



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 III

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 III

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
Girlene Figueiredo Maciel
Luiz Eduardo Borges Leal
Glailson Barreto
Dyego Legentil Teixeira
Pedro Alberto Bignelli
Ana Katiuscia Pastana de Souza
Ghislaine Medeiros de Almeida
Ricardo Flores Haidar
Eduardo Ribeiro dos Santos
Renata Dias Françoso
Isac Tavares de Santana
Erton Inacio Monteiro de Moraes

Washington Luís de Oliveira
Heitor Campos de Sousa
Vinícius Tavares Parreiras de Morais
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	Relevo.....	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	Latosolos.....	153
5.3.5.1	Latosolos Amarelos	156
5.3.5.2	Latosolos Vermelhos	156
5.3.5.3	Latosolos 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 Araí-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 Arraias 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 despescas - 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 geomorfológicos identificados na área de estudo.....	133
Tabela 8. Distribuição municipal com ocorrência de Depósitos Sedimentares Inconsolidados.....	135
Tabela 9. Unidades geomorfológicos 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 cerradão da RSE-TO.....	288
Quadro 63. Espécies indicadoras significativas (p) com respectivos valores de importância dentro dos grupos fitofisionômicos de cerradão (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 cerradão 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



6 POTENCIALIDADE DE ESCASSEZ HÍDRICA

6.1 Aspectos conceituais e contexto da escassez hídrica

O conceito de escassez hídrica pode ser apresentado de várias formas, usualmente relacionando o balanço hídrico entre as demandas e a oferta hídrica de uma determinada bacia hidrográfica. De uma forma geral, como o próprio nome dispõe, a escassez hídrica trata do baixo nível de oferta de recursos hídricos para atendimento a determinado uso da água, que pode ter o caráter consuntivo para algum setor usuário ou não consuntivo, no caso de demandas para turismo e lazer ou manutenção de ecossistemas aquáticos.

Para tratar o tema, são usados diversos termos como stress hídrico, crise hídrica, falta de água, dentre outros. A escassez hídrica pode ser identificada por meio da falta de água nos mananciais disponíveis para abastecimento de uma área ou devido à falta de acesso à água pela ausência de infraestrutura básica de fornecimento de água ou falta de um operador que mantenha um sistema de abastecimento de forma adequada.

Considerando o importante crescimento das demandas pelo uso da água no mundo nos últimos anos, a escassez hídrica já afeta todos os continentes em diferentes níveis. As demandas pelo uso da água vêm crescendo a taxas superiores ao aumento populacional e, com isso, especialmente nas regiões mais áridas do planeta, vêm ocorrendo problemas frequentes de escassez hídrica.

Segundo o relatório da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura, elaborado para o dia mundial da água de 2007 (FAO, 2007), cerca de 1,2 bilhão de pessoas ou um sexto da população mundial vivia à época em áreas com escassez hídrica. Outros 1,6 bilhão de pessoas ou cerca de um quarto da população mundial vivia em condições de escassez hídrica levando a problemas econômicos, usualmente em países com ausência de infraestrutura adequada para aduzir água dos cursos de água ou aquíferos para a população. Segundo Mekonnen and Hoekstra (2016), cerca de dois terços da população global vivem em áreas que sofrem escassez hídrica pelo menos por um mês por ano. Tratam-se de estatísticas alarmantes que mostram a relevância do tema para o mundo.

Segundo FAO (2016), a escassez hídrica é um dos maiores desafios para o século XXI. A agricultura, englobando culturas, pecuária, pesca, aquicultura e silvicultura, é causa e ao mesmo tempo vítima da escassez hídrica. Considerando que esse setor contabiliza cerca de 70% das demandas de captação de água no mundo e, com isso, a concorrência com os outros setores vem aumentando ao longo do tempo. Aspectos relacionados às mudanças climáticas também vêm afetando os corpos hídricos de forma negativa, tanto em termos de quantidade quanto qualidade. Secas severas e inundações extremas vêm levando a impactos importantes na produção agrícola. Segundo a mesma publicação, as demandas de água no planeta cresceram em taxa correspondente a quase o dobro do índice de crescimento populacional no século XX. Mais uma vez, esses aspectos levam a uma necessidade urgente de tratar a escassez hídrica no processo de gestão de recursos hídricos.

No Brasil, a escassez hídrica vem sendo verificada em todas as regiões e pode ocorrer por um conjunto de fatores relacionados, principalmente ao balanço hídrico negativo ou em situação de stress, mas também pelo mau uso da água, altos índices de desperdício e reduzido investimento em implantação, operação e manutenção da infraestrutura hídrica. A ANA - Agência Nacional de Águas vem inclusive desenvolvendo o PNSH - Plano Nacional de Segurança Hídrica, sendo tratados os aspectos relacionados à infraestrutura objetivando, como o próprio nome diz, dar maior segurança aos usos da água no País.

Segundo ANA (2017), no período de 2003 a 2016, cerca de 50% dos municípios brasileiros (2.783) decretaram Situação de Emergência (SE) ou Estado de Calamidade Pública (ECP) relacionados a secas ou estiagem. No período de 2013 a 2016, foram afetadas 48 milhões de pessoas no Brasil pelas secas e estiagens, tendo sido quantificados 4.824 eventos de seca associados a danos humanos. O ano mais crítico foi o de 2016, em que as secas atingiram 18 milhões de pessoas no país, principalmente na região Nordeste.

De uma forma geral, os eventos de escassez hídrica verificados nos últimos anos têm afetado de forma mais significativa os setores relacionados ao abastecimento público, irrigação, geração hidrelétrica e a navegação. Nesse sentido, vale lembrar que o stress hídrico pode ser sazonal, principalmente considerando que a irrigação, uso com maior volume de água para captação, tem suas demandas concentradas nos meses mais secos do ano e apresenta grande variabilidade temporal. Quanto às hidrelétricas, com a escassez hídrica, geram menos energia e fazem com que as termelétricas tenham sua operação incrementada, tornando a energia mais cara no País. No caso da navegação, pode ser inviabilizada em alguns trechos em função dos baixos valores de vazões escoadas em determinados períodos de maior escassez.

Em resumo, a Figura 165 apresenta a condição de balanço hídrico do Brasil, indicando as microbacias com índice mais crítico de escassez hídrica, segundo ANA (2017). A região acometida pela escassez hídrica em índice mais forte refere-se ao Nordeste, caracterizada por baixos índices pluviométricos médios e concentrados em curtos espaços de tempo. Além disso, são verificados anos hidrológicos críticos por vezes com precipitação nula em algumas partes da região.

Por outro lado, a região Sudeste do País apresenta problemas de escassez hídrica devidos ao excesso de demandas para os diversos setores, principalmente em função do alto índice populacional. Na bacia do rio Paraíba do Sul, responsável pelo abastecimento da cidade do Rio de Janeiro, foram registrados índices pluviométricos bastante inferiores à média nos anos de 2014 e 2015, levando à redução dos volumes escoados e, conseqüentemente, dos volumes acumulados nos reservatórios e disponíveis aos usos.

O mesmo ocorreu com as bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá, responsáveis por parcela importante do abastecimento da Região Metropolitana de São Paulo. Os baixos índices pluviométricos ocorridos nos anos de 2013 a 2015 levaram a uma redução drástica dos volumes acumulados na região levando a níveis extremos de escassez, com a necessidade de uso de volume morto dos reservatórios como solução para o atendimento às demandas.

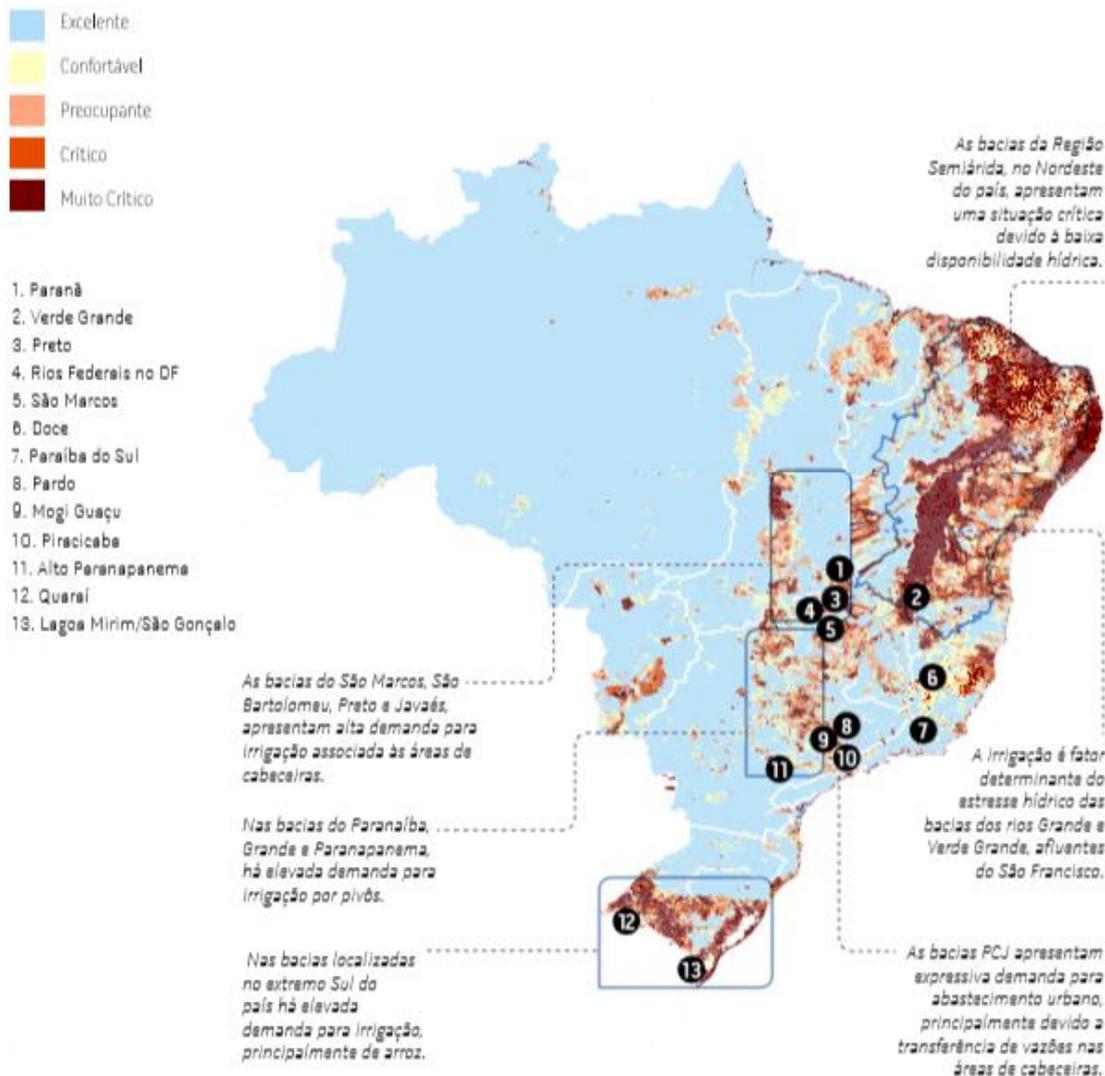


Figura 165. Balanço Hídrico por Microbacia e condição de maior criticidade hídrica.

Fonte: ANA (2017).

Macrometrópole Paulista. O processo para a solução da escassez em questão passou por uma ampla discussão entre usuários, sociedade civil e entidades públicas da bacia de forma a estabelecer as regras de operação do sistema de uso da água. Dessa forma, foram estabelecidas medidas emergenciais e de caráter mais estratégico, visando à solução de mais longo prazo da escassez verificada na região.

No Distrito Federal foram verificados problemas sérios relacionados à escassez hídrica, por meio da combinação de baixos índices pluviométricos, altas temperaturas, captações clandestinas para o uso da água e ausência de implantação de infraestrutura hídrica de abastecimento adequada. Dessa forma, no ano de 2017 foram verificados problemas, principalmente localizados nos reservatórios de Descoberto e Santa Maria. A solução para esses problemas passou por medidas emergenciais relacionadas ao racionamento de usos na região, além do estudo de alternativas estruturantes, por meio de novos mananciais. Ainda

de caráter emergencial, foi estabelecida uma tarifa de contingência, com valores mais altos para as águas de abastecimento público, como forma de coibir as perdas e reduzir o desperdício.

Por fim, foram também verificados problemas de escassez hídrica na bacia hidrográfica do rio Tocantins, no Centro-Oeste e Norte do país, levando à redução nos volumes armazenados nos reservatórios desde o ano de 2016. Para a discussão de alternativas de solução dos problemas para a bacia, foi criado um grupo de acompanhamento da bacia dos rios Tocantins e Araguaia.

ANA (2017) apresenta um modelo com as principais alternativas utilizadas para a solução de problemas relacionados à crise ou escassez hídrica em determinada bacia hidrográfica (Figura 166).



Figura 166. Ações possíveis para a Segurança Hídrica de uma Bacia.

Fonte: ANA (2017).

De uma forma geral, como apresentado na Figura 166, podem ser adotadas medidas emergenciais em caráter reativo ou seguir o caminho de planejamento de soluções de mais longo prazo que tratem de forma conclusiva dos problemas verificados de escassez hídrica.

Quando da ocorrência de uma crise relacionada à escassez hídrica, caso a bacia não tenha desenvolvido o planejamento e preparo adequados, as primeiras medidas adotadas são voltadas a soluções paliativas relacionadas a mudanças de mananciais de captação, restrição ou suspensão aos usos com maior desperdício ou menor prioridade. No longo prazo, devem ser buscadas alternativas que deem maior segurança aos usuários, por meio de soluções estruturantes voltadas à construção de reservatórios de regularização de vazões, captações alternativas, adutoras de água ligadas a mananciais com maior volume de água disponível.



Ao mesmo tempo, devem ser estabelecidas as regras de operação de reservatórios e dos corpos hídricos da bacia, bem como metodologia para a negociação entre os diversos setores usuários quando da ocorrência de situações críticas.

Especificamente para a região de estudo, conforme apresentado no relatório de diagnóstico dos recursos hídricos da área, foi verificado que os principais problemas detectados foram relacionados aos baixos índices pluviométricos e de vazões escoadas nos corpos de água da região. Da mesma forma, o regime de precipitação identificado mostra uma sazonalidade importante entre as chuvas e estiagem, com alguns meses com reduzida média de precipitações, o que leva a altas demandas pelo uso da água, principalmente para irrigação de culturas, levando a riscos de desabastecimento dos usos.

O tratamento desses problemas de escassez hídrica deve passar por ações de gestão com o estabelecimento de regras claras de uso da água ou alocação nos momentos de crise, bem como a implantação de alternativas estruturantes como barragens de regularização de vazões ou adutoras de maior porte captando dos rios principais e direcionando para as principais fontes de demandas. Da mesma forma, para que possa haver o desenvolvimento da região, é fundamental que sejam desenvolvidas alternativas de eixos para barramentos de regularização de vazões e incremento da vazão disponível para os usos dos municípios da região Sudeste do Tocantins.

6.2 Zoneamento da potencialidade de escassez hídrica da RSE-TO

6.2.1 Distribuição geral das classes de potencialidade de escassez hídrica

A RSE-TO apresenta potencialidade de escassez hídrica segundo as classes muito alto, alto, moderado, baixo e muito baixo, obtidas com base na análise geográfica integrada das oito variáveis selecionadas para o zoneamento.

Observando-se a Figura 167, nota-se que a RSE-TO apresenta como classe predominante, a Moderado, ocupando um núcleo central com expansão em direção aos limites da região. As áreas de Alto PEH aparecem predominantemente circundadas pelas áreas de Moderado PEH e, por vezes, por áreas de Baixo/Muito Baixo PEH. Todavia, elas concentram-se em três blocos, nas partes norte, sudeste e sudoeste da região, guardando, via de regra, relação direta com as áreas de Muito Alto PEH.

As áreas de baixo e muito baixo PEH estão localizadas de maneira mais expressiva, na parte extremo leste da região, formando uma faixa marginal ao longo da divisa com o estado da Bahia, que se alarga de sul para norte. Essas classes também ocorrem no interior da região em superfícies de menores expressões, exceto no triângulo formado pelas sedes municipais de Ponte Alta do Bom Jesus-Taipas do Tocantins-Combinado. Assim, fica evidenciado cartograficamente que a fonte principal das águas regionais - "a caixa de água" situa-se na parte leste da RSE-TO (áreas em verde - classe Baixo e Muito Baixo PEH).

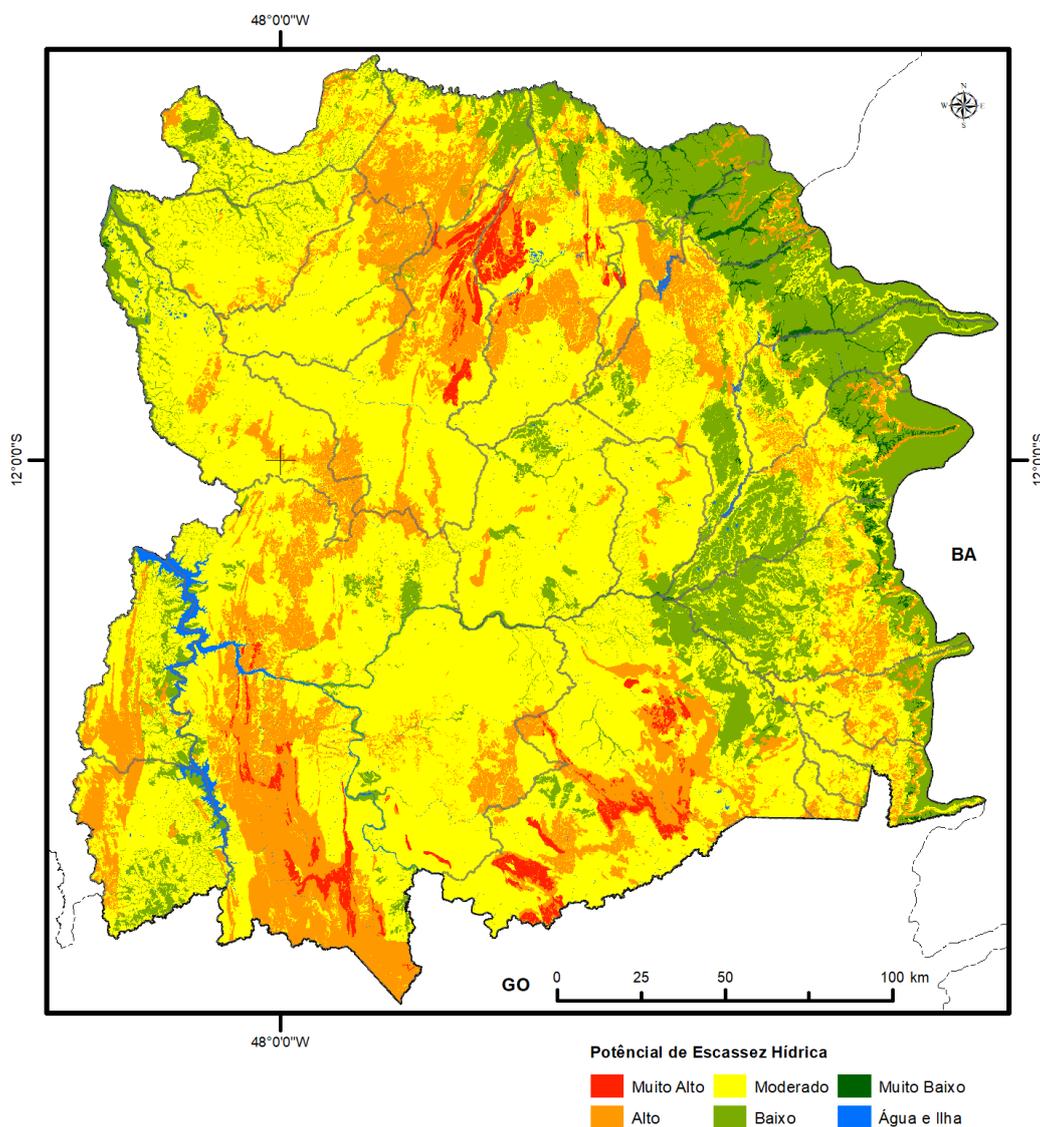


Figura 167. Potencialidade à escassez hídrica da RSE-TO.

Fonte: Elaboração do Autor.

A classe Moderado tem a maior distribuição na RSE-TO, perfazendo 59,46% da área total de estudo (Tabela 41). Esta classe juntamente com as classes de PEH Alto (19,87%) e Muito Alto (1,91%) alcançam 81,24% da superfície da região, enquanto as classes Baixo e Muito Baixo chegam aos 17,48%. As classes Muito Alto e Muito Baixo são praticamente inexpressivas em termos percentuais, mas desempenham papéis opostos na questão da água (Tabela 41 e Apêndice X).

Essas observações ratificam as percepções dos governos estadual e municipais, assim como da população local em termos de recursos hídricos. Isto também já permite indicar para a RSE-TO um status moderado a crítico em relação à escassez hídrica, que é confirmado pela vulnerabilidade climática à escassez hídrica também determinada neste estudo.



Tabela 41. Quantificação das classes de Potencialidade à Escassez Hídrica (PEH) da Região Sudeste do Tocantins.

Potencialidade à Escassez Hídrica (PEH)	Área (km ²)	%
Muito Alto	988,10	1,91
Alto	10.287,18	19,87
Moderado	30.785,02	59,46
Baixo	8.660,17	16,73
Muito Baixo	388,26	0,75
Outros (água e ilhas)	666,27	1,28
TOTAL	51.775,00	100,00

Fonte: Elaboração do Autor.

Em termos de distribuição das classes de PEH por bacias hidrográficas, observa-se que a classe Moderado se destaca em todas as bacias. Na Bacia do Rio São Valério, ela chega a 70,33% da área total da bacia, enquanto na Bacia do Rio das Balsas, ela atinge 38,87%. As outras bacias apresentam taxas de classe Moderado variando entre esses dois extremos das bacias do São Valério e das Balsas.

Ao se considerar as taxas de terras classificadas como de Moderado, Alto e Muito Alto PEH, as bacias dos rios Paranã (96,23%), Manoel Alves da Natividade (88,93%) e São Valério (88,24%) aparecem como as mais susceptíveis à escassez hídrica. Dentre todas as bacias, a bacia do Rio Paranã é a que apresenta o maior percentual de terras nas classes Alto (29,73%) e Muito Alto (5,27%).

Por outro lado, as bacias com as melhores taxas de classes de PEH (Baixo e Muito Baixo) são as dos rios das Balsas (37,54%) e Palma (30,80%). No entanto, verificam-se as classes Baixo e Muito Baixo nas outras bacias, todavia, com valores que não ultrapassam 13% de suas extensões. No caso, específico da Bacia do Rio Paranã, essas duas classes juntas chegam ocupar apenas 2,39% da área da bacia.

De acordo com a relação das taxas das classes Moderado+Alto+Muito Alto/Baixo+Muito Baixo, pode-se estabelecer um ranking de potencial de recursos hídricos conforme exibido no Quadro 85. Percebe-se que as bacias dos rios Paranã e Manuel Alves da Natividade aparecem como as de maiores potenciais para escassez hídrica, enquanto, que as bacias dos rios das Balsas e Palmas mostram os maiores potenciais hídricos.

Quadro 85. Quantificação das classes de potencialidade de escassez hídrica da RSE-TO por bacias hidrográficas.

Bacia Hidrográfica		Potencialidade à Escassez Hídrica (PEH)					Outros (água e ilhas)	Área Total da Bacia	Ranking
		Muito Alto	Alto	Moderado	Baixo	Muito Baixo			
Rio das Balsas	(Área - km ²) %	3,22 0,12	618,92 23,13	1.040,36 38,87	967,36 36,15	37,24 1,39	9,1 0,34	2.676,20 100,00	6
Rio Manuel Alves da Natividade	(Área - km ²) %	405,91 2,73	3.228,7 21,75	9568,34 64,45	1.416,16 9,54	117,44 0,79	110,46 0,74	14.847,01 100,00	2
Rio Palma	(Área - km ²) %	84,6 0,50	1907,41 11,26	9.617,67 56,78	4.989,07 29,45	228,35 1,35	111,02 0,66	16.938,13 100,00	5
Rio Paranã	(Área - km ²) %	428,23 5,27	2.415,16 29,73	4.975,22 61,24	194,31 2,39	0,00 0,00	111,84 1,38	8.124,76 100,00	1
Rio São Valério	(Área - km ²) %	0,00 0,00	273,41 17,91	1.073,96 70,33	161,82 10,60	3,9 0,26	13,87 0,91	1.526,96 100,00	3
Rio Tocantins	(Área - km ²) %	66,13 0,86	1.843,57 24,06	4.509,47 58,86	931,44 12,16	1,34 0,02	309,98 4,05	7.661,94 100,00	4

Fonte: Elaboração do Autor.



