de intervenção

Na proposição das zonas e subzonas usou-se as mesmas definidas conceitualmente por Bellia et al. (2004a) - Quadro 5, bem como os critérios determinados para que na etapa seguinte fossem identificadas cada zona e subzona (Quadro 6).

A. ÁREAS PARA OCUPAÇÃO HUMANA

Áreas cobertas ou não com vegetações primária ou secundária, favoráveis à realização de atividades diversas e implantação de empreendimentos, de caráter temporário ou permanente, promovidos por agentes públicos ou privados. A ocupação e uso dessas áreas devem ser compatíveis com as diferentes capacidades de suporte ambiental e estarem em conformidade com a legislação vigente.

B. ÁREAS PARA CONSERVAÇÃO AMBIENTAL E DO PATRIMÔNIO CULTURAL

Áreas com níveis diferenciados de fragilidade, conservação e alteração da paisagem, onde se admite a ocupação humana por agentes públicos ou privados, com objetivos sociais e econômicos, mas sob condições de restrição de manejo visando a utilização sustentável dos recursos naturais e a conservação da biodiversidade e do patrimônio cultural.

B.1. Áreas para Conservação dos Ambientes Naturais

Áreas de uso humano consolidado, ou cobertas ou não com vegetação primária ou secundária, com atividades exercidas com técnicas e dimensões toleráveis em termos de atendimento à capacidade de suporte ambiental regional, onde o licenciamento não deve permitir a redução dos ambientes naturais.

B.2. Áreas para o Corredor Ecológico Tocantins-Araguaia

Porções de ecossistemas naturais ou alterados, interligando unidades de conservação e áreas com coberturas vegetais preservadas que possibilitam o movimento da biota e o fluxo de genes entre elas, facilitando a dispersão de espécies e a re-colonização de áreas degradadas, bem como a manutenção de populações biológicas que, para serem viabilizadas, demandam áreas com extensão maior do que aquela das unidades de conservação isoladas. (Aqui engloba-se as áreas de recarga de aquíferos situadas nas porções de ecossistemas naturais ou alterados e em áreas com coberturas vegetais preservadas que interligam unidades de conservação)

B.3. Áreas de Ocorrências de Cavidades Naturais Subterrâneas

Áreas com potencial e ocorrências de cavidades naturais subterrâneas, incluindo todos os termos regionais - gruta, lapa, toca, abismo, furna e buraco - que devem ser preservadas e conservadas para estudos e pesquisas de ordem técnico-científica, bem como atividades de cunho espeleológico, étnico-cultural, turístico, recreativo e educativo.

B.4. Áreas de Proteção da Captação de Água para Abastecimento Público

Áreas de influência das captações de água para abastecimento público de núcleos urbanos.

C. ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DE PROTEÇÃO INTEGRAL

Espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituídas ou indicadas como prioritárias para instituição legal pelo Poder Público. Áreas com objetivos de conservação e limites definidos, sob regimes especiais de administração, aos quais se aplicam garantias adequadas de proteção integral, ou seja, a manutenção dos ecossistemas e dos sítios culturais livres de alterações causadas por interferência humana, admitido apenas o uso indireto dos seus atributos naturais.

D. ÁREAS DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DE USO SUSTENTÁVEL

Áreas destinadas à exploração dos recursos ambientais, desde que seja garantida a perenidade dos recursos renováveis e dos processos ecológicos, mantendo a biodiversidade e os demais atributos ecológicos, de forma socialmente justa e economicamente viável.

Quadro 5. Zonas e subzonas conceitualmente definidas no ZEE-NTO.

Fonte: Bellia et al. (2004a).

Aptidão agrícola	Cobertura da terra	Uso potencial da vegetação	Uso potencial agropecuário	Prioridade de preservação da biodiversidade	Vulnerabilidade natural à erosão	Zonas	
4(p)(2); 4p; 4P	SO3	Classe 5	Restrita Pp + frutas; Regular Pp + frutas; Boa Pp + frutas	Nula	MEV; MOE	A	
5(n)	As3; As7; Ds2; SO3	Classe 5	Restrita Pn + frutas	Nula	MEV		
5(n)	As6	Classe 5	Restrita Pn + frutas; Restrita Pn	Nula	MEV; MOE		
2(b)(c); 3(c); 4(p)(1); 4(p)(2); 4p(1); 4p; 4p	Uso	Classe 6	Boa Pp + frutas; Grãos + frutas; Regular Pp + frutas; Restrita lavoura + frutas; Restrita Pp; Restrita Pp + frutas	Nula	MEV; MOE		
5(n)	Ds2	Classe 2	Restrita Pn + frutas	Nula	MEV		
2(b)(c); 3(c); 4(p)(2); 4p(1); 4p; 4p	As3	Classe 6	Boa Pp + frutas; Grãos + frutas; Regular Pp + frutas; Restrita lavoura + frutas; Restrita Pp + frutas	Nula	MOE		
2abc(1); 4(p)(1); 4p	Uso	Classe 7	Boa Pp + frutas; Grãos + frutas; Regular lavoura + frutas; Regular Pp + frutas; Restrita Pp	Nula	MEV; MOE		
2abc(1)	Sa3; SN3	Classe 7	Regular lavoura + frutas	Nula	MEV; MOE		
4(p)(1); 4p	Uso	Classe 7	Restrita Pp; Regular Pp + frutas	Nula	MEV		
4P	Sa3	Classe 7	Boa Pp + frutas	Nula	MEV		
2(b)(c); 3(abc)(1); 3(c); 4(p)(1); 4(p)(2); 4p(1); 4p	As6; Ds2; SO9	Classe 7	Grãos + frutas; Regular lavoura + frutas; Regular Pp; Regular Pp + frutas; Restrita Pp; Restrita Pp + frutas	Nula	MEV; MOE	B1	
3(c)	Aa2	Classe 1	Frutas	Nula	MEV		
4(p)(1); 4p(1); 4P; 4p; 5(n)	As7; ON1; ON2; ON4	Classe 2	Restrita Pn + frutas; Restrita Pp; Regular Pp + frutas; Boa Pp + frutas; Restrita Pn	Nula	MEV; MOE		
3(c)	Uso	Classe 8	Restrita lavoura + frutas	Nula	MOE		
5(n)	Uso	Classe 8	Restrita Pn + frutas; Restrita Pn	Nula	MEV; MOE		
5(n)	Uso	Classe 8	Restrita Pn + frutas; Restrita Pn	Nula	MEV; MOE		
5(n)	Uso	Classe 8	Restrita Pn + frutas	Nula	MEV; MOE		
5(n)	Sa3, SO9	Classe 3	Restrita Pn + frutas	Nula	MOE		
-	-	-	-	-	-		B2*
-	-	-	-	-	-		B3**
-	-	Classe 4	Muito alta	-	-	C	

Aa2 - Floresta Ombrófila Aberta Aluvial; As3 / As5 / As6 / As7 - Floresta Aberta Submontana; Ds2 - Floresta Ombrófila Densa Submontana; ON1 / ON2 / ON4 - Contato Floresta Ombrófila / Floresta Estacional; SN3 - Floresta Estacional Semidecidual Submontana; Sd3 - Cerrado; SO3 / SO9 - Contato Cerrado / Floresta Ombrófila; Sa3 - Cerrado Típico. Uso = uso agropecuário.

Classe 1 = Áreas prioritárias para preservação da vegetação situada em ambiente de planície fluvial; Classe 2 = Áreas prioritárias para preservação da vegetação situada em ambiente de declive acentuado; Classe 3 = Áreas prioritárias para conservação da vegetação situadas em ambientes de alta fragilidade natural indicadas para pastoreio extensivo, extrativismo de frutos e extrativismo restrito de madeiras; Classe 4 = Áreas prioritárias com características especiais sugerindo grande biodiversidade, indicadas para conservação e desenvolvimento de pesquisas visando melhor conhecimento de flora e destinação de uso; Classe 5 = Áreas para exploração madeireira, com indicação para manejo sustentado; Classe 6 = Áreas com maiores possibilidades de uso extrativista do babaçu com indicação para consorciação com atividades agrosilvopastoris; Classe 7 = Áreas prioritárias para usos agrosilvopastoris; Classe 8 = Áreas prioritárias para recuperação da vegetação situadas em ambientes de planície fluvial, de declive acentuado e de alta fragilidade/pastoreio extensivo.

2abc(1) = aptidão regular para lavouras de ciclo curto nos níveis de manejo A, B e C, com inclusões de classes de aptidão inferior; 2(b)(c) = aptidão regular para lavouras de ciclo curto no nível de manejo C e restrita no nível B; 3(abc)(1) = aptidão restrita para lavouras de ciclo curto nos níveis de manejo A, B e C, com inclusões de classes de aptidão inferior; 3(c) = aptidão restrita para lavouras de ciclo curto no nível de manejo C; 4P = aptidão boa para pastagem plantada; 4p = aptidão regular para pastagem plantada; 4p(1) = aptidão regular para pastagem plantada com inclusões de classes de aptidão inferior; 4p(1)(1) = aptidão restrita para pastagem plantada com inclusões de classes de aptidão inferior; 4p(1)(2) = aptidão restrita para pastagem plantada com inclusões de classes de aptidão superior; 5(n) = aptidão restrita para pastagens naturais; 5S = aptidão boa para silvicultura; 6 = sem aptidão para uso agrícola. Pp = pastagem plantada; Pn = pastagem natural.

MEV = medianamente estável/vulnerável; MOV = moderadamente vulnerável; MOE = moderadamente estável.

* / ** = subzonas definidas sem regras e pelo conhecimento geográfico da equipe da DZE/Seplan-TO

Quadro 6. Critérios para a identificação das zonas e subzonas para a proposição das unidades de intervenção (carta de zoneamento ambiental), conforme Método Seplan-TO usado no ZEE-NTO.

4.2.5 Proposição das unidades de intervenção

A proposição das unidades de intervenção conforme Bellia et al. (2004a), envolve o processo de classificação das UTBs, no qual cada uma delas tem que atender às condições definidas previamente (zonas e subzonas). Conforme tais autores, a classificação ocorre pela avaliação das unidades, em termos de potencialidade de uso e não-uso (limitações), e com base nos atributos físicos, bióticos e de uso da terra (socioeconômico). Bellia et al. (2004a) definiram regras, que, por meio de operações booleanas, foram aplicadas nos atributos das UTBs (PI de UTBs) permitindo suas classificações em zonas e subzonas.

Este procedimento de classificação foi usado no PI UTBs do ano 1973 aplicando o mesmo conjunto de regras (Quadro 6) utilizado pela DZE/Seplan-TO. No caso do zoneamento do ano de 1973, após a cartografia de cada uma das zonas e subzonas, promoveu-se uma discussão com representantes da DZE/Seplan-TO a fim de avaliar os resultados obtidos. Os resultados foram validados pelos técnicos da DZE/Seplan-TO, sobretudo pela clareza da aplicação do Método Seplan-TO.

Somente as unidades B2 e B3 tiveram seus limites estabelecidos conforme o ZEE-NTO, uma vez que elas são unidades definidas com base no conhecimento geográfico da área por parte da equipe da DZE/Seplan-TO, em termos da: (i) fragilidade ambiental regional; (ii) importância de conservação de áreas de recarga de aquíferos; (iii) conectividade entre as áreas indicadas como prioritárias para a conservação da biodiversidade; (iv) manutenção do fluxo de populações bióticas.

As unidades de intervenção deveriam ser avaliadas em termos de legislação. No entanto, dispensou-se esta análise porque o arcabouço legal já havia sido analisado e utilizado no ZEE-NTO para a definição das zonas e subzonas. Para o zoneamento do ano 1973, os fatores restritivos legais levados em conta foram os aspectos referentes ao Código Florestal^[17], no que tange às áreas de preservação permanente.

A Figura 27 mostra o fluxograma com os subprocessos para a proposição das unidades de intervenção para obtenção da carta de zoneamento ambiental.

^[17] BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965**. Institui o novo Código Florestal. Disponível em <<http://www.planalto.gov.br/ccivil/LEIS/L4771.htm>>. Acesso: 25 abr. 2008.

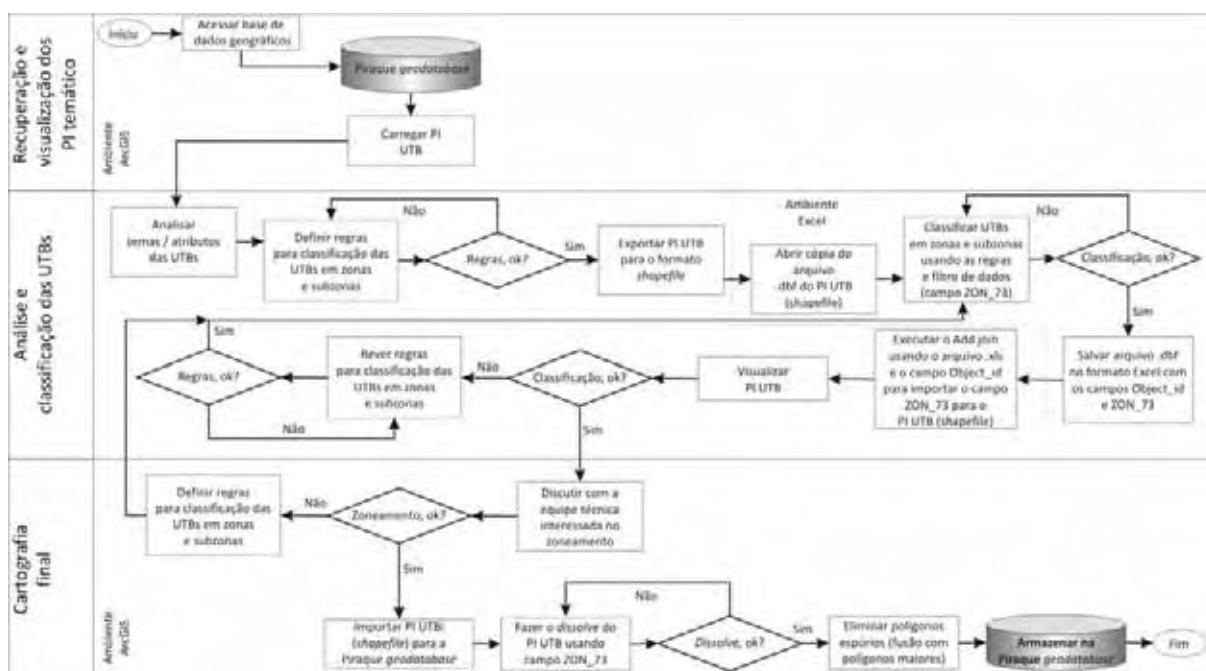


Figura 27. Fluxograma do processo de proposição das unidades de intervenção.

4.3 Macroprocesso 3 - Elaboração do zoneamento geoambiental

Para zoneamento geoambiental da Folha Piraguê - ano 1973, o Método de Vedovello (2000) foi usado como eixo central e ele se fundamenta em três etapas: (i) a compartimentação fisiográfica do terreno; (ii) a caracterização geotécnica; (iii) a cartografia final temática ou de síntese. Ao método, foram agregados os processos de elaboração dos planos de cobertura da terra e de áreas para proteção e conservação ambiental, de modo que se permitisse a obtenção do zoneamento considerando fatores físicos e bióticos.

O Método de Vedovello (2000) foi escolhido porque se apóia, principalmente, na: (i) utilização de produtos de sensoriamento remoto orbital; (ii) combinação de dados preexistentes e obtidos em campo ou laboratório; (iii) compartimentação fisiográfica do terreno, usando a Unidade Básica de Compartimentação (UBC), que é a célula-base para análises que permitem a elaboração de mapas temáticos e de síntese.

4.3.1 Compartimentação fisiográfica do terreno

A compartimentação fisiográfica do terreno equivale à obtenção das UBCs. Para Vedovello (2000), esta compartimentação envolveu: (i) seleção do produto de sensoriamento remoto; (ii) compartimentação do terreno (área de estudo); (iii) avaliação de homogeneidade e de similaridade das unidades de compartimentação; (iv) realização dos trabalhos de campo; (v) elaboração do mapa de UBCs.

A seleção do produto de sensoriamento remoto para a compartimentação da área em UBCs ocorreu conforme descrito na Seção 4.1.1 (Levantamento, aquisição de dados e material). Usou-se as imagens selecionadas dos satélites Landsat 2/MSS 1973, Landsat 5/TM 1995 e Cbers 2/CCD 2005; imagens destes satélites integradas com a imagem SRTM; e as imagens relevo sombra (SRTM - 45° de elevação, azimute 90° e exagero 3x; 70° de elevação, azimute 90° e exagero 3x) constantes na *Piraque geodatabase*. Com isto, visou-se a complementação de informações entre as imagens de diferentes sensores e épocas, e de diferentes naturezas dos dados para uma maior facilidade na compartimentação fisiográfica do terreno.

Na compartimentação do terreno, os procedimentos adotados foram: (i) a elaboração de um plano de informação de elementos de textura de drenagem; (ii) a aplicação dos conceitos e procedimentos de interpretação visual de imagens (VENEZIANI; ANJOS, 1982) para a extração de polígonos, considerando, sobretudo, a análise dos elementos texturais e as linhas de ruptura do relevo.

O PI de elementos de textura de drenagem foi obtido, em ambiente ArcGIS (ArcMap), usando a hidrografia da carta topográfica complementada com os elementos de drenagem extraídos das imagens de satélite e de relevo sombra. Com base nos elementos de textura e nas rupturas de relevo, definiu-se as zonas homólogas (unidades). Em seguida, realizou-se a compatibilização entre as linhas das zonas homólogas e dos PIs de geologia, relevo e solos. Esta compatibilização foi feita para que os limites das unidades homólogas e os limites geológicos coincidentes tornassem o mesmo em cada um dos planos de informação (unidades homólogas, geologia, solos e relevo). Gerou-se a topologia automática para fechamento dos polígonos.

Realizou-se a sobreposição dos PIs referentes às zonas homólogas preliminares e de elementos de textura de drenagem para que cada uma das zonas fossem analisadas em termos das cinco propriedades dos elementos texturais: densidade; permeabilidade; tropia; ordem e grau de estruturação; padrão de drenagem. Para a análise das propriedades dos elementos texturais de drenagem usou-se conceitos preconizados por Soares e Fiori (1976), Veneziani e Anjos (1982), Howard (1967 apud LIMA, 1995).

A análise da densidade não seguiu o que preconiza esses autores, ou seja, uma análise qualitativa. Para cada zona, calculou-se a densidade de elementos texturais de drenagem como sendo o comprimento total de elementos por área da unidade (km/km^2). Daí as unidades foram agrupadas em cinco classes de densidade de drenagem, usando-se o método de quantil. As classes usadas foram: muito alta, alta, moderada, baixa e muito baixa.

Para cada uma das cinco propriedades, criou-se um campo na tabela de atributos do PI de zonas homólogas (PI prévio de UBC), no qual cada unidade foi sendo classificada à medida que a análise era efetuada.

O PI de zonas homólogas foi submetido à análise de avaliação de homogeneidade e de similaridade entre as unidades. A homogeneidade é observada em cada zona, checando se os elementos texturais de drenagem presentes na unidade guardam características constantes por toda a área da unidade. Percebendo-se que há uma heterogeneidade interna na zona homóloga, ela é imediatamente subdividida para que as unidades resultantes sejam homogêneas em termos dos elementos texturais. Daí, as novas unidades são submetidas à análise em termos dos elementos texturais e classificadas de acordo com as classes das propriedades destes elementos.

Concluída a análise de homogeneidade das unidades, passou-se para a análise de similaridade das zonas homólogas. Isto consiste na comparação das unidades entre si, levando-se em conta as classes das propriedades dos elementos texturais. Ou seja, as unidades que se apresentam com todas as classes iguais devem ser codificadas sob uma mesma denominação, empregando-se letra e número.

Antes da análise de similaridade, as unidades foram nominadas considerando a hierarquia por Domínio Morfoestrutural, Região Geomorfológica e Unidade Geomorfológica. Cada unidade também foi classificada em termos de unidades geológicas e de solos. Assim, na análise de similaridade, as unidades dentro da mesma Unidade Geomorfológica, com iguais propriedades dos elementos texturais, unidades geológicas e tipos de solos foram consideradas similares.

As unidades similares vizinhas foram fundidas e aquelas não-vizinhas (distantes) foram mantidas sob a mesma denominação ou simbologia.

Com a obtenção do PI UBC (preliminar) executou-se o trabalho de campo. O objetivo foi validar a compartimentação do terreno em termos fisiográficos. Conforme procedimentos descritos na Seção 4.2.1 (Compartimentação da área em UTBs), o sistema de navegação com GPS acoplado ao programa GPS TrackMaker (*notebook*), contendo o PI UBC, permitiu maior agilidade na verificação dos limites dos compartimentos para correção ou manutenção dos mesmos.

A elaboração do mapa final de UBCs foi iniciada após o retorno do trabalho de campo. Alguns compartimentos tiveram seus limites retificados; daí realizou-se uma revisão das propriedades dos elementos texturais, avaliação de homogeneidade e similaridade, e de nomenclatura das UBCs. Com a obtenção deste produto, encerrou-se o processo de compartimentação fisiográfica do terreno em UBC, a base do zoneamento geotécnico.

O fluxograma da Figura 28 mostra o encadeamento das atividades do processo de compartimentação fisiográfica do terreno usado na Folha Piraquê.

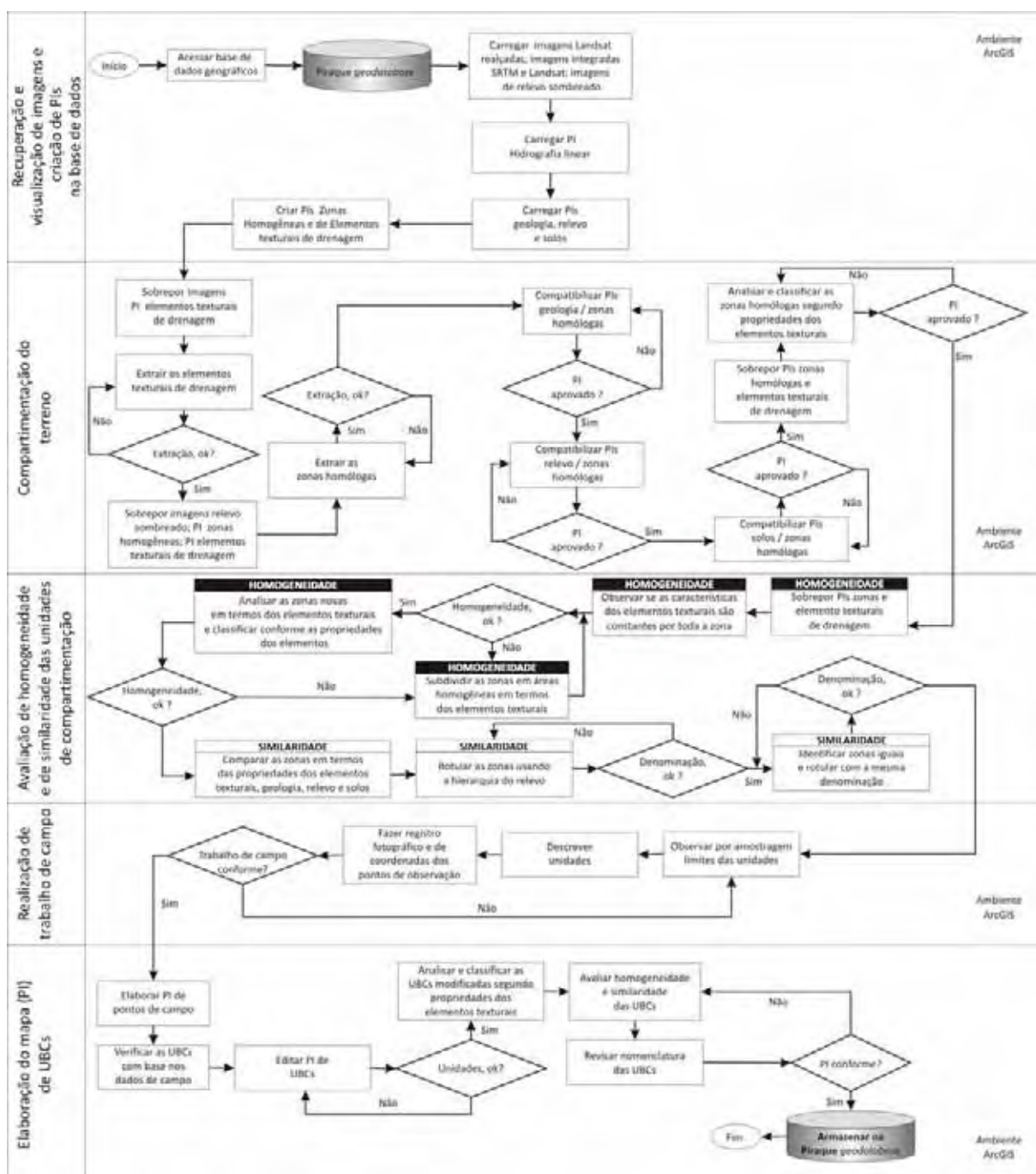


Figura 28. Fluxograma do processo de compartimentação fisiográfica do terreno em UBCs.

4.3.2 Caracterização geotécnica

Para a caracterização geotécnica das UBCs, Vedovello (2000) determinou que são necessários os procedimentos de: (i) identificação dos fatores de análise e das classes de fatores; (ii) obtenção dos fatores de análise e classificação das UBCs; (iii) sistematização de informações sobre as UBCs.

Na identificação dos fatores de análise e das classes de fatores, define-se quais propriedades e características dos materiais dos meios físico e biótico são determinantes para o zoneamento ou cartografia que se deseja. Neste aspecto, para o zoneamento geoambiental da Folha Piraquê, as propriedades foram definidas: (i) inicialmente, com base na consulta dos trabalhos de Zuquette (1993), Pejon e Zuquette (1993), Vedovello (2000), Zuquette e Gandolfi (2004), e Silva (2005); (ii) num segundo momento, em entrevistas com pessoas-chave de instituições do governo estadual (setores de infra-estrutura, agricultura e meio ambiente).

Promoveu-se uma discussão com a equipe técnica da DZE/Seplan-TO para a seleção dos fatores e atributos, considerando-se a variedade de fatores levantados e os objetivos do zoneamento geoambiental (zonas e subzonas pretendidas). Como resultados das discussões, foi consenso, dado ao caráter do zoneamento ser geoambiental, manter os atributos e temas usados no zoneamento ambiental (Seção 4.2 Macroprocesso 2 - Elaboração do zoneamento ambiental) e incorporar aqueles exibidos no Quadro 7.

A obtenção dos atributos dos fatores de análise e classificação das UBCs foram pautadas pela disponibilidade de dados cartográficos preexistentes, trabalhos de campo e uso dos produtos de SR orbital. Isto foi adotado como condicionante para a maximização do uso de informação prévia e de economia de recursos financeiros para a realização de trabalhos dessa natureza. Também, pondera-se que, quando a informação prévia não tiver qualidade suficiente para ser usada, os atributos devem ser extraídos maximizando o emprego de imagens de SR e trabalhos de campo, utilizando-se, preferencialmente, equipe multidisciplinar.

Nos trabalhos de campo, por meio de procedimentos expeditos (observações diretas), descreveu-se as informações geotécnicas para caracterização do substrato rochoso, relevo e material inconsolidado (caráter tátil-visual). Os dados foram obtidos de maneira repetitiva, ou seja, observando, em cada ponto de descrição, as propriedades que estavam listadas em ficha de campo. O trabalho de campo, na verdade, serviu para validar e confirmar as informações preexistentes.

Os dados obtidos dos produtos de SR resultaram da análise das propriedades dos elementos texturais e espectrais das imagens. Isto porque tais elementos refletem as propriedades dos materiais imageados (alvos) e permitem a obtenção de

informações relacionadas com fatores morfogenéticos (formas de relevo), litológicos (permeabilidade) e deformacionais (fraturamento).

As UBCs foram, então, classificadas uma-a-uma usando-se os dados preexistentes (superposição de mapas), os coletados em campo e aqueles obtidos por produtos de SR. Para isto, criou-se os campos de fatores e os preencheu com os atributos de cada fator para cada uma das UBCs (tabela de atributos).

Substrato rochoso (tipo)	Substrato rochoso (densidade de estruturas)	Material Inconsolidado (tipo)	Material Inconsolidado (espessura - m)	Material Inconsolidado (drenagem)	Permeabilidade (UBC)	Prioridades para conservação da biodiversidade	Áreas de importância biológica
al	Muito alta	Areia argilosa	< 0,5	MO	Muito alta	Extremamente alta	Extremamente alta
La	Alta	Areia argilosa cascalhenta	0,5 a 1,0	B	Alta	Muito alta	Muito alta
b	Moderada	Argila arenosa	1,0 a 2,0	MO+B	Moderada	Alta	Alta
Ae	Baixa	Argila cascalhenta / pedregosa	> 2,0	B+MO	Baixa	Sem importância	Sem importância
Pv+Ac	Muito Baixa	Areia siltosa		M	Muito Baixa		
Pv+Aac		Areia siltosa cascalhenta		B+B+MO			
Pv+Afi		Areia siltosa pedregosa					
P+Afe		Areia					
fi+msi+mar		Areia pedregosa					
mx							
anf							
gr							
gn+mig							

al = aluviões; La = lateritos; b = basaltos (TRJM); Ae = arenitos eólicos; Pv = pelitos vermelhos; Ac = arenitos conglomeráticos; Aac = arenitos e arenitos calcíferos; Afi = arenitos finos; P = pelitos; Afe = arenitos ferruginosos; fi = filitos; msi = metassiltitos; mar = metargilitos; mx = micaxistos; anf = anfibolitos; gr = granitos; gn = gnaisses; mig = migmatitos.

MO = moderadamente drenado, B = bem drenado, M = mal drenado.

Quadro 7. Classes de atributos usadas para cada um dos fatores geotécnicos do zoneamento geoambiental.

Por fim, a caracterização geotécnica foi encerrada com a sistematização de informações, por meio das quais se revisou as informações de cada fator geotécnico constantes na tabela de atributos do PI UBC. Validadas as informações, o PI UBC foi armazenado na base de dados geográficos.

O fluxograma da Figura 29 exhibe, de forma simplificada, as atividades desenvolvidas na caracterização geotécnica das UBCs.

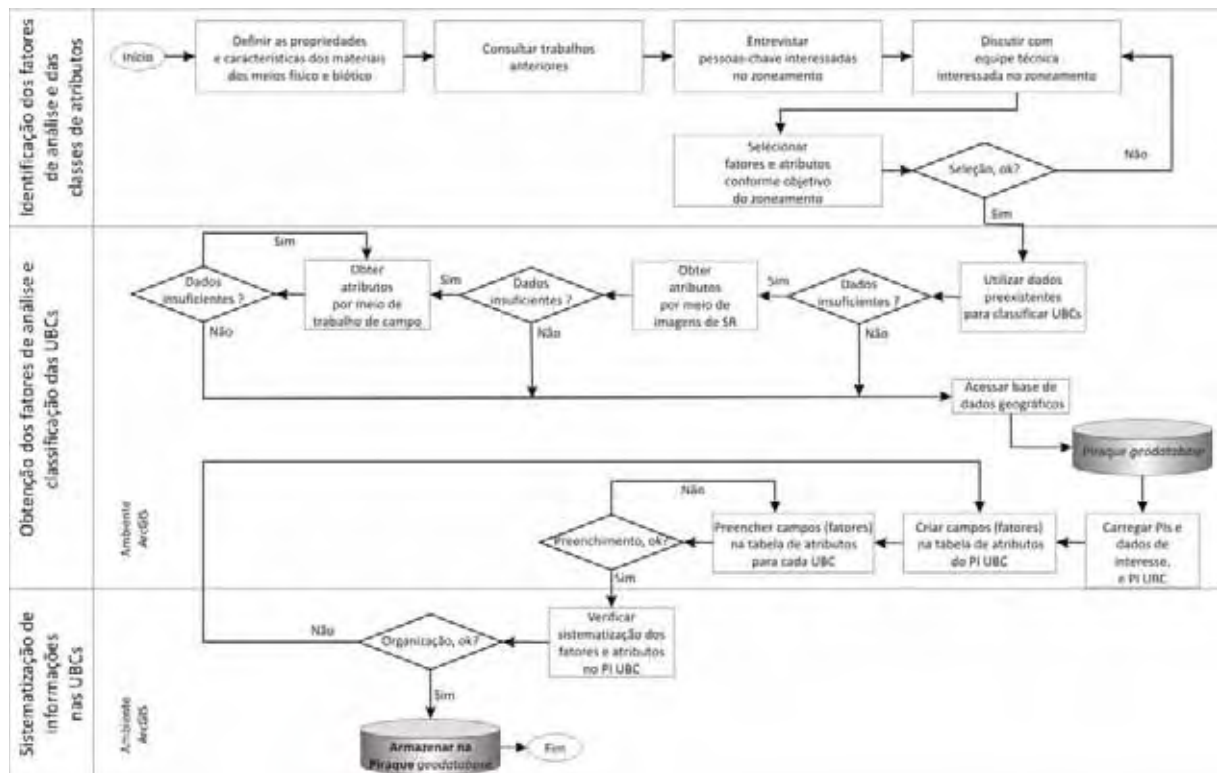


Figura 29. Fluxograma do processo de caracterização geotécnica.

4.3.3 Elaboração do mapa de cobertura da terra

Utilizou-se o PI de cobertura da terra elaborado para o zoneamento ambiental segundo o Método Seplan-TO. Em situações em que seja necessária a elaboração do PI de cobertura da terra, ele pode ser confeccionado adotando-se os procedimentos do processo da Seção 4.2.2 (Elaboração do mapa de cobertura da terra).

4.3.4 Cartografia temática final e de síntese

Para a cartografia temática final e de zoneamento geoambiental da Folha Piriquê usou-se os procedimentos de Vedovello (2000). Para tal autor, a cartografia temática final envolveu a elaboração de cartas, seja para uso geral, considerando o caráter de avaliação das fragilidades, seja para uma aplicação específica analisando-se as potencialidades/aptidão das unidades. Ele definiu três

procedimentos: (i) definição de classes da carta final; (ii) definição de critérios de análise das unidades; (iii) cartografia final.

