



GOVERNO DO ESTADO DO TOCANTINS
SECRETARIA DA FAZENDA E PLANEJAMENTO

PROJETO DE DESENVOLVIMENTO REGIONAL INTEGRADO E SUSTENTÁVEL

DELIMITAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO CARTOGRÁFICA DAS ÁREAS VULNERÁVEIS A ESCASSEZ HÍDRICA NA REGIÃO SUDESTE DO ESTADO DO TOCANTINS

TOMO II

GOVERNO DO ESTADO DO TOCANTINS

MAURO CARLESSE - Governador

Wanderlei Barbosa - Vice-Governador

SECRETARIA DA FAZENDA E PLANEJAMENTO

Sandro Armando Henrique - Secretário

SECRETARIA EXECUTIVA DO PLANEJAMENTO E ORÇAMENTO

Sergislei Silva de Moura - Secretário Executivo

SUPERINTENDÊNCIA DE PLANEJAMENTO GOVERNAMENTAL

Romildo Leite Dias - Superintendente

DIRETORIA DE GESTÃO DE INFORMAÇÕES TERRITORIAIS E SOCIOECONÔMICAS

Rodrigo Sabino Teixeira Borges - Diretor

GERÊNCIA DE ZONEAMENTO TERRITORIAL

Leandro Roeder - Gerente

EQUIPE TÉCNICA

Bruno Moure Cícero - Bacharel em Ciências Econômicas - Mestre em Desenvolvimento Regional e Agronegócio

Cecília Amélia Miranda Costa - Bacharel em Processamento de Dados - Mestre em Engenharia Ambiental

Dalvany Alves de Sousa Lima - Bacharel em Engenharia Ambiental - Mestre em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental

Ilda Celeste da Costa Martins - Tecnóloga em Gestão Ambiental

Joaquin Eduardo Manchola Cifuentes - Bacharel em Estatística - Doutor em Sociologia

Leandro Roeder - Bacharel em Ciências Econômicas

Paulo Augusto Barros de Sousa - Bacharel em Ciência da Computação - Mestre em Modelagem Computacional de Sistemas

Rodrigo Sabino Teixeira Borges - Bacharel em Geografia - Mestre em Geografia

GOVERNO DO ESTADO DO TOCANTINS
SECRETARIA DA FAZENDA E PLANEJAMENTO

**PROJETO DE DESENVOLVIMENTO REGIONAL
INTEGRADO E SUSTENTÁVEL**

**DELIMITAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO CARTOGRÁFICA
DAS ÁREAS VULNERÁVEIS A ESCASSEZ HÍDRICA NA
REGIÃO SUDESTE DO ESTADO DO TOCANTINS**

Escala 1:50.000

TOMO II

Palmas, 2019.

CRÉDITOS DE AUTORIA

TEXTO EXPLICATIVO

Ricardo Ribeiro Dias
Vicente de Paulo Rodrigues da Silva
Edison Crepani
Virlei Álvaro de Oliveira
Leonardo Mitre Alvim de Castros

COLABORADORES

Daniel Tha
Ledice Kesiane Pestana Moraes
Girlele Figueiredo Maciel
Luiz Eduardo Borges Leal
Glailson Barreto
Dyego Legentil Teixeira
Pedro Alberto Bignelli
Ana Katiuscia Pastana de Souza
Ghislaíne Medeiros de Almeida
Ricardo Flores Haidar
Eduardo Ribeiro dos Santos
Renata Dias Françoço
Isac Tavares de Santana
Erton Inacio Monteiro de Moraes

Washington Luís de Oliveira
Heitor Campos de Sousa
Vinícius Tavares Parreiras de Moraes
Jailton Soares dos Reis
Rodrigo Barroso
Thaynan Gomes Andrade
Welton Silva Cardoso
Vitor Lages do Vale
Vitor Carvalho Queiroz
Vinicius de Melo Lima
Mateus Gouveia Araújo
Jorge Wanderson Assunção Chagas
Cassia Sampaio Freire
Mikaellem Paz Marinho
Renan Aquillis Correia Borges

ACOMPANHAMENTO TÉCNICO E ANÁLISE

ACOMPANHAMENTO TÉCNICO

Rodrigo Sabino Teixeira Borges
Cecília Amélia Miranda Costa

ANÁLISE

Bruno Moure Cícero
Cecília Amélia Miranda Costa
Dalvany Alves de Sousa Lima
Ilda Celeste da Costa Martins

Joaquin Eduardo M. Cifuentes
Leandro Roeder
Paulo Augusto Barros de Sousa
Rodrigo Sabino Teixeira Borges

DIAS, Ricardo Ribeiro; SILVA, Vicente de Paulo Rodrigues da; CREPANI, Edson; OLIVEIRA, Virlei Álvaro de; CASTRO, Leonardo Mitre Alvim de .

Secretaria da Fazenda e Planejamento (SEFAZ). Subsecretaria do Planejamento e Orçamento. Diretoria de Gestão de Informações Territoriais e Socioeconômicas. Gerência de Zoneamento Territorial (GZT). Projeto de Desenvolvimento Regional Integrado e Sustentável. Delimitação e Caracterização Cartográfica das Áreas Vulneráveis a Escassez Hídrica na Região Sudeste do Estado do Tocantins. Escala 1:50.000. Palmas: SEFAZ/GZT, 2019.

592 p., Ilust.

Série TOCANTINS - Sudeste / Recursos Naturais.

Executado pelo Consórcio Serras Gerais - formado pelas empresas Oikos Pesquisa Aplicada Ltda e Nippon Koei Latin America-Caribbean CO. Ltda - Nippon Koei LAC do Brasil, para a Secretaria da Fazenda e Planejamento, no âmbito do Projeto de Desenvolvimento Regional Integrado e Sustentável (PDRIS).

1. Vulnerabilidade à Escassez Hídrica. 2. Zoneamento Ambiental. 3. Gestão Territorial. 4. Sudeste do Tocantins. 5. relatório. 6. mapas.

I. Tocantins. Secretaria da Fazenda e Planejamento. II. Subsecretaria do Planejamento e Orçamento. III. Título.

CDU 504.5 (811)

Secretaria da Fazenda e Planejamento
Superintendência de Planejamento Governamental
Diretoria de Gestão de Informações Territoriais e Socioeconômicas
Gerência de Zoneamento Territorial
AANO - Esplanada das Secretarias, s/n, Centro
CEP: 77.001-002, Palmas - TO
Tel: (63) 3212.4495 - 3212.4493
<http://www.sefaz.to.gov.br>
E-mail: ascom@sefaz.to.gov.br



SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE TABELAS	xvi
LISTA DE QUADROS	xix
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	xxiii

TOMO I

1 APRESENTAÇÃO.....	1
2 INTRODUÇÃO	3
3 ÁREA ESTUDADA.....	5
4 MATERIAL E METODOLOGIA	9
4.1 Material	9
4.2 Metodologia	10
4.2.1 Organização e gerenciamento do projeto.....	11
4.2.2 Levantamento e aquisição de dados	11
4.2.2.1 Aquisição de imagens de sensores remotos	11
4.2.2.2 Aquisição de dados cartográficos, temáticos, altimétricos, hídricos e climatológicos ..	12
4.2.2.3 Levantamento de publicações técnico-científicas.....	13
4.3 Montagem do banco de dados geográficos.....	13
4.3.1 Concepção dos bancos de dados espaciais	13
4.3.2 Inserção de dados cartográficos, temáticos, altimétricos hídricos e climatológicos	15
4.3.3 Inserção/processamento das imagens de sensoriamento remoto	16
4.3.4 Nomenclatura dos arquivos e dos campos de atributo.....	17
4.4 Mapeamentos temáticos.....	20
4.4.1 Sistemas ambientais.....	20
4.4.2 Recursos naturais	21
4.4.2.1 Cobertura vegetal	21
4.4.2.2 Hidrografia	26
4.4.2.3 Áreas de preservação permanente	27
4.4.2.4 Cobertura e uso da terra.....	28
4.4.2.5 Áreas vulneráveis à escassez hídrica.....	31
4.5 Elaboração dos diagnósticos físico, biótico e socioeconômico	31
4.5.1 Meio físico.....	31
4.5.2 Meio biótico.....	46
4.5.3 Meio socioeconômico	50
4.6 Diagnóstico hidroclimático	52
4.7 Elaboração do diagnóstico integrado – potencialidade de escassez hídrica.....	61

4.8 Elaboração do prognóstico	64
-------------------------------------	----

TOMO II

5 DIAGNÓSTICO SOCIOAMBIENTAL	69
5.1 Geologia	69
5.1.1 Províncias estruturais e unidades geológicas.....	69
5.1.1.1 Província Tocantins	69
5.1.1.2 Província São Francisco	81
5.1.1.3 Província Parnaíba	85
5.1.2 Recursos Minerais	87
5.1.3 Espeleologia	120
5.2 Relevô.....	132
5.3 Solos.....	146
5.3.1 Argissolos	147
5.3.1.1 Argissolos Vermelho-Amarelos.....	148
5.3.2 Cambissolos	149
5.3.2.1 Cambissolos Háplicos.....	149
5.3.3 Chernossolos.....	151
5.3.3.1 Chernossolos Rêndzicos	151
5.3.4 Gleissolos	152
5.3.5 Latossolos.....	153
5.3.5.1 Latossolos Amarelos	156
5.3.5.2 Latossolos Vermelhos	156
5.3.5.3 Latossolos Vermelho-Amarelos	157
5.3.6 Neossolos	158
5.3.6.1 Neossolos Litólicos	159
5.3.6.2 Neossolos Flúvicos	160
5.3.6.3 Neossolos Regolíticos	161
5.3.6.4 Neossolos Quartzarênicos.....	162
5.3.7 Plintossolos.....	163
5.3.7.1 Plintossolos Pétricos.....	163
5.3.7.2 Plintossolos Argilúvicos	165
5.3.8 Tipos de terrenos	165
5.3.8.1 Afloramentos de rochas	165
5.4 Aptidão agrícola das terras	171
5.5 Clima.....	182
5.5.1 Precipitação pluvial	182
5.5.2 Temperatura do ar	183



5.5.3 Umidade relativa do ar	184
5.5.4 Evapotranspiração de referência	184
5.5.5 Deficiência hídrica.....	185
5.5.6 Índice de aridez (IA).....	186
5.5.7 Índice hídrico.....	186
5.5.8 Índice de umidade.....	187
5.5.9 Vulnerabilidade à escassez hídrica	187
5.6 Recursos hídricos	190
5.6.1 Disponibilidade hídrica superficial - estudos desenvolvidos e resultados.....	190
5.6.1.1 Análise de consistência dos dados fluviométricos.....	190
5.6.1.2 Preenchimento das séries de vazões em período comum	190
5.6.1.3 Cálculo das variáveis hidrológicas e avaliação da sazonalidade hidrológica	199
5.6.1.4 Regionalização das variáveis hidrológicas	208
5.6.1.5 Cálculo da disponibilidade hídrica	218
5.6.2 Disponibilidade hídrica subterrânea.....	219
5.6.2.1 Base de dados	219
5.6.2.2 Caracterização dos aquíferos	220
5.6.2.3 Estudos desenvolvidos e resultados.....	223
5.6.3 Estimativa de demandas hídricas	230
5.6.3.1 Usos consuntivos.....	231
5.6.3.2 Usos não consuntivos.....	242
5.6.4 Síntese e espacialização das demandas.....	248
5.6.5. Balanço hídrico	256
5.6.5.1 Análise comparativa com os resultados do PERH/TO	261
5.7 Vegetação.....	263
5.7.1 Abrangência dos dados primários e secundários	263
5.7.2 Caracterização da cobertura vegetal	265
5.7.2.1 Cobertura natural (nativa)	265
5.7.2.2 Cobertura vegetal antrópica.....	268
5.7.3 Composição florística e espécies especiais	270
5.7.4 Abrangência florística da amostragem e suficiência amostral	272
5.7.5 Diversidade, estrutura e potenciais usos das principais fitofisionomias	274
5.7.5.1 Cerrado sensu stricto.....	274
5.7.5.2 Cerradão.....	285
5.7.5.3 Floresta estacional.....	292
5.7.5.4 Mata de galeria e ciliar.....	301
5.8 Cobertura e uso da terra.....	309
5.8.1 Áreas antrópicas não agrícolas	311

5.8.2 Áreas antrópicas agrícolas	317
5.8.3 Outras áreas	332
5.8.4 Água	332
5.9 Vulnerabilidade de paisagens à perda de solo	335
5.9.1 Grau de vulnerabilidade moderadamente vulnerável	336
5.9.2 Grau de vulnerabilidade medianamente estável/vulnerável	341
5.9.3 Grau de vulnerabilidade moderadamente estável	346
5.9.4 Planícies e fundos de vales sujeitos a inundações.....	347
5.9.5 Escassez hídrica e a vulnerabilidade de paisagens à perda de solo	351
5.10 Adequação do uso de solo à aptidão agrícola.....	352
5.11 Socioeconomia	357
5.11.1 Caracterização dos aspectos políticos, históricos, culturais e socioeconômicos	357
5.11.1.1 Índice de desenvolvimento humano municipal (IDHM).....	357
5.11.1.2 Índice de GINI.....	361
5.11.2 Minorias étnicas	363
5.11.2.1 Quilombolas	363
5.11.2.2 Assentamentos rurais	364
5.11.2.3 Comunidades de pescadores artesanais	365
5.11.2.4 Famílias beneficiárias do programa bolsa família.....	368
5.11.3 Demografia	369
5.11.3.1 Estrutura etária	369
5.11.3.2 População e densidade demográfica	375
5.11.4 Emprego e renda	378
5.11.5 Dinâmica econômica de uso e ocupação do solo.....	388
5.11.5.1 Produto interno bruto	388
5.11.5.2 Principais atividades econômicas da RSE-TO	393
5.11.6 Saneamento	399

TOMO III

6 POTENCIALIDADE DE ESCASSEZ HÍDRICA	401
6.1 Aspectos conceituais e contexto da escassez hídrica	401
6.2 Zoneamento da potencialidade de escassez hídrica da RSE-TO	405
6.2.1 Distribuição geral das classes de potencialidade de escassez hídrica.....	405
6.2.2 Classes de potencialidade de escassez hídrica	412
7 PROGNÓSTICO	431
7.1 Concepção dos cenários	431
7.2 Forçantes exógenas	434
7.2.1 Dinâmica econômica	434



7.2.2 Dinâmica demográfica	440
7.2.3 Regionalização das forçantes exógenas na RSE-TO.....	444
7.2.4 Regionalização das projeções econômicas exógenas	449
7.2.5 Regionalização das projeções demográficas exógenas.....	452
7.3 Forçantes endógenas	453
7.3.1 Vetores de transformação da RSE-TO	454
7.3.2 Aspectos metodológicos da cenarização das forçantes endógenas	471
7.3.3 Cenários da atividade econômica do setor primário	473
7.3.4 Cenários da atividade econômica do setor secundário	484
7.3.5 Cenários da atividade econômica do setor terciário	485
7.3.6 Demografia – população urbana e rural	487
7.4 Rebatimento hídrico dos cenários da RSE-TO.....	491
7.5 Demandas hídricas de uso consuntivo	491
7.5.1 Agricultura irrigada	491
7.5.2 Pecuária.....	494
7.5.3 Aquicultura	496
7.5.4 Indústria e mineração	497
7.5.5 Abastecimento humano urbano	500
7.5.6 Abastecimento humano rural	502
7.6 Demandas hídricas de usos não consuntivos	505
7.6.1 Geração Hidrelétrica	505
7.6.2 Lazer e turismo	506
7.7 Síntese das demandas futuras	506
7.7.1 Demandas hídricas na cena atual	509
7.7.2 Demandas Hídricas no Cenário Estagnação.....	509
7.7.3 Demandas hídricas no cenário morosidade	511
7.7.4 Demandas hídricas no cenário retomada	512
7.7.5 Demandas hídricas no cenário aceleração.....	514
7.8 Balanço hídrico e análise de escassez hídrica	516
7.8.1 Análises para a RSE-TO	516
7.8.2 Análises por bacia hidrográfica.....	522
7.8.3 Análises por sub-bacia hidrográfica.....	535
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES.....	549
Referências Bibliográficas.....	571

APÊNDICES

APÊNDICE A - Tabela com Informações do conteúdo das colunas de atributos dos planos de informações do geodatabase final

APÊNDICE B - Descrição do conteúdo dos planos de informações dos metadados

APÊNDICE C - Vegetação - fichas de campo

APÊNDICE D - Cobertura e uso da terra - fichas de campo

APÊNDICE E - Pedologia - Perfis dos solos

APÊNDICE F - Mapa de geologia

APÊNDICE G - Processos de títulos minerários ANM (DNPM)

APÊNDICE H - Relação de cavernas cadastradas nas bases de dados do CECAV, SBE e Redespeleo Brasil para o Sudeste de Tocantins

APÊNDICE I - Mapa de geomorfologia

APÊNDICE J - Mapa de solos

APÊNDICE K - Mapa de aptidão agrícola da terra

APÊNDICE L - Cartogramas de variáveis climáticas

APÊNDICE M - Mapa de precipitação média anual

APÊNDICE N - Mapa de temperatura média anual

APÊNDICE O - Mapa de umidade relativa do ar média anual

APÊNDICE P - Mapa de evapotranspiração média anual

APÊNDICE Q - Mapa de domínios e subdomínios hidrogeológicos

APÊNDICE R - Mapa de vegetação

APÊNDICE S - Inventário florestal e lista de espécies

APÊNDICE T - Mapa de cobertura e uso da terra

APÊNDICE U - Mapa de vulnerabilidade de paisagens à perda de solos

APÊNDICE V - Mapa de adequação do uso da terra à aptidão agrícola

APÊNDICE W - Mapa de Potencialidade à Escassez Hídrica (PEH)

APÊNDICE X - Mapa de Potencialidade à Escassez Hídrica (PEH) x Projeto Barraginhas Sudeste - TO



LISTA DE FIGURAS

TOMO I

Figura 1. Localização da área estudada: Região da RSE-TO.....	5
Figura 2. Organograma das macroatividades do projeto.....	11
Figura 3. Fluxogramas de concepção das geodatabases para cartas segundo fusos UTM, faixas e RSE-TO.....	15
Figura 4. Exemplo de um fluxo do processo de montagem dos dados cartográficos básicos em ambiente ArcGIS (geodatabase).	16
Figura 5. Organização da geodatabase.....	19
Figura 6. Exemplo de descrição dos planos de informação na geodatabase.....	19
Figura 7. Código de classificação das unidades geologia-relevo-solo (sistemas ambientais). 21	
Figura 8. Lacunas de conhecimento sobre a composição, estrutura e diversidade da flora da RSE-TO (A, B).	22
Figura 9. Método de amostragem do estrato arbóreo (parcela de 20 x 50 m) em área de cerrado stricto sensu e cerradão (a) e linhas de amostragem em floresta estacional (b) e matas de galeria (c) com parcelas de 20 x 20 m.	24
Figura 10. Métodos de amostragem do estrato arbóreo em áreas de cerrado stricto sensu (A, B e C) e áreas de cerradão (D), mata de galeria (E) e floresta estacional (F).....	25
Figura 11. Método de coleta de espécies vasculares (A, B, C) e herborização do material botânico (D, E, F).	26
Figura 12. Organograma de execução do mapeamento de cobertura e uso da terra.....	29
Figura 13. Trincheira aberta para descrição e coleta de solo.	35
Figura 14. Utilização de barranco para exame de solo.....	35
Figura 15. Sondagem com emprego de trado.	35
Figura 16. Escala de estabilidade/vulnerabilidade de unidades.	46
Figura 17. Faixas de Desenvolvimento Humano Municipal.	50
Figura 18. Código de classificação das unidades de paisagem.	62
Figura 19. Modelo de relações para obtenção da carta de potencialidade de escassez hídrica.	64
Figura 20. Composição conceitual dos cenários.	67

TOMO II

Figura 21. A RSE-TO no contexto das províncias estruturais do Brasil	70
Figura 22. Distribuição das Coberturas Cenozoicas na RSE-TO.	72
Figura 23. Localização do Domínio Porto Nacional-Nova Crixás na na RSE-TO.....	74
Figura 24. Localização do Arco Magmático de Goiás na na RSE-TO.....	75
Figura 25. Localização dos Terreno/Domínio Dianópolis na na RSE-TO.....	76
Figura 26. Localização do Rifte Arafá-Natividade na na RSE-TO.	78
Figura 27. Localização da Faixa Brasília na na RSE-TO.....	81

Figura 28. Localização da Bacia Sanfranciscana na RSE-TO.	83
Figura 29. Localização da Bacia São Francisco/BambuÍ na na RSE-TO.	84
Figura 30. Localização da Bacia do ParnaÍba na Área de estudo.	86
Figura 31. Distribuição percentual dos tipos processuais junto ao DNPM da RSE-TO.	88
Figura 32. Distribuição dos processos minerÁrios da RSE-TO por classe de jazimento.	89
Figura 33. Distribuição espacial dos processos das substÁncias minerais da Classe I requeridos no DNPM na RSE-TO.	90
Figura 34. Distribuição Espacial dos processos do DNPM - substÁncias minerais da Classe II.	96
Figura 35. Visão geral da Mina Itafós em ArraÍas na RSE-TO e detalhe da exploração de fosforito.	98
Figura 36. Distribuição dos Processos do DNPM - substÁncias minerais da Classe III.	99
Figura 37. Distribuição Espacial dos Processos do DNPM - substÁncias minerais da Classe VI.	101
Figura 38. Distribuição Espacial dos Processos do DNPM - substÁncias minerais da Classe VII.	105
Figura 39. Lapa/Furna do Boqueirão na RSE-TO.	121
Figura 40. Lapa Catedral da Laje na RSE-TO.	122
Figura 41. Furna do petrÓglifo na RSE-TO.	123
Figura 42. Gruta do Açude na RSE-TO.	124
Figura 43. Ocorrências de cavidades naturais no município de Aurora do Tocantins.	125
Figura 44. Ocorrências de cavidades naturais no município de Dianópolis.	126
Figura 45. Ocorrências de cavidades naturais no município de Novo Jardim.	127
Figura 46. Ocorrências de cavidades naturais no município de Taguatinga.	128
Figura 47. Potencialidade para ocorrências de cavidades naturais da RSE-TO.	132
Figura 48. Distribuição do Depósitos Sedimentares Inconsolidados na RSE-TO.	134
Figura 49. Localização das Bacias Sedimentares e Coberturas Inconsolidadas na RSE-TO.	136
Figura 50. Localização do DomÍnio dos Embasamentos em Estilos Complexos na RSE-TO.	143
Figura 51. Localização do DomÍnio dos Faixas de Dobramentos e Coberturas Metassedimentares na RSE-TO.	144
Figura 52. Distribuição dos Argissolos Vermelho-Amarelos na RSE-TO.	148
Figura 53. Distribuição dos Cambissolos HÁplicos na RSE-TO.	150
Figura 54. Distribuição dos Gleissolos HÁplicos na RSE-TO.	154
Figura 55. Distribuição dos Latossolos na RSE-TO.	155
Figura 56. Distribuição dos Neossolos na RSE-TO.	159
Figura 57. Distribuição dos Plintossolos na RSE-TO.	164
Figura 58. Distribuição dos Plintossolos na RSE-TO.	166



Figura 59. Grupo 1 - Terras com aptidão boa para lavouras de ciclo curto em pelo menos um dos níveis de manejo.	174
Figura 60. Grupo 2 - Terras com aptidão regular para lavouras de ciclo curto em pelo menos um dos níveis de manejo.	175
Figura 61. Grupo 3 - Terras com aptidão regular para lavouras de ciclo curto em pelo menos um dos níveis de manejo.	177
Figura 62. Grupo 4 - Terras com aptidão regular ou restrita para pastagem plantada.	179
Figura 63. Grupo 5 - Terras com aptidão regular ou restrita para silvicultura e/ou pastagem natural.	180
Figura 64. Grupo 6 - Terras sem aptidão agrícola.	181
Figura 65. Curvas de regressão utilizadas para preenchimento das falhas mensais das estações selecionadas.	197
Figura 66. Fluviograma das estações preenchidas.	198
Figura 67. Vazões médias mensais para as estações de interesse.	206
Figura 68. Estações fluviométricas na bacia do rio Palma.	209
Figura 69. Curvas de rendimento específico e de vazões absolutas para a bacia do rio Palma.	210
Figura 70. Estações fluviométricas na bacia do rio Paranã.	211
Figura 71. Comparação das curvas regionais do rio Paranã com e sem a estação 21900000.	212
Figura 72. Curvas de regionalização de vazões para a Bacia do Rio Paranã.	213
Figura 73. Estações fluviométricas nas bacias hidrográficas do norte da RSE-TO.	214
Figura 74. Curvas de rendimento específico e de regionalização de vazões para a Bacia do Rio Manuel Alves da Natividade.	215
Figura 75. Localização das sub-bacias de referência para o Plano de Bacia dos Rios das Balsas e São Valério.	216
Figura 76. Fluviograma da estação 21080000.	217
Figura 77. Mapa de poços tubulares versus bacias hidrográficas da RSE-TO.	220
Figura 78. Zoneamento explotável da RSE-TO.	221
Figura 79. Mapa das unidades geológicas que ocorrem na RSE-TO.	222
Figura 80. Domínios Hidrogeológicos que ocorrem na RSE-TO.	223
Figura 81. Mapa com as Unidades Hidroestratigráficas versus as bacias hidrográficas. Legenda: Gr é granular, Fr é fraturado e K é cárstico.	225
Figura 82. Poços Tubulares versus Domínio de cada Unidade Hidroestratigráfica.	226
Figura 83. Croquis de abastecimento de Paranã.	231
Figura 84. (a) Mineração de calcário em Chapada da Natividade. Empreendimento com material exposto e sem uso da água para aspersão de poeira de mina; (b) Leito de curso de água em Dianópolis utilizado para dragagem de areia com área de preservação permanente não preservada.	238
Figura 85. (a) Área de irrigação de banana do DIMA em Dianópolis; (b) Reservatório do barramento utilizado para captação de água para o DIMA, no rio Manuel Alves da Natividade, em Dianópolis.	240

Figura 86. (a e b) - Entrada do empreendimento Tamborá, em Almas; (c e d) - Conjunto de lagoas de piscicultura do empreendimento Piracema, em Almas.	242
Figura 87. Aproveitamentos Hidrelétricos em operação na RSE-TO.	243
Figura 88. Tipos de aproveitamentos hidrelétricos em diferentes estágios (em operação, em construção ou somente projetadas) na RSE-TO.	244
Figura 89. Localização das principais atrações turísticas que necessitam da preservação recursos e da paisagem natural na RSE-TO.	245
Figura 90. (a) Lagoa do Japonês, Pindorama. Margens preservadas em sua maior parte; (b) Balneário em Aurora do Tocantins. Curso de água assoreado e margens com solo exposto e potencial de carreamento de material no período chuvoso; (c e d) Rio Azuis. Balneário em Aurora do Tocantins. Solo exposto e margens cimentadas com área de preservação permanente não respeitada; (e e f) Balneário em Rio da Conceição - Rio Manuel Alves da Natividade. Material descartado nas margens e área de preservação permanente não preservada.	247
Figura 91. Demanda total para usos consuntivos por sub-bacia.	255
Figura 92. Demanda total para usos consuntivos por bacia.	256
Figura 93. Balanço hídrico por sub-bacia hidrográfica.	261
Figura 94. Distribuição das parcelas amostradas e lacunas de conhecimento na RSE-TO, incluindo dados primários; e as base de dados SEPLAN, 2013 e da tese de LEMOS, 2018.	264
Figura 95. Formações savânicas da RSE-TO. Cerrado ralo (A, B); Cerrado Típico (C, D, E), Cerrado Denso (F, G), Cerrado Rupestre (H, I), Cerrado decíduo (J, K, L), Vereda (M, N, O).	266
Figura 96. Formações florestais da RSE-TO. Cerradão (A, B, C); Mata de Galeria (D), Floresta Estacional Semidecídua (E), Floresta Estacional Decídua (F, G, H, I).	267
Figura 97. Coberturas e usos antrópicos do solo na RSE-TO: pasto em ambiente de floresta (A), pasto em ambiente de savana (B e C), açude para hidratação animal e fornecimento de água para roça e horta (D), cultivo agrícola (E), plantio de Eucalipto após incêndio florestal (F), uso de fogo para limpeza de pasto (G), área de vereda após de incêndio (H), corte seletivo de Angico (<i>Anadenanthera colubrina</i>) em ambiente de floresta estacional (I).	269
Figura 98. Novos registros das espécies raras <i>Tibouchina papyrus</i> (A) e <i>Wunderlichia cruelsiana</i> (B) no ambiente de Cerrado rupestre (C).	270
Figura 99. Produtos da sociobiodiversidade provindos da cobertura vegetal nativa da RSE-TO. (A) <i>Caryocar coriaceum</i> (Pequi); (B) <i>Eugenia dysenterica</i> (Cagaita); (C e D) <i>Anacardium occidentale</i> (Caju-do-cerrado) e (E e F) <i>Dypterix alata</i> (Baru).	271
Figura 100. Curva do coletor com rarefação para quatro formações vegetais amostradas na RSE-TO.	273
Figura 101. (A) Análise de agrupamento (UPGMA - Índice de Bray-Curtis), (B) escalonamento multidimensional não-métrico (NMDS) e (C) distribuição espacial de 236 parcelas de cerrado sensu stricto, divididos em cinco Grupos Fitofisionômicos (GF) com base na UPGMA e NMDS.	275
Figura 102. Caracterização ambiental dos cinco grupos fitofisionômicos (GF) de cerrado sensu stricto em função das classes de solos, domínios geomorfológicos e subdomínios hidrogeológicos e bacias hidrográficas da RSE-TO.	278
Figura 103. Produtos (picolés e geleias) fabricados com frutos de espécies de cerrado sensu stricto com ampla aceitação no mercado consumidor nacional e internacional.	285



Figura 104. (A) Análise de agrupamento (UPGMA - Índice de Bray-Curtis), (B) Escalonamento multidimensional não-métrico (NMDS) e (C) distribuição espacial de 32 parcelas de Cerradão, divididos em quatro Grupos Fitofisionômicos (GF).....	287
Figura 105. Caracterização ambiental dos quatro grupos fitofisionômicos (GF) de cerradão em relação as variáveis categóricas sub-bacias hidrográficas, classes de solos, domínios hidrogeológicos e a compartimentação geoambiental da RSE-TO.....	289
Figura 106. (A) Análise de agrupamento (UPGMA - Índice de Bray-Curtis); (B) Escalonamento multidimensional não-métrico (NMDS); (C) distribuição espacial de 161 parcelas de Floresta Estacional, divididos em cinco Grupos Fitofisionômicos (GF).....	293
Figura 107. Caracterização ambiental dos grupos fitofisionômicos de floresta estacional (GFFE) conforme ocorrência nas classes de declividade, solos, erodibilidade, bacias hidrográficas, compartimentação geoambiental e precipitação da RSE-TO.	296
Figura 108. (A) Análise de agrupamento (UPGMA - Índice de Bray-Curtis); (B) Escalonamento multidimensional não-métrico (NMDS); (C) distribuição espacial de 50 parcelas de mata de galeria e ciliar, divididos em quatro Grupos Fitofisionômicos (GF).....	302
Figura 109. Caracterização ambiental dos grupos fitofisionômicos das matas de galeria e ciliares (GFMGC) conforme ocorrência nos compartimentos geoambientais e nas classes de solos, subdomínios hidrogeológicos, declividade, erodibilidade potencial dos solos e bacias hidrográficas da RSE-TO.....	305
Figura 110. Tipos de uso na unidade Cidades e Vilas (a) Comunidade de Morro de São João - Santa Rosa do Tocantins; (b) Trevo de entrada Pindorama do Tocantins.....	312
Figura 111. Tipos de uso na unidade Industrial/Comercial/Serviço – (a) Pequena Central Hidrelétrica Boa Sorte em Dianópolis –TO; (b) Unidade de armazenamento de grãos em Silvanópolis – TO; (c) Auto posto de combustível em Natividade – TO e (d) Estação de bombeamento - Distrito Irrigado Manoel Alves. Fonte: Consórcio Serras Gerais.	313
Figura 112. Tipos de uso na unidade Extração Mineral. (a) Planta mineradora de calcário em Palmeirópolis – TO e (b) Planta mineradora de fosfato em Arraias – TO.	315
Figura 113. Tipos de uso na unidade Áreas Degradadas (a) Mineração de areia abandonada em Rio da Conceição – TO e (b) Área de empréstimo em estrada a margem de estrada vicinal em Bom Jesus do Tocantins – TO.	317
Figura 114. Tipos de uso na unidade Cultivos Temporários Diversificados. (a) Área de cultura diversificada em Ponta Alta do Bom Jesus – TO e (b) Área de roça de toco em Dianópolis - TO.....	318
Figura 115. Tipos de uso na unidade Graníferas e Cerealíferas. (a) Área plantada de soja na divisa dos estados do Tocantins e Bahia em Taguatinga – TO e (b) Área colhida de milho em Silvanópolis – TO.....	319
Figura 116. Tipos de uso na unidade Frutíferas. (a) Cultivo de banana e (b) abacaxi no Distrito Irrigado Manoel Alves em Dianópolis - TO.	322
Figura 117. Tipos de uso na unidade Pecuária com Cultivos Temporários Diversificados. (a) Dianópolis-TO e (b) São Salvador do Tocantins.	324
Figura 118. Tipos de uso na unidade Pecuária de Animais de Grande Porte. (a) Pastagem degradada no município de Silvanópolis – TO; (b) Pastagem cultivada em ambiente de Cerrado Típico no município de Paranã – TO; (c) Pastagem cultivadas em ambiente de Floresta Estacional no município de Combinado e (d) Pasto sujo em ambiente de Cerrado Ralo no município de Almas -TO.....	326
Figura 119. Quantitativo do rebanho bovino nos municípios da RSE-TO.	328

Figura 120. Tipos de uso na unidade Pastagens Indiferenciadas no entorno do Distrito Irrigado Manoel Alves no município de Dianópolis – TO (a e b).....	329
Figura 121. Tipos de uso na unidade Reflorestamento. Área de silvicultura: (a) plantio de eucalipto em Natividade - TO e de (b) seringueira em Palmeirópolis - TO.	330
Figura 122. Tipos de uso na unidade Capoeira – (a) Área de Capoeira com vegetação em estágio avançado de regeneração em Pindorama – TO e (b) Área de Capoeira com vegetação em estágio médio de regeneração em Santa Rosa do Tocantins - TO.....	331
Figura 123. Tipos de uso na unidade Praias. Praias fluviais (a) no rio Manoel Alves no município de Natividade - TO e (b) no rio Palmas no município de Paranã - TO.....	332
Figura 124. Tipos de uso na unidade Corpos D'água Continental. (a) Travessia no Rio Manoel Alves em Santa Rosa do Tocantins – TO; (b) Vista do reservatório de Usina Hidrelétrica Peixe Angical no Rio Tocantins no município de São Sebastião do Tocantins - TO.....	333
Figura 125. Tipos de uso na unidade Piscicultura. (a) Tanque de piscicultura em período de despesas - o viveiro é totalmente esvaziado e o peixe coletado no final, em Dianópolis – TO; (b) Tanque de piscicultura cheio, em Almas - TO.....	334
Figura 126. Carta de Vulnerabilidade de Paisagens à Perda de Solo da RSE-TO.	336
Figura 127. Formas erosivas de erosão remontante (escarpas e morros testemunhos) da Serra Geral do Tocantins vistas em imagem obtida a partir de grades do SRTM.....	337
Figura 128. Conjunto de serras sustentado pelo Grupo Natividade que se destaca na vasta superfície pediplanada da Depressão do Alto Tocantins visto em imagens obtidas a partir de grades de MNT do Projeto SRTM.	340
Figura 129. Conjunto de serras na parte sul da área sustentado pelas formações Traíras (esquerda) e Arraias (direita) visto em imagens obtidas a partir de grades de MNT do Projeto SRTM.....	341
Figura 130. Patamares entre a Depressão do Alto Tocantins e o Chapadão Ocidental Baiano vistos em imagens obtidas a partir de grades de MNT do Projeto SRTM.	342
Figura 131. Distribuição dos pontos de observação de drenagem no Sudeste do Tocantins em agosto de 2018. Pontos vermelhos representam drenagem intermitente e pontos azuis representam drenagem perene.	350
Figura 132. Faixas de Desenvolvimento Humano Municipal.	358
Figura 133. Evolução do IDHM - Tocantins e Brasil.	358
Figura 134. Composição do IDHM - Brasil, Tocantins, Dianópolis e Conceição do Tocantins.	359
Figura 135. Índice de Desenvolvimento Humano Municipal do ano de 2000 (à esquerda) e 2010 (à direita) para os Municípios da RSE-TO.	360
Figura 136. Índices de GINI para os anos de 1991, 2000 e 2010.	361
Figura 137. Índices de GINI para os Municípios da RSE-TO em 2000 (à esquerda) e em 2010 (à direita).	362
Figura 138. Número de comunidades quilombolas (a), comunidades de pescadores (b), famílias em assentamentos rurais (c) e agricultores familiares (d) para os municípios da RSE-TO.....	367
Figura 139. Percentual de Famílias Beneficiárias do Programa Bolsa Família.	369
Figura 140. Pirâmide Etária 2000 - RSE-TO.....	370
Figura 141. Pirâmide Etária 2000 – Tocantins.....	370



Figura 142. Pirâmide Etária 2000 – Brasil.	371
Figura 143. Pirâmide Etária 2010 - RSE-TO.....	371
Figura 144. Pirâmide Etária 2010 – Tocantins.....	372
Figura 145. Pirâmide Etária 2010 – Brasil.	372
Figura 146. Evolução da População do Tocantins (mil habitantes) - 2000 a 2030.....	373
Figura 147. Evolução da População Residente no Brasil (mil habitantes) - 2000 a 2030.	373
Figura 148. Estimativa da População em 2017 (mil hab) - RSE-TO.....	374
Figura 149. População Rural e Urbana em 2010.	374
Figura 150. Área (km ²) e Densidade Demográfica (hab/km ²).	375
Figura 151. Distribuição da População por Município.....	377
Figura 152. Taxa de Desocupação.....	378
Figura 153. Taxa de Desocupação.....	379
Figura 154. Percentual de Ocupação por Atividade Econômica.....	381
Figura 155. Percentual de Ocupação por Atividade Econômica- Brasil e RSE-TO.....	382
Figura 156. Indicadores de Pobreza.....	383
Figura 157. Indicadores de Pobreza.....	384
Figura 158. Taxa de Analfabetismo - RSE-TO, Tocantins e Brasil.....	385
Figura 159. Índices de escolaridade - RSE-TO, Tocantins e Brasil.....	387
Figura 160. Participação das Microrregiões na Composição do PIB do Tocantins.	388
Figura 161. Produto Interno Bruto (milhares de reais) - RSE-TO.....	390
Figura 162. Produto Interno Bruto dos municípios da RSE-TO.....	391
Figura 163. Valor adicionado ao Produto Interno Bruto por Setor da Economia dos municípios da RSE-TO para o ano de 2014.	392
Figura 164. Percentual da população com abastecimento de água.....	400

TOMO III

Figura 165. Balanço Hídrico por Microbacia e condição de maior criticidade hídrica.....	403
Figura 166. Ações possíveis para a Segurança Hídrica de uma Bacia.	404
Figura 167. Potencialidade à escassez hídrica da RSE-TO.....	406
Figura 168. Sequência de codificação das variáveis ambientais (pesos de PEH). No exemplo, a soma dos pesos dá 24, indicando uma unidade da subclasse 24.	412
Figura 169. Distribuição geográfica da classe Muito Baixo e suas subclasses na RSE-TO.	413
Figura 170. Distribuição geográfica da classe Baixo e suas subclasses na RSE-TO.	417
Figura 171. Distribuição geográfica da classe Moderado e suas subclasses na RSE-TO....	422
Figura 172. Distribuição geográfica da classe Alto e suas subclasses na RSE-TO.....	426
Figura 173. Distribuição geográfica da classe Muito Alto e suas subclasses na RSE-TO. ...	429
Figura 174. Composição conceitual dos cenários.	433
Figura 175. Projeções econômicas para o Brasil (Milhões de Reais).....	439

Figura 176. Projeções demográficas para o Brasil e Tocantins (Mil Habitantes).	444
Figura 177. Ilustração esquemática da metodologia mutatis-mutandi.	448
Figura 178. Projeções econômicas para a RSE-TO (Milhões de Reais).	450
Figura 179. Projeções para a população total da RSE-TO (habitantes).	453
Figura 180. Projeções de áreas plantadas para culturas selecionadas (hectares).	475
Figura 181. Projeções de áreas plantadas com fruticultura irrigada – Total regional à esquerda e apenas o DIMA à direita (hectares).	478
Figura 182. Projeções de áreas plantadas com commodities irrigadas (hectares).	479
Figura 183. Projeções de rebanhos animais (animais).	481
Figura 184. Projeções de área da atividade de aquicultura (hectares).	483
Figura 185. Projeções de geração de valor adicionado bruto industrial (R\$, mil).	485
Figura 186. Projeções de geração de valor adicionado bruto terciário (R\$, mil).	486
Figura 187. Projeções para a população da RSE-TO (habitantes, mesma escala).	487
Figura 188. Projeções para a população urbana e rural da RSE-TO (habitantes).	488
Figura 189. Projeções de demandas hídricas de irrigação (m3/s).	492
Figura 190. Projeções de demandas hídricas da pecuária (m3/s).	494
Figura 191. Projeções de demandas hídricas da aquicultura (m3/s).	497
Figura 192. Projeções de demandas hídricas da indústria e mineração (m3/s).	499
Figura 193. Projeções de demandas hídricas de abastecimento urbano (m3/s).	501
Figura 194. Projeções de demandas hídricas de abastecimento rural (m3/s).	503
Figura 195. Projeções de demandas hídricas totais (m3/s).	507
Figura 196. Projeções de demandas hídricas totais por usuário para 2022 (m3/s).	507
Figura 197. Projeções de demandas hídricas totais por usuário para 2027 (m3/s).	507
Figura 198. Projeções de demandas hídricas totais por usuário para 2037 (m3/s).	508
Figura 199. Balanço hídrico e análise de escassez hídrica para o cenário estagnação em 2022.	523
Figura 200. Balanço hídrico e análise de escassez hídrica para o cenário estagnação em 2027.	524
Figura 201. Balanço hídrico e análise de escassez hídrica para o cenário estagnação em 2037.	525
Figura 202. Balanço hídrico e análise de escassez hídrica para o cenário morosidade em 2022.	526
Figura 203. Balanço hídrico e análise de escassez hídrica para o cenário morosidade em 2027.	527
Figura 204. Balanço hídrico e análise de escassez hídrica para o cenário morosidade em 2037.	528
Figura 205. Balanço hídrico e análise de escassez hídrica para o cenário retomada em 2022.	529
Figura 206. Balanço hídrico e análise de escassez hídrica para o cenário retomada em 2027.	530



Figura 207. Balanço hídrico e análise de escassez hídrica para o cenário retomada em 2037.....	531
Figura 208. Balanço hídrico e análise de escassez hídrica para o cenário aceleração em 2022.....	532
Figura 209. Balanço hídrico e análise de escassez hídrica para o cenário aceleração em 2027.....	533
Figura 210. Balanço hídrico e análise de escassez hídrica para o cenário aceleração em 2037.....	534
Figura 211. Balanço hídrico e análise de escassez hídrica para o cenário estagnação em 2022.....	536
Figura 212. Balanço hídrico e análise de escassez hídrica para o cenário estagnação em 2027.....	537
Figura 213. Balanço hídrico e análise de escassez hídrica para o cenário estagnação em 2037.....	538
Figura 214. Balanço hídrico e análise de escassez hídrica para o cenário morosidade em 2022.....	539
Figura 215. Balanço hídrico e análise de escassez hídrica para o cenário morosidade em 2027.....	540
Figura 216. Balanço hídrico e análise de escassez hídrica para o cenário morosidade em 2037.....	541
Figura 217. Balanço hídrico e análise de escassez hídrica para o cenário retomada em 2022.....	542
Figura 218. Balanço hídrico e análise de escassez hídrica para o cenário retomada em 2027.....	543
Figura 219. Balanço hídrico e análise de escassez hídrica para o cenário retomada em 2037.....	544
Figura 220. Balanço hídrico e análise de escassez hídrica para o cenário aceleração em 2022.....	545
Figura 221. Balanço hídrico e análise de escassez hídrica para o cenário aceleração em 2027.....	546
Figura 222. Balanço hídrico e análise de escassez hídrica para o cenário aceleração em 2037.....	547

LISTA DE TABELAS

TOMO I

Tabela 1. Sub-bacias de interesse para cálculo da disponibilidade hídricas.	58
---	----

TOMO II

Tabela 2. Distribuição dos processos por substância mineral na Classe I.	89
Tabela 3. Distribuição dos processos por substância mineral na Classe II.....	94
Tabela 4. Distribuição dos processos por substância mineral na Classe VI.	100
Tabela 5. Distribuição dos processos por substância mineral na Classe VII.	104
Tabela 6. Número de cavidades naturais da RSE-TO e sua associação com litotipos calcários.....	129
Tabela 7. Domínios e Unidades geomorfológicas identificados na área de estudo.....	133
Tabela 8. Distribuição municipal com ocorrência de Depósitos Sedimentares Inconsolidados.....	135
Tabela 9. Unidades geomorfológicas encontradas no domínio das Bacias Sedimentares e Coberturas Inconsolidadas.	137
Tabela 10. Tipos de modelados encontradas na Unidade Geomorfológica denominada de Patamares do Chapadão Ocidental Baiano.	139
Tabela 11. Tipos de modelados encontradas na Unidade Geomorfológica denominada de Planalto Dissecado do Tocantins.....	141
Tabela 12. Distribuição em área e percentual dos grandes grupos de solos mapeados na RSE-TO.	146
Tabela 13. Descrição das unidades de mapeamento, área e percentual.	167
Tabela 14. Identificação das unidades de aptidão agrícola das terras e área ocupada	171
Tabela 15. Disponibilidade hídrica nas macrobacias de interesse.....	218
Tabela 16. Disponibilidade hídrica detalhada nas bacias de interesse.....	218
Tabela 17. Áreas de ocorrências, em km ² , das formações geológicas em cada bacia hidrográfica da área de estudo.	224
Tabela 18. Efetivo de animais por município.....	235
Tabela 19. Demanda total estimada para a pecuária nos municípios da área de estudo.....	236
Tabela 20. Demandas totais estimadas por município para a RSE-TO.....	249
Tabela 21. Retiradas, consumos e retornos por setor usuário e por município.	251
Tabela 22. Demandas distribuídas por bacia hidrográfica.	253
Tabela 23. Demandas percentuais por bacia hidrográfica.	255
Tabela 24. Balanço hídrico para as bacias hidrográficas principais.....	258
Tabela 25. Balanço hídrico para as sub-bacias de interesse.....	258
Tabela 26. Quantificação das classes de mapeamento da cobertura e uso da terra - NÍVEL I.....	310



Tabela 27. Quantificação das unidades de mapeamento da cobertura e uso da terra no NÍVEL II.....	310
Tabela 28. Quantificação das unidades de mapeamento da cobertura e uso da terra no NÍVEL III.....	311
Tabela 29. Principais Culturas Temporárias de grãos, área plantada e produção.	321
Tabela 30. Principais culturas de frutíferas, área plantada, produção e rendimento médio...	323
Tabela 31. Distribuição por bacia hidrográfica dos graus de vulnerabilidade de paisagens à perda de solo da RSE-TO.	349
Tabela 32. Classes adequação do uso da terra a aptidão agrícola na RSE-TO.....	352
Tabela 33. Famílias Assentadas e Agricultores Familiares.....	364
Tabela 34. Pescadores com Cadastro no SIT/MDA.	365
Tabela 35. Famílias Beneficiárias e Valores Repassados pelo Programa Bolsa Família.	368
Tabela 36. Percentual do VAB – Valor Adicionado Bruto para cada setor em cada município para o ano de 2016.....	380
Tabela 37. PIB e População.....	389
Tabela 38. Quantitativo de Bovinos dos Municípios da RSE-TO.....	393
Tabela 39. Principais Culturas Plantadas na Região.	395
Tabela 40. Fruticultura na RSE-TO.....	398

TOMO III

Tabela 41. Quantificação das classes de Potencialidade à Escassez Hídrica (PEH) da Região Sudeste do Tocantins.	407
Tabela 42. Resultado dos Cenários para o Produto Interno Bruto (R\$, mil).	450
Tabela 43. Resultado dos Cenários para o VAB Industrial em municípios-polo em 2037 (R\$, mil).	485
Tabela 44. Resultado dos Cenários para o VAB Terciário em municípios-polo em 2037 (R\$, mil).	486
Tabela 45. Resultado dos Cenários para a População Urbana (habitantes).	488
Tabela 46. Resultado dos Cenários para a População Rural (habitantes).	490
Tabela 47. Resultado dos Cenários para a Demanda Hídrica de Irrigação em 2022 (m3/s).	492
Tabela 48. Resultado dos Cenários para a Demanda Hídrica de Irrigação em 2027 (m3/s).	493
Tabela 49. Resultado dos Cenários para a Demanda Hídrica de Irrigação em 2037 (m3/s).	493
Tabela 50. Resultado dos Cenários para a Demanda Hídrica da Pecuária em 2022 (m3/s).	495
Tabela 51. Resultado dos Cenários para a Demanda Hídrica da Pecuária em 2027 (m3/s).	495
Tabela 52. Resultado dos Cenários para a Demanda Hídrica da Pecuária em 2037 (m3/s).	496
Tabela 53. Resultado dos Cenários para a Demanda Hídrica da Aquicultura em 2022 (m3/s).....	497
Tabela 54. Resultado dos cenários para a demanda hídrica da aquicultura em 2027 (m3/s).....	497
Tabela 55. Resultado dos cenários para a demanda hídrica da aquicultura em 2037 (m3/s).....	497

Tabela 56. Resultado dos cenários para a demanda hídrica da indústria e mineração em 2022 (m3/s).....	499
Tabela 57. Resultado dos Cenários para a Demanda Hídrica da Indústria e Mineração em 2027 (m3/s).....	499
Tabela 58. Resultado dos cenários para a demanda hídrica da indústria e mineração em 2037 (m3/s).....	500
Tabela 59. Resultado dos Cenários para a Demanda Hídrica de Ab. Urbano em 2022 (m3/s).....	501
Tabela 60. Resultado dos Cenários para a Demanda Hídrica de Ab. Urbano em 2027 (m3/s).....	501
Tabela 61. Resultado dos Cenários para a Demanda Hídrica de Ab. Urbano em 2037 (m3/s).....	502
Tabela 62. Resultado dos cenários para a demanda hídrica de abastecimento rural em 2022 (m3/s).....	504
Tabela 63. Resultado dos cenários para a demanda hídrica de abastecimento rural em 2027 (m3/s).....	504
Tabela 64. Resultado dos Cenários para a Demanda Hídrica de Ab. Rural em 2037 (m3/s).....	505
Tabela 65. Resultado da Cena Atual para a Demanda Hídrica (m3/s).	509
Tabela 66. Resultado do Cenário Estagnação para a Demanda Hídrica em 2022 (m3/s). ...	509
Tabela 67. Resultado do Cenário Estagnação para a Demanda Hídrica em 2027 (m3/s). ...	510
Tabela 68. Resultado do Cenário Estagnação para a Demanda Hídrica em 2037 (m3/s). ...	510
Tabela 69. Resultado do Cenário Morosidade para a Demanda Hídrica em 2022 (m3/s).....	511
Tabela 70. Resultado do Cenário Morosidade para a Demanda Hídrica em 2027 (m3/s).....	511
Tabela 71. Resultado do Cenário Morosidade para a Demanda Hídrica em 2037 (m3/s).....	512
Tabela 72. Resultado do Cenário Retomada para a Demanda Hídrica em 2022 (m3/s).....	512
Tabela 73. Resultado do Cenário Retomada para a Demanda Hídrica em 2027 (m3/s).....	513
Tabela 74. Resultado do Cenário Retomada para a Demanda Hídrica em 2037 (m3/s).....	513
Tabela 75. Resultado do Cenário Aceleração para a Demanda Hídrica em 2022 (m3/s).	514
Tabela 76. Resultado do Cenário Aceleração para a Demanda Hídrica em 2027 (m3/s).	515
Tabela 77. Resultado do Cenário Aceleração para a Demanda Hídrica em 2037 (m3/s).	515
Tabela 78. Projeção de demandas e balanço hídrico por bacia hidrográfica principal para a cena de 2022.	517
Tabela 79. Projeção de demandas e balanço hídrico por bacia hidrográfica principal para a cena de 2027.	517
Tabela 80. Projeção de demandas e balanço hídrico por bacia hidrográfica principal para a cena de 2037.	518
Tabela 81. Projeção de demandas e balanço hídrico por sub-bacia hidrográfica para a cena de 2022.	519
Tabela 82. Projeção de demandas e balanço hídrico por sub-bacia hidrográfica para a cena de 2027.	520
Tabela 83. Projeção de demandas e balanço hídrico por sub-bacia hidrográfica para a cena de 2037.	521



LISTA DE QUADROS

TOMO I

Quadro 1. Lista de cenas Landsat 8 e data de imageamento.	12
Quadro 2. Critérios de aquisição de feições de hidrografia para a escala 1:100.000.	27
Quadro 3. Critérios de aquisição de feições de hidrografia para a escala 1:50.000.	27
Quadro 4. Dimensões das APPs conforme tipo e largura dos cursos d'água.	28
Quadro 5. Classes de Cobertura e uso da terra adotadas no projeto.	29
Quadro 6. Simbologia correspondente às classes de aptidão agrícola das terras.	37
Quadro 7. Alternativas de utilização das terras de acordo com os grupos de aptidão agrícola.	37
Quadro 8. Convenções adicionais utilizadas.	39
Quadro 9. Quadro-guia de avaliação da aptidão agrícola das terras – Região Tropical Úmida.	43
Quadro 10. Características das classes de adequação de uso da terra à aptidão agrícola.	44
Quadro 11. Avaliação da estabilidade das categorias morfodinâmicas.	45
Quadro 12. Equações para o cálculo dos parâmetros fitossociológicos.	48
Quadro 13. Equações usadas para estimar de forma não-destrutiva o volume de material lenhoso, biomassa e estoque de carbono do componente arbóreas das formações savânicas e florestais.	49
Quadro 14. Classificação climática da UNEP em função do índice de aridez (IA).	54
Quadro 15. Classificação do nível de susceptibilidade à desertificação em função do IA.	55
Quadro 16. Dados usados para a caracterização das unidades de paisagem para fins de elaboração da carta de potencialidade de escassez hídrica (PEH).	62
Quadro 17. Rendimento Específico q90 (L/s.km ²).	63
Quadro 18. Balanço Hídrico (%) (demanda/Q90).	63
Quadro 19. Disponibilidade para novos usos (m ³ /s) (75% da Q90 - Demanda).	63

TOMO II

Quadro 20. Principais jazimentos minerais cadastrados na região.	108
Quadro 21. Potencial para novas Ocorrências de Cavidades Naturais da RSE-TO.	130
Quadro 22. Classificação do nível de susceptibilidade à desertificação em função do IA.	186
Quadro 23. Classes de riscos de escassez hídrica e respectivos valores de vulnerabilidade da RSE-TO.	188
Quadro 24. Sumários das variáveis meteorológicas utilizadas no estudo de caracterização da escassez hídrica na RSE-TO.	189
Quadro 25. Estações fluviométricas selecionadas.	190
Quadro 26. Vazão QMLT para as estações selecionadas.	199
Quadro 27. Comparação da QMLT período total e QMLT para os períodos de cheia e estiagem.	199

Quadro 28. Vazão Q90 para as estações de interesse.	200
Quadro 29. Vazão Q95 para as estações de interesse.	201
Quadro 30. Vazões QMLT calculadas para os períodos de El Niño e La Niña.	207
Quadro 31. Comparação das vazões QMLT para o período completo e períodos de El Niño e La Niña.	208
Quadro 32. Comparação dos Rendimentos Específicos do Plano de Bacias e da Estação 22730000.	216
Quadro 33. Vazões de referência para as estações 21050000 e 21080000 para a série de vazões entre 1971 e 1997.	218
Quadro 34. Cálculo das vazões específicas para as áreas incrementais ao rio Tocantins.	218
Quadro 35. Resumo dos valores das avaliações de parâmetros quantitativos dos aquíferos presentes em cada bacia hidrográfica da região.	227
Quadro 36. Parâmetros quantitativos dos aquíferos presentes na Bacia do Rio Balsas.	228
Quadro 37. Parâmetros quantitativos dos aquíferos presentes na Bacia do Rio Manuel Alves da Natividade.	228
Quadro 38. Parâmetros quantitativos dos aquíferos presentes na Bacia do Rio Palma.	228
Quadro 39. Parâmetros quantitativos dos aquíferos presentes na Bacia do Rio Paranã.	229
Quadro 40. Parâmetros quantitativos dos aquíferos presentes na Bacia do Rio São Valério.	229
Quadro 41. Parâmetros quantitativos dos aquíferos presentes na Bacia do Rio Tocantins.	229
Quadro 42. Outorgas para abastecimento público nos municípios da área de estudo.	232
Quadro 43. Faixas de demanda per capita para a População Urbana.	232
Quadro 44. Demanda estimada para os municípios da bacia.	233
Quadro 45. Demanda para abastecimento humano rural.	234
Quadro 46. Volumes diários de uso de água por rebanho.	236
Quadro 47. Outorgas para uso industrial e mineração nos municípios da área de estudo.	237
Quadro 48. Outorgas emitidas pelo Naturatins para irrigação na área de estudo.	239
Quadro 49. Área irrigada ao longo do ano de 2016/2017.	239
Quadro 50. Demanda de água para irrigação de culturas.	240
Quadro 51. Demanda média de água durante os meses de maio a outubro.	241
Quadro 52. Demandas totais por finalidade de uso.	249
Quadro 53. Taxas de consumo e retornos de água conforme o uso dos recursos hídricos.	250
Quadro 54. Classificação adotada para o PERH/ES quanto aos níveis de comprometimento hídrico.	257
Quadro 55. Comparativo entre as vazões médias de longo termo do PERH e deste estudo.	262
Quadro 56. Comparativo entre as vazões de referência de outorga e balanços hídricos do PERH e deste estudo.	263
Quadro 57. Número de parcelas e área amostrada (ha) em cada fitofisionomia da RSE-TO e localização das áreas de lacunas de conhecimento.	264



Quadro 58. Estatística descritiva da densidade (D), área basal (G), volume de material lenhoso (volume), estoque de carbono (C) e biomassa aérea (B) das quatro formações vegetais.....	273
Quadro 59. Análise de variância multivariada permutacional (PERMANOVA) da relação entre as 13 variáveis ambientais categóricas e a matriz de similaridade florística do componente arbóreo de áreas de cerrado sensu stricto da RSE-TO.....	276
Quadro 60. Espécies indicadoras significativas (p) com respectivos valores de importância dentro dos grupos fitofisionômicos de cerrado sensu stricto (GFCE) da RSE-TO.....	280
Quadro 61. Parâmetros estruturais médios de densidade, área basal, volume de material lenhoso, biomassa e carbono do estrato arbóreo para os grupos fitofisionômicos de cerrado sensu stricto (GFCE) da RSE-TO.....	282
Quadro 62. Análise de Variância Multivariada Permutacional (PERMANOVA) da relação entre as 13 variáveis ambientais categóricas e a matriz de similaridade florística do componente arbóreo de áreas de cerrado da RSE-TO.....	288
Quadro 63. Espécies indicadoras significativas (p) com respectivos valores de importância dentro dos grupos fitofisionômicos de cerrado (GFCD) da RSE-TO.....	290
Quadro 64. Diversidade alfa e parâmetros estruturais médios de densidade, área basal, volume de material lenhoso, biomassa e carbono do estrato arbóreo para os grupos fitofisionômicos de cerrado da RSE-TO.....	292
Quadro 65. Análise de variância multivariada permutacional (PERMANOVA) da relação entre as 13 variáveis ambientais categóricas e a matriz de similaridade florística do componente arbóreo de áreas de floresta estacional da RSE-TO.....	294
Quadro 66. Espécies indicadoras significativas (p) com respectivos valores de importância dentro dos grupos fitofisionômicos de floresta estacional (GFFE) da RSE-TO.....	298
Quadro 67. Diversidade alfa e parâmetros estruturais médios de densidade, área basal, volume de material lenhoso, biomassa e carbono do estrato arbóreo para os cinco grupos fitofisionômicos de Floresta Estacional da RSE-TO.....	300
Quadro 68. Análise de Variância Multivariada Permutacional (PERMANOVA) da relação entre as 12 variáveis ambientais categóricas e a matriz de similaridade florística do componente arbóreo de áreas de mata de galeria e ciliar da RSE-TO.....	303
Quadro 69. Espécies indicadoras significativas (p) com respectivos valores de importância nos grupos fitofisionômicos de mata de galeria e ciliar (GFMGC) da RSE-TO.....	306
Quadro 70. Diversidade alfa e parâmetros estruturais médios de densidade, área basal, volume de material lenhoso, biomassa e carbono do estrato arbóreo para os cinco grupos fitofisionômicos de Floresta Estacional da RSE-TO.....	308
Quadro 71. Classificação das substâncias minerais de acordo com o Código de Mineração.....	315
Quadro 72. Relação dos Frigoríficos da Região Sudeste do Tocantins.....	327
Quadro 73. Valores dos atributos para classes de grau de vulnerabilidade Moderadamente Vulnerável.....	341
Quadro 74. Valores dos atributos para classes de grau de vulnerabilidade Medianamente Estável/Vulnerável.....	345
Quadro 75. Valores dos atributos para classes de grau de vulnerabilidade Moderadamente Estável.....	347
Quadro 76. Critérios utilizados para a classificação da adequação ao uso das terras.....	355

Quadro 77. Comunidades Quilombolas na RSE-TO.	363
Quadro 78. Valor Adicionado Bruto.	393
Quadro 79. Evolução da Composição do VAB por Setores na RSE-TO (%).	393
Quadro 80. Relação dos Frigoríficos da RSE-TO.	394
Quadro 81. Relação de Industriais/Entrepósitos de Captação de Leite na RSE-TO.	394
Quadro 82. Área plantada, produção e produtividade do plantio de soja na RSE-TO.	395
Quadro 83. Tradings Instaladas na RSE-TO.	396
Quadro 84. Ocupação dos Projetos de Irrigação.	398

TOMO III

Quadro 85. Quantificação das classes de potencialidade de escassez hídrica da RSE-TO por bacias hidrográficas.	408
Quadro 86. Quantificação das classes de potencialidade de escassez hídrica da RSE-TO por municípios.	410
Quadro 87. Distribuição dos pesos de PEH nas subclasses pertencentes à classe Muito Baixo.	415
Quadro 88. Distribuição dos pesos de PEH nas subclasses pertencentes à classe Baixo. ...	419
Quadro 89. Distribuição dos pesos de PEH nas subclasses pertencentes à classe Moderado.	423
Quadro 90. Distribuição dos pesos de PEH nas subclasses pertencentes à classe Alto.	427
Quadro 91. Distribuição dos pesos de PEH nas subclasses pertencentes à classe Muito Alto.	430
Quadro 92. Conceituação dos Cenários na Forçante Exógena Econômica.	437
Quadro 93. Rede de Influência das Cidades da RSE-TO (municípios com célula em cinza denotam aqueles fora da RSE-TO).	445
Quadro 94. Síntese de vetores regionais para composição dos cenários na forçante endógena.	470
Quadro 95. Conceituação dos Cenários na Forçante Endógena.	472
Quadro 96. Cenários para a Ocupação de Área pela Bovinocultura em 2027 (mil hectares).	482
Quadro 97. Participação dos Setores Usuários na Demanda Hídrica (%).	508



LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANA	Agência Nacional de Águas
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
APP	Áreas de Preservação Permanente
BIRD	Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento
CAR	Cadastro Ambiental Rural
CECAV	Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas
CEMG	Comitê de Estruturação de Metadados Geoespaciais
CFSR	Sistema de Reanálises para Previsão do Clima
CIM	Carta Internacional ao Milionésimo
CNC	Cadastro Nacional de Cavernas do Brasil
CNPS	Centro Nacional de Pesquisa de Solos da Embrapa
Conama	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CONCAR	Comissão Nacional de Cartografia
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - Serviço Geológico do Brasil
ET-ADGV	Especificações Técnicas para Aquisição de Dados Geoespaciais Vetoriais
DIMA	Distrito de Irrigação Manuel Alves
DNPM	Departamento da Produção Mineral
DoR	Dominância Relativa
DR	Densidade Relativa
DSG	Diretoria de Serviço Geográfico do Exército Brasileiro
Embrapa	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EPI	Equipamento de Proteção Individual
ET _o	Índice de Evapotranspiração de Referência
FIETO	Federação de Indústrias de Tocantins
FR	Frequência Relativa
IA	Índice de Aridez
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ICMBio	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
IDHM	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal
INCRA	Instituto de Colonização e Reforma Agrária
INDE	Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
ISO	International Organization for Standardization, ou Organização Internacional para Padronização
IVI	Índice de Valor de Importância
MDE	Modelo digital de elevação
Mineratins	Companhia de Mineração do Tocantins
Naturatins	Instituto Natureza do Tocantins
NBR	Norma Brasileira aprovada pela ABNT
NCEP	Centro Nacional de Previsão Ambiental
OMM	Organização Mundial de Meteorologia
PDRIS	Projeto de Desenvolvimento Regional Integrado e Sustentável do Tocantins
PEH	Potencial de Escassez Hídrica
PP	Produto Parcial
RSE-TO	Região Sudeste do Tocantins
SBCS	Sistema Brasileiro de Classificação de Solos
SBE	Sociedade Brasileira de Espeleologia
SCE	Sistema Cartográfico do Estado do Tocantins
SDP	Solicitação de Propostas
Seagro	Secretaria de Estado da Agricultura e Pecuária do Tocantins
Sefaz	Secretaria de Estado da Fazenda
Semarh	Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos
SGQ	Sistema de Gestão da Qualidade
SRTM	<i>Shuttle Radar Topography Mission</i>
Seplan	Secretaria do Planejamento e Orçamento do Tocantins



SiBCS	Sistema Brasileiro de Classificação de Solos
SIRGAS	Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas
TM	<i>Thematic Mapper</i>
UnB	Universidade de Brasília
UNEP	<i>United Nations Environment Programme</i> ou Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
Unitins	Universidade Estadual do Tocantins
USGS	<i>United States Geological Survey</i> , ou Serviço Geológico dos Estados Unidos
UBC	Unidade Básica de Compartimentação
UP	Unidades de Paisagem
UTM	Universal Transversa de Mercator



S DIAGNÓSTICO SOCIOAMBIENTAL

5.1 Geologia

5.1.1 Províncias estruturais e unidades geológicas

A RSE-TO apresenta grande diversidade de ambientes geológicos tanto em litologia quanto em estratigrafia, desde sedimentos inconsolidados resultantes dos processos intempéricos e erosivos que se desenvolvem atualmente, até rochas metavulcanossedimentares de idade paleoproterozoica, passando por depósitos de bacias de diferentes ambientes de sedimentação e rochas policíclicas e polimetamórficas retrabalhadas por sucessivos ciclos erosivos (Apêndice F - Mapa de Geologia).

A Figura 21 ilustra um esboço geológico da RSE-TO em relação às províncias estruturais brasileiras. A região, em ordem decrescente de extensão, contém parte das províncias Tocantins (73%), São Francisco (24%) e Parnaíba (3%).

5.1.1.1 Província Tocantins

A Província Estrutural Tocantins constitui um sistema de orógenos brasileiros, caracterizados por cinturões de dobras e empurrões denominados de faixas Brasília, Paraguai e Araguaia, resultantes da convergência e colisão de três blocos continentais: Cráton Amazonas, a oeste; Cráton São Francisco, a leste; e Cráton Paranapanema, a sudoeste, encoberto pelas rochas da Bacia do Paraná. A área deste trabalho contém pequena parte da Faixa Brasília (FBR) no seu extremo sudeste.

O embasamento da província é composto por terrenos arqueanos e paleoproterozoicos, anteriormente atribuídos ao Maciço Mediano de Goiás (ALMEIDA, 1967), retrabalhados durante o Ciclo Brasileiro.

Fuck et al. (1993) e Fuck (1994) propuseram a compartimentação da Província Tocantins nas seguintes unidades tectônicas: Zona Cratônica, Faixa Brasília, Maciço de Goiás, Arco Magmático do Oeste de Goiás e Faixa Paraguai-Araguaia. Nessa proposta, individualizaram o Maciço de Goiás como um microcontinente envolvido nos processos colisionais brasileiros e destacaram deste uma faixa de acreção crustal Neoproterozoica denominada de Arco Magmático de Goiás (PIMENTEL et al., 1991a; PIMENTEL; FUCK, 1994).

Pimentel et al. (2000) reconheceram os seguintes domínios pré-cambrianos na parte central da Província Tocantins: Terreno Arqueano Crixás-Goiás, interpretado como pequeno bloco continental alóctone; Embasamento Siático Paleoproterozoico, representado por ortognaisses e sequências metavulcanossedimentares, na região de Almas-Dianópolis; o Complexo de Alto Grau Anápolis-Itauçu; Complexos Máfico-Ultramáficos Acamadados Paleomesoproterozoicos (Barro Alto, Niquelândia e Canabrava) e sequências metavulcanossedimentares associadas; e Arco Magmático de Goiás, do Neoproterozoico.

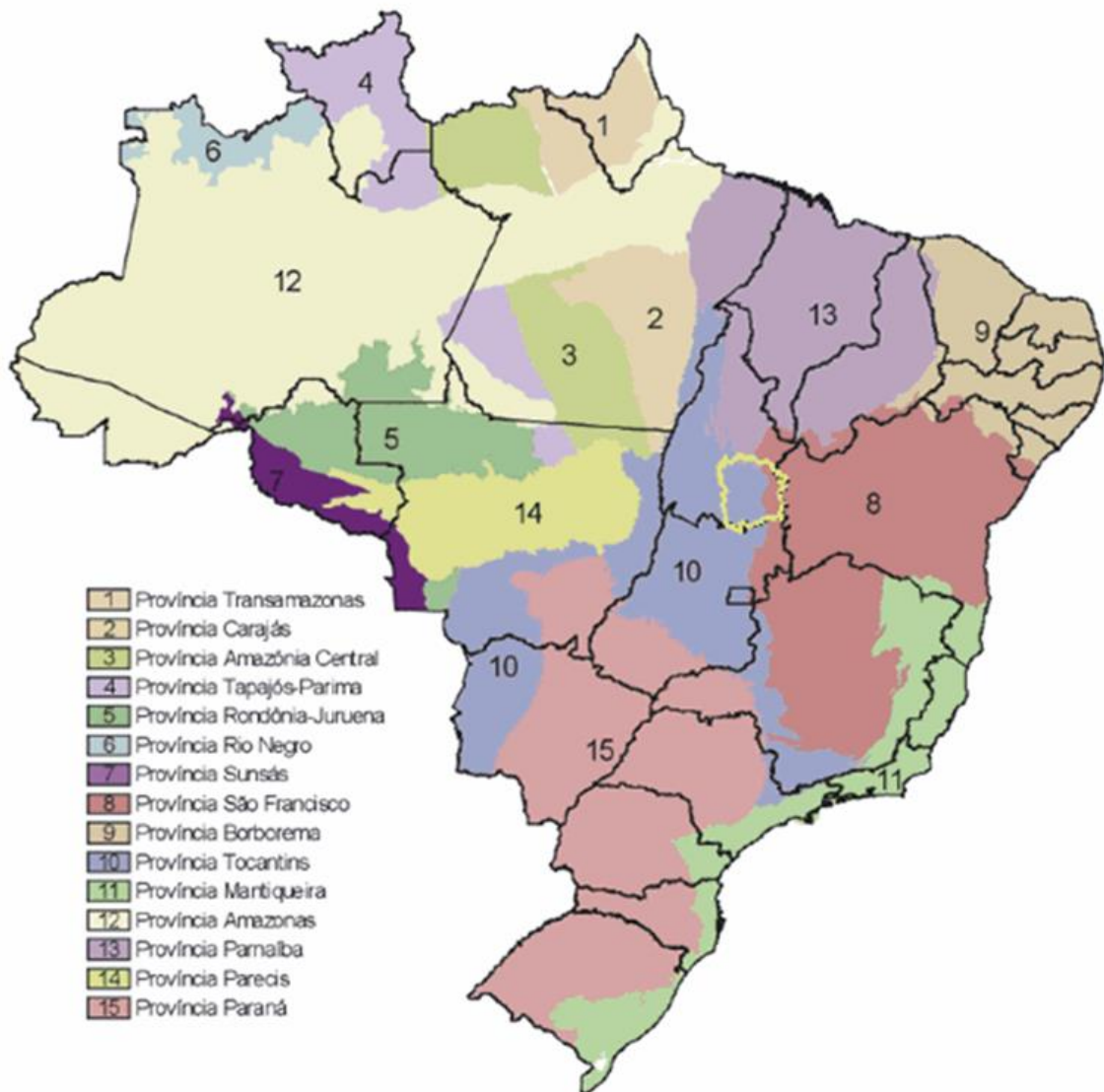


Figura 21. A RSE-TO no contexto das províncias estruturais do Brasil.

Fonte: Modificado de Bizzi et al. (2003).

Com base em informações geológicas, geocronológicas e gravimétricas, Delgado et al. (2003) propuseram uma compartimentação da Província Tocantins em oito domínios tectônicos: (1) Terrenos Granito-Greenstone Arqueanos e Domos TTG (Bloco Crixás-Goiás e Domo Gnáissico Colméia); (2) Domínio Porto Nacional-Nova Crixás (remanescentes de Embasamento Arqueano / Paleoproterozoico); (3) Faixa Móvel Paleoproterozoica Dianópolis-Silvânia; (4) Complexos Máfico-Ultramáficos Acamadados de Crixás (Canabrava, Niquelândia e Barro Alto); (5) Bacia Rifte Paleoproterozoica (grupos Araí-Serra da Mesa-Natividade); (6) Remanescentes de Crosta Oceânica (Domínio Palmeirópolis-Juscelândia); (7) Orógenos Brazilianos (faixas Paraguai, Araguaia e Brasília, e Arco Magmático de Goiás); e (8) Terreno de Significado Tectônico Duvidoso.

Na área deste trabalho ocorrem rochas pertencentes aos domínios tectônicos Orógenos Brazilianos (Faixa Brasília - FBR) e Arco Magmático de Goiás - AMG), Bacia Rifte



Paleoproterozoica (grupos Araí-Natividade - RAN), Domínio Porto Nacional-Nova Crixás - remanescentes de Embasamento Arqueano/Paleoproterozoico (TPN) e Faixa Móvel Paleoproterozoica Dianópolis-Silvânia (TDI). Também estão cartografadas na RSE-TO, as coberturas cenozoicas.

A. Coberturas cenozoicas

As coberturas cenozoicas se constituem em depósitos aluvionares recentes e coberturas detrítico-lateríticas e depósitos elúvio-coluviais do intervalo Pleistoceno / Neógeno.

As coberturas cenozoicas estão presentes nas três províncias: Tocantins, São Francisco e Parnaíba. Elas foram classificadas em três unidades (Coberturas detrítico-lateríticas, Depósitos colúvio-eluviais e Depósitos aluvionares) pelo seu grau de compactação, processos de laterização, composição litológica e processos deposicionais atuais. As unidades terciário-quaternárias desenvolveram-se e desenvolvem-se, sem distinção, sobre as demais unidades estratigráficas (Figura 22).

- **Sedimentos recentes**

Envolvem os depósitos aluvionares, sedimentos arenosos e argilo-arenosos localmente com areia, argila e lentes de cascalho.

Todos os cursos d'água que drenam a área de trabalho são rota de transporte do material oriundo do intemperismo e subsequente erosão das rochas da RSE-TO. Embora presentes em todos os leitos de rios, córregos e riachos, apenas os depósitos mais possantes estão mapeados acompanhando os rios mais importantes que drenam a RSE-TO, como o Tocantins, Formiga, Manuel Alves, São Valério, Palma e Paranã.

- **Coberturas lateríticas e detrítico-lateríticas e colúvios**

As coberturas detrítico-lateríticas, distribuem-se de forma ampla e descontínua, em especial na região centro-oriental do Brasil. Essas coberturas provavelmente indicam somente um cenário parcial da realidade. Melfi (1997) admite que os depósitos lateríticos cubram perto de 75% da superfície do Brasil, possuindo, no entanto, pouquíssimas camadas endurecidas.

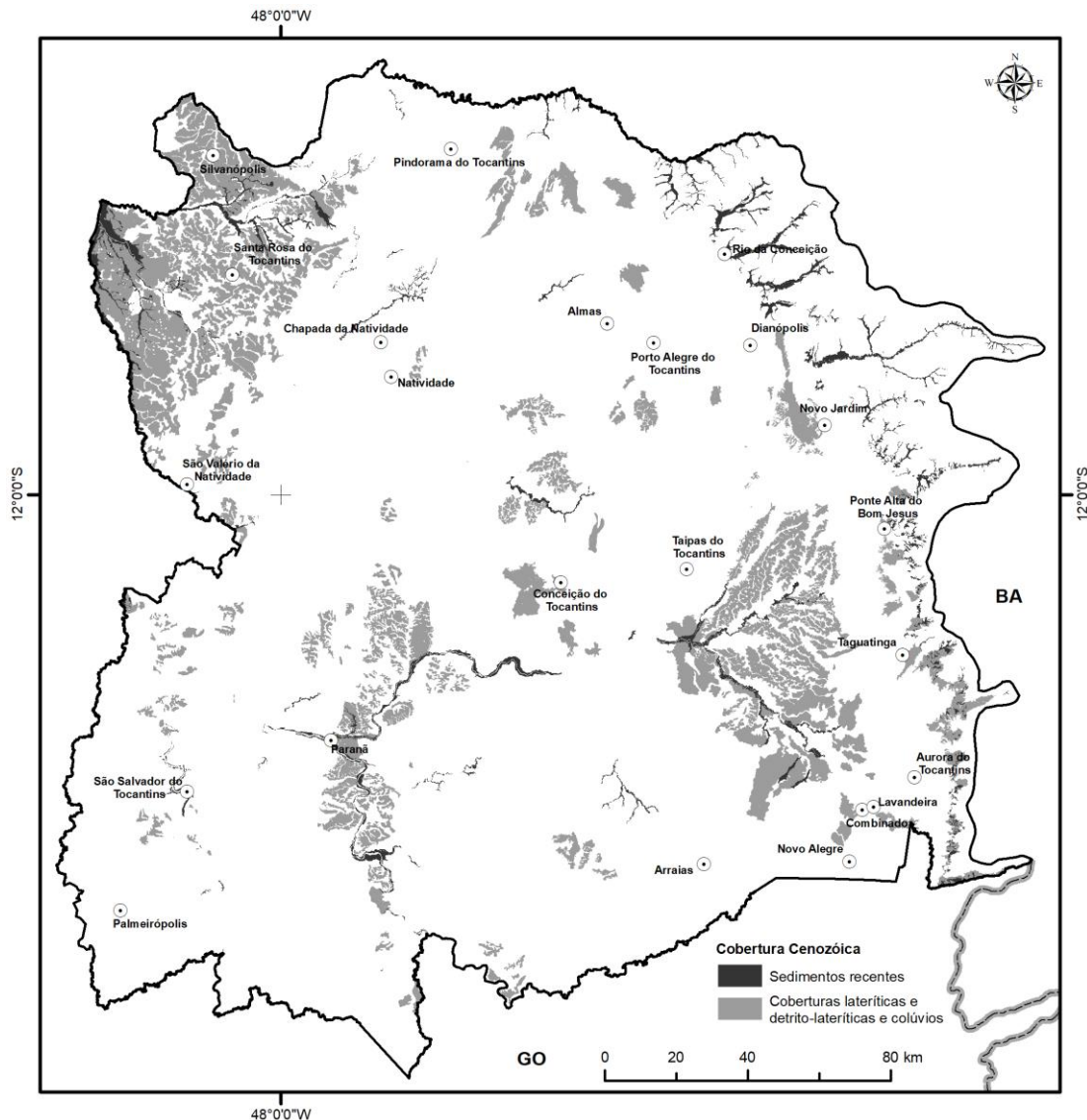


Figura 22. Distribuição das Coberturas Cenozoicas na RSE-TO.

Fonte: Elaboração do Autor.

Pode-se dizer que a atual topografia do Brasil é o resultado de uma evolução que iniciou no final do Cretáceo, com o levantamento do continente Sulamericano (BRAUN, 1971), estabelecendo um longo período erosivo que gerou durante o Eoceno um enorme peneplano - a Superfície Sulamericana de King (1956). Os materiais dessa cobertura são espessos e ricos em óxidos de ferro e alumínio.

No Neógeno, registra-se um novo levantamento do continente, levando a mais um ciclo erosivo, seguido de novo aplainamento - a Superfície Velhas, do Plio-Pleistoceno (KING, 1956). Uma nova cobertura de alteração do tipo laterítica foi formada (MELFI, 1997). Esse soerguimento se deveu não só às compensações isostáticas e aos processos compressionais derivados das interações andinas e da formação do Oceano Atlântico, mas também aos esforços derivados de falhas transformantes.



As coberturas detrítico-lateríticas (NQdl) distribuem-se, de forma ampla e descontínua e apresentam variações dentro da Província Tocantins e uniformidade composicional na Província Parnaíba. Na Província Tocantins, as coberturas detrítico-lateríticas (NQdl) mostram as seguintes composições: (i) latossolo com concreções ferruginosas, níveis de cascalho e horizontes mosqueados (VASCONCELOS et al., 2004); (ii) arenito e conglomerado (FARACO et al., 2004); (iii) areia com níveis de argila e cascalho, e crosta laterítica (SOUZA et al., 2004); (iv) laterita com concreções ferruginosas, níveis de cascalho e horizontes mosqueados (LACERDA FILHO et al., 2004).

Embora os depósitos colúvio-eluviais (NQc) tenham sido mapeados somente num ponto na Província Tocantins, provavelmente isto se deve à escala de mapeamento, pois certamente devem ocorrer amplamente ao longo das escarpas remontantes das unidades sedimentares e na base dos afloramentos elevados das rochas cristalinas. Eles são sedimentos dos tipos: areia, argila, cascalho e laterita (FARACO et al., 2004).

B. Domínio Porto Nacional-Nova Crixás (TPN)

Este domínio ocupa pequena parte do extremo NW da área de trabalho alongado na direção NE-SW (Figura 23). O domínio é composto por rochas da Suíte Lajeado (Granito Areias), da Formação Monte do Carmo e do Complexo Rio dos Mangues.

A Suíte Lajeado foi cartografada conforme Faraco *et al.* (2004), como sendo composta pelos granitos Lajeado, Carmo, Areias, Matança e Palmas. Chaves, Gorayeb e Moura (2008) redefiniram a Suíte Ipueiras como reunindo os plútons graníticos denominados de Areias, Ipueiras, Itália e do Carmo. Na área estudada aparece apenas parte do Granito Areias (granito, álcali granito, granito pórfiro e granitoide).

O Granito Areias está localizado a sudeste da cidade de Porto Nacional tendo aproximadamente 18 km de extensão por 3 km de largura, com maior comprimento na direção N-S.

A Formação Monte do Carmo precede à formação das bacias estaterianas, mas é produto do mesmo contexto geotectônico, de bacia rifte, porém mais antiga, do Orosiriano, preenchida por sequências vulcanossedimentares representadas por psamitos imaturos e rochas vulcânicas félsicas a intermediárias com idade de 2,0 Ga (CORREIA *et al.*, 1996).

A Formação Monte do Carmo é constituída por conglomerados, arenitos arcoseanos, e sucessões de rochas vulcânicas afetadas por fraco metamorfismo (GORAYEB, 1996). As rochas vulcânicas são representadas por riolitos e dacitos e mais raramente andesitos, basaltos, rochas vulcanoclásticas e tufos vítreos fluidais (GORAYEB et al., 1992).

O Complexo Rio dos Mangues é uma associação de ortognaisses tonalíticos e granodioríticos, parcialmente migmatizados, proto a ultramilonitizados e intercalações tectônicas de rochas anfibolíticas e granulíticas (FRASCA; ARAÚJO, 2001). Os tipos gnáissicos mais comuns e predominantes possuem granulação média a grossa. As litologias dessa unidade estão inseridas em um contexto de zonas de cisalhamento transcorrentes e compressionais.



Figura 23. Localização do Domínio Porto Nacional-Nova Crixás na RSE-TO.

Fonte: Elaboração do Autor.

C. Arco Magmático de Goiás (AMG)

O Arco Magmático de Goiás compreende um sistema de arcos formados por associação de rochas metaígneas e metassedimentares, com características geoquímicas e isotópicas similares às associações de arcos magmáticos intra-oceânicos, e constitui um segmento de crosta continental juvenil na região central da Província Tocantins (PIMENTEL et al., 1991a; FUCK, 1994).

O Arco Magmático de Goiás ocorre na região oeste do estado de Goiás e no sul do Tocantins, ocupando uma extensa faixa com largura de aproximadamente 300 km, separada em dois segmentos (norte e sul) pelo Bloco Crixás. Limita-se a leste com as rochas



metassedimentares da Faixa Brasília e seu embasamento; a oeste, com as coberturas da Bacia do Bananal; e a sul, com as rochas sedimentares da Bacia do Paraná (Figura 24).

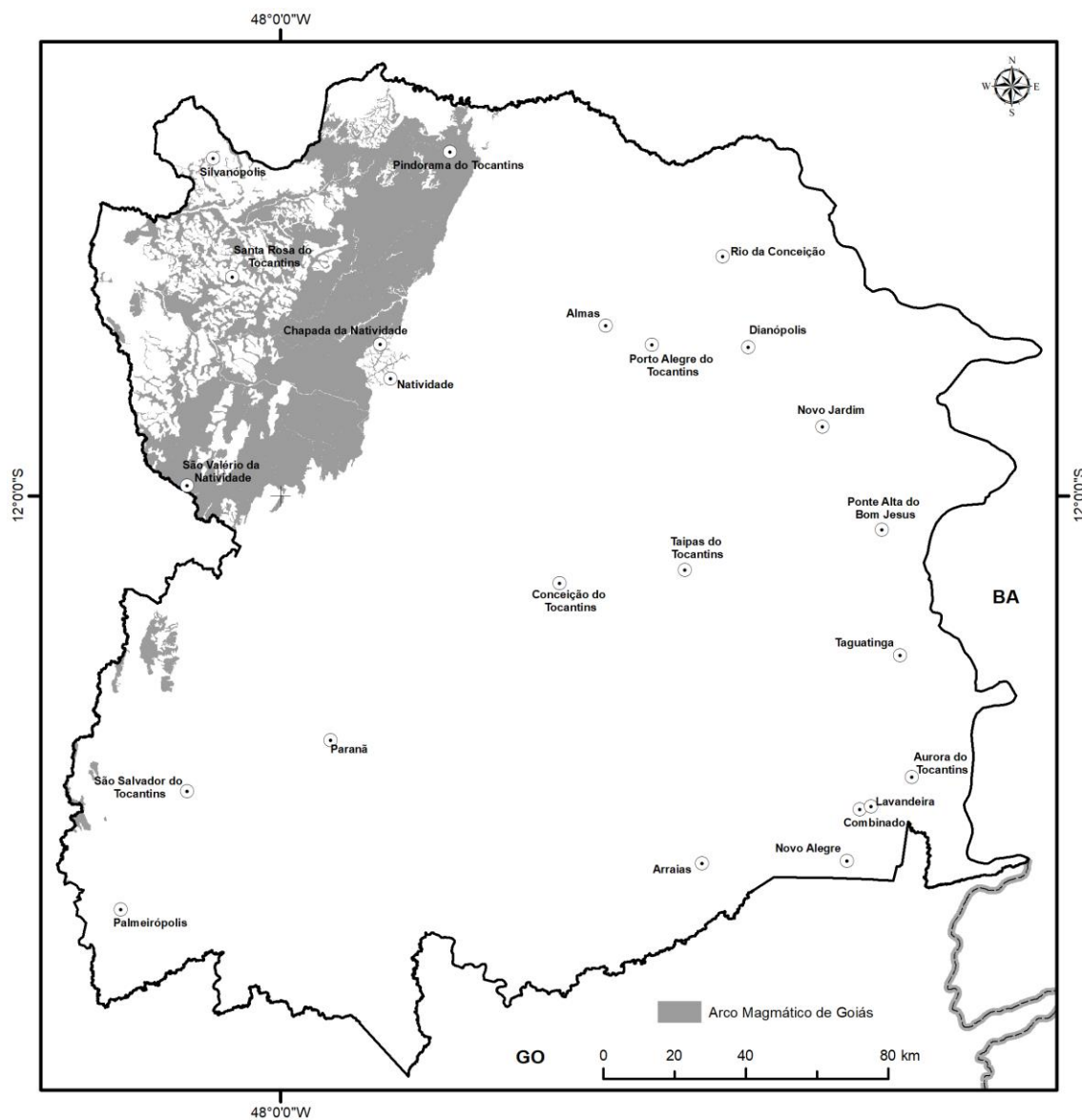


Figura 24. Localização do Arco Magmático de Goiás na na RSE-TO.

Fonte: Elaboração do Autor.

As unidades estratigráficas encontradas nesse domínio são os Ortognaisses do Oeste de Goiás e a Suíte Santa Tereza. A Suíte Santa Tereza é formada por plútons graníticos intrusivos nos Ortognaisses do Oeste de Goiás. Caracteriza-se por biotita granitos, álcali granito porfíricos, leucogranitos e tonalitos (Faraco et al., 2004; LACERDA FILHO et al., 2004).

A designação Ortognaisses do Oeste de Goiás corresponde a biotita gnaisses de composição granítica a tonalítica (FARACO et al., 2004; LACERDA FILHO et al., 2004).

D. Terreno/Domínio Dianópolis (TDI)

A Faixa Móvel Paleoproterozoica Dianópolis-Silvânia é um segmento de crosta continental que serviu de embasamento da Faixa Brasília (DELGADO et al., 2003). Na área estudada, a faixa móvel está representada pelo Domínio Dianópolis, que se estende no sentido NS, no centro da Província Tocantins (Figura 25).

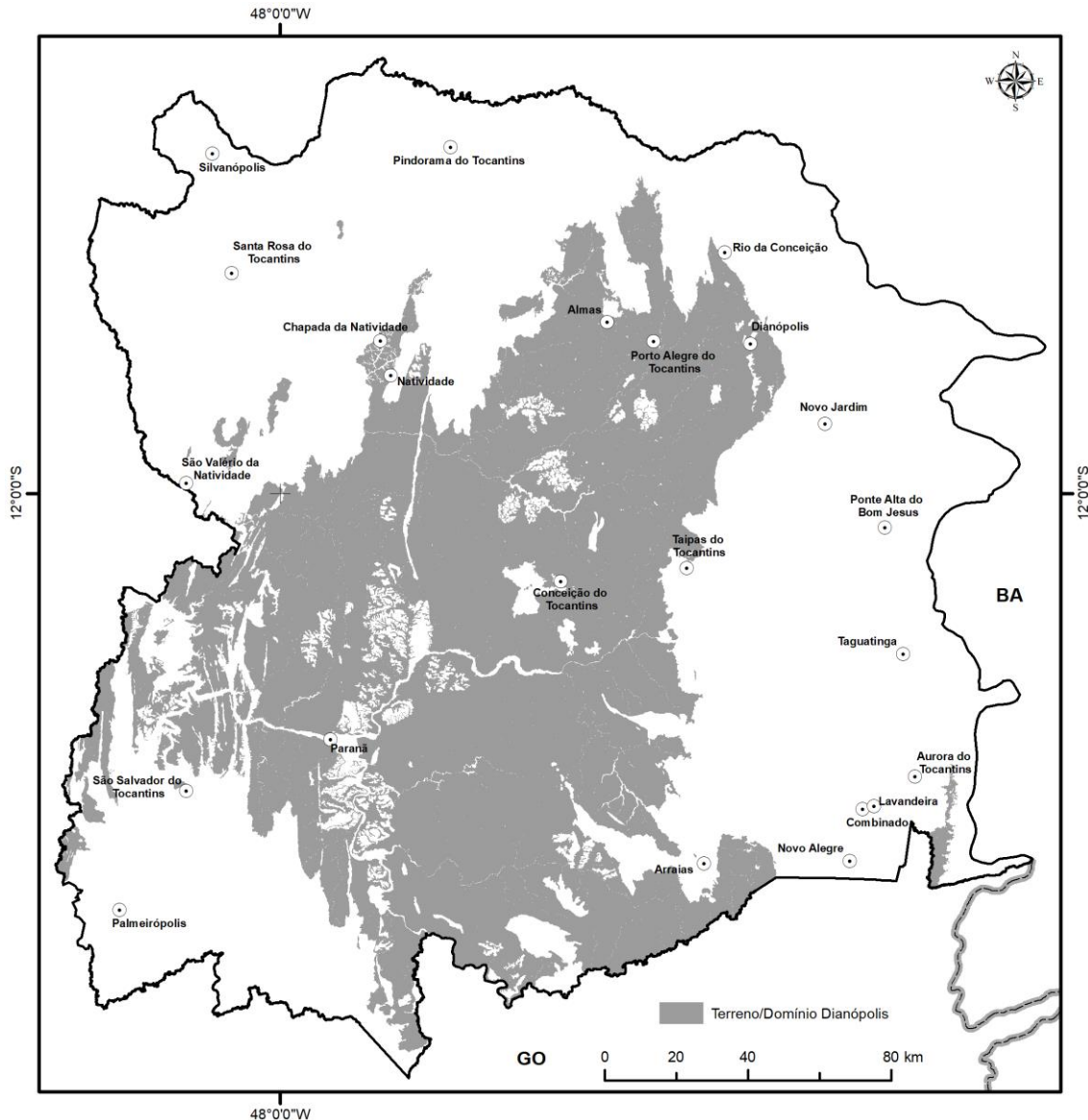


Figura 25. Localização dos Terreno/Domínio Dianópolis na RSE-TO.

Fonte: Elaboração do Autor.

O Domínio Dianópolis compreende as seguintes unidades litoestratigráficas: Complexo Almas-Cavalcante, Grupo Riachão do Ouro, granitóides intrusivos da Suíte Serra do Boqueirão e Intrusivas Metamáfico-Ultramáficas.

O Complexo Almas-Cavalcante é a unidade predominante nesse domínio, cerca de 90% da área total do domínio. O complexo é constituído por duas unidades de gnaisses tonalítico-



trondhjemitico-granodioríticos (TTG): (i) Ortognaisse Granítico contendo tonalito, trondhjemitito, granodiorito, monzogranito e biotita granito; e (ii) Ortognaisse Migmatítico com litotipos, como gnaiss migmatítico, enclaves de anfibolito, tonalito, granodiorito, trondhjemitito, quartzo-monzodiorito, quartzo-diorito. As duas unidades são intrudidas por corpos graníticos.

No domínio do Complexo Almas-Cavalcante, a deformação apresenta natureza dútil e dútil-rúptil, materializada em três sistemas principais de zonas de cisalhamentos transcorrentes de alto ângulo, com direções N10-20°W, N0-20°E e N20-30°E, balizadas por faixas de milonitos e ultramilonitos (ALVAREZ, 2006).

Próximo a Dianópolis, ocorrem rochas Intrusivas Máfico-ultramáficas tipo Gameleira, apresentando os seguintes litotipos: metagabro, metamafito, anfibolito, metapiroxenito, metaperidotito e serpentinito (SOUZA et al., 2004).

A Suíte Serra do Boqueirão engloba granitóides de composição tonalítica, trondhjemitica, granodiorítica e granítica, deformados nas bordas e cortados por fases tardias de auto-injeção ligadas a aplitos e pegmatitos. Estas unidades litológicas estão afetadas por zonas de cisalhamento orientadas nas direções N10-20E, N45E, N25W e N55W, as quais definem um padrão anastomosado (BORGES, 1993).

A sequência metavulcanossedimentar, Grupo Riachão do Ouro é composta por duas formações Córrego Paiol e Morro do Carneiro (CRUZ; KUYUMJIAN, 1998). A primeira constitui-se de rochas vulcânicas máficas (metabasaltos) e raras ocorrências de rochas vulcânicas ultramáficas. A segunda formação contém uma sequência de filito sericítico com intercalações de formação ferrífera bandada (BIF), quartzito, metachert, conglomerado e metavulcânica félsica.

A evolução da área no Arqueano-Proterozoico Inferior envolveu provavelmente colisão oblíqua entre massas continentais, resultando no soerguimento de rochas granulíticas, seguida de transtensão que originou várias bacias onde se instalaram as rochas supracrustais do Grupo Riachão do Ouro (BORGES, 1993).

No extremo SE da área de trabalho, ocorre uma faixa de afloramento da unidade gnáissico-migmatítica (PP12gr), do Complexo Almas Cavalcante, com formato alongado na direção NS, coberto a oeste por rochas do Grupo Bambuí e a leste por rochas do Grupo Urucuia (DELGADO et al., 2003). Esta situação configura um padrão *"Inlier"* de afloramento, quando uma área de rochas mais antigas é cercada por rochas mais jovens. Os *inliers* são geralmente formados pela erosão das rochas mais jovens, revelando uma exposição limitada das rochas subjacentes mais antigas.

E. Rifte Araí-Natividade (RAN)

O Rifte Araí-Natividade desenvolveu-se a partir da fragmentação da crosta continental (prosseguimento da tafrogênese Estateriana) com a geração de bacias rifte, paleo a mesoproterozoicas, representadas pelas rochas metassedimentares e metavulcanossedimentares dos grupos Araí, Natividade, Serra da Mesa e Serra Dourada e magmatismo anorogênico, representado pelos granitos da Província Estanífera de Goiás (DELGADO et al., 2003).

A evolução é marcada por bacias rifte que evoluíram para bacias intracratônicas, preenchidas por sedimentos associados a vulcanismo continental bimodal, contemporâneo às intrusões de corpos graníticos anorogênicos, processo que teve seu início por volta de 1,8 Ga (PIMENTEL et al., 1991b).

Na área de trabalho afloram rochas dos grupos Araí e Natividade (Figura 26). O Grupo Araí (BARBOSA et al., 1969) é um espesso pacote de rochas metassedimentares depositadas sobre uma superfície erosiva em discordância com embasamento paleoproterozoico. Consiste em sedimentos psamíticos e psefíticos, com intercalações de pelitos e rochas vulcânicas máficas a félsicas na parte basal (Formação Arraias) e, na parte superior, de sedimentos pelíticos, químicos e espessas camadas de psamitos (Formação Traíras).

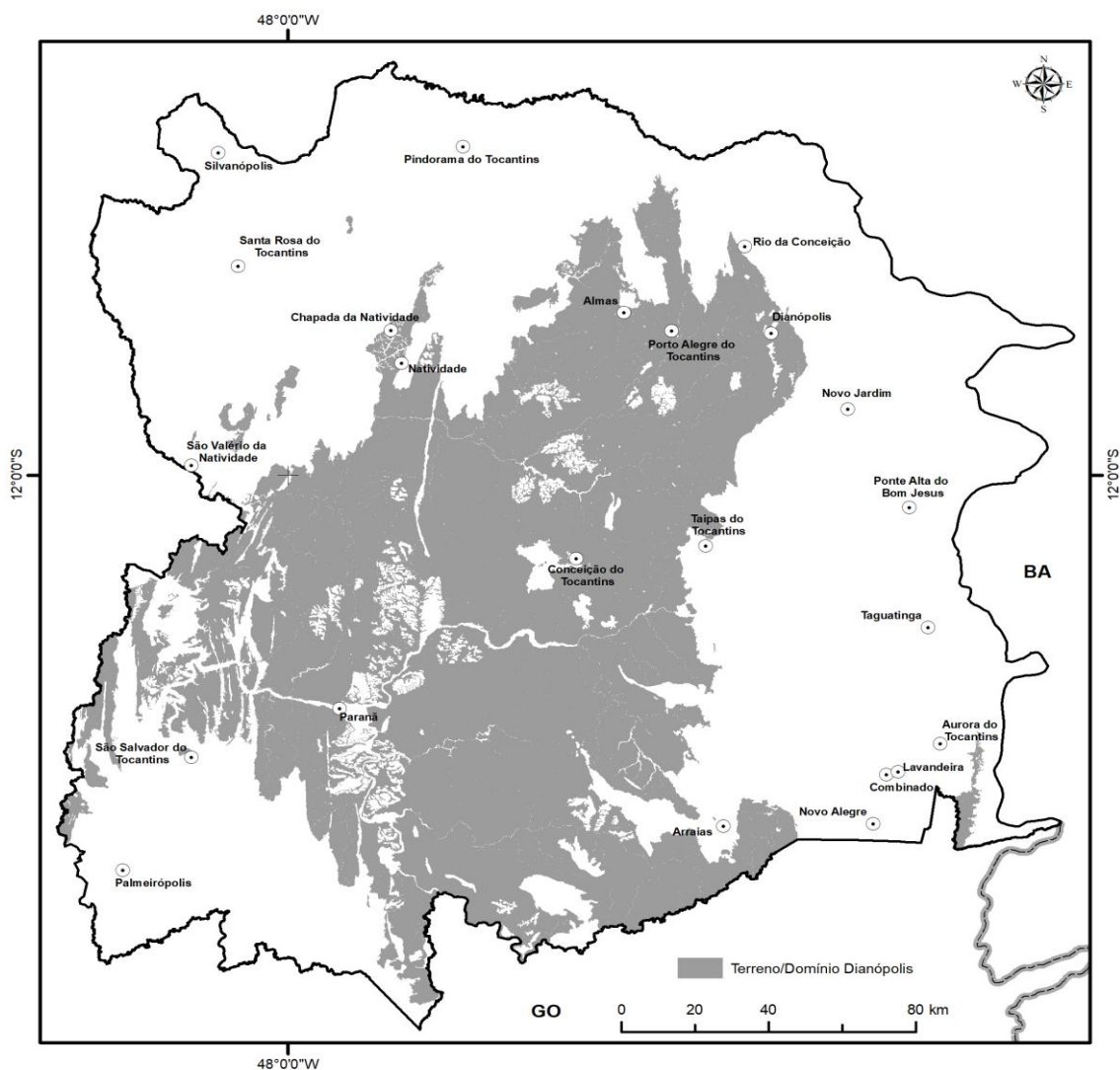


Figura 26. Localização do Rifte Araí-Natividade na na RSE-TO.

Fonte: Elaboração do Autor.

Dardenne (2000) definiu os seguintes ambientes na evolução do Grupo Araí: (i) uma sequência continental pré-rifte (sedimentos eólicos e fluviais); (ii) uma sequência sin-rifte (conglomerados aluviais e brechas intraformacionais com intercalações de rochas



vulcânicas); e (iii) uma sequência marinha transgressiva pós-rifte (pelitos, quartzitos e, localmente, lentes de rocha carbonática). O Grupo Araí está dividido nas formações Traíras e Arraias. A Formação Traíras compreende metassiltito, filito, calcixisto, clorita xisto, quartzito e lentes de metacalcário e metadolomito, enquanto a Formação Arraias contém metaconglomerado, quartzito com estratificação cruzada e marcas de onda, filito e lentes de metassiltito, basalto (a β), andesito, dacito, riodacito, riolito, piroclásticas (tufo, brecha e aglomerado vulcânico).

O Grupo Natividade (GORAYEB et. al., 1988) constitui uma sequência de metassedimentos de baixo grau, predominando quartzitos puros e micáceos, com pequenas intercalações de metaconglomerados e ardósias. Também inclui níveis carbonáticos dolomíticos. São frequentes nessa sequência estruturas primárias, como estratificações cruzadas de pequeno porte, plano-paralela e marcas de onda.

Lacerda Filho et al. (2004) consideram o Grupo Natividade formado por duas unidades. A unidade “A” é basal e comporta rochas como quartzito conglomerático, quartzito xisto, filito e mármore. A unidade “B” é a unidade superior e está cartografada contendo litologias do tipo sericita quartzito.

No Domínio do Rifte Araí-Natividade as estruturas estão orientadas nas direções N0-10°W, N20-30°E, N10-30°E.

A direção N-S, com variações para NNE e NNW, em geral, caracterizam zonas de cisalhamentos contracionais dúcteis, reativadas em regime dúctil-rúptil como transcorrências dextrais (NS e NNE) e sinistrais (NNW), durante as orogêneses brasileiras.

Na região de Almas-Cavalcante, cavalgam quartzitos basais do Grupo Araí, bem como rochas metassedimentares do Grupo Natividade, em ambos os casos por meio de falhas inversas (DELGADO et al., 2003). Nas bordas das Serras Natividade e Pindorama, o Grupo Natividade apresenta uma sequência de dobras anticlinais e sinclinais suaves e amplas, de eixos com caimento para NNE com baixos valores, subparalelas às grandes falhas transcorrentes dextrais.

F. Faixa Brasília (FBR)

A Faixa de Dobramentos Brasília situa-se na porção oriental da Província Tocantins e na borda oeste do Cráton São Francisco (ALMEIDA, 1977). Ela apresenta uma extensão de aproximadamente 1.000 km na direção geral N-S, prolongando-se desde o sul do estado do Tocantins, pelo estado de Goiás, até a porção oeste de Minas Gerais. Essa faixa é caracterizada por associações de rochas metassedimentares de margem passiva e metavulcanossedimentares, deformadas em regime progressivo durante o Brasileiro (FREITAS-SILVA, 1996; FONSECA et al., 1995), com desenvolvimento de sistemas de dobras, empurrões e imbricamentos com vergência para o Cráton São Francisco.

As propostas de compartimentação dessa faixa (COSTA; ANGEIRAS, 1971; DARDENNE, 1978; FUCK et al., 1994; 1987b; FUCK, 1994; MARINI, 1981; LACERDA FILHO et al., 1999), com base na intensidade dos processos deformacionais e metamórficos que atuaram na

região, distinguem no orógeno dois domínios principais: a Zona Externa e a Zona Interna; e áreas restritas de exposições do embasamento granito-gnáissico.

A Zona Externa é constituída por associação de rochas metassedimentares, típicas de ambiente de margem passiva, de idades meso e neoproterozoicas, a qual pertence o Grupo Paranoá, que aflora na área estudada. O Complexo Rio Maranhão corresponde ao embasamento de idade paleoproterozoica, constituído por terrenos granito-gnáissicos de composição diorítica.

Afloram na área duas unidades do Grupo Paranoá, a Unidade Rítmica Quartzítica Intermediária e a Unidade Rítmica Pelito-Carbonática, e o embasamento representado pelo Complexo Rio Maranhão (Figura 27). A Unidade Rítmica Pelito-Carbonática mostra metassiltito, metargilito, quartzito fino feldspático com estrutura tipo hummocky, ardósia, calcifilito, ardósia, lentes de metacalcário com estromatólitos *Conophyton*, metadolomito e mármore (cc). A Unidade Rítmica Quartzítica Intermediária é formada de quartzito fino feldspático, com intercalações de metassiltito e metargilito e raras intercalações de metarenito grosso, exibindo marcas onduladas, estratificação cruzada tabular acanalada, espinha de peixe e estrutura tipo hummocky. O Complexo Rio Maranhão encerra biotita gnaisse, metatonalito, metaquartzo-diorito, metadiorito, metagranodiorito, anfibolito, talco xisto e rochas sedimentares.

A estruturação das rochas do domínio pertence ao compartimento Zona Externa da Faixa Brasília e mostra, como direções preferenciais, N0-10°W, N10-20°W, N20-30°W, associadas ao Sistema Maranhão (dobras e empurrões em torno de NS). Ocorrem zonas de cisalhamentos contracionais com cavalgamentos dirigidos para leste (Cráton São Francisco).



Figura 27. Localização da Faixa Brasília na na RSE-TO.

Fonte: Elaboração do Autor.

5.1.1.2 Província São Francisco

A Província São Francisco está representada na área por dois domínios tectono-estruturais: o Domínio Bacia Sedimentar Fanerozoica, representado pela Bacia Sanfranciscana e o Domínio Bacia Sedimentar Neoproterozoica, representado pela Bacia São Francisco/Bambuí.

A. Bacia Sanfranciscana

A Bacia Sanfranciscana, com 150.000 km² de área, abrange partes dos estados do Tocantins, Bahia, Goiás e Minas Gerais. Devido a diferenças tectônicas, estratigráficas e ambientais, ela está dividida em dois domínios: Sub-bacia Urucuia, a norte, e Sub-bacia Abaeté, a sul; o Alto do Paranaíba a separa da Província Sedimentar Meridional (CAMPOS; DARDENNE, 1997).

A bacia - intracratônica do tipo Depressão Interior (IS) - está desenvolvida sobre rochas sedimentares neoproterozoicas clásticas e carbonáticas do Grupo Bambuí. As rochas vulcanossedimentares que preenchem a bacia estão reunidas em quatro grupos e uma formação, separados por discordâncias: grupos Santa Fé (Carbonífero-Permiano), Areado (Valanginiano a Albiano) e Urucuia-Mata da Corda (Cenomaniano a Maastrichtiano), interdigitados entre si, e a Formação Chapadão do Plio-Pleistoceno. Essas unidades correspondem às sequências Delta, Épsilon e Zeta, de Soares et al. (1974).

Na área de trabalho (Figura 28) estão representadas apenas rochas do Grupo Urucuia, conforme Souza et al. (2004) e Vasconcelos et al. (2004), sem a subdivisão em suas formações Posse (basal) e Serra das Araras (superior), conforme o subdividiram Campos e Dardenne (1997). O Grupo Urucuia exhibe arenitos com estratificação cruzada de grande porte, arenito conglomerático e pelito.

B. Bacia São Francisco/Bambuí (BSB)

O Grupo Bambuí (750-600 Ma) constitui a cobertura neoproterozoica de maior distribuição no Cráton do São Francisco. Tectonicamente a área insere-se no compartimento central do Cráton do São Francisco (ALMEIDA, 1977, ALKMIM; MARTINS-NETO, 2001) e, à exceção do extremo leste, onde foi observada influência dos dobramentos brasileiros da Faixa Araçuaí, a área representa uma cobertura tabular sub-horizontal, pouco deformada na escala regional.

O Grupo Bambuí representa associação de litofácies siliciclásticas e bioquímicas, na forma de sedimentos plataformais depositados em extenso mar epicontinental. Regionalmente na Bacia São Francisco são identificadas as formações clássicas do Grupo Bambuí, conforme definido no Projeto Radambrasil (1974), tendo por base, com modificações, a estratigrafia proposta por Costa e Branco (1961) e Dardenne (1978).

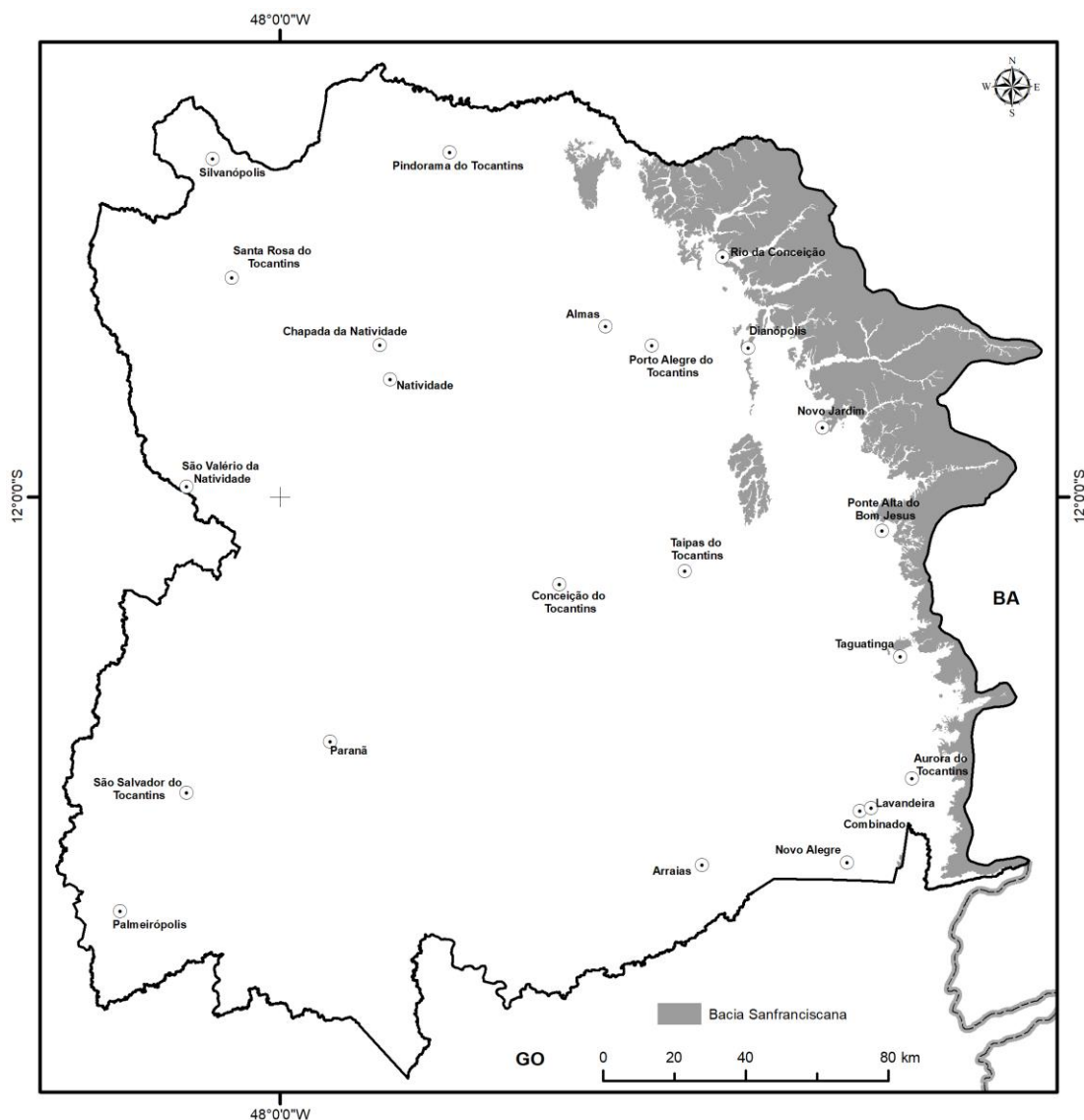


Figura 28. Localização da Bacia Sanfranciscana na RSE-TO.

Fonte: Elaboração do Autor.

Na RSE-TO, o Grupo Bambuí é constituído por uma das duas sucessões principais: a basal, marinha, composta da base para o topo, pelas formações Sete Lagoas (carbonática), Serra de Santa Helena (pelítico-carbonática), Lagoa do Jacaré (carbonática), as quais compõem o Subgrupo Paraopeba (Figura 29). A sucessão de topo, marinho-continental é representada pela Formação Três Marias, predominantemente psamítica, não está presente na área.

A Formação Sete Lagoas (COSTA; BRANCO, 1961) representa a unidade basal do Grupo Bambuí, sendo constituída por uma sucessão carbonática cuja deposição ocorreu em ambiente marinho raso, em resposta a uma importante transgressão marinha.

A Formação Serra de Santa Helena (COSTA; BRANCO, 1961) constitui uma sucessão sedimentar predominantemente pelítica. Assenta-se sobre a Formação Sete Lagoas em contato concordante e gradativo, representado pelo aumento gradual do conteúdo de pelitos

nos carbonatos de topo da Formação Sete Lagoas. A Formação Serra de Santa Helena é resultado de deposição em ambiente marinho plataformar, com profundidades variáveis, submetido, por vezes, a influência de ondas.

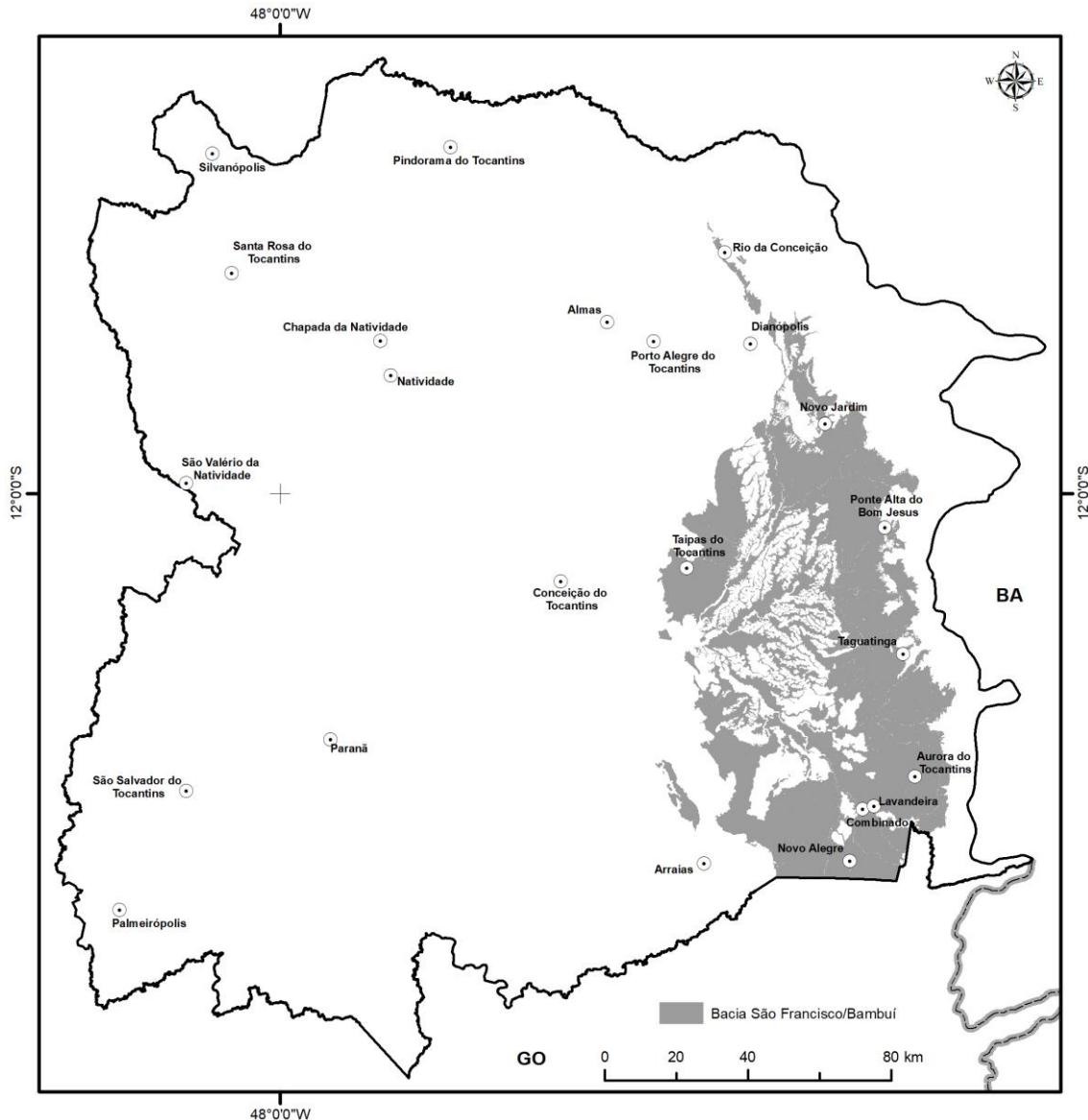


Figura 29. Localização da Bacia São Francisco/BambuÍ na RSE-TO.

Fonte: Elaboração do Autor.

A Formação Lagoa do Jacaré (COSTA; BRANCO, 1961) sobrepõe-se à Formação Serra de Santa Helena em contato gradacional. É composta por calcários pretos a cinza, localmente oolíticos e pisolíticos, brechas intraclásticas, margas e intercalações de siltitos e folhelhos de cor esverdeada. A cor negra dos calcários e a abundância de pirita indicam condições de sedimentação redutoras e intensa atividade orgânica.



5.1.1.3 Província Parnaíba

A área da Província Parnaíba (600.000 km²) é coincidente com a da Província Sedimentar do Meio-Norte. Esta designação foi proposta por Góes (1995), que comprovou a dificuldade de compreensão do quadro tectono-sedimentar, no contexto de uma bacia única. A designação é pertinente, uma vez que sua evolução deu-se de maneira policíclica, compartimentada em bacias com gêneses, estilos tectônicos, preenchimento sedimentar e idades distintos.

A Província Parnaíba consiste em quatro sítios deposicionais separados por discordâncias, que coincidem com as que limitam as supersequências em que Góes e Feijó (1994) dividiram as rochas sedimentares da Bacia do Parnaíba: Bacia do Parnaíba propriamente dita, Bacia das Alpercatas, Bacia do Grajaú e Bacia do Espigão-Mestre (GÓES, 1995). A p é do tipo IF/IS (Fratura Interior/Depressão Interior), a segunda do tipo IF (Fratura Interior), a terceira do tipo MS (Depressão Marginal) e a quarta do tipo IS (Depressão Interior).

Na RSE-TO, ocorrem apenas rochas depositadas na Bacia do Parnaíba propriamente dita. (Figura 30).

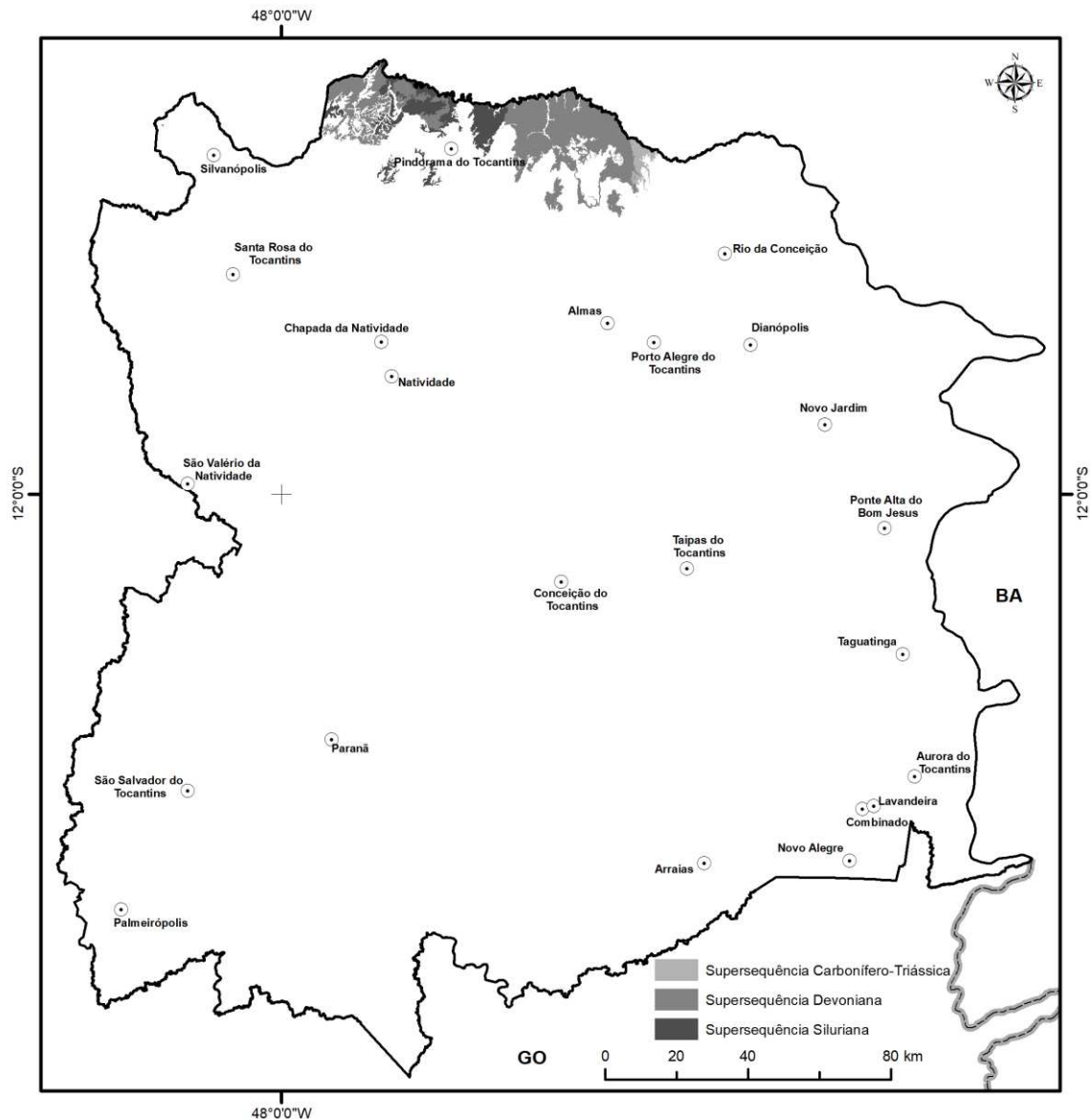


Figura 30. Localização da Bacia do Parnaíba na área de estudo.

Fonte: Elaboração do Autor.

A. Bacia do Parnaíba (BPN)

A Bacia do Parnaíba ocupa aproximadamente metade da província em sua parte centro-sul.

Ela foi implantada sobre os riftes cambro-ordovicianos de Jaibaras, Jaguarapi, Cococi/Rio Jucá, São Julião e São Raimundo Nonato) sendo, portanto, do tipo IF/IS, compreendendo as superseqüências siluriana (Grupo Serra Grande), devoniana (Grupo Canindé) e carbonífero-triássica (Grupo Balsas) de Góes e Feijó (1994).



A.1 Supersequência Carbonífero-Triássica

A Supersequência Carbonífero-Triássica da Bacia do Parnaíba é composta pelas formações Piauí, Pedra de Fogo, Motuca e Sambaíba que compõem o Grupo Balsas. Na área de trabalho afloram apenas rochas da Formação Piauí no limite nordeste do município de Almas.

A Formação Piauí, examinada a nordeste da cidade de Floriano (PI), consiste em depósitos de dunas eólicas, de interdunas e planícies de deflação. A formação ocorre em pequena extensão.

A.2 Supersequência Devoniana

A Supersequência Devoniana corresponde ao Grupo Canindé, que é composto pelas formações Itaim (que em muitos trabalhos é considerada como membro inferior da Formação Pimenteiras), Pimenteiras, Cabeças, Longá e Poti. Na área de trabalho ocorrem rochas das formações Cabeças e Pimenteiras.

A Formação Cabeças é composta por arenitos com geometria sigmoidal abaulada e localmente intercalações de diamictitos; Góes e Feijó (1994) a interpretam como depósito de ambiente nerítico plataformar, com ação de correntes e influência periglacial.

A Formação Pimenteiras está bem exposta nos arredores da cidade de Picos (PI), onde mostra arenitos com níveis de folhelhos, depositados em ambientes dominados por marés e tempestades.

A.3 Supersequência Siluriana

A supersequência siluriana corresponde ao Grupo Serra Grande. O Grupo Serra Grande compreende as formações Ipu, Tianguá e Jaicós, bem caracterizadas em subsuperfície, porém ainda não individualizadas em trabalhos de cartografia geológica de superfície. Góes e Feijó (1994) interpretaram os ambientes de deposição do Grupo Serra Grande como flúvio-glacial e glacial, passando a transicional (nerítico) e retornando às condições continentais (fluvial entrelaçado). As litologias do Grupo Serra Grande são arenitos arcoseanos com lentes de conglomerado, siltito e argilito no topo. Ambiente fluvial entrelaçado, marinho raso e fluvial.

5.1.2 Recursos Minerais

• Principais processos e substâncias minerais exploradas - DNPM

Nos registros do DNPM, por meio do SIGMINE foram analisados 1.041 processos, dos quais: 575 Autorizações de Pesquisa Mineral; 15 Concessões de Lavra; 7 Lavras Garimpeiras; 112 Licenciamentos, 73 Requerimentos de Lavra (33 Requerimentos de Lavra Garimpeira); 67 Disponibilidades; e 192 Requerimentos de Pesquisa. Lembrando que para fins estatísticos foram subtraídos os processos de Requerimentos de Autorização de Pesquisa Mineral.

As tipicidades dos 1.041 processos da RSE-TO estão exibidas na Figura 31, que demonstra a distribuição percentual deles.

Por sua vez, e com base nos artigos 7 e 8 do Decreto Federal no 62.934/68, as substâncias minerais requeridas nos 1.041 processos foram agrupadas em classes conforme se observa

na Figura 32. Na figura nota-se que a maioria dos processos está concentrada nas substâncias minerais das classes I, VII, III e II.

As consultas ao Cadastro Mineiro do DNPM apontaram que as principais substâncias minerais estão distribuídas nas classes I (Metais), VII (Substâncias Minerais Industriais), III (Jazidas de Fertilizantes) e II (Minerais direcionados à Construção Civil), sem esquecer do volume significativo na Classe VI referente às gemas e pedras ornamentais.

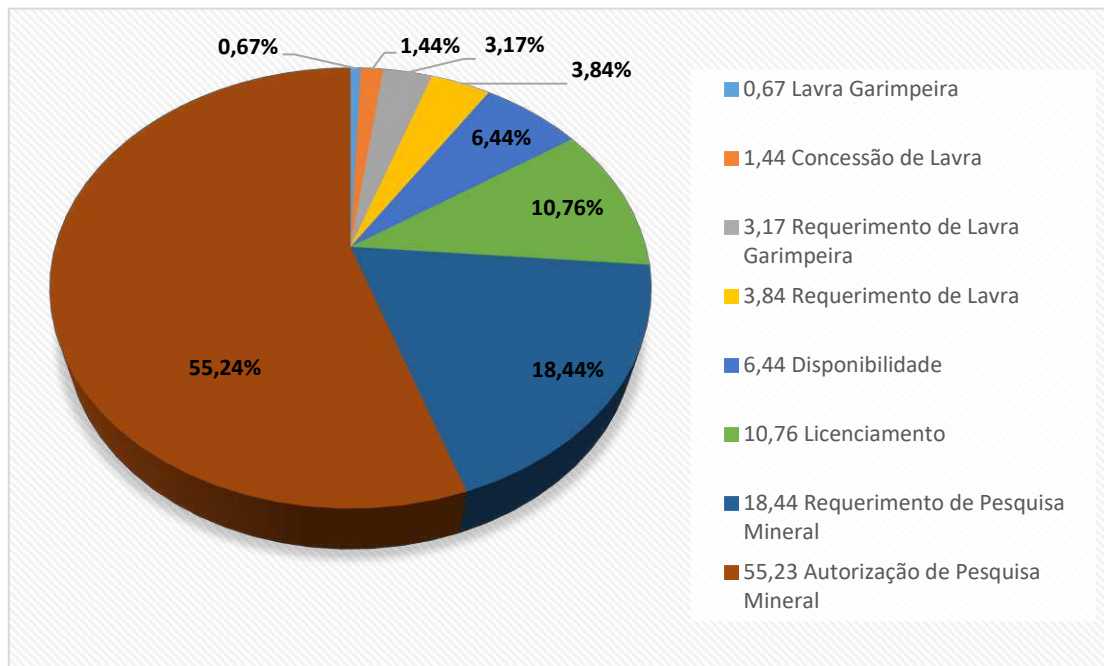


Figura 31. Distribuição percentual dos tipos processuais junto ao DNPM da RSE-TO.

Fonte: Elaboração do Autor.

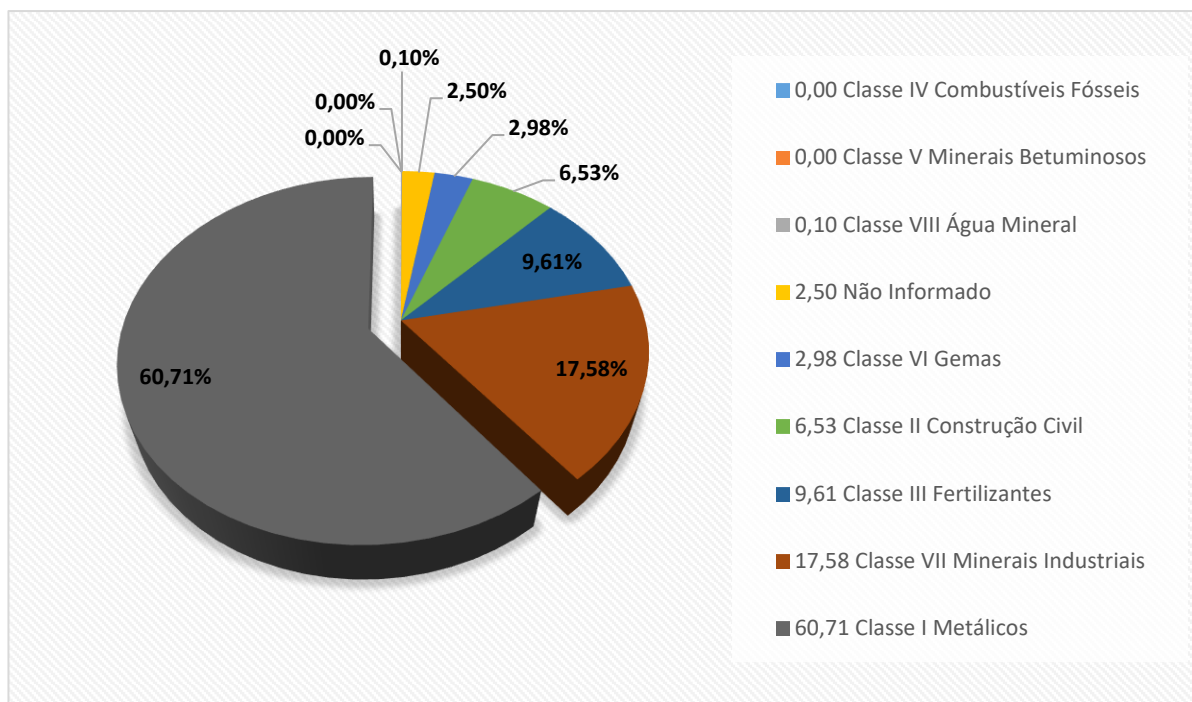


Figura 32. Distribuição dos processos minerários da RSE-TO por classe de jazimento.

Fonte: Elaboração do Autor.

A seguir é apresentada a distribuição das substâncias minerais na RSE-TO, considerando cada uma das classes.

Classe I

As substâncias minerais constantes nesta classe são as substâncias minerais metalíferas de uso industrial, distribuídos em 632 processos minerários do DNPM que estão representadas no Tabela 2.

Tabela 2. Distribuição dos processos por substância mineral na Classe I.

SUBSTÂNCIA MINERAL	NÚMERO DE PROCESSOS	PERCENTUAL (%)
Alumínio	3	0,47
Cádmio	1	0,16
Cromo	2	0,32
Chumbo	4	0,63
Cobre	48	7,59
Estanho	3	0,47
Ferro	93	14,71
Ilmenita	6	0,94
Manganês	101	15,98
Níquel	9	1,42
Ouro	332	52,53
Prata	1	0,16
Rutilo	2	0,32
Tântalo	5	0,79
Terras Raras	6	0,94
Zinco	2	0,32
Zircônio	14	2,21
Total	632	100

Fonte: SIGMINE/DNPM (2018).

A distribuição espacial dos processos do DNPM das substâncias minerais da Classe I requeridas na RSE-TO pode ser visto na Figura 33.

Conforme apresentado tabela e figura anteriores, as principais substâncias minerais da Classe I requeridas no DNPM são: ouro (52,53%), manganês (15,98%) e ferro (14,71%).

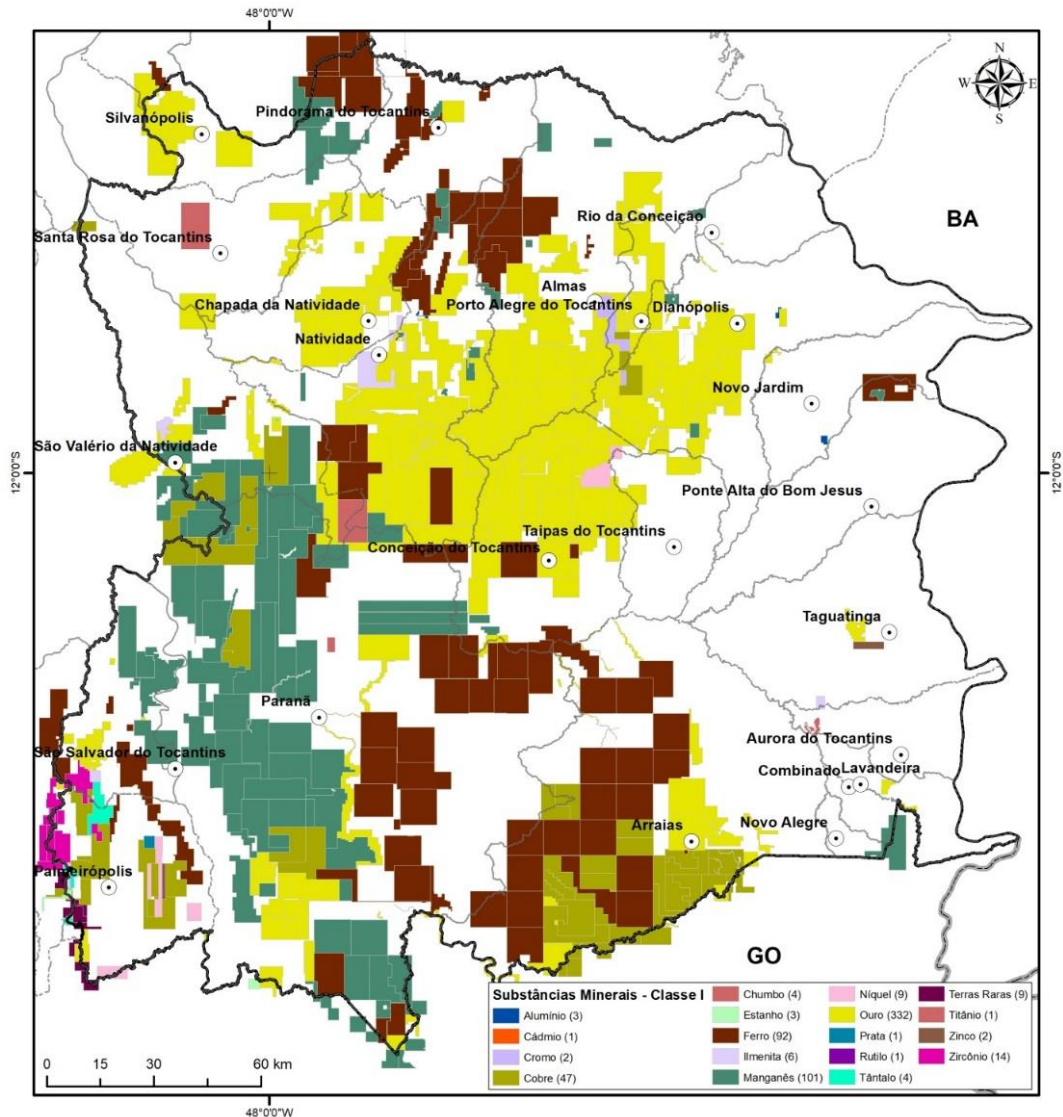


Figura 33. Distribuição espacial dos processos das substâncias minerais da Classe I requeridos no DNPM na RSE-TO.

Fonte: Elaboração do Autor.

A maioria das ocorrências de ouro está associada às zonas de cisalhamento e de falhamentos. Destacam-se as ocorrências nos municípios de Almas, Conceição do Tocantins, Dianópolis e Natividade; tendo este metal sido identificado nos diversos garimpos aluvionares e primários, tanto abandonados como em atividade. Nestes jazimentos auríferos localizados em catas ou escavações garimpeiras, o ouro distribui-se preferencialmente em veios quartzosos de pequena profundidade encaixados em variadas litologias, rochas granito-gnáissicas do Domínio Dianópolis, rochas metassedimentares e metavulcânicas, sequências



de metais base, associados a rochas vulcano-sedimentares e depósitos tipo estrata-bound associados à metaconglomerados, todos de idade arqueana a paleoproterozóica (LACERDA FILHO et al., 1999).

As ocorrências auríferas associam-se, da mesma forma, com Intrusivas Metamáfico-Ultramáficas: metagabro, metamáfica, anfibolito, metapiroxenito, metaperidotito, serpentinito com idade entre 1800 a 2050 milhões de anos (MA). Próximo a Dianópolis, ocorrem rochas intrusivas máfico-ultramáficas tipo Gameleira, apresentando os seguintes litotipos: metagabro, metamafito, anfibolito, metapiroxenito, metaperidotito e serpentinito (SOUZA et al., 2004).

A quase totalidade dessas ocorrências foi explorada somente por atividades garimpeiras de pequeno porte. A única atividade de mineração industrial desenvolvida na RSE-TO para ouro foi pela Companhia Vale do Rio Doce, na Mina do Paiol, município de Almas, em rochas pertencentes ao Greenstone Belt de Almas-Dianópolis. Esta mesma área minerada foi reavaliada em 2012 pela Rio Novo Mineração Ltda., visando a sua possível reativação no mesmo ano, numa produção de até 3 ton./ano de ouro.

Desta forma, a região de Almas é considerada um distrito aurífero pelas inúmeras ocorrências de mineralizações em ouro em distintos contextos geológicos distribuídos pela área, (CRUZ; KUYUMJIAN, 1998). São conhecidas mineralizações em rochas máficas, ultramáficas, graníticas e sedimentares químicas/clásticas, sempre com forte controle estrutural. Apesar da abundância de ocorrências, os depósitos apresentam baixa tonelagem e apenas, como dito anteriormente, os depósitos do Paiol e Vira Saia foram explotados em escala industrial (FERREIRA, 2015). O ouro na região de Almas é conhecido desde o século XVIII, época da incursão de bandeirantes pela região. A produção de ouro durante muito tempo limitou-se a atividades garimpeiras, sem contudo, apresentar resultados expressivos.

O depósito do Paiol é o maior e mais conhecido, até hoje, na região e foi descoberto por meio de resultados anômalos em amostras de sedimento de corrente em local onde não havia indício algum de atividade garimpeira. Os trabalhos de pesquisa conduzidos pela Metais de Goiás S.A (Metago) até 1989 avaliaram uma reserva de 800.000 toneladas de minério oxidado com teor de 1,80 g/t, e reservas de ouro em minério primário da ordem de 5.000 kg. Durante o período sob controle da Vale foram produzidas neste depósito cerca de 2.700 ton de ouro, a partir da extração de cerca de 2 milhões de toneladas de minério processado pelo método de lixiviação em pilha, com recuperação de apenas 52% em média (CVRD, 2005). Já o depósito Vira Saia (VS) foi descoberto por garimpeiros muito antes da chegada da Vale e foi usado informalmente, a partir de 1994, como gerador de recursos financeiros com o objetivo de custear a fase de implantação da mina do Paiol. Foram produzidas 5.226 onças (Oz) de ouro no depósito Vira Saia e ele sendo abandonado gradualmente após o início da produção no Paiol. Apesar do menor volume de minério, o depósito VS apresenta maior teor médio de Au e ocorrência predominante de ouro livre, de fácil recuperação. Além disso, os controles estruturais do depósito são mais simples e possuem grande extensão lateral.

A área mineralizada abrange, em sua maior extensão, os metatonalitos do Bloco Ribeirão das Areias, além de uma pequena porção da faixa de greenstone adjacente ao bloco, formada

pela Formação Córrego do Paiol, que hospeda o homônimo depósito de ouro. O Bloco Ribeirão das Areias ocupa uma área de 180 km² sendo delimitado por faixas de rochas máficas e ultramáficas do greenstone belt de Almas.

Por sua vez, os processos de ferro/manganês aparecem associados também ao Complexo Almas-Cavalcante com predominância da Unidade de Ortognaisse Migmatítico com litotipos, como gnaiss migmatítico, enclaves de anfibolito, tonalito, granodiorito, trondhjemitó, quartzomonzodiorito, quartzodiorito, intrudidas por corpos graníticos; como base das áreas de pesquisa junto ao DNPM.

As mineralizações de ferro registradas na região estão associadas a formações ferríferas bandadas, contidas na unidade metassedimentar do *greenstone-belt*, com ocorrência de BIF's e produtos de lixiviação no perfil de solo. Estas formações foram individualizadas pela primeira vez na região de Almas-Dianópolis, por Correia Filho e Sá (1980), como itabiritos representados por intercalações de hematita e quartzo. Esses minerais ocorrem como fragmentos e pequenos blocos soltos intercalados com metamáficas epidotizadas do grupo Riachão do Ouro e caracterizam solos lateríticos e detrito-lateríticos avermelhados.

Na região de Conceição do Tocantins, as formações ferríferas bandadas são mais abundantes e ocorrem em níveis estreitos e pacotes espessos sustentando elevações topográficas. As concentrações de ferro na região, provavelmente foram geradas em ambientes marinhos profundos em bacia restrita e baixa energia, com alternância de chert, precipitação química e níveis de minerais de óxido de ferro.

Na região de Arraias, jazimentos manganésíferos estão associados aos quartzitos do Grupo Araí. A mineralização encontra-se associada ao contexto dos sedimentos psamíticos, possivelmente relacionados à fase pós-rifte. O manganês ocorre na forma de um corpo lenticular estirado e balizado por *shear zones* ou falhas reversas. Jazimentos foram observadas relações de contato com litofácies monzogranito da Suíte Aurumina, cujas hospedeiras são representadas por quartzitos e quartzitos ferruginosos manganésíferos. O minério de manganês, principalmente pirolusita, ocorre adicionalmente a outros minerais como hematita e apresenta-se sob a forma de camadas, interestratificadas e crenuladas e sob a forma de crostas, de provável origem vulcano-sedimentar exalativa. Extensivamente nas proximidades desta ocorrência ocorre um expressivo domínio de carapaça laterítica em superfície plana. O minério superficial supergênico é caracteristicamente filoneano, exibe uma atitude N30E/subv, encontra-se bandado e mostra texturas brechosa, concrecionária e botrioidal.

Estudos apontam como promissoras as associações manganésíferas com a unidade basal da Formação Sete Lagoas (COSTA; BRANCO, 1961), que representa a unidade basal do Grupo Bambuí, sendo constituída por uma sucessão carbonática de margas, siltitos maciços, siltitos laminados, siltitos calcíferos, siltitos fosfatados e fosforitos, cuja deposição ocorreu em ambiente marinho raso, em resposta a uma importante transgressão marinha. Na frente de lavra Coité (Arraias), nesta sequência siltica aparecem intercalados com níveis manganésíferos de cor preta numa sucessão disposta em dobras assimétricas (MONTEIRO, 2009).



Quanto às prospeções para novas fontes de ferro são analisadas as coberturas detrítico-lateríticas que se distribuem de forma ampla e descontínua, em especial na região sudoeste da área abrangida por este trabalho. Pode-se dizer que a atual topografia da região é o resultado de uma evolução que iniciou no final do Cretáceo, com o levantamento do continente Sul-Americano, estabelecendo um longo período erosivo que gerou durante o Eoceno um enorme peneplano (KING, 1956). Os materiais dessa cobertura são espessos e ricos em óxidos de ferro e alumínio.

Ainda relativo à prospeção de minerais da Classe I (metálicos) existem resultados promissores na porção norte da Sequência Vulcano-Sedimentar de Palmeirópolis. Esta sequência é constituída, localmente por três unidades: Unidade Central composta por um substrato de rochas gabróicas sotopostas a uma plataforma de rochas anfíbolíticas derivadas de basaltos tholeíticos de piso oceânico. Essas rochas estão sobrepostas por vulcanitos xistificados intercalados com anfíbolitos e dispostos em duas pilhas vulcânicas (N e S). Esta unidade é atravessada por intrusão granítica (Morro Solto) e contém formação ferrífera bandada, além de sedimentos quartzosos e sílico-grafitosos intercalados. A Unidade de Leste é representada por xistos heterogêneos de natureza fragmentar lítica ou com textura porfiroblástica, intercalando níveis de rochas anfíbolitizadas. A Unidade de Oeste, de natureza pelítico-aluminosa, compreende um pacote de estauroлита granada-mica-quartzo xistos porfiroblásticos com intercalações para xistos e xistos finos (pelitos), grafita xistos, quartzitos e níveis de rochas calciossilicáticas, além de rochas básicas. Os depósitos de sulfeto, em questão, descobertos, estão diretamente relacionados à Unidade Central, predominantemente vulcânica, mais especificamente às rochas que compõem as duas pilhas vulcânicas ou em zonas xistificadas produto de alteração hidrotermal de anfíbolitos (OLIVEIRA, 2000).

Esta evidencia está relacionada com os trabalhos de pesquisa mineral dos processos DNPM nº 811.686/75, 811.702/78 (Corpo 1), 811.689/75 (Corpo 2), 800.744/78 (Corpo 3) e 800.744/78 (Corpo 4). Estes corpos somados compõem uma reserva mineral de 10 milhões de toneladas de minério com teores médios de 4,5% de Zn, 2,2% de Pb, 0,7% de Cu, 10% de S, 100g/T de Cd, 22g/T de Ag e 0,04g/T de Au.

Potenciais mineralizações de cassiterita e tantalita podem estar associadas a pegmatitos tonalíticos a granodioríticos encaixados na Suíte Aurumina. Informações sobre ocorrências de Sn-Ta, agregadas a ouro foram documentadas em depósitos aluvionares associados a granitóides peraluminosos da Suíte Aurumina (região de Arraias), onde foram registrados monzogranitos exibindo alterações hidrotermais. Mineralizações de Sn-Ta podem estar associadas a processos tardi-magmáticos como sericitização, turmalinização, albitização e greisenização. Granitóides peraluminosos da Suíte Aurumina são potenciais para hospedarem pequenos depósitos de ouro, além de platinóides associados a zonas de cisalhamento, onde a mineralização aurífera comumente está concentrada em veios de quartzo.

Em pesquisas locais, foi identificada a cassiterita em um alvo a oeste de Conceição do Tocantins, principalmente associado a fortes concentrações de topázio, com presença de

sulfeto de mercúrio (cinábrio) e traços de esfalerita, indicando ambientes associados à greisenização em corpos graníticos (VILLAS-BÔAS MENECHINI, 2017).

As mais expressivas potencialidades de Terras Raras conhecidas na RSE-TO estão relacionadas ao magmatismo alcalino, tanto de filiação granítica como em rochas insaturadas alcalinas, onde estes elementos podem apresentar um forte particionamento em minerais acessórios como xenotímio e monazita. Na região, o magmatismo alcalino está vinculado ao magmatismo bimodal Araí, principalmente em metabasaltos alcalinos, que exibem uma discreta anomalia de La e Ce, merecendo maior detalhamento junto à Suíte Aurumina. Importantes anomalias de Terras Raras associadas à monazita foram caracterizadas nos granitos peraluminosos.

Complementando a Classe I, o Complexo Máfico-Ultramáfico tipo Barra do Gameleira, corresponde a uma intrusão acamadada de formato semicircular, com estruturas e texturas ígneas preservadas, submetidas ao metamorfismo das fácies anfibolito a granulito; no qual, trabalhos de prospecção identificaram 74 ppb de Pt, 658 ppb de Pd e até 34.074 ppb de Au em amostras de concentrados de bateia.

Classe II

As substâncias minerais constantes nesta classe são de emprego imediato na construção civil. Ao todo, essa classe conta com 68 processos minerários no DNPM, que estão distribuídos conforme Tabela 3.

Tabela 3. Distribuição dos processos por substância mineral na Classe II.

SUBSTÂNCIA MINERAL	NÚMERO DE PROCESSOS	PERCENTUAL (%)
Areia	64	94,11
Cascalho	01	1,47
Argila	02	2,94
Calcário - brita	01	1,47
Total	68	100

Fonte: DNPM (2018).