Dos 23 municípios da RSE-TO, 20 apresentam taxas superiores a 57% de suas terras classificadas como de Moderado, Alto e Muito Alto PEH. Desses 20 municípios, cinco mostram taxas entre 90 e 95% de seus territórios pertencentes a estas três classes, e três aparecem com taxas maiores que 95%, chegando quase ao 100% de suas áreas. Isto aponta como municípios de situação crítica, Novo Alegre (99,05%), Natividade (99,00%) e Chapada da Natividade (98,08%).

Analisando somente a classe Moderado de PEH, a qual ocorre em todos os municípios da RSE-TO, destacam-se as taxas superiores a 80% das terras, identificadas em Conceição do Tocantins (88,41%), Taipas do Tocantins (86,48%), Combinado (83,83%) e Santa Rosa do Tocantins (82,27%). Somam-se a esses municípios mais 12, que apresentam taxas entre 50 e 80% das suas áreas totais. Por suas vezes, as classes Alto e Muito Alto de PEH, estão concentradas com os maiores índices de terras nos municípios de Pindorama do Tocantins (42,94%), Porto Alegre do Tocantins (33,99%), Natividade (33,44%) e Paranã (30,92%).

Os municípios que exibem as mais altas taxas de classes de PEH - Baixo e Muito Baixo -, são: Rio da Conceição (83,10%), Ponte Alta do Bom Jesus (60,78%) e Novo Jardim (55,86%). Taxas para essas duas classes de PEH, variando entre 20 e 50% são exibidas pelos municípios de Taguatinga (41,94%), Dianópolis (37,45%), Lavandeira (24,63%), Almas (24,11%), Aurora do Tocantins (23,50%), e Silvanópolis (20,21%).

Aplicando o critério de ranqueamento (relação das taxas das classes Moderado+Alto+Muito Alto/Baixo+Muito Baixo) nota-se que os municípios com maiores potenciais para escassez hídrica são Novo Alegre, Natividade e Chapada da Natividade, ao passo que os municípios de Rio da Conceição, Novo Jardim e Ponte Alta do Bom Jesus são aqueles com os melhores potenciais hídricos (Quadro 86).

Quadro 86. Quantificação das classes de potencialidade de escassez hídrica da RSE-TO por municípios.

Municípios		Potencialidade de Escassez Hídrica (PEH)					Outros (água e ilhas)	Área Total	Ranking
		Muito Alto	Alto	Moderado	Baixo	Muito Baixo			
Almas	(Área - km ²) %	202,35 5,10	842,63 21,22	1.943,51 48,95	901,67 22,71	55,56 1,40	24,54 0,62	3.970,27 100,00	12
Arraias	(Área - km ²) %	332,66 5,71	1.260,91 21,64	3.589,85 61,62	600,12 10,3	4,78 0,08	37,7 0,65	5.826,02 100,00	7
Aurora do Tocantins	(Área - km ²) %	0,00 0,00	174,61 21,77	435,12 54,25	185,00 23,07	3,50 0,44	3,79 0,47	802,01 100,00	13
Chapada da Natividade	(Área - km ²) %	0,00 0,00	415,25 25,04	1.211,34 73,04	23,76 1,43	0,00 0,00	8,12 0,49	1.658,48 100,00	3
Combinado	(Área - km ²) %	0,00 0,00	23,06 11,12	173,88 83,83	8,64 4,17	0,00 0,00	1,83 0,88	207,41 100,00	6
Conceição do Tocantins	(Área - km ²) %	0,00 0,00	61,28 2,44	2.220,55 88,41	213,46 8,50	3,27 0,13	13,03 0,52	2.511,59 100,00	20
Dianópolis	(Área - km ²) %	0,00 0,00	532,6 16,39	1.461,36 44,98	1.133,97 34,90	82,97 2,55	38,33 1,18	3.249,23 100,00	18
Lavandeira	(Área - km ²) %	0,00 0,00	87,16 15,66	329,78 59,26	128,08 23,01	8,99 1,62	2,53 0,45	556,54 100,00	15
Natividade	(Área - km ²) %	197,41 6,23	862,47 27,21	2.078,04 65,56	16,93 0,53	0,00 0,00	14,82 0,47	3.169,67 100,00	2
Novo Alegre	(Área - km ²) %	0,00 0,00	33,36 20,96	124,3 78,09	0,47 0,30	0,00 0,00	1,05 0,66	159,18 100,00	1
Novo Jardim	(Área - km ²) %	0,00 0,00	106,56 7,8	485,44 35,55	723,29 52,96	39,62 2,90	10,78 0,79	1.365,68 100,00	22
Palmeirópolis	(Área - km ²) %	0,00 0,00	315,79 18,65	1.076,96 63,61	250,84 14,82	0,17 0,01	49,34 2,91	1.693,11 100,00	10
Paraná	(Área - km ²) %	246,31 2,22	3182,75 28,7	7.011,82 63,23	388,25 3,50	2,97 0,03	257,58 2,32	11.089,68 100,00	4
Pindorama do Tocantins	(Área - km ²) %	3,09 0,20	662,49 42,74	614,12 39,62	265,01 17,10	0,42 0,03	4,96 0,32	1.550,1 100,00	8
Ponte Alta do Bom Jesus	(Área - km ²) %	0,00 0,00	208,12 9,82	603,99 28,51	1216,31 57,40	71,44 3,37	19,00 0,90	2.118,86 100,00	21
Porto Alegre do Tocantins	(Área - km ²) %	6,27 1,25	163,86 32,74	289,39 57,82	29,96 5,99	0,03 0,01	10,99 2,20	500,5 100,00	5
Rio da Conceição	(Área - km ²) %	0,00 0,00	86,72 11,08	44,45 5,68	579,93 74,07	70,63 9,02	1,18 0,15	782,91 100,00	23
Santa Rosa do Tocantins	(Área - km ²) %	0,00 0,00	97,87 5,47	1.472,36 82,27	208,96 11,68	0,91 0,05	9,48 0,53	1.789,57 100,00	17
São Salvador do Tocantins	(Área - km ²) %	0,00 0,00	350,56 24,84	748,78 53,06	211,06 14,96	0,00 0,00	100,85 7,15	1.411,25 100,00	9
São Valério da Natividade	(Área - km ²) %	0,00 0,00	300,39 11,93	1.935,89 76,86	245,46 9,75	4,05 0,16	32,86 1,30	2.518,66 100,00	11
Silvanópolis	(Área - km ²)	0,00	122,73	893,66	259,42	0,00	7,53	1.283,34	16



GOVERNO DO TOCANTINS

Municípios		Potencialidade de Escassez Hídrica (PEH)					Outros (água e ilhas)	Área Total	Ranking
		Muito Alto	Alto	Moderado	Baixo	Muito Baixo			
	%	0,00	9,56	69,64	20,21	0,00	0,59	100,00	
Taguatinga	(Área - km ²)	0,00	327,51	1.092,58	996,05	37,71	11,01	2.464,85	19
	%	0,00	13,29	44,33	40,41	1,53	0,45	100,00	
Taipas do Tocantins	(Área - km ²)	0,00	68,48	947,85	73,52	1,24	4,98	1.096,07	14
	%	0,00	6,25	86,48	6,71	0,11	0,45	100,00	

Fonte: Elaboração do Autor.

6.2.2 Classes de potencialidade de escassez hídrica

A descrição e análise das classes e subclasses de PEH baseiam-se nos atributos das variáveis ambientais utilizadas no mapeamento. Para cada classe são selecionadas as três primeiras codificações (Figura 168) de unidades de paisagem de cada subclasse que contêm as maiores representações em área. Elas foram selecionadas a fim de ilustrar quais variáveis ambientais (peso de PEH) são mais marcantes na composição das unidades de paisagem e na determinação de seus comportamentos em termos de escassez hídrica.

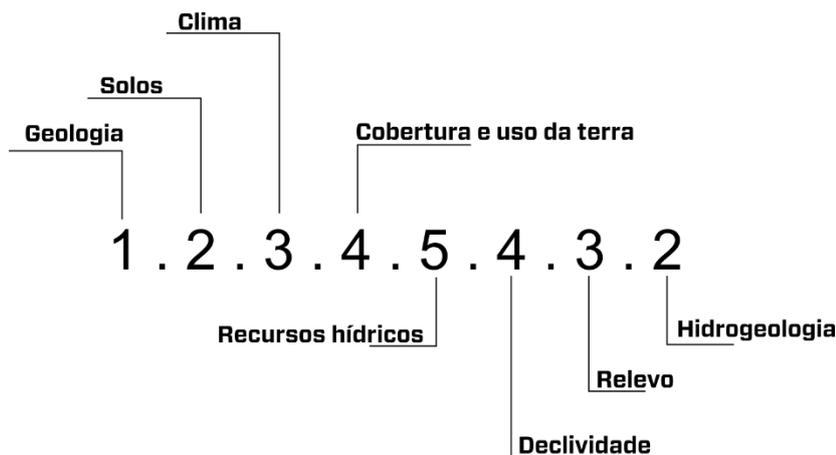


Figura 168. Sequência de codificação das variáveis ambientais (pesos de PEH). No exemplo, a soma dos pesos dá 24, indicando uma unidade da subclasse 24.

Fonte: Elaboração do Autor.

• Classe - Muito Baixo

A classe Muito Baixo ocupa uma área de 388,26 km², estendendo-se por todos os municípios da região, exceto Chapada da Natividade, Combinado, Natividade, Novo Alegre, São Salvador do Tocantins e Silvanópolis. Nota-se que ela se concentra na parte leste da região estendendo-se de sul para norte. Esta classe é muito inexpressiva em área, pois ocupa apenas 0,75% da RSE-TO, no entanto desempenha papel importante porque reúne paisagens que ajudam na armazenagem de águas pluviais e configuram as nascentes dos principais rios do Sistema Hidrográfico do Rio Tocantins (margem direita) dentro do estado.

Apesar de sua extensão, esta classe de PEH é formada por 2.969 unidades de paisagens instaladas em regime de chuvas com distribuição entre 1.400 e 1.600 mm anuais, porém incorporando graus de vulnerabilidade à escassez hídrica de muito baixo a alto. As paisagens englobam aluviões holocênicos (QHa), depósitos aluvionares (Q2a), coberturas detrito-lateríticas (NQdl, QPdl) e litologias do Grupo Urucuia (Kur) e do Grupo Bambuí (NP2b), associados aos aquíferos Urucuia e Bambuí.

Seus relevos estão representados por modelados de acumulação (Af e Aptf), de dissecação (Dt) e de aplanamento (Pgi e Pri), e por declives de 0 a 3%. Capeando as unidades observam-se plintossolos pétricos (FFc1 e FFc6) e argilúvicos (FTd); gleissolos háplicos (GXbd1 e CXbd9); neossolos quartzarênicos hidromórficos e neofluvisólicos (RQg1), hidromórfico



típico (RQg2), órticos típicos (RQo1, RQo4, RQo5, RQo6, RQo7, RQo8, RQo9) e flúvico (RYbd). Tais solos servem de substrato para o desenvolvimento de coberturas e usos da terra de cerrados denso (Sas(ag)1) e típico [Sas(ai)1], vereda [Sgs(ax)1], mata de galeria [Fa(r)1, Fa(s)1, Fs(aa)1 e Fs(ab)1], mata seca decídua [Cm(p)1, Cs(n)1 e Fs(z)1], contatos Savana/Floresta Estacional Semidecidual (SFas1 e SFam1), pecuária com cultivos temporários diversificados (Apc1) e de animais de grande porte (Apg1, Apg2), vegetação secundária (Ca1), assim como, piscicultura (Pi1) e reflorestamento diversos (As1).

Considerando os contextos das composições ambientais das paisagens da classe Muito Baixo, percebe-se que a classe encerra unidades com valores de potencialidade à escassez hídrica variando de 10 a 14 (subclasses), com distribuição exibida na Figura 169.

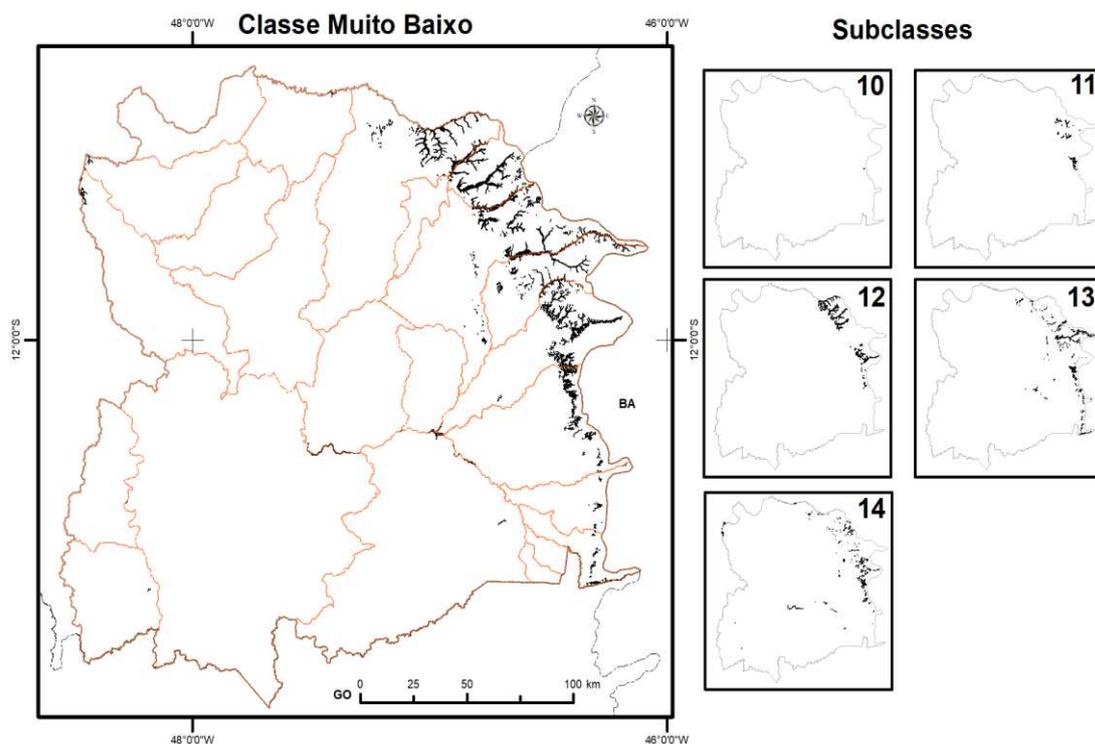


Figura 169. Distribuição geográfica da classe Muito Baixo e suas subclasses na RSE-TO.

Fonte: Elaboração do Autor.

As subclasses de menores índices representam as menores potencialidades à escassez hídrica. A Subclasse 10 detém 10 unidades de paisagem, todas codificadas como 1.1.2.1.2.1.1.1 e as menos potenciais à escassez hídrica (Quadro 87).

Os pesos de suas variáveis ambientais são os mais baixos - 1 e 2 -, com predomínio do primeiro. As subclasses 10 e 11 são as de menores áreas e seus papéis são reduzidos no contexto da PEH dentro da classe Muito Baixa. Por outro lado, as subclasses 12 a 14, são as mais importantes em extensão. Na subclasse 12, 814 unidades de paisagem são codificadas como 1.1.3.1.3.1.1.1, correspondendo a 97,06% da área da subclasse. Para tais unidades, o clima e recursos hídricos são as variáveis com os maiores pesos de PEH, fato também observado nas subclasses 13 e 14.

Para a classe Muito Baixo recomenda-se a proteção e conservação das áreas não ocupadas e a recuperação e restauração das áreas vulneráveis desmatadas, para garantir a manutenção dos cursos d'água pela diminuição do escoamento superficial e conseqüente aumento da infiltração.

A continuidade da ocupação dessas áreas por atividades antrópicas não conservacionistas pode levar a mudança da situação atual de perenização dos rios e contribuição para a manutenção do sistema hídrico de toda região, uma vez que essas áreas se caracterizam por uma ecodinâmica instável, caracterizada pelos solos jovens que as recobrem.



Quadro 87. Distribuição dos pesos de PEH nas subclasses pertencentes à classe Muito Baixo.

Variáveis Ambientais	CLASSE MUITO BAIXO - PEH				
	Subclasses de PEH				
	10	11	12	13	14
	Pesos de PEH				
Geologia	1	1	1,2	1,2	1,2,3
Solos	1	1	1	1,3	1,3

Clima ⁶	2	2,3,4	2,3,4	2,3,4	1,2,3,4
Cobertura e uso da terra	1	1,2	1,2	1,2,4	1,2,3,4,5
Recursos Hídricos ⁷	2	1,2,3	2,3	2,3,4	1,2,3,4
Declividade	1	1	1	1	1
Relevo	1	1	1,2	1,2	1,2
Hidrogeologia	1	1	1	1,3	1,3,4,5
Total de Paisagens	10	264	884	1.027	784
Área (km ²)	0,68	34,48	179,28	115,93	57,89
Codificação por pesos de PEH com maior expressão em área (unidades de paisagens)					
Codificação (unidades de paisagens)	1.1.2.1.2.1.1.1	1.1.3.1.2.1.1.1	1.1.3.1.3.1.1.1	1.3.3.1.2.1.1.1	2.1.3.1.3.1.2.1
Num. Paisagens	10	207	814	274	341
Área (km ²)	0,68	28,5	174,01	54,55	21
% Área Subclasse	100,00	82,66	97,06	47,05	36,28
Codificação (unidades de paisagens)	-	1.1.2.1.3.1.1.1	1.1.4.1.2.1.1.1	2.1.3.1.2.1.2.1	1.1.4.1.2.1.1.3
Num. Paisagens	-	52	27	368	24
Área (km ²)	-	5,91	3,87	22,28	7,09
% Área Subclasse	-	17,14	2,16	19,22	12,25
Codificação (unidades de paisagens)	-	1.1.2.2.2.1.1.1	1.1.3.2.2.1.1.1	1.1.4.1.3.1.1.1	2.1.3.2.2.1.2.1
Num. Paisagens	-	3	35	156	69
Área (km ²)	-	0,04	0,93	19,51	6,02
% Área Subclasse	-	0,12	0,52	16,83	10,40
Total % Área Subclasse	100,00	99,91	99,74	83,10	58,92

Nota: Pesos de PEH: 1 = Muito Baixo; 2 = Baixo; 3 = Moderado; 4 = Alto, 5 = Muito Alto. Correspondências dos pesos de PEH com os atributos dos temas analisados: **Geologia:** 1 = Q2a, QHa; 2 = Kur; 3 = NQdl, QPdI. **Solos:** 1 = FTd, RQg1, RQg2, RQo1, RQo4, RQo5, RQo6, RQo7, RQo8, RQo9, RYbd; 3 = CXbd9, FFc1, FFc6, GXbd1. **Clima:** 1 = Muito Baixa, 2 = Baixa, 3 = Moderado, 4 = Alta. **Cobertura e uso da terra:** 1 = Cm(p)1, Cs(n)1, Fa(r)1, Fa(s)1, Fs(aa)1, Fs(ab)1, Fs(z)1, Pi1, Sgs(ax)1; 2 = SFas1; 3 = As1, Sas(ag)1; 4 = Apg1, Apg2, Ca1, Sas(ai)1, SFam1; 5 = Apc1. **Recursos hídricos:** 1 = Muito Baixo; 2 = Baixo; 3 = Moderado; 4 = Alto. **Declividade:** 1 = 0 a 3%. **Relevo:** 1 = Af, Aptf; 2 = Dt, Pgi, Pri. **Hidrogeologia:** 1 = Urucuia; 3 = Bambuí, Pimenteirás.

Fonte: Elaboração do Autor.

⁶ Clima a vulnerabilidade climática à escassez hídrica obtido por meio da análise integrada dos mapas das variáveis climáticas, em ambiente ArcGIS (temperatura média do ar, precipitação pluvial, umidade relativa e evapotranspiração de referência) - análise por álgebra de mapas.

⁷ Recursos hídricos refere-se a média dos pesos atribuídos para as classes de Rendimento específico q90 (L/s.km²) + Balanço Hídrico (%) (demanda/Q90) + Disponibilidade para novos usos m³/s (75% da Q90 - Demanda)

- **Classe - Baixo**

A classe Baixo possui uma superfície de 8.660,17 km², que se apresenta fragmentada e com distribuição em todos os municípios da RSE-TO. Ela tem duas concentrações com áreas mais extensas e contínuas, uma ao longo da divisa com a Bahia, formando uma faixa que se alarga de sul para norte, e outra entre as cidades de Ponte Alta do Bom Jesus, Taipas do Tocantins e Combinado. A classe Baixo é a terceira em área, e detém 16,73% da RSE-TO. Ela é a principal classe contendo paisagens contribuidoras para a produção e armazenamento de água em toda a RSE-TO, e que juntamente com a classe Muito Baixo formam a “caixa de água” alimentadora de vários rios, entre eles, o Palma, das Balsas, Palmeiras, Manuel Alves, Mosquito, Peixinho e Sobrado. Estes rios são aqueles usados para abastecer e favorecer o desenvolvimento das atividades socioeconômicas e de abastecimento de algumas cidades da parte sudeste da região.

Na composição da classe Baixo são observadas 28.862 unidades de paisagens que estão sob regime de chuvas com concentração entre 1.360 e 1.600 mm anuais e graus de vulnerabilidade à escassez hídrica variando de muito baixo a muito alto.

As paisagens encerram aluviões holocênicos (QHa), depósitos aluvionares (Q2a) e coberturas detrito-lateríticas (NQdi, NQdl, QPdl, TNdl); e litologias sedimentares da Bacia do Parnaíba (Cpi, Dc, Dp e Ssg) e Grupo Urucuia (Kur). Também aparecem paisagens em terrenos cristalinos (gnaisses) contendo as unidades geológicas Complexo Manoel Alves (Ama), Suíte Mata Azul (NP3γ3ma), Suíte Manoel Alves (NP3γma e NP3Σcm), Complexo Rio dos Mangues (PP2γrm), Suíte Ipueiras (PP3γi), Suíte São José Pequeno (ε1γsjp), e em terrenos cristalinos (granitos/migmatitos) representados pelas unidades Grupo Conceição do Norte (Acn), Complexo Goiano (Ag), Complexo Almas-Cavalcante (PP12gm, PP2γacm, PP2γacgt, PP2γacgrd, PP2gacgt e PP2γacgr), Complexo Máfico-ultramáfico Canabrava (NP2μ2c), Suíte Aurumina (PP2γ2au2, PP2γ2au3, PP2γ2au4), Formação Arraias (PP4a), Formação Ticunzal (PP13tz), Grupo Serra da Mesa (PP4sm, PP4smqt), Suíte Intrusiva Dianópolis (PPd), Grupo Natividade (PPn), Complexo Rio Maranhão (PPγrm), Suíte Básico-Ultrabásica Caraíbas (Aβγc). Ainda compõem paisagens as rochas metassedimentares do Grupo Bambuí (NP3ljc, NP2shp, NP2sl, NP2sld, NP2sldc), Subgrupo Paraopeba (NP2bp), Grupo Paranoá - Unidade rítmica pelito-carbonatada (MPpa4), Grupo Riachão do Ouro (PP1ro), Grupo Araí (PP4tqt, PP4t, PP4txt), metavulcanossedimentares de Palmeirópolis (MP2vsp), Granito Morro Solto (MP2γms). Todas essas unidades se relacionam diretamente aos aquíferos Urucuia; Bambuí, Pimenteiras, Poti/Piauí; Cabeças/Longá, Cristalino (granitos/migmatitos), Serra Grande e Cristalino (gnaisses).