A definição de classes da carta final depende diretamente da aplicação pretendida. Elas devem refletir, de forma simples, os limiares que determinam as condições de fragilidade e/ou potencialidade das unidades para a análise pretendida. Essas classes podem ser obtidas por maneiras qualitativa ou quantitativa (tratamento estatístico).

Na definição de critérios de análise, define-se as regras de identificação das UBCs em função dos atributos geotécnicos que estão agrupados por classes que compõem a legenda final da carta pretendida. Para a identificação das UBCs, Vedovello (2000) deixou livre, à escolha do executor da carta, o tipo de procedimento para a identificação das unidades, citando como possibilidades de usos: estruturas de árvore lógica, atribuição de pesos (ponderação) e somatório de valores.

Por fim, os procedimentos de cartografia final implicam na classificação das unidades conforme as classes definidas para a legenda final da carta. A classificação é feita com a aplicação dos critérios de análise, em geral, sobre uma tabela de atributos do PI de unidades ou em um banco de dados associado com as unidades.

Os três procedimentos, descritos anteriormente, foram aplicados para a geração das cartas de: (i) áreas para proteção e conservação ambiental; (ii) áreas potenciais para recarga de aquíferos; (iii) zoneamento geoambiental. Os processos de geração dessas cartas são descritos a seguir:

- **Carta 1 - áreas potenciais para proteção e conservação ambiental**

A carta de áreas potenciais para proteção e conservação ambiental foi confeccionada com base nos atributos de: ambientes de vegetação; cobertura da terra, prioridades para conservação da biodiversidade; importância biológica; uso potencial da vegetação (Quadro 8).

Ambientes de vegetação	Cobertura da terra	Áreas prioritárias para conservação da biodiversidade	Áreas de importância biológica	Uso potencial da vegetação
Amazônico Cerrado Ecótonos (contatos)	Ds1; Ds2; Aa2; As3; As6; As7; SO3; ON1; ON2; ON4; SN3; Sd3; Sa3; SO9; Uso	Extremamente alta Muito alta Alta Sem significância	Extremamente alta Alta Sem importância	Classe 1; Classe 2; Classe 3; Classe 4; Classe 5; Classe 6; Classe 7; Classe 8

Aa2 - Floresta Ombrófila Aberta Aluvial; As3 / As5 / As6 / As7 - Floresta Aberta Submontana; Ds2 - Floresta Ombrófila Densa Submontana; ON1 / ON2 / ON4 - Contato Floresta Ombrófila / Floresta Estacional; SN3 - Floresta Estacional Semidecidual Submontana; Sd3 - Cerradão; SO3 / SO9 - Contato Cerrado / Floresta Ombrófila; Sa3 - Cerrado Típico, Uso = uso agropecuário.

Classe 1 = Áreas prioritárias para preservação da vegetação situada em ambiente de planície fluvial; Classe 2 = Áreas prioritárias para preservação da vegetação situadas em ambiente de declive acentuado; Classe 3 = Áreas prioritárias para conservação da vegetação situadas em ambientes de alta fragilidade natural indicadas para pastoreio extensivo, extrativismo de frutos e extrativismo restrito de madeiras; Classe 4 = Áreas prioritárias com características especiais sugerindo grande biodiversidade, indicadas para conservação e desenvolvimento de pesquisas visando melhor conhecimento de flora e destinação de uso; Classe 5 = Áreas para exploração madeireira, com indicação para manejo sustentado; Classe 6 = Áreas com maiores possibilidades de uso extrativista do babaçu com indicação para consorciação com atividades agrosilvopastoris; Classe 7 = Áreas prioritárias para usos agrosilvopastoris; Classe 8 = Áreas prioritárias para recuperação da vegetação situadas em ambientes de planície fluvial, de declive acentuado e de alta fragilidade/pastoreio extensivo.

Quadro 8. Classes de atributos usadas para a elaboração da carta de áreas potenciais para conservação ambiental.

As classes definidas para a carta foram: Classe 1 - áreas de importância extremamente alta; Classe 2 - áreas de importância muito alta; Classe 3 - áreas de importância alta; Classe 4 - áreas sem importância. As classes foram usadas por tipos de ambiente de vegetação: amazônico, cerrado e ecótonos (contatos).

Os critérios usados para a identificação das classes estão exibidos no Quadro 9, tendo sido empregada a estrutura de árvore lógica. Para a obtenção da carta, foram unidos o PI de UBC, no qual estavam os fatores de áreas prioritárias para conservação da biodiversidade e de importância biológica, com o PI de cobertura da terra que já continha atributos de cobertura da terra, ambientes de vegetação e de uso potencial da vegetação.

Ambientes de vegetação	Cobertura da terra	Áreas prioritárias para conservação da biodiversidade	Áreas de Importância biológica	Uso potencial da vegetação	Classes para a conservação da biodiversidade
Amazônico	Aa2; Ds1, Ds2; As3, As5, As6, As7	Extremamente alta	Extremamente alta	Classe 5	1
		Muito alta	Extremamente alta	Classe 1; Classe 2; Classe 5	2
		Alta	Extremamente alta	Classe 1; Classe 5	3
		Alta	Alta	Classe 2; Classe 4	
	Uso	-	-	-	4
-	Sem significância	Sem significância	-	-	4
Cerrado	Sa3, Sd3	Extremamente alta	Extremamente alta	Classe 3	1
		Muito alta	Extremamente alta	Classe 3; Classe 4	2
		Alta	Alta	Classe 3; Classe 4	3
		Uso	-	-	-
	-	Sem significância	Sem significância	-	
Ecótono	SO3, SO9; ON1, ON2, ON4; SN3	Extremamente alta	Extremamente alta	Classe 2; Classe 3; Classe 5	1
		Muito alta	Extremamente alta	Classe 2; Classe 3; Classe 4; Classe 5	2
		Alta	Extremamente alta	Classe 2; Classe 5	3
		Alta	Alta	Classe 4; Classe 5	
	Uso	-	-	-	4
	-	Sem significância	Sem significância	-	

Aa2 - Floresta Ombrófila Aberta Aluvial; As3 / As5 / As6 / As7 - Floresta Aberta Submontana; Ds2 - Floresta Ombrófila Densa Submontana; ON1 / ON2 / ON4 - Contato Floresta Ombrófila / Floresta Estacional; SN3 - Floresta Estacional Semidecidual Submontana; Sd3 - Cerradão; SO3 / SO9 - Contato Cerrado / Floresta Ombrófila; Sa3 - Cerrado Típico, Uso = uso agropecuário.

Classe 1 = Áreas prioritárias para preservação da vegetação situada em ambiente de planície fluvial; Classe 2 = Áreas prioritárias para preservação da vegetação situadas em ambiente de declive acentuado; Classe 3 = Áreas prioritárias para conservação da vegetação situadas em ambientes de alta fragilidade natural indicadas para pastoreio extensivo, extrativismo de frutos e extrativismo restrito de madeiras; Classe 4 = Áreas prioritárias com características especiais sugerindo grande biodiversidade, indicadas para conservação e desenvolvimento de pesquisas visando melhor conhecimento de flora e destinação de uso; Classe 5 = Áreas para exploração madeireira, com indicação para manejo sustentado; Classe 6 = Áreas com maiores possibilidades de uso extrativista do babaçu com indicação para consorciação com atividades agrosilvopastoris; Classe 7 = Áreas prioritárias para usos agrosilvopastoris; Classe 8 = Áreas prioritárias para recuperação da vegetação situadas em ambientes de planície fluvial, de declive acentuado e de alta fragilidade/pastoreio extensivo.

Quadro 9. Critérios para a identificação das classes de áreas potenciais para a conservação ambiental.

A Figura 30 exibe o fluxograma para a geração da carta de áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade.

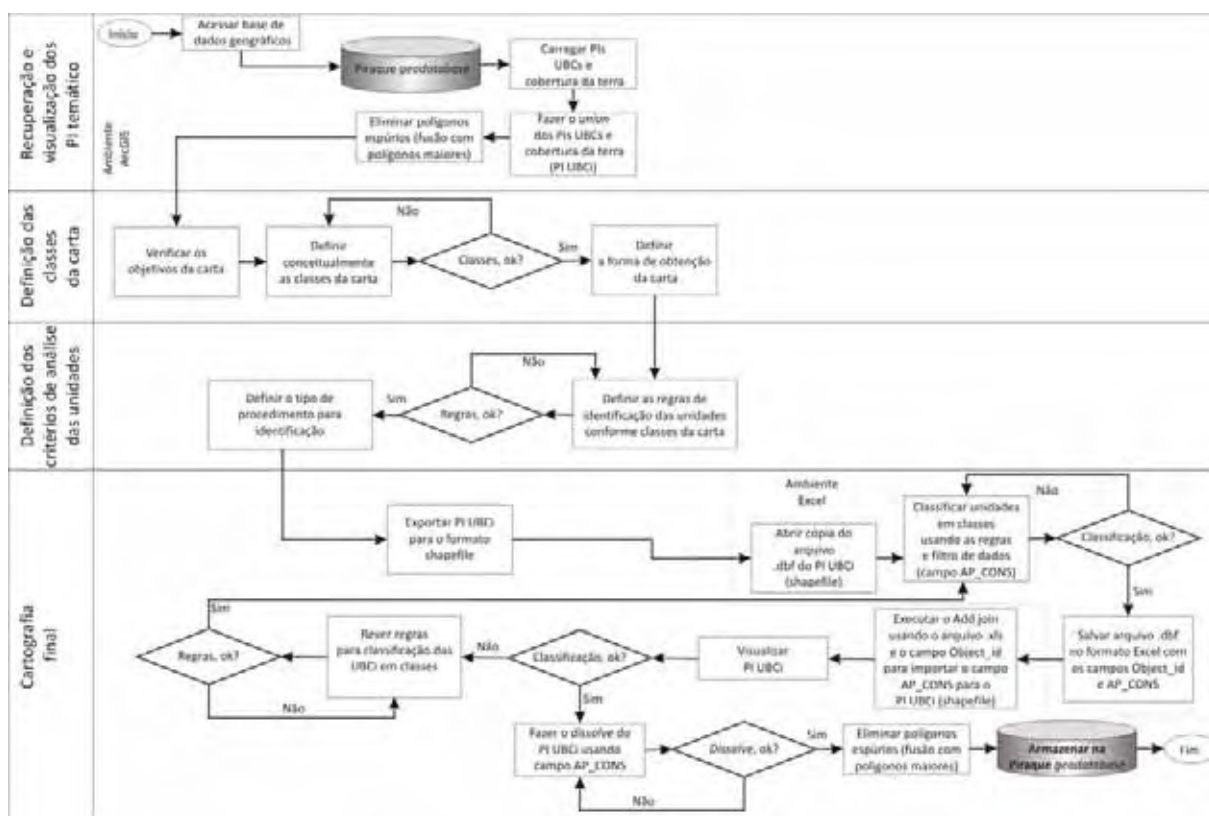


Figura 30. Fluxograma do processo de geração da carta de áreas potenciais para conservação ambiental.

- **Carta 2 - áreas potenciais para recarga de aquíferos**

Para a elaboração da carta de áreas potenciais para a recarga de aquíferos, inicialmente, foram consideradas as informações sobre os principais aquíferos regionais existentes associados aos domínios da Faixa Orogênica Tocantins-Araguaia e Bacia Sedimentar do Parnaíba, além da importância entre eles e superfície ocupada por cada um na Folha Piraquê.

Em seguida se usou os atributos geotécnicos do PI UBC que propiciassem a identificação de áreas favoráveis à infiltração das águas pluviais, principal fonte para recarga de aquíferos. Foram considerados na análise: substrato rochoso (litologia, densidade de estruturas), material inconsolidado (tipo, drenagem), permeabilidade e cobertura da terra (Quadro 10).

Substrato rochoso (tipo)	Substrato rochoso (densidade de estruturas)	Material inconsolidado (tipo)	Material inconsolidado (drenagem)	Permeabilidade (UBC)	Cobertura da terra
al	Muito alta	Areia argilosa	MO	Muito alta	Aa2; Ds1, Ds2;
al	Alta	Areia argilosa	B	Alta	As3, As5, As6,
La	Moderada	cascalhenta	MO+B	Moderada	As7
b	Baixa	Argila arenosa	B+MO	Baixa	Sa3, Sd3
Ae	Muito Baixa	Argila cascalhenta /	M	Muito Baixa	SO3, SO9;
Pv+Ac		pedregosa	B+B+MO		ON1, ON2,
Pv+Aac		Areia siltosa			ON4; SN3;
Pv+Afi		Areia siltosa			Uso
P+Afe		Areia siltosa			
fi+msi+mar		cascalhenta			
mx		Areia siltosa			
anf		pedregosa			
gr		Areia			
gn+mig		Areia pedregosa			

al = aluviões; La = lateritos; b = basaltos (TRJM); Ae = arenitos eólicos; Pv = pelitos vermelhos; Ac = arenitos conglomeráticos; Aac = arenitos e arenitos calcíferos; Afi = arenitos finos; P = pelitos; Afe = arenitos ferruginosos; fi = filitos; msi = metassiltitos; mar = metargilitos; mx = micaxistos; anf = anfíbolitos; gr = granitos; gn = gnaisses; mig = migmatitos.

MO = moderadamente drenado, B = bem drenado, M = mal drenado.

Aa2 - Floresta Ombrófila Aberta Aluvial; As3 / As5 / As6 / As7 - Floresta Aberta Submontana; Ds2 - Floresta Ombrófila Densa Submontana; ON1 / ON2 / ON4 - Contato Floresta Ombrófila / Floresta Estacional; SN3 - Floresta Estacional Semidecidual Submontana; Sd3 - Cerradão; SO3 / SO9 - Contato Cerrado / Floresta Ombrófila; Sa3 - Cerrado Típico, Uso = uso agropecuário.

Quadro 10. Temas e classes de atributos usadas para a elaboração da carta de áreas potenciais para recarga de aquíferos.

Definiu-se as classes da carta, em termos de favorabilidade à recarga de aquíferos, considerando os domínios do Embasamento Cristalino, Faixa de Dobramentos, Bacia Sedimentar do Parnaíba e Formações Superficiais, da seguinte forma: Classe 1 - áreas muito favoráveis (AMF); Classe 2 - áreas favoráveis (AF); Classe 3 - áreas moderadamente favoráveis (AMOF); Classe 4 - áreas pouco favoráveis (APF); Classe 5 - áreas sem importância.

Estabeleceu-se como critério de análise e classificação das UBCs, a estrutura de árvore lógica, conforme o Quadro 11.

Ambiente Geológico	Substrato rochoso (litologia)	Permeabilidade	Material Inconsolidado (tipo)	Material Inconsolidado (densagem)	Substrato rochoso (Densidade estruturais)	Classes de recarga de aquíferos
Formações Superficiais	al	-	-	-	-	1 – AMF
	La	Muito alta	As+Asp; Asc; Asc+Asp	B+B+MO; MO; M	-	2 – AF
	La	Alta	As+Asp; Asc; Asc+Asp; Aac+Asc	B+MO; MO; M	-	3 – MOF
	La	Moderada; Baixa	Aac+Asc; As+Asp; Asc	B+MO; MO	-	4 – APF
	La	Baixa	Asc+Asp	M	-	4 – APF
	La	Muito baixa	Asc+Asp; As+Asp	B+MO; M	-	4 – APF
	Ae	Muito alta	A; Aa+As; Asp+Ap+As	B; B+B+MO; MO	-	1 – AMF
	P+Aie; Pv+Aac; Pv+Ac; Pv+Af	Muito alta; Alta	A; A+As; Ai; Aac+Ai; Aac+Asc; As; Asp+Ap+As	B; B+B+MO; MO	-	2 – AF
	Ae	Alta	A; As	B; MO	-	
	P+Aie; Pv+Aac; Pv+Ac; Pv+Af	Alta; Moderada	A+As; Aa; Aac+Ai; Aac+Asc; As; Asc; Asp+Ap+As	B; B+B+MO; B+MO; MO	-	
Bacia Sedimentar do Parnaíba	b	Alta; Moderada; Baixa; Muito baixa	A; aA+acp; aA+As; As	B; MO+B; MO	-	3 – MOF
	Ae	Moderada; Baixa; Muito baixa	A; As; Asp+Ap+As	B; B+B+MO; MO	-	
	P+Aie; Pv+Aac; Pv+Ac	Moderada; Baixa	A+As; Aa; Aac+Asc; As; As+Asp	B+MO; MO	-	4 – APF
	b	Moderada	As; aA+acp	B+MO; MO	-	4 – APF
	P+Aie; Pv+Aac; Pv+Ac	Baixa; Muito baixa	A+As; Aa; Aac+Asc; As; As+Asp; Asp+Ap+As	B+B+MO; B+MO; MO	-	4 – APF
	Pv+Ac	Muito baixa	As; Aa	MO	-	4 – APF
	mx; fi+msi+mar	Muito alta	As+Asp	B+MO	Muito alta	1 – AMF
	mx; fi+msi+mar	Muito Alta	As+Asp	B+MO	Muito Baixa	
	mx	Alta	Asc; As+Asp	B+MO; MO	Alta; Moderada; Baixa	2 – AF
	mx; fi+msi+mar	Moderada	As+Asp	B+MO	Muito alta; Alta	
Faixa de Dobramentos	mx	Baixa	Asc; As+Asp; Asc+Asp	B+MO; MO; M	Muito alta; Alta	
	mx; fi+msi+mar; anf	Muito baixa	As+Asp; Asc+Asp	B+MO; M	Muito alta; Alta	
	mx; fi+msi+mar	Baixa; Muito baixa	As+Asp; Asc	B+MO; MO	Moderada	3 – MOF
	mx	Moderada	As+Asp; Asc; Asc+Asp	B+MO; MO; M	Alta; Moderada; Baixa	
	mx; fi+msi+mar	Moderada; Baixa; Muito baixa	As+Asp; Asc; Asc+Asp	B+MO; MO; M	Baixa; Muito baixa	4 – APF
	mx; fi+msi+mar; anf	Moderada; Baixa; Muito baixa	As+Asp; Asc; Asc+Asp	B+MO; MO; M	Muito baixa	4 – APF
	gr; gH+mg	Moderada	Aac+Asc; Asc+Asp	B+MO; M	Baixa	4 – APF

al = aluviões; La = lateritos; b = basaltos (TRIM); Ae = arenitos edícos; Pv = pelitos vermelhos; Ac = arenitos conglomeráticos; Asc = arenitos e arenitos calciferos; Af = arenitos finos; P = pelitos; Afe = arenitos ferruginosos; fi = filitos; msi = metasilites; mar = metargilitos; mx = micaxistos; anf = anfilitos; gr = granitos; gH = gnaisses; mg = migmatitos.
Aa = Areia argilosa; Asc = Areia argilosa cascalhenta; aA = Argila arenosa; acp = Argila cascalhenta/pedregosa; As = Areia siltosa; Asc = Areia siltosa cascalhenta; Asp = Areia siltosa pedregosa; A = Areia.
MO = moderadamente drenado; B = bem drenado; M = mal drenado.
AMF - áreas muito favoráveis; AF - áreas favoráveis; AMOF - áreas moderadamente favoráveis; APF - áreas pouco favoráveis.

Quadro 11. Critérios para a identificação das classes das áreas potenciais para recarga de aquíferos.

Posteriormente, promoveu-se a união do PI UBCs (classificado preliminarmente pelas classes de recarga de aquíferos) com o PI de cobertura da terra para a finalização do PI de áreas potenciais para recarga de aquíferos. Isto aconteceu para manutenção ou troca de classe de recarga de aquíferos mediante a consideração dos atributos da cobertura da terra. Para os locais no terreno onde ocorreram as classes de 1 a 4 com vegetação primitiva ou secundária, manteve-se as mesmas classificações e para os locais onde estavam as atividades de uso, as áreas foram classificadas como Classe 5.

A Figura 31 traz o fluxograma para a geração da carta de áreas potenciais para recarga de aquíferos.

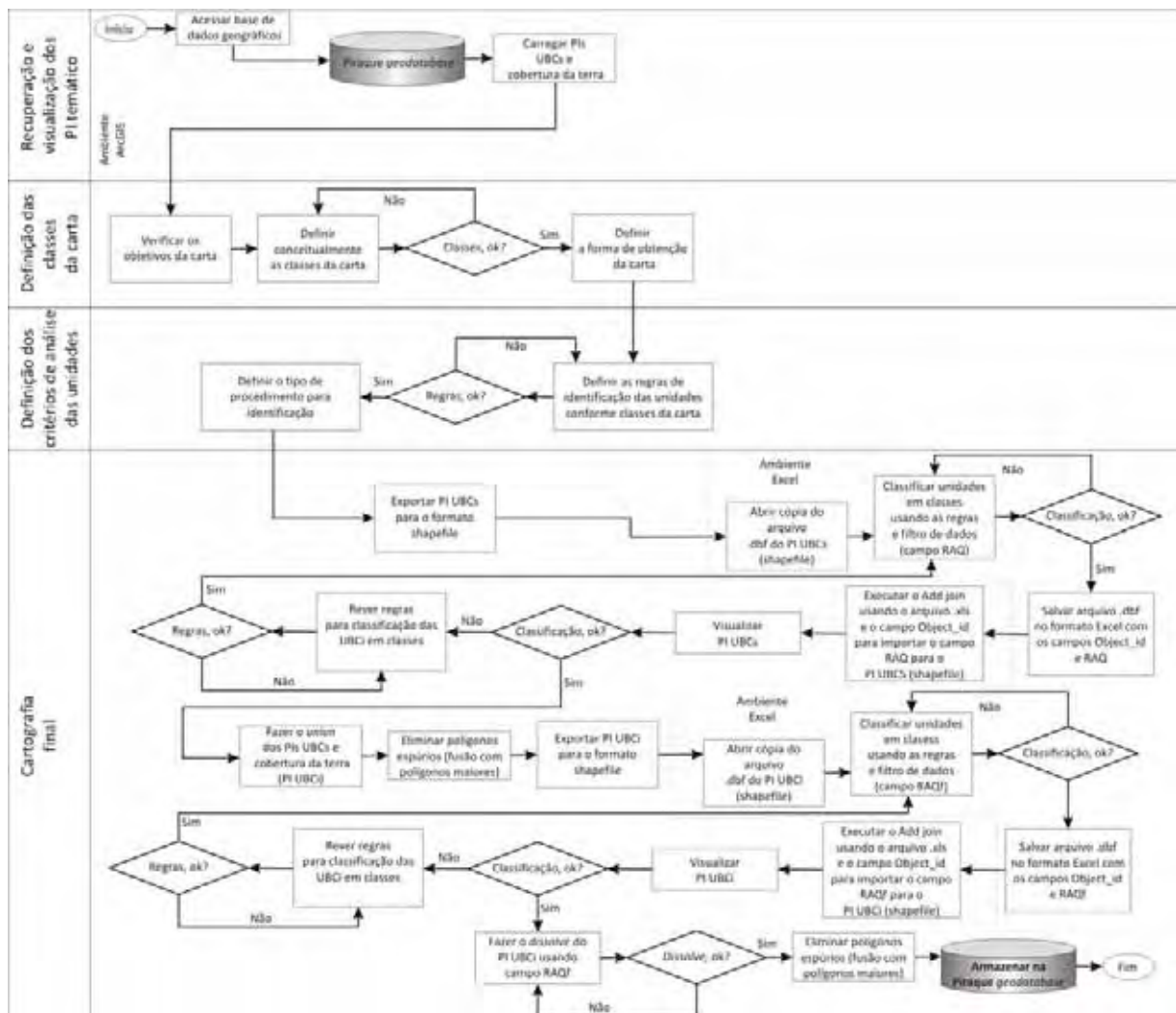


Figura 31. Fluxograma do processo de geração da carta de áreas potenciais para recarga de aquíferos.

- **Carta 3 - zoneamento geoambiental**

As classes usadas para o zoneamento geoambiental foram as mesmas descritas na Seção 4.2.4 (Definição das unidades de intervenção). Isto foi adotado para se obter zonas e subzonas iguais para os dois zoneamentos (ambiental e geoambiental).

Os critérios foram aplicados sobre a tabela de atributos do PI UBCi, usando-se os fatores: (i) áreas potenciais para recarga de aquíferos; (ii) áreas prioritárias para conservação da biodiversidade; (iii) uso potencial da vegetação; (iv) vulnerabilidade à perda natural de solo à erosão; (v) aptidão agrícola; (vi) uso potencial agropecuário.

Os critérios de análise e classificação das UBCs, por meio da estrutura de árvore lógica, estão exibidos no Quadro 12.

Ainda na cartografia final, eliminou-se os polígonos espúrios, fundindo-os aos polígonos maiores vizinhos. Também foram revisadas as zonas e subzonas, de modo que os polígonos com área inferior a 6,25 hectares fossem soldados aos polígonos vizinhos maiores, em função da escala de mapeamento.

Para a validação da proposição das unidades de intervenção, a carta de zoneamento foi submetida à discussão com a equipe da DZE/Seplan-TO. As discussões foram em termos de validação dos processos de obtenção das cartas de zoneamento geoambiental e avaliação das facilidades de repetitividade e reprodutividade em outras áreas.

Em termos legais, o que foi incorporado ao zoneamento geoambiental foram os fatores restritivos do Código Florestal, no que tange às áreas de preservação permanente. A Figura 32 apresenta o fluxograma para a geração das cartas de zoneamento geoambiental.

Áreas potencias pra recarga de aquíferos	Áreas prioritárias para conservação da biodiversidade	Uso potencial da vegetação	Vulnerabilidade à erosão	Aptidão agrícola	Uso potencial agropecuário	Zonas
1 - AMF	C1 - AM; C1 - CE; C1 - CON	-	-	-	-	C
	-	Classe 2; Classe 4	-	-	-	C
	-	Classe 3	-	-	-	B1
	C2 - AM; C2 - CE; C2 - CON	Classe 5; Classe 6; Classe 7	MEV; MOV	2abc(1); 2(b)c; 3(c); 4p; 4(p)(1); 4(p)(2); 4p(1)	Boa Pp + frutas; Grãos + frutas; Regular lavoura + frutas; Regular Pp + frutas; Restrita Pp + frutas; Restrita Pn; Restrita Pn + frutas	A
	C3 - AM; C3 - CE; C3 - CON	Classe 5	MEV; MOV	5(n)	Boa Pp + frutas; Regular Pp + frutas; Restrita lavoura + frutas; Restrita Pp + frutas	B1
2 - AF	C3 - AM; C3 - CE; C3 - CON	Classe 6; Classe 7	MEV	3(c); 4p; 4(p)(2); 4p	Boa Pp + frutas; Regular Pp + frutas; Restrita lavoura + frutas; Restrita Pp + frutas	A
	C4 - AM_SIMP	Classe 5	MEV; MOV	5(n)	Restrita Pn; Restrita Pn + frutas	B1
	C4 - AM_SIMP	Classe 7	MEV; MOV	4p	Regular Pp + frutas	A
	C2 - AM; C2 - CE; C2 - CON	Classe 5; Classe 7	MEV; MOV	5(n)	Restrita Pn; Restrita Pn + frutas	B1
	C2 - AM; C2 - CE; C2 - CON	Classe 5; Classe 6; Classe 7	MEV	2abc(1); 2(b)c; 3(c); 4p; 4(p)(1); 4(p)(2); 4p(1)	Boa Pp + frutas; Grãos + frutas; Regular lavoura + frutas; Regular Pp + frutas; Restrita Pp + frutas	A
	C2 - AM; C2 - CE; C2 - CON	Classe 5	MEV; MOV	5(n)	Restrita Pn + frutas	B1
	C3 - CE; C3 - CON	Classe 7	MEV; MOV	4p	Regular Pp + frutas	A
	C4 - AM_SIMP	Classe 7	MEV; MOV	4p; 4(p)(1); 4p(1)	Regular Pp + frutas; Regular Pp; Restrita Pp + frutas	A
	C4 - AM_SIMP	Classe 5	MEV	5(n)	Restrita Pn + frutas	B1
	C2 - AM; C2 - CON	Classe 5; Classe 6; Classe 7	MEV; MOV	2(b)c; 4(p)(1); 4(p)(2); 4p; 4p(1)	Boa Pp + frutas; Grãos + frutas; Regular Pp + frutas; Restrita Pp; Restrita Pp + frutas	A
	C2 - AM	Classe 5	MEV	5(n)	Restrita Pn + frutas	B1
	C3 - CE; C4 - AM_SIMP	Classe 6; Classe 7	MEV	3(c); 4(p)(1); 4p	Regular Pp + frutas; Restrita lavoura + frutas; Restrita Pp	A
	C2 - AM; C2 - CON	Classe 5; Classe 6; Classe 7	MEV	2(b)c; 4p	Boa Pp + frutas; Regular lavoura + frutas	B1
	C3 - CE; C4 - AM_SIMP	Classe 7	MEV; MOV	4(p)(1); 4p	Regular Pp + frutas; Restrita Pp	A
	C4 - AM_SIMP	Classe 5	MEV	5(n)	Restrita Pn + frutas	B1
	C3 - AM	Classe 8	MOV	3(c)	Restrita lavoura + frutas	B1
	C3 - AM	Classe 8	MEV	5(n)	Restrita Pn + frutas	B1
	C4 - AM_SIMP; C4 - CE_SIMP; C4 - CON_SIMP	Classe 8	MEV	5(n)	Restrita Pn + frutas	B1
	C4 - AM_SIMP; C4 - CE_SIMP; C4 - CON_SIMP	Classe 6; Classe 7; Classe 8	MEV; MOV	2abc(1); 2(b)c; 3(c); 4p; 4(p)(1); 4(p)(2); 4p; 4p(1)	Boa Pp + frutas; Grãos + frutas; Regular lavoura + frutas; Regular Pp + frutas; Restrita lavoura + frutas; Restrita Pp; Restrita Pp + frutas	A

C1 - AM = áreas de importância extremamente alta em ambiente Amazônico; C1 - CE = áreas de importância extremamente alta em ambiente Cerrado; C1 - CON = áreas de importância extremamente alta em ambiente Amazônico; C2 - AM = áreas de importância extremamente alta em ambiente Cerrado; C2 - CE = áreas de importância extremamente alta em ambiente Amazônico; C2 - CON = áreas de importância extremamente alta em ambiente Cerrado; C3 - AM = áreas de importância extremamente alta em ambiente Amazônico; C3 - CE = áreas de importância extremamente alta em ambiente Cerrado; C3 - CON = áreas de importância extremamente alta em ambiente Amazônico; C4 - AM_SIMP = áreas sem importância em ambiente Amazônico; C4 - AM_SIMP = áreas sem importância em ambiente Cerrado; C4 - CE_SIMP = áreas sem importância em ambiente Amazônico; C4 - CE_SIMP = áreas sem importância em ambiente Cerrado; C4 - CON_SIMP = áreas sem importância em ambiente Amazônico; C4 - CON_SIMP = áreas sem importância em ambiente Cerrado.

Classe 1 = Áreas prioritárias para preservação da vegetação situada em ambiente de planície fluvial; Classe 2 = Áreas prioritárias para preservação da vegetação situada em ambiente de declive acentuado; Classe 3 = Áreas prioritárias para conservação da vegetação situada em ambientes de alta fragilidade natural indicadas para pastoreio extensivo, extrativismo de frutos e extrativismo restrito de madeiras; Classe 4 = Áreas prioritárias com características especiais, sugerindo grande biodiversidade, indicadas para conservação e desenvolvimento de pesquisas visando melhor conhecimento de flora e destinação de uso; Classe 5 = Áreas para exploração madeireira, com indicação para manejo sustentado; Classe 6 = Áreas com maiores possibilidades de uso extrativista de madeira com indicação para conservação com atividades agrosilvopastoris; Classe 7 = Áreas prioritárias para usos agrosilvopastoris; Classe 8 = Áreas prioritárias para recuperação da vegetação situada em ambientes de planície fluvial, de declive acentuado e de alta fragilidade/pastoreio extensivo.

MEV = medianamente estável/vulnerável; MOV = moderadamente vulnerável; MOE = moderadamente estável.

2abc(1) = aptidão regular para lavouras de ciclo curto nos níveis de manejo A, B e C, com inclusões de classes de aptidão inferior; 2(b)c = aptidão regular para lavouras de ciclo curto no nível de manejo C; 4p = aptidão boa para pastagem plantada com inclusões de classes de aptidão inferior; 4(p)(1) = aptidão restrita para pastagem plantada com inclusões de classes de aptidão inferior; 4(p)(2) = aptidão restrita para pastagem plantada com inclusões de classes de aptidão superior; 5(n) = aptidão regular para pastagem plantada com inclusões de classes de aptidão inferior; 4p(1) = aptidão boa para silvicultura; 6 = sem aptidão para agricultura. Pp = pastagem plantada; Pn = pastagem natural.

A. ÁREAS PARA OCUPAÇÃO HUMANA; B.1. Áreas para Conservação dos Ambientes Naturais; B.2. Áreas para o Corredor Ecológico Tocantins-Araguaia; B.3. Áreas de Ocorrências de Cavidades Naturais Subterrâneas; C. ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA A CONSERVAÇÃO DE PROTEÇÃO INTEGRAL

Quadro 12. Critérios para a identificação das classes do zoneamento geoambiental.