Conforme apresentado na tabela acima, as principais substâncias minerais requeridas nessa Classe no DNPM são areia (94,11%) e argila (de uso direto para construção civil) com 2,94%. As ocorrências dessas substâncias minerais estão associadas às areias aluvionares e cascalhos, basicamente às rochas sedimentares nos Domínios das Coberturas Cenozoicas.

Registros de exploração de argila são observados próximo ao perímetro urbano do município de Taguatinga, que abastece uma cerâmica produtora de tijolos para consumo local e de municípios vizinhos. Em Taipas do Tocantins, estão cadastradas antigas olarias, com destaque para as fazendas Farias, Cana Brava, Engenho e Marimbu, que atualmente apenas atendem o mercado local. Em Aurora, algumas cerâmicas vermelhas, como a Senhor do Bonfim e uma olaria na rodovia TO-110, atualmente atendem tão somente o mercado local.

Em diversos cursos fluviais na região são registrados expressivos depósitos de areia saibrosa e argilas, originários de processos erosivos sobre metassedimentos de serras permitindo a



acumulação de material arenoso em áreas coluvionares e em aluviões, especialmente nas áreas de predomínio dos quartzitos da Formação Arraias do Grupo Araí, em Arraias.

Por sua vez, no acesso ao município de Conceição do Tocantins, a argila extraída próximo ao perímetro urbano abastece pequena cerâmica que produz tijolos para consumo local, ao passo que a única olaria registrada em Paranã e que extraía eventualmente areia e argila nas proximidades do Rio Paranã, está atualmente desativada.

No município de Arraias, a extração de areia ocorre ao longo do Rio Araras. Em Taipas do Tocantins, a extração de areia é feita de forma eventual no Córrego São Pedro.

Estão cadastradas duas pedreiras de brita na região de Arraias, mesmo este produto não aparecendo nos processos do DNPM. Às margens da rodovia TO -050, (Arraias-Conceição do Tocantins), nas cercanias do Riacho da Areia existe uma exploração desativada de brita, no contato entre um batólito de biotita tonalito calcioalcalino e metassedimentos do Grupo Araí, em zona de falha NW /SE. Trata-se de uma rocha de granulação fina a média, cor cinza escura, homogênea, discretamente foliada, constituída por uma matriz homogênea a base de quartzo, plagioclásio, biotita e muscovita. Outro jazimento de brita, também paralisado, foi descrito nas proximidades de Arraias, na pedreira da EGESA Engenharia S/A. Constitui-se de um pacote de quartzitos a quartzo-arenitos com características arcossianas, maciços a finamente laminados, pouco friáveis, eventualmente recristalizados, coloração branca a rósea, inequigranulares granulação média a fina e composição à base de quartzo, feldspatos e muscovita. Restritamente os litotipos exibem um expressivo e localizado processo de epidotização, fornecendo uma coloração esverdeada a superfície da rocha.

A Figura 34 apresenta a distribuição espacial dos processos no DNPM para as substâncias minerais da Classe II.

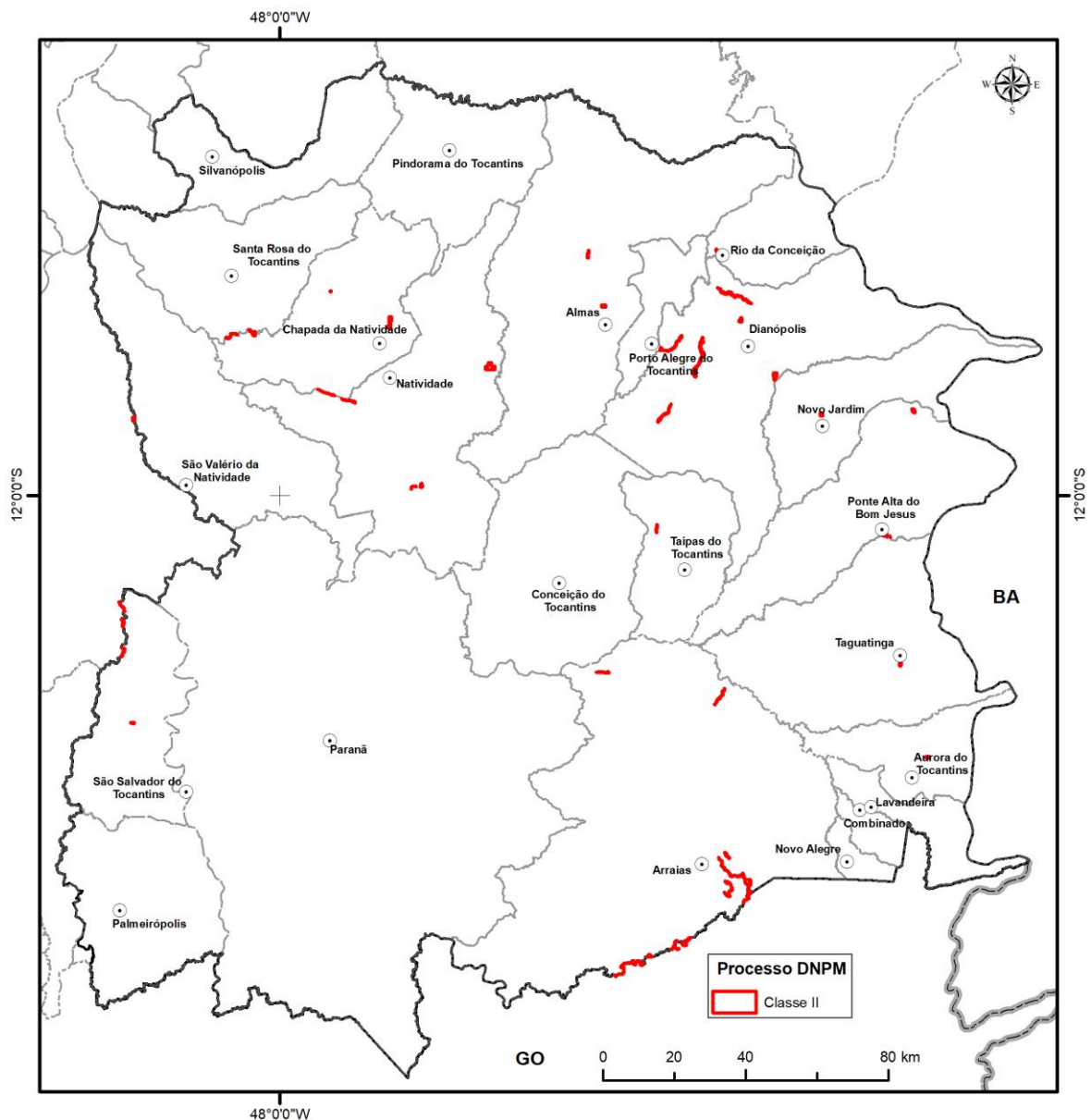


Figura 34. Distribuição Espacial dos processos do DNPM - substâncias minerais da Classe II.

Fonte: Elaboração do Autor.

A substância mais explotada na Classe II (areia para construção civil) causa impactos socioeconômicos positivos e negativos (ANNIBELLI; SOUZA FILHO, 2007). Como impactos positivos elencam-se a geração de empregos diretos, bem como de empregos indiretos decorrentes daqueles postos de trabalho que dependem da areia na construção civil e geram impostos. Em relação aos impactos negativos podem-se destacar: a alterações das matas ripárias, o afugentamento de animais, a alteração das águas e dos solos devido ao uso inadequado de combustíveis fósseis, queimadas que visam limpar a cobertura vegetal, a alteração dos canais dos cursos d'água, bem como de sua profundidade, e velocidade de escoamento das águas.



Classe III

As substâncias minerais constantes nessa classe são os jazimentos utilizados como base para indústria de fertilizantes, distribuídas em 100 processos minerários do DNPM exclusivamente voltado ao fosfato.

Os dados e informações apresentados quanto aos jazimentos de fosfatos cadastrados na região estão relacionados às coberturas Neoproterozóicas do Grupo Bambuí. Eles também foram levantados por meio através de publicações minerárias especializadas, relatórios técnicos, além de informações fornecidas pela empresa Itafós Fertilizantes localizada em Arraias.

Os depósitos de fosforitos de Campos Belos-Arraias foram descobertos em 1981 pela Metago, que na época, identificou lentes de fosforitos dentro dos argilitos basais da Formação Sete Lagoas e que representariam pequenos depósitos formados em ambientes de plataforma estável em associação às rochas pelíticas e carbonatadas. A Formação Sete Lagoas compõe ampla cobertura do Cráton São Francisco e sobrepõe-se aos diamictitos da Formação Jequitaiá ou diretamente sobre o embasamento Paleoproterozoico da Suíte Aurumina. Na região, esta unidade é composta por espessos pacotes de siltitos estratificados, intercalados com bancos de margas calcíferas na base, seguidos por calcários e dolomitos em direção ao topo. As rochas mineralizadas em fosfato ocorrem interdigitadas com os siltitos.

O modelo inicial proposto para esta mineralização consistiria no desenvolvimento de uma rampa plataformar que daria origem a dolomitos e calcários na transição de água rasas para uma zona mais profunda com deposição de argilitos e folhelhos. As rochas associadas à Formação Sete Lagoas estão representadas por argilitos na base com transição para uma sequência de calcários e dolomitos no topo. A diferença de temperatura das águas profundas e frias para as águas quentes da plataforma originariam um sistema convectivo que transportaria o fósforo dissolvido das águas profundas, o qual seria assimilado por microrganismos da fauna planctônica, até sua completa deposição nos sedimentos.

Paleogeograficamente, essa unidade constitui uma zona de plataforma marcada por relações com o embasamento (Grupo Araí e terrenos graníticos). Em resumo, este modelo defende uma contribuição orgânica no processo de acumulação de fósforo, sendo a apatita um produto da diagênese durante a evolução da matéria orgânica através da liberação do fósforo das águas intersticiais. Monteiro (2009) propõe que a apatita primária representada pela francolita, constituiu as rochas fosfatadas diagenéticas. Processos intempéricos foram os principais responsáveis pelas transformações na estrutura da francolita, permitindo que a mesma assumisse composições cada vez mais próximas a da fluorapatita. O ambiente deposicional dos fosforitos nessa região é caracterizado por paleocanais irregulares e descontínuos encaixados no embasamento granítico, em contexto de bacia sedimentar restrita com influência de regime marinho transgressivo.

Deslizamentos em flancos dos canais permitiram o retrabalhamento dos sedimentos depositados, formando brechas sedimentares. A evolução dos processos intempéricos incorreu na lateritização dos fosforitos e na lixiviação de fosfato dessas rochas.

Ainda com relação a descoberta da Metago, à época foi identificado um tipo exclusivo de fosforito (francolita), correspondente a uma rocha primária que ainda preserva a estrutura do acamamento original e cujo teor médio é de 20% de Peróxido de fósforo (P_2O_5). O fosfato originou-se, possivelmente, devido à substituição de íons de carbonatos por íons fosfáticos durante o processo de diagênese. As variedades minerais de fosfato ocorrem como apatita criptocristalina ou colofanítica, sempre associada a material quartzo argiloso, óxidos de ferro e argilas variadas.

Os depósitos de fosfato sedimentar da região de Arraias têm volume reduzido e teores elevados, superiores 28% P_2O_5 , sendo denominados: São Bento, Coité 1 e Coité 2. Nos depósitos, os níveis superiores são estéreis e o protominério (coloração mais clara), apresenta concentrações inferiores a 5% de P_2O_5 . Os níveis inferiores (mais escuros) apresentam 4 a 5 cm de espessura e os teores de minério podem alcançar até 30%.

Ocorre em 2012, o início da produção industrial do fosfato de Arraias, além do desenvolvimento da produção de ouro em duas plantas nos municípios de Natividade e Almas. A Rio Novo Mineração Ltda. (em Almas) terminou a reavaliação das reservas de ouro da antiga Mina do Paiol, visando uma produção de até 3 ton./ano de ouro.

O destaque regional é a mina de fosfato da Empresa Itafós Arraias com sua produção verticalmente integrada de fertilizantes à base de fosfato e produtos especiais. A mina possui reservas de 64,8 milhões de toneladas de minério com média de 5,1% de P_2O_5 e a produção máxima deve se estabelecer no segundo trimestre de 2018 e se estender por 19 anos, com produção anual de 500 mil toneladas de superfosfato simples e 210 mil toneladas de ácido sulfúrico (Figura 35).

A Figura 36 apresenta a distribuição dos processos do DNPM para a substância mineral da Classe III.



Figura 35. Visão geral da Mina Itafós em Arraias na RSE-TO e detalhe da exploração de fosforito.

Fonte: Secom/TO.

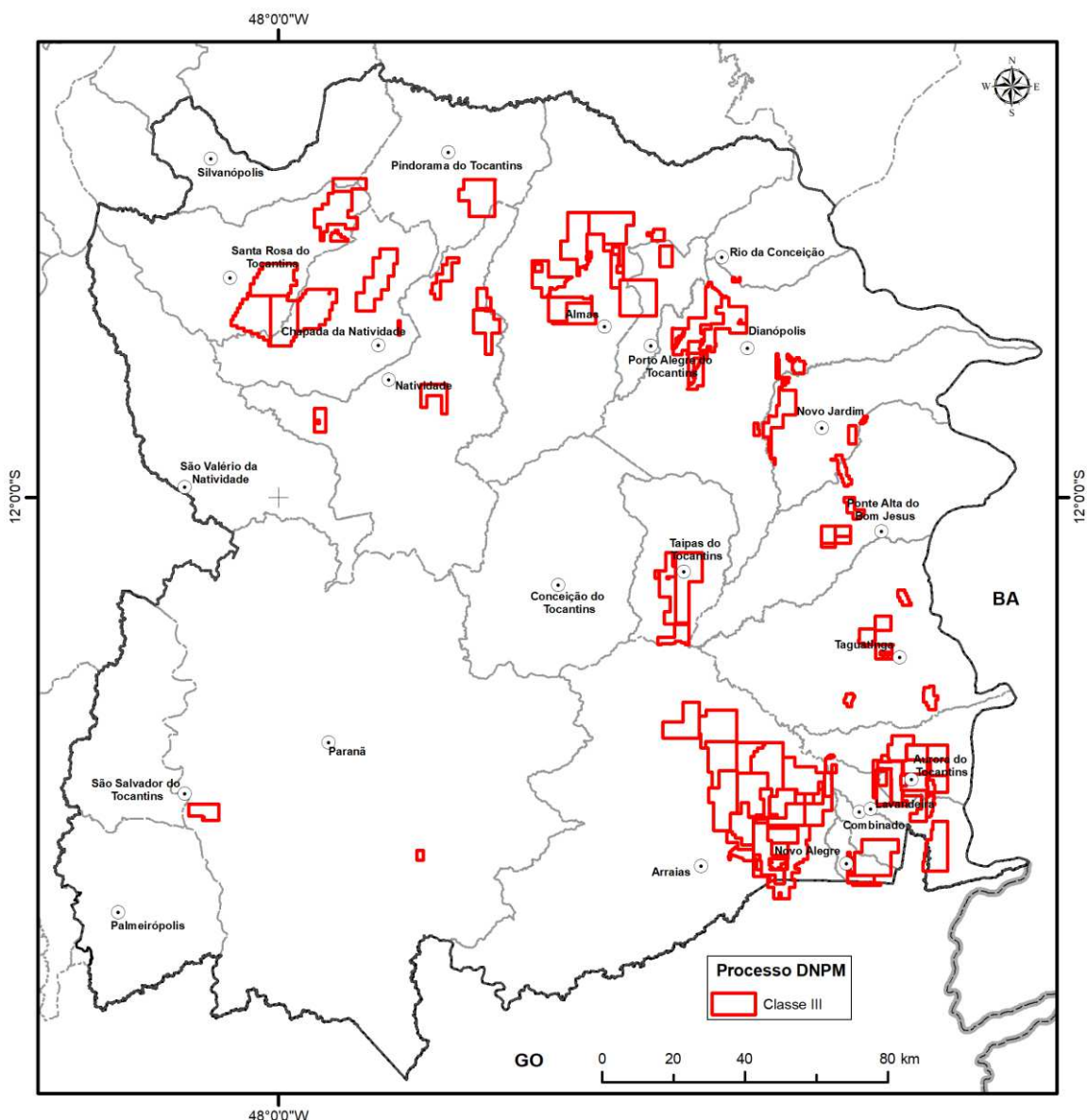


Figura 36. Distribuição dos Processos do DNPM - substâncias minerais da Classe III.

Fonte: Elaboração do Autor a partir de DNPM (2018).

Classe IV

As substâncias minerais constantes nessa Classe IV são jazidas de combustíveis fósseis sólidos, e não se fazem representar nos processos minerários do DNPM na RSE-TO.

Classe V

As substâncias minerais constantes na Classe V são jazidas de rochas betuminosas e pirobetuminosas, e não se fazem representar nos processos minerários do DNPM na RSE-TO.

Classe VI

As substâncias minerais constantes na Classe VI são jazidas de gemas e pedras ornamentais, distribuídas em 31 processos minerários no DNPM. Ocorre a exploração de berilo como gema em dez processos, enquanto nove são de granada (pedra símbolo do Estado do Tocantins) e os demais são: turmalina (7), quartzo (3) e diamante com apenas duas ocorrências (Tabela 4).

Tabela 4. Distribuição dos processos por substância mineral na Classe VI.

SUBSTÂNCIA MINERAL	NÚMERO DE PROCESSOS	PERCENTUAL (%)
Berilo	10	32,26
Granada	9	29,03
Turmalina	7	22,58
Quartzo	3	9,68
Diamante	2	6,45
Total	31	100

Fonte: SIGMINE (DNPM, 2018).

A Figura 37 apresenta a área de distribuição dos processos no DNPM na RSE-TO para as substâncias minerais classificadas como gemas, pedras para coleções, pedras de talhe e pedras para artesanato mineral.

O Berilo é um ciclossilicato de berílio e alumínio, cuja fórmula química é $[\text{Be}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_3)_6]$, apresenta variedades que são consideradas pedras preciosas ou semipreciosas. São observadas ocorrências de berilo em Palmeirópolis, no extremo sudoeste da RSE-TO. O mineral pode apresentar duas variedades: esmeralda e água marinha. A esmeralda é a variedade mais nobre desse grupo, e a cor verde está relacionada às quantidades mínimas de cromo e, às vezes, de vanádio. Considerando a massa (onça - Oz), é uma das mais valiosas do mundo, com sua utilidade ligada diretamente às gemas. Porém não existe na RSE-TO ocorrência declarada ou em pesquisa. Por sua vez, a água marinha é uma gema da família do berilo azul, relativamente próximo à esmeralda, e tem como principal finalidade o setor de gemas. Nos municípios de Jaú do Tocantins e Palmeirópolis, as ocorrências foram exploradas por atividades garimpeiras, estando hoje, em sua maior parte desativadas.

Com base em dados geológicos regionais e mapas litológicos, a unidade geológica identificada como encaixante dos pegmatitos, que dão origem ao berilo na região, é o Arco Magmático de Goiás (ortognaisses). Em geral, a encaixante próxima aos veios mostra foliação em alto ângulo, entre 50 e 65° para SE, a direção varia de 13° a 30° NE e o contato entre o corpo pegmatítico e a rocha encaixante, em geral parece ser de alto ângulo, ao redor de 70° para SE (QUEIROZ, 2010). As variedades de metamorfitos são quartzitos e xistos, sendo que os primeiros mostram cor cinza, às vezes esverdeada pela presença de determinados máficos. Os xistos encaixantes apresentam cor cinza com uma visível alternância de minerais, finas bandas de biotita que denotam a xistosidade da rocha juntamente com quartzo e outros máficos em abundância proporcional. Todavia, a maior parte deste tipo de rocha mostra cores avermelhadas devido à alteração.

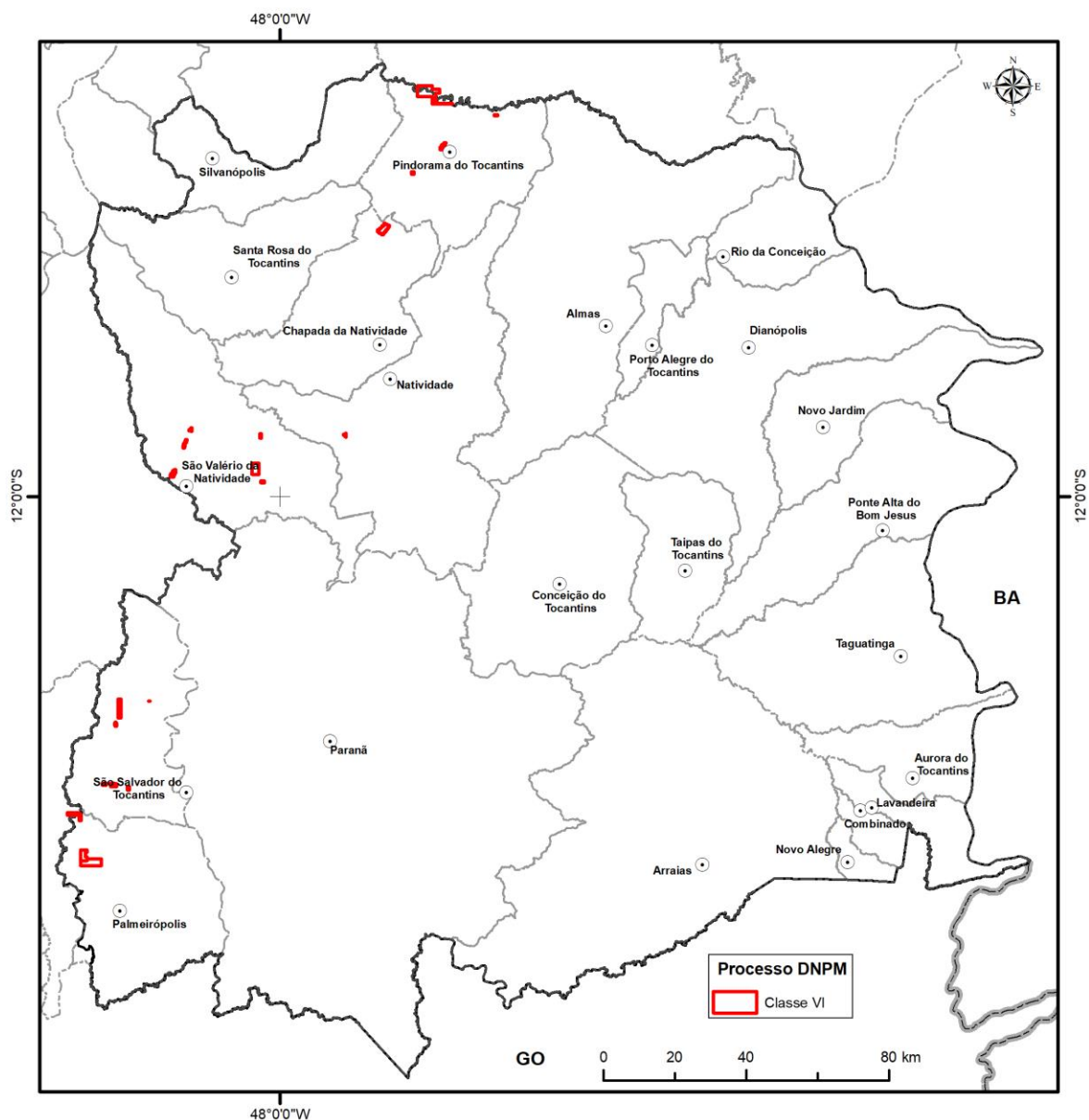


Figura 37. Distribuição Espacial dos Processos do DNPM - substâncias minerais da Classe VI.

Fonte: Elaboração do Autor..

Os pegmatitos com maiores importâncias gemológicas, variedades do grupo do berilo, são os que mostram maior grau de alteração e estão localizados nas cotas mais baixas, em terrenos planos a suavemente ondulados, o que dificulta a observação de suas formas. Em geral, estes pegmatitos aparecem como “manchas” mais ou menos circulares, composto de material branco terroso, compreendendo uma mistura de argila oriunda da alteração do feldspato potássico e quartzo. As dimensões das suas áreas expostas variam de algumas poucas dezenas de metros.

A mineralogia dos pegmatitos é simples, composta por quartzo leitoso e hialino, feldspato potássico, muscovita e biotita. Ocorre ainda como acessórios, turmalina, berilo, topázio incolor, além de raros cristais de fosfato. Outro constituinte mineral de grande volume nestes

pegmatitos são os argilominerais, da variedade caolinita, originados da alteração de feldspato potássico, que recobrem boa parte da área dos pegmatitos. A variedade de breilo predominante é a água-marinha, que pode ocorrer em alguns pegmatitos serem vistos com raros cristais de heliodoro e de turmalina (schorlita). Os cristais de berilo apresentam-se encaixados em blocos de quartzo, geralmente junto aos “books” de muscovita, apresentando tamanho variável de milimétrico a centimétrico. A variedade água-marinha exibe cor verde azulado e azul-claro, sendo que, do ponto de vista gemológico, os melhores cristais possuem cores mais voltadas a matiz azul.

Muitas das ocorrências pegmatíticas encontradas na RSE-TO foram garimpadas em busca, principalmente, de água-marinha e de turmalina. A primeira localidade, denominada Marimbondo, teve seus trabalhos iniciados em meados de 1975, a partir daí outros corpos foram descobertos e explorados, porém, em todos eles, o período de trabalho foi bastante irregular (QUEIROZ, 2010).

Os pegmatitos turmaliníferos apresentam áreas com maior exposição e menor grau de alteração quando se compara com os pegmatitos portadores de berilo. As dimensões em superfície variam de poucas dezenas de metros até algumas centenas de metros. Estes pegmatitos mostram-se zonados, sendo mais evidenciada uma estreita zona de borda, máximo observado de 10 cm, uma zona de muro composta por intercrescimento de quartzo e feldspato potássico predominante, mostrando algumas estruturas diferenciadas como alinhamentos de biotita e uma estrutura concêntrica formada por cristais de schorlita no contado com a encaixante. As zonas intermediárias e núcleo são identificados por meio dos blocos de rejeitos contendo grandes cristais de K-feldspato, quartzo, schorlita e agregados de muscovita.

O quartzo é encontrado em abundância, desde a zona de borda, intercrescido com finos cristais de turmalina preta, zona mural, intercrescido com microclina (polimorfo triclinico, de mais baixa temperatura, dos feldspatos potássicos sanidina e ortoclásio), até grandes blocos de hábito anédrico a euédrico com mais de 70 cm de comprimento das zonas intermediárias e núcleo. Em alguns corpos, ocorre quartzo fume, cujos cristais não ultrapassam 5 cm de comprimento. Eles aparecem junto de lepidolita, turmalina e albita.

Feldspatos, microclíneo e albita, constituem outra variedade mineral de grande volume nos pegmatitos. A microclina, em geral, possui hábito maciço ocupando a maior parte na zona de muro. A albita é encontrada em todos os pegmatitos a turmalina e apresenta hábito maciço junto a minerais de zonas mais diferenciadas. Dentro do grupo das micas, a muscovita apresenta o maior volume nos pegmatitos à turmalina, seguido de lepidolita.

Turmalina preta, rosa, verde e zonada concentricamente, popularmente conhecidas como afrisita, rubelita, verdelita e melânica, estão presentes nos pegmatitos à turmalina. Afrisita (schorlita) é a variedade mais abundante; apresenta cor preta (opaca) com raros fragmentos em tonalidade verde muito forte. Os cristais exibem, na maioria, hábito euédrico, com prismas que variam de poucos milímetros até mais de 30 cm de comprimento, apresenta fraturas, normalmente preenchidas por vênulas de quartzo. As turmalinas coloridas são encontradas em meio aos rejeitos retirados das antigas cavas garimpeiras, associadas a cristais de quartzo, bem como, feldspato, principalmente albita e, também, agregados de lepidolita. As



turmalinas de cor verde são encontradas em contato ou inclusas em agregados de muscovita. As atividades garimpeiras (ativadas ou desativadas) são a principal forma de extração da turmalina e do berilo apresentando-se nas cidades de Natividade e Palmeirópolis (turmalina preta).

Na RSE-TO, foram observadas ocorrências de granada galena e a granada rodolita. Nos municípios de Almas e Natividade foram observadas ocorrências consideráveis de granada rodolita.

O diamante é uma forma alotrópica do carbono (C). Seu interesse centra seu valor como gema, mas também são utilizados como ferramentas industriais. São observadas ocorrências, na RSE-TO, em especial nos municípios de Almas, Novo Alegre, Pindorama e Ponte Alta do Bom Jesus. A prospecção para diamante apoia-se em estudos de geofísica (aeromagnetometria) e análise químico-mineralógica em concentrados de minerais pesados. Os alvos selecionados como promissores para este mineral estão na borda do Grupo Bambuí, indicado por meio do refinamento e reprocessamento dos dados de magnetometria com fortes anomalias dipolares - possíveis corpos kimberlíticos em subsuperfície e alinhados segundo uma direção preferencial próximo de leste-oeste (EW). Outro alvo no próprio Grupo Bambuí foi individualizado pela presença de ilmenita magnesiânica nos concentrados de minerais pesados. Este alvo encontra-se alinhado segundo um *trend* regional EW.

Classe VII

As substâncias minerais constantes nessa classe são as jazidas de minerais industriais, não incluídas nas classes precedentes, distribuídas em 183 processos minerários no DNPM (Tabela 5).

A Figura 38 apresenta a distribuição espacial dos processos do DNPM para as substâncias minerais da Classe VII.

A exploração de calcário constitui-se, na Classe VII, em uma das atividades minerárias de maior expressão na RSE-TO, todo ele calcado nas superfícies de ocorrência do Grupo Bambuí, compondo 110 processos junto ao DNPM.

Tabela 5. Distribuição dos processos por substância mineral na Classe VII.

SUBSTÂNCIA MINERAL	NÚMERO DE PROCESSOS	PERCENTUAL (%)
Areia	1	0,55
Ardósia	1	0,55
Argila/Caulim	18	9,84
Calcário	110	60,11
Calcário Dolomítico	25	13,66
Calcita	4	2,18
Diamante Industrial	5	2,73
Gnaisse	1	0,55
Granito	3	1,64
Mármore	4	2,18
Quartzito	11	1,64
Total	183	100

Fonte: DNPM (2018).

Dentre as atividades mineradas na Classe VII, a extração de calcário traz um grande impacto sobre os recursos hídricos, alterando a qualidade da água, aumentando a turbidez e a dureza desta, constituindo um impacto direto na natureza de efeito negativo e de grande magnitude.

Os efeitos ambientais das atividades de pedreiras, presentes no território tocantinense estão associados, de modo geral, às diversas fases de exploração dos bens minerais, como à abertura da cava (retirada da vegetação, escavações, movimentação de terra e modificação da paisagem local), ao uso de explosivos no desmonte de rocha (vibração do terreno, lançamento de fragmentos, fumos, gases, poeira, ruído), ao transporte e beneficiamento do minério (geração de poeira e ruído), afetando os meios como água, solo e ar, além da população local.

As rochas calcárias do Grupo Bambuí e suas possibilidades de emprego na produção de insumos minerais para a agricultura são amplamente reconhecidas; dado a importância e a deficiência na oferta de insumos minerais para a agricultura. A região possui um potencial imenso para esses bens.

Basicamente, são rochas constituídas por calcita (carbonato de cálcio) e/ou dolomita (carbonato de cálcio e magnésio), mas podem também conter impurezas como silicatos, fosfatos, matéria orgânica e sulfatos. O termo é empregado para caracterizar um grupo de rochas com mais de 50% de carbonato. A classificação mais utilizada está relacionada com a porcentagem de óxido de magnésio (MgO) contido na rocha.

O calcário é utilizado como matéria-prima de diversos produtos, e esta aplicação depende da composição química e/ou características físicas. Baseado na classificação, suas principais aplicações são: (i) calcário calcítico na indústria de cimento, produção de giz e fundente em metalurgia; (ii) calcário dolomítico utilizado como corretivo de solo.

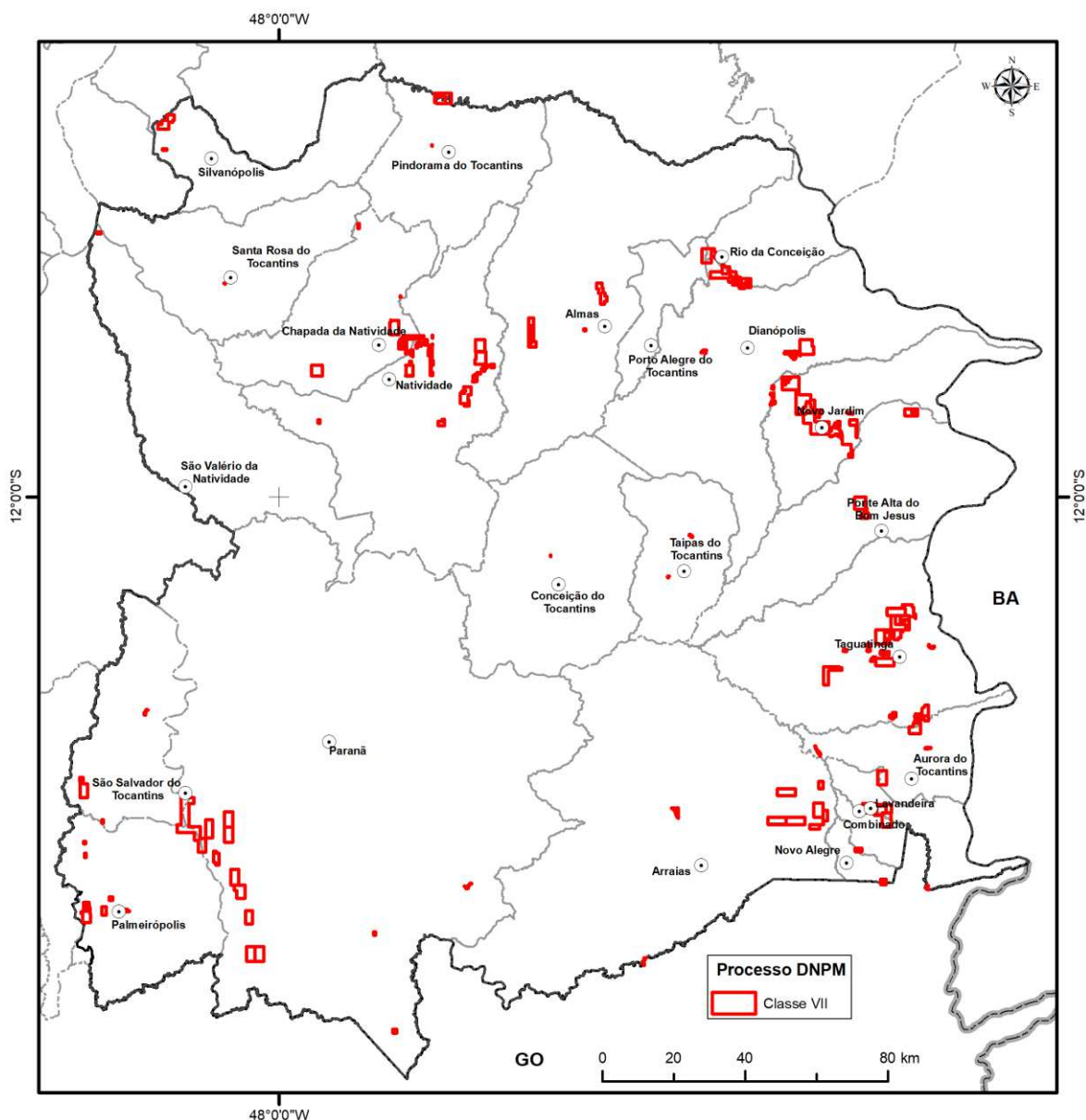


Figura 38. Distribuição Espacial dos Processos do DNPM - substâncias minerais da Classe VII.
Fonte: Elaboração do Autor.

O Tocantins é um promissor polo no agronegócio e no desenvolvimento industrial, caracterizado pelo elevado número de ocorrências desse mineral nos municípios de Almas, Aurora do Tocantins, Combinado, Dianópolis, Lavandeira, Natividade, Nova Olinda, Novo Jardim, Palmeirópolis, Pindorama, Ponte Alta do Bom Jesus, Porto Alegre do Tocantins, Rio da Conceição, Taguatinga e Taipas.

A Formação Sete Lagoas, principal fonte deste minério está representada por dolomitos com espessuras que ultrapassam 50 m e que possuem em média 20% de MgO. Por sua vez, a Formação Lagoa do Jacaré domina extensas reservas de calcários pretos criptocristalinos, excelente matéria-prima para produção de brita e utilizados na calcinação para produção de

cal virgem. O calcário, na RSE-TO é produzido pelas empresas Calcário Taguatinga Ltda. (CALTA) e Nativo Mineradora Ltda. entre outras, que fabricam corretivo agrícola.

As argilas com melhor qualidade são extraídas próximo ao perímetro urbano do município de Taguatinga do Tocantins que abastece uma cerâmica que produz tijolos para consumo local e de municípios vizinhos. Em Taipas do Tocantins foram cadastradas antigas olarias, com destaque para as fazendas Farias, Cana Brava, Engenho e Marimbu, que atualmente apenas atendem o mercado local.

Ainda, não foram descobertas reservas de grande porte de rochas ornamentais no estado do Tocantins, porém, nos últimos anos, pesquisas revelaram alguns jazimentos, ainda não avaliadas ou em fase de pesquisa junto ao DNPM. Uma gama de terrenos arqueanos a neoproterozoicos da Suíte cálcio-alcálica e granitoides peraluminosos apresentam grande potencial para ardósias, quartzito ornamental, granitos, mármore e afins.

Destaques se dá à calcita ótica que é um carbonato de cálcio (CaCO_3), que possui dentre várias características, a qualidade ótica, seu principal uso está relacionado às indústrias químicas, farmacêutica e aos componentes de equipamentos de precisão. Na RSE-TO foram encontradas ocorrências nos municípios de Taguatinga e Taipas. Em Taguatinga, sua ocorrência foi observada no trevo do município em direção à Ponte Alta do Bom Jesus, no morro da Fazenda Morro Velho, com referências também a um mármore. Já em Taipas foi encontrada na serra de Taipas, em calcários com lentes de calcita ótica.

O Estado do Tocantins possui importantes depósitos de quartzo industrial que são explorados desde a década de 1940. Um único município apresenta interessante ocorrência de quartzo industrial na RSE-TO: Palmeirópolis, onde as ocorrências estão relacionadas às sequências metavulcano-sedimentares (ALVARENGA *et al.*, 2000; 2007).

Classe VIII

A substância mineral constante nessa classe é o jazimento do tipo água mineral distribuído em apenas um processo mineral do DNPM, estando representada pela pesquisa para fins de engarrafamento no município de Taguatinga.

O minério água mineral contém minerais ou outras substâncias dissolvidas que alteram seu gosto e/ou lhe dão valor terapêutico. Sais, compostos de enxofre e gases são entre as substâncias que podem estar dissolvidas na água. A água mineral pode frequentemente ser efervescente. Seus diversos tipos são classificados segundo a composição química, origem da fonte, temperatura e gases presentes. Estes e outros aspectos são extraídos por exames físicos, químicos e bacteriológicos, que determinam a forma de uso: consumo como bebida, apenas para banhos e se são terapêuticas ou não.

Encontram-se citações sobre a presença de água mineral no município de Dianópolis. No entanto, é em Taguatinga, que a empresa Agroindústria Importação e Exportação, responsável pela exploração e engarrafamento de água mineral no município foi instalada para trabalhar com uma vazão de 12.000 a 14.000 litros/hora de água com características carbonatadas.



- **Principais processos e substâncias minerais exploradas - CPRM**

A RSE-TO possui grande potencialidade mineral, assim como, contempla empreendimentos concretizados, em especial, relacionados à indústria do fosfato. No intuito de uma reavaliação dos recursos minerais desta região e seu aproveitamento racional, a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) executou uma reanálise de alvos para ouro, indicação de novas áreas com potencial para minerais de fosfatos, potencialidade para associações metálicas como metais ferrosos Fe-Mn, metais-base (Ni, Cu), associação de Sn-Ta, U-Th e Au-Cu, elementos nobres como platinoides, Elementos Terras Raras, insumos para agricultura (calcários e dolomitos), rochas ornamentais, depósitos de materiais de construção civil e locais de aproveitamento do geoturismo e geodiversidade.

Muito embora o desenho geológico da área tenha relacionado uma diversidade de ambientes propícios à concentração de recursos minerais, a economia da RSE-TO, que hoje representa 4,1% do PIB estadual, centraliza-se quase que exclusivamente na indústria da construção civil e insumos minerais para a agricultura. O desenvolvimento dos principais municípios inseridos na região, remonta à época do descobrimento de ocorrências auríferas exploradas pelos bandeirantes, o que permitiu a transformação de cidades como Dianópolis, Natividade e Arraias em importantes e destacados polos minerais daquela época.

A extração do ouro caracterizado antigamente como depósitos superficiais em colúvios, alúvios e em veios de quartzo, era denominada pelos bandeirantes de Casqueiros, concentrando-se em Arraias, na localidade conhecida como Chapada dos Negros e Fazenda Bandeirantes. Atualmente as catas encontram-se paralisadas. Outro polo aurífero que remonta a este período exploratório localiza-se na região de Conceição do Tocantins. Nesta região o ápice deste extrativismo garimpeiro remonta a década de 1980, cujas estimativas locais registraram mais de 2000 garimpeiros atuando na lavra do ouro.

Atualmente, devido à intensa fiscalização, ambas as regiões têm sido apenas objeto de requerimentos de pesquisa de empresas de médio e grande porte. Já em um contexto atual, outro bem mineral de uso industrial, que pode impulsionar a região são os depósitos de fosfato sedimentar de Arraias, os quais foram bloqueados na década de 80 pela extinta Metago S/A. Recentemente foram realizados estudos de reavaliação de diversos alvos considerando-se além dos níveis centimétricos de fosforitos (minério de altíssimo teor), também rochas sedimentares pelíticas argilosas associadas ao Grupo Bambuí e principalmente, o minério supergênico encontrado nos solos e depósitos residuais sobrepostos. Outra atividade de potencial econômico é o geoturismo, com destaque para as escarpas e paredões de arenitos eólicos da serra geral do Urucuia no extremo leste da região, que propiciam excelentes locais para exposição de cachoeiras e ambientes paisagísticos definidos por lito-esculturas remanescentes, além da ocorrência de inscrições rupestres nos arenitos. Dentro deste setor também tem destaque os espetaculares relevos cársticos em calcários do Grupo Bambuí, caracterizados por cavernas com potencialidade para atividades espeleológicas.

No contexto dos materiais para uso na construção civil, destacam-se potencialidades ligadas aos depósitos de areia e argilas vermelhas para cerâmica extraídas dos depósitos aluvionares dos principais cursos d'água, ambas de grande importância para o crescimento econômico.

A CPRM apresenta as informações levantadas em projetos de pesquisa mineral, em escalas regionais e de semidetalhe, além dos dados coletados em campo objetivando a caracterização geológica e metalogenética dos principais jazimentos elencados nos domínios da área.

No Quadro 20 foram relacionados os principais jazimentos minerais cadastrados na região, com base em Sá (1984).

Quadro 20. Principais jazimentos minerais cadastrados na região.

MUNICÍPIO	TOPONÍMIA	STATUS	SITUAÇÃO	SUBSTÂNCIA
Conceição do Tocantins	Garimpo Furtuosa	Garimpo	Inativo	Ouro
Conceição do Tocantins	Garimpo Gerseu	Mina	Ativo	Ouro
Conceição do Tocantins	Garimpo Igrejinha	Garimpo	Inativo	Ouro
Arraias	Córrego Caiçara	Ocorrência	SI	Estanho/Ouro
Conceição do Tocantins	Garimpo Gavião	Garimpo	Inativo	Ouro
Conceição do Tocantins	Fazenda Elegante	Garimpo	Inativo	Ouro
Conceição do Tocantins	Garimpo São Felipe	Garimpo	Inativo	Ouro
Conceição do Tocantins	Garimpo Lagoa do Ouro	Garimpo	Inativo	Ouro
Arraias	Cabeceiras do Rio São Domingos	Ocorrência	SI	Ouro
Arraias	Rio Arraias	Ocorrência	SI	Ouro
Arraias	Arraias	Ocorrência	SI	Ouro
Arraias	Chapada dos Negros	Garimpo	Inativo	Ouro
Arraias	Cabeceiras do Rio Santa Isabel	Ocorrência	SI	Ouro
Arraias	Garimpo das Campinas	Garimpo	Inativo	Quartzo/Ouro
Arraias	Fazenda Formoso	Garimpo	SI	Quartzo
Arraias	Fazenda Água Boa	Garimpo	Inativo	Quartzo Incolor
Taguatinga	Confluência Rio Palmas/Conceição	Garimpo	Inativo	Quartzo
Arraias	Córrego Carvalho	Ocorrência	SI	Estanho/Ouro
Paranã	Conceição	Garimpo	SI	Ouro
Paranã	Córrego Estribeiro	Ocorrência	SI	Estanho
Paranã	Garimpo Cajazeiras	Garimpo	SI	Ouro
Conceição do Tocantins	Vida Além	Garimpo	Abandonado	Ouro
Conceição do Tocantins	-	Garimpo	SI	Ouro
Arraias	-	Garimpo	Abandonado	Ouro
Paranã	Garimpo do Salim	Ocorrência	Inativo	Mn Sedimentar
Arraias	Itafoz Alvo Coité	Mina	Ativo	Fosfato
Paranã	Fazenda Mansão das Caldas	Ocorrência	Ativo	Água Termal
Arraias	-			Ouro
Arraias	Fazenda Guanabara	Garimpo	Abandonado	Ouro
Arraias	-	Garimpo	Abandonado	Quartzo
Arraias	Água Branca	Garimpo	Abandonado	Ouro
Conceição do Tocantins	Córrego Riachão	Garimpo	Ativo	Ouro
Conceição do Tocantins	Garimpo do Waldemar	Garimpo	Inativo	Ouro
Conceição do Tocantins	Fazenda Ampar	Garimpo	Inativo	Ouro
Conceição do Tocantins	Santo Amaro	Garimpo	Inativo	Ouro
Conceição do Tocantins	Rodovia TO 367	Ocorrência	SI	Hematita
Arraias	Serra Urucuia	Mina	Inativo	Brita
Conceição do Tocantins	Rodovia TO 367	Ocorrência	SI	Hematita
Arraias	Pedreira EGESA	Mina	Inativo	Brita
Arraias	Itafoz	Mina	Inativo	Fosfato
São Valério da Natividade	Córrego Penca	Ocorrência	SI	Hematita
Natividade	TO 050	Ocorrência	Inativo	Rocha Ornamental
Conceição do Tocantins	TO 050	Ocorrência	Inativo	Rocha Ornamental



GOVERNO DO TOCANTINS

MUNICÍPIO	TOPONÍMIA	STATUS	SITUAÇÃO	SUBSTÂNCIA
Conceição do Tocantins	-	Ocorrência	SI	Hematita
Arraias	-	Ocorrência	SI	Cassiterita
Taipas do Tocantins	-	Ocorrência	SI	Mn
Arraias	-	Ocorrência	SI	Cassiterita
Arraias	Fazenda Engenho	Ocorrência	SI	Magnetita
Arraias	-	Mina	Abandonada	Brita
Arraias	5 km a NW de Canabrava	Ocorrência	SI	Fosfato
São Val. Natividade	Serranópolis	Ocorrência	SI	Magnetita

SI = Sem Informação

Fonte: Villas-Bôas Meneghini (2017).

As regiões de Conceição do Tocantins e Arraias representam os dois principais polos auríferos de extrativismo na RSE-TO, tendo este metal sido identificado nos diversos garimpos aluvionares e primários conhecidos na área, tanto abandonados como em atividade. O ouro distribui-se preferencialmente em veios quartzosos de pequena profundidade encaixados em variadas litologias.

Os jazimentos catalogados no polo de Conceição do Tocantins distribuem-se nas partes noroeste e norte do município com prolongamento no sentido de Dianópolis. Estas mineralizações estão associadas predominantemente aos corpos submeridianos alinhados da Sequência Vulcano-Sedimentar Riachão do Ouro e subordinadamente, a batólitos ou stocks de granitoides cálcio-alcálinos tipo TTG e peraluminosos. As mineralizações auríferas de maior porte e destaque ocorrem hospedados em estreitas faixas granito-greenstone Paleoproterozoicas, em veios de quartzo associados aos produtos de alteração hidrotermal de anfíbolitos, formação ferrífera bandada e subordinadamente, granitoides em zonas de cisalhamento. As principais ocorrências e depósitos de ouro nos TGGT estão hospedados em BIFs, anfíbolitos ricos em ferro e rochas graníticas das séries cálcio-alcálinas (CRUZ, 2001; CRUZ; KUYUMJIAN, 1999). As rochas hospedeiras são as metassedimentares associadas à Sequência Vulcano-sedimentar Riachão do Ouro, e subordinadamente, aos granitoides cálcio-alcálinos TTG e tipos peraluminosos.

Os principais garimpos auríferos atualmente paralisados, abandonados ou em atividade estão englobados junto às rochas hospedeiras constituídas por BIFs, quartzitos ferríferos, filitos grafitosos, além de hidrotermalitos, cujos prováveis protólitos são granófiros porfíricos e metacherts. A formação ferrífera bandada exibe uma alternância de níveis pretos de magnetita e porções claras de quartzo. O hidrotermalito é inequigranular granulação fino-média, foliado e de cor esverdeada. Filitos sericíticos são calcíferos, brilho sedoso, sulfetados e constituem as hospedeiras nos garimpos da Igrejinha e Gerseu. Exibem localmente estruturas extensionais e *moullions* (tectonitos L), aos quais estão associadas às mineralizações auríferas. Em outros garimpos associados a Faixa Conceição, as encaixantes estão representadas por um xisto saprolitizado mostrando intenso processo de alteração hidrotermal. As principais concentrações de ouro e sulfetos ocorrem no contato entre a formação ferrífera e o filito carbonoso e cuja presença de grãos euédricos de pirita e ouro na foliação milonítica, e sugere-se que a mineralização ocorreu posteriormente ao metamorfismo fácies xisto verde.

O único jazimento em atividade e cujas características são muito similares ao garimpo da Igrejinha, está representado pela Mina do Gerseu. Segundo informações do garimpeiro, já foi extraída uma média de 12 a 15g/ton. de minério. As placas de filito grafitoso e de filão de quartzo sulfetado são extraídas de uma profundidade máxima atual de 140 m através do interior da cava para trituração em moinho e posterior separação do minério.

No garimpo abandonado da Cajazeira, cercanias da fazenda Alto Aparecida, as mineralizações auríferas ocorrem em veios de quartzo com turmalina, encaixados em quartzo-clorita xisto e formação ferrífera bandada, e intercalados com metassilexito, jaspilito e xisto carbonoso com Sn N60E/subvertical. No garimpo do Waldemar ou João Gordo foram registrados veios de quartzo piritosos hidrotermalizados, encaixados em formações ferríferas bandadas magnéticas, com Sn N20E/20NW. Próximo à lavra principal observa-se o contato de um laterito ferrífero com uma rocha metavulcânica ácida milonitizada, hidrotermalizada, leucocrática e esverdeada, inequigranular, granulação fino-média com pórfiros quartzo-feldspáticos preservados. No garimpo abandonado Santo Amaro, estrada para Curral Queimado, domina um saprólito derivado das rochas metavulcanossedimentares do Grupo Riachão do Ouro.

Nas ocorrências de domos dos TGGTs, o ouro ocorre em veios de quartzo contendo turmalina, carbonato, sericita, clorita e sulfetos, na forma livre e/ou incluso em pirita (CRUZ, 2001; CRUZ; KUYUMJIAN, 1999.). Os veios de quartzo apresentam 20 cm a 4 m de espessura e 50 a 300 m de extensão, de aspecto leitoso a enfumaçado e alteração hidrotermal controlada por zonas de cisalhamento. Neste modelo enquadra-se o garimpo do Bigode, Vida-Além, cuja mineralização ocorre no contato entre a sequência vulcano-sedimentar e um muscovita quartzo xisto. Segundo informações obtidas, chegou a ser extraído até 2,8 kg de ouro na bateia em apenas duas semanas de serviço.

No garimpo da Furtuosa, a rocha hospedeira é um milonito feldspático caulinizado, cujo protólito é tonalítico e biotita muscovita granito milonitizado. A rocha é leucocrática, cor branca, maciça e constituída de quartzo, feldspatos, biotita, clorita e muscovita. As paragêneses minerais hidrotermais são compostas por sericita, clorita e caulinita.

No garimpo abandonado da Água Branca ou Cara-Baixa ocorrem tonalitos e granodioritos xistificados da Suíte Aurumina. O garimpo aluvionar do Gavião, no córrego Pindoba, caracteriza-se predominantemente por depósitos do tipo placeres e atualmente encontra-se exaurido e extensamente degradado. Nas cercanias do córrego, localmente foi registrada em cava alongada, uma rocha xistificada e discretamente foliada segundo N10W/45SW, orientada paralelamente ao antigo filão. A rocha é um saprólito caulinizado composto de uma massa branca onde sobressaem alguns grãos reliquias de quartzo.

Outro destacado polo aurífero engloba o sistema Campos Belos-Arraias e está distribuído na parte sul da região. A mineralização aurífera associada às supracrustais do Grupo Araí perfaz sete jazimentos primários marcados por minas e garimpos abandonados, sete ocorrências e inúmeros indícios associados a sedimentos de corrente. A atividade extrativista do minério está relacionada às rochas do Araí, principalmente representadas por quartzitos cisalhados com acamamento primário N5W/40NE, além de filonitos e veios de quartzo remobilizados como ocorre na Chapada dos Negros. Localmente foram registradas pintas de ouro nas



encaixantes quartzíticas e junto aos níveis mineralizados de Mn sedimentar, a sul de Paranã. Essas rochas são cortadas por uma grande abundância de veios de quartzo leitoso, puros, monominerálicos.

Garimpos aluvionares ocorrem em várias drenagens da região, no entanto, sem grandes perspectivas econômicas. A maioria está exaurida e encontra-se atualmente paralisada ou abandonada. Os contextos da mineralização aurífera necessitam de maior detalhamento, porém estudos apontam para um controle estrutural caracterizado pela intersecção de *shear zones* predominantemente rúptil, podendo estar relacionados também ao contato entre quartzitos e granitoides da Suíte Aurumina, onde se desenvolve intenso cisalhamento, contendo veios de quartzo não mineralizados.

O garimpo das Campinas encontra-se representado por cava alagada onde localmente, ocorrem fragmentos de quartzo e canga laterítica associado, provavelmente, a um quartzito saprolitizado, equigranular, mesocrático e de cor cinza-esverdeado, composto por quartzo, muscovita e epidoto/clorita. No garimpo da Fazenda Formoso foram registrados blocos soltos e afloramento de um quartzito conglomerático, com o ouro extraído foi de origem aluvionar.

No garimpo da Fazenda Guanabara foi descrito um quartzito fino, a rocha encontra-se muito alterada e cortada por veios de centimétricos extensionais de quartzo branco.

As informações relativas aos jazimentos de fosfatos no âmbito da RSE-TO, junto às coberturas Neoproterozoicas do Grupo Bambuí, foram levantadas através de publicações minerárias especializadas, relatórios técnicos, além de informações junto ao licenciamento ambiental da empresa Itafós Fertilizantes localizada em Arraias. Os depósitos de fosforitos de Campos Belos - Arraias foram descobertos em 1981 pela Metago que na época, identificaram lentes de fosforitos dentro dos argilitos basais da Formação Sete Lagoas e que representariam pequenos depósitos formados em ambientes de plataforma estável em associação às rochas pelíticas e carbonatadas. Os trabalhos de pesquisa desenvolvidos nesta época permitiram identificar um tipo exclusivo de fosforito (francolita), correspondente a uma rocha primária que ainda preserva a estrutura do acamamento original e cujo teor médio é de 20% P_2O_5 . Este fosfato originou-se devido à substituição de íons de carbonatos por íons fosfáticos durante o processo de diagênese.

Os depósitos de fosfato sedimentar da região de Arraias compreendem três depósitos de volume reduzido com teores elevados e superiores 28%, denominados: São Bento, Coité 1 e Coité 2, que são adicionados às rochas fosfatadas de baixo teor. Informações fornecidas indicam uma extração média de cerca de 800 a 1000 ton./mês de minério no alvo Coité. Os fosforitos e siltitos fosfatados estão inseridos na porção basal da Formação Sete Lagoas de idade Neoproterozóica. Compõe a ampla cobertura do Cráton São Francisco e sobrepõe-se aos diamictitos da Formação Jeiquitá ou diretamente sobre o embasamento paleoproterozóico da Suíte Aurumina. Na área, esta unidade é composta por espessos pacotes de siltitos estratificados, intercalados com bancos de margas calcíferas na base, seguidos por calcários e dolomitos em direção ao topo. As rochas mineralizadas em fosfato ocorrem interdigitadas com os siltitos.

O modelo inicial proposto para esta mineralização consistiria no desenvolvimento de uma rampa plataformar que daria origem a dolomitos e calcários na transição de água rasas para uma zona mais profunda com deposição de argilitos e folhelhos. As rochas associadas à Formação Sete Lagoas estão representadas por argilitos na base com transição para uma sequência de calcários e dolomitos no topo. A diferença de temperatura das águas profundas e frias para as águas quentes da plataforma originariam um sistema convectivo que transportaria o fósforo dissolvido das águas profundas, o qual seria assimilado por microrganismos da fauna planctônica, até sua completa deposição nos sedimentos. Paleogeograficamente, essa unidade constitui uma zona de plataforma marcada por relações com o embasamento (Grupo Araí e terrenos graníticos). Em resumo, este modelo defende uma contribuição orgânica no processo de acumulação de fósforo, sendo a apatita um produto da diagênese durante a evolução da matéria orgânica através da liberação do fósforo das águas intersticiais.

MONTEIRO (2009) propõe que a apatita primária representada pela francolita, constituiu as rochas fosfatadas diagenéticas. Processos intempéricos foram os principais responsáveis pelas transformações na estrutura da francolita, permitindo que a mesma assumisse composições cada vez mais próximas a da fluorapatita. O ambiente deposicional dos fosforitos nessa região é caracterizado por paleocanais irregulares e descontínuos encaixados no embasamento granítico, em contexto de bacia sedimentar restrita com influência de regime marinho transgressivo. Deslizamentos em flancos dos canais permitiram o retrabalhamento dos sedimentos depositados, formando brechas sedimentares. A evolução dos processos intempéricos incorreu na lateritização dos fosforitos e na lixiviação de fosfato dessas rochas.

• Principais impactos associados à mineração

A mineração é um dos setores básicos da economia do país (FARIAS, 2002) no entanto, é uma das atividades com impactos significativos, inclusive em parte do sudoeste do estado tocaninense, principalmente sobre os recursos hídricos, solos e vegetação. Esses impactos, associados à competição pelo uso e ocupação do solo, podem gerar conflitos quando não são consideradas as pluralidades dos interesses envolvidos. Se considerados os preceitos basilares da responsabilidade social e do desenvolvimento sustentável pode vir a contribuir de forma decisiva para o bem-estar e a melhoria da qualidade de vida das presentes e futuras gerações, sendo fundamental para o desenvolvimento de uma sociedade equânime.

Segundo Mechi e Sanches (2010), os mesmos processos geológicos que dão origem aos depósitos minerais condicionam a sua localização na crosta terrestre. A abundância ou escassez dos elementos que compõem essa crosta determina a frequência de ocorrência dos diversos tipos de depósitos minerais. A essas peculiaridades associa-se o termo rigidez locacional, que expressa à restrição na seleção de áreas que possam gerar menores impactos ambientais na implantação de empreendimentos minerários. Muitas vezes, coincidentemente, os locais de ocorrência são ambientalmente sensíveis e importantes para a preservação da biodiversidade, dos recursos hídricos, da paisagem ou de demais recursos naturais com função ambiental de grande importância. Por esses aspectos é que se vincula a mineração a impactos negativos significativos para o meio ambiente a exemplo das explorações



minerárias, associadas a maciços carbonáticos onde se expressam belezas naturais dentre os quais cavernas e cachoeiras.

No processo de mineração, segundo o site ambientebrasil (2018), os impactos diretos alteram características físicas, químicas e biológicas do ambiente, tendo como resultado um forte impacto visual, devido à morte de espécies vegetais e animais, alteração no relevo, desestruturação do solo, erosão, assoreamento do sistema de drenagem, dentre outros. Normalmente, são verificadas condições favoráveis para a compactação do solo, que dependem de maior ou menor grau das características do substrato, em decorrência de um intenso movimento de máquinas. Com relação aos recursos hídricos, são tomados por partículas sólidas vindas do processo de pesquisa, beneficiamento e da infraestrutura; óleos, graxas e elementos químicos deixados no solo podendo alterar as águas subterrâneas da região, poluindo a matéria prima indispensável para a atividade humana.

A atividade mineral, considerando as informações levantadas no presente diagnóstico, ainda não estabelecida completamente na RSE-TO não consegue promover o crescimento econômico, mas por certo, já exerce influência na qualidade das águas da região, além de outros aspectos degradacionais, como por exemplo, na qualidade dos sedimentos. De maneira geral, associados às atividades de mineração os resultados hidroquímicos repercutem para as águas superficiais maiores teores de metais, como manganês e ferro. Estes resultados sugerem que a qualidade da água reflete as condições naturais e antrópicas relacionadas aos seguintes processos ligados à mineração: (i) assoreamento; (ii) salinização com maiores valores de condutividade (>600 mS/cm) na época seca e (iii) contaminação química direta.

A mineração na região de abastecimento direto das cidades é a atividade humana capaz de gerar os impactos mais sérios sobre o meio ambiente como: à supressão de grandes coberturas vegetais em áreas de preservação permanente (APP), poluição do ar e da água. O ciclo extração/processamento/transporte implica atividades que envolvem a retirada da camada superficial do solo, assim como o desmonte de rocha, com explosões, moagem e atividades de carga e descarga de material, causando no entorno da comunidade, ruídos muitas vezes permanentes, pois, operações desse tipo de atividade são usuais ao longo das 24 horas do dia em regime de trabalho com revezamento de turno. (OLIVEIRA; RIOS, 2013).

Identificam-se na região, os seguintes impactos socioambientais potenciais comuns aos empreendimentos minerários:

- (i) Desmatamento da vegetação nativa desde a fase de pesquisa quando da abertura de picadas e estradas de acesso aos potenciais jazimentos. Afora isso, a atividade minerária necessita também da remoção do solo, que tem como consequência direta a alteração da pedoforma, eliminação da fauna do solo e a alteração das condições para manutenção da microbiota. Esta supressão da vegetação e do solo implica em impactos diretos sobre a flora, fauna e populações residentes. O solo fica exposto aos efeitos da chuva, acelerando os processos erosivos naturais, carregando sedimentos para cursos d'água causando o assoreando e/ou eutrofização;

- (ii) À medida que as escavações se aprofundam, maiores são as alterações da paisagem, maior é a quantidade de rejeitos produzidos e depositados e, no caso de restauração ou recuperação da área degradada, maiores serão os gastos e menores as possibilidades de se conseguir restituir o estado original, assim por consequência os seres humanos inseridos nesse ambiente também são atingidos, sobretudo aqueles que dependem do ambiente para sua manutenção econômica e sobrevivência. A situação torna-se ainda mais preocupante se considerarmos que o Bioma Cerrado é um dos biomas mais degradados do país. Além disso, ele é caracterizado pela sua grande diversidade biológica de espécies endêmicas. Ademais, a grande capacidade de absorção de água das chuvas pelo solo depende da sua cobertura vegetal para alimentar o lençol freático;
- (iii) Consumo de água e energia; a atividade mineraria consome água nas fases de pesquisa mineral (sondas rotativas e amostragens), na lavra (desmonte hidráulico, bombeamento de água das minas subterrâneas), no beneficiamento (britagem, moagem, flotação, lixiviação), no transporte e na infraestrutura. Além disso, possui potencial para causar aos corpos hídricos: (i) aumento da turbidez e consequente variação na qualidade de água e na penetração da luz solar no interior do corpo hídrico; (ii) alteração do pH, tornando-a geralmente mais ácida; (iii) derrame de óleo, graxas e metais pesados; (iv) redução do oxigênio dissolvido dos ecossistemas aquáticos e (v) assoreamento, mudanças no curso normal e regimes de vazão de rios perenes e intermitentes.

A atividade de extração e beneficiamento dos principais minérios na região (ouro, fosfato e calcário), pelas suas peculiaridades, são atividades que degradam o solo e a subsuperfície. Igualmente a mineração destes, seja a céu aberto ou mina subterrânea, requerem grandes áreas como depósitos de rejeitos.

Destaque se dá também às explorações de areia, cascalho e argila, diretamente associadas às drenagens que podem causar o rebaixamento de calha de rios com a lavra de seus leitos podendo provocar a instabilidade de suas margens, causando a supressão das matas ciliares, além de possibilitar o descalçamento de pontes com eventuais rupturas.

Outra influência, também denominada de indireta ou de conjunto de efeitos não desejados que possam ser denominados de externalidades é: alterações ambientais, conflitos de uso do solo, depreciação de imóveis circunvizinhos, geração de áreas degradadas e transtornos ao tráfego urbano. Estas externalidades geram conflitos com a comunidade, que normalmente têm origem quando da implantação do empreendimento, pois o empreendedor não se informa sobre as expectativas, anseios e preocupações da comunidade que vive nas proximidades da empresa de mineração (BITAR, 1997).

Como instrumento previsto na Política Nacional de Meio Ambiente, a prevenção e a mitigação dos impactos da mineração sobre o meio ambiente no estado do Tocantins vêm se fazendo por meio do licenciamento ambiental, com base no planejamento do empreendimento consubstanciado nos documentos denominados Relatório de Controle Ambiental (RCA), Plano de Controle Ambiental (PCA), Relatório Ambiental Preliminar (RAP), Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), a serem apresentados conforme os critérios estabelecidos na legislação a nível Federal (CONAMA) e Estadual.



Os impactos que por ventura venham a ocorrer na mineração de um determinado minério são determinados e avaliados por ocasião do licenciamento ambiental que irá definir a magnitude dos impactos no nível do meio biótico e físico (águas superficiais e subterrâneas) do estudo ambiental a ser apresentado, como também da recuperação da área afetada por meio de um Plano de Recuperação de Área Degradada. Ressaltando que a liberação da área a ser explorada pelo DNPM é passível das devidas licenças expedidas pelo órgão ambiental competente.

- **Mineração nos municípios da RSE-TO**

A descrição da situação do setor mineral nos municípios está baseada em Costa et al. (2007).

Almas

Foram observadas áreas de extração de argila, cascalho e ouro. A areia e a argila são extraídas de áreas próximas ao Riacho do Mato e ao Ribeirão São Pedro. A argila serve para abastecer uma cerâmica de tijolos e as olarias do Setor Monjolo e do Setor Mato Seco, que produzem tijolos e telhas no período de estiagem. Durante a década de 1990, uma unidade de mineração de ouro da Companhia Vale do Rio Doce funcionou na área da Fazenda Mateus Lopes. Porém, a unidade está desativada desde o ano 2000. Algumas atividades de garimpagem de ouro aconteceram na região do córrego Refresco, no córrego Recantinho, no Vieira, no Vira Saia 1, no Vira Saia 2, no Olavo e no garimpo do Arroz. No presente todos se encontram inativos.

Existem ocorrências de quartzito e gnaiss para uso ornamental na região do Povoado de Barra Nova, nas proximidades do Rio do Peixe e nos arredores do Morro do Carneiro.

O cadastramento realizado pela CPRM no município de Almas identificou um depósito de calcário dolomítico nos arredores da fazenda Alvorada. Durante essa mesma campanha foi verificado um depósito de ouro relacionado aos anfíbolitos, metadacito e metagabro das imediações do Córrego Paiol.

Arraias

Foram observadas áreas de extração de areia e de fosfato. A areia é extraída esporadicamente nas margens do Rio Araras. Os demais insumos básicos para construção civil são oriundos de outros municípios da região.

A extração de fosfato é a principal atividade de mineração no município. A empresa ITAFOS Mineração extrai cerca de duas mil toneladas/mês de minério de fosfato. Cerca de 80% da produção é totalmente comercializada no estado de Goiás. Existem ocorrências interessantes de ouro, cobre, quartzo, granito ornamental e argila branca nas porções central e norte do município.

Aurora do Tocantins

No município não existe atividade formalizada de mineração. Foram observadas áreas de extração de areia e argila nas proximidades do Rio dos Bois. A argila é usada por uma

cerâmica, que produz tijolos, e por três olarias, que produzem tijolos e telhas durante o período de estiagem. A produção atende ao consumo local e de outros municípios próximos.

Registram-se importantes ocorrências de calcário e a presença de rocha fosfática na porção oeste do município.

Combinado

No município não existe atividade formalizada de mineração. Foi observada uma área de extração de calcário próximo ao perímetro urbano. A extração é informal e é utilizada como fonte de material para construção civil. Os demais insumos básicos para construção civil são oriundos de outros municípios da região.

Conceição do Tocantins

No município não existe atividade formalizada de mineração. Foram observadas áreas de extração de argila e de ouro. A argila é extraída próximo ao perímetro urbano e abastece uma cerâmica que produz tijolos para o consumo local e de outros municípios próximos.

O ouro é extraído em atividades garimpeiras. No momento a única frente de lavra ativa está na Chácara Alvorada, próximo ao perímetro urbano. Porém são conhecidos diversos outros garimpos como o da Cajazeira, da Igrejinha, do Gerseu, da Maria Pinta, do Córrego Gavião, da Fazenda Elegante, do Piçarrão, da Furtuosa, do Tuna, do São Felipe, da Cangalha, da Fazenda Misericórdia, da Fazenda Poço do Ouro, da Fazenda Curral Queimado e da Fazenda Santaninha (COSTA, et al. 2007).

O citado garimpo das Cajazeiras que outrora era mecanizado e de propriedade da Fazenda Ampar Agropecuária, hoje se encontra desativado.

Os demais garimpos listados no município são de caráter ilegal tendo em vista não constar suas respectivas regularizações junto ao DNPM (Anuário DNPM, 2018) e notícias de fechamento de alguns deles em ação da Polícia Ambiental do estado do Tocantins (Portal do Tocantins, 2017).

Na região de Conceição do Tocantins as principais concentrações de ouro ocorrem em halos de alteração hidrotermal presentes em zonas de cisalhamento N10-35°E (Garimpo Cajazeiras) e na interseção destas com as de direção N45°W (garimpos Gerseu e Igrejinha). Os processos de alteração hidrotermal afetaram principalmente formações ferríferas e, subordinadamente, filitos carbonosos e xistos riodacíticos, promovendo carbonatação, sericitização e cloritização. O ouro ocorre na forma de palhetas finas livres em quartzo, e a paragênese de sulfetos e sulfossais associada inclui pirita, pirrotita, arsenopirita, calcopirita e, raramente esfalerita (CRUZ; KUYUMJIAN, 1999).

Dianópolis

No município existe atividade formalizada de mineração. Foram observadas áreas de extração de areia, argila, calcário, granito e ouro. A areia e a argila são extraídas em áreas próximas ao Ribeirão da Areia e ao Córrego Batalha. A argila é usada por uma cerâmica que produz tijolos e telhas para o consumo local.



O calcário é extraído na porção leste do município, às margens da TO-080, em área próxima ao morro dos Perdidos. A empresa SARP Mineração Ltda. extrai a rocha calcária para a produção de corretivo agrícola que abastece a região sudoeste do estado do Tocantins e oeste do estado da Bahia.

Granito para uso na construção civil é extraído pela empresa CMT Engenharia, na área da Fazenda Manto Verde, e é utilizado em obras da barragem no Rio Manuel Alves.

Existem diversas referências sobre garimpos desativados de ouro na porção sudeste do município, próximo à divisa com o município de Almas, como os garimpos da Fazenda Santo Elias, dos Tapuios, do Jacu, do Urubu, da Lagartixa e da Terra Vermelha.

Lavandeira

No município não existe atividade formalizada de mineração. Foram observadas áreas de extração de calcário e ardósia, principalmente na porção sul do município. Todas as áreas de extração são informais e utilizam técnicas precárias de lavra. Os insumos básicos para construção civil são oriundos de outros municípios da região. Existem alguns garimpos de ouro na região de Mosquito.

Natividade

No município existe atividade formalizada de mineração. A atividade de mineração mais importante é a extração e beneficiamento de calcário para a produção de corretivo agrícola. As empresas Nativa Mineração Ltda. NACAL - Natividade Calcário Agrícola Ltda. e NATICAL - Natividade Calcário Ltda. exploram jazidas de rochas calcárias na porção oeste do município, às margens da TO-280 e abastecem o mercado regional, principalmente o do oeste da Bahia.

O município possui uma considerável diversidade de ocorrências minerais e uma atividade garimpeira bem disseminada, porém atualmente inativa. Entre as ocorrências mais interessantes podem-se citar ouro, cianita, quartzito ornamental, turmalina, granada e mármore.

A mineralização primária de ouro ocorre em ambiente tipo Greenstone Belt na porção leste do município de Natividade.

Novo Alegre

No município não existe atividade formalizada de mineração. Não foi observada nenhuma atividade de extração mineral. Os insumos básicos para construção civil são oriundos de outros municípios da região.

O cadastramento dos recursos minerais realizado pela CPRM registra uma ocorrência de ouro e diamante em aluvião.

Novo Jardim

No município existe atividade formalizada de mineração. Foram observadas áreas de extração esporádica de areia e argila próximas ao perímetro urbano. A argila abastece duas olarias que produzem tijolos durante o período de estiagem.

Existem ocorrências de calcário e granito na porção sul do município. O calcário é extraído na porção leste do município, às margens da TO-080, em áreas da Fazenda São Sebastião e da Fazenda Poço Verde. As empresas SARP Mineração Ltda. e Calcário Dianópolis Ltda. (DIACAL). Extraem a rocha calcária para a produção de corretivo agrícola que abastece a RSE-TO e oeste do estado da Bahia.

Palmeirópolis

No município existe atividade parcialmente formalizada de mineração. Foram observadas áreas de extração de areia, argila, calcário, quartzito e granito. A areia e a argila são extraídas em áreas próximas ao Ribeirão Mutum e ao Rio Mucambinho. A argila é utilizada para abastecer duas cerâmicas que produzem tijolos e telhas para o consumo local e de municípios próximos.

A área de extração de calcário fica às margens da TO-498. O calcário é extraído pela Mineradora de Calcário Serra Dourada Ltda. para ser utilizado como corretivo agrícola e brita para construção civil. Granito para uso ornamental é extraído experimentalmente em áreas da Serra Dourada, pela empresa Mineração e Exploração Gamma Ltda. e é exportado para outros estados. Quartzito é extraído esporadicamente em uma área da Fazenda Boa Esperança, a 25 km do centro urbano.

O município também possui uma grande diversidade de ocorrências minerais, dentre as quais se citam grafite, coríndon, água marinha, berilo industrial, turmalina preta, turmalina verde, metais base (Zn, Cu e Ni), feldspato, zirconita e terras raras. Porém, a maior parte dessas ocorrências foi explorada apenas por atividades garimpeiras que, no momento, estão totalmente desativadas.

Durante a execução do Projeto RADAMBRASIL Folha SD.22 (1981), foram encontrados depósitos de sulfetos maciços de zinco, cobre e chumbo na região de Palmeirópolis. Estes depósitos são provenientes da Sequência Vulcanossedimentar de Palmeirópolis. Os principais minerais encontrados foram: pirrotita, pirita, calcopirita, bornita, esfalerita e galena. O aproveitamento econômico desses depósitos ainda não foi viabilizado. Há expressivas ocorrências de calcário dolomítico e mármore no município.

Paraná

No município não existe atividade formalizada de mineração. Foram observadas algumas áreas de extração esporádica de areia e argila, às margens do Rio Paraná. A única olaria do município foi desativada.

Os insumos básicos para construção civil são oriundos de outros municípios da região.



O município tem um potencial mineral interessante, porém pouco conhecido, destacando-se as ocorrências de quartzo, manganês, ferro e ouro, este último muito explorado no passado, por atividades garimpeiras nas regiões do Albino e do Morro Branco.

Levantamento realizado pela CPRM no município cadastrou uma ocorrência de chumbo associada a ouro, prata, cádmio, enxofre, zinco e cobre, hospedada nos riolitos da Sequência vulcanossedimentar de Palmeirópolis. A associação mineralógica encontrada foi galena, esfalerita, calcopirita, pirrotita e pirita.

Existem áreas requeridas para pesquisa de rochas ornamentais pela empresa Mineração e Exploração Gamma Ltda.

Pindorama do Tocantins

No município não existe atividade formalizada de mineração, contudo, são observadas áreas de extração de argila no Ribeirão Gameleira, próximo ao perímetro urbano da cidade. A argila serve para abastecer duas cerâmicas que produzem tijolos para o consumo local e de outros municípios próximos.

Existem referências a garimpagem de diamante em locais próximos ao Rio das Balsas. Também foi evidenciada a ocorrência de lentes de calcário, granitos e cangas de óxido de ferro.

Ponte Alta do Bom Jesus

A área do município é de 1.806 km² e sua população é de 4.601 habitantes (IBGE. 2018). No município não existe atividade formalizada de mineração.

Não foi observada nenhuma atividade de extração mineral. Os insumos básicos para construção civil são oriundos de outros municípios da região.

Existem ocorrências de calcário na porção central e sudoeste do município.

Porto Alegre do Tocantins

No município não existe atividade formalizada de mineração. São observadas áreas de extração de argila, cascalho e ouro. A argila e o cascalho são extraídos de áreas na Fazenda Martha Rocha e da Fazenda Bajé. O material abastece olarias situadas na Fazenda Brejo, Fazenda Martin e Fazenda Vargem Grande, que produzem tijolos para o consumo local durante o período de estiagem.

O ouro é extraído em garimpos situados em áreas da Fazenda Garrafa, do córrego Nazaré e nas proximidades da Serra do Bajé. Nenhuma frente de lavra está em atividade no momento.

Existem ocorrências de calcário na porção sul do município, em áreas próximas à Fazenda Santa Clara e na Fazenda Bromil.

Rio da Conceição

No município existe atividade formalizada de mineração e são observadas áreas de extração de areia, argila e cascalho na região conhecida como Cavalo Queimado e na área da Fazenda

Rancho Novo. Os demais insumos básicos para construção civil são oriundos de outros municípios da região.

A principal atividade de mineração no município é a extração de rocha calcária para produção de corretivo agrícola. A Companhia Melhoramentos do Oeste da Bahia (CMOB) e a Fujita Mineração Ltda. são as empresas responsáveis pela produção do calcário agrícola, que abastecem principalmente o mercado consumidor da região oeste do Estado da Bahia.

Taguatinga

No município existe atividade formalizada de mineração, sendo observadas áreas de extração de areia, argila, cascalho, seixos e calcário. A areia, o seixo e o cascalho são extraídos às margens de estradas vicinais que dão acesso a Várzea do Timbó, ao Setor Bom Jesus e nas proximidades do Morro de Garrafão. A argila é extraída próximo ao perímetro urbano e abastece uma cerâmica que produz tijolos para o consumo local de municípios próximos. O calcário é produzido pelas empresas Calcário Taguatinga Ltda. (CALTA) e Nativo Mineradora Ltda., que fabricam corretivo agrícola.

Existe também uma área de extração de rochas ornamentais na Fazenda Morro Velho.

Taipas do Tocantins

No município não existe atividade formalizada de mineração, no entanto, foram observadas áreas de extração de areia, argila e cascalho. A areia é extraída dentro do perímetro urbano e no córrego São Pedro. O cascalho é retirado ao longo da estrada que liga Taipas a Taguatinga. A argila é extraída em diversos pontos, geralmente na zona rural.

A argila serve para abastecer as olarias que existem na Fazenda Farias, Fazenda Cana Brava, Fazenda do Dr. Gercino, Fazenda da Aldinha, Fazenda do Engenho e Fazenda Marimbu. Existem ocorrências de calcário e calcita óptica nas proximidades da Serra das Taipas, às margens da TO-387.

5.1.3 Espeleologia

O mapeamento abrange as regiões cavernícolas existentes e mapeadas na RSE-TO e que incluem o extremo noroeste da Folha Brasília (SD-23), na porção limítrofe com os Estados da Bahia e Goiás. Esta região insere-se geologicamente na continuidade norte da Faixa Brasília contendo, principalmente rochas pré-cambrianas (VALERIANO et al., 2004).

Destaca-se na estruturação do Grupo Bambuí destaca-se, na RSE-TO, os alinhamentos de topo de serras (acamamentos) dobrados e padrões de drenagem com um forte alinhamento NNE e NW, além de sistemas de falhas transcorrentes sinistrais. A disposição dos acamamentos dobrados sugere um padrão de anticlinais e sinclinais normais com caimento. Esses padrões estruturais podem servir como importante guia prospectivo para estruturas cavernícolas, visto que planos axiais de dobra, assim como demais estruturas planares são preferenciais para percolação de água atuando na dissolução dos carbonatos e propiciando a formação de cavidades.

As cavidades, em geral, no município de Arraias, no extremo sul da área mapeada, apresentam-se com desenvolvimento em condutos retilíneos relativamente curtos e com baixa ornamentação, podendo-se interpretar que a formação destas cavernas está relacionada ao alto grau de fraturamento da Formação Lagoa do Jacaré, aproveitando-se dos planos de foliações, juntas e falhas, abundantes na área (FIGUEIREDO et. al., 2017).

As demais áreas da RSE-TO com ocorrência de cavidades e correlatos apresentam desenvolvimento variado, em geral, com extensões acima dos 100 metros, além de ocorrências de ossadas de mamíferos recentes, registros históricos paleontológicos e arqueológicos. Como destaque, têm-se a Lapa do Boqueirão em Aurora do Tocantins com desenvolvimento estimado de cerca de 100 m, exibindo salões amplos, com teto abobadado e uma expressiva ornamentação, (Figura 39 - A, B, C e D).

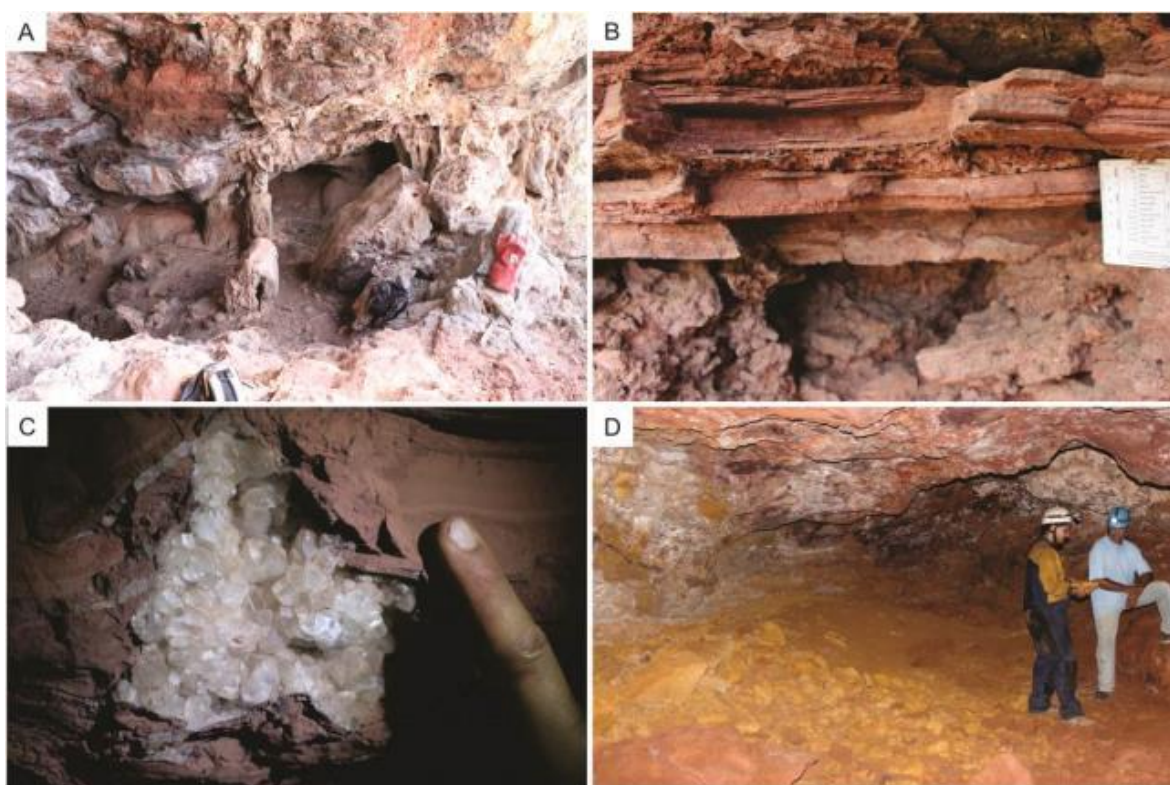


Figura 39. Lapa/Furna do Boqueirão na RSE-TO.

Fonte: Figueiredo et. al. (2017).

Nesta cavidade há o importante registro paleontológico de fragmento de mandíbula de um mamífero herbívoro provavelmente da megafauna Pleistocênica. Estima-se para esta caverna, cerca de 300 m de desenvolvimento linear (Figura 40 - A e B).

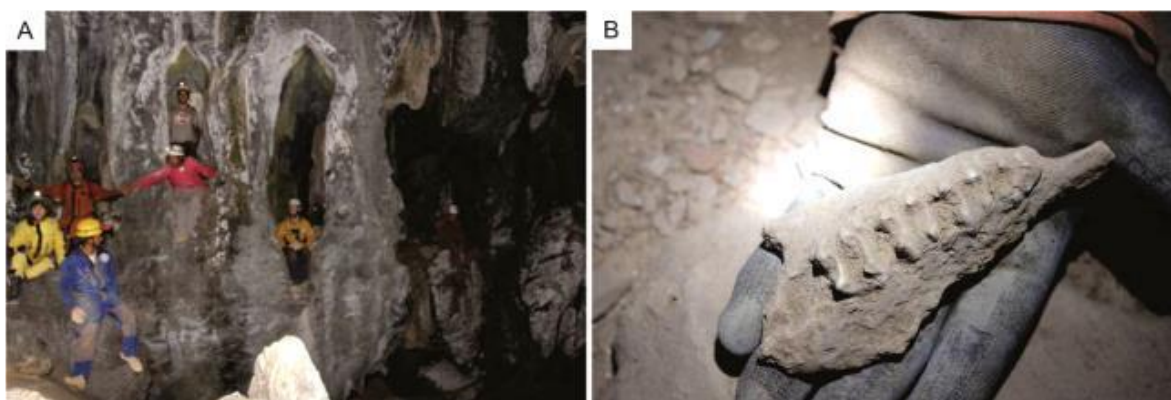


Figura 40. Lapa Catedral da Laje na RSE-TO.

Fonte: Figueiredo et. al. (2017).

Salienta-se que em trabalhos de prospecção realizados no município de Aurora do Tocantins que abordaram três cavernas: a Gruta dos Moura, o Buraco do Júnior e uma terceira gruta ainda não cadastrada, foram catalogados centenas de fósseis de vertebrados, entre eles quatro tipos de tatus gigantes extintos, felídeos de grande porte, cachorros-do-mato extintos, cervos, grande quantidade de roedores, marsupiais, morcegos, porcos-do-mato e restos de uma macrauquênia, um mamífero extinto semelhante a um “cavalo com tromba” típico da América do Sul. Foram encontrados também dentes de antas e capivaras, que hoje não habitam mais a região. Segundo o Serviço Geológico do Brasil, os fósseis encontrados são de idade pleistocênica e indicam que o ambiente era mais úmido nesta região, possivelmente com florestas onde hoje há cerrado.

Nas proximidades de Arraias, as 23 cavernas cadastradas se desenvolvem, preferencialmente, em condutos retilíneos em meio aos metacalcários da sequência de topo do Grupo Bambuí (Formação Lagoa do Jacaré). Na área, as cavernas não apresentam expressiva ornamentação estando, em geral, com desenvolvimentos inferiores a 30 m. Enquanto que as cavidades nas proximidades de Aurora do Tocantins foram registradas em número de 108 (cento e oito) cavernas e correlatos, exibindo maiores desenvolvimentos (acima de 100 m) e comportando uma variedade significativa de espeleotemas, além de alguns espécimes raros (calcita escalenoédricas rodeadas de calcitas dente de cão) em veios e drusas apresentando cristais centimétricos. Ademais, as cavernas exibiam expressivos registros arqueológicos por meio de fragmentos de cerâmica, líticos e inscrições (petróglifos/ranhuras), e secundariamente paleontológico, com arcada dentária de mamífero herbívoro provavelmente da megafauna pleistocênica.

Destaca-se ainda a Furna do Petróglypho que se trata de um grande abrigo com a presença de blocos abatidos onde se observava enorme profusão de incisões por marcas de raspagem. Logo adiante, uma cavidade, com a existência de petróglyphos circulares nas colunas e nos escorrimentos estalagmíticos na entrada da caverna (Figura 41). Outra característica dessa cavidade é a presença de uma infinidade de pequenas moscas no teto e paredes, cujo enorme ruído fazia parecer um enxame de maribondos ou abelhas.

Destaque se faz a pouca presença de água nas cavidades naturais desta região do estado do Tocantins. Das poucas estruturas com água associada cadastraram-se a Gruta Cachoeira da Ré e Gruta do Açude (Figura 42), ambas em Dianópolis.



Figura 41. Furna do petróglypho na RSE-TO.

Fonte: Figueiredo e Loria (2015).



Denominação: Gruta do Açude
SBE - TO 22

Dianópolis - TO

Escala: 1:500
Litologia: Calcário

Localização: Fazenda Sarpe
UTM 23L
E 0314350,726
N 8714322,746
Latitude: S 11 37' 31,1"
Longitude: W 46 42' 10,3"

Datum: WGS 84
Altitude: 520 metros (snm)

Topografia Grau 5B - BCRA - Janeiro de 2005

PH: 282 m
DL: 360 m
(descontinuidade)
Desnível total: 18,6 m

Extensão Norte-Sul: 152,24m
Extensão Leste-Oeste: 162,25 m

Desenho final - União Paulista de Espeleologia

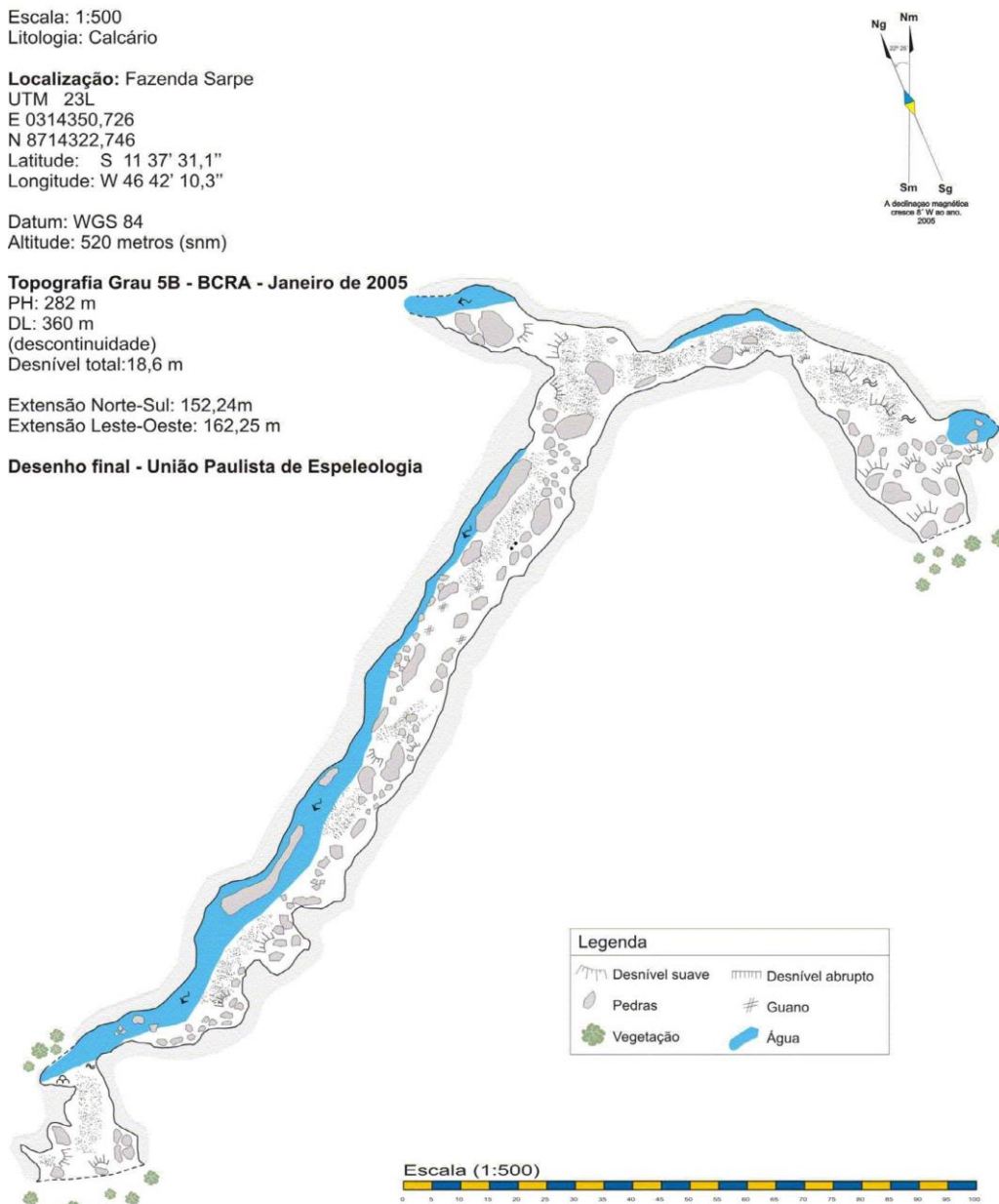


Figura 42. Gruta do Açude na RSE-TO.

Fonte: CRUZ et al. (2005).



Na base de dados do CECrav estão registradas 730 cavidades na RSE-TO, nos municípios de Almas (7), Arraias (23), Aurora do Tocantins (108), Chapada de Natividade (3), Combinado (9), Dianópolis (130), Lavandeira (66), Natividade (23), Novo Alegre (6), Novo Jardim (114), Palmeirópolis (7), Paranã (5), Pindorama do Tocantins (2), Ponte Alta do Bom Jesus (2), Porto Alegre do Tocantins (1), Rio da Conceição (2), Taguatinga (211), e Taipas do Tocantins (11).

As cidades de Aurora do Tocantins, Dianópolis, Novo Jardim e Taguatinga destacam-se pelo elevado número de cavidades naturais mapeadas em seus territórios conforme ilustram as figuras 43 a 46.

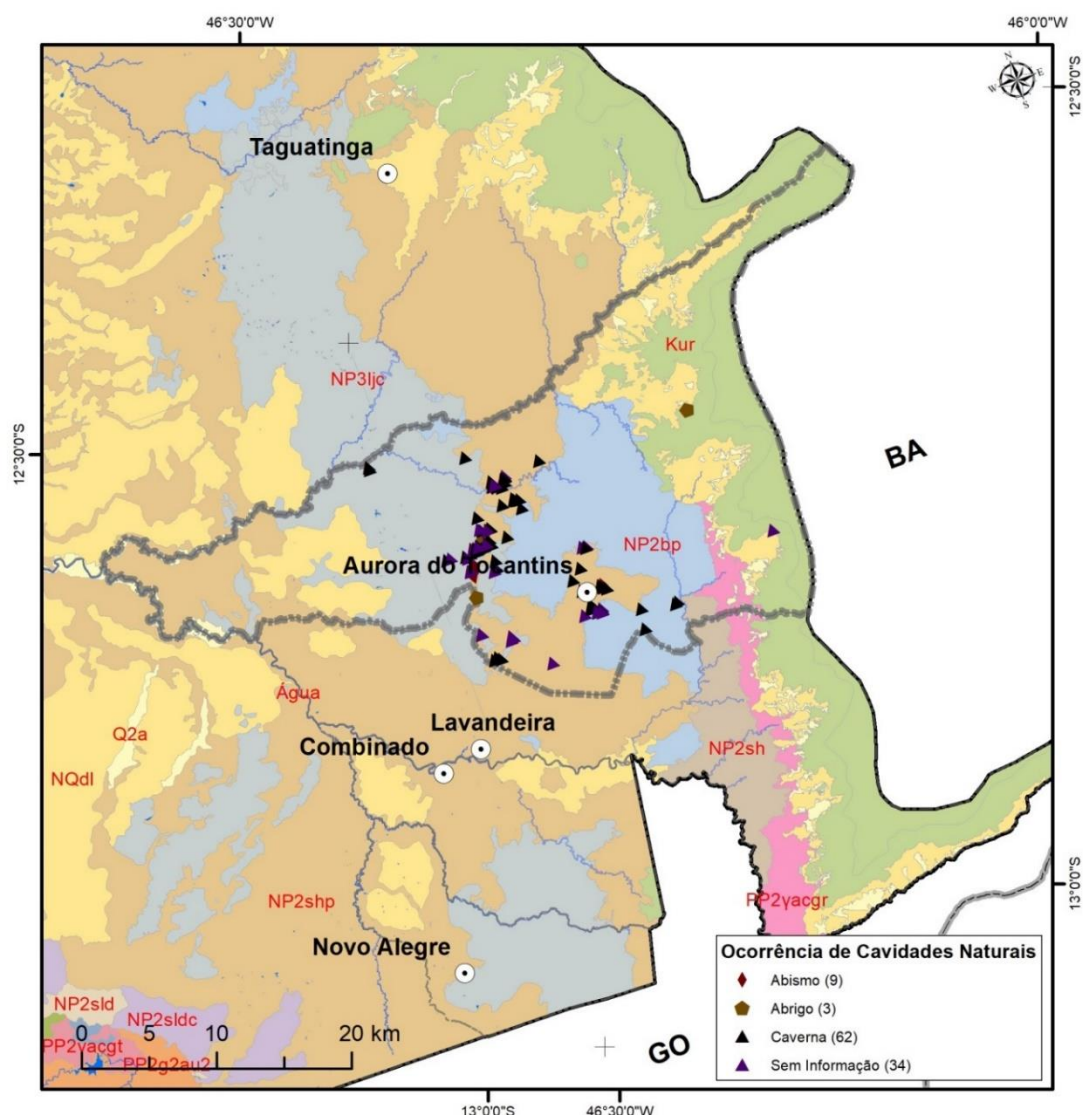


Figura 43. Ocorrências de cavidades naturais no município de Aurora do Tocantins.

Fonte: Elaboração do Autor.

No município de Aurora do Tocantins as cavidades associam-se, em sua maioria, às litologias da Formação Lagoa do Jacaré composta por calcários pretos a cinza, localmente oolíticos e pisolíticos, brechas intraclásticas, margas e intercalações de siltitos e folhelhos de cor esverdeada. A cor negra dos calcários e a abundância de pirita indicam condições de

sedimentação redutoras e intensa atividade orgânica. Ocorrências esparsas são notadas no Subgrupo Paraopeba Indiviso (NP2bp) de calcarenito, dolomito, ritmito, marga, argilito, calcarenito odoroso, siltito e arcósio; além de uma ocorrência no Grupo Urucua composto por arenito com estratificação cruzada de grande porte, arenito conglomerático e pelito sobreposto à Formação Lagoa do Jacaré e uma ocorrência não classificada na Cobertura detrito-laterítica ferruginosa (Nqdl) disposta da região.

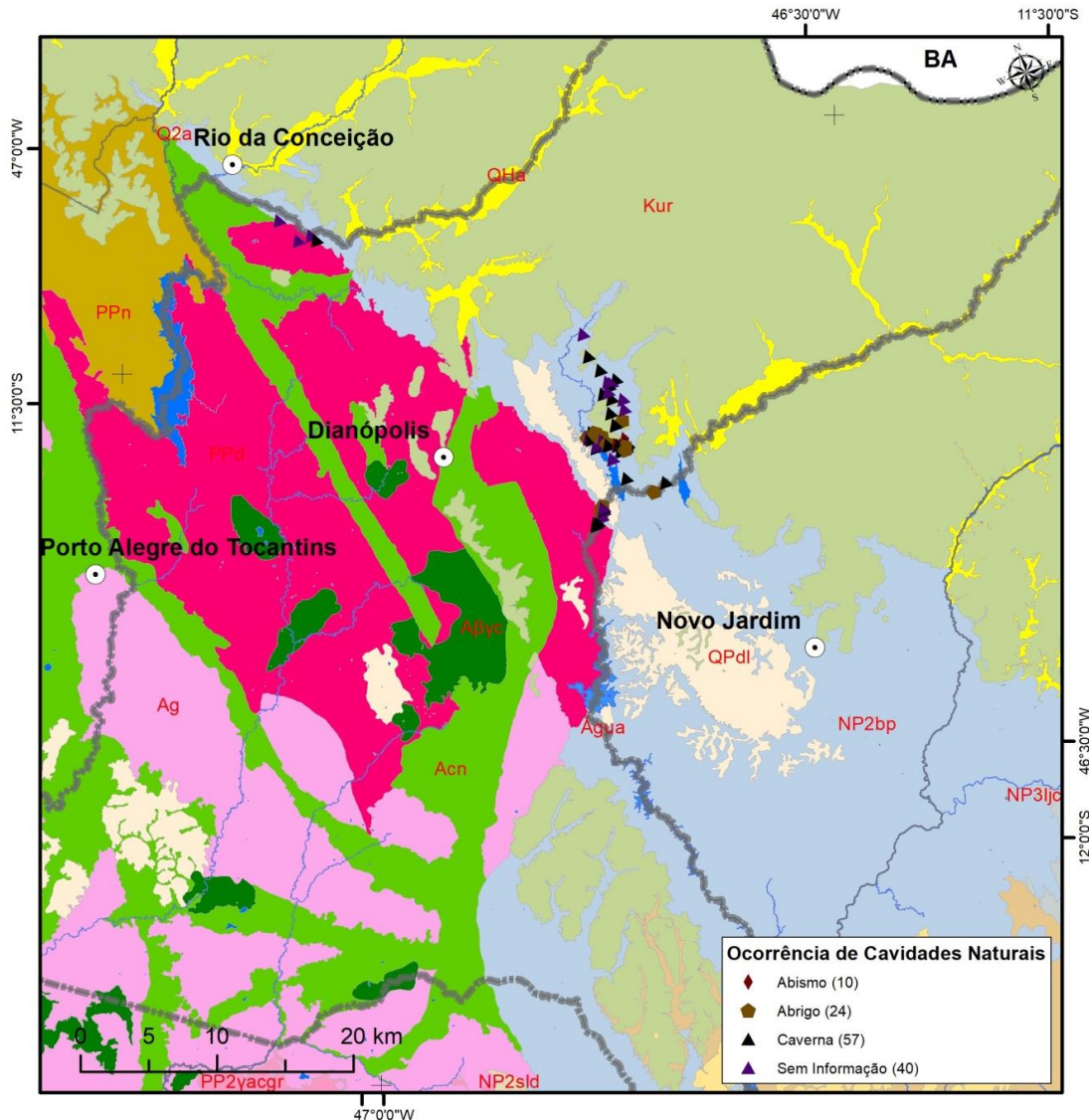


Figura 44. Ocorrências de cavidades naturais no município de Dianópolis.

Fonte: Elaboração do Autor.

Por sua vez, no município de Dianópolis as cavidades associam-se, em sua maioria, às litologias do Subgrupo Paraopeba Indiviso (NP2bp) de calcarenito, dolomito, ritmito, marga, argilito, calcarenito odoroso, siltito e arcósio, secundados por ocorrências em rochas metamórficas de idade paleoproterozóica.

Da mesma forma, no município de Novo Jardim as cavidades aparecem associadas, em sua maioria, às litologias do Subgrupo Paraopeba Indiviso (NP2bp) de calcarenito, dolomito,

ritmito, marga, argilito, calcarenito odoroso, siltito e arcósio, secundados por ocorrências em rochas no Grupo Urucua composto por arenito com estratificação cruzada de grande porte, arenito conglomerático e pelito e na Cobertura detrito-laterítica ferruginosa (NQdl) disposta da região.

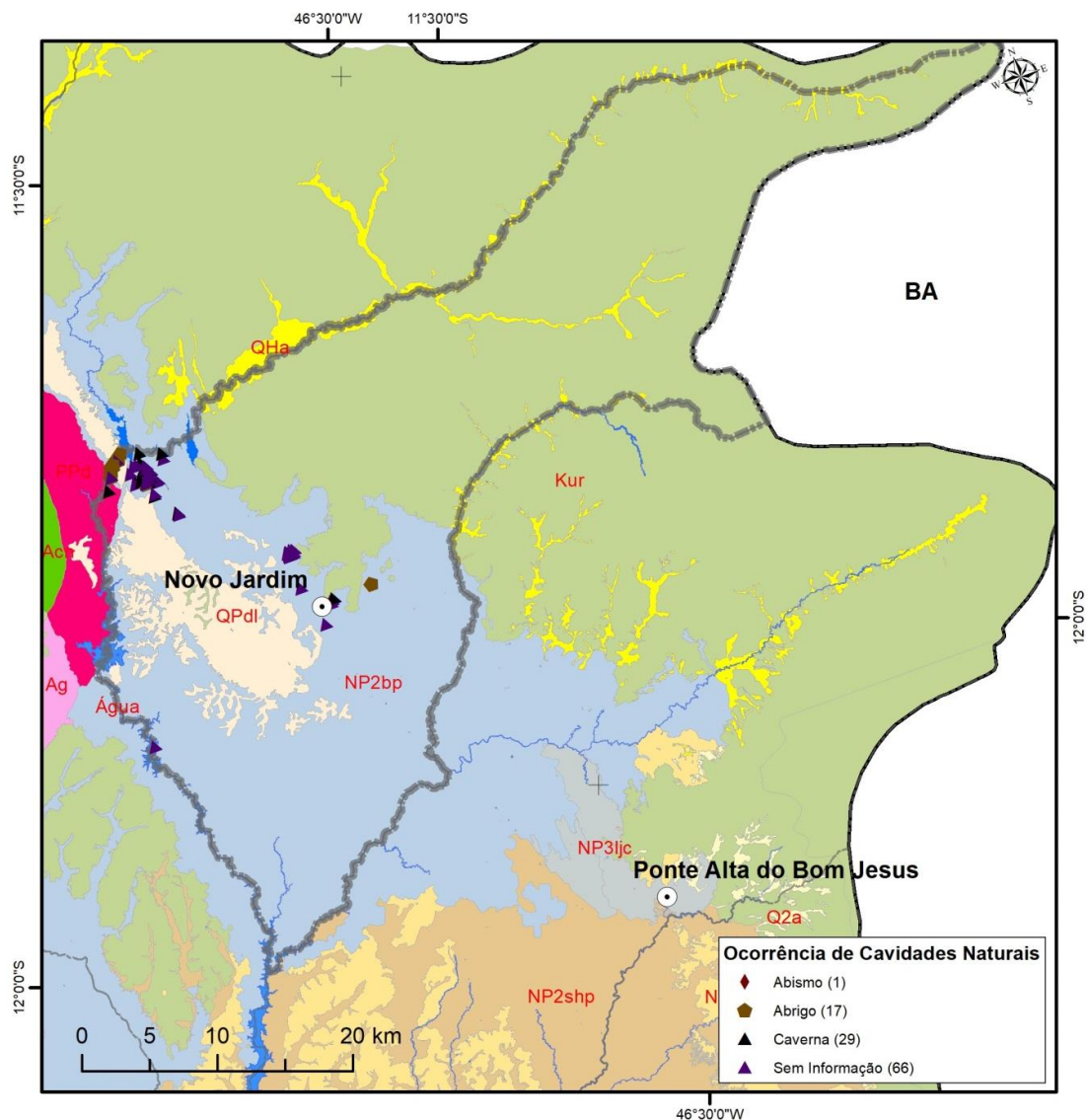


Figura 45. Ocorrências de cavidades naturais no município de Novo Jardim.

Fonte: Elaboração do Autor.

No município de Taguatinga, aquele com maior número de cavidades mapeadas, as mesmas se associam, em sua maioria, às litologias da Formação Lagoa do Jacaré composta por calcários pretos a cinza, localmente oolíticos e pisolíticos, brechas intraclásticas, margas e intercalações de siltitos e folhelhos de cor esverdeada. A cor negra dos calcários e a abundância de pirita indicam condições de sedimentação redutoras e intensa atividade orgânica. Secundariamente, ocorrem cavidades associadas à Formação Santa Helena que se constitui numa sucessão sedimentar predominantemente pelítica. Assenta-se sobre a Formação Sete Lagoas em contato concordante e gradativo, representado pelo aumento

gradual do conteúdo de pelitos nos carbonatos de topo da Formação Sete Lagoas. A Formação Serra de Santa Helena é resultado de deposição em ambiente marinho plataformar, com profundidades variáveis, submetido, por vezes, a influência de ondas e está composta por ardósias, folhelhos, siltitos, margas e calcários.

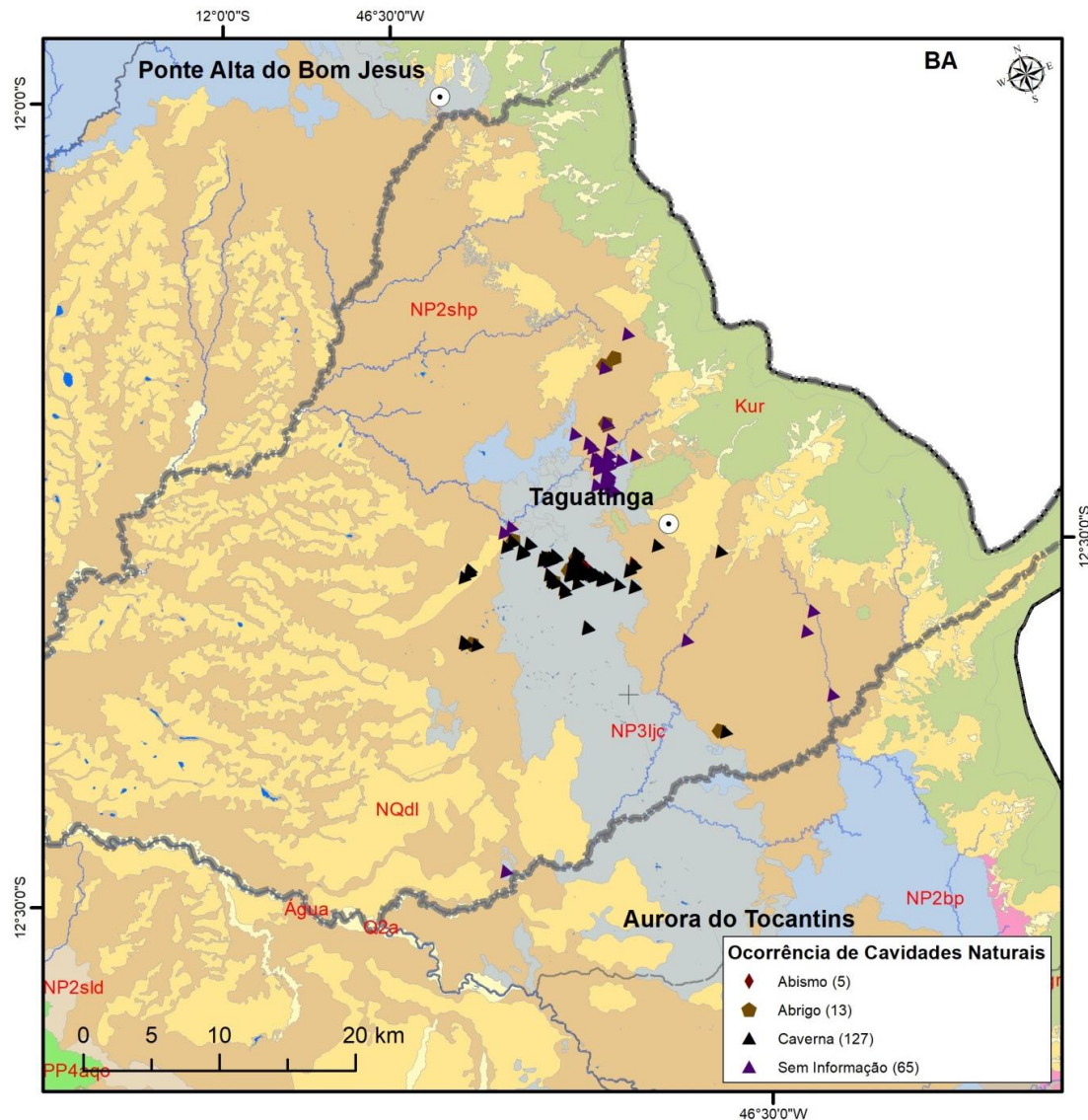


Figura 46. Ocorrências de cavidades naturais no município de Taguatinga.

Fonte: Elaboração do Autor.

Quanto ao tipo de cavidade a grande maioria, 46,98% ou 343 (trezentos e quarenta e três) ocorrências refere-se a cavernas, ou seja, cavidade natural rochosa com dimensões que permitam acesso a seres humanos. Secundariamente com 39,18% ou 286 (duzentos e oitenta e seis) das ocorrências aparecem as cavidades em estudo, as quais não foram ainda classificadas. Na sequência aparecem os abrigos ou cavidades de pequeno comprimento e grande abertura que podem ser usadas como guarita por animais ou pessoas, com 67 (sessenta e sete) ocorrências que correspondem a 9,17% das cavidades nos municípios na RSE-TO. Por último, com 34 (trinta e quatro) ou 4,65% das ocorrências aparecem os abismos



que são conceituados como uma cavidade predominantemente vertical, com desnível maior que 10 metros.

Estas cavidades naturais estão caracterizadas como preservadas e isentas de ocorrência de água em seu interior, conforme aponta o Apêndice H.

Litologicamente, as cavidades naturais estão caracterizadas como cavernas secundárias, pois se originaram após a formação da rocha que as abriga.

Nesta região predominam sistematicamente as cavidades calcárias, cujas litologias associadas são: calcários ou rochas calcárias, calcários associados a sedimentos siliciclásticos, calcissiltito, calcário em associação com siltito, calcifilito, calcissiltito com filito micáceo e arenito em conjunto com rocha calcária (Tabela 6).

Tabela 6. Número de cavidades naturais da RSE-TO e sua associação com litotipos calcários.

Formação Geológica	Litologia Predominante	Número de Cavidades Associadas	Porcentagem das Cavidades Naturais da RSE-TO (%)
Formação Lagoa do Jacaré	Calcário	634	86,84
Formação Lagoa do Jacaré	Calcário/Sedimentos Siliciclásticos	27	3,70
Formação Santa Helena	Calcissiltito	07	0,96
Formação Santa Helena	Calcário/Siltito	06	0,82
Formação Lagoa do Jacaré/Subgrupo Paraopeba Indiviso/Formação Santa Helena	Calcifilito	05	0,68
Formação Lagoa do Jacaré/Subgrupo Paraopeba Indiviso	Calcário Dolomítico	05	0,68
Subgrupo Paraopeba Indiviso	Arenito/Calcário	01	0,13
Formação Santa Helena	Calcissiltito/Filito Micáceo	01	0,13

Fonte: Elaboração do Autor.

Associado às rochas sedimentares ocorrem seis (0,82%) cavidades areníticas junto ao Grupo Urucua e uma (0,13%) ocorrência associada à rocha detrítico-laterítica de idade Terciária.

São descritas treze ocorrências junto a metaconglomerados (1,78%), todas no município de Natividade e decorrentes da Unidade 2 na serra homônima, a qual está embasada por quartzitos. As demais cavidades associam-se às rochas metamórficas paleoproterozóicas; com: oito ocorrências (1,09%) em folhelho/siltito, sete (0,96%) em filitos, cinco (0,68%) em quartzoxistos, todos no município de Palmeirópolis, duas (0,26%) em metassiltito na cidade de Paranã, duas em migmatitos e duas em arenito/folhelho/argilito/siltito, e por fim, com apenas uma ocorrência (0,13%) em arenito/quartzito e outra em arenito/folhelho/siltito dispersas na RSE-TO.

Sob outro aspecto, o petrográfico e com base na metodologia de potencialidade para cavidades naturais de Jansen (2011) e Cavalcanti et al. (2012), pode se constatar o potencial de algumas litologias na RSE-TO para o desenvolvimento de cavidades naturais.

Objetivando analisar a perspectiva de um aumento no número de cavidades cadastradas na RSE-TO e baseado na metodologia criada por Jansen (2011) e Cavalcanti et al. (2012) que associa a potencialidade de novas ocorrências a cada uma das classes préestabelecidas de tipos de rochosos, temos o Quadro 21 para a região.

Pela classificação litológica resultante dessa metodologia e análise dos dados do cadastro do CECAV, observou-se que quase a totalidade das cavidades naturais subterrâneas analisadas na RSE-TO encontra-se localizadas em áreas com grau muito alto de potencialidade de ocorrência de cavernas, junto às rochas do Grupo Urucuia, Subgrupo Paraopeba Indiviso, e das Formações Lagoa do Jacaré, Serra de Santa Helena e Sete Lagoas que possuem rochas calcárias em seus respectivos arcabouços, no setor leste da região.

Ressaltando que embora as áreas de ocorrência dos sedimentos superficiais Tércio - Quaternários, principalmente as Coberturas Detrito-Lateríticas, tenham sido consideradas como sendo de “Ocorrência Improvável”, quando estas estão sobrepostas às rochas carbonáticas, podem ser consideradas como de potencial “Médio a Alto”, haja vista que existe a possibilidade da subsidência desses sedimentos e ocorrência de afundamento do terreno em áreas que exista erosão cárstica.

Corroborando com esta análise uma cavidade natural do tipo caverna na cidade de Combinado já mapeada em cobertura detrito-laterítica sobre o Grupo Urucuia, pois é de conhecimento notório o alto potencial desta unidade.

No entanto, pode-se observar ainda que algumas outras cavidades mapeadas na região, associam-se às litologias categorizadas como de potencial médio para ocorrências de cavidades, ficando assim, as rochas destacadas como de alto potencial (Formação Piauí, Grupo Araí - Formação Traíras - Calcários, Calcoxistos com lentes de calcário, Metargilitos, Sericita e Grupo Paranoá - Unidade rítmica pelito carbonatadas) sem ocorrências destacadas, portanto, passíveis de devida atenção prospectiva quanto a novas descobertas de cavidades naturais da RSE-TO.

Quadro 21. Potencial para novas Ocorrências de Cavidades Naturais da RSE-TO.

Litotipo	Unidade Geológica	Grau de Potencialidade
Arcócio, Argilito, Calcarenito, Dolomito, Marga, Ritmito, Calcário, Evaporito, Metacalcário, Formação Ferrífera Bandada, Itabirito e Jaspilito.	Formação Sete Lagoas, Grupo Bambuí - Formação Lagoa do Jacaré, Grupo Bambuí - Formação Serra de Santa Helena, Grupo Bambuí - Formação Sete Lagoas Indiviso, Argilitos, Siltitos e Metassilexito, Calcarenitos, Grupo Urucuia, Subgrupo Paraopeba.	MUITO ALTO
Mármore, Ardósia, Metarenito, Metassiltito, Metamarga, Calcrete, Carbonatito e Marga.	Formação Piauí, Grupo Araí - Formação Traíras - Calcários, Calcoxistos com lentes de calcário, Metargilitos, Sericita, Grupo Paranoá - Unidade rítmica pelito carbonatada.	ALTO
Arenito, Pelito, Arenito Conglomerático, Folhelho, Siltito, Metaarcócio, Metassiltito, Metadiamicrito, Metassiltito, Metamarga, Quartzitos, Filito, Metaconglomerado, Quartzito feldspático, Xistos, Filito Grafítico, Fosforito, Grauvaca, Matacongglomerado, Metapelito, Milonito, Riolito, Ritmito e Rocha Calcissilicática.	Formação Arraías Indivisa, Metaconglomerados polimíticos e oligomítico, ortoquartzitos finos com intercalações de metargilitos, quartzitos finos e arcossianos, quartzitos finos e arcossianos e metarcossianos, Formação Cabeças, Formação Monte do Carmo Indiviso, Basaltos, Metavulcânicas ácidas intermediárias, Formação Morro do Carneiro Indiviso, Quartzito, Formação Pimenteiras, Formação Serra Grande, Formação Ticunzal, Grupo Conceição do Norte, Grupo Natividade, Grupo Paranoá - Unidade rítmica quartzítica intermediária, Grupo Riachão do Ouro Indiviso, Formação Morro do Carneiro, Grupo Serra da Mesa 1 e 2, lentes espessas de calcoxisto, calcissilicáticos, lentes espessas de calcoxisto, calcissilicáticos, níveis subordinados Filitos, quartzitos, Sequência Metavulcanossedimentar Palmeirópolis - Unidade 1 e 2.	MÉDIO



Litotipo	Unidade Geológica	Grau de Potencialidade
Anortosito, Arcósio, Basalto, Charnockito, Diabásio, Diamictito, Enderbitto, Gabro, Gnaiss, Granito, Granitoide, Granodiorito, Hornfels, Kinzigito, Komatito, Laterita, Metachert, Metagranito, Metatonalito, Ortognaiss, Augengnaiss, Migmatito, Monzogranito, Olivina Gabro, Ortoanfibolito, Sienito, Sienogranito, Tonalito, Trondhjemitto, Paragnaiss, Ortognaiss, Granodiorítico, Ortognaiss, Tonalítico, entre outros tipos metamórficos.	Complexo Almas-Cavalcante - tonalítica, granodiorítica a tonalítica, monzogranítica, peraluminosa, Unidade ortognaissica granítica, Unidade gnáissico migmatítica, Complexo Goiano, Complexo máfico-ultramáfico Canabrava - Zona Ultramáfica, Complexo Manuel Alves, Complexo Rio dos Mangues, Complexo Rio Maranhão, Formação Córrego Paiol, Formação Jequitai, Diamictitos, Granito Morro Solto, Sequência Metavulcanossedimentar Palmeirópolis - Unidades 3, 8, 4 e 5, Suítes Alcalinas de Peixe, Suítes Aurumina - Granitoides - Fáceis Granodiorítica e tonalítica, granodiorítica, granodiorítica tonalítica e monzogranítica, Suíte Básico Ultrabásica Caraíbas, Suíte Intrusiva Dianópolis, Suíte Ipueiras, Suíte máfico-ultramáficas Gameleira, Suíte Manuel Alves - Corpos Máficos Indiferenciados, Suíte Mata Azul Indivisa, Biotita, Granada-Biotita-Moscovita, Granitos diferenciados, Hornblenda Granito alcalino, Suíte São José Pequeno, Suíte Serra do Boqueirão.	BAIXO
Aluvião, Areia, Argila, Cascalho, Lamito, Linhito, Turfa e Outros Sedimentos.	Aluviões Holocênicos, Cobertura Detrítica Indiferenciada, Cobertura Detrito Laterítica Ferruginosas, Cobertura Detrito Laterítica Neogênica, Cobertura Detrito Laterítica Pleistocênicas, Depósitos Aluvionares, Ilha	OCORRÊNCIA IMPROVÁVEL

Fonte: Adaptado de Jansen (2011).

Fica, desta maneira, o alerta aos órgãos de licenciamento ambiental, em especial aqueles que lidam com a indústria de mineração para requerer como condição, um estudo acurado da existência de cavidades naturais, tendo em vista dentre outras coisas a importância destas para a hidrogeologia local.

Com base nos resultados obtidos nesta análise foi elaborado o Mapa de Potencialidade de Ocorrência de Cavernas da RSE-TO, conforme a Figura 47.

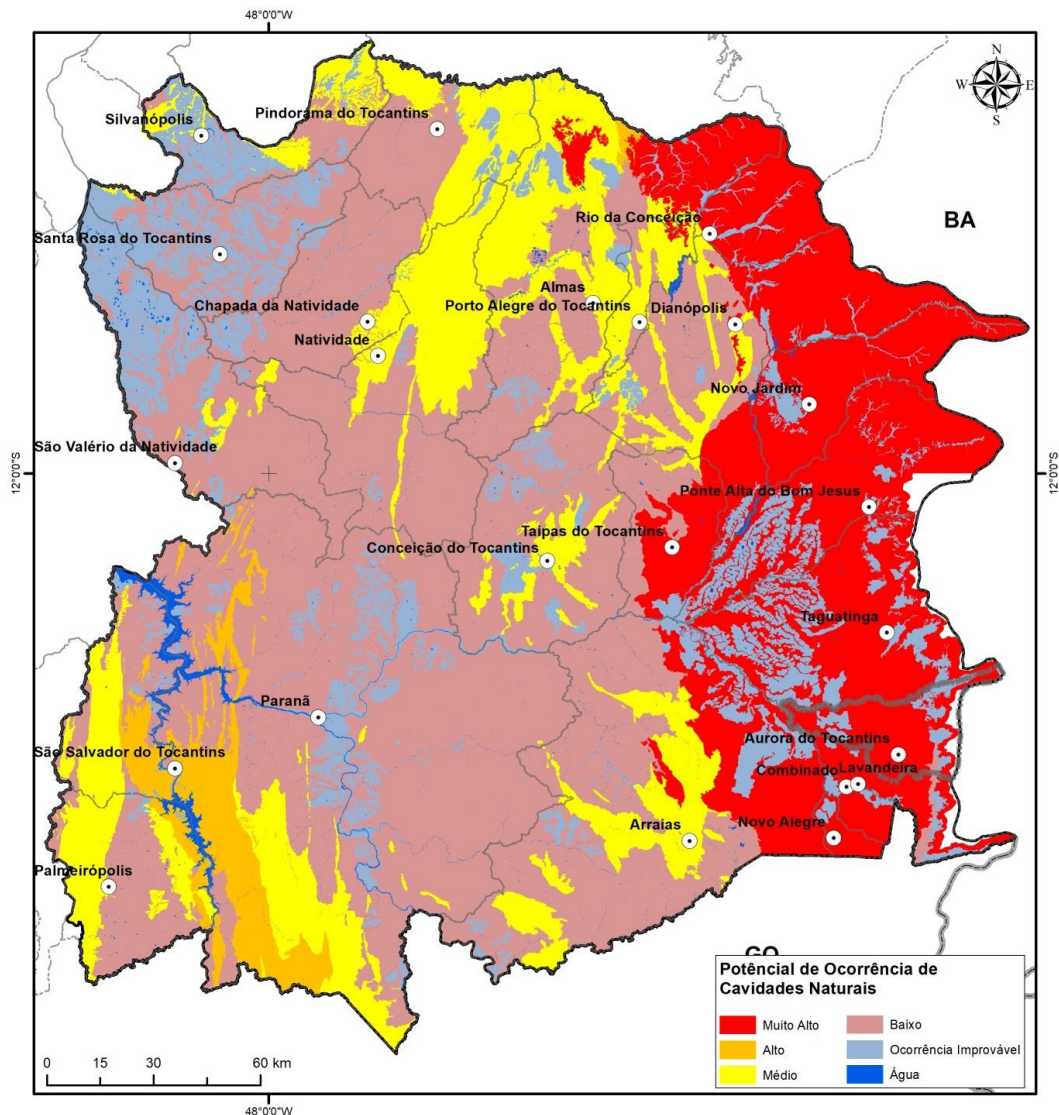


Figura 47. Potencialidade para ocorrências de cavidades naturais da RSE-TO.

Fonte: Elaborado com base em Jansen (2011).

5.2 Relevo

O estado do Tocantins apresenta sua geomorfologia como reflexo de heranças de processos de atuação antiga, remodeladas e modificados por processos de atuação recente, que no geral exibe modestas amplitudes altimétricas com variedades de aspectos morfológicas (chapadas, depressões, patamares, planaltos, planícies e serras).

Nesse contexto a delimitação morfológicas teve como base a similitude de formas, o posicionamento altimétrico relativo, as características genéticas e a interação do relevo com a litologia e estrutura. Destaca-se que a análise desse conjunto de variáveis foi subsidiada pela base do mapeamento geomorfológico do Estado do Tocantins (IBGE, 2007a), Mapa Geodiversidade do Estado do Tocantins (CPRM, 2016) e atualizações com interpretações de imagens de alta resoluções do satélite Pleiades (ano 2016), associados aos dados do modelo



digital de elevação do *Shuttle Radar Topographic Mission* (SRTM) obtidos no Centro Nacional de Pesquisas e Monitoramento por Satélite (EMBRAPA, 2005) e outras plataformas de software *Open Source* providos com diversos recursos de *Map Services* (*Google Earth Pro* e *SAS Planet*).

Assim, a visão de conjunto propiciada pelos produtos analisados permitiu identificar grandes conjuntos estruturais e particularidades que geram arranjos regionais de relevo e guardam relação de causa entre si. Foram identificados um total de quatro Domínios Morfoestruturais, onze Unidades Geomorfológicas e quinze tipos de modelados com diferentes formas (Apêndice I); sendo que sua caracterização geomorfológica seguiu o padrão IBGE em termos de hierarquização do relevo. A Tabela 7 apresenta os principais Domínios Morfoestruturais identificados e suas respectivas Unidades geomorfológicas.

Tabela 7. Domínios e Unidades geomorfológicos identificados na área de estudo.

DOMÍNIOS MORFOESTRUTURAIS	UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS	Km ²	%
Depósitos Sedimentares Inconsolidados	Planícies Fluviais	903,58	1,92
	Subtotal	903,58	1,92
Bacias Sedimentares e Coberturas Inconsolidadas	Chapadão Ocidental Baiano	993,35	2,11
	Patamares das Mangabeiras	192,64	0,41
	Patamares do Chapadão Ocidental Baiano	10.787,62	22,87
	Planalto Dissecado do Tocantins	1.699,02	3,60
	Subtotal	13.672,63	28,98
Embasamentos em Estilos Complexos	Depressão do Alto Tocantins	24.541,80	52,03
	Subtotal	24.541,80	52,03
Faixas de Dobramentos e Coberturas Metassedimentares	Complexo Montanhoso Veadeiros-Araí	400,83	0,85
	Planalto do Alto Tocantins -- Paranaíba	2.531,90	5,37
	Serra da Natividade	3.272,73	6,94
	Serras de Arraías e da Canoa	1.214,75	2,58
	Serras de Santo Antônio-João Damião	27,77	0,06
	Subtotal	7.447,99	15,79
	Água	600,02	1,27
	Ilha	6,63	0,01
Total Geral		47.172,64	100,00

Fonte: Elaboração do Autor.

Os Depósitos Sedimentares Inconsolidados (1,92%), estão sobrepostos aos demais domínios e situados especialmente bordeando os maiores cursos d'água da região (Rio Tocantins, Paranã, Palmas, Balsas, São Valério, Formiga e Manuel Alves - Figura 48). São superfícies mais planas com amplitude altimétrica variando de 0 a 10 metros resultantes da ação fluvial, às vezes formando terraços, que são periódicas ou permanentemente alagadas, relacionadas com ou sem rupturas de declive aos patamares mais elevados. Apresenta depósitos basicamente holocênicos, formados por aluviões (silte, areia, argila) com estrita relação com as veredas existentes.



Figura 48. Distribuição do Depósitos Sedimentares Inconsolidados na RSE-TO.

Fonte: Elaboração do Autor.

Áreas expressivas de Planície e Terraço são verificadas nos municípios de Almas, Dianópolis, Paranã, Rio da Conceição, Santa Rosa do Tocantins, e São Valério da Natividade. Nesse último as planícies aluviais podem ser encontradas próximas à margem do Rio São Valério, tributário formador do Rio Tocantins (margem direita) e limita-se com Domínios morfoestruturais das Bacias Sedimentares e Coberturas Inconsolidadas (Tabela 8).

**Tabela 8.** Distribuição municipal com ocorrência de Depósitos Sedimentares Inconsolidados.

Domínio Morfoestutural	Dinâmica Genética	Modelado	Município	Amplit.	Declividade (km ²)	
					0 a 3 %	%
Depósitos Sedimentares Inconsolidados	Acumulação	Planície	Arraias	0 a 10m	5,35	0,59
			Ponte Alta do Bom Jesus		0,40	0,04
			Taguatinga		4,36	0,48
			Subtotal		10,11	1,12
		Planície e Terraço	Almas	0 a 10m	73,33	8,12
			Arraias		31,67	3,50
			Aurora do Tocantins		16,34	1,81
			Chapada da Natividade		17,19	1,90
			Combinado		0,01	0,00
			Conceição do Tocantins		35,06	3,88
			Dianópolis		73,66	8,15
			Lavandeira		16,17	1,79
			Natividade		6,91	0,76
			Novo Jardim		34,29	3,80
			Palmeirópolis		4,59	0,51
			Paraná		120,85	13,37
			Pindorama do Tocantins		10,52	1,16
			Ponte Alta do Bom Jesus		76,42	8,46
			Porto Alegre do Tocantins		0,00	0,00
			Rio da Conceição		63,91	7,07
			Santa Rosa do Tocantins		94,69	10,48
			São Salvador do Tocantins		21,93	2,43
			São Valério da Natividade		98,36	10,89
			Silvanópolis		36,43	4,03
			Taguatinga		51,81	5,73
			Taipas do Tocantins		9,34	1,03
			Subtotal		893,47	98,88
		Total Geral			903,58	100,00

Fonte: Elaboração do Autor.

As Bacias Sedimentares e Coberturas Inconsolidadas com 28,98% recobre áreas dos municípios de Almas, Arraias, Aurora do Tocantins, Chapada da Natividade, Combinado, Dianópolis, Lavandeira, Natividade, Novo Alegre, Novo Jardim, Pindorama do Tocantins, Ponte Alta do Bom Jesus, Porto Alegre do Tocantins, Rio da Conceição, Santa Rosa do Tocantins, Silvanópolis, Taguatinga e Taipas do Tocantins (Figura 49) e exibe variados aspectos morfológicos, tais como Planalto, Patamares e Chapadas com diversificado aspectos altimétricos (Tabela 9).

No Domínio Bacias Sedimentares e Coberturas Inconsolidadas áreas expressivas de relevos proeminentes em termos altimétricos (> 300 metros) são verificados no contato das Unidades do Chapadão Ocidental Baiano com Patamares do Chapadão Ocidental Baiano e deste com os Patamares das Mangabeiras. A junção destas Unidades forma a Serra Geral do Tocantins, sistema de chapadões sustentados por litologias areníticas, cretáceos do Grupo Urucua e configuram grandes unidades de relevo em mesa penetradas por vales pedimentados, com bordas escarpadas e anfiteatros largos, com pediplanos associados a ciclos de erosão pós-cretáceos que resultaram nos patamares escalonados e arrasados.

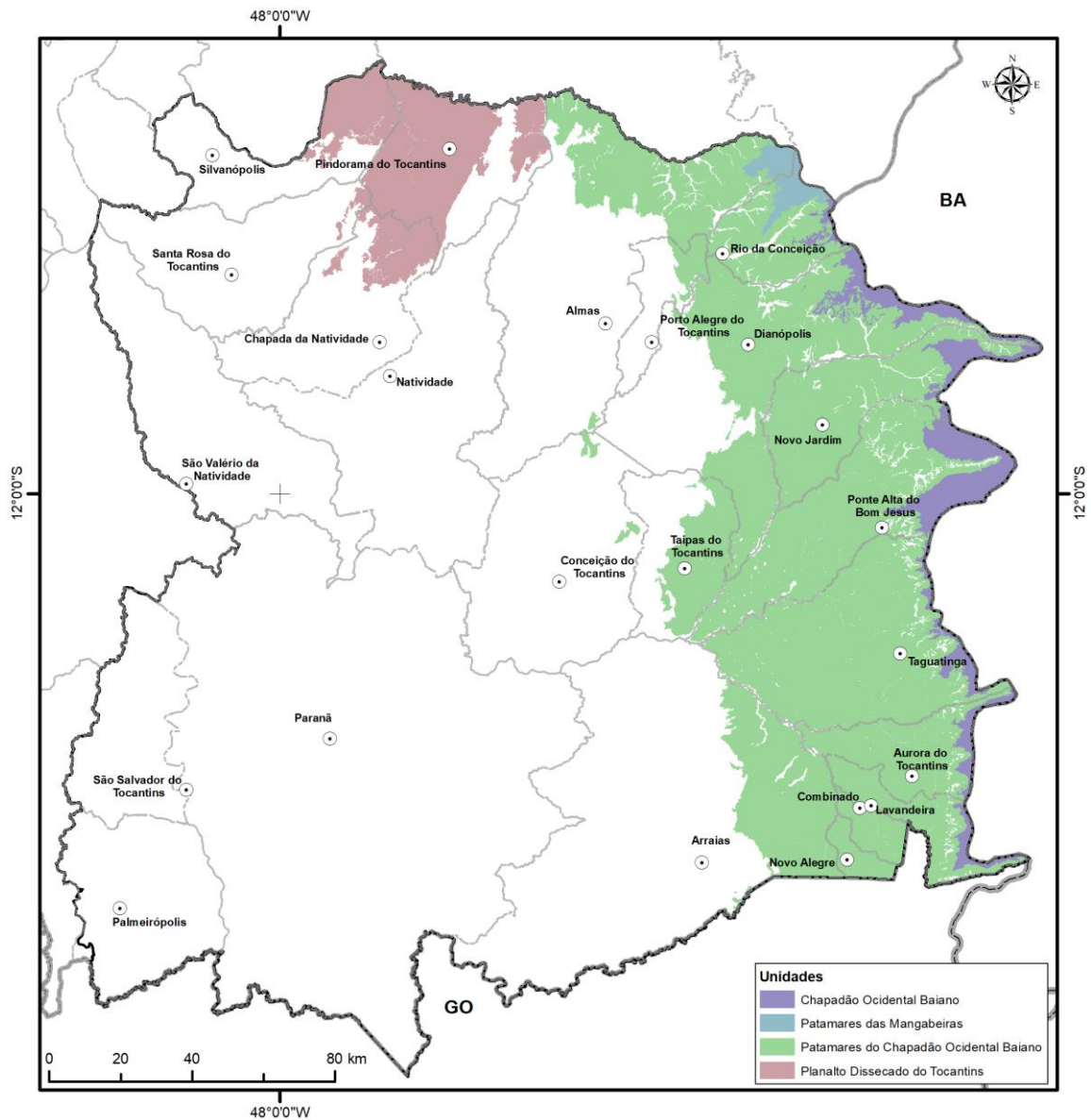


Figura 49. Localização das Bacias Sedimentares e Coberturas Inconsolidadas na RSE-TO.

Fonte: Elaboração do Autor.

A dissecção apresenta fortemente controlada pela estrutura, com declives muito acentuados (> 75 %) exibindo nitidamente a ligação de dois planos altimétricos distintos, em geral com trechos exibindo paredão desnudo em sua parte superior.

Paredões desnudos são encontrados nos municípios de Lavandeira, Aurora do Tocantins, Taguatinga, Ponte Alta do Bom Jesus, Novo Jardim, Dianópolis e Rio da Conceição, drenados pelas nascentes dos tributários formadores dos Rios Palma e Manuel Alves. Nestas áreas em litologias predominantemente arenosa, são verificadas ocorrências erosivas e depósitos de assoreamento, sendo as mais expressivas nos Córregos do Arroz, Pedra de Amolar, Landi, Cabiú, Fundo, Manuel Alvinho, Pequiteiro Paca e Ribeirão Quero Que Tem, respectivamente municípios de Rio da Conceição, Dianópolis, Novo Jardim e Ponte Alta do Bom Jesus.



Tabela 9. Unidades geomorfológicas encontradas no domínio das Bacias Sedimentares e Coberturas Inconsolidadas.

Bacias Sedimentares e Coberturas Inconsolidadas										
Unid	Município	Amplit. (m)	Declividade %						km²	%
			0 a 3	3 a 8	8 a 20	20 a 45	45 a 75	>75		
Chapadão Ocidental Baiano	Aurora do Tocantins	0 a 10	76,51						76,51	0,56
	Dianópolis	0 a 10	151,77						151,77	1,11
		50 a 300					41,63		41,63	0,30
		>300						27,56	27,56	0,20
		Subtotal	151,77				41,63	27,56	220,96	1,62
	Lavandeira	0 a 10	60,43						60,43	0,44
		50 a 300					1,49		1,49	0,01
		Subtotal	60,43				1,49		61,91	0,45
	Novo Jardim	0 a 10	128,51						128,51	0,94
		50 a 300					0,02		0,02	0,00
		Subtotal	128,51				0,02		128,53	0,94
	Ponte Alta do Bom Jesus	0 a 10	360,73						360,73	2,64
		50 a 300					1,19		1,19	0,01
		Subtotal	360,73				1,19		361,92	2,65
	Rio da Conceição	0 a 10	38,77						38,77	0,28
Patamares das Mangabeiras	Taguatinga	0 a 10	100,06						100,06	0,73
		50 a 300					4,60		4,60	0,03
		>300						0,09	0,09	0,00
		Subtotal	100,06				4,60	0,09	104,75	0,77
	Subtotal		916,77				48,93	27,65	993,35	7,27
	Almas	0 a 10	79,62						79,62	0,58
		50 a 300					2,57		2,57	0,02
		Subtotal	79,62				2,57		82,19	0,60
	Rio da Conceição	0 a 10	109,84						109,84	0,80
		50 a 300					0,61		0,61	0,00
		Subtotal	109,84				0,61		110,45	0,81
	Subtotal		189,46				3,18		192,64	1,41
Patamares do Chapadão Ocidental Baiano	Almas	0 a 10m	796,37						796,37	5,82
		20 a 50			73,47				73,47	0,54
		50 a 80				111,60			111,60	0,82
		50 a 300					36,56		36,56	0,27
		Subtotal	796,37		73,47	111,60	36,56		1.017,99	7,45
	Arraias	0 a 10	716,55						716,55	5,24
		20 a 50			44,03				44,03	0,32
		50 a 80				138,09			138,09	1,01
		50 a 300					0,01		0,01	0,00
		>300						62,00	62,00	0,45
		Subtotal	716,55		44,03	138,09	0,01	62,00	960,67	7,03
	Aurora do Tocantins	0 a 10	389,09						389,09	2,8
		20 a 50			138,71				138,71	1,01
		50 a 80				45,80			45,80	0,33
		50 a 300					23,39		23,39	0,17
		>300						37,17	37,17	0,27
		Subtotal	389,09		138,71	45,80	23,39	37,17	634,16	4,64
	Combinado	0 a 10	99,99						99,99	0,73
		10 a 30		4,29					4,29	0,03
		20 a 50			38,98				38,98	0,29
		50 a 80				39,24			39,24	0,29
		50 a 300					4,82		4,82	0,04
		Subtotal	99,99	4,29	38,98	39,24	4,82		187,31	1,37
	Conceição do Tocantins	20 a 50			32,42				32,42	0,24
	Dianópolis	0 a 10m	923,79						923,79	6,76
		10 a 30		305,13					305,13	2,23
		20 a 50			292,36				292,36	2,14
		50 a 80				22,00			22,00	0,16
		50 a 300					141,35		141,35	1,03
		>300						13,20	13,20	0,10
		Subtotal	923,79	305,13	292,36	22,00	141,35	13,20	1.697,83	12,42

Bacias Sedimentares e Coberturas Inconsolidadas										
Unid	Município	Amplit. (m)	Declividade %					km²		%
			0 a 3	3 a 8	8 a 20	20 a 45	45 a 75			
	Lavandeira	0 a 10	239,08						239,08	1,75
		10 a 30		0,59					0,59	0,00
		20 a 50			104,73				104,73	0,77
		50 a 80				40,71			40,71	0,30
		50 a 300					13,13		13,13	0,10
		>300						28,44	28,44	0,21
	Subtotal		239,08	0,59	104,73	40,71	13,13	28,44	426,67	3,12
	Novo Alegre	0 a 10	62,64						62,64	0,46
		20 a 50			42,48				42,48	0,31
		50 a 80				38,95			38,95	0,28
	Subtotal		62,64		42,48	38,95			144,07	1,05
	Novo Jardim	0 a 10	570,09						570,09	4,17
		10 a 30		163,84					163,84	1,20
		20 a 50			154,23				154,23	1,13
		50 a 80				96,27			96,27	0,70
		50 a 300					46,28		46,28	0,34
		>300						40,37	40,37	0,30
	Subtotal		570,09	163,84	154,23	96,27	46,28	40,37	1.071,09	7,83
	Pindorama do Tocantins	0 a 10	0,03						0,03	0,00
		20 a 50			0,02				0,02	0,00
		Subtotal	0,03		0,02				0,05	0,00
	Ponte Alta do Bom Jesus	0 a 10	999,73						999,73	7,31
		10 a 30		74,52					74,52	0,55
		20 a 50			234,40				234,40	1,71
		50 a 80				40,81			40,81	0,30
		50 a 300					40,08		40,08	0,29
		>300						83,66	83,66	0,61
	Subtotal		999,73	74,52	234,40	40,81	40,08	83,66	1.473,20	10,77
	Porto Alegre do Tocantins	0 a 10	45,19						45,19	0,33
		10 a 30		31,90					31,90	0,23
		20 a 50			2,25				2,25	0,02
		50 a 80				10,58			10,58	0,08
		50 a 300					8,57		8,57	0,06
	Subtotal		45,19	31,90	2,25	10,58	8,57		98,50	0,72
	Rio da Conceição	0 a 10	382,24						382,24	2,80
		10 a 30		10,67					10,67	0,08
		20 a 50			3,10				3,10	0,02
		50 a 80				8,77			8,77	0,06
		50 a 300					62,95		62,95	0,46
		>300						30,32	30,32	0,22
	Subtotal		382,24	10,67	3,10	8,77	62,95	30,32	498,05	3,64
	Taguatinga	0 a 10	1.428,20						1.428,20	10,45
		10 a 30		138,30					138,30	1,01
		20 a 50			286,48				286,48	2,10
		50 a 80				117,76			117,76	0,86
		50 a 300					30,96		30,96	0,23
		>300						72,06	72,06	0,53
	Subtotal		1.428,20	138,30	286,48	117,76	30,96	72,06	2.073,77	15,17
	Taipas do Tocantins	0 a 10m	382,20						382,20	2,80
		50 a 80				4,68			4,68	0,03
		50 a 300					84,93		84,93	0,62
	Subtotal		382,20			4,68	84,93		471,82	3,45
	Subtotal		7.035,19	729,25	1.447,66	715,26	493,04	367,22	10.787,62	78,90
Planalto Dissecado do Tocantins	Chapada da Natividade	0 a 10	0,46						0,46	0,00
		10 a 30		162,32					162,32	1,19
		20 a 50			18,06				18,06	0,13
		50 a 80				113,02			113,02	0,83
		50 a 300					0,18		0,18	0,00
	Total		0,46	162,32	18,06	113,02	0,18		294,03	2,15
	Natividade	50 a 300					0,01		0,01	0,00



GOVERNO DO TOCANTINS

Bacias Sedimentares e Coberturas Inconsolidadas										
Unid	Município	Amplit. (m)	Declividade %					km²	%	
			0 a 3	3 a 8	8 a 20	20 a 45	45 a 75			>75
	Pindorama do Tocantins	0 a 10	141,28	327,71	94,14	317,78	143,87	1,11	141,28	1,03
		10 a 30							327,71	2,40
		20 a 50							94,14	0,69
		50 a 80							317,78	2,32
		50 a 300							143,87	1,05
		>300	1,11	0,01						
	Subtotal	141,28	327,71	94,14	317,78	143,87	1,11	1.025,88	7,50	
	Santa Rosa do Tocantins	0 a 10	0,50	0,07	0,06	27,85	1,96	0,01	0,50	0,00
		10 a 30							0,07	0,00
		20 a 50							0,06	0,00
		50 a 80							27,85	0,20
		50 a 300							1,96	0,01
		>300m	0,01	0,00						
	Subtotal	0,50	0,07	0,06	27,85	1,96	0,01	30,46	0,22	
	Silvanópolis	0 a 10m	114,72	18,23	7,18	134,74	68,51	5,25	114,72	0,84
		10 a 30							18,23	0,13
		20 a 50							7,18	0,05
		50 a 80							134,74	0,99
		50 a 300							68,51	0,50
		>300	5,25	0,04						
	Subtotal	114,72	18,23	7,18	134,74	68,51	5,25	348,63	2,55	
Subtotal		256,96	508,33	119,43	593,40	214,52	6,38	1.699,02	12,43	
Total Geral		8.398,38	1.237,58	1.567,09	1.308,66	759,68	401,25	13.672,63	100,0	

Fonte: Elaboração do Autor.

Especialmente nos Patamares do Chapadão Ocidental Baiano (Tabela 10) ocorrem extensas áreas de modelados de dissolução (coberto, descoberto e exumado). Modelados de dissolução coberto caracteriza-se por um conjunto de formas de dissolução em subsuperfície mascaradas por argilas e outros produtos de descalcificação, detritos e solos. Enquanto, que modelados de dissolução descobertos são originadas em superfície (lapiés) ou descobertas por erosão de coberturas preexistentes. Já os exumados, caracteriza-se pelo conjunto de formas de dissolução parcialmente expostas em superfície por erosão de uma cobertura preexistente.

Tabela 10. Tipos de modelados encontradas na Unidade Geomorfológica denominada de Patamares do Chapadão Ocidental Baiano.

Patamares do Chapadão Ocidental									
Dinâmica Genética	Município	Declividade %						km²	%
		0 a 3	3 a 8	8 a 20	20 a 45	45 a 75	>75		
Aplanamento	Almas	472,70						472,70	4,38
	Arraias	62,20						62,20	0,58
	Aurora do Tocantins	30,45						30,45	0,28
	Dianópolis	687,73	218,10	236,75				1.142,59	10,59
	Lavandeira	51,02						51,02	0,47
	Novo Jardim	380,49	0,05	0,03				380,57	3,53
	Ponte Alta do Bom Jesus	255,79						255,79	2,37
	Porto Alegre do Tocantins	42,71	1,18	0,09				43,98	0,41
	Rio da Conceição	376,00	5,61	3,10				384,71	3,57
	Taguatinga	92,81						92,81	0,8
	Taipas do Tocantins	30,58						30,58	0,28
	Subtotal	2.482,48	224,95	239,98				2.947,40	27,32

Patamares do Chapadão Ocidental									
Dinâmica Genética	Município	Declividade %						km²	%
		0 a 3	3 a 8	8 a 20	20 a 45	45 a 75	>75		
Dissecação	Almas	322,56		73,47	111,60	36,56		544,18	5,0
	Arraias	450,07		0,93	16,80	0,01	2,02	469,84	4,36
	Aurora do Tocantins	111,86			0,34	17,21	37,17	166,58	1,54
	Combinado	35,34	2,38	1,21	0,80	2,14		41,87	0,39
	Conceição do Tocantins			32,42				32,42	0,30
	Dianópolis	90,32	8,18	0,07	19,41	141,35	13,20	272,54	2,53
	Lavandeira	53,40	0,47	51,17	0,38	8,04	28,44	141,89	1,32
	Novo Alegre	19,76						19,76	0,18
	Novo Jardim	162,39		4,89		43,88	37,77	248,93	2,31
	Pindorama do Tocantins	0,03		0,02				0,05	0,00
	Ponte Alta do Bom Jesus	561,72				40,08	83,66	685,46	6,35
	Porto Alegre do Tocantins	2,49	30,72	2,16	10,58	8,57		54,52	0,51
	Rio da Conceição	0,12				62,95	30,32	93,39	0,87
	Taguatinga	1.194,66	0,08		1,25	29,08	72,06	1.297,13	12,0
	Taipas do Tocantins	28,00				14,12		42,13	0,39
	Subtotal	3.032,71	41,82	166,34	161,17	403,99	304,65	4.110,69	38,11
Dissolução	Almas	1,11						1,11	0,01
	Arraias	204,28		43,09	121,29		59,97	428,63	3,97
	Aurora do Tocantins	246,78		138,71	45,46	6,19		437,14	4,05
	Combinado	64,65	1,92	37,77	38,43	2,67		145,44	1,35
	Dianópolis	145,74	78,84	55,53	2,59			282,71	2,62
	Lavandeira	134,66	0,13	53,56	40,33	5,09		233,76	2,17
	Novo Alegre	42,88		42,48	38,95			124,31	1,15
	Novo Jardim	27,21	163,79	149,31	96,27	2,41	2,60	441,59	4,09
	Ponte Alta do Bom Jesus	182,21	74,52	234,40	40,81			531,94	4,93
	Rio da Conceição	6,13	5,06		8,77			19,96	0,19
	Taguatinga	140,73	138,22	286,48	116,51	1,88		683,83	6,34
	Taipas do Tocantins	323,62			4,68	70,81		399,11	3,7
	Subtotal	1.520,00	462,48	1.041,34	554,09	89,05	62,57	3.729,53	34,57
	Total Geral	7.035,19	729,25	1.447,66	715,26	493,04	367,22	10.787,62	100,0

Fonte: Elaboração do Autor.