O relevo dessas unidades de paisagens abarcam modelados de acumulação (Af e Aptf), de dissecação (Dt, Dc, De e Dei), de dissolução (Kc, Kd e Ke) e de aplanamento (Pgi, Pri, Pgu e Pru), e por declives de 0 a 3%, 3 a 8%, 8 a 20%, 20 a 45% e 45 a 75%.

Fechando a fisiografia das paisagens, observam-se argissolos vermelho-amarelos (PVAe1, PVAe2, PVAe3), cambissolos háplicos (CXbd1, CXbd10, CXbd11, CXbd12, CXbd13, CXbd14, CXbd15, CXbd16, CXbd17, CXbd2, CXbd3, CXbd4, CXbd6, CXbd7, CXbd8, CXbd9, CXbe1, CXbe2, CXbe3), gleissolos háplicos (GXbd1 e GXbd2); latossolos amarelo (LAd1, LAd2, LAd3, LAd4), vermelho (LVd1, LVd2, LVd3, LVd4, LVd5, LVd6, LVdf), vermelho-



amarelo (LVAd1, LVAd2), plintossolos pétricos (FFc1, FFc2, FFc3, FFc4, FFc5, FFc6) e argilúvicos (FTd); neossolos flúvicos (RYbd), litólico (RLd1, RLd10, RLd11, RLd12, RLd13, RLd14, RLd2, RLd3, RLd7, RLd8, RLd9), quartzarênicos hidromórficos típicos (RQg1, RQg2), órticos típicos (RQo1, RQo3, RQo4, RQo5, RQo6, RQo7, RQo8, RQo9) e regolíticos (RRe) e, até mesmo, afloramentos de rocha (AR3, AR4).

Esses solos são os substratos que sustentam as coberturas e usos da terra de cerrado [Sd(af)1], cerrados denso [Sas(ag)1], ralo [Sps(aq)1, Sps(ar)1, Sps(ar)2], rupestre [Sas(ak)1, Sas(ak)3] e típico [Sas(ai)1, Sas(ai)2, Sas(ai)4 e Saf(rs)1], campo sujo, vereda [Sgs(ax)1], mata de galeria e ciliar [Fa(r)1, Fa(s)1, Fs(aa)1 e Fs(ab)1], matas secas semidecídua e decídua [Cm(p)1, Cs(n)1, Fa(r)1, Fa(s)1, Fm(ac)1, Fs(aa)1, Fs(ab)1 e Fs(z)1], brejo (Pa(ay)1), contatos Savana/Floresta Estacional Semidecidual (SFqs1, SFas1, SFam1, SCas3), pecuária com cultivos temporários diversificados (Apc1) e de animais de grande porte (Apg1 e Apg2), culturas permanente (Af1), temporárias, cultivos temporários (At1, Atd1), vegetação secundária (Ca1), assim como, piscicultura (Pi1) e reflorestamentos diversos (As1), áreas degradadas (Ad1) e áreas urbanizadas (Ai1 e Au1).

As variáveis ambientais permitiram identificar paisagens da classe Baixo com valores de potencialidade à escassez hídrica entre 15 a 21 (subclasses), com distribuição conforme a Figura 170.

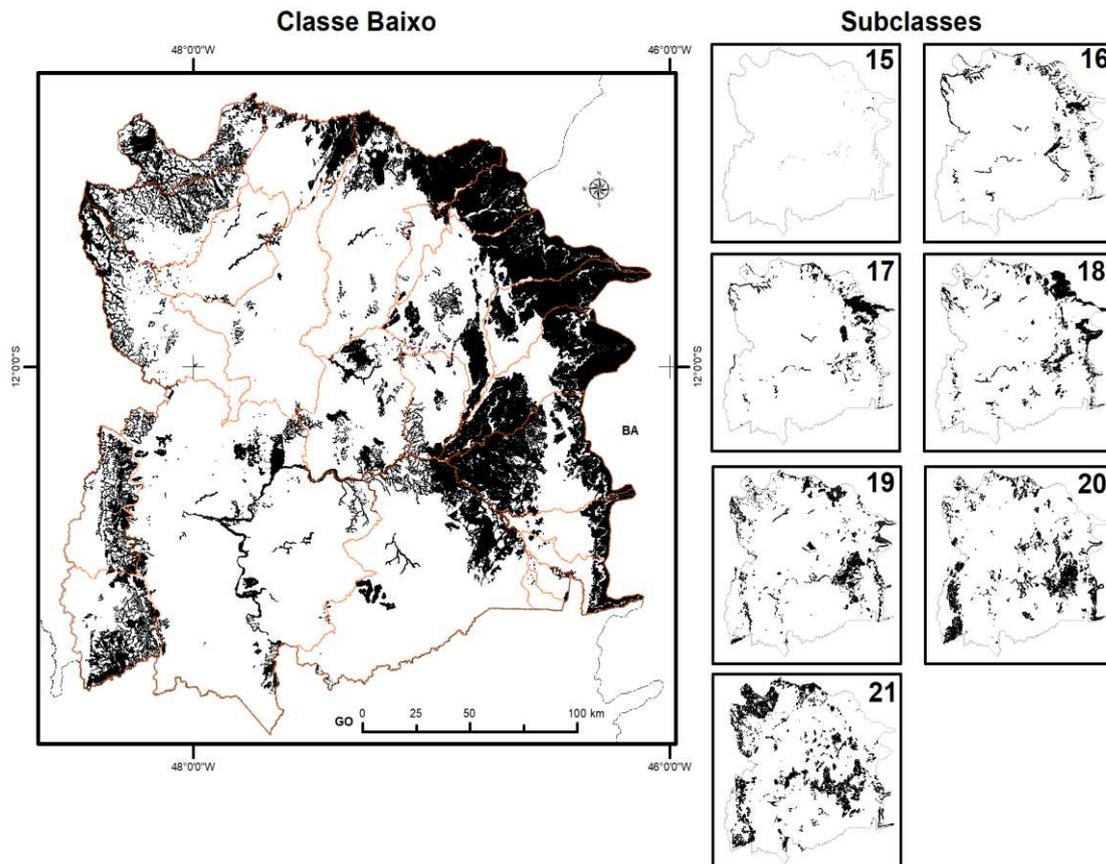


Figura 170. Distribuição geográfica da classe Baixo e suas subclasses na RSE-TO.

Fonte: Elaboração do Autor

De acordo com o Quadro 88, percebe-se que a subclasse 15 é formada por 926 unidades, sendo muito pouco expressivas em área, uma vez que ocupa apenas 1,09% da área total da classe Baixo. Nesta subclasse de menor potencial à escassez hídrica, dez unidades codificadas como 2.1.2.4.2.1.2.1, chegam a ocupar 16,30% da sua área total. Esta combinação mais as combinações 1.3.3.1.2.1.1.3 e 1.1.4.1.2.1.1.4 perfazem 43,30% da área da subclasse e totalizam 203 unidades de paisagens (203/926). Nestas unidades observa-se que predominam os pesos das variáveis ambientais mais baixos - 1 e 2, e surgem valores 3 e 4, relacionados respectivamente ao clima e cobertura e uso da terra. As subclasses 18 e 21 juntas chegam aos 40,29% da área total da classe Baixo. Na subclasse 18, as unidades de paisagem (887) com codificação 2.1.3.5.3.1.2.1 cobrem 50,94% da área da subclasse, ao passo que na Subclasse 21, a codificação mais expressiva (5.3.3.1.1.1.2.5) alcança apenas 8,51% com um total de 1.151 unidades de paisagens (1.151/8.204). No caso da subclasse 18 (2.1.3.5.3.1.2.1), seus maiores pesos de PEH para as variáveis ambientais referem-se a clima, cobertura e uso da terra, e recursos hídricos, enquanto, que na subclasse 21 correspondem a geologia, solos, clima e hidrogeologia para as paisagens 5.3.3.1.1.1.2.5.



Quadro 88. Distribuição dos pesos de PEH nas subclasses pertencentes à classe Baixo.

Variáveis Ambientais	CLASSE BAIXO - PEH						
	Subclasses de PEH						
	15	16	17	18	19	20	21
	Pesos de PEH						
Geologia	1, 2, 3	1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4, 5	1, 2, 3, 4, 5	1, 2, 3, 4, 5	1, 2, 3, 4, 5	1, 2, 3, 4, 5
Solos	1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4, 5	1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4, 5	1, 2, 3, 4, 5
Clima	1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4, 5	1, 2, 3, 4, 5	1, 2, 3, 4, 5	1, 2, 3, 4, 5	1, 2, 3, 4, 5	1, 2, 3, 4, 5
Cobertura e uso da terra	1, 2, 3, 4, 5	1, 2, 3, 4, 5	1, 2, 3, 4, 5	1, 2, 3, 4, 5	1, 2, 3, 4, 5	1, 2, 3, 4, 5	1, 2, 3, 4, 5
Recursos hídricos	1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4
Declividade	1	1, 2	1, 2, 3	1, 2, 3	1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4, 5	1, 2, 3, 4, 5
Relevo	1, 2	1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4, 5	1, 2, 3, 4, 5
Hidrogeologia	1, 3, 4, 5	1, 3, 4, 5	1, 3, 4, 5	1, 3, 4, 5	1, 3, 4, 5	1, 3, 4, 5	1, 3, 4, 5
Total de Paisagens	926	2.311	2.743	3.881	4.647	6.150	8.204
Área (km²)	94,25	648,25	1.257,38	1.907,36	1.491,73	1.505,83	1.755,37
% Área da Classe	1,09	7,49	14,52	22,02	17,23	17,39	20,27
	Combinação de pesos de PEH com maior expressão em área						
Combinação	2.1.2.4.2.1.2.1	2.1.2.5.2.1.2.1	2.1.3.5.2.1.2.1	2.1.3.5.3.1.2.1	2.1.3.5.4.1.2.1	2.2.4.5.3.1.2.1	5.3.3.1.1.2.5
Núm. Paisagens	10	6	701	887	22	108	1.151
Área (km ²)	15,36	179,18	854,26	971,62	294,7	167,64	149,33
% Área Subclasse	16,30	27,64	67,94	50,94	19,76	11,13	8,51
Combinação	1.3.3.1.2.1.1.3	2.1.3.4.2.1.2.1	2.1.3.4.3.1.2.1	2.2.3.5.2.1.2.1	2.2.3.5.3.1.2.1	4.3.4.1.2.1.2.3	3.3.3.3.1.1.2.5
Núm. Paisagens	132	262	287	83	102	885	514
Área (km ²)	14,93	111,58	140,1	388,82	192,37	134,19	144,49
% Área Subclasse	15,84	17,21	11,14	20,39	12,90	8,91	8,23
Combinação	1.1.4.1.2.1.1.4	3.1.3.1.2.1.2.3	2.1.2.5.3.1.2.1	3.1.3.3.2.1.2.3	3.1.3.4.2.1.2.3	5.3.3.1.1.1.2.4	4.3.3.3.2.1.2.3
Núm. Paisagens	61	211	20	120	392	909	449
Área (km ²)	10,52	96,72	67,87	123,68	154,27	118,16	86,93
% Área Subclasse	11,16	14,92	5,40	6,48	10,34	7,85	4,95
Total % Área Subclasse	43,30	59,77	84,48	77,81	42,99	27,89	21,69

Nota: Pesos de PEH: 1 = Muito Baixo; 2 = Baixo; 3 = Moderado; 4 = Alto, 5 = Muito Alto. Correspondências dos pesos de PEH com os atributos dos temas analisados: **Geologia:** 1 = Q2a, QHa; 2 = Cpi, Dc, Dp, Kur, Ssg; 3 = NQdi, NQdl, QPdl, TNdl; 4 = MPpa4, NP2bp, NP2shp, NP2sl, NP2sld, NP2sldc, NP3ljc, PP4tqt; 5 = Acn, Ag, Ama, Aβyc, MP2vsp1, MP2vsp2, MP2vsp3, MP2vsp4, MP2vsp5, MP2yms, NP2μ2c, NP2mca, NP2αmca, NP2βmca, NP3y3ma1, NP3y3ma2, NP3y3ma, NP3zcm, PP12gm, PP13tz, PP1ro, PP2gacgt, PP2y2au2, PP2y2au3, PP2y2au4, PP2yacgr, PP2yacgrd, PP2yacgt, PP2yacm, PP2yrm, PP3yi, PP4a, PP4sm, PP4smqt, PP4t, PP4xt, PPd, PPn, PPym, ε1ysjp. **Solos:** 1 = FTd, GXbd2, LAd1, LAd2, LAd3, LAd4, RQg1, RQg2, RQo1, RQo3, RQo4, RQo5, RQo6, RQo7, RQo8, RQo9, RYbd; 2 = LVA1, LVA2, LVD1, LVD2, LVD3, LVD4, LVD5, LVD6, LVDf; 3 = CXbd1, CXbd10, CXbd11, CXbd12, CXbd13, CXbd14, CXbd15, CXbd16, CXbd17, CXbd2, CXbd3, CXbd4, CXbd7, CXbd8, CXbd9, CXbe1, CXbe2, CXbe3, FFc1, FFc2, FFc3, FFc4, FFc5, FFc6, GXbd1, PVAe1, PVAe2, PVAe3, 4 = RLd1, RLd10, RLd11, RLd12, RLd13, RLd14, RLd2, RLd3, RLd7, RLd8, RLd9; 5 = AR3, AR4, RRe. **Clima:** 1 = Muito Baixo; 2 = Baixo; 3 = Moderado; 4 = Alto, 5 = Muito Alto. **Cobertura e uso da terra:** 1 = Cm(p)1, Cs(n)1, Fa(r)1, Fa(s)1, Fm(ac)1, Fs(aa)1, Fs(ab)1, Fs(z)1, Pa(ay)1, Pi1, Sd(af)1, SFqs1, Sgs(ax)1, 2 = SFas1; 3 = Af1, As1, Sas(ag)1, Sas(ag)3, SCas3; 4 = Apg1, Apg2, Ca1, Sas(ai)1, Sas(ai)2, Sas(ai)4, SFam1; 5 = Ad1, Ai1, Apc1, At1, Atd1, Au1, Saf(rs)1, Sas(ak)1, Sas(ak)3, Sps(aq)1, Sps(ar)1, Sps(ar)2. **Recursos hídricos:** 1 = Muito Baixo; 2 = Baixo; 3 = Moderado; 4 = Alto. **Declividade:** 0 a 3%; 2 = 3 a 8%; 3 = 8 a 20%; 4 = 20 a 45%; 5 = 45 a 75%. **Relevo:** Af, Aptf; 2 = Dt, Pgi, Pri; 3 = Dc; 4 = Dc, De, Pgu, Pru; 5 = Dei, Kc, Kd, Ke. **Hidrogeologia:** 1 = Uruçuia; 3 = Bambuí, Pimenteiras, Poti/Piáu; 4 = Cabeças/Longá, Cristalino (granitos/migmatitos), Serra Grande; 5 = Cristalino (gnaisses).

Fonte: Elaboração do Autor.

Considerando os arranjos das variáveis ambientais para a classe Baixo, recomenda-se a proteção ambiental com a criação de unidades de conservação ao longo da divisa com o estado da Bahia e a recuperação e restauração das áreas vulneráveis desmatadas para garantir a perenização dos cursos d'água que drenam toda RSE-TO.

A autorização de novas ocupações que gerem desmatamento nessas áreas deve levar em consideração o risco de aumento do escoamento superficial e consequente diminuição da infiltração.

A continuidade do uso indiscriminado das terras sem técnicas conservacionistas pode levar a mudança da situação atual de contribuição no sistema hídrico, uma vez que as áreas instáveis são recobertas geralmente por solos jovens com pequena espessura que não favorecem a infiltração e apresentam baixa capacidade de armazenar água, enquanto os solos mais profundos, das áreas mais estáveis, apresentam boa drenagem e permeabilidade e, portanto, maior capacidade de armazenamento de água, mas pelo conteúdo de argilas, estão mais sujeitos a processos erosivos profundos. Exceção aplica-se aos solos profundos e bem drenados do topo do Chapadão Ocidental Baiano.

- **Classe - Moderado**

A classe Moderado possui área de 30.785,02 km² com abrangência em todos os municípios da RSE-TO. Ela é a principal classe de PEH da RSE-TO, pois equivale a 59,46% da região. Apesar de ser drenada pelos principais rios da região e seus formadores, o que caracteriza essa classe é a situação alarmante quanto à escassez hídrica. Suas paisagens mostram um moderado potencial para produção e armazenamento de água e, conseqüentemente, há necessidade de intervenções para reversão dessa situação alarmante, com a implantação de sistemas para retenção das águas pluviais.

Compondo a classe Moderado, verificam-se 131.069 unidades de paisagens em um regime de chuvas com distribuição de 1.360 a 1.600 mm anuais e, sobretudo, em altos graus de vulnerabilidade à escassez hídrica, determinados em função das variáveis climáticas - temperatura média do ar, precipitação pluvial, umidade relativa e evapotranspiração de referência.

As paisagens são formadas por aluviões holocênicos (QHa), depósitos aluvionares (Q2a) e coberturas detrito-lateríticas (NQdi, NQdl, QPdl, TNdl); e litologias sedimentares da Bacia do Parnaíba (Cpi, Dc, Dp e Ssg) e Grupo Urucuia (Kur). Os terrenos cristalinos estão representados pelas rochas das unidades geológicas Complexo Manoel Alves (Ama), Formação Monte do Carmo (NP2mca e NP2βmca), Suíte Mata Azul (NP3γ3ma1, NP3γ3ma2, NP3γ3ma3), Suíte Manoel Alves (NP3γma e NP3Σcm), Formação Morro do Carneiro (PP2mc e PP2mct), Complexo Rio dos Mangues (PP2γrm), Suíte Ipueiras (PP3γi), Suíte São José Pequeno (ε1γsjp), e em terrenos cristalinos (granitos/migmatitos) representados pelas unidades Grupo Conceição do Norte (Acn), Complexo Goiano (Ag), Formação Córrego Paiol (APP2pi), Suíte Básico-Ultrabásica Caraíbas (Aβγc), Suíte Alcalina de Peixe (MP1λpl), Grupo Paranoá (MPpa3 e MPpa4), Complexo Almas-Cavalcante (PP12gm, PP2γacgr, PP2γacgrd, PP2γacgt, PP2γacm e PP2γact), Suíte Aurumina (PP2γ2au2, PP2γ2au3 e PP2γ2au4), Formação Arraias (PP4a, PP4aa, PP4acg, PP4aqa e PP4aqo), Formação Ticunzal (PP13tz),



Grupo Serra da Mesa (PP4sm, PP4smmm e PP4smqt), Suíte Intrusiva Dianópolis (PPd), Grupo Natividade (PPn), Complexo Rio Maranhão (PPym), Complexo Máfico-ultramáfico Canabrava (NP2 μ 2c) e Suíte Serra do Boqueirão (PPysb). Ainda compõem paisagens as rochas metassedimentares do Grupo Bambuí (NP3ljc, NP2shp, NP2sl, NP2sld, NP2sldc), Subgrupo Paraopeba (NP2bp), Grupo Riachão do Ouro (PP1ro), Grupo Araí (PP4t, PP4tqt e PP4txt), Sequência Metavulcanossedimentar Palmeirópolis (MP2vsp1, MP2vsp2, MP2vsp3, MP2vsp4 e MP2vsp5), Granito Morro Solto (MP2yms). Todas essas unidades associam-se aos aquíferos Urucuaia; Bambuí, Pimenteiras, Poti/Piauí; Cabeças/Longá, Cristalino (granitos/migmatitos), Serra Grande e Cristalino (gnaisses).

Nessas unidades de paisagens os modelados identificados são de acumulação (Aptf), de dissecação (Dt, Dc, De e Dei), de dissolução (Kc, Kd e Ke) e de aplanamento (Pgi, Pri, Pgu e Pru), e os declives variam de 0 a > 75%. A fisiografia da Classe Moderado contempla diferentes tipos de solos, entre eles: argissolos vermelho-amarelo (PVAe1, PVAe2 e PVAe3); cambissolos háplicos (CXbd1, CXbd2, CXbd3, CXbd4, CXbd5, CXbd6, CXbd7, CXbd8, CXbd9, CXbd10, CXbd11, CXbd12, CXbd13, CXbd14, CXbd15, CXbd16 e CXbd17, CXbe1, CXbe2, CXbe3), gleissolos háplicos (GXbd1, GXbd2), latossolos amarelo (LAd1, LAd2, LAd3 e LAd4), vermelho-amarelo (LVAd1 e LVAd2), vermelho (LVd1, LVd2, LVd3, LVd4, LVd5, LVd6 e LVdf); neossolos litólicos (RLd1, RLd2, RLd3, RLd5, RLd6, RLd7, RLd8, RLd9, RLd10, RLd11, RLd12, RLd13, RLd14 e RLd15), flúvico (RYbd), regolítico (RRe), quartzarênicos hidromórficos típicos (RQg1 e RQg2), órticos típicos (RQo1, RQo2, RQo3, RQo4, RQo5, RQo6, RQo7, RQo8, RQo9); plintossolos pétricos (FFc1, FFc2, FFc3, FFc4, FFc5, FFc6 e FFc7) e afloramentos de rocha (AR1, AR2, AR3 e AR4).

Sobre os solos dessa paisagens podem ser encontrados as seguintes coberturas e usos da terra: cerradão [Sd(af)1]; cerrados denso [Sas(ag)1 e Sas(ag)3], ralo [Sps(aq)1, Sps(ar)1, Sps(ar)2], rupestre [Sas(ak)1, Sas(ak)2 e Sas(ak)3] e típico [Sas(ai)1, Sas(ai)2, Sas(ai)4 e Saf(rs)1]; campo sujo [(Sps(aq)1)]; vereda [Sgs(ax)1]; matas de galeria e ciliar [Fa(r)1, Fa(s)1, Fs(aa)1 e Fs(ab)1]; matas secas semidecídua e decídua [Cm(p)1, Cs(n)1, Fa(r)1, Fa(s)1, Fm(ac)1, Fs(aa)1, Fs(ab)1 e Fs(z)1]; brejo (Pa(ay)1); contatos Savana/Floresta Estacional Semidecidual (SFqs1, SFas1, SFam1, SFas3, SCas3); pecuária com cultivos temporários diversificados (Apc1) e de animais de grande porte (Apg1 e Apg2); pastagem (Api1); culturas permanentes (Af1); cultivos temporários (At1, Atd1), vegetação secundária (Ca1), assim como, piscicultura (Pi1) e reflorestamentos diversos (As1); áreas degradadas (Ad1); mineração (Em1) e áreas urbanizadas (Ai1 e Au1).

As variáveis ambientais integradas possibilitaram o mapeamento da classe Baixo com valores de potencialidade à escassez hídrica variando de 22 a 27 (subclasses), com distribuição exibida na Figura 171.

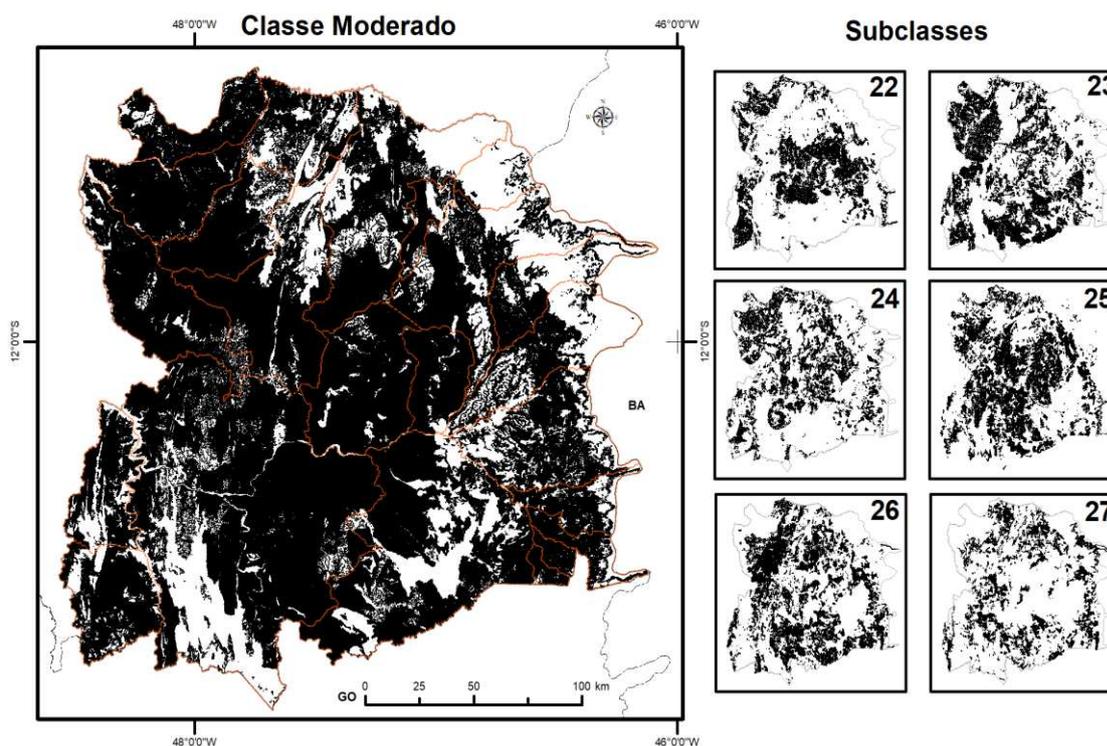


Figura 171. Distribuição geográfica da classe Moderado e suas subclasses na RSE-TO.