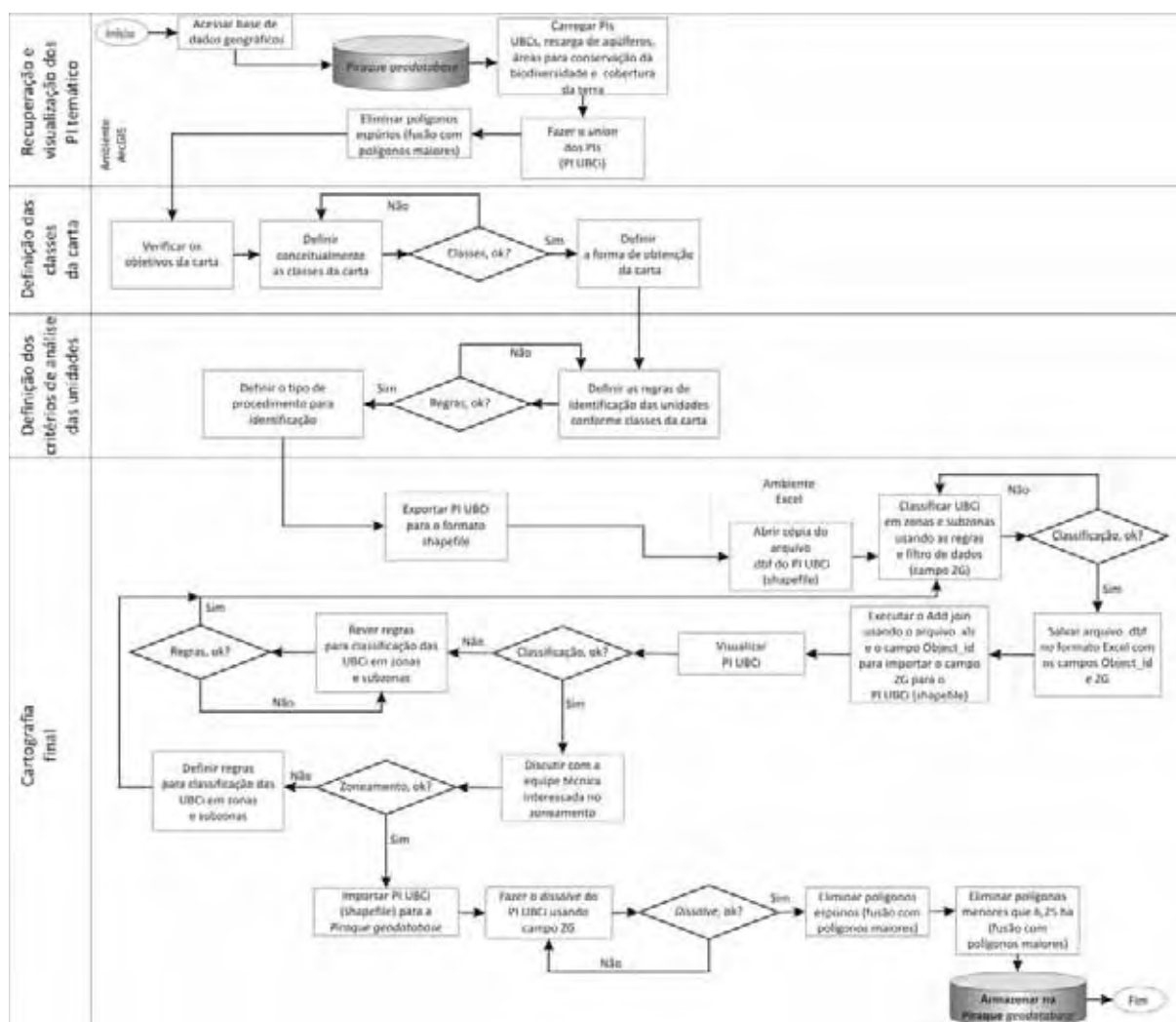


Figura 32. Fluxograma do processo de geração da carta de zoneamento geoambiental.

4.4 Macroprocesso 4 - Obtenção dos resultados cartográficos e analíticos

4.4.1 Apresentação e discussão dos resultados

Os resultados cartográficos foram apresentados em figuras no formato de página A3 e personalizado (paisagem), seguindo as diretrizes para elaboração de mapas do IBGE e do Estado Maior do Exército Brasileiro.

Os planos de informação, apresentados como figuras, foram manipulados no ArcGIS (ArcMap). Confeccionou-se as figuras em um modelo de layout temático, na escala 1:250.000, em sistema de projeção Universal Transversa de Mercator (UTM), meridiano central - 51° (fuso UTM 22) e datum SAD69. Todas as figuras contêm os seguintes elementos: carimbo (logotipo da Unesp, data, nome do programa de pós-

graduação, título da tese, título, escala gráfica, versão, número de figura/página, arte-finalista); convenções cartográficas; articulação da folha; localização da folha; nome da folha; índice de nomenclatura da folha; legenda com classes temáticas; grade de coordenadas UTM e geográfica; escala gráfica; rodovias federal e estadual; hidrografia; sede municipal; toponímias.

A discussão dos resultados obtidos pautou-se pela análise e avaliação da qualidade dos produtos preexistentes, necessidade dos produtos para fins de zoneamento e na forma de obtenção de cada um dos produtos. Quanto aos zoneamentos, os resultados foram comparativos entre a aplicação de dois métodos distintos. Na análise, deu-se ênfase à: facilidade e dificuldade para a elaboração e organização de base de dados; utilização e obtenção de fatores e atributos; repetitividade do método de zoneamento geoambiental por outras equipes; reprodutividade do método de zoneamento geoambiental em outras áreas geográficas.

4.4.2 Emissão do relatório

O relatório foi preparado seguindo as instruções da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) para a elaboração de relatórios. Usou-se as normas NBR 6023 - 2002; NBR 10520 - 2002; NBR 6024 - 2003; NBR 6028 - 2003; NBR 14724 - 2005 e as normas para apresentação de trabalhos acadêmicos do IGCE/Unesp.

O trabalho foi organizado em seis capítulos:

Capítulo 1 - Contextualização do trabalho

Traz os elementos: introdução; problemática do tema ZEE; seleção do tema para desenvolvimento do trabalho; hipótese do trabalho; objetivo; justificativa da seleção da área de estudo. O texto visou deixar claras a importância e as motivações para a realização do estudo e seus possíveis desdobramentos em termos de uso.

Capítulo 2 - Zoneamento Ecológico-Econômico no Brasil

Mostra as questões básicas e essenciais que giram em torno do tema zoneamento, tais como: ordenamento territorial e ZEE; zoneamento geotécnico para planejamento regional e ZEE; ZEE Tocantins; diretrizes e métodos de ZEE usados no Brasil. Apresenta uma ampla revisão bibliográfica com ênfase nas diretrizes de elaboração de instituições nacionais e pesquisadores numa tentativa de exibir os pontos fracos e fortes, e as dificuldades de execução, ou até mesmo suas semelhanças.

Capítulo 3 - Caracterização fisiográfica e biótica da área de estudo

Trata-se de uma descrição da área de maneira a exibir as características ambientais e de levar o leitor ao possível entendimento dessas características para fins de zoneamento.

Capítulo 4 - Métodos e processos para zoneamentos na área de estudo

É um capítulo com detalhamento quanto ao modo de elaboração ou de obtenção de cada produto, por meio de processos, subprocessos e atividades. O cuidado foi o de trazer uma condição de repetitividade dos processos de elaboração dos produtos apoiando-se em sistemas de informações geográficas, sensoriamento remoto e trabalho de campo, com o intuito de redução de tempo e custos financeiros.

Capítulo 5 - Resultados e discussão

Apresenta todos os produtos gerados no Capítulo 4 e aborda uma descrição analisando-se criticamente a qualidade desses resultados e tentando mostrar qual o método que melhor se adapta à continuidade de estudos de zoneamento no Tocantins.

Capítulo 6 - Considerações finais e recomendações

Contém as conclusões do trabalho e o pensamento do autor da tese sobre os esforços despendidos e qual caminho seguir para a execução de zoneamento.

A Figura 33 mostra o fluxograma do processo de elaboração do relatório da tese.

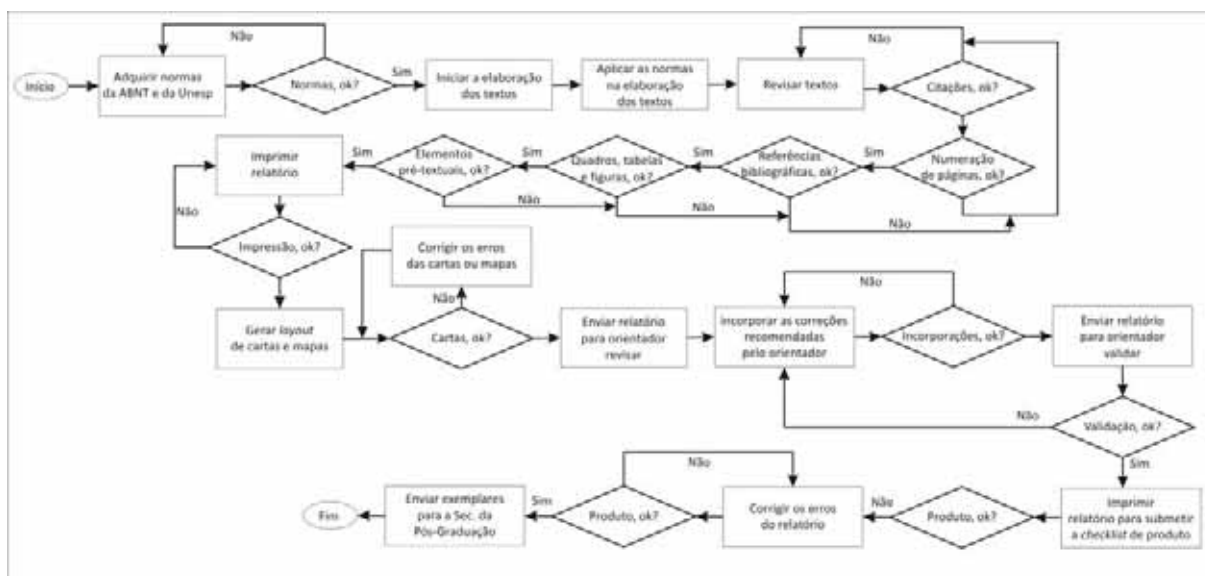


Figura 33. Fluxograma do processo de elaboração do relatório da tese.

CAPÍTULO 5 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

No Capítulo 4, a geração de produto em cada uma das seções foi descrita detalhadamente para que, neste capítulo, os resultados fossem tratados e discutidos segundo uma abordagem em conformidade com os macroprocessos e processos, e em termos comparativos dos resultados alcançados nos zoneamentos pelas aplicações dos métodos Seplan-TO e Vedovello (2000).

5.1 Base de dados geográficos

Em primeiro lugar, pode-se afirmar que os quatro processos definidos, descritos e usados para a montagem da base de dados geográficos foram suficientes para a organização dos dados e para a realização de todo o trabalho. Em segundo lugar, em cada um dos processos, pode-se considerar que há clareza e objetividade quanto ao modo como as atividades e tarefas foram desenvolvidas e descritas, o que permite que os resultados obtidos sejam passíveis de repetição e reprodução. Também está claro, nos processos, a relação entre os recursos usados e quando aplicados na obtenção de produtos para a construção da base de dados. Assim, fica evidente a validade científica nos processos de montagem da base de dados geográficos, bem como a confiabilidade neste base, que foi modelada e estruturada mediante a adoção normas e padrões científicos.

A montagem e organização da base de dados geográficos deram-se de forma simples e transparente. Foram efetuadas atividades já consagradas para estes propósitos e os três pontos mais importantes foram mostrar: (i) as facilidades de manipulação de dados de diferentes naturezas - temáticos, modelo numérico de terreno e de sensoriamento remoto -, de acordo com as especificidades de cada sistema utilizado (Spring, Geomática e ArcGIS); (ii) as facilidades de conversão dos dados dos diferentes programas para as suas unificações em uma base principal no ArcGIS; (iii) que estes programas são amigáveis para utilização combinada pelo usuário.

No Spring, Geomática e ArcGIS, a modelagem é simples, mas exige que o usuário tenha noções de cartografia e treinamento em geoprocessamento para saber aplicar conceitos, manusear e inserir os dados para construir uma base. No

Spring, considera-se a segmentação/classificação de imagens como um de seus principais algoritmos. As feições são extraídas com muita fidelidade geométrica ao objeto constante na imagem de SR, o que é valioso para a elaboração do plano de informação de unidades territoriais básicas, conforme o método de Crepani et al. (1996; 2001).

No tratamento digital de imagens, o Geomática mostra muitos recursos e facilidades para georreferenciamento, mosaicagem e realce de imagens. O programa tem uma alta performance para a formação de base de dados de imagem. É um sistema especialista que facilita o desenvolvimento das atividades pelo usuário. Já no ArcGIS, as ferramentas auxiliares e de edição tornam muito fácil o processo de inserção e de organização de dados numa *geodatabase*.

O relevante, em um processo de montagem de uma base, é a uniformização de nomenclatura de arquivos vetoriais e *raster*, e dos atributos de fatores dos meios físico e biótico. A uniformização é buscada para que os arquivos possuam nomes padronizados e facilitem as atividades de organização e manutenção das estruturas dos dados. Devem ser adotadas, sempre que possível, as diretrizes disponíveis na Mapoteca Nacional Digital (MND).

Este aspecto foi considerado relevante na montagem da base de dados principal, no ArcGIS. Este SIG dá facilidades ao usuário para recuperação, manipulação (edição), visualização de dados e geração de *layouts*. Isto acontece pela forma com que os arquivos são armazenados e organizados em uma *geodatabase*, que usa o sistema de gerenciamento de banco de dados - Access -, de baixo custo e que suporta o volume de dados necessários à elaboração de zoneamentos ambientais, de acordo com o recorte das cartas CIM.

Os dados na *geodatabase* ficam armazenados com maior segurança e integridade e as atualizações futuras sobre os dados espaciais garantem a continuidade do modelo original dos dados, assegurando a padronização adotada durante a concepção da *geodatabase*. Contudo, a modelagem pode ser alterada, permitindo que novos dados sejam agregados à base (dinamismo) e que a base seja ampliada, incorporando dados, até mesmo, para outras combinações e possibilidades de uso. Outras vantagens da *geotadabase* são: (i) a sua estabilidade quanto ao manuseio de arquivos, mas isso não elimina as cópias de segurança; (ii) o

grande número de funções disponíveis para análise e gerenciamento de dados espaciais.

Os resultados da base de dados geográficos estão apresentados na forma de mapas e cartas temáticas, ao longo deste capítulo e no Capítulo 3. Ao todo, a base conta com 94 planos de informação distribuídos conforme a natureza dos dados: cartográficos básicos (12); temáticos (originais - 14; derivados - 7; interpretativos - 2); MNT (4); imagens (55).

Na base de dados, merece destaque a fusão digital das imagens SR com SRTM (Figura 34), a partir do uso dos recursos do Geomática, mediante as aplicações das técnicas de *pseudocolor* e IHS para integração. Estes produtos mostraram-se importantes nos trabalhos de compartimentação do meio físico, pois exibiram as feições topográficas com maiores vantagens para a extração de informações de relevo e para a complementação de canais de drenagem de primeira e segunda ordem. Santos (1998) utilizou produtos de SR e MNT para mapeamento e reinterpretação de mapas de solos e relevo, assim como Crepani et al. (2008) os usou para os mesmos fins e para a compartimentação da área estudada em unidades de paisagem.

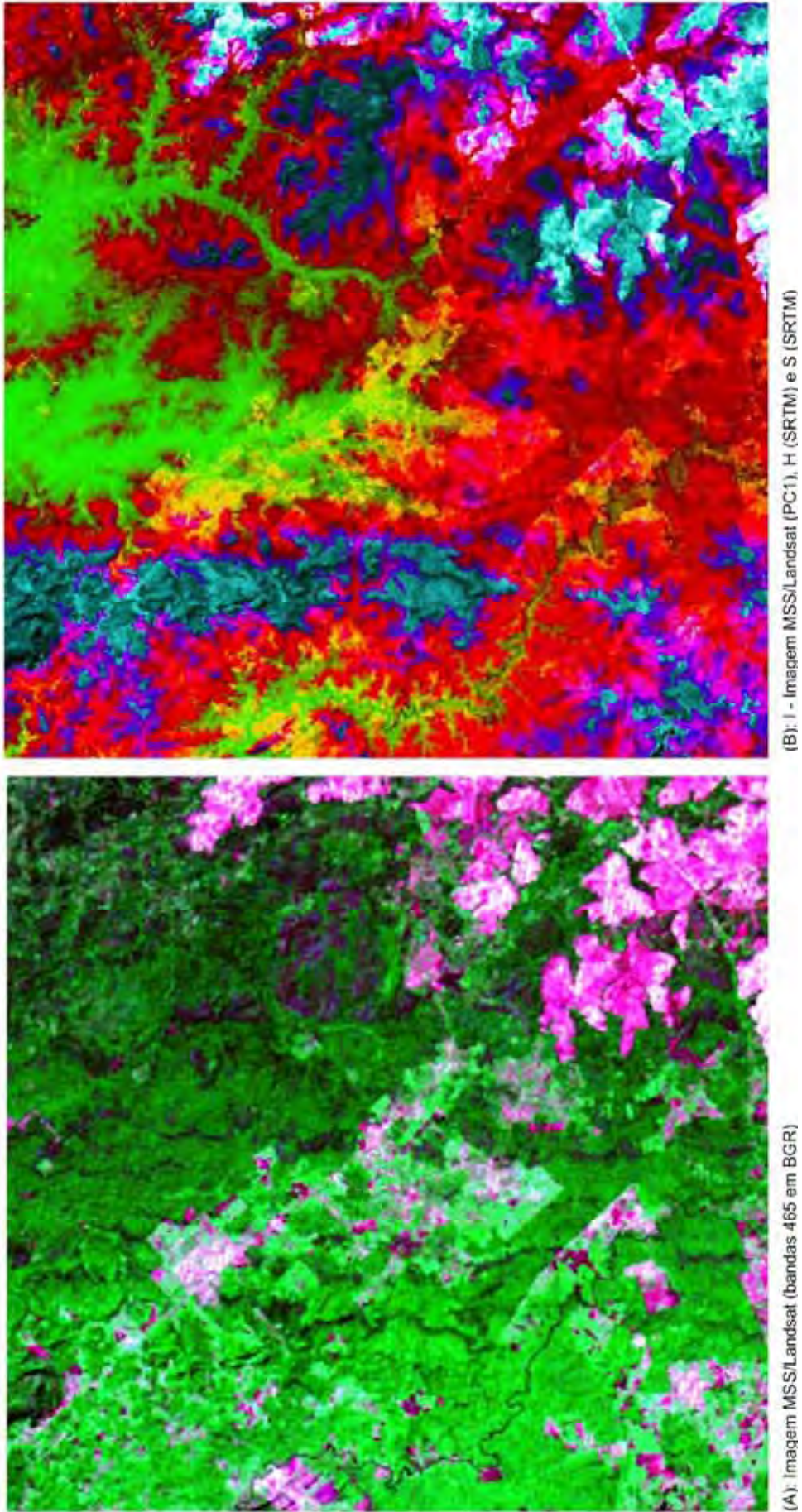


Figura 34. Imagem MSS/Landsat em composição colorida; fusão digital de imagens MSS/Landsat com SRTM usando as técnicas *pseudocolor* e IHS.

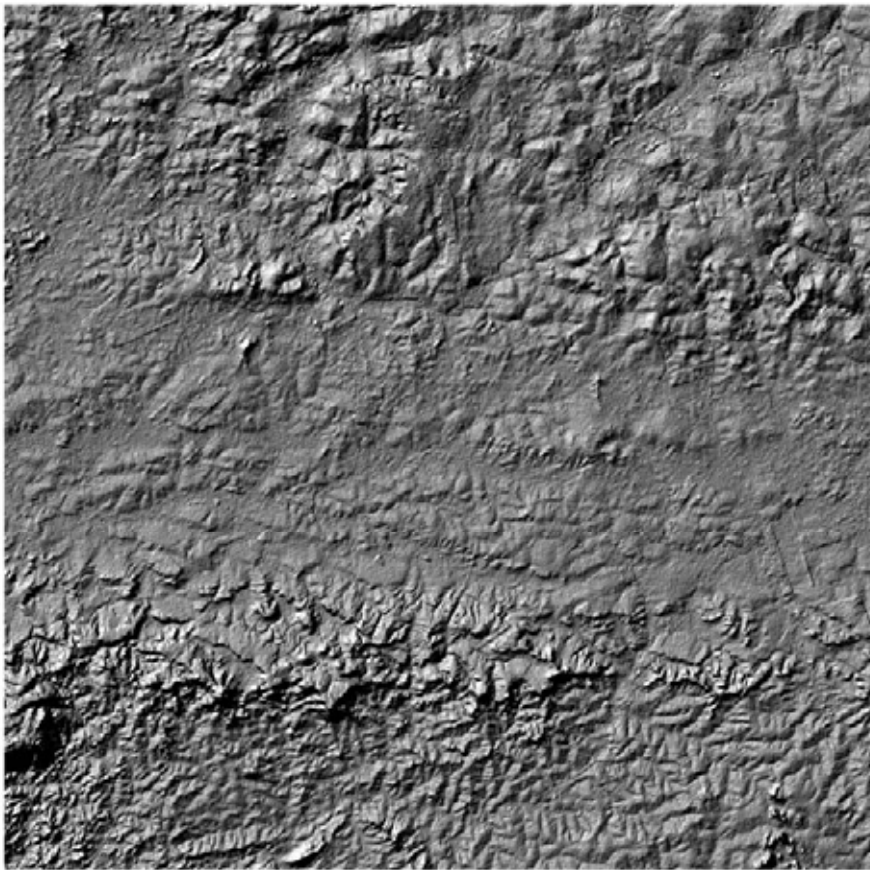
As imagens de relevo sombreado também foram fundamentais para a compartimentação do terreno em unidades de paisagem, quando: (i) usadas individualmente; (ii) em combinação com as imagens de SR em composição colorida, onde a imagem de SR, com 50% de transparência, estava sobreposta à imagem de relevo sombreado (figuras 35 e 36).

As imagens de relevo sombreado de melhores resultados para interpretação de unidades de paisagem foram aquelas em que as elevações das fontes de iluminação ficaram a 45° e 70°, tendo um azimute de 90° perpendicular à estrutura geral das unidades geológicas e de relevo. As elevações foram colocadas em 45° e 70° com a finalidade de diminuir o efeito do sombreamento: (i) das áreas mais íngremes sobre as menos elevadas e (ii) nos locais de ocorrência de escarpas erosivas.

As duas imagens permitiram que as rupturas de relevo (positivas e negativas) e drenagens de primeira e segunda ordem fossem extraídas com boa exatidão (localização), aumentando a confiabilidade quanto à delimitação das unidades de compartimentação da paisagem. O uso dessas imagens foi importante para a delimitação das UBCs e análise de suas propriedades segundo o que estabeleceram Veneziani e Anjos (1982) e Soares e Fiori (1976).



(A): Imagem relevo sombreado com 45° de elevação da fonte de iluminação, azimute 90° e 3x de exagero vertical



(B): Imagem relevo sombreado com 70° de elevação da fonte de iluminação, azimute 90° e 5x de exagero vertical

Figura 35. Imagens relevo sombreado: (A) 45° de elevação da fonte de iluminação; (B) 70° de elevação da fonte de iluminação.

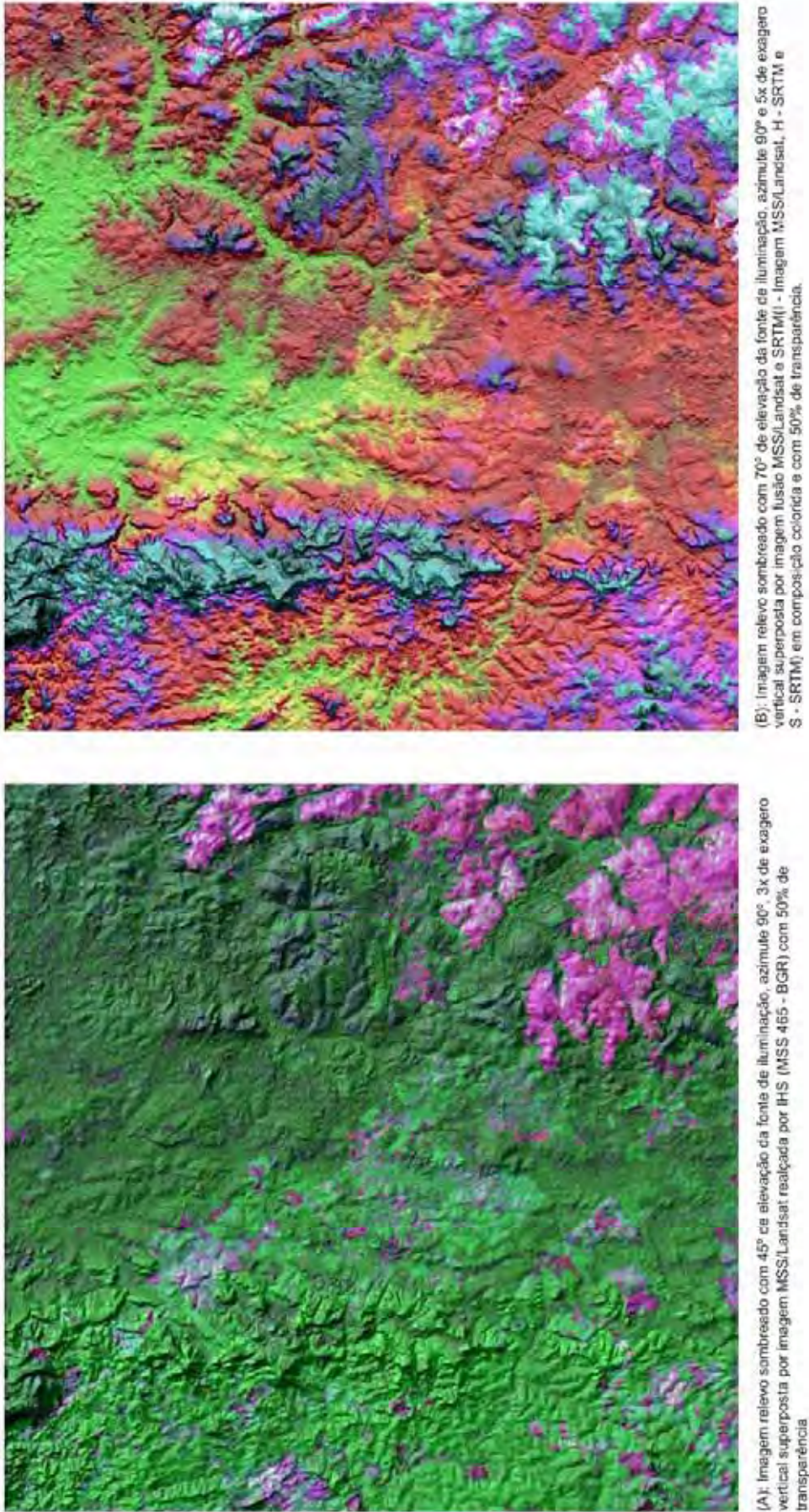


Figura 36. Imagens relevo sombreado superpostas por imagens MSS/Landsat realçadas e em composição colorida: (A) 45° de elevação da fonte de iluminação; (B) 70° de elevação da fonte de iluminação.

5.2 Validade científica do Método Seplan-TO para zoneamento ambiental

A validade científica do Método Seplan-TO foi associada com a sua clareza, objetividade, repetição e reprodução em outras áreas geográficas.

O Método Seplan-TO, conceitualmente, é um método qualitativo, que se fundamenta na análise integrada dos temas físico e biótico, e deixa claro que as informações socioeconômicas vêm do tema cobertura e uso da terra.

O método: (i) tem clareza e objetividade na proposição conceitual e no modo de definição das zonas e subzonas para zoneamento; (ii) deixa explícito o que se pretende cartografar, com vistas à gestão territorial; (iii) mostra atendimento à legislação ambiental.

Concentrando-se no enfoque - cartografia de elaboração do plano de zoneamento ambiental -, nota-se que o Método Seplan-TO está totalmente estruturado no conceito e definição de UTBs (CREPANI et al., 1996; 2001). Para esses autores e Becker e Égler (1997), as UTBs são as células-base para a elaboração de um banco de dados geográficos e para a cartografia do plano de subsídio à gestão do território. Este modelo vem sendo usado pelo MMA, em zoneamentos mais recentes: RIDE-DF, BR-163, Baixo Delta do Rio Parnaíba e municípios de Gilbués (PI) e Monte Alegre do Piauí (CREPANI et al., 2008).

Assim como está descrito em Bellia et al. (2004a), o Método Seplan-TO para a cartografia do plano de zoneamento ambiental não é detalhado o suficiente para permitir a sua repetição, pois faltavam elementos para uma nova aplicação. Todavia, com base no que foi desenvolvido na Seção 4.2 (Macroprocesso 2 - Elaboração do zoneamento ambiental), o Método Seplan-TO ganhou validade científica.

A validade científica foi obtida a partir dos seguintes fatos: (i) entendimento e resgate do detalhamento do método de cartografia do plano ZEE-NTO (clareza); (ii) organização do método em processo (objetividade); (iii) elaboração do mapa de zoneamento para o ano 1973, aplicando o método na mesma região geográfica (repetitividade). No entanto, para a validação científica final é necessária a reprodução do método em outra área geográfica por outras equipes ou, até mesmo, pela própria equipe da DZE/Seplan-TO.

5.3 Validade científica do Método Vedovello com adaptações para zoneamento geoambiental

O Método Vedovello (2000) é um método qualitativo que permite a cartografia temática e de síntese por meio da análise integrada dos temas do meio físico. É um método que deixa claro, ao especialista que vai aplicá-lo, a necessidade de seleção de fatores e atributos, e dos critérios de análise para alcançar os objetivos do trabalho pretendido.

A validação científica do Método Vedovello (2000), com adaptações para a execução da carta de zoneamento geoambiental, em termos de clareza, objetividade, repetição e reprodução em outras áreas é praticamente desnecessária. Isto porque Vedovello (2000) aplicou e comprovou, em três diferentes áreas geográficas, a validade do método de elaboração de cartografia geotécnica com base na compartimentação fisiográfica do terreno em ambientes naturais. Nas aplicações, Vedovello (2000) mostrou que o método tinha clareza e objetividade, possibilitava a repetição e reprodução. Tais constatações, tornaram o método válido cientificamente. Todavia, deve ser incorporado ao método uma descrição quanto à padronização na montagem de uma base de dados geográficos, sobretudo, no que tange aos atributos de fatores do meio físico, sugerindo a adoção de nomenclatura de mapotecas digitais já existentes ou a forma de denominação de arquivos e atributos.

Neste trabalho procurou-se, mais uma vez, corroborar com validação científica do Método Vedovello (2000) e, ao mesmo tempo, testar a sua adaptabilidade para fins de ZEE. Isto porque o método é unicamente voltado para a compartimentação e zoneamento do meio físico. Na tentativa de ampliação de escopo e de aplicação do método por um outro profissional, avaliou-se a clareza, a objetividade e a reprodução do método. Com os resultados de cartografia obtidos (carta de zoneamento geoambiental 1973), ficou demonstrado que o método é de fácil entendimento (clareza e objetividade) e que a sua reprodução, na Folha Piraquê, ocorreu sem o uso de qualquer recurso extra ou artifício.

Além disso, ficou demonstrado que o método tem versatilidade para emprego em áreas que requeiram combinação com dados bióticos, pois no zoneamento geoambiental, incorporou-se temas bióticos (cobertura da terra e biodiversidade)

para torná-lo utilizável em ZEE (Seção 4.3.4 Cartografia temática final e de síntese). Porém, não há como utilizar as UBCs como unidades para armazenamento da informação de vegetação ou de cobertura da terra, pois nem sempre os limites das unidades bióticas são coincidentes com os limites físicos (UBCs). Assim, na integração dos dados físicos e bióticos são necessárias operações entre mapas, e acontece a perda da informação organizada por UBC na carta final de zoneamento.

5.4 Comparação dos resultados dos zoneamentos

Nesta seção, o foco é mostrar como foram tratadas as análises e discussões sobre os resultados dos zoneamentos com as aplicações dos métodos Seplan-TO (BELLIA et al., 2004a) e Vedovello (2000).

Buscou-se estabelecer análises comparativas entre os zoneamentos realizados para um mesmo ano e para anos diferentes, a fim de se verificar quão convergentes e/ou divergentes eram os resultados em termos de classificação do terreno nas mesmas zonas ou subzonas. As comparações foram feitas optando-se por tratá-las das seguintes formas:

- zoneamento ambiental 1973 *versus* zoneamento ambiental 2000;
- zoneamento geoambiental 1973 *versus* zoneamento ambiental 2000;
- zoneamento geoambiental 1973 *versus* zoneamento ambiental 1973.

Também para clareza do que se chamou de convergências e divergências, elas foram definidas como:

- **convergência** - quando parte da área estudada foi classificada com a mesma zona ou subzona pela aplicação dos métodos para um mesmo ano ou em diferentes anos;
- **divergência** - quando parte da área estudada foi classificada como zona ou subzona diferente pela aplicação dos métodos para um mesmo ano ou em diferentes anos

Nas análises e discussões sobre as comparações dos resultados, considerou-se o trabalho de Fidalgo (2003) para a definição dos critérios aqui usados:

- dados de entrada - qualidade (confiabilidade e exatidão temática nos mapeamentos);
- cartografia das UTBs e UBCs (forma de obtenção, considerando a base de dados geográficos);

- influência das alterações da cobertura da terra;
- fatores (temas) usados nos zoneamentos.

5.4.1 Zoneamento ambiental 1973 *versus* zoneamento ambiental 2000

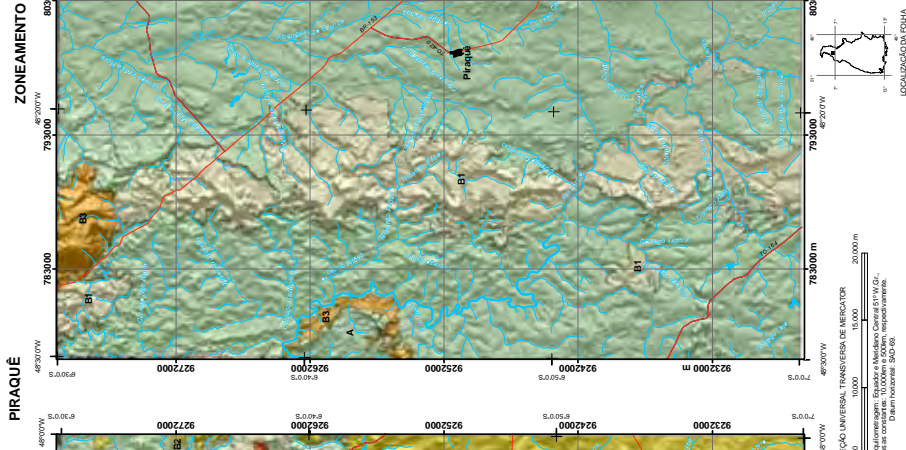
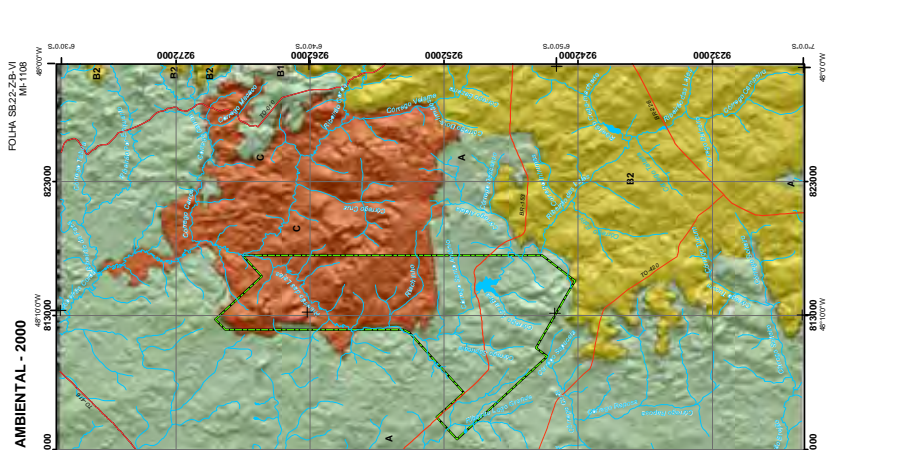
As cartas dos zoneamentos ambiental 1973 e 2000 estão exibidas na Figura 37.