Relevos de dissolução ocorre predominantemente em terrenos constituídos de rocha calcária, mas também pode ocorrer em outros tipos de rochas carbonáticas, como o mármore e rochas dolomíticas. Nos Patamares do Chapadão Ocidental Baiano há Predominância de metacalcários, com intercalações subordinadas de metassedimentos siltico-argilosos e arenosos e de metassedimentos siltico-argilosos com intercalações subordinadas de rochas calcárias do Grupo Bambuí, condições que propicia a ocorrência de relevos com dinâmica genética dissolutiva.

Salienta-se que em trabalhos do Projeto de Mineralizações Associadas à Plataforma Bambuí na RSE-TO (CPRM, 2014), relevos com dinâmica genética dissolutiva, são verificados na região. Esses estão relacionados principalmente à seqüência pelito-carbonática da base da Formação Sete Lagoas distribuídos na direção aproximadamente Norte-Sul, ao longo de dezenas de quilômetros da planforma Bambuí.



As principais ocorrências de modelados de dissoluções são verificados nos municípios de Arraias, Aurora do Tocantins, Combinado, Dianópolis, Lavandeira, Novo Alegre, Novo Jardim, Ponte Alta do Bom Jesus, Taguatinga e Taipas do Tocantins. Onde Novo Jardim, Ponte Alta do Bom Jesus, Taguatinga e Taipas do Tocantins, juntos representa 34,57% da ocorrência desses modelados recobrimo uma área total de 3.729,53 km² e apresentam declividades diversas. Observa-se que em relação à declividade os municípios de Novo Jardim, Ponte Alta do Bom Jesus e Taguatinga contribui com valores acima de 20%. Nesses municípios por sua vez, são verificados afloramentos de litologias das Formações Lagoa do Jacaré, Serra de Santa Helena e Sete Lagoas, assim como do subgrupo Paraopeba.

Ocorrências de amplitudes altimétricas variando de 80 a 200 metros e > 300 metros (declividade > 75 % e 20 a 45 %, respectivamente), também são verificados no Domínio das Bacias Sedimentares e Coberturas Inconsolidadas, sobretudo nos municípios de Chapada da Natividade, Natividade, Pindorama do Tocantins, Santa Rosa do Tocantins e Silvanópolis e compreende a Unidade geomorfológica denominada de Planalto Dissecado do Tocantins. Nessa Unidade encontra-se formas de relevo dissecado: (i) topo convexo, (ii) tabular e (iii) estrutural, assim como superfície de aplanamento degradada em consequência de mudança do sistema morfogenético e elaborada durante fases sucessivas de retomada dos processos de erosão (Tabela 11).

Tabela 11. Tipos de modelados encontradas na Unidade Geomorfológica denominada de Planalto Dissecado do Tocantins.

Planalto Dissecado do Tocantins									
Dinâmica Genética	Municípios	Declividade %						km ²	%
		0 a 3	3 a 8	8 a 20	20 a 45	45 a 75	>75		
Aplanamento	Chapada da Natividade		162,32	0,06				162,38	9,56
	Pindorama do Tocantins	13,42	241,35					254,77	15,00
	Silvanópolis	51,91	17,20					69,11	4,07
	Subtotal	65,33	420,87	0,06				486,26	28,62
Dissecação	Chapada da Natividade	0,46		18,00	113,02	0,18		131,66	7,75
	Natividade					0,01		0,01	0,00
	Pindorama do Tocantins	127,85	86,35	94,14	317,78	143,86	1,11	771,11	45,39
	Santa Rosa do Tocantins	0,50	0,07	0,06	27,85	1,96	0,01	30,46	1,79
	Silvanópolis	62,82	1,03	7,18	134,74	68,51	5,25	279,52	16,45
	Subtotal	191,63	87,45	119,37	593,40	214,52	6,38	1.212,76	71,38
	Total Geral	256,96	508,33	119,43	593,40	214,52	6,38	1.699,02	100,0

Fonte: Elaboração do Autor.

Nas superfícies de aplanamento degradada, os topos apresentam-se conservados, geralmente separados por escarpas ou ressaltos de outros modelados de aplanamento, de dissecação. Já na superfície de fase sucessivas de retomada de processos de erosão, os sistemas são de planos inclinados e as rochas normalmente pouco alteradas foram truncadas pela pediplanação que desnudaram o relevo.

Destaca-se que no geral apresenta-se um padrão de relevo movimentado, com morros e serras baixas, desenvolvido em litologias de folhelho, siltito, arenito, conglomerado suportado por matriz, das formações Pimenteiras e Serra Grande, que sofreram sucessivos processos erosivos e dissecação fluvial, dando origem a diversos divisores hidrográficos locais. Assim essas feições morfológicas estão mantidas na paisagem devido em parte à proteção conferida pelas crostas detrítico-lateríticas, que as recobrem. O Planalto Dissecado do Tocantins limita-se ao leste com as Faixas de Dobramentos e Coberturas Metassedimentares e ao sul e oeste com Embasamentos em Estilos Complexos e predominam a dinâmica genética de dissecação (71,38%).

No Domínio dos Embasamentos em Estilos Complexos, encerram extensas áreas com amplitudes não superior à 50 metros com declividades médias < 9 graus, um pouco mais rebaixadas devido à concentração dos processos morfológicos destrutivos nessas áreas baixas (áreas marginais aos relevos positivos).

Nos Embasamentos em Estilos Complexos, predominar Superfícies Aplainadas Conservada, Retocada ou Degradada, circundadas por pontos isolados formas de relevos proeminentes com amplitude altimétricas variando de 80 a 200 metros (morros e serras) e declividade com índices variáveis de 20 a 45 %. Esses morros e serras representam o domínio dos Complexos Granitóides intensamente deformados e complexos Gnáissico-Migmatíticos e Granulíticos, com presença de fraturas (distribuição irregular).

Áreas mais expressivas desse conjunto altimétrico são verificados no extremo norte do município de Paranã na divisa com o município de Natividade, onde formam um grande divisor topográfico das Bacias do Rio Manuel Alves da Natividade, Paranã, Palma e São Valério, com presença marcante de numerosas nascentes em cota altimétricas $< 700\text{m}$ (Figura 50).

De forma mais dispersas e caracterizados por maciços com alinhamentos SW/NE E N/S, são encontrados remanescentes dos Complexos Granitóides intensamente deformados, que localmente recebem denominações diversas. Maciços encontrados no extremo leste do município de Santa Rosa do Tocantins são denominados de Morro do Socavão.

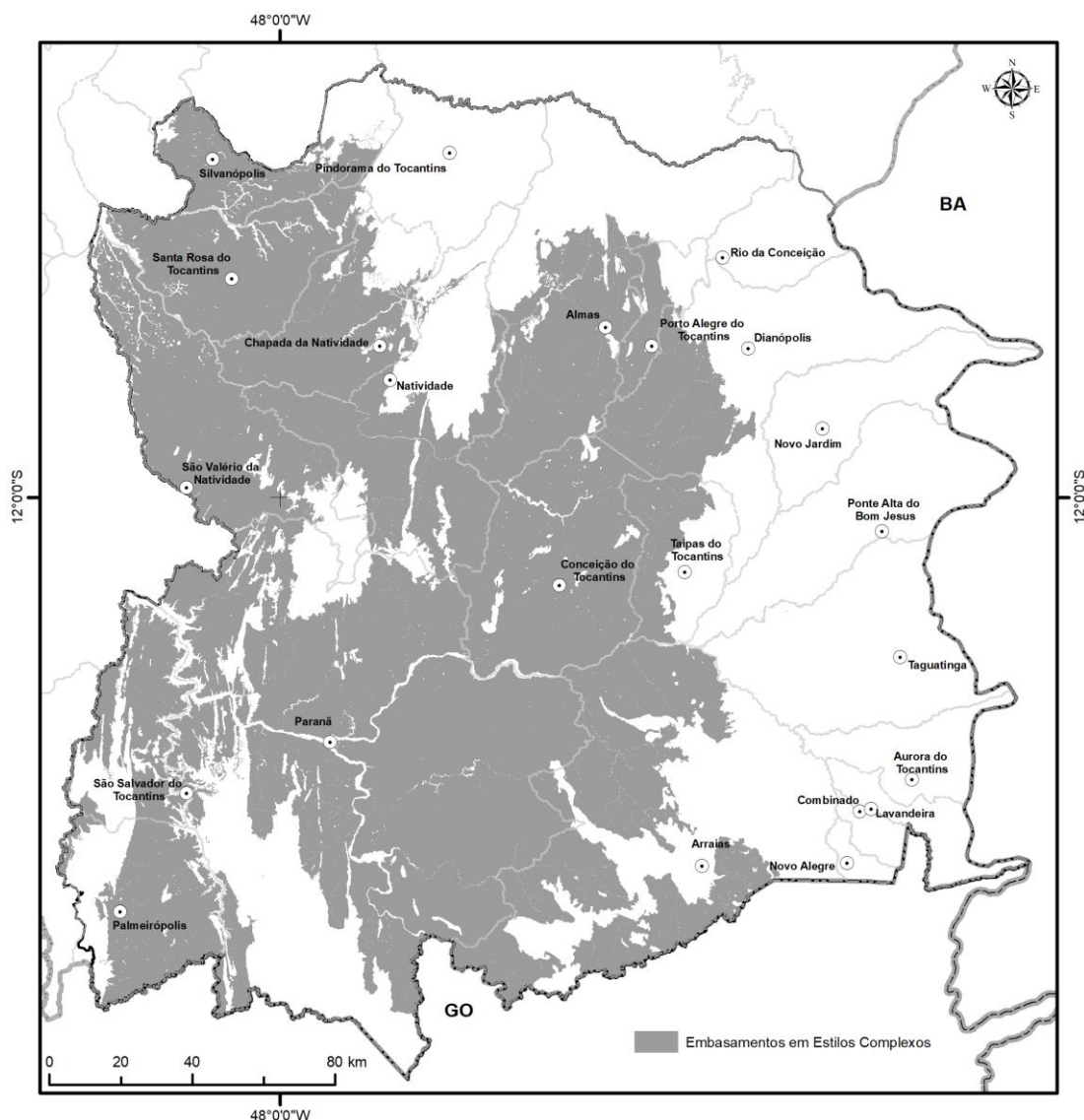


Figura 50. Localização do Domínio dos Embasamentos em Estilos Complexos na RSE-TO.

Fonte: Elaboração do Autor.

Condições semelhantes ocorrem no município de Paranã e Conceição do Tocantins onde feições dos maciços alongados no sentido N/S são facilmente identificados na paisagem adjacentes refletindo heranças de litologias de idades antigas (Arqueano até o mesoproterozóico), recortados por drenagens intermitentes das nascentes do Ribeirão Gameleirinha, Córrego Brejinho (Conceição do Tocantins) e Córrego Albano, do Mato e Palmeira (Paranã).

Outro Domínio morfoestruturais presente na área de estudo são as Faixas de Dobramentos e Coberturas Metassedimentares. Esse domínio tem sua compartimentação representada pelas Unidades geomorfológicas Planalto do Alto Tocantins - Paranaíba e as Serra da Natividade, Santo Antônio - João Damião, Arraias e da Canoa e Complexo Montanhoso Veadeiros-Araí (Figura 51).

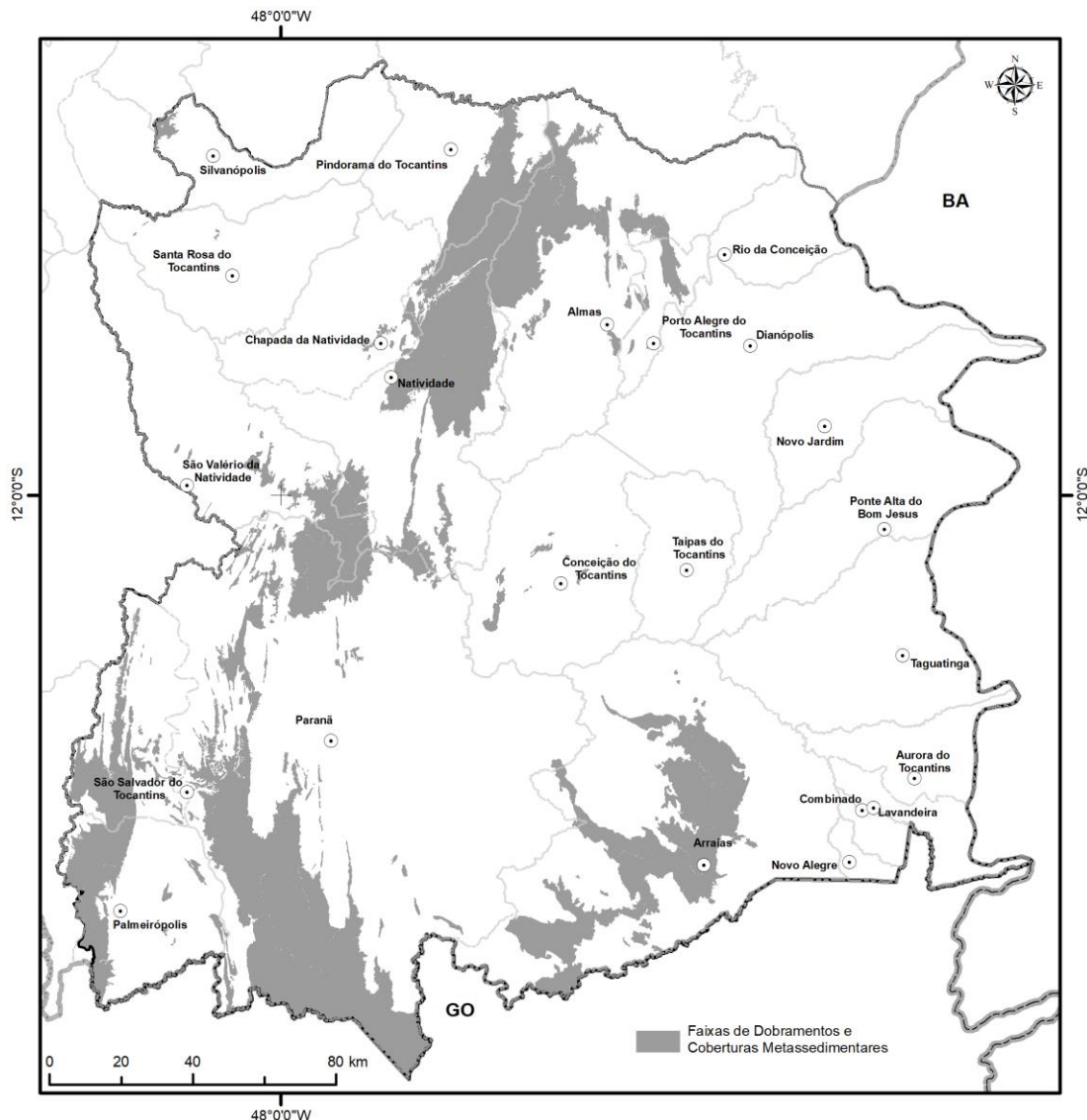


Figura 51. Localização do Domínio dos Faixas de Dobramentos e Coberturas Metassedimentares na RSE-TO.

Fonte: Elaboração do Autor.

O primeiro, caracteriza-se pelo conjunto de formas de relevo de topos estreitos, alongados e convexos, esculpidas em rochas cristalinas; denotando controle estrutural, definidas por vales encaixados. O compartimento mais elevado desse planalto comporta litologias predominantemente do Grupo Serra da Mesa - Unidade Carbonática - Quartzitos e Formação Traíras (filito, xisto carbonático, clorita xisto, muscovita-biotita-quartzo xisto, metassiltito, metargilito, quartzo-mica xisto, muscovita quartzito, mármore, dolomito) e apresenta cotas superiores a 1000 metros e declividade variando de 20 a 45%.

Ainda nesse compartimento, conjuntos de relevo com dissecação fortemente controlada pela estrutura, geralmente identificada em área de rochas metassedimentares intensamente dobradas e falhadas, são verificados no município de Paranã com cotas superiores a 700 metros. Os alinhamentos serranos com maciços montanhosos, apresentam escarpas com



frentes voltadas para sul e seu reverso entalhada pelas nascentes do Ribeirão Santa Cruz com declividades > 20% graus, podendo chegar próximo dos 45%.

No geral o Planalto do Alto Tocantins-Paranaíba, na área de estudo, tem como principais características os relevos estruturais, muito bem delineados em formas circulares ou em forma de serras alongadas, normalmente dissecadas em formas aguçadas e circundadas pela Depressão do Tocantins nos seus limites oeste, leste e norte; ao sul limita-se com o Estado de Goiás.

Já o segundo compartimento divide-se em dois blocos (um ao norte e outro ao sul). O bloco ao norte (com abrangência nos municípios de Almas, Natividade e Pindorama do Tocantins) forma um imponente maciço alinhados em direção SW/NE compostos por diferentes litologias: (i) Grupos Riachão do Ouro e Serra Grande, (ii) Formações Cabeças e Pimenteiras do Grupo Canindé, (iii) Unidades Natividade - Unidade A, Natividade - Unidade B e Almas - Cavalcante, gnáissico-migmatítica. A diversidade litológica confere, portanto, uma diversificada forma de relevo; são verificadas escarpas serranas, frentes de *cuestas*, dissecção em formas aguçadas, estrutural e aguçadas, assim como aplanamento em forma pediplanada. Nas escarpas serranas e relevos de formas aguçadas a declividade varia de 20 a 45% graus com amplitude > 300 metros, enquanto nos aplanamentos a declividade varia de 0 a 3% graus e amplitude de 0 a 50 metros.

O bloco ao sul está inserido integralmente no município de Arraias e predomina formas de relevo exibindo dissecção fortemente controlada pela estrutura, geralmente identificada em área de rochas metassedimentares intensamente dobradas e falhadas. As maiores cotas (>900 metros) são identificadas nas nascentes do Rio São Domingo e Rio Bezerra, ambos afluentes rio Paranã pela margem direita. Essas nascentes drenam litologias graníticas subalcalinas: calcialcalinas e toleíticas, predomínio dos Complexos Granitóides Intensamente Deformados: Ortognaisses, assim como, das Sequências Vulcanossedimentares e Sedimentares Proterozóicas dobradas, ambas metamorfizadas em baixo a alto grau.

Em resumo estes acidentes geográficos que compõe a Serra da Natividade, são constituídos por restos erosivos, originados pelo recuo de escarpas de litologias diversas, especialmente os Quartzito. A declividade predominante varia de 20 a 45% e amplitude bastante variável 50 a 500 metros.

Dando sequência na compartimentação das Faixas de Dobramentos e Coberturas Metassedimentares, verifica-se que no extremo oeste do município de Silvanópolis, ocorre formas de relevo de topos convexos e tabulares pertencentes a Unidade Geomorfológica Serras de Santo Antônio - João Damião, desenvolvidos em litologias do Corpo Granito Areias e Complexo Rio dos Mangues. Esse último predomínio dos Complexos Gnaiss-Migmatíticos e Granulitos. Nas Serras de Santo Antônio - João Damião, ocorrem declividades variando de 20 a 45% e amplitude > 300 metros e apresenta baixa densidade de drenagem.

Outros compartimentos são identificados nos municípios de Paranã e Arraias. Em Paranã ocorre as Serras de Arraias e da Canoa e Complexo Montanhoso Veadeiros-Araí. Nas Serras de Arraias e da Canoa ocorrem maciços da Formações Traíras e Arraias e Unidade Almas - Cavalcante, gnáissico-migmatítica, exibindo formas de relevo com dissecção fortemente

controlada pela estrutura, presença de encosta íngreme de erosão, com declives muito acentuados, ligando dois planos altimétricos distintos, exibindo alguns trechos de paredão desnudo em sua parte superior. A cota mais expressiva (< 1200 metros) desse compartimento é verificada no divisor topográfico entre Rio Custódio e Boa Ventura. As Serras de Arraias e da Canoa limita-se com a Depressão do Tocantins, Planalto do Alto do Tocantins-Paranaíba e Complexo Montanhoso Veadeiros-Araí.

Esse último encerra predominantemente relevos de dissecação estrutural exibindo topos aguçados, cuja declividade varia de 20 a 45%. Também são encontrados relevos de dissecação estrutural com topos tabulares e convexos. Esse último presente no extremo sul do município de Paranã (divisa com o Estado de Goiás/município de Cavalcante) drenados pelos tributários do rio da Prata pela margem esquerda. O Rio da Prata apresenta-se seccionado por diversas falhas distribuídas irregularmente, denunciando a resistência dos litotipos de quartzitos da Formação Arraias; condição que propicia a ocorrência de numerosas cachoeiras em boa parte de seu curso.

Ainda em relação ao Complexo Montanhoso Veadeiros-Araí, com ocorrência no município do Paranã, no limite deste com as Serras de Arraias e Canoa, são identificadas formas de pediplano degradado desnudado desenvolvidos em tectônicas intensamente dobrada e fraturada da Formação Arraias com altitude > 1200 metros e drenados por inúmeros tributários formadores do rio Paranã pela margem direita. Já no município de Arraias os modelados do Complexo Montanhoso Veadeiros-Araí, são predominantemente de topos aguçados, de onde nascem importantes tributários formadores do Rio São Domingos e Bezerra. Esse último vence o complexo montanhoso de leste para oeste formando um vale encaixado e serpenteado exibindo paisagens de diversos topos aguçados de litologias da Formação Arraias.

5.3 Solos

A classificação dos solos está de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2013) e o levantamento realizado seguiu normas estabelecidas no Manual Técnico de Pedologia (IBGE, 2015).

De acordo com o mapeamento de solos realizado, a RSE-TO está coberta, em ordem decrescente de extensão, por CAMBISSOLOS, PLINTOSSOLOS, NEOSSOLOS, LATOSSOLOS, ARGISSOLOS E GLEISSOLOS, conforme pode ser observado na Tabela 12 e Apêndice J. Na Tabela pode-se verificar o número de unidades mapeadas por ordem de solos, bem como a distribuição de área e percentual de cada grande grupo.

Tabela 12. Distribuição em área e percentual dos grandes grupos de solos mapeados na RSE-TO.

ORDEM	GRANDES GRUPOS	SIGLA	UNIDADES DE MAPEAMENTO	ÁREA TOTAL (km ²)	(%)
ARGISSOLOS	ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS Eutróficos	PVAe	PVAe 1, PVAe2, PVAe3	1.097,48	2,14
CAMBISSOLOS	CAMBISSOLOS HÁPLICOS Tb Distróficos	CXbd	CXbd1, CXbd2, CXbd3, CXbd4, CXbd5, CXbd6, CXbd7, CXbd8, CXbd9, CXbd10, CXbd11, CXbd12, CXbd13 e CXbd14	19.585,70	38,29



ORDEM	GRANDES GRUPOS	SIGLA	UNIDADES DE MAPEAMENTO	ÁREA TOTAL (km²)	(%)
	CAMBISSOLOS HÁPLICOS Tb Eutróficos	CXbe	CXbe1 e CXbe2	466,46	0,91
GLEISSOLOS	GLEISSOLOS HÁPLICOS Tb	GXbd	GXbd1 e GXbd2	616,98	1,20
LATOSSOLOS	LATOSSOLOS AMARELOS Distróficos	LAd	LAd1 e LAd2	314,56	0,61
	LATOSSOLOS VERMELHOS Distróficos	LVd	LVd1, LVd2, LVd3 e LVd4	1.241,12	2,42
	LATOSSOLOS VERMELHOS Distroféricos	LVdf	LVdf	29,75	0,06
	LATOSSOLOS VERMELHO-AMARELOS Distróficos	LVAAd	LVAAd1 e LVAAd2	318,48	0,62
NEOSSOLOS	NEOSSOLOS LITÓLICOS Distróficos	RLd	RLd1, RLd2, RLd3, RLd4, RLd5, RLd6, RLd7, RLd8, RLd9, RLd10, RLd11, RLd12, RLd13, RLd14 e RLd15	5.843,36	11,42
	NEOSSOLOS FLÚVICOS Tb Distróficos	RYbd	RYbd	192,53	0,38
	NEOSSOLOS REGOLÍTICOS Distróficos	RRd	RRd	80,62	0,16
	NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS Hidromórficos	RQg	RQg1 e RQg2	707,04	1,38
	NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS Órticos	RQo	RQo1, RQo2, RQo3, RQo4, RQo5, RQo6, RQo7, RQo8 e RQo9	5.507,04	10,75
PLINTOSSOLOS	PLINTOSSOLOS PÉTRICOS Concrecionários	FFc	FFc1, FFc2, FFc3, FFc4, FFc5, FFc6 e FFc7	14.568,51	28,48
	PLINTOSSOLOS ARGILÚVICOS Distróficos	FTd	FTd	15,31	0,03
	AFLORENTOS DE ROCHAS	AR	AR1, AR2 AR3 e AR4	551,25	1,08

Fonte: Elaboração do Autor.

De acordo com a tabela, as três ordens CAMBISSOLOS (39,20%), os PLINTOSSOLOS (28,51%) e NEOSSOLOS (24,09%) atingem 91,80% da RSE-TO. As demais ordens, tais como ARGISSOLOS (2,14%), GLEISSOLOS (1,20%) e LATOSSOLOS (3,71%) recobrem (7,05%) da Região.

A seguir são apresentadas as descrições dos solos que ocorrem na região, como dominantes, subdominantes e/ou inclusões nas unidades de mapeamento, destacando-se as principais características de cada um deles e as variações, que foram observadas dentro das classes de solos.

5.3.1 ARGISSOLOS

Esta ordem é constituída de solos minerais, não hidromórficos, apresentando horizonte B textural abaixo do A ou E, com argila de atividade baixa ou com argila de atividade alta conjugada com saturação por bases baixa. O horizonte B textural é caracterizado pela acumulação de argila com sequência de horizontes A, Bt e C. Para satisfazer os critérios estabelecidos para caracterizar o horizonte B textural tem que ocorrer incremento significativo do teor de particulados finos (argila) da parte superficial para a subsuperficial em diversas combinações de classes texturais, caracterizado ou por relação textural (RT) marcante, ou por presença de filmes de argila (cerosidade) depositados na superfície de elementos estruturais do horizonte B. A diferença textural entre a parte superficial e a subsuperficial, que estes solos apresentam, favorece os processos erosivos.

Na RSE-TO, especialmente nos municípios de Arraias, Aurora do Tocantins, Combinado, Lavandeira, Novo Alegre e Taguatinga (Figura 52) foi identificada apenas a subordem ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS. Essa subordem recobrem os compartimentos dos Patamares do Chapadão Ocidental Baiano, Domínio das Sequências Sedimentares Proterozóicas dobradas, Metamorfizadas de baixo a alto grau. Eles encerram Terras com aptidão BOA para lavouras de ciclo curto nos níveis de manejo B e C e REGULAR no nível A e terras com aptidão REGULAR para lavouras de ciclo longo nos níveis de manejo A, B e C.

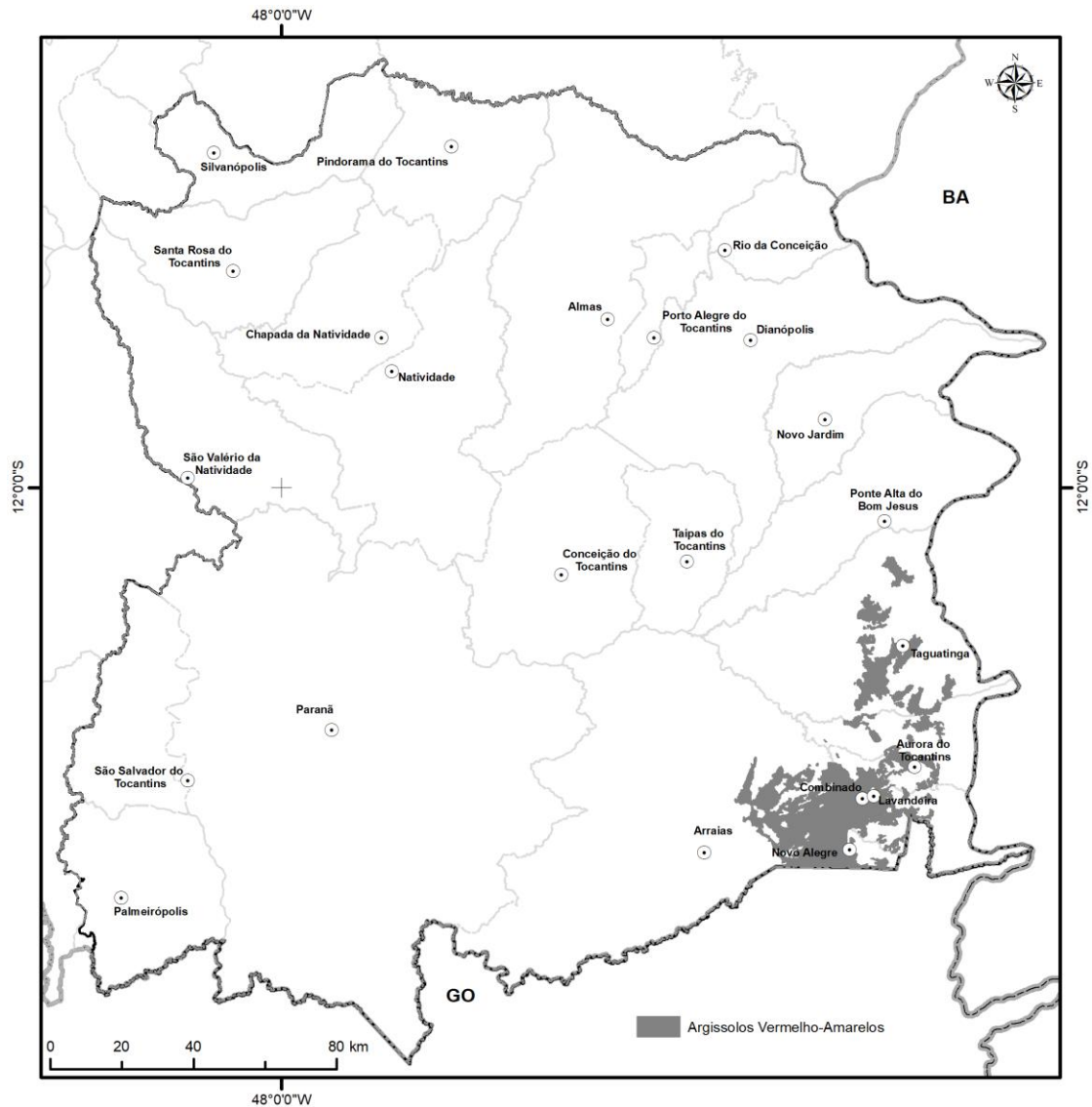


Figura 52. Distribuição dos Argissolos Vermelho-Amarelos na RSE-TO.

Fonte: Elaboração do Autor.

5.3.1.1 ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS

Caracterizam-se por expressarem cores mais amarelas do que o matiz 2,5YR e mais vermelhas do que o matiz 7,5YR, na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B



(inclusive BA). Esta subordem contempla, o grande grupo ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS Eutróficos.

A. ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS Eutróficos

Os ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS Eutróficos, no quarto nível categórico (subgrupos), são chernossólicos, pois apresentam um horizonte mineral superficial, relativamente espesso, escuro, com alta saturação por bases. Exibem textura média/argilosa e argilosa/muito argilosa, fases floresta subcaducifólia, relevo ondulado, suave ondulado, e plano.

Os ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS Eutróficos chernossólicos aparecem como dominantes nas unidades: PVAe1, PVAe2 e PVAe3. Eles também ocorrem como solos subdominantes, nas unidades: CXbe1, CXbe2 e RLd14, e como inclusão na unidade RLd1.

Nas unidades onde são dominantes, os ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS Eutróficos chernossólicos apresentam área conforme a Tabela 13.

5.3.2 CAMBISSOLOS

São solos minerais não hidromórficos, pouco evoluídos, caracterizados pela presença de horizonte B incipiente, com argila de baixa ou alta atividade. Apresentam fertilidade natural baixa ou alta, são medianamente profundos a rasos, apresentando sequência de horizontes A, Bi e C, com pequena diferenciação entre eles. Em geral, verifica-se forte influência do material de origem em suas características, o que evidencia a pouca evolução desses solos, expressa também pelo fraco desenvolvimento pedogenético do horizonte B, ou mesmo pelo grau de intemperização pouco avançado, inferido pela presença, na fração grosseira, de minerais primários de fácil intemperização em quantidades superiores a 4% ou, ainda, por teores de silte relativamente elevados e, em geral, apresentam erodibilidade alta a muito alta frente aos processos erosivos. A presença de pedregosidade, de cascalhos em quantidade elevada é uma constante nestes solos.

Na RSE-TO, está mapeada a subordem CAMBISSOLOS HÁPLICOS. De todos os municípios da RSE-TO, apenas Rio da Conceição não foi encontrado CAMBISSOLOS HÁPLICOS (Figura 53). Destaca-se que a referida subordem tem ocorrência predominante em relevos planos, caso específico do compartimento da Depressão do Alto Tocantins. Os CAMBISSOLOS HÁPLICOS apresentam aptdões variadas, porém predominam Terras com aptidão RESTRITA para pastagem plantada e, na associação de solos, terras com aptidão inferior à indicada.

5.3.2.1 CAMBISSOLOS HÁPLICOS

Os CAMBISSOLOS HÁPLICOS são definidos por não apresentarem características que qualifiquem classes ou indivíduos que lhe antecedem na sequência de ordenamento. Na RSE-TO, esta subordem contempla os grandes grupos: CAMBISSOLOS HÁPLICOS Tb Distróficos e CAMBISSOLOS HÁPLICOS Tb Eutróficos.

A. CAMBISSOLOS HÁPLICOS Tb Distróficos

Os CAMBISSOLOS HÁPLICOS Tb Distróficos (CXbd) são individualizados por ter caráter distrófico - baixa saturação por bases ($V < 50\%$) na maior parte dos primeiros 100 cm a partir da superfície (inclusive BA) e argila de baixa atividade (menor que 27 cmolc/Kg de argila). No quarto nível categórico, eles são típicos, designação utilizada para caracterizar, solo que não possui características extraordinárias ou intermediárias em relação a outras classes e, portanto, representa o conceito central da classe neste nível taxonômico.

Os CAMBISSOLOS HÁPLICOS Tb Distróficos possuem predominantemente horizonte superficial do tipo A moderado, nas classes texturais argilosa cascalhenta e muito cascalhenta, e fases cerrado perenifólio, subcaducifólio e caducifólio, cerradão, epipedregosa, não pedregosa e rochosa, com as classes de relevos suave ondulado, ondulado e forte ondulado. Tais solos são significativos em extensão, uma vez que cobrem cerca da terça parte da região.

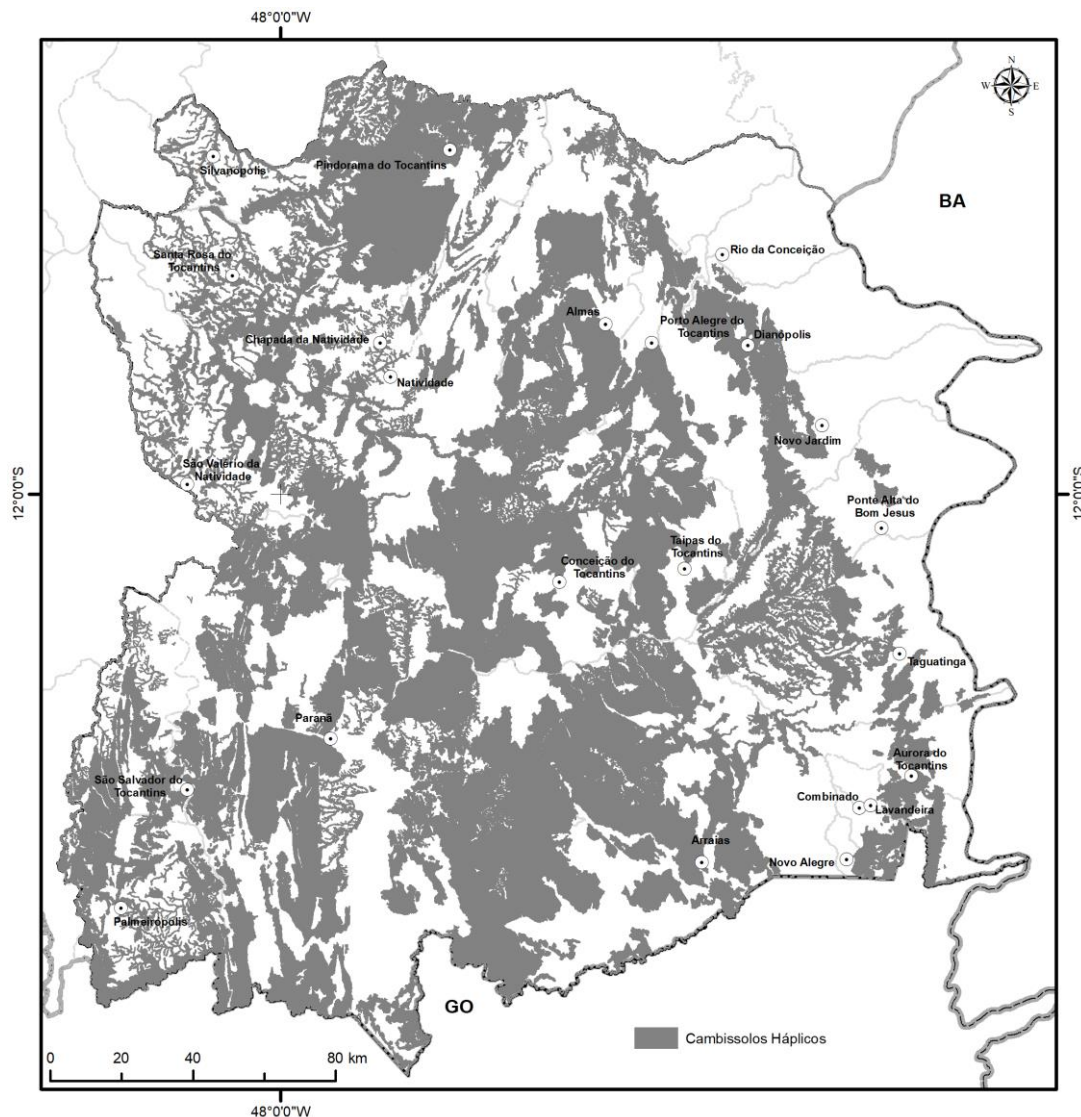


Figura 53. Distribuição dos Cambissolos Háplicos na RSE-TO.
Fonte: Elaboração do Autor.



Os CAMBISSOLOS HÁPLICOS Tb Distróficos típicos apresentam-se compondo 14 unidades de mapeamento como dominante (CXbd1, CXbd2, CXbd3, CXbd4, CXbd5, CXbd6, CXbd7, CXbd8, CXbd9, CXbd10, CXbd11, CXbd12, CXbd13 e CXbd14), e nove como subdominante (RLd4, RLd8, RLd9, RLd12, RLd14, RLd15, RQo4, RQo6 e FFc5) e como inclusão em outras 11 unidades (LVd3, LVAd1, RLd1, RLd3, RLd7, RQo2, RQo3, RQo9, RRd, FFc6 e AR3).

As unidades de CAMBISSOLOS HÁPLICOS Tb Distróficos típicos (dominantes) apresentam área conforme a Tabela 13.

B. CAMBISSOLOS HÁPLICOS Tb Eutróficos

Os CAMBISSOLOS HÁPLICOS Tb Eutróficos (CXbe), individualizam-se por ter caráter eutrófico - alta saturação por bases ($V > 50\%$) na maior parte dos primeiros 100 cm a partir da superfície e argila de baixa atividade (menor que 27cmolc /Kg de argila). No quarto nível categórico, foram caracterizados como típicos, designação utilizada para identificar solos que não possuem características extraordinárias ou intermediárias em relação a outras classes e, portanto, representa o conceito central da classe neste nível taxonômico.

Os CAMBISSOLOS HÁPLICOS Tb Eutróficos possuem predominantemente horizonte superficial do tipo A moderado, nas classes texturais argilosa cascalhenta e muito cascalhenta, e fases cerrado perenifólio, subcaducifólio e caducifólio, cerrado, epipedregosa, não pedregosa e rochosa, com as classes de relevos suave ondulado, ondulado e forte ondulado.

Os CAMBISSOLOS HÁPLICOS Tb Eutróficos Distróficos típicos são solos dominantes em duas unidades de mapeamento: CXbe1 e CXbe2, e aparecem como inclusão em outras duas unidades: CXbd6 e FFc2. As unidades com solos dominantes têm pouca expressão em extensão (Tabela 13).

5.3.3 CHERNOSSOLOS

Esta ordem compreende solos constituídos por material mineral, não hidromórficos, que apresentam horizonte A chernozêmico seguido por horizonte B incipiente, ou B textural, todos com argila de atividade alta e saturação por bases alta. Na disposição de cores, fica ressaltado sob o escuro do horizonte A as cores avermelhadas ou brunadas do horizonte subjacente, no caso, dos CHERNOSSOLOS ARGILÚVICOS. O material de origem destes solos provém de materiais ricos em cátions bivalentes. Apresentam elevada fertilidade natural, em função do alto teor de matéria orgânica e disponibilidade de nutrientes, e erodibilidade moderada a alta. Na área foi identificada a subordem: CHERNOSSOLOS RÊNDZICOS.

5.3.3.1 CHERNOSSOLOS RÊNDZICOS

Esta subordem representa solos que estão caracterizados por apresentar horizonte A chernozêmico com caráter carbonático. Na área foi identificado apenas o grande grupo CHERNOSSOLOS RÊNDZICOS Órticos.

A. CHERNOSSOLOS RÊNDZICOS Órticos

Os CHERNOSSOLOS RÊNDZICOS Órticos (MDo), no terceiro nível categórico (grande grupo), são solos que não apresentam características diagnósticas distintivas previstas na sequência do sistema de classificação para serem enquadrados em outros grandes grupos. No quarto nível categórico, foi identificado subgrupo CHERNOSSOLOS RÊNDZICOS Órticos típicos, designação utilizada para caracterizar, não possuem características extraordinárias ou intermediárias em relação a outras classes e, portanto, representa o conceito central da classe neste nível taxonômico.

Os solos ocorrem em pequena proporção e aparecem em relevo forte ondulado. Como são inclusões na unidade de mapeamento AR4, eles não tiveram suas áreas determinadas.

5.3.4 GLEISSOLOS

De acordo com o SiBCS (Embrapa, 2013), compreende solos hidromórficos, constituídos por material mineral, que apresentam horizonte glei dentro de 50cm da superfície do solo, ou entre 50 e 150 cm da superfície, imediatamente abaixo de horizonte A ou E (gleizados ou não), ou de horizonte hístico com espessura insuficiente para caracterizar Organossolos. Não apresentam horizonte vértico ou B plânico acima ou coincidente com horizonte glei, ou qualquer outro tipo de B diagnóstico acima do horizonte glei, ou textura exclusivamente nas classes areia ou areia franca em todos os horizontes até a profundidade de 150 cm a partir da superfície do solo, ou até um contato lítico. Horizonte plântico, se presente, deve estar à profundidade superior a 200 cm da superfície do solo.

São mal ou muito mal drenados, ou eventualmente drenados artificialmente, ocorrendo em áreas baixas, com textura variável, argila de atividade baixa e saturação por bases baixa, originando solos distróficos.

Invariavelmente se desenvolvem a partir de sedimentos do Quaternário Recente, geralmente aluvionares, em planícies de inundação de córregos e rios.

Apresentam erodibilidade variável em razão das variações que apresentam em características como textura, estrutura, descontinuidades litológicas, etc. Porém, a sua ocorrência em locais inundáveis, os coloca em condição especial, onde a dinâmica hídrica local é mais determinante destes processos.

A. GLEISSOLOS HÁPLICOS

São os Gleissolos que não apresentam horizontes A de cor escura, caracterizados por apresentar ou horizonte hístico com espessura menor que 40 cm, ou horizontes húmicos, proeminente ou chernozêmico, e que não apresentam horizonte sulfúrico e/ou materiais sulfídricos e tampouco caráter sálico dentro de 100 cm da superfície.

Têm ocorrência relativamente pouco expressiva, sendo presença comum em pequenas planícies de inundação que ocorrem em fundos de vales, ao longo dos córregos, geralmente sob mata de galeria. Foram identificados como dominantes nas unidades GXbd1 e GXbd2 (Tabela 13).



A primeira unidade é verificada nos municípios de Almas, Arraias, Chapada da Natividade, Conceição do Tocantins, Dianópolis, Novo Jardim, Paranã, Ponte Alta do Bom Jesus, Santa Rosa do Tocantins, São Salvador do Tocantins, São Valério da Natividade e Silvanópolis. Já, a segunda unidade ocorre somente em São Salvador do Tocantins e Taguatinga (Figura 54). Ambos inseridos no Domínio dos Sedimentos Cenozóicos incosolidados ou pouco consolidados, depositados em meio aquoso, tendo como forma de relevo, as Planícies Fluviais. Ambos os Gleissolos possuem aptidão REGULAR para lavouras de ciclo curto no nível de manejo C e INAPTA nos demais, terras com aptidão INAPTA para lavouras de ciclo longo e, na associação de solos, terras com aptidão inferior à indicada.

5.3.5 LATOSSOLOS

Esta ordem compreende solos minerais, não hidromórficos, com B latossólico imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte A, dentro de 200 cm da superfície do solo ou dentro de 300 cm, se o horizonte A apresenta mais que 150 cm de espessura. Possui sequência de horizontes A, Bw e C, moderada nitidez na diferenciação entre eles e argila de atividade baixa.

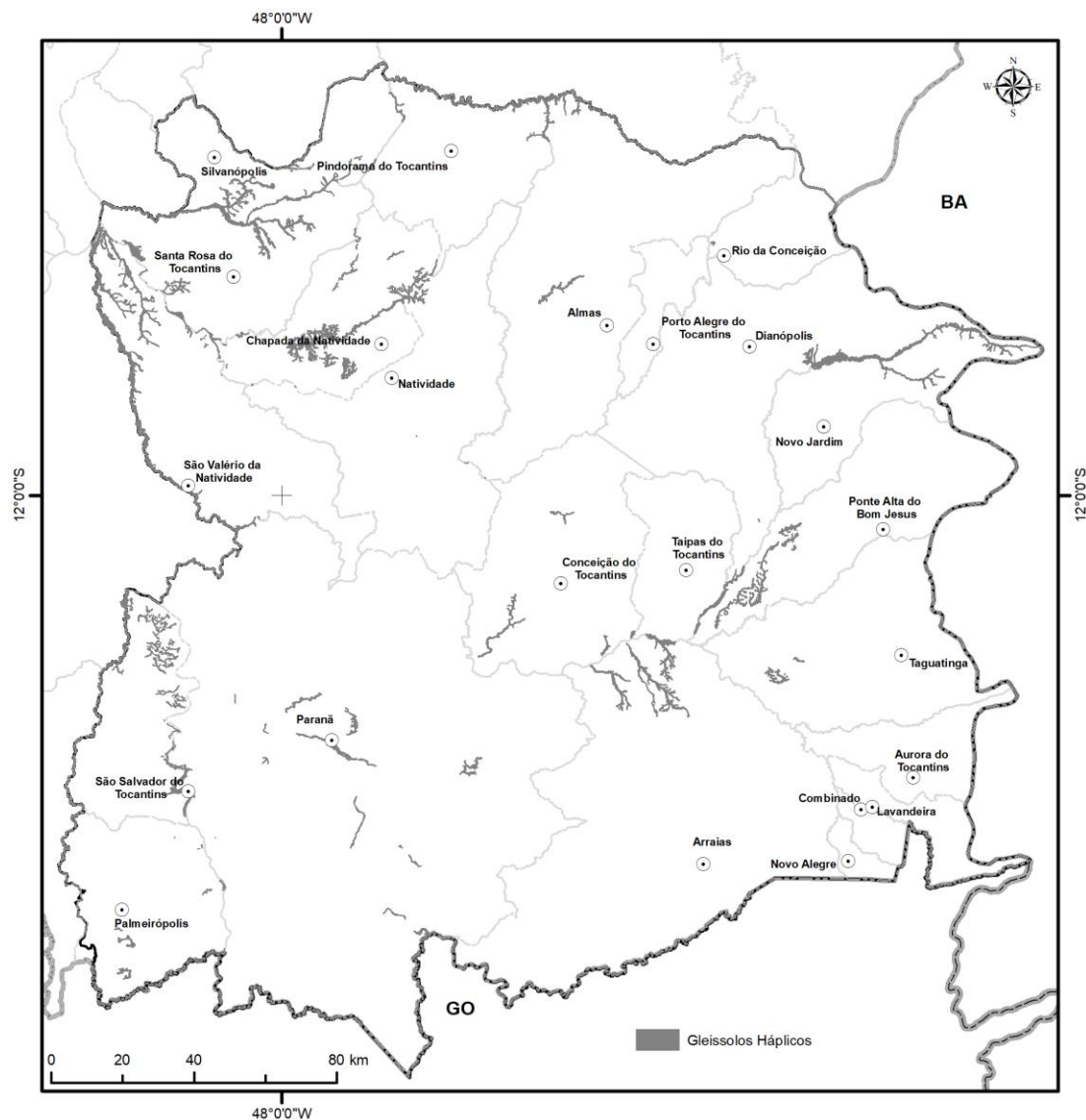


Figura 54. Distribuição dos Gleissolos Háplicos na RSE-TO.

Fonte: Elaboração do Autor.

São solos em avançado estágio de intemperização, muito evoluídos, como resultado de enérgicas transformações no material de origem. Embora seja comum a tendência de aumento gradativo dos teores de argila ao longo do perfil, a presença de agregados revestidos por películas de materiais finos (cerosidade), dentro dos 120 cm da superfície pode ocorrer sem, contudo, atingir a intensidade necessária para caracterizar um horizonte B textural. São muito porosos, fortemente acentuadamente drenados e apresentam muito baixa a baixa erodibilidade.

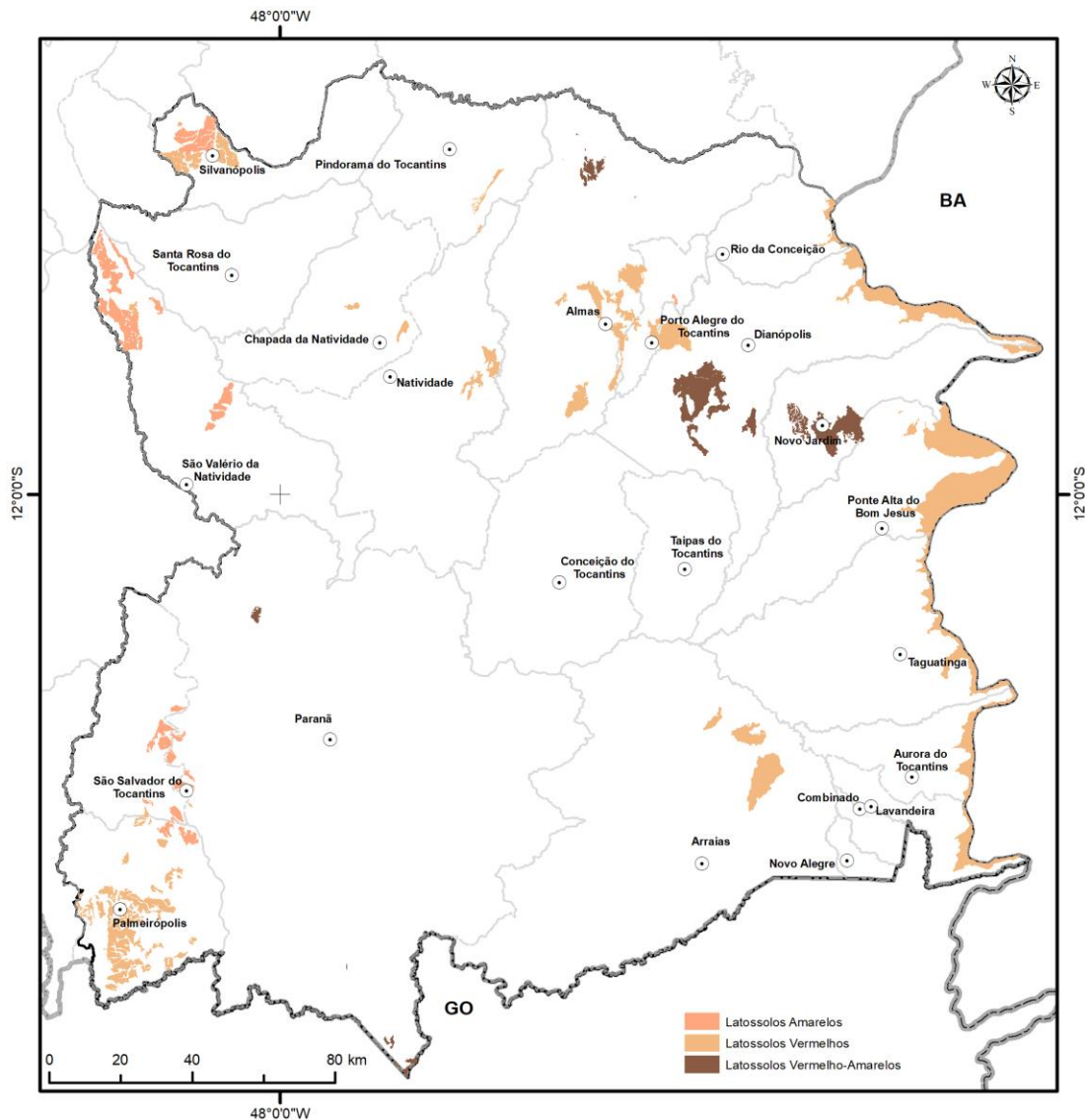


Figura 55. Distribuição dos Latossolos na RSE-TO.

Fonte: Elaboração do Autor.

Na RSE-TO foram identificadas as subordens: LATOSSOLOS AMARELOS, LATOSSOLOS VERMELHOS e LATOSSOLOS VERMELHO-AMARELOS. Áreas expressivas de LATOSSOLOS AMARELOS são verificadas nos municípios Silvanópolis, São Salvador do Tocantins, São Valério da Natividade e Palmeirópolis e tem forte relação com as Cobertura Dentrítica Indiferenciada, presentes com frequência na Unidade Geomrfológica da Depressão do Alto Tocantins. Já os LATOSSOLOS VERMELHOS são identificados nos municípios de Almas, Arraias, Aurora do Tocantins, Chapada da Natividade, Dianópolis, Lavandeira, Natividade, Novo Jardim, Palmeirópolis, Pindorama do Tocantins, Ponte Alta do Bom Jesus, Porto Alegre do Tocantins, Rio da Conceição e Taguatinga (Figura 55), relacionada com as áreas planas dos compartimentos (i) Patamares do Chapadão Ocidental Baiano, (ii) Chapadão Ocidental Baiano e (iii) Depressão do Alto Tocantins.

Os LATOSSOLOS VERMELHO-AMARELOS ocorrem nos municípios de Almas, Dianópolis e Novo Jardim em pequenas áreas planas das unidades geomorfológicas: Depressão do Alto Tocantins e Patamares do Chapadão Ocidental Baiano.

Em relação à aptidão das terras, nota-se que LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico, possuem aptidão BOA para lavouras de ciclo curto no nível de manejo C, REGULAR no nível A e INAPTA no nível A, terras com aptidão RESTRITA para lavouras de ciclo longo nos níveis de manejo B e C e INAPTA no nível A e, na associação de solos. Já os LATOSSOLO VERMELHO e LATOSSOLOS VERMELHO-AMARELOS, possuem aptidão BOA para lavouras de ciclo curto no nível de manejo C, REGULAR no nível A e INAPTA no nível A e terras com aptidão REGULAR para lavouras de ciclo longo nos níveis de manejo B e C e INAPTA no nível A.

5.3.5.1 LATOSSOLOS AMARELOS

Os LATOSSOLOS AMARELOS caracterizam-se por cores mais amarelas que o matiz 5YR, na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B, inclusive BA. Na área foi identificado apenas, o grande grupo, LATOSSOLOS AMARELOS Distróficos.

A. LATOSSOLOS AMARELOS Distróficos

Os LATOSSOLOS AMARELOS Distróficos (LAd) têm como característica a saturação por bases abaixo de 50%. No quarto nível categórico, eles são classificados apenas como típico, que designa o solo que não possui características extraordinárias ou intermediárias em relação a outras classes e, portanto, representa o conceito central da classe neste nível taxonômico.

Os LATOSSOLOS AMARELOS Distróficos possuem um horizonte superficial do tipo A moderado, nos grupamentos texturais média e argilosa, fases cerrado perenifólio e ocorrem predominantemente nas classes de relevo plano e suave ondulado.

Os LATOSSOLOS AMARELOS Distróficos típicos ocupam área pouco expressiva como componentes dominantes. Eles ocorrem como solos dominantes nas unidades de mapeamento - LAd1 e LAd2; como subdominantes nas unidades - LVAd2, RQg2, RQo3, RQo9, FFc3, FFc7 e FTd, e como inclusões nas unidades - CXbd1, RLd3, RQo4, RQo5, RQo7 e FFc2. As unidades com esses solos dominantes, área ocupada e percentual estão listadas na Tabela 13.

5.3.5.2 LATOSSOLOS VERMELHOS

A subordem LATOSSOLOS VERMELHOS é caracterizada por apresentar cores com matiz 2,5YR ou mais vermelhas na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B, inclusive BA. Na região foram identificados os grandes grupos LATOSSOLOS VERMELHOS Distróficos e LATOSSOLOS VERMELHOS Distroféricos.



A. LATOSSOLOS VERMELHOS Distróficos

Os LATOSSOLOS VERMELHOS Distróficos (LVd) têm como característica a saturação por bases abaixo de 50%, podendo ocorrer caráter álico. No quarto nível categórico, subgrupo, os solos foram classificados como típico, que designa o solo que não possui características extraordinárias ou intermediárias em relação a outras classes e, portanto, representa o conceito central da classe neste nível taxonômico; e petroplíntico, aquele que apresentam caracteres concrecionário e/ou litoplíntico dentro de 200 cm da superfície do solo ou horizontes concrecionários e/ou litoplíntico em posição não diagnóstica para PLINTOSSOLOS PÉTRICOS.

Os LATOSSOLOS VERMELHOS Distróficos possuem, em geral, horizonte superficial do tipo A moderado, grupamento textural argilosa, nas fases cerrado subcaducifólio e perenifólio, e campo cerrado, e nas classes de relevo plano e suave ondulado.

Os LATOSSOLOS VERMELHOS Distróficos típicos compõem como dominante as unidades LVd1, LVd2 e LVd4, enquanto LATOSSOLOS VERMELHOS Distróficos típicos e petroplínticos formam a unidade LVd3. Eles aparecem como subdominantes, na unidade FFc6, e como inclusão na unidade PVAe1. As áreas dos LATOSSOLOS VERMELHOS Distróficos típicos nas quatro unidades, onde eles aparecem como solos dominantes, podem ser observadas na Tabela 13. Eles ocupam uma área pouco significativa da RSE-TO.

B. LATOSSOLOS VERMELHOS Distroféricos

Os LATOSSOLOS VERMELHOS Distroféricos (LVdf) têm como característica a baixa fertilidade e altos teores de ferro. No quarto nível categórico, esse subgrupo, foi classificado como típico, que designa o solo que não possui características extraordinárias ou intermediárias em relação a outras classes e, portanto, representa o conceito central da classe neste nível taxonômico.

Os solos estão caracterizados por horizonte superficial do tipo A moderado, textura argilosa, A moderado, fases cerrado perenifólio e campo cerrado, e relevo suave ondulado. Foram caracterizados em uma única unidade de mapeamento (LVdf), com área muito pouco significativa (Tabela 13).

5.3.5.3 LATOSSOLOS VERMELHO-AMARELOS

Os LATOSSOLO VERMELHO-AMARELOS são caracterizados por cores vermelho-amareladas e amarelo-avermelhadas, que não se enquadram nas classes anteriores. Na região identificou-se apenas, o grande grupo, LATOSSOLOS VERMELHO-AMARELOS Distróficos.

A. LATOSSOLOS VERMELHO-AMARELOS Distróficos

Os LATOSSOLOS VERMELHO-AMARELOS Distróficos (LVAd) têm como característica a saturação por bases abaixo de 50%, podendo ocorrer caráter álico. No quarto nível categórico, subgrupo, foram classificados como típicos, que designa os solos não possuem

características extraordinárias ou intermediárias em relação a outras classes e, portanto, representa o conceito central da classe neste nível taxonômico.

Os LATOSSOLOS VERMELHO-AMARELOS Distróficos típicos, em geral, mostram o horizonte superficial do tipo A moderado, textura argilosa, fases cerrado subcaducifólio e perenifólio, e campo cerrado, relevo suave ondulado.

Os LATOSSOLOS VERMELHO-AMARELOS Distróficos ocorrem como dominantes nas unidades - LVAd1 e LVAd2, como subdominantes nas unidades - LVd4, FFc4 e FFc6, e como inclusões nas unidades - RQo1 e FFc7. As áreas das unidades de mapeamento como solos dominantes podem ser verificadas na Tabela 13.

5.3.6 NEOSSOLOS

Compreendem solos constituídos por material mineral ou por material orgânico, pouco espesso, que não apresentam alterações importantes em relação ao material de origem, devido à baixa intensidade dos processos pedogenéticos em decorrência de fatores de formação específicos (clima, relevo ou tempo) ou da natureza do material de origem, mais resistente aos processos intempéricos. Por esses motivos são pouco evoluídos e, portanto, sem horizonte B diagnóstico. Nesta ordem a erodibilidade é muito variável por isso será comentada nas subordens.

Na região foram identificadas as subordens NEOSSOLOS LITÓLICOS, FLÚVICOS, REGOLÍTICOS e QUARTZARÊNICOS. Eles estão presentes em todos os municípios da RSE-TO (Figura 56), associados aos diferentes compartimentos geomorfológicos, assim como variadas aptdões da terra, com destaque para Terras sem aptidão para uso agrícola, especialmente em relevos acidentados. Em relevos planos a indicação fica por conta de Terras com aptidão BOA para lavouras de ciclo curto no nível de manejo C, REGULAR no nível A e INAPTA no nível A e terras com aptidão REGULAR para lavouras de ciclo longo nos níveis de manejo B e C e INAPTA no nível A e Terras com aptidão RESTRITA para pastagem plantada e, na associação de solos, terras com aptidão superior à indicada.

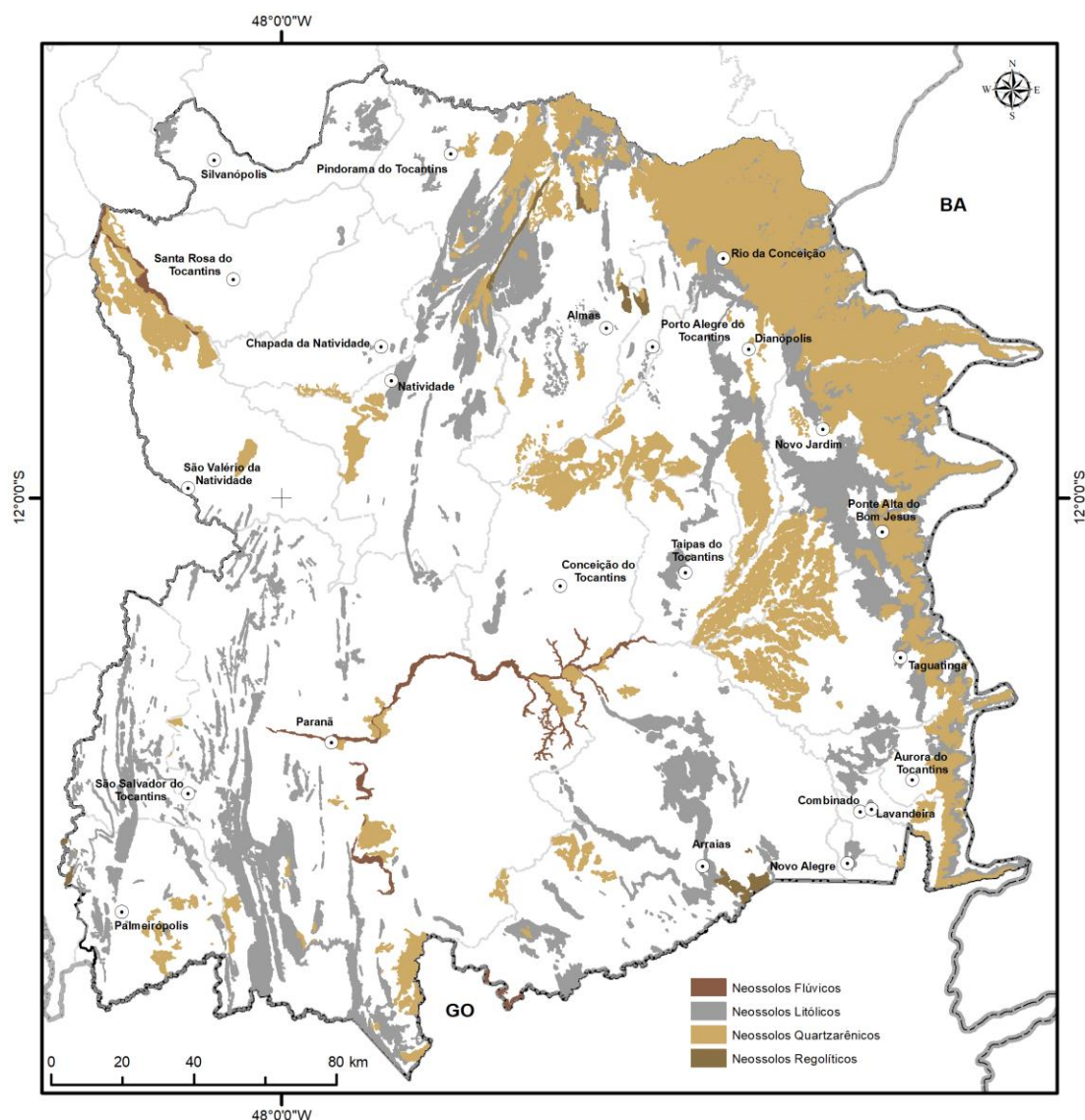


Figura 56. Distribuição dos Neossolos na RSE-TO.

Fonte: Elaboração do Autor.

5.3.6.1 NEOSSOLOS LITÓLICOS

Compreende solos minerais, não hidromórficos, pouco ou muito pouco desenvolvidos, com erodibilidade muito alta, que se caracterizam por apresentar um horizonte A ou O hístico com menos de 40 cm de espessura assentado diretamente sobre a rocha ou sobre saprólito (C ou Cr) do material de origem, ou sobre material com 90% (por volume), ou mais de sua massa constituída por fragmentos de rocha com diâmetro maior que 2 mm (cascalhos, calhaus e matações) e que apresentam um contato lítico dentro de 50 cm da superfície do solo. No terceiro nível categórico (grande grupo), foram identificados os NEOSSOLOS LITÓLICOS Distróficos.

A. NEOSSOLOS LITÓLICOS Distróficos

Os NEOSSOLOS LITÓLICOS Distróficos (RLd) possui como elemento distintivo nesse nível o caráter distrófico (baixa saturação por bases $V < 50\%$) na maior parte da camada superficial. No quarto nível categórico (subgrupo), os NEOSSOLOS LITÓLICOS Distróficos foram classificados como típico, que identifica solos ou indivíduos que não apresentam as características que qualificam classes que lhes antecedem na sequência da chave de classificação no respectivo nível taxonômico.

São desenvolvidos na área a partir da pedogênese de diversos tipos de rochas, que neste caso, com dominância de rochas ácidas em situações pedomórficas que não favorecem a meteorização, situam-se nas bordas das escarpas, em áreas próximas a inselbergs e em relevos residuais. Possuem, em geral, horizonte superficial do tipo A moderado, nos grupamentos texturais média e argilosa cascalhenta, fases campo cerrado, cerrado subcaducifólio, pedregosa, epipedregosa, e não pedregosa, rochosa e não rochosa, e relevo variando de suave ondulado a escarpado.

Os NEOSSOLOS LITÓLICOS Distróficos (RLd) ocorrem como solos dominantes nas unidades RLd1 a RLd15; como subdominantes nas unidades PVAe3, CXbd5, CXbd8, CXbd10, CXbd11, CXbd12, CXbd14, RQo7, RQo8, RRd e AR3, e como inclusões nas unidades CXbd2 e CXbd9. A área de cada unidade dominante pode ser visualizada na Tabela 13.

5.3.6.2 NEOSSOLOS FLÚVICOS

Correspondem à solos minerais, não totalmente hidromórficos e pouco desenvolvidos, originados de sedimentos inconsolidados depositados nos terraços dos rios. Apresentam sequência de horizontes A e C, constituídos de sucessão de depósitos aluvionares responsáveis pela caracterização do caráter flúvico.

Devido à sua origem de fontes as mais diversas, são muito heterogêneos quanto à textura e demais propriedades físicas e químicas, que podem variar num mesmo perfil entre as diferentes camadas, que não possuem relação pedogenética entre si.

Os NEOSSOLOS FLÚVICOS, de forma geral, são considerados de grande potencialidade agrícola; no entanto, podem ocorrer restrições ao desenvolvimento dos cultivos, dada a presença de sais e/ou sódio. As áreas onde ocorrem são de relevo plano, favorecendo a prática de mecanização agrícola. A trafegabilidade poderá ser prejudicada em períodos chuvosos, uma vez que o escoamento superficial é pequeno.

Apresentam riscos de inundação por cheias periódicas ou por acumulação de água de chuvas na época de intensa pluviosidade. Devido à topografia plana em que ocorrem, apresentam muito baixo potencial erosivo; no entanto, em razão da proximidade do lençol freático à superfície, o que facilita bastante a sua contaminação, constituem áreas de relevância ambiental, que devem ser manejadas com muito cuidado. Foram identificados na área os grandes grupos NEOSSOLOS FLÚVICOS Psamíticos e os NEOSSOLOS FLÚVICOS Tb Eutrófico.



A. NEOSSOLOS FLÚVICOS Psamíticos

O Neossolo Flúvico Psamítico (RYq) é caracterizado por possuir textura arenosa em todos os horizontes ou camadas dentro de 120 cm da superfície.

Em nível de subgrupo, eles são gleissólicos e típicos. Quando gleissólicos, exibem horizonte glei dentro de 150 cm da superfície, enquanto, os típicos não apresentam características extraordinárias ou intermediárias e, portanto, representam o conceito central da classe neste nível taxonômico. Não foram quantificados por ocorrerem apenas como solos subdominantes na unidade GXbd2.

B. NEOSSOLOS FLÚVICOS Tb Distróficos

O Neossolo Flúvico Tb Distrófico (RYbd) é caracterizado por possuir argila de atividade baixa e saturação por bases inferior a 50%. Em nível de subgrupo, eles são gleissólicos e típicos. Quando gleissólicos, exibem horizonte glei dentro de 200 cm da superfície, enquanto, os típicos não apresentam características extraordinárias ou intermediárias e, portanto, representa o conceito central da classe neste nível taxonômico.

São desenvolvidos e localizados nos terraços dos principais cursos d'água da região. Possuem em geral horizonte superficial do tipo A moderado, fases floresta higrófila, e relevo plano e suave ondulado. Ocupam uma área pouco significativa como unidade dominante (RYbd) e ocorre como subdominante na unidade GXbd1. A área da unidade dominante é exibida na Tabela 13.

5.3.6.3 NEOSSOLOS REGOLÍTICOS

Caracterizam-se como solos com horizonte A sobrejacente a horizonte C ou Cr e contato lítico a uma profundidade maior que 50 cm; admite horizonte Bi com menos de 10cm de espessura, e que contemple ambos ou um dos seguintes requisitos: 4% ou mais de minerais primários alteráveis (menos resistentes ao intemperismo) na fração areia total e/ou no cascalho, porém referidos a 100g de TFSA em algum horizonte dentro de 150 cm a partir da superfície; 5% ou mais do volume da massa do horizonte C ou Cr, dentro de 150cm de profundidade, apresentando fragmentos de rocha semi-intemperizada, saprolito ou fragmentos formados por restos da estrutura orientada da rocha (pseudomorfos) que deu origem ao solo. Na região, o primeiro requisito acima é o que caracteriza estes solos e foi identificado o grande grupo, NEOSSOLOS REGOLÍTICOS Distróficos.

A. NEOSSOLOS REGOLÍTICOS Distróficos

O grande grupo NEOSSOLOS REGOLÍTICOS Distróficos (RRd) distingue-se dos demais grandes grupos por apresentar saturação por bases baixa ($V \leq 50\%$). No quarto nível (subgrupo), eles foram identificados como arênicos, solos com textura arenosa desde a superfície do solo até no mínimo 50 cm e no máximo 100 cm de profundidade (susceptíveis à erosão).

Possuem horizonte superficial do tipo A moderado, textura média, fases campo cerrado, relevo suave ondulado a ondulado. Os NEOSSOLOS REGOLÍTICOS Distróficos ocorrem

como dominantes, em apenas uma unidade de mapeamento, a RRd. Sua extensão pode ser observada na Tabela 13.

5.3.6.4 NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS

São solos minerais, de textura arenosa, muito profundos, com erodibilidade baixa e sequência de horizontes A e C, muito profundos, sendo a fração areia, constituída essencialmente por materiais quartzosos. Em função de sua constituição granulométrica essencialmente areno-quartzosa estes solos apresentam muito baixa capacidade de armazenamento de água, por consequência são excessivamente drenados. No terceiro nível categórico, grande grupo foram identificados NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS hidromórficos e órtico.

A. NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS Hidromórficos

Os NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS Hidromórficos (RQg) caracterizam-se pela por haver um lençol freático na ou próximo à superfície do solo durante grande parte do ano, imperfeitamente a mal drenados. A saturação por água na maior parte do tempo promove um déficit de oxigênio que muitas vezes desacelera a decomposição da matéria orgânica, o que leva ao seu acúmulo e consequente redução química do ambiente. No quarto nível (subgrupo), esses solos são classificados como típicos e neofluvissólicos. Os típicos são aqueles solos que não possuem características extraordinárias ou intermediárias em relação a outras classes e, portanto, representa o conceito central da classe neste nível taxonômico. Já os solos neofluvissólicos indicam a presença do caráter flúvico, que se trata da presença de camadas estratificadas sobrepostas, mostrando sequência irregular de características.

Os NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS Hidromórficos possuem, em geral, horizonte superficial do tipo A moderado, fases campo hidrófilo e relevo plano. Esses solos ocorrem como dominantes, em duas unidades de mapeamento - RQg1 e RQg2; como subdominantes na unidade GXbd2, e como inclusões nas unidades CXbd4, GXbd1, LAd1, RQo9 e FFc3. As unidades onde esses solos são dominantes têm suas áreas exibidas na Tabela 13 mostrando uma baixa expressão na região.

B. NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS Órticos

Os NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS Órticos (RQo) caracterizam-se pela textura arenosa, boa a excessiva drenagem e onde o termo órtico significa que esses solos não se enquadram nas classes anteriores. No quarto nível categórico (subgrupo), foram classificados como típicos, que designa solos que não possuem características extraordinárias ou intermediárias em relação a outras classes e, portanto, representa o conceito central da classe neste nível taxonômico.

Os solos possuem, em geral, A moderado, fases campo cerrado e cerrado subcaducifólio, relevo plano e suave ondulado. Eles ocorrem como dominantes, nas unidades RQo1 a RQo9; como subdominantes nas unidades CXbd9, RLd2, RLd3 e RLd13, e como inclusões apenas na unidade FFc3. Eles têm razoável expressão na área, cujos valores estão apresentados na Tabela 13.



5.3.7 PLINTOSSOLOS

Compreendem solos constituídos por material mineral que apresentam horizonte plântico ou litoplântico ou concrecionário, iniciando dentro de 40 cm da superfície; ou dentro de 200 cm da superfície quando precedidos de horizonte glei ou imediatamente abaixo do horizonte A, E ou de outro horizonte que apresente cores pálidas, variegadas ou com mosqueados em quantidade abundante.

Na RSE-TO, foram constatadas as ocorrências de PLINTOSSOLOS PÉTRICOS e PLINTOSSOLOS ARGILÚVICOS, em praticamente todos os municípios. Somente os municípios de Combinado e Novo Alegre, não contempla presença dessas subordens (Figura 57). Em especial os PLINTOSSOLOS PÉTRICOS apresentam Terras com aptidão RESTRITA para pastagem plantada e, na associação de solos, terras com aptidão superior à indicada. Enquanto, que os PLINTOSSOLOS ARGILÚVICOS, apresentam Terras com aptidão REGULAR para lavouras de ciclo curto no nível de manejo C e INAPTA nos demais, terras com aptidão INAPTA para lavouras de ciclo longo e, na associação de solos, terras com aptidão inferior à indicada.

5.3.7.1 PLINTOSSOLOS PÉTRICOS

Compreende solos com um horizonte ou camada concrecionária ou litoplântica, com sérias restrições ao uso agrícola. Eles foram identificados, no terceiro nível categórico (grandes grupos), como sendo PLINTOSSOLOS PÉTRICOS Concrecionários.

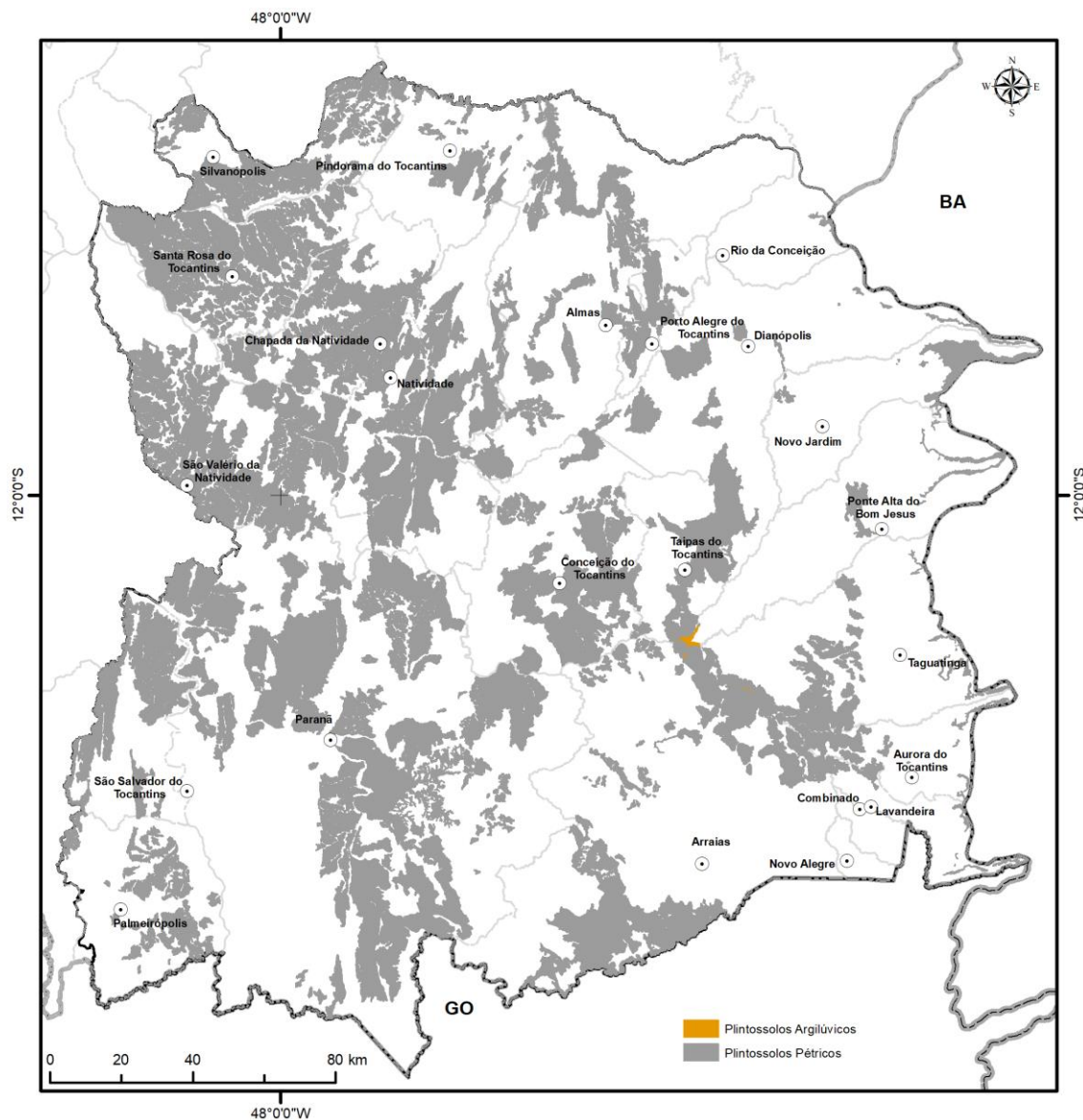


Figura 57. Distribuição dos Plintossolos na RSE-TO.

Fonte: Elaboração do Autor.

A. PLINTOSSOLOS PÉTRICOS Concrecionários

Os PLINTOSSOLOS PÉTRICOS Concrecionários caracterizam-se como solos que exibem um horizonte concrecionário em posição diagnóstica. Na região, foram constatadas, as ocorrências de solos, no quarto nível, classificados como latossólicos e cambissólicos, com predomínio de unidades latossólicas. Os solos latossólicos são aqueles com massa latossólica dentro de 200 cm da superfície, enquanto os cambissólicos são solos com fragmentos de rochas e minerais primários pouco alterados ou horizonte incipiente dentro de 200 cm da superfície. Foram também enquadrados como argissólicos, mas neste caso em situações de solos subdominates ou inclusões. Nesta condição, eles são solos com acúmulo de argila ($RT > 1,4$) abaixo da superfície ou horizonte B textural dentro de 200 cm da superfície.



Os PLINTOSSOLOS PÉTRICOS Concrecionários possuem, em geral, quando latossólicos um horizonte superficial do tipo A moderado, textura argilosa cascalhenta, fase cerrado subcaducifólio, relevos plano, suave ondulado e ondulado. Quando cambissólicos, os solos apresentam, textura argilosa cascalhenta, A moderado, fase cerrado subcaducifólio e relevo suave ondulado. Eles aparecem como solos dominantes em sete unidades de mapeamento FFc1 a FFc7; como subdominantes nas unidades CXbd6, LVd2, LVd3, LVd4 e LVAd1; e como inclusões PVAe3, CXbd2, LAd1 e RLd2.

Os PLINTOSSOLOS PÉTRICOS Concrecionários cobrem quase 1/3 da região e as áreas de suas unidades de mapeamento (solos dominantes) estão representadas na Tabela 13.

5.3.7.2 PLINTOSSOLOS ARGILÚVICOS

Compreende solos om horizonte plântico e horizonte B textural ou caráter argilúvico. Eles foram classificados, no terceiro nível categórico (grandes grupos), como sendo PLINTOSSOLOS ARGILÚVICOS Distróficos.

A. PLINTOSSOLOS ARGILÚVICOS Distróficos

Os PLINTOSSOLOS ARGILÚVICOS Distróficos caracterizam-se como solos com saturação por bases baixa ($V \leq 50\%$) na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B ou C. Na RSE-TO, esses solos foram classificados, no quarto nível, como sendo típicos, ou seja, solos que não possuem características extraordinárias ou intermediárias e, portanto, representam o conceito central da classe neste nível taxonômico

Os solos apresentam texturas arenosa/média e média, A moderado, fase cerrado subcaducifólio e relevo plano. Eles compõem apenas uma unidade como componente dominante, a FTd, e aparecem como inclusões na unidade GXbd1.

Os PLINTOSSOLOS ARGILÚVICOS Distróficos são de pouca expressão na região, e a área de sua única unidade ocorrência como solos dominantes pode se ver na Tabela 13.

5.3.8 Tipos de terrenos

Como Tipos de Terrenos estão enquadrados ambientes identificados por características intrínsecas e particulares, que não sofreram evolução pedogenética e não são considerados como classes de solos.

5.3.8.1 Afloramentos de rochas

Os Afloramentos de Rochas (AR) ocorrem como manifestação de vários tipos de rochas brandas ou duras, descobertas ou pouco recobertas com vegetações que se desenvolveram em fissuras ou em reduzidas frações de materiais detríticos grosseiros, resultante da decomposição inicial da rocha e/ou detritos terrosos transportados, sem, contudo, caracterizar uma classe de solo. Na RSE-TO é distribuída conforme a Figura 58.

Em quase 1/3 das unidades mapeadas aparecem os Afloramentos de Rochas, de maneira isolada no meio de outras classes de solos, sem nenhuma utilidade específica. Ocorrem na

forma de exposições de rochas com diversas litologias e formam quatro unidades AR1 a AR4, onde estão como dominantes. Suas áreas, apesar da baixa significância em extensão, estão quantificadas na Tabela 13.

Nesta tabela estão descritas todas as unidades de mapeamento da RSE-TO, inclusive com as respectivas inclusões quando existentes, suas áreas e respectivos percentuais.

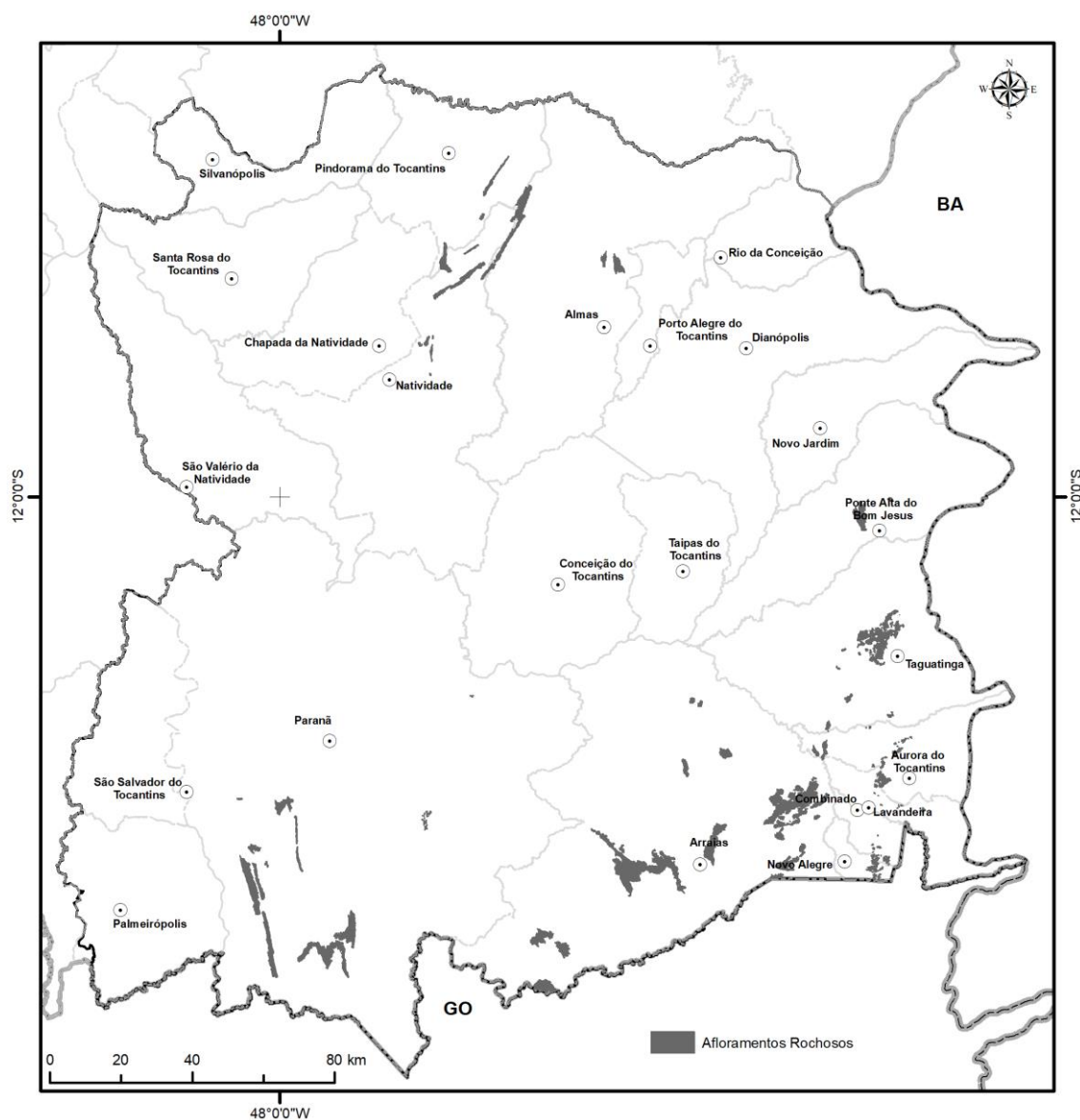


Figura 58. Distribuição dos Plintossolos na RSE-TO.

Fonte: Elaboração do Autor.

**Tabela 13.** Descrição das unidades de mapeamento, área e percentual.

UNIDADES	DESCRIÇÃO DAS UNIDADES DE MAPEAMENTO	ÁREA (km²)	(%)
	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico		
PVAe1	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico chemossólico, textura média/argilosa e argilosa/muito argilosa, fases floresta subcaducifólia, relevo suave ondulado e plano (Inclusão de CAMBISSOLO HÁPLICO Ta Eutrófico vertissólico, e LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico)	689,72	1,35
PVAe2	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico chemossólico, textura média/argilosa e argilosa/muito argilosa, fases floresta subcaducifólia, relevo suave ondulado e plano + AFLORAMENTOS DE ROCHAS (calcário)	169,92	0,33
PVAe3	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico chemossólico, textura média/argilosa e argilosa/muito argilosa, fases floresta subcaducifólia, relevo suave ondulado e ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico, textura argilosa e média, A moderado, fases floresta caducifólia e subcaducifólia, relevo forte ondulado + AFLORAMENTOS DE ROCHAS (calcário) (Inclusão de PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário cambissólico)	237,84	0,46
	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico		
CXbd1	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, textura argilosa cascalhenta, A moderado, fases cerrado perenifólio, epipedregosa, relevo suave ondulado (Inclusão de LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico e GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico).	49,63	0,10
CXbd2	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, textura argilosa muito cascalhenta, A moderado, fases cerrado caducifólio, epipedregosa, relevo suave ondulado e ondulado (Inclusão de PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário cambissólico, NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico e AFLORAMENTOS DE ROCHAS)	1.194,13	2,33
CXbd3	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, textura argilosa e média muito cascalhenta, A moderado, fases cerrado subcaducifólio, epipedregosa, relevo ondulado e forte ondulado (Inclusão de LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico petroplintico e NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico)	138,02	0,27
CXbd4	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, textura argilosa muito cascalhenta, A moderado, fases cerrado perenifólio e cerradão, epipedregosa, relevo ondulado e forte ondulado (Inclusão de LATOSSOLO AMARELO, LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO, NEOSSOLO FLÚVICO, AFLORAMENTOS DE ROCHAS e NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Hidromórfico).	3.670,04	7,17
CXbd5	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, textura argilosa e média cascalhenta, A moderado, fases cerrado caducifólio e subcaducifólio, epipedregosa e não pedregosa, relevo suave ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico, textura média e argilosa cascalhenta, A moderado, fases cerrado caducifólio e subcaducifólio, relevo ondulado e forte ondulado	198,12	0,39%
CXbd6	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, textura argilosa e média cascalhenta, A moderado, fases cerrado caducifólio e subcaducifólio, epipedregosa, relevo suave ondulado + PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário latossólico e cambissólico, textura argilosa cascalhenta, A moderado, fases cerrado perenifólio, relevo suave ondulado. (Inclusão de CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Eutrófico, LATOSSOLO AMARELO e NEOSSOLO LITÓLICO)	8.055,37	15,75
CXbd7	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, textura argilosa e média cascalhenta, A moderado, fases cerrado caducifólio, epipedregosa, relevo suave ondulado e ondulado + CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, textura argilosa muito cascalhenta, A moderado, fases cerrado subcaducifólio, epipedregosa e não pedregosa, relevo ondulado e forte ondulado (Inclusão de LATOSSOLO AMARELO, LATOSSOLO VERMELHO, NEOSSOLO LITÓLICO e PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário)	1.070,82	2,09
CXbd8	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, textura argilosa cascalhenta, A moderado, fases cerrado caducifólio, epipedregosa, relevo suave ondulado e ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico, textura média e argilosa muito cascalhenta, A moderado, fases pedregosa, relevo ondulado (Inclusão de AFLORAMENTOS DE ROCHAS).	190,44	0,37
CXbd9	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, textura argilosa cascalhenta, A moderado, fases cerrado caducifólio e subcaducifólio, epipedregosa, relevo suave ondulado e ondulado + NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico, A moderado, fases cerrado subcaducifólio e campo cerrado, relevo suave ondulado (Inclusão de NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico e AFLORAMENTOS DE ROCHAS)	943,31	1,84
CXbd10	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, textura argilosa muito cascalhenta, A moderado, fases cerrado subcaducifólio, epipedregosa, relevo ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico, textura média e argilosa muito cascalhenta, A moderado, fases cerrado subcaducifólio, pedregosa, relevo forte ondulado (Inclusão de LATOSSOLO VERMELHO).	1.031,04	2,02
CXbd11	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, textura argilosa e média muito cascalhenta, A moderado, fases cerrado subcaducifólio, epipedregosa, relevo ondulado e forte ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico, textura média e argilosa muito cascalhenta, A moderado, fases cerrado subcaducifólio, pedregosa, relevo ondulado e forte ondulado (Inclusão de LATOSSOLO AMARELO e PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário).	1.354,49	2,65
CXbd12	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, textura argilosa muito cascalhenta, A moderado, fases cerrado subcaducifólio, epipedregosa e rochosa, relevo forte ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico, textura argilosa muito cascalhenta, A moderado, fases cerrado subcaducifólio, pedregosa e rochosa, relevo forte ondulado (Inclusão de LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO)	525,99	1,03
CXbd13	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, textura argilosa muito cascalhenta, A moderado, fases cerrado subcaducifólio e perenifólio, epipedregosa, relevo suave ondulado	479,68	0,94

5 Diagnóstico Socioambiental

UNIDADES	DESCRIÇÃO DAS UNIDADES DE MAPEAMENTO	ÁREA (km ²)	(%)
	+ AFLORAMENTOS DE ROCHA, relevo suave ondulado e forte ondulado + CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, textura argilosa muito cascalhenta, A moderado, fases cerrado caducifólio, epipedregosa, relevo ondulado e forte ondulado (Inclusão de PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário, NEOSSOLO LITÓLICO e NEOSSOLO REGOLÍTICO arenoso)		
CXbd14	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, textura argilosa muito cascalhenta, A moderado, fases cerrado subcaducifólio, epipedregosa, relevo forte ondulado e ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico, textura argilosa cascalhenta, A moderado, fases cerrado subcaducifólio e campo cerrado, relevo forte ondulado + AFLORAMENTOS DE ROCHAS	684,62	1,34
	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Eutrófico		
CXbe1	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Eutrófico típico, textura argilosa muito cascalhenta, A moderado, fases floresta caducifólia e subcaducifólia, epipedregosa, relevo ondulado e forte ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, textura argilosa cascalhenta, A moderado, fases floresta caducifólia e subcaducifólia, relevo forte ondulado + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico chernossólico, textura média/argilosa, fases floresta subcaducifólia, relevo suave ondulado (Inclusão de AFLORAMENTOS DE ROCHAS - calcário)	314,54	0,61
CXbe2	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Eutrófico típico, textura argilosa muito cascalhenta, A moderado, fases floresta caducifólia e subcaducifólia, epipedregosa, relevo forte ondulado + AFLORAMENTOS DE ROCHAS (calcário) + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico chernossólico e típico, textura média/argilosa, fases floresta subcaducifólia, relevo suave ondulado.	151,92	0,30
	GLEISSOLO HÁPLICO Tb		
GXbd1	GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico neofluviassólicos e típicos, textura média e argilosa, A moderado, fases floresta hidrófila e campo hidrófilo, relevo plano + NEOSSOLO FLÚVICO Tb Distrófico típico e gleissólico, textura média e argilosa, A moderado, fase floresta higrófila, relevo plano e suave ondulado (Inclusão de NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Hidromórfico e PLINTOSSOLO ARGILÚVICO Distrófico).	609,95	1,19
GXbd2	GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico neofluviassólico e típico, textura média, A moderado, fases floresta hidrófila e campo hidrófilo, relevo plano + NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Hidromórfico típico, A moderado, fases campo hidrófilo, relevo plano + NEOSSOLO FLÚVICO Psamíticos típico e gleissólico, fase campo higrófilo, relevo plano.	7,03	0,01
	LATOSSOLOS AMARELOS Distróficos		
LAd1	LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico, textura média, A moderado, fases cerrado perenifólio, relevo plano e suave ondulado (Inclusão de PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário + GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico e NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Hidromórfico)	47,50	0,09
LAd2	LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico, textura média, A moderado, fases cerrado perenifólio, relevo suave ondulado e plano + LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico, textura argilosa, A moderado, fases cerrado perenifólio, relevo suave ondulado e plano (Inclusão de GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico e PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário)	267,06	0,52
	LATOSSOLOS VERMELHOS Distróficos		
LVd1	LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico, textura argilosa, A moderado, fases cerrado perenifólio e campo cerrado, relevo plano	782,59	1,53%
LVd2	LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico, textura argilosa, A moderado, fases cerrado subcaducifólio e perenifólio, relevo plano + PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário latossólico, textura argilosa, A moderado, fases cerrado subcaducifólio, relevo plano e suave ondulado	125,31	0,24
LVd3	LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico e petroplintico, textura argilosa, A moderado, fases cerrado subcaducifólio, relevo suave ondulado e plano + PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário latossólico, textura argilosa, A moderado, fases cerrado subcaducifólio, relevo suave ondulado (Inclusão de LATOSSOLO AMARELO, LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO e CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico)	207,05	0,40
LVd4	LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico, textura argilosa, A moderado, fases cerrado subcaducifólio e perenifólio, relevo plano e suave ondulado + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura argilosa, A moderado, fases cerrado subcaducifólio, relevo plano + PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário latossólico, textura argilosa, A moderado, fases cerrado subcaducifólio, relevo suave ondulado	126,17	0,25
	LATOSSOLOS VERMELHOS Distróficos		
LVdf	LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico, textura argilosa, A moderado, fases cerrado perenifólio e campo cerrado, relevo suave ondulado.	29,75	0,06
	LATOSSOLOS VERMELHO-AMARELOS Distróficos		
LVA1	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura argilosa, A moderado, fases cerrado perenifólio, relevo suave ondulado + PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário latossólico e cambissólico, textura argilosa, A moderado, fases cerrado subcaducifólio, relevo ondulado. (Inclusão de CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, textura argilosa muito cascalhenta, fase epipedregosa)	226,85	0,44
LVA2	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura argilosa, A moderado, fases cerrado subcaducifólio, relevo suave ondulado + LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico, textura argilosa, A moderado, fases cerrado subcaducifólio, relevo suave ondulado + AFLORAMENTOS DE ROCHAS (calcário) (Inclusão de NEOSSOLO LITÓLICO e NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico).	91,63	0,18
	NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico		
RLd1	NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico, textura média e argilosa, A moderado, fases campo cerrado, relevo forte ondulado (Inclusão de AFLORAMENTOS DE ROCHAS, CAMBISSOLO	122,19	0,24



GOVERNO DO TOCANTINS

UNIDADES	DESCRIÇÃO DAS UNIDADES DE MAPEAMENTO	ÁREA (km²)	(%)
	HÁPLICO Tb Distrófico típico e ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico chernossólico).		
RLd2	NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico, textura argilosa cascalhenta, A moderado, fases campo cerrado, relevo suave ondulado + NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico, A moderado, fases cerrado subcaducifólio e campo cerrado, relevo suave ondulado (Inclusão de PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário latossólico).	85,96	0,17
RLd3	NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico, textura média e argilosa, A moderado, fases campo cerrado, relevo suave ondulado + NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico, A moderado, fases cerrado subcaducifólio e campo cerrado, relevo suave ondulado (Inclusão de LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico e CAMBISSOLO QUARTZARÊNICO Órtico).	129,22	0,25
RLd4	NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico, textura média e argilosa, A moderado, fases campo cerrado, relevo ondulado e suave ondulado + CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, textura argilosa cascalhenta, A moderado, fases cerrado subcaducifólio, epipedregosa, relevo ondulado e forte ondulado (Inclusão de NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico).	62,52	0,12
RLd5	NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico, textura argilosa cascalhenta, A moderado, fases cerrado subcaducifólio, pedregosa, relevo ondulado e forte ondulado + AFLORAMENTOS DE ROCHAS.	418,68	0,82
RLd6	NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico, textura argilosa cascalhenta, A moderado, fases campo cerrado, pedregosa, relevo forte ondulado e ondulado + AFLORAMENTOS DE ROCHAS.	32,56	0,06
RLd7	NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico, textura argilosa cascalhenta, A moderado, fases campo cerrado e cerrado subcaducifólio, pedregosa e não pedregosa, relevo forte ondulado e ondulado + AFLORAMENTOS DE ROCHAS, relevo forte ondulado (Inclusão de CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico).	1.170,60	2,29
RLd8	NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico, textura argilosa cascalhenta, A moderado, fases cerrado subcaducifólio e campo cerrado, relevo forte ondulado + CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, textura argilosa muito cascalhenta, A moderado, fases cerrado subcaducifólio, epipedregosa, relevo ondulado e forte ondulado (Inclusão de AFLORAMENTOS DE ROCHAS).	684,37	1,34
RLd9	NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico, textura argilosa cascalhenta, A moderado, fases cerrado subcaducifólio e campo cerrado, relevo forte ondulado + CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, textura argilosa muito cascalhenta, A moderado, fases cerrado subcaducifólio, epipedregosa, relevo forte ondulado e ondulado (Inclusão de LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distróficos típicos, textura argilosa e AFLORAMENTOS DE ROCHAS).	293,29	0,57
RLd10	NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico, textura argilosa cascalhenta, A moderado, fases campo cerrado e cerrado subcaducifólio, pedregosa, rochosa e não rochosa, relevo forte ondulado + AFLORAMENTOS DE ROCHAS, relevo escarpado.	554,08	1,08
RLd11	NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico, textura argilosa cascalhenta, A moderado, fases campo cerrado, pedregosa, rochosa e não rochosa, relevo forte ondulado e escarpado + AFLORAMENTOS DE ROCHAS, relevo escarpado.	336,57	0,66
RLd12	NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico, textura argilosa cascalhenta, A moderado, fases cerrado subcaducifólio, pedregosa, relevo forte ondulado + CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, textura argilosa cascalhenta, A moderado, fases cerrado subcaducifólio, epipedregosa, relevo forte ondulado + AFLORAMENTOS DE ROCHAS.	1.056,85	2,07
RLd13	NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico, textura argilosa cascalhenta, A moderado, fases cerrado subcaducifólio e campo cerrado, pedregosa, relevo forte ondulado + AFLORAMENTOS DE ROCHAS + NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico, A moderado, fases cerrado subcaducifólio e campo cerrado, relevo suave ondulado.	159,89	0,31
RLd14	NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico, textura argilosa cascalhenta, A moderado, fases campo cerrado, relevo forte ondulado + CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, textura argilosa cascalhenta, A moderado, fases cerrado perenifólio, pedregosa, relevo forte ondulado e ondulado + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico chernossólico, textura média/argilosa, fases floresta subcaducifólia, relevo suave ondulado e ondulado.	289,66	0,57
RLd15	NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico, textura argilosa cascalhenta, A moderado, fases campo cerrado, pedregosa, rochosa e não rochosa, relevo forte ondulado e montanhoso + AFLORAMENTOS DE ROCHAS, relevo escarpado e forte ondulado + CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, textura argilosa cascalhenta, A moderado, fases cerrado subcaducifólio, epipedregosa, relevo forte ondulado e montanhoso.	446,92	0,87
	NEOSSOLO FLÚVICO Tb Distrófico		
RYbd	NEOSSOLO FLÚVICO Tb Distrófico gleissólico e típico, textura arenosa/média, A moderado, fases floresta higrófila, relevo plano e suave ondulado + GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, textura média, A moderado, fase floresta hidrófila e campo hidrófilo, relevo plano (Inclusão de LATOSSOLO AMARELO Distrófico plintossólico).	192,53	0,38
	NEOSSOLO REGOLÍTICO Distrófico		
RRd	NEOSSOLO REGOLÍTICO Distrófico arênico, textura média, A moderado, fases campo cerrado, relevo suave ondulado a ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico, textura média cascalhenta, A moderado, fases campo cerrado, relevo suave ondulado e ondulado. (Inclusão de CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico e NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico)	80,62	0,16
	NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Hidromórfico		

5 Diagnóstico Socioambiental

UNIDADES	DESCRIÇÃO DAS UNIDADES DE MAPEAMENTO	ÁREA (km ²)	(%)
RQg1	NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Hidromórfico típico e neofluviassólico, A moderado, fases campo hidrófilo, relevo plano + GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico e neofluviassólico, textura média e arenosa/média, A moderado, fases campo hidrófilo, relevo plano.	480,44	0,94
RQg2	NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Hidromórfico típico, A moderado, fases campo hidrófilo, relevo plano + GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, textura média e arenosa/média, A moderado, fases campo hidrófilo, relevo plano + LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico, textura média, A moderado, fases cerrado subcaducifólio, relevo plano e suave ondulado	226,60	0,44
	NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico		
RQo1	NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico, A moderado, fases campo cerrado e cerrado subcaducifólio, relevo plano e suave ondulado. (Inclusão de LATOSSOLO AMARELO e LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura média).	1.914,25	3,74
RQo2	NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico, A moderado, fases cerrado subcaducifólio, relevo suave ondulado e ondulado (Inclusão de CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico)	5,37	0,01
RQo3	NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico, A moderado, fases campo cerrado e cerrado subcaducifólio, relevo suave ondulado e plano + LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico e plintossólico, textura média, A moderado, fases cerrado subcaducifólio, relevo suave ondulado e plano (Inclusão de CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico).	993,89	1,94
RQo4	NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico, A moderado, fases campo cerrado e cerrado subcaducifólio, relevo suave ondulado e plano + CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, textura argilosa cascalhenta, A moderado, fases campo cerrado e cerrado subcaducifólio, epipedregosa, relevo ondulado e forte ondulado (Inclusão de NEOSSOLOS LITÓLICOS, AFLORAMENTOS DE ROCHAS, GLEISSOLOS HÁPLICOS e LATOSSOLOS AMARELOS).	627,49	1,23
RQo5	NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico, A moderado, fases campo cerrado e cerrado subcaducifólio, relevo suave ondulado + GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, textura média e arenosa/média, A moderado, fases campo cerrado, relevo plano (Inclusão de LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico e PLINTOSSOLO HÁPLICO Distrófico típico).	574,83	1,12
RQo6	NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico, A moderado, fases campo cerrado e cerrado subcaducifólio, relevo suave ondulado + CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, textura argilosa cascalhenta, A moderado, fases cerrado subcaducifólio, epipedregosa, relevo ondulado e forte ondulado	353,45	0,69
RQo7	NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico, A moderado, fases cerrado subcaducifólio, relevo suave ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico, textura arenosa cascalhenta, A moderado, fases campo cerrado, pedregosa, relevo ondulado e forte ondulado (Inclusão de AFLORAMENTOS DE ROCHAS, GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico e LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico).	815,47	1,59
RQo8	NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico, A moderado, fases cerrado subcaducifólio, relevo suave ondulado e ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico, textura média cascalhenta, A moderado, fases campo cerrado, pedregosa e não pedregosa, relevo ondulado e forte ondulado.	77,62	0,15
RQo9	NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico, A moderado, fases campo cerrado, relevo plano e suave ondulado + GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, textura média e arenosa/média, A moderado, fases campo hidrófilo, relevo plano + LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico, textura média, A moderado, fases cerrado subcaducifólio, relevo suave ondulado (Inclusão de CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico e NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Hidromórfico típico).	144,67	0,28%
	PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário		
FFc1	PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário latossólico, textura argilosa cascalhenta, A moderado, fases cerrado subcaducifólio, relevo suave ondulado e plano (Inclusão de LATOSSOLO VERMELHO e CAMBISSOLO HÁPLICO).	749,93	1,47
FFc2	PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário latossólico, textura argilosa cascalhenta, A moderado, fases cerrado subcaducifólio, relevo suave ondulado e ondulado (Inclusão de PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário cambissólico e argissólico, CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Eutrófico, LATOSSOLOS AMARELOS, LATOSSOLOS VERMELHOS e LATOSSOLOS VERMELHO-AMARELOS).	6.104,85	11,93
FFc3	PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário latossólico, textura argilosa cascalhenta, A moderado, fases cerrado subcaducifólio, relevo plano e suave ondulado + LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico, textura média e argilosa, A moderado, fases cerrado subcaducifólio, relevo plano (Inclusão de NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico e NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Hidromórfico)	1.138,83	2,23
FFc4	PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário latossólico, textura argilosa cascalhenta, A moderado, fases cerrado subcaducifólio, relevo suave ondulado + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura argilosa, A moderado, fases cerrado subcaducifólio, relevo suave ondulado (Inclusão de LATOSSOLO VERMELHO, LATOSSOLO AMARELO e CAMBISSOLO HÁPLICO).	3.096,55	6,05
FFc5	PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário latossólico, textura argilosa cascalhenta, A moderado, fases cerrado subcaducifólio, relevo suave ondulado + CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, textura argilosa cascalhenta, fases cerrado subcaducifólio, epipedregosa, relevo ondulado e forte ondulado (Inclusão de PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário argissólico, LATOSSOLO AMARELO e LATOSSOLO VERMELHO).	2.966,20	5,80%
FFc6	PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário latossólico, textura argilosa cascalhenta, A moderado, fases cerrado subcaducifólio, relevo suave ondulado + LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico, textura argilosa, A moderado, fases cerrado subcaducifólio,	319,47	0,62



UNIDADES	DESCRIÇÃO DAS UNIDADES DE MAPEAMENTO	ÁREA (km²)	(%)
	relevo suave ondulado e plano + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura argilosa, A moderado, fases cerrado subcaducifólio, relevo plano (Inclusão de PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário cambissólico e CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico).		
FFc7	PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário cambissólico, textura argilosa cascalhenta, A moderado, fases cerrado subcaducifólio, relevo suave ondulado + PLINTOSSOLO PÉTRICO Litoplântico típico, textura argilosa cascalhenta, A moderado, fases cerrado subcaducifólio, relevo suave ondulado + LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico, textura argilosa, A moderado, fases cerrado subcaducifólio, relevo plano e suave ondulado (Inclusão de LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico)	192,68	0,38
	PLINTOSSOLO ARGILÚVICO Distrófico		
FTd	PLINTOSSOLO ARGILÚVICO Distrófico típico, textura arenosa/média e média, A moderado, fases cerrado subcaducifólio, relevo plano + LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico, textura média, A moderado, fases cerrado subcaducifólio, relevo plano e suave ondulado (Inclusão de NEOSSOLO FLÚVICO Tb Eutrófico típico, textura média)	15,31	0,03
	AFLOREAMENTOS DE ROCHAS		
AR1	AFLOREAMENTOS DE ROCHAS relevo suave ondulado, ondulado e forte ondulado	164,77	0,32
AR2	AFLOREAMENTOS DE ROCHAS relevo forte ondulado e escarpado	96,01	0,19
AR3	AFLOREAMENTOS DE ROCHAS relevo ondulado e forte ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico, textura média cascalhenta, A moderado, fases campo cerrado, pedregosa, relevo forte ondulado (Inclusão de CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, textura argi)	143,04	0,28
AR4	AFLOREAMENTOS DE ROCHAS (calcário) relevo forte ondulado e escarpado + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, textura média cascalhenta, A moderado, fases floresta caducifólia, pedregosa, relevo forte ondulado (Inclusão de CHERNOSSOLO RENDZICO Órtico típico)	147,43	0,29

Fonte: Elaboração do Autor, adaptado de EMBRAPA (2013) e IBGE (2015).

5.4 Aptidão agrícola das terras

A seguir é apresentada a caracterização das classes de Aptidão Agrícola das Terras da área. As terras dos Grupos 1, 2 e 3, por serem consideradas com aptidão para o cultivo de lavouras, foram julgadas em separado para lavouras de ciclo curto e de lavouras de ciclo longo, pois em razão principalmente do grande período de estiagem da região e, por conseguinte, da ocorrência de solos com elevado déficit hídrico, sem a utilização de irrigação, estes grupos de lavouras apresentam respostas diferentes ao serem cultivadas a Tabela 14 apresenta as respectivas áreas e cada classe, o mapeamento pode ser visualizado no Apêndice K.

Tabela 14. Identificação das unidades de aptidão agrícola das terras e área ocupada

Símbolos das Classes	Descrição	Área (km²)
GRUPO 1 - Terras com aptidão BOA em pelo menos um dos níveis de manejo		
1aBC/2abc	Terras com aptidão BOA para lavouras de ciclo curto nos níveis de manejo B e C e REGULAR no nível A e terras com aptidão REGULAR para lavouras de ciclo longo nos níveis de manejo A, B e C	691
<u>1aBC/2abc</u>	Terras com aptidão BOA para lavouras de ciclo curto nos níveis de manejo B e C e REGULAR no nível A e terras com aptidão REGULAR para lavouras de ciclo longo nos níveis de manejo A, B e C	408
1bC/2bc	Terras com aptidão BOA para lavouras de ciclo curto no nível de manejo C, REGULAR no nível A e INAPTA no nível A e terras com aptidão REGULAR para lavouras de ciclo longo nos níveis de manejo B e C e INAPTA no nível A	962
<u>1bC/2bc</u>	Terras com aptidão BOA para lavouras de ciclo curto no nível de manejo C, REGULAR no nível A e INAPTA no nível A e terras com aptidão REGULAR para lavouras de ciclo longo nos níveis de manejo B e C e INAPTA no nível A	889
1bC/3(bc)	Terras com aptidão BOA para lavouras de ciclo curto no nível de manejo C, REGULAR no nível A e INAPTA no nível A e terras com aptidão RESTRITA para lavouras de ciclo longo nos níveis de manejo B e C e INAPTA no nível A	83
<u>1bC/3(bc)</u>	Terras com aptidão BOA para lavouras de ciclo curto no nível de manejo C, REGULAR no nível A e INAPTA no nível A e terras com aptidão RESTRITA para lavouras de ciclo longo nos níveis de manejo B e C e INAPTA no nível A	193
<u>1bC/3(bc)</u>	Terras com aptidão BOA para lavouras de ciclo curto no nível de manejo C, REGULAR no nível A e INAPTA no nível A e terras com aptidão RESTRITA para lavouras de ciclo longo nos níveis de manejo B e C e INAPTA no nível A	56
GRUPO 2 - Terras com aptidão REGULAR para lavouras em pelo menos um dos níveis de manejo		

Símbolos das Classes	Descrição	Área (km ²)
2bc/1bC	Terras com aptidão REGULAR para lavouras de ciclo curto nos níveis de manejo B e C, e INAPTA no nível A e terras com aptidão BOA para lavouras de ciclo longo no nível de manejo C, REGULAR no nível B e INAPTA no nível A	205
2bc/6	Terras com aptidão REGULAR para lavouras de ciclo curto nos níveis de manejo B e C e INAPTA no nível A e terras sem aptidão para uso agrícola.	15
GRUPO 3 - Terras com aptidão RESTRITA para lavouras em pelo menos um dos níveis de manejo		
3c/6	Terras com aptidão REGULAR para lavouras de ciclo curto no nível de manejo C e INAPTA nos demais e terras com aptidão INAPTA para lavouras de ciclo longo	559
3c/6	Terras com aptidão REGULAR para lavouras de ciclo curto no nível de manejo C e INAPTA nos demais e terras com aptidão INAPTA para lavouras de ciclo longo	27
GRUPO 4 - Terras com aptidão BOA, REGULAR ou RESTRITA para pastagem plantada		
4p	Terras com aptidão REGULAR para pastagem plantada	2
4p	Terras com aptidão REGULAR para pastagem plantada	103
4p	Terras com aptidão REGULAR para pastagem plantada	314
4(p)	Terras com aptidão RESTRITA para pastagem plantada	8.899
4(p)	Terras com aptidão RESTRITA para pastagem plantada	14.975
4(p)	Terras com aptidão RESTRITA para pastagem plantada	6.852
4(p)	Terras com aptidão RESTRITA para pastagem plantada	193
GRUPO 5 - Terras com aptidão BOA, REGULAR ou RESTRITA para pastagem silvicultura ou pastagem nativa		
5(s)	Terras com aptidão RESTRITA para silvicultura	3.704
5(s)	Terras com aptidão RESTRITA para silvicultura	2.480
5(s)	Terras com aptidão RESTRITA para silvicultura	152
5n	Terras com aptidão REGULAR para pastagem nativa	1.204
5n	Terras com aptidão REGULAR para pastagem nativa	907
5(n)	Terras com aptidão RESTRITA para pastagem nativa	7
GRUPO 6 - Terras sem aptidão para uso agrícola		
6	Terras sem aptidão para uso agrícola	6.734
6	Terras sem aptidão para uso agrícola	536

Observações:

1 - Símbolos separados por "/", indicam julgamentos diferentes para lavouras de ciclo curto e longo respectivamente.

2 - _____ traço contínuo sob o símbolo da unidade indica haver na associação de solos, terras com aptidão superior à indicada.

3 - traço descontinuo sob o símbolo da unidade indica haver na associação de solos, terras com aptidão inferior à indicada.

4 - _____ traço duplo sob o símbolo da unidade indica haver na associação de solos, terras com aptidão inferior e superior à indicada.

Fonte: Elaboração do Autor.

A. Grupo 1 - Terras com aptidão BOA para lavouras de ciclo curto em pelo menos um dos níveis de manejo

Terras deste grupo têm ocorrência não muito expressiva na área estudada (Figura 59), tendo sido detectadas em pequenas ocorrências nas porções nordeste e sudeste da área, representadas no primeiro caso por Latossolos argilosos em situação de relevo aplanado, sobre relevos residuais (unidades 1bC) nos chapadões que limitam a área em sua porção leste, também Latossolos argilosos em pequenas ocorrências dispersas na parte oeste da área e, no extremo sudeste, em área de Argissolos Vermelho-Amarelo eutróficos chernossólicos (unidades 1aBC) associados a presença de calcários, todos os casos, levando-se em conta o emprego de sistemas de manejo tecnificados e capitalizados, mas sem emprego de irrigação.

Estas terras quando destinadas a utilização com lavouras perenes ou de ciclo longo, são mais limitadas em razão do déficit hídrico acentuado, característico da região.



- **Subgrupos**

1aBC/2abc - Terras com aptidão BOA para lavouras de ciclo curto nos níveis de manejo B e C e REGULAR no nível A e terras com aptidão REGULAR para lavouras de ciclo longo nos níveis de manejo A, B e C.

1bC/2bc - Terras com aptidão BOA para lavouras de ciclo curto no nível de manejo C, REGULAR no nível A e INAPTA no nível A e terras com aptidão REGULAR para lavouras de ciclo longo nos níveis de manejo B e C e INAPTA no nível A.

1bC/3(bc) - Terras com aptidão BOA para lavouras de ciclo curto no nível de manejo C, REGULAR no nível A e INAPTA no nível A e terras com aptidão RESTRITA para lavouras de ciclo longo nos níveis de manejo B e C e INAPTA no nível A.

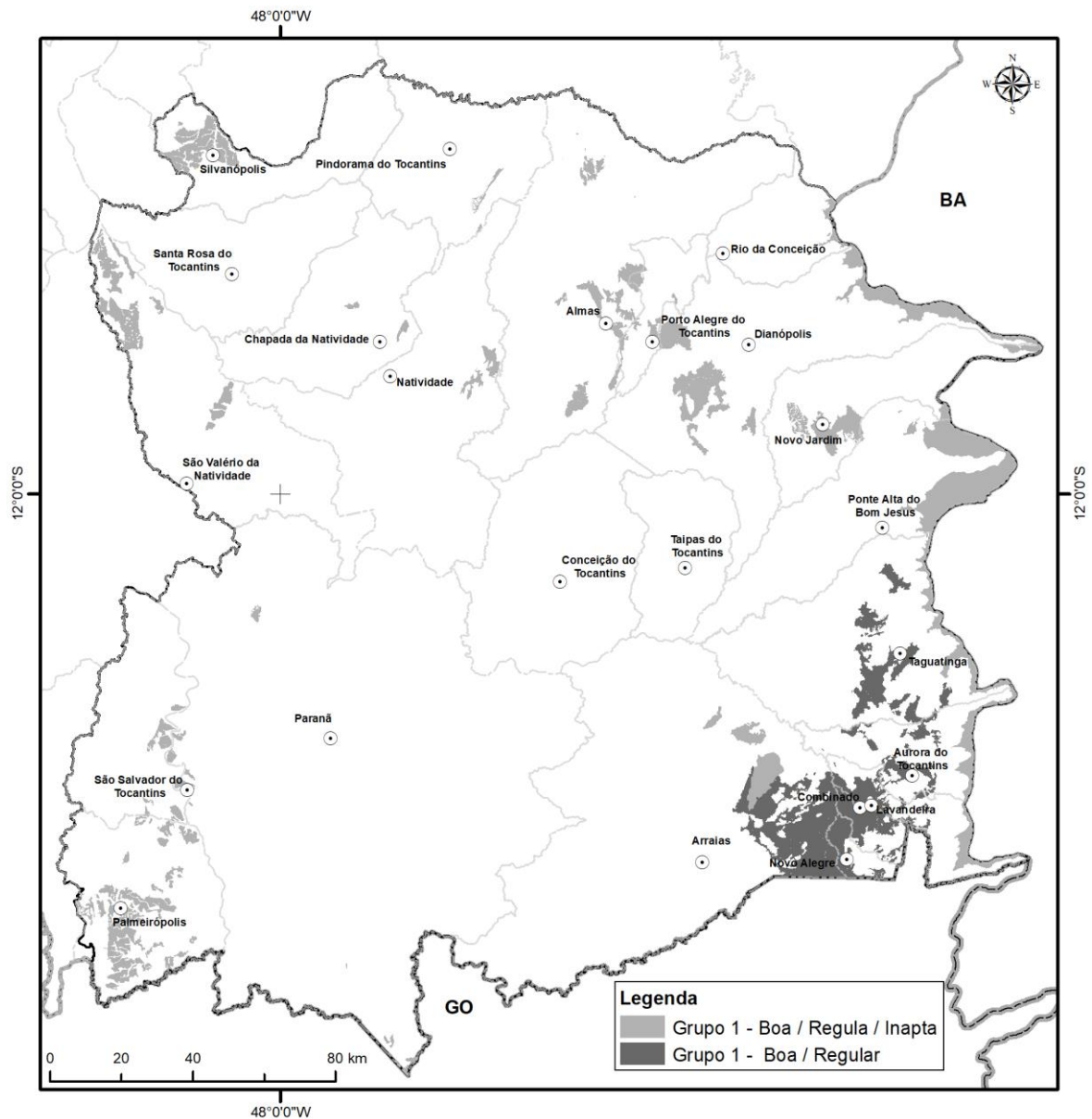


Figura 59. Grupo 1 - Terras com aptidão boa para lavouras de ciclo curto em pelo menos um dos níveis de manejo.

Fonte: Elaboração do Autor.

B. Grupo 2 - Terras com aptidão REGULAR para lavouras de ciclo curto em, pelo menos, um dos níveis de manejo.

Terras deste grupo têm ocorrência muito pouco expressiva na área estudada, tendo sido detectadas em manchas dispersas, mais especificamente nas planícies de alguns rios ou córregos nas proximidades de Paranã e Santa Rosa do Tocantins (Figura 60). Tratam-se de solos do tipo Neossolos Flúvicos, livres de cascalho e pedras, ocorrendo em relevo suave. Requerem sempre correções químicas para seu uso com lavouras.



São terras que se submetidas a corretivos químicos em quantidade adequada (atividade própria de sistema de manejo C) são consideradas BOAS para lavouras.

- **Subgrupo**

2bc/1bC - Terras com aptidão REGULAR para lavouras de ciclo curto nos níveis de manejo B e C e INAPTA no nível A e terras com aptidão BOA para lavouras de ciclo longo no nível de manejo C, REGULAR no nível de manejo B e INAPTA no A.

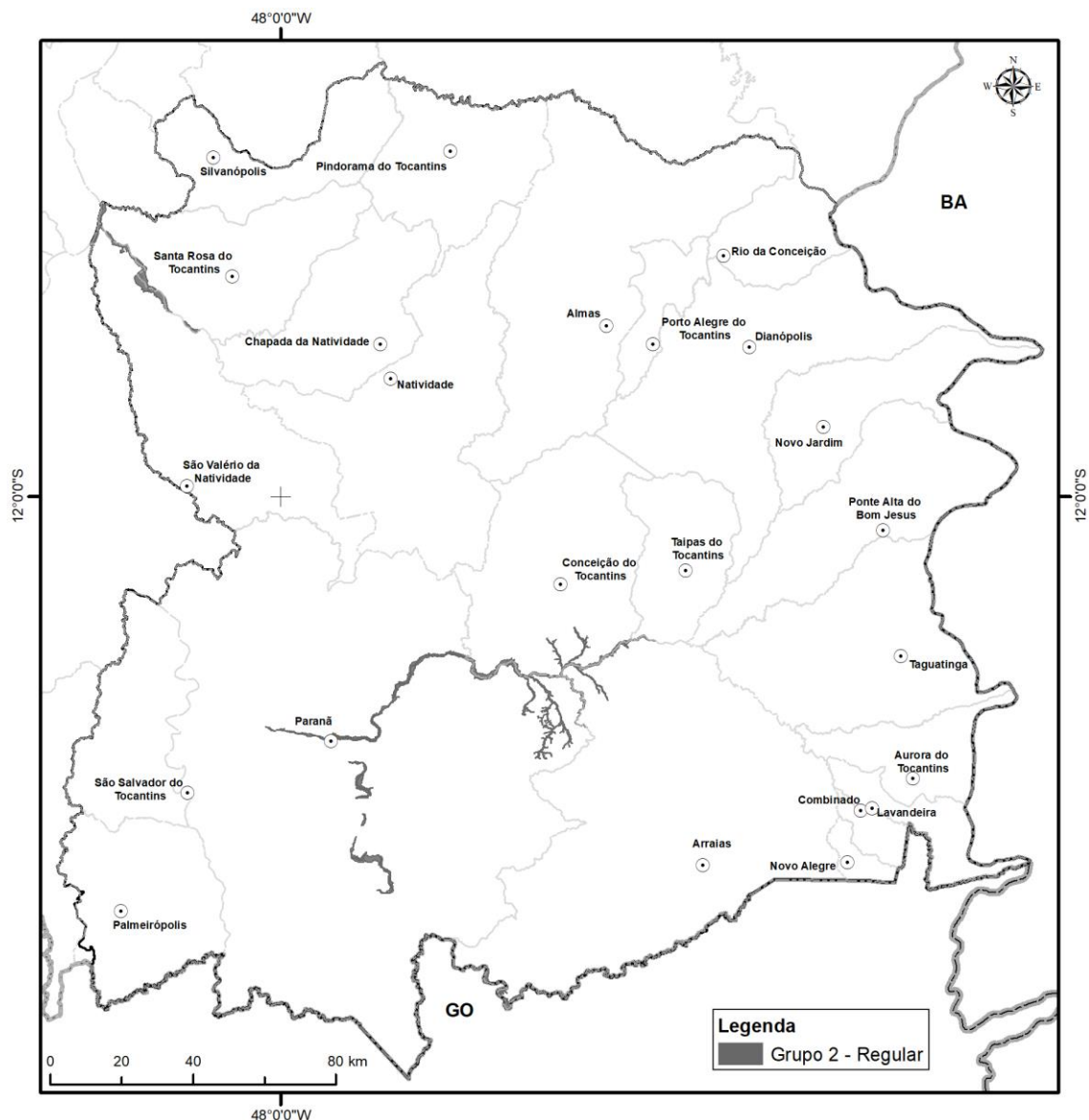


Figura 60. Grupo 2 - Terras com aptidão regular para lavouras de ciclo curto em pelo menos um dos níveis de manejo.

Fonte: Elaboração do Autor.

C. Grupo 3 - Terras com aptidão RESTRITA para lavouras de ciclo curto em pelo menos um dos níveis de manejo

Terras deste grupo também têm ocorrência pouco expressiva na área estudada, tendo sido detectadas em planícies de inundação e alguns terraços de rios e córregos da região de Táipas do Tocantins, São Salvador do Tocantins e Chapada da Natividade e Silvanópolis (Figura 61). Trata-se de solos do tipo Gleissolos de baixa fertilidade natural, livres de cascalho e pedras, ocorrendo em relevo suave. Requerem sempre correções químicas para seu uso com lavouras e quase sempre drenagem artificial por ocorrerem em áreas alagadas ou sujeitas a alagamentos.

Por que razão, são julgadas regulares para lavouras de ciclo curto, em nível de manejo desenvolvido (nível C), que prevê a prática de pequenas obras de drenagem. Para culturas de ciclo longo depende de obras de drenagem de grande porte, não previstas neste sistema e são consideradas INAPTAS para esta modalidade de agricultura.

- **Subgrupo**

3c/6 - Terras com aptidão REGULAR para lavouras de ciclo curto no nível de manejo C e INAPTA nos níveis A e B e INAPTA para lavouras de ciclo longo.

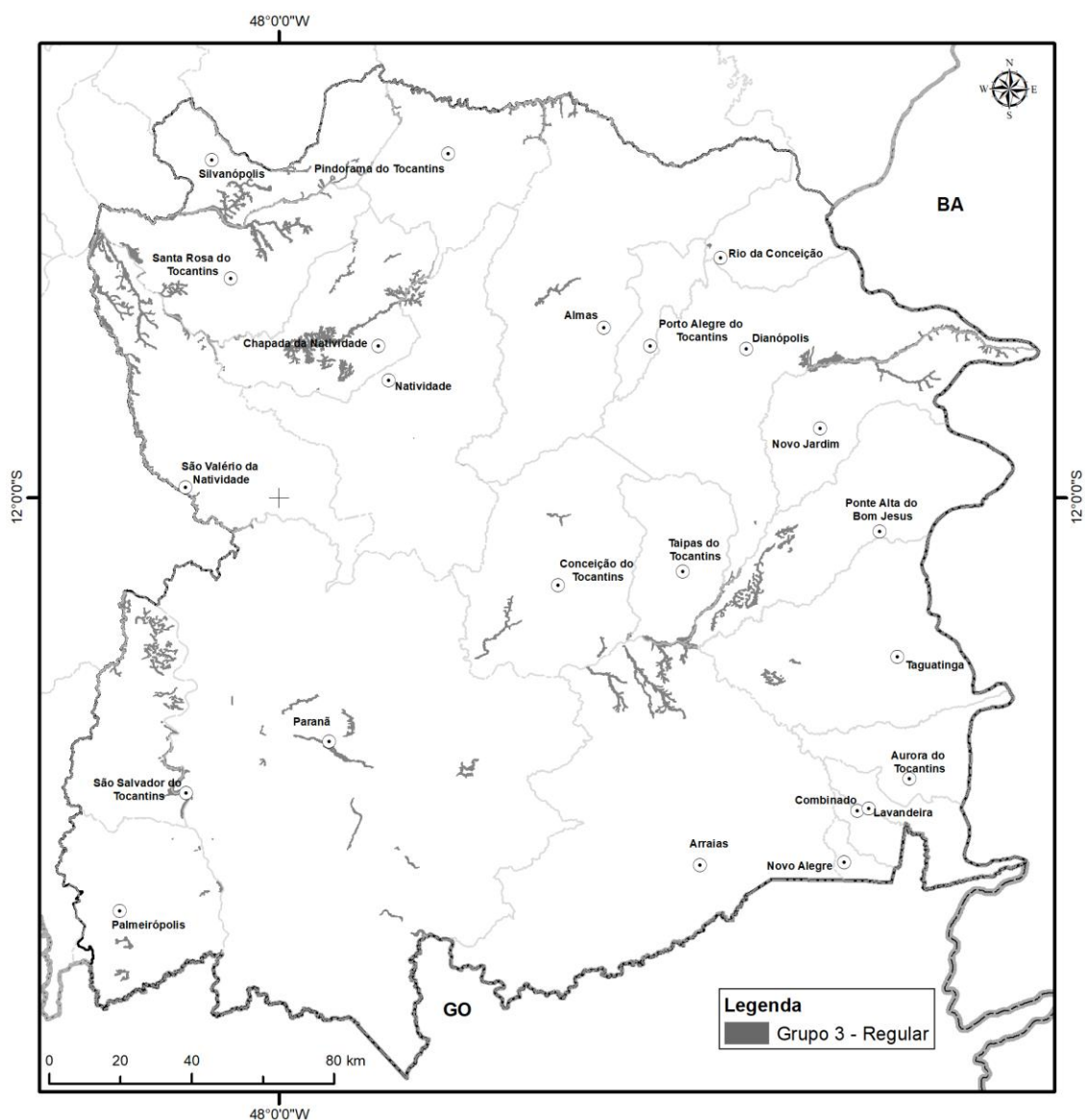


Figura 61. Grupo 3 - Terras com aptidão regular para lavouras de ciclo curto em pelo menos um dos níveis de manejo.

Fonte: Elaboração do Autor.

D. Grupo 4 - Terras com aptidão BOA, REGULAR ou RESTRITA para pastagem plantada

Cultivo de pastagem plantada é uma atividade inerente ao nível de manejo B, previsto neste sistema de avaliação. Implica em preparo do solo com tração animal ou mecanicamente, calagem e correções químicas em doses não muito elevadas e, do ponto de vista de ciclo da cultura, as forrageiras são consideradas de ciclo longo. Considera-se ainda a grande rusticidade das forrageiras, pelos menos se comparadas a lavouras comerciais exóticas, particularmente no tocante a presença de impedimentos físicos no solo, baixa fertilidade e deficiência hídrica.

Terras deste grupo têm ocorrência bastante expressiva na área estudada (Figura 62), tendo sido detectadas em praticamente toda a área. Geralmente são solos com baixa fertilidade natural, textura muito leve (arenosa e média) ou ocorrendo em relevo acidentado. Neste Grupo, destacam-se os solos dos tipos Neossolos Quartzarênicos Órticos (unidades RQo dos mapas de solos), que não são indicados para lavouras em razão de sua textura arenosa que condiciona muito baixa capacidade de retenção de água e nutrientes ou corretivos aplicados, o que faz com que mesmo forrageiras rústicas dos tipos brachiaria ou capim andropogon, sintam sobremaneira a deficiência hídrica na estação seca, o que condiciona o julgamento da sua aptidão como RESTRITA para pastagem plantada.

Outras classes de solo também indicada com restrição, ou seja, como classe RESTRITA para uso com pastagem plantada é a dos Plintossolos Pétricos Concrecionários (unidades FFc dos mapas), que têm ocorrência muito expressiva na área, principalmente em sua porção oeste. Estes solos não são arenosos, mas a elevada quantidade de concreções de ferro, presentes na porção superior dos solos, junto a deficiência hídrica acentuada dos solos, são os principais condicionantes desta situação.

Por razões semelhantes, nesta classe foram enquadrados solos da classe Cambissolos Háplicos (algumas unidades CXbd dos mapas). Neste caso, foram indicadas as unidades que ocorrem em relevo até suave ondulado (declives < 8%) com pedregosidade ou rochiosidade não muito forte.

A maioria absoluta dos solos enquadrados neste grupo, apresentam limitações muito fortes para o plantio de pastagens e foram julgados na classe RESTRITA, sendo que uma pequena parte foi julgada com aptidão REGULAR (unidades CXbe1 e RRe), no primeiro caso pela alta fertilidade natural e no segundo também pela alta fertilidade natural e pela ausência de impedimentos físicos.

- **Subgrupos**

4p - Terras com aptidão REGULAR para pastagem plantada.

4(p) - Terras com aptidão RESTRITA para pastagem plantada.

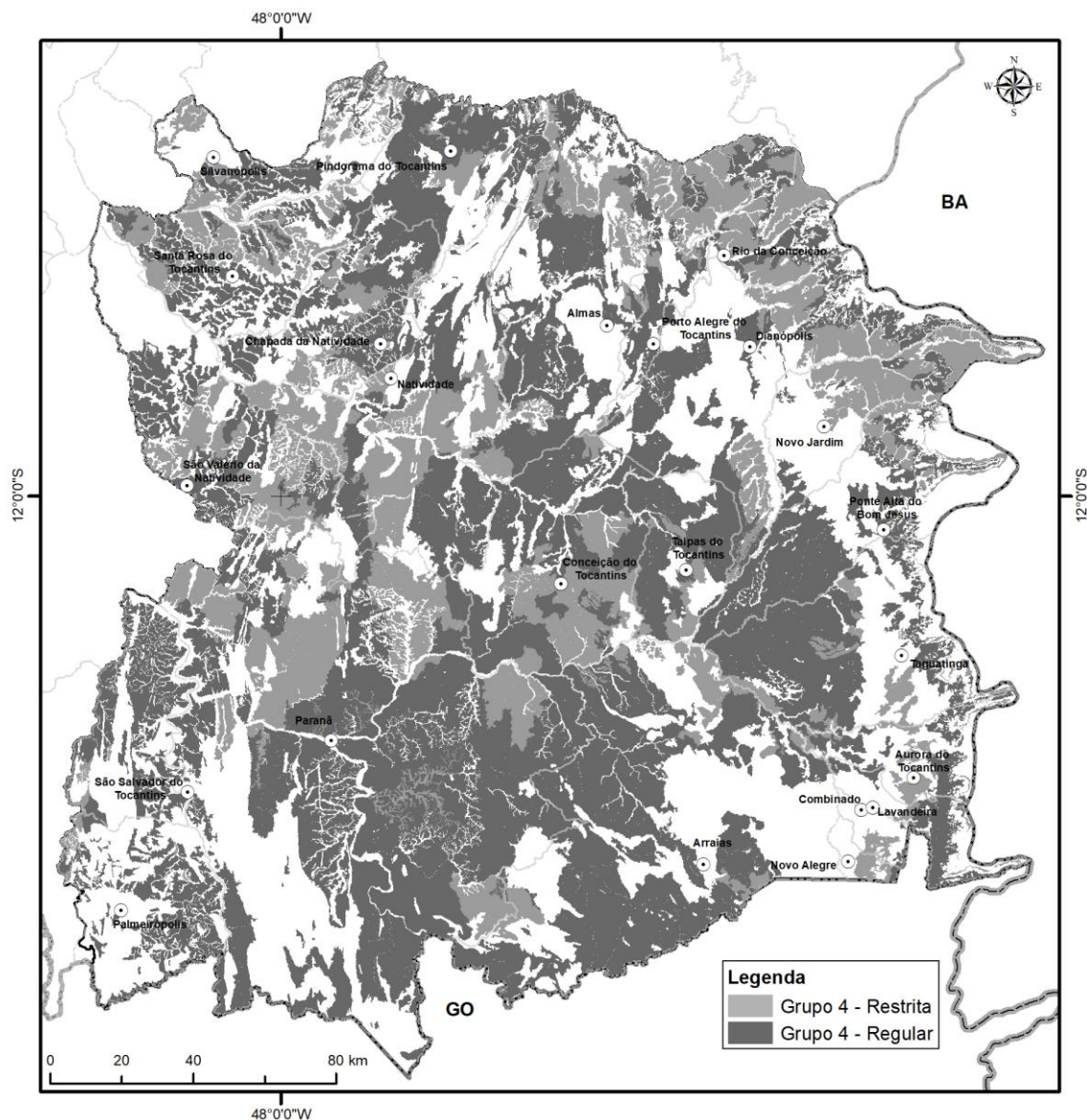


Figura 62. Grupo 4 - Terras com aptidão regular ou restrita para pastagem plantada.

Fonte: Elaboração do Autor.

E. Grupo 5 - Terras com aptidão BOA, REGULAR ou RESTRITA para silvicultura e/ou pastagem natural

Terras deste grupo têm também ocorrência expressiva na área (Figura 63). Em geral são solos com limitações muito fortes, ora por relevo muito acidentado, ora por pequena espessura e ainda por presença excessiva de cascalhos e pedras.

Alguns Cambissolos em relevo acidentado, mas não muito pedregosos ou rochosos, foram julgados com aptidão RESTRITA ou REGULAR para silvicultura ou com o cultivo de espécies florestais (unidades CXbd3, CXbd4, CXbe2).

Neossolos Quartzarênicos Órticos, Cambissolos Háplicos e Neossolos Litólicos quando em relevos não muito acidentados e sob vegetação de campo cerrado, principalmente por

pequena espessura e presença de pedregosidade, foram julgados aptos para exploração com pastagem nativa.

- **Subgrupos**

5s - Terras com aptidão REGULAR para silvicultura.

5(s) - Terras com aptidão RESTRITA para silvicultura.

5n - Terras com aptidão REGULAR para pastagem nativa.

5(s) - Terras com aptidão RESTRITA para pastagem nativa.

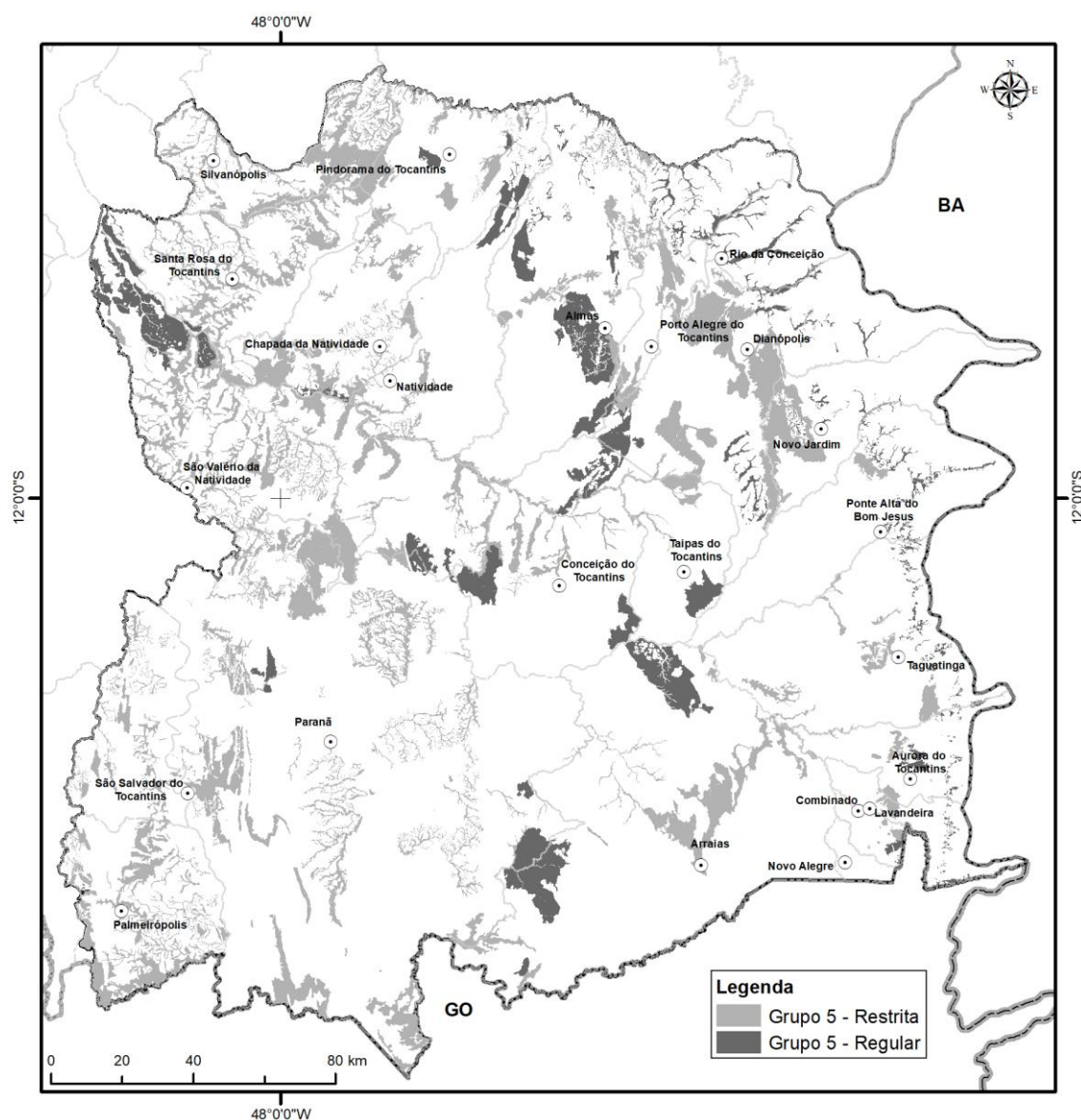


Figura 63. Grupo 5 - Terras com aptidão regular ou restrita para silvicultura e/ou pastagem natural.

Fonte: Elaboração do Autor.

F. Grupo 6 - Terras sem aptidão para uso agrícola

Terras deste grupo têm também ocorrência expressiva na área estudada, tendo sido detectadas em manchas dispersas, relacionadas à presença de solos com severas limitações. Sua maior concentração é encontrada nos municípios de São Salvador do Tocantins, Arraias, Natividade e Ponte Alta do Bom Jesus (Figura 64). Geralmente, trata-se de áreas íngremes como bordos de serras, morros, ou então áreas aplanadas com solos com severos impedimentos físicos, como presença excessiva de cascalhos, pedras ou concreções ferruginosas.

- **Subgrupo**

6 - Terras sem aptidão para uso agrícola.

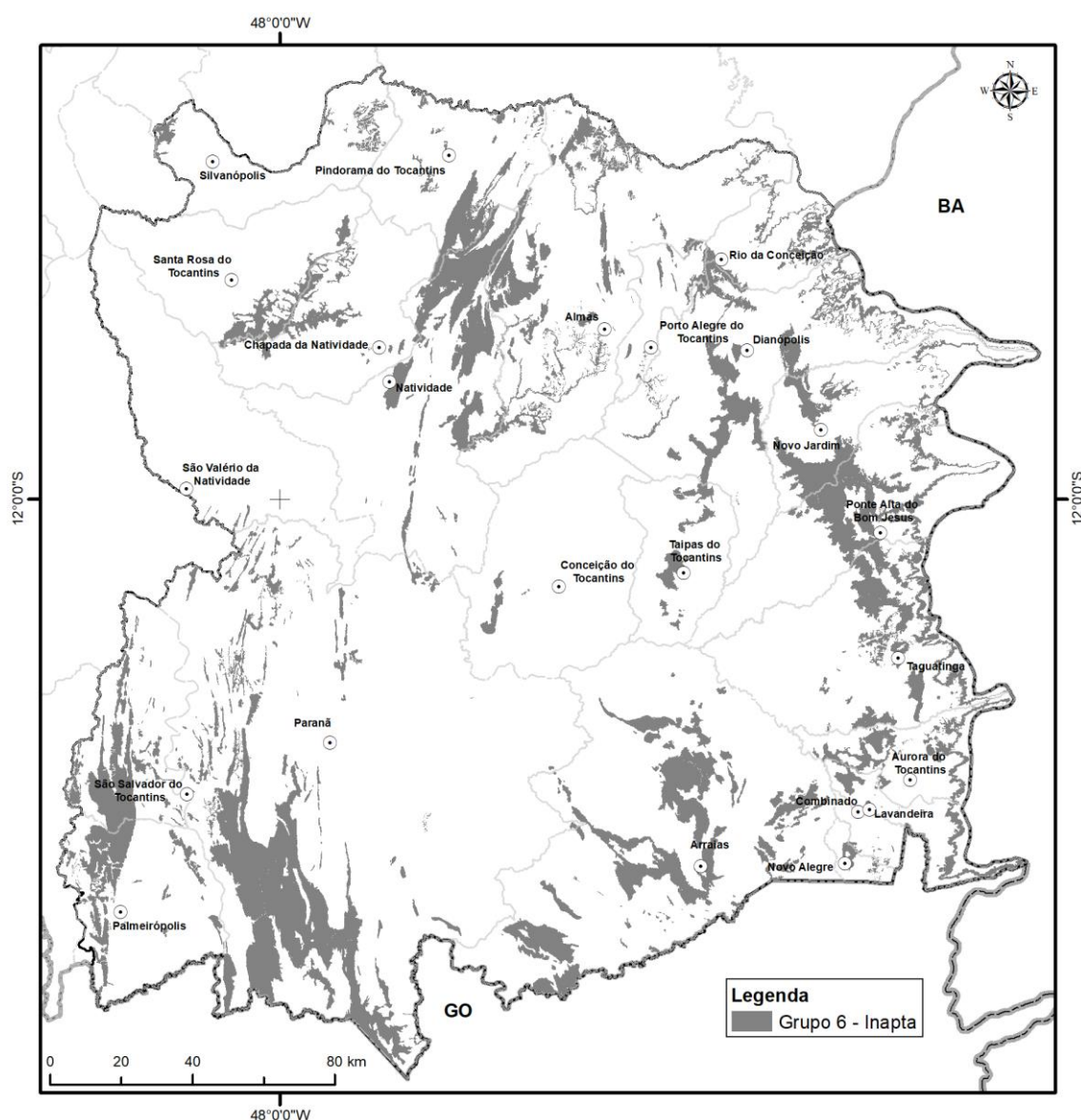


Figura 64. Grupo 6 - Terras sem aptidão agrícola.

Fonte: Elaboração do Autor.

5.5 Clima

Foram gerados planos de informação em ambiente ArcGIS para cada uma das variáveis climáticas, após a análise, preenchimento de falhas, consistência e validação dos dados (Apêndice L). Os planos de informação foram mensais para precipitação pluvial, temperatura do ar, deficiência hídrica, umidade relativa do ar, índice de umidade, índice hídrico, evapotranspiração de referência e índice de aridez da UNEP. Analisaram e avaliaram-se os períodos compostos pela média de três eventos El Niño e La Niña, classificados como fortes, buscando entender a influência dos mesmos na escassez hídrica da região. Os valores mensais da deficiência hídrica, índice de umidade e índice hídrico foram derivados diretamente do balanço hídrico climatológico, seguindo a metodologia Thornthwaite e Matter (1955). A seguir são descritas as análises feitas para cada uma das variáveis climáticas mencionadas anteriormente.