Fonte: Elaboração do Autor.

Conforme Quadro 89, nota-se que a subclasse 22 é formada por 16.024 unidades que representam 10,86% da área total da classe Moderado. Na subclasse 22, as unidades codificadas como 5.3.3.3.1.1.2.4, 5.3.3.1.3.1.2.4 e 3.3.3.4.1.1.2.5 correspondem a 31,14% da área total da subclasse, agrupando 5.221 unidades de paisagem, ou seja, 32,58% do total de unidades da subclasse (5.221/16.204). Nestas unidades observa-se pesos de PEH maiores são das variáveis ambientais hidrogeologia e geologia.

As duas subclasses com maiores extensões são a 25 e 26, que juntas cobrem 48,15% da classe Moderado. Na subclasse 25, as paisagens que somam mais áreas (49,47% da subclasse) estão codificadas como 5.3.3.4.3.1.2.4, 5.3.4.3.3.1.2.4 e 5.3.4.4.2.1.2.4. Elas somam 9.609 unidades de paisagem, onde os pesos de PEH são mais altos para geologia e hidrogeologia, clima e, cobertura e uso da terra. Para a subclasse 26, verifica-se que as unidades codificadas como 5.3.4.4.3.1.2.4, 5.3.3.4.3.1.2.5 e 5.3.3.4.4.1.2.4 são as mais importantes em extensão. Elas cobrem 52,61% da área da subclasse e englobam 13.615 unidades de paisagem. Para esta subclasse, os pesos de PEH mais elevados são de geologia e hidrogeologia, clima, cobertura e uso da terra. É interessante notar que o relevo e a declividade para a classe Moderado aparecem com os menores pesos de PEH e passam a ser fatores que minimizam a escassez hídrica, considerando que contribuem para a diminuição do escoamento superficial.



Quadro 89. Distribuição dos pesos de PEH nas subclasses pertencentes à classe Moderado.

Variáveis Ambientais	CLASSE MODERADO - PEH					
	Subclasses de PEH					
	22	23	24	25	26	27
	Pesos de PEH					
Geologia	1, 2, 3, 4, 5	1, 2, 3, 4, 5	1, 2, 3, 4, 5	2, 3, 4, 5	2, 3, 4, 5	2, 4, 5
Solos	1, 2, 3, 4, 5	1, 2, 3, 4, 5	1, 2, 3, 4, 5	1, 2, 3, 4, 5	1, 2, 3, 4, 5	1, 2, 3, 4, 5
Clima	1, 2, 3, 4, 5	1, 2, 3, 4, 5	1, 2, 3, 4, 5	1, 2, 3, 4, 5	1, 2, 3, 4, 5	1, 2, 3, 4, 5
Cobertura e uso da terra	1, 2, 3, 4, 5	1, 2, 3, 4, 5	1, 2, 3, 4, 5	1, 2, 3, 4, 5	1, 2, 3, 4, 5	1, 2, 3, 4, 5
Recursos hídricos	1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4
Declividade	1, 2, 3, 4, 5	1, 2, 3, 4, 5	1, 2, 3, 4, 5	1, 2, 3, 4, 5	1, 2, 3, 4, 5	1, 2, 3, 4, 5
Relevo	1, 2, 3, 4, 5	1, 2, 3, 4, 5	2, 3, 4, 5	2, 3, 4, 5	2, 3, 4, 5	2, 3, 4, 5
Hidrogeologia	1, 3, 4, 5	1, 3, 4, 5	1, 3, 4, 5	1, 3, 4, 5	1, 3, 4, 5	1, 3, 4, 5
Total de Paisagens	16.024	22.415	20.428	26.864	29.684	15.654
Área (km ²)	3.342,00	4.630,90	4.303,63	7.433,87	7.415,59	3.659,03
% Área Classe	10,86	15,04	13,98	24,15	24,09	11,89
	Combinação de pesos de PEH com maior expressão em área					
Combinação	5.3.3.3.1.1.2.4	5.3.4.1.3.1.2.4	5.3.3.3.3.1.2.4	5.3.3.4.3.1.2.4	5.3.4.4.3.1.2.4	5.3.4.5.3.1.2.4
Núm. Paisagens	1.589	5.250	1.884	5.700	6.342	1.953
Área (km ²)	365,05	734,95	541,73	1.735,3	2.022,84	857,45
% Área Subclasse	10,92	15,87	12,59	23,34	27,28	23,43
Combinação	5.3.3.1.3.1.2.4	5.3.3.4.1.1.2.4	5.3.3.4.1.1.2.5	5.3.4.3.3.1.2.4	5.3.3.4.3.1.2.5	5.3.4.3.3.2.3.4
Núm. Paisagens	2.459	2.007	3.066	2.192	5.497	796
Área (km ²)	351,78	449,71	473,71	1.033,91	1.370,64	252,51
% Área Subclasse	10,53	9,71	11,01	13,91	18,48	6,90
Combinação	3.3.3.4.1.1.2.5	3.3.3.5.1.1.2.5	5.3.4.3.2.1.2.4	5.3.4.4.2.1.2.4	5.3.3.4.4.1.2.4	5.3.3.4.3.2.3.4
Núm. Paisagens	1.173	393	807	1717	1776	464
Área (km ²)	323,99	435,74	345,23	908,52	508,03	188,32
% Área Subclasse	9,69	9,41	8,02	12,22	6,85	5,15
Total % Área Subclasse	31,14	34,99	31,62	49,47	52,61	35,48

Nota: Pesos de PEH: 1 = Muito Baixo; 2 = Baixo; 3 = Moderado; 4 = Alto; 5 = Muito Alto. Correspondências dos pesos de PEH com os atributos dos temas analisados: **Geologia:** 1 = Q2a, QHa; 2 = Cpi, Dc, Dp, Kur, Ssg; 3 = NQdi, NQdl, QPdI, TNdl; 4 = MPpa4, NP2bp, NP2shp, NP2sl, NP2slid, NP2slidc, NP3ijc, PP4tqt; 5 = A4PP1µg, Acn, Ag, Ama, APP2mch, APP2pi, Aβyc, MP1λpl, MP2vsp1, MP2vsp2, MP2vsp3, MP2vsp4, MP2vsp5, MP2yms, MPpa3, NP2µ2c, NP2mca, NP2amca, NP2βmca, NP3y3ma1, NP3y3ma2, NP3y3ma3, NP3yma, NP3zcm, PP12gm, PP13tz, PP1ro, PP2gacgt, PP2mc, PP2mcqt, PP2y2au2, PP2y2au3, PP2y2au4, PP2yacgr, PP2yacgrd, PP2yacgt, PP2yacm, PP2yact, PP2yrm, PP3yi, PP4a, PP4aa, PP4acg, PP4aqa, PP4aqo, PP4sm, PP4smmm, PP4smqt, PP4t, PP4txt, Ppd, Ppn, Ppym, Ppysb, ε1ysjp. **Solos:** 1 = GXbd2, LAd1, LAd2, LAd3, LAd4, RQg1, RQg2, RQo1, RQo2, RQo3, RQo4, RQo5, RQo6, RQo7, RQo8, RQo9, RYbd; 2 = LVAd1, LVAd2, LVd1, LVd2, LVd3, LVd4, LVd5, LVd6, LVdf; 3 = CXbd1, CXbd10, CXbd11, CXbd12, CXbd13, CXbd14, CXbd15, CXbd16, CXbd17, CXbd2, CXbd3, CXbd4, CXbd5, CXbd6, CXbd7, CXbd8, CXbd9, CXbe1, CXbe2, CXbe3, FFc1, FFc2, FFc3, FFc4, FFc5, FFc7, GXbd1, PVae1, PVae2, PVae3; 4 = RLd1, RLd10, RLd11, RLd12, RLd13, RLd14, RLd15, RLd2, RLd3, RLd5, RLd6, RLd7, RLd8, RLd9; 5 = AR1, AR2, AR3, AR4, RRe. **Clima:** 1 = Muito Baixo; 2 = Baixo; 3 = Moderado; 4 = Alto; 5 = Muito Alto. **Cobertura e uso da terra:** 1 = Cm(p)1, Cs(n)1, Fa(r)1, Fa(s)1, Fm(ac)1, Fs(aa)1, Fs(ab)1, Fs(z)1, Pa(ay)1, Pi1, Sd(af)1, SFqs1, Sgs(ax)1; 2 = SFas1; 3 = Af1, As1, Sas(ag)1, Sas(ag)3, SCas3, SFas3; 4 = Apg1, Apg2, Api1, Ca1, Sas(ai)1, Sas(ai)2, Sas(ai)4, SFam1; 5 = Ad1, Ai1, Apc1, At1, Atd1, Au1, Em1, Saf(rs)1, Sas(ak)1, Sas(ak)2, Sas(ak)3, Sps(aq)1, Sps(ar)1, Sps(ar)2. **Recursos hídricos:** 1 = Muito Baixo; 2 = Baixo; 3 = Moderado; 4 = Alto. **Declividade:** 1 = 0 a 3%; 2 = 3 a 8%; 3 = 8 a 20%; 4 = 20 a 45%; 5 = 45 a 75, > 75%. **Relevo:** 1 = Aptf; 2 = Dt, Pgi, Pri; 3 = Dc, Dr, Pri; 4 = Da, Dc, De, Pgu, Pru; 5 = Da, Dc, De, Dei, Kc, Kd, Ke. **Hidrogeologia:** 1 = Urucuaia; 3 = Bambuí, Pimenteiras, Poti/Piui; 4 = Cabeças/Longá, Cristalino (granitos/migmatitos), Serra Grande; 5 = Cristalino (gnaisses).

Fonte: Elaboração do Autor.

Os ambientes contemplados na classe Moderado são aqueles em que as variáveis ambientais apontam para o alerta de escassez hídrica e onde as precipitações anuais mostram os menores valores, com elevadas taxas de evapotranspiração e baixa umidade do ar. Isso, juntamente com outras variáveis ambientais, como a geologia caracterizada principalmente por terrenos cristalinos e os solos jovens, delgados, que pouco contribuem para a retenção das águas pluviais, tornam-se fortes limitações de ordem física para a exploração agropecuária.

Recomenda-se o rígido controle da aplicação do Código Florestal, sobretudo com relação à preservação e proteção vegetal das margens e cabeceiras de rios e córregos. Nas atividades agrossilvopastoris recomenda-se a aplicação das técnicas de conservação de solos e água, e também controle da água de irrigação, quando for o caso. Para as áreas em sobreutilização agropecuária é importante a adequação do uso compatível com a aptidão agrícola das terras, e a recuperação e restauração vegetal dessas áreas para propiciar o aumento da retenção e infiltração de água no solo.

Deve ser continuado e ampliado o Projeto Barraginhas (Apêndice W) de iniciativa da Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (Semarh). A classe Moderado contém 2.882 “barraginhas” (bacias de retenção de água da chuva) construídas. As “barraginhas” visam diminuir o escoamento superficial (enxurradas), as erosões e assoreamento dos corpos d’água, e propiciar a recarga de aquíferos a médio e longo prazo, contribuindo para a produção de água e manutenção do sistema hídrico do sudeste do Tocantins.

Além desse projeto também são importantes para a RSE-TO, a continuidade e ampliação de projetos como o Olho D’Água (também de iniciativa da Semarh), que tem ações de recuperação de nascentes na bacia do Rio Manuel Alves da Natividade (50 nascentes por bacia), por meio da revegetação com plantas nativas (recuperação / restauração florestal).

- **Classe - Alto**

A classe Alto ocupa uma área de 10.287,18 km², perfazendo 19,87% da RSE-TO. A classe é composta por unidades de paisagens que envolvem o núcleo central da região de estudo e associam-se as áreas serranas, com destaque para as serras da Natividade, do Ouro, Taguatinga, Bom Despacho, das Traíras ou das Palmas, Branca ou de Arraias, das Caldas e Dourada. Dessa forma ela se configura como sítio de diversas nascentes de cursos d’água, quer sejam perenes ou intermitentes, e acaba desempenhando um importante papel como área coletora das águas pluviais que entram no sistema hídrico.

Na composição da classe Alto são registradas 44.296 unidades de paisagens que estão submetidas a regime de chuvas com distribuição entre 1.400 e 1.600 mm anuais, com graus de vulnerabilidade à escassez hídrica variando de muito baixo a muito alto.

As paisagens encerram aluviões holocênicos (QHa), depósitos aluvionares (Q2a) e coberturas detrito-lateríticas (NQdi, NQdl, QPdl, TNdl); e litologias sedimentares da Bacia do Parnaíba (Cpi, Dc, Dp e Ssg) e Grupo Urucua (Kur). Também aparecem paisagens em terrenos cristalinos (gnaisse) contendo as unidades geológicas Complexo Manoel Alves (Ama), Formação Monte do Carmo (NP2mca e NP2βmca), Suíte Mata Azul (NP3γ3ma1, NP3γ3ma2, NP3γ3ma3), Suíte Manoel Alves (NP3γma), Formação Morro do Carneiro (PP2mc), Suíte



Ipueiras (PP3yi), Suíte São José Pequeno ($\epsilon 1\gamma s j p$), e em terrenos cristalinos (granitos/migmatitos) representados pelas unidades Grupo Conceição do Norte (Acn), Complexo Goiano (Ag), Formação Córrego Paiol (APP2pi), Suíte Básico-Ultrabásica Caraíbas (A $\beta\gamma c$), Suíte máfico-ultramáficas Gameleira (A4PP1 μg), Suíte Alcalina de Peixe (MP1 $\lambda p l$), Complexo Almas-Cavalcante (PP12gm, PP2yacgr, PP2yacgrd, PP2yacgt e PP2yacm), Suíte Aurumina (PP2 $\gamma 2 a u 2$, PP2 $\gamma 2 a u 3$ e PP2 $\gamma 2 a u 4$), Formação Arraias (PP4a, PP4aa, PP4acg, PP4aqa e PP4aqo), Formação Ticunzal (PP13tz), Grupo Serra da Mesa (PP4sm, PP4smmm e PP4smqt), Suíte Intrusiva Dianópolis (PPd) e Grupo Natividade (PPn), Complexo Rio Maranhão (PP $\gamma r m$). Ainda compõem paisagens as rochas metassedimentares do Grupo Bambuí (NP3ljc, NP2shp, NP2sl, NP2sld, NP2sldc e NP2slds), Formação Jequitaí, Diamictitos (NP12jt), Subgrupo Paraopeba (NP2bp), Grupo Paranoá (MPpa3 e MPpa4), Grupo Riachão do Ouro (PP1ro), Grupo Araí (PP4tcc, PP4t, PP4tqt e PP4txt), Sequência Metavulcanossedimentar Palmeirópolis (MP2vsp5), Granito Morro Solto (MP2yms). Todas essas unidades se relacionam diretamente aos aquíferos Urucuaia; Bambuí, Pimenteiras, Poti/Piauí; Cabeças/Longá, Cristalino (granitos/migmatitos), Serra Grande e Cristalino (gnaisses).

O relevo dessas unidades de paisagens abarcam modelados de dissecação (Dt, Da, Dc, De, Dr e Dei), de dissolução (Kc, Kd e Ke) e de aplanamento (Pgi, Pri, Pgu e Pru), e por declives de 0 a 3%, 3 a 8%, 8 a 20%, 20 a 45% e 45 a 75% e > 75%.

Completando a fisiografia das paisagens, notam-se argissolos vermelho-amarelos (PVAe1, PVAe2, PVAe3), cambissolos háplicos (CXbd1, CXbd2, CXbd3, CXbd4, CXbd5, CXbd6, CXbd7, CXbd8, CXbd9, CXbd10, CXbd11, CXbd12, CXbd13, CXbd14, CXbd15, CXbd16, CXbd17, CXbe1, CXbe2 e CXbe3), gleissolos háplicos (GXbd1 e GXbd2), latossolos amarelo (LAd1), vermelho amarelo (LVAd1, LVd3, LVd4 e LVd5), neossolos litólicos (RLd1, RLd2, RLd3, RLd4, RLd5, RLd6, RLd7, RLd8, RLd9, RLd10, RLd11, RLd12, RLd13, RLd14 e RLd15), regolíticos (RRe), quartzarênicos hidromórficos típicos (RQg1) órticos típicos (RQo1, RQo2, RQo3, RQo4 e RQo8) plintossolos pétricos (FFc1, FFc2, FFc3, FFc4, FFc5, FFc6 e FFc7), afloramentos de rocha (AR1, AR2, AR3, AR4).

Esses solos sustentam as coberturas e usos da terra de cerradão [Sd(af)1], cerrados denso [Sas(ag)1 e Sas(ag)3], ralo [Sps(aq)1, Sps(ar)1, Sps(ar)2], rupestre [Sas(ak)1, Sas(ak)2 e Sas(ak)3] e típico [Sas(ai)1, Sas(ai)2, Sas(ai)4 e Saf(rs)1], campo sujo, vereda [Sgs(ax)1], mata de galeria e ciliar [Fa(r)1, Fa(s)1, Fs(aa)1 e Fs(ab)1], matas secas semidecídua e decídua [Cm(p)1, Cs(n)1, Fa(r)1, Fa(s)1, Fm(ac)1, Fs(aa)1, Fs(ab)1 e Fs(z)1], contatos Savana/Floresta Estacional Semidecidual (SFqs1, SFas1, SFam1, SFas3, SCas3), pecuária com cultivos temporários diversificados (Apc1) e de animais de grande porte (Apg1 e Apg2), pastagem (Api1), culturas permanentes (Af1), cultivos temporários (At1, Atd1), vegetação secundária (Ca1), assim como, piscicultura (Pi1) e reflorestamentos diversos (As1), áreas degradadas (Ad1), mineração (Em1) e áreas urbanizadas (Ai1 e Au1).

Mediante as diferentes combinações das variáveis ambientais da classe Alto, mapearam-se valores de potencialidade à escassez hídrica compreendidos entre 28 e 34 (subclasses). A distribuição geográfica da classe Alto e suas subclasses pode ser observada na Figura 172.

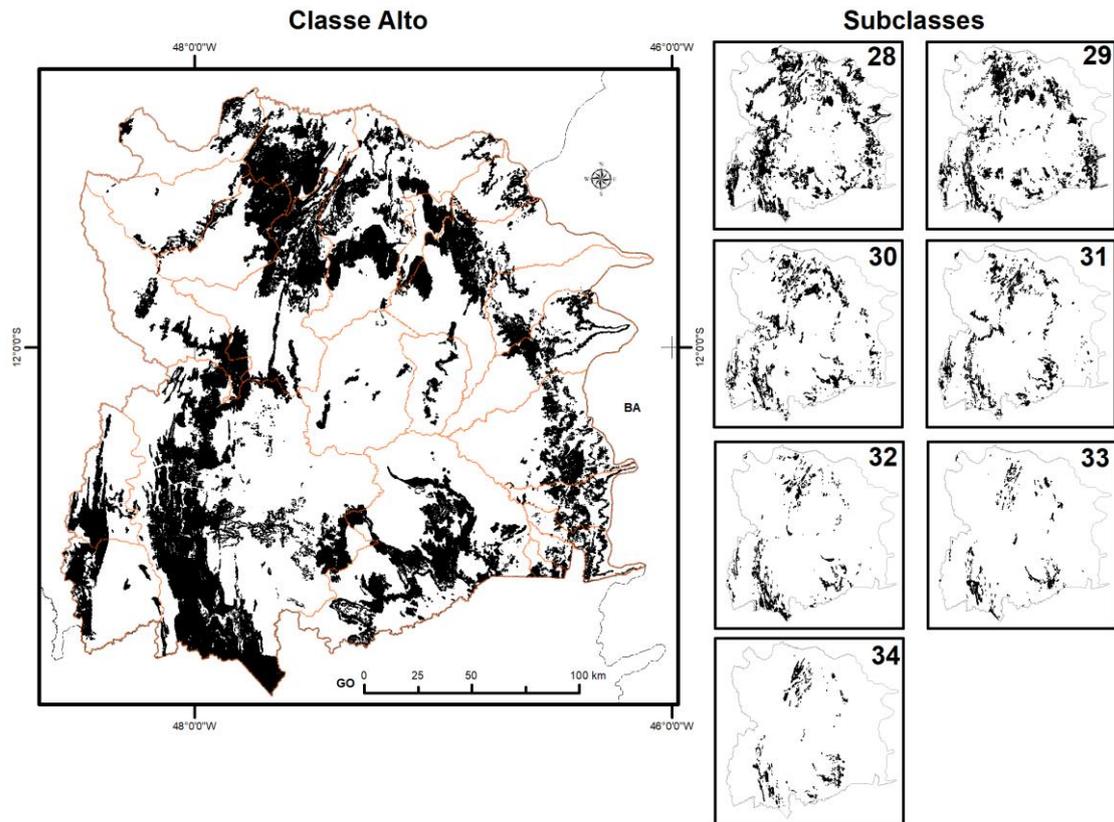


Figura 172. Distribuição geográfica da classe Alto e suas subclasses na RSE-TO.

Fonte: Elaboração do Autor.

Verificando-se o Quadro 90, é possível ver que para a classe Alto, as duas principais subclasses são a 28 e 29, pois juntas elas perfazem 55,36% da extensão total da classe. Na subclasse 28, as unidades codificadas como 5.3.4.4.3.2.3.4, 5.3.3.4.3.2.4.4 e 2.4.3.5.3.5.5.1 representam 38,94% da área total da subclasse, envolvendo 3.939 unidades de paisagem, ou seja, 27,56% do total de unidades da subclasse (3.939/14.295). Para tais unidades, os pesos de PEH mais elevados são das variáveis ambientais geologia, clima, cobertura e uso da terra, declividade e relevo. Na subclasse 29, as 5.3.3.4.4.2.4.4, 5.3.3.4.3.2.4.5 e 5.3.4.5.3.2.3.4 equivalem a 24,47% da área da subclasse, totalizando 1.737 unidades de paisagem. Para tal subclasse, os maiores pesos de PEH são de geologia, hidrogeologia, relevo, declividade e cobertura e uso da terra.



Quadro 90. Distribuição dos pesos de PEH nas subclasses pertencentes à classe Alto.