Para os zoneamentos, verificou-se que os dados de entrada (mapas temáticos do diagnóstico socioambiental do ZEE-NTO) apresentavam confiabilidade alta porque foram obtidos por meio de métodos que envolveram a amostragem, a coleta, registro e análise dos resultados segundo a aplicação de normas e padrões técnico-científicos.

Quanto à exatidão temática, delimitação das classes dos mapas, os mapas foram considerados de boa qualidade, tendo de 75 a 90% de confiabilidade. A confiabilidade foi medida, considerando-se as coincidências entre os limites das unidades dos mapas e as quebras de relevo constantes nos produtos de imagem da base de dados do projeto da tese. O que explica as divergências dos limites é o fato das unidades (solos e relevo) serem resultantes das interpretações de imagens TM e ETM+/Landsat, em papel fotográfico e em escala 1:250.000, o que não dá as vantagens, em termos de exatidão na localização dos limites, conforme produtos digitais em SIG.

A exatidão dos limites das unidades foi mais facilmente percebida quando se realizou a sobreposição das UTBs com os mapas temáticos para a inserção dos atributos em cada UTB. Viu-se também que existiram diferenças entre os limites das UTBs cartografadas para 1973 e 2000. Os motivos são os diferentes tipos de produtos de imagem usados em cada um dos zoneamentos: no primeiro - produtos cartográficos; no segundo - produtos digitais.

<p>ÁREAS PARA O CIPRIANO (Zona)</p>	<p>A Áreas cobertas ou não com vegetação primária ou secundária, favoráveis à realização de atividades recreativas e implantação de empreendimentos de caráter privado. A ocupação e uso dessas áreas devem ser compatíveis com a preservação da qualidade de suporte ambiental e estar em conformidade com a legislação vigente.</p> <p>B1 Áreas de uso humano consolidado, ou cobertas ou não com vegetação primária ou secundária, com atividades recreativas e culturais, que possam ser aproveitadas em âmbito ambiental regional, onde o aproveitamento não deve permitir a redução dos ambientes naturais.</p> <p>B2 Áreas para o desenvolvimento de Atividades Naturais (Subzona)</p> <p>B3 Áreas para o desenvolvimento de Atividades Culturais (Subzona)</p> <p>C Áreas para o desenvolvimento de Atividades Esportivas (Subzona)</p> <p>D Áreas com potencial e ocorrência de cavidades naturais (Subzona)</p> <p>E Áreas com potencial e ocorrência de cavidades naturais (Subzona)</p> <p>F Espaço terrestre e áreas recursos hídricos, incluindo as águas superficiais, subterrâneas e águas pluviais, que devem ser preservadas e conservadas para estudos e pesquisas de caráter científico, tecnológico, etno-cultural, turístico, recreativo e educacional.</p>
<p>ÁREAS PARA O PATRIMÔNIO CULTURAL (Zona)</p>	<p>A Áreas com potencial e ocorrência de cavidades naturais (Subzona)</p> <p>B Áreas com potencial e ocorrência de cavidades naturais (Subzona)</p> <p>C Áreas com potencial e ocorrência de cavidades naturais (Subzona)</p> <p>D Áreas com potencial e ocorrência de cavidades naturais (Subzona)</p> <p>E Áreas com potencial e ocorrência de cavidades naturais (Subzona)</p> <p>F Áreas com potencial e ocorrência de cavidades naturais (Subzona)</p>
<p>ÁREAS PARA O PATRIMÔNIO CULTURAL (Zona)</p>	<p>A Áreas com potencial e ocorrência de cavidades naturais (Subzona)</p> <p>B Áreas com potencial e ocorrência de cavidades naturais (Subzona)</p> <p>C Áreas com potencial e ocorrência de cavidades naturais (Subzona)</p> <p>D Áreas com potencial e ocorrência de cavidades naturais (Subzona)</p> <p>E Áreas com potencial e ocorrência de cavidades naturais (Subzona)</p> <p>F Áreas com potencial e ocorrência de cavidades naturais (Subzona)</p>



ARTICULAÇÃO DA FOLHA

Revisão:	88-22-2-1	88-22-2-2	88-22-2-3	88-22-2-4	88-22-2-5
Outras informações:	Escala: 1:25000				

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR

Coordenadas UTM: 18Q UTM: 5000 10000 15000 20000 m

Amplitude de coordenadas: 10.0000 m a 0,0000 m, respectivamente.

Distância máxima: 20.000 m

LOCALIZAÇÃO DA FOLHA

FOLHA: SB.22-ZB-VI
M: 1108

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

ESTRADAS DE RODAGEM

- Rodovia não pavimentada
- Rodovia pavimentada

HIDROGRAFIA

- Curso d'água permanente
- Rio, lago ou lago intermitente, reservatório

OUTRAS CONVENÇÕES

- Área urbana

unesp

Paulo Augusto
Curso de Doutorado

Data: 08/02/2008

Escala: 1:250.000

Verão: 01

CARTAS-IMAGEM DOS ZONEAMENTOS AMBIENTAL 1973 E 2000

Figura/Folha: 37 / 137

No caso da UTBs do ano 2000, utilizou-se somente as imagens ETM+/Landsat (em meio digital) para as suas identificações e delimitações, conforme estabelece Crepani et al. (1996; 2001). Para o ano 1973, as UTBs foram delimitadas sobre a base de dados geográficos deste projeto, que permitiu a utilização conjugada de vários produtos, tais como: MNT (SRTM), imagens relevo sombreado, imagens fusão digital Landsat com MNT (SRTM), além de visualizações das unidades em modelos 3D (Figura 38).

Com aplicação destes recursos, os limites das UTBs baseados em rupturas de relevo ganharam melhor exatidão de localização e, por conseqüência, exigiram que os mapas temáticos de unidades geológicas, de solos e de relevo tivessem que ser ajustados (compatibilizados) às UTBs. Após os ajustes efetuados nos mapas temáticos, criou-se uma base de informações nas UTBs, ao alimentá-las com os atributos de cada tema necessário para a execução do zoneamento ambiental. As UTBs de 2000 não foram retificadas com base nos produtos da base de dados.

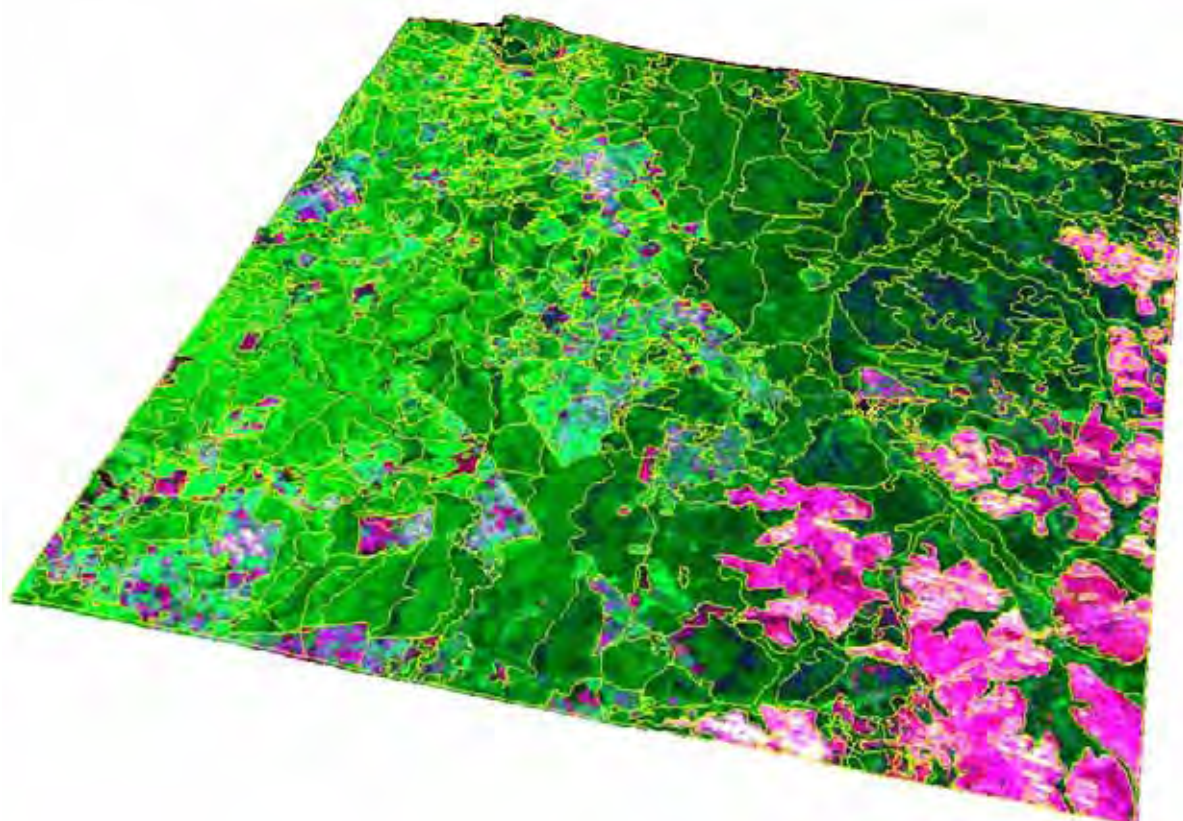
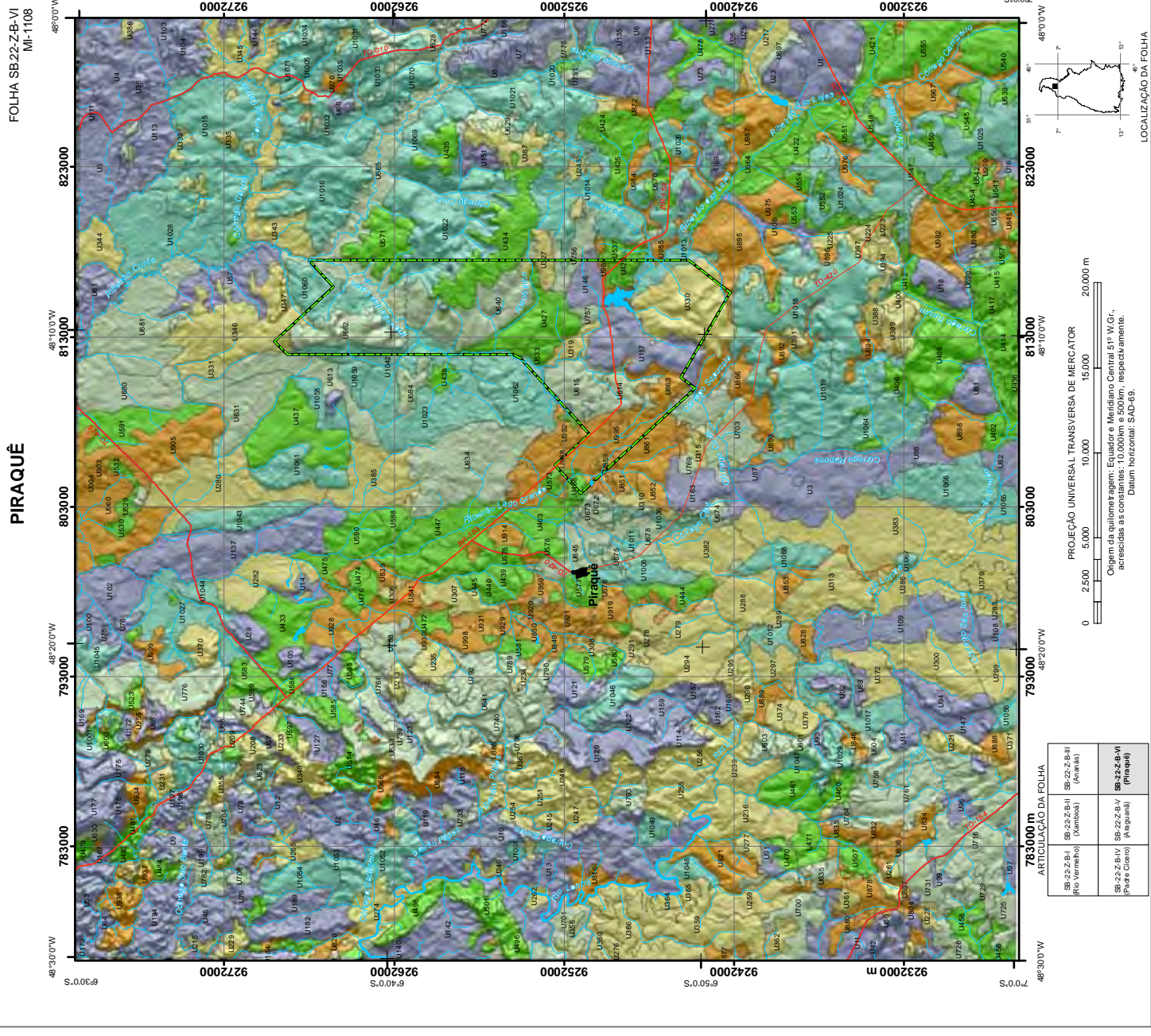


Figura 38. Visualização das UTBs em modelo 3D resultante da combinação do MNT (SRTM) e imagem MSS/Landsat 1973.

Ainda com relação às UTBs (Figura 39), nota-se que o Método Seplan-TO estabelece que elas sejam obtidas sobre as imagens de SR para o ano em que se pretende realizar o zoneamento. Sendo as UTBs resultantes de polígonos naturais e de ação antrópica (CREPANI et al., 1996; 2001), elas dependem diretamente das características da imagem de SR usada.

As UTBs são um reflexo da textura da imagem e, principalmente, da cobertura da terra. A cobertura da terra tem influência nas identificações e delimitações das UTBs porque as suas alterações implicam muito mais em mudanças nas UTBs do que as rupturas de relevo, que permanecem inalteradas num espaço temporal 1973-2000. No caso da Folha Piraquê, as diferenças de cobertura da terra são significativas do ano 1973 para 2000. Em 1973, a Folha apresentava-se com cerca de 20% de área antropizada e 80% de vegetação primitiva, e, em 2000, ela contava com aproximadamente 62% de área antropizada e 38% de vegetação primitiva. Isto mostra que as UTBs naturais tornaram-se bastante reduzidas de um ano para outro (Figura 40).



U1, U2, U3, ..., U200*

U201, U202, U203, ..., U400*

U401, U402, U403, ..., U600*

U601, U602, U603, ..., U800*

U801, U802, U803, ..., U1000*

U1001, U1002, U1003, ..., U1071*

— Limite de unidade territorial básica

— Unidade de conservação municipal criada pela Lei Municipal 0104/2004 (APA Sapucaia)

* UTBs agrupadas por cores somente para exibição em mapa.

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

HIDROGRAFIA

- Curso d'água perene
- Rio, lagoa ou lago intermitente, reservatório

OUTRAS CONVENÇÕES

- Estradas de rodagem
- Rodovia não pavimentada
- Rodovia pavimentada
- Área urbana

ARTICULAÇÃO DA FOLHA

SB-22-Z-B-I (Rio Vermelho)	SB-22-Z-B-II (Xanxumã)	SB-22-Z-B-III (Ananias)
SB-22-Z-B-IV (País e Glória)	SB-22-Z-B-V (Araguaia)	SB-22-Z-B-VI (Piraquê)

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR

0 2.500 5.000 10.000 15.000 20.000 m

Origem da quilometragem: Equador e Meridiano Central 51° W.G.R., acrescidas as constantes: 1.000.000m e 500km, respectivamente. Datum horizontal: SAD-68.

LOCALIZAÇÃO DA FOLHA

unesp

Arre-finalista: Paulo Augusto

Data: maio/2008

Versão: 01

Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente

Curso de Doutorado

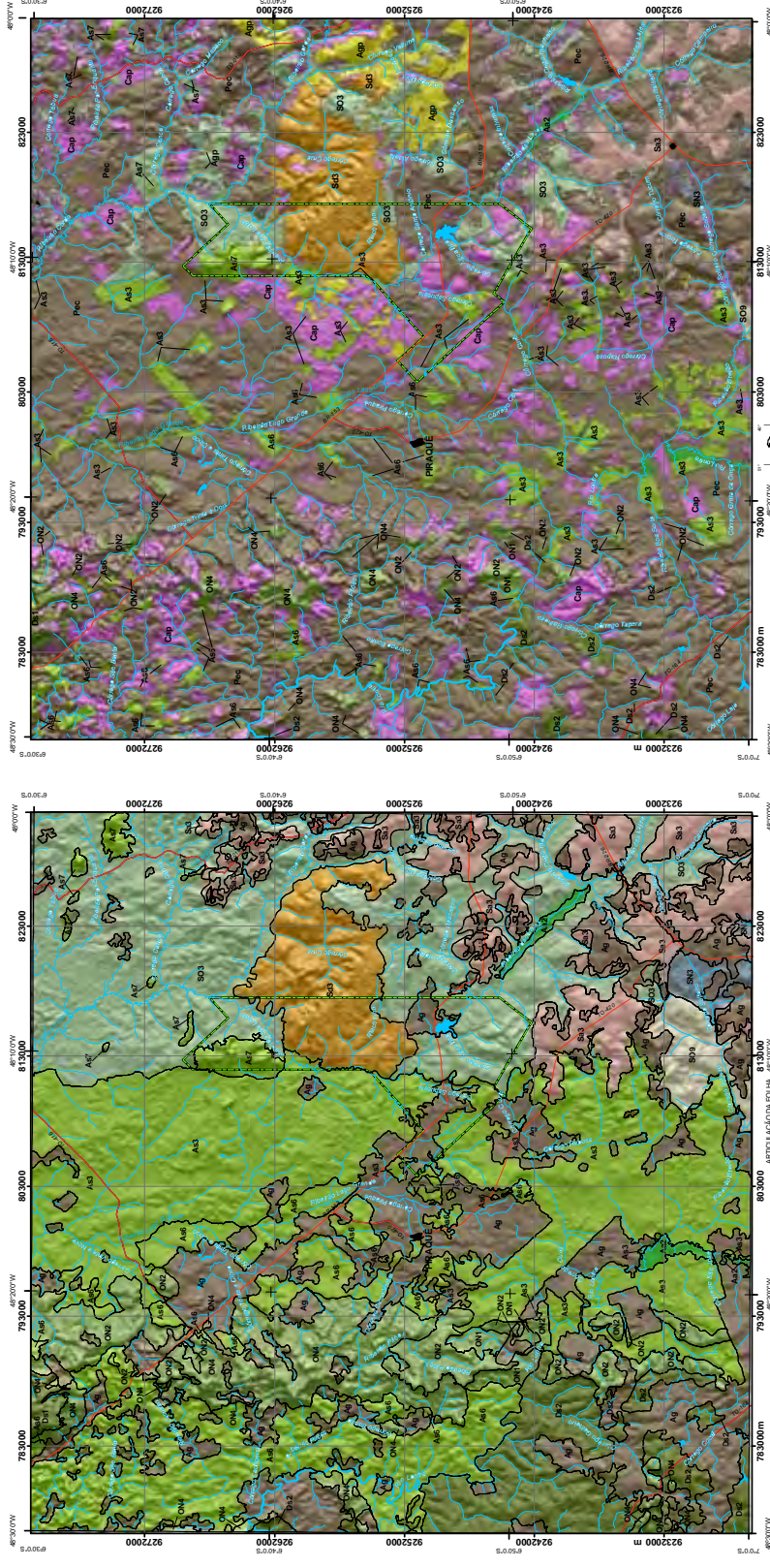
ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO NO TOCANTINS: CONTRIBUIÇÃO METEOROLÓGICA E PROCESSUAL PARA SUA RECUPERAÇÃO

1:250.000

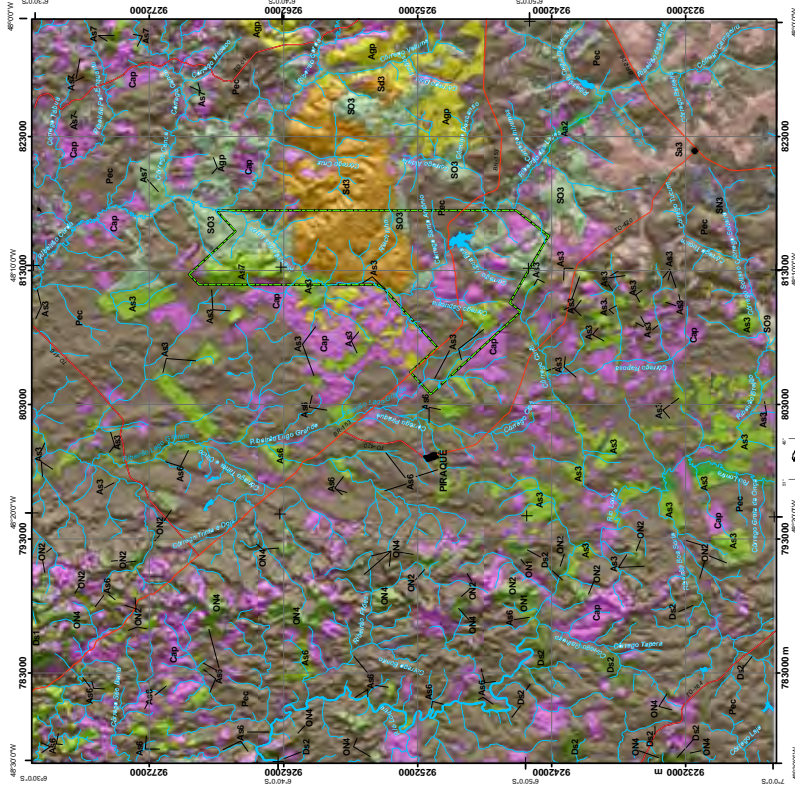
Figura / Página: 39 / 140

CARTA-IMAGEM DAS UNIDADES TERRITORIAIS BÁSICAS (UTBs) - 1973

COBERTURA DA TERRA - 1973



COBERTURA DA TERRA - 2000



ÁREAS NÃO AGRÍCOLAS	ÁREA URBANA MIETA
	Ag
ÁREAS ANTROPICAS AGRÍCOLAS	AGROPECUÁRIA
	Pr
	Pst
	Agp
	D1
	D2
	D3
	D4
	D5
	D6
	D7
	D8
	D9
	D10
	D11
	D12
	D13
	D14
	D15
	D16
	D17
	D18
	D19
	D20
	D21
	D22
	D23
	D24
	D25
	D26
	D27
	D28
	D29
	D30
	D31
	D32
	D33
	D34
	D35
	D36
	D37
	D38
	D39
	D40
	D41
	D42
	D43
	D44
	D45
	D46
	D47
	D48
	D49
	D50
	D51
	D52
	D53
	D54
	D55
	D56
	D57
	D58
	D59
	D60
	D61
	D62
	D63
	D64
	D65
	D66
	D67
	D68
	D69
	D70
	D71
	D72
	D73
	D74
	D75
	D76
	D77
	D78
	D79
	D80
	D81
	D82
	D83
	D84
	D85
	D86
	D87
	D88
	D89
	D90
	D91
	D92
	D93
	D94
	D95
	D96
	D97
	D98
	D99
	D100

CONVENÇÕES CARTOGRAFICAS

ESTRADAS DE RODAGEM

— Rodovia não pavimentada
— Rodovia pavimentada

HIDROGRAFIA

— Curso d'água permanente
— Rio, lagoa ou lago intermitente
— Reservatório

VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA

— CERRADO TIPOCO (S1)

— CERRADO TIPOCO (S2)

— CERRADO TIPOCO (S3)

— CERRADO TIPOCO (S4)

— CERRADO TIPOCO (S5)

— CERRADO TIPOCO (S6)

— CERRADO TIPOCO (S7)

— CERRADO TIPOCO (S8)

— CERRADO TIPOCO (S9)

— CERRADO TIPOCO (S10)

— CERRADO TIPOCO (S11)

— CERRADO TIPOCO (S12)

— CERRADO TIPOCO (S13)

— CERRADO TIPOCO (S14)

— CERRADO TIPOCO (S15)

— CERRADO TIPOCO (S16)

— CERRADO TIPOCO (S17)

— CERRADO TIPOCO (S18)

— CERRADO TIPOCO (S19)

— CERRADO TIPOCO (S20)

— CERRADO TIPOCO (S21)

— CERRADO TIPOCO (S22)

— CERRADO TIPOCO (S23)

— CERRADO TIPOCO (S24)

— CERRADO TIPOCO (S25)

— CERRADO TIPOCO (S26)

— CERRADO TIPOCO (S27)

— CERRADO TIPOCO (S28)

— CERRADO TIPOCO (S29)

— CERRADO TIPOCO (S30)

— CERRADO TIPOCO (S31)

— CERRADO TIPOCO (S32)

— CERRADO TIPOCO (S33)

— CERRADO TIPOCO (S34)

— CERRADO TIPOCO (S35)

— CERRADO TIPOCO (S36)

— CERRADO TIPOCO (S37)

— CERRADO TIPOCO (S38)

— CERRADO TIPOCO (S39)

— CERRADO TIPOCO (S40)

— CERRADO TIPOCO (S41)

— CERRADO TIPOCO (S42)

— CERRADO TIPOCO (S43)

— CERRADO TIPOCO (S44)

— CERRADO TIPOCO (S45)

— CERRADO TIPOCO (S46)

— CERRADO TIPOCO (S47)

— CERRADO TIPOCO (S48)

— CERRADO TIPOCO (S49)

— CERRADO TIPOCO (S50)

— CERRADO TIPOCO (S51)

— CERRADO TIPOCO (S52)

— CERRADO TIPOCO (S53)

— CERRADO TIPOCO (S54)

— CERRADO TIPOCO (S55)

— CERRADO TIPOCO (S56)

— CERRADO TIPOCO (S57)

— CERRADO TIPOCO (S58)

— CERRADO TIPOCO (S59)

— CERRADO TIPOCO (S60)

— CERRADO TIPOCO (S61)

— CERRADO TIPOCO (S62)

— CERRADO TIPOCO (S63)

— CERRADO TIPOCO (S64)

— CERRADO TIPOCO (S65)

— CERRADO TIPOCO (S66)

— CERRADO TIPOCO (S67)

— CERRADO TIPOCO (S68)

— CERRADO TIPOCO (S69)

— CERRADO TIPOCO (S70)

— CERRADO TIPOCO (S71)

— CERRADO TIPOCO (S72)

— CERRADO TIPOCO (S73)

— CERRADO TIPOCO (S74)

— CERRADO TIPOCO (S75)

— CERRADO TIPOCO (S76)

— CERRADO TIPOCO (S77)

— CERRADO TIPOCO (S78)

— CERRADO TIPOCO (S79)

— CERRADO TIPOCO (S80)

— CERRADO TIPOCO (S81)

— CERRADO TIPOCO (S82)

— CERRADO TIPOCO (S83)

— CERRADO TIPOCO (S84)

— CERRADO TIPOCO (S85)

— CERRADO TIPOCO (S86)

— CERRADO TIPOCO (S87)

— CERRADO TIPOCO (S88)

— CERRADO TIPOCO (S89)

— CERRADO TIPOCO (S90)

— CERRADO TIPOCO (S91)

— CERRADO TIPOCO (S92)

— CERRADO TIPOCO (S93)

— CERRADO TIPOCO (S94)

— CERRADO TIPOCO (S95)

— CERRADO TIPOCO (S96)

— CERRADO TIPOCO (S97)

— CERRADO TIPOCO (S98)

— CERRADO TIPOCO (S99)

— CERRADO TIPOCO (S100)

UNESP

Projeto de Graduação em Geografia e Meio Ambiente
Curso de Doutorado
Escala: 1:250.000

Autores: rmb/2008
ZONA METROECOLÓGICA DO OESTE DO PARANÁ: CONTRIBUIÇÃO METODOLÓGICA E PROCEDIMENTAL PARA SUA ELABORAÇÃO

Figura / Página: 40 / 141

01

CARTAS-IMAGEM DAS COBERTURAS DA TERRA 1973 E 2000

Art. Finalista: Paulo Augusto

Data: rmb/2008

Verão: 01

Projeto de Graduação em Geografia e Meio Ambiente
Curso de Doutorado
Escala: 1:250.000

Autores: rmb/2008
ZONA METROECOLÓGICA DO OESTE DO PARANÁ: CONTRIBUIÇÃO METODOLÓGICA E PROCEDIMENTAL PARA SUA ELABORAÇÃO

Figura / Página: 40 / 141

CARTAS-IMAGEM DAS COBERTURAS DA TERRA 1973 E 2000

O fato de mudanças na geometria entre as UTBs 1973 e 2000 reservam a elas uma característica peculiar, qual seja, que as UTBs são dinâmicas. Elas se modificam em termos de geometria na medida em que ocorrem alterações na cobertura da terra.

As observações anteriores solidificam a idéia de que as unidades dos temas geologia, solos e relevo, e de outros temas de importância para um zoneamento e, sobretudo as UTBs, são fortemente dependentes de uma base de dados confiável e rica em produtos de diferentes naturezas. A função da base de dados é propiciar uma boa exatidão na delimitação de polígonos das unidades de interesse.

Sabendo-se que aconteceram mudanças geométricas nas UTBs de um zoneamento para outro, já era de se esperar que elas trouxessem diferentes resultados na cartografia das zonas e subzonas na Folha Piraquê. No entanto, constatou-se que os resultados dos zoneamentos são muito similares em termos de áreas (Tabela 1) e que, entre eles, há uma convergência em termos cartográficos da ordem de 85% (Tabela 2). Isto mostra que as UTBs foram, em grande parte, coincidentes em termos de classificação por zonas e subzonas, destacando que a zona A e subzona B1 mantiveram-se praticamente com as mesmas quantidades de áreas nos dois anos em análise.

No caso da zona A, a convergência chega a quase 91% do total de sua área em 1973. No caso da subzona B1, apesar das áreas terem valores muito próximos (B1 - 1973 = 11,96% e B1 - 2000 = 10,08%) obtém-se como convergência apenas 52% de índice de B1 (2000) em relação a B1 cartografada em 1973. A zona C alcançou 83% de índice.

As subzonas B2 e B3 tiveram índices de convergências da ordem de 92% (B2) e 79% (B3) em relação às suas áreas em 1973. As diferenças em áreas devem-se à melhor qualidade dos limites das UTBs 1973 em relação às UTBs 2000, para os locais onde os limites se restringem às rupturas de relevo.

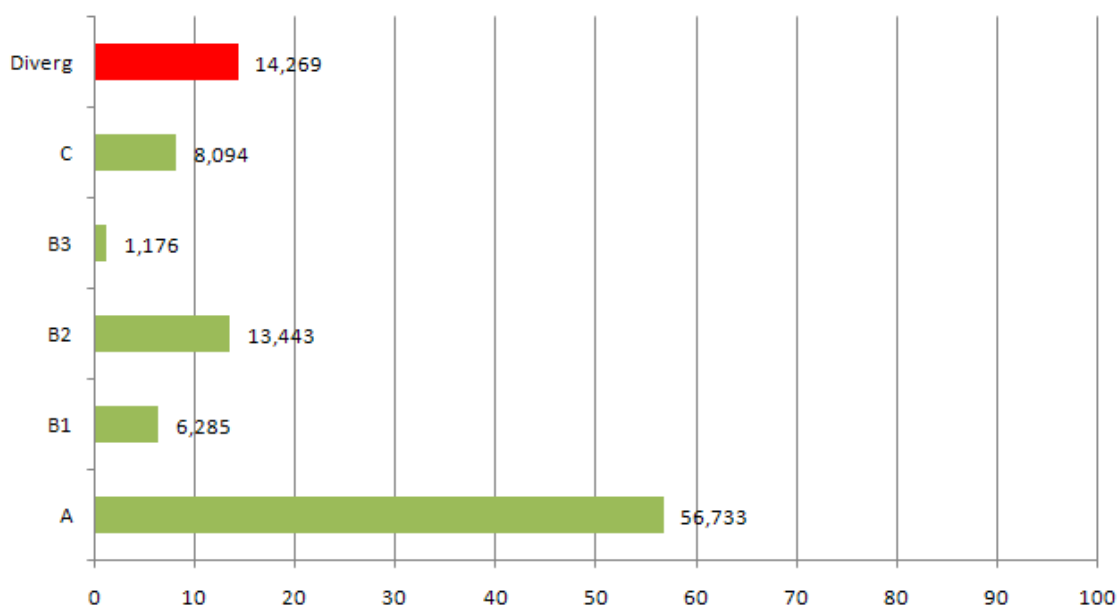
Tabela 1 - Áreas das zonas e subzonas cartografadas nos zoneamentos ambientais 1973 e 2000.

Zona / subzona	Zoneamento ambiental			
	1973 (área - ha)	1973 (área - %)	2000 (área - ha)	2000 (área - %)
A	190.972,9839	62,39	198.780,1189	64,94
B1	36.611,8513	11,96	30.852,7082	10,08
B2	44.296,2886	14,47	42.782,7708	13,98
B3	4.527,2895	1,48	4.198,5497	1,37
C	29.700,0225	9,70	29.494,2881	9,64
Total	306.108,4357	100,00	306.108,4357	100,00

Tabela 2 - Áreas convergentes para as zonas e subzonas cartografadas nos zoneamentos ambientais 1973 e 2000.