5.5.1 Precipitação pluvial

A variação espacial da média mensal da precipitação pluvial durante o primeiro semestre do ano é exibida no Apêndice L-1 e do segundo semestre no Apêndice L-2. O trimestre mais chuvoso da região é dezembro, janeiro e fevereiro, e o menos chuvoso é junho julho e agosto. Efetivamente, o total mensal de chuva nessa região varia entre 0 e 20 mm, no período mais seco - meses de abril (Apêndice L-1.4) a setembro (Apêndice L-2.9) a até 300 mm, no período chuvoso da região, que se entende entre os meses de outubro (Apêndice L-2.10) a março (Apêndice L-1.3).

No caso específico da estação meteorológica do município de Taguatinga, a precipitação total do mês de dezembro de 1989 foi de 605,1 mm. Este alto valor de precipitação não foi registrado apenas nesse município, mas também em toda região de estudo em face da ocorrência do fenômeno La Niña de 1988-1989, considerado como um dos mais fortes já registrados em todos os tempos.

O menor total pluviométrico médio anual da região de estudo é no município de Paranã, enquanto o maior está localizado em Dianópolis, com 1.228,4 mm e 1.662,2 mm, respectivamente (Apêndice L-3.1). A máxima pluviometria registrada nesse último município foi de 2.235,0 mm durante o ano de El Niño e a mínima de 1.027,8 mm (Apêndice L-3.2). O desvio de precipitação durante os anos de El Niño (média de três eventos fortes) variou entre 26 mm (São Salvador do Tocantins) e 200 mm em Natividade; já durante o ano de La Niña, o desvio de precipitação variou entre 74,2 mm (Palmeirópolis) a 503,7 mm Santa Rosa do Tocantins (Apêndice L-3.3).

Muito embora as precipitações pluviais durante os períodos seco e chuvoso de toda região ocorram no mesmo período, os totais anuais diferem significativamente. No período chuvoso, a precipitação média na região varia entre 200 mm (novembro) a 150 mm (abril) (Apêndice L-4.1), enquanto no semestre seco entre 20 mm (maio) e 100 mm (outubro) (Apêndice L-4.2). Os meses mais secos da região são junho, julho e agosto e os mais chuvosos são dezembro, janeiro e fevereiro.



A estação chuvosa da região concentra mais de 85% do total pluviométrico médio anual, enquanto, que os 15% restantes chove praticamente apenas em dois meses, maio e setembro, pois nos meses junho, julho e agosto a pluviometria é praticamente nula em toda RSE-TO. A precipitação pluvial nessa região apresenta pouca variabilidade espacial e intra-anual, quando comparada com a precipitação do Nordeste do Brasil. O coeficiente de variação (CV), conhecida como uma medida padronizada de dispersão, apresenta variação entre 17,1% (Pindorama do Tocantins) e 21,3% (Rio da Conceição). Na região Nordeste do Brasil, especialmente na parte semiárida, o CV da precipitação pode ultrapassar 50% (SANTOS, 2010). O Apêndice M - Precipitação Média anual mostra a síntese da variável.

5.5.2 Temperatura do ar

Estudos anteriores indicam que a temperatura média no estado do Tocantins, está na faixa de 26 a 32 °C, enquanto, que em agosto, as temperaturas mais altas ficam em torno de 48 °C, sendo que espacialmente prevaleceram temperaturas entre 36 °C e 40 °C, durante a estação seca (PIRES, 2015). Já de acordo com o presente estudo, a temperatura média é aproximadamente 3°C mais baixa na RSE-TO do que na região norte. De forma geral, a temperatura média na RSE-TO varia entre 21,8 °C (Dianópolis) e 26,9 °C (Taguatinga), enquanto a temperatura instantânea pode atingir o máximo de 38,2 °C e mínimo de 14,8 °C, em Dianópolis.

No município de Paranã a temperatura instantânea varia entre 12,2 °C - 38,8 °C. As áreas com temperaturas mais elevadas se situam no noroeste, centro e sudeste da região, enquanto, que as temperaturas mais amenas são encontradas justamente nas áreas com maior altitude no nordeste e sudoeste da região de estudo. Essa condição se mantém em todos os meses do ano em face dos efeitos orográficos da região. Muito embora seja o período de estiagem, os meses de maio (Apêndice L-5.5), junho (Apêndice L-5.6) e junho (Apêndice L-5.7) são os mais frios e os meses de setembro (Apêndice L-6.9) e outubro (Apêndice L-6.10) são os mais quentes.

As regiões no entorno de Aurora do Tocantins e Paranã apresentam as maiores temperaturas em todos os meses do ano em face da proximidade da Serra das Traíras (ou das Palmas, 1.340 m), a pouco mais de 2 km da divisa com o estado de Goiás. Os municípios de Almas, Arraias, Dianópolis e Natividade também apresentam altas taxas de temperatura do ar, pois estão localizados em baixas altitudes na base da Serra Geral do Tocantins, com elevações que podem superar 1.000 metros em alguns pontos.

A temperatura média anual varia entre 23,1 °C (Dianópolis) e 25,7 °C (Taguatinga) - Apêndice L-7.1. Já nos anos de El Niño, a temperatura média do ar oscila entre 25,8 °C (Lavandeira) e 28,4 °C (Santa Rosa do Tocantins) - Apêndice L-7.2. No período de La Niña, a temperatura do ar varia entre 25,4 °C - 27,6 °C e, no período seco, entre 26,3 °C e 29,4 °C (Apêndice L-7.3). Os valores máximos da temperatura do ar instantânea, durante o ano de 2017, em Paranã (altitude: 274 m), Dianópolis (altitude: 720 m) e Almas (altitude: 397 m) foram, respectivamente, de 41,9 °C, 37,8 °C e 39,0 °C, todos durante o período seco da região.

A temperatura do ar média da região de estudo é 8,2% maior nos anos de El Niño e apenas 1,4% maior nos anos de La Niña. No período chuvoso, (Apêndice L-9.1) a temperatura do ar varia entre 23,1 - 25,6 °C e no período seco (Apêndice L-8.2) entre 23,2 - 25,8 °C. Os menores valores de temperatura do ar, como esperados, ocorrem no período chuvoso e são de 12,2 °C; 14,8 °C e 14,1 °C em Paranã, Dianópolis e Almas, respectivamente, e mínimos no período seco. Os efeitos de altitude e de sazonalidade na temperatura do ar são evidentes nessas localidades, porém são minimizados quando apresentados por meio de valores médios diários. O Apêndice N - Temperatura média anual mostra a síntese da variável.

5.5.3 Umidade relativa do ar

Os meses com os maiores valores de umidade relativa são janeiro (Apêndice L-9.1), fevereiro (Apêndice L-9.2) e março (Apêndice L-9.3), justamente no período chuvoso da região. Por outro lado, os meses com os menores valores de umidade relativa do ar na RSE-TO ocorrem nos meses de julho (Apêndice L-10.7), agosto (Apêndice L-10.8) e setembro (Apêndice L-10.9), que correspondem ao período seco.

A umidade relativa média anual do ar na região varia entre 61,8% (Porto Alegre do Tocantins) e 65,3% (Taipas do Tocantins) - Apêndice L-11.1. Os menores valores de umidade relativa são encontrados nas áreas serranas dos municípios de Paranã, Taguatinga e Ponte Alta do Tocantins. Durante os anos de El Niño (Apêndice L-11.2) e de La Niña (Apêndice L-11.3) essa condição espacial média anual, se repete.

A umidade relativa nos anos de El Niño varia entre 59,8% (Palmeirópolis) e 63,8% (Rio da Conceição) e, nos anos de La Niña, entre 62,5% (Arraias) e 68,7% (Chapada da Natividade). Esses valores devem ser vistos com cautela, haja vista que eles são médias diárias, enquanto valores instantâneos podem atingir valores bem menores. Em Paranã (altitude de 274 m), por exemplo, a umidade relativa foi muito baixa, com valor de até 10% às 16 h do dia 31 de agosto de 2017. Valores instantâneos abaixo de 30% são comuns durante o período de estiagem, não apenas nesse município, mas também em Almas (altitude de 397 m) com 15% e Dianópolis (altitude de 720 m) com 11%.

A umidade relativa média da RSE-TO do estado fica 4% menor nos anos de El Niño e 3% maior dos anos de La Niña. A umidade relativa, em média, varia entre 78,7% e 86,8% no período chuvoso da região (Apêndice L-12.1) e entre 33,7% e 47,2% no período seco (Apêndice L-12.2). A umidade relativa também tende a diminuir nas localidades com altitudes mais elevadas, como naqueles municípios localizados nas proximidades da Serra das Traíras e da Serra Geral do Tocantins. O Apêndice O - Umidade relativa do ar média anual mostra a síntese da variável.

5.5.4 Evapotranspiração de referência

A evapotranspiração de referência (ET_o) se caracteriza pelo fato de expressar a demanda atmosférica, ou seja, quanto maior a temperatura do ar e menor a umidade relativa, maior a ET_o. Dessa forma, as menores taxas ocorrem especificamente nos meses de fevereiro (Apêndice L-13.2) e abril (Apêndice L-13.4) na parte noroeste da região. Por outro lado, coma



ETo expressa também o poder evaporativo do ar, o máximo absoluto ocorre no mês de setembro (Apêndice L-14.9) com valores de até 260 mm em todo o município de Paranã e pequena parte de Arraias.

O total médio anual da ETo da região varia entre 2.141,8 mm em Arraias e 2.016,6 mm (Pindorama do Tocantins) - Apêndice L-15.1. Estudo demonstra que a ETo média anual no semiárido do Nordeste do Brasil é em torno de 3.000 mm, em face da alta demanda atmosférica da região (SILVA, 2004). Nos anos de El Niño (Apêndice L-15.2) a ETo é 10,5% maior do que a média anual e nos anos de La Niña (Apêndice L-15.3) é 10% menor do que a média anual da região. Nos anos de El Niño, a ETo varia entre 2.223 mm (Chapada da Natividade) a 2.389 mm (Arraias). Também nos anos de La Niña, a ETo é mínima na Chapada da Natividade, apesar do município não ficar localizado numa altitude muita elevada (apenas 365 m), enquanto o máximo é de 1.985 mm, no município de Paranã.

Durante o período seco da RSE-TO (Apêndice L-16.2), que se estende abril a setembro, a ETo atinge os seus valores máximos mensais entre 160 a 260 mm. A demanda atmosférica na região de estudo é razoavelmente homogênea, pois ETo no período seco representa, em média, 57% do total anual e no período chuvoso 43% (Apêndice L-16.1). No período de transição seco/chuvoso (agosto, setembro e outubro) a ETo varia entre 205 - 239 mm; já no período de transição chuvoso/seco (fevereiro, março e abril) a ETo varia entre 150 - 154 mm. A ETo média na RSE-TO é de 2081 mm, praticamente 30% menor do que no semiárido do Nordeste do Brasil que é cerca de 3000 mm (SILVA, 2004). Como esperado, o período chuvoso apresenta os menores valores de ETo em face da baixa demanda atmosférica e os maiores ocorrem na estação seca. O Apêndice P - Evapotranspiração média anual mostra a síntese da variável.

5.5.5 Deficiência hídrica

A deficiência hídrica média anual na RSE-TO varia entre 833,9 mm (Silvanópolis) e o máximo de 1.006,2 mm em Paranã (Apêndice L-17.1). Os valores máximos mensais ocorrem no mês de agosto, precisamente 236,6 mm (Paraná) e o mínimo de zero em todos os meses do período chuvoso. A deficiência hídrica, nos anos de El Niño, varia entre 1.037 mm (Rio da Conceição) e 1.407,2 mm (Paraná) - Apêndice L-17.2. Por outro lado, nos anos de La Niña a deficiência hídrica varia entre 665,8 mm (Silvanópolis) e 992,7 mm (Paraná) - Apêndice L-17.3.

Nos anos de El Niño, a deficiência hídrica é 21,8% maior quando comparada com os valores médios anuais, enquanto nos anos de La Niña, a diferença é de 19,6% menor. Os menores valores médios anuais de deficiência hídrica ocorrem nas partes norte e nordeste da região, enquanto os maiores na parte sul, no entorno dos limites dos municípios de Paranã e Arraias (período anual) e no entorno, também, de Paranã e São Valério da Natividade. A deficiência hídrica, nos anos La Niña, tende a ser menor nos municípios de Almas, Silvanópolis e Chapada da Natividade.

5.5.6 Índice de aridez (IA)

De acordo com a variação espacial anual do índice aridez da UNEP, praticamente toda a RSE-TO é classificada como subúmida úmida (Apêndice L-18.1), exceto o município de Paranã que se apresenta na condição subúmida seca. A parte sul da região apresenta índice de aridez com indicação de forte ressecamento ambiental, com exceção dos municípios de Palmeirópolis e São Salvador do Tocantins. Durante os anos de El Niño (Apêndice L-18.2), essa área subúmida seca, localizada na parte sul da região, aumenta e o núcleo no entorno do município de Paranã se torna semiárido. Já durante os anos de La Niña (Apêndice L-18.3), a maior parte da RSE-TO se torna toda subúmida úmida (Apêndice L-18.3) e a parte norte, entorno dos municípios de Pindorama do Tocantins e Rio da Conceição, é classificada como úmida. Esse resultado deve ser visto com cautela, haja vista que a ocorrência dos fenômenos El Niño e La Niña são eventuais e o clima de uma região é uma condição permanente.

Nas condições climáticas médias anuais, o IA varia entre 64 (Paranã) e 77 nos municípios de Santa Rosa do Tocantins, São Valério da Natividade e Silvanópolis. Já nos anos de El Niño, o IA varia entre 64 (Paranã) e 68 (Ponte Alta do Bom Jesus); enquanto nos anos de La Nina, o IA varia entre 73 (São Salvador do Tocantins) e 111 (Santa Rosa do Tocantins), cuja classificação da UNEP é de clima úmido.

Na RSE-TO, os valores médios anuais do IA durante os anos de El Niño e anos de La Niña são, respectivamente, 60 e 97. Portanto, o nível de ressecamento ambiental na região, nos anos de El Niño aumenta 15% e, nos anos de La Niña, diminui 37% em relação às condições médias anuais.

A classificação do nível de susceptibilidade à desertificação em função do índice de aridez, apresentada no Quadro 22, indica que em termos de condições permanente do clima, ou seja, a condição média exibida no Apêndice L-18.1, apenas o entorno do município de Paranã apresenta predisposição ambiental moderada ao processo de desertificação. Já durante os eventos de El Niño, essa área no entorno de Paranã apresenta alto nível de susceptibilidade (Apêndice L-18.2). Por outro lado, durante os eventos de La Niña, nenhuma parte da região apresenta qualquer susceptibilidade à desertificação.

Quadro 22. Classificação do nível de susceptibilidade à desertificação em função do IA

NÍVEL DE SUSCEPTIBILIDADE	IA
Moderada	51 < IA < 65
Alta	21 < IA < 50
Muito alta	5 < IA < 20

Fonte: Adaptado MMA (2005).

5.5.7 Índice hídrico

O índice hídrico (Ih) médio anual na RSE-TO varia entre os mínimos localizados nos municípios de Paranã (6) e Rio da Conceição (7) e máximos em São Valério da Natividade (19) e Silvanópolis (18) - Apêndice L-18.1, enquanto o Ih médio de toda a região é 15. Dessa forma, de acordo com a classificação dos tipos climáticos, segundo Thornthwaite e Mather (1955), as condições climáticas médias da região ficam dentro da faixa subúmida úmida ($0 < Ih < 20$), tal como indicou o índice de aridez da UNEP.



As condições climáticas, durante os anos de El Niño, variam entre -1 (Paranã) e 16 (Ponte Alta do Bom Jesus) - Apêndice L-19.2, enquanto o lh médio de toda a região é 9. Por outro lado, durante os anos de La Niña, o lh varia entre 11 (São Salvador do Tocantins) e 46 (Santa Rosa do Tocantins) - Apêndice L-19.3. O lh médio de toda a RSE-TO nos anos de ocorrência deste fenômeno é 28. Portanto, de acordo com a classificação de Thornthwaite e Mather (1955), durante os anos de La Niña, as condições climáticas da região de estudo variam entre subúmido úmido a úmido. Os municípios de Paranã e Palmeirópolis também aparecem com baixos valores de lh, de 20 e 15, respectivamente. Os efeitos dos fenômenos El Niño e La Niña são bastante nítidos no clima da região, haja vista que o lh diminui 39% nos anos de El Niño e aumenta 87% nos anos de La Niña.

5.5.8 Índice de umidade

O índice médio anual do índice de umidade (lu) é mínimo na parte sul da RSE-TO, precisamente nos municípios de Paranã e Arrais, e máximo na parte norte da região, em torno dos municípios de Porto Alegre do Tocantins, Chapada da Natividade, Santa Rosa do Tocantins, dentre outros (Apêndice L-20.1). De acordo com a classificação climática de Thornthwaite e Mather (1955) para o período de janeiro de 1979 a julho de 2014, o índice de umidade para o período anual de -22 classifica a localidade de Paranã como semiárida e o valor máximo de -6 em Santa Rosa do Tocantins como subúmido seco. Já durante os anos de ocorrência do fenômeno El Niño, praticamente a metade da RSE-TO (11 municípios) apresenta valores do índice de umidade dentro da faixa semiárida de acordo com Thornthwaite e Mather (1955) ($-40 \leq lu < -20$), sendo o menor valor de -37 em Paranã. O resto da região se situa dentro da faixa subúmida seca ($-20 \leq lu < 0$), principalmente os municípios de Taipas do Tocantins, localizada na parte central da região, com o maior valor de -13.

Nos anos de ocorrência do fenômeno La Niña (Apêndice L-20.3), o índice de umidade de toda região varia entre subúmida úmida a úmida. O município de Paranã também apresentou os menores valores de lu, entre -4,2 e -16; enquanto o maior valor se encontra no município de Pindorama do Tocantins, inclusive positivo entre 14 e 23. Não obstante essa variabilidade climática em função do lu, em termos médios e de acordo com a Thornthwaite e Mather (1955), o clima da RSE-TO é classificado como subúmido úmido, megatérmico, moderada com deficiência hídrica no verão, sendo o trimestre mais quente setembro, outubro e novembro, cuja fórmula climática é C2A'sa'. Esta classificação é diferente daquela encontrada por SOUSA et al. (2010) para o município de Palmas, TO, que utilizando a mesma metodologia encontrou a fórmula climática C2wA'a'.

5.5.9 Vulnerabilidade à escassez hídrica

Na busca de sintetizar as principais informações sobre a escassez hídrica na RSE-TO, o Apêndice L-21 exibe o mapa de vulnerabilidade à escassez hídrica, baseando-se nas principais variáveis climatológicas analisadas no estudo. Essa análise indica que praticamente toda a RSE-TO é significativamente susceptível à escassez hídrica, principalmente a parte sul, cujo grau de vulnerabilidade varia de muito alto a extremo. Essas duas classes de vulnerabilidade representam juntas mais de 20.000 km², ou seja, 37,3% de toda a região.

Dessa forma, cerca de 93% da região apresenta risco à escassez hídrica variando entre alto e muito alto (Quadro 23).

Quadro 23. Classes de riscos de escassez hídrica e respectivos valores de vulnerabilidade da RSE-TO.

Grau de vulnerabilidade	Área		Valor da vulnerabilidade
	km ²	%	
Baixo	137,498	0,3	1,0 - 1,3
Moderado	2.348,513	4,3	1,3 - 1,7
Alto	31.672,392	58,2	1,7 - 2,2
Muito alto	19.036,091	35,0	2,2 - 2,6
Extremo	1.237,481	2,3	2,6 - 3,0

Fonte: Elaboração do Autor adaptado Crepani et al. (2001).

Apenas 0,3% de toda a região apresenta baixo risco à escassez hídrica, ou seja, 137,498 km², situados no extremo norte da região, no interior do município de Pindorama do Tocantins. Por outro lado, o maior grau de vulnerabilidade à escassez hídrica (extremo) fica situado no município de Paranã e representa uma área de 1.237.481 km², ou seja, 2,3% de toda a região. A razão disso está relacionada ao fato que essa área apresenta os menores valores de precipitação e os maiores de deficiência hídrica de toda a RSE-TO. Além disso, os valores de evapotranspiração de referência são maiores justamente na área em que o índice de umidade é menor.

O nível de escassez hídrica, no Brasil, aumenta de forma abrupta com as recentes secas. Apenas no período de fevereiro 2012 a janeiro de 2015 a Região Sudeste do país perdeu 56 km³ de água e a Região Nordeste 49 km³ de água (GETIRANA, 2016). A previsão num futuro próximo, aponta que acesso a água será um problema enfrentado por toda humanidade, torna a população da RSE-TO mais vulnerável aos efeitos nefastos e cada vez mais recorrentes das grandes secas. Portanto, diante dos fatos documentos, resultados do presente estudo, é possível realçar a necessidade de medidas governamentais no sentido de minimizar os efeitos do alto nível à escassez hídrica em algumas áreas dessa região do Tocantins.

Os valores máximos, mínimos e médios anuais das variáveis meteorológicas utilizadas neste estudo são exibidos no Quadro 24. Mais uma vez se constata que o município de Paranã e seu entorno apresentam os menores valores médios anuais de precipitação, índice de aridez da UNEP, índice hídrico e índice de umidade. Já a deficiência hídrica é máxima nessa região, bem como a temperatura do ar nos anos de El Niño. Por outro lado, a temperatura do ar, evapotranspiração de referência e deficiência hídrica apresentam valores máximos nos anos de La Niña no entorno da região de Paranã, que fica situada na parte sul da RSE-TO. Por outro lado, a parte mais úmida e menos susceptível ao processo de desertificação está situada no norte e oeste da RSE-TO, principalmente no entorno dos municípios de Silvanópolis, São Valério da Natividade e Santa Rosa do Tocantins.



GOVERNO DO TOCANTINS

Quadro 24. Sumários das variáveis meteorológicas utilizadas no estudo de caracterização da escassez hídrica na RSE-TO.

Anual			El Niña			La Niña		
Máximo	Mínimo	Média	Máximo	Mínimo	Média	Máximo	Mínimo	Média
Precipitação (mm)								
Dianópolis	Paraná		Taipas do Tocantins	Paraná		Santa Rosa do Tocantins	São Salvador do Tocantins	
1.662,2	1.228,4	1485,8	1.594,0	1047,9	1.368,1	2.015,0	1.395,4	1764,5
Temperatura (°C)								
Taguatinga	Dianópolis		Paraná	Lavandeira		Paraná	Lavandeira	
25,7	23,1	24,9	28,4	25,8	27,1	26,6	24,3	25,3
Umidade Relativa (%)								
Taipas do Tocantins	Porto Alegre do Tocantins		Palmeirópolis	Rio da Conceição		C. da Natividade	Arraias	
65,3	61,8	63,6	63,8	59,8	61,3	68,7	62,5	65,4
Evapotranspiração de Referência (mm/ano)								
Arraias	Pindorama do Tocantins		Arraias	Chapada da Natividade		Paraná	Chapada da Natividade	
2.141,8	2.016,6	2081,4	2.389,4	2223,5	2.298,3	1.985,2	1.782,9	1.870,0
Deficiência Hídrica (mm/ano)								
Paraná	Silvanópolis		Paraná	Rio da Conceição		Paraná	Silvanópolis	
1.006,2	833,9	917,6	1.407,2	1037,4	1.167,8	992,7	665,8	766,9
Índice de Aridez da UNEP (adimensional)								
São. Valério da Natividade	Paraná		Ponte Alta do Bom Jesus	Paraná		Sta. Rosa do Tocantins	São Salvador do Tocantins	95,0
77,0	64,0	71	68,0	44,0	60,0	111,0	73,0	
Índice Hídrico (adimensional)								
São. Valério da Natividade	Paraná		Ponte Alta do Bom Jesus	Paraná		Sta. Rosa do Tocantins	São Salvador do Tocantins	
19,0	6,0	15,0	16,0	-1,0	9,0	46,0	11,0	28,0
Índice de Umidade (adimensional)								
Santa Rosa do Tocantins	Paraná		Ponte Alta do Bom Jesus	Paraná		Sta. Rosa do Tocantins	São Salvador do Tocantins	
-6,0	-22,0	-12,0	13,0	-37,0	-6,0	23,0	-16,0	4,0

Fonte: Elaboração do Autor.

5.6 Recursos hídricos

5.6.1 Disponibilidade hídrica superficial - estudos desenvolvidos e resultados

5.6.1.1 Análise de consistência dos dados fluviométricos

A análise de consistência dos dados foi iniciada por meio da seleção das estações fluviométricas listadas no Quadro 25. Ressalta-se que as estações 21050000 e 21050020 estão localizadas na mesma seção fluvial e possuem períodos de monitoramento complementares, de modo que as mesmas, para as análises de preenchimento e estudo das variáveis hidrológicas, foram unificadas.

Quadro 25. Estações fluviométricas selecionadas.

Código	Nome	Rio	Área de drenagem (km ²)	Disponibilidade de dados de vazão
20500000	Porto Uruaçu	Rio Maranhão	34.600	07/1966 a 09/1996
21050000	São Félix (A/B)	Rio Tocantins	57.400	01/1971 a 09/1996
21050020	AHE São Félix - Mira B / S. Félix	Rio Tocantins	57.400	09/1980 a 12/2001
21080000	UHE São Salvador Barramento	Rio Tocantins	63.522	12/1977 a 03/2006
21650000	Montante da Barra do Palma	Rio Paranã	40.200	11/1977 a 09/2006
21750000	Lavandeira	Rio Mosquito	1040	11/1974 a 12/2007
21850000	UHE Peixe Angical Rio da Palma	Rio Palma	12.400	01/1973 a 09/2006
21890000	Barra do Palma	Rio Palma	17.700	12/1971 a 09/2006
21900000	Paraná	Rio Paranã	57.900	10/1970 a 12/2005
22040000	Fazenda Angical	Rio Tocantins	126.000	08/1974 a 11/2005
22050001	Peixe	Rio Tocantins	128.000	03/1970 a 10/2013
22190000	Porto Alegre	Rio Manuel Alves	1.780	10/1975 a 06/2013
22220000	Porto Jerônimo - Faz. Piracicaba	Rio Manuel Alves	10.300	08/1974 a 02/2017
22250000	Fazenda Lobeira	Rio Manuel Alves	14.500	08/1969 a 12/2007
22350000	Porto Nacional	Rio Tocantins	174.000	01/1931 a 12/2001
22500000	Miracema do Tocantins	Rio Tocantins	185.000	07/1969 a 02/2013
22730000	Porto Gilândia	Rio das Balsas	4.730	07/1969 a 12/1981
23100000	Tupiratis	Rio Tocantins	242.000	08/1969 a 02/2013
23600000	Tocantinópolis	Rio Tocantins	289.000	01/1955 a 09/2013
23700000	Descarreto	Rio Tocantins	297.000	05/1973 a 01/2017

Fonte: Sistema Hidroweb - hidroweb.ana.gov.br. (ANA, 2018).

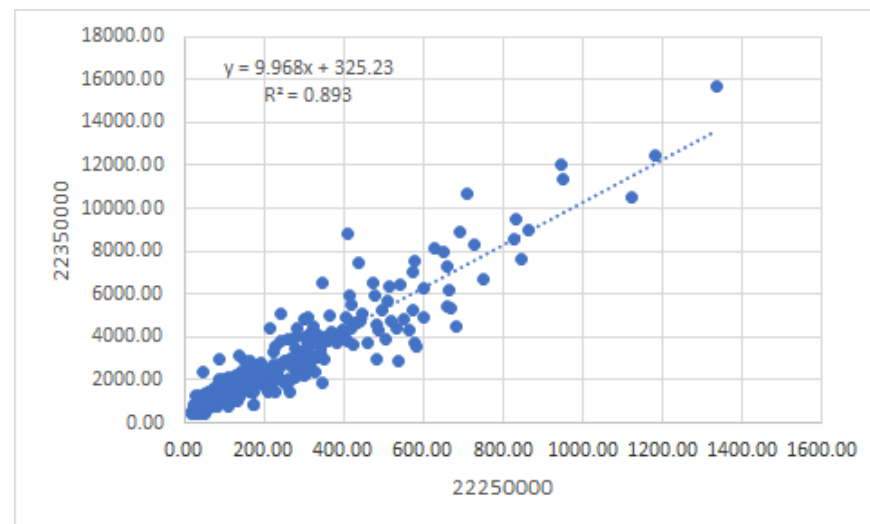
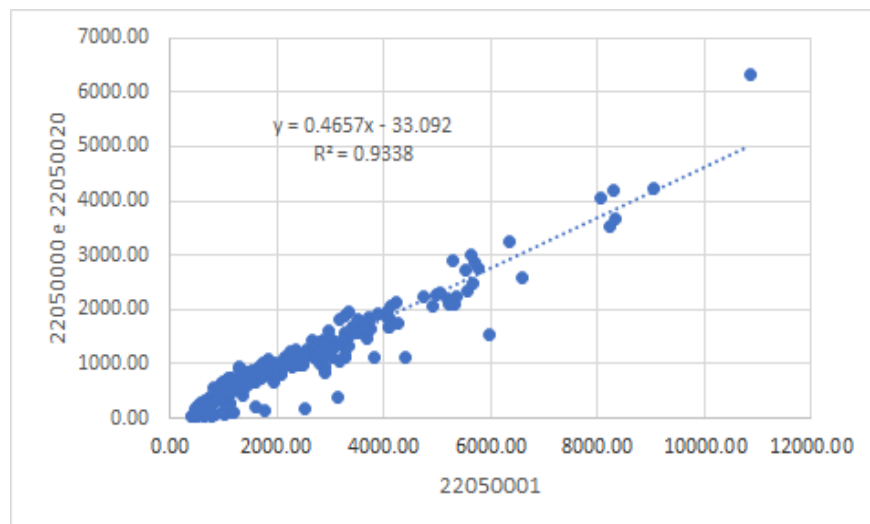
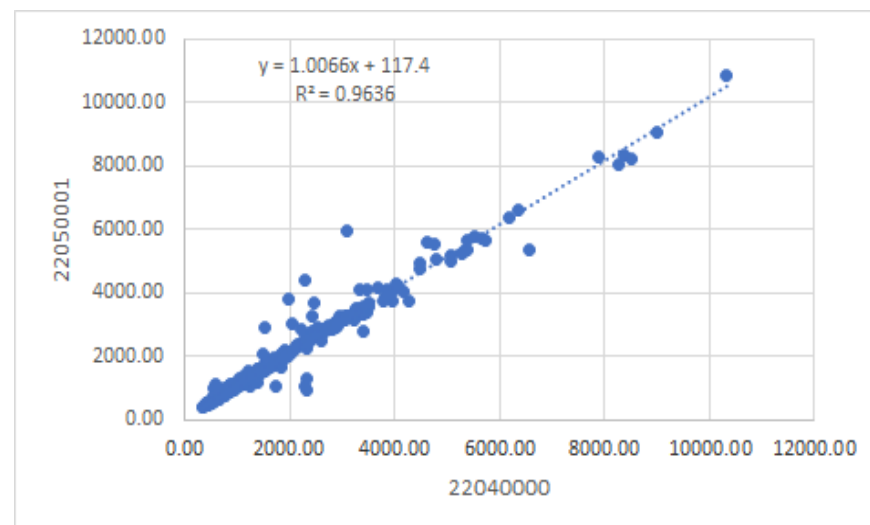
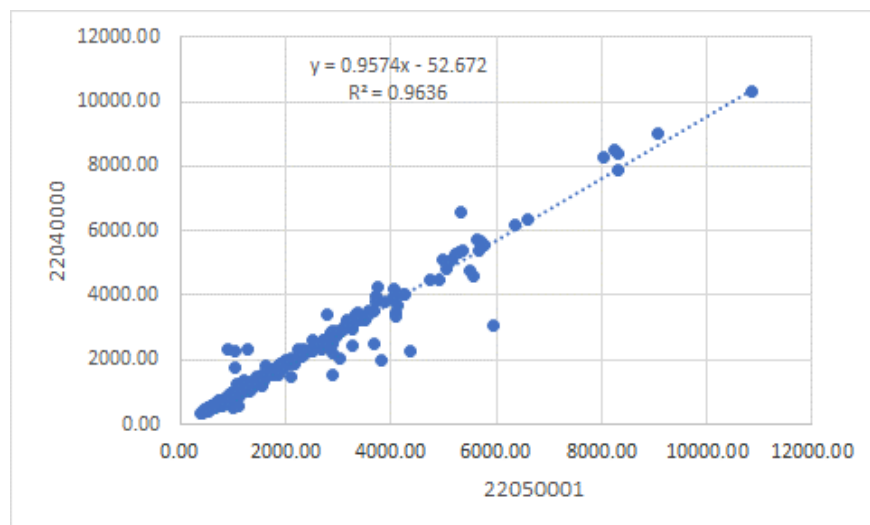
5.6.1.2 Preenchimento das séries de vazões em período comum

O período comum selecionado para as estações estudadas foi definido entre janeiro de 1971 e setembro de 2006, sendo aquele em que se possui maior número de meses sem falhas entre todas as estações selecionadas, de forma a viabilizar o preenchimento das mesmas. Apesar de algumas estações apresentarem dados para o ano de 2007, mostram muitas falhas e não permitiram o preenchimento de uma série completa para aquele ano. Para os anos seguintes, foram verificadas apenas séries no rio Tocantins, com grande área de drenagem ou no rio Manuel Alves, neste caso com grande número de falhas. Dessa forma, este é um



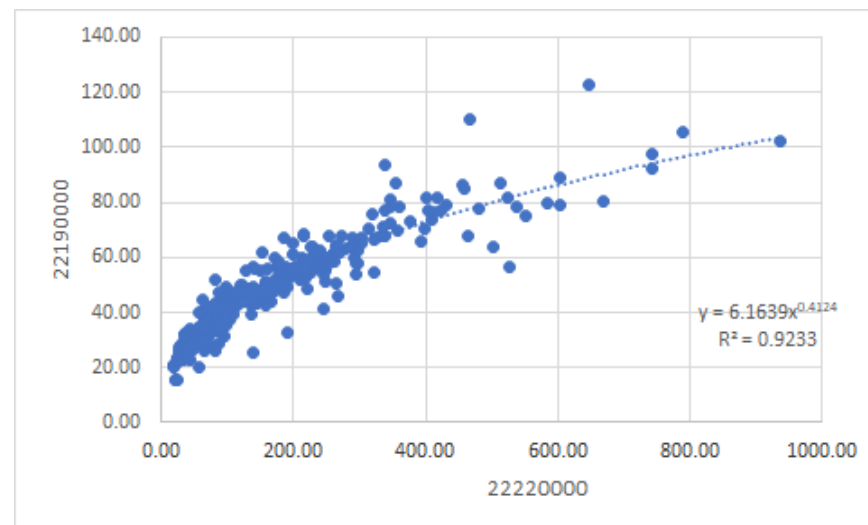
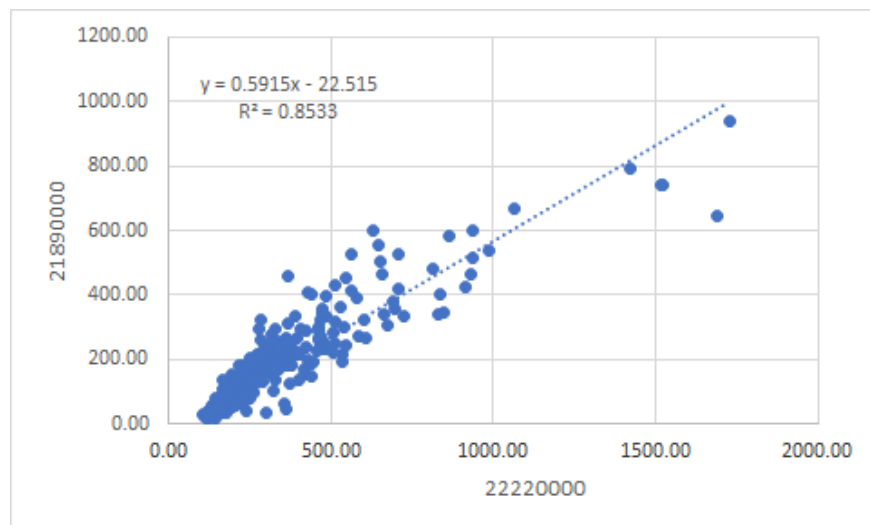
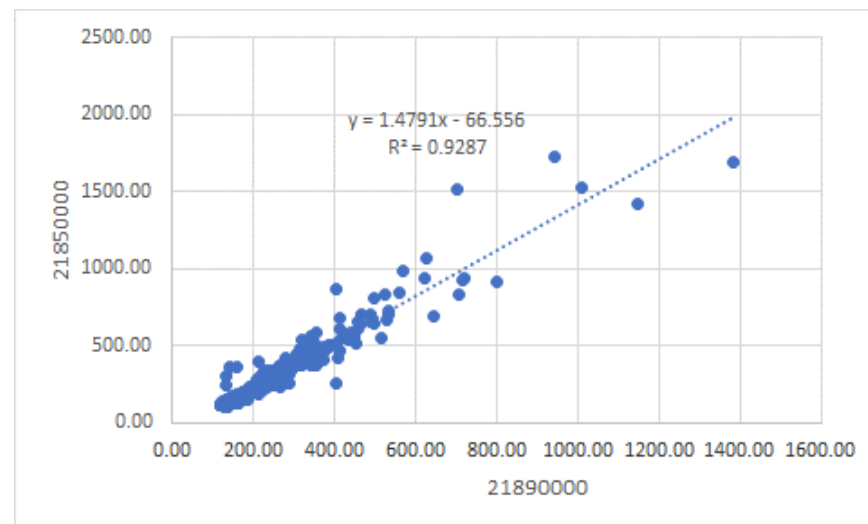
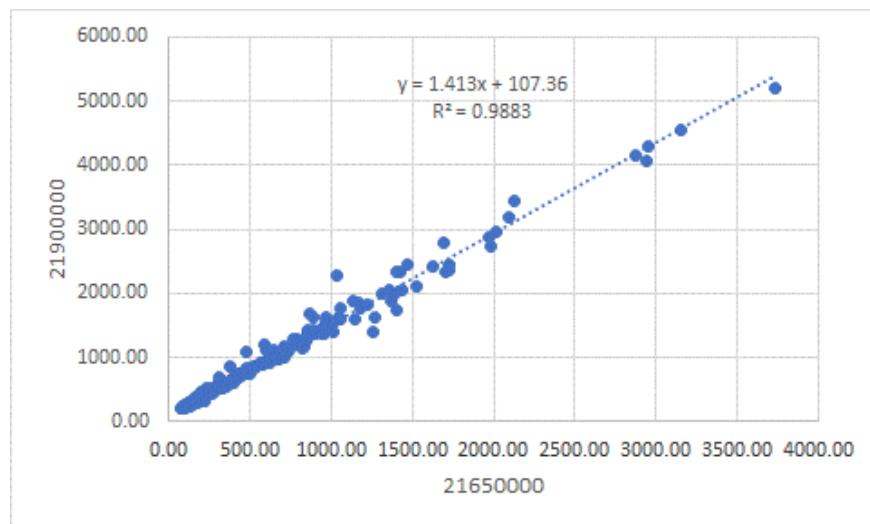
ponto de consideração relevante deste estudo, uma vez que a ausência de séries por períodos mais recentes faz com que os estudos não considerem as estiagens pronunciadas observadas nos últimos anos, para os quais seria interessante a análise.

Na Figura 65 são apresentadas as curvas de regressão utilizadas para preenchimento das falhas mensais de cada uma das estações selecionadas. A partir do coeficiente de determinação R^2 (medida de ajustamento de modelo estatístico por meio de regressão linear) apresentado em cada gráfico, observa-se qual o critério de seleção da estação de preenchimento foi atendido sem ressalvas. Na Figura 66 pode-se observar o fluviograma obtido para as estações fluviométricas selecionadas. O fluviograma é a representação gráfica da variação da vazão em relação ao tempo. Ele foi desenvolvido com base nas séries completas, após o preenchimento das falhas. O gráfico da Figura 66 tem a finalidade de apresentar as tendências de regime hídrico entre as estações fluviométricas avaliadas, mostrando situações similares para os corpos de água da bacia, entre os picos de cheia e estiagem, análise importante para a continuidade dos estudos.

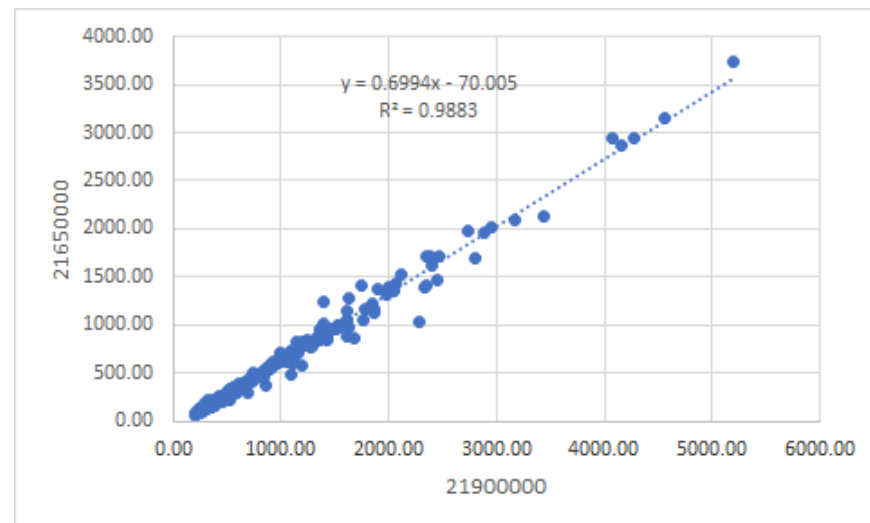
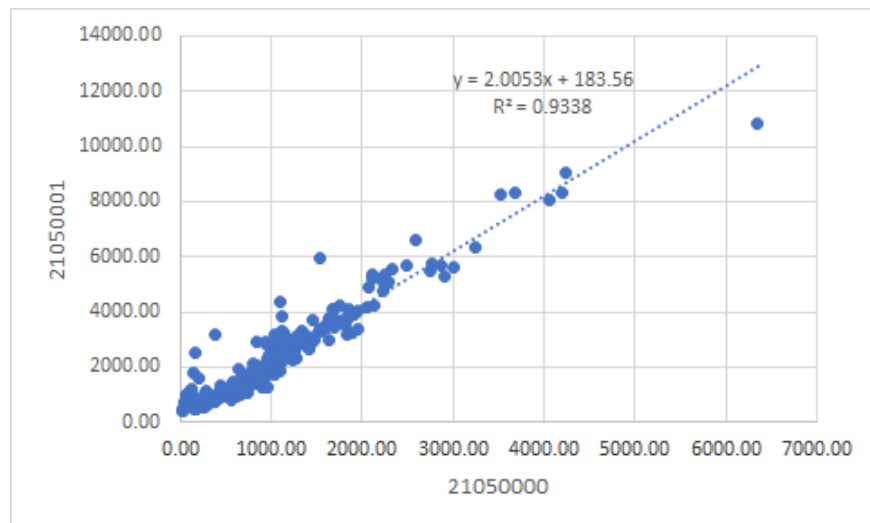
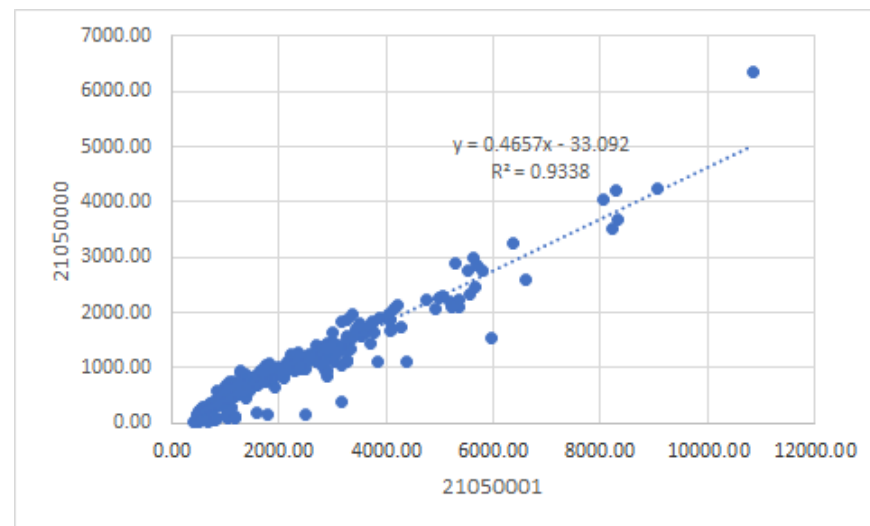
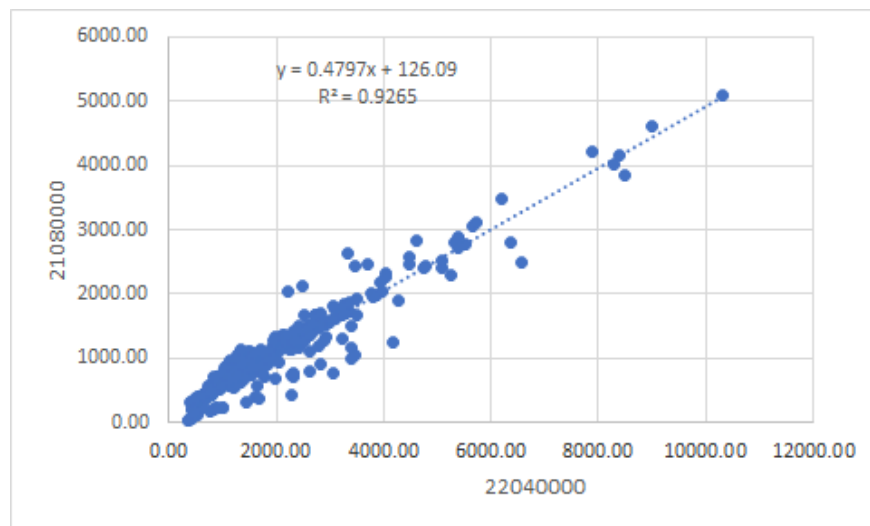


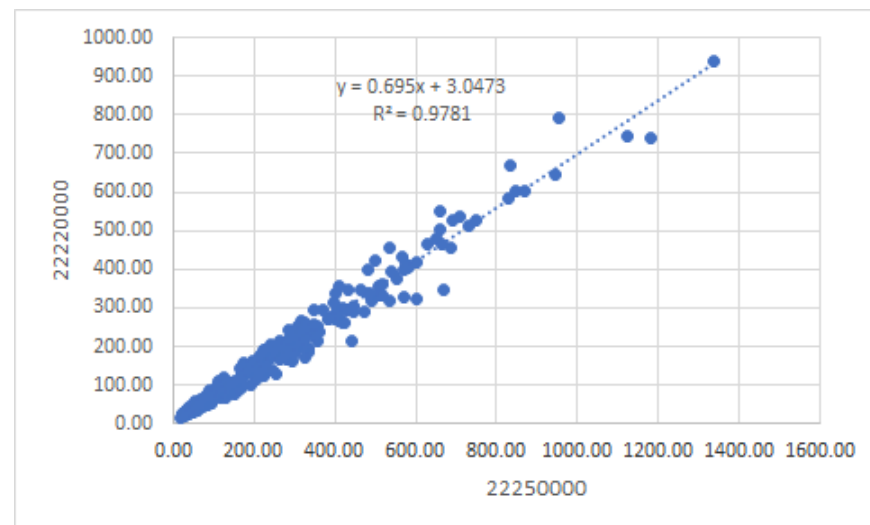
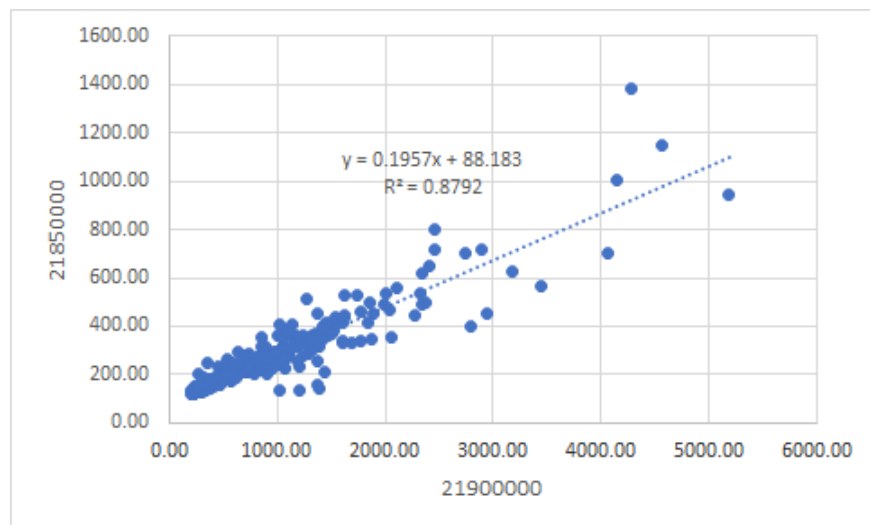
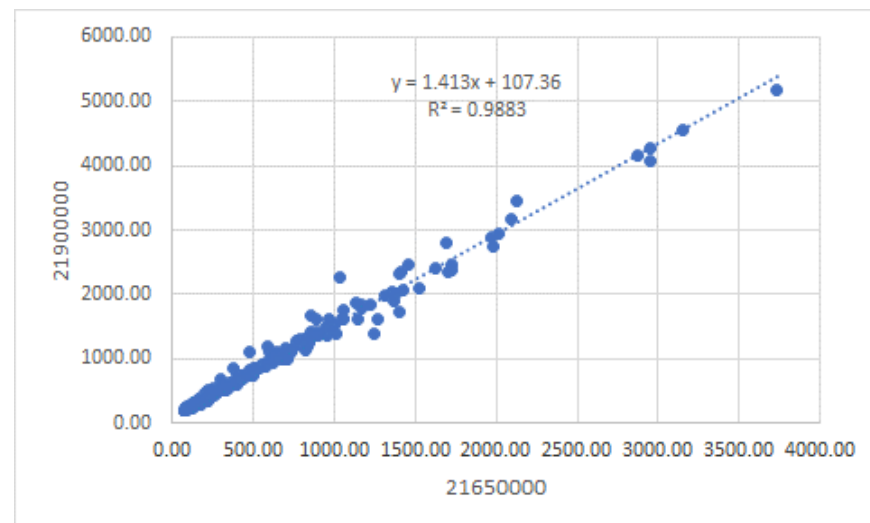
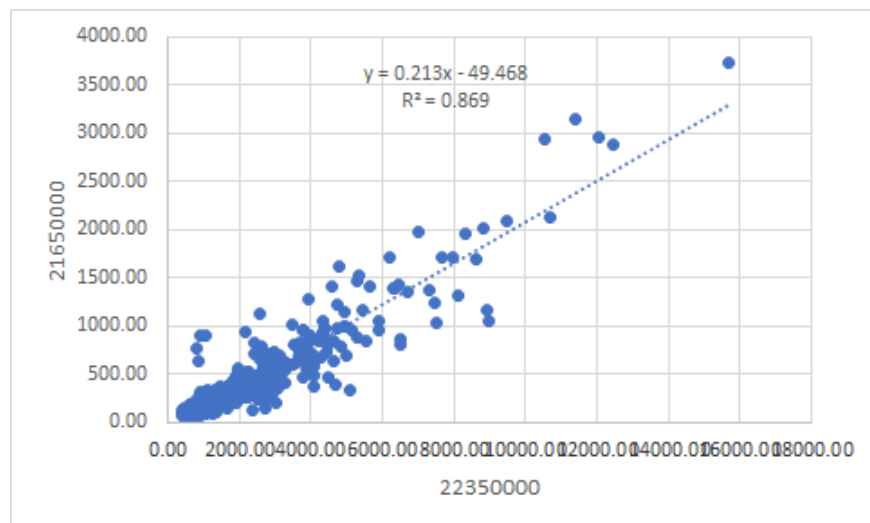


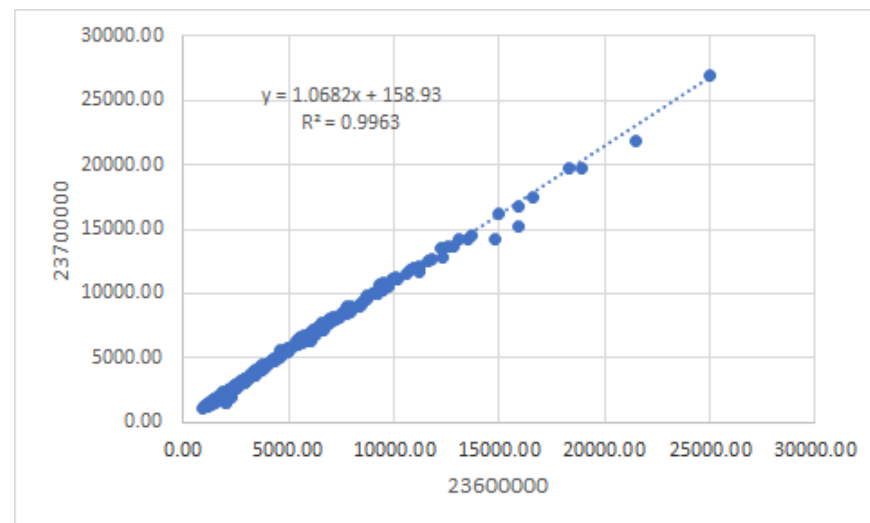
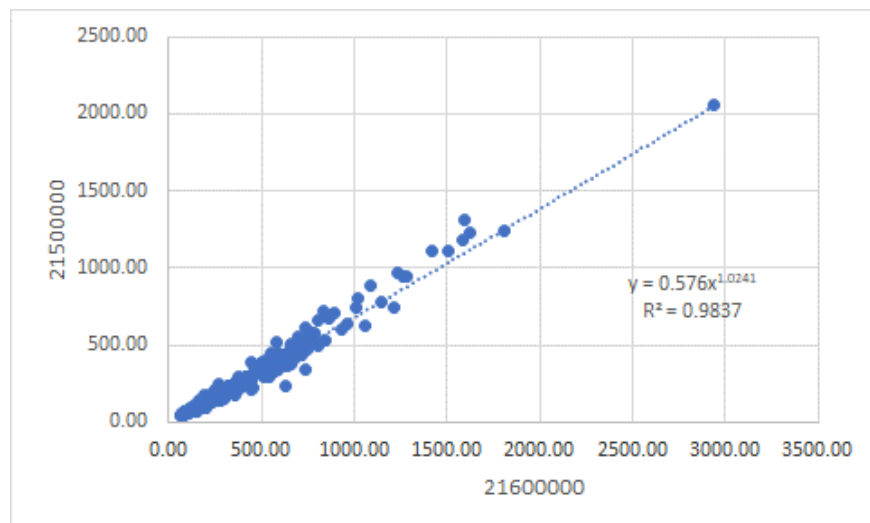
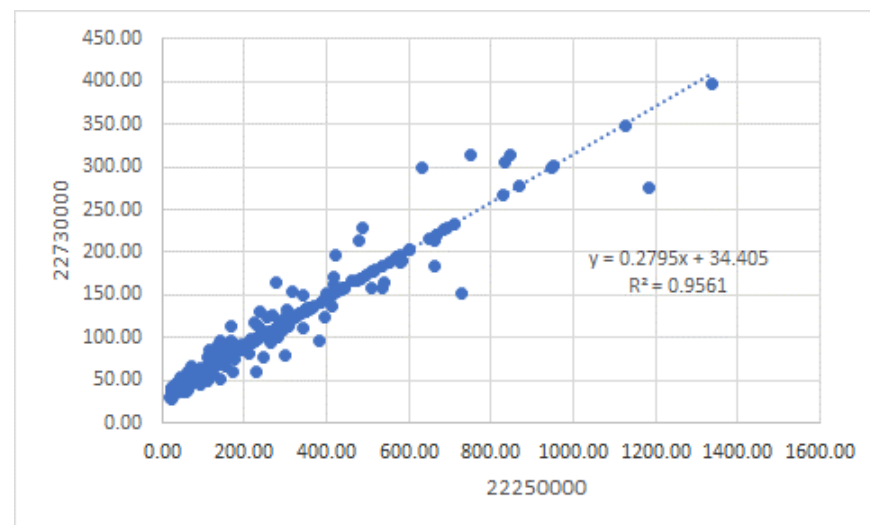
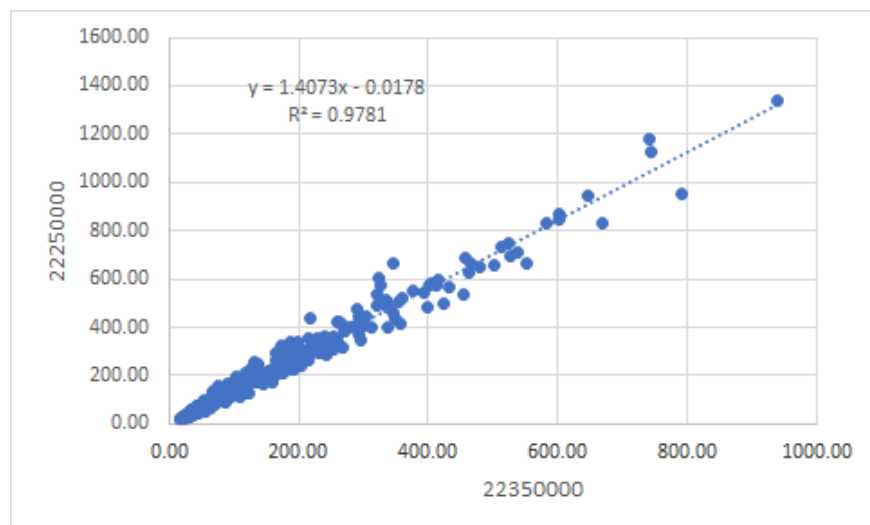
GOVERNO DO TOCANTINS



Delimitação e Caracterização Cartográfica das Áreas Vulneráveis a Escassez Hídrica na Região Sudeste do Estado do Tocantins









GOVERNO DO TOCANTINS

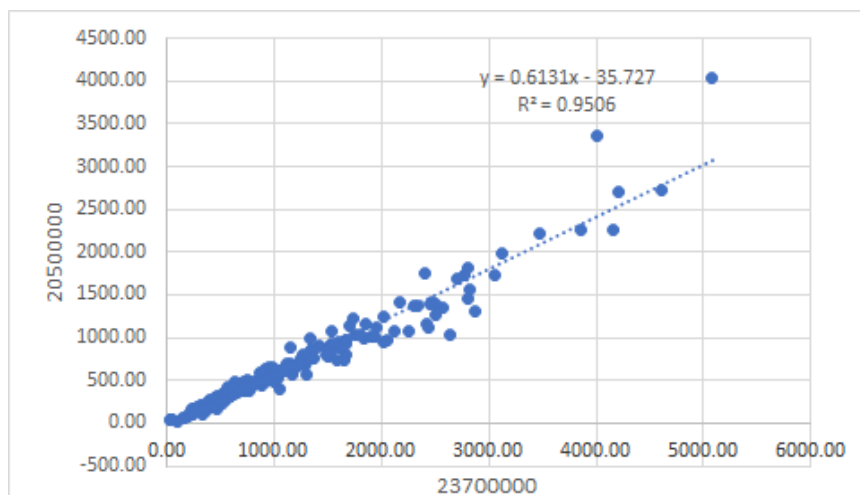
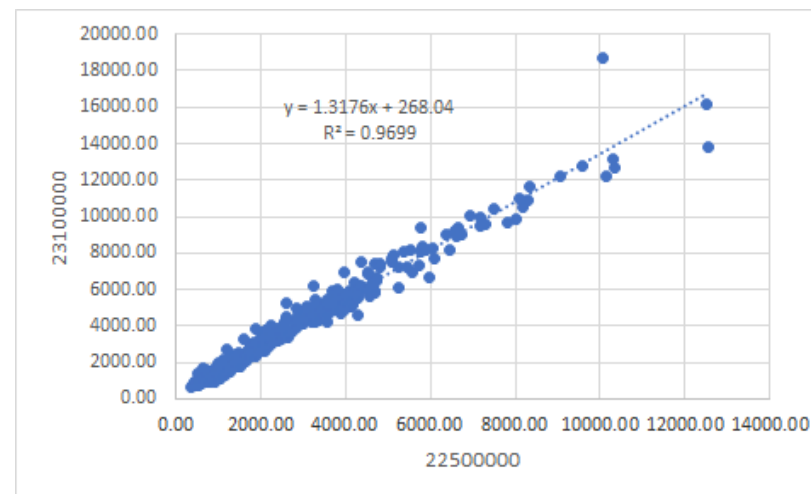
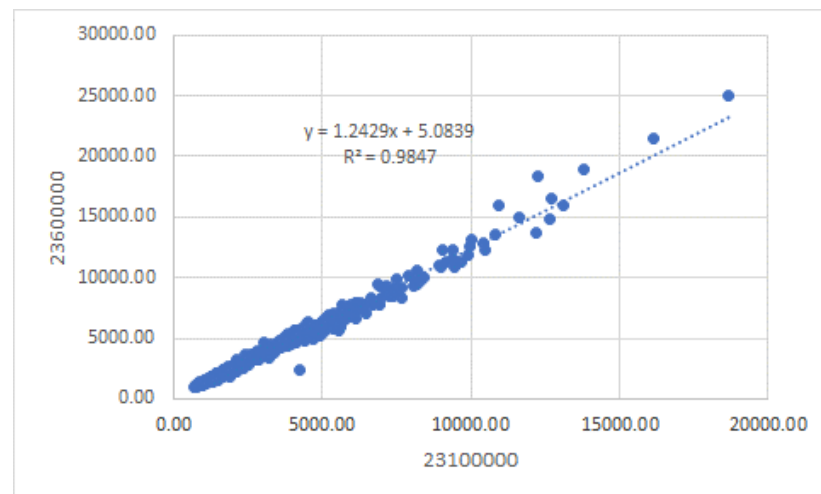


Figura 65. Curvas de regressão utilizadas para preenchimento das falhas mensais das estações selecionadas.
Fonte: Elaboração do Autor a partir de HidroWeb. (ANA, 2018).

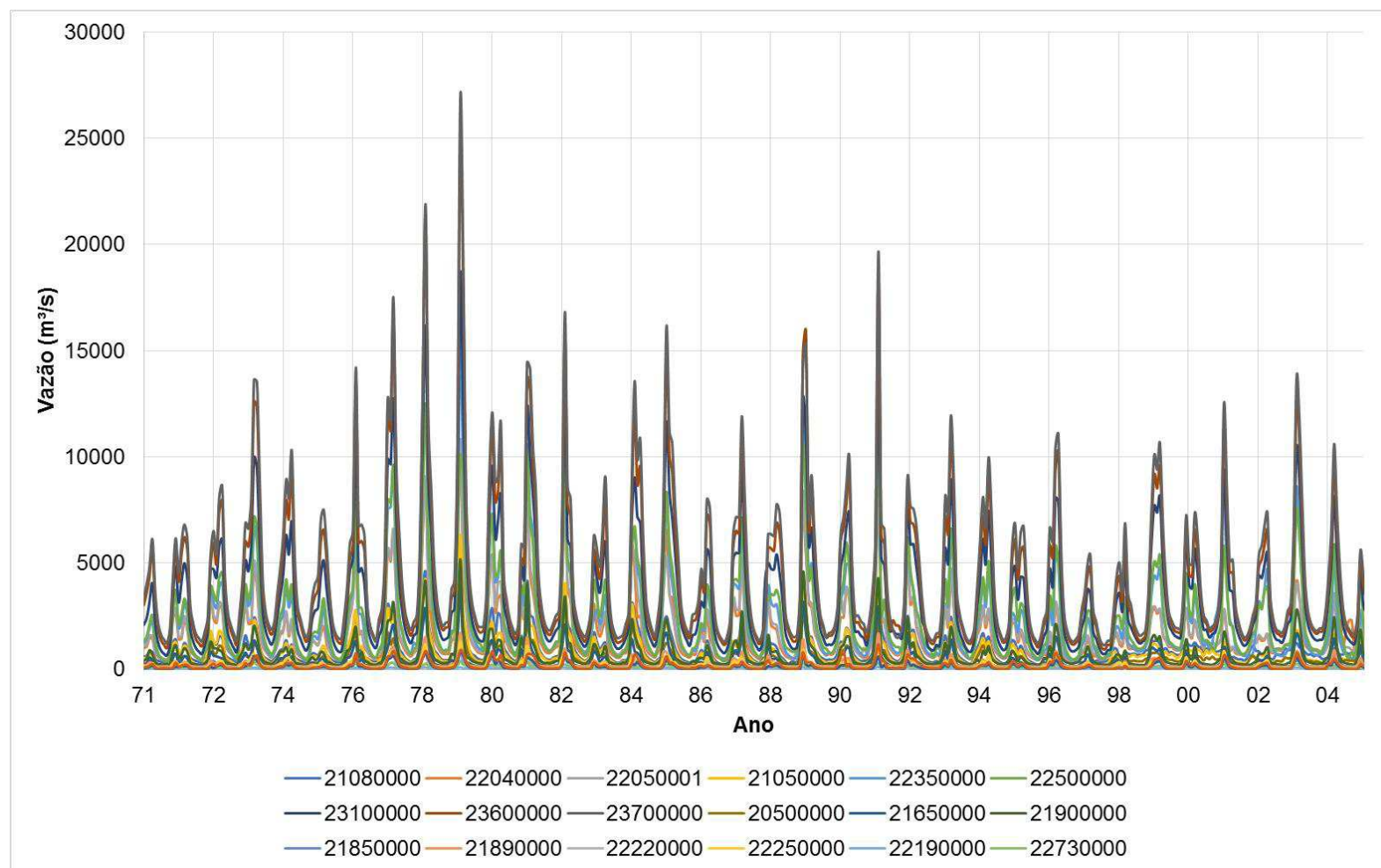


Figura 66. Fluviograma das estações preenchidas.
Fonte: Elaboração do Autor a partir de HidroWeb (ANA, 2018).



5.6.1.3 Cálculo das variáveis hidrológicas e avaliação da sazonalidade hidrológica

O cálculo das variáveis hidrológicas foi desenvolvido para cada uma das estações fluviométricas de interesse, tanto para o período completo, quanto para o período de cheia e estiagem. No Quadro 26 são apresentadas as vazões Q_{MLT} calculadas para as estações fluviométricas de interesse.

Quadro 26. Vazão Q_{MLT} para as estações selecionadas.

Estação	Bacia	Área (km ²)	Q_{MLT} (m ³ /s)	q_{MLT} (L/s.km ²)	Q_{MLT} Cheia (m ³ /s)	Q_{MLT} Estiagem (m ³ /s)
22040000	Rio Tocantins	126.000	1.642	13,0	2.680	898
22050001	Rio Tocantins	128.000	1.771	13,8	2.861	989
21050000	Rio Tocantins	57.400	791	13,8	1270	448
22350000	Rio Tocantins	174.000	2.271	13,1	3.948	1.067
22500000	Rio Tocantins	185.000	2.411	13,0	4.116	1.186
23100000	Rio Tocantins	242.000	3.444	14,2	5.772	1.772
23600000	Rio Tocantins	289.000	4.286	14,8	7.110	2.254
23700000	Rio Tocantins	297.000	4.737	16,0	7.822	2.518
20500000	Rio Tocantins	34.600	519	15,0	805	314
21650000	Rio Paranã	40.200	434	10,8	778	188
21900000	Rio Paranã	57.900	721	12,5	1218	365
21850000	Rio Palma	12.400	229	18,5	332	156
21890000	Rio Palma	17.700	273	15,4	429	161
22220000	Rio Manuel Alves	10.300	139	13,5	256	55
22250000	Rio Manuel Alves	14.500	195	13,5	364	74
22190000	Rio Manuel Alves	1780	43	24,0	59	31
22730000	Rio das Balsas	4.730	89	18,8	137	54

Legenda: Q_{MLT} = vazão média de longo termo (vazão média escoada ao longo de todo o período histórico). q_{MLT} = rendimento específico médio de longo termo (relação entre a vazão média de longo termo e a área de drenagem). Q_{MLT} Cheia = vazão média de longo termo para os cinco meses de período considerado chuvoso ao longo do ano (dezembro a abril). Q_{MLT} Estiagem = vazão média de longo termo para os sete meses de estiagem ao longo do ano (maio a novembro).

Fonte: Elaboração do Autor a partir de do sistema Hidroweb. (ANA, 2018).

A partir dos dados de vazão média de longo termo e vazão média do período de estiagem e do período de cheia, verificou-se a razão entre estas variáveis, tendo obtido valores médios de 1,68 para Q_{MLT} cheia / Q_{MLT} e 0,51 para Q_{MLT} estiagem / Q_{MLT} , conforme explicação das siglas na legenda do Quadro 26, ressaltando, com maior discrepância esta relação, as bacias localizadas mais a sul da área de estudo, definidas pelas bacias dos rios Paranã e Manuel Alves da Natividade nas estações de códigos 21650000, 22220000 e 22250000, como apresentado no Quadro 26. Para esses trechos de rios, a relação entre os valores das vazões médias do período de cheias e a média de longo termo apresentaram-se próximos a 1,8 enquanto os valores da média do período de estiagem apresentaram-se próximos a cerca de 0,4 da vazão média. Com isso, caracterizam-se como regiões de maior restrição hídrica nos sete meses correspondentes ao período de estiagem. A relação dessas variáveis é apresentada no Quadro 27, com destaque as estações com maior discrepância entre o período de estiagem e cheia.

Quadro 27. Comparação da Q_{MLT} período total e Q_{MLT} para os períodos de cheia e estiagem.

Estação	Bacia	Área (km ²)	Q_{MLT} Cheia/ Q_{MLT}	Q_{MLT} Estiagem/ Q_{MLT}
22040000	Rio Tocantins	126.000	1,63	0,55
22050001	Rio Tocantins	128.000	1,62	0,56
21050000	Rio Tocantins	57.400	1,61	0,57
22350000	Rio Tocantins	174.000	1,74	0,47
22500000	Rio Tocantins	185.000	1,71	0,49
23100000	Rio Tocantins	242.000	1,68	0,51
23600000	Rio Tocantins	289.000	1,66	0,53

Estação	Bacia	Area (km²)	$Q_{MLT\ Cheia}/Q_{MLT}$	$Q_{MLT\ Estiagem}/Q_{MLT}$
23700000	Rio Tocantins	297.000	1,65	0,53
20500000	Rio Tocantins	34.600	1,55	0,61
21650000	Rio Paranã	40.200	1,79	0,43
21900000	Rio Paranã	57.900	1,69	0,51
21850000	Rio Palma	12.400	1,45	0,68
21890000	Rio Palma	17.700	1,57	0,59
22220000	Rio Manuel Alves	10.300	1,84	0,40
22250000	Rio Manuel Alves	14.500	1,87	0,38
22190000	Rio Manuel Alves	1780	1,39	0,72
22730000	Rio das Balsas	4.730	1,54	0,61

Fonte: Elaboração do Autor.

Para as vazões mínimas de referência (Q_{90} e Q_{95}), analisou-se o rendimento específico para os dois períodos, vislumbrando a adoção de critérios distintos para outorga ou mesmo para indicação da necessidade de maior infraestrutura para a região com maior discrepância. Os resultados demonstram que o rendimento específico (q_{90}) para a vazão absoluta Q_{90} para o período de cheia é de 11,2 L/s.km², enquanto para o período de estiagem é de 4,6 L/s.km². Da mesma forma, foi calculado para as vazões com 90% de permanência, sendo obtido para o rendimento específico da vazão absoluta Q_{95} (q_{95}) o valor de 9,1 L/s.km² para o período de cheia e 4,2 L/s.km² para o período de estiagem.

Os quadros 28 e 29 mostram também os valores calculados para as vazões de referência Q_{90} e Q_{95} , mostrando destaque para algumas estações e trechos dos rios Manuel Alves e Paranã com menores índices.

Essa discrepância no comportamento hidrológico pode ser observada também por meio das vazões médias mensais, as quais foram calculadas e estão apresentadas nos gráficos da Figura 67. Mesmo por análise visual, pode-se observar as vazões médias mensais das estações das cabeceiras das bacias hidrográficas do rio da Palma, Manuel Alves e Santa Tereza com valores inferiores nos períodos de estiagem.

Quadro 28. Vazão Q_{90} para as estações de interesse.

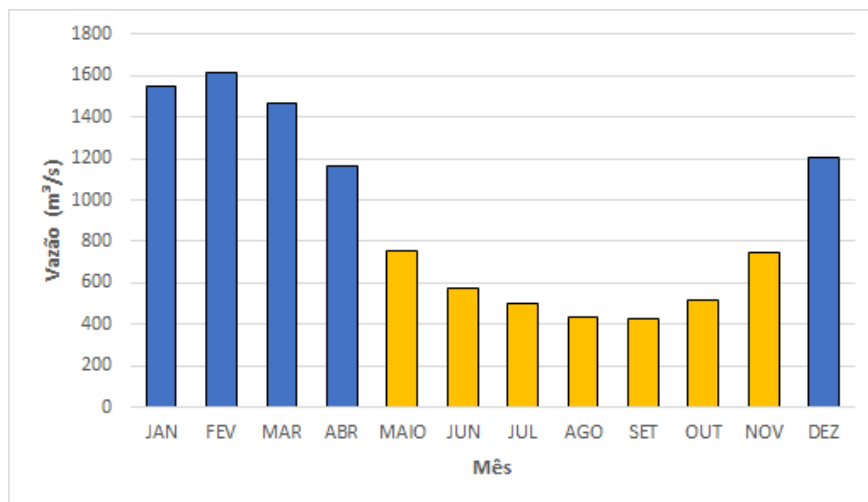
Estação	Bacia	$Q_{90\%}$ (m³/s)	$Q_{90\%Cheia}$ (m³/s)	$Q_{90\%Estiagem}$ (m³/s)	$q_{90\%}$ (L/s.km²)	$q_{90\%Cheia}$ (L/s.km²)	$q_{90\%Estiagem}$ (L/s.km²)
22040000	Rio Tocantins	560	1158	502	4,44	9,19	3,98
22050001	Rio Tocantins	665	1230	565	5,20	9,61	4,42
21050000	Rio Tocantins	241	531	217	4,19	9,25	3,78
22350000	Rio Tocantins	619	1700	544	3,56	9,77	3,12
22500000	Rio Tocantins	692	1885	577	3,74	10,19	3,12
23100000	Rio Tocantins	1074	2.763	936	4,44	11,42	3,87
23600000	Rio Tocantins	1424	3.471	1297	4,93	12,01	4,49
23700000	Rio Tocantins	1617	3.958	1478	5,44	13,33	4,98
20500000	Rio Tocantins	170	311	158	4,92	8,98	4,57
21650000	Rio Paranã	103	263	93	2,55	6,54	2,31
21900000	Rio Paranã	244	504	231	4,21	8,71	3,98
21850000	Rio Palma	131	190	128	10,57	15,32	10,32
21890000	Rio Palma	127	213	122	7,18	12,01	6,91
22220000	Rio Manuel Alves	29,5	103	27	2,86	10,00	2,64
22250000	Rio Manuel Alves	35,1	144	31	2,42	9,92	2,16
22190000	Rio Manuel Alves	24,9	42	24	13,98	23,87	13,23
22730000	Rio das Balsas	43,6	76	42	9,23	16,14	8,88

Fonte: Elaboração do Autor.

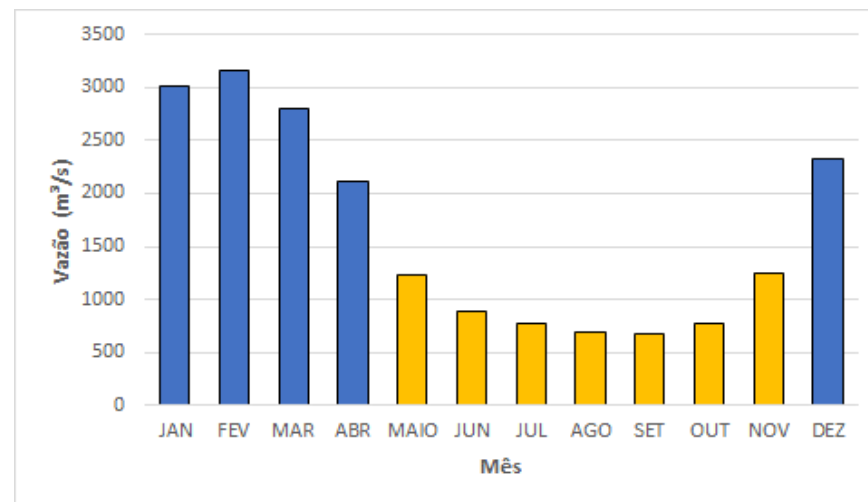
**Quadro 29. Vazão Q_{95} para as estações de interesse.**

Estação	Bacia	$Q_{95\%}$ (m ³ /s)	$Q_{95\%}$ Cheia (m ³ /s)	$Q_{95\%}$ Estiagem (m ³ /s)	$q_{95\%}$ (L/s.km ²)	$q_{95\%}$ Cheia (L/s.km ²)	$q_{95\%}$ Estiagem (L/s.km ²)
22040000	Rio Tocantins	494	1003	445	3,92	7,96	3,53
22050001	Rio Tocantins	559	1103	524	4,37	8,61	4,10
21050000	Rio Tocantins	179	199	165	3,12	3,47	2,88
22350000	Rio Tocantins	530	1392	468	3,04	8,00	2,69
22500000	Rio Tocantins	556	1498	523	3,01	8,10	2,83
23100000	Rio Tocantins	909	2.294	849	3,76	9,48	3,51
23600000	Rio Tocantins	1260	2.870	1191	4,36	9,93	4,12
23700000	Rio Tocantins	1435	3.111	1374	4,83	10,47	4,63
20500000	Rio Tocantins	128,0	200	113	3,70	5,78	3,28
21650000	Rio Paranã	89	224	84	2,22	5,57	2,08
21900000	Rio Paranã	225	443	220	3,89	7,66	3,80
21850000	Rio Palma	127	172	124	10,24	13,89	10,02
21890000	Rio Palma	122	180	119	6,88	10,16	6,72
22220000	Rio Manuel Alves	26,7	92	24	2,59	8,94	2,34
22250000	Rio Manuel Alves	30,8	124	26	2,12	8,54	1,81
22190000	Rio Manuel Alves	23,3	38	22	13,06	21,24	12,63
22730000	Rio das Balsas	41,5	69	38	8,78	14,59	7,99

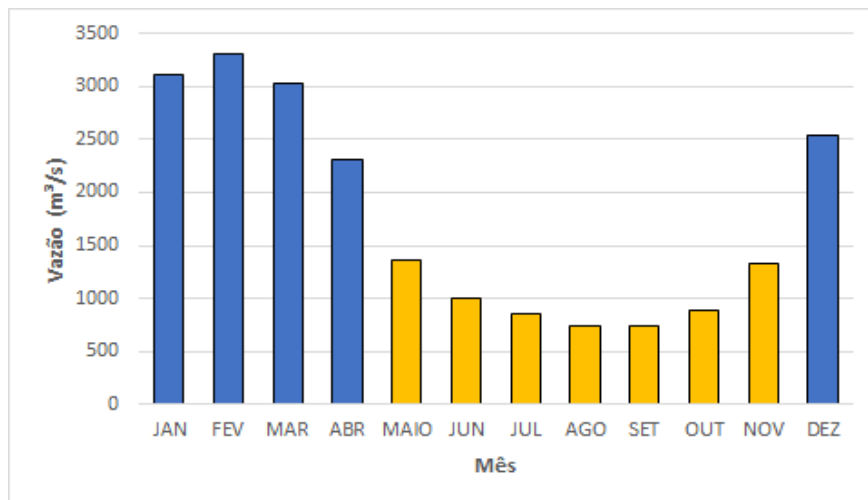
Fonte: Elaboração do Autor.



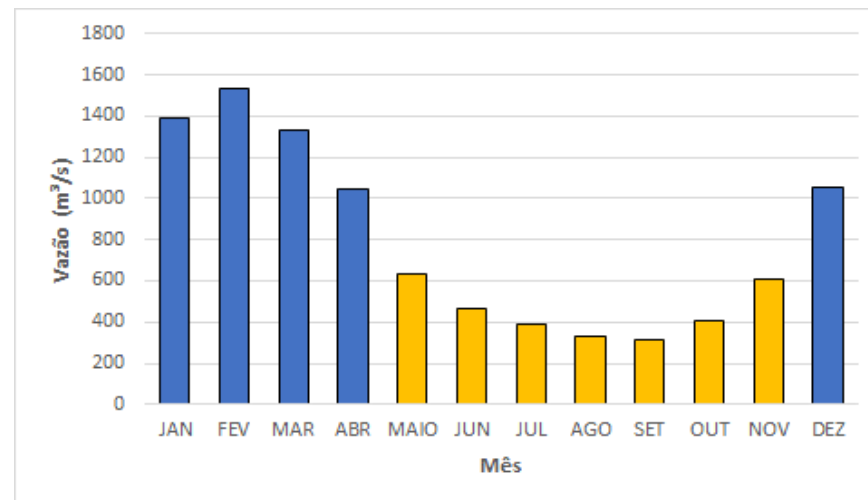
21080000



22040000



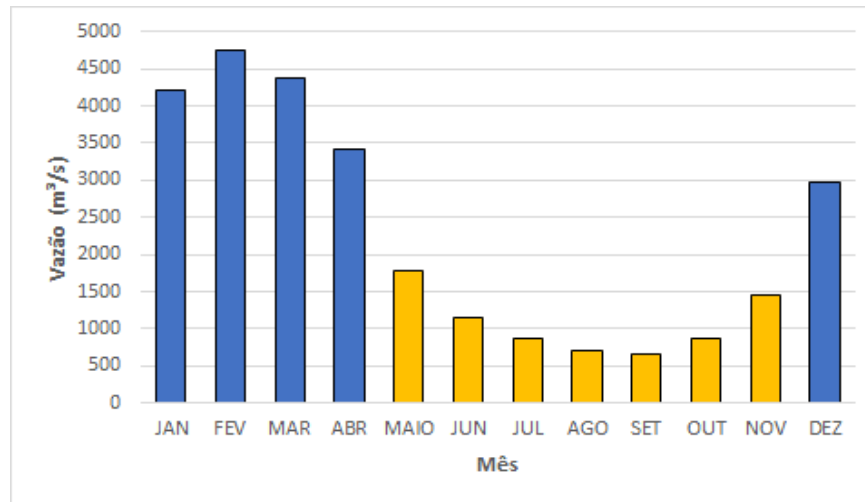
22050001



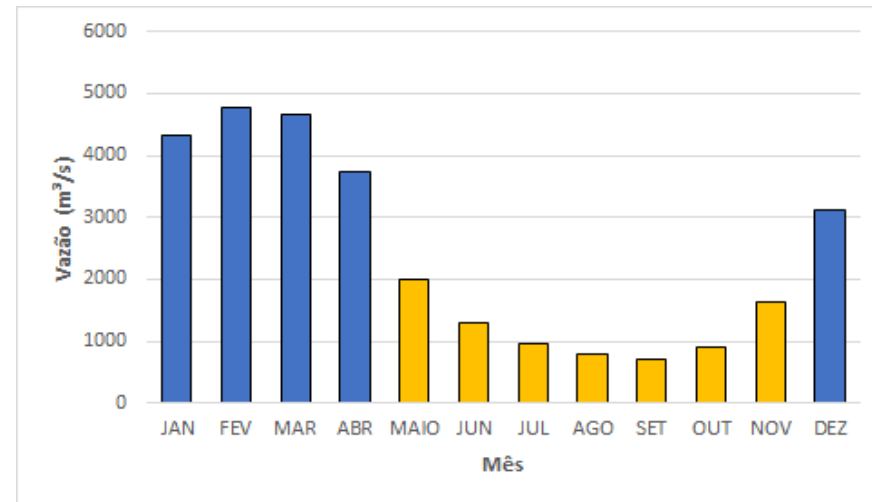
21050000



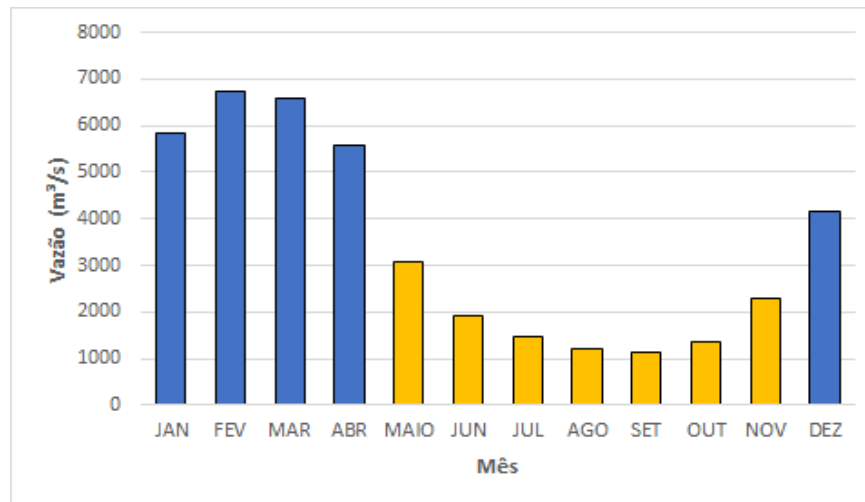
GOVERNO DO TOCANTINS



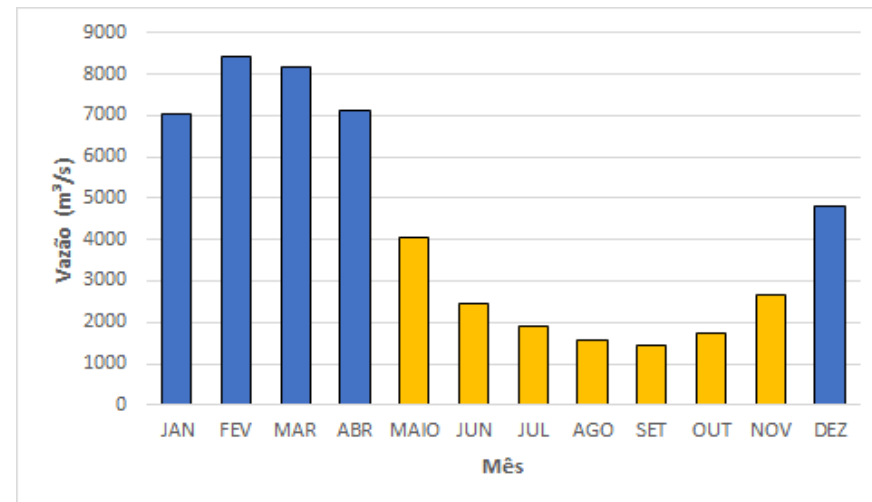
22350000



22500000

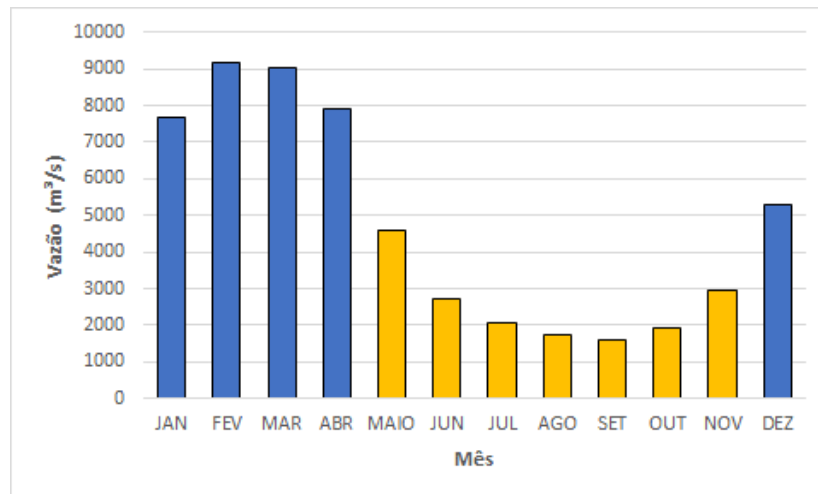


23100000

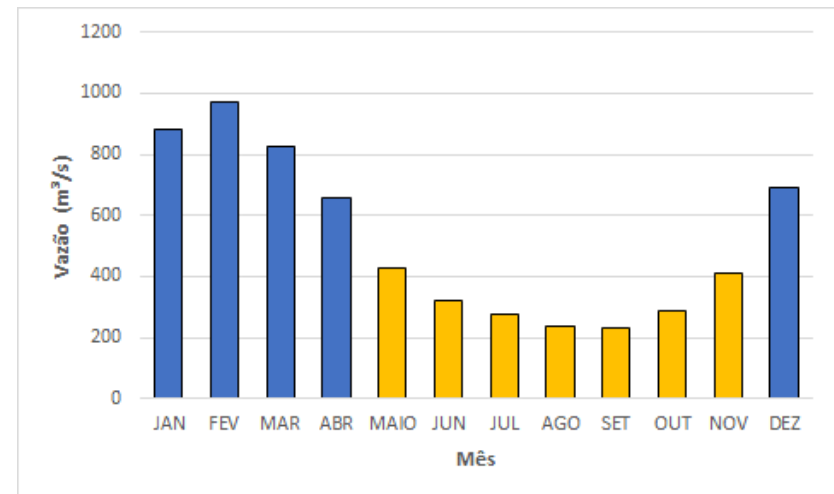


23600000

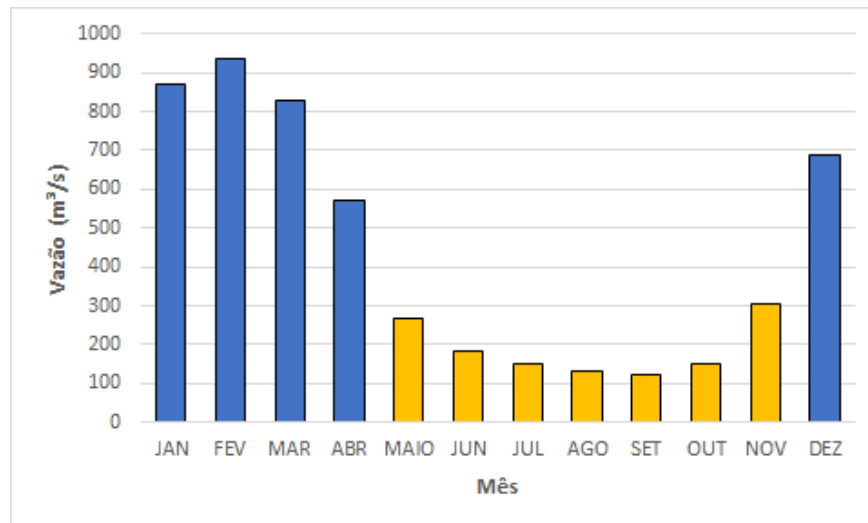
Delimitação e Caracterização Cartográfica das Áreas Vulneráveis a Escassez Hídrica na Região Sudeste do Estado do Tocantins



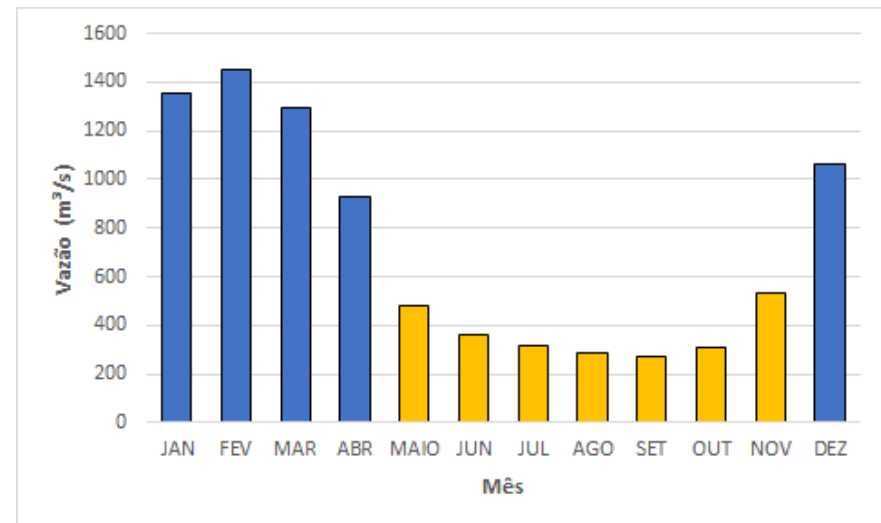
23700000



20500000



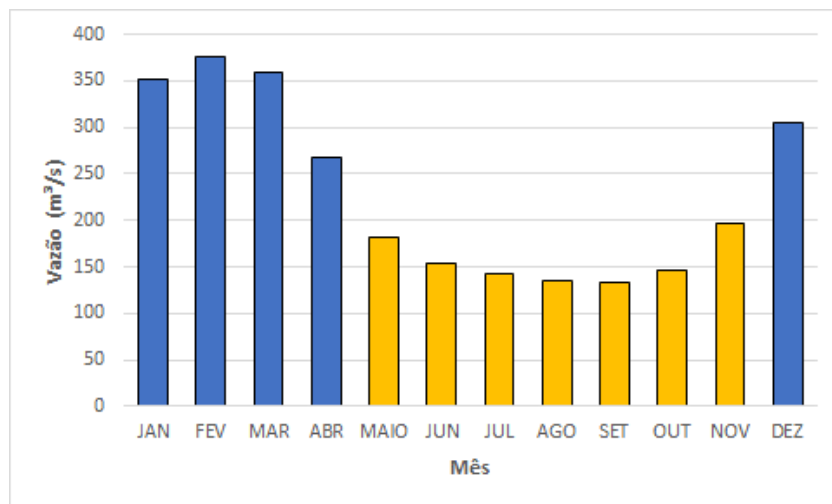
21650000



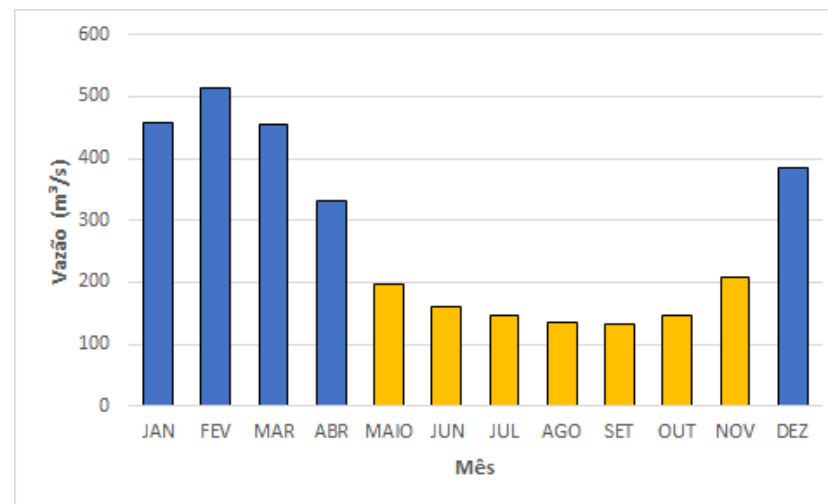
21900000



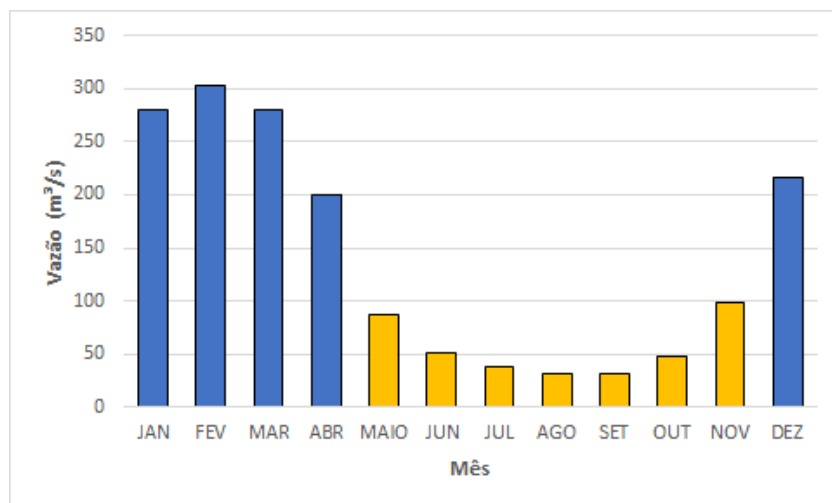
GOVERNO DO TOCANTINS



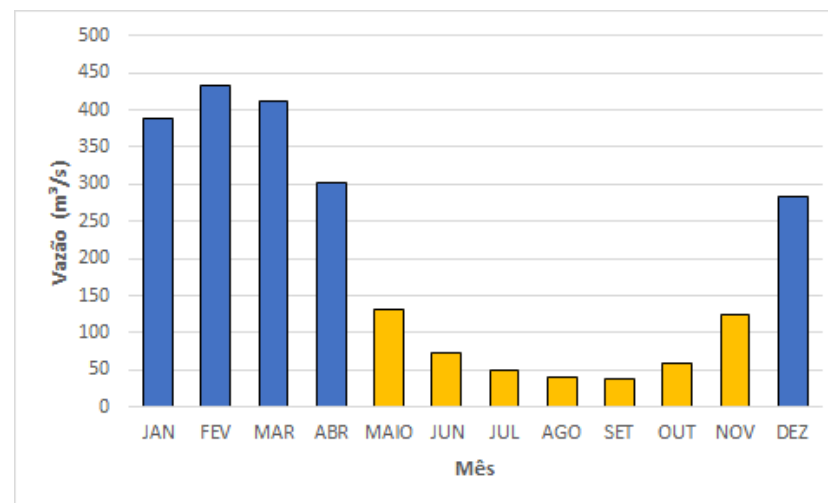
21850000



21890000

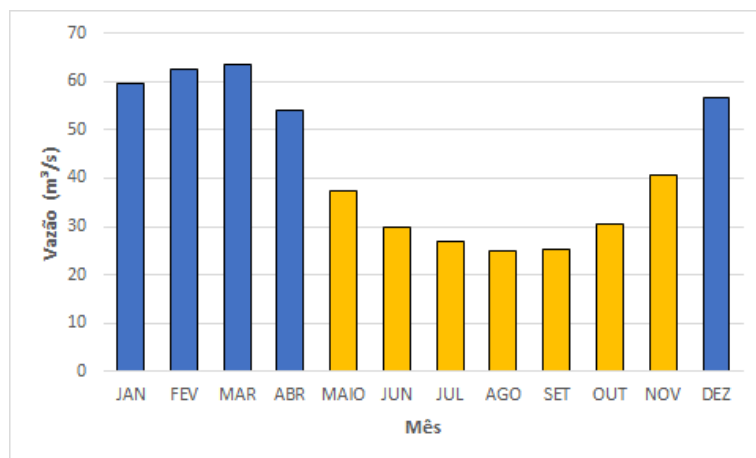


22220000

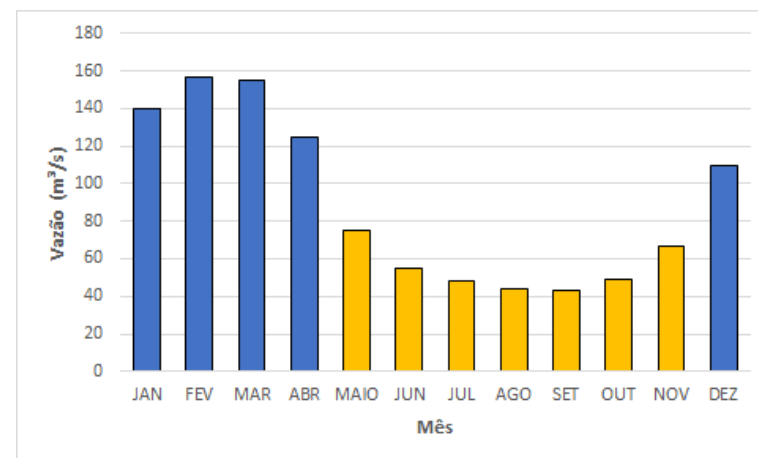


22250000

Delimitação e Caracterização Cartográfica das Áreas Vulneráveis a Escassez Hídrica na Região Sudeste do Estado do Tocantins



22190000



22730000

Figura 67. Vazões médias mensais para as estações de interesse.

Fonte: Elaboração do Autor.



Conforme apresentado nos gráficos da Figura 67, pode ser verificado de forma clara o período de estiagem da região ocorrendo nos meses de maio a novembro com vazões bastante inferiores àquelas escoadas no período chuvoso, de dezembro a abril. Trata-se de condição semelhante entre todas as estações, mostrando característica comum.

Em relação aos fenômenos El Niño e La Niña foram descritos nos estudos climatológicos realizados no contexto deste estudo, no qual destacam-se os anos de 1982 a 1983 e 1990 a 1993 para a ocorrência dos fenômenos El Niño e 1988 a 1989 e 1998 a 2001 para La Niña. Para esses anos, calculou-se a vazão média de longo termo em relação ao período completo, conforme pode ser observado no Quadro 30. A partir desses dados, observou-se notadamente um incremento das vazões médias nos períodos de ocorrência de El Niño, enquanto para La Niña observa-se uma diminuição das vazões médias, tendo sido observados o acréscimo de até 21% e decréscimo de até 15% para os valores médios de todas as estações conforme pode ser observado no Quadro 31.

Quadro 30. Vazões Q_{MLT} calculadas para os períodos de El Niño e La Niña.

Bacia	Código das estações	Q_{mlt} original (m³/s)	Q_{mlt} El Niño (m³/s)		Q_{mlt} La Niña (m³/s)	
			1982-1983	1990-1993	1988-1989	1998-2001
Rio Tocantins	21080000	914	1270	1035	700	918
Rio Tocantins	22040000	1642	2265	1821	1256	1444
Rio Tocantins	22050001	1770	2400	1915	1380	1537
Rio Tocantins	21050000	791	1159	883	558	770
Rio Tocantins	22350000	2271	2880	2369	1782	1919
Rio Tocantins	22500000	2411	2853	2541	2222	2192
Rio Tocantins	23100000	3444	3702	3457	3179	3169
Rio Tocantins	23600000	4286	4452	4211	3805	3716
Rio Tocantins	23700000	4737	4879	4554	4293	4155
Rio Tocantins	20500000	519	854	588	356	521
Rio Paranã	21650000	434	529	486	336	318
Rio Paranã	21900000	721	868	785	563	558
Rio Palma	21850000	229	237	277	214	210
Rio Palma	21890000	273	303	308	246	228
Rio Manuel Alves	22220000	139	154	133	130	122
Rio Manuel Alves	22250000	195	213	186	170	165
Rio Manuel Alves	22190000	43	43	44	45	41
Rio das Balsas	22730000	89	94	86	82	80

Fonte: Elaboração do Autor.

Quadro 31. Comparação das vazões QMLT para o período completo e períodos de El Niño e La Niña.

Bacia	Estação	$\frac{Q_{mit}}{Q_{mit}}$ 1982-1983 /	$\frac{Q_{mit}}{Q_{mit}}$ 1990-1993 /	$\frac{Q_{mit}}{Q_{mit}}$ 1988-1989 /	$\frac{Q_{mit}}{Q_{mit}}$ 1982-2001 /
Rio Tocantins	21080000	1,39	1,13	0,77	1,00
Rio Tocantins	22040000	1,38	1,11	0,77	0,88
Rio Tocantins	22050001	1,36	1,08	0,78	0,87
Rio Tocantins	21050000	1,46	1,12	0,70	0,97
Rio Tocantins	22350000	1,27	1,04	0,78	0,85
Rio Tocantins	22500000	1,18	1,05	0,92	0,91
Rio Tocantins	23100000	1,07	1,00	0,92	0,92
Rio Tocantins	23600000	1,04	0,98	0,89	0,87
Rio Tocantins	23700000	1,03	0,96	0,91	0,88
Rio Tocantins	20500000	1,65	1,13	0,69	1,00
Rio Paranã	21650000	1,22	1,12	0,77	0,73
Rio Paranã	21900000	1,20	1,09	0,78	0,77
Rio Palma	21850000	1,04	1,21	0,93	0,92
Rio Palma	21890000	1,11	1,13	0,90	0,84
Rio Manuel A. da Natividade	22220000	1,11	0,96	0,94	0,88
Rio Manuel A. da Natividade	22250000	1,09	0,95	0,87	0,84
Rio Manuel A. da Natividade	22190000	1,00	1,02	1,06	0,95
Rio das Balsas	22730000	1,06	0,97	0,92	0,90
Media		1,21	1,07	0,85	0,87

Fonte: Elaboração do Autor.

5.6.1.4 Regionalização das variáveis hidrológicas

A partir das variáveis hidrológicas de interesse (Q_{MLT} , Q_{95} e Q_{90}) foram estudadas e definidas as regras de regionalização de vazões para cada uma das bacias de interesse. Em razão da disponibilidade de estações fluviométricas, foram selecionadas regras por meio de regressão linear ou proporção por área de drenagem, conforme descrito a seguir:

A - Bacia do Rio Palma

Essa bacia possui três estações fluviométricas consistentes e bem distribuídas ao longo de sua superfície (21750000 - rio Mosquito, 21850000 e 21890000 - rio Palma), conforme pode ser verificado na Figura 68. As vazões específicas Q_{MLT} variam entre 35,6 L/s.km² (área de drenagem de 1.040 km²) e 15,4 L/s.km² (área de drenagem de 17.700 km²). A vazão específica q_{90} varia entre 26,4 L/s.km² e 7,18 L/s.km², enquanto a vazão q_{95} varia entre 25,9 L/s.km² e 6,88 L/s.km², apresentando, assim como para as vazões médias, coerência no decaimento do rendimento específico, conforme pode ser observado na Figura 69. Dessa maneira, a partir das vazões absolutas, foi possível construir as curvas de regionalização das vazões de interesse, as quais também são apresentadas na Figura 69.



GOVERNO DO TOCANTINS

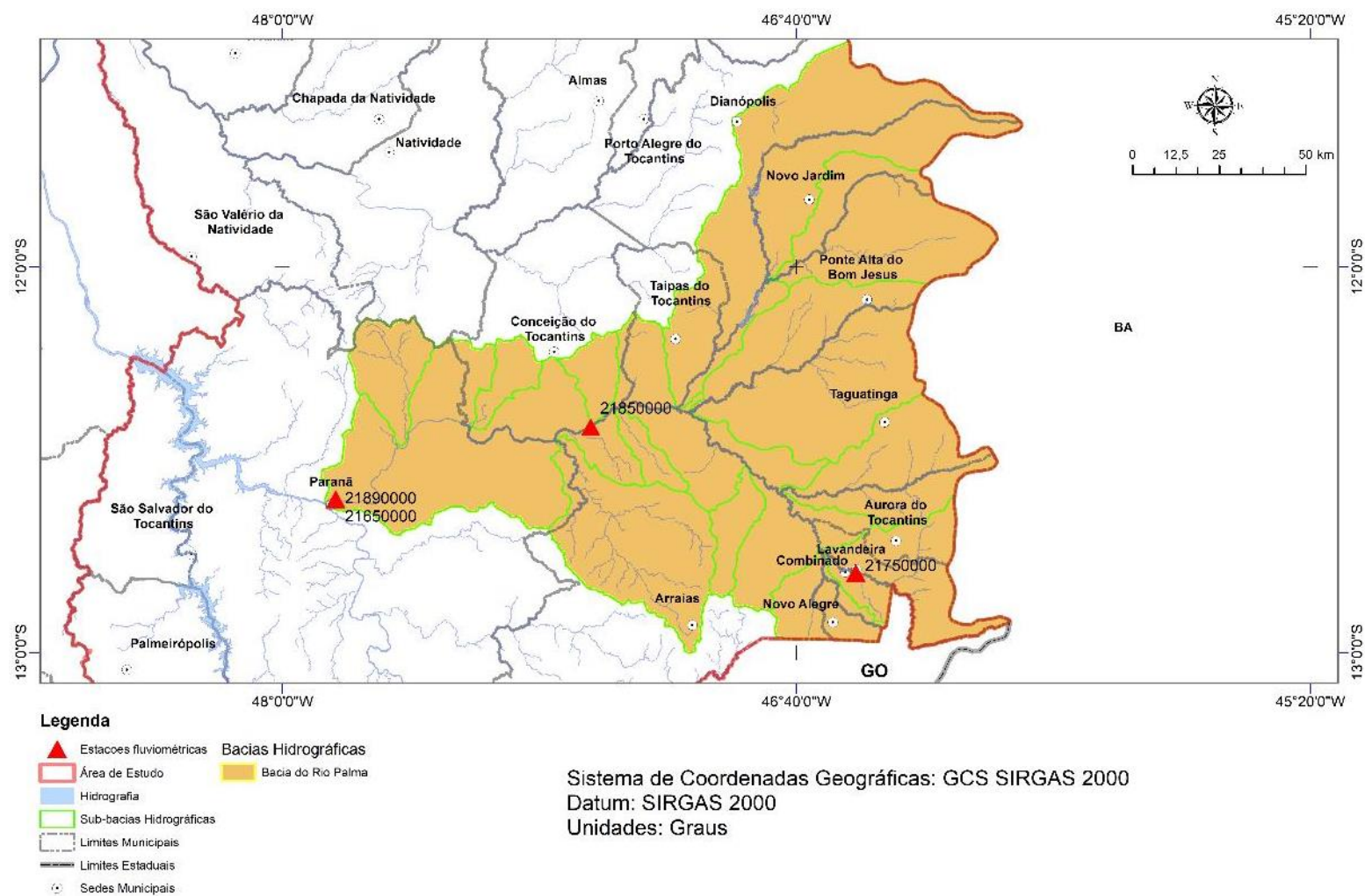


Figura 68. Estações fluviométricas na bacia do rio Palma.
Fonte: Elaboração do Autor a partir de Tocantins (2011b).

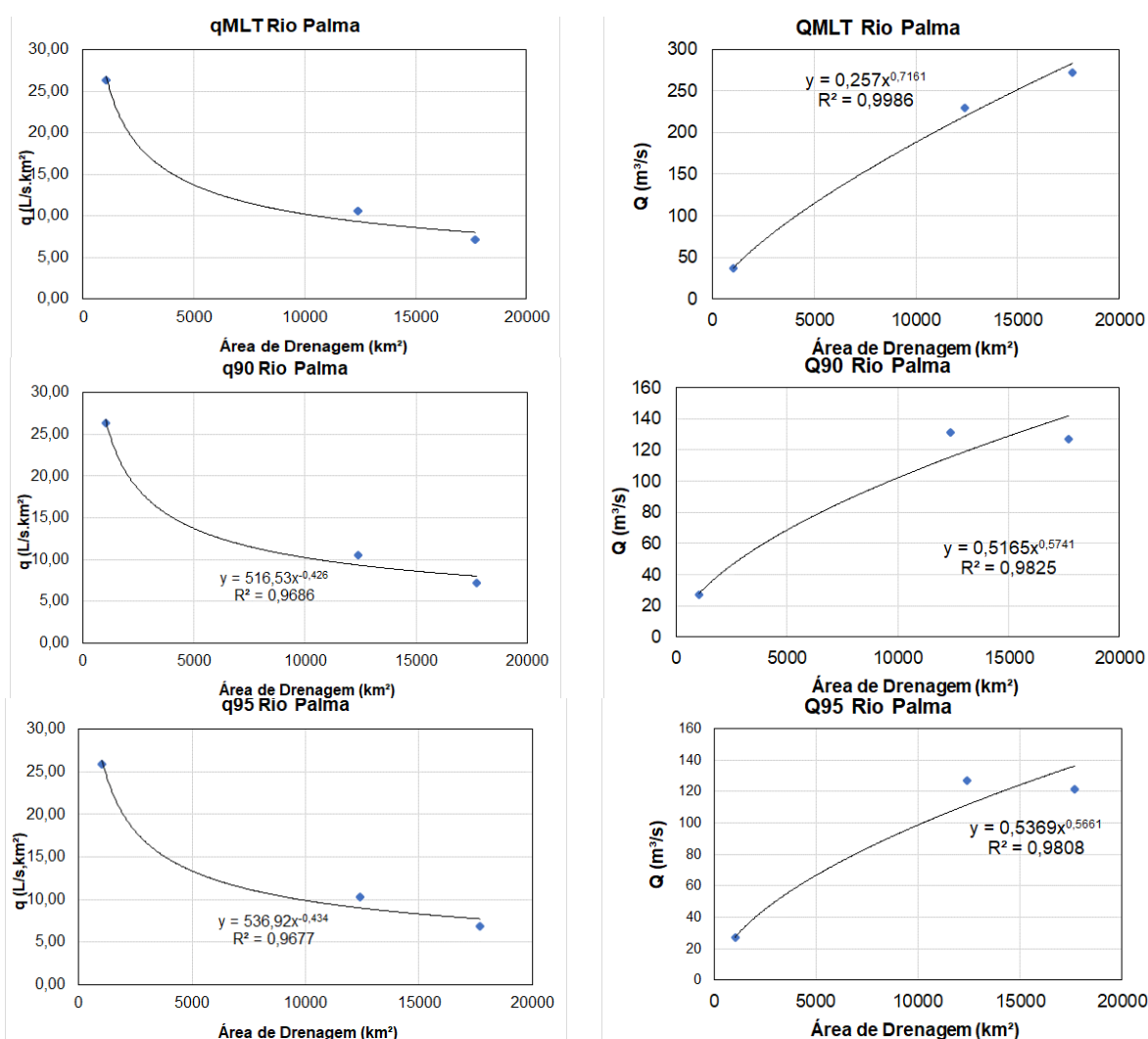


Figura 69. Curvas de rendimento específico e de vazões absolutas para a bacia do rio Palma.

Fonte: Elaboração do Autor.

B - Bacia do Rio Paranã

Essa bacia possui quatro estações fluviométricas consistentes, sendo três localizadas a montante da confluência com o Rio Palma (21500000, 21600000 e 21650000) e uma localizada a jusante desta (21900000). As estações de códigos 21500000 e 21600000 estão localizadas no rio Paranã, mas ainda no estado de Goiás. A Figura 70 mostra a localização das estações da bacia hidrográfica do rio Paranã. Algumas estações apesar de estarem localizadas na bacia não apresentam dados disponíveis para análise como a 21620000. A estação 21890000 mostrada na mesma figura está localizada no rio Palma, a montante da confluência com o rio Paranã. Com base nos registros de vazão, observa-se que a estação posicionada no rio Paranã a jusante da confluência com o rio Palma apresenta valores de rendimento específico mais elevados do que aquelas posicionadas a montante da confluência. Isso ocorre, pois, o rio Palma possui valores de rendimento específico superiores aos do rio Paranã, de modo que após a confluência dos dois cursos de água, há uma elevação do rendimento específico do rio Paranã, tornando os valores incoerentes com as demais estações a montante da confluência, conforme pode ser observado na Figura 71.



GOVERNO DO TOCANTINS

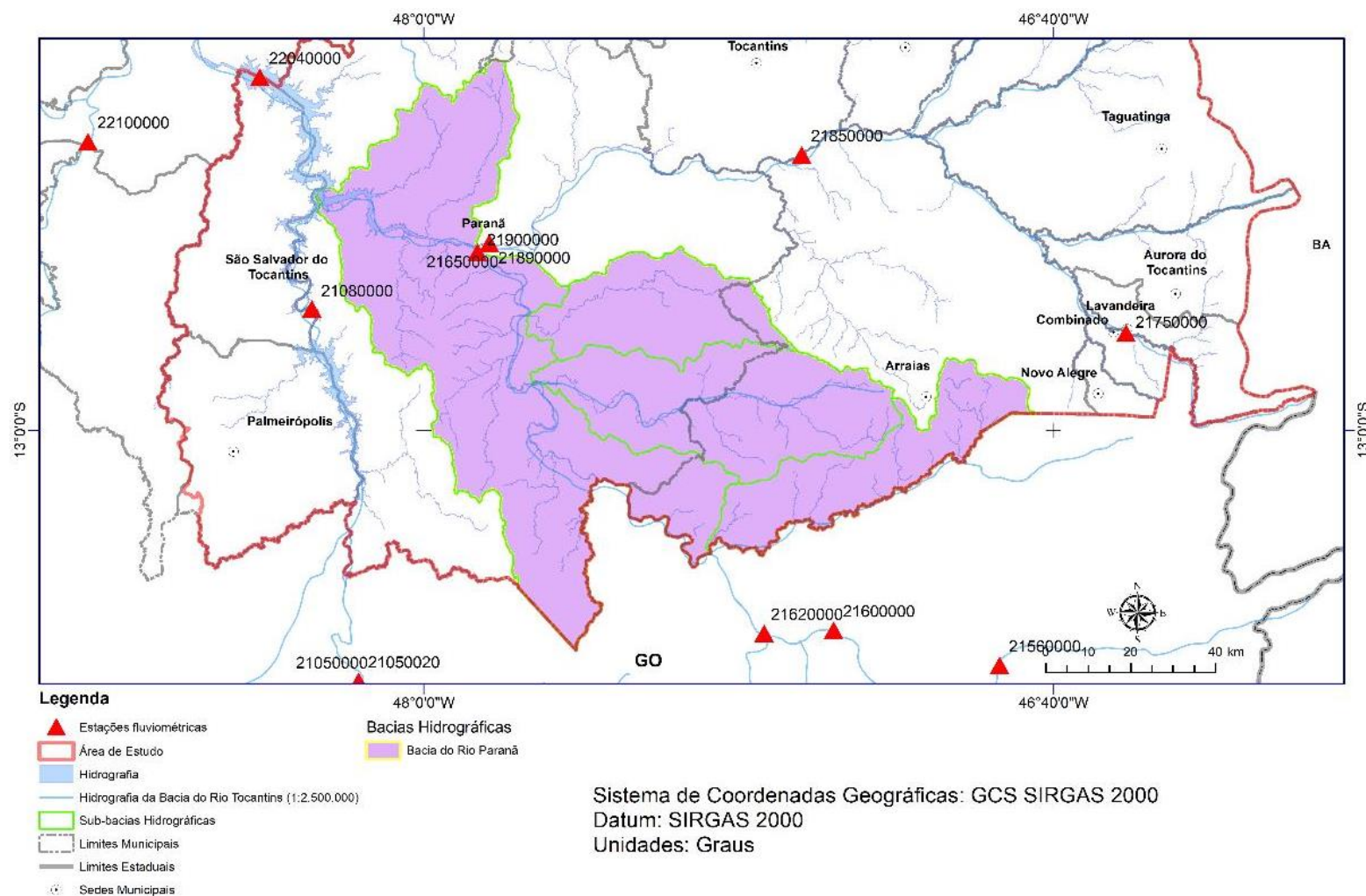


Figura 70. Estações fluviométricas na bacia do rio Paraná.
Fonte: Elaboração do Autor a partir de Tocantins (2011b)

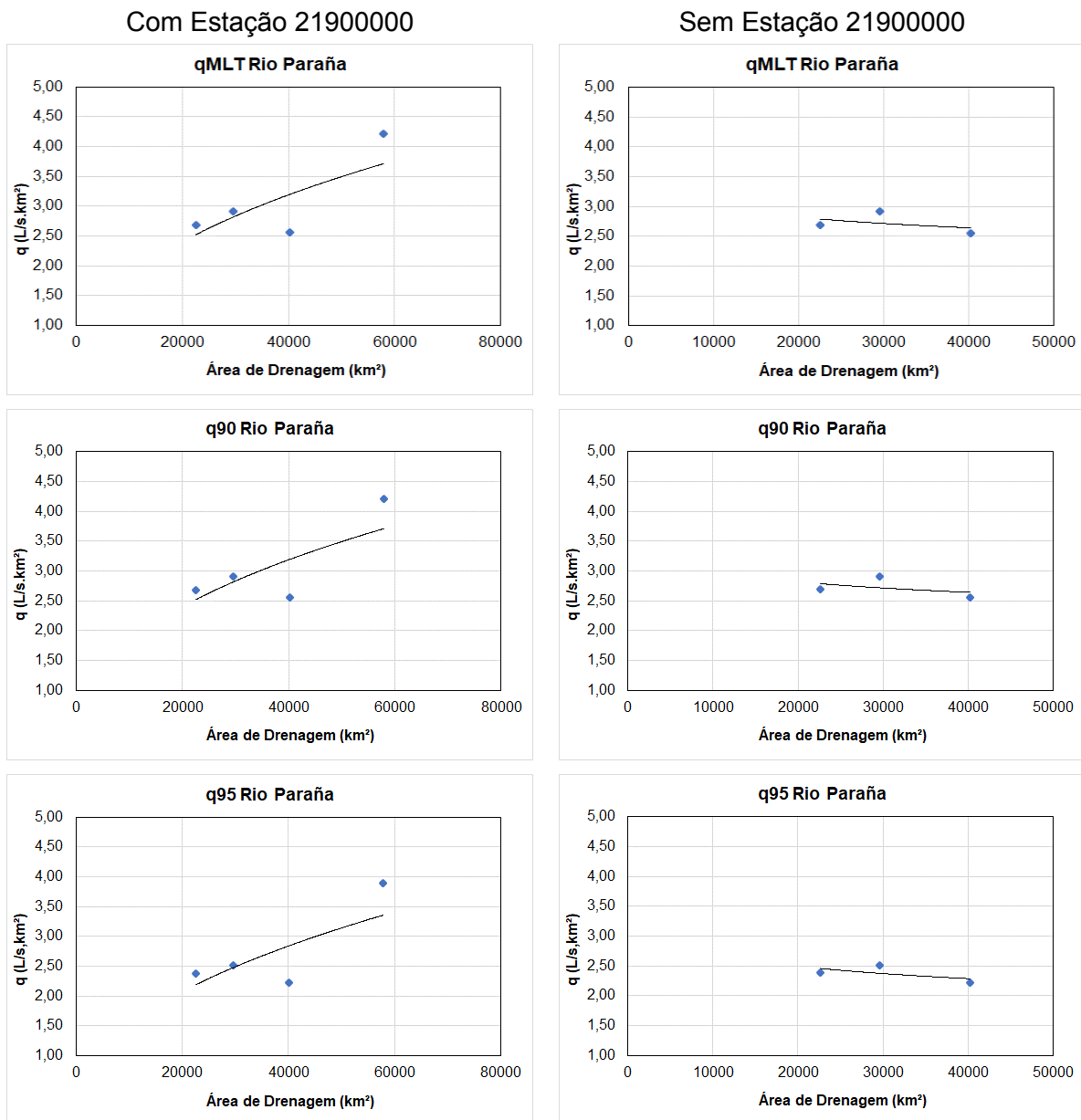


Figura 71. Comparação das curvas regionais do rio Paraná com e sem a estação 21900000.

Fonte: Elaboração do Autor.

Em razão dessa incoerência (aumento do rendimento específico em razão do aumento da área de drenagem motivado pela estação 21900000), obteve-se por construir a curva de regionalização para o rio Paraná sem a estação 21900000, tendo sido alcançadas as curvas apresentadas na Figura 72.

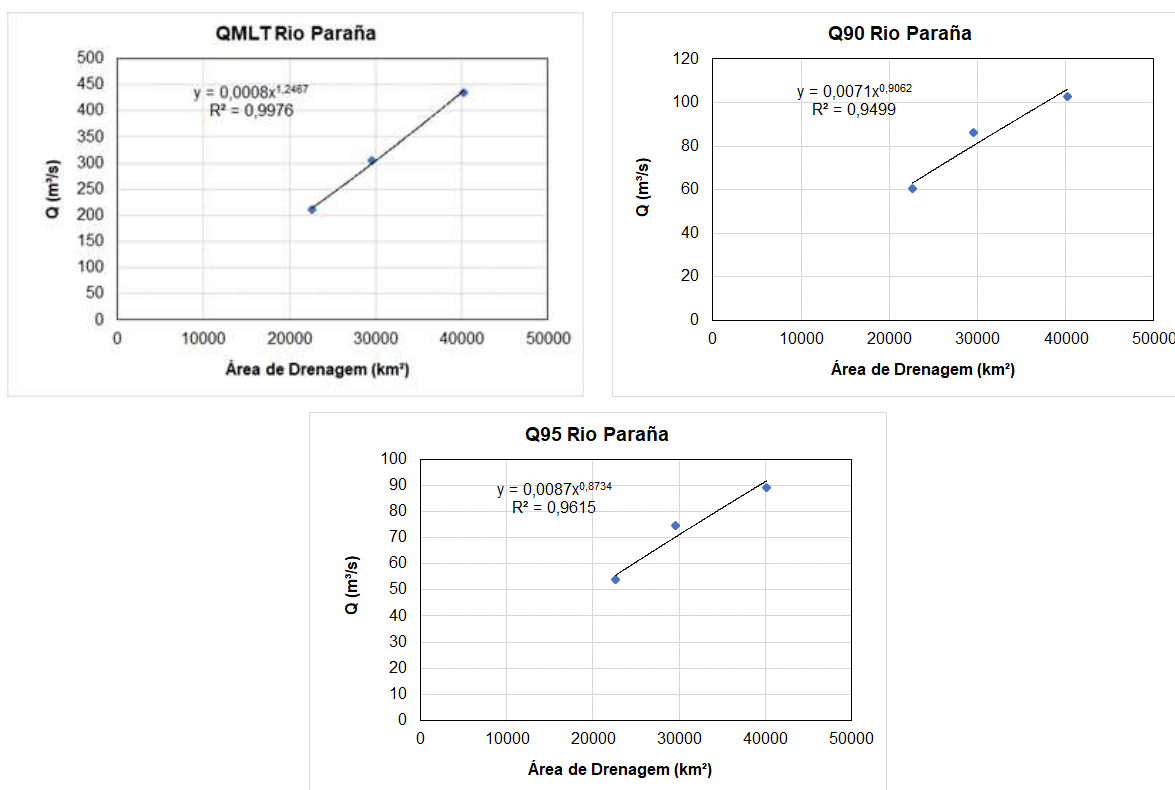


Figura 72. Curvas de regionalização de vazões para a Bacia do Rio Paraña.

Fonte: Elaboração do Autor.

C - Bacia do Rio Manuel Alves da Natividade

Essa bacia possui três estações fluviométricas consistentes bem distribuídas ao longo da área de drenagem (22190000, 22220000, 22250000), conforme apresentado na Figura 73. Trata-se da bacia com maior variação no comportamento em termos de vazão específica, uma vez que a vazão Q_{MLT} varia entre 24,0 L/s.km² e 13,5 L/s.km², a q_{90} varia entre 14,0 L/s.km² e 2,42 L/s.km², enquanto a q_{95} varia entre 13,0 L/s.km² e 2,12 L/s.km², conforme pode ser observado na Figura 73. Contudo, apresenta valores coerentes em termos de decaimento do rendimento específico e dentro da mesma ordem de grandeza para os valores encontrados para as demais bacias. Neste sentido, gerou-se curvas regionais com as três estações disponíveis, as quais podem ser observadas na Figura 74.

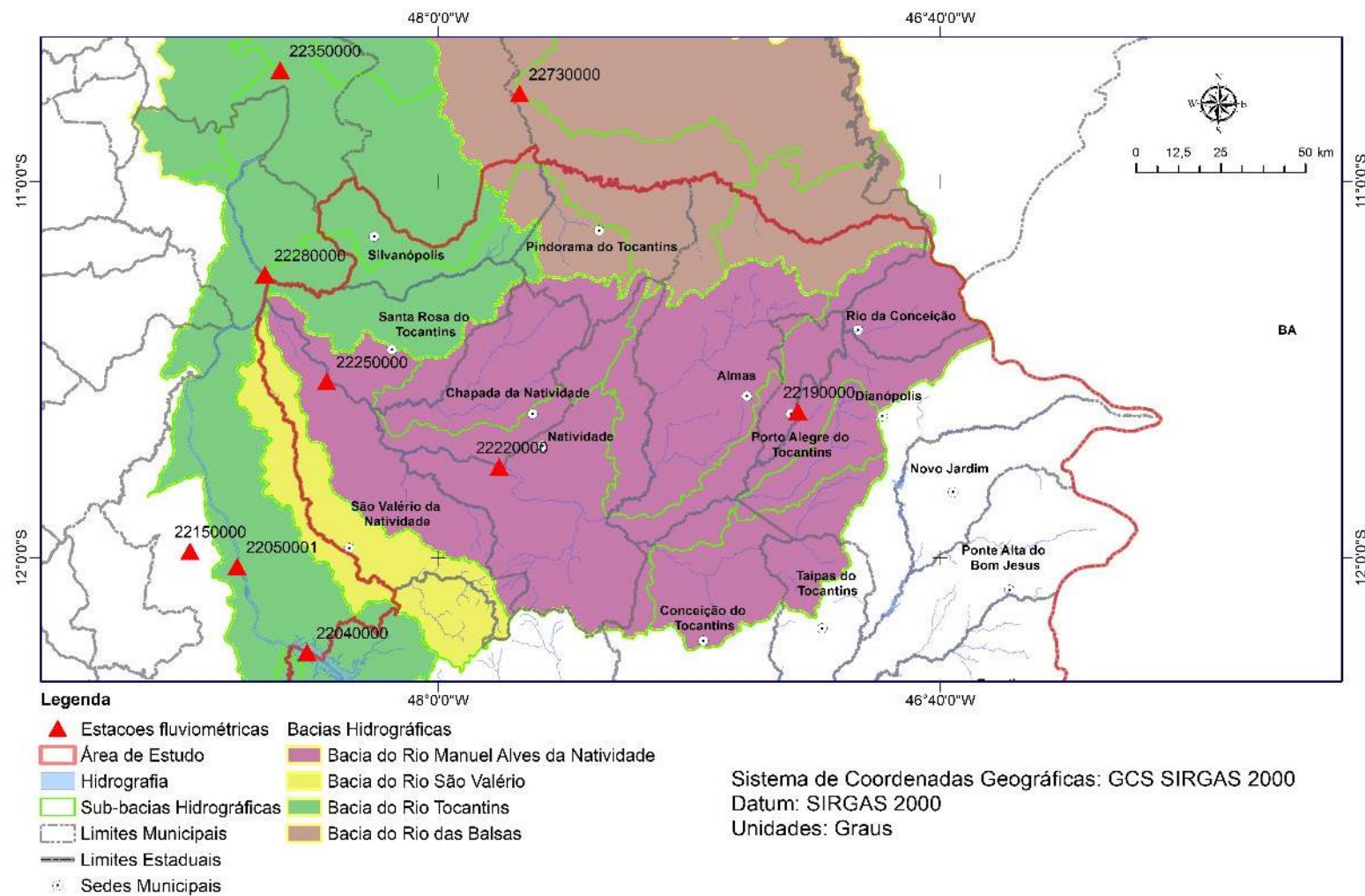


Figura 73. Estações fluviométricas nas bacias hidrográficas do norte da RSE-TO.

Fonte: Elaboração do Autor a partir de Tocantins (2011b).

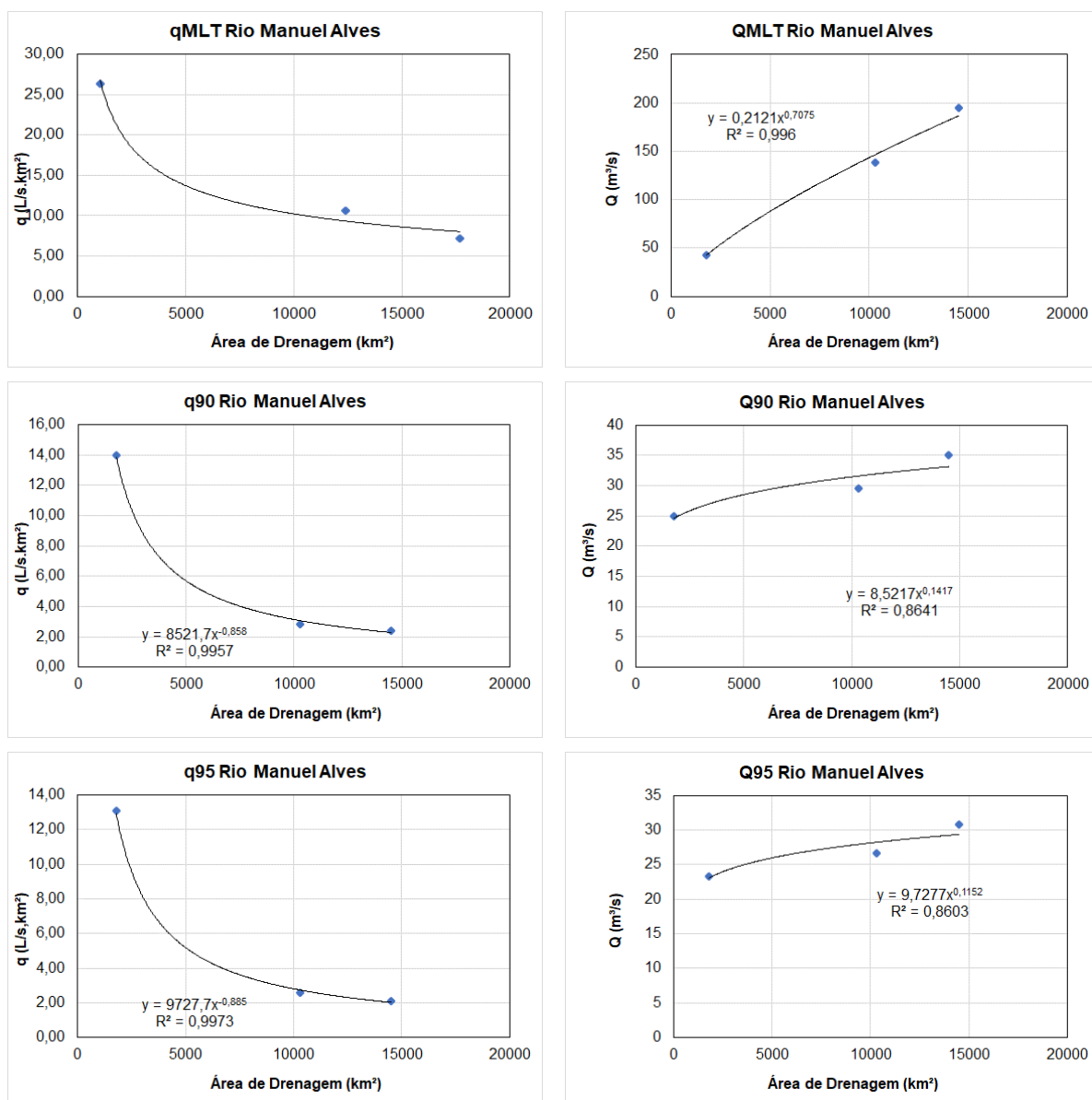


Figura 74. Curvas de rendimento específico e de regionalização de vazões para a Bacia do Rio Manuel Alves da Natividade.

Fonte: Elaboração do Autor.

D - Bacia do Rio das Balsas

Essa bacia possui apenas uma estação fluviométrica consistente e disponível para estudos de regionalização de vazões (código 22730000). Contudo, esta estação está posicionada próxima à cabeceira do rio das Balsas, região de interesse para os estudos de balanço hídrico.

Em razão da pouca disponibilidade de dados nessa bacia, avaliou-se o Plano de Bacia do Rio das Balsas e São Valério desenvolvido em 2011, o qual apresenta os resultados de estudos de modelo hidrológico para geração de séries de vazões para diversas sub-bacias desses cursos de água. A partir dessas séries de vazões foram calculadas as vazões Q_{mlt} , Q_{90} e Q_{95} para as áreas de drenagem apresentadas na Figura 75. Para fins de comparação, no Quadro

32 são apresentados os valores médios encontrados para os rendimentos específicos q_{MLT} , q_{90} e q_{95} das sub-bacias 6 e 1, uma vez que são aquelas que possuem maior sobreposição com a área de interesse do presente estudo. A partir dessas informações, entende-se que os valores encontrados na estação estão na mesma ordem de grandeza dos valores gerados no Plano de Bacia, de modo que se optou por adotar os valores encontrados por meio do posto fluviométrico, por se tratar de dados primários e consistidos.

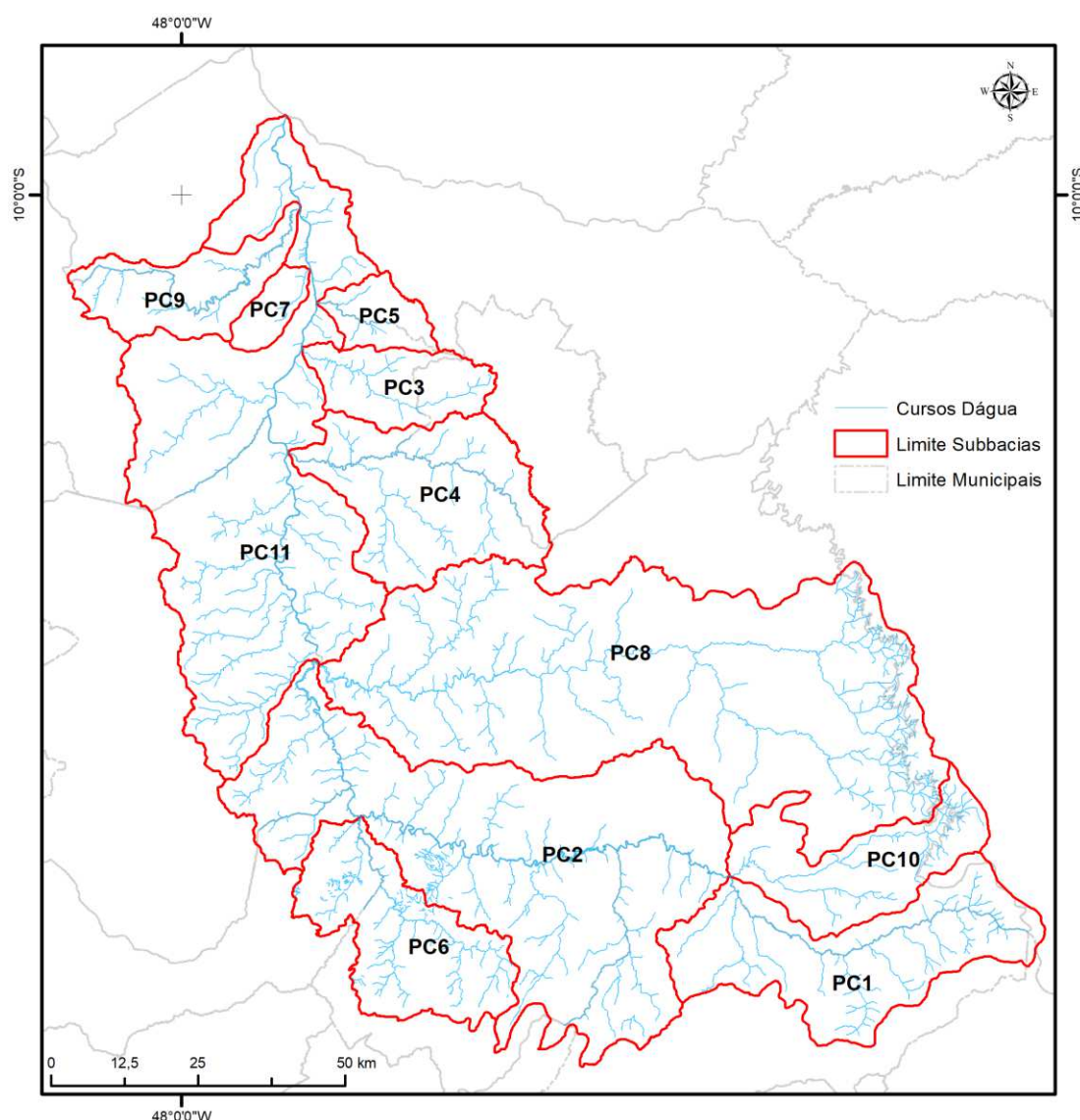


Figura 75. Localização das sub-bacias de referência para o Plano de Bacia dos Rios das Balsas e São Valério.

Fonte: Elaboração do Autor a partir de Tocantins (2011b).

Quadro 32. Comparação dos Rendimentos Específicos do Plano de Bacias e da Estação 22730000.

Referência	q_{MLT} (L/s.km ²)	$q_{90\%}$ (L/s.km ²)	$q_{95\%}$ (L/s.km ²)
Media sub-bacias 1 e 6	22,2	8,5	6,9
Estação 22730000	18,8	9,9	8,8

Fonte: Elaboração do Autor.

E - Bacia do São Valério e Bacias Incrementais

Para a bacia do rio São Valério e demais bacias incrementais ao rio Tocantins, uma vez que não possuem estações fluviométricas para definição de uma regra regional, como pode ser observado na Figura 76, optou-se por avaliar as estações fluviométricas ao longo do rio Tocantins e avaliar por área incremental, as vazões Q_{mlt} , Q_{90} e Q_{95} , além de suas respectivas vazões específicas para fins de regionalização.

Ressalta-se, porém, que o rio Tocantins, desde 1998, tem sua vazão regularizada pelo reservatório da UHE - Usina Hidrelétrica Serra da Mesa, com mais de 50.000 hm³. Este reservatório está localizado no rio Maranhão, um dos formadores do rio Tocantins, e possui claro controle nas vazões deste rio, como pode ser observado na Figura 76, na qual se observa a mudança do comportamento do fluviograma da estação 21080000, localizada já no rio Tocantins, dentro da área de interesse. Essa mudança corresponde à normalização das vazões e passa a ser observada exatamente no ano de início de operação dessa UHE, de modo que, para cálculo das vazões de referência para as bacias incrementais ao rio Tocantins, trabalhou-se com a série de dados entre 1971 e 1997.

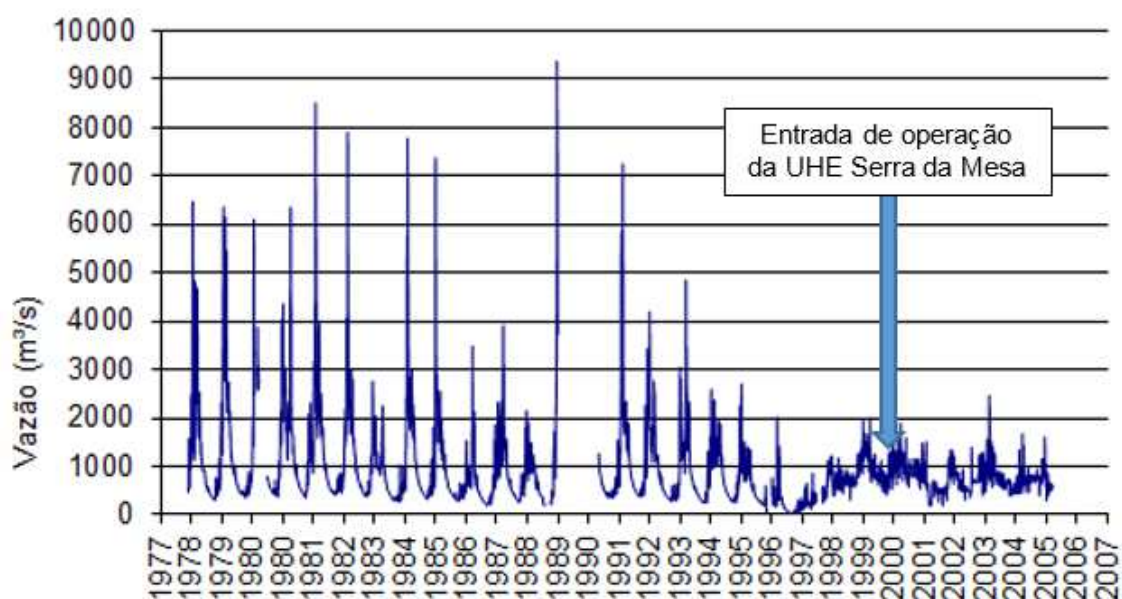


Figura 76. Fluviograma da estação 21080000.

Fonte: Elaboração do Autor

Assim, com base na restrição da série de vazões, calculou-se as vazões de interesse para as estações 21050000 e 21080000, posicionadas a montante e a jusante da foz do rio São Valério e outros afluentes junto ao rio Tocantins, conforme apresentado no Quadro 33. Com base nessas vazões e a partir da área de drenagem incremental, calculou-se as vazões específicas descontando os valores encontrados para a estação mais a jusante (21050000) daquela mais a montante (21080000) e dividindo-as pela área incremental, de modo que se verificou as contribuições específicas do trecho incremental. Dessa forma, os resultados das estimativas para a área incremental são apresentados no Quadro 34.

Quadro 33. Vazões de referência para as estações 21050000 e 21080000 para a série de vazões entre 1971 e 1997.

Estação	Qmlt (m³/s) 1971-1997	Q90 (m³/s) 1971-1997	Q95 (m³/s) 1971-1997	q90 (L/s.km²) 1971-1997	q95 (L/s.km²) 1971-1997
21050000	843	231	183	4,02	2,89
21080000	966	342	284	5,38	4,47

Fonte: Elaboração do Autor

Quadro 34. Cálculo das vazões específicas para as áreas incrementais ao rio Tocantins.

Ad Incremental (km²)	Qmlt (m³/s)	Q90 (m³/s)	Q95 (m³/s)	qmlt (L/s.km²)	q90 (L/s.km²)	q95 (L/s.km²)
6.122	123	111	101	20,1	18,0	16,5

Fonte: Elaboração do Autor

5.6.1.5 Cálculo da disponibilidade hídrica

As disponibilidades hídricas das áreas de interesse são apresentadas na Tabela 15 apresenta o quadro geral de disponibilidade, calculada por meio das regras de regionalização apresentadas nos itens anteriores para as bacias principais de interesse. Tabela 16 apresenta a disponibilidade hídrica detalhada para cada sub-bacia inserida nas bacias principais. Para estas, as vazões de referência foram calculadas por proporção de área de drenagem, de modo que a soma total equivale ao total encontrado para cada bacia principal.

Tabela 15. Disponibilidade hídrica nas macrobacias de interesse.

Bacia	Área de Drenagem (km²)	Oferta Hídrica (m³/s) Qmlt]	Oferta Hídrica (m³/s) Q90%]	Oferta Hídrica (m³/s) [Q95%]	Disponibilidade (m³/s) [75% Q90%]
Rio das Balsas	2.730	51,3	25,2	24,0	18,9
Rio Manuel Alves da Natividade	14.917	190,3	33,3	29,4	24,9
Rio Palma	17.055	275,7	138,9	133,5	104,1
Rio Paranã	8.175	60,4	24,9	22,7	18,7
Rio São Valério	1566	31,46	28,1	25,9	21,1
Rio Tocantins	7.836	157,43	140,8	129,5	105,6
Total	52.277	766,5	391,2	365,1	293,4

Fonte: Elaboração do Autor.

Tabela 16. Disponibilidade hídrica detalhada nas bacias de interesse.

Bacia	Sub-Bacia	Área da Sub-Bacia (km²)	Oferta Hídrica (m³/s) [Qmlt]	Oferta Hídrica (m³/s) [Q90%]	Oferta Hídrica (m³/s) [Q95%]	Disponibilidade (m³/s) [75% Q90%]
Rio das Balsas	Rio das Balsas1	799	15,0	7,4	7,0	5,5
	Rio das Balsas2	1.227	23,1	11,3	10,8	8,5
	Rio Gameleira	703	13,2	6,5	6,2	4,9
Rio Manuel Alves da Natividade	Rio Manuel Alves da Natividade	7.651	97,6	17,1	15,1	12,8
	Ribeirão Itaboca	1.820	23,2	4,1	3,6	3,0
	Rio Bagagem	2.077	26,5	4,6	4,1	3,5
	Rio do Peixe	2.760	35,2	6,2	5,4	4,6
	Rio Gameleira	609	7,8	1,4	1,2	1,0
Rio Palma	Rio Palma1	929	15,0	7,6	7,3	5,7
	Rio Palma2	4.503	72,8	36,7	35,3	27,5
	Córrego Inhumas	286	4,6	2,3	2,2	1,7
	Córrego Pau D Arco	181	2,9	1,5	1,4	1,1
	Córrego Recantilado	262	4,2	2,1	2,1	1,6
	Rio Sobrado	1.113	18,0	9,1	8,7	6,8
	Ribeirão Cachoeira	480	7,8	3,9	3,8	2,9
	Ribeirão Gameleira	585	9,5	4,8	4,6	3,6
	Ribeirão Gameleirinha	250	4,0	2,0	2,0	1,5



Bacia	Sub-Bacia	Área da Sub-Bacia (km ²)	Oferta Hídrica (m ³ /s) [Qmlt]	Oferta Hídrica (m ³ /s) [Q90%]	Oferta Hídrica (m ³ /s) [Q95%]	Disponibilidade (m ³ /s) [75% Q90%]
	Ribeirão Inferno	1.542	24,9	12,6	12,1	9,4
	Rio Arraias	1.444	23,3	11,8	11,3	8,8
	Rio Conceição	2.338	37,8	19,0	18,3	14,3
	Rio Palmeiras	3.142	50,8	25,6	24,6	19,2
Rio Paranã	Rio Paranã	4.326	31,9	13,2	12,0	9,9
	Riacho Fundo	1.012	7,5	3,1	2,8	2,3
	Rio Bezerra	1.069	7,9	3,3	3,0	2,4
	Rio São Domingos	1.768	13,1	5,4	4,9	4,0
Bacia do Rio São Valério	Rio São Valério	1.566	31,5	28,1	25,9	21,1
Bacia do Rio Tocantins	Rio Tocantins	5.585	112,2	100,4	92,3	75,3
	Rio das Almas	663	13,3	11,9	11,0	8,9
	Rio Formiga	1.588	31,9	28,5	26,2	21,4
Total		52.277	766,5	391,2	365,1	293,4

Fonte: Elaboração do Autor.

5.6.2 Disponibilidade hídrica subterrânea

5.6.2.1 Base de dados

Para a elaboração deste estudo, foi realizada pesquisa em artigos científicos, dissertações de mestrado, teses de doutorado, relatórios técnicos e mapas sobre a RSE-TO, principalmente dados atualizados sobre a hidrogeologia da região de estudo, além do relatório elaborado por Costa (2010), que estudou a hidrogeologia da região sudoeste do Estado do Tocantins.

No que se refere a geologia onde ocorre a água subterrânea, foi consultado banco de dados secundários e públicos disponíveis em diversas instituições. Foram utilizados os arquivos em formato *shapefile* das folhas SC-22 Rio Tocantins, SC-23 Rio São Francisco, SD-23 Brasília, SD-22 Goiás, todas na escala 1:1.000.000, elaborados pela CPRM (2015a, 2015b, 2016a e 2016b). Também foi utilizado o mapa geológico do Estado do Tocantins, elaborado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2007b).

Quanto aos dados de poços tubulares, a principal fonte de dados de águas subterrâneas foi a Serviço Geológico do Brasil (CPRM), por meio do Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS), que compõe um banco de dados com 169 pontos de captação de água subterrânea, vide Figura 77.

Deste total de poços, apenas três pontos foram cadastrados como cisternas ou poços manuais. Quanto ao banco de dados de poços tubulares do Instituto Natureza do Tocantins (Naturatins), foram disponibilizadas informações de vazão e uso, não apresentando dados de nível estático, nível dinâmico, profundidade do poço e, principalmente, em qual aquífero o poço foi instalado. Com isso, estes dados não puderam ser utilizados para as estimativas de disponibilidade hídrica.

Foram utilizadas, ainda, as informações de séries históricas de precipitação para a região, considerando o período histórico de dados disponíveis. Essa base de dados foi a mesma utilizada para o estudo de climatologia deste projeto, assim como seus resultados.