Variáveis Ambientais	CLASSE ALTO - PEH						
	Subclasses de PEH						
	28	29	30	31	32	33	34
	Pesos de PEH						
Geologia	1, 2, 4, 5	2, 4, 5	2, 4, 5	2, 4, 5	2, 4, 5	4, 5	4, 5
Solos	1, 2, 3, 4, 5	1, 2, 3, 4, 5	1, 2, 3, 4, 5	1, 2, 3, 4, 5	1, 3, 4, 5	2, 3, 4, 5	3, 4, 5
Clima	1, 2, 3, 4, 5	1, 2, 3, 4, 5	1, 2, 3, 4, 5	1, 2, 3, 4, 5	1, 2, 3, 4, 5	2, 3, 4, 5	2, 3, 4, 5
Cobertura e uso da terra	1, 2, 3, 4, 5	1, 2, 3, 4, 5	1, 2, 3, 4, 5	1, 2, 3, 4, 5	1, 2, 3, 4, 5	1, 2, 3, 4, 5	2, 3, 4, 5
Recursos hídricos	1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4
Declividade	1, 2, 3, 4, 5	1, 2, 3, 4, 5	1, 2, 3, 4, 5	2, 3, 4, 5	3, 4, 5	4, 5	4, 5
Relevo	2, 3, 4, 5	2, 3, 4, 5	2, 3, 4, 5	3, 4, 5	3, 4, 5	4, 5	4, 5
Hidrogeologia	1, 3, 4, 5	1, 3, 4, 5	3, 4, 5	3, 4, 5	3, 4, 5	3, 4, 5	3, 4, 5
Total de Paisagens	14.295	11.424	6.902	5.364	2.717	1.991	1.603
Área (km ²)	3.274,49	2.420,02	1.392,24	1.139,89	889,53	598,95	572,06
% Área da Classe	31,83	23,52	13,53	11,08	8,65	5,82	5,56
Combinação de pesos de PEH com maior expressão em área							
Combinação	5.3.4.4.3.2.3.4	5.3.3.4.4.2.4.4	5.3.4.1.3.5.5.4	5.4.4.1.3.5.5.4	5.3.4.5.1.5.5.4	5.4.4.5.1.5.5.4	5.4.3.5.3.5.5.4
Núm. Paisagens	1.847	450	1.025	1.162	278	251	273
Área (km ²)	680	209,27	169,16	162,68	198,48	152,15	207,14
% Área Subclasse	20,77	8,65	12,15	14,27	22,31	25,40	36,21
Combinação	5.3.3.4.3.2.4.4	5.3.3.4.3.2.4.5	5.3.3.4.3.4.4.4	5.3.3.4.3.4.4.5	5.4.4.2.3.5.5.4	5.3.4.4.3.5.5.4	5.3.4.5.3.5.5.4
Núm. Paisagens	1.474	773	506	760	177	663	490
Área (km ²)	373,94	193,47	168,47	146,55	72,65	128,62	194,4
% Área Subclasse	11,42	7,99	12,10	12,86	8,17	21,47	33,98
Combinação	2.4.3.5.3.5.5.1	5.3.4.5.3.2.3.4	5.3.3.5.4.2.4.4	5.3.3.5.3.4.4.4	4.4.4.5.1.5.5.4	5.4.4.5.3.4.4.4	5.4.4.4.3.5.5.4
Núm. Paisagens	618	514	262	261	41	84	390
Área (km ²)	221,06	189,43	113,64	127,05	65,04	68,12	63,38
% Área Subclasse	6,75	7,83	8,16	11,15	7,31	11,37	11,08
Total % Área Subclasse	38,94	24,47	32,41	38,27	37,79	58,25	81,27

Nota: Pesos de PEH: 1 = Muito Baixo; 2 = Baixo; 3 = Moderado; 4 = Alto, 5 = Muito Alto. Correspondências dos pesos de PEH com os atributos dos temas analisados: **Geologia:** 1 = QHa; 2 = Cpi, Dc, Dp, Kur, Ssg; 4 = MPpa4, NP2bp, NP2shp, NP2sl, NP2sld, NP2sldc, NP3ljc, PP4tcc, PP4tqt; 5 = A4PP1µg, Acn, Ag, Ama, APP2pi, Aβyc, MP1λpl, MP2vsp5, MP2yms, MPpa3, NP12jt, NP2mca, NP2slds, NP2βmca, NP3γ3ma1, NP3γ3ma2, NP3γ3ma3, NP3γma, PP12gm, PP13tz, PP1ro, PP2mc, PP2γ2au2, PP2γ2au3, PP2γ2au4, PP2γacgr, PP2yacgrd, PP2yacgt, PP2yacm, PP3yi, PP4a, PP4aa, PP4acg, PP4aqa, PP4aqo, PP4sm, PP4smmm, PP4smqt, PP4t, PP4txt, PPd, PPn, PPyrm, ε1ysjp. **Solos:** 1 = GXbd2, LAd1, RQg1, RQo1, RQo2, RQo3, RQo4, RQo8; 2 = LVAd1, LVd3, LVd4, LVd5; 3 = CXbd1, CXbd10, CXbd11, CXbd12, CXbd13, CXbd14, CXbd15, CXbd16, CXbd17, CXbd2, CXbd3, CXbd4, CXbd5, CXbd6, CXbd7, CXbd8, CXbd9, CXbe1, CXbe2, CXbe3, FFc1, FFc2, FFc3, FFc4, FFc5, FFc6, FFc7, GXbd1, PVAe1, PVAe2, PVAe3; 4 = RLd1, RLd10, RLd11, RLd12, RLd13, RLd14, RLd15, RLd2, RLd3, RLd4, RLd5, RLd6, RLd7, RLd8, RLd9, RQg1; 5 = AR1, AR2, AR3, AR4, RRe. **Clima:** 1 = Muito Baixo; 2 = Baixo; 3 = Moderado; 4 = Alto, 5 = Muito Alto. **Cobertura e uso da terra:** 1 = Cm(p)1, Cs(n)1, Fa(r)1, Fa(s)1, Fm(ac)1, Fs(aa)1, Fs(ab)1, Fs(z)1, Sd(af)1, SFqs1, Sgs(ax)1; 2 = SFas1; 3 = Af1, As1, Sas(ag)1, Sas(ag)3, SCas3, SFas3; 4 = Apg1, Apg2, Api1, Ca1, Sas(ai)1, Sas(ai)2, Sas(ai)4, SFam1; 5 = Ad1, Ai1, Apc1, At1, Atd1, Au1, Em1, Saf(rs)1, Sas(ak)1, Sas(ak)2, Sas(ak)3, Sps(aq)1, Sps(ar)1, Sps(ar)2. **Recursos hídricos:** 1 = Muito Baixo; 2 = Baixo; 3 = Moderado; 4 = Alto. **Declividade:** 0 a 3%; 2 = 3 a 8%; 3 = 8 a 20%; 4 = 20 a 45%; 5 = 45 a 75, > 75%. **Relevo:** 2 = Dt, Pgi, Pri; 3 = Dc, Dr, Pri; 4 = Da, Dc, De, Pgu, Pru; 5 = Da, Dc, De, Dei, Kc, Kd, Ke. **Hidrogeologia:** 1 = Urucuia; 3 = Bambuí, Pimenteiros, Poti/Piauí; 4 = Cabeças/Longá, Cristalino (granitos/migmatitos), Serra Grande; 5 = Cristalino (gnaiesses).

Fonte: Elaboração do Autor.

Em função das características das paisagens pertencentes à classe Alto, as unidades de paisagem ainda preservadas são áreas estratégicas para a RSE-TO e devem ser vistas como áreas de suporte ambiental para as atividades antrópicas agrícolas e não agrícolas. Elas prestam serviços ambientais, garantindo o suprimento de recursos para as áreas do entorno da classe Alto. Servem para a proteção dos ambientes de alta fragilidade natural e, principalmente, produção de águas superficiais e subterrâneas.

As unidades de paisagem a serem conservadas ou protegidas devem deter a maior quantidade de nascentes e devem ser analisadas em nível de propriedades rurais, por meio do Cadastro Ambiental Rural (CAR), otimizando as suas destinações como áreas de reserva legal capazes de formar grandes blocos de paisagens naturais. Outras alternativas podem ser a criação de unidades de conservação e a doação de terras ao Estado como mecanismo de compensação de reserva legal nas regularizações fundiárias.

A recuperação/restauração vegetal deve ser promovida em nascentes alteradas, em função da incorporação das áreas ao sistema produtivo, e em áreas de uso incompatível com a aptidão agrícola das terras. O Código Florestal também deve ser aplicado com mais rigor, sobretudo na identificação das áreas de preservação permanente de topo de morro e por declividade, já que esta classe de PEH detém como característica áreas de fortes declives. Essas medidas devem evitar o aumento do escoamento superficial, a perda de solos por erosão e movimentos de massa e, conseqüentemente, o assoreamento de corpos d'água.

- **Classe - Muito Alto**

A classe Muito Alto tem uma extensão reduzida, 988,10 km², o que representa apenas 1,91% da RSE-TO. A classe é composta por unidades de paisagens que mantêm relação espacial direta com boa parte das unidades da classe Alto. As paisagens são vizinhas ou envolvidos pelas paisagens da classe Alto. Dessa forma, as unidades da classe Muito Alto também guardam associação com as áreas serranas, contendo representações nas serras da Vaca Brava, Bom Despacho, das Traíras ou das Palmas, Branca ou de Arraias, das Caldas e da Água Morna. As unidades também são sítios de nascentes de cursos d'água e funcionam como áreas coletoras das águas pluviais que entram no sistema hídrico.

Na composição da classe Alto são registradas 44.296 unidades de paisagens que estão submetidas a regime de chuvas com distribuição entre 1.400 e 1.600 mm anuais, com graus de vulnerabilidade à escassez hídrica variando de muito baixo a muito alto. As paisagens englobam terrenos cristalinos (granitos/migmatitos) representados pelas unidades Complexo Almas-Cavalcante (PP12gm, PP2yacgr e PP2yacgt), Suíte Aurumina (PP2y2au2 e PP2y2au3), Formação Arraias (PP4a, PP4aa, PP4acg, PP4aqa e PP4aqo), e Grupo Natividade (PPn). Outras paisagens são formadas por rochas metassedimentares do Grupo Araí (PP4t). Todas as litologias estão associadas ao aquífero Cristalino (granitos/migmatitos).

Seus relevos estão representados por modelados de dissecação (Da, Dc e De) e por fortes declives de 45 a 75% e maiores que 75%. Capeando as unidades observam-se neossolos litólicos (RLd1, RLd3, RLd5 e RLd7, RLd10, RLd11 e RLd12), regolíticos (RRe) e afloramentos de rocha (AR1, AR2 e AR3). Tais solos servem de substrato para o desenvolvimento de coberturas e usos da terra de cerrados ralo [Sps(ar)1 e Sps(ar)2], rupestre [Sas(ak)1 e



Sas(ak)3] e típico [Sas(ai)1 e Saf(rs)1], contatos Savana/Floresta Estacional Semidecidual (SFam1), pecuária com cultivos temporários diversificados (Apc1) e de animais de grande porte (Apg1 e Apg2), cultivos temporários (At1, Atd1), vegetação secundária (Ca1), assim como, áreas degradadas (Ad1).

As combinações das variáveis ambientais da classe Muito Alto resultaram em valores de potencialidade à escassez hídrica entre 35 e 37 (subclasses). As ocorrências das paisagens da classe Muito Alto estão exibidas na Figura 173.

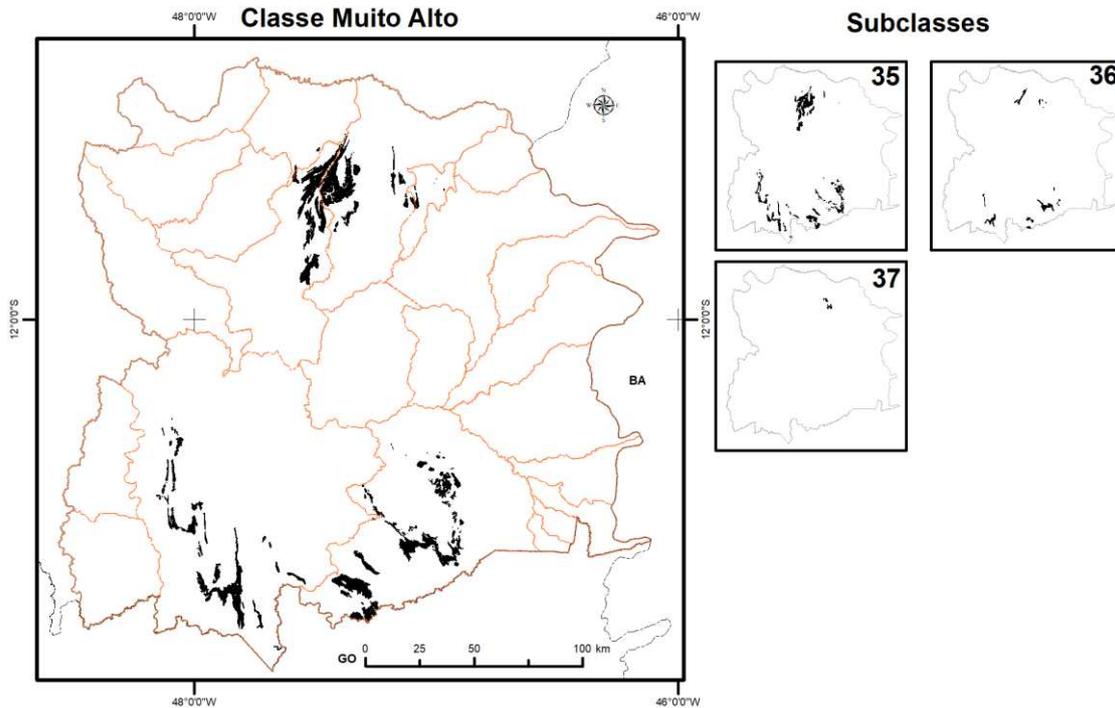


Figura 173. Distribuição geográfica da classe Muito Alto e suas subclasses na RSE-TO.

Fonte: Elaboração do Autor.

Conforme o Quadro 91, observa-se que a subclasse 35 é a mais importante em termos de extensão na classe Muito Alto. Ela representa 76,57% da extensão total da classe, contemplando 712 unidades de paisagem. Na subclasse 35, as unidades codificadas como 5.4.4.5.3.5.5.4, 5.4.3.5.4.5.5.4 e 5.5.3.5.3.5.5.4 respondem por 99,02% da área total da subclasse, englobando 668 unidades de paisagem que corresponde a 93,82% do total de unidades da subclasse. Na Subclasse 36, as unidades codificadas como 5.5.4.5.3.5.5.4, 5.5.3.5.4.5.5.4 e 5.4.4.5.4.5.5.4 equivalem a 99,62% da área da subclasse, que compreende 128 unidades de paisagem (128/137). Para as duas subclasses analisadas, todas as unidades apresentam pesos de PEH mais altos para todas as variáveis ambientais.

Quadro 91. Distribuição dos pesos de PEH nas subclasses pertencentes à classe Muito Alto.

Variáveis Ambientais	CLASSE MUITO ALTO - PEH		
	Subclasses de PEH		
	35	36	37
	Pesos de PEH		
Geologia	5	5	5
Solos	4, 5	4, 5	5
Clima	3, 4	3, 4	4
Cobertura e uso da terra	4, 5	4, 5	5
Recursos hídricos	3, 4	3, 4	4
Declividade	5	5	5
Relevo	5	5	5
Hidrogeologia	4	4	4
Total de Paisagens	712	137	14
Área (km ²)	756,62	206,47	25,00
% Área da Classe	76,57	20,90	2,53
	Combinação de pesos de PEH com maior expressão em área		
Combinação	5.4.4.5.3.5.5.4	5.5.4.5.3.5.5.4	5.5.4.5.4.5.5.4
Núm. Paisagens	443	93	14
Área (km ²)	402,89	169,29	25
% Área Subclasse	53,25	81,99	100
Combinação	5.4.3.5.4.5.5.4	5.5.3.5.4.5.5.4	
Núm. Paisagens	197	26	
Área (km ²)	333,49	31,92	
% Área Subclasse	44,08	4,22	
Combinação	5.5.3.5.3.5.5.4	5.4.4.5.4.5.5.4	
Núm. Paisagens	28	9	
Área (km ²)	12,8	4,47	
% Área Subclasse	1,69	0,59	
Total % Área Subclasse	99,02	99,62	2,53

Nota: Pesos de PEH: 1 = Muito Baixo; 2 = Baixo; 3 = Moderado; 4 = Alto; 5 = Muito Alto. Correspondências dos pesos de PEH com os atributos dos temas analisados: **Geologia:** 5 = PP12gm, PP2y2au2, PP2y2au3, PP2yacgr, PP2yacgt, PP4a, PP4aa, PP4acg, PP4aqa, PP4aqo, PP4t, PPn. **Solos:** 4 = RLd1, RLd10, RLd11, RLd12, RLd3, RLd5, RLd7; 5 = AR1, AR2, AR3, RRe. **Clima:** 3 = Moderado; 4 = Alto. **Cobertura e uso da terra:** 4 = Apg1, Apg2, Ca1, Sas(ai)1, SFam1; 5 = Ad1, Apc1, At1, Atd1, Em1, Saf(rs)1, Sas(ak)1, Sas(ak)3, Sps(ar)1, Sps(ar)2. **Recursos hídricos:** 3 = Moderado; 4 = Alto. **Declividade:** 45 a 75, > 75%. **Relevo:** 5 = Da, Dc, De. **Hidrogeologia:** 4 = Cristalino (granitos/migmatitos).

Fonte: Elaboração do Autor.

Em virtude das unidades de paisagem da classe Muito Alto serem muito parecidas com a da classe Alto, as mesmas observações conclusivas podem ser estendidas para esta classe em análise.



7 PROGNÓSTICO

7.1 Concepção dos cenários

A delimitação e caracterização cartográfica das áreas vulneráveis à escassez hídrica na RSE-TO está inserida no escopo do contrato de empréstimo do Governo do Estado do Tocantins com o Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento (BIRD), para financiamento da execução do Projeto de Desenvolvimento Regional Integrado e Sustentável do Tocantins (PDRIS). O objetivo do projeto é o de fomentar o melhoramento da eficácia do transporte rodoviário e a eficiência de um conjunto selecionado de serviços públicos em apoio a um desenvolvimento integrado e territorialmente equilibrado do Estado. Assim sendo, compreende-se o mapeamento das áreas vulneráveis à escassez hídrica na RSE-TO como instrumental ao planejamento territorial e de desenvolvimento da Secretaria da Fazenda e do Planejamento (Sefaz).

Nesse mister, torna-se fundamental prospectar os possíveis desenrolares de desenvolvimento da região de estudo com vistas a compreender como as áreas identificadas poderão ser modificadas no futuro próximo. Afinal, o futuro é uma construção social que resulta de relações sociais e econômicas multifacetadas. O constante entrelaçar de dinâmicas econômicas, territoriais, de movimento de pessoas, atendimento de presentes e futuras necessidades, prioridades de transporte e tantos outros desdobramentos certamente criarão expressões locais, implicando em diferentes demandas hídricas, diferentes usos do solo, diferentes cidades-polo, diferentes fluxos de produção e de pessoas. Nesse sentido, configurar as perspectivas de futuro para a região em questão se torna crucial para melhor planejar o aporte de ações de desenvolvimento almejadas.

Uma vez que o ambiente futuro é incerto, complexo e em grande medida imprevisível, uma abordagem por cenários propõe trabalhar perspectivas futuras de maneira ativa, passando da tradicional interpretação de um futuro provável para composições de futuros possíveis que explicitam incertezas e faixas de variação. Almeja-se antever acontecimentos críticos em tempo hábil para intervenções, tornando assim os cenários em ferramenta para embasar o planejamento estratégico e torná-lo robusto.

Os cenários, nesse contexto, são tidos como insumos fundamentais ao planejamento estratégico, como bem definido por Buarque (2003):

“Estudos prospectivos constituem parte importante do processo de planejamento, na medida em que oferecem uma orientação para as tomadas de decisões sobre iniciativas e ações para a construção do futuro almejado pela sociedade e pelas empresas. A própria atividade planejadora tem como pressuposto central o fato de o futuro não estar predeterminado e ser uma construção social, resultante, portanto, das ações e das decisões da sociedade.”

A forma mais usual de se interpretar o futuro é projetá-lo com base nos comportamentos dominantes do passado, replicando as tendências apenas ocorridas. A essa visão

retrospectiva devem-se incorporar, minimamente: as modificações mais esperadas; as maiores incertezas presentes; os investimentos estruturantes já anunciados ou muito prováveis; enfim, todas as condicionantes e hipóteses que estão amadurecendo na realidade atual e que afetam o desenrolar da região. A construção de cenários que replicam tendências é uma importante âncora no pensar o desconhecido.

Uma vez que o futuro poderá não necessariamente repetir o passado de forma tendencial, deve-se também elaborar outros cenários - alternativos - que demonstrem situações limites do vasto espectro de possibilidades de desenrolares futuros. Dessa forma não se compreendem os cenários como representações de “onde queremos chegar”. Ao contrário, almeja-se justamente explicitar e articular a imprevisibilidade para a identificação de onde é possível chegar.

O que emerge como resultado da análise dos cenários não são desejos de um ou de outro estado de mundo futuro, mas sim estratégias de planejamento para se lidar com quaisquer estados de mundo que venham de fato a ocorrer. Ao fim e ao cabo, portanto, os cenários deverão embasar a tomada de decisões, pois estas serão mais robustas quanto melhor anteverem as diversas facetas dos marcos portadores de futuro e seus impactos sobre a ambiência em questão.

Para tanto, os cenários precisam ser plausíveis - mesmo que improváveis sob as cortinas do presente. Pode-se pensar nos cenários exploratórios como limites de uma banda de variação possível, em que os movimentos passados são uma referência para potenciais modificações - embora haja sempre alguma possibilidade de se estar em quaisquer pontos deste espectro no futuro. Tal linha de conduta compreende que são diversas as dinâmicas que se equilibram em um dado território, que, por sua vez, é composto de suas próprias dinâmicas naturais que dificultam ou exacerbam o resultado dessa constante inter-relação.

Ao comentar a importância das dinâmicas para a sociedade em rede, Castells (1999) afirma que “*a nossa sociedade está construída em torno de fluxos: fluxos de capital, fluxos de informação, fluxos de tecnologia, fluxos de interação organizacional, fluxos de imagens, sons e símbolos*”. Mais do que apenas um elemento da organização social, os fluxos seriam a expressão dos processos que dominam a vida política, econômica e simbólica. Algumas destas dinâmicas são globais e se caracterizam por seus ritmos e programações específicas, que atendem a objetivos exógenos à região em questão - atendem a demanda chinesa por soja, por exemplo. Tais movimentos criam expressões locais, mas são coordenadas em escalas muito mais abrangentes que a regional. Tendências demográficas, que resultam em profundas modificações territoriais, por exemplo, não detêm sua programação no recorte da RSE-TO do Tocantins; ao contrário, trata-se de uma força exógena que se sobrepõe ao território.

Outras dinâmicas - estas sim regionais e específicas do local onde se encontram - mantêm suas próprias programações e também respondem e interagem com as globais. Tem-se a centralidade urbana dos municípios de Dianópolis e de Taguatinga em relação à RSE-TO, por exemplo; as características produtivas do solo e outros aspectos-chave que se originam dentro da região. As dinâmicas locais levam indústrias novas a se instalarem, aportam malhas logísticas e modificam topografias naturais. Trata-se das dinâmicas locais, ou forças



endógenas, e espelham características ímpares de desenvolvimento, grande parte delas em resposta às forçantes exógenas - porém condicionadas à ambiência local.

A concepção dos cenários, portanto, parte da abordagem conceitual aqui descrita e se mecaniza na identificação e quantificação, articulação futura, e tradução dos seguintes elementos:

- **Forçantes exógenas** - são as dinâmicas externas que interagem sobre a RSE-TO, advindas de âmbito Estadual, Nacional e até internacional. Essas forçantes perfazem o “pano de fundo” dos cenários, pois é sobre elas que as endógenas se rebatem. Seus elementos fulcrais são os desenrolares da economia (mediante a especificidade dos três grandes setores econômicos) e da demografia (mediante a consideração da população urbana e rural);
- **Forçantes endógenas** - são as dinâmicas internas que interagem sobre o território dado suas particularidades locais, pois perpassam o uso do solo, o perfil das atividades econômicas e os ritmos de uso dos recursos típicos do local. Enquanto as forçantes exógenas trabalham com os setores econômicos, as endógenas trazem atividades econômicas. Notadamente no contexto de uso dos recursos hídricos, especificam-se atividades que detêm as maiores relações com o recurso. As tendências dos desdobramentos passados são identificadas em função das forçantes endógenas e exógenas, compreendendo os ritmos de modificação futuros.

É na interface entre as forçantes exógenas e endógenas que os cenários se desenvolvem, como ilustra a Figura 174.