Zoneamento ambiental		Convergência		
1973	2000	Área (ha)	% em relação à área da zona ou subzona no zon. ambiental	% em relação à área da Folha Piraquê
A	A	173.664,6513	90,94	56,733
B1	B1	19.238,2213	52,55	6,285
B2	B2	41.148,6684	92,89	13,443
B3	B3	3.601,1514	79,54	1,176
C	C	24.777,7765	83,43	8,094
Total		262.430,4690	-	85,7310

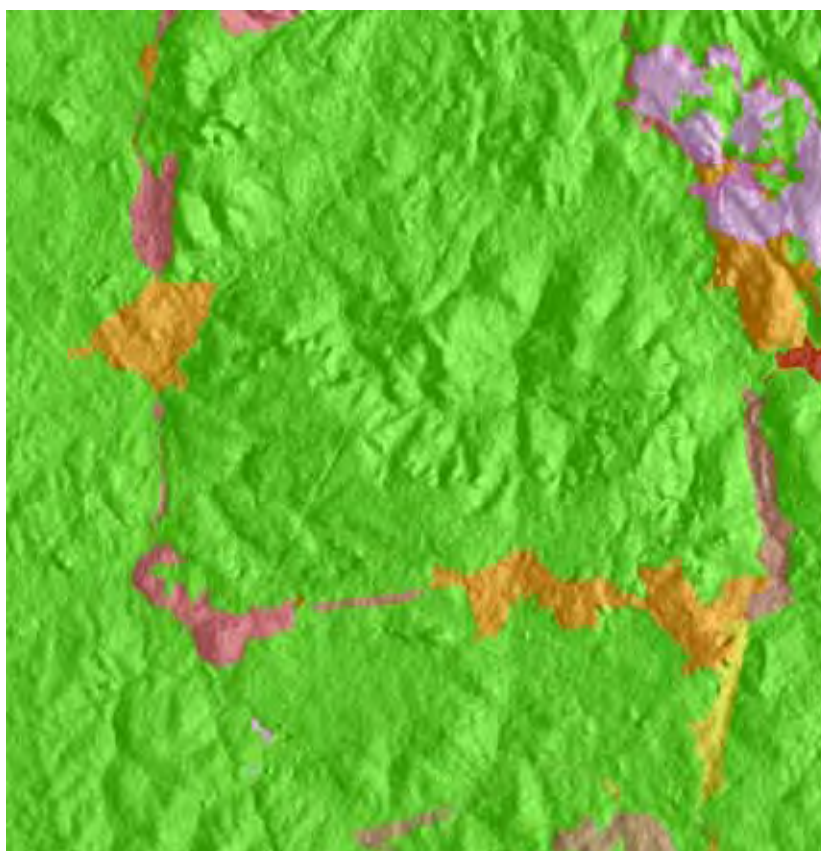
A Figura 41 mostra as convergências entre as áreas das zonas e subzonas cartografadas em relação à área total da Folha Piraquê.

**Figura 41.** Gráfico de barras mostrando as contribuições relativas de cada zona ou subzona, em termos de convergência nos zoneamentos ambientais de 1973 e 2000.

Quando ocorre a divergência entre zonas e subzonas, não só os limites das UTBs são diferentes como também suas classificações finais, que podem estar vinculadas com possíveis reclassificações de polígonos nos temas usados no zoneamento 1973 (Tabela 3). Em vários locais, as divergências que ocorrem nas bordas das zonas ou subzonas (e.g., C/A, B3/A) são insignificantes e estão representadas por polígonos estreitos, quase lineares (Figura 42).

Tabela 3 - Áreas divergentes para as zonas e subzonas cartografadas nos zoneamentos ambientais 1973 e 2000.

Zoneamento ambiental		Divergência		
1973	2000	Área (ha)	% em relação à área da zona ou subzona no zon. ambiental	% em relação à área da Folha Piraquê
A	B1	11.563,2785	6,05	3,78
	B2	1.294,3036	0,68	0,42
	B3	434,9124	0,23	0,14
	C	4.028,5636	2,11	1,32
B1	A	16.754,5478	45,76	5,473
	B2	176,9249	0,48	0,058
	B3	159,7670	0,44	0,052
	C	280,3138	0,77	0,092
B2	A	2.730,6266	6,16	0,892
	C	407,6342	0,92	0,133
B3	A	878,0855	19,40	0,287
	B1	46,7628	1,03	0,015
C	A	4.762,2288	16,03	1,556
	B1	3,1342	0,01	0,001
	B2	156,8830	0,53	0,051
Total		43.677,9667	-	14,269

**Figura 42.** Polígonos estreitos exibindo as divergências entre os limites das UTBs dos zoneamentos ambientais de 1973 e 2000 (em verde estão os locais de convergências).

As principais divergências são decorrentes das classificações de UTBs de 1973 para 2000, em ordem decrescente: B1 para A; C para A; A para B1. Estas divergências equivalem em percentuais, com relação às áreas das unidades em 1973, a: 46% (B1/A); 16% (C/A); 6% (A/B1). Quem mais perdeu área foi a subzona B1.

A Figura 43 mostra as contribuições das zonas e subzonas nas divergências entre os resultados dos zoneamentos 1973 e 2000.

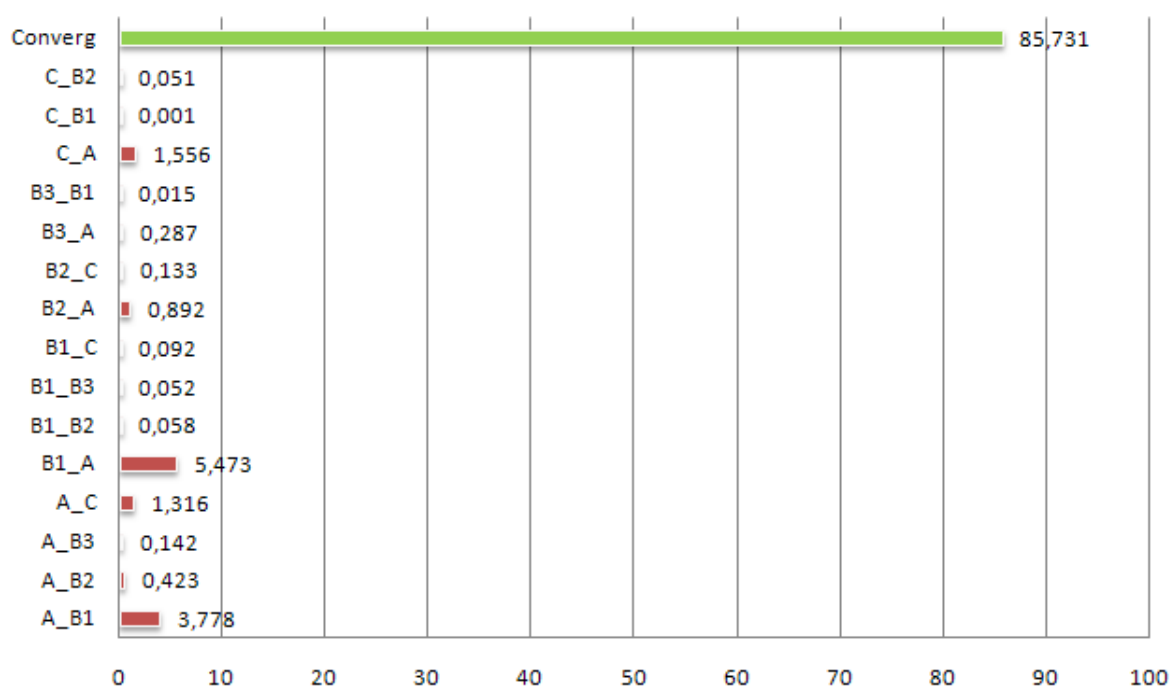


Figura 43. Gráfico de barras mostrando as contribuições relativas de cada zona ou subzona em termos de divergência nos zoneamentos ambientais de 1973 e 2000.

No caso das mudanças de classificação de UTBs da subzona B1 para zona A, e vice-versa, a razão é a reclassificação de polígonos nos mapas temáticos do diagnóstico do ZEE-NTO. Para a alteração zona C/zona A, as razões foram a mudança na cobertura da terra e a aptidão favorável ao uso humano. Para o ano 1973, quando as UTBs estavam cobertas por vegetação primitiva e associada com uma alta importância para a preservação da biodiversidade, prevaleceu a classificação pela zona C. Como em 2000 a vegetação já havia sido substituída por pastagem (pecuária), a aptidão favorável ao uso humano foi quem determinou a classificação das mesmas UTBs em zona A. Assim, o zoneamento, em áreas onde já aconteceu a ocupação humana e que tem aptidão para uso mais intenso dos

recursos naturais, acaba por manter as UTBs como áreas para a produção ou conservação do uso.

A Figura 44 exemplifica essas situações, enquanto a carta das convergências e divergências entre os zoneamentos está na exibida na Figura 45.

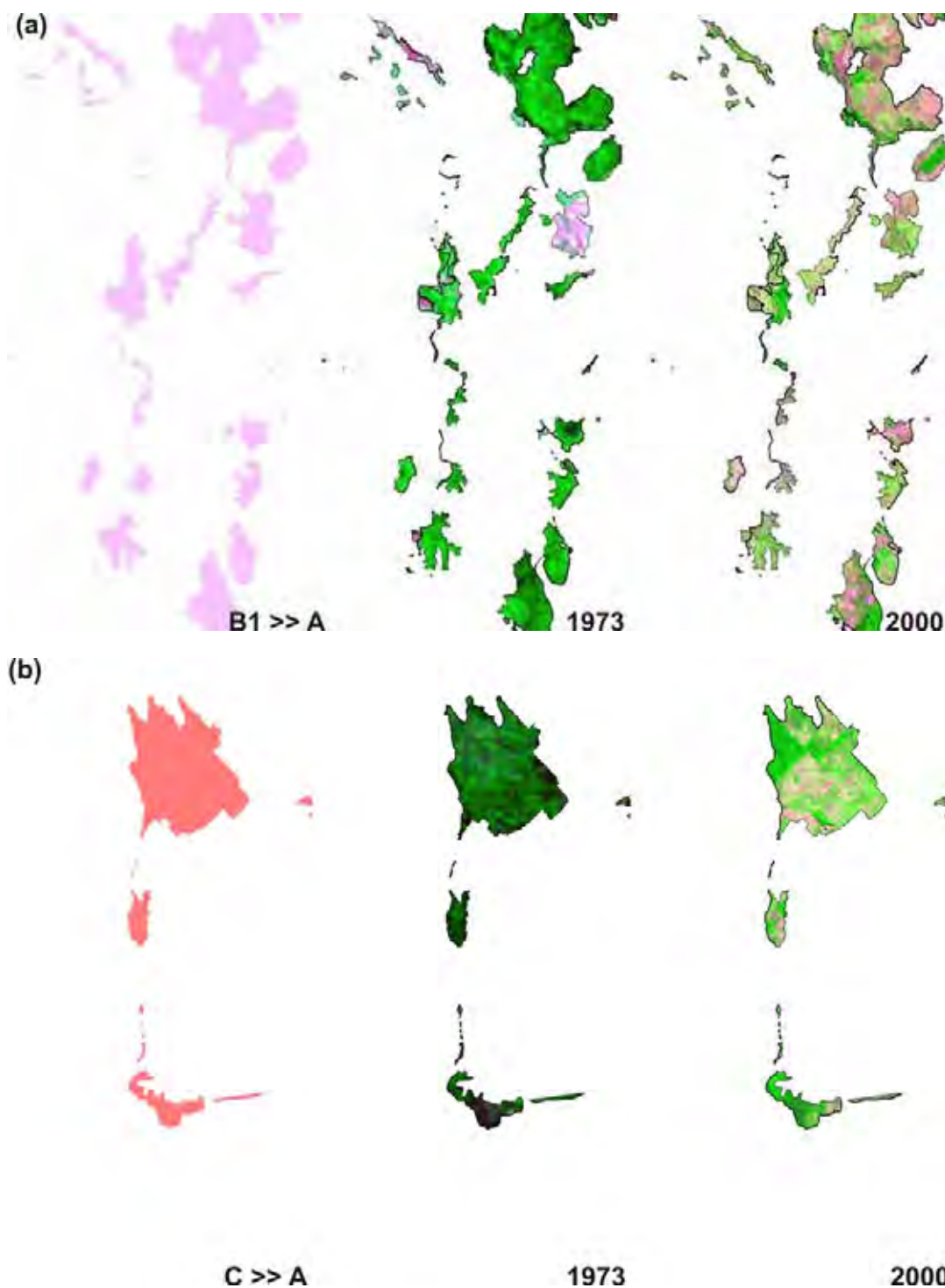


Figura 44. Exemplo dos locais de divergências entre: (a) subzona B1 (1973) e a zona A (2000); (b) as zonas C (1973) e A (2000). Áreas cobertas por Floresta Ombrófila (1973) e predominantemente por pastagem (2000).

CONVERGÊNCIAS ENTRE ZONAS E SUBZONAS (1973 / 2000)	1	A
	2	B1
	3	B2
	4	B3
	5	C
DIVERGÊNCIAS ENTRE ZONAS E SUBZONAS (1973 / 2000)	1a	B1 de A
	1b	B2 de A
	1c	B3 de A
	1d	C de A
	2a	A de B1
	2b	B2 de B1
	2c	B3 de B1
	2d	C de B1
	3a	A de B2
	3b	C de B2
	4a	A de B3
	4b	C de B3
	5a	A de C
	5b	B1 de C
	5c	B2 de C

ZONA A - ÁREAS PARA OCUPAÇÃO HUMANA
 Áreas cobertas ou não com vegetação primária ou secundária, favoráveis à realização de atividades diversas e implantação de empreendimentos, de caráter temporário ou permanente, promovidos por agentes públicos ou privados. A ocupação e uso dessas áreas devem ser compatíveis com as diferentes capacidades de suporte ambiental e estar em conformidade com a legislação vigente.

B. ÁREAS PARA CONSERVAÇÃO AMBIENTAL E DO PATRIMÔNIO CULTURAL

B1. Áreas para Conservação dos Ambientes Naturais

Áreas de uso humano consolidado, ou cobertas ou não com vegetação primária ou secundária, com atividades exercidas com técnicas e dimensões toleráveis em termos de atendimento à capacidade de suporte ambiental regional, onde o licenciamento não deve permitir a redução dos ambientes naturais.

B2. Áreas para o Corredor Ecológico Tocantins - Araguaia

Porções de ecossistemas naturais ou alterados, interligando unidades de conservação e áreas com coberturas vegetadas preservadas que possibilitam o movimento de biota e o fluxo de genes entre elas, facilitando a dispersão de espécies e a re-colonização de áreas degradadas, bem como a manutenção de populações biológicas que, para serem viabilizadas demandam áreas com extensão maior do que aquelas das unidades de conservação isoladas.

B3. Áreas de Ocorrências de Cavidades Naturais Subterrâneas

Áreas com potencial e ocorrências de cavidades naturais subterrâneas, incluindo todos os termos regionais gruta, lapaa, toca, abismo, fuma e buraco, que devem ser preservadas e conservados para estudos e pesquisas de ordem técnico-científica, bem como atividades de culto espeleológico, étnico-cultural, turístico, recreativo e educativo.

ZONA C - ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DE PROTEÇÃO INTEGRAL

Espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituídas ou indicadas como prioritárias para instituição legal pelo Poder Público. Áreas com objetivos de conservação e limites definidos, sob regimes especiais de administração, aos quais se aplicam garantias adequadas de proteção integral, ou seja, a manutenção dos ecossistemas e dos sítios culturais livres de alterações causadas por interferência humana, admitido apenas o uso indireto dos seus atributos naturais.

— Limite de zonas e subzonas
 — Unidade de conservação municipal criada pela Lei Municipal 0104/2004 (APA Sapucaia)

HIDROGRAFIA

— Curso de água perene
 — Rio, lagoa ou lago intermitente, reservatório

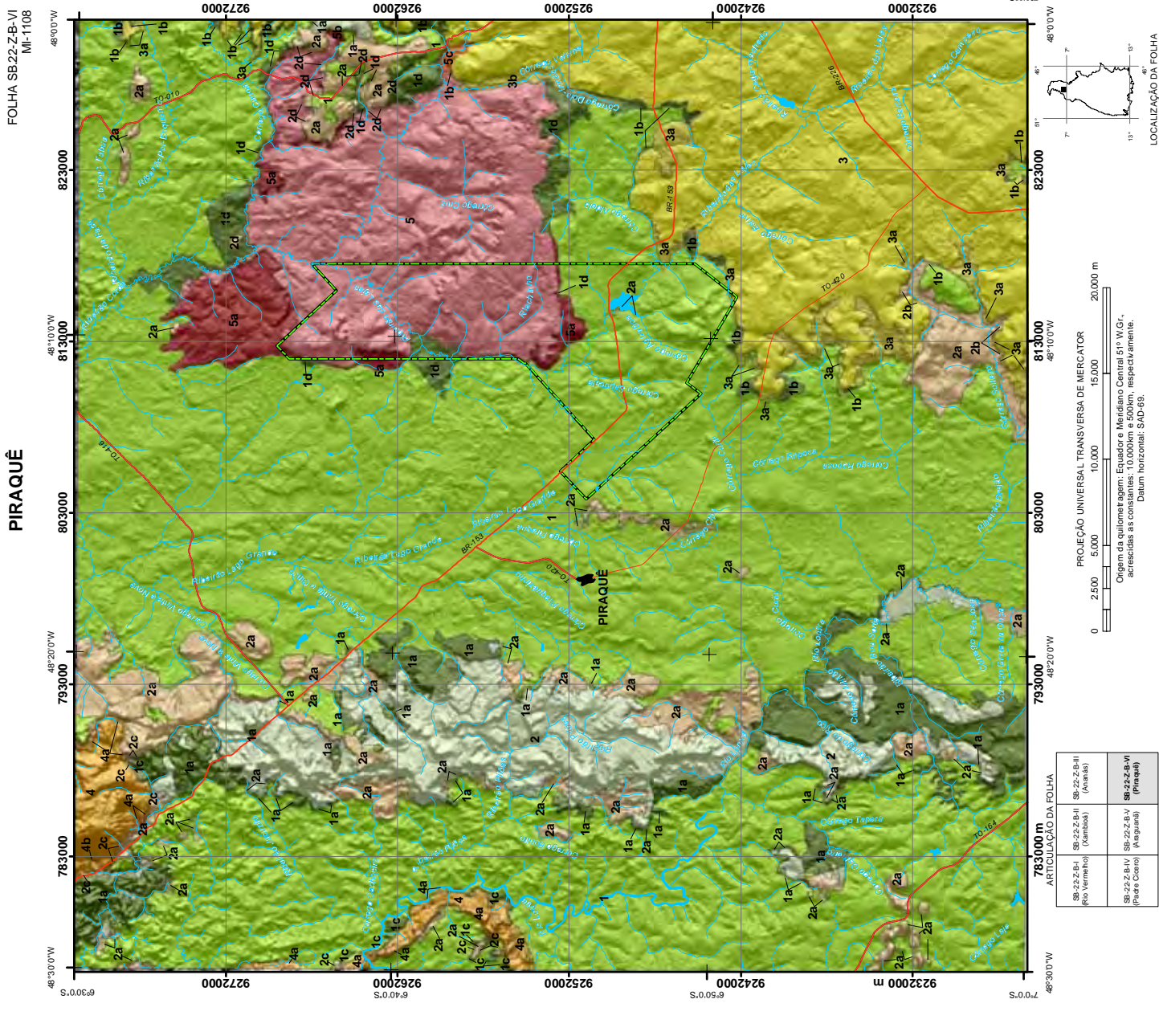
OUTRAS CONVENÇÕES

— Área urbana

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

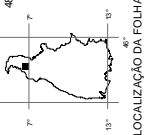
ESTRADAS DE RODAGEM
 — Rodovia não pavimentada
 — Rodovia pavimentada

Aré-finalista: Paulo Augusto	Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente Curso de Doutorado	unesp
Data: maio/2008	ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO NO TOCANTINS: CONTRIBUIÇÃO METODOLÓGICA E PROCESSUAL PARA SUA E RECURSO	
Versão: 01	CARTAMAGEM DAS CONVERGÊNCIAS E DIVERGÊNCIAS ENTRE OS ZONEAMENTOS AMBIENTAL-1973 E AMBIENTAL-2000	Figura / Página: 45 / 147



783000 m	ARTICULAÇÃO DA FOLHA
SB-22.5-B1 (Rio Vermelho)	SB-22.5-B1II (Ananias)
SB-22.5-B2 (Xumbá)	SB-22.5-B1III (Ananias)
SB-22.5-B3 (Pauzeiro)	SB-22.5-B1IV (Piraquê)

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
 0 2.500 5.000 10.000 15.000 20.000 m
 Origem da quilometragem: Equador e Meridiano Central 51° W.G.R.,
 acrescentadas as coordenadas: 1.000.000m e 500.000m, respectivamente.
 Datum horizontal: SAD-69.



5.4.2 Zoneamento geoambiental 1973 *versus* zoneamento ambiental 2000

As áreas das zonas e subzonas cartografadas nos zoneamentos geoambiental 1973 e ambiental 2000 (Figura 46) constam na Tabela 4. Esperava-se que os dois zoneamentos apresentassem resultados pouco convergentes para a classificação do terreno em zonas e subzonas. De fato, os resultados são diferenciados, pois as zonas A e C exibem diferenças significativas em área, correspondentes, respectivamente, de um ano para outro, a quase 20% e 25% da área total da Folha Piraquê. De 1973 para 2000, a subzona B1 aumentou sua extensão, enquanto as subzonas B2 e B3 mantiveram-se quase com as mesmas áreas.

Tabela 4 - Áreas das zonas e subzonas cartografadas nos zoneamentos geoambiental 1973 e ambiental 2000.

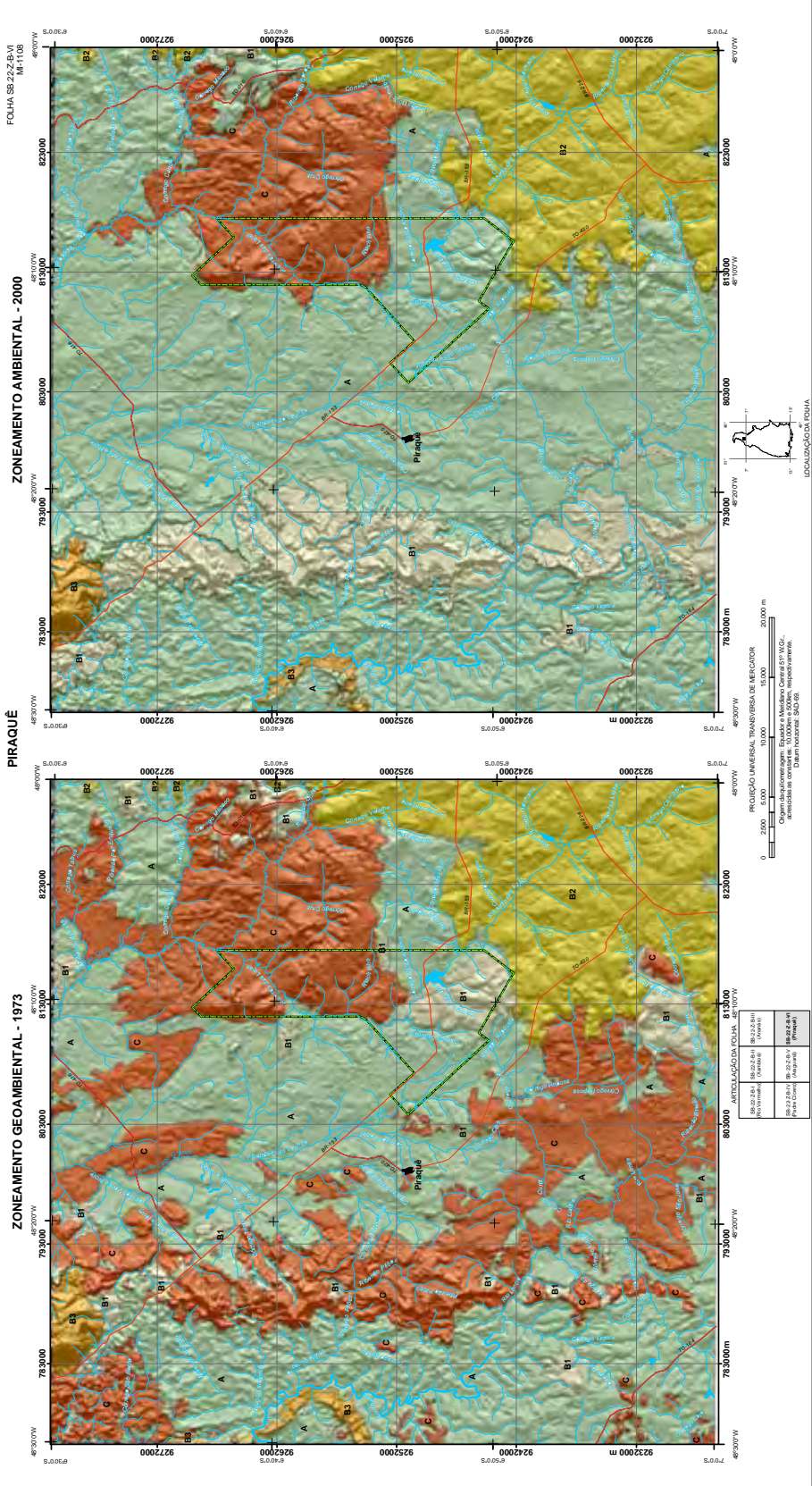
Zona/subzona	Zoneamento geoambiental		Zoneamento ambiental	
	1973 (área - ha)	1973 (área - %)	2000 (área - ha)	2000 (área - %)
A	134.088,0005	43,80	198.780,1189	64,94
B1	18.843,7234	6,16	30.852,7082	10,08
B2	44.296,2886	14,47	42.782,7708	13,98
B3	4.527,2895	1,48	4.198,5497	1,37
C	104.353,1337	34,09	29.494,2881	9,64
Total	306.108,4357	100,00	306.108,4357	100,00

Analisando-se as informações apresentadas na Tabela 5, observa-se que os resultados da cartografia das zonas e subzonas são convergentes em cerca de 63% do total da área da Folha Piraquê.

Tabela 5 - Áreas convergentes entre as zonas e subzonas cartografadas nos zoneamentos geoambiental 1973 e ambiental 2000.

Zoneamento geoambiental	Zoneamento ambiental	Convergência		
		Área (ha)	% em relação à área da zona ou subzona no zon. geoambiental	% em relação à área da Folha Piraquê
1973	2000			
A	A	121.583,3136	90,65	39,7190
B1	B1	3.261,3482	17,31	1,0654
B2	B2	41.148,6684	92,89	13,4425
B3	B3	3.601,1514	79,54	1,1764
C	C	25.339,2123	24,28	8,2779
Total		194.933,6940	-	63,6813

<p>ÁREAS PARA OCUPAÇÃO URBANA (ZONA)</p>	<p>A Áreas cobertas ou não com vegetação primária ou secundária, favoráveis à realização de atividades agrícolas e implantação de empreendimentos de interesse privado. A ocupação e uso dessas áreas devem ser compatíveis com as condições de suporte ambiental e estar em conformidade com a legislação vigente.</p> <p>B1 Áreas para o desenvolvimento de atividades industriais, comerciais e de serviços em âmbito regional, onde o loteamento não deve permitir a instalação de ambientes naturais.</p> <p>B2 Áreas de uso humano consolidado, ou cobertas ou não com vegetação primária ou secundária, com atividades agrícolas, pecuárias, extrativas, artesanais e de recreio em áreas rurais, com o atendimento às capacidades de suporte ambiental regional, onde o loteamento não deve permitir a instalação de ambientes naturais.</p> <p>B3 Áreas para o desenvolvimento de atividades industriais, comerciais e de serviços em âmbito regional, onde o loteamento não deve permitir a instalação de ambientes naturais.</p> <p>C Áreas para o desenvolvimento de atividades industriais, comerciais e de serviços em âmbito regional, onde o loteamento não deve permitir a instalação de ambientes naturais.</p>
<p>ÁREAS PARA O DESENVOLVIMENTO DE ATIVIDADES DE INTERESSE PÚBLICO (ZONA)</p>	<p>B2 Áreas para o desenvolvimento de atividades industriais, comerciais e de serviços em âmbito regional, onde o loteamento não deve permitir a instalação de ambientes naturais.</p> <p>B3 Áreas para o desenvolvimento de atividades industriais, comerciais e de serviços em âmbito regional, onde o loteamento não deve permitir a instalação de ambientes naturais.</p> <p>C Áreas para o desenvolvimento de atividades industriais, comerciais e de serviços em âmbito regional, onde o loteamento não deve permitir a instalação de ambientes naturais.</p>
<p>ÁREAS PARA O DESENVOLVIMENTO DE ATIVIDADES DE INTERESSE PÚBLICO (ZONA)</p>	<p>B2 Áreas para o desenvolvimento de atividades industriais, comerciais e de serviços em âmbito regional, onde o loteamento não deve permitir a instalação de ambientes naturais.</p> <p>B3 Áreas para o desenvolvimento de atividades industriais, comerciais e de serviços em âmbito regional, onde o loteamento não deve permitir a instalação de ambientes naturais.</p> <p>C Áreas para o desenvolvimento de atividades industriais, comerciais e de serviços em âmbito regional, onde o loteamento não deve permitir a instalação de ambientes naturais.</p>
<p>ÁREAS PARA O DESENVOLVIMENTO DE ATIVIDADES DE INTERESSE PÚBLICO (ZONA)</p>	<p>B2 Áreas para o desenvolvimento de atividades industriais, comerciais e de serviços em âmbito regional, onde o loteamento não deve permitir a instalação de ambientes naturais.</p> <p>B3 Áreas para o desenvolvimento de atividades industriais, comerciais e de serviços em âmbito regional, onde o loteamento não deve permitir a instalação de ambientes naturais.</p> <p>C Áreas para o desenvolvimento de atividades industriais, comerciais e de serviços em âmbito regional, onde o loteamento não deve permitir a instalação de ambientes naturais.</p>



CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

ESTRADAS DE RODAGEM

- Rodovia não pavimentada
- Rodovia pavimentada

HIDROGRAFIA

- Curso d'água permanente
- Rio, lago ou lago intermitente, reservatório

OUTRAS CONVENÇÕES

- Área urbana

Auto-função:	Plenário em Conselho e Meio Ambiente
Assessor:	Curso de Doutorado
Projeto:	Zona Metro ecológico acadêmico no município de Pirajá - RJ
Execução:	12/2000
Revisão:	01
Figura:	Figura 1/49
Legenda:	GEOMBIENTAL (1973) E AMBIENTAL (2000)

LOCALIZAÇÃO DA FOLHA

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR

ESCALA: 1:20.000

Coordenadas UTM: 793000 W, 823000 N

Coordenadas Geográficas: 46° 10' 00" W, 22° 22' 30" S

Coordenadas de Referência: 46° 10' 00" W, 22° 22' 30" S

Coordenadas de Referência: 46° 10' 00" W, 22° 22' 30" S

Coordenadas de Referência: 46° 10' 00" W, 22° 22' 30" S

Coordenadas de Referência: 46° 10' 00" W, 22° 22' 30" S

A convergência no terreno com classificação em iguais zonas e subzonas pode ser considerada satisfatória. Dos seis fatores usados nos zoneamentos, eles tiveram quatro em comum (aptidão agrícola, uso potencial da vegetação, uso potencial agropecuário, vulnerabilidade à erosão), além é claro, de terem metas idênticas, ou seja, os estabelecimentos das mesmas zonas e subzonas, mantendo as classificações para as subzonas B2 e B3 independentes da classificação da UBCs e UTBs, pela aplicação direta dos métodos.

Vale lembrar que a manutenção dos fatores aconteceu por priorização de uso deles após consultas feitas à equipe da DZE/Seplan-TO e entrevistas com pessoas-chave de instituições do governo estadual. Talvez estas sejam as razões que permitiram um índice de convergência de 63% nos resultados, além das coincidências entre os limites de UBCs e UTBs.

Pela análise combinada das tabelas 4 e 5, observa-se que a zona A mostra que cerca de 90,65% de sua área, em 1973, foi mantida como zona A no zoneamento de 2000. No caso da subzona B1, a convergência foi de apenas 17,31% e, para a zona C, de 24,28%. As subzonas B2 e B3 mostram convergências de 92,89% e 79,54%, respectivamente.

A Figura 47 mostra as informações em termos percentuais permitindo a verificação visual das zonas e subzonas que mais contribuíram para convergências e divergências.

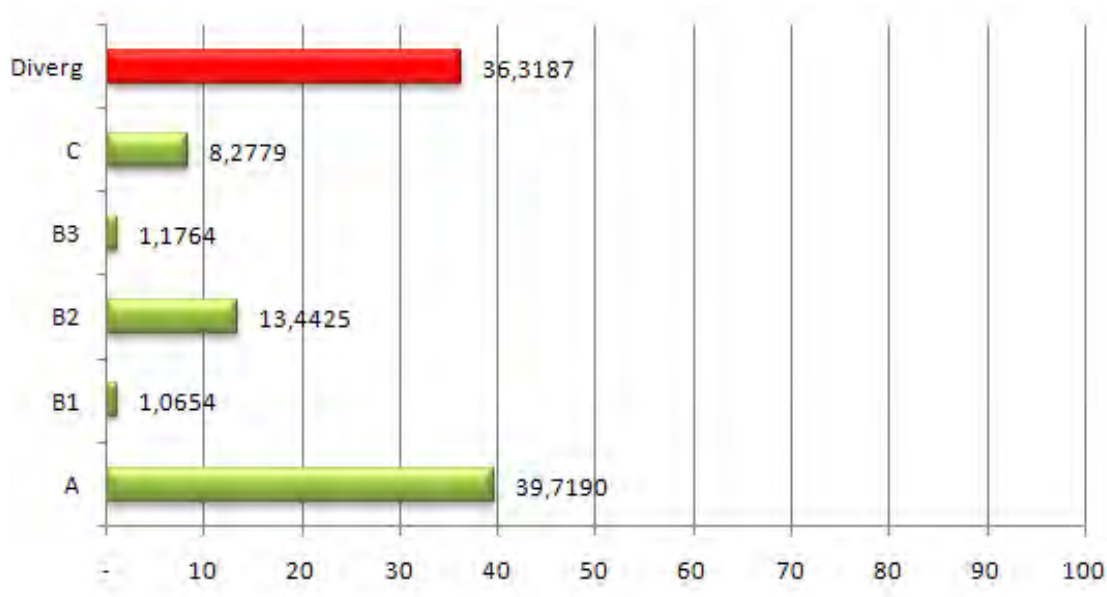


Figura 47. Gráfico de barras mostrando as contribuições relativas de cada zona ou subzona em termos de convergência entre os zoneamentos geoambiental 1973 e ambiental 2000.