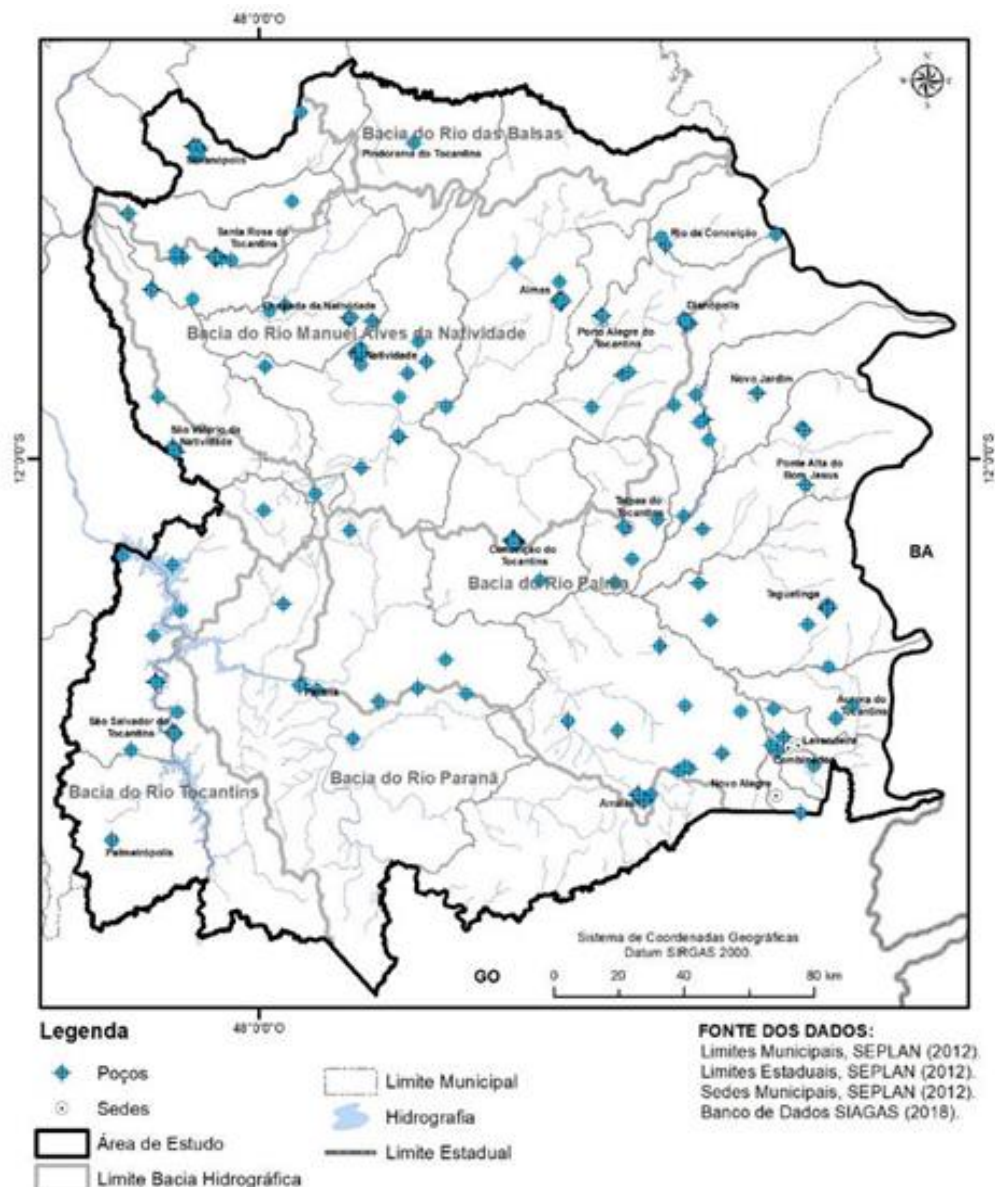


Figura 77. Mapa de poços tubulares versus bacias hidrográficas da RSE-TO.

Fonte: Elaboração do Autor a partir de fontes indicadas.

5.5.2.2 Caracterização dos aquíferos

Costa (2010) mapeou zonas de exploração, como pode ser visualizado na Figura 78 e APÊNDICE Q, em que foram consideradas as características hidrogeológicas, as condições de exploração, as características dos poços, a qualidade da água subterrânea e as restrições da exploração. Este autor distinguiu oito zonas de exploração, correspondendo as zonas aquíferas denominadas Urucuia, Poti/Piauí, Cabeças/Longá, Pimenteiras, Serra Grande, Bambuí, Cristalino (granito/gnaiss) e Cristalino (gnaiss). Na área delimitada para o estudo, as zonas A (Urucuia), C (Cabeças/Longá), D (Pimenteiras), F (Bambuí), G (Cristalino Granito/Gnaiss) e H (Cristalino Gnaiss) estão presentes.

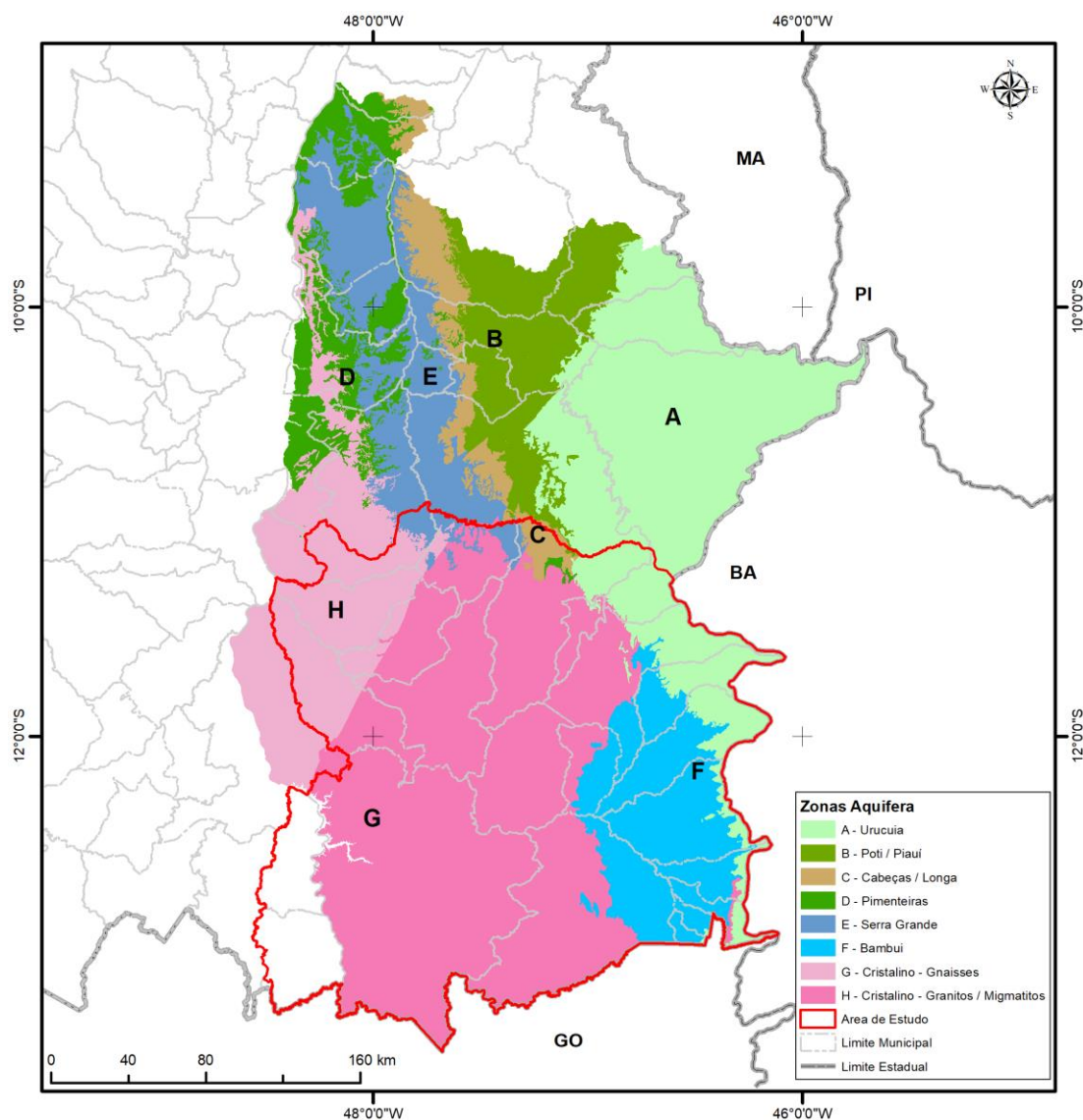


Figura 78. Zoneamento explotável da RSE-TO.

Fonte: Elaboração do Autor a partir de Costa (2010).

Conforme já apresentado anteriormente, esta área de estudo compõe-se de 23 municípios para detalhamento da disponibilidade hídrica da região. Nesta região ocorrem rochas sedimentares do Grupo Urucuia, das Formações Piauí, Poti, Cabeças e Pimenteiras. Rochas cársticas do Grupo Bambuí e rochas metamórficas e ígneas do embasamento (Figura 79).

Dentro desta área de estudo, foram identificados três domínios hidrogeológicos ou hidroestratigráficos, denominados Unidades Granulares ou Porosas, Unidades Fraturadas ou Cristalinas e Unidades Cársticas, sendo apresentados na Figura 80.

As rochas ígneas e metamórficas representam os aquíferos fraturados ou fissurais, onde a circulação e o armazenamento de água ocorrem principalmente em fraturas, falhas e/ou outras descontinuidades estruturais da rocha. O domínio granular ou poroso é composto por rochas sedimentares, nas quais a circulação e o armazenamento de água se dão nos poros

da rocha. Já no domínio Cárstico são identificadas rochas calcárias dolomíticas metamorfizadas.

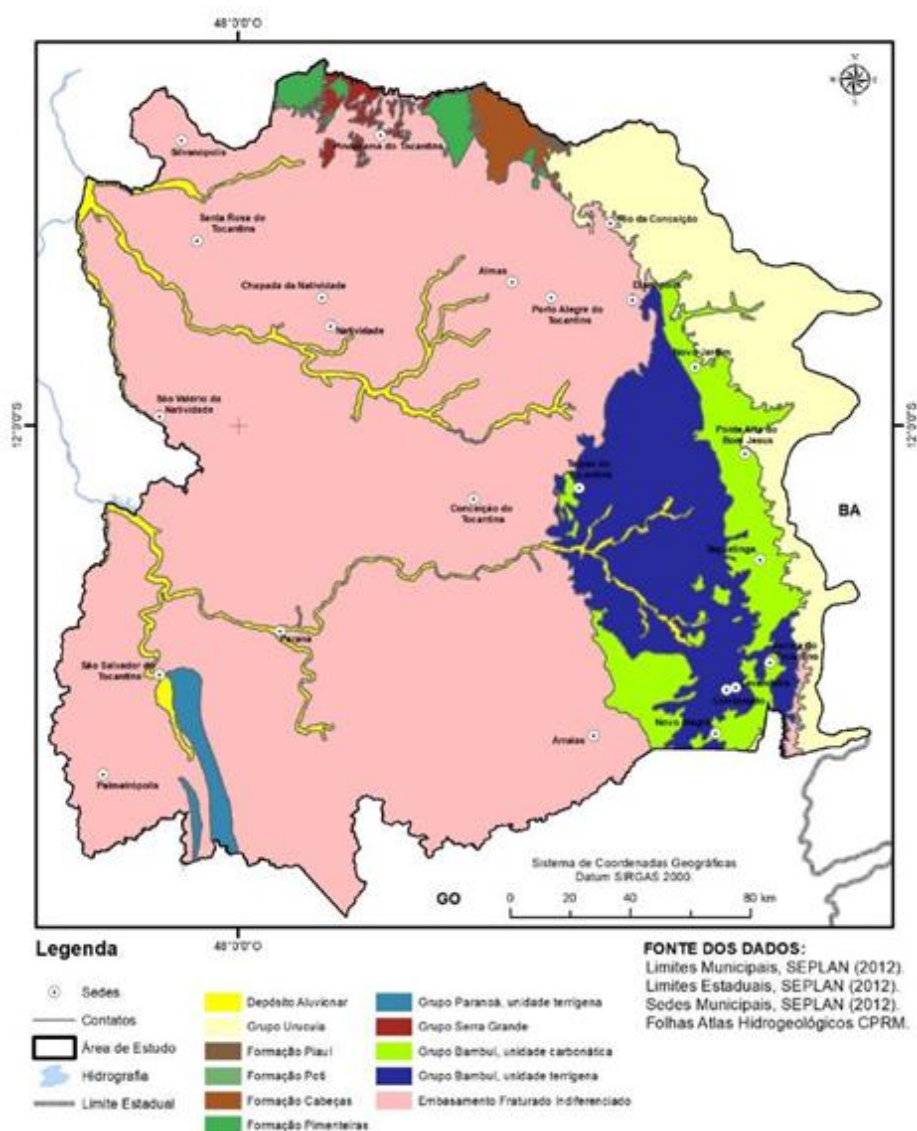


Figura 79. Mapa das unidades geológicas que ocorrem na RSE-TO.

Fonte: Elaboração do Autor a partir de fontes indicadas.

Ao se relacionar as unidades geológicas com os domínios hidrogeológicos da região, é mostrada a Figura 80. Como pode ser visualizado na análise dessas figuras, o domínio hidrogeológico granular ocorre espacialmente nas porções leste e norte da área de estudo. Este domínio é representado, principalmente, pelas rochas sedimentares do Grupo Urucua, Formação Posse, compostas por arenitos finos a médios. Secundariamente, são compostas pelas rochas do Grupo Canindé representado pela Formação Cabeças, Formação Pimenteiras e Formação Poti, além das rochas da Formação Piauí, do Grupo Balsas. Completando este domínio, também estão presentes sedimentos Cenozoicos caracterizados pelos Depósitos Aluvionares, Depósitos Colúvio-Eluviais e Coberturas Detrito-Lateríticas.



Figura 80. Domínios Hidrogeológicos que ocorrem na RSE-TO.

Fonte: Elaboração do Autor.

No que se refere ao domínio hidrogeológico cárstico, são encontradas rochas metacalcárias do Grupo Bambuí e Grupo Serra da Mesa.

A recarga dos aquíferos ocorre através da infiltração direta das chuvas e as descargas na hidrografia da região constituem o escoamento base dos rios.

5.6.2.3 Estudos desenvolvidos e resultados

Para o dimensionamento dos volumes das unidades geológicas foi calculada a área de ocorrência em cada bacia hidrográfica, como pode ser visualizado na Tabela 17. Na tabela em questão, observa-se que a área aflorante das rochas pertencentes ao domínio do

embasamento cristalino fraturado é maior na bacia do rio Manuel Alves da Natividade com 13.076 km², seguida da Bacia Rio Paranã com 7.988 km². Já a área de ocorrência da unidade hidroestratigráfica Grupo Urucuia é maior na bacia do rio Palma com 3.156 km², seguido da bacia do rio Manuel Alves da Natividade com 1.188 km².

Para as espessuras destas formações geológicas utilizou-se as que foram encontradas por Costa (2010).

Tabela 17. Áreas de ocorrências, em km², das formações geológicas em cada bacia hidrográfica da área de estudo.

Unidade Hidroestratigráfica	Bacia do Rio					
	Das Balsas	Manuel A. da Natividade	Palma	Paraná	São Valério	Tocantins
Formação Poti (3)Gr	3,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Formação Piauí (3)Gr	29,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Formação Cabeças (3)Gr	421,8	33,5	0,0	0,0	0,0	0,0
Formação Pimenteiras (6)Gr	469,1	7,5	0,0	0,0	0,0	21,5
Embasamento Fraturado (5)Fr	1.078,1	13.076,5	5.941,1	7.988,2	1.498,4	6.908,5
Grupo Urucuia (1)Gr	450,4	1188,3	3156,1	0,0	0,0	0,0
Grupo Paranoá Unidade Terrígena (4)Fr	0,0	0,0	0,0	0,9	0,0	504,1
Grupo Bambuí Unidade Carbonática (4)K	0,0	4,0	2719,0	50,9	0,0	0,0
Grupo Bambuí Unidade Terrígena (4)Fr	0,0	11,1	4921,7	0,7	0,0	0,0
Depósito Aluvionar (4)Gr	0,0	596,1	317,1	134,3	67,6	388,7
Grupo Serra Grande (5)Gr	278,4	0,0	0,0	0,0	0,0	13,2
Total	2.730	14.917	17.055	8.175	1566	7.836

Fonte: Elaboração do Autor a partir de Costa (2010).

O mapa com as unidades hidroestratigráficas por bacia hidrográfica é apresentado na Figura 81, onde visualiza-se a maior área de ocorrência do embasamento fraturado.

Estas informações aliadas a elementos necessários para o cálculo da disponibilidade foram estimadas a partir do estudo de Costa (2010), como porosidade efetiva dos aquíferos livres, carga hidráulica dos aquíferos confinados, taxa de infiltração em cada formação, coeficiente de armazenamento.

Para a estimativa das precipitações pluviométricas ao longo de cada unidade hidroestratigráfica presente em cada bacia hidrográfica foi considerado o valor de precipitação média anual calculado no relatório climatológico deste estudo.

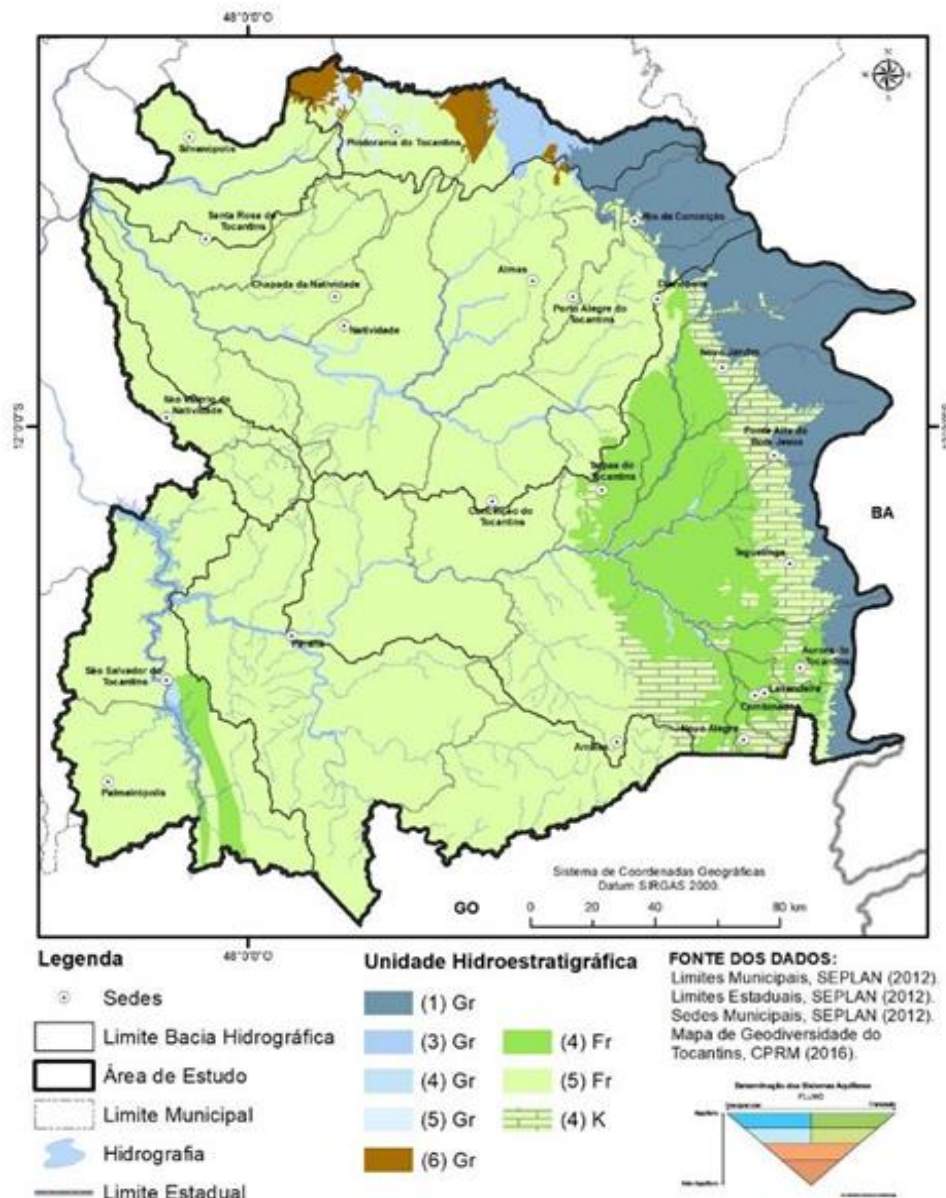


Figura 81. Mapa com as Unidades Hidroestratigráficas versus as bacias hidrográficas. Legenda: Gr é granular, Fr é fraturado e K é cárstico.

Fonte: Elaboração do Autor.

No Quadro 35 é apresentada a síntese dos parâmetros calculados, onde são apresentados os volumes de Reserva Permanente (em aquíferos Livres e Confinados), a Reserva Reguladora ou Renovável, a Potencialidade, a Disponibilidade Instalada, a Disponibilidade Efetiva, a Disponibilidade Explotável e a Disponibilidade Sustentável. Cabe ressaltar que os cálculos podem estar subestimados, visto que os dados técnicos de poços tubulares da RSE-TO foram escassos. Na grande maioria das unidades hidroestratigráficas não houve registro de poços perfurados, como pode ser visualizado na Figura 82, são elas: Formação Pimenteiras, Grupo Serra Grande, Formação Cabeças, Formação Piauí, Grupo Paranoá Unidade terrígena e Formação Poti. Com isso vale ressaltar, a importância de um cadastro

detalhado das informações técnica e construtivas dos poços tubulares para que seja feita uma avaliação mais acurada.

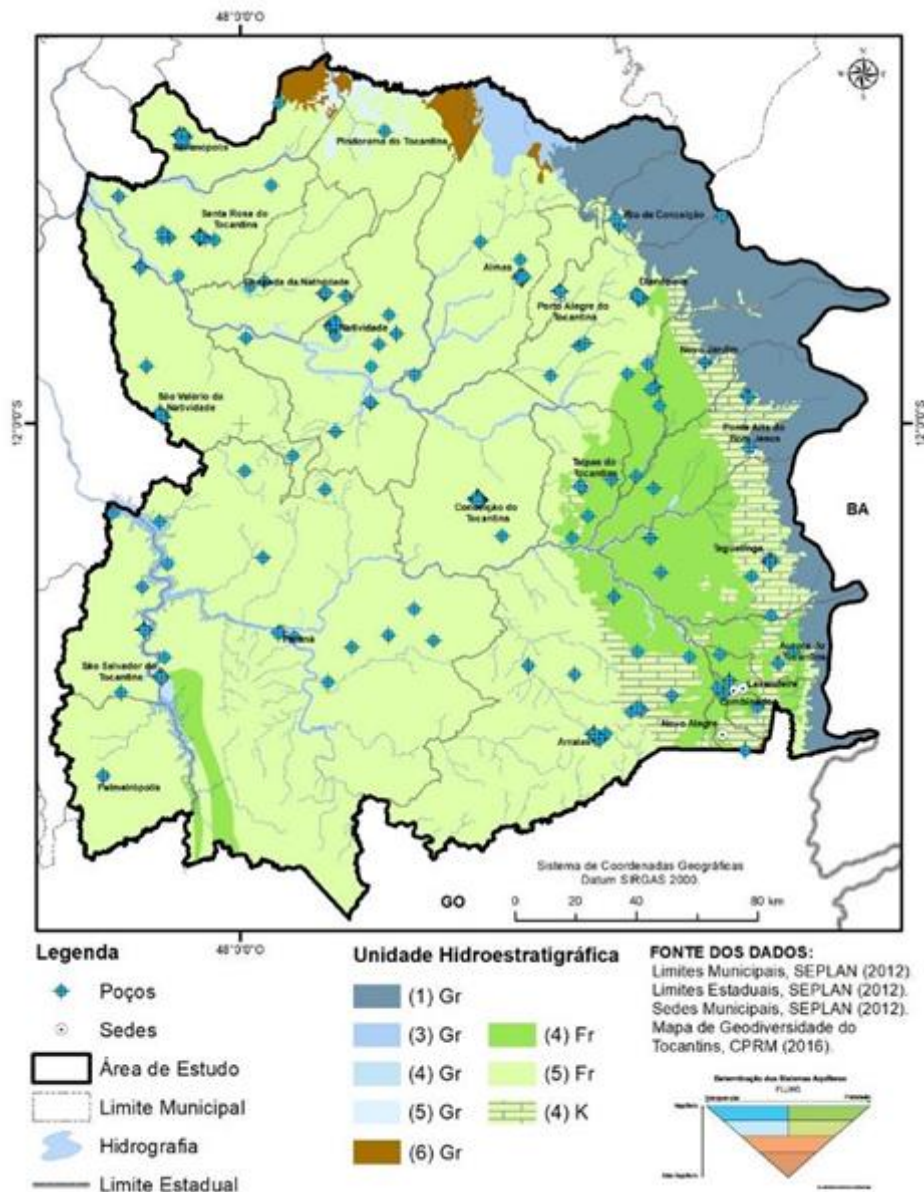


Figura 82. Poços Tubulares versus Domínio de cada Unidade Hidroestratigráfica.

Fonte: Elaboração do Autor.

Com as reservas permanentes, reservas reguladoras e potencialidades calculadas para as unidades estratigráficas na RSE-TO foi possível verificar que a bacia hidrográfica com menor potencialidade é a do rio São Valério, seguida pela bacia hidrográfica do rio Paranã, pois esta apresenta a capacidade de armazenamento com uma reserva permanente estimada total de 27,2 bilhões de m³ acumulados. Quanto à potencialidade ou disponibilidade, a bacia do rio São Valério apresenta 5,4m³/s ou 168,7*10⁶ m³/ano, enquanto a bacia do rio Paranã apresenta 24,1m³/s ou 760,9*10⁶ m³/ano.



A Bacia do rio Palma, que drena os domínios Poroso (Urucuia) e Cárstico (Grupo Bambuí Unidade Carbonática e Unidade Terrígena) apresenta a maior disponibilidade com $3.408 \cdot 10^6$ m³/ano ou 96,7 m³/s. Os resultados são apresentados de forma detalhada no Quadro 35.

Cabe ressaltar, que os escassos dados técnicos construtivos dos poços não tornam viável a caracterização completa destes aquíferos, sendo apenas estimativas com base na área de ocorrência e na precipitação pluviométrica média anual.

Quadro 35. Resumo dos valores das avaliações de parâmetros quantitativos dos aquíferos presentes em cada bacia hidrográfica da região.

Bacia	Área (km ²)	Reserva Permanente *10 ⁹ m ³		Reser. Total *10 ⁹ m ³	Reser. Reguladora *10 ⁶ m ³ /ano	Poten. *10 ⁶ m ³ /ano	Dinst. *10 ⁶ m ³ /ano	Def. *10 ⁶ m ³ /ano	Dexp. *10 ⁶ m ³ /ano	Dsust. *10 ⁶ m ³ /ano
		Livre	Confinado							
Das Balsas	2.730	54,1	19,3	73,4	411,2	558,0	0,0	0,0	434,6	434,6
Manuel Alves da Natividade	14.917	96,0	0,0	96,0	1708,9	1900,8	3,3	0,8	1387,4	1388,2
Palma	17.055	231,8	74,5	306,3	2.436,0	3.048,7	2,0	0,5	2317,4	2317,9
Paraná	8.175	27,1	0,0	27,1	706,6	760,9	0,0	0,0	548,9	548,9
São Valério	1.566	7,2	0,0	7,2	154,4	168,7	0,4	0,1	122,3	122,4
Tocantins	7.836	39,4	0,0	39,4	758,7	837,5	0,7	0,2	609,7	609,9

Onde: Rr - Reserva Reguladora ou Renovável; Poten - Potencialidade; Dinst - Disponibilidade Instalada; Def.--Disponibilidade Efetiva; Dex. - Disponibilidade Explotável e Dsust - Disponibilidade Sustentável.

Fonte: Elaboração do Autor a partir de Costa (2010).

Ressalta-se que poços perfurados na RSE-TO, conforme Costa (2010) apresentaram profundidades com valor mínimo de 6,0 m e máximo de 500,0 m, com média de 98,4m. Foram encontrados profundidades de nível estático variando do nível do solo a 125,0 m, em média 15,28 m. Dessa forma, boa parte dos poços foram rasos, com baixas profundidades, captando, possivelmente água do aquífero livre e, portanto, bastante dependentes do regime de chuvas.

Reforça-se a importância de se realizar um cadastramento com os dados técnicos e construtivos dos poços, para verificar a profundidade média e suas amplitudes em cada bacia hidrográfica, de forma a permitir a avaliação completa dos aquíferos. Além disso, importante instalar redes de monitoramento de nível d'água para acompanhar a evolução da profundidade do nível estático. A partir dessa informação, será possível identificar a causa dos poços que vêm secando em período de estiagem, conforme foi relatado por técnicos em campo. Esse ponto foi relatado, principalmente, pelos representantes de sistemas de saneamento com responsabilidade pelo abastecimento de parte das cidades da região. Os poços perfurados no domínio hidrogeológico fraturado, dependendo de sua profundidade e quantidade de fraturas, têm maior propensão a secar em períodos de estiagem prolongadas.

Para cada bacia hidrográfica foram calculados os parâmetros quantitativos dos aquíferos e estes são apresentados nos quadros 36 a 41.

Em cada bacia hidrográfica em que ocorrem aquíferos porosos tem-se uma disponibilidade ou potencialidade hídrica diferenciada. No entanto, devido a área de ocorrência do embasamento cristalino ser maior, observa-se que nas bacias dos rios Manuel Alves da Natividade, Paraná, São

Valério e Tocantins uma disponibilidade maior deste tipo de aquífero. No entanto, estes estão relacionados diretamente com a recarga da chuva. Dentro deste contexto, se houve uma estiagem prolongada, estes podem ser afetados em sua reserva renovável.

Quadro 36. Parâmetros quantitativos dos aquíferos presentes na Bacia do Rio Balsas.

Aquífero ou Aquitardo	Rp Livre	Rp Conf	Total	Rr	Poten	Dinst	Def	Dexp	Dsust
	10 ⁹ m ³			*10 ⁶ m ³ /ano	*10 ⁶ m ³ /ano				
Formação Poti (3)Gr	0,061	0,00	0,06	0,573	0,70	0,00	0,00	0,52	0,52
Formação Piauí (3)Gr	0,582	0,00	0,58	5,275	6,44	0,00	0,00	4,86	4,86
Formação Cabeças (3)Gr	15,818	15,83	31,65	78,068	141,37	0,00	0,00	117,95	117,95
Formação Pimenteiras (6)Gr	5,864	0,00	5,86	45,124	56,85	0,00	0,00	43,32	43,32
Embasamento Fraturado (5)Fr	3,126	0,00	3,13	104,501	110,75	0,05	0,01	79,39	79,40
Grupo Urucuia (1)Gr	20,268	0,00	20,27	123,251	163,79	0,00	0,00	126,81	126,81
Grupo Serra Grande (5)Gr	8,353	3,49	11,84	54,384	78,07	0,00	0,00	61,75	61,75

Legenda: Rp Livre = Reserva potencial Livre; Rp Conf = Reserva Potencial Confinada; Rr = Reserva reguladora ou renovável; Poten = Potencialidade; Dinst = Disponibilidade instalada; Def = Disponibilidade efetiva; Dexp = Disponibilidade explorável; Dsust = Disponibilidade sustentável.

Fonte: Elaboração do Autor a partir de Costa (2010).

Quadro 37. Parâmetros quantitativos dos aquíferos presentes na Bacia do Rio Manuel Alves da Natividade.

Aquífero ou Aquitardo	Rp Livre	Rp Conf	Total	Rr	Poten	Dinst	Def	Dexp	Dsust
	10 ⁹ m ³			*10 ⁶ m ³ /ano	*10 ⁶ m ³ /ano				
Formação Cabeças (3)Gr	1,3	0,0	1,3	6,1	8,7	0,0	0,0	6,8	6,8
Formação Pimenteiras (6)Gr	0,1	0,0	0,1	0,7	0,9	0,0	0,0	0,7	0,7
Embasamento Fraturado (5)Fr	39,2	0,0	39,2	1219,4	1297,8	3,2	0,8	931,2	932,0
Grupo Urucuia (1)Gr	53,5	0,0	53,5	311,4	418,4	0,1	0,0	324,9	324,9
Grupo Bambuí Unidade Carbonática (4)K	0,1	0,0	0,1	1,0	1,1	0,0	0,0	0,8	0,8
Grupo Bambuí Unidade Terrígena (4)Fr	0,1	0,0	0,1	0,9	1,0	0,0	0,0	0,7	0,7
Depósito Aluvionar (4)Gr	1,8	0,0	1,8	169,4	173,0	0,0	0,0	122,2	122,2

Legenda: Rp Livre = Reserva potencial Livre; Rp Conf = Reserva Potencial Confinada; Rr = Reserva reguladora ou renovável; Poten = Potencialidade; Dinst = Disponibilidade instalada; Def = Disponibilidade efetiva; Dexp = Disponibilidade explorável; Dsust = Disponibilidade sustentável.

Fonte: Elaboração do Autor a partir de Costa (2010).

As unidades hidroestratigráficas Grupo Urucuia e Grupo Bambuí Unidade Carbonática apresentaram os maiores valores de Reserva Permanente Total ficando acima de 100 bilhões de m³, vide dados da Bacia do rio Palma no Quadro 38, o que explica os altos valores de volumes encontrados nesta bacia.

Quadro 38. Parâmetros quantitativos dos aquíferos presentes na Bacia do Rio Palma.

Aquífero ou Aquitardo	Rp Livre	Rp Conf	Total	Rr	Poten	Dinst	Def	Dexp	Dsust
	10 ⁹ m ³			*10 ⁶ m ³ /ano	*10 ⁶ m ³ /ano				
Embasamento Fraturado (5)Fr	23,5	0,0	23,5	526,5	573,5	1,1	0,3	415,3	415,5
Grupo Urucuia (1)Gr	142,0	0,0	142,0	754,9	1038,9	0,0	0,0	812,5	812,5
Grupo Bambuí Unidade Carbonática (4)K	40,8	74,5	115,3	668,6	899,2	0,3	0,1	698,6	698,6



GOVERNO DO TOCANTINS

Aquífero ou Aquitardo	Rp Livre	Rp Conf	Total	Rr	Poten	Dinst	Def	Dexp	Dsust
	10 ⁹ m ³			*10 ⁶ m ³ /ano	*10 ⁶ m ³ /ano				
Grupo Bambuí Unidade Terrígena (4)Fr	24,6	0,0	24,6	403,0	452,3	0,6	0,1	331,2	331,3
Depósito Aluvionar (4)Gr	1,0	0,0	1,0	82,9	84,8	0,0	0,0	59,9	59,9

Legenda: Rp Livre = Reserva potencial Livre; Rp Conf = Reserva Potencial Confinanda; Rr = Reserva reguladora ou renovável; Poten = Potencialidade; Dinst = Disponibilidade instalada; Def = Disponibilidade efetiva; Dexp = Disponibilidade explotável; Dsust = Disponibilidade sustentável.

Fonte: Elaboração do Autor a partir de Costa (2010).

Quadro 39. Parâmetros quantitativos dos aquíferos presentes na Bacia do Rio Paranã.

Aquífero ou Aquitardo	Rp Livre	Rp Conf	Total	Rr	Poten	Dinst	Def	Dexp	Dsust
	10 ⁹ m ³			*10 ⁶ m ³ /ano	*10 ⁶ m ³ /ano				
Embasamento Fraturado (5)Fr	26,0	0,0	26,0	661,0	713,0	0,0	0,0	514,6	514,7
Grupo Bambuí Unidade Carbonática (4)K	0,8	0,0	0,8	12,6	14,1	0,0	0,0	10,4	10,4
Grupo Bambuí Unidade Terrígena (4)Fr	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Depósito Aluvionar (4)Gr	0,4	0,0	0,4	33,0	33,8	0,0	0,0	23,9	23,9

Legenda: Rp Livre = Reserva potencial Livre; Rp Conf = Reserva Potencial Confinanda; Rr = Reserva reguladora ou renovável; Poten = Potencialidade; Dinst = Disponibilidade instalada; Def = Disponibilidade efetiva; Dexp = Disponibilidade explotável; Dsust = Disponibilidade sustentável.

Fonte: Elaboração do Autor a partir de Costa (2010).

Quadro 40. Parâmetros quantitativos dos aquíferos presentes na Bacia do Rio São Valério.

Aquífero ou Aquitardo	Rp Livre	Rp Conf	Total	Rr	Poten	Dinst	Def	Dexp	Dsust
	10 ⁹ m ³			*10 ⁶ m ³ /ano	*10 ⁶ m ³ /ano				
Embasamento Fraturado (5)Fr	7,0	0,0	7,0	137,4	151,3	0,4	0,1	110,0	110,1
Depósito Aluvionar (4)Gr	0,2	0,0	0,2	17,0	17,4	0,0	0,0	12,3	12,3

Legenda: Rp Livre = Reserva potencial Livre; Rp Conf = Reserva Potencial Confinanda; Rr = Reserva reguladora ou renovável; Poten = Potencialidade; Dinst = Disponibilidade instalada; Def = Disponibilidade efetiva; Dexp = Disponibilidade explotável; Dsust = Disponibilidade sustentável.

Fonte: Elaboração do Autor a partir de Costa (2010).

Quadro 41. Parâmetros quantitativos dos aquíferos presentes na Bacia do Rio Tocantins.

Aquífero ou Aquitardo	Rp Livre	Rp Conf	Total	Rr	Poten	Dinst	Def	Dexp	Dsust
	10 ⁹ m ³			*10 ⁶ m ³ /ano	*10 ⁶ m ³ /ano				
Formação Pimenteiras (6)Gr	0,3	0,0	0,3	2,0	2,6	0,0	0,0	2,0	2,0
Embasamento Fraturado (5)Fr	34,5	0,0	34,5	609,4	678,5	0,7	0,2	495,5	495,7
Grupo Paranoá Unidade Terrígena (4)Fr	3,0	0,0	3,0	42,8	48,8	0,0	0,0	36,0	36,0
Depósito Aluvionar (4)Gr	1,2	0,0	1,2	102,0	104,3	0,0	0,0	73,7	73,7
Grupo Serra Grande (5)Gr	0,4	0,0	0,4	2,5	3,3	0,0	0,0	2,6	2,6

Legenda: Rp Livre = Reserva potencial Livre; Rp Conf = Reserva Potencial Confinanda; Rr = Reserva reguladora ou renovável; Poten = Potencialidade; Dinst = Disponibilidade instalada; Def = Disponibilidade efetiva; Dexp = Disponibilidade explotável; Dsust = Disponibilidade sustentável.

Fonte: Elaboração do Autor a partir de Costa (2010).

Dos resultados apresentados nos quadros, foi observado que a unidade hidroestratigráfica Embasamento Fraturado e o Grupo Urucua são as que apresentam os maiores valores de reserva total.

5.6.3 Estimativa de demandas hídricas

Para que possa ser desenvolvido o balanço hídrico para os cursos de água da região, é fundamental que sejam executadas estimativas de demandas pelo uso da água para os municípios em questão. O balanço hídrico refere-se à relação entre demandas e disponibilidades. Considerando que nos itens anteriores deste estudo já foram apresentadas as informações de disponibilidade, é importante que sejam estimadas as demandas pelo uso da água na RSE-TO, conforme será apresentado a seguir.

Para essa etapa de trabalho, foram buscadas informações referentes aos usos de água consuntivos e não-consuntivos. Os usos consuntivos referem-se àqueles que captam certo volume de água dos corpos hídricos e posteriormente devolvem apenas uma parcela deste montante, levando ao consumo de determinado volume de água ao longo de seus processos. Nesse caso, foram considerados o abastecimento humano urbano e rural, industrial e mineração, agrícola para a irrigação de culturas, pecuária para a dessedentação animal e aquicultura.

Por outro lado, os usos não-consuntivos tratam daqueles que captam um certo volume de água que, em seguida, é devolvido integralmente aos corpos hídricos, ou que utilizam os recursos hídricos para algum fim que não leve ao consumo propriamente dito de água. Nesse contexto, foram considerados a geração de energia e o turismo e lazer.

Para cada finalidade de uso, foi utilizada metodologia considerada mais adequada em função dos dados disponíveis, sendo apresentada a seguir:

- Abastecimento humano: foram utilizadas informações de outorgas do Naturatins, do Atlas do Abastecimento Urbano de Água - Panorama Nacional (ANA, 2010), estimativas de demandas por meio da população e foram obtidas informações das concessionárias de abastecimento público;
- Dessedentação animal: foram utilizadas informações de estimativas baseadas nos dados de produção animal do IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística e volumes de água per capita;
- Industrial e mineração: foram buscadas informações da base de outorgas e de licenciamento ambiental do Naturatins e análises baseadas no cadastro de empreendimentos da FIETO - Federação de Indústrias do Tocantins e em visitas a campo e consultas a empresas locais;
- Irrigação: estimativas foram realizadas com base nas áreas irrigadas dos cadastros do estado, além de base de dados de outorgas e em informações obtidas do DIMA - Distrito de Irrigação do Manuel Alves;
- Aquicultura: foram realizadas análises com base na base de dados de outorgas do Naturatins e em consultas aos principais empreendimentos visitados na região.

5.6.3.1 Usos consuntivos

A.1 Abastecimento humano urbano

Para a estimativa das demandas para abastecimento humano urbano, foram obtidas informações de quatro fontes:

- Atlas do Abastecimento Urbano de Água - Panorama Nacional (ANA, 2010);
- Base de dados de outorgas do Naturatins;
- População abastecida com base em dados do IBGE e Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS;
- Informações das concessionárias Agência Tocantinense de Saneamento - ATS e BRK Ambiental.

No que se refere à primeira fonte adotada, a publicação da ANA de 2010 apresenta croquis com as informações de captação e mananciais para cada fonte de abastecimento. Como exemplo, a Figura 83 apresenta croquis para o município de Paranã, mostrando o local da captação, sua vazão, capacidades de reservação e adução até o abastecimento da cidade. Apesar de bastante detalhadas, tais informações podem ter sofrido alterações em função do período referente à sua atualização. De toda forma, são consideradas relevantes como base de comparação para o processo de estimativa de demandas para os municípios em questão. Neste caso, os dados são apresentados de forma direta por município, conforme consta da Figura 83, com seus valores de demanda e fontes utilizadas para abastecimento.

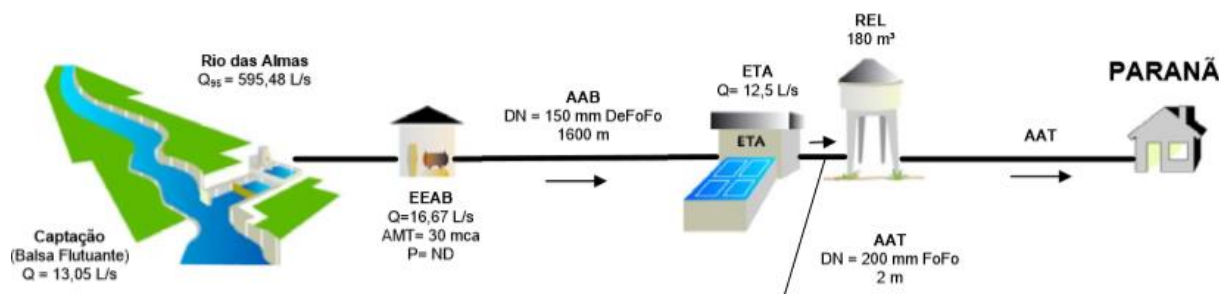


Figura 83. Croquis de abastecimento de Paranã.

Fonte: ANA (2010).

A segunda fonte adotada tratou da base de dados de outorgas do Naturatins. Usualmente, as outorgas se mostram como fonte importante de informações para vazões de abastecimento público urbano. No entanto, segundo a base de dados fornecida de outorgas pelo Naturatins, há apenas autorizações com a finalidade de abastecimento público para os municípios de Almas e Dianópolis, dentre os 23 municípios da área em estudo. O Quadro 42 apresenta as informações de outorgas para abastecimento público nos municípios em estudo. Tratam-se de valores apresentados de forma direta na base de dados do Naturatins.

Quadro 42. Outorgas para abastecimento público nos municípios da área de estudo.

Finalidade Principal	Tipo de Captação	Vazão Máx. (m³/h)	Tempo de bomb. (h)	Município	Manancial	Coordenadas UTM	
						X (m)	Y (m)
Abastecimento Público	Superficial	201,3	N/D	Dianópolis	Córrego Morena	304.079	8.725.566
Abastecimento Público	Subterrânea	8,0	24	Almas	N/A	263.401	8.720.156
Abastecimento Público	Subterrânea	10,0	24	Almas	N/A	263.081	8.720.731
Abastecimento Público	Subterrânea	4,5	24	Almas	N/A	263.357	8.720.776
Abastecimento Público	Subterrânea	6,0	24	Almas	N/A	264.026	8.720.132
Abastecimento Público	Subterrânea	11,0	24	Almas	N/A	264.162	8.720.148
Abastecimento Público	Subterrânea	24,0	24	Almas	N/A	264.344	8.720.776

N/A = Não se aplica.

Fonte: Base de outorgas fornecida pelo Naturatins (atualização de dez/2017).

A terceira forma de obtenção de demandas para abastecimento público tratou da estimativa de demandas por meio da população abastecida para cada município. Nesse sentido, foram buscadas informações atualizadas de população para os 23 municípios de acordo com o IBGE. Para a demanda diária per capita, foram utilizadas informações do Atlas do Abastecimento Urbano de Água (ANA, 2010), conforme apresentado no Quadro 43. Os valores per capita devem ser multiplicados pela população de forma a obter a demanda média diária para o município.

Quadro 43. Faixas de demanda per capita para a População Urbana.

Região	0 a 5.000	5.000 a 35.000	35.000 a 75.000	75.000 a 250.000	250.000 a 500.000	Acima de 500.000
Valor <i>per capita</i> de captação (L/hab.dia)	202	217	242	239	239	266

Fonte: Atlas de Abastecimento Urbano de Água: Panorama Nacional - ANA, 2010.

O Quadro 44 apresenta a demanda de água estimada para abastecimento urbano nos municípios da bacia. Vale ressaltar que essas demandas foram estimadas com base na população urbana do censo de 2010, que é o último executado pelo IBGE. Os dados apresentados de demandas na coluna “demanda urbana” são obtidos pela seguinte expressão:

Demanda urbana (L/s) = população urbana (habitantes) x demanda urbana per capita (L/hab.dia), dividindo-se pelo número de segundos em um dia (86.400).

Para a obtenção das informações de demanda urbana em m³/dia (coluna seguinte), foi realizada multiplicação pelo número de segundos em um dia (86.400) e divisão por 1.000 para transformação da unidade de litros (L) para metros cúbicos (m³).

Apesar de apresentar estimativa de população para o ano de 2017, ela não é discriminada entre urbana e rural, como no censo. O mesmo quadro apresenta as informações de demandas apresentadas pelas concessionárias de abastecimento público para os 23 municípios da região, valor também obtido direto da base de dados obtida pelas empresas. Vale ressaltar que algumas dessas demandas foram apresentadas por volume diário e transformadas para vazão em função do número de horas dia médio de operação de cada sistema.

**Quadro 44.** Demanda estimada para os municípios da bacia.

Município	Pop. 2010 (censo)	Pop. Urbana	Demanda Urbana Per capita (L/hab.dia)	Demanda Urbana (L/s)	Demanda Urbana (m³/dia)	Prestador de Serviço	Vazão Prestador de Serviço (L/s)	Tipo de Captação
Almas	7.586	6.009	217	15,1	1.304	BRK	15,1	Subterrânea
Arraias	10.645	7.371	217	18,5	1.600	BRK	31,7	Superficial
Aurora do Tocantins	3446	2.482	202	5,8	501	ATS	8,3	Superficial
Chapada da Natividade	3277	1656	202	3,9	335	ATS	5,9	Subterrânea
Combinado	4669	4.000	202	9,4	808	BRK	26,8	Superficial
Conceição do Tocantins	4182	2.911	202	6,8	588	ATS	11,7	Subterrânea
Dianópolis	19.112	16.444	217	41,3	3.568	BRK	48,4	Superficial
Lavandeira	1605	1023	202	2,4	207	BRK	4,2	Superficial
Natividade	9.000	7.195	217	18,1	1.561	BRK	17,1	Ambos
Novo Alegre	2.286	1699	202	4,0	343	ATS	8,9	Superficial
Novo Jardim	2.457	1776	202	4,2	359	ATS	6,4	Superficial
Palmeirópolis	7.339	5.981	217	15,0	1.298	BRK	32,2	Superficial
Paranã	10.338	4.720	202	11,0	953	BRK	12,7	Superficial
Pindorama do Tocantins	4.506	2.947	202	6,9	595	ATS	14,4	Superficial
Ponte Alta do Bom Jesus	4.544	2.501	202	5,9	505	ATS	1,7	Subterrânea
Porto Alegre do Tocantins	2.796	1919	202	4,4	388	ATS	10,4	Subterrânea
Rio da Conceição	1714	1574	202	3,7	318	ATS	3,2	Subterrânea
Santa Rosa do Tocantins	4.568	2.947	202	6,9	595	ATS	4,2	Subterrânea
São Salvador do Tocantins	2.910	1588	202	3,7	321	ATS	7,2	Subterrânea
São Valério da Natividade	4.383	2.723	202	6,4	550	ATS	20,3	Ambos
Silvanópolis	5.068	4.061	202	9,5	820	ATS	15,1	Superficial
Taguatinga	15.051	10.627	217	26,7	2.306	BRK	34,7	Superficial
Taipas do Tocantins	1945	1557	202	3,6	315	ATS	2,2	Superficial

Fonte: IBGE, BRK Ambiental e ATS. Atualização de dezembro/2017.

Considerando os resultados das análises realizadas, pôde ser verificado que há poucas outorgas emitidas para os municípios da área em estudo, não sendo uma fonte adequada para uso para cálculo de demandas da região. Por outro lado, pode ser observado que as informações de estimativas de demandas são coerentes com os dados de captação disponibilizados pelas concessionárias de abastecimento público, havendo poucas diferenças sensíveis entre os municípios e que podem ser devidas a índices de perdas ou ao fato de não terem 100% da área urbana abastecida. Dessa forma, dentre as fontes avaliadas, considerou-se adequado o uso das demandas com base nas informações prestadas pelas concessionárias BRK Ambiental e ATS, sendo que estas serão, então, utilizadas para o balanço hídrico a ser realizado em etapa futura do estudo.

A.2 Abastecimento humano rural

No que se refere ao abastecimento rural, foi verificado que não há informações de outorgas emitidas e poucos distritos ou áreas rurais apresentam abastecimento por meio de concessionárias. Além disso, não há informações dessas demandas por meio do Atlas desenvolvido pela ANA. Dessa forma, as estimativas de demandas para esses usos foram realizadas por meio da população rural do censo de 2010 e dos valores médios per capita considerados de 100 L/capita.dia. Para esse cálculo, seguiu-se o mesmo princípio e formulação já apresentados para a população urbana, a saber:

$\text{Demanda rural (L/s)} = \text{população rural (habitantes)} \times \text{demanda per capita (100 L/hab.dia)} / 86.400 \text{ (número de segundos em um dia)}.$

Os valores diários estimados são apresentados no Quadro 45.

Quadro 45. Demanda para abastecimento humano rural.

Município	Pop. 2010 (censo)	População Rural (censo)	Demanda Rural (L/s)
Almas	7.586	1.577	1,83
Arraias	10.645	3.274	3,79
Aurora do Tocantins	3.446	964	1,12
Chapada da Natividade	3.277	1621	1,88
Combinado	4.669	669	0,77
Conceição do Tocantins	4.182	1271	1,47
Dianópolis	19.112	2.668	3,09
Lavandeira	1605	582	0,67
Natividade	9.000	1805	2,09
Novo Alegre	2.286	587	0,68
Novo Jardim	2.457	681	0,79
Palmeirópolis	7.339	1358	1,59
Paraná	10.338	5.618	6,50
Pindorama do Tocantins	4.506	1559	1,80
Ponte Alta do Bom Jesus	4.544	2.043	2,36
Porto Alegre do Tocantins	2.796	877	1,02
Rio da Conceição	1714	140	0,16
Santa Rosa do Tocantins	4.568	1621	1,88
São Salvador do Tocantins	2.910	1322	1,53
São Valério da Natividade	4.383	1660	1,92
Silvanópolis	5.068	1007	1,17
Taguatinga	15.051	4.424	5,12
Taipas do Tocantins	1945	388	0,45

Fonte: IBGE (2010).



A.3 Pecuária

A demanda para a dessedentação animal também teve seu volume estimado dentre os usos consuntivos para os 23 municípios da região. Considerando que a maior parte da criação animal na região é realizada de forma extensiva e sem a execução de captações diretas nos cursos de água da região, foram verificadas poucas outorgas para essa finalidade na base de dados de outorgas disponibilizada pelo Naturatins. Dessa forma, optou-se pela estimativa de suas demandas em função dos rebanhos animais informados pelo IBGE para cada município, considerando as informações da Produção Pecuária Municipal. Esses dados são apresentados na Tabela 18.

De acordo com o número de cabeças de gado, a região pode ser caracterizada por sua pecuária, principalmente em municípios como Arraias, Paranã e Taguatinga. Os mesmos municípios se caracterizam pela criação de aves, sendo os que apresentam maior contingente populacional desses animais.

Tabela 18. Efetivo de animais por município.

Município	Efetivo de animais por município (2016)							
	Bovinos	Bubalinos	Equinos	Suínos	Caprinos	Ovinos	Galos, frangos, frangos e pintos	Galinhas
Almas	52.766	41	1.428	1.062	105	952	13.054	7.200
Arraias	176.540	38	4.497	4.497	258	1.514	30.179	12.100
Aurora do Tocantins	48.047	0	1.814	1.768	411	628	13.090	7.200
Chapada da Natividade	31.771	0	1.364	1.768	149	623	17.215	6.100
Combinado	25.375	0	656	2.581	11	276	12.040	4.650
Conceição do Tocantins	30.346	0	1.752	980	92	150	10.423	4.000
Dianópolis	45.445	11	1.864	1.669	169	800	22.047	11.000
Lavandeira	21.468	5	580	757	67	133	7.980	2.500
Natividade	63.469	0	1.973	1.361	55	1.209	16.819	7.300
Novo Alegre	22.251	7	359	851	13	211	4.533	1.500
Novo Jardim	11.859	8	477	473	17	926	3.349	1.800
Palmeirópolis	72.837	29	1.910	4.268	471	1.073	22.931	11.213
Paraná	132.706	13	5.304	3.338	464	950	38.442	18.798
Pindorama do Tocantins	55.976	9	1.308	1.561	93	400	14.593	6.566
Ponte Alta do Bom Jesus	29.787	0	1.275	683	135	257	13.304	6.000
Porto Alegre do Tocantins	10.748	0	340	582	21	243	6.215	3.000
Rio da Conceição	1.362	0	95	60	0	8	944	390
Santa Rosa do Tocantins	32.111	0	1.034	2.166	31	281	13.057	5.875
São Salvador do Tocantins	29.887	0	786	1.036	106	234	9.071	4.444
São Valério	49.578	0	1.288	1.880	114	805	15.668	7.677
Silvanópolis	32.988	17	895	2.263	175	400	11.943	5.374
Taguatinga	104.938	17	3.246	4.198	253	2.157	35.635	16.400
Taipas do Tocantins	14.976	27	584	453	127	272	3.747	1.200
Total	1.097.231	222	34.829	40.255	3.337	14.502	336.279	152.287

Fonte: IBGE. Dados estimados dos municípios e disponíveis em www.ibge.gov.br. Consulta em novembro/2017.

Para a estimativa de demanda de água para a criação animal, foram considerados os volumes per capita apresentados pelo volume Águas Doces no Brasil, que considera a soma das demandas para a dessedentação e para higiene, sendo os bovinos, equinos e bubalinos os

animais com maior demanda de água. As informações utilizadas são apresentadas no Quadro 46.

Quadro 46. Volumes diários de uso de água por rebanho.

Tipo de Rebanho	Dessedentação (L/dia)
Bovinos	50
Bubalinos	50
Equinos, Muas e Asininos	40
Suínos	10
Ovinos e Caprinos	8
Coelhos	0,25
Avinos	0,20

Fonte: Águas doces no Brasil (2006).

Os resultados das estimativas realizadas são apresentados na Tabela 19. Para a obtenção dos valores apresentados, foi realizado o cálculo por tipologia de rebanho utilizando-se a seguinte expressão:

$$\text{Demanda (L/s)} = \text{Efetivo de Animais} \times \text{demanda per capita (L/dia)} / 86.400 \text{ (número de segundos em um dia)}.$$

Corroborando com o maior número de animais nos municípios de Arraias, Paranã e Taguatinga, são os que apresentam maior demanda de água com a finalidade de criação animal.

Tabela 19. Demanda total estimada para a pecuária nos municípios da área de estudo.

Município	Demanda Total Estimada (L/s)
Almas	31,5
Arraias	105,1
Aurora do Tocantins	29,0
Chapada da Natividade	19,3
Combinado	15,4
Conceição do Tocantins	18,5
Dianópolis	27,5
Lavandeira	12,8
Natividade	38,0
Novo Alegre	13,2
Novo Jardim	7,2
Palmeirópolis	43,8
Paraná	79,9
Pindorama do Tocantins	33,3
Ponte Alta do Bom Jesus	18,0
Porto Alegre do Tocantins	6,5
Rio da Conceição	0,8
Santa Rosa do Tocantins	19,4
São Salvador do Tocantins	17,8
São Valério	29,6
Silvanópolis	19,9
Taguatinga	63,1
Taipas do Tocantins	9,1
Total	658,7

Fonte: IBGE (2016) e Águas Doces no Brasil (2006).



A.4 Indústria e mineração

O cálculo da demanda para os usos de água para a finalidade de consumo industrial ou mineração foi realizado utilizando, inicialmente, a base de dados de outorgas do Naturatins. Esses dados são apresentados no Quadro 47, para os poucos usuários outorgados.

Quadro 47. Outorgas para uso industrial e mineração nos municípios da área de estudo.

Finalidade Principal	Tipo de Captação	Vazão Máx. (m³/h)	Tempo de bomb. (h)	Município	Manancial	Coordenadas UTM	
						X (m)	Y (m)
Mineração	Superficial	20,0	6	Natividade	Córrego Salobro	207.719	8.698.739
Mineração de areia e cascalho	Superficial	3,0	8	Arraias	Córrego Dedo Comprido	260.768	8.623.263
Mineração de areia e cascalho	Superficial	2,7	10	Dianópolis	Rio Mambo	296.410	8.729.150
Abastecimento industrial	Subterrânea	0,9	1	Aurora	N/A	735.158	8.874.274

N/A = Não se aplica.

Fonte: Base de outorgas fornecida pelo Naturatins (atualização de dez/2017).

Em seguida, considerando o reduzido número de outorgas para essas finalidades, foi buscada a base de dados de indústrias da FIETO, de forma a verificar a existência de outros empreendimentos na região, principalmente de maior porte e que demandariam captações em corpos de água da região. Nesse sentido, foi verificado que a maior parte dos empreendimentos na base de dados da FIETO se tratava de pequenas empresas localizadas nas sedes municipais e cuja demanda de água é atendida por meio da rede da concessionária pública, já considerada no contexto do abastecimento público urbano. Por outro lado, foi verificada a existência de alguns empreendimentos de mineração de ouro ou calcário e agregados para a construção civil.

Dessa forma, considerou-se relevante a execução de uma visita *in loco* a alguns desses empreendimentos, de forma a obter informações sobre seus usos. Durante a semana de 22 a 26 de janeiro de 2018, alguns desses empreendimentos foram procurados, como as empresas Nativa, Natical, Nacal, Diacal, Britacal, Engegold, Geominas, GoldMax, Sarp e Itafós. Algumas dessas tiveram seus empreendimentos visitados como foi o caso da Nativa, Natical e Engegold, outras foram identificadas como fechadas e não foi possível ter acesso, como a Geominas e Nacal. Nos outros casos, não foi possível obter ou contato ou localização ou mesmo teve uma empresa que não autorizou a visita. É possível que haja outras empresas desse setor na região, mas não foram identificadas nos cadastros disponibilizados.

Nas consultas realizadas aos empreendimentos visitados, foram verificadas baixas vazões utilizadas principalmente com a finalidade de aspersão de vias ou de área de mina para a redução de particulados. No caso da empresa Engegold, ainda não se está utilizando água para a finalidade de exploração mineral de ouro, considerando que está em fase de implantação. No entanto, tem previsão de utilização nos próximos anos, com estimativa de vazão de demanda da ordem de 10 m³/h. Para os outros empreendimentos, a demanda estimada máxima foi variável entre 10 e 20 m³/h. Dessa forma, considerando que o número de empreendimentos existente na área e verificado com base no cadastro da FIETO é bastante superior ao número de empreendimentos outorgados e que a base de dados disponibilizada pelo Naturatins não apresenta o nome do usuário, optou-se por considerar

uma estimativa máxima de $20\text{m}^3/\text{h}$ ($5,6\text{ L/s}$ ou $0,0056\text{m}^3/\text{s}$) por empreendimento. Como será mostrado em itens a seguir, esses empreendimentos foram espacializados por bacia hidrográfica em função de sua localização estimada em imagens, sendo que alguns não puderam ser identificados em campo.

Quanto às empresas de mineração para retirada de cascalho e areia no leito dos rios, foram identificadas algumas e visitados locais nos cursos de água onde se encontram, verificando que seus processos são realizados principalmente por meio da entrada de máquinas como retroescavadeiras no leito dos rios e retirada do material de fundo, sem consumo efetivo de água. Apesar de não apresentarem consumo efetivo, causam impactos relevantes nos cursos de água, tanto no que se refere às intervenções no leito quanto ao carregamento de sedimentos, que pode levar a problemas de qualidade a jusante.

A Figura 84 mostram empreendimentos de mineração, seja para a exploração de calcário ou a dragagem de areia no leito de cursos de água.



Figura 84. (a) Mineração de calcário em Chapada da Natividade. Empreendimento com material exposto e sem uso da água para aspersão de poeira de mina; (b) Leito de curso de água em Dianópolis utilizado para dragagem de areia com área de preservação permanente não preservada.

Fonte: Elaboração do Autor.

A.5 Agricultura irrigada

Para a estimativa de demandas para agricultura irrigada na RSE-TO, inicialmente foi avaliada a base de dados de outorgas emitidas pelo Naturatins, sendo as outorgas para irrigação apresentadas no Quadro 48. De uma forma geral, pelo quadro em questão, pode ser verificado que são poucas outorgas emitidas, sendo relevante ressaltar a outorga no rio Manuel Alves para o DIMA - Distrito de Irrigação do Perímetro Manuel Alves, no município de Dianópolis, no valor de $5,214\text{m}^3/\text{s}$. Além disso, importante ressaltar o valor de $286\text{m}^3/\text{h}$ de outorga com águas subterrâneas para irrigação em São Valério, que acredita-se que tenha alguma incorreção no valor, em função de sua magnitude em uma captação em poço tubular.

**Quadro 48.** Outorgas emitidas pelo Naturatins para irrigação na área de estudo.

Finalidade Principal	Tipo de Captação	Vazão Máx. (m³/h)	Vazão Máx. (m³/s)	Tempo de bomb. (h)	Município	Manancial	Coordenadas UTM	
							X (m)	Y (m)
Irrigação	Superficial	1.552	0,431	20	Taguatinga	Rio Sobrado	332.751	8.609.261
Barramento - Irrigação e dessedentação animal	Superficial	18.772	5,214	20	Dianópolis	Rio Manuel Alves	281.926	8.722.487
Irrigação e abastecimento doméstico	Subterrânea	286	0,079	9	São Valério	N/A	794.755	8.703.526
Irrigação	Superficial	540	0,150	1	Ponte Alta do Bom Jesus	Córrego Água Suja	344.715	8.683.390

N/A = Não se aplica. Fonte: Base de outorgas fornecida pelo Naturatins (atualização de dez/2017).

Fonte: Base de Dados de Outorgas do Naturatins.

Em complemento a essas outorgas, foram buscadas informações sobre áreas irrigadas por município, de acordo com a base da SEAGRO - Secretaria Estadual de Agricultura e Abastecimento, sendo apresentadas no Quadro 49 para o período 2016/2017.

Quadro 49. Área irrigada ao longo do ano de 2016/2017.

Município	Cultura	Área Irrigada (ha)
Santa Rosa do Tocantins	Milho 2º	150
	Sorgo 2º	600
São Valério	Melancia	10
Silvanópolis	Milho 2º	200
Dianópolis	Abóbora	40
	Banana	430
	Coco	39
	Laranja	3
	Limão	2
	Mamão	18
	Manga	102
	Maracujá	30
	Tangerina	3
	Abacaxi	88

Fonte: SEAGRO/TO.

No caso das áreas irrigadas no município de Dianópolis, trata-se do perímetro de irrigação DIMA - Distrito de Irrigação do Manuel Alves DIMA, que se refere ao principal empreendimento irrigado na região. Esse empreendimento foi visitado e as informações a seguir foram apresentadas durante a visita realizada. O projeto tem a previsão de implantação de um total de 20.000ha de área irrigada com a finalidade principal de frutas, sendo que atualmente tem apenas parte da primeira etapa implantada e em uso. Parte do projeto é destinado a pequenos produtores e parte trata de lotes para produtores empresariais.

A primeira etapa tem uma área irrigável total de 3.792,57ha, sendo que atualmente apenas pouco menos de 1000ha encontram-se implantados e em uso para lotes para pequenos produtores. Atualmente, encontram-se em operação, as estações de bombas três e quatro com vazões de bombeamento, respectivamente, de 429 L/s (0,429m³/s) e 684L/s (0,684m³/s), totalizando 1.113 L/s (1,113m³/s) valor bastante inferior ao outorgado.

Os canais atuais do distrito de irrigação têm capacidade de escoamento das vazões de 4,50m³/s, sendo 1,35 m³/s para o Canal Principal 1 - CP1, com extensão de 9.680m e 3,15 m³/s para o CP2, com extensão de 8.200m.

A captação é realizada no reservatório barrado do rio Manuel Alves que, segundo informações do DIMA, tem vazão regularizada de 34,17m³/s, vazão disponível para os usos consuntivos de 12,0m³/s e vazão ecológica a ser mantida a jusante de 22,5 m³/s.

Para as outras áreas irrigadas, considerando que não se encontram outorgadas, uma vez que não constam no Quadro 48, foi realizada estimativa de demanda por meio dos valores de demandas para evapotranspiração de cada cultura. Nesse sentido, foram utilizadas informações do coeficiente Kc de cada cultura e evapotranspiração de referência, obtida dos estudos de climatologia realizados no contexto deste trabalho.

Dessa forma, os valores de demandas para irrigação estimados, além daqueles do DIMA, são apresentados no Quadro 50. Considera-se esses valores mais adequados que os valores da base de dados de outorgas, uma vez que foram estimados a partir da base de dados recente de áreas irrigadas da SEAGRO - Secretaria do Desenvolvimento da Agricultura e Pecuária. No caso do DIMA, serão considerados os dados reais de uso, conforme informado na visita realizada ao local uma vez que são aqueles efetivamente demandados atualmente.

Quadro 50. Demanda de água para irrigação de culturas.

Município	Cultura	Área Irrigada (ha)	Ciclo (dias)	Demanda total (m³/s)
Santa Rosa do Tocantins	Milho 2º	150	90	0,144
	Sorgo 2º	600	90 a 120	0,494
São Valério	Melancia	10	45	0,009
Silvanópolis	Milho 2º	200	90	0,191

Fonte: Elaboração do Autor a partir dos dados da SEAGRO/TO.

A Figura 85 mostra a área de irrigação de banana do DIMA e reservatório de captação de água.



(a)



(b)

Figura 85. (a) Área de irrigação de banana do DIMA em Dianópolis; (b) Reservatório do barramento utilizado para captação de água para o DIMA, no rio Manuel Alves da Natividade, em Dianópolis.

Fonte: Elaboração do Autor.

A.6 Aquicultura

Por fim, no contexto dos usos consuntivos, foi considerado o uso da água com a finalidade de aquicultura. A região possui dois empreendimentos de grande porte com a finalidade de piscicultura, localizados no município de Almas, na bacia hidrográfica do rio Manuel Alves de



Natividade. Tratam dos empreendimentos das empresas Piracema e Tamborá e que são constituídos de barragens construídas no leito dos cursos de água ou em drenagem secas. De uma forma geral, empreendimentos desse tipo não apresentam consumo de água uma vez que não fazem captação nos cursos de água da região. No entanto, optou-se por considerar dentre os usos consuntivos, uma vez que apresentam grandes espelhos d'água que levam a perdas importantes por evaporação durante o período de escassez de água.

Nesse sentido, foi realizado o cálculo das perdas de água nesses reservatórios em função de suas superfícies de espelho d'água. Para isso, foram usadas as informações de precipitação e evaporação médias anuais, verificando os meses de déficit hídrico ao longo do ano. Esse déficit foi obtido em 869 mm para os seis meses mais secos do ano, no período de maio a outubro.

Os dois empreendimentos foram visitados e tiveram informações de áreas inundadas informadas pelos representantes dos empreendimentos. Com essa informação, foi possível estimar o volume consumido nos seis meses mais secos do ano, sendo verificado de forma considerável, conforme apresentado no Quadro 51.

Quadro 51. Demanda média de água durante os meses de maio a outubro.

Empreendimento	Área dos reservatórios (ha)	Demanda média (m³/s)
Tamborá	800	0,447
Piracema	120	0,067

Fonte: Informações dos empreendedores e estimativas do Elaboração do Autor.

A Figura 86 mostram os dois grandes projetos de piscicultura existentes RSE-TO.



(a)



(b)



(c)



(d)

Figura 86. (a e b) - Entrada do empreendimento Tamborá, em Almas; (c e d) - Conjunto de lagoas de piscicultura do empreendimento Piracema, em Almas.

Fonte: Elaboração do Autor.

5.6.3.2 Usos não consuntivos

B.1 Geração hidrelétrica

Para a identificação dos empreendimentos de aproveitamentos hidrelétricos na RSE-TO, foram buscadas informações da ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. Na área de estudo foram registrados 22 aproveitamentos hidrelétricos em operação, sendo duas Usinas Hidrelétricas (UHEs), oito Centrais Geradoras Hidrelétricas (CGHs) e doze Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs). Na Figura 87 pode-se observar que as únicas duas UHEs em operação ficam situadas no rio Tocantins, sendo que os outros aproveitamentos hidrelétricos da região se situam na bacia do rio Palma, com exceção de outras três localizadas na bacia do rio Manuel Alves da Natividade.

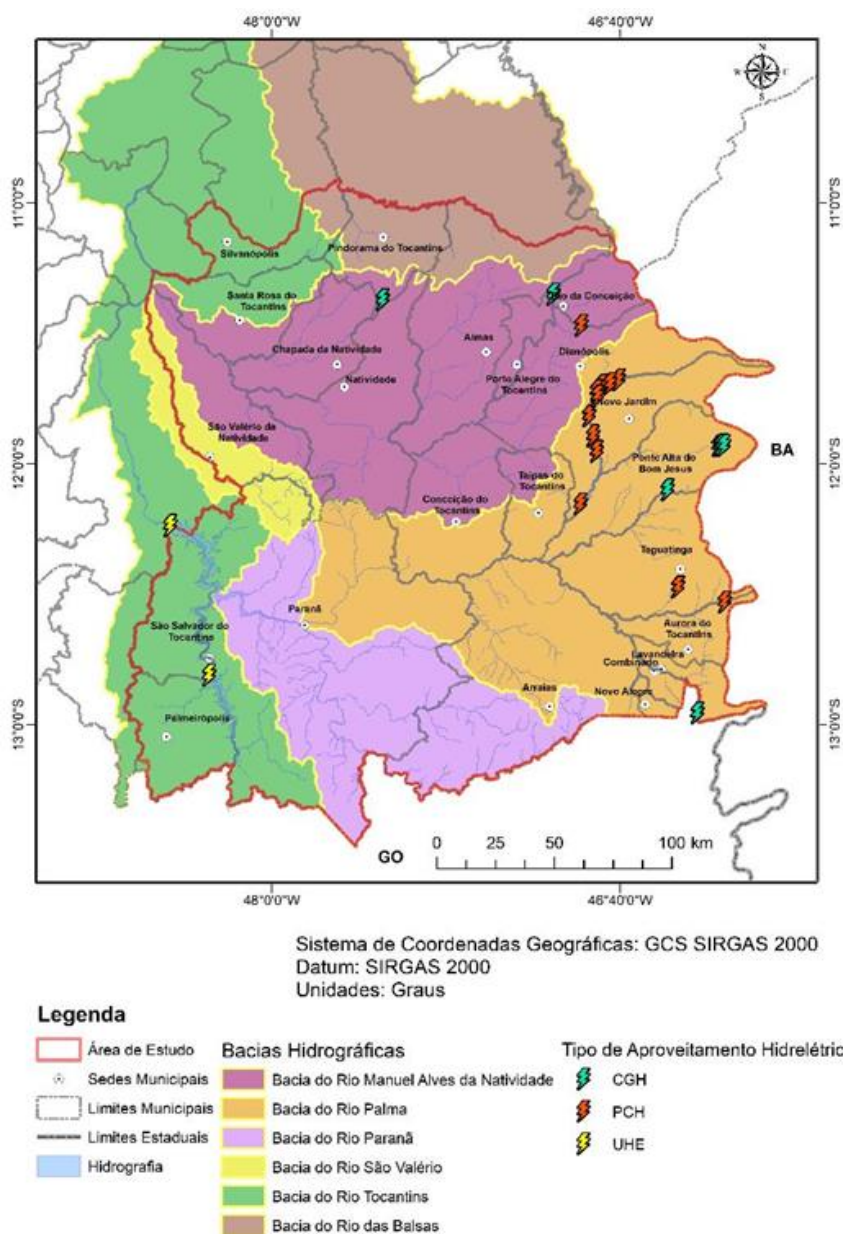


Figura 87. Aproveitamentos Hidrelétricos em operação na RSE-TO.

Fonte: Elaboração do Autor a parti de ANEEL (2016).

Na região, existem cinco aproveitamentos hidrelétricos em construção (três CGHs e duas PCHs) espalhadas nas Bacias do rio Palma e do rio Manuel Alves da Natividade. Há, ainda, nos inventários das bacias para os rios da região, 39 aproveitamentos hidrelétricos (seis UHEs, 11 CGHs e 22 PCHs) em diferentes estágios de progresso (Figura 88).

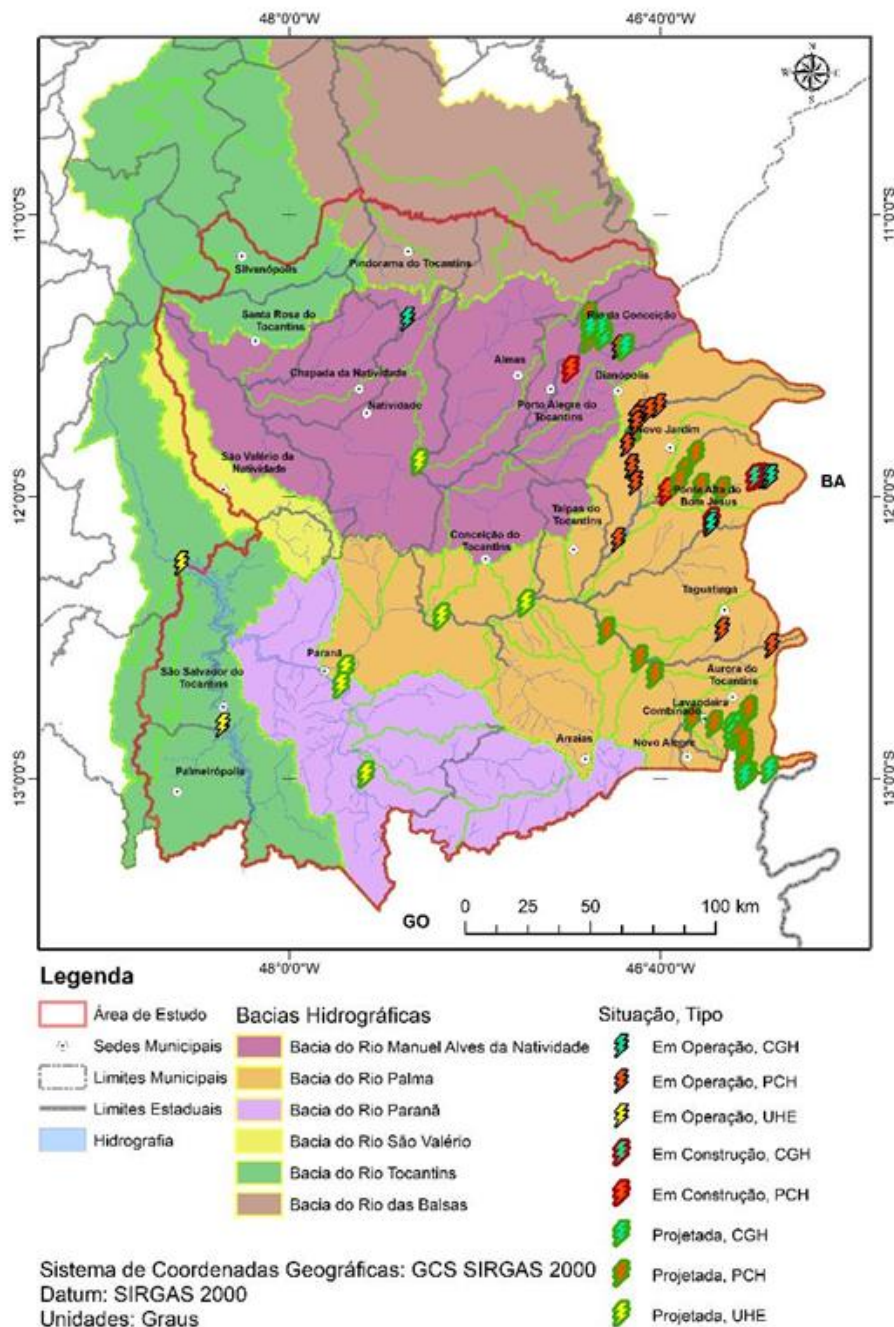


Figura 88. Tipos de aproveitamentos hidrelétricos em diferentes estágios (em operação, em construção ou somente projetadas) na RSE-TO.

Fonte: Elaboração do Autor a partir de ANEEL (2016).

B.2 Lazer e turismo

De acordo com a base de dados da Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Ciência, Tecnologia, Turismo e Cultura do Estado do Tocantins - SEDEN, a RSE-TO tem grande potencial de crescimento na área de ecoturismo, pois apresenta paisagens naturais ainda bem preservadas, com serras, paisagens naturais e belezas cênicas do bioma Cerrado

conservadas. Foram registradas por meio de inventários e pesquisas, 12 praias, dois poços de banho, 4 lagoas, 12 grutas, 2 estâncias hidrominerais e 19 cachoeiras, totalizando 51 atrativos turísticos e de lazer que necessitam da preservação de recursos hídricos e da paisagem natural na RSE-TO (Figura 89).

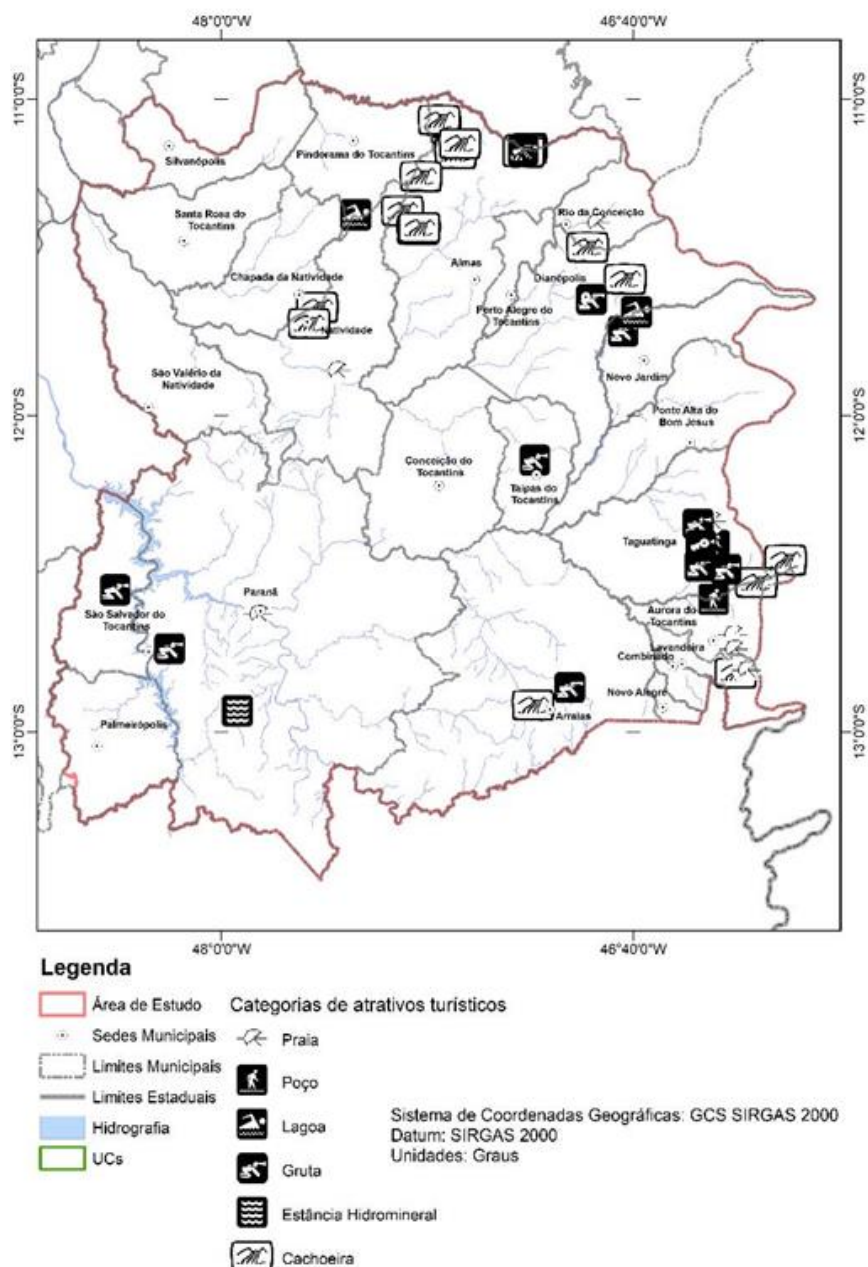


Figura 89. Localização das principais atrações turísticas que necessitam da preservação recursos e da paisagem natural na RSE-TO.

Fonte: Elaboração do Autor a partir da base de dados da SEDEN, atualização de out./2017.

É importante notar que muitas destas atrações possuem difícil acesso para visitantes e pontos de apoio geralmente precários e algumas estão inseridas dentro de Unidades de Conservação, com especial atenção à Estação Ecológica da Serra Geral do Tocantins, tendo

influência parcial da região do Jalapão. Apesar da importância do turismo para o desenvolvimento socioeconômico da região, algumas atrações põem em risco a qualidade e quantidade de alguns cursos d'água, principalmente pela falta de controle e fiscalização destas áreas. Em campo, foram registrados pontos em que havia assoreamento de alguns cursos d'água e áreas de preservação permanente não respeitadas, além de poluição causada pelos banhistas de descartes de lixo. A Figura 90 mostram alguns dos pontos de turismo visitados em campo, descrevendo e demonstrando alguns dos problemas de assoreamento de cursos de água e áreas de preservação permanente não respeitadas.



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)

Figura 90. (a) Lagoa do Japonês, Pindorama. Margens preservadas em sua maior parte; (b) Balneário em Aurora do Tocantins. Curso de água assoreado e margens com solo exposto e potencial de carreamento de material no período chuvoso; (c e d) Rio Azuis. Balneário em Aurora do Tocantins. Solo exposto e margens cimentadas com área de preservação permanente não respeitada; (e e f) Balneário em Rio da Conceição - Rio Manuel Alves da Natividade. Material descartado nas margens e área de preservação permanente não preservada.

Fonte: Elaboração do Autor.

5.6.4 Síntese e espacialização das demandas

Considerando as informações apresentadas nos itens anteriores, apresenta-se a seguir, a síntese dos dados para a região, por município e espacializados por bacia hidrográfica. Nesse sentido, a Tabela 20 apresenta o total estimado por município, para todos os usos e o Quadro 52 apresenta uma síntese por finalidade de uso. De uma forma geral, verifica-se que a demanda para irrigação é o principal uso da bacia, responsável por cerca de 55% do total de demandas da região, muito em função do projeto DIMA. Em seguida, tem-se as demandas para pecuária (18,5%) e piscicultura (14,4%). Vale ressaltar no caso da piscicultura que as demandas foram estimadas em função das lâminas d'água dos reservatórios de criatórios de peixes sendo, portanto, devidas, principalmente, às perdas por evaporação.



GOVERNO DO TOCANTINS

Tabela 20. Demandas totais estimadas por município para a RSE-TO.

Município	Abastecimento Público Urbano (m³/s)	Abastecimento Humano Rural (m³/s)	Pecuária (m³/s)	Indústria e Mineração (m³/s)	Irrigação (m³/s)	Piscicultura (m³/s)	Total (m³/s)
Almas	0,0151	0,0018	0,0315	0,0000	0,0000	0,5140	0,5624
Arraias	0,0317	0,0038	0,1051	0,0056	0,0000	0,0000	0,1461
Aurora do Tocantins	0,0083	0,0011	0,0290	0,0000	0,0000	0,0000	0,0384
Chapada da Natividade	0,0059	0,0019	0,0193	0,0056	0,0000	0,0000	0,0326
Combinado	0,0268	0,0008	0,0154	0,0000	0,0000	0,0000	0,0430
Conceição do Tocantins	0,0117	0,0015	0,0185	0,0000	0,0000	0,0000	0,0317
Dianópolis	0,0484	0,0031	0,0275	0,0111	1,1130	0,0000	1,2031
Lavandeira	0,0042	0,0007	0,0128	0,0000	0,0000	0,0000	0,0177
Natividade	0,0171	0,0021	0,0380	0,0111	0,0000	0,0000	0,0683
Novo Alegre	0,0089	0,0007	0,0132	0,0000	0,0000	0,0000	0,0228
Novo Jardim	0,0064	0,0008	0,0072	0,0056	0,0000	0,0000	0,0199
Palmeirópolis	0,0322	0,0016	0,0438	0,0056	0,0000	0,0000	0,0831
Paraná	0,0127	0,0065	0,0799	0,0000	0,0000	0,0000	0,0991
Pindorama do Tocantins	0,0144	0,0018	0,0333	0,0000	0,0000	0,0000	0,0495
Ponte Alta do Bom Jesus	0,0017	0,0024	0,0180	0,0000	0,0000	0,0000	0,0221
Porto Alegre do Tocantins	0,0104	0,0010	0,0065	0,0000	0,0000	0,0000	0,0179
Rio da Conceição	0,0032	0,0002	0,0008	0,0000	0,0000	0,0000	0,0042
Santa Rosa do Tocantins	0,0042	0,0019	0,0194	0,0000	0,6380	0,0000	0,6635
São Salvador do Tocantins	0,0072	0,0015	0,0178	0,0000	0,0000	0,0000	0,0265
São Valério da Natividade	0,0203	0,0019	0,0296	0,0000	0,0090	0,0000	0,0608
Silvanópolis	0,0151	0,0012	0,0199	0,0000	0,1910	0,0000	0,2272
Taguatinga	0,0347	0,0051	0,0631	0,0056	0,0000	0,0000	0,1085
Taipas do Tocantins	0,0022	0,0005	0,0091	0,0000	0,0000	0,0000	0,0118
Total	0,3428	0,0437	0,6587	0,0500	1,9510	0,5140	3,5602

Fonte: Elaboração do Autor.

Quadro 52. Demandas totais por finalidade de uso.

Demanda	Abastecimento Público Urbano (m³/s)	Abastecimento Humano Rural (m³/s)	Pecuária (m³/s)	Indústria e Mineração (m³/s)	Irrigação (m³/s)	Piscicultura (m³/s)	Total (m³/s)
Demanda Total	0,343	0,044	0,659	0,050	1,951	0,514	3,560
Demanda Percentual	9,6%	1,2%	18,5%	1,4%	54,8%	14,4%	100%

Fonte: Elaboração do Autor.

Os dados de demandas foram então avaliados para a estimativa dos valores de consumos médios para a RSE-TO. Para isso, foram utilizados valores de consumos médios adotados pela ANA - Agência Nacional de Águas em seus planos de bacia, exemplificando o PIRH-Grande - Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Grande. Os fatores considerados usualmente são apresentados no Quadro 53.

Quadro 53. Taxas de consumo e retornos de água conforme o uso dos recursos hídricos.

Setor	Abastecimento Urbano	Abastecimento Rural	Indústria	Mineração	Dessedentação Animal	Irrigação
Consumo	20%	50%	20%	20%	80%	80%
Retorno	80%	50%	80%	80%	20%	20%

Fonte: ANA, 2017.

Especificamente para a piscicultura, considerando que as demandas foram estimadas para evaporação, seus valores totais são estimados como consumo. Dessa forma, os valores constantes na Tabela 21 referem-se às retiradas. Nessa tabela são apresenta os valores estimados para retiradas, consumos e retornos para todos os usos.



GOVERNO DO TOCANTINS

Tabela 21. Retiradas, consumos e retornos por setor usuário e por município.

Uso / Município		Almas	Arraias	Aurora do Tocantins	Chapada da Natividade	Combinado	Conceição do Tocantins	Dianópolis	Lavandeira	Natividade	Novo Alegre	Novo Jardim	Palmeirópolis
Abastecimento Público Urbano (m³/s)	Retirada	0,0151	0,0317	0,0083	0,0059	0,0268	0,0117	0,0484	0,0042	0,0171	0,0089	0,0064	0,0322
	Consumo	0,003	0,0063	0,0017	0,0012	0,0054	0,0023	0,0097	0,0008	0,0034	0,0018	0,0013	0,0064
	Retorno	0,0121	0,0254	0,0066	0,0047	0,0214	0,0094	0,0387	0,0034	0,0137	0,0071	0,0051	0,0258
Abastecimento Humano Rural (m³/s)	Retirada	0,0018	0,0038	0,0011	0,0019	0,0008	0,0015	0,0031	0,0007	0,0021	0,0007	0,0008	0,0016
	Consumo	0,0009	0,0019	0,00055	0,00095	0,0004	0,00075	0,00155	0,00035	0,00105	0,00035	0,0004	0,0008
	Retorno	0,0009	0,0019	0,00055	0,00095	0,0004	0,00075	0,00155	0,00035	0,00105	0,00035	0,0004	0,0008
Pecuária (m³/s)	Retirada	0,0315	0,1051	0,029	0,0193	0,0154	0,0185	0,0275	0,0128	0,038	0,0132	0,0072	0,0438
	Consumo	0,0252	0,0841	0,0232	0,0154	0,0123	0,0148	0,022	0,0102	0,0304	0,0106	0,0058	0,035
	Retorno	0,0063	0,021	0,0058	0,0039	0,0031	0,0037	0,0055	0,0026	0,0076	0,0026	0,0014	0,0088
Indústria e Mineração (m³/s)	Retirada	0	0,006	0	0,006	0	0	0,011	0	0,011	0	0,006	0,006
	Consumo	0	0,001	0	0,001	0	0	0,002	0	0,002	0	0,001	0,001
	Retorno	0	0,004	0	0,004	0	0	0,009	0	0,009	0	0,004	0,004
Irrigação (m³/s)	Retirada	0	0	0	0	0	0	1,113	0	0	0	0	0
	Consumo	0	0	0	0	0	0	0,89	0	0	0	0	0
	Retorno	0	0	0	0	0	0	0,223	0	0	0	0	0
Piscicultura (m³/s)	Retirada	0,514	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Consumo	0,514	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Retorno	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total (m³/s)	Retirada	0,562	0,146	0,038	0,033	0,043	0,032	1,203	0,018	0,068	0,023	0,02	0,083
	Consumo	0,543	0,093	0,025	0,019	0,018	0,018	0,926	0,011	0,037	0,013	0,009	0,043
	Retorno	0,019	0,053	0,013	0,014	0,025	0,014	0,277	0,006	0,031	0,01	0,011	0,04
		Paraná	Pindorama do Tocantins	Ponte Alta do Bom Jesus	Porto Alegre do Tocantins	Rio da Conceição	Santa Rosa do Tocantins	São Salvador do Tocantins	São Valério da Natividade	Silvanópolis	Taguatinga	Taipas do Tocantins	Total
Abastecimento Público Urbano (m³/s)	Retirada	0,0127	0,0144	0,0017	0,0104	0,0032	0,0042	0,0072	0,0203	0,0151	0,0347	0,0022	0,3428
	Consumo	0,0025	0,0029	0,0003	0,0021	0,0006	0,0008	0,0014	0,0041	0,003	0,0069	0,0004	0,0686
	Retorno	0,0102	0,0115	0,0014	0,0083	0,0026	0,0034	0,0058	0,0162	0,0121	0,0278	0,0018	0,2742

5 Diagnóstico Socioambiental

Uso / Município		Almas	Arraias	Aurora do Tocantins	Chapada da Natividade	Combinado	Conceição do Tocantins	Dianópolis	Lavandeira	Natividade	Novo Alegre	Novo Jardim	Palmeirópolis
Abastecimento Humano Rural (m³/s)	Retirada	0,0065	0,0018	0,0024	0,001	0,0002	0,0019	0,0015	0,0019	0,0012	0,0051	0,0005	0,0437
	Consumo	0,00325	0,0009	0,0012	0,0005	0,0001	0,00095	0,00075	0,00095	0,0006	0,00255	0,00025	0,02185
	Retorno	0,00325	0,0009	0,0012	0,0005	0,0001	0,00095	0,00075	0,00095	0,0006	0,00255	0,00025	0,02185
Pecuária (m³/s)	Retirada	0,0799	0,0333	0,018	0,0065	0,0008	0,0194	0,0178	0,0296	0,0199	0,0631	0,0091	0,6587
	Consumo	0,0639	0,0266	0,0144	0,0052	0,0006	0,0155	0,0142	0,0237	0,0159	0,0505	0,0073	0,527
	Retorno	0,016	0,0067	0,0036	0,0013	0,0002	0,0039	0,0036	0,0059	0,004	0,0126	0,0018	0,1317
Indústria e Mineração (m³/s)	Retirada	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,006	0	0,05
	Consumo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,001	0	0,01
	Retorno	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,004	0	0,04
Irrigação (m³/s)	Retirada	0	0	0	0	0	0,638	0	0,009	0,191	0	0	1,951
	Consumo	0	0	0	0	0	0,51	0	0,007	0,153	0	0	1,5608
	Retorno	0	0	0	0	0	0,128	0	0,002	0,038	0	0	0,3902
Piscicultura (m³/s)	Retirada	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,514
	Consumo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,514
	Retorno	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total (m³/s)	Retirada	0,099	0,05	0,022	0,018	0,004	0,664	0,027	0,061	0,227	0,109	0,012	3,56
	Consumo	0,07	0,03	0,016	0,008	0,001	0,528	0,016	0,036	0,172	0,061	0,008	2,702
	Retorno	0,029	0,019	0,006	0,01	0,003	0,136	0,01	0,025	0,055	0,047	0,004	0,858

Fonte: Elaboração do Autor.



Em seguida, as demandas foram espacializadas por bacia hidrográfica, de forma a permitir a realização do balanço hídrico e verificação das áreas críticas. Nesse sentido, adotou-se a seguinte metodologia, usualmente adotada para espacialização de demandas estimadas:

- Abastecimento público urbano: as demandas foram localizadas na bacia em que se encontra a sede do município;
- Abastecimento rural e pecuária: as demandas foram espacializadas pela área do município e seu percentual em cada sub-bacia;
- Irrigação: para o DIMA, as demandas foram localizadas na bacia de captação, no caso do rio Manuel Alves de Natividade. As outras demandas foram distribuídas pela área do município e seu percentual em cada sub-bacia;
- Piscicultura: considerando que são apenas dois empreendimentos de maior porte e com maior demanda, as suas demandas foram localizadas diretamente na respectiva sub-bacia em que cada um deles se encontra;
- Indústria e Mineração: considerando que os principais usos foram para mineradoras identificadas nas análises realizadas, suas demandas foram distribuídas pela respectiva bacia em que cada mineradora se encontra localizada.

A Tabela 22 e a Figura 91 mostram as demandas distribuídas por sub-bacia e por bacia, de acordo com a metodologia adotada Tabela 23 e Figura 92 mostram as demandas por bacia principal, de forma percentual. De uma forma geral, pode ser verificado que a bacia do rio Manuel Alves de Natividade é a que apresenta as maiores demandas no contexto da região estudada, correspondendo a cerca de 60% do total devido, principalmente, à existência do Distrito de Irrigação Manuel Alves e aos empreendimentos de piscicultura de grande porte lá implantados. Além disso, se destaca a bacia do rio Tocantins, principalmente em função dos empreendimentos lá existentes de irrigação nos municípios de Silvanópolis e Santa Rosa do Tocantins.

Tabela 22. Demandas distribuídas por bacia hidrográfica.

Bacia	Área da Bacia (km²)	Sub-Bacia	Demanda Total (m³/s)	Demanda Total (m³/s)
Rio das Balsas	2.730	Rio das Balsas1	0,0066	0,0987
		Rio das Balsas2	0,0350	
		Rio Gameleira	0,0570	
Rio Manuel Alves da Natividade	14.917	Rio Manuel Alves da Natividade	1,4099	2,1326
		Ribeirão Itaboca	0,0269	
		Rio Bagagem	0,1244	
		Rio do Peixe	0,5602	
		Rio Gameleira	0,0112	
Rio Palma	17.055	Rio Palma1	0,0733	0,4847
		Rio Palma2	0,0706	
		Córrego Inhumas	0,0053	
		Córrego Pau D Arco	0,0034	
		Córrego Recantilado	0,0021	
		do Rio Sobrado	0,0691	

5 Diagnóstico Socioambiental

Bacia	Área da Bacia (km²)	Sub-Bacia	Demanda Total (m³/s)	Demanda Total (m³/s)
		Ribeirão Cachoeira	0,0323	
		Ribeirão Gameleira	0,0045	
		Ribeirão Gameleirinha	0,0020	
		Ribeirão Inferno	0,0133	
		Rio Arraias	0,0585	
		Rio Conceição	0,0568	
		Rio Palmeiras	0,0936	
Rio Paranã	8.175	Rio Paranã	0,0368	0,0955
		Riacho Fundo	0,0089	
		Rio Bezerra	0,0254	
		Rio São Domingos	0,0244	
Rio São Valério	1.566	Rio São Valério	0,0411	0,0411
Rio Tocantins	7.836	Rio Tocantins	0,2287	0,7076
		Rio das Almas	0,0111	
		Rio Formiga	0,4677	
Total	52.277	Total	3,5602	3,5602

Fonte: Elaboração do Autor.

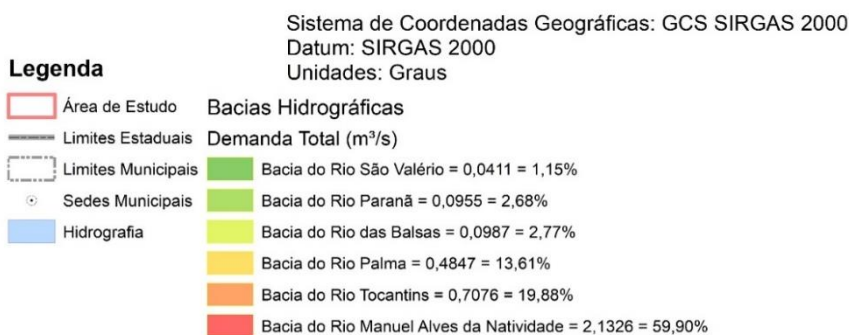
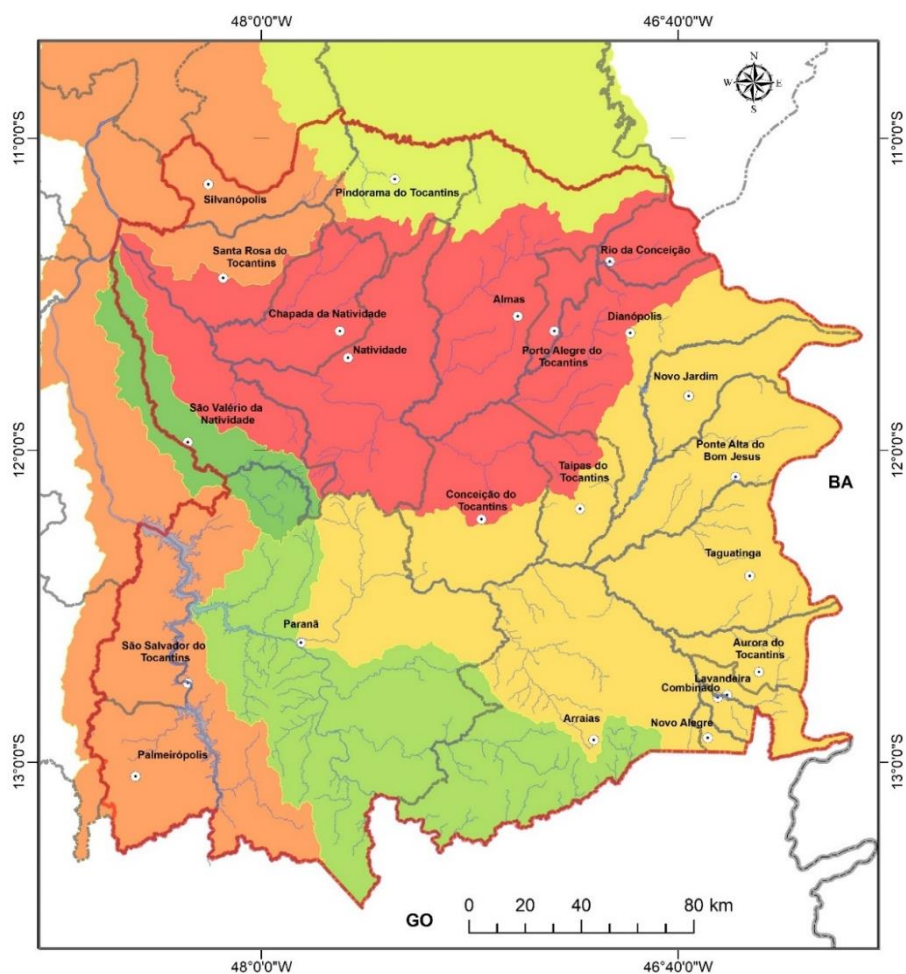


Figura 91. Demanda total para usos consuntivos por sub-bacia.

Fonte: Elaboração do Autor.

Tabela 23. Demandas percentuais por bacia hidrográfica.

Bacia	Demanda Total (m³/s)	Demanda por Bacia (%)
Rio das Balsas	0,0987	2,77%
Rio Manuel Alves da Natividade	2,1326	59,90%
Rio Palma	0,4847	13,61%
Rio Paraná	0,0955	2,68%
Rio São Valério	0,0411	1,15%
Rio Tocantins	0,7076	19,88%
Total	3,5602	100,00%

Fonte: Elaboração do Autor.

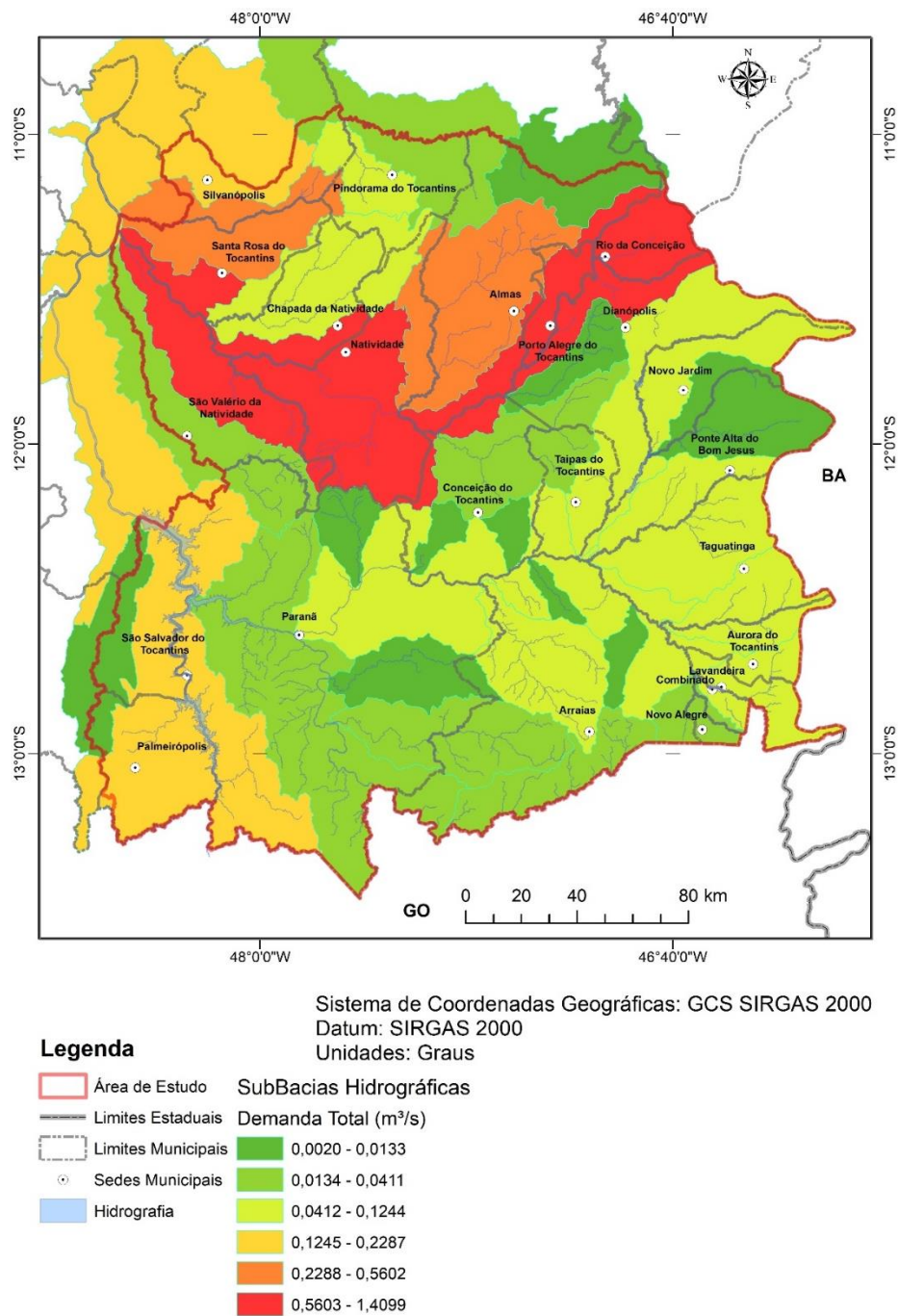


Figura 92. Demanda total para usos consuntivos por bacia.

Fonte: Elaboração do Autor.

5.6.5. Balanço hídrico

De acordo com a metodologia apresentada no subitem anterior, o balanço hídrico foi realizado cotejando a totalidade das demandas para usos consuntivos em função das ofertas referentes às vazões Q_{90} , Q_{95} e Q_{mlt} e ao valor outorgável, que corresponde a 75% da vazão de referência Q_{90} .



Ao mesmo tempo, para realizar uma análise no contexto de escassez hídrica foram buscados estudos recentes que desenvolveram balanços hídricos em nível de bacia hidrográfica e avaliaram diferentes níveis de comprometimento hídrico. O primeiro estudo buscado e avaliado tratou do último relatório de conjuntura dos recursos hídricos, disponibilizado pela ANA (ANA, 2017). Nesse caso, os critérios adotados foram os seguintes:

- Até 20% da vazão de referência: excelente;
- De 20% a 40% da vazão de referência: confortável;
- De 40% a 70% da vazão de referência: preocupante;
- Acima de 70% da vazão de referência: crítico ou muito crítico.

Outro estudo recente que desenvolveu classificação quanto aos níveis de comprometimento hídrico foi o Plano Estadual de Recursos Hídricos do Espírito Santo - PERH/ES, cuja classificação é apresentada no Quadro 54, tendo sido adotado o balanço considerando a vazão de referência Q_{90} , que se trata da vazão utilizada para outorgas no estado do Espírito Santo.

Quadro 54. Classificação adotada para o PERH/ES quanto aos níveis de comprometimento hídrico.

< 25%	Boa condição de disponibilidade; pouca atividade de gerenciamento é necessária, e a água é considerada um bem livre, que pode ser captada por qualquer empreendimento sem maiores consequências;
25 a 50%	Situação potencialmente preocupante, devendo ser desenvolvidas ações de gerenciamento para solução de problemas locais de abastecimento;
50 a 75%	Situação preocupante; a atividade de gerenciamento é indispensável, exigindo a realização de investimentos médios;
75% a 100%	Situação crítica, exigindo intensa atividade de gerenciamento e grandes investimentos;
> 100%	Situação muito crítica, em que atividades de gerenciamento e de investimentos e realocação de demandas são necessárias de forma urgente.

Fonte: Diagnóstico do PERH/ES (Espírito Santo, 2017).

Por fim, foi buscado, ainda, o último plano de bacia hidrográfica realizado em nível interestadual no País, no caso o Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica do Paraguai - PRH Paraguai, elaborado pela ANA e aprovado em março de 2018 pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos - CNRH (ANA, 2018). O balanço hídrico realizado neste estudo foi realizado com a vazão Q_{95} como referência, definindo diferentes percentuais de comprometimento hídrico sem, entretanto, qualificar cada um deles. De toda forma, entende-se que os menores percentuais se referem a situações de baixo nível de comprometimento ou escassez hídrica e os maiores valores tratam de situações preocupantes ou críticas de comprometimento. Os percentuais adotados naquele estudo foram: <10%; 10 - 25%; 25 - 50%; 50 - 70%; 70% - 100%; e >100%.

Para o presente estudo, foi realizado o cotejo entre demandas e oferta hídrica, cujos resultados por bacia hidrográfica são apresentados na Tabela 24. Em seguida, na Tabela 25, a informação de demanda é detalhada por sub-bacia.

Tabela 24. Balanço hídrico para as bacias hidrográficas principais.

Bacia	Área de Drenagem (km²)	Oferta Hídrica (m³/s) [Qmlt]	Oferta Hídrica (m³/s) [Q90%]	Oferta Hídrica (m³/s) [Q95%]	Oferta Outorgável (m³/s) [75% Q90%]	Demanda (m³/s)	Balanço Hídrico (%) (demanda/Qmlt)	Balanço Hídrico (%) (demanda/Q90)	Balanço Hídrico (%) (demanda/Q95)	Disponibilidade Hídrica (m³/s) (75% da Q90 - Demanda)
Rio das Balsas	2.730	51,3	25,2	24	18,9	0,099	0,2%	0,4%	0,4%	18,80
Rio Manuel Alves da Natividade	14.917	190,3	33,3	29,4	24,9	2,133	1,1%	6,4%	7,3%	22,77
Rio Palma	17.055	275,7	138,9	133,5	104,1	0,485	0,2%	0,3%	0,4%	103,62
Rio Paranã	8.175	60,4	24,9	22,7	18,7	0,096	0,2%	0,4%	0,4%	18,60
Rio São Valério	1566	31,46	28,1	25,9	21,1	0,041	0,1%	0,1%	0,2%	21,06
Rio Tocantins	7.836	157,43	140,8	129,5	105,6	0,708	0,4%	0,5%	0,5%	104,89
Total	52.277	766,5	391,2	365,1	293,4	3,560	0,5%	0,9%	1,0%	289,84

Fonte: Elaboração do Autor.

Tabela 25. Balanço hídrico para as sub-bacias de interesse.

Bacia	Sub-Bacia	Área da Sub-Bacia (km²)	Oferta Hídrica (m³/s) [Qmlt]	Oferta Hídrica (m³/s) [Q90%]	Oferta Hídrica (m³/s) [Q95%]	Oferta Outorgável (m³/s) [75% Q90%]	Demanda (m³/s)	Balanço Hídrico (%) (demanda/Qmlt)	Balanço Hídrico (%) (demanda/Q90)	Balanço Hídrico (%) (demanda/Q95)	Disponibilidade Hídrica (m³/s) (75% da Q90 - Demanda)
Rio das Balsas	Rio das Balsas1	799	15,0	7,4	7,0	5,5	0,007	0,0%	0,1%	0,1%	5,5
	Rio das Balsas2	1.227	23,1	11,3	10,8	8,5	0,035	0,2%	0,3%	0,3%	8,5
	Rio Gameleira	703	13,2	6,5	6,2	4,9	0,057	0,4%	0,9%	0,9%	4,9
Rio Manuel Alves da Natividade	Rio Manuel Alves da Natividade	7.651	97,6	17,1	15,1	12,8	1,41	1,4%	8,2%	9,3%	12,7
	Ribeirão Itaboca	1.820	23,2	4,1	3,6	3,0	0,027	0,1%	0,7%	0,8%	3,0
	Rio Bagagem	2.077	26,5	4,6	4,1	3,5	0,124	0,5%	2,7%	3,0%	3,5
	Rio do Peixe	2.760	35,2	6,2	5,4	4,6	0,56	1,6%	9,0%	10,4%	4,5
	Rio Gameleira	609	7,8	1,4	1,2	1,0	0,011	0,1%	0,8%	0,9%	1,0
Rio Palma	Rio Palma1	929	15,0	7,6	7,3	5,7	0,073	0,5%	1,0%	1,0%	5,7
	Rio Palma2	4.503	72,8	36,7	35,3	27,5	0,071	0,1%	0,2%	0,2%	27,5
	Córrego Inhumas	286	4,6	2,3	2,2	1,7	0,005	0,1%	0,2%	0,2%	1,7
	Córrego Pau D Arco	181	2,9	1,5	1,4	1,1	0,003	0,1%	0,2%	0,2%	1,1
	Córrego Recantilado	262	4,2	2,1	2,1	1,6	0,002	0,0%	0,1%	0,1%	1,6
	Rio Sobrado	1.113	18,0	9,1	8,7	6,8	0,069	0,4%	0,8%	0,8%	6,8
	Ribeirão Cachoeira	480	7,8	3,9	3,8	2,9	0,032	0,4%	0,8%	0,8%	2,9
	Ribeirão Gameleira	585	9,5	4,8	4,6	3,6	0,005	0,1%	0,1%	0,1%	3,6



GOVERNO DO TOCANTINS

Bacia	Sub-Bacia	Área da Sub-Bacia (km²)	Oferta Hídrica (m³/s) [Qmlt]	Oferta Hídrica (m³/s) [Q90%]	Oferta Hídrica (m³/s) [Q95%]	Oferta Outorgável (m³/s) [75% Q90%]	Demanda (m³/s)	Balanço Hídrico (%) (demanda/Qmlt)	Balanço Hídrico (%) (demanda/Q90)	Balanço Hídrico (%) (demanda /Q95)	Disponibilidade Hídrica (m³/s) (75% da Q90 - Demanda)
	Ribeirão Gameleirinha	250	4,0	2,0	2,0	1,5	0,002	0,1%	0,1%	0,1%	1,5
	Ribeirão Inferno	1.542	24,9	12,6	12,1	9,4	0,013	0,1%	0,1%	0,1%	9,4
	Rio Arraias	1.444	23,3	11,8	11,3	8,8	0,059	0,3%	0,5%	0,5%	8,8
	Rio Conceição	2.338	37,8	19,0	18,3	14,3	0,057	0,2%	0,3%	0,3%	14,3
	Rio Palmeiras	3.142	50,8	25,6	24,6	19,2	0,094	0,2%	0,4%	0,4%	19,2
Rio Paraná	Rio Paraná	4.326	31,9	13,2	12,0	9,9	0,037	0,1%	0,3%	0,3%	9,9
	Riacho Fundo	1.012	7,5	3,1	2,8	2,3	0,009	0,1%	0,3%	0,3%	2,3
	Rio Bezerra	1.069	7,9	3,3	3,0	2,4	0,025	0,3%	0,8%	0,8%	2,4
	São Domingos	1.768	13,1	5,4	4,9	4,0	0,024	0,2%	0,4%	0,5%	4,0
Rio São Valério	Rio São Valério	1.566	31,5	28,1	25,9	21,1	0,041	0,1%	0,1%	0,2%	21,1
Rio Tocantins	Rio Tocantins	5.585	112,2	100,4	92,3	75,3	0,229	0,2%	0,2%	0,2%	75,3
	Rio das Almas	663	13,3	11,9	11,0	8,9	0,011	0,1%	0,1%	0,1%	8,9
	Rio Formiga	1.588	31,9	28,5	26,2	21,4	0,468	1,5%	1,6%	1,8%	21,4
Total		52.277	766,5	391,2	365,1	293,4	3,56	0,6%	0,9%	1,0%	289,8

Fonte: Elaboração do Autor.

Observa-se da análise dos quadros em questão que, mesmo para as bacias com maior demanda, citando-se como exemplo a bacia do rio Manuel Alves da Natividade, que concentra quase 60% da demanda, o balanço hídrico se mostra bastante confortável, com índice inferior a 10% de comprometimento da vazão Q_{90} . Para todas as bacias hidrográficas e suas sub-bacias, o comprometimento total não supera esse percentual de 10% da vazão de referência Q_{90} . Dessa forma, os resultados mostram para todas as sub-bacias uma condição de baixo comprometimento hídrico global, bastante inferior ao menor valor da escala dos três estudos avaliados como base de referência (PERH/ES, Conjuntura e PRH-Paraguai), o que não caracteriza a região no contexto da escassez hídrica.

De toda forma, para poder diferenciar as sub-bacias em termos de índices de comprometimento hídrico, foram detalhados níveis diferenciados, considerando a situação local. Nesse sentido, a Figura 93 mostra o balanço hídrico para as bacias hidrográficas principais para a relação entre as demandas para usos consuntivos e a vazão de referência de outorgas Q_{90} , sendo detalhado por sub-bacia, o maior índice de comprometimento verificado foi de 6,4% na bacia do rio Manuel Alves da Natividade. Ao avaliar a Figura 93, verifica-se que o maior índice verificado foi na sub-bacia do rio do Peixe, com cerca de 9% de comprometimento em relação à vazão de referência com 90% de permanência no tempo. Esses valores não caracterizariam a região com situação de escassez hídrica.

Entretanto, algumas ressalvas são importantes de serem consideradas. A primeira delas trata da qualidade das informações de oferta hídrica, que são advindas das séries históricas de monitoramento fluviométrico. Nesse sentido, considerando que as séries históricas com dados disponíveis e que foram possíveis de serem utilizadas são apenas até o ano de 2006, é importante comentar que não foi possível obter e analisar informações das estiagens pronunciadas constatadas nos últimos anos pelos próprios usuários em campo. Além disso, outra ressalva trata do fato das estações fluviométricas existentes na região monitorarem apenas cursos de água de maior porte, com grandes áreas de drenagem. Esse fato faz com que possam ser verificadas diferenças em nível de rendimento específico mínimo ou mesmo do regime hídrico dos cursos de água de pequeno porte, com vários deles sendo observados como intermitentes, conforme contatos realizados durante atividades de campo realizadas para o presente estudo. O regime desses cursos de água intermitentes não foi possível de ser quantificado em função da inexistência de informações de monitoramento em córregos e ribeirões de menor porte.

Cabe ressaltar, ainda, que não foi possível espacializar as demandas para os cursos de água de pequeno porte ou em nível de microbacia em função da baixa qualidade e disponibilidade de dados referentes às outorgas emitidas. Dessa forma, os cálculos foram realizados por bacia hidrográfica e pode haver situações de altos índices de comprometimento hídrico para alguma microbacia e que não foi possível detectar com as informações de demandas pelo uso da água obtidas neste estudo.

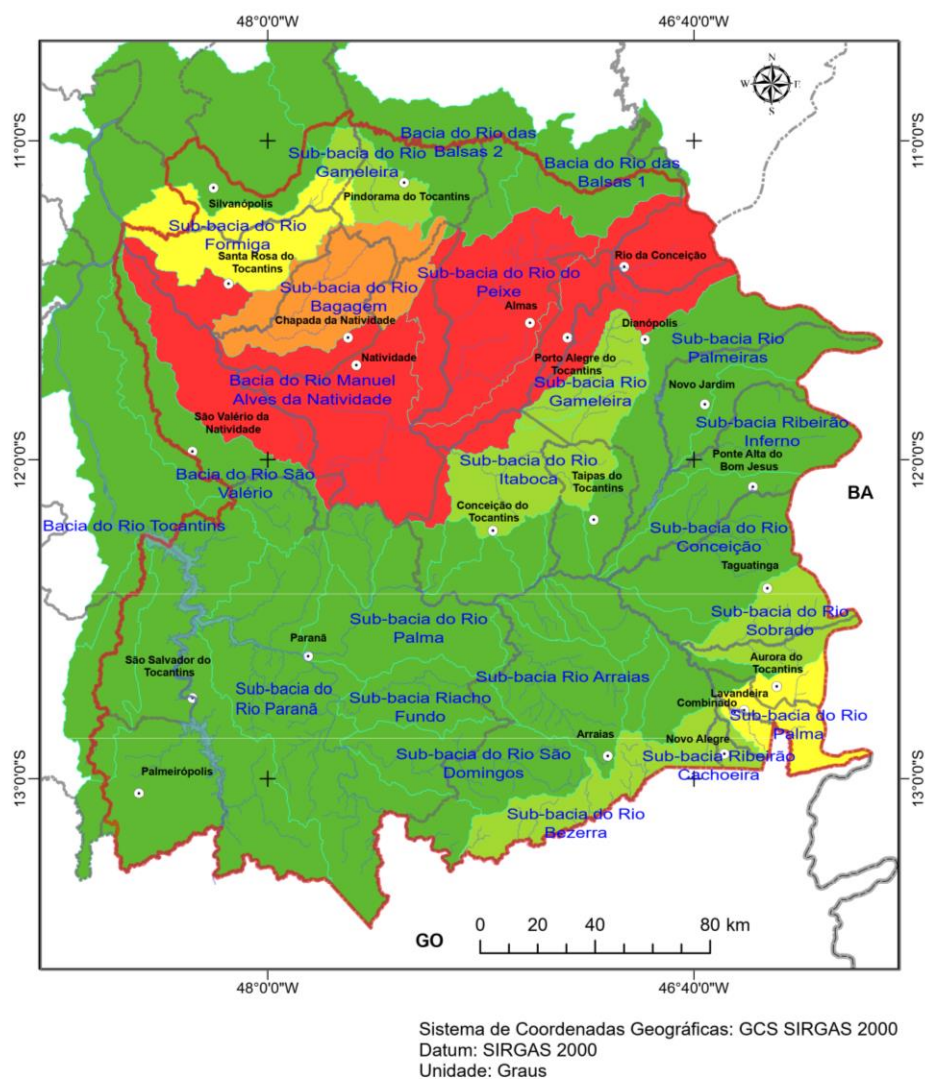


Figura 93. Balanço hídrico por sub-bacia hidrográfica.
Fonte: Elaboração do Autor.

5.6.5.1 Análise comparativa com os resultados do PERH/TO

O Plano Estadual de Recursos Hídricos de Tocantins, PERH/TO (TOCANTINS, 2011a) desenvolveu seus estudos de disponibilidade hídrica, demandas e balanço e apresentou resultados finais por AEG - Área Estratégicas de Gestão ou por bacia hidrográfica, no caso de alguns rios principais. No caso da RSE-TO, no contexto do PERH/TO, faz parte de forma

integral das AEGs 08 (Rio Palma) e 10 (Rio Manuel Alves da Natividade) e parcialmente da AEG 7 (Lago de Peixe).

No relatório disponível daquele estudo foram apresentados os resultados de disponibilidade hídrica para os rios principais, utilizando-se o rendimento específico q_{mlt} , para a vazão média de longo termo, em $L/s.km^2$. Os resultados de rendimento médio de longo termo foram apresentados para os rios Balsas, Palma, Manuel Alves da Natividade, Paranã e São Valério. No entanto, o relatório final do PERH não apresenta a metodologia utilizada para o cálculo ou as estações fluviométricas utilizadas no estudo e nem o período histórico de dados utilizado. Além disso, considerando que foi um estudo realizado há alguns anos, com seu documento final concluído há 7 anos (2011), caso tenha utilizado os dados históricos de monitoramento fluviométrico, teve série histórica com menor extensão de dados e é possível que não tenha feito preenchimento de falhas e consistência de dados básicos.

No que se refere às demandas e balanço hídrico, são apresentados os resultados apenas por AEG e, nesse caso, apenas duas delas correspondem às áreas de bacias hidrográficas consideradas neste estudo (AEGs 08 - Rio Palma e 10 - Rio Manuel Alves da Natividade), uma vez que as outras sub-bacias deste estudo tiveram seus resultados apresentados de forma agregada no PERH/TO e são consideradas no contexto da AEG 7 (Lago de Peixe). Os resultados daquele estudo foram então comparados com os resultados deste estudo, sendo apresentados no Quadro 55.

Quadro 55. Comparativo entre as vazões médias de longo termo do PERH e deste estudo.

Bacia Hidrográfica	Ad (km^2)	PERH		Estudo de Mapeamento Escassez Hídrica Q_{mlt} (m^3/s)
		q_{mlt} ($L/s.km^2$)	Q_{mlt} (m^3/s)	
Balsas	2.730	15,07	41,14	51,30
Manuel Alves	14.917	10,81	161,25	190,30
Palma	17.055	20,04	341,78	275,70
Paraná	8.175	19,20	156,96	60,40
São Valério	1566	10,00	15,66	31,46

Fonte: Tocantins (2011a) e Elaboração do Autor.

De uma forma geral, os valores mostram importantes diferenças entre os resultados, principalmente nas bacias dos rios Paranã e São Valério. Considerando que o relatório final do PERH não apresenta a metodologia utilizada nos cálculos de disponibilidade hídrica, estima-se que esses resultados podem ser explicados pelas seguintes justificativas. No caso da bacia do rio Paranã, o presente estudo teve a preocupação de considerar apenas a sua porção localizada no estado de Tocantins para o cálculo de sua disponibilidade. No caso do PERH, é possível que tenha utilizado informações da última estação fluviométrica de jusante, localizada em Tocantins, mas que controla vazão escoada desde as suas nascentes localizadas no estado de Goiás. No caso do rio São Valério, como apresentado no item de disponibilidade hídrica, não apresenta estação fluviométrica com série histórica disponível. Para o presente estudo, também foi tomada a devida precaução na metodologia adotada, considerando o rendimento específico referente à diferença entre duas estações de monitoramento do rio Tocantins a montante e a jusante da afluência desse rio, o que leva a resultados adequados. Além dessas justificativas, vale ressaltar, mais uma vez, o fato de se ter séries históricas disponíveis por um maior período de tempo e utilizar metodologia com o



preenchimento de falhas das séries com dados de outras estações e com coeficientes de determinação (R^2) bastante elevados, o que torna os resultados robustos.

Em seguida, foi realizada comparação entre os resultados dos balanços hídricos realizados para as AEGs 8 e 10 que correspondem, respectivamente, às bacias dos rios Palma e Manuel Alves da Natividade. Os resultados são apresentados no Quadro 56. De uma forma geral, verifica-se crescimento importante de demandas entre os dois estudos para a bacia do rio Manuel Alves da Natividade. Essa diferença se dá, principalmente, pelo início de operação do Distrito de Irrigação Manuel Alves, que apresenta demanda de cerca de $1,1\text{m}^3/\text{s}$, conforme apresentado no capítulo de demandas. De toda forma, o balanço hídrico ainda continua mostrando situação confortável entre a demanda e a disponibilidade obtida por meio da vazão de referência Q_{90} . Quanto às diferenças nos valores de vazões com 90% de permanência entre os dois estudos, importante lembrar, mais uma vez, o fato do relatório final do estudo do PERH não apresentar a metodologia adotada para seus cálculos realizados.

Quadro 56. Comparativo entre as vazões de referência de outorga e balanços hídricos do PERH e deste estudo.

Bacia Hidrográfica	PERH			Estudo de Mapeamento de Escassez Hídrica		
	Q_{90} (m^3/s)	Demanda (m^3/s)	Balanço (Demanda / Q_{90})	Q_{90} (m^3/s)	Demanda (m^3/s)	Balanço (Demanda / Q_{90})
Manuel Alves da Natividade	87,84	0,54	0,6%	33,30	2,13	6,4%
Palma	52,68	0,33	0,6%	138,90	0,48	0,3%

Fonte: Tocantins (2011a) e Elaboração do Autor.

5.7 Vegetação

5.7.1 Abrangência dos dados primários e secundários

Durante as campanhas de campo amostraram-se 106 parcelas em áreas de savana (Cerrado Sensu Stricto), 19 parcelas em áreas de Cerradão, 64 parcelas em áreas de Floresta Estacional (20 linhas de amostragem contendo cerca de 3 parcelas cada) e 28 parcelas em áreas de formações ribeirinhas (mata de galeria ou ciliar) (Quadro 57 e Figura 94). Somando as amostras dos dados secundários das bases de Inventário Florestal (SEPLAN, 2013) e de teses desenvolvidas na área de estudo (Lemos, 2018), áreas de Cerrado Sensu Stricto foram contempladas por 236 parcelas (23,6 hectares amostrados) e áreas de Cerradão possuem 32 parcelas amostradas (3,2 hectares).

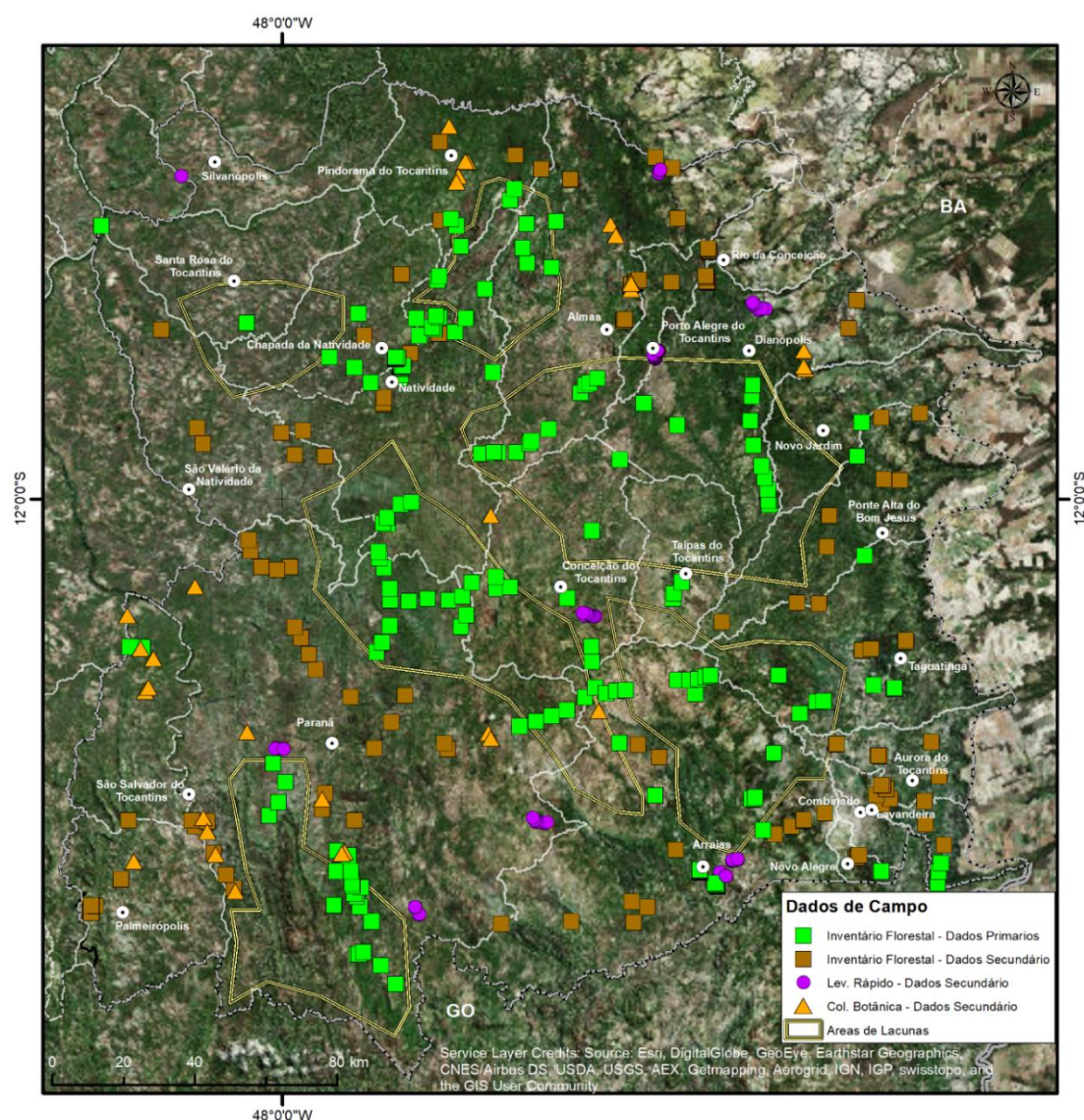


Figura 94. Distribuição das parcelas amostradas e lacunas de conhecimento na RSE-TO, incluindo dados primários; e as base de dados SEPLAN, 2013 e da tese de LEMOS, 2018.

Fonte: Elaboração do Autor.

Quadro 57. Número de parcelas e área amostrada (ha) em cada fitofisionomia da RSE-TO e localização das áreas de lacunas de conhecimento.

Formação	Fitofisionomia	Número de parcelas					Área total amostrada (ha)
		Dados Secundários	Dados primários (campanhas)			N° total	
			1ª	2ª	3ª		
Savânica	Cerrado Sensu Stricto	130	50	35	21	236	23,6
Florestal	Cerradão	13	2	17	-	32	3,2
	Floresta Estacional	115	12	12	40	179	7,16
	Mata de Galeria e Ciliar	22	3	-	25	50	2

Fonte: Elaboração do Autor.



Os ambientes florestais totalizam 229 parcelas, das quais 179 foram destinadas a áreas de Floresta Estacional Decídua ou Semidecídua (7,16 ha), enquanto formações ripárias (Mata de Galeria e Ciliar) possuem 50 parcelas (2 ha amostrados). Foram realizadas coletas botânicas de 300 espécies vegetais, das quais 170 férteis foram confeccionadas excisas. Os registros sobre a tipologia da cobertura vegetal foram obtidos em cerca de 250 coordenadas tomadas ao longo dos deslocamentos, além das informações das 497 parcelas amostradas, totalizando cerca de 650 pontos de controle e validação para o mapeamento da cobertura vegetal (APÊNDICE R).

5.7.2 Caracterização da cobertura vegetal

5.7.2.1 Cobertura natural (nativa)

A cobertura vegetal na RSE-TO é predominantemente de formações savânicas e todas as Lacunas amostradas (Lacunas 1, 2, 3, 4, 5 e 6 conforme Figura 94) seguem o padrão geral da região. Verificou-se a ocorrência de todos os subtipos do Cerrado *Sensu Stricto*, desde o Cerrado ralo em áreas mais abertas pela alta frequência e intensidade de distúrbios naturais e antrópicos (uso do fogo e pastejo) e/ou sobre solos arenosos (Neossolo Quatzarênico) até os Cerrados Densos sobre os Plintossolos Pétricos.

O Cerrado Típico foi o subtipo mais abundante e se apresentou sobre diversas condições ambientais. O Cerrado Rupestre foi encontrado associado às cadeias de Serra de Natividade, Pindorama, Arrais e do Mucambo (Paranã), com elevada representatividade nas Lacunas 1 e 3. Além desses subtipos de Cerrado *Sensu Stricto*, que em geral apresentam fenologia variando entre sempre-verde e semidecídua, verificou-se uma feição de Cerrado Decíduo com grande representatividade nos municípios de Arrais, Paranã, Conceição do Tocantins e Taguatinga, onde foram delimitadas as Lacunas 3, 4 e 5. Além da diferença fenológica, o Cerrado Decíduo apresentou composição de espécies bastante singular em relação aos demais subtipos de Cerrado *Sensu Stricto*. Outra formação savânica de elevada representatividade na região refere-se aos ambientes de veredas, que caracterizam as áreas de nascentes nas bacias dos Rios Manuel Alves de Natividade, São Valério e das Balsas, principalmente.

Áreas cobertas por formações savânicas (Figura 95) apresentam elevada importância para os processos de infiltração de água nos solos e recarga de aquíferos e lençóis subterrâneos, além de proteger áreas de nascentes e afloramento do lençol freático (ambientes de Vereda) que abastecem as bacias hidrográficas locais. Nas áreas de Cerrado *Sensu Stricto*, as raízes das árvores atingem profundidades de até vinte vezes maior do que a parte aérea das plantas, facilitando a permeabilidade de água nos solos de áreas de recarga (ABDALA *et al.*, 1998). Essa característica das áreas íntegras de Cerrado *Sensu Stricto* revela a importância do uso racional e planejado da cobertura do solo para o controle do ciclo hidrológico da RSE-TO. Diversos estudos realizados na região sul do Cerrado apontam que os usos do solo com sistema de lavoura contínua, pecuária contínua e integração lavoura-pecuária reduzem a velocidade de infiltração básica e infiltração acumulada em relação ao solo com vegetação nativa na região do Cerrado (BONO *et al.*, 2012).

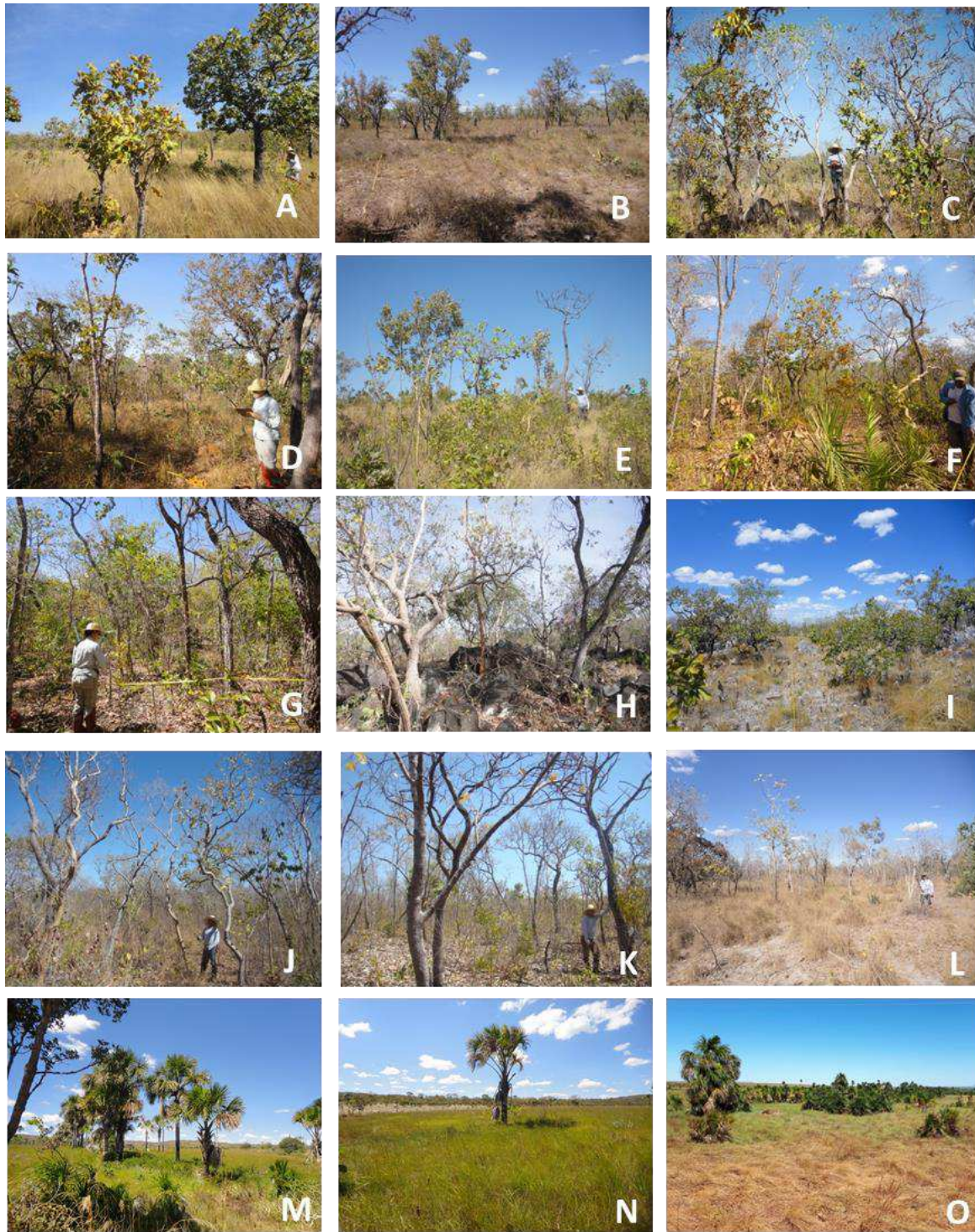


Figura 95. Formações savânicas da RSE-TO. Cerrado ralo (A, B); Cerrado Típico (C, D, E), Cerrado Denso (F, G), Cerrado Rupestre (H, I), Cerrado decíduo (J, K, L), Vereda (M, N, O).

Fonte: Elaboração do Autor.

Apesar do predomínio do Cerrado *Sensu Stricto*, formações florestais (Figura 96) estão presentes nas distintas regiões da área de estudo, com maior representatividade na região da Lacuna 4. Na maior parte da RSE-TO, o Cerradão e as Matas de Galeria e Ciliares ocorrem em mosaico com as formações savânicas formando riquíssimas áreas de tensão ecológica

(savana-floresta). Esses ambientes de transição são numerosos das Lacunas 2 e 4, com a variação na cobertura vegetal controlada por fatores naturais, como geomorfologia, relevo, material de origem (rochas) e solos, e também pelo tipo de manejo antrópico, em especial ao regime (frequência e intensidade) do uso de fogo e a abertura e raleamento da vegetação para implantação de atividades agropecuárias (AGUIAR et al., 2015). Nesses mosaicos de vegetação, as formações florestais apresentam elevada importância para a proteção de mananciais e corpos hídricos, uma vez que estão concentrados nas cabeceiras e áreas de recarga das nascentes, como no caso do Cerradão, ao nas margens dos corpos hídricos promovendo a retenção de sedimentos, como no caso das Matas de Galeria (RIBEIRO; WALTER, 2008; FERNANDES et al., 2016).

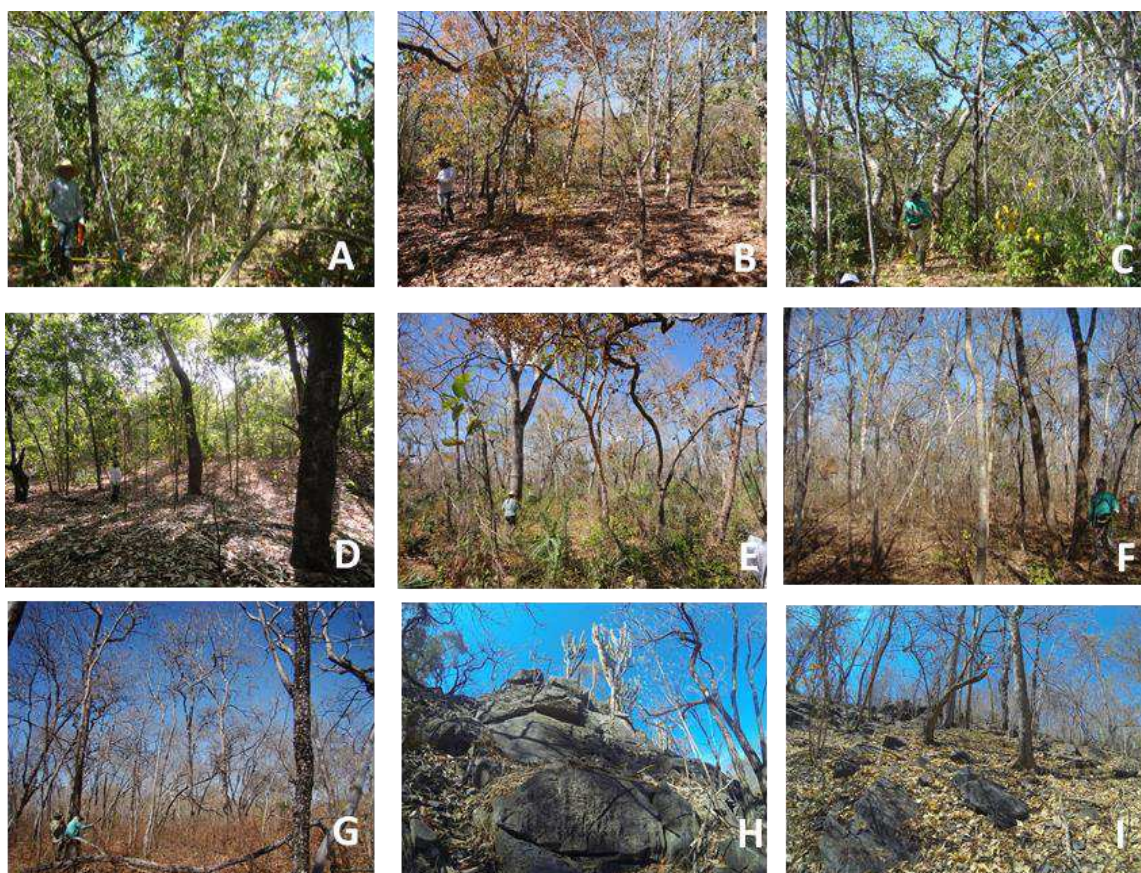


Figura 96. Formações florestais da RSE-TO. Cerradão (A, B, C); Mata de Galeria (D), Floresta Estacional Semidecídua (E), Floresta Estacional Decídua (F, G, H, I).

Fonte: Elaboração do Autor.

As Florestas Estacionais Deciduais e Semideciduais são as formações vegetais predominantes na cobertura do solo de extensas áreas dos municípios de Taguatinga, Combinado, Lavandeira, Aurora do Tocantins e Ponte Alta do Bom Jesus (HAIDAR et al. 2013a), com elevada representatividade na Lacuna 4. Na maioria dos demais municípios e lacunas da área de estudo, essas florestas também ocorrem em manchas isoladas. Em locais de relevo cárstico, as Florestas Estacionais Deciduais da RSE-TO ocorrem sobre afloramentos de rocha carbonáticas ou solos derivados desse tipo de rocha. Esse tipo de relevo é caracterizado pela ausência de drenagem superficial em função da intensa

dissolução química das rochas e absorção, quase que integral, da precipitação. Dessa forma, a água de chuva infiltra-se do solo para a rocha com muita rapidez, com o escoamento sobre ou dentro do solo bastante restritos e sem muita importância (REATTO et al., 2008). A presença de cobertura vegetal exerce importante influência na infiltração da água nesse tipo de relevo, sendo que a manutenção dos remanescentes de florestas estacionais, assim como a restauração de áreas degradadas nesse tipo de relevo é essencial para garantir o controle do ciclo hidrológico em regiões (REATTO et al., 2008).

5.7.2.2 Cobertura vegetal antrópica

A RSE-TO apresenta áreas de usos consolidados destinados, principalmente, para a pecuária. Esse tipo de uso ocorre com maior intensidade nos municípios de Combinado, Lavandeira, Novo Alegre, Aurora do Tocantins, Taguatinga e Dianópolis. Tratam-se de áreas com os solos mais férteis do Tocantins (Nitossolos), onde as florestas estacionais sobre áreas planas foram completamente substituída por pastagens desde antes da criação do estado (Figura 97). O material lenhoso (madeira) retirado dessas áreas, em geral de espécies de excelente qualidade como Aroeira (*Myracrodruon urundeuva*), Ipê-roxo (*Handroanthus impetiginosus*) e Pau-ferro (*Machaerium scleroxylum*), foi utilizado para a infraestrutura (cercas, currais, casas, retiros) das propriedades rurais locais. Existem relatos e móveis que evidenciam a existência de árvores com porte dificilmente registrado nos remanescentes atuais.

Na maior parte das demais áreas produtivas da RSE-TO, a atividade pecuária é dependente de ações de manejo e conformação do terreno, como por exemplo a construção de minibarragens (Projeto Barraginhas - Apêndice W). Essas pequenas bacias têm capacidade de 150.000 mil litros de água, que na temporada chuvosa esvaziam e enchem em torno de 25 vezes (SECOM, 2017), propiciando umidade dos solos por períodos mais prolongados, além de auxiliar na contenção de erosões e revitalização de córregos e rios. As minibarragens fornecem água para animais, além de possibilitar que o produtor rural irrigue hortaliças e roças durante a estação de seca, embora não seja indicada para o consumo humano.

Mais recentemente a destinação da parte noroeste da área de estudo (partes dos municípios de Silvanópolis, Santa Rosa, Ipueiras e Peixe) para ao monocultivo de *commodities* agrícolas (soja) trouxe mudanças abruptas na paisagem. Essa atividade tornou-se tão intensa, nos últimos cinco anos, ao ponto de organizações não governamentais (ONG) internacionais atuarem para promover a redução dos impactos negativos causados pela cadeia produtiva da soja aos ecossistemas naturais, através da Moratória da Soja na região do MATOPIBA.

A silvicultura de Eucalipto iniciou-se na região por volta de dez anos, devido a possibilidade de algumas indústrias de papel e celulose se instalarem no estado. No entanto, os resultados pouco estimulantes de crescimento e produtividade dos povoamentos florestais enfraqueceram as possibilidades dessa atividade. Atualmente a região apresenta plantios, em sua maioria, com baixa manutenção e irregulares em crescimento ou abandonados e atingidos por grandes incêndios florestais.

O regime inadequado do fogo causa grandes incêndios em áreas de vegetação nativa e consequentemente perda ou modificação demasiada de cobertura de vegetação nativa. No entanto, políticas de exclusão de fogo também são responsáveis por grandes incêndios catastróficos, devido ao elevado acúmulo de material combustível. Com esses conhecimentos adquiridos, nos últimos cinco anos, o estado do Tocantins se inseriu no Programa piloto do Manejo Integrado do Fogo (MIF) implementado em algumas Unidades de conservação do Cerrado através do Projeto “Prevenção, controle e monitoramento de queimadas irregulares e incêndios florestais no Cerrado” (Projeto Cerrado-Jalapão). Os surpreendentes resultados desse projeto revelam que regimes alternativos de uso do fogo podem favorecer a vegetação nativa e transformar áreas semidesérticas em formações savânicas e campestres com elevada densidade de elementos arbóreos na paisagem. Diante desses resultados o Governo do Tocantins busca estabelecer políticas próprias para regularizar o Manejo Integrado do Fogo para todo o estado.