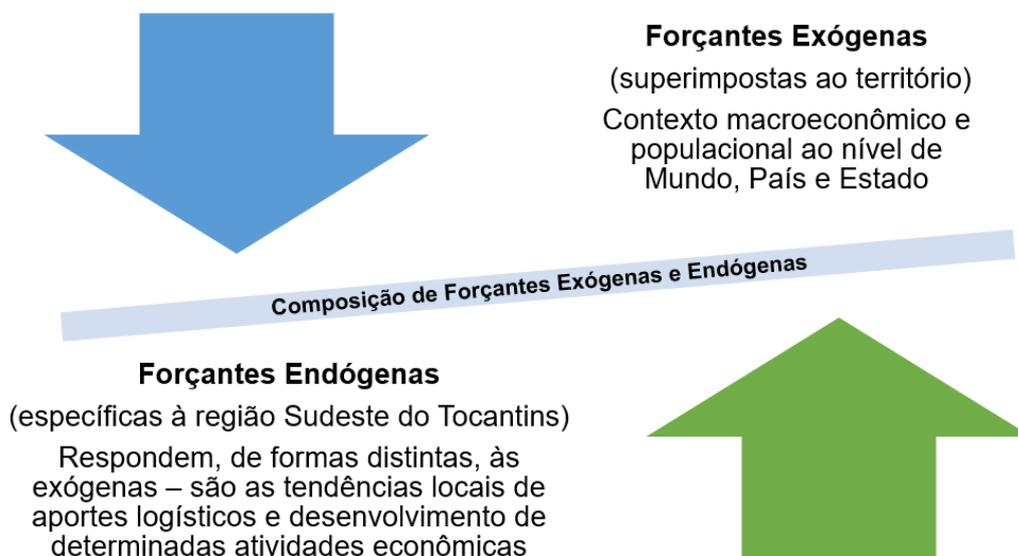


Figura 174. Composição conceitual dos cenários.

Fonte: Elaboração do Autor.

Na sequência, cada uma das forçantes considerada é detalhada, compondo-se o perfil de cada um dos cenários. Quanto ao horizonte temporal de planejamento, adotam-se 20 anos - longo o suficiente para se ter ingerência de planejamento, ao mesmo tempo que se mantém

coerência de fatos e antevisões com a realidade. Este horizonte temporal permite realizar três recortes distintos de subsídio ao planejamento - o primeiro sendo de curto prazo (correspondentes aos cinco primeiros anos); o segundo de médio prazo (horizonte de 10 anos); e por fim outro recorte de longo prazo (horizonte de 20 anos), qualificando as trajetórias antevistas e delas extraindo os pontos principais de atenção para o planejamento do Desenvolvimento Regional Integrado e Sustentável da Região sob o enfoque dos recursos hídricos.

7.2 Forçantes exógenas

7.2.1 Dinâmica econômica

Ao longo do horizonte temporal de planejamento para as ações de desenvolvimento regional integrado e sustentável da RSE-TO do Tocantins, a economia brasileira certamente se alterará, fruto de conjuntura econômica, de estratégias de governo, da formação bruta de capital fixo, do nível tecnológico instalado e a se desenvolver; bem como por conta de fatores exógenos tais como a demanda mundial por commodities agrícolas; movimentos financeiros internacionais; e movimentos cambiais que alteram os termos de troca. Deverão as forças exógenas do crescimento recente permanecer as mesmas?

Observam-se persistentes restrições e condicionalidades no atual modelo de desenvolvimento da economia nacional, as mais marcantes sendo: o grau de ingerência do Estado sobre a atividade econômica mediante o direcionamento de investimentos e a manutenção de diversas companhias estatais, que ocorre com notória ineficiência^[8]; a alta demanda de financiamento do setor público por conta de gastos sem contrapartidas, o que acaba por exigir altas taxas de juros que ofuscam a poupança privada (enquanto o país investe com dificuldade uma média de 18% do seu PIB, resultado médio dos últimos quinze anos, este mesmo percentual se aproxima de 27% nos países que detém alto crescimento)^[9]; grande burocracia e notória morosidade para implantação de mudanças administrativas e de práticas por parte do setor público, dificultando a modernização de setores-chave e impondo altos custos de cumprimento para a iniciativa privada^[10].

Além das restrições e condicionantes públicas, podem-se elencar a baixa produtividade do trabalhador, as poucas inovações tecnológicas e a pouca especialização como outro conjunto de restrições a ser superado. Outra restrição se dá pelo papel da moeda. O crescimento econômico da última década e meia, motivado pela demanda interna em sobreposição à demanda externa, inevitavelmente começa a cobrar seu preço na conta de capitais - enquanto o preço das commodities agrícolas e minerais se manteve em patamares recordes, o país

^[8] Notadamente após a crise financeira global de 2008, o Governo Federal não agiu de forma genuinamente anticíclica e manteve medidas de investimento e de incentivo ao consumo – cuja manutenção trouxe o inevitável *trade-off* de aumento das já altas contas públicas.

^[9] O atual patamar da taxa Selic (7,0%) continua a produzir, com a inflação na casa de 2,5%, uma das mais altas taxas de juros do mundo. A estagnação no investimento produtivo ocorre quando há apropriação em demasia da poupança privada pelo Governo, tendo como resultado uma pífia formação bruta de capital fixo (investimento estrutural na economia).

^[10] O engessamento (inclusive constitucional) de diversos gastos públicos demonstra uma destas restrições, pois se aproxima de um limite onde ou ocorre sua flexibilização e repactuação de acordos entre os estados federados, ou poderá haver uma forte ruptura.



obteve superávits de exportação mesmo com um câmbio apreciado e uma infraestrutura econômica dificultosa. Uma vez que há, senão uma contração, ao menos um ajuste negativo no valor das commodities, a conta nacional com o exterior rapidamente se deteriora.

Atravessa-se um momento de incertezas sobre o grau e a velocidade de rompimento das principais restrições. Em contraponto a estas, entretanto, nota-se um vasto rol de potencialidades econômicas que, embora dependam em grande parte do alívio às restrições, configuram-se como possibilidades no limiar de serem realizadas - seja em seu pleno potencial, seja apenas como uma força de crescimento em meio às restrições existentes e que possam permanecer. A primeira das potencialidades é advinda do bônus demográfico, que ainda insere em volumes absolutos um contingente ao mercado de trabalho maior em proporção do que tanto os jovens que este deve sustentar como os mais velhos que irão demandar gastos sem contrapartida produtiva. Ademais, o contingente de trabalhadores é mais educado.

Outra potencialidade advém do setor de agronegócio, tão importante para RSE-TO do Tocantins: a demanda externa por alimentos não deverá se refrear, nutrindo-se na modificação de hábitos alimentares mundo afora que incluem maiores doses de proteína animal, o que favorece enormemente o Brasil, com suas vastas áreas agrícolas e tecnologias de ponta tanto para a produção de commodities como (cada vez mais) em produtos de maior valor agregado. Nota-se que nesse tópico há ampla margem para usos mais inteligentes do fluxo dos serviços ambientais providos pela ampla e diversa base de recursos naturais, permitindo alçar vantagens comparativas para um crescimento mais sustentado, fazendo uso de fluxos em detrimento aos estoques.

Ainda outra potencialidade advém do próprio ciclo macroeconômico, cuja tendência é, invariavelmente, reverter a situação adversa. Há, conjunturalmente, tamanha capacidade ociosa que mesmo um alívio modesto das mais severas restrições (e não a migração, de fato, para um novo modelo de desenvolvimento) já se torna capaz de elevar as taxas de crescimento econômico para números não vistos no último quinquênio. Isso ocorre pelo uso da capacidade ociosa (já instalada) e de oportunidades de reprecificação de ativos face à queda nas taxas de juros. Caso as restrições não sejam rompidas ou sequer aliviadas, entretanto, novos ciclos de crescimento ciclotímico serão conformados, certamente marcados por um baixo dinamismo interno e continuidade da alta dependência externa^[11].

Identificam-se fatores que se apresentam, dentro do contexto supracitado, como potenciais pilares de uma retomada econômica e que, caso se ausentem, representam assim a manutenção da atual cena de morosidade econômica. Afinal, para que as restrições sejam aliviadas e as potencialidades desenvolvidas, diversas modificações e ajustes devem ocorrer, notadamente no sentido de subtrair peso e preponderância do setor público.

^[11] A média de crescimento nacional entre 2001 e 2010 foi de 3,6%, com pico de 7,5% (2010) e queda de 0,6% (2009). Por fim, entre os anos de 2011 ao atual 2016, o crescimento médio é de 0,2% ao ano. Para fins de comparação, as taxas de crescimento médio do PIB de alguns países Latino-Americanos no mesmo período (2011-2016), foram: Panamá, 8%; Bolívia, 5,3%; Paraguai, 4,9%; Peru, 4,7%; Colômbia, 4,5%; Uruguai, 4,3%; Equador, 4,2%; Chile, 3,9%; México, 3,0%; Argentina, 2,3%; Venezuela, -1,2% (Fonte: base de dados econômicos do FMI).

Um destes pilares é na alteração no papel do Estado na economia por meio do reforço institucional às agências reguladoras, continuidade célere de processos de privatização, de desregulamentação e de parcerias público-privadas. Assim, o Governo passaria a coordenar o processo de desenvolvimento por meio de mecanismos de intervenção indireta e de planejamento indicativo, para além de conceder maior rigor institucional e regulamentar à operação privada de setores estratégicos (energia elétrica, telecomunicações, petróleo, recursos hídricos) com vistas não apenas ao crescimento econômico, mas também à sustentabilidade ambiental e à equidade social.

Maiores possibilidades de participação da iniciativa privada abrem espaço para conceber e implementar projetos de investimento, tanto em setores diretamente produtivos quanto em setores de infraestrutura econômica. Mesmo com um contexto econômico adverso, o setor privado tem alçado compartilhamentos públicos ao viabilizar conexões nacionais e internacionais multimodais, ampliando mercados e acessos para realização de exportações e importações. Tem-se como outro pilar fundamental a ampliação do grau de abertura da economia brasileira.

Por fim, tem-se que uma eventual mudança de modelo de desenvolvimento renderia preponderância aos fatores produtivos não-tradicionais, como: ambiente cultural propício à inovação, centros de pesquisa, trocas intensas de conhecimento e informação com o exterior, instituições governamentais flexíveis, recursos humanos formados e informados com excelência, dentre outros. Estes fatores nunca serão originados pelo Governo, mas podem e devem ser por ele facilitados e instigados. O nível de desenvolvimento das instituições políticas e das organizações econômicas deve atingir um patamar que favoreça a formação de ciclos de expansão no País a partir de forças a ele endógenas.

O contexto de entraves e potencialidades que traz um vasto leque de possibilidades de desenrolares futuros. Uma vez que não compete ao presente estudo desvendar os rumos que o país tomará (mas sim estar preparado para quaisquer que sejam estes), elencam-se abaixo os pressupostos adotados para o olhar sobre a macroeconomia em cada um dos quatro cenários antevistos. Tem-se na definição dos cenários o delineamento de marcos, âncoras do pensar das bandas de variabilidade que ilustram. A conceituação dos cenários se estende tanto pelos rebatimentos sobre o Produto Interno Bruto (ilustrando a conjuntura econômica), como para cada um dos três setores econômicos (primário, secundário e terciário), conforme mostrado no Quadro 92.

**Quadro 92.** Conceituação dos Cenários na Forçante Exógena Econômica.

	Cenários			
	Estagnação	Morosidade	Retomada	Aceleração
Conjuntura Econômica (PIB)	Em não havendo modificações estruturais, a atividade econômica se recupera da atual crise em ritmo lento, com permanência da conjuntura estagnada pelo próximo quinquênio pois não se criam novas bases de desenvolvimento	Em havendo alívio de restrições, porém sem fortes rompimentos (sem grandes avanços estruturais), a atividade econômica se recupera da atual crise em ritmo compatível com o crescimento médio do passado, com retomada de crescimento por utilização de capacidade ociosa, mas sem forças para sua continuidade	Com o alívio à diversas restrições e rompimento de outras, há retomada da confiança na economia, com muito rápida recuperação da atual crise: célere recuperação das perdas verificadas no último quinquênio e manutenção de crescimento motivado pela retomada da dinâmica interna	Com o rompimento de restrições fulcrais, a economia nacional migra para um novo modelo de desenvolvimento; o país efetivamente avança, com a atividade econômica mudando de patamar em relação à atual
Setor Primário (Agropecuária)	Setor primário com foco no mercado de commodities agrícolas para exportação; pouco investimento na geração de produtos de maior valor agregado	Setor primário ainda com ênfase no mercado de commodities agrícolas, porém com alguma ênfase no mercado interno; alguma inovação na agregação de valor	Crescimento da demanda interna ocorre em paralelo ao desenrolar do mercado de commodities agrícolas, levando à retomada dos investimentos latentes no setor, com bastante inovação	Crescimento da demanda interna é forte e motiva uma competição com o mercado externo de commodities agrícolas, levando a um ciclo de alta agregação de valor e modificações na produção atual
Setor Secundário (Indústria)	Permanência da tendência de desindustrialização, pois não há incentivo ao investimento; mesmo com juros mais baixos, os gargalos de infraestrutura e baixo papel da iniciativa privada rendem tímidos investimentos	Reversão gradual do processo de desindustrialização, com alguns nichos industriais se destacando, mas no geral a manufatura segue perdendo espaço, pois não há alívio substancial em relação ao cenário de estagnação	Reversão mais célere do processo de desindustrialização, com retomada de capacidades ociosas e novos investimentos e inovações, pois diversos dos entraves ao investimento de longo prazo são retirados ou aliviados, concedendo maior confiança ao setor	Forte reversão do processo de desindustrialização com retomada do setor mediante investimentos de longo prazo viabilizados pelo novo modelo de desenvolvimento, com exploração do potencial manufatureiro ainda pouco explorado no país, inclusive em novas regiões e com novos produtos
Setor Terciário (Serviços)	Crescimento lento da demanda interna, apenas recuperando-se da situação de estagnação atual, pois o crédito permanece restrito; inadimplência é controlada, porém alta favorecendo consumo de bens e serviços apenas de primeira necessidade	Demanda interna recupera o ritmo de crescimento do passado, de forma paulatina, com uma melhora expressiva em relação à situação atual, porém ainda aquém das possibilidades de um mercado com manutenção de juros baixos e início de novo ciclo econômico	Demanda interna recupera-se de forma acelerada, com a retomada via aumento de renda dos trabalhadores e investimentos em qualidade de vida (moradia) e lazer, em um caminhar para novas formas de serviços; há elevação no grau de inovação	Demanda interna não apenas cresce como muda de patamar, motivada pela valorização dos serviços e crescente especialização, porém com modificações nas formas de consumo e geração de serviços mediante inovação e estabelecimento de novas redes mercadológicas

Fonte: Elaboração do Autor.

Frente ao contexto exposto de cada um dos cenários de força econômica exógena, tem-se seu rebatimento ao longo do tempo de planejamento para os indicadores de PIB, Valor Adicionado Bruto - VAB Agrícola, Industrial e de Serviços^[12], que compõe assim a cena futura da conjuntura econômica do País.

As projeções econômicas da economia brasileira tiveram como base as expectativas médias dos agentes de mercado, que traduzem uma recuperação imediata para os anos de 2018 e 2019, com crescimento do PIB de respectivos 2,70% e 2,99%^[13]. Uma vez que estas expectativas se alinham com a composição conceitual do cenário de retomada, é neste potencial que tais valores são apostos. Complementam-se as projeções de mais longo prazo com as recentemente publicadas pelo Fundo Monetário Internacional para uma trajetória básica de crescimento, entre os cenários de morosidade e o de retomada¹⁴.

As projeções supracitadas são balizadas pelos ritmos de crescimento verificados no passado e com as alterações nas proporções dos valores agregados brutos por setor para refletir a concepção de cada cenário. Desta forma, a composição de cada um dos cenários se dá pelo arbítrio de ritmos de crescimento com base nos desenvolvimentos passados do país e no contexto subjacente a cada estado de mundo futuro, contextualizados a partir do quadro acima.

Os gráficos mostrados na Figura 175 ilustram as trajetórias esperadas para cada um dos cenários exógenos que deverão se rebater sobre a RSE-TO do Tocantins, representando o comportamento histórico recente dos indicadores macroeconômicos (até o ano de 2016, em taxas de crescimento anual reais, inclusive a queda bastante marcante ocorrida entre os anos de 2014 e 2016 de respectivos 3,55% e 3,46%); a expectativa vigente para os resultados de 2017 (atualizada recentemente para 1,00%, segundo o relatório Focus do Banco Central do Brasil); e também as projeções realizadas, desde 2018 até o ano de 2037 no contexto de cada cenário.

[12] O Valor Adicionado Bruto - VAB é o valor que cada atividade econômica agrega aos bens e serviços consumidos em seu processo produtivo, ou seja, é a contribuição ao Produto Interno Bruto pelas atividades econômicas, obtida pela diferença entre o valor bruto de produção e o consumo intermediário absorvido por essas atividades.

[13] Relatório Focus do Banco Central do Brasil, publicado em 19 de janeiro de 2018 e disponível em: <<https://www.bcb.gov.br/pec/GCI/PORT/readout/R20180119.pdf>>

[14] Projeções do *World Economic Outlook*, acessadas em janeiro de 2018 e disponíveis em: <<https://www.imf.org/en/Countries/BRA>>

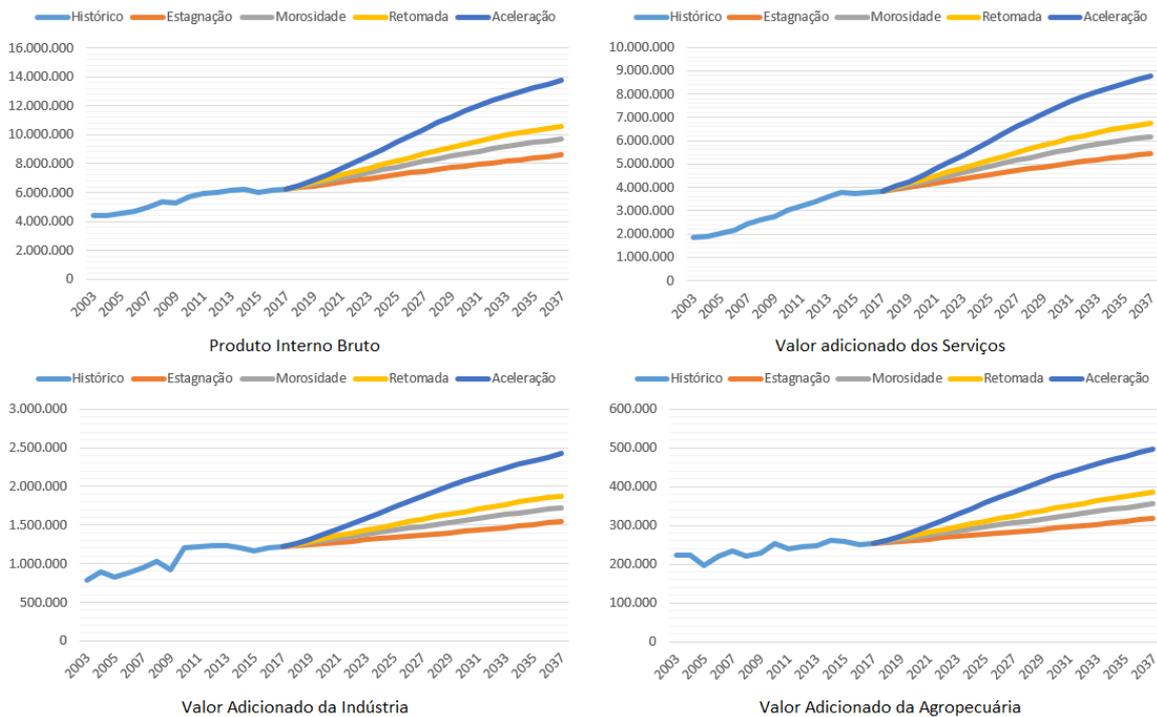


Figura 175. Projeções econômicas para o Brasil (Milhões de Reais).

Fonte: Elaboração do Autor. a partir de em IBGE (2017).

Nota-se que as projeções variam de forma significativa entre os cenários e os agregados econômicos, com maior sustentação do crescimento do setor primário em qualquer situação futura, uma vez que sua dinâmica depende menos das condições internas ao país do que os demais setores. O mais sensível é, sem dúvida, a indústria, que pode ter seu produto incrementado em grande monta devido à utilização da capacidade já instalada e, atualmente, ociosa. Dentre os setores econômicos, os (relativamente) mais estáveis são o de serviços do setor público e do setor agropecuário. Já os setores de serviços privados e indústria apresentam as maiores sensibilidades em relação aos cenários.

Também se faz possível observar que as projeções dão conta das tendências futuras, porém sem capturar a sazonalidade que certamente ocorrerá - padrão bastante evidente para os setores primário e secundário da economia. Uma vez que o setor terciário é responsável por 64% do PIB, as trajetórias de ambos se assemelham.

Em 2022, primeiro intervalo temporal das projeções (curto-prazo), tem-se as seguintes diferenças entre os quatro cenários: o PIB deve variar entre R\$ 6,84 trilhões no contexto de estagnação e R\$ 8,08 trilhões, sob as modificações de base estrutural da economia. Trata-se de um resultado com grande amplitude, considerando o curto espaço temporal de cinco anos. Eis que o gradiente de variação representa o momento de inflexão no qual a economia nacional se encontra: certamente se trata do fim de um ciclo conjuntural econômico; a incerteza está justamente acerca de como se configurará o próximo ciclo.

A diferença entre o PIB sob Aceleração e Estagnação em 2022, de 18%, é continuamente majorada quando se lê os resultados de 2027: passa a ser de 39%, indicando que o

crescimento acumulado, que resulta da base no período anterior, faz crescer a assimetria de opções de trajetórias futuras. Mesmo com as curvas futuras suavizadas pela consideração de um decrescente grau de influência do passado, (detalhado metodologicamente no capítulo 2.1.3), as diferentes bases de crescimento que deverão ser conformadas nos próximos anos levam à diferença projetada para o PIB de 2037 em 59%.

Observa-se que qualquer projeção hoje realizada parte de alguma base passada, seja para dar seu nível atual, seja para - na maior parte das vezes - estender sua tendência no futuro. Embora essa técnica de retrovisor seja usual e bastante útil para situações de projeção no curto prazo, já para o médio e longo prazo, deixam de captar eventuais modificações de padrão de comportamento - é por conta disso que as projeções tendem a se alinhar com o passar do tempo. Em um intervalo de tempo relativamente longo quanto os vinte anos contemplados pelo estudo em tela, deve-se observar diversos rompimentos de tendências, geralmente oriundos de inovações tecnológicas e de outras situações que não se pode antever^[15].

7.2.2 Dinâmica demográfica

A demografia é fator fundamental para a análise da RSE-TO do Tocantins, especialmente sob a ótica do ordenamento territorial que deve conformar os próximos anos. As pirâmides etárias já bem ilustradas no documento Diagnóstico, Seção de Socioeconomia, permitem identificar com clareza que há uma modificação da estrutura etária em pleno curso. Comparando-se os três agregados apresentados (A RSE-TO, Estado do Tocantins e Brasil) entre os anos de 2000 e 2010 (últimos censos demográficos), nota-se um estreitamento da base da pirâmide etária concomitante ao alargamento do seu cento e também aumento de seu topo.

Conhecido como “bônus demográfico” ou ainda “janela demográfica”, o período se perfaz em ambiente extremamente favorável ao fomento do desenvolvimento, pois há um aumento da participação das pessoas potencialmente ativas (população em idade economicamente ativa), ao passo que aquelas em idade não economicamente ativa reduzem a sua participação, reduzindo concomitantemente a pressão por serviços públicos. Isso ocorre em um momento em que a população mais velha, que volta a demandar serviços públicos e seguridade social, ainda não compõe a população em grandes proporções - o que inevitavelmente passa a ocorrer em momentos futuros.