As divergências entre as zonas e subzonas cartografadas nos zoneamentos em epígrafe estão exibidas na Tabela 6 e, ilustrativamente, nas figuras 48 e 49.

Tabela 6 - Áreas divergentes entre as zonas e subzonas cartografadas nos zoneamentos geoambiental 1973 e ambiental 2000.

Zoneamento geoambiental	Zoneamento ambiental	Divergência		
		Área (ha)	% em relação à área da zona ou subzona no zon. geoambiental	% em relação à área da Folha Piraquê
A	B1	8.601,3979	6,41	2,809
	B2	867,2138	0,65	0,283
	B3	285,0125	0,21	0,093
	C	2.767,8279	2,06	0,904
B1	A	13.881,4225	73,67	4,534
	B2	450,3335	2,39	0,147
	B3	269,9219	1,43	0,088
	C	979,6137	5,20	0,320
B2	A	2.730,6266	6,16	0,892
	C	407,6342	0,92	0,133
B3	A	878,0855	19,40	0,286
	B1	46,7628	1,03	0,015
C	A	59.716,6918	57,23	19,508
	B1	18.941,8880	18,15	6,188
	B2	310,5642	0,30	0,101
	B3	39,7450	0,04	0,013
Total		111.174,7417	-	36,318

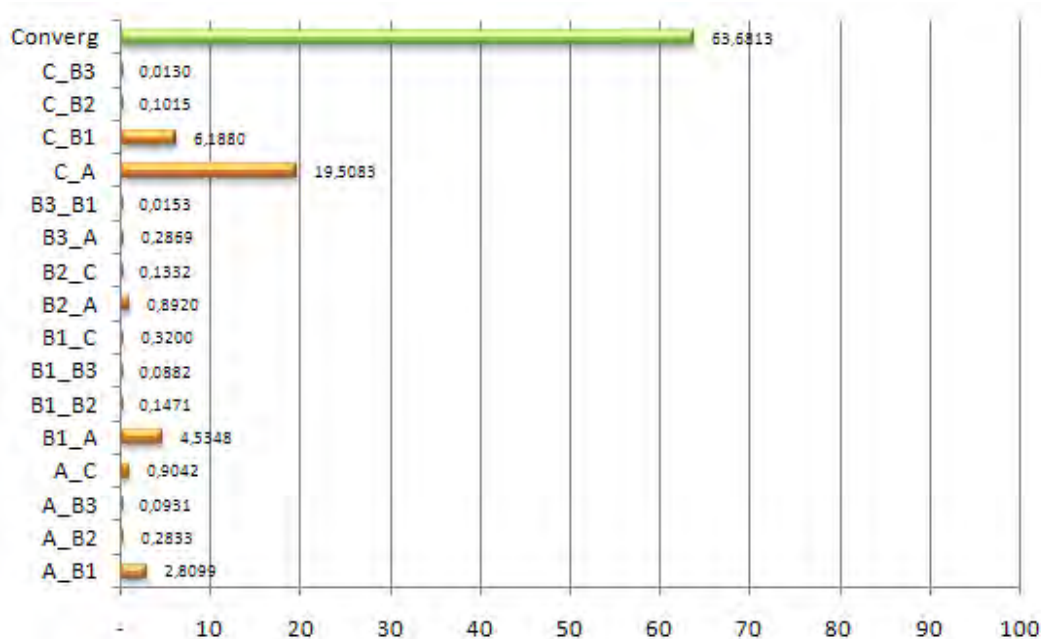
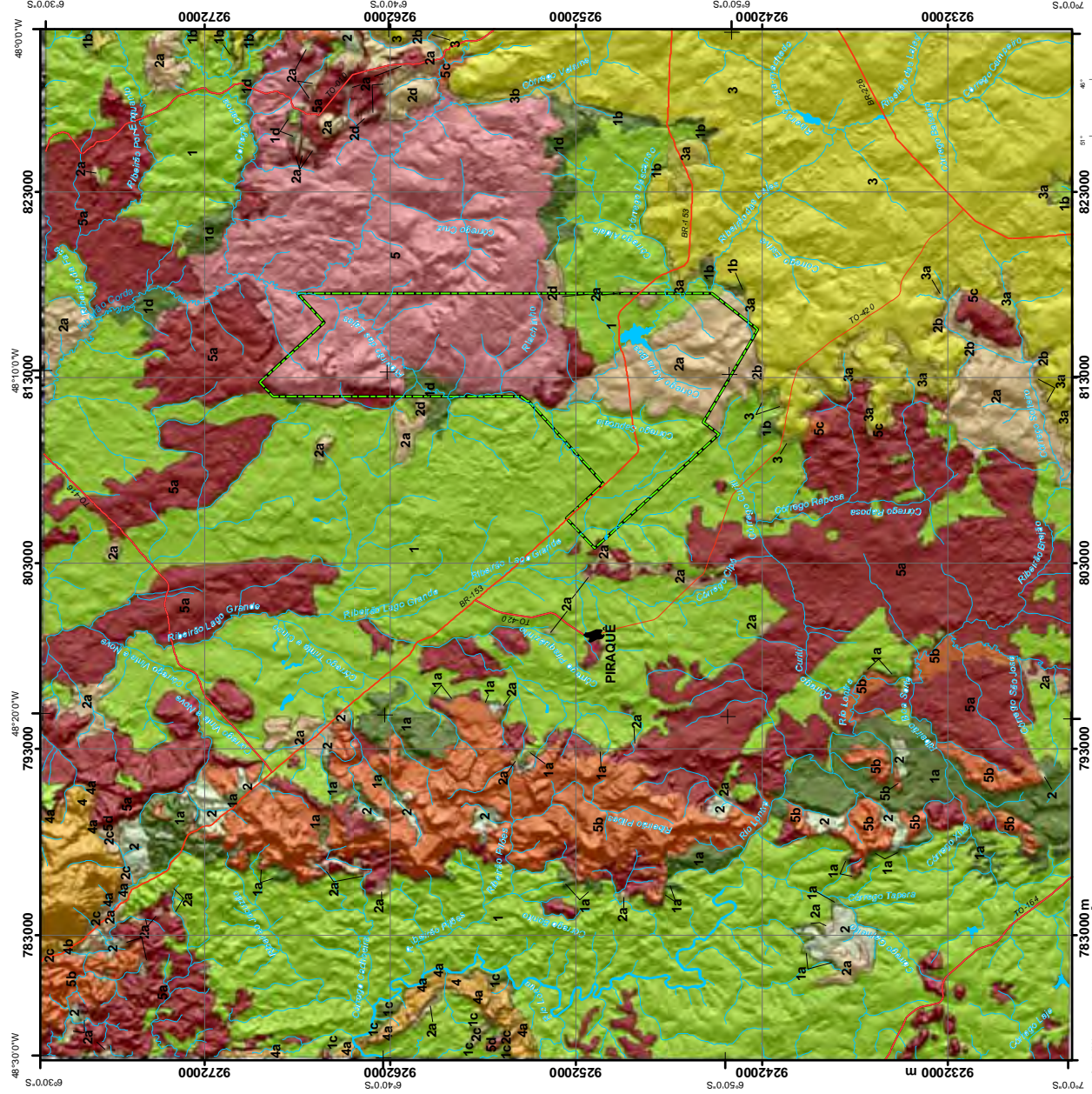


Figura 48. Gráfico de barras mostrando as contribuições relativas de cada zona ou subzona em termos de divergência entre os zoneamentos geoambiental 1973 e ambiental 2000.

PIRAQUÉ

FOLHA SB-22-Z-B-VI
MI-1108



783000 m	783000	793000	803000	813000	823000
48°30'0"W	48°20'0"W	48°10'0"W	81°30'0"W	81°30'0"W	81°30'0"W
9272000	9272000	9272000	9272000	9272000	9272000
9262000	9262000	9262000	9262000	9262000	9262000
9252000	9252000	9252000	9252000	9252000	9252000
9242000	9242000	9242000	9242000	9242000	9242000
9232000	9232000	9232000	9232000	9232000	9232000
70'0"S	70'0"S	70'0"S	70'0"S	70'0"S	70'0"S

ARTICULAÇÃO DA FOLHA

SB-22-Z-B-I (Rio Vermelho)	SB-22-Z-B-II (Ximenes)	SB-22-Z-B-III (Ananás)
SB-22-Z-B-IV (Pires Cloro)	SB-22-Z-B-V (Alegria)	SB-22-Z-B-VI (Piraquê)

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR

0 2.500 5.000 10.000 15.000 20.000 m

Origem da quilometragem: Equador e Meridiano Central 51° W.G.R., acrescentadas as constantes: 10.000km e 500km, respectivamente.
Datum horizontal: SAD-66.

LOCALIZAÇÃO DA FOLHA

CONVERGÊNCIAS ENTRE ZONAS E SUBZONAS (1973/2000)

1	A
2	B1
3	B2
4	B3
5	C

DIVERGÊNCIAS ENTRE ZONAS E SUBZONAS (1973/2000)

1a	B1 de A
1b	B2 de A
1c	B3 de A
1d	C de A
2a	A de B1
2b	B2 de B1
2c	B3 de B1
2d	C de B1
3a	A de B2
3b	C de B2
4a	A de B3
4b	C de B3
5a	A de C
5b	B1 de C
5c	B2 de C
5d	B3 de C

ZONA A - ÁREAS PARA OCUPAÇÃO HUMANA
 Áreas cobertas ou não com vegetação primária ou secundária, favoráveis à realização de atividades diversas e implantação de empreendimentos, de caráter temporário ou permanente, promovidos por agentes públicos ou privados. A ocupação e uso dessas áreas devem ser compatíveis com as diferentes capacidades de suporte ambiental e estar em conformidade com a legislação vigente.

B. ÁREAS PARA CONSERVAÇÃO AMBIENTAL E DO PATRIMÔNIO CULTURAL
B1. Áreas para Conservação dos Ambientes Naturais
 Áreas de uso humano consolidado, ou cobertas ou não com vegetação primária ou secundária, com atividades exercidas com técnicas e dimensões toleráveis em termos de atendimento à capacidade de suporte ambiental regional, onde o licenciamento não deve permitir a redução dos ambientes naturais.

B2. Áreas para o Corredor Ecológico Tocantins - Araguaia
 Porções de ecossistemas naturais ou alterados, interligando unidades de conservação e áreas com coberturas vegetais preservadas que possibilitem o movimento da biota e o fluxo de genes entre elas, facilitando a dispersão de espécies e a re-colonização de áreas degradadas, bem como a manutenção de populações biológicas que, para serem viabilizadas demandam áreas com extensão maior do que aquela das unidades de conservação isoladas.

B3. Áreas de Ocorrências de Cavidades Naturais Subterrâneas
 Áreas com potencial e ocorrências de cavidades naturais subterrâneas, incluindo todos os termos regionais gruta, lapta, toca, abismo, fuma e buraco, que devem ser preservadas e conservadas para estudos e pesquisas de ordem técnico-científica, bem como atividades de cunho espeleológico, étnico-cultural, turístico, recreativo e educativo.

ZONA C - ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DE PROTEÇÃO INTEGRAL
 Espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituídas ou indicadas como prioritárias para instituição legal pelo Poder Público. Áreas com objetivos de conservação e limites definidos, sob regimes especiais de administração, aos quais se aplicam garantias adequadas de proteção integral, ou seja, a manutenção dos ecossistemas e dos sítios culturais livres de alterações causadas por interferência humana, admitido apenas o uso indireto dos seus atributos naturais.

HIDROGRAFIA
 Curso de água perene
 Rio, lagoa ou lago intermitente, reservatório

OUTRAS CONVENÇÕES
 Área urbana

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS
 Estradas de Rodagem
 Rodovia não pavimentada
 Rodovia pavimentada

unesp
 Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente
 Curso de Doutorado
 Paulo Augusto
 maio/2008
 01

Escala: 1:250.000
 ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO NO TOCANTINS: CONTRIBUIÇÃO METODOLÓGICA E PROCESSUAL PARA SUA E REGRAS
 CARTA-IMAGEM DAS CONVERGÊNCIAS E DIVERGÊNCIAS ENTRE OS ZONEAMENTOS GEOAMBIENTAL 1973 E AMBIENTAL 2000

Figura / Página:
 49 / 152

As divergências entre as zonas e subzonas podem ser explicadas: (i) pelos dados de entrada; (ii) pela cartografia das UTBs e UBCs; (iii) pela utilização de dois novos planos de informação em relação ao zoneamento ambiental 2000; (iv) pelas alterações da cobertura da terra entre os diferentes anos.

Em relação aos dados de entrada, valem as discussões já realizadas quando da comparação entre os resultados dos zoneamentos ambiental 1973 e 2000. Quanto à cartografia das UTBs e UBCs, para as primeiras também se aplicam as discussões já mencionadas na Seção 5.4.1 (Zoneamento ambiental 1973 *versus* zoneamento ambiental 2000). No caso das UBCs, duas situações foram trazidas às discussões. A primeira delas é a forma de obtenção das UBCs por meio de procedimentos de interpretação de imagens de SR e a segunda é a forma de análise das propriedades para a cartografia final das UBCs.

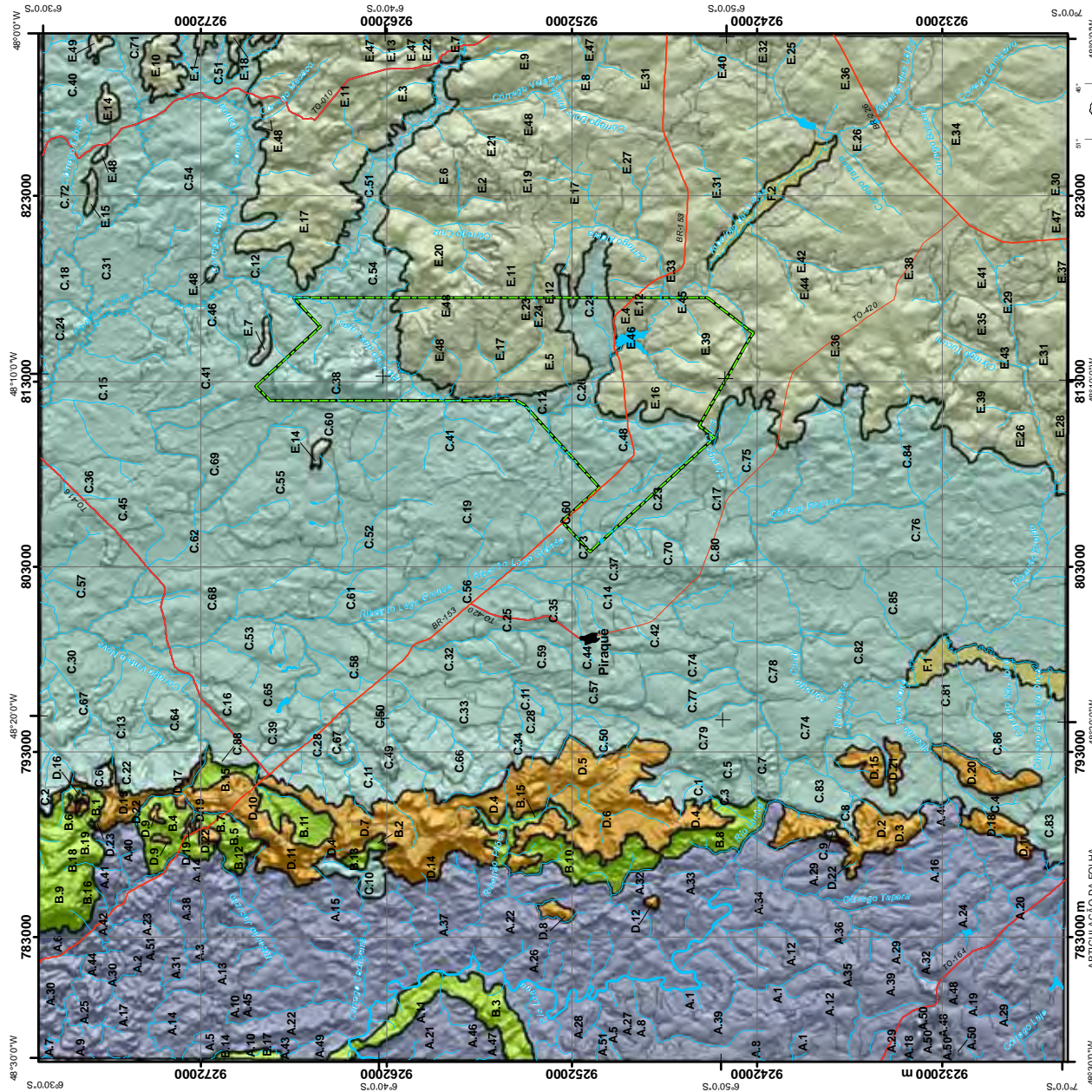
A forma de obtenção das UBCs, conforme propôs Vedovello (2000), segue tradicionalmente os procedimentos de interpretação de imagens de SR segundo o método lógico e sistemático (VENEZIANI; ANJOS, 1982). Ela baseia-se nos elementos texturais de drenagem e relevo. Isto envolve a preparação de um plano de elementos texturais. Estes elementos, posteriormente são separados em zonas homólogas de imagem com base na identificação e traçado das rupturas de relevo. Neste caso, percebe-se que, para a obtenção das UBCs, é necessário que se trabalhe, preferencialmente, em meio digital, usando recursos de SIG com a escala de mapeamento fixa, mas ampliando a feição de interesse, sempre que exigido. Isto, sem dúvida, aumenta a confiabilidade no traçado das rupturas de relevo (exatidão de localização) e, por conseqüência, dos limites envoltórios dos elementos texturais (UBCs).

No mapeamento das UBCs da Folha Piraquê (Figura 50), foram usados os recursos da base de dados deste projeto, contemplando todos os produtos citados nas seções 5.1 (Base de dados geográficos) e 5.4.1 (Zoneamento ambiental 1973 *versus* zoneamento ambiental 2000). Da mesma forma que para as UTBs (1973), as UBCs foram visualizadas em modelo 3D (Figura 51) para propiciar uma melhoria nas suas delimitações cartográficas. Usando os recursos em ambiente SIG a cartografia das UBC ficou mais fácil e confiável.

Na segunda questão - análise das propriedades das UBCs para sua cartografia final -, um fator importante foi a hierarquização das unidades, seja por ambiente geológico ou por unidades de relevo. Isto, conforme afirmou Vedovello (2000), faz com que unidades com características similares situadas em ambientes distintos sejam mantidas como unidades diferentes, fato constatado neste trabalho.

PIRAQUÉ

FOLHA SB-22-Z-B-VI
MI-1108



ARTICULAÇÃO DA FOLHA

SB-22-Z-B-I (Rio Vermelho)	SB-22-Z-B-II (Xambua)	SB-22-Z-B-III (Ananias)
SB-22-Z-B-IV (Pau de Coentro)	SB-22-Z-B-V (Araguaia)	SB-22-Z-B-VI (Piraquê)

LOCALIZAÇÃO DA FOLHA

DOMÍNIO MORFOESTRUTURAL	REGIÃO GEOMORFOLÓGICA	UNIDADE GEOMORFOLÓGICA	UNIDADES BÁSICAS DE COMPARTIMENTAÇÃO
COMPLEXOS METAMÓRFICOS E SEDIMENTARES DO ARUANA E PROTÓZOICO VULCANO-SEDIMENTARES	DEPRESSÃO ARAGUAIA-TOCANTINS	A DEPRESSÃO DO ARAGUAIA	A.1, ..., A.51
	DEPRESSÃO ARAGUAIA-TOCANTINS	B PLANALTO DO INTERFLÚVIO ARAGUAIA-TOCANTINS	B.1, ..., B.19
BACIAS SEDIMENTARES PALEOZOICAS-MESOZOICAS	DEPRESSÃO ARAGUAIA-TOCANTINS	C DEPRESSÃO DO ARAGUAIA	C.1, ..., C.88
	DEPRESSÃO ARAGUAIA-TOCANTINS	D PLANALTO DO INTERFLÚVIO ARAGUAIA-TOCANTINS	D.1, ..., D.23
AZONAIS DAS ÁREAS ALUVIAIS	PLANALTOS DA BACIA DO PARNAMBA	E CHAPADAS DO MEIONORTE (linhas mais baixas)	E.1, ..., E.49
	DEPRESSÃO ARAGUAIA-TOCANTINS	F ÁREAS DE PLANÍCIES FLUVIAIS	F.1, F.2

- Limite de unidade básica de compartimentação
- Limite de unidade geomorfológica
- Unidade de conserva o municipal criada pela Lei Municipal 0104/2004 (APA Sapucaia)

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

- HIDROGRAFIA**
- Curso d'água perene
 - Rio, lagoa ou lago intermitente, reservatório
 -  rea urbana
- OUTRAS CONVENÇÕES**
- ESTRADAS DE RODAGEM
 - Rodovia não pavimentada
 - Rodovia pavimentada

Arre-finalista: Paulo Augusto	Pós-Gradua�o em Geociências e Meio Ambiente Curso de Doutorado	unesp
Data: meio/2008	ZONAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO NO TOCANTINS: CONTRIBUI�O METODOLÓGICA E PROCESSUAL PARA SUA E RECUA�O	Escala: 1:250.000
Versão: 01	CARTA-IMAGEM DAS UNIDADES BÁSICAS DE COMPARTIMENTAÇÃO (UBCs)	Figura / Página: 50 / 154

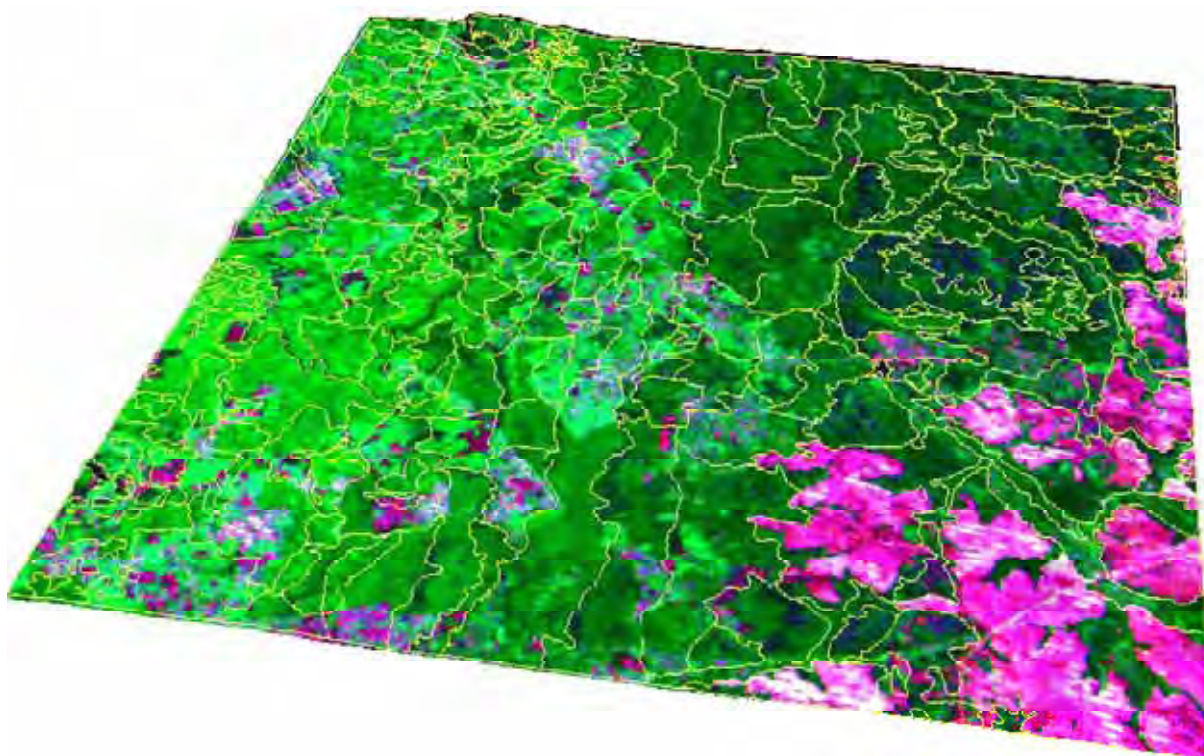
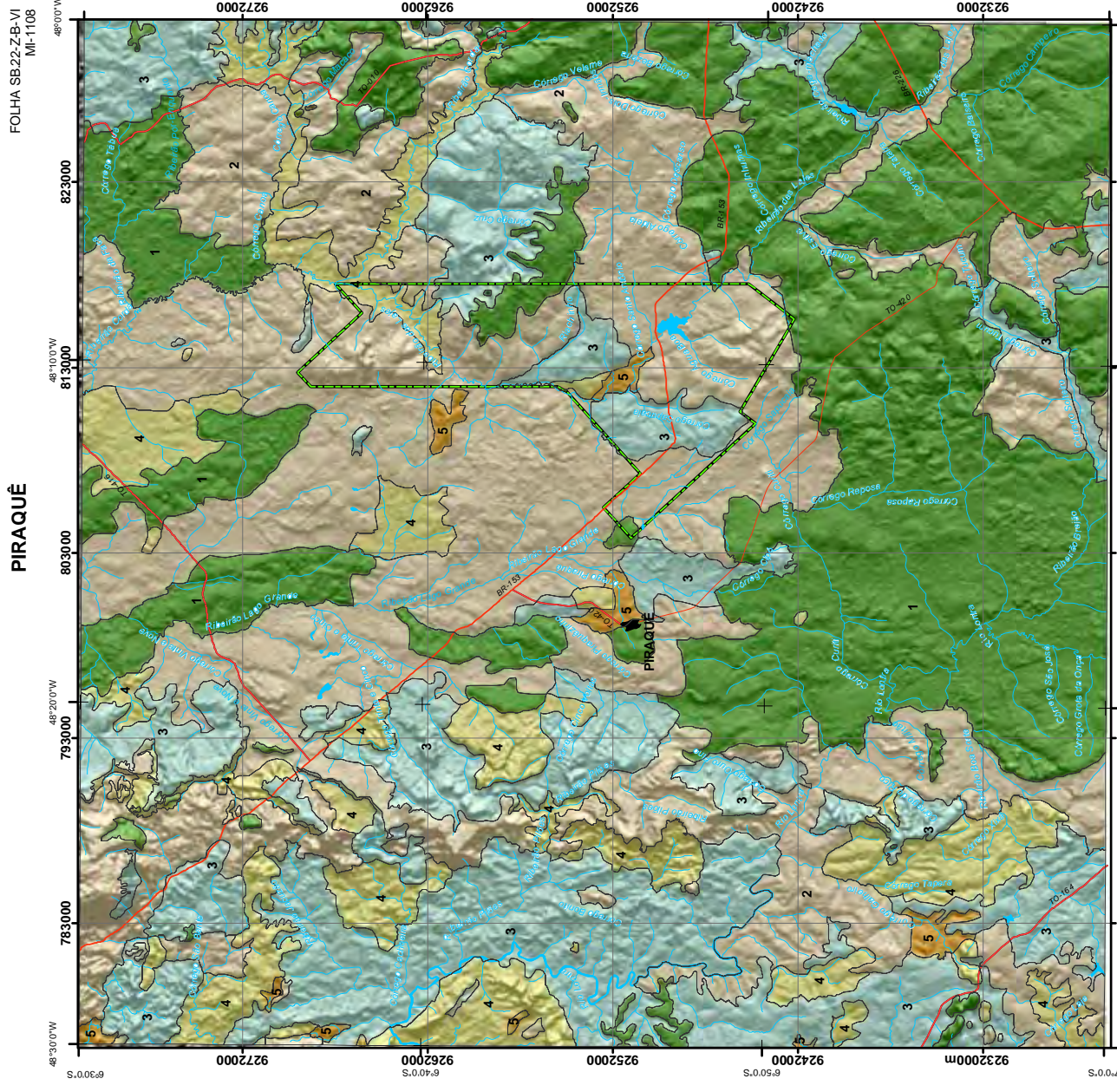


Figura 51. Visualização das UBCs em modelo 3D resultante da combinação do MNT (SRTM) e imagem MSS/Landsat 1973.

Quando da incorporação dos dois novos fatores, áreas potenciais para recarga de aquíferos (Figura 52) e as áreas potenciais para conservação ambiental (Figura 53), esperava-se que eles viessem a diminuir a convergência dos resultados quanto às zonas e subzonas. As divergências devidas a estes dois fatores aumentaram, em muitos hectares, a área da zona C em 1973 e a reduziram, bastante, em 2000, quando ela perdeu área para a zona A e subzona B1. Em 1973, a zona C foi cartografada ocupando 25% da área total da Folha Piraquê e, em 2000, com apenas 9,64%. Esta redução é atribuída ao desmatamento nas áreas indicadas como prioritárias para conservação ambiental e às características favoráveis do terreno para uso dos recursos naturais como áreas para produção.



1	Áreas muito favoráveis
2	Áreas favoráveis
3	Áreas moderadamente favoráveis
4	Áreas pouco favoráveis
5	Áreas sem importância

CLASSES DE POTENCIAL PARA RECARGA DE AQUIFERO

- Limite de zonas e subzonas
- Unidade de conservação municipal criada pela Lei Municipal 0104/2004 (APA Sapucaia)

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

- HIDROGRAFIA**
- Curso d'água perene
 - Rio, lagoa ou lago intermitente, reservatório
 - Área urbana
- ESTRADAS DE RODAGEM**
- Rodovia não pavimentada
 - Rodovia pavimentada
- OUTRAS CONVENÇÕES**
- Área urbana

Artista-finalista: Paulo Augusto	Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente Curso de Doutorado	unesp
Data: meio/2008	ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO NO TOCANTINS: CONTRIBUIÇÃO METODOLÓGICA E PROCESSUAL PARA SUA E RECARGA	
Versão: 01	CARTA-IMAGEM DAS ÁREAS POTENCIAIS PARA RECARGA DE AQUIFEROS	

783000 m
ARTICULAÇÃO DA FOLHA

88-22-2-B-I (Rio Vermelho)	88-22-2-B-II (Ximenes)	88-22-2-B-III (Ananás)
88-22-2-B-IV (Pau de Gato)	88-22-2-B-V (Araguaia)	88-22-2-B-VI (Piraquê)

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR

0 2.500 5.000 10.000 15.000 20.000 m

Origem da quilometragem: Equador e Meridiano Central 51° W.G.T., acrescidas as constantes: 1.000.000 m e 500 km, respectivamente.
Datum horizontal: SAD-66.

LOCALIZAÇÃO DA FOLHA

FOLHA SB.22-Z-B-VI
MI-1108

PIRAQUÊ

CLASSES DE IMPORTÂNCIA	AMBIENTE	
EXTREMAMENTE ALTA	1a	Floresta Ombrófila
	1b	Cerrado
	1c	Contatos (Cerrado / Floresta Ombrófila; Floresta Ombrófila / Floresta Estacional; Cerrado / Floresta Estacional)
MUITO ALTA	2a	Floresta Ombrófila
	2b	Cerrado
	2c	Contatos (Cerrado / Floresta Ombrófila; Floresta Ombrófila / Floresta Estacional; Cerrado / Floresta Estacional)
ALTA	3a	Floresta Ombrófila
	3b	Cerrado
	3c	Contatos (Cerrado / Floresta Ombrófila; Floresta Ombrófila / Floresta Estacional; Cerrado / Floresta Estacional)
SEM SIGNIFICÂNCIA	4	

— Limite de zonas e subzonas
 — Unidade de conservação municipal criada pela Lei Municipal 0104/2004 (APA Sapucaia)

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

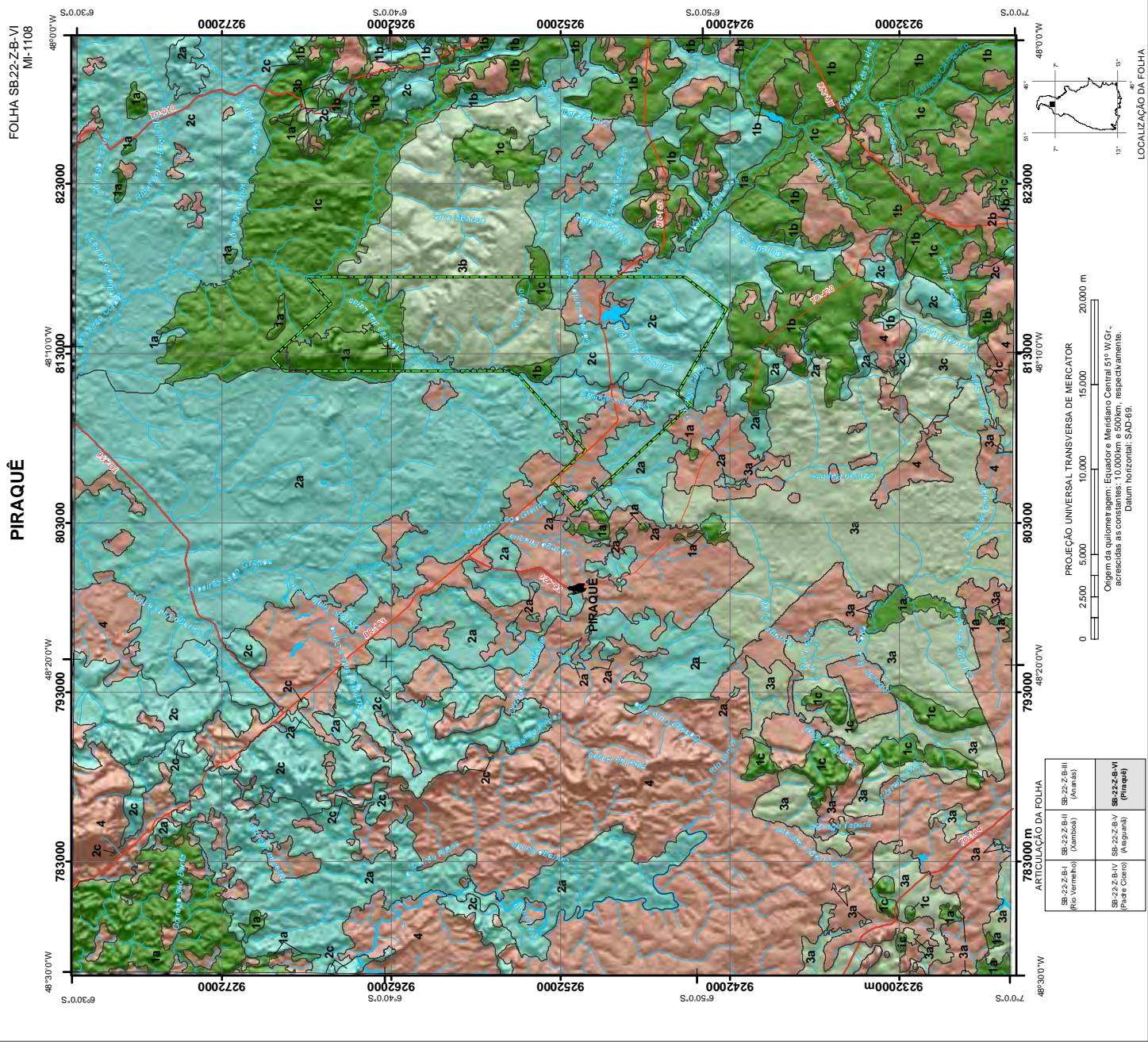
HIDROGRAFIA
 Curso d'água perene
 Rio, lagoa ou lago intermitente, reservatório

ESTRADAS DE RODAGEM
 Rodovia não pavimentada
 Rodovia pavimentada

OUTRAS CONVENÇÕES
 Área urbana

Fonte: Elaborado a partir de MMA (2007) e Dambrós et al. (2006)

Arre-finalista: Paulo Augusto	Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente Curso de Doutorado	unesp
Data: meio/2008	ZONAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO NO TOCANTINS: CONTRIBUIÇÃO METODOLÓGICA E PROCESSUAL PARA SUA E RECUÇÃO	
Versão: 01	CARTA-IMAGEM DAS ÁREAS POTENCIAIS PARA CONSERVAÇÃO AMBIENTAL - 1973	Figura / Página: 53 / 157



FOLHA SB-22-Z-B-VI
 ML-1108

PIRAQUÊ

ARTICULAÇÃO DA FOLHA

SB-22-Z-B-I (Rio Vermelho)	SB-22-Z-B-II (Ximenes)	SB-22-Z-B-III (Ananias)
SB-22-Z-B-IV (Pires Glório)	SB-22-Z-B-V (Araguaia)	SB-22-Z-B-VI (Piraquê)

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
 0 2.500 5.000 10.000 15.000 20.000 m

Origem da quilometragem: Equador e Meridiano Central 51° W.G.R.,
 acréscimos: 10.000km e 500km, respectivamente.
 Datum horizontal: SAD-69.