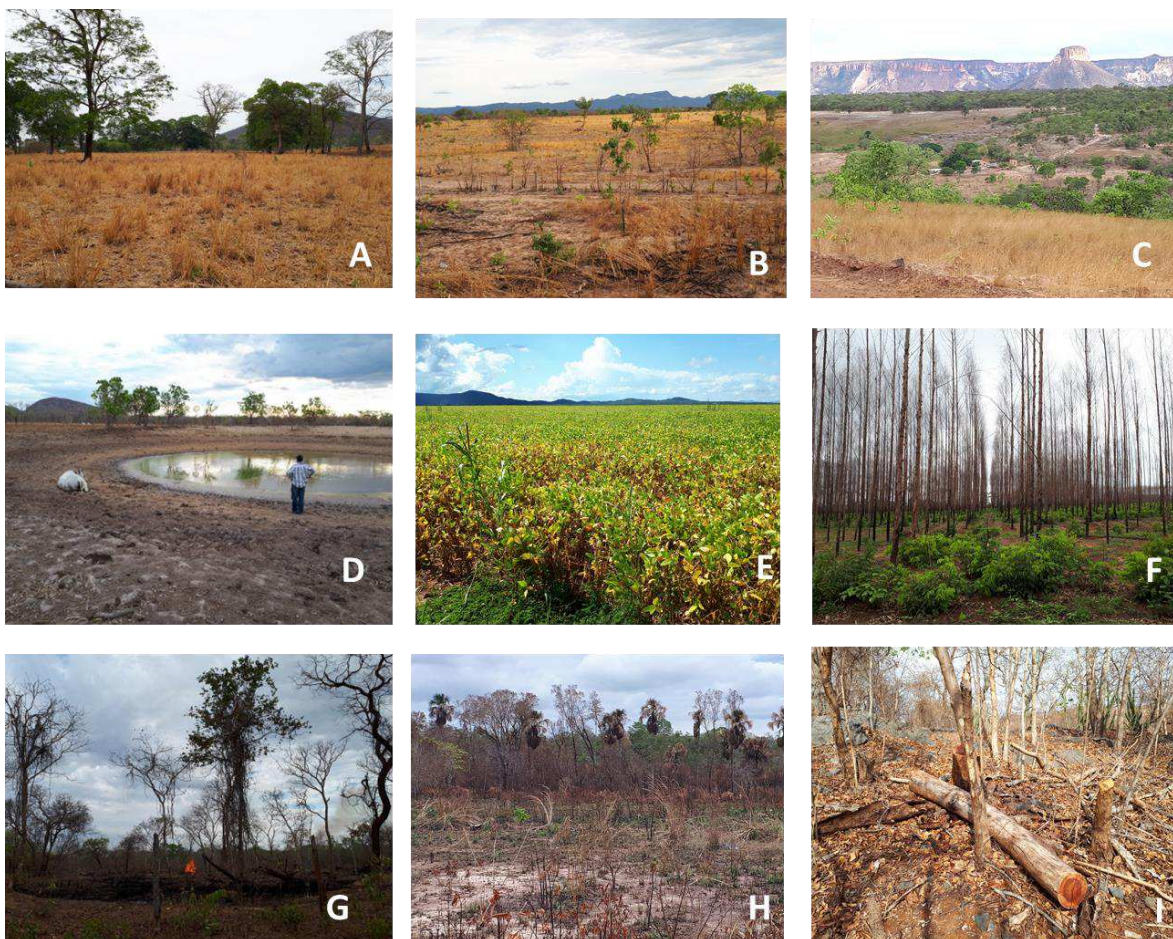


Figura 97. Coberturas e usos antrópicos do solo na RSE-TO: pasto em ambiente de floresta (A), pasto em ambiente de savana (B e C), açude para hidratação animal e fornecimento de água para roça e horta (D), cultivo agrícola (E), plantio de Eucalipto após incêndio florestal (F), uso de fogo para limpeza de pasto (G), área de vereda após incêndio (H), corte seletivo de Angico (*Anadenanthera colubrina*) em ambiente de floresta estacional (I).

Fonte: Elaboração do Autor.

5.7.3 Composição florística e espécies especiais

Foram registradas 995 espécies vegetais, incluindo todas as formas de vida (hábito) e tipos de cobertura vegetal (habitats) da RSE-TO (Apêndice S-1). Embora a maior ênfase do estudo na composição das espécies arbóreas, os registros de herbáceas ou subarbustos realizados na RSE-TO indicam a presença de espécies endêmicas e raras, como *Duguetia rotundifolia*, *Ditassa emmerichae*, *Hyphenia concinna*, *Hyptis cf. humilis*, *Diplusodon decussatus*, *Diplusodon gracilis*, *Diplusodon petiolatus*, *Diplusodon trigintus*, *Polygala pseudocoriacea*, *Borreria tocaninsiana*, *Diodia macrophylla*, *Turnera gardneriana* e *Lippia ciliata* (SEPLAN, 2013, Giuliatti et al., 2009). A maioria das espécies endêmicas citadas ocorre sobre afloramentos de rochas das áreas de Cerrado Rupestre, assim como as arbóreas *Tibouchina papyrus*, *Schwartzia adamantium* e *Wunderlichia cruelsiana* (Figura 98), que pela primeira vez foram registradas na RSE-TO (LEMONS et al., 2013).



Figura 98. Novos registros das espécies raras *Tibouchina papyrus* (A) e *Wunderlichia cruelsiana* (B) no ambiente de Cerrado rupestre (C).

Fonte: Elaboração do Autor.

Registraram-se na RSE-TO a ocorrência de 109 espécies consideradas ameaçadas de extinção com base nos parâmetros da IUCN (APÊNDICE S-1), sendo: (i) três criticamente ameaçadas (ex: *Griffinia nocturna*); (ii) quatro em perigo (ex: *Anemopaegma arvense* - Catuaba); (iii) sete vulneráveis, como as madeiráveis *Cedrela fissilis* (Cedro) e *Apuleia leiocarpa* (Garapiá); (iv) sete quase ameaçadas, como as medicinais e madeiráveis *Amburana cearenses* (Cerejeira) e *Handroanthus impetiginosus* (Ipê-roxo); (v) 86 pouco preocupantes, como as medicinais *Caryocar coriaceum* (Pequi), *Lychnophora ericoides* (Arnica), *Stryphnodendron adstringens* (Barbatimão) e (vi) outras duas com dados deficientes (e.g., *Aiouea macedoana*). Diferente das espécies endêmicas, que em geral são restritas aos cerrados rupestres, as ameaçadas de extinção ocupam distintas fitofisionomias florestais, savânicas e campestres na RSE-TO.

As espécies protegidas por legislações estaduais totalizam 91 espécies (Apêndice S-1), com algumas sobrepostas aos status de endêmicas e ou ameaçadas. Por serem comestíveis para a população tocaninense e atrativas para a fauna nativa, 83 espécies são protegidas conforme o Artigo 112 da Constituição do Tocantins (TOCANTINS, 1989). A maioria das espécies tratadas nesse artigo garante renda complementar para famílias que vivem da extração (extrativismo) e do uso adequado da biodiversidade, proporcionando condições de cidadania às comunidades. Algumas dessas espécies já fornecem produtos da biodiversidade com cadeias produtivas consolidadas ou em formação, como as arbóreas *Caryocar coriaceum* (Pequi), *Dypteryx alata* (Baru), *Hancornia speciosa* (Mangaba) e as palmeiras *Mauritia*

flexuosa (Buriti) e *Acrocomia aculeata* (Macaúba). No entanto, para garantir o uso da biodiversidade, através do extrativismo ou por meio plantios adensados das espécies de interesse é necessário o fortalecimento dos instrumentos de comercialização, como por exemplo a criação de agroindústrias locais dos produtos do Biodiversidade tocantinense e da política de garantia de preços mínimos (Figura 99).

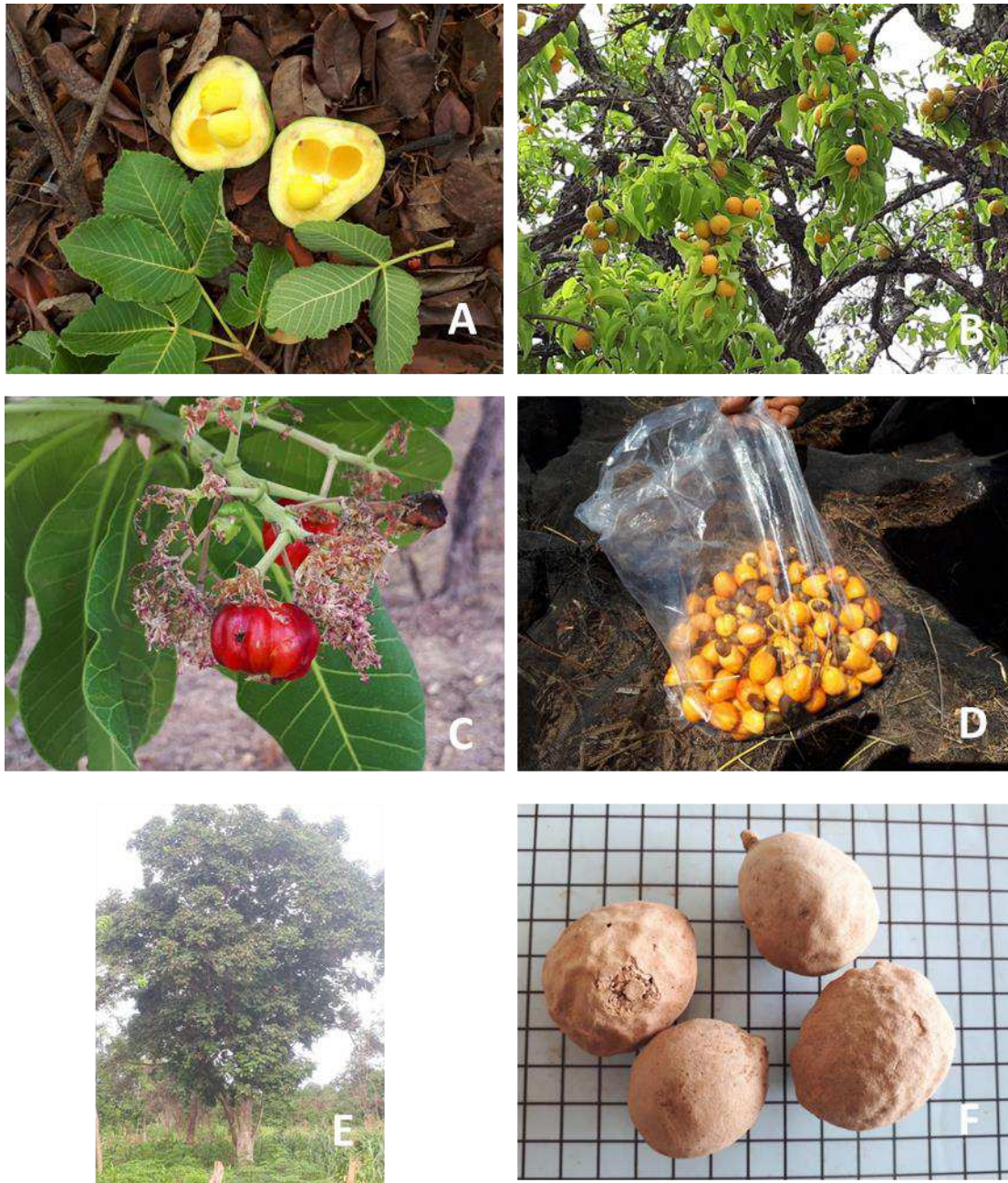


Figura 99. Produtos da sociobiodiversidade provindos da cobertura vegetal nativa da RSE-TO. (A) *Caryocar coriaceum* (Pequi); (B) *Eugenia dysenterica* (Cagaita); (C e D) *Anacardium occidentale* (Caju-do-cerrado) e (E e F) *Dypterix alata* (Baru).

Fonte: Elaboração do Autor.

Outras sete espécies são tratadas como especiais pelo Decreto nº 838 (APÊNDICE S-1), que dispõe sobre a Política Florestal do Estado do Tocantins (TOCANTINS, 1999): *Amburana cearenses* (Cerejeira), *Astronium fraxinifolium* (Gonçali-alves), *Myracrodruon urundeuva* (Aroeira), *Handroanthus chrysotrichus* (Ipê-amarelo), *Handroanthus impetiginosus* (Ipê-roxo), *Handroanthus ochraceus* (Ipê-amarelo-do-cerrado), *Handroanthus serratifolius* (Ipê-amarelo-da-mata), *Tabebuia roseoalba* (Ipê-branco ou Taipoca). Todas são espécies madeireiras com troncos cortados de forma seletivas em APP e RL para cercamento, construções e reparos nas propriedades rurais tocantinenses. O uso desordenado dessas espécies vem ocasionando a erosão genética das melhores matrizes madeiráveis sem nenhuma ação de reposição do estoque florestal nativo. Atividades simples, mas efetivamente importantes para evitar essa perda genética, como o plantio de enriquecimento nas áreas de APP e RL, podem equilibrar as populações dessas nobres espécies arbóreas e fortalecer a cadeia do manejo florestal das espécies nativas no Tocantins.

5.7.4 Abrangência florística da amostragem e suficiência amostral

A curva do coletor rarefeita para as parcelas indica tendência à estabilização, considerando que mais de 70% das espécies foram registradas na metade das amostragens de cada formação vegetal (Figura 100).

A estabilização foi mais intensa nas áreas de cerrado *sensu stricto* (Figura 100), com a metade das espécies capturadas com cerca de 20 parcelas (menos de 10% do total) e a metade da amostragem foi suficiente para capturar 85% das espécies. Por outro lado, as formações florestais apresentaram tendências de incrementos de novas espécies mesmo após a metade da curva de rarefação, em especial nas áreas de cerradão e mata de galeria e ciliar (Figura 100).

Os baixos valores dos erros amostrais percentuais obtidos para todos os parâmetros estruturais avaliados indicam precisão suficiente das amostragens (Quadro 58). Para as áreas de cerrado *sensu stricto* foram obtidos os menores valores de erro da amostragem (cerca de 2%), enquanto que os maiores valores foram obtidos para áreas de cerradão (cerca de 6%) (Quadro 58).

Diante da abrangência florística alcançada e a precisão obtida nas amostragens (<20%) (Figura 100), nossos dados mostram-se adequados para subsidiar tomadas de decisão relacionadas ao manejo das comunidades vegetais das quatro formações vegetais avaliadas. Bons exemplos da aplicabilidade dos resultados são: (i) a definição de espécies arbóreas para restaurar e recuperar a cobertura vegetal dos passivos ambientais; (ii) manejo e uso do material lenhoso e (iii) comércio do estoque de carbono das formações vegetais para fins de créditos de reposição florestais e pagamento de serviços ambientais (PSA).

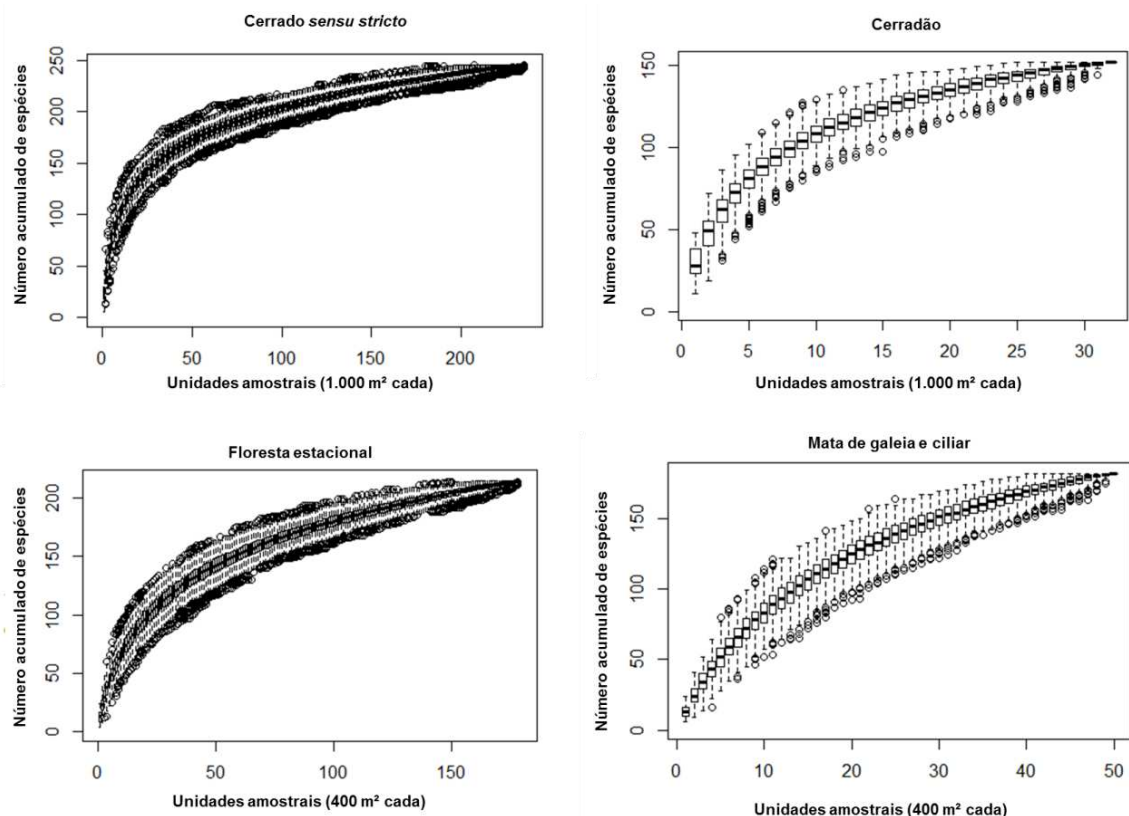


Figura 100. Curva do coletor com rarefação para quatro formações vegetais amostradas na RSE-TO.

Fonte: Elaboração do Autor.

Quadro 58. Estatística descritiva da densidade (D), área basal (G), volume de material lenhoso (volume), estoque de carbono (C) e biomassa aérea (B) das quatro formações vegetais.

Fitofisionomia	Estatística descritiva	D (ind.)	G (m²)	Vol. (m³)	C (ton)	B (ton)
Cerrado sensu stricto	Estimativa por hectare	1090.847	11.27877	25.86592	10.13189	20.26378
	Média (0,1ha)	109.0847	1.127877	2.586592	1.013189	2.026378
	Desvio Padrão (0,1ha)	45.67668	0.433784	1.08385	0.514185	1.028369
	Erro Padrão da Média (0,1ha)	2.973298	0.028237	0.070553	0.033471	0.066941
	Erro Padrão da Média Relativo (%)	2.725677	2.50355	2.72763	3.303488	3.303488
	Erro de Amostragem Absoluto (0,1ha)	5.451355	5.0071	5.455259	6.606976	6.606976
	Intervalo de Confiança p/ Média (0,1ha)	5.827558	0.055343	0.138281	0.065601	0.131202
	Intervalo de Confiança p/ Média (ha)	58.27558	0.553434	1.382806	0.656011	1.312022
Cerradão	Estimativa por hectare	1073.438	13.57365	93.42365	46.05402	92.10804
	Média (0,1ha)	107.3438	1.357365	9.342365	4.605402	9.210804
	Desvio Padrão (0,1ha)	50.77948	0.492608	3.698529	1.612724	3.225448
	Erro Padrão da Média (0,1ha)	8.976628	0.087082	0.653814	0.285092	0.570184
	Erro Padrão da Média Relativo (%)	8.362507	6.415484	6.998375	6.190384	6.190384
	Erro de Amostragem Absoluto (0,1ha)	16.72501	12.83097	13.99675	12.38077	12.38077

Fitofisionomia	Estatística descritiva	D (ind.)	G (m²)	Vol. (m³)	C (ton)	B (ton)
	Intervalo de Confiança p/ Média (0,1ha)	17.59387	0.170677	1.281451	0.55877	1.11754
	Intervalo de Confiança p/ Média (ha)	175.9387	1.706767	12.81451	5.587702	11.1754
Floresta estacional	Estimativa por hectare	879.0503	22.60456	211.2028	72.10295	144.2059
	Média (0,04ha)	35.16201	0.904182	8.448112	2.884118	5.768236
	Desvio Padrão (0,04ha)	11.38753	0.424672	5.142141	1.44961	2.89922
	Erro Padrão da Média (0,4ha)	0.851144	0.031741	0.384342	0.108349	0.216698
	Erro Padrão da Média Relativo (%)	2.420635	3.510513	4.549438	3.756745	3.756745
	Erro de Amostragem Absoluto (0,4ha)	4.84127	7.021026	9.098877	7.513489	7.513489
	Intervalo de Confiança p/ Média (0,4ha)	1.668212	0.062212	0.753296	0.21236	0.42472
	Intervalo de Confiança p/ Média (ha)	16.68212	0.622121	7.532958	2.1236	4.247201
Mata de galeria e ciliar	Estimativa por hectare	1093	27.67708	304.5108	102.2558	204.5115
	Média (0,04ha)	43.72	1.107083	12.18043	4.09023	8.18046
	Desvio Padrão (0,04ha)	16.42552	0.395624	5.812516	1.6524	3.3048
	Erro Padrão da Média (0,4ha)	2.322919	0.05595	0.822014	0.233685	0.467369
	Erro Padrão da Média Relativo (%)	5.313172	5.053796	6.748643	5.713239	5.713239
	Erro de Amostragem Absoluto (0,4ha)	10.62634	10.10759	13.49729	11.42648	11.42648
	Intervalo de Confiança p/ Média (0,4ha)	4.552837	0.109659	1.611118	0.458013	0.916027
	Intervalo de Confiança p/ Média (ha)	45.52837	1.096594	16.11118	4.580134	9.160269

Fonte: Elaboração do Autor.

5.7.5 Diversidade, estrutura e potenciais usos das principais fitofisionomias

Esse tópico é destinado ao refinamento das particularidades na composição, diversidade e estrutura do estrato arbóreo das principais formações savânicas e florestais da RSE-TO (cerrado *sensu stricto*, cerradão, floresta estacional e mata de galeria e ciliar). Para tanto, seguiu-se um roteiro metodológico para determinar as diferenças e gradientes na composição e estrutura de cada formação, verificando a existência de grupos fitofisionômicos (GF) e suas espécies indicadoras. Determinou-se a localização espacial de cada GF e correlacionou-se as variações ambientais com o gradiente na composição e estrutura de cada formação. Em seguida, definiu-se a estrutura da vegetação arbórea para cada GF e determinou-se a significância das diferenças das estimativas através de análises de variância.

5.7.5.1 Cerrado *sensu stricto*

A. Classificação da vegetação arbórea

Com o agrupamento das 236 parcelas obtido no nível de dissimilaridade de 0,80 identificou-se cinco Grupos Fitofisionômicos (Figura 101A), que se diferiram significativamente (ANOSIM: $R^2 = 0,61$; $p = 0,001$). A correlação entre a matriz cofenética e a original foi significativa (teste de Mantel: $p = 0,01$) e apresentou média intensidade (0,68), confirmando a confiabilidade das divisões do agrupamento.

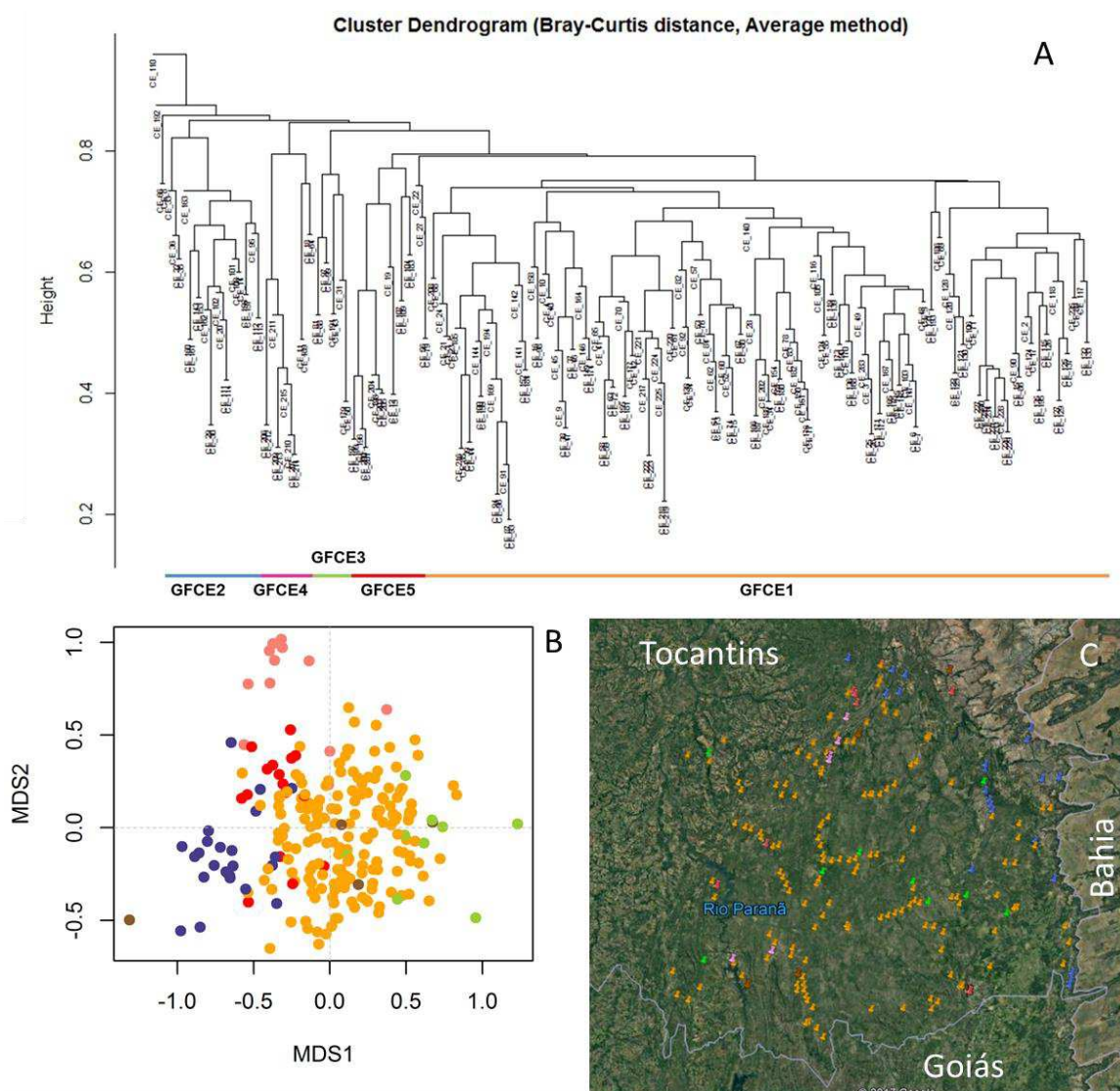


Figura 101. (A) Análise de agrupamento (UPGMA - Índice de Bray-Curtis), (B) escalonamento multidimensional não-métrico (NMDS) e (C) distribuição espacial de 236 parcelas de cerrado sensu stricto, divididos em cinco Grupos Fitofisionômicos (GF) com base na UPGMA e NMDS.

Fonte: Elaboração do Autor.

As parcelas do GFCE1 se concentram na parte central e oeste da RSE-TO (Figura 101C) e caracterizam as áreas cobertas por cerrados densos sobre solos Plintossolos Pétricos. Por outro lado, as parcelas de cerrado ralo e típico do GFCE2 possuem distribuição na borda leste da RSE-TO, acompanhando a faixa de solos arenosos ao longo da base da Serra Geral do Tocantins.

As parcelas dos cerrados eutróficos do GFCE3 estão dispostas sobre manchas de solos de maior fertilidade numa pequena faixa na parte central da RSE-TO. As parcelas do GFCE 4 estão sobre as cadeias das Serras de Natividade e de Arraias e representam as áreas de cerrado rupestre amostradas na RSE-TO. As parcelas do GFCE5 estão dispostas de forma restrita a duas localidades da RSE-TO e representam áreas de cerrados densos e altos em áreas próximas as manchas de Cerradão. O pequeno número de quatro parcelas associadas

ao GFCE6 e a alta diversidade beta entre elas, indica a necessidade de tratá-las como *outlier* da análise.

B. Ordenação da vegetação arbórea

A ordenação NMDS com solução bidimensional após 20 iterações gerou valor de stress de 0,265. Esse valor está um pouco acima da faixa (stress < 0.20) considerada como resultado satisfatório (MCCUNE; GRACE, 2002). O primeiro eixo da NMDS (Figura 101B) foi eficaz na separação dos remanescentes do GFCE2 (cerrado típico/ralo sobre areia), no lado esquerdo do espaço de ordenação, dos remanescentes dos GFCE1 e GFCE 3, no lado oposto. O segundo eixo de ordenação representou o gradiente que dispôs os remanescentes dos GFCE5 (cerrado rupestre) destacados na parte de cima do espaço de ordenação. Apesar das diferenças constatadas, o padrão de ordenação obtido evidencia substituição gradual de espécies entre os cinco grupos de Cerrado sensu stricto considerando que parte das parcelas se sobrepõe na região central do diagrama em relação a ambos os eixos de ordenação (Figura 101B).

C. Relação da variação do componente arbóreo com o ambiente

Por meio da análise de variância com 999 permutações, constatou-se que a variação na composição florística e estrutural dos remanescentes é individualmente explicada por 13 variáveis de forma significativa ($R = 0.02$ a 0.12 ; $p < 0.05$) (Quadro 59). A correlação significativa mais fraca de 2% foi obtida entre as diferenças da flora arbórea e as variações de temperatura, enquanto que as maiores correlações significativa foram obtidas conforme as sub-bacias hidrográficas (17%), classes de solos (12%), domínios geomorfológicos (12%) e subdomínios hidrogeológicos (10%) (Quadro 59).

Verificou-se que as comunidades lenhosas do GFCE1 associam-se a 13 tipos de solos, mas com maior representatividade sobre Latossolos (27%), Neossolos (24%), Argissolos (22%) e Plintossolos (21%). A vegetação lenhosa do GFCE2 associa-se aos Neossolos (63%) pobres em nutrientes, enquanto que as do GFCE3 ocorrem sobre Argissolos e Cambissolos Argiluvicos (66%) e Latossolos (22%) (Figura 102), relativamente mais estruturados (argilosos) e com maior fertilidade disponível para as plantas (REATTO *et al.*, 2008). No GFCE4 as árvores se desenvolvem quase que exclusivamente sobre Neossolos Litólicos (93%) (Figura 102), ou seja, solos rasos muitas vezes associados à afloramentos rochosos.

Quadro 59. Análise de variância multivariada permutacional (PERMANOVA) da relação entre as 13 variáveis ambientais categóricas e a matriz de similaridade florística do componente arbóreo de áreas de cerrado sensu stricto da RSE-TO.

Variável Explicativa	n	F	R ²	p
Sub-bacias Hidrográficas	21	2.22	0.1742	0.001
Classes de solos	18	2.692	0.12853	0.001
Domínio Geomorfológico	4	3.851	0.12139	0.001
Subdomínios Hidrogeológicos	8	3.834	0.107	0.001
Domínios Hidrogeológicos	6	4.897	0.09774	0.001
Compartimentação Geoambiental (Regiões Agroecológicas)	9	2.835	0.09232	0.001
Bacias Hidrográficas	6	3.62	0.088	0.001
Unidade Geomorfológica	9	6.133	0.07467	0.001
Declividade	7	2.968	0.07333	0.001



Variável Explicativa	n	F	R ²	p
Ambientes Geológicos	4	4.872	0.06024	0.001
Precipitação	4	4.638	0.05752	0.001
Erodibilidade	6	2.757	0.0575	0.001
Temperatura	3	3.481	0.0295	0.001

Onde N= Número de Classes; F= Valor de F (F-statistics); R= Coeficiente de Correção; P= Valor de P (P-Probabilidade). Fonte: Elaboração do Autor.

As parcelas dos GFCE 1 e GFCE 3 ocupam predominantemente os domínios geomorfológicos de Embasamentos em Estilos Complexos, enquanto, que parcelas dos GFCE 4 e GFCE 5 predominam sobre Faixas de Dobramentos e Coberturas Metassedimentares. Apenas as parcelas do GFCE 2 ocorrem predominantemente no domínio das Bacias Sedimentares e Coberturas Inconsolidadas. Sobre o Subdomínio Hidrogeológico do Cristalino estão a maioria das parcelas dos GFCE 1, GFCE 3 e GFCE 5, enquanto que parcelas do GFCE 4 predominam sobre o subdomínio de Metasedimentos/ Metavulcânicas e as parcelas do GFCE 2 prevalecem nos subdomínios das Bacias Urucua e Parnaíba (Figura 102).

Constatou-se que as parcelas do GFCE 1 se distribuem por distintas bacias hidrográficas da RSE-TO, embora situadas principalmente nas Bacias dos Rios Palma (23%), Manuel Alves da Natividade (22%) e Paranã (14%). Por outro lado, foi constatado distribuição restrita às parcelas dos demais grupos com a maioria das parcelas do GFCE 2 e GFCE 3 situadas na Bacia do Rio Palma, as parcelas do GFCE 4 concentradas na bacia do Rio Manuel Alves da Natividade (76%) e as parcelas do GFCE5 dispostas principalmente na bacia do Rio Paranã (55%). (Figura 102). Em termos climáticos, verificou-se que apenas os GFCE 1 e GFCE 3 desenvolvem-se em nichos ambientais com níveis anuais de precipitação inferiores a 1.300 mm. Por outro lado, a comunidade lenhosa do GFCE 4 está condicionada aos maiores índices pluviométricos (1500 a 1600 mm) da região.

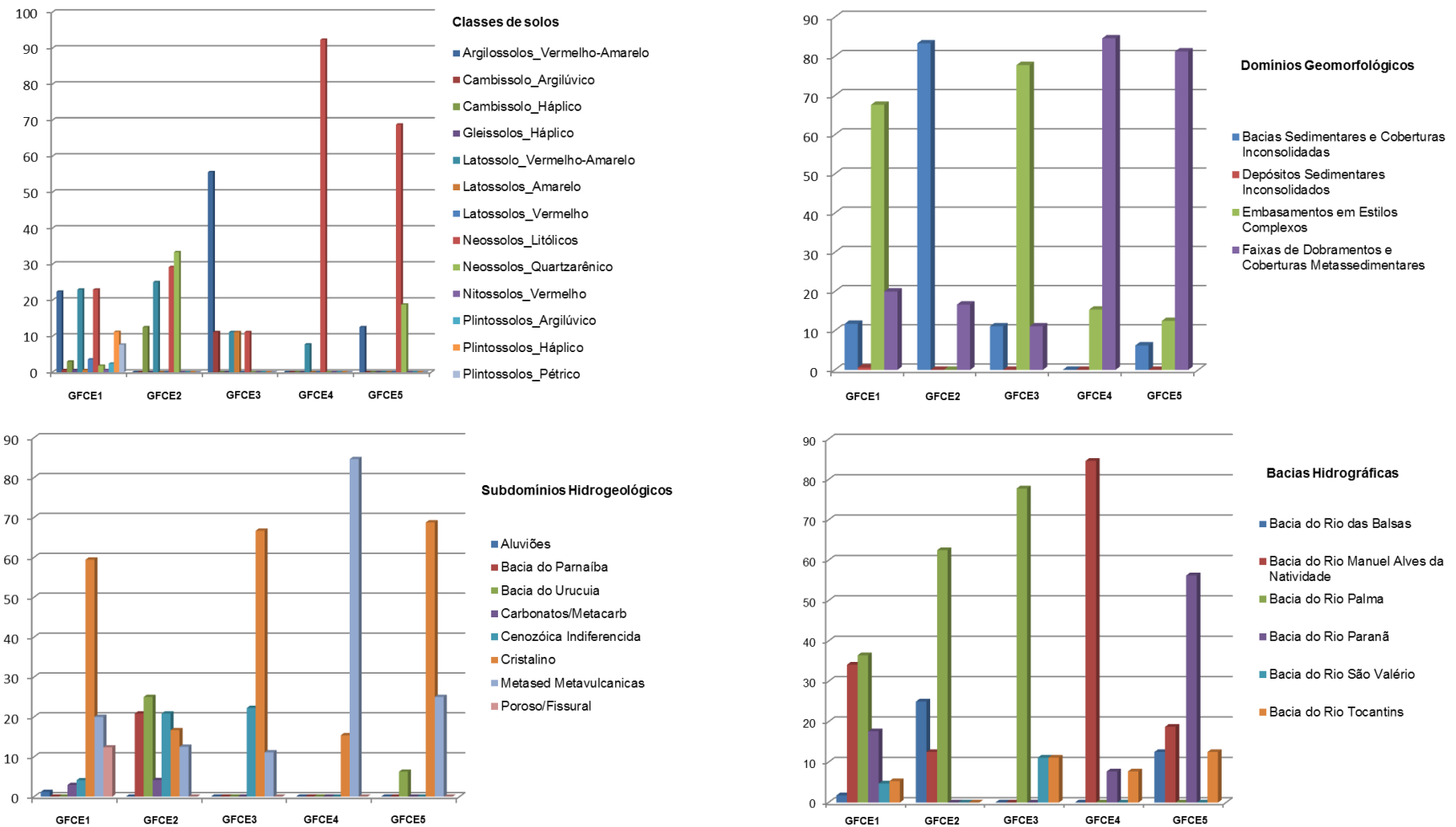


Figura 102. Caracterização ambiental dos cinco grupos fitofisionômicos (GF) de cerrado sensu stricto em função das classes de solos, domínios geomorfológicos e subdomínios hidrogeológicos e bacias hidrográficas da RSE-TO.

Fonte: Elaboração do Autor.



D. Espécies indicadoras e fitossociologia

A análise de espécies indicadoras (ISA) revelou que 61 espécies do total de 196 utilizadas nas análises foram significativamente indicadoras dos GF, sendo: quatro espécies significativas para o GFCE1, sete para GFCE2, oito para GFCE3, 15 para GFCE4 e 22 para GFCE5 (Quadro 60). As análises fitossociologias realizadas separadamente para os cinco grupos, reforçam em nível de espécies as estruturas comunitárias, destacando as espécies comuns e as particularidades dos GF em termos de composição e de espécies (APÊNDICE S-2 a S-7). Apenas 11 espécies foram registradas entre as 20 mais importantes em três ou mais grupos. Entre elas, *Qualea parviflora* foi a única, presente em todos os grupos, enquanto, que outras quatro (*Anacardium occidentale*, *Byrsonima crassifolia*, *Caryocar coriaceum* *Psidium myrtoides*) foram detectadas em quatro grupos e *Byrsonima coccolobifolia*, *Byrsonima pachyphylla*, *Curatella americana*, *Davilla elliptica* e *Tachigali subvelutina* obtiveram registros em três grupos.

A ISA revelou que *Callisthene molissima* (Pau-de-rato), *Curatella americana* (Lixeira), *Qualea parviflora* (Pau-terra-folha-fina) e *Qualea grandiflora* (Pau-terra-folha-larga) são indicadoras do GFCE1. *C. molissima* possui centro de dispersão concentrada nas regiões do alto e médio cursos dos Rios Tocantins e Araguaia (FELFILI; FAGG, 2007; FELFILI et al., 2007), com destaque na fitossociologia de áreas de cerrado rupestre na Chapada dos Veadeiros (FELFILI et al., 2007) e os cerrados densos sobre solos rasos e pedregosos (Plintossolo Pétrico) do sul do Tocantins (SEPLAN, 2013), sempre ocupando o primeiro lugar no Índice de Valor de Importância. Por outro lado, as demais espécies indicadoras do GFCE1 possuem ampla distribuição por todo o Cerrado (RATTER et al., 2003, FRANÇOSO et al., 2016), com as duas espécies de *Qualea* (Pau-terra) sendo encontradas em distintos tipos de savanas de solos bem drenados e grande importância de *C. americana* que, além de ocupar solos secos, possui plasticidade para desenvolver-se em áreas sazonalmente úmidas como nos cerrados hipersazonais da região do Araguaia (MARIMON et al., 2008, SEPLAN, 2013, PINTO et al., 2014).

As espécies arbóreas, *Hirtella ciliata* e *Pouteria ramiflora*, registradas como as mais importantes no cerrado nas bacias hidrográficas do Jalapão (SEPLAN, 2013) foram classificadas como as indicadoras de maior importância do GFCE2. As demais espécies indicadoras do GFCE2, *Eschweillera nana*, *Mouriri pusa*, *Mouriri elliptica* e *Heisteria citrifolia* são espécies endêmicas do bioma Cerrado (Flora do Brasil), mas com distribuição restrita a solos arenosos como na Chapada do Espigão Mestre (Norte de Minas Gerais e oeste da Bahia) (FELFILI et al., 2001).

As espécies *Callisthene fasciculata*, *Tabebuia aurea*, *Astronium fraxinifolium*, *Luehea divaricata*, *Dilodendron bipinnatum*, *Eugenia dysenterica*, *Cordia glabrata* e *Ximenia americana*, classificadas indicadoras significativas do GFCE3, são consideradas calcícolas e indicadoras de solos férteis dentro do bioma Cerrado (RATTER et al., 2003, BRIDGEWATER et al., 2004). São espécies registradas comumente em áreas de floresta estacionais decíduas (HAIDAR et al., 2013a), embora as duas mais importantes (*Callisthene fasciculata* e *Tabebuia*

aurea) apresentem plasticidade para ocupar áreas sazonalmente úmidas (MARIMON et al., 2008).

Entre as indicadoras significativas do GFCE4, constam três espécies que ocorrem exclusivamente sobre afloramentos rochosos: *Schwartzia adamantium*, *Tibouchina papyrus* e *Wunderlichia cruelsiana*. Essas espécies consideradas especialistas por habitats rochosos caracterizam áreas de cerrado rupestre do bioma Cerrado (PINTO et al., 2009).

Já as espécies indicadoras do GFCE5, em geral apresentam crescimento em altura avantajado, como *Tachigali subvelutina* (Cachamorra-preta), *Pterodon emarginatus* (Sucupira-branca), *Copaifera langsdorffii* (Pau-de-óleo) e *Vatairea macrocarpa* (Amargoso) sendo registradas com alta frequência em áreas de Cerradão (SOLARZANO et al., 2012). Essa constatação nos leva a acreditar que as parcelas do GFCE5 estão em condições ambientais que favorecem o desenvolvimento de formações florestas e se estiverem inseridas em região com práticas de manejo integrado do fogo tendem a se tornar áreas de floresta (SCHMITD et al., 2016).

Quadro 60. Espécies indicadoras significativas (p) com respectivos valores de importância dentro dos grupos fitofisionômicos de cerrado sensu stricto (GFCE) da RSE-TO.

Nome científico	Família botânica	Nome popular	GFCE	Valor de importância	p
<i>Callisthene mollissima</i> Warm.	Vochysiaceae	Pau-de-rato	1	0.445	0.011
<i>Curatella americana</i> L.	Dilleniaceae	Lixeira, Sambaíba	1	0.439	0.001
<i>Qualea parviflora</i> Mart.	Vochysiaceae	Pau-terra-folha-miúda	1	0.314	0.049
<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	Vochysiaceae	Pau-terra-folha-larga	1	0.309	0.034
<i>Hirtella ciliata</i> Mart. & Zucc.	Chrysobalanaceae	Pau-pombo-seco	2	0.825	0.001
<i>Pouteria ramiflora</i> (Mart.) Radlk.	Sapotaceae	Curriola, Grão-de-galo	2	0.472	0.004
<i>Mouriri pusa</i> Gardner	Melastomataceae	Puçá-preto	2	0.438	0.006
<i>Eschweilera nana</i> (O.Berg) Miers	Lecythidaceae	Sapucaia-do-cerrado, Ovo-frito	2	0.333	0.005
<i>Vochysia</i> _sp.1	Vochysiaceae	Pau-qualada	2	0.311	0.016
<i>Mouriri elliptica</i> Mart.	Melastomataceae	Puçá-croa	2	0.269	0.028
<i>Heisteria citrifolia</i> Engl.	Olacaceae	Chupetinha	2	0.201	0.043
<i>Callisthene fasciculata</i> Mart.	Vochysiaceae	Capitão, Jacaré	3	0.844	0.001
<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S.Moore	Bignoniaceae	Caraíba	3	0.66	0.001
<i>Astronium fraxinifolium</i> Schott	Anacardiaceae	Gonçalo-alves	3	0.522	0.001
<i>Luehea divaricata</i> Mart. & Zucc.	Malvaceae	Açoita-cavalo	3	0.362	0.012
<i>Eugenia dysenterica</i> (Mart.) DC.	Myrtaceae	Cagaita	3	0.358	0.017



GOVERNO DO TOCANTINS

Nome científico	Família botânica	Nome popular	GFCE	Valor de importância	p
<i>Cordia glabrata</i> (Mart.) A.DC.	Boraginaceae	Claraíba-preta	3	0.295	0.019
<i>Dilodendron bipinnatum</i> Radlk.	Sapindaceae	Mamoninha	3	0.254	0.013
<i>Ximenia americana</i> L.	Olacaceae	Amexeira	3	0.222	0.019
<i>Vochysia gardneri</i> Warm.	Vochysiaceae	Pau-qualada	4	0.757	0.001
<i>Schwartzia adamantium</i> (Cambess.) Bedell ex Gir.- Cañas	Marcgraviaceae	Mel-de-arara	4	0.676	0.001
<i>Plenckia populnea</i> Reissek	Celastraceae	Paliteiro	4	0.64	0.001
<i>Tibouchina papyrus</i> (Pohl) Toledo	Melastomataceae	Pau-papel	4	0.517	0.002
<i>Cordia elliptica</i> (Cham.) Kuntze	Rubiaceae	Marmelada	4	0.503	0.001
<i>Eriotheca gracilipes</i> (K.Schum.) A.Robyns	Malvaceae	Algodãozinho	4	0.408	0.008
<i>Psidium</i> sp.	Myrtaceae	Araça	4	0.38	0.008
<i>Myrciaria floribunda</i> (H.West ex Willd.) O.Berg	Myrtaceae		4	0.357	0.003
<i>Erythroxylum suberosum</i> A.St.-Hil.	Erythroxylaceae	Pimenta-de-galinha	4	0.354	0.012
<i>Wunderlichia crulsiana</i> Taub.	Asteraceae	Flor-de-pau	4	0.352	0.007
<i>Byrsonima pachyphylla</i> A.Juss.	Malpighiaceae	Murici-ferrugem	4	0.327	0.021
<i>Salacia crassifolia</i> (Mart. ex Schult.) G.Don	Celastraceae	Bacupari-do-cerrado	4	0.299	0.012
<i>Tachigali aurea</i> Tul.	Fabaceae	Tatarema, Pau-bosta	4	0.276	0.044
<i>Banisteriopsis latifolia</i> (A.Juss.) B.Gates	Malpighiaceae	Murici-macho	4	0.253	0.021
<i>Eugenia aurata</i> O.Berg	Myrtaceae	Jambrinho	4	0.154	0.036
<i>Tachigali subvelutina</i> (Benth.) Oliveira-Filho	Fabaceae	Carvoeiro, Cachamorra	5	0.67	0.001
<i>Aspidosperma cuspa</i> (Kunth) Blake	Apocynaceae	Pereira	5	0.553	0.001
<i>Pterodon emarginatus</i> Vogel	Fabaceae	Sucupira-amarela, Sucupira-branca	5	0.553	0.001
<i>Miconia ferruginata</i> DC.	Melastomataceae	Remela-de-galinha	5	0.457	0.003
<i>Vochysia elliptica</i> Mart.	Vochysiaceae	Pau-doce	5	0.439	0.004
<i>Miconia albicans</i> (Sw.) Triana	Melastomataceae	Remela-de-galinha, Folha-branca	5	0.401	0.006
<i>Miconia burchellii</i> Triana	Melastomataceae	Remela-de-galinha	5	0.387	0.005
<i>Hymenaea stigonocarpa</i> Mart. ex Hayne	Fabaceae	Jatobá-do-cerrado	5	0.384	0.013
<i>Tocoyena formosa</i> (Cham. & Schltdl.) K.Schum.	Rubiaceae	Jenipapo-de-cavalo	5	0.371	0.008

Nome científico	Família botânica	Nome popular	GFCE	Valor de importância	p
<i>Hancornia speciosa</i> Gomes	Apocynaceae	Mangaba	5	0.371	0.016
<i>Couepia grandiflora</i> (Mart. & Zucc.) Benth.	Chrysobalanaceae	Oiti-do-cerrado	5	0.358	0.019
<i>Erythroxylum deciduum</i> A.St.-Hil.	Erythroxylaceae	Pimenta-de-galinha	5	0.335	0.016
<i>Anacardium occidentale</i> L.	Anacardiaceae	Caju-do-cerrado	5	0.333	0.029
<i>Guapira graciliflora</i> (Mart. ex Schmidt) Lundell	Nyctaginaceae	Maria-mole	5	0.328	0.016
<i>Caryocar coriaceum</i> Wittm.	Caryocaraceae	Pequi	5	0.32	0.031
<i>Eriotheca pubescens</i> (Mart. & Zucc.) Schott & Endl.	Malvaceae	Paineira-do-cerrado	5	0.318	0.014
<i>Senegalia tenuifolia</i> (L.) Britton & Rose	Fabaceae	Monjolo	5	0.31	0.004
<i>Vatairea macrocarpa</i> (Benth.) Ducke	Fabaceae	Amargoso	5	0.288	0.039
<i>Ouratea glaucescens</i> (A.St.-Hil.) Engl.	Ochnaceae	Vassoura-de-bruxa	5	0.26	0.035
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	Fabaceae	Copaíba	5	0.218	0.041
<i>Palicourea rigida</i> Kunth	Rubiaceae	Bate-caixa	5	0.193	0.047
<i>Schefflera vinosa</i> (Cham. & Schltdl.) Frodin & Fiaschi	Araliaceae	Mandiocão	5	0.125	0.042

Fonte: Elaboração do Autor.

E. Estrutura da vegetação arbórea

Verificou-se diferenças significativas na densidade, área basal, volume de material lenhoso e biomassa (carbono) entre os grupos fitofisionômicos de cerrado *sensu stricto* (Quadro 61). Determinou-se que, em geral, as áreas ocupadas pelas comunidades lenhosas dos GFCE5 (cerrado alto denso) e GFCE3 (cerrado eutrófico) apresentam maior área basal, volume de material lenhoso e biomassa, em relação as áreas ocupadas por comunidades do GFCE2 (cerrados ralos sobre areia) e GFCE4 (cerrado rupestre) (Quadro 61).

A comunidade arbórea do GFCE1, de forma geral, apresenta estrutura (densidade, área basal, biomassa, carbono) em níveis intermediários no gradiente determinado entre os demais grupos fitofisionômicos (Quadro 61).

Quadro 61. Parâmetros estruturais médios de densidade, área basal, volume de material lenhoso, biomassa e carbono do estrato arbóreo para os grupos fitofisionômicos de cerrado *sensu stricto* (GFCE) da RSE-TO.

Grupo	Nome do grupo	H	R	Chao (DP)	D (ind.ha ⁻¹)	G (m ² .ha ⁻¹)	V (m ³ .ha ⁻¹)
GFCE1	Cerrado denso/típico de <i>Callisthene</i>	3.80	219	304 (±32)	1.133,12	11,27	25,89
GFCE2	Cerrado típico/ralo sobre areia	3.92	128	169 (±17)	868,33	9,74	21,81
GFCE3	Cerrado típico eutrófico	3.33	80	165 (±36)	1.007,78	14,23	35,24
GFCE4	Cerrado rupestre	3.55	74	126 (±27)	800,00	9,57	21,01



Grupo	Nome do grupo	H	R	Chao (DP)	D (ind.ha ⁻¹)	G (m ² .ha ⁻¹)	V (m ³ .ha ⁻¹)
GFCE5	Cerrado denso alto de <i>Tachigali</i>	3,75	108	163 (±28)	1.437,50	15,48	35,19
GERAL	Cerrado sensu stricto (RSE-TO)		246	294 (±18)	1.090,85	11,28	25,87
		C (ton.ha ⁻¹)	BA (ton.ha ⁻¹)	BS (ton.ha ⁻¹)	BT (ton.ha ⁻¹)	CT (ton.ha ⁻¹)	V (m ³ .ha ⁻¹)
GFCE1	Cerrado denso/típico de <i>Callisthene</i>	10,17	20,34	55,92	76,26	38,13	25,89
GFCE2	Cerrado típico/ralo sobre areia	8,22	16,44	45,21	61,65	30,82	21,81
GFCE3	Cerrado típico eutrófico	15,36	30,73	84,50	115,23	57,62	35,24
GFCE4	Cerrado rupestre	7,67	15,34	42,18	57,51	28,76	21,01
GFCE5	Cerrado denso alto de <i>Tachigali</i>	13,60	27,19	74,79	101,98	50,99	35,19
GERAL	Cerrado sensu stricto (RSE-TO)	10,13	20,26	55,73	75,99	37,99	25,87

Onde: H = Índice de Shannon, R = Riqueza observada, Chao = Riqueza estimada, DP = Desvio padrão; D = Densidade; G = Área basal, V = Volume de material lenhoso; C = Estoque de carbono aéreo; BA = Biomassa aérea.

Fonte: Elaboração do Autor.

Em termos madeireiros, por exemplo, nota-se que áreas de cerrado *sensu stricto* ocupadas pelos grupos GFCE 1, 3 e 5 apresentam maior volumetria em relação áreas dos grupos GFCE 2 e 4, embora haja destinação quase integral do material lenhoso para carvoaria entre as espécies de todos os grupos.

Poucas espécies com dimensões mais avantajadas e madeira de melhor qualidade podem ser empregadas para a produção de estacas e mourões de cerca como, por exemplo, *Plathymenea reticulata* (Vinhático, Candeia, Amarelinho), *Astronium fraxinifolium* (Gonçalo-alves) e *Callisthene fasciculata* (Capitão) ou até mesmo para serraria, como *Pterodom emarginatus* (Sucupira-amarela).

Áreas ocupadas por cerrados dos grupos GFCE 1, 3 e 5 apresentam capacidade de comportar maior biomassa do estrato arbóreo e essa característica as tornam mais valorizadas no mercado de créditos de carbono ou na política de Pagamentos por Serviços Ambientais (PSA).

F. Produtos não madeireiros

O principal tipo de uso não madeireiro das espécies do cerrado *sensu stricto* é alimentício, com destaque para *Caryocar* spp. (Pequi), *Hancornia speciosa* (Mangaba), *Anacardium occidentale* (Caju), *Dipteryx alata* (Baru), *Pouteria ramiflora* (Grão-de-galo), *Mouriri pusa* (Puçá-preto), *Mouriri elliptica* (Puçá-croa), *Eugenia dysenterica* (Cagaita), *Byrsonima crassifolia* (Murici-de-galinha), *Byrsonima verbascifolia* (Murucuzão), *Byrsonima coccolobifolia* (Murici-rosa), *Annona coriacea* (Bruto), *Annona crassiflora* (Araticum) e *Hymenaea stigonocarpa* (Jatobá). Todas são comercializadas sem processamento (“in natura”) em feiras livres e na beira de algumas rodovias do estado do Tocantins durante as safras sazonais. No entanto, a modalidade de comércio economicamente mais interessante dessas espécies consiste na industrialização dos frutos na forma de sorvetes, geleias, compotas e outras. Como exemplo de sucesso, têm-se os picolés e sorvetes originalmente chamados de “Frutos de Goiás” e que atualmente são exportados com o rótulo de “Fruto do Brasil” (Figura 103).

Além desse exemplo, existem geleias, castanhas e óleos de espécies do Cerrado providas de cooperativas com agroindústrias comunitárias de diversos estados (MA, TO, MG, MS, MT e GO) comercializadas por meio da Central do Cerrado em grandes centros urbanos e, também, em municípios, cuja economia é voltada para o ecoturismo.

O uso de princípios ativos extraídos de plantas do Cerrado para fins medicinais também constitui atividade promissora para valorização das espécies nativas e obtenção de renda adicional aos produtores rurais da RSE-TO.

Registrou-se espécies que possuem partes vegetativas (casca, raiz e folha) ou reprodutivas (flores, frutos e sementes) com demanda por indústrias farmacêuticas e alto valor econômico atribuído, tais como, *Dimorphandra gardineriana* (Favela, Faveiro), *Stryphnodendron* spp. (Barbatimão - *S. adstringens*; *S. coreaceum*; *S. obovatum*), *Pterodon emarginatus* (Sucupira-amarela), *Lafoensia pacari* (Mangabeira-brava, Pacari) e *Brosimum gaudichaudii* (Mamacadela; Maria-murcha). Desse conjunto de espécies geradoras de produtos da biodiversidade destaca-se: (i) a alta concentração de flavonoídes (rutina) nos frutos de *Dimorphandra gardineriana* muito eficazes no tratamento de varizes e outros problemas vasculares, além de importante componente na formulação de anticoncepcionais (SILVA JÚNIOR, 2005); (ii) o tanino extraído da casca das espécies de Barbatimão (*Stryphnodendron* spp) utilizado para cicatrização de ferimentos e infecções do útero. Ambas são amplamente utilizadas tanto na medicina popular em centros urbanos e rurais, como por indústrias farmacêuticas (BORGES-FILHO; FELFILI, 2003; FELFILI et al., 2004) e (iii) o extrato etanólico da casca do caule de pacari eficaz no tratamento do câncer, distúrbios gástricos, inflamação e cicatrização com uso secular em todas as regiões do Cerrado, por povos indígenas e comunidades tradicionais e rurais.



Figura 103. Produtos (picolés e geleias) fabricados com frutos de espécies de cerrado sensu stricto com ampla aceitação no mercado consumidor nacional e internacional.

Fonte: www.frutosdegoias.com.br e www.institutojurumi.org.br.

5.7.5.2 Cerradão

A. Classificação da vegetação arbórea

Com o agrupamento das 32 parcelas obtido no nível de dissimilaridade de 0,75 identificaram-se quatro Grupos Fitofisionômicos (Figura 104A), que se diferem significativamente (ANOSIM: $R^2 = 0,69$, $p = 0,001$).

A correlação entre a matriz cofenética e a original foi significativa (teste de Mantel: $p = 0,01$) e apresentou alta intensidade (0,87), confirmando a confiabilidade das divisões do agrupamento. As parcelas do GFCD1 se concentram na parte norte da RSE-TO (Figura 104C). Por outro lado, as parcelas do GFCD2 possuem ampla distribuição por distintas áreas da RSE-TO (Figura 104C). As parcelas do GFCE3 estão restritas a parte norte da RSE-TO, enquanto as parcelas do GFCD4 estão nas partes sul e central (Figura 104C).

B. Ordenação da vegetação arbórea

A ordenação NMDS com solução bidimensional após 20 iterações gerou valor de *stress* de 0,17. Esse valor está contido na faixa de valores ($stress \leq 0.20$) considerados satisfatórios (MCCUNE; GRACE, 2002). O primeiro eixo da NMDS (Figura 104B) foi eficaz na separação entre as parcelas remanescentes do GFCD1, no lado direito do espaço de ordenação, das parcelas dos demais grupos GFCD2, GFCD3 e GFCD4, dispostas no lado esquerdo (Figura 104B).

O segundo eixo de ordenação representou o gradiente que dispôs os remanescentes dos GFCD3 destacados na parte inferior do espaço de ordenação, juntamente com algumas parcelas do GFCD1 (Figura 104B). O padrão de ordenação obtido evidencia brusca substituição de espécies entre os grupos fitofisionômicos, embora algumas parcelas do GFCD2 e GFCD4 apresentem sobreposição na parte superior esquerda do diagrama de ordenação (Figura 104B).

C. Relação da variação do componente arbóreo com o ambiente

Por meio da análise de variância multivariada com 999 permutações, assumiu-se que variações de fatores ambientais controlam parte da diferenciação na composição florística e da densidade das espécies das parcelas entre os GF do Cerradão. Determinou-se que a variação na composição florística e estrutural dos remanescentes é individualmente explicada por 11 variáveis de forma significativa ($R = 0.02$ a 0.39 ; $p < 0.05$) - Quadro 62.

A correlação significativa mais fraca de 2% foi obtida entre as diferenças da flora arbórea e as variações de declividade, enquanto que as maiores correlações significativas (39% e 37%) da similaridade da flora arbórea ocorreram conforme a disposição das sub-bacias hidrográficas e em função da variabilidade de classes de solos da RSE-TO (Quadro 62).

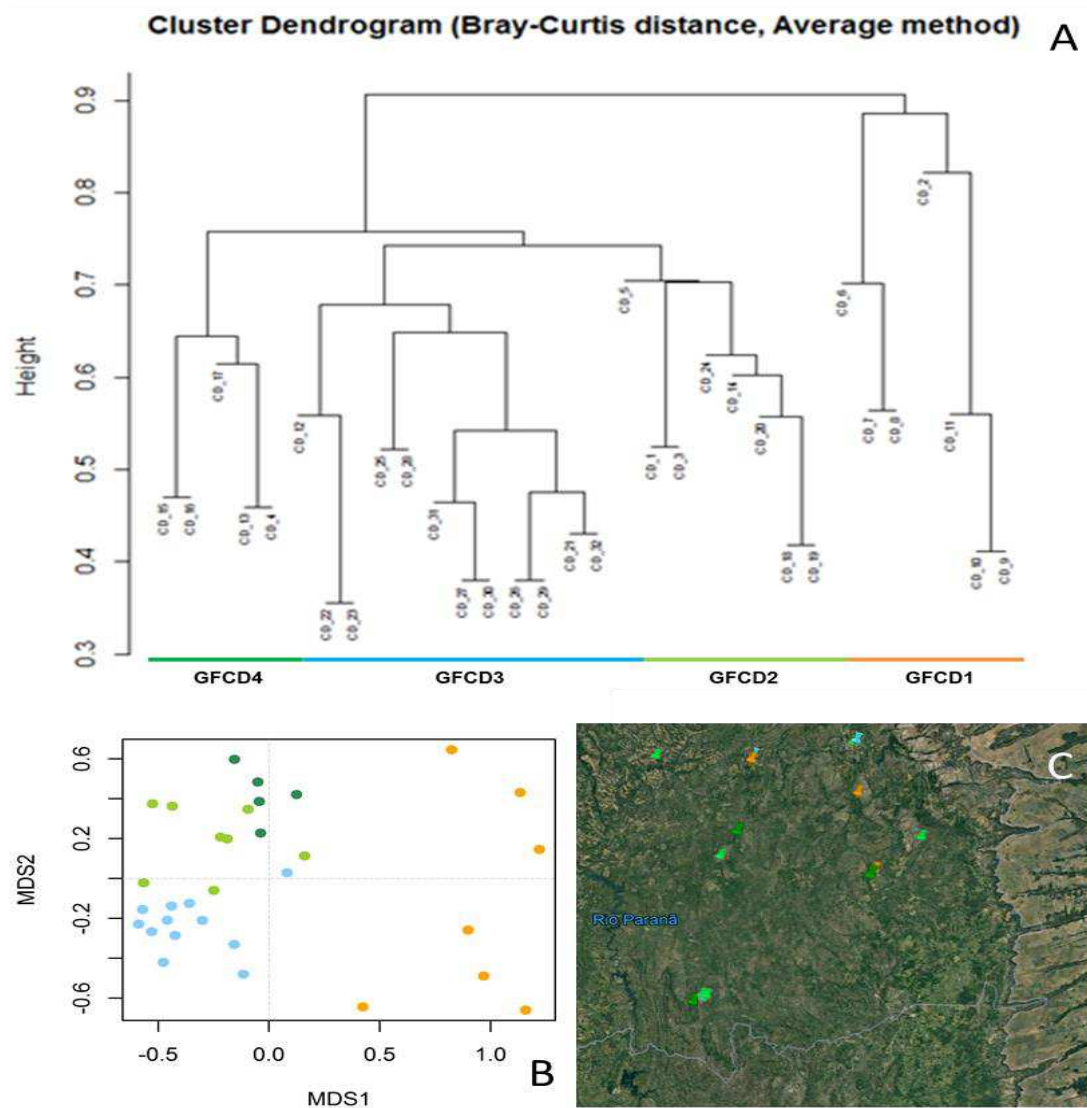


Figura 104. (A) Análise de agrupamento (UPGMA - Índice de Bray-Curtis), (B) Escalonamento multidimensional não-métrico (NMDS) e (C) distribuição espacial de 32 parcelas de Cerradão, divididos em quatro Grupos Fitofisionômicos (GF).

Fonte: Elaboração do Autor.

Quadro 62. Análise de Variância Multivariada Permutacional (PERMANOVA) da relação entre as 13 variáveis ambientais categóricas e a matriz de similaridade florística do componente arbóreo de áreas de cerradão da RSE-TO.

Variável Explicativa	N (classes)	F	R	P
Sub-bacias Hidrográfica	7	2.75	0.39	0.001
Classes de solos	8	1.99	0.37	0.001
Domínios Hidrogeológicos	5	3.41	0.34	0.001
Subdomínios Hidrogeológicos	5	3.41	0.34	0.001
Compartimentação Geoambiental (Regiões Agroecológicas)	5	2.61	0.28	0.001
Ambientes Geológicos	4	2.94	0.24	0.001
Domínio Geomorfológico	3	3.43	0.19	0.001
Unidade Geomorfológica	3	3.43	0.19	0.001
Erodibilidade	4	2.16	0.19	0.001
Precipitação	3	2.32	0.14	0.002
Bacia Hidrográfica	3	2.1	0.13	0.002
Temperatura	3	1.96	0.12	0.001
Declividade	2	0.74	0.02	0.876

Onde N= Número de Classes; F= Valor de F (F-statistics); R= Coeficiente de Correção; P= Valor de P (P-Probabilidade).

Fonte: Elaboração do Autor.

Verificaram-se que as parcelas do GFCD 1 situam-se, principalmente, na bacia do Rio Manuel Alves da Natividade, ocupando Bacias Sedimentares e Coberturas Inconsolidadas (42%) ou Faixas de Dobramentos e Coberturas Metassedimentares (42%). Por outro lado, as parcelas do GFCE2 ocupam a bacias dos Rios Paranã (37%) sobre o tipo geomorfológico de Embasamentos em Estilos Complexos (87%) (Figura 105).

A maioria das parcelas do GFDC3 (91%) ocupam a sub-bacia hidrográfica do Rio do Peixe, associados à compartimentação geoambiental do Planalto de Dianópolis (Figura 105). As parcelas do GFCD4 diferenciam-se das demais por ocuparem predominantemente as bacias dos rios Palma (40%) e Paranã (40%).

Em relação às classes edáficas, constatou-se que as parcelas do GFCD1 associam-se apenas a Latossolos, enquanto as do GFCD2 ocorrem predominantemente nos Plintossolos (50%). As parcelas do GFCD3 apresentam associação predominante aos Neossolo Quatzarênico (70%), enquanto as parcelas do GFCD4 associam-se a solos mais rasos (Cambissolos e Neossolos Litólicos).



GOVERNO DO TOCANTINS

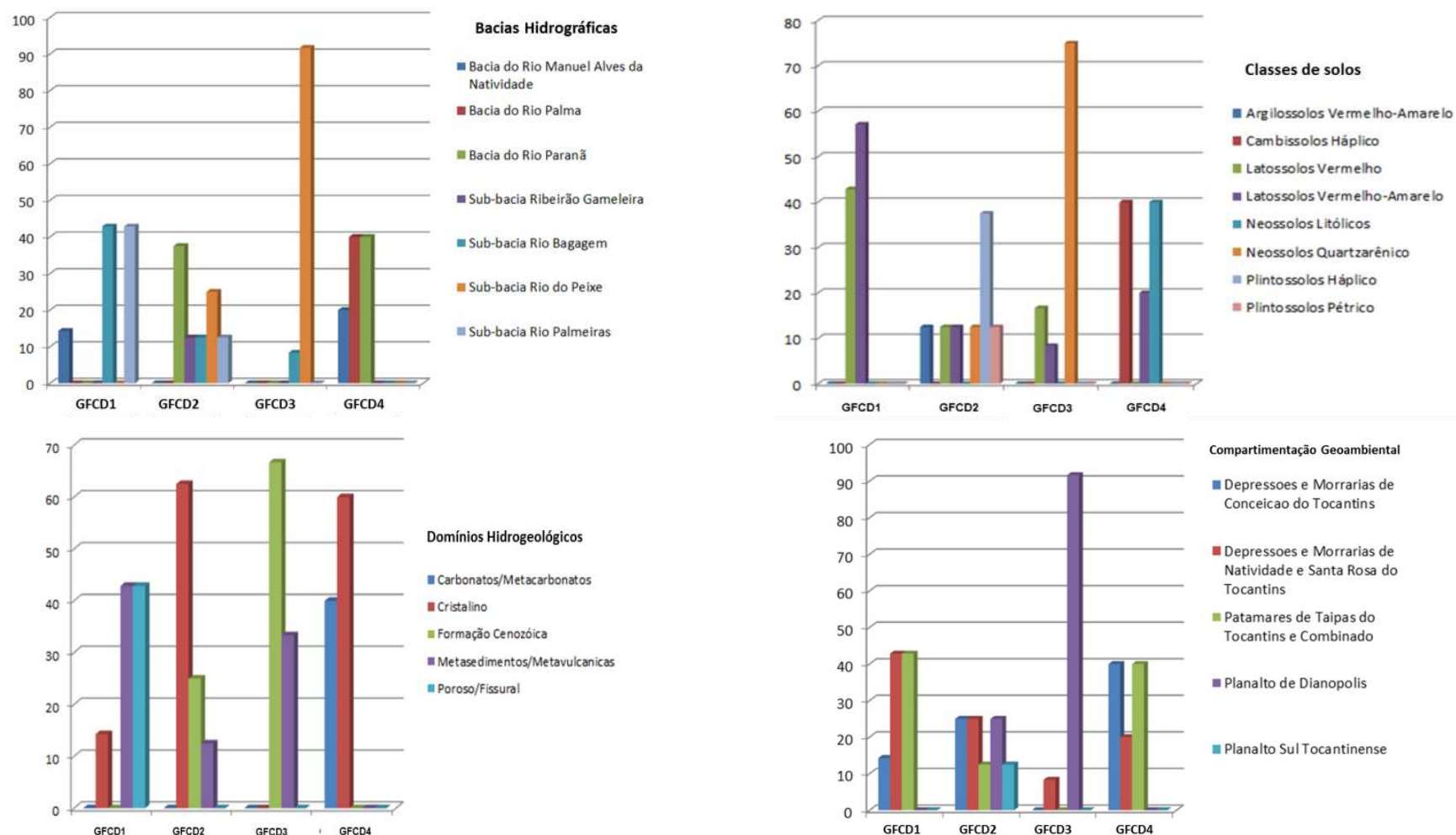


Figura 105. Caracterização ambiental dos quatro grupos fitofisionômicos (GF) de cerradão em relação as variáveis categóricas sub-bacias hidrográficas, classes de solos, domínios hidrogeológicos e a compartimentação geoambiental da RSE-TO.

Fonte: Elaboração do Autor.

D. Espécies indicadoras e fitossociologia

A análise de espécies indicadoras (ISA) revelou que 39 espécies do total de 114 utilizadas nas análises foram significativamente indicadoras dos GF, sendo: nove espécies significativas para o GFCD1, sete para GFCD2, cinco para GFCD3, 18 para GFCD4 (Quadro 63). As análises fitossociologias realizadas separadamente para os quatro grupos revelam as espécies comuns e as particularidades em termos de composição de espécies (APÊNDICE S-8 a S-12). Apenas duas espécies (*Curatella americana* e *Magonia pubescens*) foram registradas entre as 20 mais importantes nos quatro grupos (GFCD), enquanto *Caryocar coriaceum*, *Copaifera langsdorffii*, *Emmotum nitens*, *Qualea grandiflora*, *Roupala montana*, *Terminalia argentea* e *Xylopia aromatica* obtiveram três registradas cada.

A ISA revelou que *Guazuma ulmifolia*, *Cordia glabrata*, *Aspidosperma subincanum* e *Anadenanthera colubrina* são as principais espécies indicadoras do GFCD1. Todas são elementos comuns em florestas estacionais decíduas ou semidecíduas do Tocantins e do Cerrado (HAIDAR et al., 2013a). Por outro lado, a análise revelou que para o GFCD2 são indicadoras as espécies *Protium heptaphyllum* e *Tapirira guianensis* que, em geral, ocorrem em formações florestais próximas a cursos de água, como as matas de galeria e ciliares do Cerrado (SILVA JÚNIOR, 2009).

Para o GFCD3, as espécies indicadoras foram *Ouratea glaucescens*, *Copaifera langsdorffii*, *Pouteria ramiflora*, *Tachigali subvelutina* e *Cordia macrophylla* que, em geral, ocorrem tanto em formações florestais como nas savanas do bioma Cerrado. Por outro lado, a análise classificou espécies típicas de formações savânicas entre as indicadoras do GFCD4, com alta importância para *Byrsonima pachyphylla*, *Qualea parviflora*, *Byrsonima coccolobifolia*, *Machaerium acutifolium* e *Qualea grandiflora*.

Quadro 63. Espécies indicadoras significativas (p) com respectivos valores de importância dentro dos grupos fitofisionômicos de cerradão (GFCD) da RSE-TO.

Nome científico	Família botânica	Nome popular	GFC D	Valor de importância	p
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Malvaceae	Mutamba	1	0.690131	0.003
<i>Cordia glabrata</i> (Mart.) A.DC.	Boraginaceae	Claraíba-preta	1	0.511727	0.003
<i>Aspidosperma subincanum</i> Mart.	Apocynaceae	Pau-pereira	1	0.640749	0.004
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	Fabaceae	Angico	1	0.729483	0.005
<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F.Macbr.	Fabaceae	Garapa	1	0.428571	0.006
NI19	Indeterminada		1	0.428571	0.011
<i>Machaerium hirtum</i> (Vell.) Stellfeld	Fabaceae	Sete-capas-de-espinho	1	0.428571	0.012
NI 18	Indeterminada		1	0.351648	0.023
<i>Physocalymma scaberrimum</i> Pohl	Lythraceae	Cega-machado	1	0.403559	0.032
<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	Burseraceae	Breu, Almescla	2	0.650349	0.001
<i>Antonia ovata</i> Pohl	Loganiaceae	Antonia	2	0.67614	0.002
<i>Hirtella glandulosa</i> Spreng.	Chrysobalanaceae	Vermelhão	2	0.605769	0.004
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	Anacardiaceae	Pau-pombo	2	0.586538	0.008
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	Myrtaceae	Grudento	2	0.549969	0.01
<i>Callisthene mollissima</i> Warm.	Vochysiaceae	Pau-derato	2	0.532007	0.013
<i>Diospyros sericea</i> A.DC.	Ebenaceae	Fruto-de-tucano	2	0.520833	0.015
<i>Ouratea glaucescens</i> (A.St.-Hil.) Engl.	Ochnaceae	Vassoura-de-bruxa	3	0.606061	0.002
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	Fabaceae	Copaíba	3	0.578512	0.002
<i>Pouteria ramiflora</i> (Mart.) Radlk.	Sapotaceae	Curriola	3	0.510638	0.006
<i>Tachigali subvelutina</i> (Benth.) Oliveira-Filho	Fabaceae	Carvoeiro, Cachamora	3	0.441176	0.025
<i>Cordia macrophylla</i> (K.Schum.) Kuntze	Rubiaceae	Marmelada	3	0.333333	0.029
<i>Byrsonima pachyphylla</i> A.Juss.	Malpighiaceae	Murici-ferrugem	4	0.782609	0.002
<i>Qualea parviflora</i> Mart.	Vochysiaceae	Pau-terra-folha-fina	4	0.678999	0.002



Nome científico	Família botânica	Nome popular	GFC D	Valor de importância	p
<i>Davilla elliptica</i> A.St.-Hil.	<i>Dilleniaceae</i>	Sambaibinha	4	0.678788	0.002
<i>Astronium fraxinifolium</i> Schott	<i>Anacardiaceae</i>	Gonçalo-alves	4	0.628625	0.003
<i>Rudgea viburnoides</i> (Cham.) Benth.	<i>Rubiaceae</i>	Chá-de-bugre	4	0.555627	0.004
<i>Byrsonima coccolobifolia</i> Kunth	<i>Malpighiaceae</i>	Murici-rosa	4	0.469565	0.004
<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth	<i>Fabaceae</i>	Sucupira-preta	4	0.538318	0.005
<i>Machaerium acutifolium</i> Vogel	<i>Fabaceae</i>	Jacarandá	4	0.528302	0.005
<i>Luehea paniculata</i> Mart. & Zucc.	<i>Malvaceae</i>	Açoita-cavalo	4	0.619831	0.006
<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	<i>Vochysiaceae</i>	Pau-terra-folha-larga	4	0.495247	0.006
<i>Caryocar coriaceum</i> Wittm.	<i>Caryocaraceae</i>	Pequi	4	0.517766	0.007
<i>Zanthoxylum riedelianum</i> Engl.	<i>Rutaceae</i>	Mamica-de-porca	4	0.516545	0.007
<i>Agonandra brasiliensis</i> Miers ex Benth. & Hook.f.	<i>Opiliaceae</i>	Pau-marfim	4	0.518919	0.008
NI 17	<i>Indeterminada</i>		4	0.518919	0.008
<i>Xylosma pseudosalzmannii</i> Sleumer	<i>Salicaceae</i>	Espinheiro	4	0.369231	0.017
<i>Curatella americana</i> L.	<i>Dilleniaceae</i>	Lixeira, Sambaíba	4	0.529212	0.019
<i>Machaerium opacum</i> Vogel	<i>Fabaceae</i>	Jacarandá-cascudo	4	0.457143	0.019
<i>Guapira graciliflora</i> (Mart. ex Schmidt) Lundell	<i>Nyctaginaceae</i>	Maria-mole	4	0.483721	0.027

Fonte: Elaboração do Autor.

E. Estrutura da vegetação arbórea

Verificaram-se diferenças significativas na densidade, área basal, volume de material lenhoso e biomassa (carbono) das comunidades (grupos fitofisionômicos) de Cerradão (Quadro 64). Em termos de densidade, verificou-se que as comunidades dos GFCD 1 e GFCD 3 apresentam os menores valores (< 1.000 ind.ha), enquanto nos demais grupos a densidade é significativamente mais alta (Quadro 64).

Determinou-se que, em geral, as áreas ocupadas pelas comunidades lenhosas dos GFCD2 e GFCE3 (cerrado eutrófico) apresentam maior biomassa e volume de material lenhoso, respectivamente (Quadro 64). O uso do material lenhoso provindo das áreas de Cerradão, em geral, é destinado para produção de carvão, estacas e mourões. Poucas espécies apresentam árvores de grande porte e com material lenhoso adequado para fins nobres (serraria), a exemplo de *Pterodon emarginatus* (Sucupira-branca), *Callisthene fasciculata* (Jacaré), *Copaifera langsdorffii* (Copaíba, Pau-de-óleo), *Anadenanthera colubrina* (Angico), *Physocalymma scaberrimum* (Cega machado), *Apuleia leiocarpa* (Garapa) e *Machaerium acutifolium* (Jacarandá).

F. Produtos não madeireiros

Os principais tipos de usos não madeireiro das espécies do cerradão são alimentícios e medicinais. Nas áreas de cerradão da RSE-TO são encontrados indivíduos de grande porte de espécies como *Caryocar coriaceum* (Pequi), *Anacardium occidentale* (Caju), *Dipteryx alata* e *Eugenia dysenterica* (Cagaita) que produzem grande quantidade de frutos por safra. Em geral, durante a abertura de áreas nativas para implantação de sistemas de pastagem, indivíduos de grande porte dessas espécies permanecem “em pé” fornecendo qualidade nutricional (frutos nativos) e conforto térmico (sombra) para o gado.

Nas áreas de Cerradão estão presentes grandes árvores de *Copaifera langsdorffii* (Copaíba, Pau-de-óleo), cujos troncos fornecem seiva oleosa (óleo de copaíba) utilizada como cicatrizante e anti-inflamatório (SILVA JÚNIOR, 2005) e reconhecida para tratamentos de

bronquite, asma, deficiência pulmonar, laringite, dores de estômago, dor de cabeça, tuberculose, afecções pulmonares, gripes, resfriados e tosses (LORENZI, 1992).

Quadro 64. Diversidade alfa e parâmetros estruturais médios de densidade, área basal, volume de material lenhoso, biomassa e carbono do estrato arbóreo para os grupos fitofisionômicos de cerradão da RSE-TO.

Grupo	Nome do grupo	H	R	Chao (SD)	D (ind.ha ⁻¹)	G (m ² .ha ⁻¹)	V (m ³ .ha ⁻¹)	C (ton.ha ⁻¹)	BA (ton.ha ⁻¹)
GFCD1	Cerradão de <i>Guazuma</i> e <i>Physocallyma</i>	3,39	66	101 (+ 16)	798,57	9,72	88,69	39,96	79,92
GFCD2	Cerradão de <i>Tapirira</i> , <i>Callistehe</i> , <i>Antonia</i> e <i>Protium</i>	3,83	105	148 (+ 18)	1425,00	15,64	93,69	53,50	107,00
GFCD3	Cerradão de <i>Copaifera</i> e <i>Xylopia</i>	3,67	93	170 (+ 35)	842,50	14,25	101,45	42,61	85,23
GFCD4	Cerradão de <i>Curatella</i> , <i>Caryocar</i> , <i>Quaia</i> e <i>Astronium</i>	3,70	78	112,13 (+ 17)	1450,00	14,05	80,36	50,92	101,85
Geral	Cerradão (RSE-TO)		152	195,71 (+ 19)	1073,44	13,57	93,42	46,05	92,11

Onde: H = Índice de Shannon, R = Riqueza observada, Chao = Riqueza estimada, DP = Desvio padrão; D = Densidade; G = Área basal, V = Volume de material lenhoso; C = Estoque de carbono aéreo; BA = Biomassa aérea.

Fonte: Elaboração do Autor.

5.7.5.3 Floresta estacional

A. Classificação da vegetação arbórea

Com o agrupamento das 179 parcelas obtido no nível de dissimilaridade (Bray-Curtis) de 0,90 identificou-se cinco Grupos Fitofisionômicos de Florestas Estacionais (GFFE) (Figura 106A), que se diferiram significativamente (ANOSIM = $R^2 = 0,55$, $p = 0,001$). A confiabilidade das divisões do agrupamento foi confirmada através da significância da correlação de média intensidade (0,67) entre a matriz cofenética e a original (teste de Mantel: $p = 0,01$). A distribuição dos grupos fitofisionômicos na RSE-TO sugerem forte influência de variáveis ambientais estruturadas no espaço.

As parcelas de três grupos (GFFE1, GFFE4 e GFFE5) são exclusivas da parte norte da área de estudo (Figura 106C). Por outro lado, as parcelas do GFFE2 e GFFE3 se concentram na parte sul da área de estudo, embora algumas do GFFE2 estejam dispersas na parte norte (Figura 106C). Detectaram-se que parcelas de florestas estacionais amostradas sobre alguns afloramentos de rochas carbonáticas ou calcários (constituídos por calcitas e dolomitas) não formaram grupos concisos. Essas parcelas foram consideradas *outliers* por apresentar flora bastante diferenciada em função das extremas condições dos nichos ocupados por elas (substrato rochosos, elevada fertilidade e restrição hídrica severa na estação seca).

B. Ordenação da vegetação arbórea

A ordenação NMDS com solução bidimensional após 20 iterações gerou valor de *stress* de 0,263. Esse valor está um pouco acima da faixa ($stress \leq 0,20$) considerada como resultado satisfatório (MCCUNE; GRACE, 2002). O primeiro eixo da NMDS (Figura 106B) foi eficaz na separação dos remanescentes do GFFE2, no lado esquerdo do espaço de ordenação, das parcelas do GFFE5 dispostas no lado direito do espaço de ordenação (Figura 106B). Parcelas

dos GFFE3 apresentam-se na parte central do espaço de ordenação sobrepondo-se com parcelas dos demais grupos (GFFE). O segundo eixo foi eficiente para diferenciar as parcelas do GFFE1, dispostas na parte inferior do espaço de ordenação, em especial das parcelas do GFFE5 que concentraram na parte superior (Figura 106B). O padrão de ordenação evidencia substituição gradual de espécies entre os cinco grupos de Floresta Estacional, devido sobreposição de parcelas de todos os grupos na parte central do diagrama.

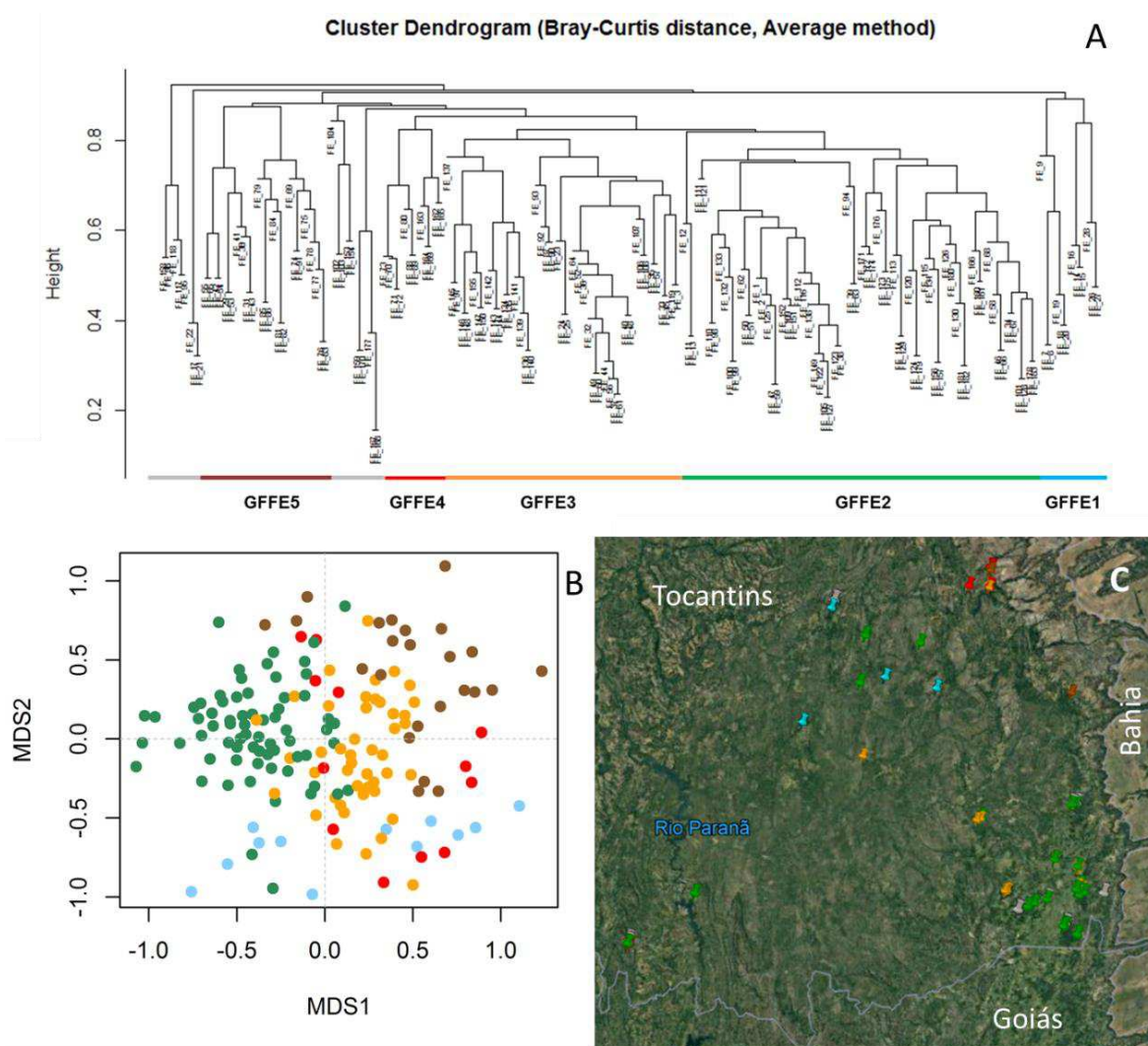


Figura 106. (A) Análise de agrupamento (UPGMA - Índice de Bray-Curtis); (B) Escalonamento multidimensional não-métrico (NMDS); (C) distribuição espacial de 161 parcelas de Floresta Estacional, divididos em cinco Grupos Fitofisionômicos (GF).

Fonte: Elaboração do Autor.

C. Relação da variação do componente arbóreo com o ambiente

Por meio da análise de variância multivariada permutacional (999 permutações), constatou-se que variações de fatores ambientais controlam parte da diferenciação na composição florística e da densidade das espécies entre as parcelas dos Grupos Fitofisionômicos de Floresta Estacional (GFFE).

A diversidade beta (variação na composição florística e estrutural dos remanescentes) é individualmente explicada por 13 variáveis de forma significativa ($R^2 = 0.02$ a 0.17 ; $p < 0.05$) (Quadro 65). As correlações significativas mais fortes ($> 12\%$) foram obtidas entre a matriz de dissimilaridade da flora arbórea e variáveis relacionadas à sub-bacias hidrográficas (17%), declividade (16%), solos (14%) e erodibilidade (12% - Quadro 65). Variáveis regionais relacionadas com a história geológica da RSE-TO, como as divisões das bacias hidrográficas, compartimentos geoambientais e domínios geomorfológicos, apresentaram correlações significativas intermediárias (11% a 5%) com a matriz de dissimilaridade da flora arbórea.

As relações mais fracas ($>5\%$) foram obtidas com as variáveis climáticas temperatura e precipitação (Quadro 65).

Quadro 65. Análise de variância multivariada permutacional (PERMANOVA) da relação entre as 13 variáveis ambientais categóricas e a matriz de similaridade florística do componente arbóreo de áreas de floresta estacional da RSE-TO.

Variável Explicativa	N (classes)	F	R	p
Sub-bacia hidrográfica	9	4.10	0.173	0.001
Declividade	6	6.14	0.165	0.001
Classes de solos	11	3.66	0.143	0.001
Erodibilidade	5	5.32	0.12	0.001
Compartimentação Geoambiental (Regiões Agroecológicas)	5	5.13	0.116	0.001
Domínio Geomorfológico	3	4.94	0.112	0.001
Domínios Hidrogeológicos	5	3.7	0.087	0.001
Subdomínios Hidrogeológicos	5	3.7	0.087	0.001
Ambientes Geológicos	3	4.32	0.052	0.001
Bacia Hidrográfica	4	5.90	0.080	0.001
Precipitação	3	4.25	0.051	0.001
Unidade Geomorfológica	5	3.94	0.048	0.001
Temperatura	2	6.17	0.037	0.001

Onde: N= Número de Classes; F= Valor de F (F-statistics); R= Coeficiente de Correção; P= Valor de P (P-Probabilidade).

Fonte: Elaboração do Autor.

Verificaram-se que parcelas do GFFE1 ocorrem exclusivamente sobre terrenos planos e solos argilosos e profundos (Latosolo e Argissolo) na bacia hidrográfica do Rio Manuel Alves de Natividade (Figura 107), ocupando geomorfologias de depressões e morrarias com fraco ou ligeiro potencial de processos erosivos.

As parcelas do GFFE2 situam-se predominantemente na Bacia Hidrográfica do Rio Palmas, ocupando desde terrenos planos até áreas de alta declividade ($> 45\%$) nos Patamares de Taipas do Tocantins e Combinado e o Planalto Sul Tocantinense (Figura 107) onde incidem os menores valores de precipitação anual (< 1400 mm) da RSE-TO.

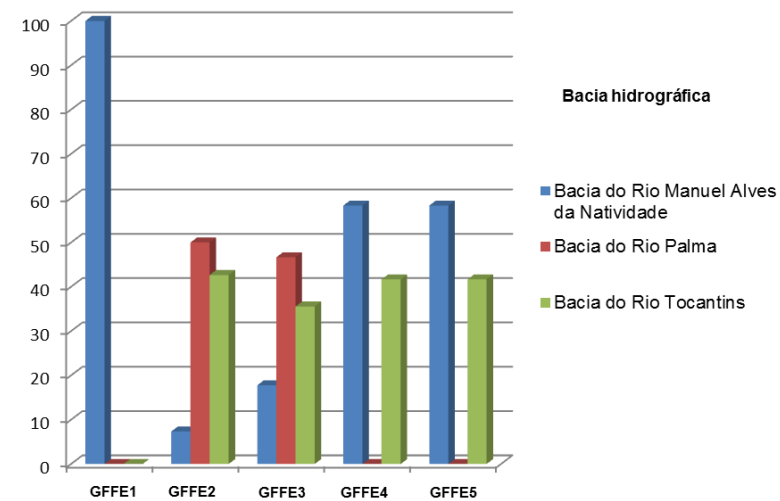
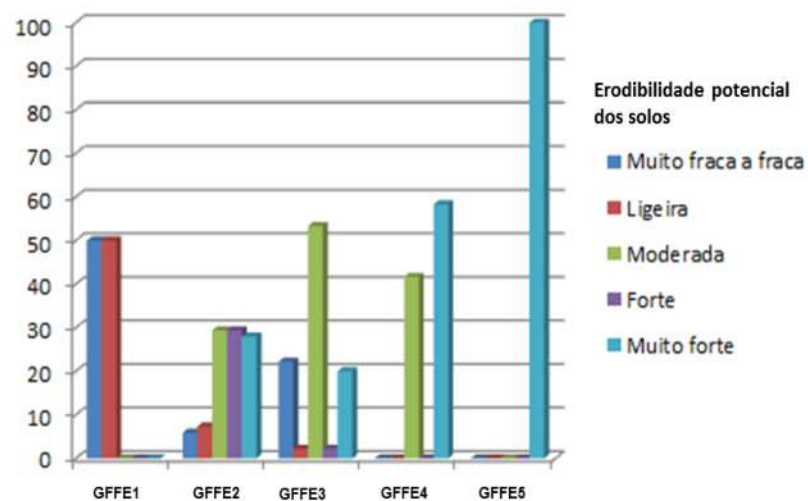
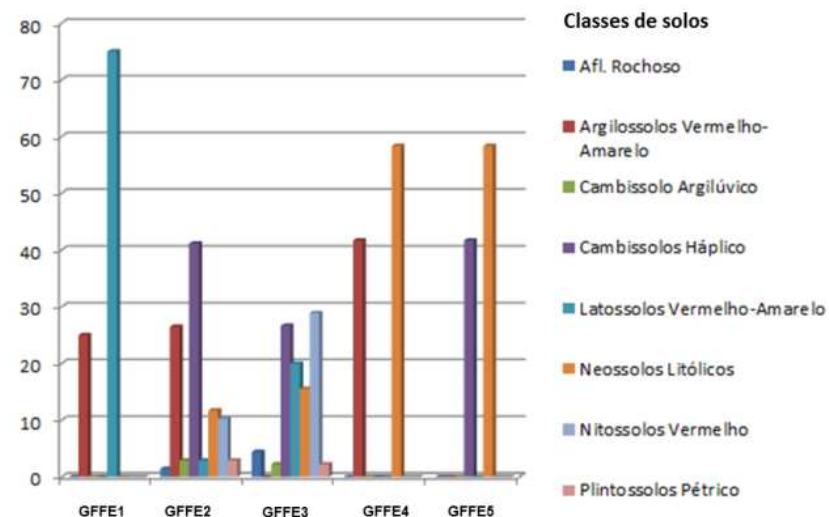
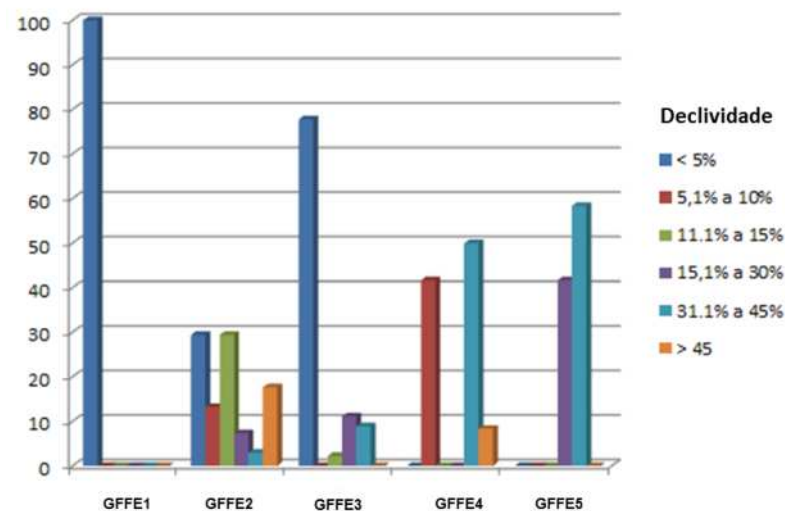
As parcelas do GFFE3 ocupam predominantemente áreas planas nos Patamares de Taipas do Tocantins e Combinado sobre uma variada gama de classes de solo, com destaque para os férteis Nitossolos Vermelhos e Cambissolos Háplicos (Figura 107).

As parcelas do GFFE4 diferenciam-se das demais por ocorrer em áreas com precipitação anual superior a 1.400 mm, especialmente sobre solos rasos (Neossolos Litólicos) nos Planaltos de Dianópolis ou Sul Tocantinense (Figura 107).

As parcelas do GFFE5 são exclusivas de terrenos inclinados ou fortemente inclinados com potencial muito forte de erodibilidade e detentores de solos rasos (Neossolos Litólicos ou Cambissolos Háplicos) nas bacias dos rios Manuel Alves de Natividade ou Tocantins (Figura 107).



GOVERNO DO TOCANTINS



Delimitação e Caracterização Cartográfica das Áreas Vulneráveis a Escassez Hídrica na Região Sudeste do Estado do Tocantins

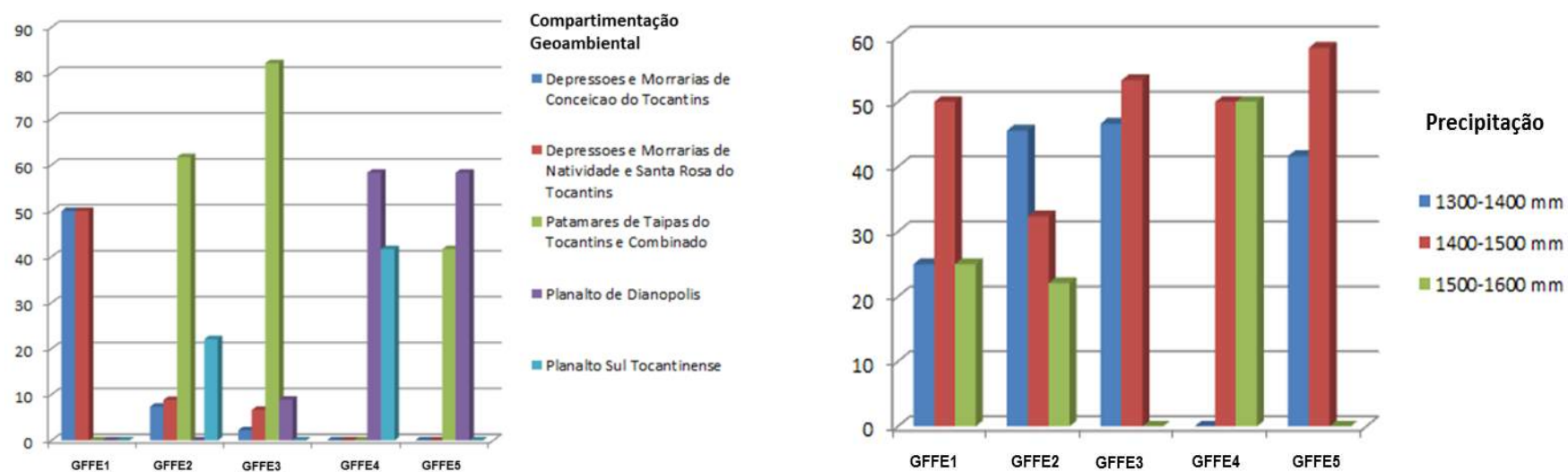


Figura 107. Caracterização ambiental dos grupos fitofisionômicos de floresta estacional (GFFE) conforme ocorrência nas classes de declividade, solos, erodibilidade, bacias hidrográficas, compartimentação geoambiental e precipitação da RSE-TO.

Fonte: Elaboração do Autor.



D. Espécies indicadoras e fitossociologia

A análise de espécies indicadoras (ISA) revelou que 73 espécies do total de 164 utilizadas nas análises foram significativamente indicadoras dos GF, sendo: 22 espécies significativas para o GFFE1, oito para GFFE2, sete para GFFE3, 21 para GFFE4 e 15 para GFFE5 (Quadro 66).

As análises fitossociologias realizadas separadamente para os cinco grupos, reforçam em nível de espécies as estruturas comunitárias, destacando as espécies comuns e as particularidades dos GFFE em termos de composição de espécies (APÊNDICE S-13 a S-18). Apenas 13 espécies foram registradas entre as 20 mais importantes em três ou mais grupos. Entre elas, apenas três (*Anadenanthera colubrina*, *Dilodendron bipinnatum* e *Handroanthus impetiginosus*) foram presentes em todos os grupos. Outras cinco espécies (*Aspidosperma subincanum*, *Astronium fraxinifolium*, *Callisthene fasciculata*, *Guazuma ulmifolia* e *Myracrodruon urundeuva*) foram detectadas em quatro grupos, enquanto as espécies *Eugenia dysenterica*, *Hymenaea courbaril*, *Magonia pubescens*, *Pseudobombax tomentosum* e *Tabebuia roseoalba* obtiveram registros em três grupos.

A ISA revelou que *Physocalymma scaberrimum*, *Protium heptaphyllum*, *Rhamnidium elaeocarpum* e *Hymenaea martiana* são as espécies indicadoras significativas com maiores valores de importância ($indval > 0,40$) do GFCE1 (Quadro 66). Dessas espécies, *Physocalymma scaberrimum* é elemento típico de florestas estacionais semidecíduas e perenes da transição Cerrado-Amazônia (HAIDAR *et al.*, 2013a), sem penetrar na parte sul do bioma Cerrado. Por outro lado, as demais espécies indicadoras possuem ampla dispersão em ambientes florestais do Brasil Central, estendendo-se para Mata Atlântica e outras áreas da América do Sul. Em geral, são espécies com fenologia perene, semidecídua ou breve-decídua, sem apresentar longos períodos de inatividade fotossintética.

As espécies *Combretum duarteanum*, *Pseudobombax tomentosum*, *Sterculia striata*, *Senegalia tenuifolia* e *Handroanthus impetiginosus*, classificadas indicadoras significativas do GFFE2, são consideradas calcícolas e indicadoras de solos férteis dentro do bioma Cerrado (RATTER *et al.*, 2003; BRIDGEWATER *et al.*, 2004; HAIDAR, 2017). São espécies registradas comumente em áreas de floresta estacionais decíduas (HAIDAR *et al.* 2013a), com elevada densidade na região do Vão do Paranã no nordeste de Goiás (SCARIOT; SEVILHA, 2000; Felfili *et al.*, 2005) e sudeste do Tocantins (HAIDAR *et al.*, 2013a). Todas são espécies decíduas capazes de diminuir os processos fisiológicos durante metade do ano para suportar longos períodos de seca sobre substratos rochosos e de baixa disponibilidade hídrica (CARVALHO; Felfili, 2011).

As espécies arbóreas indicadoras do GFFE3, *Guazuma ulmifolia*, *Tabebuia roseoalba*, *Eugenia dysenterica*, *Myracrodruon urundeuva*, *Aspidosperma subincanum*, *Talisia esculenta* e *Callisthene fasciculata*, apresentam características similares às espécies do GFFE2 (calcícolas e tolerantes a longos períodos de seca) estendendo sua distribuição para regiões com climas semiáridos como na Caatinga. Devidos a tais características fisiológicas, as espécies indicadoras de GFFE2 e GFFE3 são consideradas as mais adaptadas às previsões globais de seca severas e alterações locais dos regimes hídricos.

Assim com as principais espécies do GFFE1, as indicadoras mais importantes do GFFE4 (*Oxandra sessiliflora*, *Psidium sartorianum*, *Lonchocarpus sericeus* e *Aspidosperma cuspa*) e do GFFE5 (*Campomanesia velutina*, *Myrcia splendens*, *Qualea multiflora* e *Terminalia phaeocarpa*) apresentam fenologias semidecíduas. Todas são comuns em matas ciliares, cerradões e florestas estacionais semidecíduas do bioma Cerrado, mas podem estender sua distribuição à biomas vizinhos, como Caatinga (no caso de *Aspidosperma cuspa*), Pantanal (*Psidium sartorianum*), Amazônia (*Oxandra sessiliflora*) ou Mata Atlântica (*Lonchocarpus sericeus*).

Quadro 66. Espécies indicadoras significativas (p) com respectivos valores de importância dentro dos grupos fitofisionômicos de floresta estacional (GFFE) da RSE-TO.

Nome científico	Família botânica	Nome popular	GFFE	Valor de importância	p
<i>Physocalymma scaberrimum</i> Pohl	Lythraceae	Cega-machado	1	0.5	0.001
<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	Burseraceae	Breu, Almescla	1	0.448275862	0.001
<i>Rhamnidium elaeocarpum</i> Reissek	Rhamnaceae	Bosta-de-cabrito	1	0.437464259	0.001
<i>Hymenaea martiana</i> Hayne	Fabaceae	Jatobá-da-mata	1	0.36708817	0.001
<i>Curatella americana</i> L.	Dilleniaceae	Lixeira, Sambaíba	1	0.362903226	0.001
<i>Cordia sessilis</i> (Vell.) Kuntze	Rubiaceae	Marmelada	1	0.3125	0.001
<i>Tachigali subvelutina</i> (Benth.) Oliveira-Filho	Fabaceae	Carvoeiro, Cachamora	1	0.25	0.001
<i>Bauhinia bombaciflora</i> Ducke	Fabaceae	Pata-de-Vaca/Miroró	1	0.23943662	0.001
<i>Vatairea macrocarpa</i> (Benth.) Ducke	Fabaceae	Amargoso	1	0.234375	0.001
<i>Astronium fraxinifolium</i> Schott	Anacardiaceae	Gonçalo-alves	1	0.330934403	0.002
<i>Terminalia glabrescens</i> Mart.	Combretaceae	Orelha-de-onça	1	0.208333333	0.002
<i>Andira vermifuga</i> (Mart.) Benth.	Fabaceae	Mata-barata	1	0.225066196	0.003
<i>Tetragastris altissima</i> (Aubl.) Swart	Burseraceae	Amescla-aroieira	1	0.2	0.004
NI15	Indeterminada		1	0.161290323	0.009
<i>Guettarda viburnoides</i> Cham. & Schltdl.	Rubiaceae	Angélica	1	0.212407072	0.01
<i>Emmotum nitens</i> (Benth.) Miers	Icaciniaceae	Casco-de-anta	1	0.166666667	0.01
<i>Dipteryx alata</i> Vogel	Fabaceae	Baru	1	0.188609467	0.011
<i>Ouratea ovalis</i> (Pohl) Engl.	Ochnaceae	Vassoura-de-bruxa	1	0.166666667	0.011
<i>Anacardium occidentale</i> L.	Anacardiaceae	Caju-do-cerrado	1	0.166666667	0.012
<i>Antonia ovata</i> Pohl	Loganiaceae	Antonia	1	0.142857143	0.012
<i>Erythroxylum</i> sp.1	Erythroxylaceae		1	0.166666667	0.015
NI21	Indeterminada		1	0.131578947	0.029
<i>Combretum duarteanum</i> Cambess.	Combretaceae	Vaqueta	2	0.516270338	0.001
<i>Pseudobombax tomentosum</i> (Mart.) A.Robyns	Malvaceae	Imbiruçu	2	0.464288692	0.001
<i>Sterculia striata</i> A.St.-Hil. & Naudin	Malvaceae	Chichá	2	0.333196216	0.003
<i>Senegalia tenuifolia</i> (L.) Britton & Rose	Fabaceae	Monjolo	2	0.281832635	0.004
<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	Bignoniaceae	Ipê-roxo	2	0.342647868	0.006
<i>Ptilochaeta bahiensis</i> Turcz.	Malpighiaceae	Falso-murici	2	0.147058824	0.025
<i>Jacaranda brasiliana</i> (Lam.) Pers.	Bignoniaceae	Caroba, Boca-de-sapo	2	0.178855326	0.027
<i>Cavanillesia umbellata</i> Ruiz & Pav.	Malvaceae	Barriguda-lisa, Baobá-brasileiro	2	0.147058824	0.03
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Malvaceae	Mutamba	3	0.442402498	0.001
<i>Tabebuia roseoalba</i> (Ridl.) Sandwith	Bignoniaceae	Ipê-branco, Taipoca	3	0.366539537	0.004
<i>Eugenia dysenterica</i> (Mart.) DC.	Myrtaceae	Cagaita	3	0.299511796	0.004
<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão	Anacardiaceae	Aroeira	3	0.36206667	0.007
<i>Aspidosperma subincanum</i> Mart.	Apocynaceae	Pau-pereira	3	0.309853017	0.009
<i>Talisia esculenta</i> (Cambess.) Radlk.	Sapindaceae	Pitomba	3	0.192944455	0.018
<i>Callisthene fasciculata</i> Mart.	Vochysiaceae	Jacaré	3	0.23477434	0.027
<i>Campomanesia velutina</i> (Cambess.) O.Berg	Myrtaceae	Murta	4	0.492447755	0.001
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	Myrtaceae	Grudento	4	0.421348315	0.001
<i>Qualea multiflora</i> Mart.	Vochysiaceae	Pau-terra-liso	4	0.342205323	0.001
<i>Terminalia phaeocarpa</i> Eichler	Combretaceae	Capitão-da-mata	4	0.323809524	0.001
<i>Coussarea hydrangeifolia</i> (Benth.) Müll. Arg.	Rubiaceae	Angélica	4	0.25	0.001



Nome científico	Família botânica	Nome popular	GFF E	Valor de importância	p
<i>Pleradenophora membranifolia</i> (Müll. Arg.) Esser & A. L. Melo	<i>Euphorbiaceae</i>	Leiteiro	4	0.25	0.001
<i>Myrtaceae</i> _sp.8	<i>Myrtaceae</i>		4	0.217948718	0.003
<i>Oxandra reticulata</i> Maas	<i>Annonaceae</i>	Cundururu	4	0.197572314	0.003
<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth	<i>Malpighiaceae</i>	Murici-de-galinha	4	0.252525253	0.004
<i>Diospyros hispida</i> A.DC.	<i>Ebenaceae</i>	Olho-de-boi, Caqui-do-cerrado	4	0.15	0.007
<i>Pseudobombax longiflorum</i> (Mart.) A.Robyns	<i>Malvaceae</i>	Imbiruçu	4	0.19743828	0.009
<i>Cariniana estrellensis</i> (Raddi) Kuntze	<i>Lecythidaceae</i>	Jequitibá	4	0.163461538	0.017
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	<i>Anacardiaceae</i>	Pau-pombo	4	0.147058824	0.019
<i>Triplaris gardneriana</i> Wedd.	<i>Polygonaceae</i>	Pau-jaú	4	0.131782946	0.023
<i>Eriotheca gracilipes</i> (K.Schum) A.Robyns	<i>Malvaceae</i>	Algodãozinho	4	0.131578947	0.023
<i>Salacia elliptica</i> (Mart. ex Schult.) G.Don	<i>Celastraceae</i>	Bacupari-da-mata	4	0.140350877	0.027
<i>Coccoloba mollis</i> Casar.	<i>Polygonaceae</i>	Jau	4	0.125	0.027
<i>Bauhinia pulchella</i> Benth.	<i>Fabaceae</i>	Pata-de-Vaca/Miroró	4	0.128166466	0.036
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	<i>Nyctaginaceae</i>	Maria-mole	4	0.145647704	0.038
<i>Handroanthus serratifolius</i> (Vahl) S.Grose	<i>Bignoniaceae</i>	Ipê-amarelo	4	0.152671756	0.039
<i>Agonandra brasiliensis</i> Miers ex Benth. & Hook.f.	<i>Opiliaceae</i>	Pau-marfim	4	0.147398844	0.04
<i>Oxandra sessiliflora</i> R.E.Fr.	<i>Annonaceae</i>	Cuncuru	5	0.477151547	0.001
<i>Psidium sartorianum</i> (O.Berg) Nied.	<i>Myrtaceae</i>	Araça-da-mata	5	0.439189189	0.001
<i>Lonchocarpus sericeus</i> (Poir.) Kunth ex DC.	<i>Fabaceae</i>	Feijão	5	0.25	0.001
<i>Aspidosperma cuspa</i> (Kunth) Blake	<i>Apocynaceae</i>	Pereira	5	0.333966739	0.002
<i>Margaritaria nobilis</i> L.f.	<i>Phyllanthaceae</i>		5	0.241589327	0.004
<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	<i>Euphorbiaceae</i>	Leiteiro	5	0.234515766	0.004
<i>Eugenia florida</i> DC.	<i>Myrtaceae</i>		5	0.208333333	0.006
<i>Trichilia catigua</i> A.Juss.	<i>Meliaceae</i>	Catuaba	5	0.162037037	0.006
<i>Cordia macrophylla</i> (K.Schum) Kuntze	<i>Rubiaceae</i>	Marmelada	5	0.236446807	0.008
<i>Casearia rupestris</i> Eichler	<i>Salicaceae</i>	Bastão-de-veio	5	0.218304926	0.009
<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F.Macbr.	<i>Fabaceae</i>	Garapa	5	0.180961071	0.014
<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J.F.Macbr.	<i>Fabaceae</i>	Angico-preto	5	0.192616259	0.024
<i>Terminalia argentea</i> Mart.	<i>Combretaceae</i>	Garoteiro	5	0.161290323	0.03
<i>Pouteria torta</i> (Mart.) Radlk.	<i>Sapotaceae</i>	Curriola	5	0.083333333	0.037
<i>Swartzia multijuga</i> Vogel	<i>Fabaceae</i>	Banha-de-galinha	5	0.129889976	0.038

Fonte: Elaboração do Autor.

E. Estrutura da vegetação arbórea

Verificaram-se diferenças significativas na densidade, área basal, volume de material lenhoso e biomassa (carbono) entre as comunidades lenhosas do GFFE (Quadro 67). Determinou-se que, em geral, as áreas ocupadas pelas comunidades lenhosas dos GFCE 5 são detentoras de maior área basal, volume de material lenhoso e biomassa (Quadro 67). Por outro lado, as comunidades do GFFE 1, GFFE 2 e GFFE 4 apresentaram os menores volumes de madeira e estoque de biomassa (Quadro 67), embora o GFFE 1 tenha obtido os maiores valores de densidade. As comunidades arbóreas do GFFE3, de forma geral, apresentam estrutura (densidade, área basal, biomassa, carbono) em níveis intermediários no gradiente determinado entre os demais grupos fitofisionômicos (Quadro 67).

Em termos madeireiros, verificou-se, por exemplo, que no GFFE3 e GFFE2 concentram-se as espécies detentoras de madeira com acentuada durabilidade natural. Bons exemplos são madeiras das espécies *Myracrodruon urundeuva*, *Callisthene fasciculata* e *Jacaranda brasiliana*, amplamente empregadas como estaca e mourões para construção de cercas e

currais de propriedades rurais. Nos mesmos grupos (GFFE 2 e GFFE 3), concentram-se duas espécies de Ipês (*Handroanthus impetiginosus* e *Tabebuia roseoalba*) detentoras de troncos com dimensões aptas para serraria. Para essa mesma finalidade (serraria) pode ser aproveitada a madeiras de outras duas espécies (*Physocalymma scaberrimum* e *Hymenaea martiana*) que atingem grandes dimensões e elevado volume nas áreas de floresta estacionais do GFFE1 (APÊNDICE S-13 a S-18).

Quadro 67. Diversidade alfa e parâmetros estruturais médios de densidade, área basal, volume de material lenhoso, biomassa e carbono do estrato arbóreo para os cinco grupos fitofisionômicos de Floresta Estacional da RSE-TO.

Grupo	Nome do grupo	H	R	Chao (SD)	D (ind.ha ⁻¹)	G (m ² .ha ⁻¹)	V (m ³ .ha ⁻¹)	C (ton.ha ⁻¹)	BA (ton.ha ⁻¹)
GFFE1	Semidecúdua de <i>Physocalymma</i> e <i>Protium</i>	3.6	76	99 (+11)	1137.5	17.74738	163.7228	65.88133	131.7627
GFFE2	Decídua de <i>Combretum</i>	3.31	105	166 (+27)	809.558	22.36249	189.685	64.62923	129.2585
GFFE3	Decídua de <i>Myracrodruon</i> e <i>Guazuma</i>	3.57	108	176 (+30)	1007.22	22.2557	213.5932	75.4232	150.8464
GFFE4	Semidecúdua de <i>Campomanesia</i> e <i>Myrcia</i>	3.96	84	126 (+19)	764.583	19.94311	178.4381	60.76667	121.5333
GFFE5	Semidecúdua de <i>Oxandra</i> e <i>Psidium</i>	3.65	71	92 (+13)	792.708	26.0316	302.695	95.42239	190.8448
RSE-TO	Floresta Estacional (RSE-TO)	3.72	215	304 (+30)	879.050	22.60456	211.2028	72.10295	144.2059

Onde: H = Índice de Shannon, R = Riqueza observada, Chao = Riqueza estimada, DP = Desvio padrão; D = Densidade; G = Área basal, V = Volume de material lenhoso; C = Estoque de carbono aéreo; BA = Biomassa aérea.

Fonte: Elaboração do Autor.

F. Produtos não madeireiros

As espécies de floresta estacional além do elevado potencial de uso madeireiro são excelentes fornecedoras de princípios ativos com fins medicinais. Entre elas, destaca-se a utilização de *Myracrodruon urundeuva* (Aroeira) na medicina popular para combater doenças respiratórias e urinárias, hemorragias, diarreia, inflamação de garganta, gastrite, úlceras e alergias. Usa-se a entrecasca, folhas e raízes com efeito anti-inflamatório, cicatrizante, adstringente, antiulcerogênico e anti-histamínico (IBGE, 2002). A utilização de remédios a base de *Myracrodruon urundeuva* (Aroeira) não está restrita à medicina popular, tendo em vista a série de produtos farmacêuticos em que seus princípios ativos estão inclusos, como sabonetes, xampus e cremes (IBGE 2002).

A casca de *Tabebuia impetiginosa* (Ipê-roxo) tem uso reconhecido na medicina popular desde os tempos pré-colombianos, contra diabetes, artrite, reumatismo, sífilis, câncer e uma série de outras doenças (IBGE, 2002). Sua efetividade contra o câncer é atribuída à presença de lapachol, um composto químico com diversas propriedades farmacológicas e eficaz ação contra tumores malignos (SOUZA NEILA *et al.*, 2009).

Outra espécie com alta representatividade e importância nas florestas estacionais amostradas no estado do Tocantins é *Anadenanthera colubrina* (Angico), utilizada na forma de xarope e chá com propriedades depurativas e hemostática e aplicada no combate à gonorreia, leucorreia, tosse, bronquite, coqueluche e problemas respiratórios (MAIA, 2004). O remédio denominado “sanativo”, que é comercializado em farmácias como antisséptico, tem como base o tanino



retirado de sua entrecasca. A alta representatividade dessas três espécies nas florestas estacionais da RSE-TO, com densidades que variam em até 30 até 60 ind.ha⁻¹, indica o elevado potencial de extração de produtos não madeireiros para fins medicinais sob regime de manejo florestal. Além do uso medicinal, os ambientes de floresta estacional da RSE-TO, apresentam espécies frutíferas geradoras de alimentos e renda complementar para os produtores rurais da região. Entre elas, *destacam-se Spondias mombin* (Cajá), *Talisia esculenta* (Pitomba), *Pouteria torta* (Guapeva), *Inga edulis* (Ingá), *Hymenaea stilbocarpa* (Jatobá-da-mata), *Guazuma ulmifolia* (Mutamba), *Sterculia striata* (Chichá) e *Swartzia* spp. (Banha-de-galinha).

5.7.5.4 Mata de galeria e ciliar

A. Classificação da vegetação arbórea

Com o agrupamento das 50 parcelas obtido no nível de dissimilaridade de 0,90 identificaram-se quatro Grupos Fitofisionômicos de Mata de Galeria e Ciliar (GFMGC) (Figura 108A), que se diferiram significativamente (ANOSIM: $R^2 = 0,76$, $p = 0,001$). A correlação entre a matriz cofenética e a original foi significativa (teste de Mantel: $p = 0,01$) e apresentou alta intensidade (0,92), confirmando a confiabilidade das divisões do agrupamento.

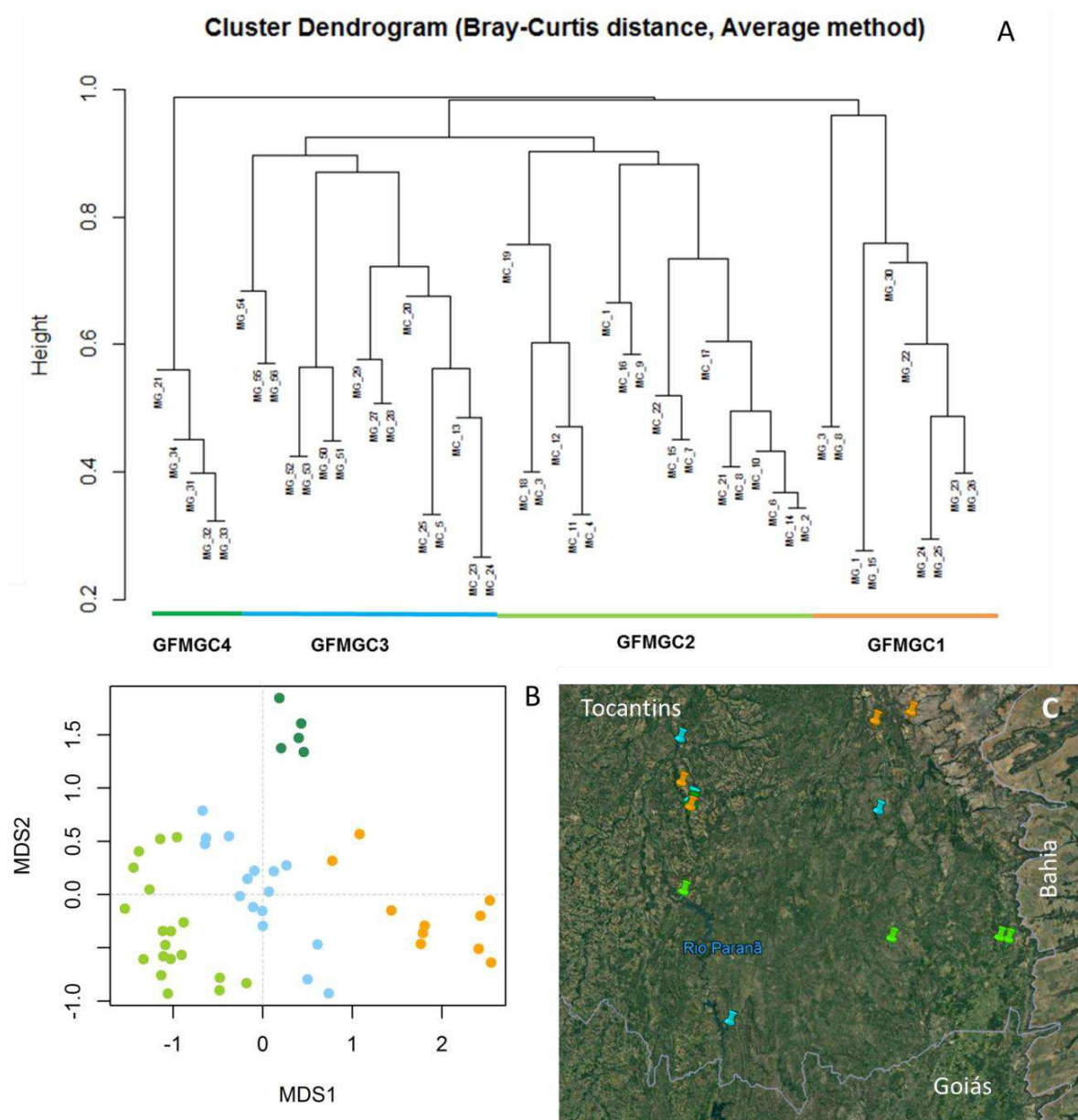


Figura 108. (A) Análise de agrupamento (UPGMA - Índice de Bray-Curtis); (B) Escalonamento multidimensional não-métrico (NMDS); (C) distribuição espacial de 50 parcelas de mata de galeria e ciliar, divididos em quatro Grupos Fitofisionômicos (GF).

Fonte: Elaboração do Autor.

O GFMGC1 é formado por matas de galeria inundáveis concentradas na parte norte da área de estudo. Por outro lado, o GFMGC2 é constituído por matas ciliares dispostas na parte central da área de estudo (Figura 108C). O GFMGC3 é constituído por parcelas alocadas em áreas de mata de galeria não-inundáveis que apresentam ampla distribuição na RSE-TO.

As parcelas do GFMGC4 ocupam matas ciliares inundáveis com distribuição restrita a bacia do Rio São Valério, na borda noroeste da área de estudo (Figura 108C).



B. Ordenação da vegetação arbórea

A ordenação NMDS com solução bidimensional após 20 iterações gerou valor de *stress* de 0,12 que é considerado satisfatório para representar gradientes em comunidades vegetais (MCCUNE; GRACE, 2002).

O primeiro eixo da NMDS (Figura 108B) foi eficaz para representar o gradiente de umidade com parcelas do GFMGC1 (mata de galeria inundável) e GFMGC4 (mata ciliar inundável), dispostas no lado esquerdo do espaço de ordenação, e as parcelas do GFMGC2 (mata ciliar não-inundável) e GFMGC3 (mata de galeria não-inundável), disposto no lado oposto.

O segundo eixo de ordenação representou o gradiente que dispôs os remanescentes dos GFMGC4 (mata ciliar inundável) destacados na parte superior do espaço de ordenação em relação às parcelas dos demais grupos. O padrão de ordenação obtido evidencia abrupta substituição de espécies entre os quatro grupos considerando nenhuma sobreposição das parcelas em ambos os eixos de ordenação (Figura 108B).

C. Relação da variação do componente arbóreo com o ambiente

Constatou-se que a variação na composição florística e estrutural das parcelas de mata de galeria e ciliar da RSE-TO é individualmente explicada por 12 variáveis ambientais de forma significativa ($R = 0,18$ a $0,40$; $p < 0,05$) (Quadro 68). As correlações significativas mais fracas ($< 20\%$) foram obtidas entre as diferenças da flora arbórea e as variáveis climáticas (precipitação e temperatura). Por outro lado, a maior correlação significativa (40%) se deu com a variação dos compartimentos geoambientais da RSE-TO (Quadro 68).

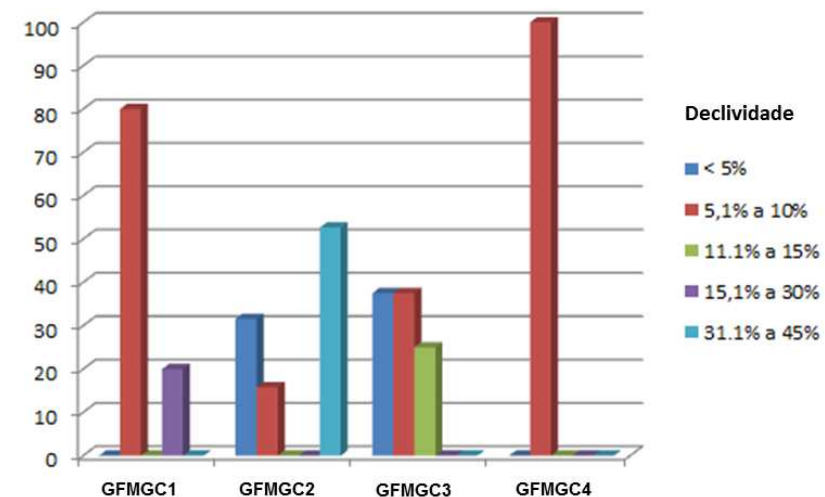
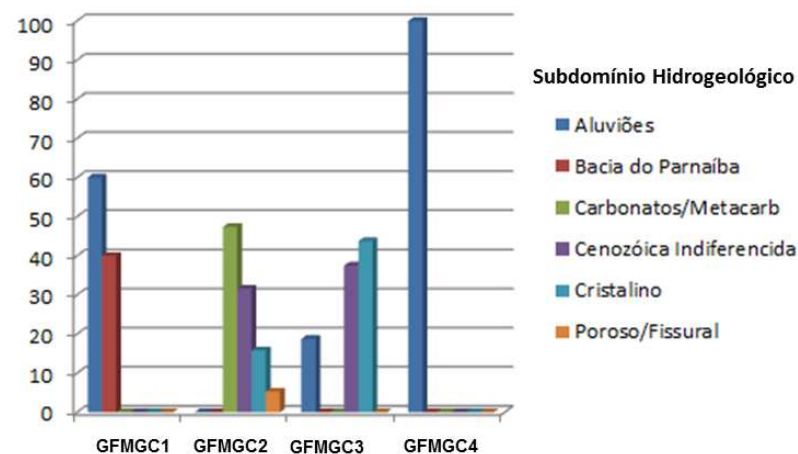
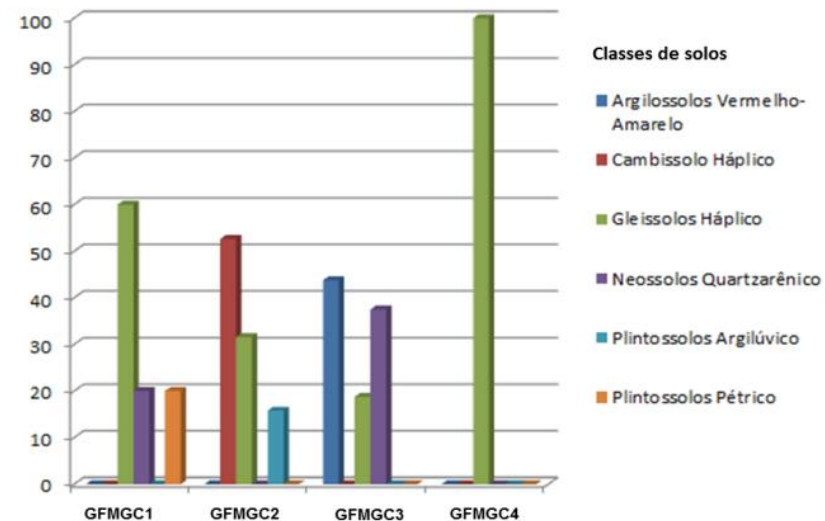
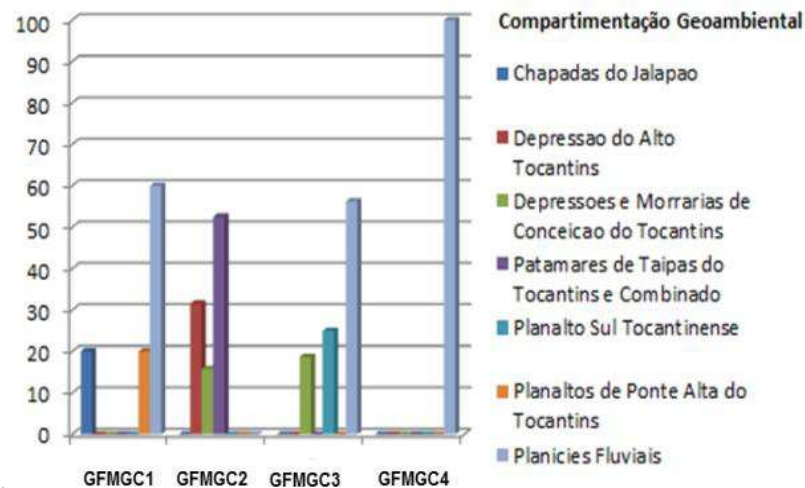
Quadro 68. Análise de Variância Multivariada Permutacional (PERMANOVA) da relação entre as 12 variáveis ambientais categóricas e a matriz de similaridade florística do componente arbóreo de áreas de mata de galeria e ciliar da RSE-TO.

Variável Explicativa	N (classes)	F	R	p
Compartimentação Geoambiental (Regiões Agroecológicas)	5	4.9002	0.40609	0.001
Classes de solos	8	4.3686	0.33174	0.001
Subdomínios Hidrogeológicos	5	4.0336	0.3143	0.001
Bacia Hidrográfica	3	4.7036	0.29480	0.001
Declividade	2	4.6738	0.29351	0.001
Erodibilidade	4	4.6123	0.29077	0.001
Domínio Geomorfológico	3	4.0786	0.26608	0.001
Domínios Hidrogeológicos	5	3.4494	0.23466	0.001
Ambientes Geológicos	4	4.5305	0.22808	0.001
Unidade Geomorfológica	3	3.8746	0.20172	0.001
Temperatura	3	5.6338	0.19338	0.001
Precipitação	3	5.2432	0.18242	0.001

Onde N= Número de Classes; F= Valor de F (F-statistics); R= Coeficiente de Correção; P= Valor de P (P-Probabilidade).

Fonte: Elaboração do Autor.

Verificaram-se que as parcelas do GFMGC 1, 3 e 4 estão preferencialmente associados ao compartimento geoambiental das Planícies Fluviais, e assim enquadram-se no tipo especial de erodibilidade potencial dos solos por apresentarem ecodinâmica instável da paisagem, com o nível do lençol freático normalmente elevado. Por outro lado, as parcelas do GFMGC 2 diferenciam-se das demais por associarem-se aos Patamares de Taipas do Tocantins e Combinado e Depressões do Alto Tocantins (Figura 109), ocupando nichos mais secos com processos de escoamentos superficiais concentrados e a erodibilidade potencial dos solos muito forte. Em relação às classes edáficas constatou-se que Gleissolos Háplicos estão presentes em todos GFMGC, embora predominem no GFMGC4 e seja a minoria no GFMGC3, onde se destaca o Argissolo Vermelho-Amarelo (Figura 109).



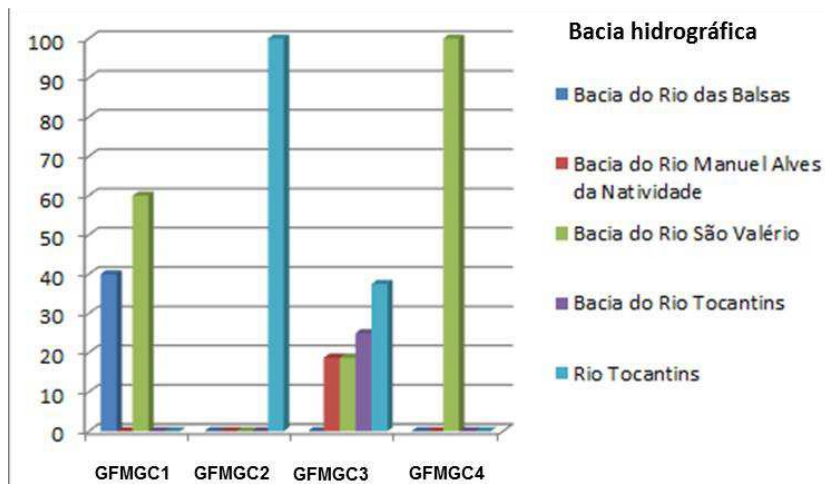
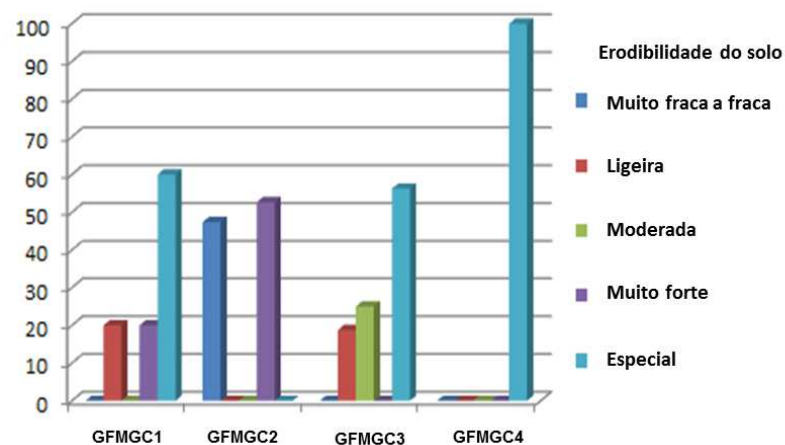


Figura 109. Caracterização ambiental dos grupos fitofisionômicos das matas de galeria e ciliares (GFMGC) conforme ocorrência nos compartimentos geoambientais e nas classes de solos, subdomínios hidrogeológicos, declividade, erodibilidade potencial dos solos e bacias hidrográficas da RSE-TO.

Fonte: Elaboração do Autor.

D. Espécies indicadoras e fitossociologia

A análise de espécies indicadoras (ISA) revelou que 47 espécies do total de 122 utilizadas nas análises foram significativamente indicadoras dos GFMGC, sendo: 18 espécies significativas para o GFMGC1, seis para GFMGC2, oito para GFMGC3 e 15 para GFMGC4. (Quadro 69).

As análises fitossociologias realizadas separadamente para os quatro grupos, reforçam elevada diversidade beta entre os grupos fitofisionômicos (GFMGC) da RSE-TO, devido a ausência de espécies comuns com elevada importância (20 mais importantes) em todos ou três grupos (APÊNDICE S-19 a S-23). Onze espécies foram registradas entre as 20 mais importantes de apenas dois grupos (*Anadenanthera colubrina*, *Aspidosperma subincanum*, *Astronium fraxinifolium*, *Copaifera langsdorffii*, *Dilodendron bipinnatum*, *Guazuma ulmifolia*, *Handroanthus serratifolius*, *Hymenaea courbaril*, *Myracrodruon urundeuva*, *Protium heptaphyllum* e *Tabebuia roseoalba*).

A ISA revelou que *Ruizterania wittrockii*, *Xylopia emarginata*, *Ferdinandusa speciosa*, *Magnolia ovata*, *Virola surinamensis* *Protium spruceanum* e *Cariniana rubra* são espécies indicadoras das matas de galeria inundáveis (GFMGC1). Todas são especialistas por habitats inundáveis das matas de galeria do bioma Cerrado (FONTES; WALTER 2011). A exceção é *Ruizterania wittrockii* cuja distribuição geográfica é restrita (endêmica) da transição Cerrado-Amazônia (Tocantins, Pará e Mato Grosso).

Espécies preferenciais do GFMGC4 (mata ciliar inundável), como *Brosimum lactescens*, *Mouriri glazioviana*, *Homalium guianense* e *Terminalia lucida* são elementos arbóreos condicionados às inundações sazonais ou permanentes de florestas várzeas de Norte e Nordeste do Brasil, inseridas no bioma Amazônia e na parte norte do bioma Cerrado (HAIDAR et al. 2013). Por outro lado, as espécies indicadoras do GFMGC2 (mata ciliar não inundável) e do GFMGC3 (mata de galeria não inundável) são adaptadas a terrenos não inundáveis e comumente encontradas com elevada densidade em áreas de floresta estacional do bioma Cerrado (FELFILI et al. 2003, SCARIOT; SEVILHA 2003, HAIDAR et al. 2013a), como por exemplo *Anadenanthera colubrina* e *Handroanthus impetiginosus*, comuns em florestas decíduas, e *Copaifera langsdorffii* e *Handroanthus serratifolius*, típica das florestas semidecíduas (HAIDAR et al. 2005).

Quadro 69. Espécies indicadoras significativas (p) com respectivos valores de importância nos grupos fitofisionômicos de mata de galeria e ciliar (GFMGC) da RSE-TO.

Nome científico	Família botânica	Nome popular	GFF E	Valor de Importância	p
<i>Ruizterania wittrockii</i> (Malme) Marc.-Berti	Vochysiaceae	Canjerana-preta	1	0.8	0.001
<i>Xylopia emarginata</i> Mart.	Annonaceae	Pindaíba-do-brejo	1	0.8	0.001
<i>Ferdinandusa speciosa</i> (Pohl) Pohl	Rubiaceae	Pau-de-brejo	1	0.6	0.001
<i>Magnolia ovata</i> (A.St.-Hil.) Spreng.	Magnoliaceae	Pinha-do-brejo	1	0.6	0.001
<i>Virola surinamensis</i> (Rol. ex Rottb.) Warb.	Myristicaceae	Micuíba, Ucuuba	1	0.6	0.001
<i>Protium spruceanum</i> (Benth.) Engl.	Burseraceae	Breu	1	0.7	0.002
<i>Cariniana rubra</i> Gardner ex Miers	Lecythidaceae	Jequitibá	1	0.4	0.002
<i>Euphorbiaceae</i> sp.1	<i>Euphorbiaceae</i> sp.1	Mamoninha-branca	1	0.5	0.003
<i>Qualea ingens</i> Wam.	Vochysiaceae	Canjerana-norata	1	0.4	0.005
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	Anacardiaceae	Pau-pombo	1	0.413793	0.008
<i>Lauraceae</i> sp.2	Lauraceae	Louro	1	0.3	0.013



Nome científico	Família botânica	Nome popular	GFF E	Valor de Importância	p
<i>Simarouba versicolor</i> A.St.-Hil.	Simaroubaceae	Mata-menino	1	0.3	0.028
<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	Calophyllaceae	Landim	1	0.2	0.034
<i>Myrtaceae</i> sp.7	Myrtaceae		1	0.2	0.04
<i>Annonaceae</i> sp.3	Annonaceae		1	0.2	0.041
<i>Hyeronima alchorneoides</i> Allemão	Phyllanthaceae		1	0.2	0.041
<i>Richeria grandis</i> Vahl	Phyllanthaceae	Santa-rica	1	0.2	0.042
<i>Ilex</i> sp.1	Aquifoliaceae		1	0.2	0.043
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	Fabaceae	Angico	2	0.676025	0.002
<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	Bignoniaceae	Ipê-roxo	2	0.530739	0.004
<i>Bauhinia brevipes</i> Vogel	Fabaceae	Miroro	2	0.421053	0.007
<i>Combretum duarteanum</i> Cambess.	Combretaceae	Vaqueta	2	0.368421	0.015
<i>Tabebuia roseoalba</i> (Ridl.) Sandwith	Bignoniaceae	Ipê-branco, Taipoca	2	0.487001	0.018
<i>Lonchocarpus sericeus</i> (Poir.) Kunth ex DC.	Fabaceae	Feijão-crú	2	0.315789	0.029
<i>Physocalymma scaberrimum</i> Pohl	Lythraceae	Cega-machado	3	0.645614	0.001
<i>Handroanthus serratifolius</i> (Vahl) S.Grose	Bignoniaceae	Ipê-amarelo	3	0.461066	0.007
<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	Burseraceae	Breu, Almescla	3	0.446563	0.009
<i>Oxandra sessiliflora</i> R.E.Fr.	Annonaceae	Cunduru	3	0.3125	0.014
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	Fabaceae	Copaíba	3	0.3125	0.021
<i>Magonia pubescens</i> A.St.-Hil.	Sapindaceae	Tingui	3	0.3125	0.023
<i>Himatanthus articulatus</i> (Vahl) Woodson	Apocynaceae	Sucuba, Tiborna	3	0.3125	0.025
<i>Dilodendron bipinnatum</i> Radlk.	Sapindaceae	Mamoninha	3	0.360759	0.03
<i>Amaioua guianensis</i> Aubl.	Rubiaceae	Fruto-de-veado	4	1	0.001
<i>Brosimum lactescens</i> (S.Moore) C.C.Berg	Moraceae	Inharé	4	1	0.001
<i>Sapotaceae</i> sp.1	Sapotaceae		4	1	0.001
<i>Mouriri glazioviana</i> Cogn.	Melastomataceae	Puçá	4	0.992948	0.001
NI11	Indeterminada		4	0.6	0.001
<i>Callisthene fasciculata</i> Mart.	Vochysiaceae	Jacaré	4	0.496378	0.002
<i>Protium unifoliolatum</i> Engl.	Burseraceae	Amescla	4	0.4	0.004
<i>Myrcia tomentosa</i> (Aubl.) DC.	Myrtaceae	Araça	4	0.48382	0.005
<i>Lonchocarpus</i> sp.1	Fabaceae		4	0.4	0.008
<i>Ouratea</i> sp.2	Ochnaceae		4	0.4	0.008
<i>Licania parvifolia</i> Huber	Chrysobalanaceae		4	0.371014	0.008
<i>Erythroxylum daphnites</i> Mart.	Erythroxylaceae	Pimenta-de-galinha-da-mata	4	0.4	0.01
<i>Homalium guianense</i> (Aubl.) Oken	Salicaceae		4	0.4	0.01
<i>Terminalia lucida</i> Hoffmanns. ex Mart. & Zucc.	Combretaceae	Cinzeiro	4	0.371014	0.01
<i>Dulacia papillosa</i> (Bastos) Sleumer	Oleaceae	Pau-bosta	4	0.4	0.012

Fonte: Elaboração do Autor.

E. Estrutura da vegetação arbórea

Verificou-se diferenças significativas na densidade, área basal, volume de material lenhoso e biomassa (carbono) das diferentes comunidades arbóreas (grupos fitofisionômicos) das matas de galeria e ciliares (Quadro 70).

Determinou-se que, em geral, os grupos fitofisionômicos das áreas sazonalmente inundáveis (GFMGC1 e GFMGC4) apresentam maior volume de material lenhoso e estoques de biomassa e carbono, em relação aos trechos não inundáveis (GFMGC2 e GFMGC3).

Os resultados obtidos reforçam a necessidade de mapear os grupos fitofisionômicos cartograficamente em escala refinada (1:25.000) para subsidiar ações de uso, manejo e conservação das comunidades vegetais ribeirinhas da RSE-TO. Apesar da elevada volumetria e da ocorrência de espécies madeiráveis para fins nobres (e.g., *Ruizterania wittrockii*), não se deve estimular a retirada de material lenhoso das áreas das Áreas de Preservação Permanente (APP). No entanto, a coleta de sementes, reprodução artificial (mudas) e plantio de mudas e sementes em áreas degradadas são amplamente recomendados para fins ecológicos (restauração e recuperação) e comerciais (silvicultura).

O elevado armazenamento de biomassa e carbono tornam as formações ripárias (mata de galeria e ciliar) valorizadas no mercado de créditos de carbono e nas políticas de Pagamentos por Serviços Ambientais (PSA).

Quadro 70. Diversidade alfa e parâmetros estruturais médios de densidade, área basal, volume de material lenhoso, biomassa e carbono do estrato arbóreo para os cinco grupos fitofisionômicos de Floresta Estacional da RSE-TO.

Grupo	Nome do grupo	H	R	Chao (SD)	D (ind.ha ⁻¹)	G (m ² .ha ⁻¹)	V (m ³ .ha ⁻¹)	C (ton.ha ⁻¹)	BA (ton.ha ⁻¹)
GFMGC1	Mata de galeria inundável de <i>Xylopia emarginata</i> , <i>Ruizterania</i> e <i>Protium spruceanum</i>	3.20	56	76 (+11)	1744.44	34.96	345.45	133.95	267.9
GFMGC2	Mata ciliar de <i>Anadenanthera</i> , <i>Androanthus</i> , <i>Bauhinia</i> e <i>Tabebuia</i>	3.25	63	88 (+13)	880.26	26.09	305.62	98.58	197.16
GFMGC 3	Mata de galeria não inundável de <i>Copaifera</i> , <i>Protium heptaphyllum</i> , <i>Physocalumma</i> e <i>Myracrodruon</i>	3.80	97	138 (+17)	1133.33	26.67	299.9	102.64	205.28
GFMGC 4	Mata ciliar inundável de <i>Mouriri</i> , <i>Brosimum lactescens</i> , <i>Amaioua</i> e <i>Terminalia</i>	2.47	23	24 (+ 2)	1045	34.68	308.24	98.92	197.83
RSE-TO	Mata de galeria ciliar		182	227 (+15)	1093	27.68	304.51	102.26	204.51

Onde: H = Índice de Shannon, R = Riqueza observada, Chao = Riqueza estimada, DP = Desvio padrão; D = Densidade; G = Área basal, V = Volume de material lenhoso; C = Estoque de carbono aéreo; BA = Biomassa aérea.

Fonte: Elaboração do Autor.

F. Produtos não madeireiros

O principal tipo de uso não madeireiro das espécies das formações ripárias da RSE-TO (matas de galeria e ciliar) é medicinal. Entre as espécies de maior densidade em trechos sujeitos a inundações, tem-se *Brosimum lactescens* (Inharé) cujo exsudado do tronco é utilizado na medicina popular como depurativo sanguíneo e no tratamento de doenças cutâneas, como psoríase e vitiligo.

A casca de *Cariniana rubra* (Jequitiba, Cachimbeiro), na medicina popular, é indicada para tratar leucorreia, afecções da boca, amigdalite, faringite e ulcerações na pele (IBGE, 2002). *Calophyllum brasiliense* (Landim) apresenta em suas cascas, látex e folhas propriedade vesicante, energizante, antirreumática, antisséptica e anti-inflamatória, com indicação própria no combate à diabetes, tumores, úlceras crônicas, varizes e hemorroidas (IBGE, 2002).



A ampla utilização do exsudado extraído do tronco de *Virola surinanensis* na indústria de cosméticos, para combater reumatismos e inflamações, a tornou oficialmente ameaçada de extinção no Brasil (MMA, 2008). A resina do tronco de *Caraipa densiflora* (Camaçari) sob a forma de decocção é utilizado no tratamento de dermatoses, herpes e sarnas. Do tronco de *Protium spruceanum* (Breu, Amescla) se extrai resina eficiente para doenças pulmonares e que é muito utilizada em rituais religiosos como aromatizador.

Nos trechos não inundáveis das formações ripárias, destaca-se o uso do óleo extraído do tronco de *Copaifera langsdorffii* (Copaíba) que é utilizado como cicatrizante e anti-inflamatório (SILVA JÚNIOR, 2005) e a seiva de *Hymenaea* spp. (Jatobá) que é tônico e expectorante (LORENZI, 1992). Ambos são amplamente utilizados na medicina popular para tratamentos de bronquite, asma, deficiência pulmonar, laringite, dores de estômago, dor de cabeça, tuberculose, afecções pulmonares, gripes, resfriados e tosse (LORENZI, 1992). O chá da raiz de *Enterolobium contortisiliquum* é indicado para reumatismo (LORENZI, 1992).

Outro potencial de uso econômico não madeireiro das formações florestais ripárias provém de espécies frutíferas como *Spondias mombin* (Cajá), *Genipa americana* (Jenipapo), *Talisia esculenta* (Pitomba), *Pouteria torta* (Guapeva), *Salacia elliptica* (Bacupari), *Annona montana* (Ata), *Inga* spp. (Ingá), *Hymenaea stilbocarpa* (Jatobá-da-mata), *Sterculia striata* (Chichá) e *Swartzia* spp. (Banha-de-galinha). Todas podem ser consumidas in natura ou processados na forma de sorvetes, geleias e doces.

Além das espécies arbóreas, registrou-se palmeiras produtoras de frutos e oleaginosas, e.g., *Attalea speciosa* (Babaçu), *Acrocomia aculeata* (Macaúba), *Mauritia flexuosa* (Buriti), *Oenocarpus distichus* (Bacaba), *Astrocaryum vulgare* (Tucum) das quais é elevado o potencial de utilização do palmito, frutos e óleos de usos múltiplos.

5.8 Cobertura e uso da terra

A cobertura e uso da terra da RSE-TO está quantificado nas tabelas 26 a 28 para unidades definidas de maneira hierarquizada nos Níveis I, II e III. Na RSE-TO, as transformações da paisagem em áreas antrópicas agrícolas e não agrícolas atingem 25,68% da área mapeada, enquanto as superfícies recobertas com remanescentes de vegetação natural totalizam 73%; as superfícies ocupadas por praias, e dunas e corpos d'água representam 1,31% da área mapeada (Apêndice T).

As áreas Antrópicas Agrícolas abrangem os diferentes usos da terra praticados no Sudeste do Tocantins com objetivos de produção de alimentos, commodities, piscicultura, madeira, látex, pastagens, e recobrem 23% da região. Essas áreas refletem a substituição da vegetação nativa por plantios diversos, apresentando-se de forma dispersa por toda a região. Nesse processo destaca-se a atividade pecuária, desenvolvida em extensas áreas de pastagem.