O fenômeno do bônus demográfico consiste na redução da fecundidade associada ao crescimento da população em idade ativa, sem ser ainda acompanhada de intenso processo de envelhecimento populacional. O incremento populacional se dá a taxas decrescentes mediante o persistente declínio da taxa de fecundidade concomitante ao aumento

^[15] Em uma breve digressão sobre alguns acontecimentos recentes que romperam tendências: i) a Google, companhia hoje onipresente, foi fundada em 1998 (20 anos atrás); ii) a moeda única europeia, o euro, entrou em circulação em 1999, ou seja, 19 anos atrás; iii) o iPhone, da Apple, foi o pioneiro dos smartphones e teve seu lançamento em 2007, há meros 11 anos; iv) a Uber, empresa multinacional prestadora de serviços eletrônicos na área do transporte privado urbano, foi fundada em 2009, há 9 anos. A própria definição da empresa Uber demonstra como a popularização da tecnologia e as impensáveis formas para seu uso avançam mais rápido do que se pode antever com alguma segurança. A velocidade das mudanças tecnológicas é bastante surpreendente, mas não menos que sua velocidade de disseminação: afinal, a tecnologia embutida na sonda Spirit, que esteve em Marte de 2004 até 2010, é equivalente à presente hoje nos mais avançados aparelhos smartphones - que estão em nossos bolsos.



considerável da população em idade ativa - refletindo as altas taxas de fecundidade do momento imediatamente anterior.

Embora diferentes regiões do país experimentem níveis distintos de fecundidade, todas compartilharam da tendência de redução destas taxas. A taxa total (número de filhos por mulher) no Brasil era de 2,73 em 1991; já em 1995 havia caído para 2,49; estando apenas cinco anos mais tarde (quando mensurada pelo censo demográfico de 2000) em 2,29. Em 2005 o país já demonstrava fecundidade pouco abaixo da taxa de reposição (1,99), sendo que em 2010, cinco anos depois, a taxa nacional já alcança níveis de países europeus (1,84)^[16].

Os indicadores populacionais nacionais referentes à longevidade e mortalidade apontam também no sentido de grandes mudanças: enquanto o Brasileiro nascido em 1991 esperava viver 66,9 anos, aquele nascido em 2010 gozará de 7,0 anos a mais (73,9 anos).

O fenômeno de redução nas taxas de fecundidade, de abrangência nacional, se reflete em todas as regiões do País, inclusive no Tocantins. Outrossim, ocorre em intensidades distintas pois o Estado parte de níveis muito distintos. Em relação à taxa de fecundidade, tem-se no Tocantins o seguinte histórico¹⁷, também marcado por grandes quedas: 4,13 em 1991; 3,23 em 1995; 2,84 em 2000; 2,49 em 2005; e 2,16 em 2010. Já quanto à expectativa de vida, quem nasceu em 1991 no Tocantins esperava viver 66,2 anos; já o nascido em 2010 pode esperar viver até 71,6 anos.

Como antecedente à observada transição demográfica, passa-se por momento de rápido crescimento demográfico marcado pela paulatina redução nas taxas de mortalidade - resultando em crescimento vegetativo positivo da população com estrutura predominantemente etária jovem. O Estado do Tocantins ainda observa essa característica, provando que o movimento demográfico é mais tardio: com base na pirâmide etária de 2010, tem-se que 28,76% da população tinha entre 0 e 14 anos. Esta mesma razão para o Brasil como um todo era de 24,08%.

Na RSE-TO, os traços desta transição são ainda mais marcantes, pois nota-se movimento ainda mais tardio: 30,17% da população detém até 14 anos. Em contrapartida à alta proporção de população jovem, no Brasil de 2010, 17,56% da população detinha mais de 60 anos. Essa mesma razão na RSE-TO era de 15,92%.

Como próxima fase, pode-se esperar que os baixos níveis de fecundidade e mortalidade gerem crescimento populacional mais lento, com diminuição do peso da população em idade ativa e significativo envelhecimento da estrutura etária. Espera-se, inclusive, que estes dados já venham a estar inscritos na próxima pirâmide etária a ser construída quando do censo demográfico de 2020, com a passagem de parte significativa da fração mais jovem de pessoas (fase de 14 a 19) para as próximas fases, mais produtivas.

^[16] Esses dados traduzem em números a revolução demográfica em curso no país, o que evidencia, a interação em diversos graus de aspectos como: i) independência feminina; ii) graus mais elevados de instrução; iii) maior capacidade de planejamento familiar; e iv) melhores acessos às formas de controle de natalidade. Existem, outrossim, uma miríade de outros aspectos plausíveis que, embora certamente influentes, são menos claros quando de uma análise generalista.

^[17] Fonte: Indicadores e Dados Básicos - Brasil, 2013 (Datapus). As taxas para o Tocantins são estimadas pelo IBGE via dados indiretos.

O IBGE realiza projeções populacionais de longo curso para o Brasil que articulam exatamente essa dinâmica intercensitária^[18]. Estas projeções fazem refletir as modificações no perfil demográfico, conforme exposto acima e ilustrado pelas pirâmides etárias dispostas no documento Diagnóstico, capítulo de Socioeconomia.

Segundo as projeções nacionais para o longo prazo do IBGE, no recorte temporal de interesse para as ações de desenvolvimento na RSE-TO, o percentual no contexto da população nacional deve ser progressivamente maior. O intervalo das projeções coincide com um horizonte de crescimento em números absolutos da população, que deve ser, em 2022, de 214,75 milhões de habitantes; passando para 220,43 milhões em 2027; para então atingir um pico populacional de praticamente 225,82 milhões por volta do ano de 2037 (sendo que o pico populacional se dá em 2039, com um contingente de 225,93 milhões, ou seja, diferenças apenas marginais em relação à 2037, último ano do intervalo de cenarização do presente estudo).

Trata-se de uma estimativa que considera a dinâmica caracterizada pela redução das taxas de crescimento da população nacional, considerando-se o maior contingente em termos absolutos que ainda deverá ter filhos pareado com maiores longevidades e reduções marginais de mortalidade (por maior que seja a queda na taxa de natalidade, o maior contingente populacional em idade reprodutiva garante o crescimento absoluto da população). Após atingir esse pico populacional, por volta de 2039, a população absoluta decresce, devendo chegar a 2050 com 222 milhões.

O IBGE também realizou, na atualização de 2013 de suas projeções nacionais, perspectivas até 2030 para cada uma das 26 Unidades da Federação e para o Distrito Federal. Para o estado do Tocantins, a população projetada nos recortes temporais de curto, médio e longo prazos é de, respectivamente, 1,63 milhões de habitantes (2022), 1,70 milhões (2027) e finalmente de 1,78 milhões (2037). Isso representa acréscimos modestos de 80 mil habitantes no curto prazo, 150 mil no médio e 230 mil no longo prazo, todos partindo da estimativa atual de 1,55 milhões de habitantes (2016).

Como balizador das projeções do IBGE, tem-se o contraste com outras projeções de âmbito do país, trazidas pela divisão populacional da Organização das Nações Unidas^[19]. O órgão multilateral realiza projeções para a população de todas as nações globais, incluindo o Brasil em ponderações de vertentes globais de demografia. Em seu banco de dados populacionais, encontram-se projeções até o ano de 2080, divididas por perspectivas de baixo, médio e alto crescimento demográfico. Estas perspectivas levam em consideração fatores globais como a abertura comercial, cooperação entre países, guerras e outros fatores exógenos ao país - exatamente o que se almeja ilustrar com a variação dos cenários, refletindo assim distintas possibilidades de crescimento futuro.

Na projeção ONU de baixo crescimento, o Brasil em 2050 teria não 222 milhões de habitantes, mas sim 202 milhões. Já para a projeção de alto crescimento, nesse mesmo ano o país

^[18] IBGE, Diretoria de Pesquisas: Coordenação de População e Indicadores Sociais, Gerência de Estudos e Análises da Dinâmica Demográfica. Projeção da População do Brasil por Sexo e Idade para o Período 2000-2060 - Revisão 2013.

^[19] ONU - Divisão de População, *World Population Prospects*. Acesso em dezembro de 2017. Disponível em: <https://esa.un.org/unpd/wpp/>



contaria com uma população de 251 milhões de habitantes. São variações de grande monta, demonstrando que o futuro é de fato incerto. As projeções de baixo crescimento da ONU para o ano de 2022 indicam uma população brasileira de 210,46 milhões de habitantes; para 2027 de 212,36; e para 2037, uma população de 212,18. Os contingentes demonstram que, por esta linha de possibilidades, o pico populacional nacional não ocorre em 2039, mas sim em 2032.

Segundo o estudo da ONU, em um contexto de crescimento demográfico acelerado (alto crescimento), ter-se-á um Brasil com 219,73 milhões tão logo quanto 2022; contingente que ainda sobe para 227,80 milhões em 2027; e atinge 240,52 milhões em 2037. Esta linha de possibilidades traz uma situação bastante dispare daquela demonstrada pelo IBGE e também pela projeção de baixo crescimento: o pico da população nacional se dá apenas em 2065. Embutido na antevisão de alto crescimento estão os acréscimos mais agudos na longevidade, assim como a ausência de doenças e outros eventos que podem afetar grandes contingentes populacionais de forma abrupta.

As trajetórias das três projeções antes citadas (IBGE, ONU baixo crescimento e ONU alto crescimento) perfazem diferenças bastante significativas de habitantes, que chegam a ser de 9,3 milhões de habitantes entre a perspectiva de baixo e alto crescimento da ONU já para o ano de 2022. Em 2027, ano-marco do horizonte de médio prazo do atual planejamento, tem-se diferença de 15,44 milhões; finalmente, no período final das projeções, ano de 2037, a diferença populacional pode chegar a 28,34 milhões de habitantes. Em todos estes intervalos, as projeções do IBGE perfazem um meio termo, ou seja, uma posição intermediária entre as perspectivas de baixo e de alto crescimento da ONU. A Figura 176 ilustra as trajetórias esperadas para o Brasil e para o Estado de Tocantins.

Nota-se que as projeções populacionais do IBGE para o Estado do Tocantins indicam continuação no ritmo de crescimento populacional, bastante em linha com a projeção mais agressiva da ONU para o País. Apenas a partir do ano de 2030 é que estas duas trajetórias se distanciam, sendo que há notável inflexão na curva populacional do estado. Essa brusca modificação a partir de 2031 reflete o final das projeções do IBGE específicas por Estado, quando então passa-se a alinhar o crescimento desta Unidade da Federação com o restante do País (no agregado).

As projeções da ONU complementam as possíveis trajetórias estaduais, demonstrando grandes incertezas em relação ao contingente que habitará o Tocantins de 2037: entre 1,61 milhão, número próximo ao atual (1,55 milhão), e 1,81 milhão. De fato, torna-se importante ressaltar que o próprio histórico populacional apresentado pela figura acima é fruto de projeções intercensitárias (2011 a 2009) e estimativas populacionais do IBGE para os anos pós 2011 até 2017.

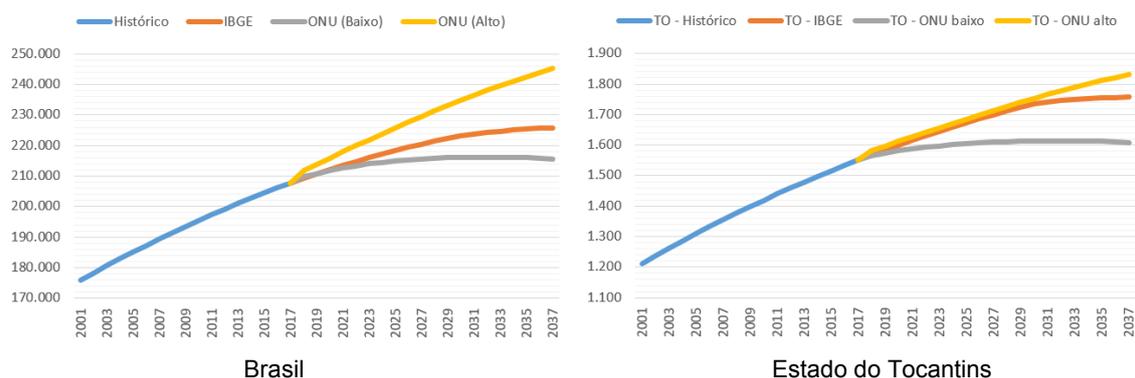


Figura 176. Projeções demográficas para o Brasil e Tocantins (Mil Habitantes).

Fonte: Elaboração do Autor., a partir de IBGE (2017).

7.2.3 Regionalização das forçantes exógenas na RSE-TO

Tal como conceituado nos parágrafos introdutórios deste documento, a metodologia de cenarização compreende que o território estudado, RSE-TO, é receptor de dinâmicas a ele exógenas: são forçantes que perfazem um “pano de fundo” dos cenários, pois é sobre elas que as endógenas vêm a se rebater. Seus elementos fulcrais são os desenrolares da economia (mediante a especificidade dos três grandes setores econômicos) e da demografia (mediante a consideração da população urbana e rural, conforme descrito nos itens respectivos 2.1.1 e 2.1.2).

Eis que a RSE-TO se encontra na encruzilhada de dois outros estados - de fato, duas outras regiões do País: perfazendo o próprio limite da região Norte (Estado do Tocantins), é divisa tanto com o Centro-Oeste ao sul (Estado de Goiás) como com o Nordeste ao leste (Estado da Bahia). A contextualização da RSE-TO se dá mediante interações de troca com municípios limítrofes, denotando a proximidade e a influência, a nível regional, que caracterizam a porção do Tocantins em estudo.

Trata-se de região historicamente baixa em dinâmica populacional, haja vista estar fora do grande eixo no sentido norte/sul do Estado onde se encontram as maiores concentrações de população e as mais intensas relações entre rede de cidades tocantinenses. A estruturação deste eixo tem relação direta com a construção da BR-153 (Transbrasiliana) na década de 1950. Segundo os estudos socioeconômicos do Zoneamento Ecológico Econômico do Estado do Tocantins (ZEE-TO, 2016):

“em sua gênese, a construção da rodovia deveria estabelecer ligações da Região Norte com o País e impulsionar o desenvolvimento do norte do Estado de Goiás, porém observa-se a importância dessa obra que passou a contribuir sobremaneira para o aparecimento de grande parte dos municípios do antigo norte goiano, hoje Tocantins”.

De acordo com o estudo Regiões de Influência das Cidades (IBGE, 2007), que avaliou as redes e a hierarquia urbana nacional, onze dos vinte e três municípios da RSE-TO mantêm rede de influência diretamente com outros municípios senão o da própria região. O Quadro 93 explicita a rede de influência das cidades do referido estudo.



Quadro 93. Rede de Influência das Cidades da RSE-TO (municípios com célula em cinza denotam aqueles fora da RSE-TO).

Centro Local	Centro de Zona B	Centro de Zona A	Centro Sub-Regional B	Capital Regional B	Metrópole	
Almas (TO)	=>	Dianópolis (TO)	=>	Palmas (TO)	Goiânia (GO)	
Conceição do Tocantins (TO)						
Novo Jardim (TO)						
Ponte Alta do Bom Jesus (TO)						
Porto Alegre do Tocantins (TO)						
Rio da Conceição (TO)						
Taipas do Tocantins (TO)						
Aurora do Tocantins (TO)	Taguatinga (TO)	=>	Gurupi (TO)			
Chapada da Natividade (TO)	Natividade (TO)					
São Salvador do Tocantins (TO)	Palmeirópolis (TO)					
Pindorama do Tocantins (TO)	=>	Porto Nacional (TO)	=>			
Santa Rosa do Tocantins (TO)			Gurupi (TO)			
Paraná (TO)						
São Valério da Natividade (TO)						
Silvanópolis (TO)		=>				=>
Arraias (TO)						
Combinado (TO)	Campos Belos (GO)					
Novo Alegre (TO)						
Lavandeira (TO)						

Fonte: Adaptado de REGIC/IBGE (2007).

O citado estudo trata da influência de centros urbanos centralizadores sobre o território, estabelecendo as redes pelas quais municípios menores realizam a satisfação das necessidades imediatas de suas populações, tais como: aquisição de bens de consumo; busca de trabalho e estudo; procura por serviços de saúde; e a prestação de serviços públicos de âmbito Federal e jurídico. A dinâmica geográfica é assim superimpostas ao território, tornando capaz a distinção de espaços regionais em escalas adequadas.

Na RSE-TO, nota-se pelo estudo Regiões de Influência das Cidades (IBGE, 2007) articulações na rede urbana dos municípios componentes que fragmenta o recorte da microrregião, estruturando novas conexões com centros urbanos mais próximos, notadamente Gurupi ao noroeste e Porto Nacional a oeste. Sem dúvida que Dianópolis é centralizadora de seu território, mas este é menor do que a RSE-TO como um todo, diferentemente do que indica a divisão geográfica da microrregião.

Historicamente a região central do estado, onde está localizada a capital, se destaca pelo crescimento em diversos aspectos, como populacional e econômico. É nessa região que também estão localizadas as cidades mais centrais na rede de influência das cidades da própria RSE-TO, como Porto Nacional, Gurupi e Palmas. Estes centros urbanos, juntamente com Paraíso do Tocantins, Miracema e Araguaína, concentram grande parte da oferta de bens e serviços à população do estado.

As relações identificadas pelo citado estudo certamente foram modificadas ao longo da década que sucedeu à publicação, podendo-se inferir novas relações, como as que possivelmente foram realizadas pelas cidades ao longo da influência da BR-242 mediante o crescimento expressivo de municípios no oeste baiano (notadamente Luís Eduardo Magalhães e Barreiras).

O entorno imediato da RSE-TO tem a seguinte composição, ainda respeitando a antiga divisão regional nacional, vigente à época de contratação e início do presente estudo^[20]:

- A Oeste a microrregião de Gurupi (municípios de Talismã, Sucupira, Alvorada, Figueirópolis, Aliança do Tocantins, Jaú do Tocantins, Brejinho de Nazaré, Gurupi, Santa Rita do Tocantins, Palmeirópolis, Crixás do Tocantins, São Salvador do Tocantins, Cariri do Tocantins e Peixe), no próprio Estado do Tocantins;
- Ao Noroeste a microrregião de Porto Nacional, que abriga a capital do Estado (municípios de Palmas, Tocantínia, Lajeado, Silvanópolis, Pedro Afonso, Monte do Carmo, Porto Nacional, Aparecida do Rio Negro, Bom Jesus do Tocantins, Santa Maria do Tocantins e Ipueiras), no próprio Estado do Tocantins;
- Ao Norte a microrregião de Jalapão (municípios de Campos Lindos, Mateiros, Itacajá, São Félix do Tocantins, Rio Sono, Goiatins, Santa Tereza do Tocantins, Ponte Alta do Tocantins, Recursolândia, Novo Acordo, Lizarda, Centenário, Barra do Ouro, Lagoa do Tocantins e Itapiratins), no próprio Estado do Tocantins;
- A Leste, a microrregião de Barreiras abriga parte significativa do oeste baiano (municípios de Riachão das Neves, Formosa do Rio Preto, Baianópolis, Barreiras, Luís Eduardo Magalhães, São Desidério e Catolândia), no Estado da Bahia;
- Ao Sul, a microrregião de Chapada dos Veadeiros (municípios de Alto Paraíso de Goiás, São João d'Aliança, Colinas do Sul, Monte Alegre de Goiás, Teresina de Goiás, Campos Belos, Cavalcante e Nova Roma), no Estado de Goiás; e por fim;
- A Sudeste a microrregião de Porangatu (municípios de Amaralina, Bonópolis, Trombas, Santa Terezinha de Goiás, Montividiu do Norte, Alto Horizonte, Mutunópolis, Mara Rosa, Campinorte, Campinaçu, Estrela do Norte, Santa Tereza de Goiás, Campos Verdes, Minaçu, Uruaçu, Nova Iguaçu de Goiás, Niquelândia, Porangatu e Formoso), também no Estado de Goiás.

Tem-se nesse conjunto expandido de setenta e quatro municípios, subdivididos em seis microrregiões em três estados e em três regiões do país, a zona direta de influência dos vinte e três municípios componentes da RSE-TO, e que por estes motivos também recebem a regionalização das projeções exógenas - compondo uma visão territorial mais abrangente da porção territorial em análise.

As projeções econômicas e demográficas nacionais, que embutem a variável exógena que se almeja capturar nos cenários, devem ser rebatidas sobre a RSE-TO de forma a determinar o ritmo de crescimento específico do território de interesse. Mais do que isso, as projeções devem estar disponíveis ao nível de município, pois é esta a menor unidade administrativa que se pode trabalhar com dados econômicos e demográficos, permitindo assim pormenorizar o local de forma mais detalhada possível. Afinal, é a nível municipal que ocorrem as leituras

^[20] A Divisão Regional do Brasil em micro e mesorregiões datava de publicação da década de 1990, e foi em 2017 revista pelo IBGE, cuja publicação intitulada "Divisão Regional do Brasil em Regiões Geográficas Imediatas e Regiões Geográficas Intermediárias 2017" apresenta um novo quadro regional vinculado aos processos que ocorreram desde então: sociais, políticos e econômicos. Nesta nova divisão, as mesorregiões e microrregiões foram substituídas por regiões geográficas intermediárias e imediatas, respectivamente.



das forças endógenas, tema do próximo capítulo que assim compõe, portanto, a estrutura metodológica desenvolvida^[21].

A passagem de uma projeção de âmbito nacional para aquela de cada município componente do território de parte expressiva do estado do Tocantins e de seus vizinhos imediatos, é realizada pela transferência da projeção macro para a micro considerando-se mudanças de ritmos relativos, técnica adequada para a “regionalização” de projeções. Denomina-se *mutatis-mutandi*, e é utilizada tanto para as projeções econômicas como para as populacionais^[22].

Seu nome advém do fato de que todas as partes são mutáveis de acordo com a influência de seus agregados maiores. E de fato, todas as partes se alteram de acordo com os graus de influência relativa de seus pares microrregionais e/ou estaduais e/ou regionais e/ou nacional. Na metodologia de escolha, os ritmos e contribuições relativas entre agregados são mais importantes do que as suas próprias magnitudes, uma vez que interessa - em se tratar de força exógena - delinear o contexto de um conjunto interligado, e não de um município de forma isolada desde conjunto. Em outros termos, uma vez que se trata de um conjunto de municípios, há que se considerar necessariamente a que base a taxa de crescimento está se referindo. Pois, uma taxa expressiva para um município inexpressivo em nada contribui, praticamente, para o crescimento do todo; ao contrário dos municípios de expressão.

O uso da destacada técnica permite alocar aos componentes-objeto das projeções, no caso os municípios, os efeitos das trajetórias dos agregados maiores. Ou seja, para cada um dos cenários, a projeção do agregado maior é que se altera, refletindo nos municípios, justamente, as dinâmicas exógenas que a eles se sobrepõem. Em termos matemáticos, tem-se como exemplificação para o PIB de um município (*i*) em um dado ano (*t*):

$$PIB_{mun_{it}} = PIB_{microrregião_{it}} \cdot GPR_{mun_{it}}$$

onde: GPR = grau de participação relativa, definido por sua vez como:

$$GPR_{mun_{it}} = GPR_{mun_{it-1}} \cdot \alpha_{mun_{it}}$$

onde: α = variação do grau de participação relativa.

A expressão pode ser traduzida como a alocação da variável desejada por meio do grau de participação relativa (de cada agregado menor em seu maior. Para um maior nível possível de detalhamento, utilizam-se os seguintes agregados, em ordem decrescente:

- País (Brasil) > Região (Norte, Nordeste e Centro-Oeste) > Estados (Tocantins, Goiás, Bahia) > Microrregiões (Sudeste do Tocantins [Dianópolis], Gurupi, Porto

^[21] O poder local vem assumindo um papel político e econômico ativo no âmbito regional e nacional, tornando mais complexa a relação cidade/região e sua compreensão na dinâmica territorial. Na escala estadual e nacional, a regulação do território já não ocorre de forma tão marcadamente hierárquica a partir de um núcleo central. Ao contrário, ela conforma um mosaico de malhas, zonas, redes e pontos reveladores da emergência de outros focos de poder, nacionais e extranacionais, capazes, também, de realizar a integração ou mesmo a fragmentação de um território.

^[22] Trata-se de método derivado da análise de economia regional conhecida como *shift-share*, em que se faz a decomposição de um agregado em diversas componentes para análises de contribuição relativa. O *shift-share* é muito utilizado em economia regional e em economia do emprego, desmembrando os componentes, por exemplo, do: i) efeito nacional no crescimento regional, ii) mudança setorial esperada e iii) efeito competitivo regional.