LOCALIZAÇÃO DA FOLHA

As transformações da zona C (1973) para a zona A (2000) e para a subzona B1 (2000) equivalem, respectivamente, a 19,5% e 6,1% da área total da Folha Piraquê. Na Tabela 6, registra-se que a zona C teve as seguintes perdas: 57,23% de C/A e 18,15% de C/B1 (Figura 54). As mudanças de subzona B1 (1973) para zona A (2000) e vice-versa, equivalem a 73,67% para B1/A e apenas a 6,41% para A/B1.

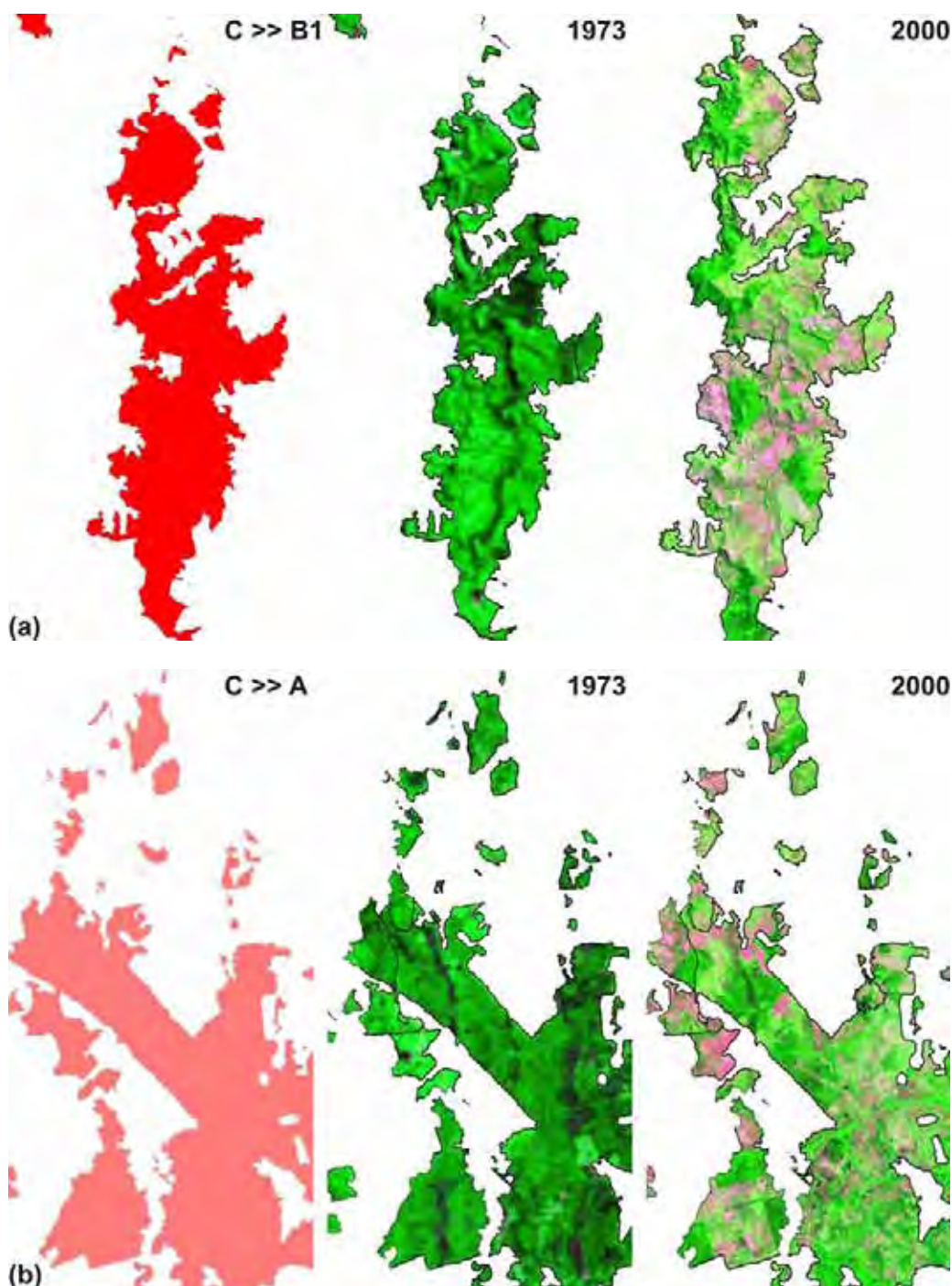


Figura 54. Exemplo de locais de divergências: (a) entre a zona C (1973) e a subzona B1 (2000); (b) entre as zonas C (1973) e A (2000). Áreas cobertas por Floresta Ombrófila (1973) e por pastagem (2000).

As mudanças de classificação do terreno da subzona B1 para A se devem às mesmas razões comentadas para a transformação C/A; enquanto que, da zona A para B1, o motivo é que a aptidão dessas terras não favorece o uso intensivo dos recursos naturais ali encontrados. Aqui a mudança aconteceu em consequência da reclassificação de polígonos do ano 2000 para outra classe no ano 1973, quando os produtos passaram a ter melhor exatidão cartográfica.

Ainda com relação à zona C, os polígonos finais assim classificados devem ser revisados considerando suas extensões e importância, porque não existe um tamanho mínimo de área para conservação ambiental. Porém sempre é dada maior importância às áreas maiores ou à sua relevância para conectar outras áreas protegidas, bem como para manter populações biológicas viáveis. Quando a área é pequena e tem relevância na preservação, ela deve ser mantida; todavia, áreas menores tornam-se ilhas de biodiversidade e estão fadadas a sofrerem muitos efeitos de borda (e.g., a perda progressiva de sua diversidade, a degradação do seu entorno, a invasão de espécies exóticas ou a propagação de outras perturbações, METZGER; CASATTI, 2006).

Finalizando esta análise e discussão, aborda-se a cobertura da terra. Apesar de Vedovello (2000) utilizar as UBCs em ambientes naturais, neste trabalho, as UBCs foram utilizadas independentemente dos ambientes serem ou não naturais. Todavia, na obtenção das UBCs não foi considerada a cobertura da terra, conforme já foi mencionado. Isto deu muitas vantagens para a base de dados estruturada por UBCs, quando se comparou com o banco concebido usando UTBs. A razão é que as UBCs são estáticas no tempo, ou seja, não se modificam em geometria com as alterações da cobertura da terra, ao contrário das UTBs. Este caráter estático dá à base de dados estruturada em UBC as possibilidades de: (i) utilização em quaisquer datas; (ii) atualização de informações referentes aos fatores preexistentes em quaisquer tempo; (iii) introdução de novos fatores físicos, na medida em que informações adicionais são geradas no tempo futuro, ou em diferentes instituições, ou por diferentes especialistas. Caso seja necessária a informação da cobertura da terra para a base de dados, ela pode ser gerada ou atualizada para o ano em que se estiver trabalhando.

5.4.3 Zoneamento geoambiental 1973 *versus* zoneamento ambiental 1973

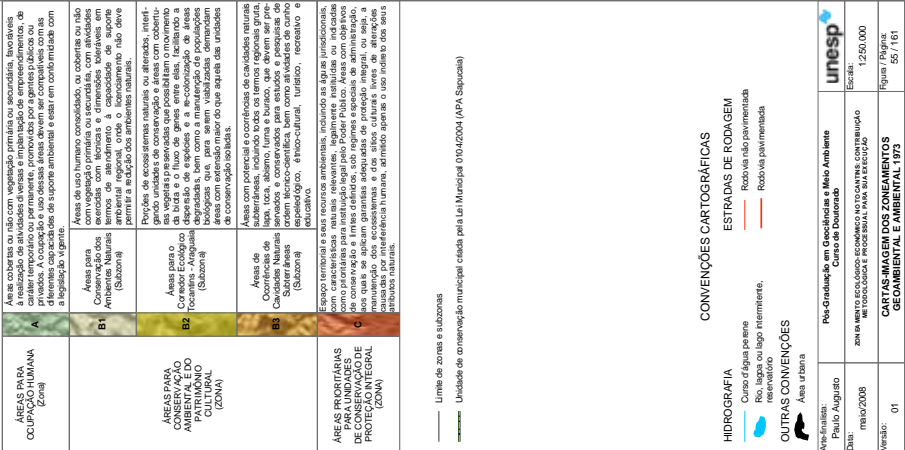
A comparação dos resultados dos zoneamentos geoambiental e ambiental (Figura 55), ambos do ano 1973, praticamente se restringe aos mesmos critérios de análise discutidos para os zoneamentos geoambiental 1973 e ambiental 2000 (Seção 5.4.2 Zoneamento geoambiental 1973 *versus* zoneamento ambiental 2000). Sendo assim, valem as discussões já efetuadas, com uma ressalva, que, no caso da comparação entre os dois zoneamentos de 1973, as UBCs e UTBs possuem limites com melhor exatidão e foram obtidas da mesma base de dados.

Na Tabela 7, pode ser verificado que as zonas A e C apresentam as maiores diferenças de área, respectivamente, quase 20% e 25% da área total da Folha Piraquê. Ocorreram aumentos de área para as duas zonas citadas e para a subzona B1, um acréscimo de cerca de 5% em relação à área da Folha Piraquê. As subzonas B2 e B3 mantiveram-se com as mesmas áreas, confirmando o esperado, pois seus limites são exatamente iguais nos dois zoneamentos.

Tabela 7 - Áreas das zonas e subzonas cartografadas nos zoneamentos geoambiental 1973 e ambiental 1973.

Zona/subzona	Zoneamento geoambiental		Zoneamento ambiental	
	1973 (área - ha)	1973 (área - %)	1973 (área - ha)	1973 (área - %)
A	134.088,0005	43,80	190.972,9839	62,39
B1	18.843,7234	6,16	36.611,8513	11,96
B2	44.296,2886	14,47	44.296,2886	14,47
B3	4.527,2895	1,48	4.527,2895	1,48
C	104.353,1337	34,09	29.700,0225	9,70
Total	306.108,4357	100,00	306.108,4357	100,00

A convergência no terreno com classificação em iguais zonas e subzonas é da ordem de 72%, que pode ser atribuída: (i) às coincidências entre os limites de UBCs e UTBs; (ii) aos quatro fatores (temas) iguais usados nos dois zoneamentos (aptidão agrícola, uso potencial da vegetação, uso potencial agropecuário, vulnerabilidade à erosão); (iii) às metas idênticas de cartografia das mesmas zonas e subzonas; (iv) aos limites iguais das subzonas B2 e B3 para os dois zoneamentos.



ÁREAS PARA OCUPAÇÃO URBANA (ZONA) ÁREAS PARA CRIAÇÃO DE PATRIMÔNIO CULTURAL (ZONA) ÁREAS PARA CRIAÇÃO DE PATRIMÔNIO AMBIENTAL (ZONA)	<p>A Áreas cobertas ou não com vegetação primária ou secundária, favoráveis à realização de atividades recreativas e implantação de empreendimentos de caráter privado. A ocupação e uso dessas áreas devem ser compatíveis com as características físicas, ambientais e de suporte ambiental e estar em conformidade com a legislação vigente.</p> <p>B1 Áreas para o desenvolvimento de atividades ambientais regionais, onde o aproveitamento não deve permitir a alteração dos ambientes naturais.</p> <p>B2 Áreas para o desenvolvimento de atividades ambientais locais, incluindo as vegetações preservadas que possibilitem o movimento de espécies e a re-colonização de populações degradadas, bem como a manutenção de populações de espécies ameaçadas de extinção em áreas com elevado número de quebrações das unidades de conservação locais.</p> <p>B3 Áreas com potencial e ocorrência de cavidades naturais subterâneas de importância para estudos e pesquisas de geológico, geotécnico, arqueológico, etno-cultural, turístico, recreativo e educativo.</p> <p>C Espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas superficiais, subterâneas, atmosféricas e do solo, bem como as paisagens naturais, locais, urbanas, rurais e industriais, que devam ser preservados e conservados para estudos e pesquisas de geológico, geotécnico, arqueológico, etno-cultural, turístico, recreativo e educativo.</p>
ÁREAS PROTEGIDAS DE CONSERVAÇÃO DE PROTEÇÃO INTEGRAL (ZONA)	<p>Limite de zonas e subzonas</p> <p>Unidade de conservação municipal criada pela Lei Municipal 010-02004 (APA Sapucaia)</p> <p>CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS</p> <p>ESTRADAS DE RODAGEM</p> <ul style="list-style-type: none"> Rodovia não pavimentada Rodovia pavimentada <p>HIDROGRAFIA</p> <ul style="list-style-type: none"> Curso d'água permanente Rio, lago ou lago intermitente, reservatório <p>OUTRAS CONVENÇÕES</p> <ul style="list-style-type: none"> Área urbana

ZONEAMENTO AMBIENTAL - 1973

FOLHA SB.22-ZB-VI

MF 1108

unesp

Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente

Curso de Doutorado

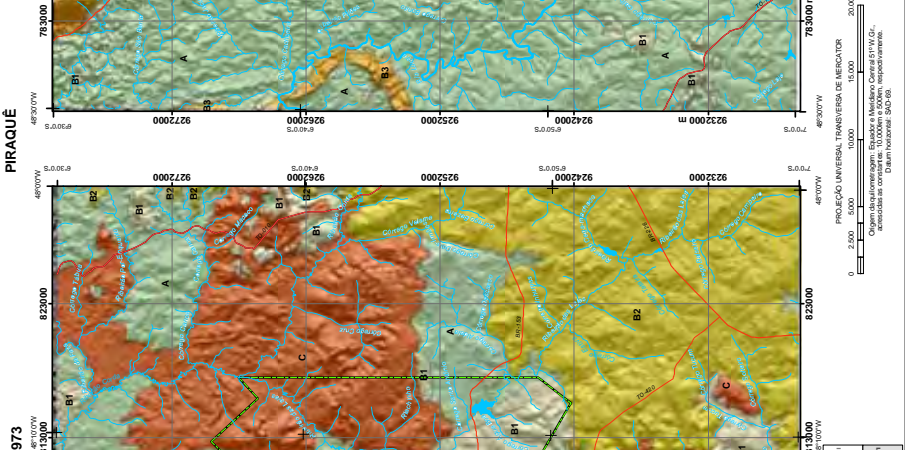
Escala: 1:250.000

ZONA MESTRO ESCOLA SCIENTIARUM DO INSTITUTO GEOGRÁFICO METEOROLÓGICO E PROCEDIMENTAL PAULISTA

CARTAS-IMAGEM DOS ZONEAMENTOS GEOAMBIENTAL E AMBIENTAL 1973

01

Figura / Página: 55 / 161



ZONEAMENTO GEOAMBIENTAL - 1973

ARTICULAÇÃO DA FOLHA SB.22-ZB-VI

MF 1108

unesp

Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente

Curso de Doutorado

Escala: 1:250.000

ZONA MESTRO ESCOLA SCIENTIARUM DO INSTITUTO GEOGRÁFICO METEOROLÓGICO E PROCEDIMENTAL PAULISTA

CARTAS-IMAGEM DOS ZONEAMENTOS GEOAMBIENTAL E AMBIENTAL 1973

01

Figura / Página: 55 / 161

Observando a Tabela 8, percebe-se que a zona A está praticamente com 100% de sua área do zoneamento geoambiental mantida como zona A no zoneamento ambiental. Para a subzona B1, a convergência foi de 46,5%, para a zona C, de 28%. Para as subzonas B2 e B3, as convergências são de 100% da área mapeada no zoneamento geoambiental.

Tabela 8 - Áreas convergentes entre as zonas e subzonas cartografadas nos zoneamentos geoambiental 1973 e ambiental 1973.

Zoneamento geoambiental	Zoneamento ambiental	Convergência		
		Área (ha)	% em relação à área da zona ou subzona no zon. geoambiental	% em relação à área da Folha Piraquê
A	A	134.013,3419	99,94	43,78
B1	B1	8.768,7642	46,53	2,86
B2	B2	44.296,2886	100,00	14,47
B3	B3	4.527,2895	100,00	1,48
C	C	29.356,1293	28,13	9,59
Total		220.961,8134	-	72,18

A Figura 56 exibe as zonas e subzonas que mais contribuíram para a convergência nos resultados dos dois zoneamentos.

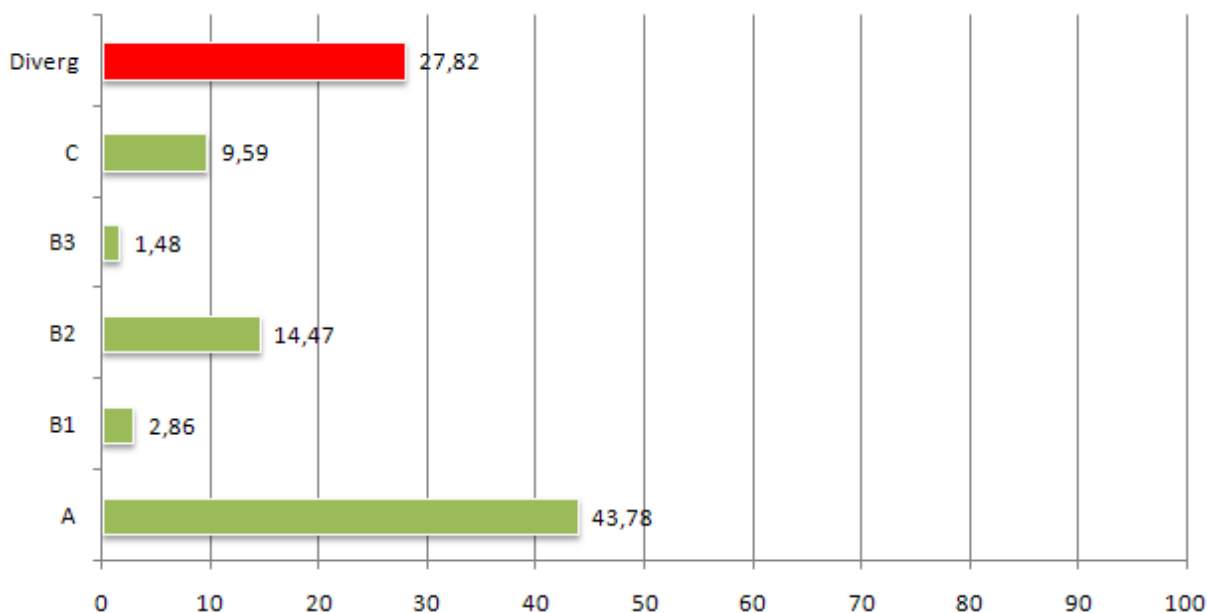


Figura 56. Gráfico de barras mostrando as contribuições relativas de cada zona ou subzona em termos de convergência entre os zoneamentos geoambiental 1973 e ambiental 1973, em relação à área total da Folha Piraquê.

As divergências, entre as zonas e subzonas nos dois zoneamentos em

análise, são exibidas na Tabela 9 e na Figura 57. Elas podem ser explicadas: (i) pelos dados de entrada; (ii) pela utilização de dois novos planos de informação em relação ao zoneamento ambiental 1973.

Tabela 9 - Áreas divergentes entre as zonas e subzonas cartografadas nos zoneamentos geoambiental 1973 e ambiental 1973.

Zoneamento geoambiental	Zoneamento ambiental	Divergência		
		Área (ha)	% em relação à área da zona ou subzona no zon. geoambiental	% em relação à área da Folha Piraquê
1973	1973			
A	B1	74,6586	0,06	0,02
B1	A	9.731,0659	51,64	3,18
	C	343,8932	1,82	0,11
C	A	47.228,5761	45,26	15,43
	B1	27.768,4284	26,61	9,07
Total		85.146,6223	-	27,81

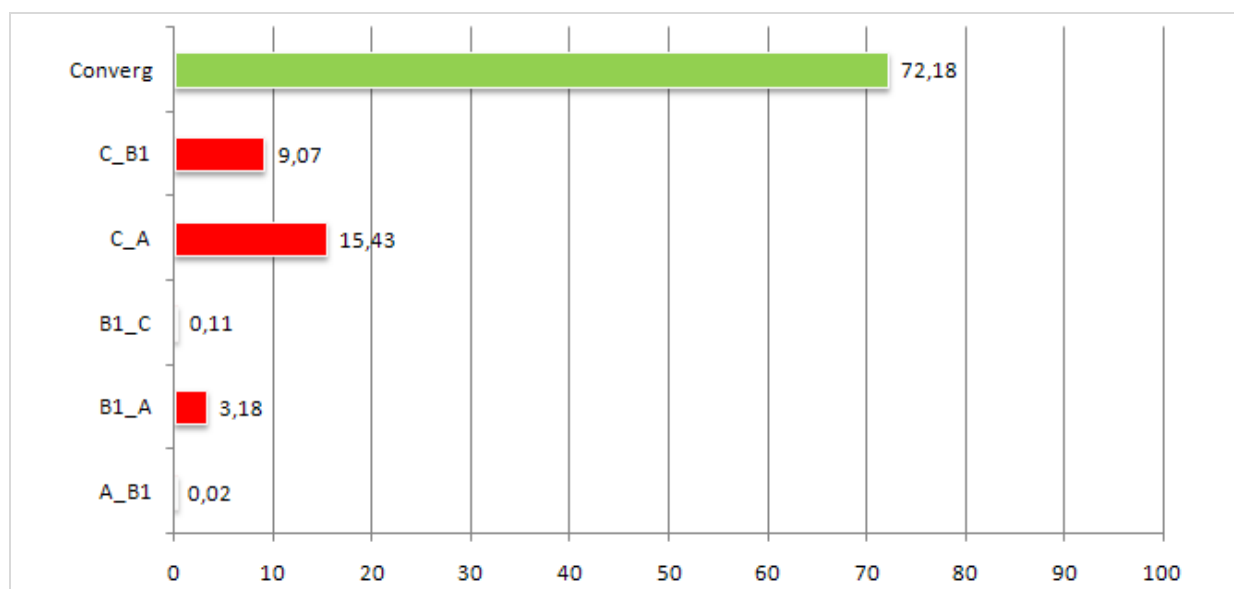


Figura 57. Gráfico de barras mostrando as contribuições relativas de cada zona ou subzona em termos de divergência entre os zoneamentos geoambiental 1973 e ambiental 1973, em relação à área total da Folha Piraquê.

Em relação aos dados de entrada valem as discussões já realizadas quando da comparação entre os resultados dos zoneamentos geoambiental 1973 e 2000. Aqui a razão tende a ser mais voltada para a reclassificação de polígonos nos mapas temáticos oriundos do diagnóstico do ZEE-NTO.

Quanto aos dois novos fatores (áreas potenciais para recarga de aquíferos e áreas prioritárias para conservação da biodiversidade), eles promoveram as

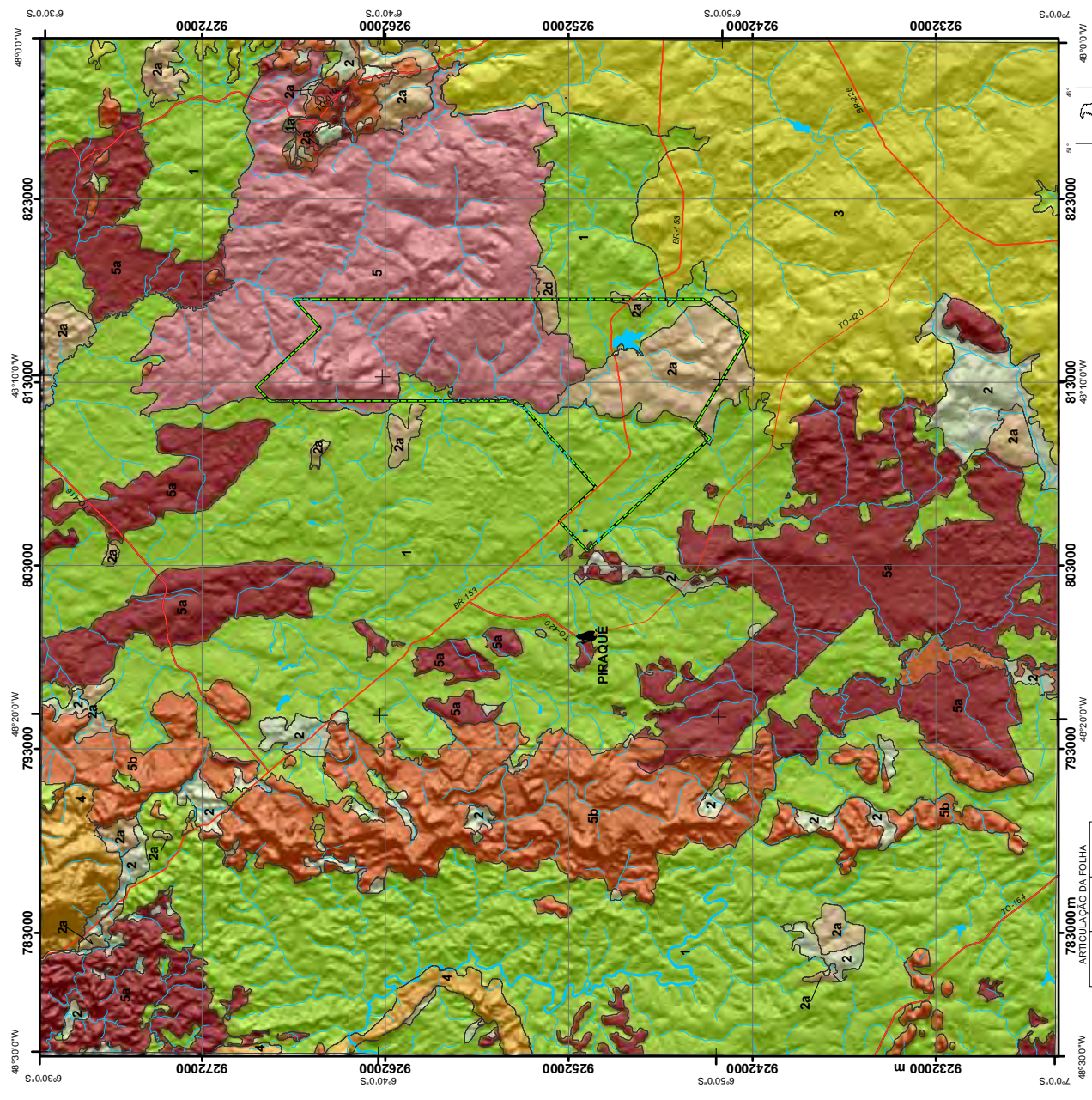
divergências na zona C e B1 (Figura 58). Na zona C, há uma redução de área significativa de um zoneamento para o outro. Conforme mostra a Tabela 9, a zona C perdeu área para a zona A e subzona B1. Para a zona A, a zona C perdeu cerca de 45% da sua área, enquanto que para a subzona B1 a zona C cedeu aproximadamente 27%.

As razões da redução de área da zona C são as características dos novos temas usados no zoneamento geoambiental, que acabam dando a esse zoneamento um caráter mais conservacionista dos recursos, águas subterrâneas e biodiversidade. Observando as mudanças na classificação do terreno como subzona B1 do zoneamento geoambiental para o ambiental, é visto que B1 perdeu mais área para a zona A (51,64%) do que para a zona C (1,82%). Nota-se também que a cobertura da terra não teve influência na reclassificação do terreno de um zoneamento para outro porque ela era a mesma na obtenção dos dois zoneamentos.

Para a zona C, se aplica a discussão da Seção 5.4.2 (Zoneamento geoambiental 1973 *versus* zoneamento ambiental 2000) sobre as extensões e importância dos polígonos.

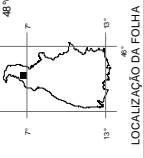
PIRAQUÊ

FOLHA SB-22-Z-B-VI
M1-1108



ARTICULAÇÃO DA FOLHA	
SB-22-Z-B-I (Rio Vermelho)	SB-22-Z-B-II (Ananias)
SB-22-Z-B-IV (Pires Glório)	SB-22-Z-B-VI (Piraquê)

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
 Escala: 1:250.000
 Origem da quilometragem: Equador e Meridiano Central 51° W.G.R.,
 acréscimos às coordenadas: 10.000km e 500km, respectivamente.
 Datum horizontal: SAD-68.



LOCALIZAÇÃO DA FOLHA

CONVERGÊNCIAS ENTRE ZONAS E SUBZONAS (1973 / 1973)

A	B1
1	2
2	3
3	4
4	5
5	
1a	B1 de A
2a	A de B1
2d	C de B1
5a	A de C
5b	B1 de C

DIVERGÊNCIAS ENTRE ZONAS E SUBZONAS (1973 / 1973)

ZONA A - ÁREAS PARA OCUPAÇÃO HUMANA
 Áreas cobertas ou não com vegetação primária ou secundária, favoráveis à realização de atividades diversas e implantação de empreendimentos, de caráter temporário ou permanente, promovidos por agentes públicos ou privados. A ocupação e uso dessas áreas devem ser compatíveis com as diferentes capacidades de suporte ambiental e estar em conformidade com a legislação vigente.

B. ÁREAS PARA CONSERVAÇÃO AMBIENTAL E DO PATRIMÔNIO CULTURAL

B1. Áreas para Conservação dos Ambientes Naturais
 Áreas de uso humano consolidado, ou cobertas ou não com vegetação primária ou secundária, com atividades exercidas com técnicas e dimensões toleráveis em termos de atendimento à capacidade de suporte ambiental regional, onde o licenciamento não deve permitir a redução dos ambientes naturais.

B2. Áreas para o Corredor Ecológico Tocantins - Araguaia
 Porções de ecossistemas naturais ou alterados, interligando unidades de conservação e áreas com coberturas vegetais preservadas que possibilitam o movimento da biota e o fluxo de genes entre elas, facilitando a dispersão de espécies e a re-colonização de áreas degradadas, bem como a manutenção de populações biológicas que, para serem viabilizadas demandam áreas com extensão maior do que aquela das unidades de conservação isoladas.

B3. Áreas de Ocorrências de Cavidades Naturais Subterrâneas
 Áreas com potencial e ocorrências de cavidades naturais subterrâneas, incluindo todos os termos regionais gruta, lapão, toca, abismo, fuma e buraco, que devem ser preservadas e conservadas para estudos e pesquisas de ordem técnico-científica, bem como atividades de culto espeleológico, étnico-cultural, turístico, recreativo e educativo.

ZONA C - ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DE PROTEÇÃO INTEGRAL
 Espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituídas ou indicadas como prioritárias para instituição legal pelo Poder Público. Áreas com objetivos de conservação e limites definidos, sob regimes especiais de administração, aos quais se aplicam garantias adequadas de proteção integral, ou seja, a manutenção dos ecossistemas e dos sítios culturais livres de alterações causadas por interferência humana, admitido apenas o uso indireto dos seus atributos naturais.

- Limite de zonas e subzonas
 - Unidade de conservação municipal criada pela Lei Municipal 0104/2004 (APA Sapucaia)
- CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS**
- HIDROGRAFIA**
- Curso d'água perene
 - Rio, lagoa ou lago intermitente, reservatório
- ESTRADAS DE RODAGEM**
- Rodovia não pavimentada
 - Rodovia pavimentada
- OUTRAS CONVENÇÕES**
- Área urbana

Área finalista: Paulo Augusto	Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente Curso de Doutorado	unesp
Data: maio/2008	ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO NO TOCANTINS: CONTRIBUIÇÃO METODOLÓGICA E PROCESSUAL PARA SUA E REGRUAÇÃO	Escala: 1:250.000
Versão: 01	CARTA-IMAGEM DAS CONVERGÊNCIAS E DIVERGÊNCIAS ENTRE OS ZONEAMENTOS GEOAMBIENTAL E AMBIENTAL 1973	Figura / Página: 58 / 165

CAPÍTULO 6 - CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

A montagem de uma base de dados é um processo de grande relevância para trabalhos ambientais, a qual deve ser efetuada garantindo a adoção de normas e padrões científicos. Atenção especial é necessária para esta etapa de trabalho, particularmente em zoneamento. Imagens de SR, se possível, devem ser ortorretificadas e mapas ou cartas com qualidade técnica, gerados sob critérios científicos e com exatidão cartográfica, devem ser sempre adquiridos. Quando mapas ou cartas não apresentem exatidão cartográfica para os limites de unidades, eles devem ser avaliados quanto à caracterização física das unidades (tipo de métodos de trabalho de campo, coleta de dados, tratamento e análise). Isto porque a exatidão é alcançada pela reinterpretação de unidades usando os recursos de uma base de dados estruturada em SIG, onde estão dados de diferentes fontes e naturezas passíveis de combinação, conforme foi demonstrado neste projeto.