As áreas Antrópicas Não Agrícolas abrangem os diferentes usos da terra que reúnem as coberturas referentes às áreas abertas construídas, extração mineral, e solos expostos, recobrendo 2,69% do Sudeste do Tocantins.

As áreas de Vegetação Natural congregam uma série de fisionomias da vegetação natural, categorizadas segundo o porte arbóreo (florestal), e arbustivo e herbáceo (savana), as áreas de mistura (encrave) entre ambas. Correspondem às regiões do Cerrado (50,12% da área de estudo), da Floresta Estacional Decidual (0,88% da área de estudo), da Floresta Estacional Semidecidual (9,12% da área de estudo), dos contatos entre regiões do Cerrado/Floresta Estacional e Savana / Floresta Estacional Semidecidual (12,02% da área de estudo), e das Formações Pioneiras (0,88% da área de estudo), e uma diversidade de formações e subformações associadas, que recobrem o Sudeste do Tocantins

Na classe Outras Áreas, estão incluídas as “áreas descobertas”, referindo-se a praias e dunas, e outras categorias com usos inexpressivos, as quais recobrem 0,02% do Sudeste do Tocantins.

Por fim, a classe Água corresponde aos usos organizados a partir da categoria corpos d’água continentais, nas quais é possível identificar usos homogêneos ou múltiplos, tanto de utilização econômica como de lazer, que ocupam 1,29% do Sudeste do Tocantins.

Tabela 26. Quantificação das classes de mapeamento da cobertura e uso da terra - NÍVEL I.

UNIDADE DE MAPEAMENTO - NÍVEL I	ÁREA (ha)	% DA REGIÃO SUDESTE
Áreas Antrópicas Agrícolas	1.323.220,84	25,57
Áreas Antrópicas Não Agrícolas	7.888,00	0,15
Floresta Estacional Decidual	231.559,07	4,47
Floresta Estacional Semidecidual	487.969,28	9,43
Savana (Cerrado)	2.653.108,59	51,26
Savana / Floresta Estacional Decidual (Encrave)	19.766,67	0,38
Savana / Floresta Estacional Semidecidual (Encrave)	387.583,33	7,49
Formações Pioneiras	29,41	0,00
Outras Áreas	0,81	0,00
Água	64.374,00	1,24
TOTAL	5.175.500,00	100,00

Tabela 27. Quantificação das unidades de mapeamento da cobertura e uso da terra no NÍVEL II.

UNIDADE DE MAPEAMENTO - NÍVEL I	UNIDADE DE MAPEAMENTO - NÍVEL II	ÁREA (ha)	% DA REGIÃO SUDESTE
Áreas Antrópicas Agrícolas	Agropecuária	48.618,90	0,94
	Cultura Permanente	1.820,02	0,04
	Culturas Temporárias	258.178,31	4,99
	Pastagem	871.171,45	16,83
	Silvicultura	12.019,02	0,23
	Vegetação Secundária	131.413,14	2,54
Áreas Antrópicas Não Agrícolas	Áreas urbanizadas	5.778,66	0,11
	Mineração	625,26	0,01
	Áreas degradadas	1.484,08	0,03
Formações Savânicas	Savana Arborizada	2.056.778,33	39,74
	Savana Florestada	9.523,02	0,18
	Savana Gramíneo-lenhosa	252.307,89	4,88
	Savana Parque	334.499,34	6,46
Formações Florestais	Floresta Estacional Decidual Montana	78.825,23	1,52
	Floresta Estacional Decidual Submontana	152.733,84	2,95
	Floresta Estacional Semidecidual Aluvial	36.124,11	0,70
	Floresta Estacional Semidecidual Montana	4.557,06	0,09
	Floresta Estacional Semidecidual Submontana	447.288,11	8,64
Áreas de Tensão Ecológica - Contatos	Arborizada / Submontana	19.766,67	0,38
	Arborizada / Montana	4.456,82	0,09
	Arborizada / Submontana	365.857,27	7,07
	Florestada / Submontana	17.269,24	0,33
Formações Pioneiras	Fluvial / Lacustre	29,41	0,00
Outras Áreas	Áreas descobertas	0,81	0,00
Água	Corpos d’água continentais	64.374,00	1,24
	TOTAL	5.175.500,00	100,00

**Tabela 28.** Quantificação das unidades de mapeamento da cobertura e uso da terra no NÍVEL III.

NÍVEL I	NÍVEL II	NÍVEL III	ÁREA (ha)
Áreas Antrópicas Agrícolas	Cultura Permanente	Frutíferas	1.820,02
	Culturas Temporárias	Cultivos temporários diversificados	3.260,84
		Graníferas e cerealíferas	254.917,46
	Agropecuária	Pecuária com cultivos temporários diversificados	48.618,91
	Pastagem	Pecuária de animais de grande porte	865.243,58
	Silvicultura	Pastagens indiferenciadas	5.927,87
	Vegetação Secundária	Reflorestamentos Diversos	12.019,02
Áreas Antrópicas Não Agrícolas	Áreas urbanizadas	Cidades; vilas	5.217,65
		Industrial/comercial/serviço	561,01
	Mineração	Extração mineral	625,26
	Solo Exposto	Áreas Degradadas	1.484,08
Savana (Cerrado)	Arborizada	Cerrado denso sem mata de galeria inundável e não inundável	648.605,34
		Cerrado ralo sem mata de galeria inundável e não inundável	417,57
		Cerrado rupestre sem mata de galeria inundável e não inundável	315.159,36
		Cerrado típico decíduo sem mata de galeria inundável e não inundável	121.099,05
		Cerrado típico sem mata de galeria inundável e não inundável	971.497,03
	Florestada	Cerradão	9.523,02
	Gramíneo-lenhosa	Campo sujo seco	200.062,72
		Vereda	52.245,17
	Parque	Campo sujo seco	10.975,01
		Cerrado ralo sem mata de galeria inundável e não inundável	323.524,33
Floresta Estacional Decidual	Montana	Mata seca decídua	78.825,22
	Submontana	Mata seca decídua	129.814,59
Floresta Estacional Semidecidual	Aluvial	Mata ciliar inundável e não inundável	20.646,12
		Mata de galeria inundável e não inundável	15.477,98
	Montana	Mata seca semidecídua	4.557,06
	Submontana	Mata ciliar inundável e não inundável	45.783,50
		Mata de galeria inundável e não inundável	344.411,92
	Mata seca semidecídua	57.092,69	
Savana / Floresta Estacional Decidual (Encrave)	Arborizada / Submontana	Cerrado denso sem mata de galeria inundável e não inundável / Mata seca decídua	19.766,67
Savana / Floresta Estacional Semidecidual (Encrave)	Arborizada / Montana	Cerrado rupestre sem mata de galeria inundável e não inundável / Mata seca semidecídua	4.456,82
	Arborizada / Submontana	Cerrado denso sem mata de galeria inundável e não inundável / Mata seca semidecídua	364.638,85
		Cerrado típico sem mata de galeria inundável e não inundável / Mata seca semidecídua	1.218,43
		Florestada / Submontana	Cerradão / Mata seca semidecídua
Formações Pioneiras	Fluvial / Lacustre	Brejo	29,41
Outras Áreas	Áreas descobertas	Praias e Dunas	0,81
Corpos d'água continentais	Corpos d'água continentais	Piscicultura	75,9
		Corpos d'água continentais	64.298,10
TOTAL GERAL			5.175.500,00

A seguir são apresentadas descrições das classes de uso da terra.

5.8.1 Áreas antrópicas não agrícolas

As áreas antrópicas não agrícolas representam um conjunto de uso da terra resultante de aglomerações de construções com objetivos diversos, indo desde o povoamento residencial (aglomerados urbanos) até complexos de infraestrutura produtiva, no caso de complexos industriais, de serviços ou espaços especiais para exploração de recursos naturais. No

Sudeste do Tocantins, os usos antrópicos não agrícolas correspondem às unidades: Cidades e vilas, Industrial/comercial/serviço, Extração mineral, Solos expostos.

A unidade Cidades e vilas engloba as áreas urbanizadas sendo caracterizada por ocupação humana intensiva estruturada com elementos construídos sob as formas de edificações e sistema viário ou de circulação (IBGE, 2013). Fazem parte as cidades e vilas ocupadas por áreas residenciais, comerciais e/ou serviços e até áreas institucionais, bem como aglomerados residenciais em projetos de assentamentos rurais, que podem em alguns casos estar isolados das áreas urbanas (Figura 110). Esta unidade ocupa apenas 0,1% da área mapeada, e tem suas maiores extensões relacionadas aos aglomerados urbanos de maior população, destacando-se as sedes municipais de Dianópolis e Taguatinga, que possuem população urbana superior a 10.000 habitantes (IBGE, 2010; 2017). Outros cinco municípios possuem população urbana superior a 5.000 habitantes - Arraias, Paranã, Natividade, Palmeirópolis e Almas; sendo que os demais 17 municípios possuem núcleos urbanos com população inferior a 5.000 habitantes.



Figura 110. Tipos de uso na unidade Cidades e Vilas (a) Comunidade de Morro de São João - Santa Rosa do Tocantins; (b) Trevo de entrada Pindorama do Tocantins.

Fonte: Elaboração do Autor.

A RSE-TO é composta, principalmente, por pequenos municípios, sendo a rede urbana regional hierarquizada pela cidade de Dianópolis, centro subregional (SEPLAN, 2016). Embora a RSE-TO possua pequenos municípios, que têm na agropecuária sua principal atividade econômica, a população se apresenta com maioria concentrada na área urbana. De toda forma, com base nos dados do Censo Demográfico de 2010 (IBGE, 2010), foram verificados alguns municípios com altos índices percentuais de população em área rural, casos de Paranã (54%), Ponte Alta do Bom Jesus (45%), Chapada da Natividade (50%) e São Salvador do Tocantins (45%),

Devido ao seu de concentração populacional, as áreas urbanizadas têm um forte impacto nos usos dos recursos hídricos. São áreas que apresentam uma grande demanda de uso da água principalmente para consumo humano, além de representar uma potente fonte de contaminação ou mesmo poluição de corpos hídricos, quando o agrupamento populacional atinge tamanhos mais expressivos.

A unidade Industrial/comercial/serviço corresponde às áreas em que estão instaladas plantas industriais, e de comércio e serviço, desde micro e pequenas unidades até grandes empresas, que podem manter vínculos com o setor agropecuário, ou podem ser encontradas em contato com áreas urbanas (IBGE, 2013). Correspondem a plantas de processamento de extração mineral, frigoríficos, silos, armazéns agrícolas, estruturas de projetos hidroagrícolas, de aquicultura, e de geração de energia elétrica (Figura 111). Essas estruturas estão dispersas por toda a região, ocupando cerca de 560 hectares (0,01% da área mapeada), porém sendo mais expressivas nos municípios de Dianópolis, Ponte Alta do Bom Jesus e Novo Jardim.



(a)



(b)



(c)



(d)

Figura 111. Tipos de uso na unidade Industrial/Comercial/Serviço - (a) Pequena Central Hidrelétrica Boa Sorte em Dianópolis - TO; (b) Unidade de armazenamento de grãos em Silvanópolis - TO; (c) Auto posto de combustível em Natividade - TO e (d) Estação de bombeamento - Distrito Irrigado Manoel Alves.

Fonte: Elaboração do Autor.

Diversos cursos d'água na RSE-TO que nascem na encosta da Serra Geral do Tocantins possuem condições hídricas e topográficas propícias para a geração de hidroeletricidade. Neste sentido, o rio Palmeiras, na divisa entre os municípios de Dianópolis e Novo Jardim, concentra uma série de estruturas para o aproveitamento do seu potencial de geração hidrelétrica. Dentre os empreendimentos em operação elencam-se as Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs): Agro Trafo (14,04 MW), Água Limpa (14,0 MW), Areia (11,4 MW), Doido (6,0 MW), Diacal II (5,04 MW), Porto Franco (30,0 MW), Boa Sorte (16,0 MW), Riacho Preto (9,3 MW) e Lagoa Grande (25,6 MW) - esta última na divisa entre os municípios de Dianópolis e Ponte Alta do Bom Jesus (ANA, 2017).

No ribeirão do Inferno ou Bonito, afluente do rio Palmeiras, município de Ponte Alta do Bom Jesus, foram construídas quatro Centrais Geradoras de Energia Elétrica (CGH): Piabanha do Tocantins (1,3 MW), Tapuias (1,8 MW), Sirivera (1,8 MW) e Buritirana (1,12 MW). A energia gerada por estes empreendimentos é fornecida à Companhia de Eletricidade do Estado da Bahia (Coelba), para atendimento aos municípios baianos de Luís Eduardo Magalhães, Barreiras e São Desidério. Ainda, no município de Ponte Alta do Bom Jesus, está em operação a CGH Ponte Alta (0,28 MW), instalada no rio homônimo.

No rio Manoel Alvinho opera a PCH Dianópolis (25,6 MW), localizada na divisa entre os municípios de Dianópolis e Rio da Conceição. Neste último município, foi instalada no rio Peixinho, a CGH Peixinho (0,95 MW). Em Taguatinga, estão instalados dois empreendimentos: a PCH Taguatinga (1,8 MW), no ribeirão do Abreu e, no rio Sobrado, limite entre os municípios de Taguatinga e Aurora do Tocantins, opera a PCH Sobrado (4,82 MW). No rio Bagagem, município de Natividade foi construída a CGH Bagagem (0,48 MW).

Além de unidades de pequeno porte, está instalada, na RSE-TO, a usina hidrelétrica (UHE) de São Salvador (rio Tocantins), entre os municípios de São Salvador e Paranã. A UHE São Salvador é formada por três barragens que se unem: duas de terra com 34 m de altura e uma de concreto com 50 m, no centro da estrutura. Na última estão a tomada d'água, o vertedouro e a casa de força. O reservatório da barragem possui cerca de 104 km². A hidrelétrica tem capacidade instalada de 243,2 MW e gera energia suficiente para abastecer uma cidade com cerca de um milhão de habitantes. A energia gerada pela UHE São Salvador é levada até a UHE Cana Brava, no estado de Goiás, por uma linha de transmissão de 75 quilômetros. De lá, parte da energia gerada passa a alimentar o sistema Eletronorte.

As estruturas para produção agrícola, via de regra, são compostas por silos, armazéns e garagem para maquinário agrícola, que dão suporte para cultivos tecnificados de soja, milho, arroz e sorgo (commodities). Localizam-se, principalmente, no platô da Serra Geral do Tocantins-Bahia, e na parte noroeste da RSE-TO, nos municípios de Silvanópolis e São Valério da Natividade.

A sede do Distrito de Irrigação Manoel Alves (DIMA) está localizada no município de Dianópolis. O complexo possui centro administrativo com alojamentos e guarita. A infraestrutura do projeto é formada por estações de bombeamento, canais de irrigação, estações pressurizadoras e adutoras tubulares. A barragem do rio Manuel Alves produziu um reservatório com 241 milhões de litros d'água. O DIMA destina-se, principalmente, à exploração da agricultura irrigada (fruticultura tropical). A área do projeto é dividida em lotes de duas categorias: empresariais e para pequeno produtor qualificado.

Outra estrutura de produção identificada como pertencente a unidade de mapeamento Industrial/comercial/serviço corresponde à sede do Projeto Tamborá, em Almas, onde se destacam frigorífico, silos para produção de ração para peixes, armazéns e garagem para maquinário.

A unidade Extração Mineral refere-se a áreas de exploração ou extração de substâncias minerais (IBGE, 2013). Os minerais podem ser classificados em metálicos e não metálicos, incluindo-se nesta última as gemas. Os processos de exploração mais comuns são a lavra e

o garimpo. A lavra refere-se a um conjunto de operações coordenadas objetivando o aproveitamento econômico da jazida, desde a extração das substâncias minerais até o beneficiamento das mesmas. A lavra garimpeira é o aproveitamento imediato de jazimento mineral que, por sua natureza, dimensão, localização e utilização econômica, pode ser lavrado, independentemente de prévios trabalhos de pesquisa, segundo os critérios fixados pelo Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM).

A unidade ocupa uma área que representa apenas 0,01% da área mapeada, correspondente a 265,71 hectares. Existem registros históricos da atividade mineradora, relacionada extração do ouro, desde meados do século XVIII, em localidades que hoje são os municípios de Almas, Conceição do Tocantins, Natividade, Arraias, Taguatinga e Dianópolis (PARENTE, 2004). Para melhor representar este tipo de uso da terra utilizou-se, de forma complementar aos resultados obtidos no mapeamento, as informações referentes aos tipos processuais do DNPM, categorizados nas fases: licenciamento, concessão de lavra, lavra garimpeira, registro de extração, requerimento de lavra, requerimento de lavra garimpeira e requerimento de registro de extração (Figura 112).



(a)



(b)

Figura 112. Tipos de uso na unidade Extração Mineral. (a) Planta mineradora de calcário em Palmeirópolis - TO e (b) Planta mineradora de fosfato em Arraias - TO.

Fonte: Elaboração do Autor.

As áreas de extração mineral encontradas na RSE-TO, enquadram-se nas classes destacadas de substâncias minerais conforme o Quadro 71.

Quadro 71. Classificação das substâncias minerais de acordo com o Código de Mineração.

CLASSES DAS SUBSTÂNCIAS MINERAIS	DESCRIÇÃO
Classe I	Jazidas de substâncias minerais metalíferas
Classe II	Jazidas de substâncias minerais de emprego imediato na construção civil
Classe III	Jazidas de fertilizantes
Classe VI	Jazidas de gemas e pedras ornamentais
Classe VII	Substâncias minerais industriais, não incluídas nas classes precedentes

Fonte: Elaboração do Autor, a partir de BRASIL (1987).

Na RSE-TO, os maiores destaques das atuais explorações do subsolo são aqueles relacionados: (a) aos minerais da classe VII, utilizados como corretivo do solo e na fabricação de cal e cimento - calcário, calcário dolomítico; (b) aos minerais da classe III, utilizados como

fertilizantes - fosfato; (c) aos minerais metálicos da classe I - metais nobres - ouro, metais ferrosos - minério de ferro, metais não ferrosos - zirconita; (d) e aos minerais da classe II, representados por aquelas substâncias de uso direto na construção civil - areia.

No município de Arraias ocorre a exploração de fosfato onde se encontra instalada a empresa Itafos Arraias Mineração e Fertilizantes S.A. Grande parte dessa produção é comercializada em Goiás (MINERATINS, 2007). Em Taguatinga, o calcário é produzido pelas empresas CALTA - Calcário Taguatinga Ltda. e Nativo Mineradora Ltda., que fabricam corretivo agrícola.

No município de Natividade, as empresas Nativa Mineração Ltda., NACAL - Natividade Calcário Agrícola Ltda e NATICAL - Natividade Calcário Ltda. exploram jazidas de rochas calcárias na parte oeste do município, às margens da TO-280 e abastecem o mercado regional, principalmente o do oeste da Bahia. O município possui uma considerável diversidade de ocorrências minerais e uma atividade garimpeira bem disseminada, porém atualmente inativa. Entre as ocorrências mais interessantes podem-se citar ouro, cianita, quartzito ornamental, turmalina, granada e mármore (MINERATINS, 2007). Também há extração de calcário no município de Novo Jardim, pela empresa SARP Mineração Ltda. Segundo Mineratins (2007) este mineral é utilizado para a produção de corretivo agrícola que abastece a região sudoeste do estado do Tocantins e oeste do estado da Bahia.

Registram-se de concessões de lavra de ouro no município de Chapada da Natividade, segundo registros do DNPM, com referência para maio de 2018. A exploração mineral é também encontrada nos municípios de Pindorama do Tocantins (granada), Almas (minério de ferro) e Taipas do Tocantins (fosfato). No município de Palmeirópolis foi divulgado projeto de avaliação econômica da CPRM para futura extração de cobre, chumbo e zinco (Lira, 2017)

As áreas de extração mineral retratam pequenas extensões quando comparada a outros usos da terra, porém a transformação da paisagem provocada com a retirada da cobertura vegetal nativa e a instalação da mineração são de grande impacto ambiental e visual.

A unidade Áreas Degradadas corresponde a ambientes antrópicos, com solos expostos e/ou rochas nuas, desprovidos de cobertura vegetal nativa, abandonados, decorrentes da degradação provocada por atividades humanas como a extração mineral ou agricultura. Por vezes decorrem de atividades agrícolas sem manejo adequado em solos de grande suscetibilidade a processos erosivos. Compreendem também as áreas de empréstimo, os deslizamentos de massa, estradas vicinais e as áreas sem cobertura vegetal, principais focos de degradação e fontes de sedimentos para os cursos d'água (Figura 113).

Foram identificadas Áreas Degradadas em diversos municípios do Sudeste do Tocantins, com base na escala de mapeamento adotada neste trabalho, totalizando 1.486,3 hectares (0,03% da área em estudo). A unidade concentra-se na parte leste da Região, especialmente nos municípios de Taguatinga, Arraias, Rio da Conceição e Dianópolis. Destacam-se Áreas Degradadas nas bordas escarpadas dos patamares e relevos residuais sedimentares da unidade geomorfológica Patamares do Chapadão Ocidental Baiano (Serra Geral do Tocantins). Algumas destas ocorrências posicionam-se nas nascentes ou de forma marginal aos cursos fluviais permanentes ou temporários que se originam na Serra Geral, repercutindo na deposição de sedimentos nos cursos d'água.



(a)



(b)

Figura 113. Tipos de uso na unidade Áreas Degradadas (a) Mineração de areia abandonada em Rio da Conceição - TO e (b) Área de empréstimo em estrada a margem de estrada vicinal em Bom Jesus do Tocantins - TO.

Fonte: Elaboração do Autor.

Houve identificação de Áreas Degradadas sob expressivas superfícies recobertas por CAMBISSOLO HÁPLICO e NEOSSOLO QUARTZARÊNICO, formados a partir de litologias sedimentares. Ressalta-se que prática comum utilizada na região é a queimada das pastagens nativas, o que expõe ainda mais esses solos ao impacto direto das gotas de chuva, propiciando suscetibilidade a processos erosivos.

5.8.2 Áreas antrópicas agrícolas

As áreas antrópicas agrícolas referem-se a um conjunto extenso de tipos de uso direto da terra para produção de alimentos, fibras ou outras matérias que podem ser empregadas na indústria (IBGE, 2013). No caso da RSE-TO, as áreas antrópicas agrícolas cultivos referem-se aos cultivos temporários diversificados, graníferas e cerealíferas, e frutíferas. Incluem-se também, as áreas de pastagem plantada destinada as atividades de pecuária de corte, leite e criação de animais de porte grande (bovinos e equinos), pecuária com cultivos temporários indiferenciados, pastagens indiferenciadas. Também se somam as áreas com atividades de cultivo florestal para produção madeireira ou reflorestamentos diversos e as capoeiras.

A unidade Cultivos Temporários Diversificados retrata atividades de uso agrícola das terras em situações que envolvem mais de três produtos de cultivos anuais, com destaque para milho, mandioca e feijão. Estes usos geralmente ocorrem em pequenas propriedades com produção diversificada, conjugando culturas temporárias com frutíferas permanentes, cultivo de árvores, pecuária de leite e criação de pequenos animais para consumo familiar (aves e suínos). Nesta categoria estão incluídas as culturas produzidas na agricultura familiar e/ou de subsistência (IBGE, 2013).

A unidade ocupa 3.260,00 hectares do Sudeste do Tocantins (0,06% da área mapeada), em áreas espacialmente descontínuas, mais expressivas nos municípios de Novo Jardim e Dianópolis; e, em menor percentual, Pindorama do Tocantins, Ponte Alta do Bom Jesus, Porto Alegre do Tocantins e Natividade (Figura 114). Predominam os cultivos de mandioca em

pequenas propriedades e associações de pastagem com outros cultivos temporários (feijão, arroz e milho), ocorrendo uma diversidade de pequenos cultivos para autoconsumo, caracterizando uma agricultura familiar de subsistência. Nessas propriedades, há comumente a criação de pequenos animais, com destaque para frangos e galinhas. A atividade principal é a produção de alimentos para subsistência familiar e o excedente é comercializado localmente, nas feiras, mercados e para os programas de aquisição de alimentos do Governo Federal (Programa Nacional de Alimentação Escolar e Programa de Aquisição de Alimentos).

A unidade Cultivos Temporários Diversificados é desenvolvida principalmente em superfícies de declives plano (inferior a 3% de inclinação) e, em menor proporção, suave ondulados (entre 3 e menos de 8% de inclinação). Predominam solos tipificados como NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico, que ocupam mais de um terço da unidade, e apresentam baixa capacidade de retenção de água e nutrientes; além de LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico e CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, que somados representam 46,35%. Cerca de 91,4% da unidade ocorre em áreas classificadas com de Alta e Muito Alta Suscetibilidade à Escassez Hídrica, ou seja, com possibilidades de menores índices pluviométricos, maiores deficiências hídricas e taxas de evapotranspirações. Por fim, salienta-se que os fatores solos e clima, sazonalmente, afetam a produção de alimentos, tendo em vista que os cultivos familiares, usualmente, não utilizam sistemas de irrigação ou outras técnicas agrícolas que minoram efeitos de estiagens prolongadas.



Figura 114. Tipos de uso na unidade Cultivos Temporários Diversificados. (a) Área de cultura diversificada em Ponta Alta do Bom Jesus - TO e (b) Área de roça de toco em Dianópolis - TO.

Fonte: Elaboração do Autor.

A unidade Graníferas e Cerealíferas encerra áreas utilizadas por culturas temporárias de curta ou média duração, de grãos e cereais, geralmente com ciclo vegetativo inferior a um ano, que após a produção deixam o terreno disponível para novo plantio (IBGE, 2013). Na RSE-TO, incluem as culturas de soja, milho e sorgo, por vezes associadas à produção de alimentos via commodities, utilizando maquinário agrícola tecnificado. Abrangem, ainda, cultivos comerciais de arroz de sequeiro, feijão e o feijão caupi ou feijão fradinho.

Ocupa uma superfície de 254.917,00 hectares, equivalente a 4,93% da área em estudo, havendo maior concentração espacial da unidade Graníferas e Cerealíferas em dois setores da área mapeada (Figura 115).

Inicialmente, destaca-se a parte noroeste da RSE-TO, nos municípios de Santa Rosa do Tocantins, São Valério da Natividade, Silvanópolis e Chapada da Natividade e, que registraram a maior produção de grãos da região, de acordo com dados do IBGE (2016). Esses municípios apresentam áreas planas, o que facilita a mecanização e aplicação de tecnologia. O principal grão plantado é a soja, todavia, nos últimos anos, o milho safrinha vem sendo cultivado na entressafra, pós-colheita da soja. Registra-se a presença de estruturas de armazenamento e escritório comercial de soja nos municípios de Silvanópolis (Fiagril), São Valério (Granol) e Santa Rosa do Tocantins (Nidera). A presença dessas tradings pode ser um indicador que essa produção deve aumentar nos próximos anos.



Figura 115. Tipos de uso na unidade Graníferas e Cerealíferas. (a) Área plantada de soja na divisa dos estados do Tocantins e Bahia em Taguatinga - TO e (b) Área colhida de milho em Silvanópolis - TO.

Fonte: Elaboração do Autor.

Outro setor que concentra produção de grãos e cereais localiza-se numa faixa estreita contínua, na extremidade leste do Estado do Tocantins, ao longo da fronteira com o vizinho estado da Bahia. Este setor está posicionado sob o platô da Serra Geral do Tocantins-Bahia, em relevo predominantemente plano desenvolvido sobre rochas sedimentares, em solos profundos, tais como Latossolos e Neossolos Quartzarênicos, de características favoráveis para desenvolvimento de culturas temporárias de ciclo curto, com extensões expressivas nos municípios de Ponte Alta do Bom Jesus, Dianópolis e Novo Jardim. Na área a cultura de maior destaque é a soja, havendo produção de milho e sorgo. Via de regra, são ocupadas por grandes propriedades rurais, que praticam produção tecnificada com grandes investimentos financeiros, e alta produtividade. Segundo informações coletadas em campo, parte significativa destas propriedades rurais está sediada em território baiano, sendo a produção da área mapeada vinculada ao mercado do estado baiano.

Foram mapeadas, de forma dispersa, área ocupadas pela unidade Graníferas e Cerealíferas na faixa norte da área em estudo e, também, na sua extremidade sudoeste, no município de

Palmeirópolis. Em comum, ocorrem em superfícies de relevo plano a suave ondulado onde ocorrem solos profundos, com aptidão para mecanização.

De uma forma geral, as superfícies ocupadas pela unidade correspondem basicamente a relevo plano, com declividade inferior a 3%. Nestas áreas as classes de solos de maior abrangência espacial são PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário latossólico e LATOSSOLO VERMELHO Distrófico, os quais correspondem a 46,7% e 40,6%, respectivamente, das tipologias mapeadas na unidade. Vale ressaltar que maior parte das culturas de grãos e cereais plantadas na região é desenvolvida por meio de sequeiro, o que pode levar a menores índices de produtividade quando ocorrem reduções nos índices de precipitação pluviométrica em nível regional.

De acordo com dados do IBGE, para o ano de 2016, a cultura da soja ocupa 77,6% da superfície ocupada pelas culturas temporárias de grãos, seguidas pelo milho e arroz, que representam, respectivamente, 15,87% e 4,47% da área cultivada. Os municípios de Santa Rosa do Tocantins (37.000 ha), Silvanópolis (27.550 ha), Chapada da Natividade (17.600 ha), São Valério (16.230 ha) e Almas (13.000 ha), todos grandes produtores de soja, possuem as maiores extensões de culturas temporárias, conforme IBGE (2016). As principais culturas temporárias de grãos, área ocupada e produção no ano de 2016, nos municípios da Região Sudeste do Tocantins foram sistematizadas na Tabela 29.

A análise dos dados estatísticos sistematizados sobre área de culturas temporárias na Tabela 29 vis-à-vis aos dados mapeados nas unidades Graníferas e Cerealíferas e Cultivos Temporários Diversificados permitiu aferir uma discrepância expressiva entre a somatória da área informada pelo IBGE e a superfície efetivamente mapeada como área cultivada no município de Dianópolis. Foi identificado que esta discrepância é fruto da diferença entre os limites territoriais praticados pelo Estado do Tocantins, contidos em arquivos vetoriais utilizados por SEPLAN (2012), e os limites praticados pelo IBGE, em relação ao território tocaninense, para coleta dos dados estatísticos sobre produção agrícola⁵.

⁵ Analisando-se os dados de área cultivada, disponibilizados pelo Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA, verificou-se que a área cultivada do município de Dianópolis registrou uma redução abrupta na área plantada entre os anos de 2014 e 2015, passando de 42.102 para apenas 1.212 hectares; que manteve relativamente estável em 2016, com 1250 hectares plantados. Por outro lado, por meio do mapeamento de uso da terra realizado no presente trabalho, com referência ao ano de 2016, identificou-se que parte significativa do cultivo de grãos no município é realizado no platô da Serra Geral Tocantins-Bahia, fronteira com o Estado da Bahia. A partir de interações diretas com a Unidade Estadual do IBGE, em Palmas-TO, foi informado que a partir do ano de 2015 o Instituto passou a utilizar como limite operacional para coleta de informações censitárias a escarpa da Serra Geral, que passou a ser considerado como limite entre os Estado do Tocantins e Bahia e, por conseguinte, do município tocaninense de Dianópolis, até que seja resolvida a questão entre os entes federados, com base na Ação Cível Originária 347 do Supremo Tribunal Federal.

**Tabela 29.** Principais Culturas Temporárias de grãos, área plantada e produção.

MUNICÍPIOS	CULTURA	ÁREA PLANTADA (ha)	PRODUÇÃO (T)
Almas	Arroz	300	480
	Milho	4.700	15.820
	Soja	8.000	26.400
Arraias	Arroz	500	900
	Milho	700	2.100
Aurora do Tocantins	Arroz	300	540
	Milho	400	1.200
	Arroz	600	1.080
Chapada da Natividade	Milho	600	2.100
	Soja	17.000	57.800
Combinado	Arroz	150	270
	Milho	500	1.650
Conceição do Tocantins	Arroz	100	150
	Milho	300	900
	Arroz	200	360
	Milho	200	600
	Soja	500	1.700
Lavandeira	Arroz	200	320
	Milho	250	625
Natividade	Arroz	700	1.260
	Milho	800	3.200
Novo Alegre	Soja	1.000	3.300
	Arroz	150	270
	Milho	400	1.200
Novo Jardim	Arroz	300	510
	Milho	600	1.800
Palmeirópolis	Arroz	30	70
	Milho	567	2.580
	Soja	2.220	6.500
Paraná	Arroz	50	110
	Feijão Fradinho	45	35
	Milho	200	760
Pindorama do Tocantins	Arroz	10	25
	Milho	50	175
	Soja	500	1.110
Ponte Alta do Bom Jesus	Arroz	600	1.020
	Milho	600	1.680
Porto Alegre do Tocantins	Arroz	400	680
	Milho	500	2.000
Rio da Conceição	Arroz	50	75
	Milho	80	190
Santa Rosa do Tocantins	Milho	400	21.725
	Soja	36.000	103.680
	Sorgo	600	900
	Arroz	15	32
	Feijão Fradinho	20	15
	Milho	50	210
São Valério	Arroz	20	45
	Feijão	90	49
	Feijão Fradinho	90	70
	Milho	530	2.600
	Soja	15.500	45.000
	Sorgo	200	350
Silvanópolis	Feijão	1.500	1.800
	Milho	5.550	23.370
	Soja	20.500	59.040
Taguatinga	Arroz	1.000	3.000
	Milho	2.500	12.500
Taipas do Tocantins	Arroz	150	225
	Milho	200	440
TOTAL		130.267	418.596

Fonte: IBGE (2016).

A unidade Frutíferas compreende áreas utilizadas para a produção de frutas, principalmente por culturas permanentes, com ciclo vegetativo de longa duração. Essas plantas produzem por vários anos sucessivos sem a necessidade de novos plantios após colheita, sendo utilizadas técnicas de cultivo tradicional, orgânico, assim como o cultivo de plantas modificadas (IBGE, 2013). Nesta categoria estão espécies frutíferas, como bananeiras, mangueiras, laranjeiras, limoeiros e coqueiros. Para este trabalho, a unidade também abrange culturas com ciclo vegetativo de curta ou média duração, geralmente inferior a um ano, que após a colheita necessita de novo plantio para produzir, como, por exemplo, a melancia. Inclui-se nessa categoria o abacaxi, que apresenta ciclo de colheita superior a 12 meses (Figura 116).



Figura 116. Tipos de uso na unidade Frutíferas. (a) Cultivo de banana e (b) abacaxi no Distrito Irrigado Manoel Alves em Dianópolis - TO.

Fonte: Elaboração do Autor.

No sudeste do Tocantins, a produção de frutas ocorre de forma destacada no DIMA. A área irrigável aproximada do projeto é de 3.792 hectares, dividido em lotes variados, ocupados por produtores empresariais e pequenos produtores, que estão sendo explorados com fruticultura, por meio de métodos modernos de irrigação - gotejamento, microaspersão e aspersão convencional (SEAGRO, 2016 a, b).

O DIMA é considerado um dos mais novos projetos de irrigação de grande porte, com participação do poder público no Brasil, e conta com cerca de 18 km de canais de irrigação com um lago de 22 km de extensão com capacidade para armazenar cerca de 250 milhões de metros cúbicos de água (SEAGRO, 2017). Atualmente, o projeto conta com 146 lotes ocupados, a maioria de pequenos produtores que produzem e comercializam frutas como a banana, manga, abacaxi, coco, maracujá, mamão e cítricos (laranja, limão, tangerina). Os cultivos de maior destaque são a banana, seguidos da manga e abacaxi. A produção abastece o mercado interno e os estados de Goiás, São Paulo, Pará e o Distrito Federal. Além de fruticultura, há a produção de hortifrutigranjeiros no DIMA com utilização de irrigação, como a abóbora.

Áreas classificadas como “Frutíferas” foram também identificadas nos municípios de Paranã, Silvanópolis, Arraias, Palmeirópolis, São Salvador do Tocantins e Taipas do Tocantins; somados, representam apenas 0,04% da unidade mapeada. Dados do IBGE (2016) para o



Sudeste do Tocantins registram que a produção regional de frutas possui como destaque a banana, havendo cultivo de mangas e melancia, como pode ser visto pela Tabela 30. Em Dianópolis estão presentes outras culturas, como mamão, coco e frutas cítricas (laranja, limão, tangerina, maracujá, abacaxi); todavia, a produção da banana merece destaque pela superfície plantada, volume produzido e rendimento médio, comparativamente aos demais municípios da região, como resultado da adoção de técnicas cultivo irrigado.

Tabela 30. Principais culturas de frutíferas, área plantada, produção e rendimento médio.

MUNICÍPIOS	CULTURA	ÁREA PLANTADA (Ha)	PRODUÇÃO OBTIDA (T)	RENDIMENTO MÉDIO (Kg/Ha)
Almas	Banana	38	342	9.000
Arraias	Banana	24	240	10.000
Aurora do Tocantins	Banana	8	80	10.000
Chapada da Natividade	Banana	38	340	8.947
Combinado	Banana	8	84	10.500
Conceição do Tocantins	Banana	10	85	8.500
Dianópolis	Banana	430	6.380	22.000
	Coco	39	154	22.000
	Laranja	3	36	12.000
	Limão	2	32	16.000
	Mamão	18	104	8.000
	Manga	102	240	8.000
	Maracujá	30	250	10.000
	Tangerina	3	60	20.000
	Abacaxi	88	1.450	25.000
Lavandeira	Banana	6	45	7.500
Natividade	Banana	37	370	10.000
Novo Alegre	Banana	6	54	9.000
Novo Jardim	Banana	5	40	8.000
Palmeirópolis	Banana	28	80	3.077
	Manga	5	40	8.000
Paranã	Banana	64	186	3.000
	Manga	40	320	8.000
Ponte Alta do Bom Jesus	Banana	13	117	9.000
Porto Alegre do Tocantins	Banana	8	64	8.000
Rio da Conceição	Banana	4	25	6.250
São Salvador do Tocantins	Banana	22	66	3.000
São Valério da Natividade	Banana	67	200	3.030
	Melancia	10	220	22.000
Taguatinga	Banana	35	300	10.000
Taipas do Tocantins	Banana	27	200	7.407
Total		1.218	12.204	325.211

Fonte: IBGE (2016).

A unidade Pecuária com Cultivos Temporários Diversificados retrata atividades de pecuária com uso agrícola das terras em situações que envolvem mais de três produtos de cultivos anuais, com destaque para mandioca, arroz e milho (IBGE, 2013), conjugando pastagens, hortícolas, frutíferas permanentes, e criação de pequenos animais, especialmente galinhas. Em geral, esta unidade representa as atividades da agricultura familiar e/ou de subsistência (Figura 117).



Figura 117. Tipos de uso na unidade Pecuária com Cultivos Temporários Diversificados. (a) Dianópolis-TO e (b) São Salvador do Tocantins.

Fonte: Elaboração do Autor.

No Sudeste do Tocantins, a unidade representa 48.618,00 hectares (0,94% da área mapeada), e está associada a projetos de assentamento e comunidades quilombolas. Predominam os cultivos de mandioca em pequenas propriedades e associações de pastagem com outros cultivos temporários (feijão, arroz e milho), ocorrendo uma diversidade de pequenos cultivos para autoconsumo, caracterizando uma agricultura familiar de subsistência. Nessas propriedades, as pastagens são usadas para a bovinocultura com baixa produtividade, voltada principalmente, para cria e venda de bezerros. Há comumente a criação de pequenos animais, suínos e, principalmente, galináceos. A atividade principal é a produção de alimentos para subsistência familiar e o excedente é comercializado localmente, nas feiras, mercados e para os programas de aquisição de alimentos do Governo Federal.

As comunidades quilombolas têm forte presença no sudeste do Tocantins. Nesta unidade de mapeamento, destacam-se as comunidades de Lajeado (Dianópolis), Mimoso e Lagoa da Pedra, respectivamente, nos municípios de Paranã e Arraias.

Quanto aos assentamentos rurais, possuem maior abrangência espacial na faixa norte da RSE-TO, nos municípios de São Valério da Natividade, Chapada da Natividade, Natividade, Santa Rosa do Tocantins e Pindorama do Tocantins. Conforme o Sistema de Informações Territoriais do Ministério do Desenvolvimento Agrário, em 2011 existiam 6.381 agricultores familiares na região sudeste do Tocantins, sendo 852 famílias em assentamentos rurais. Parte significativa dos assentamentos sofre com a falta de água e inexistência de infraestrutura mínima para sobrevivência e produção, tais como estradas vicinais, energia elétrica, máquina e equipamentos e escassez hídrica (MDA, 2015).

A unidade Pecuária de Animais de Grande Porte corresponde as áreas onde a vegetação natural foi substituída por vegetação de gramíneas, geralmente exóticas de origem africana, e/ou leguminosas perenes, ou ainda mantidas as espécies de gramíneas naturais, com porte de altura variando de alguns decímetros a alguns metros, e cujo objetivo principal é de servir como pastoreio para criação de animais (IBGE, 2013). Nesta unidade destacam-se as atividades da pecuária visando à produção de animais domésticos com objetivos econômicos,



tais como a criação de animais de grande porte (bovino, equinos, muares, dentre outros). A unidade exhibe atividades diversificadas em função do objetivo final, o que varia de acordo com diferentes produtos a serem obtidos, tais como: produção de carne, de leite, ou carne/leite (mista), e produção de matrizes e/ou reprodutores. Por vezes, as atividades de pecuária podem estar associadas com cultivos temporários e/ou perenes, ou eventualmente com pastagem irrigada.

A atividade ocupa 747.628, hectares, maior extensão dentre todos os usos da terra da Região Sudeste, equivalentes a 14,45% do seu território. Apresenta ampla dispersão em toda a região, com as maiores extensões registradas nos municípios de Arraias (118.625,00 hectares), Paranã (105.960,00 hectares), Taguatinga (74.463,00 hectares), Almas (71.216,00 hectares) e Natividade (54.882,00 hectares). Palmeirópolis (52.978,00 hectares).

Em relação aos tipos de pastagens, as pastagens plantadas possuem maior expressão espacial sendo formadas por forrageiras de capim africano do gênero *Braquiária*. Todavia, apresentam grande variação na qualidade dos pastos, derivadas dos processos tecnológicos adotados no estabelecimento, na manutenção e no manejo, além das condições edafoclimáticas das áreas de ocorrência, conforme pode ser visto pela Figura 118.

Os CAMBISSOLOS HÁPLICO e PLINTOSSOLOS PÉTRICO Concrecionários estão presentes em 38,02 e 35,54%, respectivamente, da Unidade Pecuária de Animais de Grande Porte e podem apresentar atributos restritivos ao cultivo intensivo, relacionados à sua menor profundidade efetiva. De uma forma geral, a deficiência hídrica condiciona a atividade pastoril a baixos índices de capacidade de suporte da pecuária.

Embora a criação de bovinos a pasto seja uma atividade menos onerosa e mais eficiente economicamente para a ocupação das terras, por outro contribuíram, e ainda contribuem, para criar uma tradição de baixo investimento no uso de tecnologia e de insumos na formação e no manejo de grande parte das pastagens, tendo como principal consequência a alta incidência de pastagens degradadas. Nas áreas mais secas, no período de estiagem, que compreende os meses de abril a outubro, em geral, as pastagens além de apresentar um porte muito baixo, ficam muito secas. Por vezes a falta de manutenção e limpeza faz com que as espécies invasoras ocupem as pastagens diminuindo ainda mais a disponibilidade de forragens para pastejo, derivando-se os denominados “pastos sujos”, identificados em 117.615,00 hectares, ou o equivalente a 15,73% da superfície da unidade Pecuária de Animais de Grande Porte. Os “pastos sujos” ocupam maiores superfícies nos municípios de Arraias (18.652,00 hectares), Paranã (18.124,00 hectares) e Dianópolis (13.982,00 hectares).

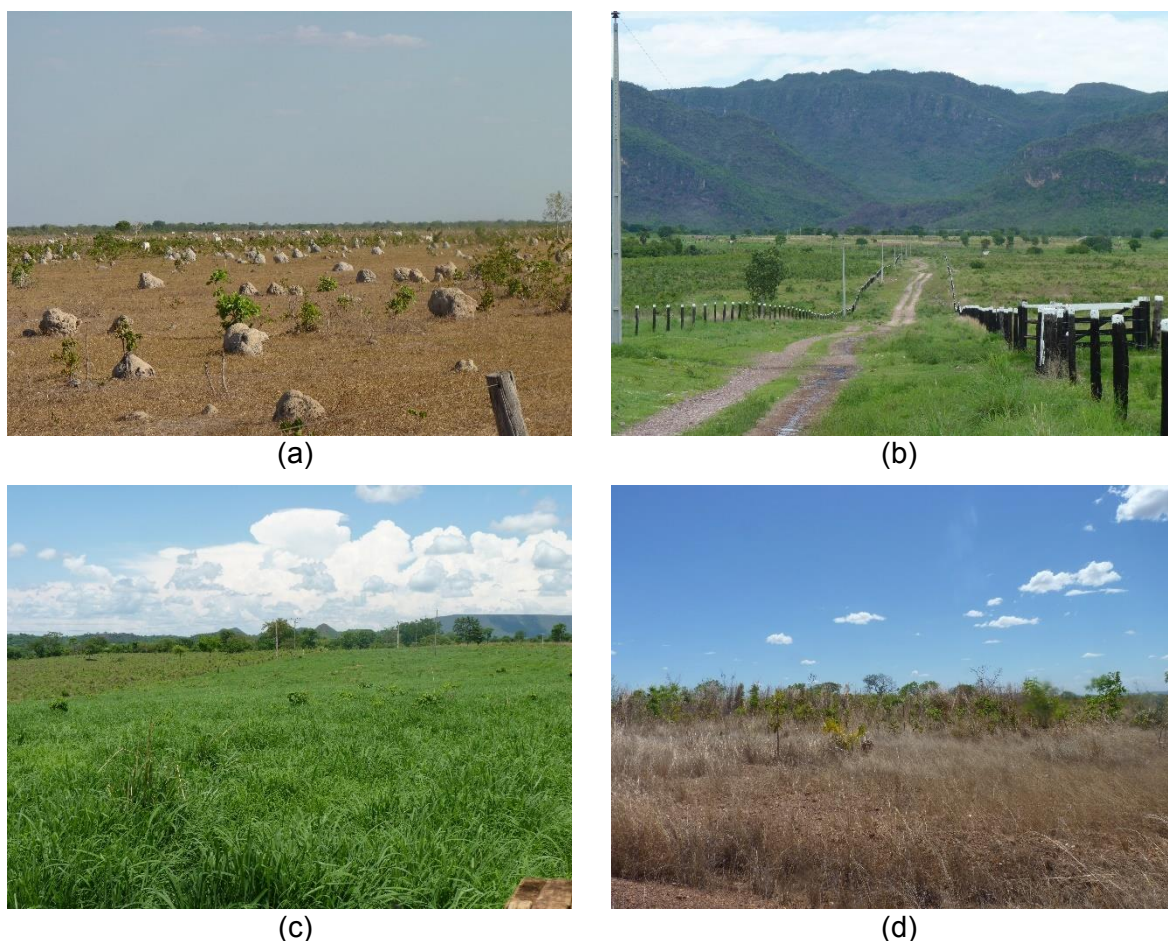


Figura 118. Tipos de uso na unidade Pecuária de Animais de Grande Porte. (a) Pastagem degradada no município de Silvanópolis - TO; (b) Pastagem cultivada em ambiente de Cerrado Típico no município de Paranã - TO; (c) Pastagem cultivadas em ambiente de Floresta Estacional no município de Combinado e (d) Pasto sujo em ambiente de Cerrado Ralo no município de Almas -TO.

Fonte: Elaboração do Autor.

A atividade pecuária desenvolve-se também a partir da combinação de pastagens plantadas com pastagens nativas, que variam desde um estrato herbáceo com gramíneas e leguminosas até um arbustivo-arbóreo com plantas de médio porte, equivalentes às fitofisionomias de campo limpo até cerrado típico. Parte destas áreas cobertas por vegetação nativa estão situadas sobre NEOSSOLOS LITÓLICOS em ambientes de relevo com maior declividade, e em NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS ou PLINTOSSOLOS PÉTRICOS, com menor potencial para atividades agropecuárias. Estas áreas, comumente são submetidas a queima em diferentes épocas do ano, a partir do fim do período de chuvas. Dentre os propósitos de uso do fogo em pastagens, destacam-se a eliminação da macega para forçar a rebrotação nova, mais aproveitada pelos animais, e o controle da vegetação lenhosa. As pastagens nativas apresentam baixo potencial de produção bovina.

Na região sudeste estima-se um rebanho bovino de 1.097.231 cabeças, segundo dados do IBGE (2016), correspondente a 13,75% do total do estado. Destacam-se na região com maior rebanho, os municípios de Arraias (176.540 cabeças), Paranã (132.706 cabeças), Taguatinga



(104.938 cabeças), Palmeirópolis (72.837 cabeças) e Natividade (63.469 cabeças). Na Figura 119 demonstra-se a espacialização do quantitativo do rebanho bovino na Região Sudeste.

Grosso modo, a produtividade é baixa, em média menos de uma cabeça por hectare, explicado pelo baixo índice pluviométrico e pastagens deficientes. Como a atividade de criação e venda de bezerras é pouco atrativa para os produtores e pouco intensiva em mão-de-obra, o retorno da atividade para o desenvolvimento econômico regional é limitado (SEAGRO, 2016). Este cenário se reflete no pequeno número de agroindústrias ligadas a pecuária de corte. Conforme pode ser visualizado no Quadro 72, quatro matadouros possuem Serviço de Inspeção Municipal (SIM); um frigorífico, denominado Frigorífico Savana, possui o Serviço de Inspeção Estadual (SIE), ou seja, com autorização para comercializar para outras cidades do estado; e nenhum com SIF - Serviço de Inspeção Federal, com capacidade para exportar para fora do estado do Tocantins. Não foram identificados curtumes na RSE-TO.

Quadro 72. Relação dos Frigoríficos da Região Sudeste do Tocantins.

Município	Empresa	Produtos	Serviço de Inspeção			Situação
			S.I.M.	S.I.E.	S.I.F.	
Silvanópolis	Frigorífica Savana	Carne Bovina	--	55	--	Ativa
Dianópolis	(Matadouro Particular)	Carne Bovina	x	--	--	Ativo
Natividade	Matadouro Frigo Castro	Carne Bovina	x	--	--	Ativo
Pindorama	(Matadouro Municipal)	Carne Bovina	x	--	--	Inativo
Ponte Alta	Matadouro Frigo-Palta	Carne Bovina	x	--	--	Ativo
Taguatinga	(Matadouro Municipal)	Carne Bovina	--	--	--	Inativo

S.I.M.: Serviço de Inspeção Municipal; S.I.E.: Serviço de Inspeção Estadual; S.I.F.: Serviço de Inspeção Federal.

Fonte: Seplan (2015).

A atividade leiteira profissional é pouco expressiva na RSE-TO. Os municípios de Combinado, Aurora do Tocantins, Lavandeira e Novo Alegre possuem pastagens plantadas formadas sobre antigas áreas de Floresta Estacional, assentadas sobre manchas de solos mais férteis, que constituem área de produção leiteira. Foram identificados apenas dois entrepostos de captação de leite, em nível regional, localizados no município de Combinado.

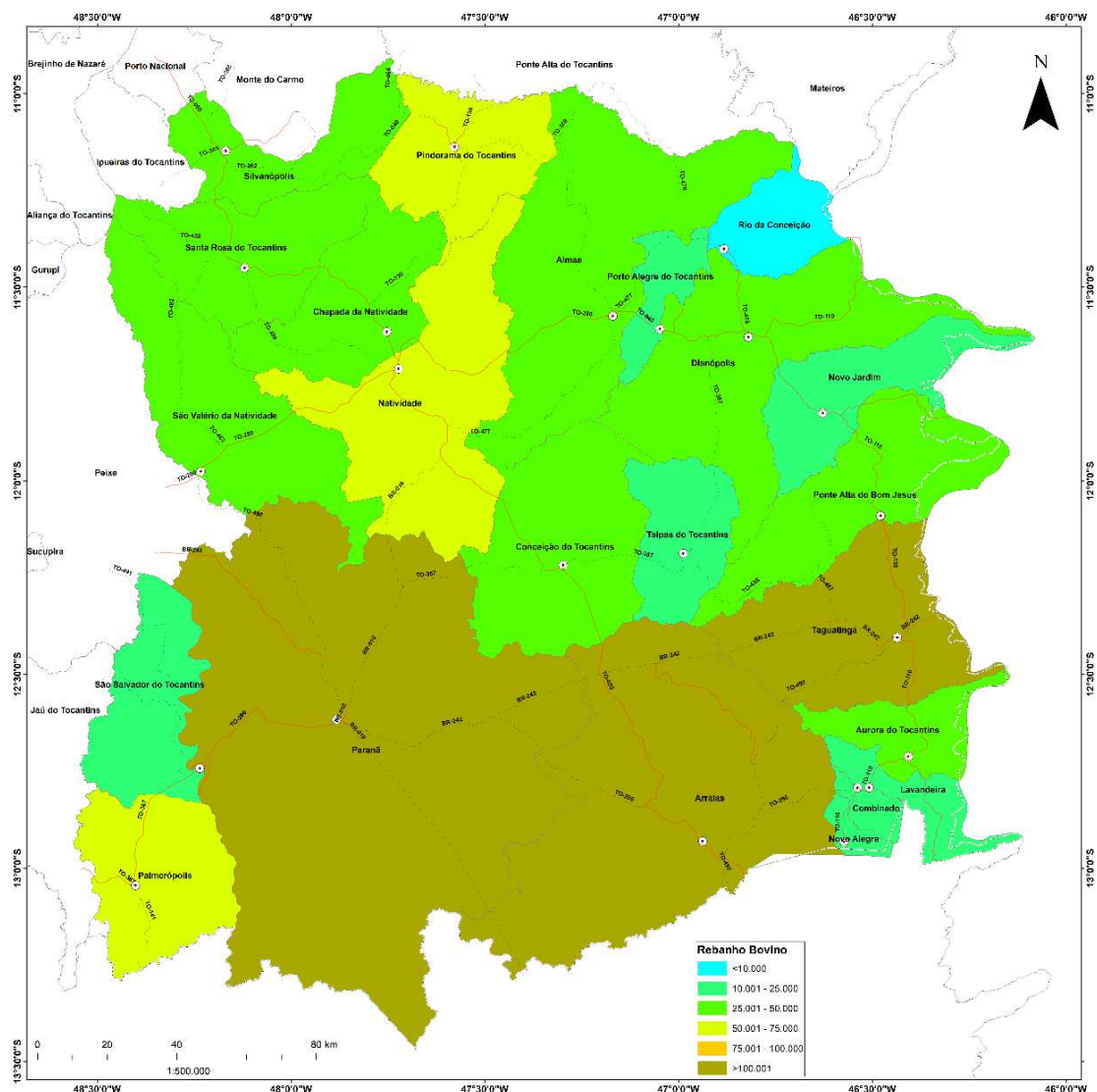


Figura 119. Quantitativo do rebanho bovino nos municípios da RSE-TO.

Fonte: Elaboração do Autor, a partir de Seplan (2015).

A unidade Pastagens Indiferenciadas corresponde às áreas desmatadas com pastagem plantada, utilizada especificamente para a proteção do solo com vista a utilização futura para outros fins agrícolas, em detrimento à atividade pecuária (Figura 120). Ocupa 5.927,00 hectares (0,11% da área mapeada). Essas áreas se notaram mais representativa no município de Dianópolis (2.987,82 hectares), no entorno de Distrito Irrigado Manoel Alves, em áreas destinadas para a expansão do plantio de frutíferas. Além disto, foram mapeadas nos municípios de Arraias (1.458,03 hectares), Almas (1.161,72 hectares), Conceição do Tocantins (172,88 hectares) e Paranã (143,13 hectares).

As Pastagens Indiferenciadas cobrem principalmente CAMBISSOLO HÁPLICO Distrófico típico e LATOSSOLO VERMELHO Distrófico, que representam 50,11 e 38,93% da superfície da unidade.

A unidade Reflorestamento é uma atividade da silvicultura, estabelecido por meio do plantio ou formação de maciços com espécies florestais que podem ser de origem nativa ou exótica (IBGE,

2013). Na unidade consideram-se plantios homogêneos feitos com espécies exóticas, predominantemente de eucalipto, com fim na produção de madeira, geração de energia, ou outros produtos florestais, e de seringueira, destinada à produção de látex (Figura 121). Esse tipo de uso da terra ocupa uma extensão total de 12.019,00 hectares (0,23% da área mapeada), distribuída principalmente nos municípios de Conceição do Tocantins (1.983 hectares), São Valério da Natividade (1.715 hectares), Dianópolis (1.265 hectares), Palmeirópolis (1.182 hectares), Natividade (1.103 hectares) e Almas (1.023 hectares). Os demais municípios têm áreas menores que 1.000 hectares de florestas plantadas.



Figura 120. Tipos de uso na unidade Pastagens Indiferenciadas no entorno do Distrito Irrigado Manoel Alves no município de Dianópolis - TO (a e b).

Fonte: Elaboração do Autor.

A silvicultura se instalou preponderantemente sobre PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário latossólico, NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico e CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, em ambiente de relevo plano, que favorece o manejo e os tratamentos culturais.

De acordo com informações do IBGE (2016b), o eucalipto é a espécie mais representativa da silvicultura do Sudeste do Tocantins, correspondendo a 86,35% da ocupada na silvicultura. Outras espécies, incluindo seringueira, teca, acácia e mogno, representam 12,43% dos efetivos de silvicultura na região. O plantio de pinus responde por apenas 1,22 % da área ocupada por reflorestamento.



Figura 121. Tipos de uso na unidade Reflorestamento. Área de silvicultura: (a) plantio de eucalipto em Natividade - TO e de (b) seringueira em Palmeirópolis - TO.

Fonte: Elaboração do Autor.

As maiores áreas de plantios de eucalipto estão localizadas, por ordem, nos municípios de Paranã, Ponte Alta do Bom Jesus, Taguatinga e Dianópolis; somados respondem por 71,5% das florestas plantadas na RSE-TO, de acordo com informações de SEAGRO (2016c).

Com base nos dados do IBGE (2016), observa-se que a RSE-TO totaliza apenas 5,8% da área ocupada pela silvicultura no estado do Tocantins. Segundo SEBRAE (2014), foram plantadas algumas áreas de eucalipto, no ano de 2008, como resposta à política de incentivos do Estado. No entanto, a falta de organização da cadeia de produção associada às restrições agroclimáticas da região em relação a temperatura, pluviosidade e disponibilidade hídrica afetou a expansão da atividade na região. Todavia, apesar de não possuir quantitativo expressivo de pequenas propriedades voltadas ao plantio florestal de eucalipto, atuam no Sudeste do Tocantins grandes empresas do segmento de florestas plantadas, caso da *GMR Florestal*, que possui plantios de eucalipto nos municípios de Paranã, Ponte Alta do Bom Jesus, São Valério da Natividade e Porto Alegre do Tocantins.

No que diz respeito à heveicultura, segunda cultura florestal em termos de extensão territorial na RSE-TO, destaca-se o município de Palmeirópolis, que possui a maior área de seringueira do Tocantins, correspondente a cerca de 17,5% do plantio estadual. Registra-se, ainda, o plantio teca em Conceição do Tocantins, São Valério da Natividade e Porto Alegre do Tocantins; de acácia em Paranã, Natividade e Conceição do Tocantins; de pinus no município de Almas; e de mogno em Conceição do Tocantins e São Valério da Natividade, conforme dados da SEAGRO (2016).

A unidade Capoeira corresponde às áreas abandonadas por atividades agropecuárias onde a vegetação secundária iniciou a regeneração, abrangendo tanto fitofisionomias arbóreo-arbustivas quanto estratos mais avançados (mata secundária incipiente), conforme a formação vegetal nativa originária. (Figura 122).



Figura 122. Tipos de uso na unidade Capoeira - (a) Área de Capoeira com vegetação em estágio avançado de regeneração em Pindorama - TO e (b) Área de Capoeira com vegetação em estágio médio de regeneração em Santa Rosa do Tocantins - TO.

Fonte: Elaboração do Autor

Na RSE-TO, a unidade Capoeira foi identificada comumente em áreas utilizadas anteriormente por sistemas extensivos de produção pecuária bovina, em que houve a degradação das pastagens em função de seu manejo.

Quanto ao tipo de vegetação secundária em regeneração, possuem maior destaque os tipos e subtipos vinculados às formações savânicas, em especial Cerrado sensu stricto. Apesar do predomínio das feições savânicas, as formações florestais estão presentes na área de estudo, na forma de mosaicos em ambientes de transição savana-floresta, formando áreas de tensão ecológica.

A unidade Capoeira guarda vínculo com o tipo de manejo antrópico, em especial ao regime (frequência e intensidade) do uso de fogo e a abertura e raleamento da vegetação para implantação de atividades agropecuárias, bem como variáveis do ambiente controladas por fatores naturais como material de origem (rochas), solos, relevo, e disponibilidade hídrica.

Nas áreas de Capoeira destacam-se na paisagem algumas espécies lenhosas pioneiras, como o carvoeiro do Cerrado (*Sclerobium paniculatum* var. *subvelutinum*), a lobeira (*Solanum lycocarpum*) e a Sambaíba ou Lixeira (*Curatella americana*) em ambientes de Cerrado Sensu Stricto; e a embaúba (*Cecropia pachystachya*) e a palmeira babaçu (*Attalea speciosa*) nas áreas de tensão ecológica. A palmeira babaçu é uma espécie representativa em sucessão à vegetação primária em estágios mais evoluídos nas áreas de capoeira, em contato da Savana com a Floresta Estacional.

A unidade Capoeira ocupa 117.615,00 hectares (2,54% da área mapeada). Distribui-se em toda a região Sudeste, concentrando-se, no entanto, nos municípios de Almas (19,23% da unidade) Dianópolis (17,23% da unidade), Arraias (7,14% da unidade), Conceição do Tocantins (7,14% da unidade) e Natividade (7,02% da unidade). Em geral, a unidade ocupa principalmente solos pobres em nutrientes, como CAMBISSOLO HÁPLICO distrófico, PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário, NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico.

5.8.3 Outras áreas

A unidade Praias corresponde a superfícies ocupadas por extensões de areias, dunas, cascalhos e/ou seixos, com pouca ou nenhuma vegetação, associados às margens de córregos, rios e ilhas fluviais. As praias são depósitos de sedimentos predominantemente arenosos e siltsos, acumulados em planícies de inundação descontínuas por agentes de transporte fluviais, que ficam descobertas durante a vazante dos rios. As ilhas fluviais são depósitos de sedimentos e blocos no centro do canal fluvial, formados pela redução da competência do canal (Figura 123).

Na RSE-TO, as áreas mais significativas de praias foram identificadas nas margens dos rios Tocantins, Palma, Paranã e Manoel Alves. As praias estão associadas a canais fluviais com meandros irregulares em gradientes topográficos suaves, que se alternam a trechos de maior capacidade erosiva e de transporte de sedimentos pelos agentes fluviais.

No território tocantinense, as praias fluviais surgem devido ao período de estiagem que dura cerca seis meses por ano, entre maio a outubro, e são destinos turísticos populares durante as férias de julho e agosto para as pessoas que moram no Tocantins e nos estados vizinhos. Embora no Sudeste do Tocantins não haja a formação de praias fluviais com extensões de areia tão grandes como no rio Araguaia, algumas praias atraem fluxos regionais sazonais de visitação para atividades de banho de sol e rio, pesca e passeios fluviais. Dentre esses atrativos fluviais, destacam-se as praias localizadas no rio Paranã, em especial a praia do Dominginhos, no município de Paranã.



Figura 123. Tipos de uso na unidade Praias. Praias fluviais (a) no rio Manoel Alves no município de Natividade - TO e (b) no rio Palmas no município de Paranã - TO.

Fonte: Elaboração do Autor.

5.8.4 Água

A unidade Corpos d'Água Continental referem-se aos corpos d'água naturais e artificiais que não são de origem marinha tais como rios, canais, lagos e lagoas, represas, açudes (IBGE, 2013). Abrange corpos hídricos vinculados às bacias hidrográficas dos rios Tocantins, Paranã, Palma e Manoel Alves da Natividade. A superfície desta unidade totaliza 66.888,3 hectares

(Figura 124).

Na escala de mapeamento adotada no trabalho, foram mapeados cursos fluviais perenes e intermitentes. Segundo SEMARH (2007), a capacidade de armazenamento de águas pelas rochas exerce, juntamente com a vegetação, um importante papel no ciclo hidrológico na bacia hidrográfica do rio Manuel Alves.



Figura 124. Tipos de uso na unidade *Corpos D'água Continental*. (a) Travessia no Rio Manoel Alves em Santa Rosa do Tocantins - TO; (b) Vista do reservatório de Usina Hidrelétrica Peixe Angical no Rio Tocantins no município de São Sebastião do Tocantins - TO.

Fonte: Elaboração do Autor.

As chapadas do oeste baiano funcionam como “grandes esponjas”, responsáveis por reter as águas das chuvas, que infiltram nas formações arenosa da Formação Urucuaia, da bacia sedimentar São Franciscana. Após encherem os reservatórios do Aquífero Urucuaia, as águas infiltram, afloram nas nascentes das encostas da Serra Geral, formando uma grande quantidade de rios caudalosos que se mantêm perene mesmo durante os períodos de severas estiagens. Por outro lado, os rios localizados no domínio de rochas fraturadas, apresentam características de rios intermitentes, que secam durante a estiagem devido à incapacidade das rochas armazenarem água por longos períodos.

Em grande medida, a existência de cursos fluviais intermitentes e/ou com baixo volume hídrica agrava a situação das atividades produtivas nos períodos de estiagem no Sudeste do Tocantins.

Distribuída em todos os municípios da região sudeste, a unidade *Corpos d'água continental* possui maior expressão espacial nos municípios de Paranã e São Salvador do Tocantins que, somados, totalizam mais de 50% da RSE-TO. Esta concentração é resultante da construção de duas barragens e formação de dois grandes reservatórios no médio curso do rio Tocantins, para as usinas hidrelétricas de Peixe-Angical e de São Salvador.

A construção da barragem da UHE Peixe Angical formou um reservatório que opera a fio d'água, possuindo uma área total de 294,1 km² e extensão de 120 km, a barragem apresenta 39 m de altura e 6,2 km de extensão, contando com uma escada para transposição de peixe, na sua ombreira direita. O vertedouro tem 213 metros, com capacidade para escoar 33 mil m³/s (AGOSTINHO, AKAMA, LUCINDA, 2009). Foram impactados pela construção do

barramento, os municípios de São Salvador do Tocantins, Paranã e Peixe (situado fora da área mapeada). Além da geração de energia elétrica, algumas das atividades econômicas advindas da existência do lago da UHE Peixe Angical são o turismo no entorno do reservatório, para banhos de lago e pesca amadora, e a atividade pesqueira, realizada por colônia de pescadores.

A unidade Piscicultura corresponde a criação e multiplicação de peixes. Ela está relacionada com a aquicultura realizadas em represamentos de água de corpo continental (Figura 125). Quanto ao sistema de manejo, podem ser semi-intensiva: quando a produtividade natural é estimulada pela adubação, além de alimentos suplementares como grãos, farelos, tortas, farinhas para prover a maior densidade de estocagem; ou intensiva: quando há o uso de ração balanceada; a desova induzida, com matrizes geneticamente selecionadas; controle de predadores com armadilhas, telas protetoras, agentes químicos e adoção de medidas profiláticas. Pode ser realizada em tanques, viveiros e demais reservatórios, nos quais se tenha controle total sobre a entrada e saída de água e/ou nos sistemas de consórcio de animais com plantas (IBGE, 2013).



Figura 125. Tipos de uso na unidade Piscicultura. (a) Tanque de piscicultura em período de despescas - o viveiro é totalmente esvaziado e o peixe coletado no final, em Dianópolis - TO; (b) Tanque de piscicultura cheio, em Almas - TO.

Fonte: Elaboração do Autor.

No sudeste do Tocantins esta unidade ocorre ocupa 75,9 hectares, em especial nos municípios de Almas, Dianópolis e Porto Alegre do Tocantins, embora tenha sido mapeada também em Paranã e São Salvador do Tocantins. A produção ocorre em açudes de pequeno e médio porte e em tanques escavados. O município de Almas concentra as principais atividades relacionadas a cadeia de produção de peixes no Tocantins: a piscicultura, a alevinagem, criação, engorda e frigoríficos. Os principais frigoríficos de pescados presentes na região são o Tamborá e Piracema. Os peixes abatidos nos frigoríficos em questão atendem ao estado do Tocantins e tem, ainda, como destino os estados de São Paulo, Goiás, Mato Grosso do Sul e o Distrito Federal.

De acordo com SEAGRO (2017), no ano de 2015, mais da metade do volume total da produção de pescado oriundos de piscicultura comercial no estado, estimada em 18.000 toneladas, foi originária da RSE-TO, principalmente no município de Almas.



O Povoado do Retiro, distrito de São Salvador do Tocantins, é sede da colônia de pescadores local, Z 28, a qual conta com 78 associados (todos ativos). Criada em 2009, a colônia organiza a atividade da pesca na região, que é a base do sustento das famílias dos pescadores vinculados esta, e que no período de defeso ficam dependes do seguro da pesca. Na colônia, a venda é feita diretamente pelo associado, sendo que a cooperativa se responsabiliza apenas pela emissão das guias. Os associados da colônia Z 28 (Povoado do Retiro) vendem para atravessadores a maior parte da produção. No que se refere ao mercado consumidor, destaca-se à venda para outros estados como Goiás e o Distrito Federal (FLORES et al., 2016).

No município de Paranã, foi criada em 2009, a colônia de pescadores (pesca extrativa) do que atualmente conta com 62 associados. Além destes, outros 80 pescadores esperam liberação dos registros para poderem se associar. A venda do peixe é destinada a peixarias nos municípios de Arraias (TO), Campos Belos (GO) e Taguatinga (TO). Como a licença de pesca extrativa não os permite vender para fora do estado, essa venda é feita via atravessador (FLORES et al., 2016).

Estudo de viabilidade econômica conduzido pela Embrapa (FLORES et al., 2016) indicou potencial para a atividade piscicultura em tanques rede no reservatório da Usina Hidroelétrica de Peixe Angical.

A usina hidrelétrica de São Salvador está distante aproximadamente 80 km da hidrelétrica de Peixe Angical. O aproveitamento hidrelétrico São Salvador formou um reservatório com cerca de 104 km², nos municípios de Palmeirópolis, Paranã e São Salvador do Tocantins, no estado do Tocantins, e Cavalcante e Minaçu, no estado de Goiás, fora da área mapeada. A UHE São Salvador é formada por três barragens que se unem: duas de terra com 34 m de altura e uma de concreto com 50 m, no centro da estrutura. Na última estão a tomada d'água, o vertedouro e a casa de força. O reservatório da barragem possui profundidade média de 10 metros.

Não há atualmente atividades de produção de peixes em tanques rede nos reservatórios formados pelos barramentos das UHEs Peixe-Angical e São Salvador. Contudo, estima-se a capacidade de produção em tanques rede de aproximadamente 45.000 t/ano no lago formado pela UHE Peixe-Angical, e de cerca de 27.000 t/ano no lago da UHE São Salvador (MPA, 2015 apud SEAGRO, 2017).

5.9 Vulnerabilidade de paisagens à perda de solo

A análise da Carta de Vulnerabilidade de Paisagens à Perda de Solo do Sudeste do Tocantins mostra uma gradação de classes entre o limite superior do grau de vulnerabilidade Moderadamente Vulnerável (cores próximas do amarelo) e o limite inferior do grau de vulnerabilidade Estável (cores próximas do azul), ou seja, as classes de vulnerabilidade se distribuem entre o grau de vulnerabilidade Moderadamente Vulnerável, Medianamente Estável/Vulnerável e Moderadamente Estável. A Figura 126 e Apêndice U mostra a Carta de Vulnerabilidade de Paisagens à Perda de Solo do Sudeste do Tocantins.

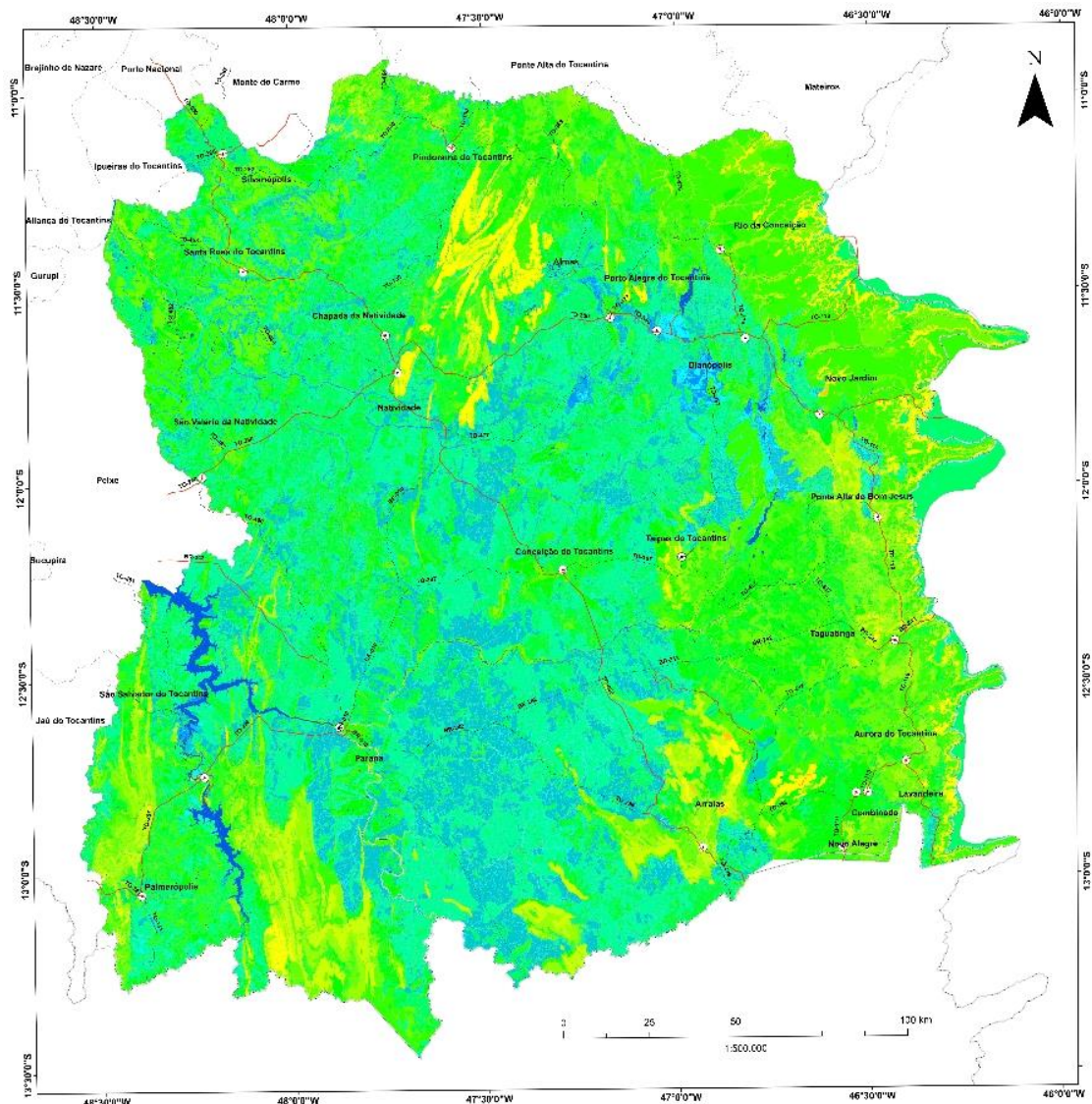


Figura 126. Carta de Vulnerabilidade de Paisagens à Perda de Solo da RSE-TO.

Fonte: Elaboração do Autor, a partir de Crepani et. el. 2001.

As planícies e fundos de vales sujeitos a inundações são áreas fortemente instáveis, com predomínio absoluto de morfogênese, representando caso especial em que não se leva em conta valores de estabilidade. Essas áreas sempre são consideradas classes de grau de vulnerabilidade Vulnerável e são verificadas margeando os principais cursos d'água da região (Rio Tocantins, Paranã, Palmas, Balsas, São Valério, Formiga e Manoel Alves).

5.9.1 Grau de vulnerabilidade moderadamente vulnerável

As classes de grau de vulnerabilidade Moderadamente Vulnerável apresentam distribuição concentrada principalmente em três áreas no Sudeste do Tocantins (i) na parte leste, (ii) na parte norte e (iii) na parte sul.

Na parte leste da área ocupa toda a extensão norte-sul acompanhando a borda da Serra Geral do Tocantins. A razão para que estas classes estejam concentradas desta maneira encontra respaldo na natureza dos processos formadores da paisagem que lá ocorrem.

A Serra Geral do Tocantins é um planalto sedimentar esculpido na Bacia Sedimentar Sanfranciscana preenchida por arenitos do Grupo Urucuia, configurando formas estruturais com rebordos festonados limitados por escarpas e rampas escalonadas caracterizadas como formas erosivas pela erosão remontante que vai deixando pelo caminho morros testemunhos, numa típica situação de prevalência dos processos morfogenéticos. A Figura 127 mostra essa situação.

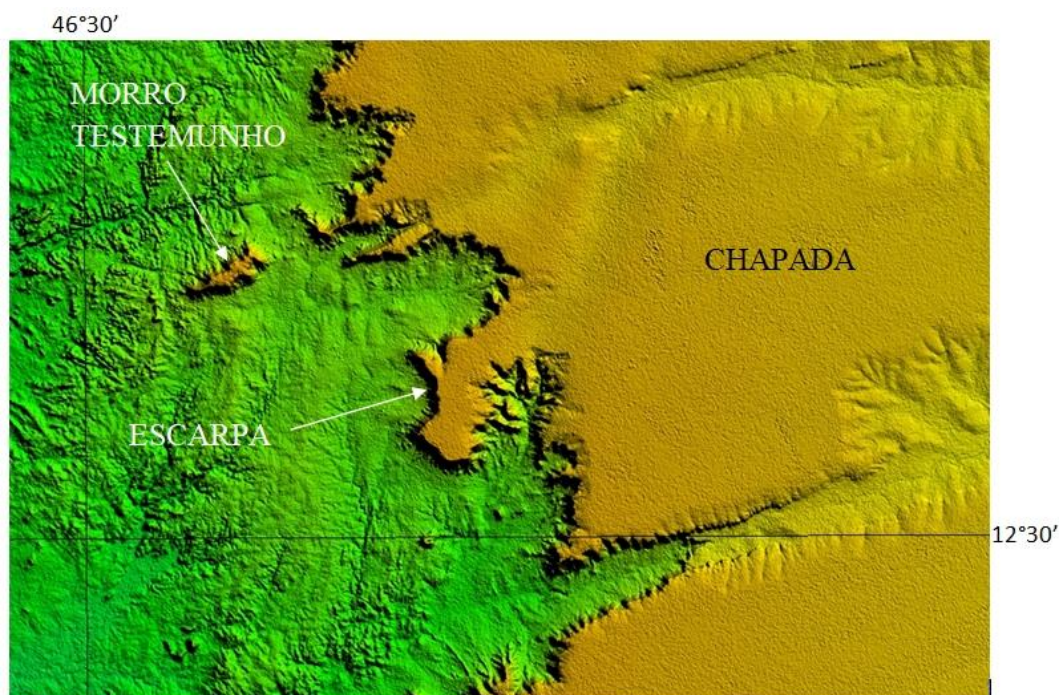


Figura 127. Formas erosivas de erosão remontante (escarpas e morros testemunhos) da Serra Geral do Tocantins vistas em imagem obtida a partir de grades do SRTM.

Fonte: Elaboração do Autor.

Estas escarpas são representadas pelas classes de grau de vulnerabilidade Moderadamente Vulnerável que acompanham a Serra Geral do Tocantins na Carta de Vulnerabilidade de Paisagens à Perda de Solo do Sudeste do Tocantins.

As rochas que mantêm essas formas de relevo são arenitos com estratificação cruzada de grande porte, arenitos conglomeráticos e pelitos. O relevo pode ser descrito como um sistema de chapadões de feições tabuliformes, em típicos relevos de cuesta, limitados por escarpas com cerca de 300 metros de amplitude altimétrica, declividades maiores que 50%, profundamente dissecadas, com interflúvios em média com 400 metros.

Os solos que tentam cobrir essas escarpas são associações onde prevalecem Neossolos Litólicos e, quando não presentes, prevalecem Afloramentos Rochosos.

Os Neossolos Litólicos são associações de solos jovens resultantes da prevalência dos processos morfogenéticos sobre os pedogenéticos. A pequena espessura, a frequente ocorrência de cascalhos e de fragmentos de rochas no perfil e a grande susceptibilidade à erosão são as limitações mais comuns desses solos. Essas limitações são suficientemente fortes para a sua não indicação para utilização com agricultura irrigada ou não, e mesmo para atividades agropastoris. São mais apropriados para preservação da fauna e da vegetação natural, sendo aconselhável promover a revegetação nos casos em que foi retirada, visando, a despeito de sua pequena profundidade, a recarga de aquíferos e a proteção das encostas, com a consequente amenização da escassez hídrica da região.

A cobertura vegetal que reveste estas escarpas se vale da disponibilidade da água que sempre aflora na forma de nascentes, apesar da pluviosidade média anual de 1510 mm fornecidos em 7 meses, para adquirir porte de Savana Arborizada e ajudar a sustentar essas formas, sob uma intensidade pluviométrica de 215 mm/mês.

A manutenção desta cobertura vegetal é a garantia de retardamento do processo erosivo remontante que, no tempo geológico, causa a diminuição em área das chapadas e a criação de morros testemunhos. A hipotética retirada da cobertura vegetal de Savana Arborizada (atributo de valor 2,1) e sua substituição por capoeiras (atributo de valor 3,0) aumentariam o grau de vulnerabilidade das escarpas.

Sábia, a legislação já assegura através da Resolução CONAMA n° 303 de 20 de março de 2002 (que, conforme a AGU, não foi revogada pelo novo Código Florestal) no seu Art. 3° que: “constitui Área de Preservação Permanente a área situada nas escarpas e nas bordas dos tabuleiros e chapadas, a partir da linha de ruptura em faixa nunca inferior a 100 metros em projeção horizontal no sentido do reverso da escarpa”.

Na parte norte da área as classes de grau de vulnerabilidade Moderadamente Vulnerável estão representadas pelo conjunto de serras que compreende a Serra da Natividade, Serra do Mombuco, Serra da Pedra Branca, Serra da Beata, Serra da Pedra, etc. que se destacam na vasta superfície pediplanada da Depressão do Alto Tocantins.

Essas serras são sustentadas por rochas do Grupo Natividade, constituído por uma sequência de metassedimentos de baixo grau formada por duas unidades, a primeira basal comportando rochas como quartzito conglomerático, quartzito xisto, filito e mármore e uma unidade superior contendo litologias do tipo sericita quartzito.

Essas serras apresentam amplitudes altimétricas de até 450 metros, com declividades maiores do que 75% e apresentam-se intensamente dissecadas, com interflúvios de 60 metros em média. Nas encostas das formas dissecadas, como testemunho dos processos morfogenéticos, prevalecem associações de Neossolos Litólicos. São solos rasos e muito pouco evoluídos quase sempre cascalhentos e apresentando pedregosidade e/ou rochosidade expressiva, e mesmo Afloramentos Rochosos, com aptidão bastante limitada para lavouras, ou mesmo pastagens ou silvicultura, sendo quase sempre terras julgadas como inaptas. A Figura 128 mostra essas feições geomorfológicas.

Como geralmente são locais de nascentes de cursos de água é aconselhável a sua preservação por meio de controle de desmatamentos e revegetação nos locais desmatados.



A rala proteção vegetal destas encostas é disponibilizada pela cobertura esparsa de Savana Parque, sustentada pelo solo raso e pela pluviosidade média anual de 1500 mm fornecidos em 7 meses, com intensidade pluviométrica de 213 mm/mês.

Na parte sul da área as classes de grau de vulnerabilidade Moderadamente Vulnerável estão representadas por um conjunto de serras que se destaca na vasta superfície pediplanada do Tocantins.

Algumas destas serras, como a Serra Dourada, são sustentadas por quartzitos, filitos e xistos do Grupo Serra da Mesa, enquanto outras, como as serras do Mocambo e Traíras, por calcários, metargilitos, xistos, calcixistos, metaconglomerados, e quartzitos das formações Arraias e Traíras. As serras do Bom Despacho, Branca, de Santa Brígida e da Pindobeira são sustentadas por metaconglomerados, ortoquartzitos, metargilitos e quartzitos da Formação Arraias.

Essas serras apresentam amplitudes altimétricas de até 600 metros, com declividades maiores do que 50% e apresentam-se intensamente dissecadas, com interflúvios de 400 metros em média.

As escarpas inclinadas são revestidas de associações de solos jovens (Neossolos Litólicos) com Afloramentos Rochosos resultantes da prevalência dos processos morfogenéticos sobre os pedogenéticos.

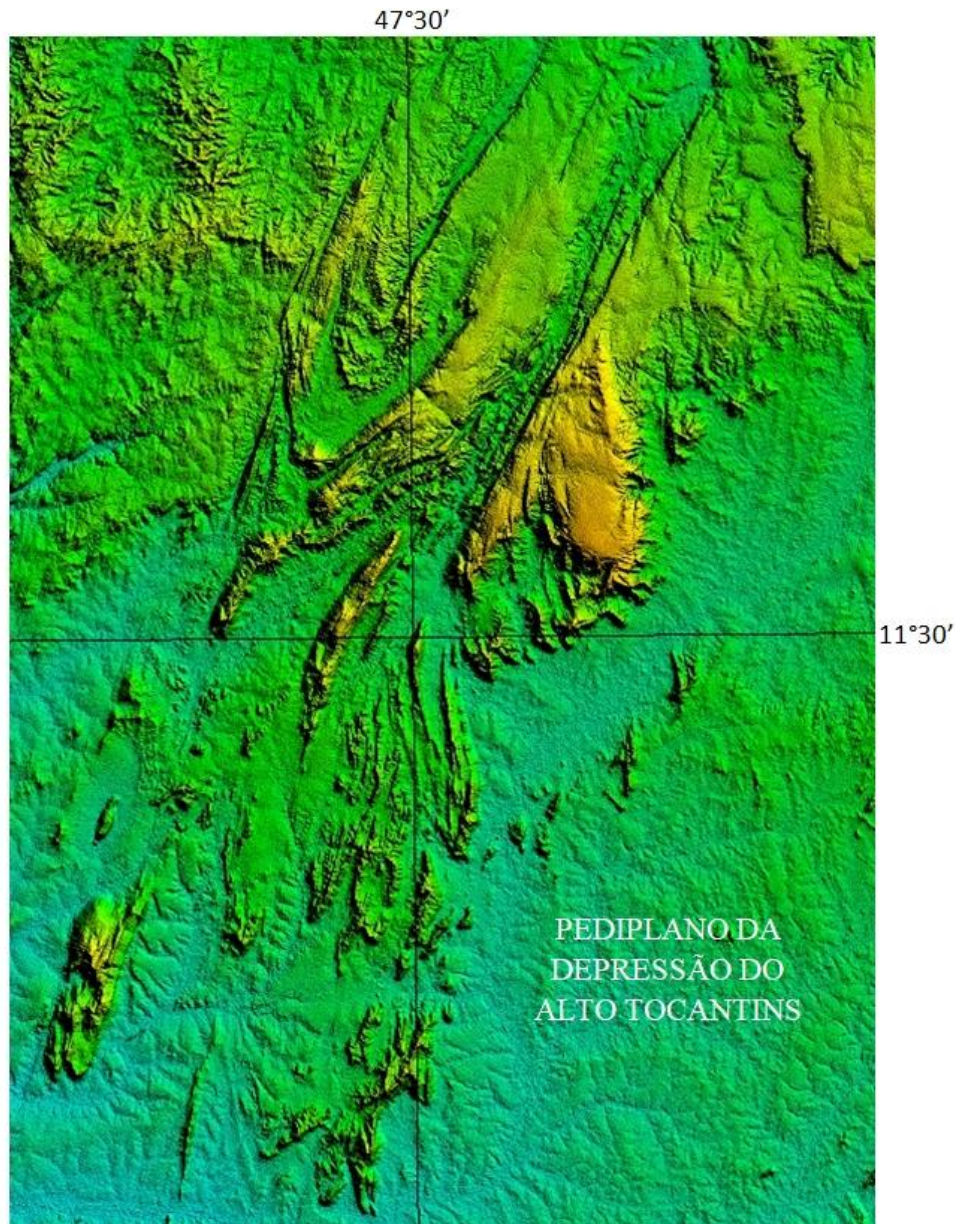


Figura 128. Conjunto de serras sustentado pelo Grupo Natividade que se destaca na vasta superfície pediplanada da Depressão do Alto Tocantins visto em imagens obtidas a partir de grades de MNT do Projeto SRTM.

Fonte: Elaboração do Autor.

A pequena espessura, a frequente ocorrência de cascalhos e de fragmentos de rochas no perfil e a grande susceptibilidade à erosão são as limitações mais comuns desses solos. Essas limitações são suficientemente fortes para a sua não indicação para utilização com agricultura irrigada ou não, e mesmo para atividades agropastoris. São mais apropriados para preservação da fauna e da vegetação natural, sendo aconselhável promover a revegetação nos casos em que foi retirada, visando, a despeito de sua pequena profundidade, a recarga de aquíferos e a proteção das encostas, com a consequente amenização da escassez hídrica

da região. A Figura 129 mostra o conjunto de serras na parte sul da área que se destacam na vasta superfície pediplanada da Depressão do Alto Tocantins.



Figura 129. Conjunto de serras na parte sul da área sustentado pelas formações Traíras (esquerda) e Arraias (direita) visto em imagens obtidas a partir de grades de MNT do Projeto SRTM.

Fonte: Elaboração do Autor.

Os atributos e os valores utilizados na classificação destas classes de grau de vulnerabilidade Moderadamente Vulnerável estão mostrados no Quadro 73.

Quadro 73. Valores dos atributos para classes de grau de vulnerabilidade Moderadamente Vulnerável.

TEMA	ATRIBUTOS	VALOR
Geologia	Arenito Urucuia	2,4
	Grupo Serra da Mesa	1,7
	Formação Arraias	2,1
	Formação Traíras	2,3
	Grupo Natividade	2,0
Geomorfologia	Amplitude Altimétrica = 300 a 600 m	3,0
	Declividade > 50%, > 75%	3,0
	Interflúvios = 60 a 80 m	2,9
Solos	Neossolos Litólicos	2,9
	Afloramentos Rochosos	3,0
Cobertura/Uso	Savana Parque	2,7
	Savana Arborizada	2,1
Intensidade Pluviométrica	1500 mm/7 meses = 213 mm/mês	1,7

Fonte: Elaboração do Autor.

5.9.2 Grau de vulnerabilidade medianamente estável/vulnerável

As classes de grau de vulnerabilidade Medianamente Estável/Vulnerável apresentam distribuição periférica em relação à área do Sudeste do Tocantins, bordejando a Bacia Sedimentar Sanfranciscana a leste e a Bacia Sedimentar do Parnaíba a norte. Estas classes estão instaladas sobre os patamares do Chapadão Ocidental Baiano e da Chapada das

Mangabeiras e sobre os relevos cársticos esculpidos pela dissolução de rochas carbonáticas do Grupo Bambuí.

A Figura 130 mostra os patamares entre a Depressão do Alto Tocantins e o Chapadão Ocidental Baiano.

A leste esses patamares estão erigidos sobre os restos sedimentares do Grupo Urucuia, deixados para trás pela erosão remontante que age sobre as superfícies aplainadas do Chapadão Ocidental Baiano, e sobre os relevos cársticos esculpidos pela dissolução de rochas carbonáticas do Grupo Bambuí. Nestes patamares dissecados prevalecem processos morfogenéticos.

Os solos que cobrem os patamares de relevo mais suavemente dissecados são Neossolos Quartzarênicos Órticos. São solos muito arenosos formados a partir da deposição de sedimentos arenosos oriundos da decomposição ou desagregação dos arenitos eólicos do Grupo Urucuia, portanto com alto grau de seleção e pureza bastante elevada, por esse motivo apresentam extrema pobreza química e baixíssimos teores de argila, e desta forma baixíssima capacidade de troca de cátions.

São totalmente desprovidos de elementos nutrientes para as plantas, portanto solos muito pobres. Encontram-se cobertos por vegetação de Cerrado ou de Campo Cerrado.

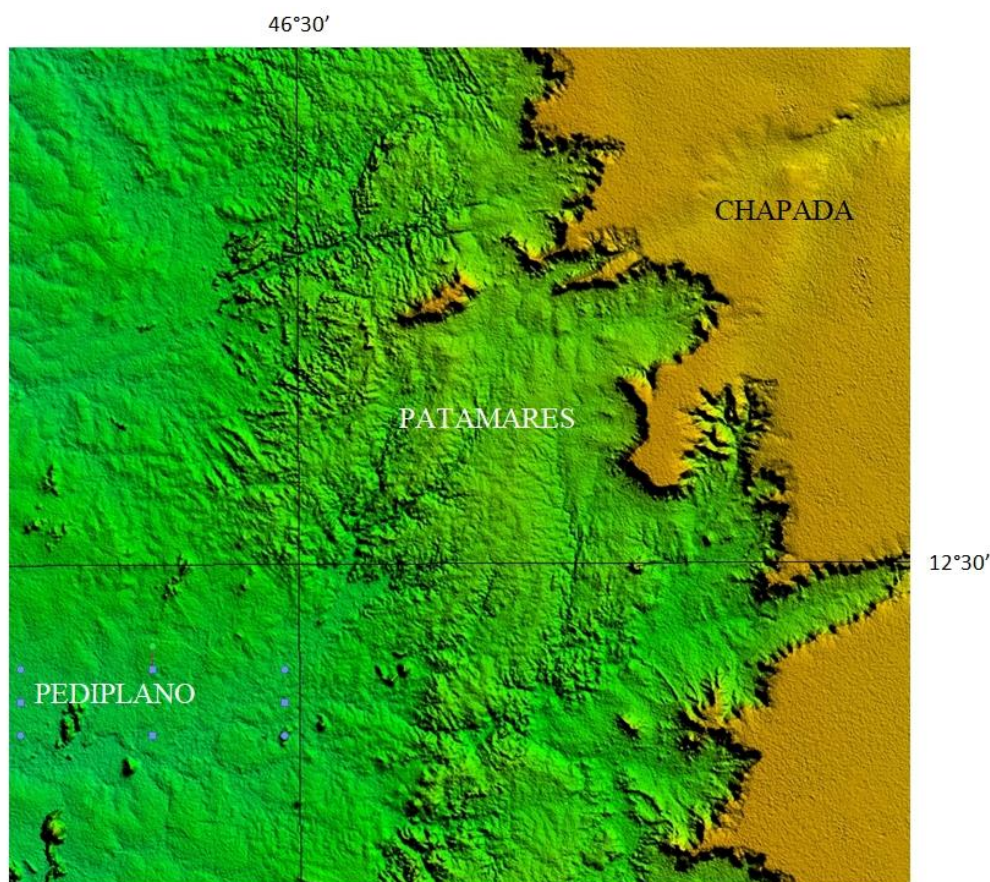


Figura 130. Patamares entre a Depressão do Alto Tocantins e o Chapadão Ocidental Baiano vistos em imagens obtidas a partir de grades de MNT do Projeto SRTM.



Fonte: Elaboração do Autor.

Os Neossolos Quartzarênicos Órticos são solos jovens, bem drenados com muito baixa capacidade de retenção de umidade e de nutrientes aplicados, são terras consideradas inaptas para uso com agricultura não irrigada. Apresentam em sua maioria aptidão restrita até para pastagens naturais. Tais solos são normalmente profundos ou muito profundos desempenhando papel importante na recarga de aquíferos quando mantida sua cobertura natural, o que deveria sempre ser considerado.

As rochas carbonáticas do Grupo Bambuí são responsáveis direta ou indiretamente pela formação de solos férteis do tipo Argissolos Vermelho-Amarelos Eutróficos que possibilitaram o desenvolvimento de uma vegetação florestal ocupando condições de relevo mais acidentado, do tipo ondulado, até topografia aplanada. São solos com poucas limitações à utilização agrícola.

Declividades em alguns casos superiores a 8%, junto à baixa permeabilidade interna condicionada pela presença de horizonte argiloso são fatores que levam estes solos a apresentarem considerável vulnerabilidade à erosão superficial, o que demanda cuidados de conservação do solo e água tais como plantio direto e terraceamento em curva de nível, associados à preservação dos mananciais hídricos através da conservação ou recuperação da vegetação protetora das margens de cursos d'água e controle de desmatamentos.

A norte os patamares estão construídos sobre restos sedimentares das formações Piauí, Cabeças e Pimenteiras e do Grupo Serra Grande, todos da Bacia Sedimentar do Parnaíba, e rochas cristalinas granito-gnáissico-migmatíticas do Complexo Almas-Cavalcante.

Cobrindo as rochas cristalinas, onde os desgastes foram mais intensivos e uniformes, retirando todas as eventuais coberturas de solos desenvolvidos em tempos anteriores e expondo diretamente o substrato rochoso, predominam Cambissolos Háplicos e Neossolos Litólicos, todos em condição de relevo que variam do plano ao ondulado.

São solos rasos e muito pouco evoluídos quase sempre cascalhentos e apresentando pedregosidade e/ou rochosidade expressiva, com aptidão para uso com lavouras ou mesmo pastagens ou silvicultura bastante limitada, sendo quase sempre terras julgadas como inaptas. Geralmente nestes ambientes são verificadas muitas nascentes ou surgências de água, portanto é recomendável a sua preservação por meio de controle de desmatamentos e revegetação nos locais desmatados.

A ocorrência sistemática de pedregosidade na porção superficial destes solos e de textura cascalhenta, interpretadas como um resultado dos processos erosivos modeladores das superfícies em que ocorrem, torna estes solos extremamente limitados para o desenvolvimento normal de sistemas radiculares das plantas. Tal situação limita a sua exploração, quando muito, pastagens plantadas.

Apesar de apresentarem capacidade de retenção hídrica mediana, o fato de não serem indicados para utilização intensiva com atividades agropastoris, faz com que as recomendações mais adequadas para seu uso sejam no sentido da máxima preservação da

sua cobertura vegetal, e revegetação nos casos em que ela foi retirada, visando recarga de aquíferos.

Os restos sedimentares das formações Piauí, Cabeças e Pimenteiras e do Grupo Serra Grande, da Bacia Sedimentar do Parnaíba, se encontram sob a ação de um profundo processo de dissecação.

No Neógeno um levantamento do continente, levou a mais um ciclo erosivo, seguido de aplainamento que criou uma nova cobertura de alteração sobre o topo plano das rochas da Formação Pimenteiras, na forma de amplas coberturas detrítico-lateríticas, de natureza arenítica e conglomerática com concreções ferruginosas, que hoje dão lugar a grandes extensões de solos concrecionários (Plintossolos Pétricos).

São solos jovens pouco desenvolvidos, com presença de petroplintita na forma contínua (cangas lateríticas) ou na forma de concreções lateríticas consolidadas em grande quantidade na massa do solo, que dificultam muito o uso de máquinas agrícolas e a penetração e desenvolvimento de raízes. Às limitações de ordem física, somam-se à deficiência de fertilidade e à deficiência hídrica determinada pelo regime de chuvas da região, restringindo as suas possibilidades de uso até mesmo para pastagens plantadas e ainda assim com emprego de forrageiras muito resistentes.

Por apresentarem capacidade de armazenamento hídrico mediana a boa, e não terem aptidão para utilização intensiva com atividades agropastoris, a ação mais indicada com relação a esses solos seria para preservação da sua cobertura vegetal, e revegetação nos casos em que foi retirada, visando recarga de aquíferos.

As escarpas inclinadas das formas dissecadas de topo plano das rochas sedimentares são revestidas de associações de solos jovens (Neossolos Litólicos) resultantes da prevalência dos processos morfogenéticos sobre os pedogenéticos.

A pequena espessura, a frequente ocorrência de cascalhos e de fragmentos de rochas no perfil e a grande susceptibilidade à erosão são as limitações mais comuns desses solos. Essas limitações são suficientemente fortes para a sua não indicação para utilização com agricultura irrigada ou não, e mesmo para atividades agropastoris. São mais apropriados para preservação da fauna e da vegetação natural, sendo aconselhável promover a revegetação nos casos em que foi retirada, visando, a despeito de sua pequena profundidade, a recarga de aquíferos e a proteção das encostas.

As áreas de menor amplitude altimétrica, da ordem de 80 metros, limitadas pelas quebras negativas do relevo escarpado das rochas sedimentares, são recobertas por associações de solos em que predominam Cambissolos Háplicos e Neossolos Litólicos, todos em condição de relevo que variam do plano ao ondulado.

São solos jovens, pouco profundos a rasos, com pedregosidade na porção superficial e textura cascalhenta, que atestam a atuação dos processos morfogenéticos. Estes solos são extremamente limitados para o desenvolvimento normal de sistemas radiculares das plantas, o que limita a sua utilização, quando muito, para pastagens plantadas nas áreas menos movimentadas.



Apesar de apresentarem capacidade de retenção hídrica mediana, o fato de não serem indicados para utilização intensiva com atividades agropastoris, faz com que as recomendações mais adequadas para seu uso sejam no sentido da máxima preservação da sua cobertura vegetal, e revegetação nos casos em que ela foi retirada, visando recarga de aquíferos.

Completando o conjunto de solos que cobrem as rochas sedimentares da Bacia Sedimentar do Parnaíba ocorrem Neossolos Quartzarênicos Órticos, nas áreas de menor intensidade de dissecação, derivados da alteração de arenitos das formações Pimenteiras e Cabeças. Originam-se diretamente da alteração de arenitos ou da alteração de sedimentos derivados destes, já submetidos a transportes de pequena monta com a desagregação das superfícies elevadas.

São solos jovens, arenosos, bem drenados com muito baixa capacidade de retenção de umidade e de nutrientes aplicados, além de serem natural e totalmente desprovidos de nutrientes, são terras consideradas inaptas para uso com agricultura não irrigada. Apresentam em sua maioria aptidão restrita até para pastagens naturais. Tais solos desempenham papel importante na recarga de aquíferos quando mantém sua cobertura natural, e assim deveriam permanecer.

Os atributos e os valores utilizados na classificação destas classes de grau de vulnerabilidade Medianamente Estável/Vulnerável estão mostrados no Quadro 74.

Quadro 74. Valores dos atributos para classes de grau de vulnerabilidade Medianamente Estável/Vulnerável.

TEMA	ATRIBUTOS	VALOR
Geologia	Grupo Urucua	2,5
	Formação Piauí	2,5
	Formação Cabeças	2,5
	Formação Pimenteiras	2,5
	Grupo Serra Grande	2,5
	Grupo Bambuí	2,9
	Complexo Almas-Cavalcante	1,3
Geomorfologia	Amplitude Altimétrica = 120 m	2,1
	Declividade 0 a 20%	1,3
	Interflúvios +- 900 m	2,7
Solos	Neossolos Litólicos	2,9
	Afloramentos Rochosos	3,0
	Neossolo Quartzarênicos	3,0
	Cambissolos	2,5
	Argissolos	2,0
Cobertura/Uso	Savana Parque	2,7
	Floresta Estacional Submontana	1,6
	Savana Florestada	1,7
	Savana Gramíneo-Lenhosa	2,7
	Savana Parque	2,5
	Pastagens	2,9
Intensidade Pluviométrica	1479 mm/7 meses = 211 mm/mês	1,7

Fonte: Elaboração do Autor.

5.9.3 Grau de vulnerabilidade moderadamente estável

As classes de grau de vulnerabilidade Moderadamente Estável apresentam distribuição diretamente relacionada a duas feições geomorfológicas onde prevalecem os processos pedogenéticos sobre os morfogenéticos: o pediplano degradado do Chapadão Ocidental Baiano e o pediplano retocado da Depressão do Alto Tocantins.

A leste, no pediplano do Chapadão Ocidental Baiano, sobre rochas do Grupo Urucuia, em relevo de declividade de 0 a 3%, com amplitude altimétrica de menos de uma dezena de metros e amplitude interfluvial de dezenas de quilômetros, desenvolve-se uma cobertura de Latossolos Vermelhos de textura argilosa que sustentam agricultura altamente desenvolvida.

Estes solos apresentam boa drenagem interna, condicionada por elevada porosidade e homogeneidade ao longo do perfil e, em razão disto, elevada permeabilidade, com pouca formação de enxurradas na superfície. Este fato os coloca, quando em condições naturais, como portadores de excelente resistência à perda de solo. São, sem dúvida, os solos mais intemperizados do Sudeste do Tocantins, como prova da prevalência dos processos de pedogênese por muito longo tempo.

No pediplano da Depressão do Alto Tocantins, onde afloram rochas cristalinas do Complexo Almas-Cavalcante, do Grupo Riachão do Ouro e os Ortognaisses do Oeste de Goiás, ocorrem situações mais variadas do ponto de vista topográfico.

Nas encostas onduladas dos vales, de praticamente todos os córregos da região, ocorrem predominantemente Cambissolos Háplicos de textura cascalhenta e fase pedregosa, pelo fato dos processos erosivos serem mais intensos, pela ação dos fluxos de drenagem, expondo o substrato cristalino. Estes solos apresentam pequeno desenvolvimento de horizontes em meio a muitos cascalhos e pedras, o que limita o desenvolvimento normal de sistemas radiculares das plantas, prejudicando a sua utilização, que é indicada, quando muito, para pastagens plantadas.

Nos interflúvios, aonde não houve a exposição completa do cristalino, ocorrem Plintossolos Pétricos Concrecionários e Latossolos diversos, relacionados às superfícies antigas de pediplanação que recobriam amplamente a região em tempos pretéritos, e atualmente sofrem processos erosivos na forma de dissecação pelos cursos d'água.

Os Plintossolos são solos jovens, geralmente mal drenados, susceptíveis aos processos erosivos, com limitações fortes para penetração e desenvolvimento de raízes, que não se prestam a nenhum tipo de exploração com agricultura. Às limitações de ordem física, determinadas pela grande quantidade de concreções ferruginosas na massa do solo, somam-se à deficiência de fertilidade e à deficiência hídrica, restringindo as suas possibilidades de uso até mesmo para pastagens plantadas. Tais solos são recomendados para preservação da cobertura vegetal na forma de Reserva Legal ou outras áreas de preservação determinadas pela legislação.

Nas áreas mais planas, nas porções interfluviais mais conservadas e elevadas, ocorrem associações de solos onde predominam Latossolos. São solos maduros, com boa drenagem interna e alta permeabilidade, relevo plano, elevada resistência à erosão e grande



potencialidade agrícola, por isso são frequentemente utilizados para a produção mecanizada de grãos. Estes solos, muito comuns na região Centro-Oeste do Brasil, são muito intemperizados, com baixíssima capacidade de troca de cátions e, portanto, baixa capacidade de retenção de nutrientes, porém de fácil correção com a utilização de insumos (adubação e calagem).

Os atributos e os valores utilizados na classificação destas classes de grau de vulnerabilidade Moderadamente Estável estão mostrados Quadro 75.

Quadro 75. Valores dos atributos para classes de grau de vulnerabilidade Moderadamente Estável.

TEMA	ATRIBUTOS	VALOR
Geologia	Grupo Urucuia	2,5
	Ortognaisses do Oeste de Goiás	1,3
	Complexo Almas-Cavalcante	1,3
	Grupo Riachão do Ouro	2,0
Geomorfologia	Amplitude Altimétrica = 10 a 70 m	1,0 a 1,6
	Declividade = 0 a 3%	1,0
	Interflúvios = 800 m a 10 km	2,7 a 1,0
Solos	Plintossolos	2,8
	Cambissolos	2,5
	Gleissolos	3,0
	Neossolos Quartzarênicos	3,0
	Latossolos	1,0
	Neossolos Flúvicos	3,0
Cobertura/Uso	Savana Parque	2,7
	Savana Florestada	1,7
	Savana Gramíneo-Lenhosa	2,2
	Agricultura	2,9
	Pastagens	2,8
	Capoeira	3,0
Intensidade Pluviométrica	1540 mm/7 meses = 220 mm/mês	1,7

Fonte: Elaboração do Autor.

5.9.4 Planícies e fundos de vales sujeitos a inundações

As planícies e fundos de vales sujeitos a inundações representam caso especial que não leva em conta valores de estabilidade. Essas áreas são fortemente instáveis com predomínio absoluto da morfogênese, por isso sempre são consideradas classes de grau de vulnerabilidade Vulnerável.

Na Depressão do Alto Tocantins, e nos patamares do Chapadão Ocidental Baiano e da Chapada das Mangabeiras, o produto da erosão de solos e rochas é transportado e depositado na forma de aluviões na planície de inundação dos principais cursos d'água.

Sobre estes sedimentos arenosos e argilo-arenosos, localmente com lentes de cascalho, são desenvolvidos solos jovens que não sofrem pedogênese, já que os sedimentos são renovados a cada inundação. Estes solos apresentam como limitação mais forte a possibilidade de inundação em algum período do ano.

São solos jovens, arenosos, mal drenados com muito baixa capacidade de retenção de umidade e de nutrientes aplicados, além de serem natural e totalmente desprovidos de

nutrientes, são terras consideradas inaptas para uso com agricultura. Além disso, necessitam drenagem artificial para aproveitamento e quase sempre ocupam áreas de proteção permanente (APPs). Apresentam em sua maioria aptidão regular para pastagens naturais. Tais solos desempenham papel importante na recarga de aquíferos quando mantém sua cobertura natural.

Esses solos são classificados como Gleissolos, Neossolos Flúvicos, Neossolos Quartzarênicos Hidromórficos e Plintossolos Argilúvicos.

Considerando o sistema hidrográfico da Região Sudeste do Tocantins, observa-se que as áreas mais expressivas com Grau de vulnerabilidade Moderadamente Vulnerável, são verificadas na bacia do Rio Palmas recobrimdo um total de 3.026,89 km² o que corresponde 17,87% da área total da bacia (16.938,13 km²). Essas áreas estão localizadas nos interflúvios dos Rio Arraias, Santa Isabel, Sobrado, Palmeiras, Palmas e Ribeirão do Inferno. Já as menores áreas são verificadas na bacia do Rio São Valério com 24,57 km² (1,61%) de recobrimento. Nessa última as áreas com Grau de vulnerabilidade Moderadamente Vulnerável estão localizadas nos interflúvios dos Rios São Valério e Manuel Alves.

Para o Grau de vulnerabilidade Medianamente Estável/Vulnerável as áreas mais expressivas são verificadas na bacia do Rio Palmas recobrimdo um total de 10.385,58 km² o que corresponde mais de 60% da área total dessa bacia (16.938,13km²). Já as menores áreas são verificadas na bacia do Rio São Valério com 1.221,69 km² (80,01%) de recobrimento da área total da bacia (1.526,96 km²).

Em relação ao total da área da região sudeste do Tocantins, verifica-se que sozinha o Grau de vulnerabilidade Medianamente Estável/Vulnerável recobre 60,86% (31.511,83 km²). Por outro lado, tem-se as áreas vulneráveis que representam apenas 0,01% da área. Esse Grau encerra litologias da Formação Sete Lagoas, coberto por Cerrado rupestre/floresta estacional semidecidual. São áreas com terras sem aptidão para uso agrícola, domínio dos NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico, apresentando em sua maior parte afloramentos de rochas. Esses afloramentos destacam na paisagem nos interflúvios dos rios Manoel Alves e Palmas.

Seguindo com a distribuição por bacias, observa-se que o Grau de vulnerabilidade Moderadamente Estável recobre 23,23% da região sudeste do Tocantins, sendo que áreas mais expressivas (3.687,44 km²) dessa classe são observadas na bacia do Rio Manuel Alves da Natividade, com distribuição predominantemente em áreas mais planas e suave ondulada. A Tabela 31, apresenta os valores de recobrimento dos Graus de Vulnerabilidade de Paisagens à Perda de Solo do Sudeste do Tocantins.

**Tabela 31.** Distribuição por bacia hidrográfica dos graus de vulnerabilidade de paisagens à perda de solo da RSE-TO.

Bacias Hidrográficas		Ilha	Água	Estável	Moderadamente Estável	Medianamente Estável / Vulnerável	Moderadamente/Vulnerável	Vulnerável	TOTAL
Rio das Balsas	(Área - km ²)	0	9,1	0	83,4	2.011,06	572,64	0	2676,2
	%	0	0,34	0	3,12	75,15	21,4	0	100
Rio Manuel Alves da Natividade	(Área - km ²)	0	110,46	128,87	3.687,44	9.519,87	1400,37	0	14.847,01
	%	0	0,74	0,87	24,84	64,12	9,43	0	100
Rio Palma	(Área - km ²)	1,47	109,55	9,59	3.401,95	10.385,58	3026,89	3,1	16.938,13
	%	0,01	0,65	0,06	20,08	61,31	17,87	0,02	100
Rio Paranã	(Área - km ²)	4,96	106,88	0	3.433,37	3.635,81	943,74	0	8.124,76
	%	0,06	1,32	0	42,26	44,75	11,62	0	100
Rio São Valério	(Área - km ²)	0,02	13,86	0	266,83	1.221,69	24,57	0	1.526,96
	%	0	0,91	0	17,47	80,01	1,61	0	100
Rio Tocantins	(Área - km ²)	1,27	308,71	10,98	1.155,43	4.737,83	1447,72	0	7.661,94
	%	0,02	4,03	0,14	15,08	61,84	18,89	0	100
TOTAL	(Área - km²)	7,72	658,55	149,43	12.028,43	31.511,83	7415,93	3,1	51.775
	%	0,01	1,27	0,29	23,23	60,86	14,32	0,01	100

Fonte: Elaboração do Autor.

A Figura 131 mostra a distribuição dos pontos de observação de drenagem perene e intermitente no Sudeste do Tocantins em agosto de 2018.

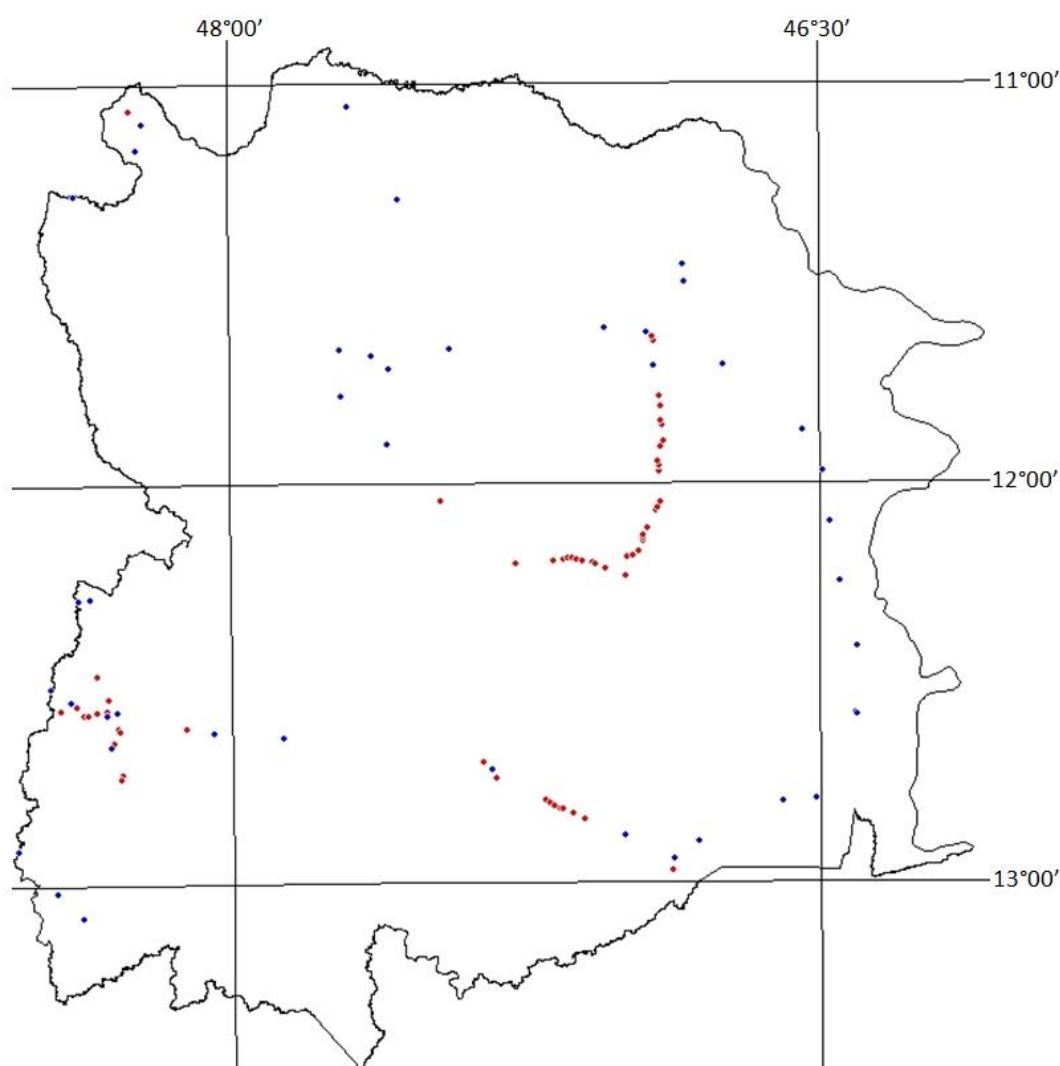


Figura 131. Distribuição dos pontos de observação de drenagem no Sudeste do Tocantins em agosto de 2018. Pontos vermelhos representam drenagem intermitente e pontos azuis representam drenagem perene.

Fonte: Elaboração do Autor.

A distribuição dos pontos de observação de drenagem perene (pontos azuis) em agosto de 2018 se apresenta como um arco que cobre a parte norte e, principalmente, leste da área do Sudeste do Tocantins, região onde se localizam as nascentes dos principais rios que drenam as bacias dos rios Manuel Alves da Natividade, Palma e das Balsas e apresentam os menores valores de precipitação pluviométrica anual.

Na Carta de Vulnerabilidade de Paisagens à Perda de Solo do Sudeste do Tocantins (Figura 131) esta é a região que concentra as classes de grau de vulnerabilidade mais elevado (cores ao redor do amarelo), com exceção das serras de declividade acentuada e de grande amplitude altimétrica.



A leste estas classes correspondem às escarpas da Serra Geral do Tocantins e aos patamares do Chapadão Ocidental Baiano, formas criadas pela erosão remontante que vai deixando pelo caminho morros testemunhos, além dos relevos cársticos esculpidos pela dissolução de rochas carbonáticas do Grupo Bambuí. A norte estas classes correspondem aos patamares esculpidos pela erosão remontante da Chapada das Mangabeiras.

Em todos esses ambientes geomorfológicos prevalece a morfogênese na forma de erosão remontante das bacias sedimentares Sanfranciscana e do Parnaíba, ou relevos cársticos de dissolução do Grupo Bambuí.

A partir dessas observações é lícito afirmar que a água superficial disponível nas principais bacias hidrográficas do sudeste do Tocantins está diretamente ligada aos aquíferos das bacias sedimentares e que as nascentes dos rios formadores dessas bacias estão localizadas em áreas onde as unidades de paisagem apresentam os graus mais altos de vulnerabilidade à perda de solo, prevalecendo nessas áreas a morfogênese e, portanto, onde são maiores os riscos de dano a essas nascentes.

Os pontos de observação de drenagem intermitente em agosto de 2018 (pontos vermelhos da Figura 131) mostram que os rios que permanecem sem água no mês de agosto, além de não receber nenhuma contribuição das águas pluviais, não estão recebendo também nenhuma contribuição do lençol freático, ou seja, das águas subterrâneas. Todos estes pontos se referem à nascentes localizadas em rochas cristalinas, atestando a ausência de aquíferos representativos em terrenos cristalinos cobertos por solos jovens e pouco profundos.

5.9.5 Escassez hídrica e a vulnerabilidade de paisagens à perda de solo

Em relação ao regime hidrológico do estado do Tocantins verifica-se que é identificado por um período de vazante, quando a disponibilidade hídrica superficial é bastante reduzida, seguida de uma estação de cheia, caracterizando a variabilidade de descargas dos sistemas fluviais tropicais.

A precipitação média anual do estado do Tocantins é de aproximadamente 1662 mm, tendo seus valores variando entre a máxima de 2112 mm e a mínima de 821 mm. Os menores valores de precipitação são observados nas porções leste/sudeste do estado.

O trimestre mais chuvoso da região é dezembro, janeiro e fevereiro e o menos chuvoso é junho julho e agosto. A estação chuvosa da região concentra mais de 85% do total pluviométrico médio anual, enquanto, que os 15% restantes chove praticamente apenas em dois meses, maio e setembro, pois nos meses junho, julho e agosto a pluviometria é praticamente nula em toda região sudeste do Tocantins.

Portanto, os rios que apresentam água superficial no fim desse último período estão recebendo contribuição do lençol freático, ou seja, estão sendo alimentados pelas águas subterrâneas, já que não há chuvas.

5.10 Adequação do uso de solo à aptidão agrícola

A avaliação da adequação do uso da terra à sua aptidão agrícola, consiste verificação e avaliação da utilização de determinada superfície terrestre com base no seu potencial de uso agrícola e na sua capacidade de suporte, em termos das limitações e possibilidades oferecidas pelas características do solo e atributos, como a declividade e risco de erosão, visando a preservação e/ou conservação ambiental.

A adequação do uso da terra à aptidão agrícola contempla a análise se determinada unidade de paisagem com base no seu potencial de uso agrícola e na sua capacidade de suporte, apresenta limitações ou possibilidades de uso sustentado. O plano de informação foi gerado como mapa de serviços, e por meio da álgebra de mapas (BARBOSA, 1997). As classes foram definidas conforme Sarmento et al. (2005).

O Quadro 76 apresenta os critérios utilizados para a classificação da adequação ao uso da terra. O Apêndice V apresenta o mapa de adequação ao uso da terra e a Tabela 32 apresenta a área e o percentual de ocupação das classes de adequação do uso de solo a aptidão agrícola.

Tabela 32. Classes adequação do uso da terra a aptidão agrícola na RSE-TO.

Classe	Área (km ²)	%
Uso adequado	6.997,41	14,83%
Uso adequado com restrição moderada	1.436,34	3,04%
Uso adequada para cobertura vegetal	9.871,99	20,93%
Sobreutilizada	2.278,02	4,83%
Subutilizada	25.893,80	54,89%
Subutilizada com expansão restrito	111,76	0,24%
Uso conflitivo	583,32	1,24%
Total Geral	47.172,64	100,00%

Fonte: Elaboração do Autor.

As áreas classificadas como uso adequado representam 14,83% das terras da RSE-TO. São as terras ocupadas por usos agrossilvopastoris compatíveis com a indicação da aptidão agrícola. Inserida nessas classes estão as áreas urbanas, as áreas industriais/serviços e de mineração sem restrição quanto à vulnerabilidade à perda do solo. A classe é distribuída em toda a área estudada, havendo maiores áreas contínuas na faixa oeste junto a divisa com a Bahia.

As áreas de uso adequado com restrição moderada ocupam 3,04% da RSE-TO. Eles representam terras ocupadas por usos agrossilvopastoris compatíveis com a indicação de aptidão agrícola, porém classificadas como moderadamente vulnerável à perda do solo. Também foram inseridas nessas classes as áreas urbanas, áreas de industriais/serviços e de mineração com a mesma restrição de vulnerabilidade a perda do solo. Às maiores concentrações de terras desta classe ocorrem nos municípios de Dianópolis, Novo Jardim, Almas, Paranã, Arraias e Combinado.

As áreas uso adequado para cobertura vegetal distribuem-se por toda a RSE-TO (20,93%). Compreendem as áreas de coberturas vegetal naturais protegidas e as áreas com cobertura



natural com indicação de inaptas (Classe 6) na aptidão agrícola. Foram integradas a essa classe, as áreas de capoeiras e degradadas com indicação de inaptas. As áreas contínuas mais expressivas se encontram nos municípios de Palmeirópolis, São Salvador do Tocantins, Arraias, Natividade, Arraias, Novo Jardim e Ponte Alta do Bom Jesus.

As áreas sobreutilizadas são aquelas que o uso atual é superior ao indicado pela aptidão agrícola, como por exemplo: áreas inaptas com uso agrossilvopastoril; áreas de silvicultura com uso agropastoril; áreas de pastagem com uso agrícola. Ocupam apenas 4,83% da RSE-TO, sendo sua maior concentração nos municípios de Silvanópolis, Novo Jardim e Santa Rosa do Tocantins.

As áreas subutilizadas são terras ocupadas por usos agrossilvopastoris abaixo da sua aptidão agrícola (pastagem e área de lavoura; silvicultura em área de pastagem) e sem restrições quanto a vulnerabilidade à perda do solo. Ela caracteriza-se como a classe de terras de maior extensão na RSE-TO, ou seja, 54,89%. Desse total apenas 2.150 km² (8,36%) tem indicação de boa ou regular para lavoura (Grupos 1 e 2 e 3), os outros 91,64% têm indicação para pastagem ou silvicultura.

As áreas subutilizadas para expansão restrito representam 0,24% da RSE-TO. Essa classe é formada por áreas que o mapeamento de cobertura e uso da terra indicou como vegetação natural, vegetação secundária (capoeiras) ou áreas degradadas, com a indicação de aptidão agrícola para uso agrossilvopastoril. Essas terras possuem restrição de uso indicada pela vulnerabilidade à perda do solo. Suas maiores representatividades estão nos municípios de Taguatinga, Arraias e Porto Alegre do Tocantins. Para a conversão dessas áreas em novos campos agrossilvopastoril, devem ser utilizadas técnicas que minimizem os riscos de perda de solo.

As áreas de uso conflitivo ocorrem quando as terras de usos agrossilvopastoris, ocupam áreas com indicação de preservação pela aptidão agrícola (áreas inaptas) ou pela legislação (área de preservação permanente, unidades de conservação). Elas representam 1,24% da RSE-TO, com sua maior concentração nas bordas da Serra Geral e áreas de preservação permanentes alteradas no município de Santa Rosa do Tocantins.

**Quadro 76.** Critérios utilizados para a classificação da adequação ao uso das terras.

Classe de Adequação ao Uso da Terra			Uso adequado										Uso Adequado p/ Cobertura Vegetal			Uso Adequado/ Restrição Moderada					Áreas com Sobreutilização										Áreas Subutilizado					Áreas Subutilizado C/ Expansão Restrito			Áreas de Uso conflitivo												
Classe de Cobertura e Uso da Terra			Au	Atd	Em	Af	At	Ai	Api	Apc	Apg	Pi	As	Ca	CN-P	CN-IP	Au	Em	Ai	At	Pi	Atd	Af	At	Api	Apc	Apg	As	Ad	CN-IP	Api	Apc	Apg	Ad	Ca	CN-IP	Ad	Atd	Em	Af	At	Api	Apc	Apg	Pi	As					
Classes de Aptidão Agrícola	Grupo1	1aBC/2abc	X		X			X							X														X	X		X	X			X															
		1aBC/2abc tracejado	X													X			X*										X	X		X	X			X															
		1bC/2bc	X					X	X							X												X	X	X		X	X			X															
		1bC/2bc tracejado	X	X	X	X	X									X												X	X	X	X	X	X			X															
		1bC/3(bc)					X	X								X												X		X		X	X			X															
		1bC/3(bc) contínuo	X				X	X								X												X		X			X			X															
	Grupo2	1bC/3(bc) tracejado	X													X														X		X	X			X															
		2bc/1bC tracejado	X				X									X			X*										X	X		X	X			X															
	Grupo3	3c6 contínuo	X		X		X									X				X*	X								X	X	X		X	X			X*	X													
		3c6 tracejado														X														X		X	X					X													
	Grupo4	4(p)	X		X			X	X	X	X	X				X	X		X*				X	X	X				X	X	X					X*	X*														
		4(p) 2tracos			X					X	X					X	X								X				X		X																				
		4(p) contínuo	X		X			X	X	X	X	X				X	X						X	X	X				X	X	X					X*	X*														
		4(p) tracejado	X		X			X	X	X	X	X				X	X						X	X	X				X	X	X					X*	X*														
		4p 2tracos	X								X					X	X													X						X*	X*														
		4p contínuo									X					X	X																																		
	Grupo5	4p tracejado	X					X	X		X					X	X							X						X	X																				
		5(h)										X				X	X																																		
		5(s)	X		X			X	X	X		X	X			X	X					X		X				X		X						X*	X*														
		5(s) 2tracos														X	X		X*									X									X*														
		5(s) tracejado	X					X					X			X	X		X*				X		X	X	X	X	X	X						X*															
		5n	X								X					X	X							X				X		X	X					X*	X*														
	Grupo6	5n contínuo	X							X						X	X			X*			X		X			X	X		X				X*	X*															
		6													X	X	X	X*		X*																			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
		6 contínuo													X	X	X	X*																					X	X			X		X	X	X	X	X	X	X

Nota: Af = Frutíferas; Atd = Cultivos temporários diversificados; At = Graníferas e cerealíferas; Apc = Agropecuária Pecuária com cultivos temporários diversificados; Ca = Capoeira; Api = Pastagens indiferenciadas; As = Reflorestamentos Diversos; Ca = Capoeira; Au = Cidades; vilas; Ai = Industrial/comercial/serviço; Em = Mineração Extração mineral; Ad = Solo Exposto Áreas Degradadas; Pi = Piscicultura; CN-P = Cobertura Natural Protegida; CN-IP = Cobertura Natural Não Protegida; * Vulnerabilidade - Moderadamente Vulnerável

Fonte: Elaboração do Autor.



5.11 Socioeconomia

5.11.1 Caracterização dos aspectos políticos, históricos, culturais e socioeconômicos

Na RSE-TO, boa parte das pessoas que vivem nas pequenas cidades da região depende do mundo rural, pois em quase todos os municípios a produção está relacionada com a agropecuária.

Os primeiros migrantes chegaram a essas terras habitadas por etnias indígenas ainda no século XVIII, procurando ouro e diamantes. Existem registros dessa atividade nas localidades que hoje são os municípios de Almas, Conceição do Tocantins, Natividade e Taguatinga. Houve novo povoamento no início do século XX, com migrantes provenientes do Nordeste, quando foram instaladas as primeiras grandes fazendas. Por se tratar de um território com ocupação populacional recente, prevalecem as tradições culturais trazidas pelos migrantes das suas regiões de origem, como as tradicionais festividades religiosas, feiras agropecuárias e rodeios. Há romarias e festas do Divino, bem como encontros de folias (OLIVEIRA, 2009).

O ecossistema predominante é o Cerrado, enriquecido por uma região serrana na parte centro-leste, como parte da Serra Geral, na qual são destacadas serras, como a do Ouro, a Traíras, configurando altitudes acima da faixa dos 1.000 m de altitude, ou a serra das Palmas, onde se encontra o ponto culminante do Estado do Tocantins, com 1.340 m de altitude.

A região pertence à bacia hidrográfica do rio Tocantins e as terras agricultáveis encontram-se nos vales formados pelos inúmeros afluentes desse importante rio, entre os quais os rios Palmeiras, Manuel Alves, Manuel Alvinho, Gameleira, Areia, Torres, Palmas, Serra Dourada, Azuis, Mutum e Almas. Essa região conta com inúmeros atrativos turísticos, devido às serras, rios com cachoeiras, águas cristalinas, grutas, cânions e mirantes. A produção de grãos, principalmente de soja e milho, aumentou mediante a instalação de grandes fazendas com tecnologia mecanizada sendo atualmente, ainda bastante por sequeiro. Cresceu também a produção de banana, melão e abóbora, dentre outros, além dos investimentos que estão sendo feitos na plantação de seringueiras. Há também potencial de mineração, possuindo reservas de zinco, chumbo e cobre, além de calcário e outros minérios.

A Usina Hidrelétrica de São Salvador propiciou o incremento da piscicultura, do turismo e do cultivo de frutas. Destaca-se a agricultura familiar como atividade importante, junto com a pecuária bovina extensiva (MDA, 2011).

5.11.1.1 Índice de desenvolvimento humano municipal (IDHM)

O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) foi adotado pela Organização das Nações Unidas (ONU) com o intuito de avaliar as transformações e o desenvolvimento humano das nações, podendo, assim, subsidiar escolhas para o planejamento e desenvolvimento governamental dos Países. A adaptação da metodologia para aplicação aos municípios brasileiros foi promovida pela Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - IPEA e a Fundação João Pinheiro, tendo por base os três últimos Censos Demográficos do IBGE, referentes aos anos de 1991, 2000 e 2010. Denominado de Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM), a adaptação

brasileira considera as mesmas três dimensões do IDH Global, a longevidade (IDHM-L), a educação (IDHM-E) e a renda (IDHM-R) (PNUD, 2013). O IDHM é calculado como a média geométrica dos índices anteriores, varia de 0 a 1, e pode ser classificado em cinco categorias, que são ilustradas na Figura 132.

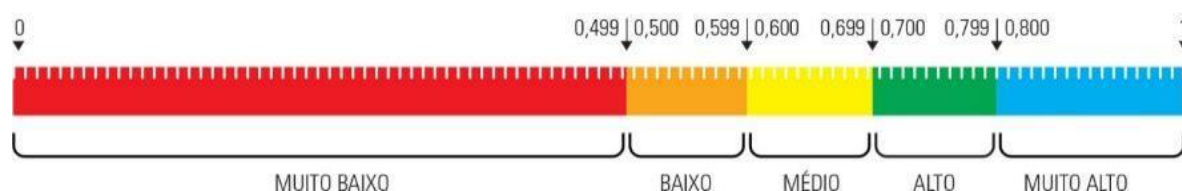


Figura 132. Faixas de Desenvolvimento Humano Municipal.

Fonte: Atlas do Desenvolvimento Humano do Brasil, (PNUD, 2013).

O último IDHM levantado para o Tocantins é do ano de 2010, onde alcançou o valor de 0,699, considerado médio, e menor que a média do Brasil, que é de 0,727. A Figura 133, do Atlas do Desenvolvimento Humano do Brasil, mostra o comparativo entre o Tocantins e Brasil.

Desde o ano de 1991 o Estado teve uma alta significativa dos valores, passando da Faixa de Desenvolvimento Humano Municipal considerado muito baixa em 1991, para baixa em 2000 e média em 2010. No Brasil no mesmo período o IDH passou de muito baixo para alto.

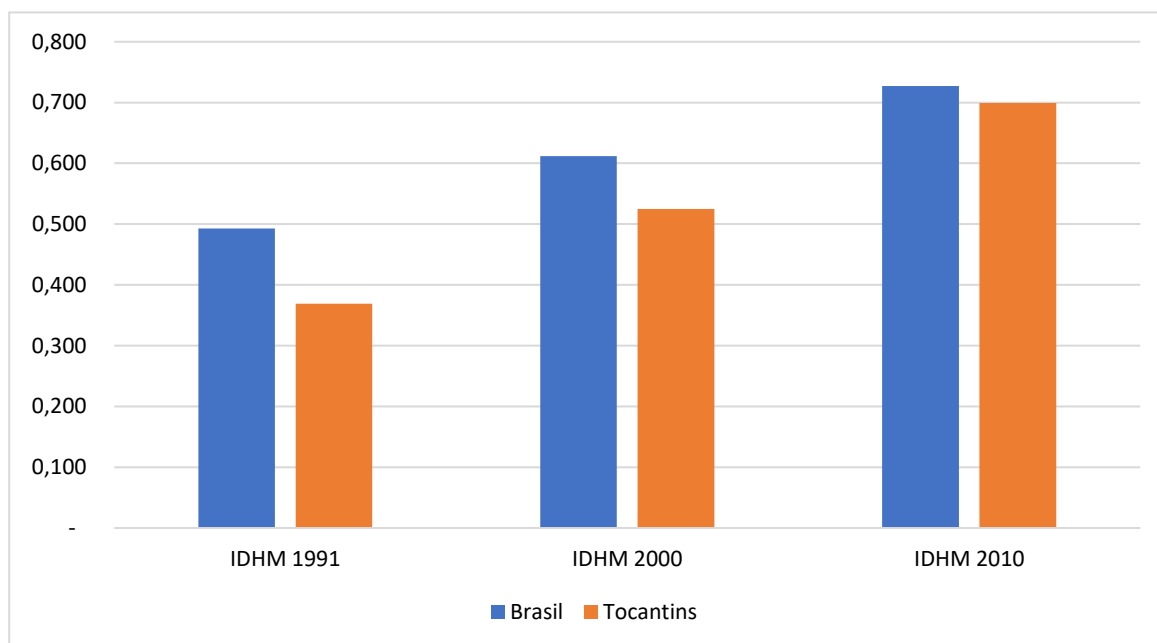


Figura 133. Evolução do IDHM - Tocantins e Brasil.

Fonte: Elaboração do Autor a partir de IBGE (2010).

Na Figura 134, além dos indicadores do estado e do país, são incluídos os municípios que apresentam o maior e menor IDH da RSE-TO, são eles Dianópolis, que apresenta o maior IDH-M da Região (0,701), inclusive maior que o Estadual, e Conceição do Tocantins com o menor IDHM da Região (0,592) considerado baixo. Nos dois casos a renda foi que obteve maiores valores (IDHM-R), seguida pela longevidade (IDHM-L), e por último pela educação (IDHM-E).

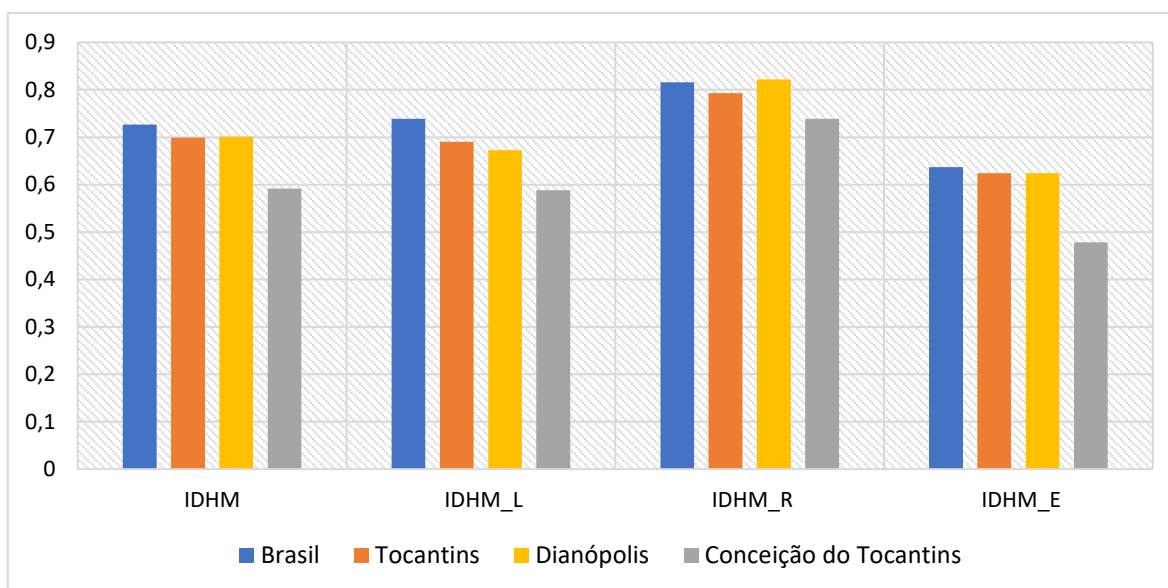


Figura 134. Composição do IDHM - Brasil, Tocantins, Dianópolis e Conceição do Tocantins.

Fonte: Elaboração do Autor a partir de IBGE (2010).

Analisando os índices municipais, é significativo o aumento nos índices de desenvolvimento humano da RSE-TO do estado, considerando que em 2000 apenas dois municípios (Palmeirópolis e Dianópolis) tinham valores entre 0,50 a 0,59 (baixo) e os outros 21 municípios apresentavam valores inferiores a 0,50 (muito baixo). Quando analisamos o ano de 2010 esses indicadores apresentaram uma considerável melhora. Essas informações estão ilustradas na Figura 135.

Em 2010 quatro municípios da RSE-TO (Santa Rosa, Paranã, Conceição do Tocantins e Novo Jardim) apresentavam valores entre 0,50 a 0,59 (IDH baixo), 18 municípios alcançaram valores entre 0,60 a 0,69 (IDH médio) e Dianópolis apresentou IDHM alto. Essa alta, que também ocorreu no restante do estado, pode ser explicada por sua criação e consolidação, assim como o acesso da população a serviços públicos como a educação (com instalação de novas escolas), saúde (com instalação de rede de hospitais) e outros serviços (como infraestrutura, segurança alimentar e política agrícola). De toda forma, mantém-se a condição de que a região apresenta um IDH-M ainda inferior à média do estado.

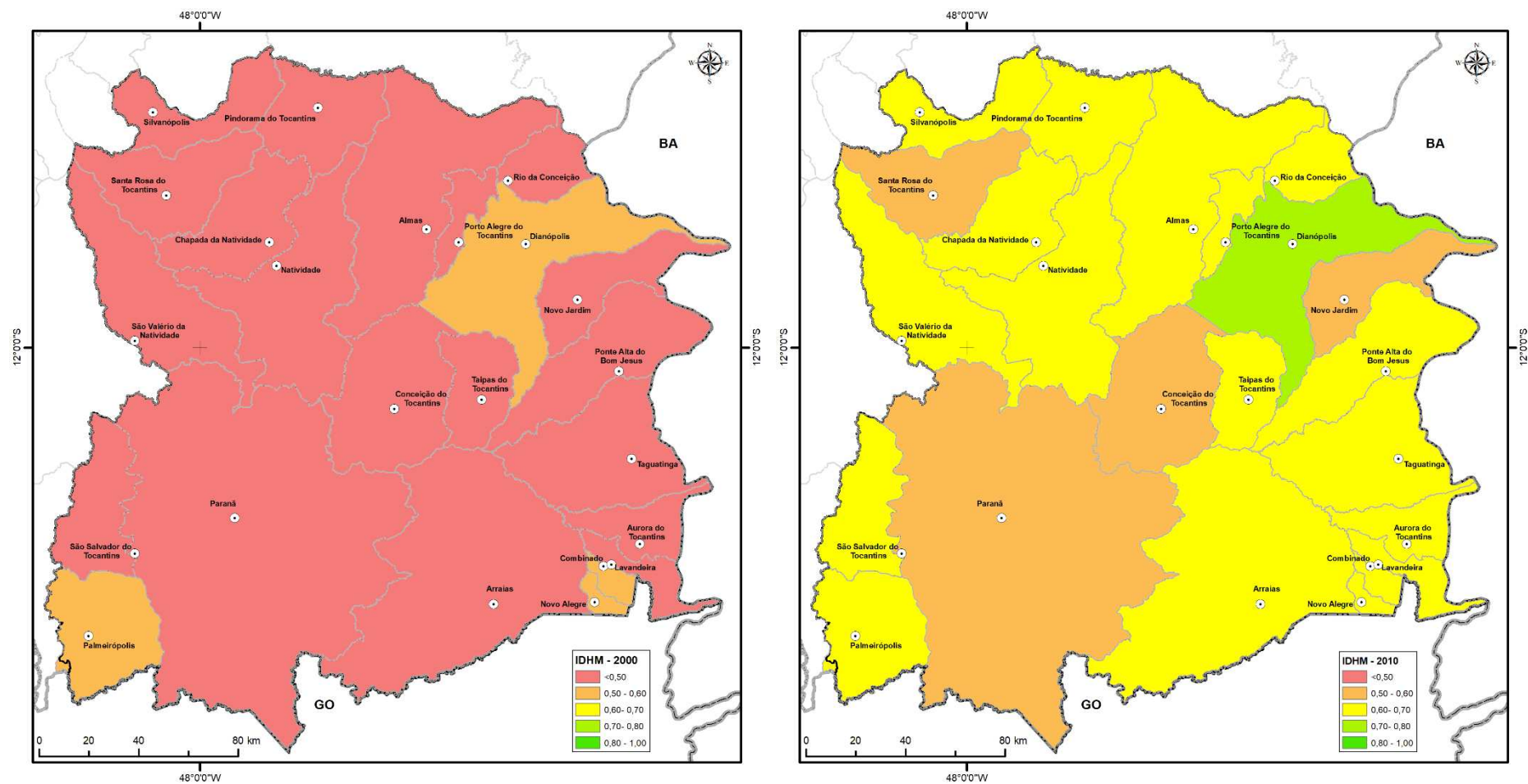


Figura 135. Índice de Desenvolvimento Humano Municipal do ano de 2000 (à esquerda) e 2010 (à direita) para os Municípios da RSE-TO.

Fonte: Elaboração do Autor a partir de IBGE (2010).

5.11.1.2 Índice de GINI

O Índice de GINI é um instrumento utilizado para medir a concentração de renda de determinada população. O índice resulta em valores que variam de 0 a 1, sendo que 0 (zero) refere-se a completa igualdade (renda nacional é dividida igualmente para toda a população), e 1 (um) refere-se a uma situação de extrema desigualdade (apenas uma pessoa detém toda a renda), ou seja, em um universo de duas pessoas, uma fica com toda a riqueza e a outra fica sem nada.

Os valores do Tocantins para os anos de 1991 e 2010 são semelhantes aos apresentados para o Brasil. Por outro lado, no ano 2000, o estado apresentou um índice de Gini superior à média nacional, o que pode representar um processo de concentração da renda. O índice de Gini é apresentado na Figura 136.

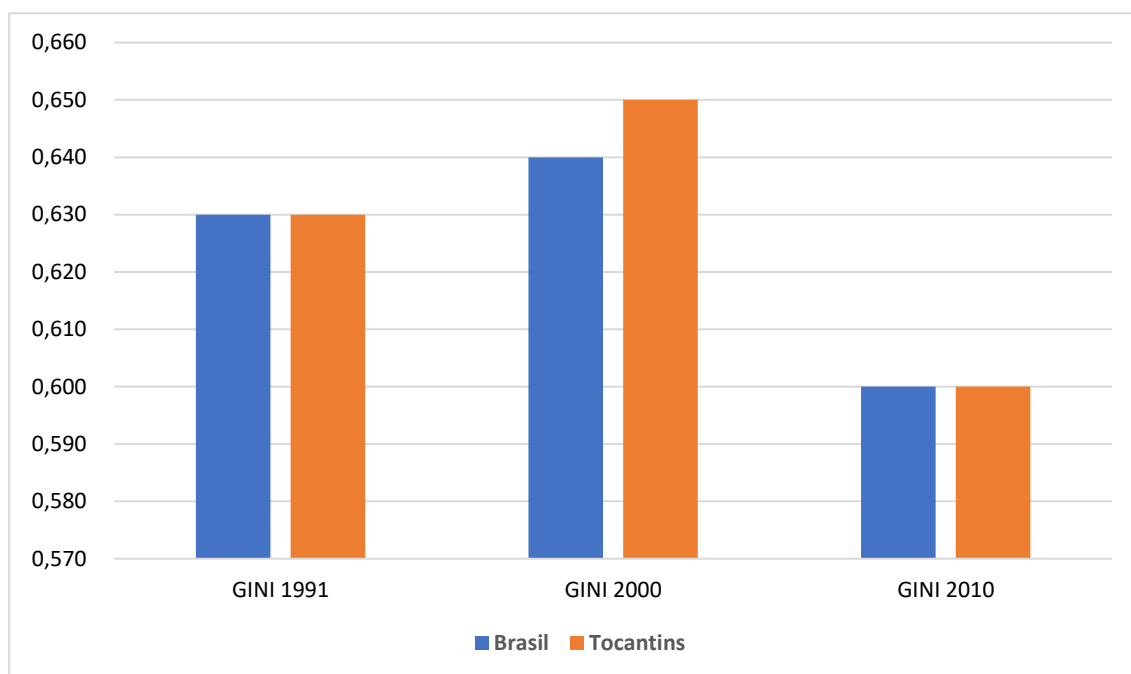


Figura 136. Índices de GINI para os anos de 1991, 2000 e 2010.

Fonte: Elaboração do Autor a partir de IBGE (2010).

A Figura 137 apresenta o Índice de Gini para os municípios da área de estudo nos anos 2000 e 2010.

O índice mostra que apenas um município, Novo Jardim, apresenta um índice inferior a 0,5. Analisando a evolução do indicador pode ser verificado que houve uma maior distribuição da renda em 2010, mas ainda assim, a região pode ser considerada com grande concentração de renda em poucas pessoas. Essa condição pode estar associada a aspectos fundiários e do meio físico, dentre outros. De um lado grandes propriedades com elevado nível de mecanização agrícola e por outro um grande número de agricultores familiares, quilombolas e assentamentos rurais vivendo e produzindo em condições marginais devido ao baixo nível de infraestrutura produtiva, rios intermitentes e escassez de chuvas.

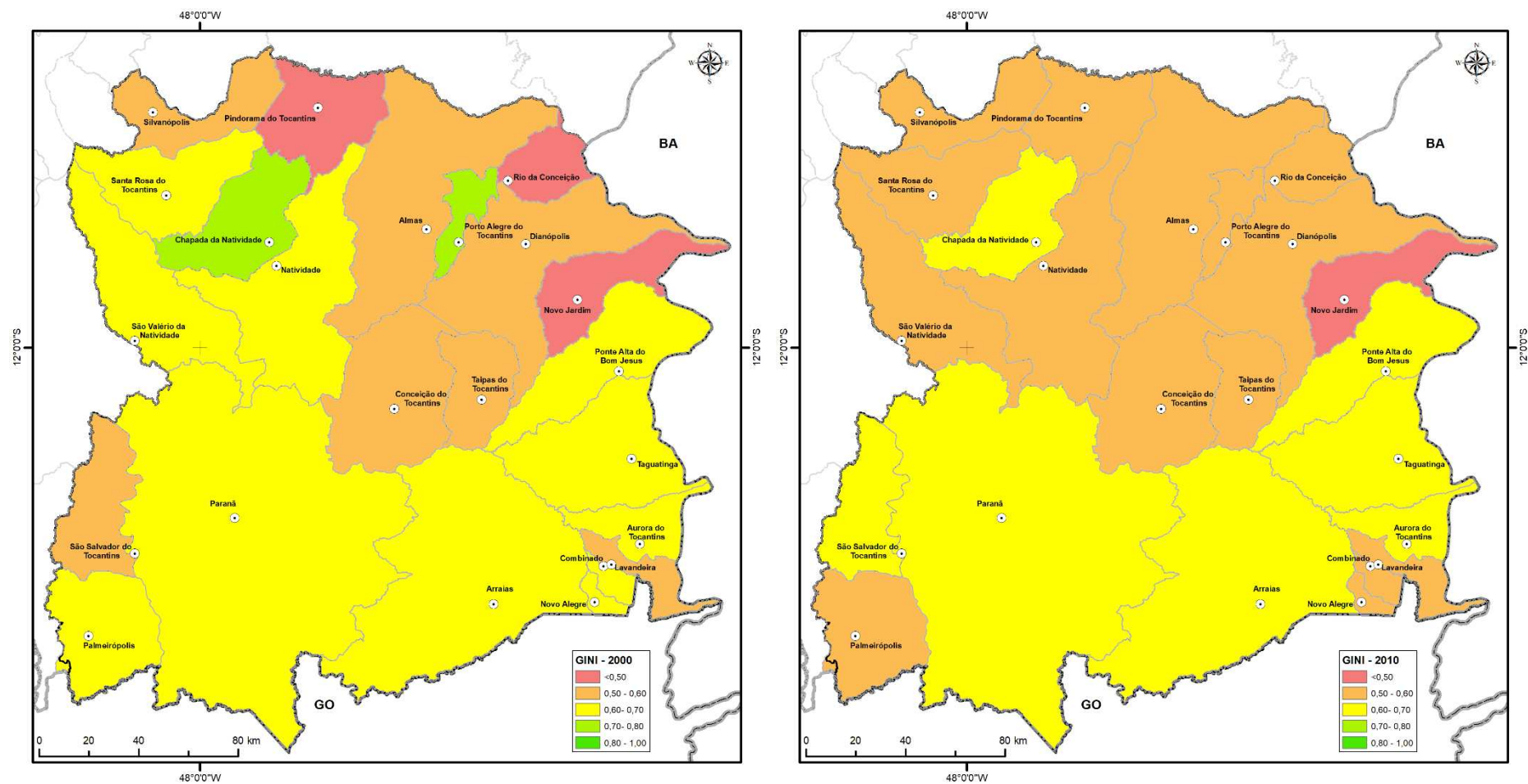


Figura 137. Índices de GINI para os Municípios da RSE-TO em 2000 (à esquerda) e em 2010 (à direita).