Em geral, não são necessários mapeamentos exaustivos e tradicionais para ZEE. A interpretação de imagens de SR, com a compartimentação fisiográfica do terreno, deve ser o grande diferencial em trabalhos de zoneamento. Deve-se cartografar as unidades fisiográficas e ter a confiança quanto à exatidão de seus limites, homogeneidade e similaridade. As unidades, sem dúvida, constituem-se como a base de armazenamento da informação para os trabalhos de zoneamento. Suas caracterizações têm que atender às demandas por fatores e atributos que estejam em sintonia com os objetivos do projeto e que dêem a precisão da informação compatível com a escala de trabalho.

Os trabalhos de campo são indispensáveis, mas podem ser de curta duração e bem dirigidos, para obtenção da informação necessária. Também devem ser realizados por equipe multidisciplinar.

Os métodos Seplan-TO e Vedovello são plenamente válidos cientificamente e têm como características fortes a possibilidade de reprodução e repetição, e processos e atividades muito similares. Todavia, divergem no conceito das unidades de paisagem como células-básicas para a montagem de uma base de dados de informação para zoneamento. Considerando as divergências quanto ao estabelecimento das UTBs e UBCs, não há porque hesitar em afirmar que o Método

Vedovello, com as adaptações realizadas neste projeto, é mais aderente aos propósitos de cartografia do ZEE.

O método baseado em UBCs dá vantagens, como demonstrado nos capítulos 4 e 5, para a montagem de uma base de informação em SIG, que pode ser atualizada periodicamente, sem que haja mudanças na geometria das unidades. As UBCs dão ampla flexibilidade para utilização da base de dados para geração de cartas temáticas ou geotécnicas, além daquelas necessárias ao ZEE. Também permitem que instituições de governo ou privadas possam usar e retroalimentar a base de dados para geração e análise de novas cartas temáticas. Com isto, se ganha em possibilidades de atualização e alteração do ZEE conforme o Art. 19 do Decreto Federal N.º 4297, de 10 de julho de 2002, que discorre sobre a alteração dos produtos do ZEE, bem como mudanças nos limites das zonas e indicação de novas diretrizes gerais e específicas após decorridos o prazo mínimo de dez anos de conclusão do ZEE, ou de sua última modificação.

As evidências da boa aderência do Método Vedovello para uso no ZEE confirmam a hipótese inicial da tese de que o mapeamento geotécnico, fundamentado na compartimentação do meio físico em unidades (UBCs) classificadas por atributos, agrega substancial valor a um projeto de ZEE. Isto principalmente para armazenagem de informações e por permitir melhorar a percepção acerca dos usos potenciais da terra pretendidos em um projeto de ZEE, por meio da elaboração de uma série de cartas específicas.

Corroborando a referida hipótese, o Quadro 13 exhibe os principais pontos de comparação entre os dois métodos e mostra que o Método Vedovello propicia mais vantagens para uso em ZEE, apesar de maior dificuldade inicial para a identificação e delimitação de unidades básicas de compartimentação por profissionais pouco experientes em interpretação de imagens de SR orbital.

Critério	Método Seplan-TO (baseado em UTB)	Método Vedovello (baseado em UBC)
Forma de obtenção das unidades de paisagem	Simples e prática, exigindo do profissional menor grau de conhecimento: (i) sobre a formação de paisagens e relação dos fatores dos meios físico e biótico; (ii) em interpretação de imagens de SR.	Complexo, porque exige do profissional maior grau de conhecimento: (i) sobre a formação das paisagens e relação dos fatores do meio físico; (ii) em interpretação de imagens de SR.
Classificação das unidades de paisagem	Simples, sendo de fácil realização pelo executor do trabalho.	Simples, sendo de fácil realização pelo executor do trabalho.
Gênese das unidades de paisagem	Apresenta relações entre o meio físico e a cobertura da terra. A inclusão da cobertura da terra na identificação das paisagens não possibilita a compartimentação do terreno em unidades organizadas em níveis hierárquicos.	Apresenta relação somente com o meio físico (fatores geológicos, de relevo e de solos), o que permite que a compartimentação do terreno em unidades seja organizada em níveis hierárquicos.
Definição da relação entre os fatores dos meios físico e biótico (vegetação)	As UTBs permitem a correlação de maneira mais ágil, porque os atributos da vegetação já estão incorporados na UTB. Consultas simples por meio de operações booleanas, nos campos da tabela do PI de UTBs, permitem a verificação da relação dos fatores dos meios físico e biótico.	As UBCs não permitem a relação direta dos meios físico e biótico, pois não contêm os atributos de vegetação. A relação só é possível por meio da sobreposição de planos (<i>overlay</i>), por interseção ou união dos planos de UBCs e de vegetação, para posterior consulta nos campos da tabela do PI.
Formação do banco de dados	Simples, porém contempla muitos processos, atividades e tarefas para a geração do banco de dados.	Simples, porém contempla muitos processos, atividades e tarefas para a geração do banco de dados.
Utilização do banco de dados em diferentes épocas	Difícil, porque as UTBs contêm limites coincidentes com a cobertura e uso da terra quando gerada pela primeira vez. Alterações na cobertura da terra refletem em modificações geométricas da UTBs. UTBs são dinâmicas.	Fácil, porque as UBCs não contêm os limites coincidentes com a cobertura da terra. Os limites das UBCs são únicos e não sofrem modificações geométricas com alterações na cobertura da terra. UBCs são estáticas.
Geração de produtos derivados (cartografia temática)	Limitada para diferentes épocas. Fechada para o ano em que foram geradas as UTBs, elas são dependentes da cobertura da terra.	Facilitada em qualquer época, pois as UBCs são delimitadas por limites físicos do terreno.

Quadro 13. Comparações finais dos usos dos métodos Seplan-TO e Vedovello para fins de ZEE.

Com relação à vulnerabilidade natural à perda de solos por erosão, o fato que chamou a atenção, nos dois zoneamentos, foi que ela não se destacou ou influenciou a cartografia das zonas e subzonas. Os ambientes da Folha Piraquê foram classificados em praticamente duas classes de vulnerabilidade (medianamente e moderadamente vulnerável). Para fins de cartografia de zoneamento, percebeu-se que a informação associada à erosão deve ser melhor trabalhada por procedimentos indiretos para a sua incorporação em base de dados e para a participação na geração de cartas temáticas ou de síntese. Há necessidade de que as informações de vulnerabilidade natural à perda de solos (CREPANI et al., 1996; 2001) ou de fragilidade ambiental (ROSS, 1994) em zoneamento sejam testadas por modelos que reduzam a subjetividade ou linearidade dos processos de avaliação da fragilidade dos sistemas ambientais, conforme bem observou Spörl (2007).

Em termos de temas e produtos para um zoneamento, pode-se considerar que, para a elaboração de uma carta de zoneamento, não se tem um *roll* de produtos básicos pré-definidos. A lista de fatores que serão incorporados por um zoneamento depende de seu objetivo, especificamente, dos tipos de zonas e subzonas que se deseja cartografar. Não existe uma carta de zoneamento que atenda à todas as demandas setoriais. O zoneamento deve ser tratado como um conjunto de cartas específicas. Os projetos de zoneamento são elaborados, via de regra, por demandas e, geralmente, elas acabam ampliando por demais o diagnóstico ambiental com produtos que, por sua vez, passam a ter pouco uso na cartografia final de ZEE.

O que se obteve neste projeto de tese foi uma seleção de temas, para a cartografia das zonas e subzonas ecológico-econômicas no Tocantins, que atendessem suas definições e que levassem à repetição do zoneamento em outras partes do estado. Mostrou-se também que o Método Vedovello permitiu a incorporação de dados bióticos e, provavelmente, possibilite a inserção de dados socioeconômicos (uso da terra) para fins de zoneamento. Esta flexibilidade permite que as peculiaridades das novas áreas no estado apontem para a inclusão ou exclusão de fatores no processo de execução de um zoneamento, conforme o zoneamento geoambiental realizado para o ano 1973.

Há de se considerar que a escala de zoneamento também deve ser pautada nas peculiaridades das áreas a serem cartografadas. Não se pode definir uma escala prévia ou fazer zoneamentos sucessivos com ampliações de escala, o que

rotineiramente acontece na Amazônia Legal. Deve-se, por precaução, para a elaboração de um bom projeto, trabalhar numa fase inicial - fase de pré-projeto (inventário - máximo de três meses) -, para subsidiar a definição do projeto de zoneamento contendo: objetivo, zonas e subzonas, escala, fatores e atributos estritamente necessários, formas de obtenção dos atributos, métodos e recursos.

Acredita-se que, para o Tocantins, seja interessante dar prosseguimento ao zoneamento com a montagem de uma base de dados conforme o Método Vedovello e as adaptações aqui propostas. Isto para a organização da informação e aumento do nível de conhecimento sobre recursos naturais, com abrangência estadual ou seguindo uma hierarquia de prioridades por sub-bacias hidrográficas ou Áreas Programas.

Finalmente, frisa-se que o ZEE voltou à tona nos discursos políticos que o reconhecem como um instrumento capaz de dar as diretrizes para o planejamento e o desenvolvimento sustentável, sobretudo na Amazônia Legal, onde é aplicado há mais de 20 anos. Acerca dele, um velho e conhecido discurso: que os vários exercícios de ZEE, até hoje, realizados foram onerosos em tempo e em recursos financeiros. Nos anos que se passaram, inexistiram inovações em termos de métodos de trabalhos para zoneamento, tendo havido uma maior utilização das informações preexistentes (dados digitais). Isto reduziu os custos, mas não o tempo de execução. Tem-se percebido uma insistência para fazer valer a forma de ZEE definida pelo MMA, onde há uma geração de produtos de pouco uso ou nenhum uso pelos órgãos de governo e sociedade (e.g., o Macrozoneamento da Amazônia Legal). Até quando há de se esperar pelo uso direto do ZEE para o (re)ordenamento territorial? Por que não se discute a implementação do ZEE?

REFERÊNCIAS

AB'SABER, A. Zoneamento ecológico e econômico da Amazônia questões de escala e método. São Paulo, **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 3, n. 5, p. 4-20, 1989.

AGRA FILHO, S. S. **Avaliação ambiental estratégica** - uma alternativa de incorporação da questão Ambiental no processo de desenvolvimento. 2002. 247 f. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2001.

AGUIAR, R. L. **Zoneamento geotécnico geral do Distrito Federal**: procedimentos metodológicos e sua inserção na gestão ambiental. 1997. Tese (Doutorado em Geotecnia) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 1997.

AJARA, C. et al. O estado do Tocantins: reinterpretação de um espaço de fronteira. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, v. 53, n. 4, p. 5-48, 1991.

ARAÚJO, V.A.; OLIVATTI, O. (Org.). **Geologia**: Araguaína, Folha SB.22-Z-D, Estados do Tocantins e Pará. Escala 1:250.000. Brasília: CPRM/DIEDIG/DEPAT, 2001. (Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil).

BECKER, B. K. Política regional e mobilidade populacional numa fronteira de recursos do Brasil. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, v. 41, n. 4, p.146-168, 1979.

BECKER, B. K. **Cenários de curto prazo para o desenvolvimento da Amazônia**. Brasília, MMA/SCA/PPG7, 1999.

BECKER, B. K.; EGLER, C. A.G. **Metodologia detalhada para execução do zoneamento ecológico-econômico pelos estados da Amazônia Legal**. Brasília: MMA/SAE, 1997.

BELLIA, V. et al. **Plano de zoneamento ecológico-econômico do Norte do estado do Tocantins**. Palmas: Seplan/DZE, 2004a. 202 p. (Zoneamento Ecológico-Econômico. Projeto de Gestão Ambiental Integrada da Região do Bico do Papagaio. Séries ZEE - Tocantins).

BELLIA, V. et al. **Programas para gestão territorial do Norte do estado do Tocantins**. Palmas: Seplan/DZE, 2004b. 334 p. (Zoneamento Ecológico-Econômico. Projeto de Gestão Ambiental Integrada da Região do Bico do Papagaio. Séries ZEE - Tocantins).

BENATTI, J. H. **Direito de propriedade e proteção ambiental no Brasil:** apropriação e o uso dos recursos naturais no imóvel rural. 2003. 345 f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido) - Núcleo de Altos Estudos Amazônicos, Universidade Federal do Pará, Belém, PA, 2003.

BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global. Esboço metodológico. **Caderno de Ciências da Terra**, São Paulo, n. 13, 27 p., 1971.

BRASIL. Presidência da República. Secretaria de Assuntos Estratégicos. Comissão Coordenadora do ZEE do Território Nacional. **Programa de zoneamento ecológico-econômico da Amazônia Legal**. Brasília, DF, 1991a.

BRASIL. Presidência da República. Secretaria de Assuntos Estratégicos. Comissão Coordenadora do ZEE do Território Nacional. **Diretrizes metodológicas:** patamar mínimo de informações a serem geradas. Brasília, DF, 1991b.

BRASSAD, M. **Qualidade:** ferramentas para uma melhoria contínua. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2004.

CAVALCANTE, M. E. S. R. **Tocantins:** o movimento separatista do Norte de Goiás, 1821-1988. São Paulo: Ed. Anita Garibaldi / Editora da UCG, 1999. 180p.

CHAVES JR., P. S. **Atmospheric, solar and MTF corrections for ERTS digital imagery**. Phoenix: American Society Photogrammetry Fall Conference, 1975. 69 p.

CHAVES, T. F. **Planejamento virtual:** o zoneamento ecológico-econômico (ZEE) na Amazônia enquanto instrumento de política ambiental e territorial. 2000. 109 f. Dissertação (Mestrado em Gestão Econômica do Meio Ambiente), Instituto de Ciências Humanas, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2000.

COSTA, J.B.S. **Evolução geológica da região de Colméia - Goiás**. 1980. Dissertação (Mestrado em Geologia e Geoquímica) - Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 1980.

CREPANI, E. et al. **Curso de sensoriamento remoto aplicado ao zoneamento ecológico-econômico**. São José dos Campos: Inpe, 1996. (INPE-6145-PUD/028).

CREPANI, E. et al. **Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao zoneamento ecológico-econômico e ao ordenamento territorial**. São José dos Campos: Inpe, 2001. (INPE-8454-RPQ/722).

CREPANI, E. et al. **Zoneamento ecológico-econômico**. p.285-318. *In:* FLOREZANO, T. G. (Org.). Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais. São Paulo: Oficina de textos, 2008.

CREPANI, E.; MEDEIROS, J. S. **Imagens fotográficas de MNT do projeto SRTM para fotointerpretação na geologia, geomorfologia e pedologia**. São José dos Campos: Inpe, 2004. (INPE-11238-RPQ/761).

DAMBRÓS, L. A. et al. **Inventário florestal e levantamento florístico do Norte do estado do Tocantins. Escala 1:250.000**. Palmas: Seplan/DZE, 2006. 122 p. (Zoneamento Ecológico-Econômico. Projeto de Gestão Ambiental Integrada da Região do Bico do Papagaio. Séries ZEE - Tocantins).

DIAS, R. R. et al. **Plano estratégico de gestão territorial do Tocantins**. Palmas: Seplan/DZE, 2000. 43 p.

FIDALGO, E. C. C. **Critérios para a análise de métodos e indicadores ambientais usados na etapa de diagnóstico de planejamentos ambientais**. 2003. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2003.

FUNDAÇÃO DE PESQUISAS CANDIDO RONDON (FPCR). **Zoneamento sócio-econômico-ecológico do estado de Mato Grosso**. Cuiabá: FCPR, 1989.

FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE, 1992.

INSTITUTO DE TERRAS E COLONIZAÇÃO DE RONDÔNIA (ITERON). **Zoneamento sócio-econômico-ecológico do estado de Rondônia: primeira aproximação, escala 1:1.000.000** (Decreto nº3782, de 14/06/1988).

JAPIASSÚ, A. M. S. et al. **Estudo fitogeográfico**. Folha SB.23 Teresina e parte da folha SB.24 Jaguaribe. Rio de Janeiro: Radam, 1973. (Projeto RadamBrasil. Levantamentos de Recursos Naturais, 2).

LIMA, M. I. C. **Metodologia de interpretação radargeológica: exemplo da sinéclise do Parnaíba e de seu embasamento**. 1995. Tese (Doutorado em Geologia e Geoquímica) - Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, PA, 1995.

MACAMBIRA, J.B. **Geologia e ocorrências minerais da braquianticlinal do Lontra - GO**. 1983. Dissertação (Mestrado em Geologia e Geoquímica), Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, PA, 1983.

MACHADO, P. A. L. **Direito ambiental brasileiro**. 7. ed. São Paulo: Malheiros, 1999.

MAHAR, D. J.; DUCROT, C. E. H. **Land-use zoning on tropical frontiers: emerging lessons from the brazilian Amazon**. Washington, D. C.: The World Bank, 1998.

- MAMEDE, L.; ROSS, J. L. S.; SANTOS, L. M. dos. **Geomorfologia**. In: BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Folha SC.22 Tocantins. Rio Janeiro: Radambrasil, 1981. (Projeto Radambrasil. Levantamento de Recursos Naturais, 22).
- MARGULES, C. R.; PRESSEY, R. L.. Systematic conservation planning. **Nature**, v. 405, p. 243-253. 2000
- MATTOS, C. M. **Uma geopolítica Pan-Amazônica**. Rio de Janeiro: Biblioteca do Exército, 1980. 216 p. (Coleção Gen. Benício, v. 181, publ. 501).
- MATULA, M. Engineering geological evaluation for regional and urban development. In: International Congress of International Association of Engineering Geology, 3., Madrid, 1978. **Proceedings**. Madrid, International Association of Engineering Geology 1978.
- MELLO, N. A. **Políticas públicas territoriais na Amazônia brasileira**. Conflitos entre conservação ambiental e desenvolvimento 1970 - 2000. 2002. 322 f. Tese (Doutorado em Geografia Humana) - Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2002.
- MENEZES, L. A. et al. **Cenários de curto prazo para o Norte do estado do Tocantins**: prognósticos e principais tendências. Palmas: Seplan/DZE, 2004. 46 p. (Zoneamento Ecológico-Econômico. Projeto de Gestão Ambiental Integrada da Região do Bico do Papagaio. Séries ZEE - Tocantins).
- MENK, J. R. F. et al. **Solos. Folha SB.22-Z-B Xambioá. Estado do Tocantins. Escala 1:250.000**. Palmas, Seplan/DZE, 2002a. 90 p. (Zoneamento Ecológico-Econômico. Projeto de Gestão Ambiental Integrada da Região do Bico do Papagaio. Séries ZEE - Tocantins).
- MENK, J. R. F. et al. **Aptidão agrícola das terras. Folha SB.22-Z-B Xambioá. Estado do Tocantins. Escala 1:250.000**. Palmas, Seplan/DZE, 2002b. 52 p. (Zoneamento Ecológico-Econômico. Projeto de Gestão Ambiental Integrada da Região do Bico do Papagaio. Séries ZEE - Tocantins).
- METZGER, J. P.; CASATTI, L. Do diagnóstico à conservação da biodiversidade: o estado da arte do programa BIOTA/FAPESP. **Biota Neotropica**, São Paulo, v. 6, n. 2, p. 1-23, 2006, <http://www.biotaneotropica.org.br/v6n2/pt/abstract?pointof-view+bn00106022006>.
- MILESKI, E.; DOI, S.; FONZAR, C. F. **Estudo fitogeográfico**. In: BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Folha SC.22 Tocantins. Rio de Janeiro: RADAMBRASIL, 1981. p. 397-427. (Levantamento de Recursos Naturais, 22).

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL (MI). Secretaria de Políticas de Desenvolvimento Regional. Departamento do Desenvolvimento Regional. **Documento base para a definição de uma Política Nacional de Ordenamento Territorial**. Brasília, 2006.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Diretrizes metodológicas**. Estrutura do Programa Zoneamento Ecológico-Econômico. PZEE. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/PZEE/_arquivos/diretrizes_2006_introducao.pdf> . Acesso em 22 nov. 2006.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Secretaria de Biodiversidade e Florestas. **Áreas prioritárias para conservação, uso sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade brasileira: atualização** - Portaria MMA nº9, de 23 de janeiro de 2007. Brasília: MMA, 2007.

MONTES L. M. **Zoneamento geoambiental do estado do Maranhão**. Diretrizes gerais para a ordenação territorial. Rio de Janeiro: IBGE, 1997. (Série Estudos e Pesquisas em Geociências).

MORAES, A. C. R. Ordenamento territorial: uma conceituação para o planejamento estratégico. *In*: OFICINA SOBRE A POLÍTICA NACIONAL DE ORDENAMENTO TERRITORIAL. 2003, Brasília. **Anais...** Brasília: Ministério da Integração Nacional, 2005. p. 43-47.

NAKAZAWA, V. A.; FREITAS, C. G. L.; DINIZ, N. C. **Carta Geotécnica do Estado de São Paulo - Escala 1:500.000**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 1994. (Publicação IPT 2089).

NASCIMENTO, M. A. L. S. do; DIAS, R. R.; BORGES, R. S. T. **Geomorfologia. Folha SB.22-Z-B Xambioá. Estado do Tocantins. Escala 1:250.000**. Palmas: Seplan/DZE, 2002. 58 p. (Zoneamento Ecológico-Econômico. Projeto de Gestão Ambiental Integrada da Região do Bico do Papagaio. Séries ZEE - Tocantins).

NISHIYAMA, L. **Procedimentos de mapeamento geotécnico como base para análises e avaliações ambientais do meio físico em escala 1:100.000 aplicados ao município de Uberlândia - MG**. 1998. Tese (Doutorado em Geotecnia) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 1998.

NITSCH, M. **Planejamento sem rumo** - avaliação crítica da metodologia do zee nos estados da Amazônia brasileira. Berlim: Projeto Pnud-Planaflores, 1998.

OIKOS PESQUISA APLICADA LTDA. **Estudos de viabilidade da Infra-estrutura básica do Pólo Araguaia** - MT. Cuiabá: Dermat/Seplan - MT, 1986.

OLMOS, F. C. N. et al. **Estudo de flora e fauna - Norte do estado do Tocantins**. Palmas: Seplan/DZE, 2004. 154 p. (Zoneamento Ecológico-Econômico. Projeto de Gestão Ambiental Integrada da Região do Bico do Papagaio. Séries ZEE - Tocantins).

PALACIN, L. M.; SANT'ANNA, M. A. **História de Goiás (1722-1972)**. Goiânia: UCG, 1989.

PEJON, O. J.; ZUQUETTE, L. V. Carta do potencial de escoamento superficial da folha Piracicaba, SP. **Geociências**, São Paulo, v. 12, n. 2, p. 515-529, 1993.

PELOGGIA, A. U. G. Deve haver um "método" para a cartografia geotécnica? Discussão metodológica acerca da cartografia geotécnica em algumas de suas modalidades mais difundidas. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 27, n. 2, p.199-206, 1997.

PUJADAS, R.; FONT, J. **Ordenación y planificación territorial**. Madrid: Editorial Síntesis, 1998. 399 p.

RAMALHO FILHO, A.; PEREIRA, E.G.; BEEK, K.J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. Brasília, PLAN/MA - SNLCS/EMBRAPA, 1995. 70 p.

RIBEIRO, J. F; WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do Bioma Cerrado. p. 89-166. *In*: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. de (Ed.). **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina, EMBRAPA-CPAC, 1998. 556 p.

RIEDEL, P. S. **Condicionantes estruturais na estabilidade de taludes: uma abordagem regional, com apoio de técnicas de sensoriamento remoto**. 1994. 235f. Tese (Doutorado em Geotecnia) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 1994.

RIVAS, M. P. et al. **Macrozoneamento geoambiental da bacia hidrográfica do Rio Parnaíba**. Rio de Janeiro: IBGE, 1999. 111 p. (Série Estudos e Pesquisas em Geociências, 4).

ROSS, J. L. S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n. 8, 1994.

RÜCKERT, A. A. O processo de reforma do Estado e a Política Nacional de Ordenamento Territorial. *In*: OFICINA SOBRE A POLÍTICA NACIONAL DE ORDENAMENTO TERRITORIAL. 2003, Brasília. **Anais...** Brasília: Ministério da Integração Nacional, 2005. p. 31-38.

SÁNCHEZ, R. O. **Zoneamento agroecológico: bases para o ordenamento ecológico-paisagístico do meio rural e florestal**. Cuiabá: FPCR, 1991.

SANTOS, C. S. Algumas considerações preliminares sobre ordenamento territorial. *In: Oficina sobre a Política Nacional de Ordenamento Territorial*, 2003, Brasília. **Anais...** Brasília: Ministério da Integração Nacional, 2005. p. 49-52.

SANTOS, F. S. **Planejamento ambiental**. Teoria e prática. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

SANTOS, L. F. **Cartografia geotécnica regional do município de Palmas/TO: área a oeste do meridiano de 48° W.Gr.** 1998. Dissertação. (Mestrado) - Faculdade de Engenharia, Universidade de Brasília, 1998.

SECRETARIA DO PLANEJAMENTO E MEIO AMBIENTE (Seplan). Diretoria de Zoneamento Ecológico-Econômico. **Atlas do Tocantins: subsídios ao planejamento da gestão territorial**. Palmas: Seplan, 2008. 62 p.

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.

SILVA, S. F. da. **Zoneamento geoambiental com o auxílio de lógica fuzzy e proposta de um geoindicador para caracterização do meio físico da bacia do Rio Pardo**. 2005. Tese (Doutorado em Geotecnia) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 2005.

SOARES, P. C.; FIORI, A. P. Lógica e sistemática na análise e interpretação de fotografias aéreas em geologia. **Notícia Geomorfológica**, Campinas, v. 16, n. 32, p. 71-104, 1976.

SOKOLONSKI, H. H; COSTA, N. L. **Zoneamento geoambiental da bacia do alto Paraguaçu**. Salvador: IBGE, 1996.

SOMBROEK, W.G. Introduction to the philosophy, concepts and methods of ecological-economic zoning; its use as a basic instrument for the conservation and sustainable development of Amazonia. *In: Tratado de Cooperação Amazônica*. 1994, Manaus. **Anais...** Manaus, TCA, 1994. p. 11-20.

SOUZA, J. O.; MORETON, L.C. (Org.). **Geologia. Folha SB.22-Z-B Xambioá. Estados do Tocantins e Pará. Escala 1:250.000**. Brasília: CPRM/DIEDIG/DEPAT, 2001. (Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil).

SOUZA, N.C.D. et al. A Carta Geotécnica do estado de São Paulo como subsídio do meio físico à gestão planejada do território. *In: Congresso Brasileiro de Geologia*, 37, 1992, São Paulo. **Boletim de Resumos Expandidos...** São Paulo, SBG, v.I, p. 43-44, 1992.

SPÖRL, C. **Metodologia para a elaboração de modelos de fragilidade ambiental utilizando redes neurais**. 2007. Tese (Doutorado em Geografia) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2007.

TOCANTINS. Secretaria de Planejamento e Meio Ambiente. Instituto Natureza do Tocantins. **Projeto de gestão ambiental integrada da região do Bico do Papagaio**. Palmas: Seplan/Naturatins, 1997.

TOCANTINS. Secretaria do Planejamento e Meio Ambiente. Diretoria de Zoneamento Ecológico-Econômico. **Projeto de gestão ambiental integrada - PGAI Bico do Papagaio. Zoneamento ecológico-econômico**. Palmas: Seplan, 1998.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE-SUPREN, 1977.

VEDOVELLO, R. **Zoneamento geotécnico por sensoriamento remoto, para estudos de planejamento do meio físico** - aplicação em expansão urbana. 1993. 88 f. Dissertação. (Mestrado em Sensoriamento Remoto), Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 1993.

VEDOVELLO, R. **Zoneamentos geotécnicos aplicados à gestão ambiental, a partir de unidades básicas de compartimentação - UBCs**. 2000. 154 f. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, SP, 2000.

VELOSO, H. P. et al. **Estudo fitogeográfico**. In: BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Folha SB.22 Araguaia e parte da Folha SC.22 Tocantins. Rio de Janeiro: Radam, 1974. (Projeto Radambrasil. Levantamentos de Recursos Naturais, 4).

VENEZIANI, P.; ANJOS, C. E. **Metodologia de interpretação de dados de sensoriamento remoto e aplicações em geologia**. São José dos Campos, INPE, 1982 (INPE-227-MD/014).

VENEZUELA. Secretaria Pro Tempore. Tratado de Cooperación Amazônica. **Zonificación ecológica-econômica de La Amazônia: uma proposta metodológica**. Caracas: TCA, 1997.

ZUQUETTE et al. Engineering geological zoning of São Paulo State (Brazil) - Scale 1:500,000. In: International Congress International Association of Engineering Geology, 7., 1994, Lisboa. **Proceedings**. Lisboa: LNEC, 1994. p.1187-1195.

ZUQUETTE, L. V. **Mapeamento geotécnico preliminar da região de São Carlos**. 1981. Dissertação. (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 1981.

ZUQUETTE, L. V. **Análise crítica sobre cartografia geotécnica e proposta metodológica para as condições brasileiras.** 1987. Tese (Doutorado em Geotecnia) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 1987.

ZUQUETTE, L. V. **Importância do mapeamento geotécnico no uso e ocupação do meio físico:** fundamentos e guia para elaboração. 1993. Tese (Livre Docência) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 1993.

ZUQUETTE, L. V.; GANDOLFI, N. Mapeamento geotécnico: uma proposta metodológica. **Geociências**, São Paulo, v. 9, p. 55-66, 1990.

ZUQUETTE, L. V.; GANDOLFI, N. **Cartografia geotécnica.** São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

APÊNDICE A – Relação de projetos e produtos disponíveis com área de abrangência

Item	PRODUTOS	ESCALAS	FORMATOS	ANOS	PROJETOS	ABRANGÊNCIA
1	Imagens de sensores remotos Landsat	-	digital (MSS/Landsat)	1973-1981	Programa Landsat - Catálogo de imagens (Inpe)	TO
		-	digital (TM/Landsat)	1990, 1995-1999	ZEE Norte do Estado do Tocantins (Seplan)	TO
		-	digital (TM/Landsat)	1996	Mapeamento da cobertura e uso da terra (Seplan)	TO
		-	digital (ETM+/Landsat)	2000	ZEE Norte do Estado do Tocantins (Seplan)	Norte do TO
		-	digital (TM/Landsat)	2003	GeoTocantins (Seplan/Naturatins)	TO
		-	digital (CCD/Cbers)	2003-2006	Programa Cbers - Catálogo de imagens (Inpe)	
		-	digital (scansar)	1998	ZEE Norte do Estado do Tocantins (Seplan)	Norte do TO
		1:250.000	papel fotográfico (TM/Landsat)	1995-1999	ZEE Norte do Estado do Tocantins (Seplan)	TO
		1:250.000	papel fotográfico (TM/Landsat)	1996	Mapeamento da cobertura e uso da terra (Seplan)	TO
		1:250.000 / 1:250.000 / 1:100.000	papel fotográfico (ETM+/Landsat) papel fotográfico (TM/Landsat)	2000	ZEE Norte do Estado do Tocantins (Seplan)	Norte do TO
2	Dados cartográficos básicos	1:60.000	papel fotográfico (preto e branco)	1967	Usaf	TO
		1:250.000	digital e impresso em papel	Os mesmos das folhas IBGE / DSG	Zoneamento Agroecológico do Tocantins (Seplan)	TO
		1:100.000 / 1:250.000 / 1:1.000.000	digital e impresso em papel	2003 (atualizados IBGE / DSG)	GeoTocantins (Seplan/Naturatins)	TO
3	Estudos / Dados temáticos					
		1:250.000	papel	1999 e 2001	Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil (PLGB) - CPRM	Folhas Marabá, Xambioá, Araguaína, Conceição do Araguaia, Redenção
		1:250.000	papel / digital em SIG	2002	ZEE Norte do Estado do Tocantins (Seplan)	Norte do TO
		1:250.000	papel / digital em SIG	1999	Zoneamento Agroecológico do Tocantins (Seplan)	TO
		1:1.000.000	digital em SIG	2002	Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo - CPRM	TO
		1:250.000	papel / digital em SIG	2002	ZEE Norte do Estado do Tocantins (Seplan)	Norte do TO
		1:250.000	papel / digital em SIG	1999	Zoneamento Agroecológico do Tocantins (Seplan)	TO
Relevo, solos e vegetação						

Item	PRODUTOS	ESCALAS	FORMATOS	ANOS	PROJETOS	ABRANGÊNCIA
		1:1.000.000	papel	1973, 1974, 1981, 1982	Radambrasil (IBGE)	TO
	Cobertura e uso da terra	1:250.000	papel / digital em SIG	1996	Mapeamento da cobertura e uso da terra (Seplan)	TO
	Decividade, erodibilidade potencial dos solos, bacias hidrográficas	1:250.000	papel / digital em SIG	1995-2000	ZEE Norte do Estado do Tocantins (Seplan)	Norte do TO
	Precipitação média anual, regionalização climática, temperatura do ar média anual	1:1.000.000	papel / digital em SIG	1999	Zoneamento Agroecológico do Tocantins (Seplan)	TO
	Compartimentação geambiental	1:1.000.000	papel	1996	ZEE Tocantins (Seplan)	TO
	Potencialidade de uso da terra	1:1.000.000	papel / digital em SIG	1999	Zoneamento Agroecológico do Tocantins (Seplan)	TO
	Risco de erosão dos solos, ocorrência de babaquais, aptidão agrícola das terras	1:250.000	papel / digital em SIG	2000	Zoneamento Agroecológico do Tocantins (Seplan)	TO
		1:250.000	papel / digital em SIG	2002	ZEE Norte do Estado do Tocantins (Seplan)	Norte do TO