Fonte: Elaboração do Autor a partir de IBGE (2010).



5.11.2 Minorias étnicas

No Brasil existem duas categorias de populações tradicionais, os povos indígenas e os povos tradicionais não indígenas, conhecidos também como quilombolas, que são descendentes dos antigos quilombos ou escravos fugitivos, ambos têm suas terras asseguradas pela Constituição Federal de 1988. De modo geral, essas populações habitam em áreas rurais e usam principalmente os recursos naturais como meio de subsistência. Na RSE-TO não foram identificadas populações indígenas, mas há uma quantidade expressiva de comunidades quilombolas.

5.11.2.1 Quilombolas

Segundo a Fundação Cultural Palmares (Palmares, 2017a e 2017b), até o mês de novembro de 2017, 32 certidões foram expedidas para certificação de comunidades quilombolas no estado do Tocantins, sendo 17 comunidades certificadas na RSE-TO, 53 do total do estado.

As comunidades quilombolas têm forte presença na RSE-TO, sendo sua história marcada por diversos conflitos territoriais. O surgimento dessas comunidades data de 1700 quando inicia-se o ciclo do ouro no norte do estado de Goiás. Nessa época foram duas grandes rotas migratórias no estado, a Rota do Ouro e a Rota do Gado, a primeira com entrada pela RSE-TO e a outra pela região norte. As rotas trouxeram para o Tocantins um grande número de negros, influenciando profundamente a composição da população e a cultura local (GOMES, 2015).

É importante mencionar que no município de Dianópolis a lógica ocupacional está relacionada a atividades agropecuárias enquanto outros municípios como Natividade e Arraias tiveram ocupação influenciada pelas atividades de mineração. O leste da RSE-TO teve processo de ocupação em razão das atividades agropecuárias, principalmente a produção de farinha, rapadura, cana de açúcar e cachaça. (MDA, 2015).

O Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) é o órgão responsável pelo processo de regularização dos territórios quilombolas a nível nacional. As comunidades Quilombolas certificadas estão concentradas em oito municípios da RSE-TO, como mostra o Quadro 77.

Quadro 77. Comunidades Quilombolas na RSE-TO.

Municípios	Comunidades Quilombolas	Situação
Almas	Baião	Certificada
Arraias	Lagoa Da Pedra	Certificada
	Fazenda Lagoa Dos Patos	Certificada
	Fazendas Káagados	Certificada
Arraias Paranã	Mimoso	Certificada
Chapada Da Natividade	São José	Certificada
	Chapada Da Natividade	Certificada
Conceição Do Tocantins	Água Branca	Certificada
	Matões	Certificada
Dianópolis	Lajeado	Certificada
Natividade	Redenção	Certificada
Paraná	Claro	Certificada
	Ouro Fino	Certificada

Municípios	Comunidades Quilombolas	Situação
	Prata	Certificada
Porto Alegre Do Tocantins	São Joaquim	Certificada
	Laginha	Certificada
Santa Rosa do Tocantins	Morro de São João	Certificada

Fonte: Fundação Palmares (2017).

As comunidades quilombolas são comunidades rurais, cuja atividade principal é a produção de alimentos para subsistência familiar. O excedente de produção é comercializado no mercado local, principalmente em feiras, escolas, abrigos e asilos (Programa Nacional de Alimentação Escolar e Programa de Aquisição de Alimentos). A mandioca é o principal produto produzido sendo que as comunidades também diversificam a produção e criam pequenos animais com destaque para frangos e galinhas. Algumas delas, como é o caso da Comunidade Lagoa da Pedra, são bem organizadas e possuem o mínimo de infraestrutura para produção e comercialização. No entanto, a maioria sofre com a falta de água e inexistência de infraestrutura mínima para sobrevivência e produção, tais como estradas vicinais, energia elétrica, máquina e equipamentos e escassez hídrica. (MDA, 2015).

5.11.2.2 Assentamentos rurais

Em cadastro de 2011 no Sistema de Informações Territoriais do Ministério do Desenvolvimento Agrário SIT/MDA existem 6.381 agricultores familiares na RSE-TO, sendo 852 famílias em assentamentos rurais. Os assentamentos concentram-se em nove municípios, conforme apresentado na Tabela 33 e na Figura 138.

Tabela 33. Famílias Assentadas e Agricultores Familiares.

Municípios	Famílias Assentadas	Agricultores Familiares
Almas	0	248
Arraias	0	710
Aurora do Tocantins	0	241
Chapada da Natividade	150	410
Combinado	0	209
Conceição do Tocantins	0	171
Dianópolis	101	257
Lavandeira	0	166
Natividade	67	222
Novo Alegre	0	101
Novo Jardim	0	56
Palmeirópolis	0	346
Paranã	24	924
Pindorama do Tocantins	153	278
Ponte Alta do Bom Jesus	0	487
Porto Alegre do Tocantins	48	151
Rio da Conceição	0	29
São Salvador do Tocantins	61	220
São Valério	198	323
Silvanópolis	50	791
Taguatinga	0	41
Total	852	6381

Fonte: SIT-MDA (2011).

A região possui um número expressivo de agricultores familiares e de assentamentos da reforma agrária e do Programa Nacional de Crédito Fundiário. As características desse público são muito similares às comunidades quilombolas, uma vez que produzem uma diversidade de produtos para consumo familiar e o excedente é comercializado localmente, nas feiras, mercados e para os programas de aquisição de alimentos do Governo Federal



(PAA e PNAE). Os assentamentos sofrem com a falta de infraestrutura para produção, com estradas precárias, falta de apoio para aquisição de máquinas e equipamentos, alguns não possuem energia elétrica e a escassez de água no período de maio a outubro inviabiliza a produção e o consumo familiar.

As políticas de combate à seca na região minimizam o problema, mas a população rural não considera suficiente para suprir a escassez de água para o consumo familiar e produção agropecuária. Alguns assentamentos possuem poços ou cisternas, mas no período de estiagem as fontes secam e não têm se mostrado suficientes para o abastecimento local. Boa parte dos cursos de água de menor porte que existem na região são intermitentes e ou no caso dos rios maiores são distantes dos assentamentos, tornando complexa a situação de produção e sobrevivência da população rural.

5.11.2.3 Comunidades de pescadores artesanais

Em cadastro de 2011 no SIT/MDA, verifica-se que existem 153 pescadores artesanais na RSE-TO, em 7 municípios, sendo mais expressiva nos municípios de Paranã e São Salvador, ambos banhados pelo rio Tocantins e rio Maranhão e pelo reservatório da usina Peixe Angical e São Salvador conforme apresentado na Tabela 34 e na Figura 138.

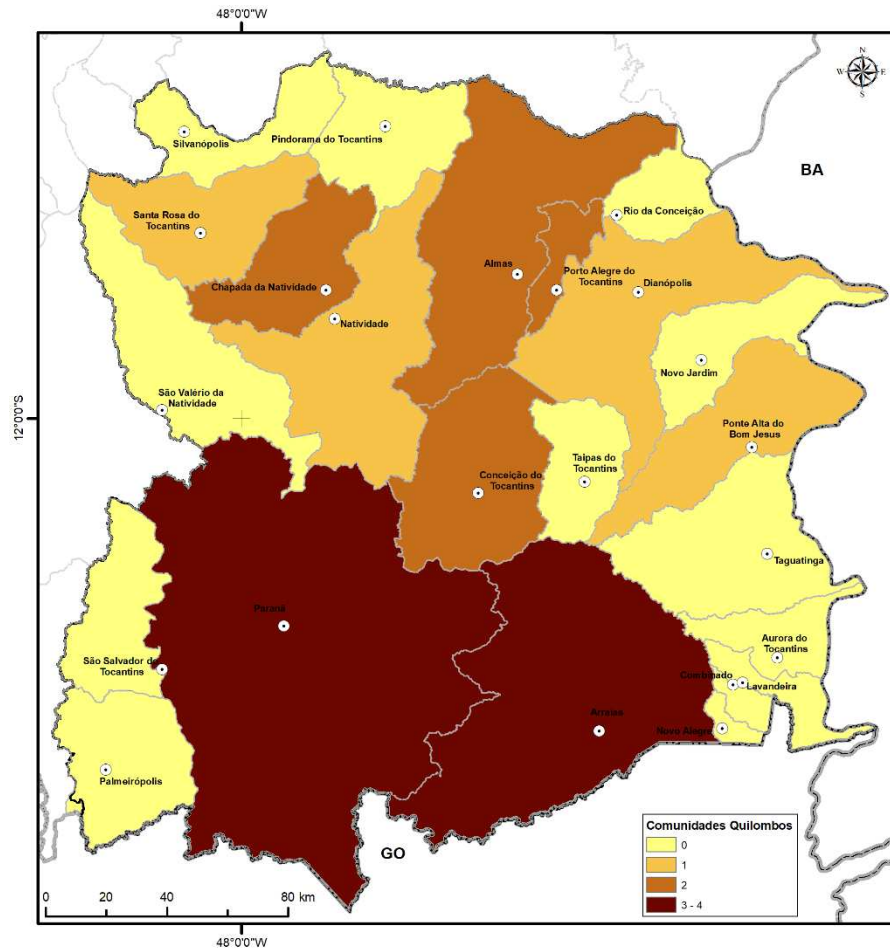
Tabela 34. Pescadores com Cadastro no SIT/MDA.

Municípios	Pescadores
Natividade	2
Palmeirópolis	6
Paraná	79
Porto Alegre do Tocantins	2
São Salvador do Tocantins	59
São Valério	4
Silvanópolis	1
Total	153

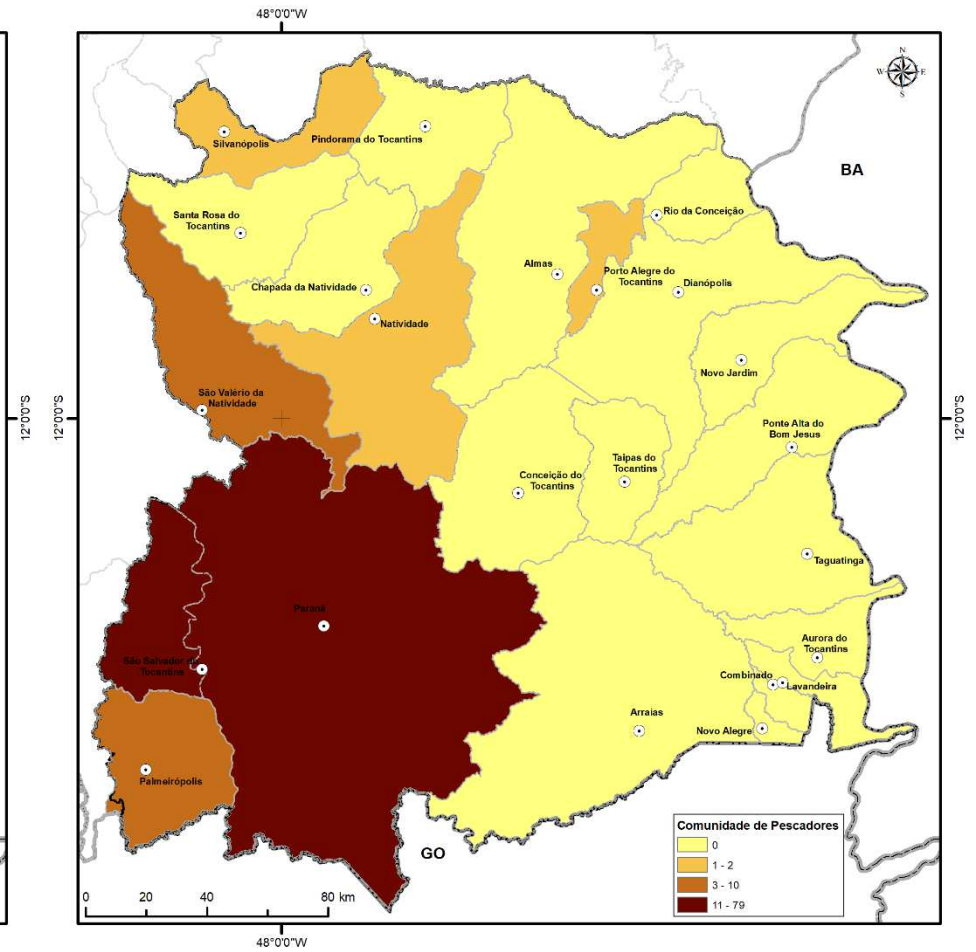
Fonte: SIT/MDA (2011).

A presença de pescadores artesanais não é tão expressiva quanto as de agricultores familiares, quilombolas e assentados, estando organizados nas colônias Z 28 (São Salvador) e Z 30 (Paraná). De acordo com a Diretoria de Pesca e Aquicultura do Tocantins, o volume de pescado é baixo e o mercado na região é fraco, sendo apontada a implantação de tanques-rede como forma de dinamizar a economia. Ressaltam, no entanto, que os pescadores artesanais estão conduzindo projetos de pesca esportiva, aproveitando a infraestrutura de hotéis, pousadas e demais atrativos existentes na Região. Desta forma, acreditam que o desenvolvimento da pesca está associado ao desenvolvimento turístico nesses dois municípios. Para a produção em maior escala é necessário um processo mais complexo de fomento a aquicultura.

5 Diagnóstico Socioambiental



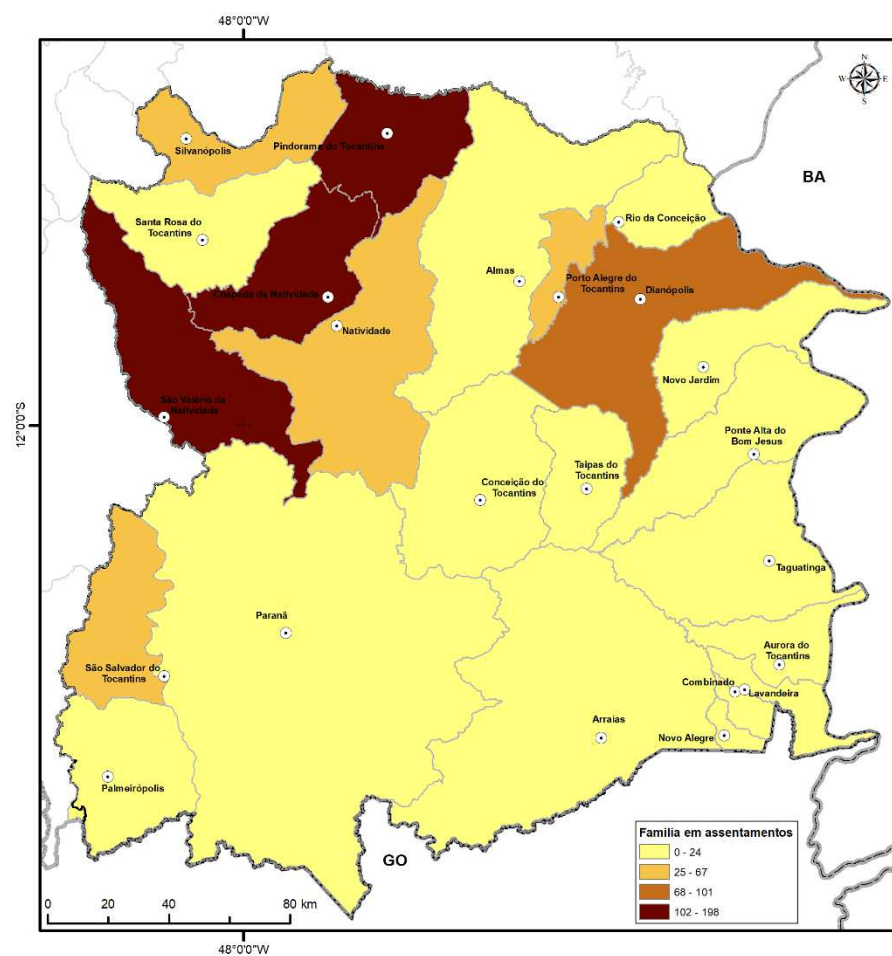
(a)



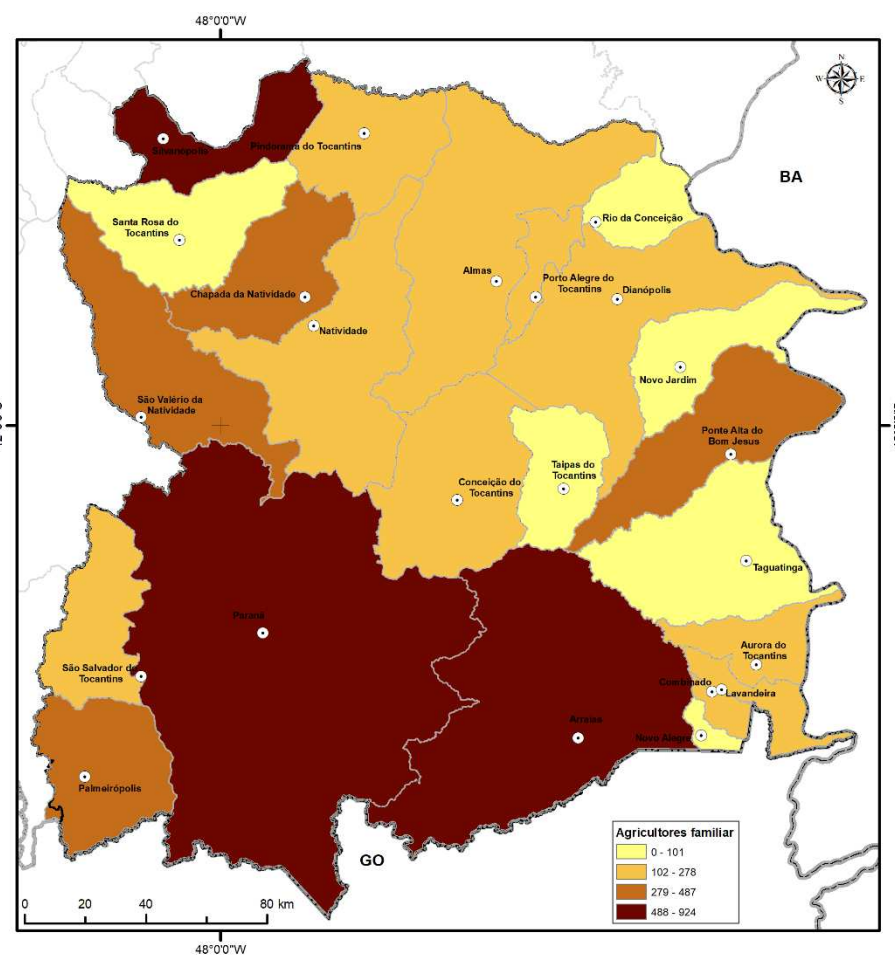
b



GOVERNO DO TOCANTINS



(c)



(d)

Figura 138. Número de comunidades quilombolas (a), comunidades de pescadores (b), famílias em assentamentos rurais (c) e agricultores familiares (d) para os municípios da RSE-TO.

Fonte: Elaboração do Autor a partir de Fundação Palmares (2017a e b); SIT-MDA (2011).

Delimitação e Caracterização Cartográfica das Áreas Vulneráveis a Escassez Hídrica na Região Sudeste do Estado do Tocantins

5.11.2.4 Famílias beneficiárias do programa bolsa família

Segundo Ministério do Desenvolvimento Social - MDS, no ano de 2017 foram beneficiadas 129.813 famílias no estado do Tocantins, sendo 16.744 famílias (12,89) na RSE-TO. Nesse período foram repassados R\$ 281.348.507,00 no Estado e R\$ 36.521.936,00 (12,98), distribuídos conforme a Tabela 35.

Tabela 35. Famílias Beneficiárias e Valores Repassados pelo Programa Bolsa Família.

Bolsa Família				Famílias Beneficiadas do PBF por Grupos Populares Tradicionais e Específicos*		
Municípios	Famílias Beneficiárias	Valor	Total Repassado	Quilombolas	Agricultores Familiares	Assentadas da Reforma Agrária
Almas	894	R\$	2.255.766,00	7	3	0
Arraias	1.473	R\$	3.450.358,00	137	1	1
Aurora do Tocantins	447	R\$	754.544,00	0	1	0
Chapada da Natividade	387	R\$	872.318,00	47	2	35
Combinado	579	R\$	980.996,00	0	7	1
Conceição do Tocantins	506	R\$	1.163.149,00	2	153	0
Dianópolis	1.554	R\$	2.916.151,00	5	94	8
Lavandeiras	173	R\$	337.934,00	0	1	0
Natividade	766	R\$	1.507.694,00	9	7	8
Novo Alegre	198	R\$	437.345,00	0	9	0
Novo Jardim	339	R\$	613.260,00	0	1	0
Palmeirópolis	692	R\$	1.349.339,00	0	8	2
Paraná	1.818	R\$	4.685.100,00	136	1.385	1
Pindorama do Tocantins	561	R\$	1.180.666,00	0	22	119
Ponte Alta do Bom Jesus	622	R\$	1.096.634,00	0	0	0
Porto Alegre do Tocantins	343	R\$	865.790,00	30	3	0
Rio da Conceição	173	R\$	382.112,00	0	5	0
Santa Rosa do Tocantins	581	R\$	1.315.039,00	13	0	33
São Salvador do Tocantins	336	R\$	734.750,00	0	10	1
São Valério	609	R\$	998.003,00	0	4	0
Silvanópolis	906	R\$	2.036.822,00	0	0	54
Taguatinga	2.571	R\$	6.185.959,00	0	262	5
Taipas do Tocantins	216	R\$	402.207,00	0	0	0
Total	16.744	R\$	36.521.936,00	386	1.978	268

*Valores Referente a 11/2007.

Fonte: MDS (2017a e b)

A Tabela 35 apresentou informações importantes sobre as famílias beneficiárias do Programa Bolsa Família. O número de famílias quilombolas, de agricultores familiares e assentados da reforma agrária é muito pequeno em relação ao total de famílias assistidas pelos benefícios. O quadro deixa evidente que a maior parte das famílias beneficiárias do programa são residentes nas áreas urbanas. A Figura 139, apresenta o percentual por categoria.

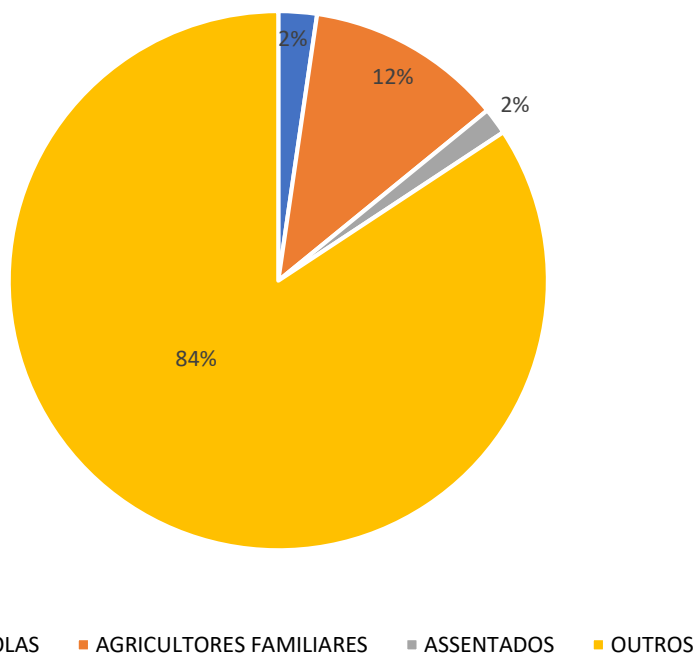


Figura 139. Percentual de Famílias Beneficiárias do Programa Bolsa Família.
Fonte: MDS (2017b).

5.11.3 Demografia

A análise demográfica de uma região permite aprimorar o processo de planejamento regional. Ponderar a distribuição da população, estrutura etária, avaliar índices de emprego e renda, classificar população urbana e rural e analisar migrações, são avaliações fundamentais para compreender o comportamento da região estudada.

5.11.3.1 Estrutura etária

Analisando os dados do Censo do IBGE dos anos de 2000 e 2010 é possível notar a distribuição da população por faixas etárias e compará-las por meio da pirâmide etária. As figuras 140 a 145 apresentam as pirâmides etárias do Tocantins e do Brasil, pelos Censos de 2000 e 2010.

Nota-se uma mudança no comportamento da pirâmide. Até poucas décadas atrás as taxas de crescimento populacional vinham aumentando constantemente. No entanto, a partir da década de 1990 esse comportamento começou a mudar, causando um encolhimento na base da pirâmide.

Para a distribuição do próximo censo é de se esperar que essa disposição continue. A população de 30 a 34 anos, que em 2010 ocupava a faixa mais concentrada, estará entre 40 e 44 anos. Em um horizonte de 20 anos, estima-se que o estado tenha uma população mais idosa do que jovem.

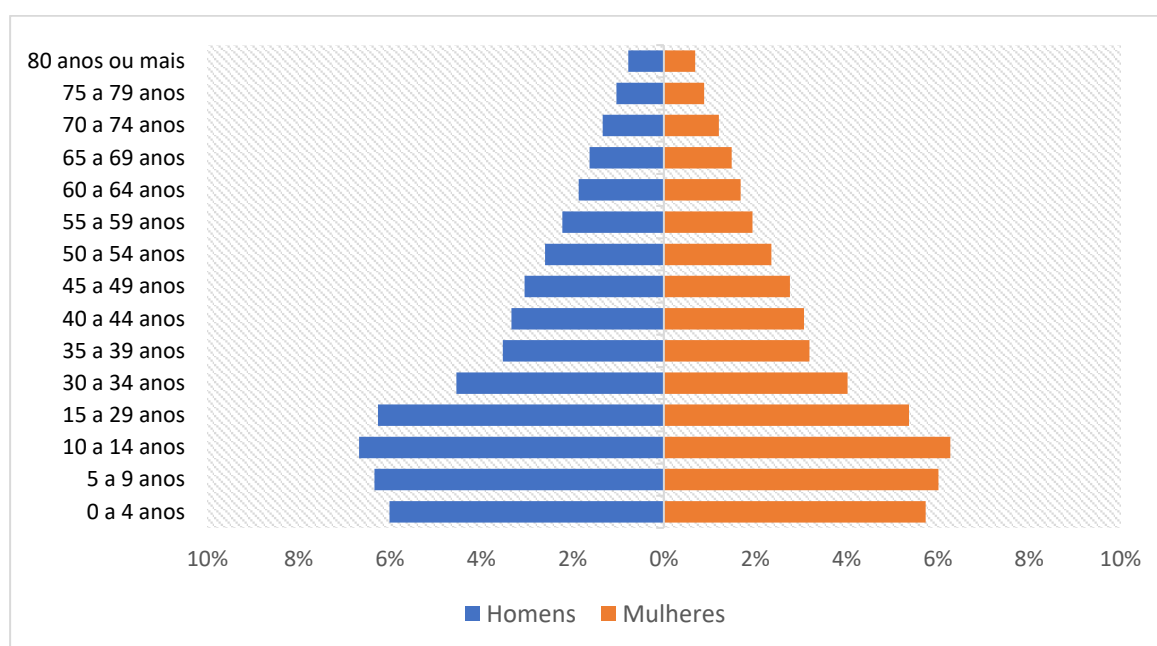


Figura 140. Pirâmide Etária 2000 - RSE-TO.

Fonte: Elaboração do Autor a partir de IBGE (2010).

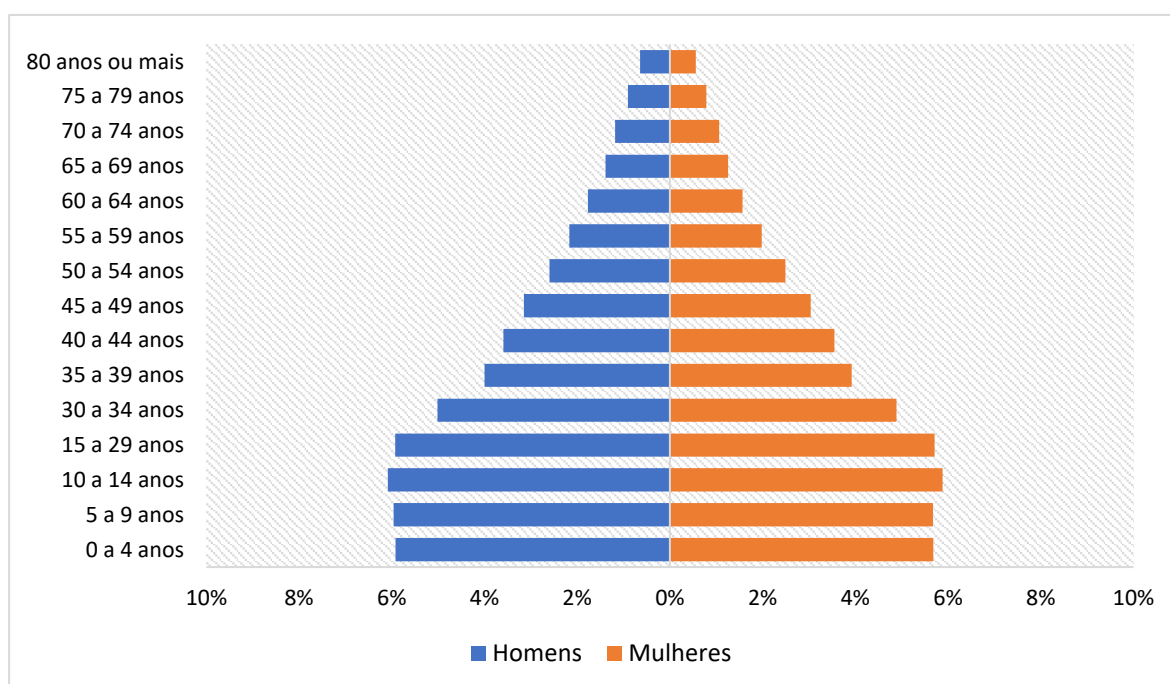


Figura 141. Pirâmide Etária 2000 - Tocantins.

Fonte: Elaboração do Autor a partir de IBGE (2010).

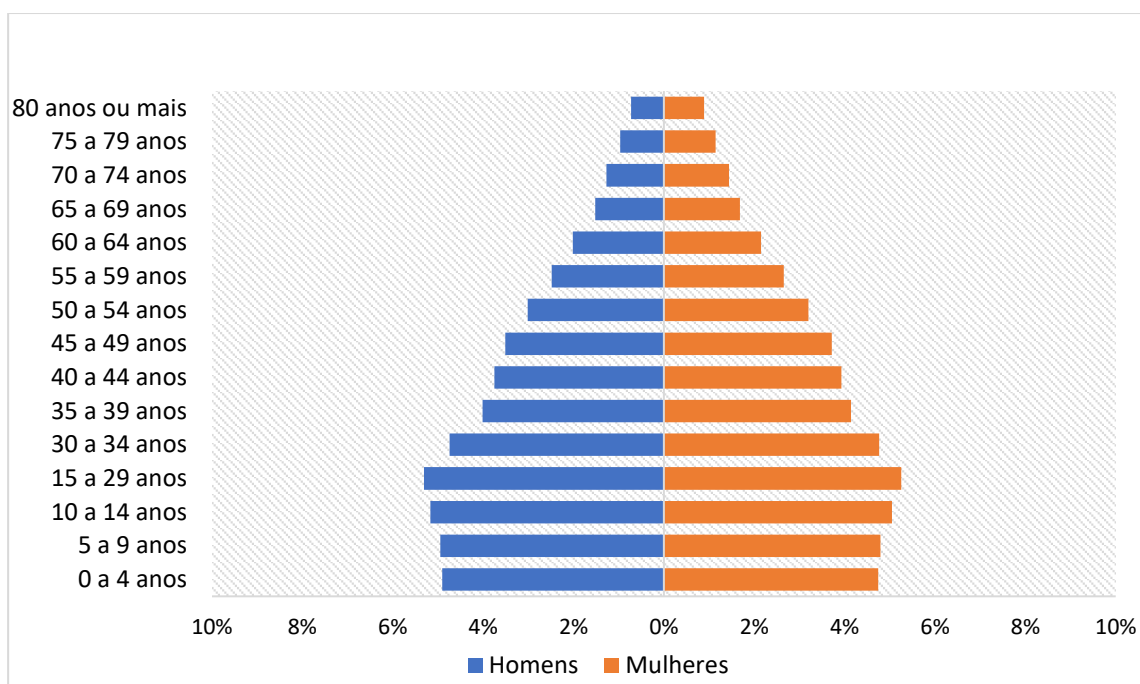


Figura 142. Pirâmide Etária 2000 - Brasil.

Fonte: Elaboração do Autor a partir de IBGE (2010).

É possível observar, analisando as pirâmides apresentadas na Figura 140, que o Estado do Tocantins e a RSE-TO apresentam uma base larga em relação a pirâmide brasileira, que apresenta um achatamento nas mesmas faixas (0-4; 5-10; 15-29). Para o caso das faixas acima de 50 anos, verifica-se uma situação inversa onde o Brasil apresenta um percentual maior da população. A Figura 141, ajuda a observar que há uma tendência a inversão da população com achatamento da base e alargamento do topo, para a região de estudo para o Tocantins e Brasil.

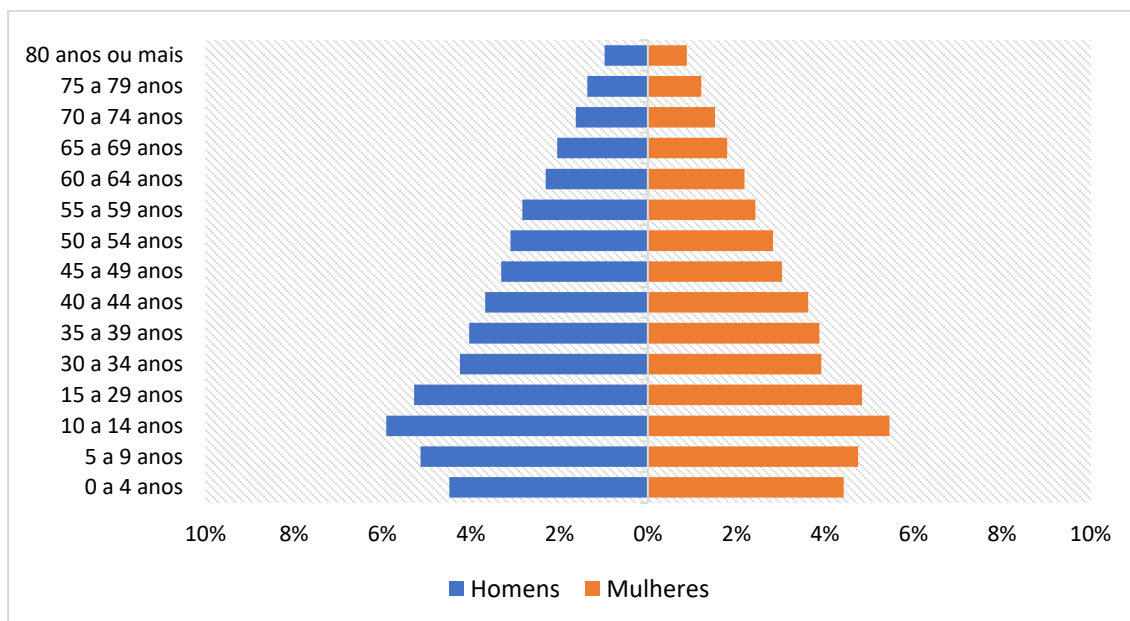


Figura 143. Pirâmide Etária 2010 - RSE-TO.

Fonte: Elaboração do Autor a partir de IBGE (2010).

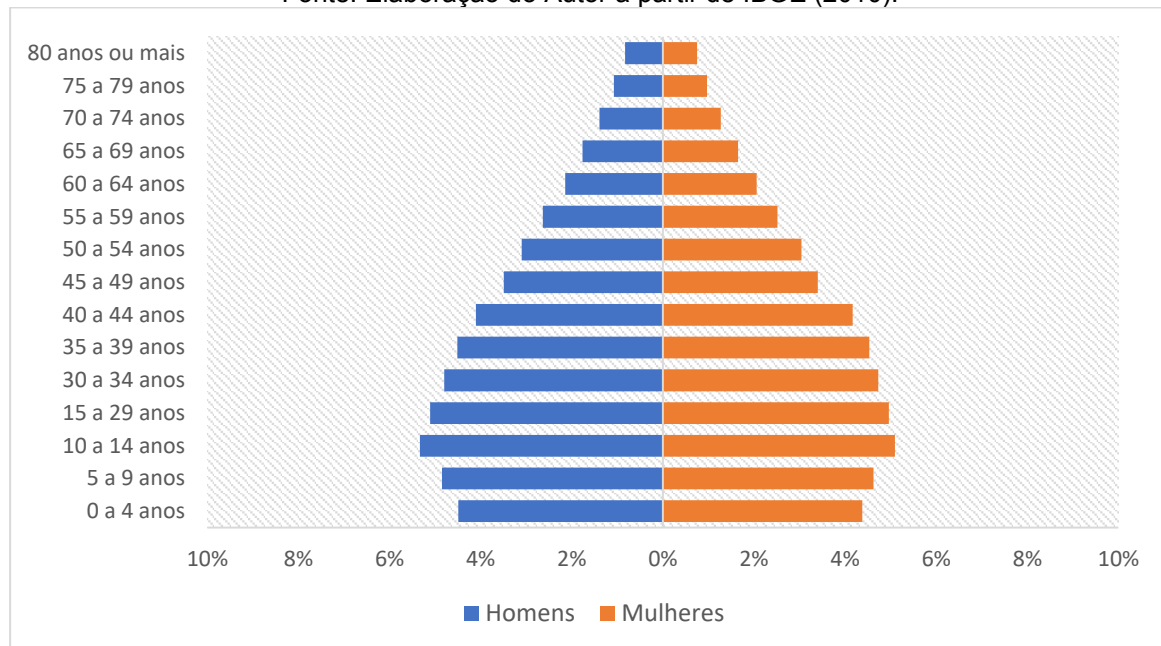


Figura 144. Pirâmide Etária 2010 - Tocantins.

Fonte: Elaboração do Autor a partir de IBGE, Censo 2010.

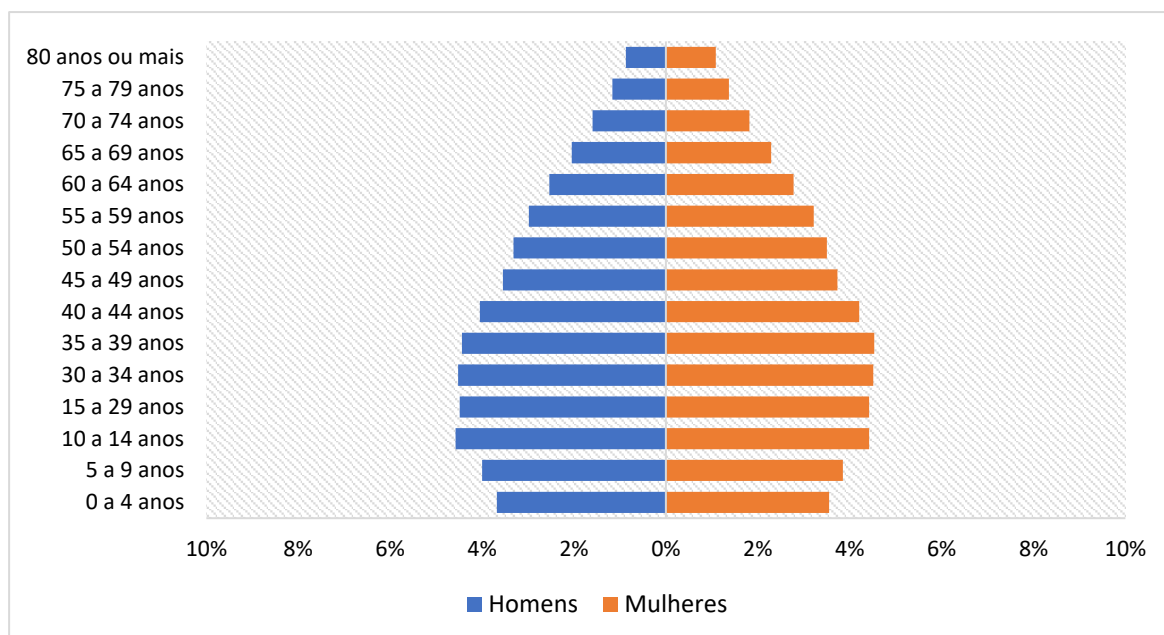


Figura 145. Pirâmide Etária 2010 - Brasil.

Fonte: Elaboração do Autor a partir de IBGE, Censo 2010.

As pirâmides apresentadas nas figuras 140 a 145 mostram que a população da RSE-TO, segue a mesma tendência do estado e do Brasil.

Além dos dados populacionais, as projeções da população apresentadas na Figura 146 mostram que no Tocantins em 2030 a população será de aproximadamente 1,8 milhões de habitantes, sendo aproximadamente 50% de homens e 50% de mulheres. No Brasil, até 2030 o percentual de mulheres estará levemente superior ao de homens conforme Figura 147



Além dos dados populacionais, as projeções da população apresentadas na Figura 146 mostram que no Tocantins em 2030 a população será de aproximadamente 1,8 milhões de habitantes, sendo aproximadamente 50% de homens e 50% de mulheres. No Brasil, até 2030 o percentual de mulheres estará levemente superior ao de homens conforme Figura 147.

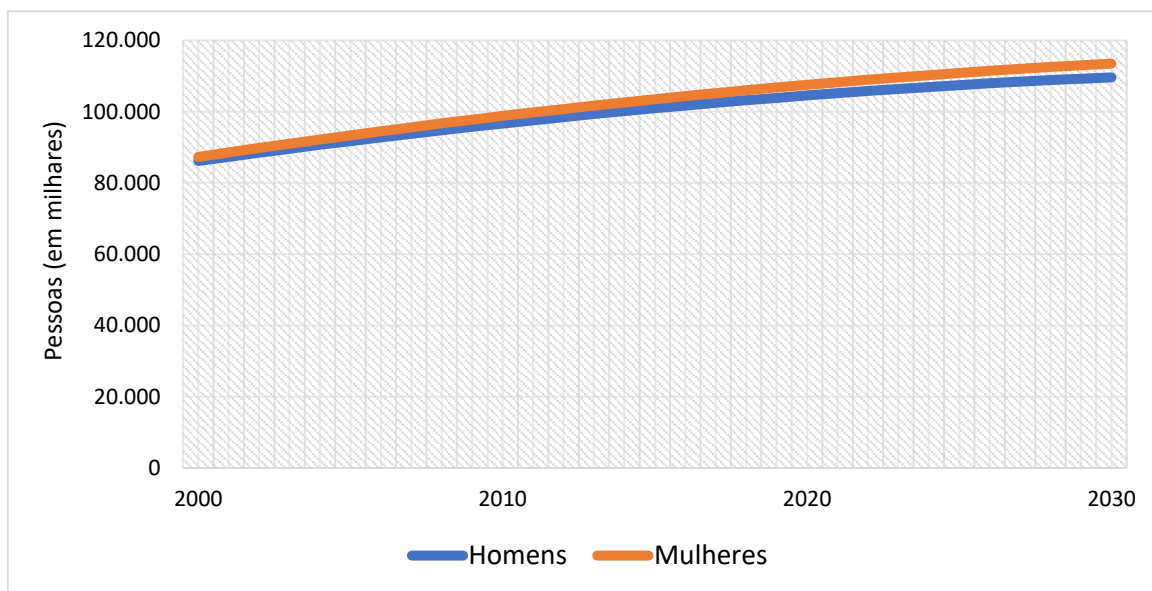


Figura 146. Evolução da População do Tocantins (mil habitantes) - 2000 a 2030.

Fonte: Elaboração do Autor a partir de IBGE (2013).

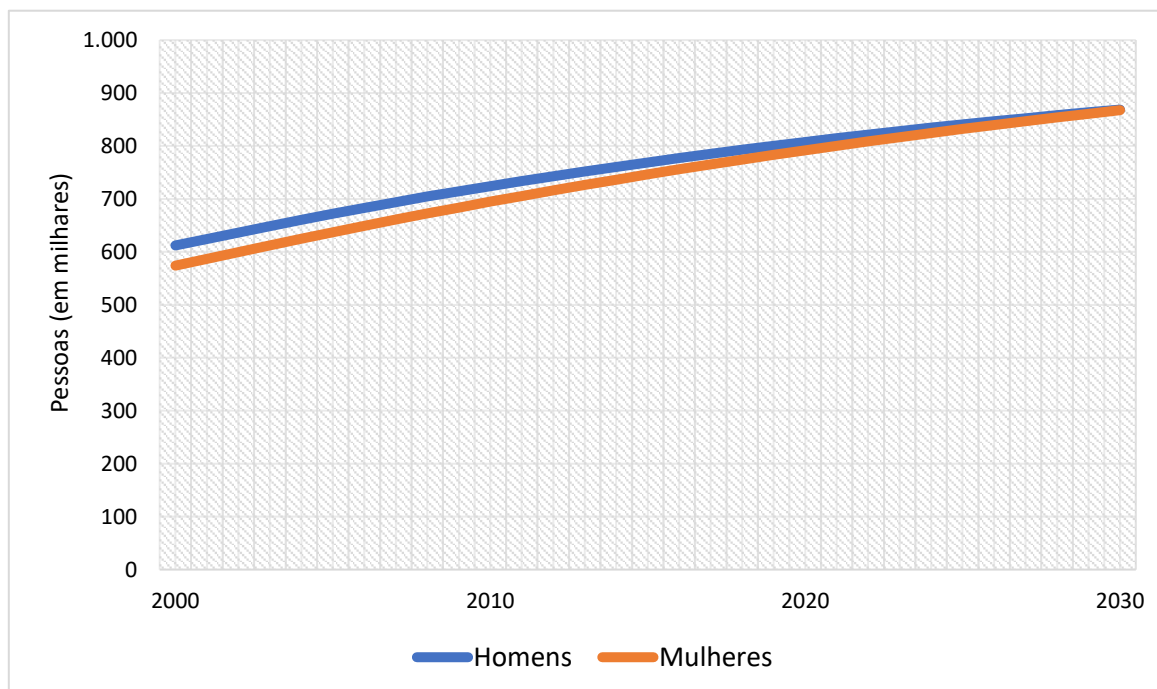


Figura 147. Evolução da População Residente no Brasil (mil habitantes) - 2000 a 2030.

Fonte: Elaboração do Autor a partir de IBGE (2013).

A RSE-TO é composta, principalmente, por pequenos municípios com os maiores atingindo os valores de 21.738 habitantes (Dianópolis) e 16.530 (Taguatinga). No total, a RSE-TO possui uma população de 140.791 habitantes, conforme estimativa do IBGE para 2017. A Figura 148 apresenta uma estimativa da população em 2017, enquanto a Figura 149 apresenta a distribuição entre população urbana e rural, de acordo com o censo de 2010.

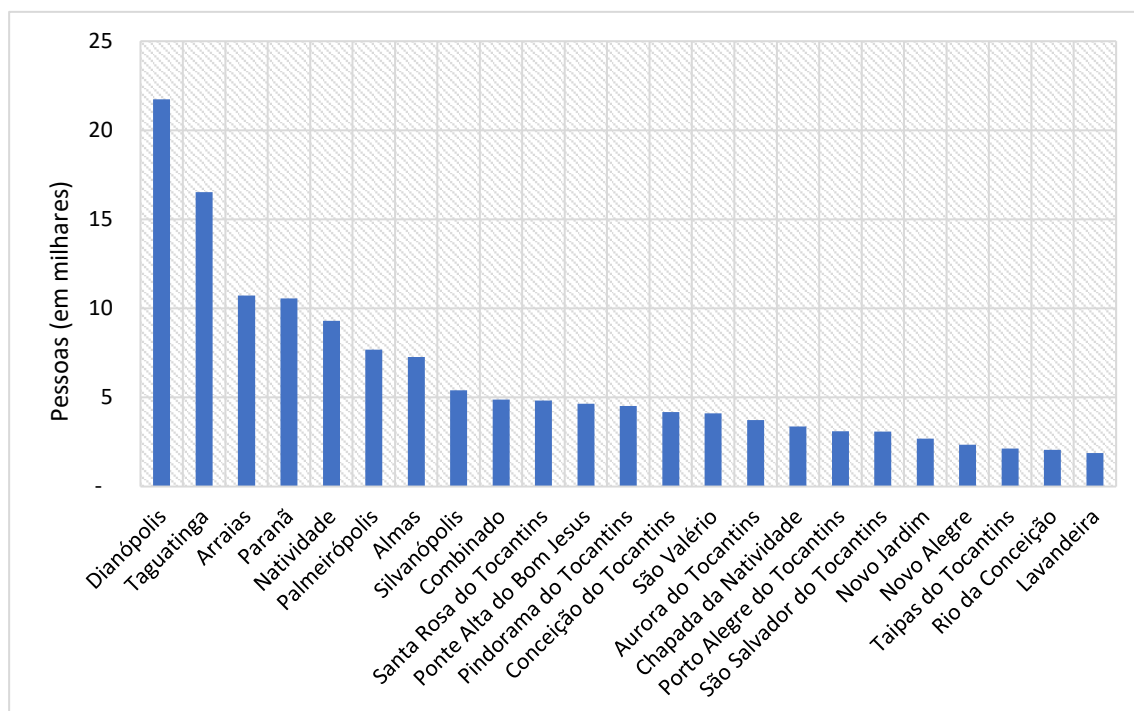


Figura 148. Estimativa da População em 2017 (mil hab) - RSE-TO.

Fonte: Elaboração do Autor a partir de IBGE (2010).

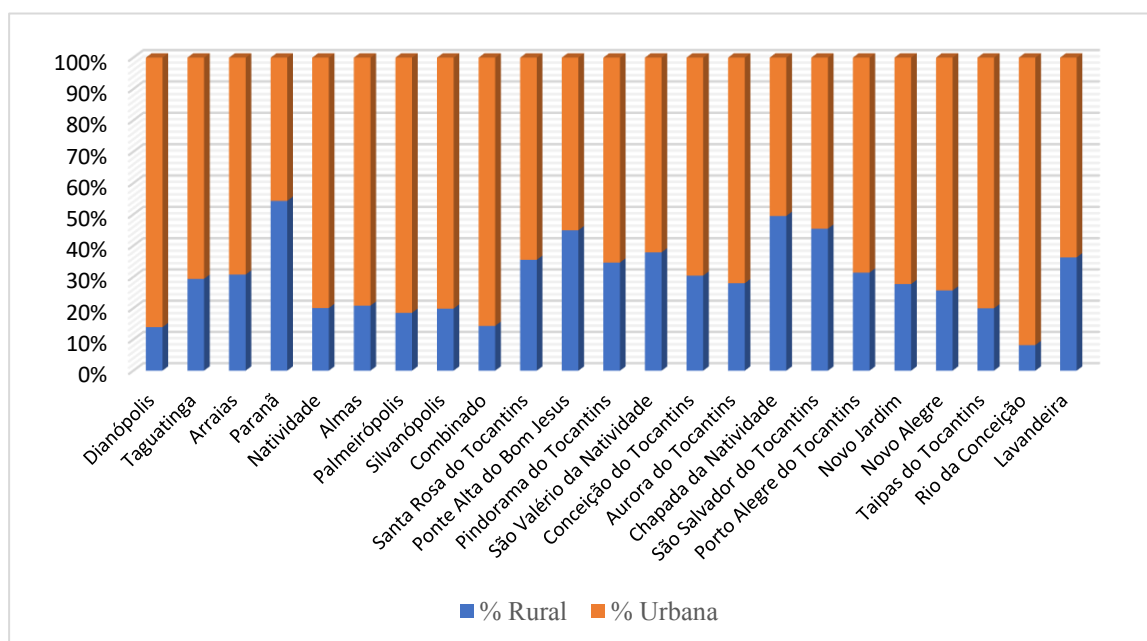


Figura 149. População Rural e Urbana em 2010.

Fonte: Elaboração do Autor a partir de IBGE (2010).



Embora a RSE-TO possua pequenos municípios, que têm na agropecuária sua principal atividade econômica, a população se apresenta com maioria concentrada na área urbana, conforme apresentado na Figura 149. De toda forma, são verificados, ainda, altos índices percentuais de população em área rural em alguns municípios como Parã (54), Ponte Alta do Bom Jesus (45), Chapada da Natividade (50) e São Salvador do Tocantins (45).

5.11.3.2 População e densidade demográfica

A região ocupa uma área de aproximadamente 52.500 km² e possui uma densidade demográfica média de 4,17 habitantes por quilômetro quadrado. A Figura 150 apresenta a área por município e sua respectiva densidade demográfica.

A Figura 150 mostra no seu eixo vertical esquerdo a área dos municípios (Km²) e no eixo vertical direito a densidade demográfica (hab/km²). Este gráfico nos mostra que a RSE-TO possui 18 municípios (de um total de 23) com uma densidade demográfica inferior a 5 hab/km². No Brasil a densidade é de 23,8 hab/km² e no Tocantins de 5,58 hab/km², considerada uma baixa densidade demográfica em relação aos demais estados. Como exemplo, o estado de São Paulo apresenta uma densidade média de 177,4 hab/km² e o município de São Paulo assim como em outras capitais, apresenta valores bastante elevados, da ordem de 7.000 hab/km².

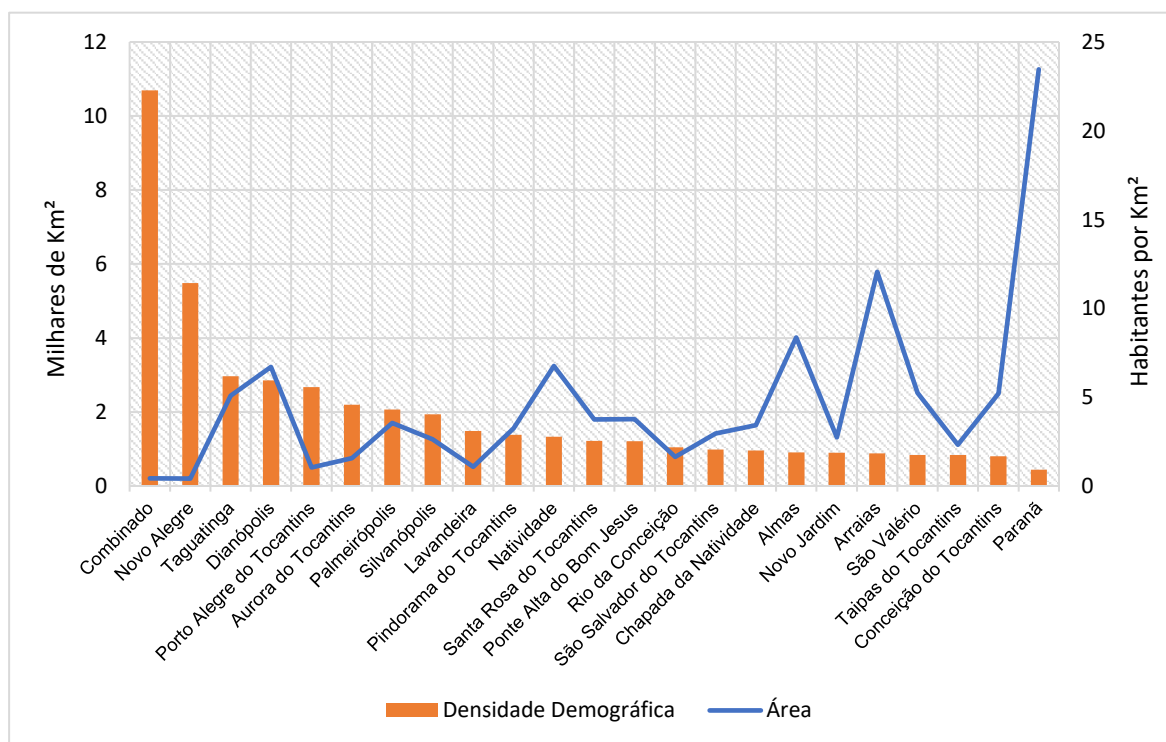


Figura 150. Área (km²) e Densidade Demográfica (hab/km²).

Fonte: Elaboração do Autor a partir de IBGE (2010).

A densidade demográfica é uma variável importante para análise da demanda por água, visto que em regiões de elevada densidade a demanda hídrica certamente será elevada. No caso em questão, embora a densidade seja baixa, a região possui problema de disponibilidade

hídrica, que se acentua no período de estiagem. Embora não haja nenhum movimento migratório evidente, a região se mostra como uma fronteira agrícola em processo de consolidação e a disponibilidade hídrica pode ser um problema a médio e longo prazos que pode inviabilizar esta expansão ou aumentar os custos de produção de maneira acentuada. A Figura 151 apresenta a distribuição total da população dos municípios da região (à esquerda) e a densidade demográfica (à direita).

Ao avaliar as informações da Figura 151, verifica-se que apenas 2 municípios possuem uma população superior a 15 mil habitantes, sendo eles Dianópolis e Taguatinga. De toda forma, mantém baixos índices de densidade demográfica: 5,58 e 6,18 hab/km², respectivamente. Na RSE-TO 15 municípios possuem uma população inferior a 5 mil habitantes. Com um quantitativo pequeno de população e com uma baixa densidade demográfica a região possui uma economia pouco dinâmica e não existe nenhum fluxo populacional de entrada de população atualmente. Regiões com uma população pequena e dispersa têm como característica a dificuldade de consolidação de cadeias de valor e, dessa forma, a implantação de infraestrutura viárias e outras políticas públicas podem ser fatores importantes para mudança na realidade local.



GOVERNO DO TOCANTINS

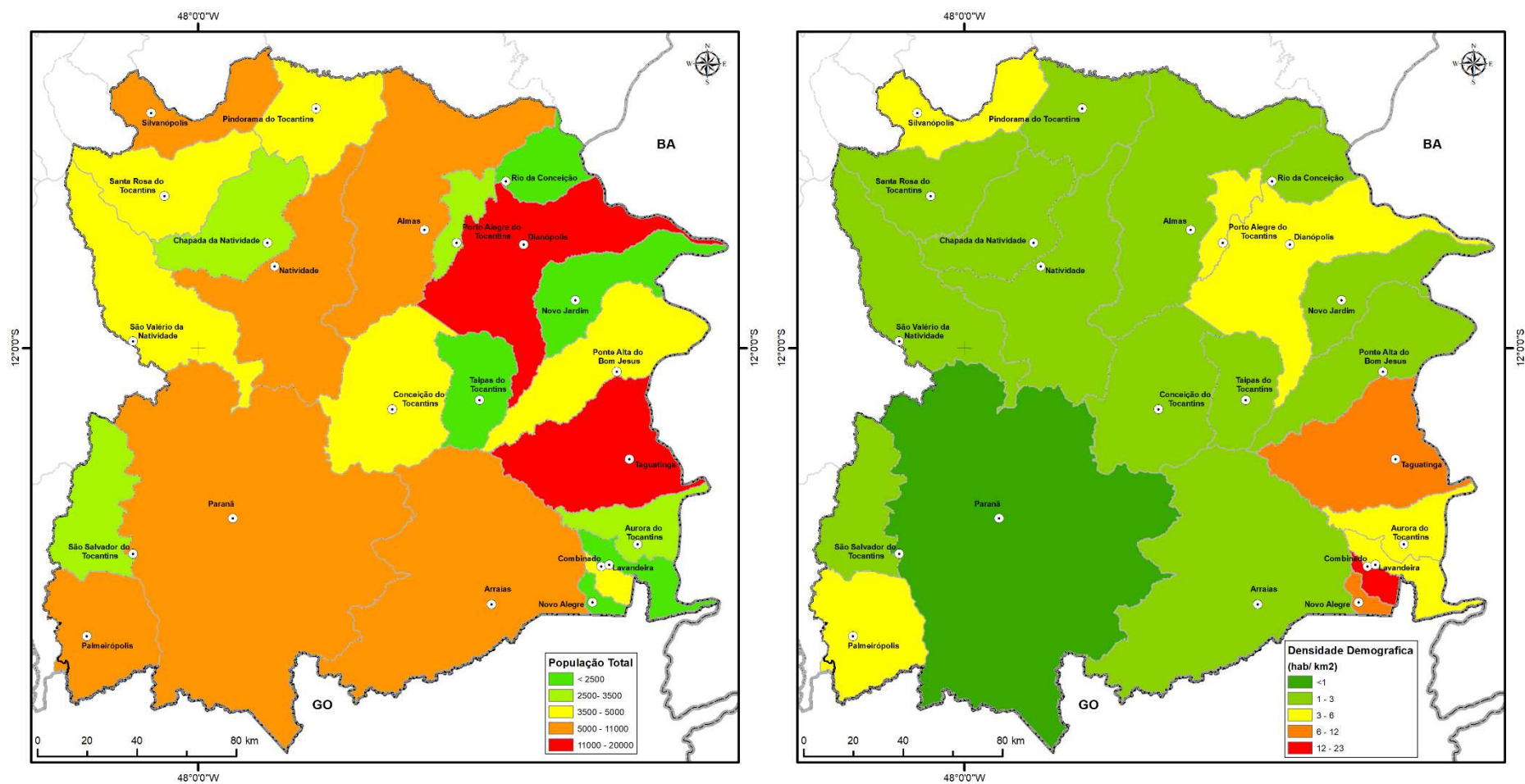


Figura 151. Distribuição da População por Município.
Fonte: Elaboração do Autor a partir de IBGE (2010).

Delimitação e Caracterização Cartográfica das Áreas Vulneráveis a Escassez Hídrica na Região Sudeste do Estado do Tocantins

5.11.4 Emprego e renda

A população economicamente ativa - PEA é aquela que está inserida no mercado de trabalho, ou seja, em idade de trabalhar. De acordo com esse conceito, essa PEA está trabalhando ou em busca de trabalho e, com isso, está dividida em população ocupada e desocupada. População ocupada são pessoas que estão trabalhando ou vinculadas a algum trabalho. População desocupada são pessoas que não estão trabalhando, mas que buscaram de alguma forma trabalho nos 30 dias que antecederam a pesquisa.

População não economicamente ativa, também considerada fora da força de trabalho, são as pessoas que estão em idade de trabalhar, porém por algum motivo se encontram fora do mercado de trabalho, seja por estar estudando, em aposentadoria, afazeres domésticos ou outros. As figuras 152 e 153 apresentam informações sobre a taxa de desocupação dos municípios.

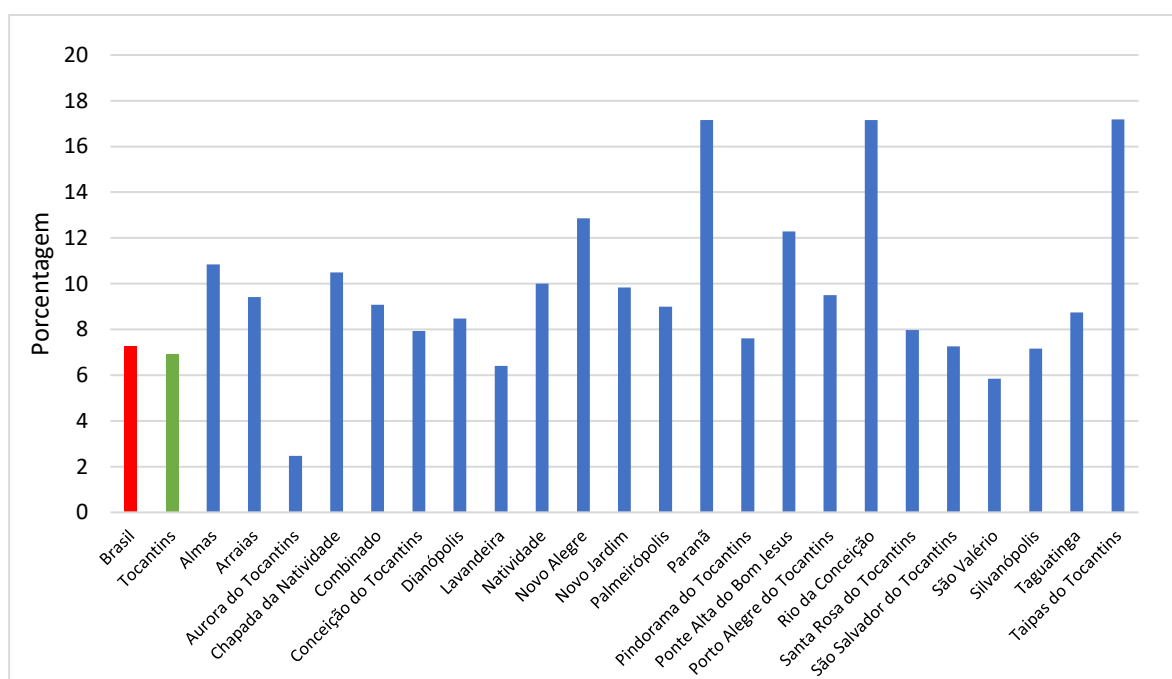


Figura 152. Taxa de Desocupação.

Fonte: Elaboração do Autor a partir de IBGE (2010).

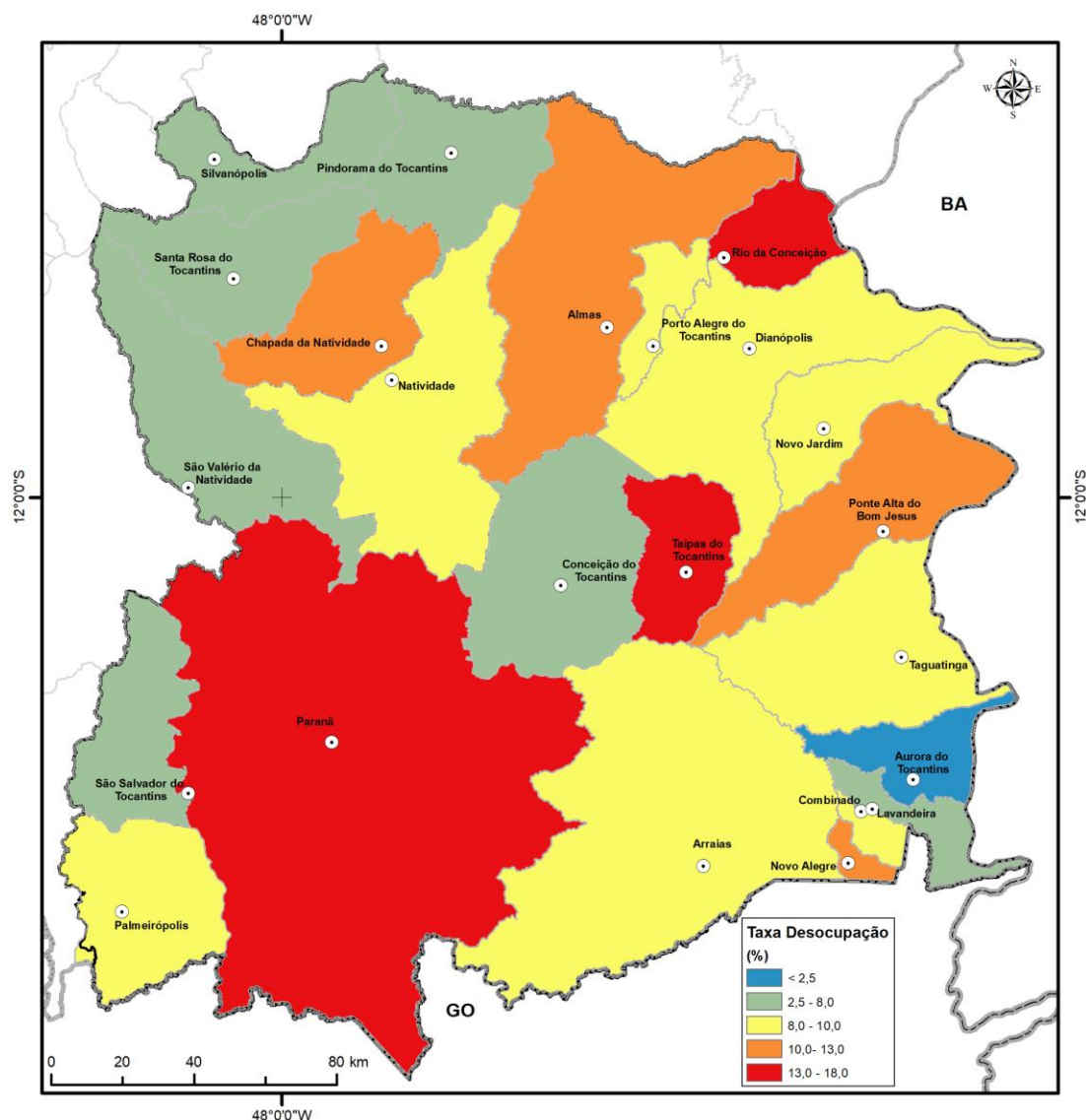


Figura 153. Taxa de Desocupação.

Fonte: Elaboração do Autor a partir de IBGE (2010).

O município que apresenta a menor taxa de desocupação é o município de Aurora do Tocantins com 2,47% da população desocupada. É um município que vem despertando o interesse de pesquisadores de geoespeleologia, por possuir inúmeras cavernas, o que ajuda a fazer com que o município tenha os mais altos índices de ocupação e emprego. Por outro lado, os municípios que possuem as maiores taxas de desocupação são Paran , Rio da Conceição e Taip s. Paran  é o maior município em área do estado do Tocantins e que possui a menor densidade demográfica. A dispersão da população e a escassez de recursos hídricos podem ser fatores de influência para o elevado percentual de desocupados. Outro problema pode ser identificado na análise das informações da Tabela 36, que mostra o percentual do Valor Adicionado Bruto - VAB para os municípios da região para o ano de 2016 frente ao total de seus VAB. A análise das informações constantes da tabela em questão mostra que boa parte dos municípios depende do poder público, mostrando aspecto de baixo emprego agrícola, industrial ou de serviços.

Já o município de Taipas do Tocantins apresenta problemas de acesso, pois não possui via pavimentada e as vicinais são de difícil tráfego. Rio da Conceição apresenta uma população pequena e o poder público é o maior empregador. Por outro lado, localiza-se neste município a sede da Estação Ecológica Serra Geral do Tocantins, que constitui o Mosaico do Jalapão, uma unidade de conservação importante para preservação dos recursos hídricos da Região.

Tabela 36. Percentual do VAB - Valor Adicionado Bruto para cada setor em cada município para o ano de 2016.

Município	2.016			
	VAB Agropecuária	VAB Indústria	VAB Serviços	VAB Adm Publica
Almas	50%	3%	13%	34%
Arraias	27%	6%	23%	43%
Aurora do Tocantins	28%	4%	14%	55%
Chapada da Natividade	50%	3%	13%	34%
Combinado	11%	4%	37%	48%
Conceição do Tocantins	15%	3%	29%	54%
Dianópolis	7%	6%	40%	47%
Lavandeira	27%	3%	12%	59%
Natividade	15%	15%	27%	44%
Novo Alegre	20%	4%	19%	57%
Novo Jardim	20%	6%	12%	62%
Palmeirópolis	18%	5%	33%	44%
Paraná	15%	42%	11%	33%
Pindorama do Tocantins	27%	2%	16%	55%
Ponte Alta do Bom Jesus	18%	2%	19%	61%
Porto Alegre do Tocantins	13%	3%	19%	65%
Rio da Conceição	4%	2%	15%	78%
Santa Rosa do Tocantins	44%	3%	18%	35%
São Salvador do Tocantins	19%	2%	18%	61%
São Valério	35%	3%	24%	38%
Silvanópolis	39%	3%	30%	28%
Taguatinga	17%	5%	34%	43%
Taipas do Tocantins	20%	4%	14%	63%

Fonte: IBGE, 2016.

As figuras 154 e 155 apresentam informações percentuais sobre o mercado de trabalho por atividade econômica para a RSE-TO e comparam com o Brasil. Pela análise das informações das figuras, é possível verificar resultados mostrando a importância do setor público e agronegócio.

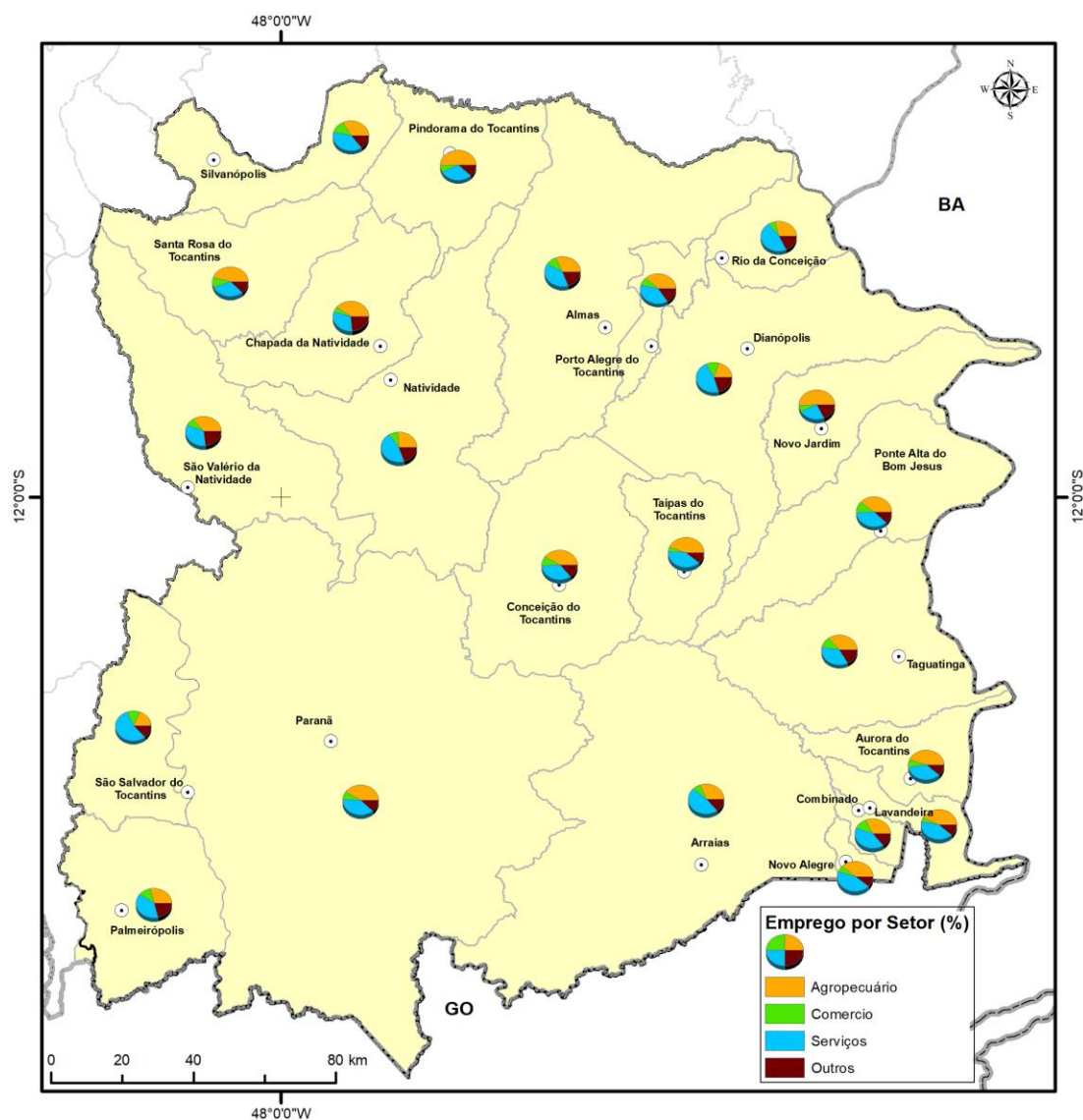


Figura 154. Percentual de Ocupação por Atividade Econômica.

Fonte: Elaboração do Autor a partir de IBGE (2010).

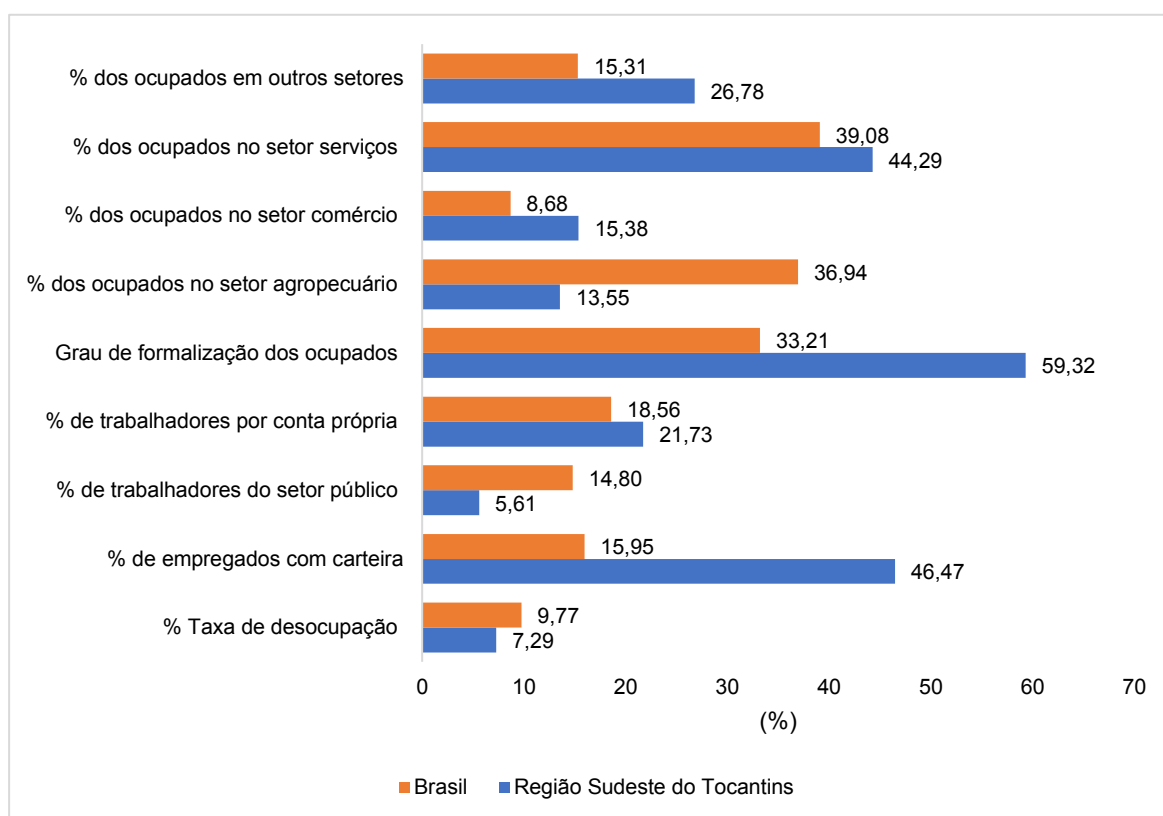


Figura 155. Percentual de Ocupação por Atividade Econômica- Brasil e RSE-TO.

Fonte: Elaboração do Autor a partir de IBGE (2010).

As figuras 156 e 157 apresentam informações sobre os indicadores de pobreza na RSE-TO. Segundo metodologia globalmente adotada e também utilizada pelo IPEA - Índice de Pesquisas Econômicas Aplicadas, a consideração como extremamente pobres refere-se àquelas famílias que vivem com valores abaixo de 1,25 dólar per capita por dia. Os pobres são considerados aqueles com renda per capita inferior a 1,90 dólar por dia e os vulneráveis à pobreza com valores inferiores a 3,20 dólares.

Nos indicadores de pobreza chama a atenção o alto índice de pessoas extremamente pobres e pobres, que juntos somam 50% na maioria dos municípios do região, mostrando a vulnerabilidade social local. A RSE-TO é considerada uma das mais pobres do estado do Tocantins e as informações apresentadas confirmam esta informação. O problema relacionado à dificuldade de acesso à água, enfrentado pela população é certamente um dos fatores de maior relevância para a região. O município de Paranã é o que apresenta a situação mais extrema com um percentual de extremamente pobres de 31,89%. No outro extremo, o município com a menor taxa é Combinado (4,18%), que apresenta uma agropecuária forte, uma economia relativamente dinâmica com a presença de 2 laticínios e apoio técnico do Ruraltins, Sebrae e Senar.

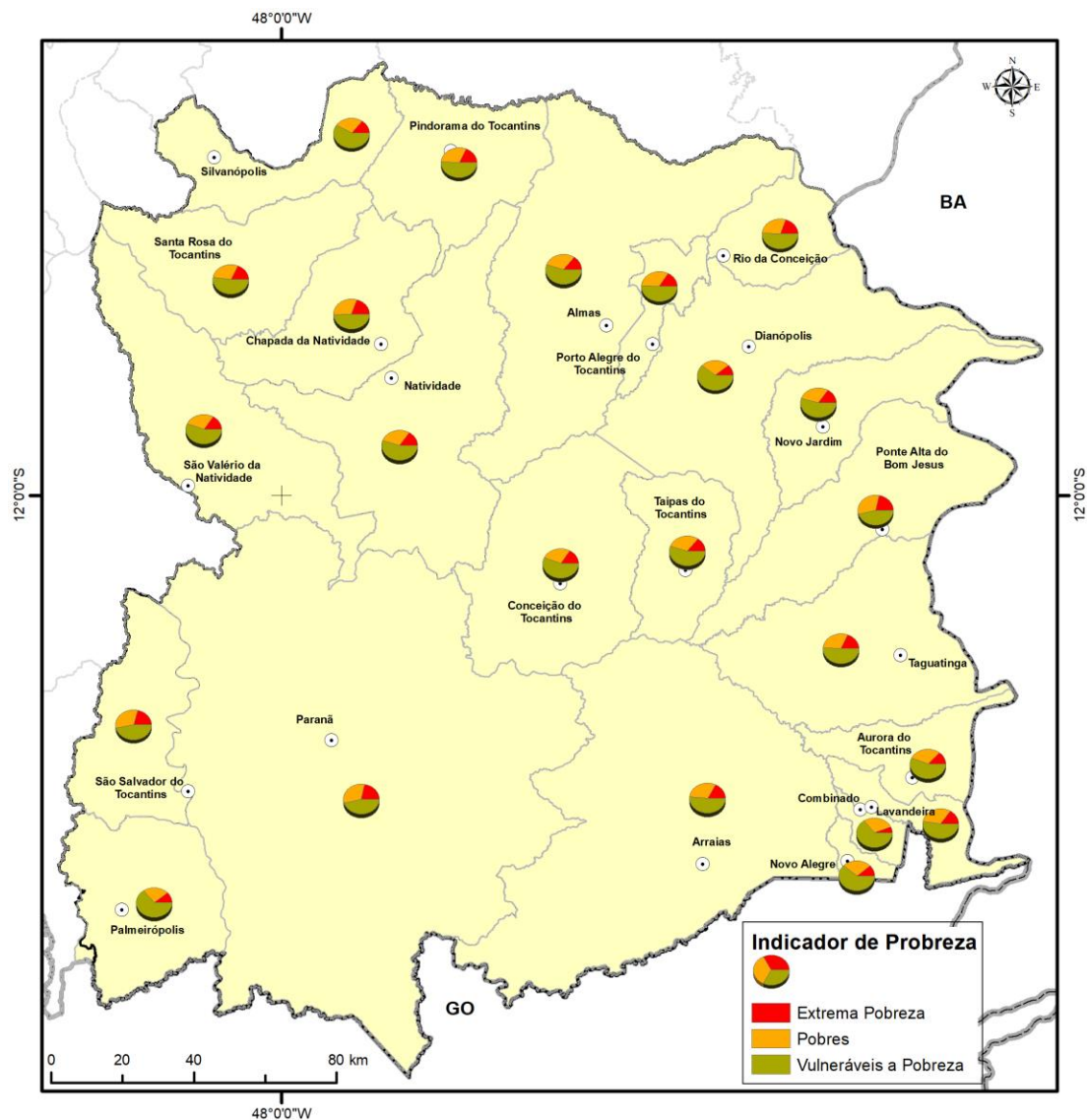


Figura 156. Indicadores de Pobreza.

Fonte: Elaboração do Autor a partir de IBGE (2010).

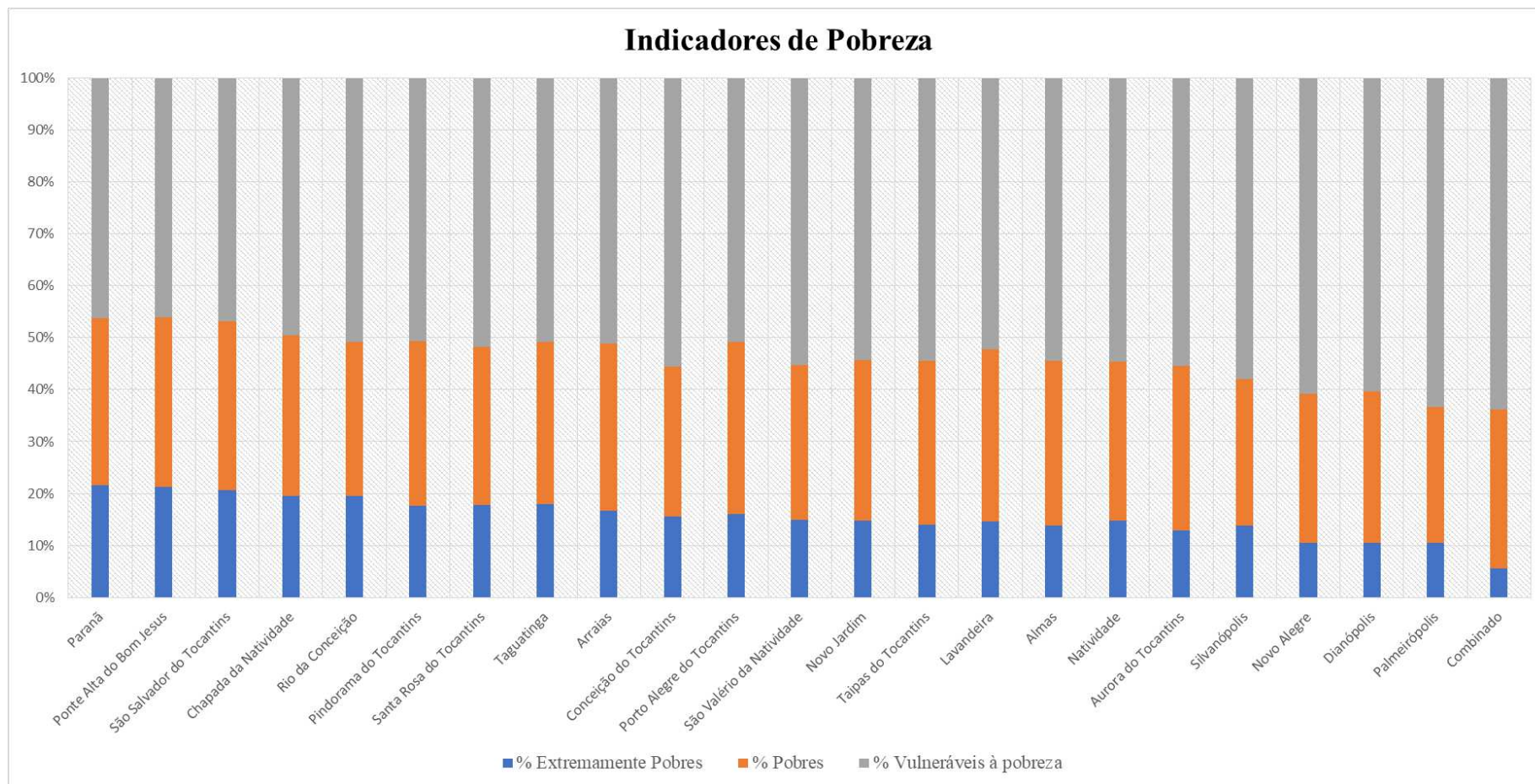


Figura 157. Indicadores de Pobreza.
 Fonte: Elaboração do Autor a partir de IBGE (2010).



As figuras 158 e 159 apresentam informações sobre os indicadores de escolaridade para os municípios da região. Em relação a taxa de analfabetismo, os percentuais na região se mostram abaixo dos indicadores nacionais e estaduais. No Brasil 10,19% da população são considerados analfabetos e no Tocantins esse percentual sobe para 14,14%. Na região de estudo, os percentuais estão abaixo da média estadual para todos os municípios, sendo a maior taxa de analfabetismo verificada no município de Taipas do Tocantins (11,57%). O município que apresenta menor taxa é Novo Alegre com valor inferior a 2% da população de analfabetos. É importante mencionar que o índice que mais contribuiu para a melhora no IDHM foi a educação.

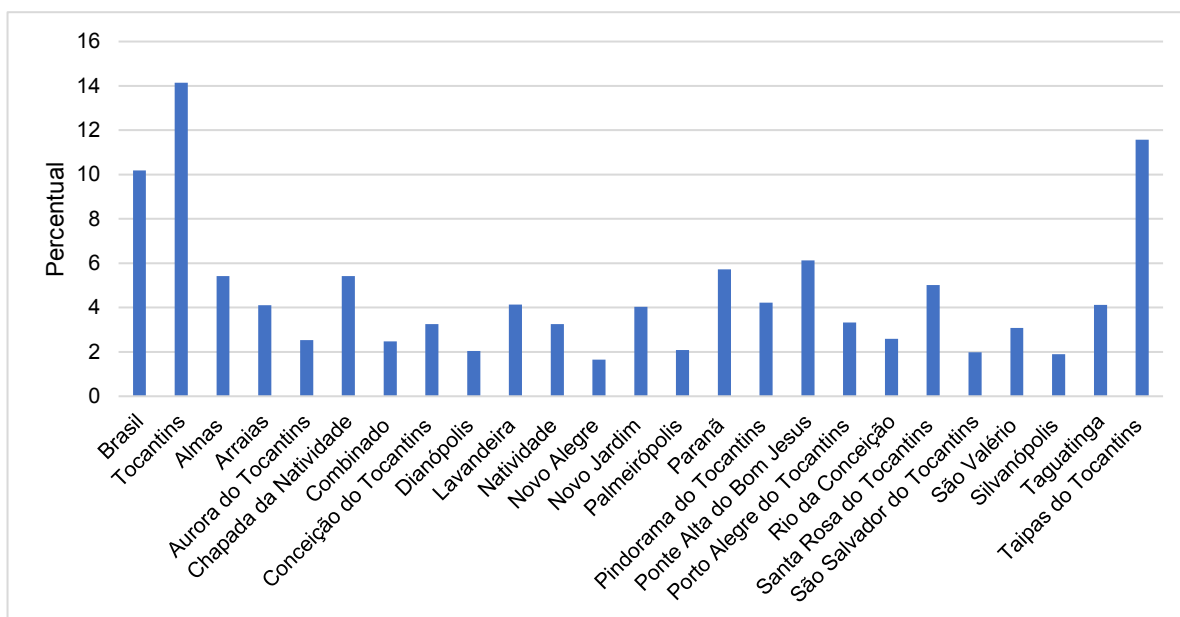
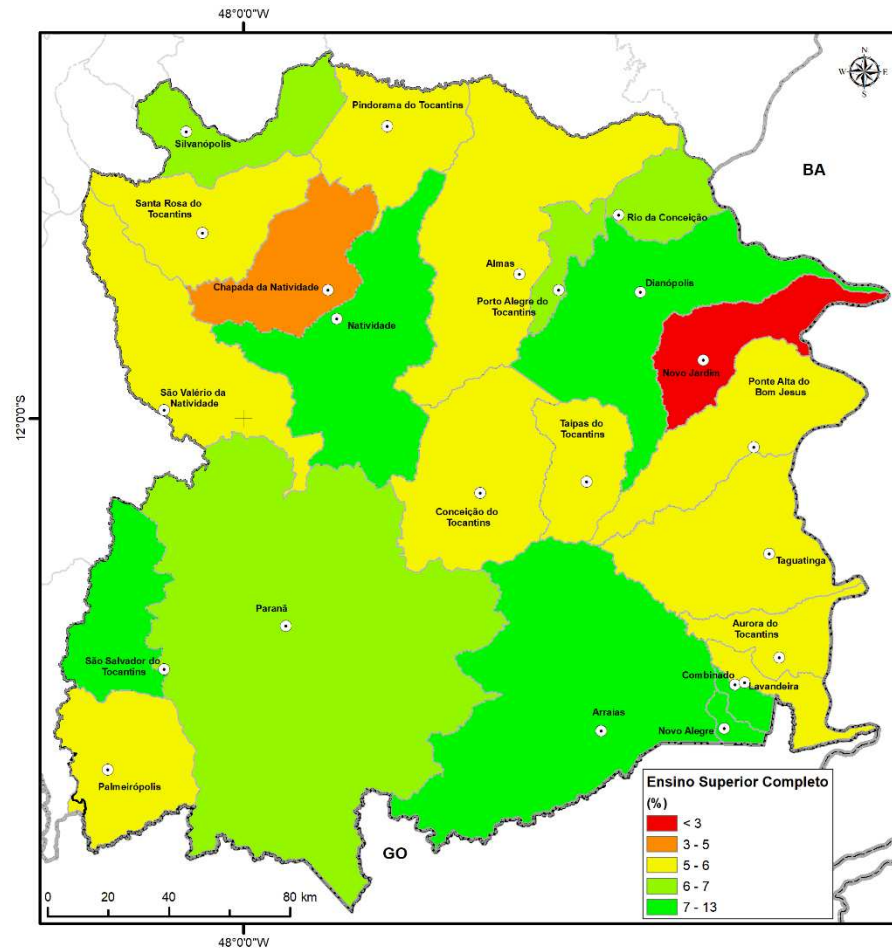


Figura 158. Taxa de Analfabetismo - RSE-TO, Tocantins e Brasil.

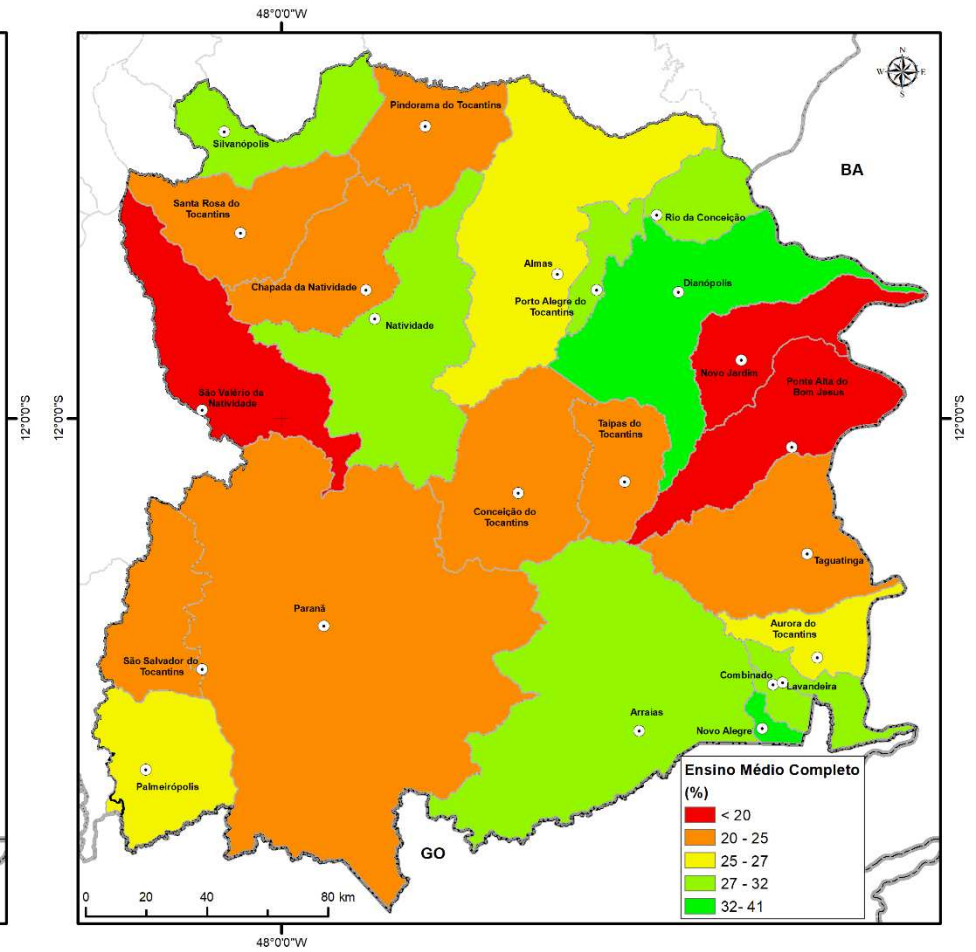
Fonte: Elaboração do Autor a partir de IBGE (2010).

Conforme apresentado nas figuras, os índices de escolaridade da região são muito baixos, apenas três municípios apresentaram índices superiores a 7,5% da população com curso superior em 2010. Embora a região tenha reduzido a taxa de analfabetismo, ainda é pequeno o tempo de estudo da população, necessitando de ações para a manutenção da população nas escolas em ensinos médio e superior.

5 Diagnóstico Socioambiental



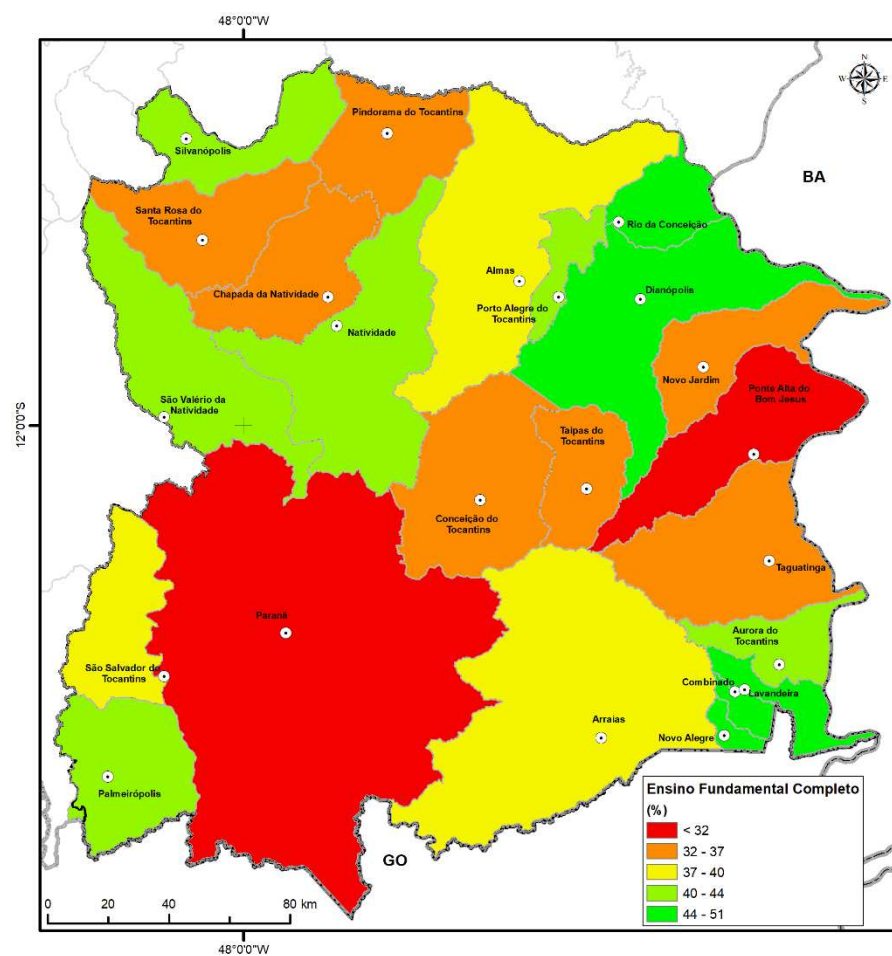
(a)



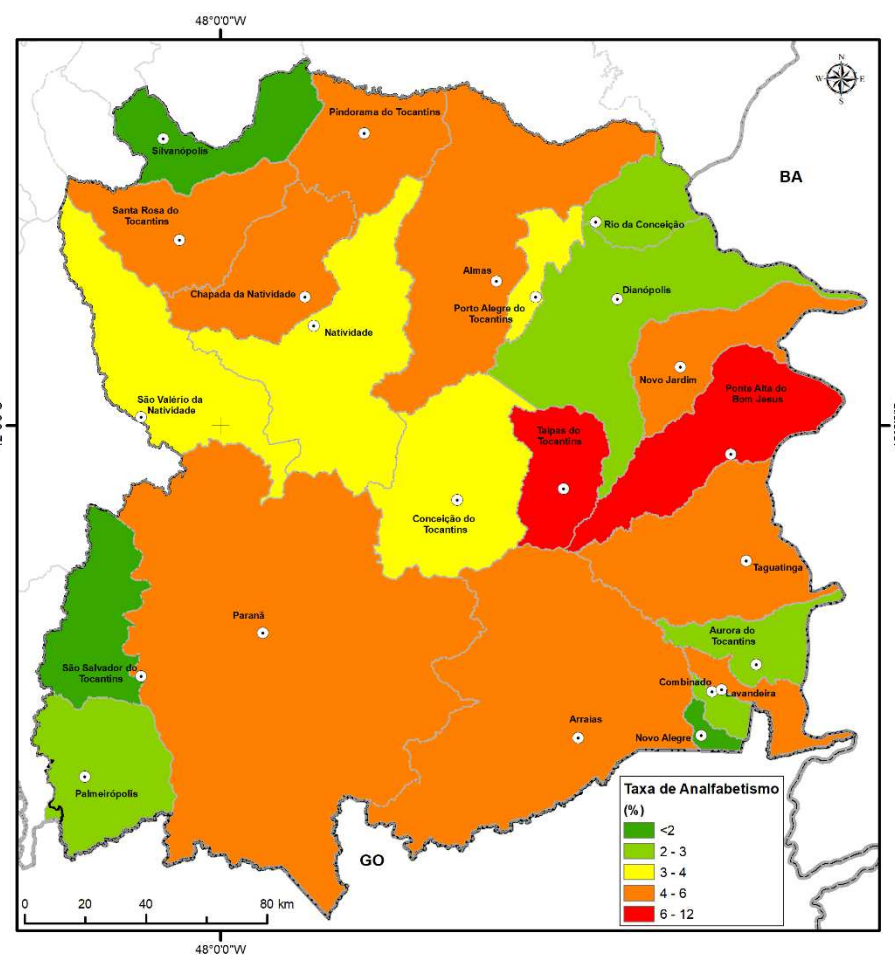
(b)



GOVERNO DO TOCANTINS



(c)



(d)

Figura 159. Índices de escolaridade - RSE-TO, Tocantins e Brasil.

Fonte: Elaboração do Autor a partir de IBGE (2010).

5.11.5 Dinâmica econômica de uso e ocupação do solo

O Tocantins apresenta um Produto Interno Bruto - PIB pouco expressivo nacionalmente, com participação de apenas 0,5% na composição do PIB brasileiro em 2014. Contudo, a trajetória do PIB estadual é ascendente, mesmo em momentos de recessão da variável em nível nacional, como registrado nos anos de 2015 e 2016.

Neste capítulo, é analisada a composição do PIB da RSE-TO do estado e participação na composição do PIB estadual, além da evolução dos mesmos ao longo dos anos. Ademais, serão apresentadas informações referentes à dinâmica da produção agrícola, englobando a evolução dos cultivos, suas áreas cultivadas, produção e rendimentos, as dinâmicas da pecuária, produção industrial, comércio, serviços e balança comercial.

5.11.5.1 Produto interno bruto

A RSE-TO, na qual, além dos municípios que compõe a microrregião de Dianópolis, conta também com os municípios de Palmeirópolis, São Salvador do Tocantins e Silvanópolis. A microrregião de Dianópolis, por sua vez, tem o segundo menor PIB do Tocantins, se comparada com as demais oito microrregiões que compõe o estado (IBGE, 2014). A falta de complexidade da dinâmica econômica do estado, somada à distância da capital, Palmas, em que a região se encontra podem ser fatores que explicam a pouca geração de renda na localidade. A Figura 160 mostra os percentuais de participação das microrregiões do estado na composição do PIB.

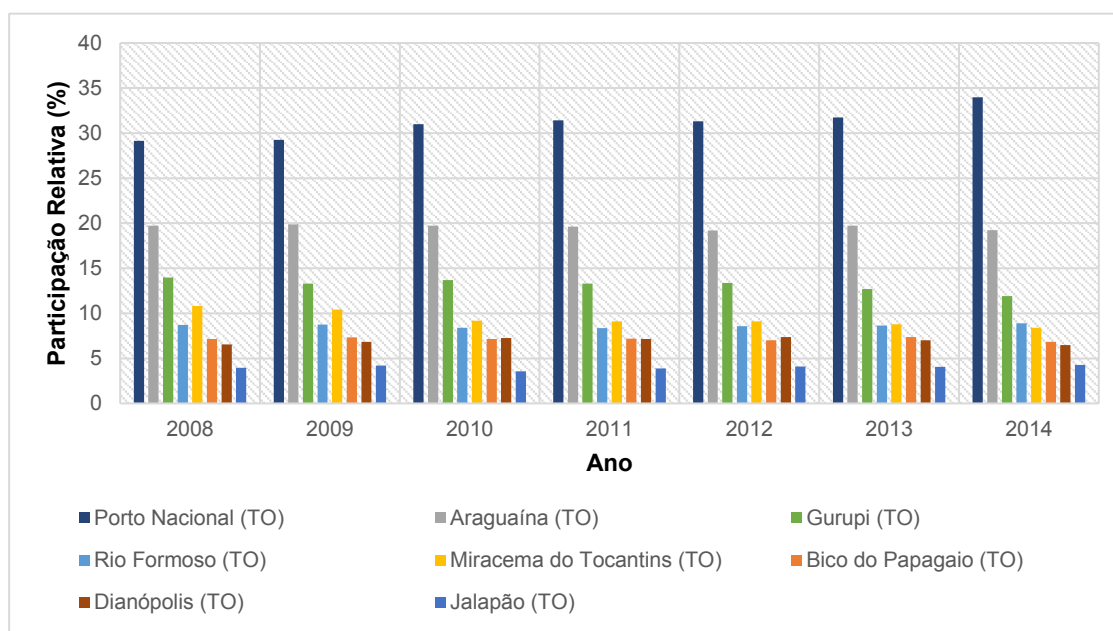


Figura 160. Participação das Microrregiões na Composição do PIB do Tocantins.

Fonte: Elaboração do Autor a partir de IBGE (2014).

Apesar dos baixos índices do PIB da região, mostrados na Figura 161 entre os anos de 2008 e 2014 teve uma evolução de 114%, contando sempre com uma trajetória de ascendência. O



PIB cresceu a uma taxa média de 16% ao ano, bem próximo ao ritmo de crescimento do Estado, que contou com uma evolução de 116 no mesmo período, a uma taxa média de crescimento de 17% ao ano. Ressalta-se que, nesse mesmo período, o país passou por momentos de instabilidade no seu PIB, tendo saído de um crescimento de 7,53% em 2010, para crescer apenas 1,92% em 2012 e, em seguida, 0,5% no ano de encerramento da série de dados da qual o IBGE dispõe.

A Tabela 37 apresenta os valores do PIB estadual e o PIB da RSE-TO, entre os anos de 2002-2016, bem como a sua distribuição *per capita*. É possível perceber que o PIB *per capita* da região vai se aproximando a cada ano do PIB *per capita* estadual, até 2012, que atinge 87% e, a partir daí, passa a uma descendente até 2016, com valor correspondente a cerca de 68%.

Tabela 37. PIB e População.

Ano	Tocantins			RSE-TO			Percentual do PIB per capita do RSE/TO frente ao TO
	PIB (Mil Reais)	População Residente (mil)	PIB Per Capita (reais)	PIB (Mil Reais)	População Residente (mil)	PIB Per Capita (reais)	
2002	5.322.563	1.207	4.410	362.770	128	2.834	64%
2003	6.612.339	1.230	5.376	471.446	129	3.655	68%
2004	7.251.580	1.263	5.742	534.397	129	4.143	72%
2005	7.707.340	1.306	5.901	551.235	130	4.240	72%
2006	8.655.613	1.332	6.498	644.491	131	4.920	76%
2007	10.192.844	1.306	7.805	834.359	134	6.227	80%
2008	12.116.393	1.281	9.459	939.559	137	6.858	73%
2009	13.689.804	1.292	10.596	1.072.509	138	7.772	73%
2010	16.404.816	1.383	11.862	1.330.866	133	10.007	84%
2011	18.345.688	1.401	13.095	1.473.305	134	10.995	84%
2012	20.684.430	1.418	14.587	1.700.443	134	12.690	87%
2013	23.796.656	1.478	16.101	1.855.672	139	13.350	83%
2014	26.189.323	1.497	17.495	1.875.717	139	13.494	77%
2015	28.930.000	1.503	19.248	1.940.693	140	13.862	72%
2016	31.576.000	1.520	20.774	1.966.656	140	14.048	68%

Fonte: IBGE (2016).

Na RSE-TO, o destaque é para o município de Dianópolis, seguido de Taguatinga e Paranã, respectivamente. A Figura 161 apresenta o valor do PIB municipal em milhares de reais para o ano de 2016 e a Figura 162 espacializa essas informações na região.

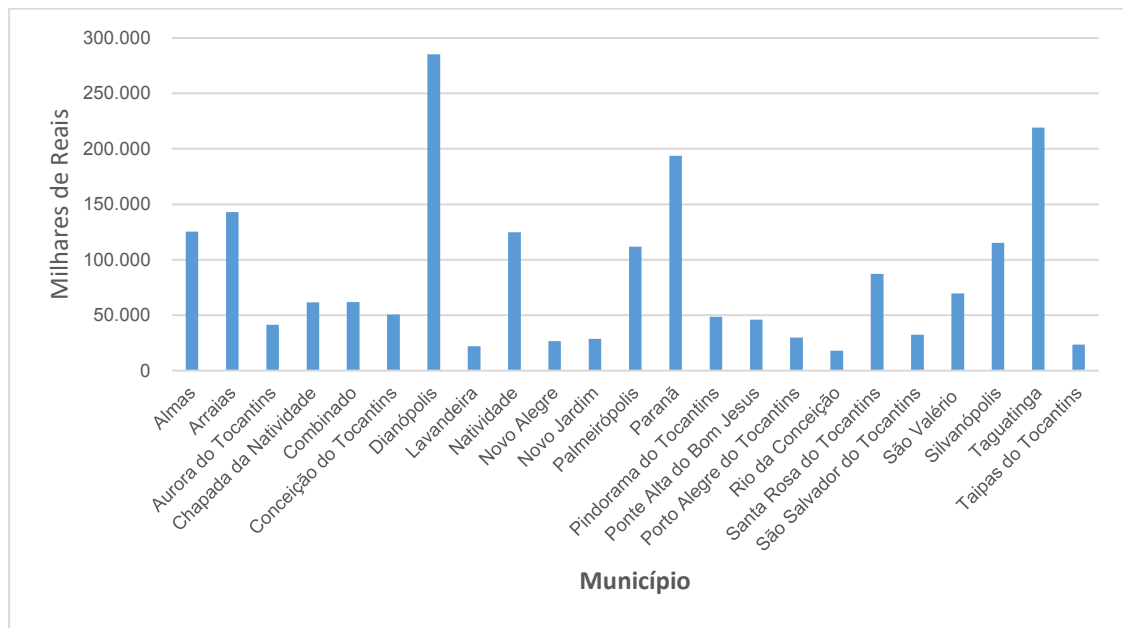


Figura 161. Produto Interno Bruto (milhares de reais) - RSE-TO.

Fonte: Elaboração do Autor a partir de IBGE (2016).

Os municípios de Dianópolis, Taguatinga e Paranã concentram a maior produção da região, sendo que o PIB de Dianópolis está próximo a 300 milhões de reais, Taguatinga apresenta valor um pouco superior a 200 milhões e Paranã um pouco inferior a 200 milhões de reais. Os demais municípios apresentam uma pequena contribuição a produção regional, sendo que 13 municípios possuem um PIB próximo ou inferior a 50 milhões de reais.

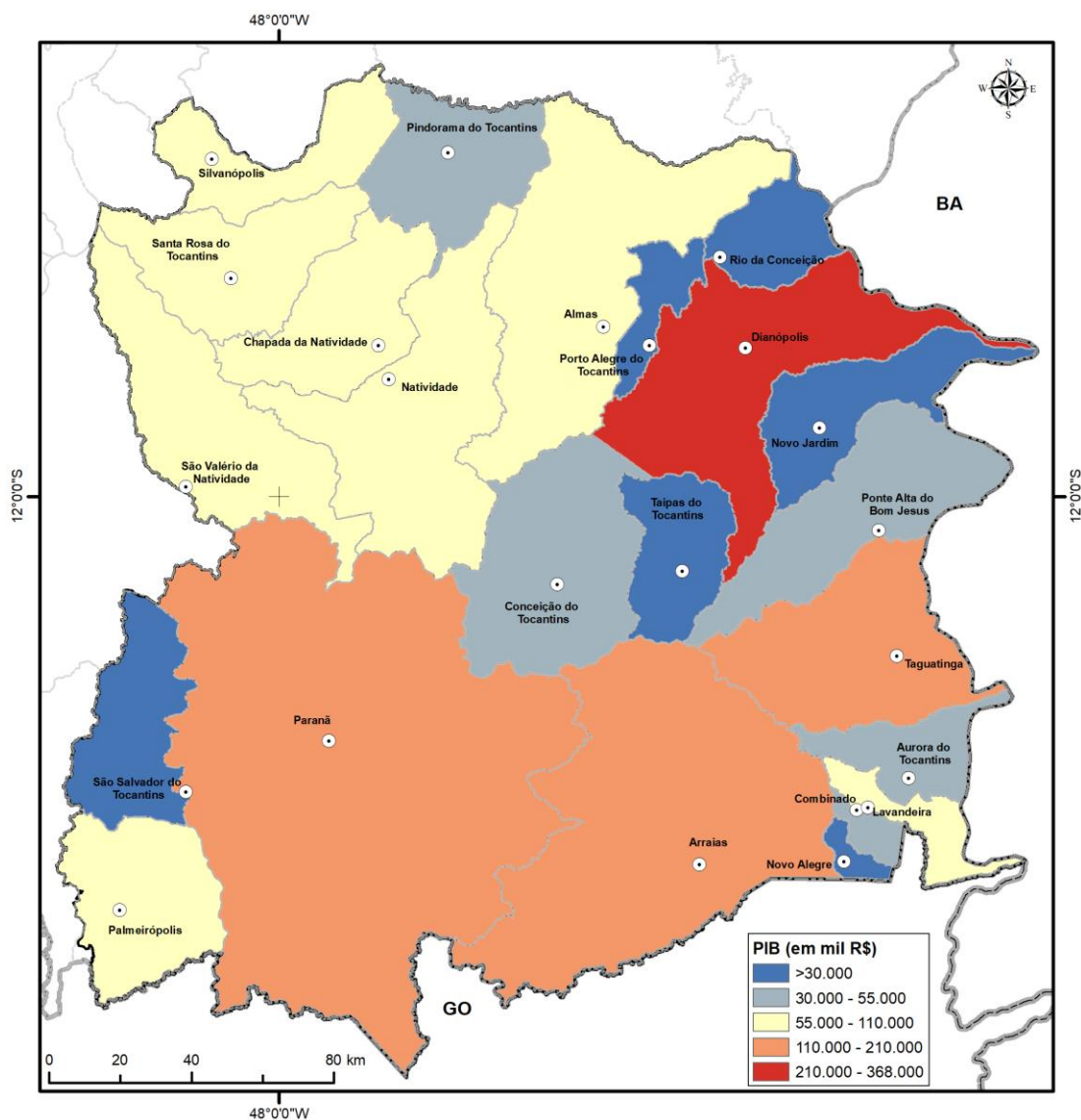


Figura 162. Produto Interno Bruto dos municípios da RSE-TO.

Fonte: Elaboração do Autor a partir de IBGE (2016).

A Figura 163 apresenta o valor adicionado à produção por setor de atividade econômica. Na figura em questão, fica em evidência a expressiva participação da administração pública na composição do produto. No entanto, a agropecuária tem relativa importância para dinâmica econômica dos municípios.

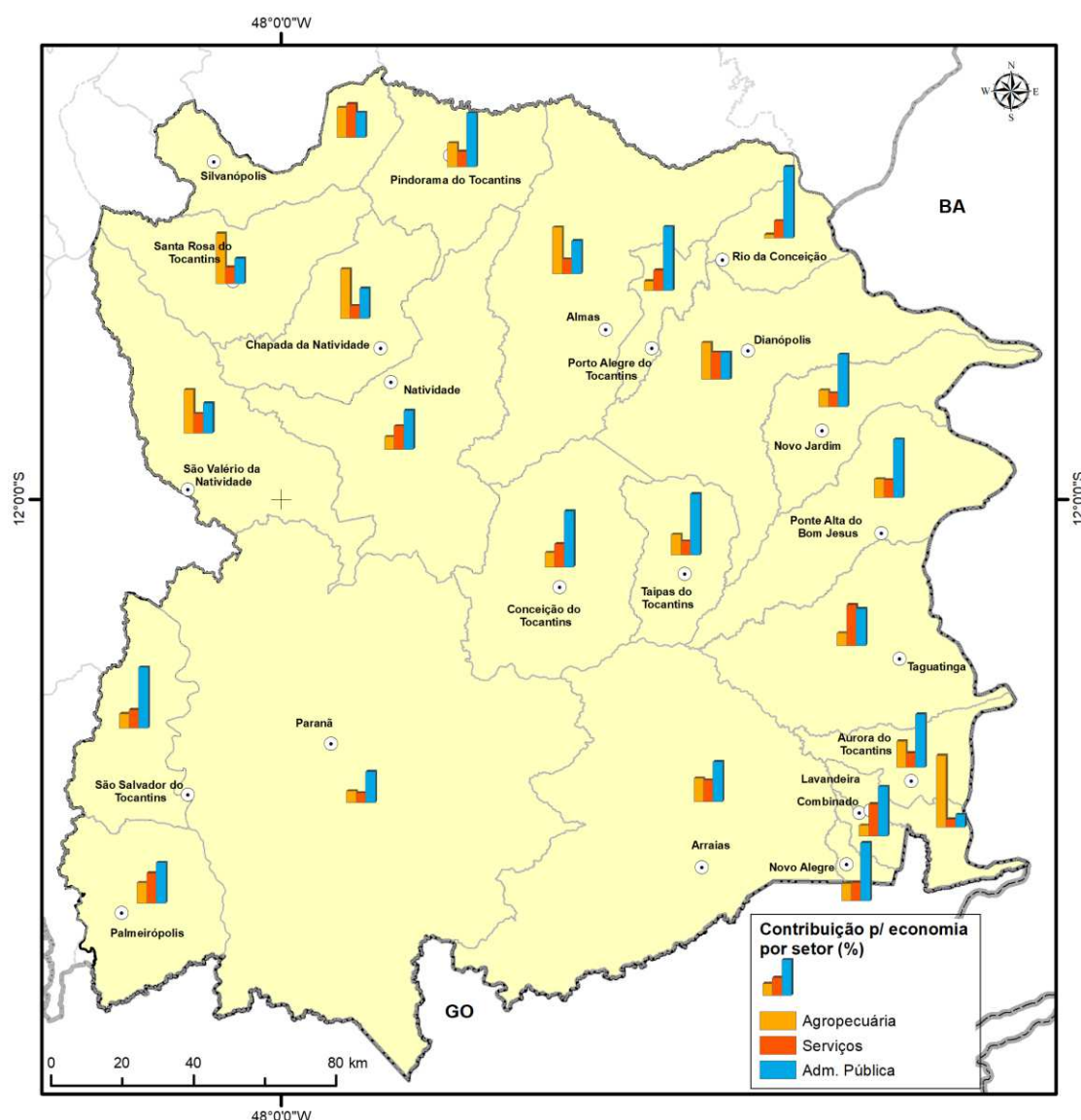


Figura 163. Valor adicionado ao Produto Interno Bruto por Setor da Economia dos municípios da RSE-TO para o ano de 2014.

Fonte: Elaboração do Autor a partir de IBGE (2010).

O Quadro 78 apresenta a participação setorial do Valor Adicionado Bruto (VAB) da RSE-TO, que é o resultado da diferença entre o valor da produção e o valor do consumo intermediário no decurso de um período determinado para o ano de 2014 em comparação com o país e com o estado de Tocantins. Nota-se, conforme já apresentado anteriormente, uma dependência importante do setor da administração pública, situação usual em áreas de baixo desenvolvimento e com baixo nível de emprego nas áreas de serviços, indústria e agropecuária. Contudo, trata-se de um fenômeno que segue os padrões do Tocantins como um todo, onde a participação da Administração Pública se encontrava em 31%, no ano de 2014, sendo quase o dobro da participação da mesma no VAB nacional. A agropecuária é segundo o setor de maior participação no VAB da RSE-TO, perdendo apenas para a administração pública.

**Quadro 78.** Valor Adicionado Bruto.

Território	Valor Adicionado Bruto (%)			Impostos Líquidos sobre Produtos (em mil reais)
	Agropecuária	Serviços	Administração Pública	
Brasil	5	55	16	806.218.780
Tocantins	14	39	31	2.440.610
RSE-TO	26	21	45	87.771

Fonte: IBGE (2010).

O Quadro 79. apresenta a evolução da composição do VAB por setores ao longo dos últimos anos (2008 a 2014).

Quadro 79. Evolução da Composição do VAB por Setores na RSE-TO (%).

Setores	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Agricultura	24,4	27,4	28,1	27,2	26,1	24,8	29,0
Indústria	9,9	10,6	19,1	18,6	22,2	18,0	11,5
Serviços	24,6	23,0	19,5	19,6	19,2	21,4	22,6
Administração Pública	41,0	39,1	33,2	34,6	32,6	35,8	36,9

Fonte: IBGE (2016).

5.11.5.2 Principais atividades econômicas da RSE-TO

A. Pecuária Bovina

O Tocantins é um dos estados brasileiros com maior tradição na criação de bovinos de corte, contando atualmente, com um rebanho de 8 milhões de animais. Na RSE-TO estima-se um rebanho de 1,1 milhões, 13,75% do total do estado. Destacam-se na região com maior rebanho, os municípios de Arraias (16%), Paranã (12%) e Taguatinga (10%). A Tabela 38 apresenta o quantitativo do rebanho bovino para a RSE-TO.

Tabela 38. Quantitativo de Bovinos dos Municípios da RSE-TO.

Município	Efetivo Bovino por município (2016)	
	Bovinos (cabeças)	Percentual do total da região (%)
Almas	52.766	5
Arraias	176.540	16
Aurora do Tocantins	48.047	4
Chapada da Natividade	31.771	3
Combinado	25.375	2
Conceição do Tocantins	30.346	3
Dianópolis	45.445	4
Lavandeira	21.468	2
Natividade	63.469	6
Novo Alegre	22.251	2
Novo Jardim	11.859	1
Palmeirópolis	72.837	7
Paraná	132.706	12
Pindorama do Tocantins	55.976	5
Ponte Alta do Bom Jesus	29.787	3
Porto Alegre do Tocantins	10.748	1
Rio da Conceição	1.362	0
Santa Rosa do Tocantins	32.111	3
São Salvador do Tocantins	29.887	3
São Valério	49.578	5
Silvanópolis	32.988	3
Taguatinga	104.938	10
Taipas do Tocantins	14.976	1
Total	1.097.231	-

Fonte: IBGE (2016).

A pecuária extensiva bovina é a principal atividade econômica da RSE-TO e apresenta baixa produtividade, voltada principalmente, para cria e venda de bezerros para engorda em outras regiões.

A produtividade é baixa, em média menos de uma cabeça por hectare, explicado pelo baixo índice pluviométrico e pastagens deficientes. Como a atividade de criação e venda de bezerros é pouco atrativa para os produtores e pouco intensiva em mão-de-obra, o retorno da atividade para o desenvolvimento econômico regional é limitado (SEAGRO, 2016).

Este cenário se reflete no pequeno número de agroindústrias ligadas a pecuária de corte. Conforme Quadro 80, apenas um frigorífico (Frigorífico Savana) possui o Selo de Inspeção Estadual - SIE, ou seja, com autorização para comercializar para outras cidades do estado, e nenhum com SIF (Sistema de Inspeção Federal) com capacidade para exportar para fora do estado.

Quadro 80. Relação dos Frigoríficos da RSE-TO.

Município	Empresa	Produtos	Serviço de Inspeção			Situação
			SIM	SIE	SIF	
Silvanópolis	Frigorífica Savana	Carne Bovina	--	55	--	Ativa
Dianópolis	(Matadouro Particular)	Carne Bovina	x	--	--	Ativo
Natividade	Matadouro Frigo Castro	Carne Bovina	x	--	--	Ativo
Pindorama	(Matadouro Municipal)	Carne Bovina	x	--	--	Inativo
Ponte Alta	Matadouro Frigo-Palta	Carne Bovina	x	--	--	Ativo
Taguatinga	(Matadouro Municipal)	Carne Bovina	--	--	--	Inativo

Fonte: SEAGRO (2016).

A atividade leiteira profissional é inexistente na RSE-TO, tendo apenas dois entrepostos na cidade de Combinado. Os municípios de Combinado, Aurora do Tocantins, Lavandeira e Novo Alegre constituem uma área de produção de leite, atribui-se este destaque às áreas mais férteis para criação de vacas e as características genéticas do rebanho. O Quadro 81 apresenta os entrepostos de captação de leite na RSE-TO. Não foram identificados curtumes na RSE-TO.

Quadro 81. Relação de Industriais/Entrepósitos de Captação de Leite na RSE-TO.

Município	Empresa	Localização/Estratigrafia	Produtos	Serviço de Inspeção			Situação
				SIM	SIE	SIF	
Combinado	Boa Vista	Chácara das Mangueiras	Mussarela e requeijão	-	26	-	Ativa
Combinado	MJ Pereira de Souza	Rua Gercina Borges Guimarães, S/N Chácara Creme de Leite, CEP:77350-000	Não apresenta	-	-	688	Ativa

Fonte: SEAGRO (2016).

B. Produção de grãos

Os principais grãos produzidos no estado do Tocantins são a soja, milho e o arroz. A soja consolidou-se como a principal cadeia produtiva agrícola do estado, segundo a Secretaria de Agricultura e Pecuária - SEAGRO (SEAGRO, 2016). Ao todo, o estado tem 847,2 mil hectares de soja plantada em 2017, apresentando um aumento de mais de 100% em relação a 2011, com um acréscimo de 442 mil hectares plantados. O Quadro 82 apresenta a relação entre área plantada de produção na região de estudo. Vale ressaltar que a grande maior parte das



culturas plantadas na região é por meio de sequeiro, o que leva aos baixos índices de produtividade.

Quadro 82. Área plantada, produção e produtividade do plantio de soja na RSE-TO.

Município	Área plantada de Soja (ha)	Produção (T)	Produtividade (T/ha)
Almas	8.000	26.400	3,3
Chapada da Natividade	17.000	57.800	3,4
Dianópolis	500	1700	3,4
Natividade	1000	3.300	3,3
Palmeirópolis	2.220	6.500	2,9
Pindorama do Tocantins	500	1110	2,2
Santa Rosa do Tocantins	36.000	103.680	2,8
São Valério	15.500	45.000	2,9
Silvanópolis	20.500	59.040	2,8

Fonte: SEAGRO, 2016.

Na RSE-TO, a produção de grãos se destaca nos municípios de Silvanópolis, Santa Rosa, Chapada Natividade e São Valério. O principal grão plantado é a soja e vem sendo implantado o milho safrinha (milho plantado na entressafra da soja) nos últimos anos. Esses municípios apresentam áreas planas, o que facilita a mecanização e aplicação de tecnologia. É importante mencionar que o destaque desses municípios está relacionado a área e a produção, mas em relação a produtividade, com exceção de Chapada de Natividade, os demais apresentam baixo rendimento por hectare, conforme apresentado no Quadro 82. Os municípios com maior produtividade são: Chapada de Natividade, Dianópolis, Almas e Natividade, com rendimento por hectare de 3,4 toneladas. A Tabela 39 apresenta as principais culturas produzidas na região.

Tabela 39. Principais Culturas Plantadas na Região.

Municípios	Cultura	Área Plantada (ha)	Produção (T)
Almas	Arroz	300	480
	Milho	4.700	15.820
	Soja	8.000	26.400
Arraias	Arroz	500	900
	Milho	700	2.100
Aurora do Tocantins	Arroz	300	540
	Milho	400	1.200
	Arroz	600	1.080
Chapada da Natividade	Milho	600	2.100
	Soja	17.000	57.800
Combinado	Arroz	150	270
	Milho	500	1.650
Conceição do Tocantins	Arroz	100	150
	Milho	300	900
Dianópolis	Abóbora	40	480
	Arroz	200	360
	Milho	200	600
	Soja	500	1.700
Lavandeira	Arroz	200	320
	Milho	250	625
Natividade	Arroz	700	1.260
	Milho	800	3.200
	Soja	1.000	3.300
Novo Alegre	Arroz	150	270
	Milho	400	1.200
Novo Jardim	Arroz	300	510
	Milho	600	1.800
Palmeirópolis	Arroz	30	70
	Milho	567	2.580
	Soja	2.220	6.500

Municípios	Cultura	Área Plantada (ha)	Produção (T)
Paraná	Arroz	50	110
	Feijão Fradinho	45	35
	Milho	200	760
Pindorama do Tocantins	Arroz	10	25
	Milho	50	175
	Soja	500	1.110
Ponte Alta do Bom Jesus	Arroz	600	1.020
	Milho	600	1.680
Porto Alegre do Tocantins	Arroz	400	680
	Milho	500	2.000
Rio da Conceição	Arroz	50	75
	Milho	80	190
Santa Rosa do Tocantins	Milho	400	21.725
	Soja	36.000	103.680
	Sorgo	600	900
São Salvador do Tocantins	Abóbora	8	15
	Arroz	15	32
	Feijão Fradinho	20	15
	Milho	50	210
São Valério	Arroz	20	45
	Feijão	90	49
	Feijão Fradinho	90	70
	Milho	530	2.600
	Soja	15.500	45.000
	Sorgo	200	350
Silvanópolis	Feijão	1.500	1.800
	Milho	5.550	23.370
	Soja	20.500	59.040
Taguatinga	Arroz	1.000	3.000
	Milho	2.500	12.500
Taipas do Tocantins	Arroz	150	225
	Milho	200	440
Total		130.315	419.091

Fonte: IBGE (2016).

A Tabela 39 mostra que a soja é a cultura que possui maior área e produção na região, os demais produtos apresentam áreas normalmente inferiores a 1000ha por município, sendo que a maioria possui pequenas áreas de plantio, o que confirma a predominância da pequena produção familiar.

Se por um lado há predominância da produção familiar, por outro a região é vista como uma nova fronteira agrícola, principalmente para a produção de soja. A presença de tradings instaladas na região demonstra que essa pressão deve aumentar nos próximos anos. O Quadro 83 apresenta a relação de tradings instaladas na região.

Quadro 83. Tradings Instaladas na RSE-TO.

Empresa	Unidades
FEAGRIL	Unidade de armazenamento de soja e grãos com uso de tecnologia moderna na cidade de Silvanópolis - TO.
GRANOL	São Valério - Armazém
NIDEIRA	Santa Rosa - Escritório Comercial

Fonte: NKLAC (2017).

C. Piscicultura

No caso da piscicultura, verifica-se uma concentração da produção em quatro regiões do estado, principais polos: Sudeste, Bico do Papagaio, Oeste (região do Cantão), Centro (Lago de Palmas). O polo produtivo da RSE-TO é o mais importante e se configura como um dos centros de produção da piscicultura nacional (KUBITZA *et al.*, 2012). No município de almas



concentram-se as principais atividades relacionadas a cadeia de produção de peixes: a piscicultura, a alevinagem, criação, engorda e frigoríficos. Os principais frigoríficos de pescados presentes na região são o Tamborá e Piracema.

Os peixes abatidos nos frigoríficos em questão atendem ao estado do Tocantins e têm, ainda, como destino os estados de São Paulo, Goiás, Mato Grosso do Sul e o Distrito Federal. Sobre esta atividade é importante mencionar que a produção e crescimento dos projetos Tamborá e Piracema tem contribuído para o crescimento da atividade na região. Cursos técnicos na área foram criados e são ofertados pela Escola Agrotécnica Estadual de Natividade e pelo Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia, campi Dianópolis. O município de Almas apresenta clima e qualidade da água favoráveis para o desenvolvimento da atividade e atualmente os dois projetos geram uma produção de 450 toneladas/mês (SEAGRO, 2017).

D. Florestas Plantadas

O estado do Tocantins apresentou conforme levantamento florestal realizado em em 2014, uma área total de plantios florestais de 131.049,92 hectares. Desse total, mais de 96% das áreas são para fins madeireiros. Levando em consideração que o estado possui área de 27.772.052 hectares, o percentual de florestas plantadas corresponde a apenas a 0,47 da área do estado. As principais espécies cultivadas são o Eucalipto e a Seringueira. De acordo com o Levantamento Florestal, o município de Palmeirópolis possui a maior área plantada de seringueira com 969,6 hectares, que corresponde a 20% do plantio estadual (SEBRAE, 2014).

O eucalipto não apresenta plantios consolidados na região, tendo sido plantadas algumas áreas em 2008 como resposta à política de incentivos do estado. No entanto, a falta de organização da cadeia de produção associada às restrições agroclimáticas da região em relação a temperatura, pluviosidade e disponibilidade hídrica inviabilizou a atividade. Os municípios com áreas plantadas são: Natividade, Parana e Conceição do Tocantins.

E. Jazidas de calcário/fosfato

A região possui um importante potencial para exploração mineral, principalmente nos municípios de Araias e Aurora do Tocantins, conforme o Informe de Produtos Minerais do Serviço Geológico do Brasil (CPRM, 2006). Além da exploração mineral os municípios de Natividade e Chapada de Natividade possuem garimpos de ouro, cuja extração ocorre na maioria dos casos de maneira ilegal. Em Chapada de Natividade o Garimpo é uma das principais atividades econômicas, que vem declinando nos últimos anos dada a dificuldade de legalização do garimpo. A população do município diminuiu de 2033 habitantes no censo de 2000 para 1621 habitantes no último censo e essa redução tem forte relação com o declínio da atividade.

A exploração de jazidas de calcário e fosfato para a produção de fertilizante é realizada em diversas regiões e possui um grande potencial, como apresenta o Projeto Mineralizações Associadas à Plataforma Bambuí na RSE-TO, que enfatiza o estudo de rochas fosfáticas (CPRM, 2006).

F. Fruticultura - Perímetro Irrigado Manuel Alves

O estado do Tocantins apresenta grande potencial de irrigação, com capacidade de irrigar cerca de 4,8 milhões de hectares, sendo 1 milhão em áreas de várzeas do estado (SEAGRO, 2012).

A RSE-TO do estado abriga o maior projeto de irrigação da Região Norte do país. O Distrito de Irrigação Manuel Alves - DIMA foi implantado com recursos do governo federal e do governo estadual e inaugurado em 2008. Está localizado nos municípios de Dianópolis e Porto Alegre do Tocantins e tem como fonte hídrica o Rio Manuel Alves com uma área irrigável prevista final de cerca de 20 mil hectares. O projeto tem como objetivo a produção intensiva de frutas e hortaliças para distribuição local e para exportação e, além disso, busca um modelo de negócio que garanta a autogestão do projeto. Sua área total atual disponível é de cerca de 5 mil hectares, sendo que aproximadamente 3,7 mil estão distribuídos entre lotes para pequenos produtores (199) e lotes empresariais (14). O Quadro 84 apresenta o número de lotes e sua ocupação atual.

Quadro 84. Ocupação dos Projetos de Irrigação.

Projeto	Lotes para Pequenos Produtores		Lotes Empresariais	
	Disponíveis	Ocupados	Disponíveis	Ocupados
Projeto Manuel Alves	199	133	14	13

Fonte: SEAGRO (2016).

O projeto é considerado um dos mais novos projetos de irrigação de grande porte, com participação do poder público no Brasil, e conta com cerca de 18 km de canais de irrigação com um lago de 22 km de extensão com capacidade para armazenar cerca de 250 milhões de metros cúbicos de água (SEAGRO, 2016). Atualmente, o projeto conta com 146 lotes ocupados, a maioria de pequenos produtores que produzem e comercializam frutas, legumes, tubérculos e outros tantos alimentos que já encontram mercado externo.

A Tabela 40 apresenta informações sobre a produção de frutas na RSE-TO.

Tabela 40. Fruticultura na RSE-TO.

Municípios	Cultura	Área Plantada (Ha)	Produção Obtida (T)	Rendimento Médio (Kg/Ha)
Almas	Banana	38	342	9.000
Arraias	Banana	24	240	10.000
Aurora do Tocantins	Banana	8	80	10.000
Chapada da Natividade	Banana	38	340	8.947
Combinado	Banana	8	84	10.500
Conceição do Tocantins	Banana	10	85	8.500
Dianópolis	Banana	430	6.380	22.000
	Coco	39	154	22.000
	Laranja	3	36	12.000
	Limão	2	32	16.000
	Mamão	18	104	8.000
	Manga	102	240	8.000
	Maracujá	30	250	10.000
	Tangerina	3	60	20.000
	Abacaxi	88	1.450	25.000
Lavandeira	Banana	6	45	7.500
Natividade	Banana	37	370	10.000
Novo Alegre	Banana	6	54	9.000
Novo Jardim	Banana	5	40	8.000
Palmeirópolis	Banana	28	80	3.077
	Manga	5	40	8.000
Paraná	Banana	64	186	3.000



Municípios	Cultura	Área Plantada (Ha)	Produção Obtida (T)	Rendimento Médio (Kg/Há)
	Manga	40	320	8.000
Ponte Alta do Bom Jesus	Banana	13	117	9.000
Porto Alegre do Tocantins	Banana	8	64	8.000
Rio da Conceição	Banana	4	25	6.250
São Salvador do Tocantins	Banana	22	66	3.000
São Valério	Banana	67	200	3.030
	Melancia	10	220	22.000
Taguatinga	Banana	35	300	10.000
Taipas do Tocantins	Banana	27	200	7.407
Total		1.218	12.204	325.211

Fonte: IBGE (2016).

A produção de frutas mostrada na Tabela 40 tem como destino principal o mercado local e se restringe a frutas de clima quente, cuja produção é pouco intensiva em capital. A fruta de destaque é a banana, com produção de mais de 6 toneladas somente no município de Dianópolis, em 2016.

5.11.6 Saneamento

Foram avaliadas, ainda, algumas informações sobre os sistemas de saneamento dos municípios da região, para conhecer sua situação atual. Para isso, foram buscadas e analisadas as informações do SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (MDR, 2018), disponível na internet, sendo as informações mais recentes de 2016, fornecidas pelos próprios municípios.

A Figura 164 apresenta as principais informações quanto à população abastecida na região, sendo índices ainda considerados baixos para o país, uma vez que poucos municípios apresentam valores superiores a 90% de sua população com abastecimento de água. Além disso, há vários municípios cujos índices são inferiores ou próximos de 80%, como Paranaíba, Arraias, Lavandeira, Taguatinga e Taipas do Tocantins. Esses valores refletem problemas para os moradores no sentido de busca de fontes alternativas de água para seu atendimento, uma vez que os sistemas públicos não os atendem.

No que se refere ao esgotamento sanitário e tratamento, foram buscadas no mesmo sistema de saneamento, verificando que nenhum município da região disponibiliza tal informação, realçando situação precária de seus sistemas, o que significa, principalmente, ausência de coleta ou sistemas individuais como fossas ou disposição direta nos cursos de água pelos próprios usuários.

No que se refere à disposição final de resíduos, poucos apresentam informações disponíveis no SNIS para o ano de 2016 e são caracterizados ainda pela utilização de lixões, como é o caso de Aurora do Tocantins, Dianópolis, Novo Alegre, Novo Jardim, Porto Alegre do Tocantins e Rio da Conceição. Outros apresentam informações referentes ao uso de aterros sanitários como Combinado, Palmeirópolis, Santa Rosa do Tocantins e Silvanópolis. O município de Lavandeira informa o uso de aterro controlado. Para os outros municípios que não apresentam informações, acredita-se que sigam a mesma condição, ainda com o uso de lixões, o que significa condição não adequada para a gestão de resíduos e que apresenta

riscos importantes de contaminação de aquíferos e dos cursos de água superficiais, principalmente no período chuvoso.

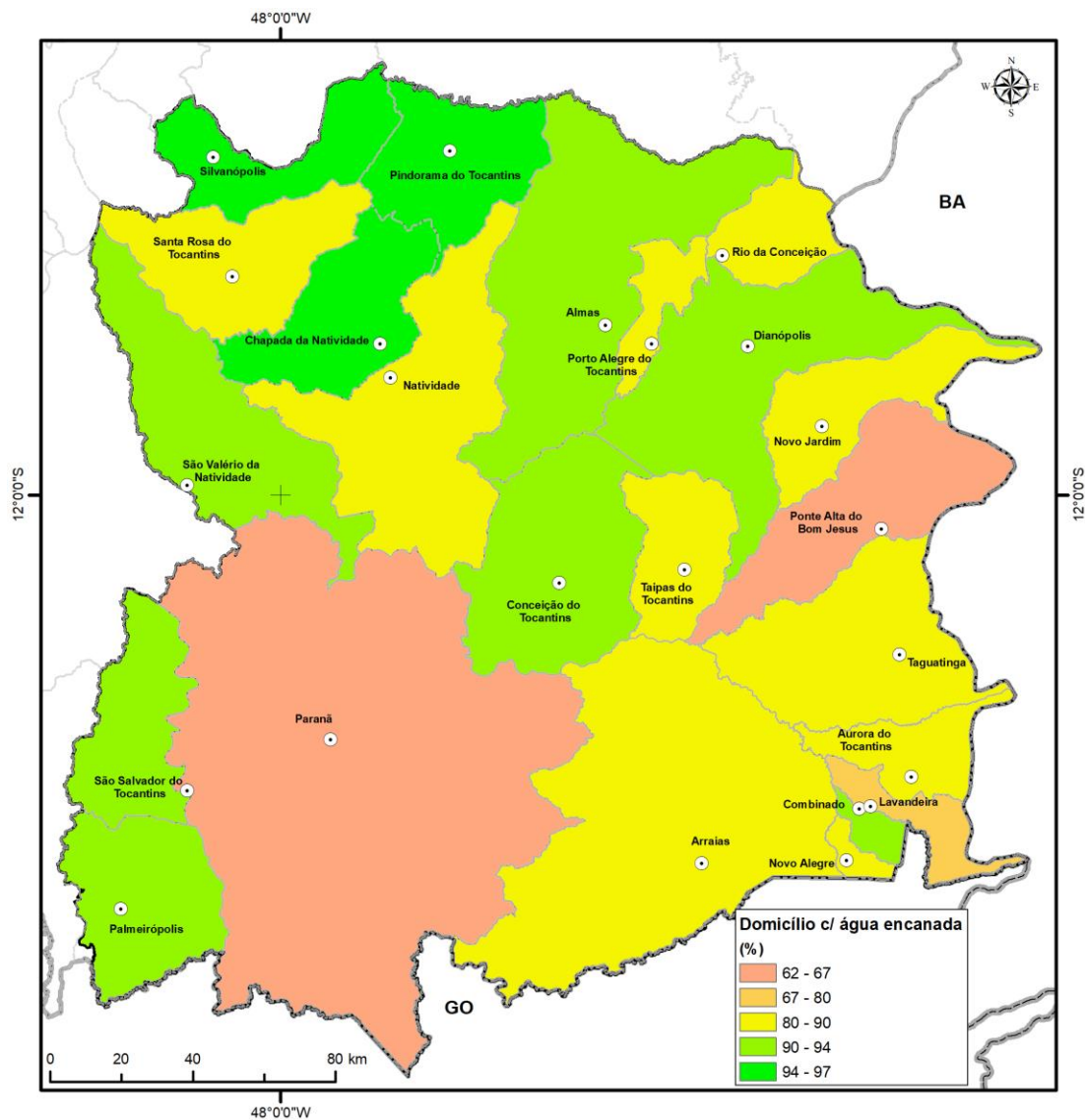


Figura 164. Percentual da população com abastecimento de água.
Fonte: Elaboração do Autor a partir de informações do MDR (2018).

Projeto de Desenvolvimento Regional Integrado e Sustentável

SÉRIE TOCANTINS - SUDESTE - RECURSOS NATURAIS

Tomo I - Capítulos 1 ao 4

Tomo II - Capítulo 5

Tomo III - Capítulos 6 ao 8 e referências bibliográficas

Apêndices

ESTADO DO TOCANTINS

SECRETARIA DA FAZENDA E PLANEJAMENTO

SUBSECRETARIA DO PLANEJAMENTO E ORÇAMENTO

DIRETORIA DE GESTÃO DE INFORMAÇÕES TERRITORIAIS E SOCIOECONÔMICAS

Rodrigo Sabino Teixeira Borges - Diretor

Bacharel em Geografia - Mestre em Geografia

GERÊNCIA DE ZONEAMENTO TERRITORIAL

Leandro Roeder - Gerente

Bacharel em Ciências Econômicas

EQUIPE TÉCNICA

Bruno Moure Cícero

Bacharel em Ciências Econômicas - Mestre em Desenvolvimento Regional

Cecília Amélia Miranda Costa

Bacharel em Processamento de Dados - Mestre em Engenharia Ambiental

Dalvany Alves de Sousa Lima

Bacharel em Engenharia Ambiental - Mestre em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental

Ilda Celeste da Costa Martins

Tecnóloga em Gestão Ambiental

Joaquin Eduardo Manchola Cifuentes

Bacharel em Estatística - Doutor em Sociologia

Paulo Augusto Barros de Sousa

Bacharel em Ciência da Computação - Mestre em Modelagem Computacional de Sistemas

Delimitação e Caracterização Cartográfica das Áreas Vulneráveis a Escassez Hídrica na Região Sudeste do Estado do Tocantins

EQUIPE EXECUTORA

Coordenação	Formação
Coordenador Geral	
Ricardo Ribeiro Dias	Geólogo - Doutor em Geociências e Meio Ambiente
Especialista em Climatologia	
Vicente de Paulo Rodrigues da Silva	Meteorologista - Pós-Doutor em Agrometeorologia
Especialista em Mapeamento de Unidades de Paisagem/Vulnerabilidade de Paisagens à Erosão	
Edison Crepani	Geólogo - Doutor em Geologia Geral e Aplicações
Especialista em Solos/Aptidão Agrícola	
Virlei Álvaro de Oliveira	Engenheiro Agrônomo - Doutor em Geociências e Meio Ambiente
Especialista em Hidrologia	
Leonardo Mitre Alvim de Castro	Engenheiro Civil - Doutor Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos
Equipe Técnica	
Ana Katuscia Pastana de Souza	Geóloga - Mestre em Hidrogeologia
Daniel Tha	Economista - Mestre em Economia Ambiental
Dyego Legentil Teixeira	Engenheiro Agrônomo
Eduardo Ribeiro dos Santos	Biólogo - Mestre em Ciências Florestais
Erton Inácio de Moraes	Engenheiro Ambiental
Ghislaine Medeiros de Almeida	Geóloga - Mestre em Hidrogeologia
Girlene Figueiredo Maciel	Meteorologista - Doutor em Recursos Naturais
Glailson Barreto	Engenheiro Agrônomo - Doutor em Solos
Heitor Campos de Sousa	Biólogo - Mestre em Ecologia
Isac Tavares de Santana	Geógrafo
Jailton Soares dos Reis	Geógrafo
Ledice Kesiane Pestana Moraes	Engenheira Ambiental
Luiz Eduardo Borges Leal	Administrador de Empresas - Especialista em Socioeconomia
Pedro Alberto Bignelli	Geólogo - Mestre em Sensoriamento Remoto
Pérola Moraes Calil	Geógrafa - Mestre em Solos
Rafaela Silveira Rodrigues Almeida	Bióloga - Especialista em Estatística e Geoprocessamento
Renata Dias Françoso	Engenheira Florestal - Doutora em Ecologia
Ricardo Flores Haidar	Engenheiro Florestal - Mestre em Ciências Florestais
Rodrigo Barroso	Engenheiro Florestal - Mestre em Ciências Florestais
Thaynan Gomes Andrade	Engenheiro Ambiental

Vinícius Tavares Parreiras de Moraes	Geógrafo
Vitor Carvalho Queiroz	Engenheiro Civil - Mestre em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos

Equipe de Apoio

Ana Assis	Administradora
Arone Lustosa	Especialista em Revisão Gramatical e Textual
Cássia Sampaio Freire	Graduando em Engenharia Ambiental
Claudia Bucar	Administradora
Danillo Silva Nunes	Graduando em Engenharia Ambiental
Fernanda Ferraciolli Silva	Graduando em Engenharia Ambiental
Iago Carvalho Silva	Graduando em Engenharia Ambiental
Jaqueline de Souza Cavalcante	Graduando em Engenharia Ambiental
Jorge Wanderson Assunção Chagas	Graduando em Engenharia Ambiental
Laura Resplandes de Sousa Paz	Graduando em Engenharia Ambiental
Leonardo Ferreira dos Santos	Engenheiro Ambiental
Mateus Gouveia Araújo	Graduando em Engenharia Ambiental
Mikaellem Paz Marinho	Graduando em Engenharia Ambiental
Renan Aquilis Correia Borges	Graduando em Engenharia Ambiental
Vinicius Almeida	Analista de Sistemas
Vinicius de Melo Lima	Graduando em Engenharia Ambiental

Nota: A *Delimitação e Caracterização Cartográfica das Áreas Vulneráveis a Escassez Hídrica na Região Sudeste do Estado do Tocantins* foi executada por meio de contrato de prestação de serviços especializados firmado entre a **Secretaria da Fazenda e Planejamento** e o **Consórcio Serras Gerais - formado pelas empresas Oikos Pesquisa Aplicada Ltda e Nippon Koei Latin America-Caribbean CO. Ltda - Nippon Koei LAC do Brasil**, por meio do contrato nº 19/2017. O trabalho foi executado no âmbito do Projeto de Desenvolvimento Regional Integrado e Sustentável (PDRIS), componente Melhoramento da Eficiência dos Serviços Públicos numa Seleção de Serviços Públicos, com recursos do Tesouro Estadual e do Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento (BIRD) - contrato de empréstimo nº 8185-0 BR.



ESTADO DO TOCANTINS
SECRETARIA DA FAZENDA E PLANEJAMENTO



Banco Mundial