Nacional, Jalapão, Barreiras, Chapada dos Veadeiros, Porangatu) > Municípios (listagem acima).

O grau de participação relativa é o elemento que varia, ano a ano, em função da projeção histórica (coeficiente angular da série de dez anos passados), ponderado pelo grau decrescente de influência do passado no futuro. Significa dizer que cada município crescerá de acordo com seu próprio histórico de longo prazo (auferido pelo histórico dos últimos dez anos) em acordo com a influência recebida pelo ritmo de crescimento passado de seu estado, de sua região e também, claro, pelo maior agregado de todos, o Brasil (cuja variação esperada, em cada cenário, é alterada de acordo com o contexto das forças exógenas já descrita acima).

A Figura 177 representa a aplicação da técnica.

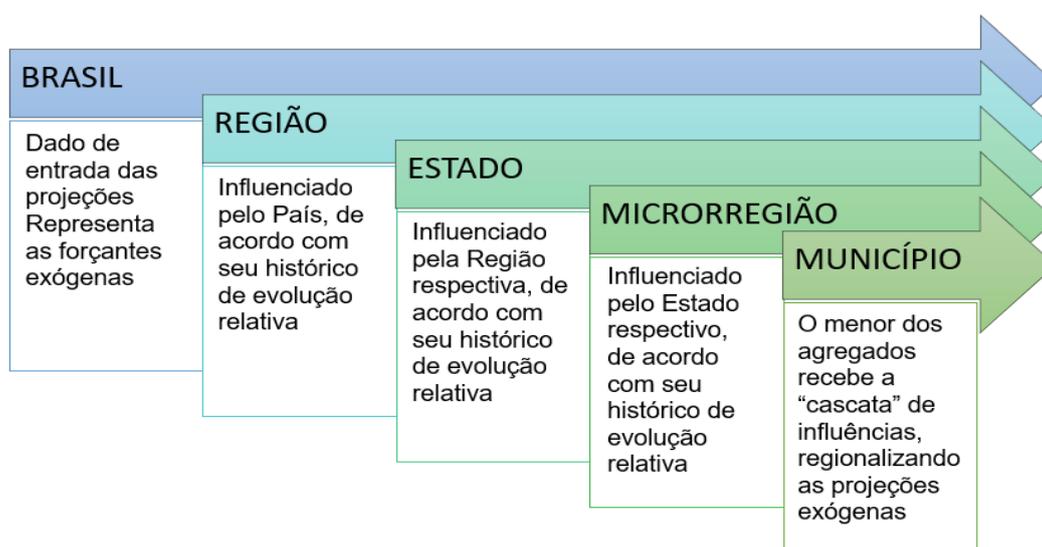


Figura 177. Ilustração esquemática da metodologia mutatis-mutandi.

Fonte: Elaboração do Autor.

O estabelecimento do grau de participação relativa dos agregados menores nos seus respectivos agregados maiores (leitura dos ritmos relativos futuros), se dá por meio de projeção com base na análise estatística das situações passadas, segundo o conjunto de variáveis devidamente identificadas e descritas no documento Diagnóstico (Seção de Socioeconomia). Para a economia, utilizam-se dos resultados de valor adicionado de cada um dos três setores da economia (primário, secundário e terciário) em série histórica que vai de 2006 até 2015^[23]. Para o setor terciário, utiliza-se ainda os subcomponentes dos serviços públicos e privados. Para os cálculos do PIB, agregam-se os três setores e se atribui a razão média dos impostos realizada nos dois últimos anos, por agregado. Essa razão de impostos é mantida fixa ao longo da projeção, para fins de simplificação.

Uma vez que a base de dados traz valores a preços correntes, fez-se necessária a correção para preços constantes. Para o PIB, utilizou-se o deflator implícito do produto nacional (IBGE);

^[23] Trata-se de série do produto interno bruto a preços correntes, impostos, líquidos de subsídios, sobre produtos a preços correntes e valor adicionado bruto a preços correntes total e por atividade econômica, e respectivas participações do IBGE. Segue a nova referência das Contas Nacionais e tem como referência o ano de 2010. A série de 2002 até 2009 é retrocolada.



para a atividade do 1º setor, utilizou-se do Índice de Preços por Atacado-Oferta Global - Produtos Agrícolas (FGV); para o 2º setor, o Índice de Preços por Atacado-Oferta Global - Produtos Industriais (FGV); por fim, para o 3º setor, o Índice de Preços ao Consumidor-Mercado (FGV).

Ademais, os agregados econômicos embutem resultados pontuais de cada ano que refletem ciclos conjunturais que não necessariamente se farão repetir no futuro. Como forma de se corrigir resultados frutos da sazonalidade de curto-prazo, aplicou-se o filtro de Hodrick-Prescott^[24].

Já para a demografia, parte-se dos dados censitários de 1980, 1991, 2000 e 2010, assim como complementou-se a série histórica com as estimativas populacionais do IBGE para o ano de 2017. Nota-se que há, desde os dados do último censo demográfico, ausência de dados precisos para o grau de urbanismo. Portanto, os dados da cena atual (2017) são em si projeções realizadas com base no coeficiente angular do grau de urbanismo verificado na década intercensitária.

Trabalhou-se nesse mister com os dados das respectivas séries históricas como determinantes da tendência de longo prazo das contribuições relativas, pressupondo que a influência do passado é determinante para os resultados futuros. Para tanto, capturou-se o coeficiente angular de cada uma das curvas tendenciais das contribuições relativas passadas como modelador da tendência de comportamento futuro, não sem antes realizar ajuste de graus decrescentes de influência do passado.

O ajuste de decréscimo da importância relativa do passado, que se intensifica no horizonte de cenarização na medida que se caminha rumo ao longo prazo, mecaniza a noção praticamente factual de que o ritmo de evolução de um determinado agregado - tal como realizado nos últimos dez anos - não detém poder preditivo algum no longo prazo.

A identificação dos ritmos passados de um agregado em relação ao outro evita que, nas projeções, um local que nunca havia crescido a taxas mais altas que seu estado, de um repente, o faça. É claro que um município em específico poderá de fato receber um determinado investimento e crescer a ritmo acelerado, ou ainda adensar-se demograficamente com concentração urbana; mas estas especificidades, no entanto, são fruto da avaliação das forças endógenas (próximo capítulo).

7.2.4 Regionalização das projeções econômicas exógenas

Os gráficos da Figura 178 apresentam os resultados das projeções agregadas para o conjunto de 23 municípios que compõe a RSE-TO. Trata-se de resultado-síntese que simplifica a demonstração visual dos resultados, uma vez estes são obtidos em nível municipal e subsequentemente acumulados para o nível microrregional.

^[24] Trata-se de filtro bastante utilizado em aplicações econométricas para remover o componente cíclico de uma série temporal, obtendo-se uma curva suavizada, que é mais sensível às flutuações de longo prazo do que as de curto prazo. O ajuste da sensibilidade da tendência às flutuações de curto prazo é fruto do multiplicador λ . Uma vez que se trabalha com séries anuais, utilizou-se $\lambda = 50$.

7 Prognóstico

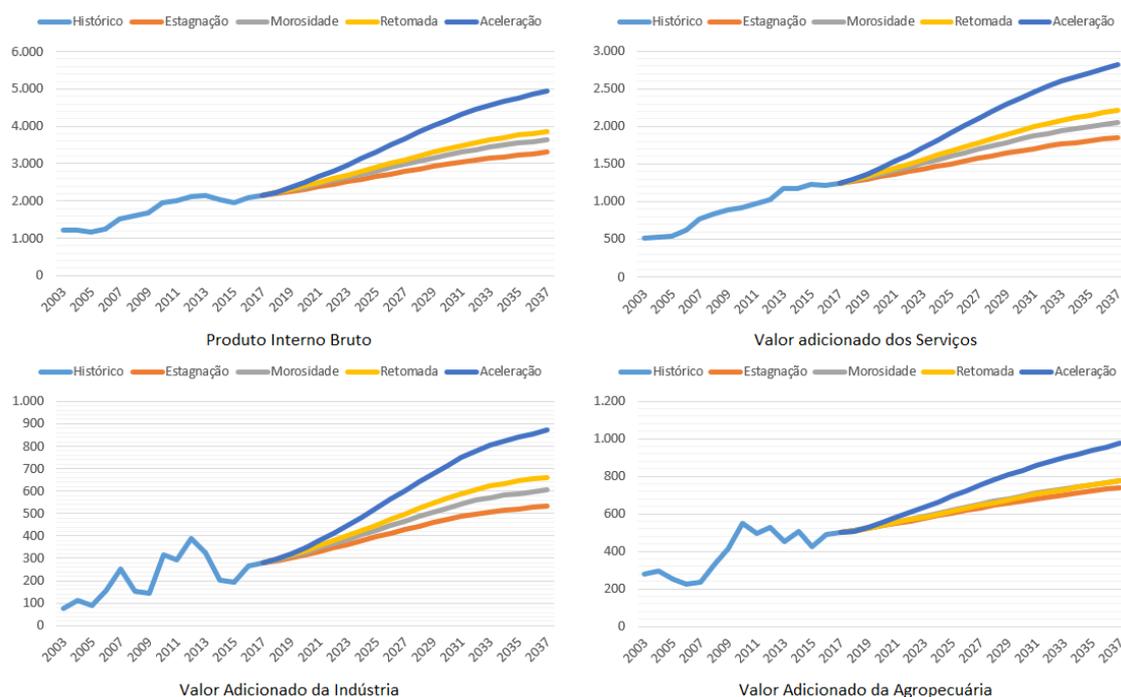


Figura 178. Projeções econômicas para a RSE-TO (Milhões de Reais).

Fonte: Elaboração do Autor. a partir de IBGE (2017).

As projeções dos agregados econômicos para a RSE-TO reforçam as conclusões derivadas pelo capítulo de Socioeconomia do produto Diagnóstico - trata-se de região que, mesmo sem uma dinâmica econômica intensa e baixa produção industrial, vem se estruturando a partir do setor primário da economia e apresenta crescimento intenso (embora ainda tendo como ponto de partida as bases tímidas da cena atual). As projeções refletem a passagem de tendências de crescimento da região Norte e do Estado do Tocantins como um todo em ritmo acelerado quando comparado ao País. A Tabela 42 traz os resultados para 2037 do PIB sob cada cenário para cada um dos municípios.

Tabela 42. Resultado dos Cenários para o Produto Interno Bruto (R\$, mil).

Município	Cenários para o ano de 2037				
	Cena Atual	Estagnação	Morosidade	Retomada	Aceleração
Almas	120.673	182.407	194.589	197.844	249.928
Arraias	152.431	209.501	227.899	238.585	303.031
Aurora do Tocantins	38.034	55.890	61.770	66.244	84.541
Chapada da Natividade	61.043	99.106	102.707	100.272	124.766
Combinado	55.484	80.216	89.468	96.553	124.220
Conceição do Tocantins	41.882	61.049	67.791	73.053	93.555
Dianópolis	346.304	465.003	523.695	574.643	742.864
Lavandeira	39.895	53.067	55.563	55.196	68.676
Natividade	122.986	166.747	186.629	202.517	263.217
Novo Alegre	24.616	37.109	40.945	43.873	55.735
Novo Jardim	37.708	59.313	61.996	62.124	76.131
Palmeirópolis	103.128	144.680	160.385	172.252	221.042
Paraná	274.279	528.736	596.649	652.595	857.636
Pindorama do Tocantins	45.852	65.266	72.840	79.199	101.783
Ponte Alta do Bom Jesus	40.561	58.600	64.869	69.664	89.095
Porto Alegre do Tocantins	27.413	41.842	46.304	49.771	63.394
Rio da Conceição	18.297	37.507	40.354	42.180	51.594
Santa Rosa do Tocantins	105.357	161.249	170.364	170.872	214.537



Município	Cenários para o ano de 2037				
	Cena Atual	Estagnação	Morosidade	Retomada	Aceleração
São Salvador do Tocantins	25.785	118.647	116.217	109.861	116.049
São Valério da Natividade	80.012	133.321	135.572	129.128	159.435
Silvanópolis	114.206	157.835	175.712	187.319	242.736
Taguatinga	248.106	361.616	412.197	451.350	592.618
Taipas do Tocantins	21.049	31.338	34.612	37.090	47.321
TOTAL	2.145.100	3.310.044	3.639.128	3.862.186	4.943.907

Fonte: Elaboração do Autor.

A RSE-TO encontra no setor primário uma importante fonte de ocupação (mesmo que informal) de seus trabalhadores, mantendo-se em tendência de crescimento praticamente de forma independente do cenário do País - trata-se das curvas quase sobrepostas do Valor Adicionado da Agropecuária. Observa-se que os cenários indicam crescimento para o setor, sendo que o destaque pode ocorrer apenas sob cenário de Aceleração, onde a forte demanda interna motiva uma mudança de patamares para a região.

O setor industrial apresenta as maiores amplitudes em relação às perspectivas de futuro. Isso ocorre uma vez que houve marcada alteração do valor adicionado no histórico, que é fruto basicamente do aporte de grandes investimentos no município de Paranã. As projeções para esse município, cujo VAB Industrial representa 48% da região, fazem com que haja uma possibilidade de retomada dos valores identificados^[25]. A velocidade com a qual retoma-se estes investimentos, entretanto, varia com as condições de cada cenário. Sob o cenário de Retomada, por exemplo, retorna-se ao patamar atingido em 2012 no ano de 2023.

Já para o setor terciário, tem-se a projeção de continuidade de predomínio da administração pública como maior motivador de atividade econômica, embora a proporção se altere em decorrência dos cenários. Atualmente, representa 61% do total do setor terciário; no cenário de Estagnação, essa razão sobe para 64% em 2037; enquanto que diminui para 60% no cenário Aceleração.

Observa-se, de forma geral, que há tendência notável de acréscimo nas bases produtivas locais - advindo de bases tímidas, a região agregou crescimento na última década e deve continuar a fazê-lo, mesmo sob cenários menos favoráveis, tal como o de morosidade. Os resultados por município apontam onde estão os maiores ganhos antevistos pelos cenários, uma vez que os valores agregados regionais escondem grandes diferenças.

Cabe, por fim, pontuar algumas observações em relação às projeções econômicas:

- As projeções trazem a regionalização das forças exógenas, não tendo ainda a influência de empreendimentos estruturantes antevistos ou de aporte de malhas logísticas destacadas para a região. Estas especificidades são abordadas pelas forças endógenas;
- Mesmo com a correção do balizamento das projeções para a produção econômica de forma que a tendência passada ceda forças no longo prazo, notam-se resultados com forte curva ascendente para a RSE-TO, representando os movimentos

^[25] Dianópolis, Natividade e Taguatinga representam, em conjunto, outros 26% do VAB Industrial, concentrando entre estes quatro municípios 74% da produção industrial da Região.

passados e as pequenas bases, que apresentam grande amplitude de variação no futuro;

- Como toda projeção, por natureza incerta, tem-se nas magnitudes relativas as maiores importâncias para embasar a tomada de decisões, em detrimento de “precisões” de longo prazo;
- Os valores mais atuais para os agregados econômicos (2016 a 2017) são de fato projeções, pois partem dos dados findos em 2015 (que ainda devem sofrer revisões pelo próprio IBGE), último ano para a série histórica do Sistema de Contas Nacionais a nível municipal;
- Nota-se, adicionalmente, que o rigor da situação recessiva que marcou a economia nacional nos últimos anos não se traduz sob mesmo efeito na RSE-TO, e se distancia de forma bastante suave - em velocidades e intensidades distintas sob os pressupostos de cada um dos quatro cenários.

Os cenários econômicos exógenos, assim apostos, representam os potenciais desenrolares da situação dos municípios caso as forças endógenas permaneçam seguindo sua tendência. A investigação destas importantes forças locais se dará no capítulo respectivo, mas não sem antes abordarem-se as regionalizações da dinâmica exógena demográfica.

7.2.5 Regionalização das projeções demográficas exógenas

De forma análoga à realizada para as projeções da dinâmica econômica exógena, regionalizam-se as projeções demográficas de nível Brasil e de Estado do Tocantins para cada um dos municípios da RSE-TO. Utiliza-se, para tanto, a metodologia *mutatis-mutandi* de forma similar à regionalização econômica - porém se a necessidade de correção de movimentos sazonais.

Quanto às projeções balizadoras para o País, descritas no item 7.2.2, tem-se a seguinte alocação nos quatro cenários: ao cenário Estagnação, alocaram-se as perspectivas de variação populacional de baixo crescimento da ONU; as projeções de alto crescimento da ONU foram alocadas ao cenário de Aceleração; já as projeções do IBGE foram atribuídas ao cenário de Retomada; por fim, ao cenário Moderado alocaram-se pequenas variações à projeção do IBGE, compondo-se assim um rol de possibilidades demográficas para a região de interesse.

Sublinha-se, com a alocação das projeções demográficas aos cenários conceituados basicamente pela componente econômica, a intrínseca interação entre as dinâmicas demográficas e econômicas. Tomando-se o bioma Cerrado como recorte territorial, tem-se em geral situações de baixa densidade demográfica se comparadas às demais regiões do País. O contraste entre a pequena população em tão vasto território está, claramente, associado ao histórico de ocupação herdado de um passado extrativista (minerário) e de ocupação extensiva da pecuária. Atualmente, a ocupação se associa fortemente ao processo contemporâneo de modernização do agronegócio nacional.



O desenvolvimento do setor primário da economia forma um conjunto de ações sobre o território que visa produzir a estrutura adequada para permitir ganhos em competitividade - levando consigo ocupações humanas a se adensarem e a modificarem seu perfil - de tradicionais ocupações para centros de serviços polarizados e alocados de acordo com a malha logística. Essa relação entre o desenrolar econômico e demográfico está espelhada nas projeções demográficas exógenas para a RSE-TO, que podem ser observadas na Figura 179.

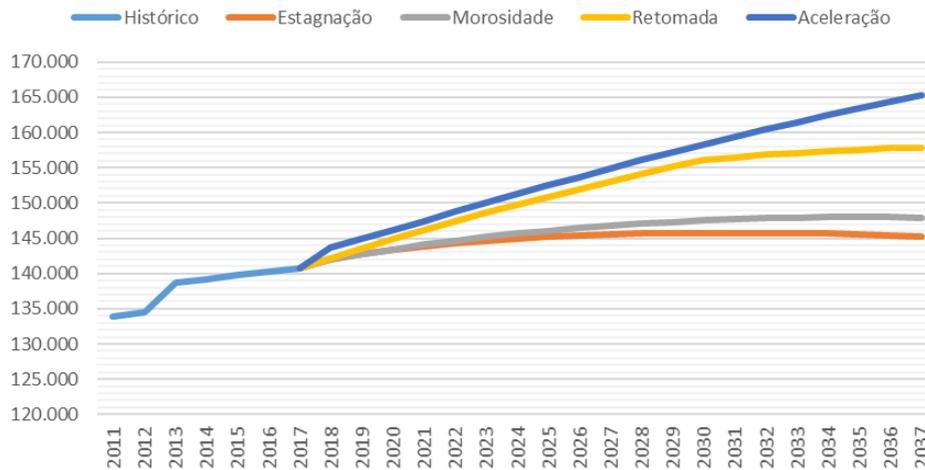


Figura 179. Projeções para a população total da RSE-TO (habitantes).

Fonte: Elaboração do Autor. a partir de IBGE (2017).

Nota-se que a faixa de variabilidade entre o cenário de Estagnação e Aceleração é grande, porém muito menos intensa do que para os resultados econômicos. Isso ocorre porque há um maior grau de determinismo demográfico, espelhado pelas projeções do IBGE e da ONU, sobrepostas à uma região que apresenta incrementos de população recente. Essa diferença, em 2037, é de 14%, representando uma população de no mínimo 145 mil habitantes e, no máximo, de 165 mil.

Os cenários demonstram os possíveis desdobramentos de um agravamento das tendências recentes, variando pelo contexto de cada um dos alternativos. Importante frisar que a linha azul clara que traz o “histórico” populacional demonstra, de fato, estimativas realizadas pelo IBGE. Afinal, não há contagem populacional além das informações censitárias (1991, 2000 e 2010).

7.3 Forçantes endógenas

As forçantes exógenas, derivadas no capítulo anterior, partem de expectativas de modificação nos grandes agregados brasileiros (de população e de produção econômica) e se sobrepõem ao território da RSE-TO. Ao assim fazê-lo, desconsideram tendências advindas de atividades econômicas de âmbito local. Dessa forma, o presente capítulo tenta capturar estas especificidades locais, trabalhando-se as microdinâmicas diretamente ao nível das atividades econômicas identificadas pelo capítulo de Diagnóstico como as mais relevantes para este território, tendo em vista seus rebatimentos nas demandas hídricas.

O primeiro passo para tal é a identificação de vetores de transformação econômica e demográfica locais. O segundo passo é a graduação e quantificação destas transformações antevistas, com base no contexto de cada cenário e com técnicas próprias de cenarização, apostas no capítulo de metodologia.

Com base neste contexto, as especificidades locais são quantificadas e discutidas para o seguinte conjunto de atividades, sempre auferido ao nível de município:

- Demografia: diferenças entre a população urbana e rural;
- Economia do 1º Setor: área sobre agricultura e sob agricultura irrigada; rebanhos animais; aquicultura;
- Economia do 2º Setor: atividades industriais agregadas
- Economia do 3º Setor: serviços agregados

Os próximos itens identificam os vetores de transformação da RSE-TO e apresentam os passos metodológicos para a composição dos cenários na forçante endógena. Na sequência, os resultados das projeções por atividade são apresentados.

7.3.1 Vetores de transformação da RSE-TO

- **Rebatimentos da dinâmica demográfica**

Os aspectos demográficos nacionais já pontuados continuarão a influenciar o Estado do Tocantins e na RSE-TO na forma de intensificação da notável transformação social observada entre 2000 e 2010. Antevê-se a continuidade da transformação da rede urbana decorrente dos novos padrões demográficos, pois locais quase que exclusivamente agrícolas e com predomínio de mão-de-obra familiar, passam a se dividir em: i) poucos locais com predomínio urbano, concentradores de serviços a nível microrregional e, por consequência, maior dinamismo econômico com absorção de mão-de-obra mais técnica; contra ii) muitos locais de baixo dinamismo econômico e decrescentes densidades demográficas.

Nesse contexto, há uma inevitável interação entre as dinâmicas demográfica e econômica. Uma das manifestações mais diretas dessa inter-relação se dá pelos movimentos de êxodo e adensamento, claramente vinculados ao dinamismo de uma economia e paralelos à própria dinâmica demográfica, pois trata do movimento das pessoas, e não de suas características demográficas.

Muito embora a leitura das pirâmides etárias permita inferir o comportamento da população em cada uma de suas faixas etárias por diversos anos futuros, pois há bastante previsibilidade no desenrolar da demografia, contextos de mundo tão distintos quanto os ilustrados pelos cenários da dinâmica econômica remetem a diferentes trajetórias de adensamentos demográficos ao longo do território em análise.

Uma região que se adensa, pode estar assim o sendo devido à atração de mão-de-obra, por exemplo. Passa a sofrer, então, maiores demandas por serviços e equipamentos públicos e, como em um repente, passa também a enfrentar problemas com mobilidade e segurança pública, cocriações do crescimento que não se faziam perceber na situação imediatamente



anterior. Essa demanda por mão-de-obra pode ser tanto oriunda de um grande projeto de investimento como fruto da polarização da população, que tende a se concentrar justamente no entorno de locais já adensados (fenômeno conhecido e utilizado para projeções como atração gravitacional^[26]).

O adensamento populacional no entorno de grandes concentrações se faz mais notável em meio urbano. O país, novamente como agregado maior das tendências demográficas, apresenta claro adensamento populacional nos centros urbanos e sedes municipais. O Brasil de 1991 era 75,6% urbano, passando em 2000 para 81,2% e culminando em 2010 no grau de 84,4%.

Em que pese a distinção entre urbano e rural ser, na realidade, composta por um espectro de situações (que vão desde cidades adensadas até situações peri-urbanas e sedes distritais com um “centro” comercial e populações espalhadas ao redor, porém a ela conectadas), é inegável a tendência à urbanização. No Estado do Tocantins, os dados censitários de 2000 e 2010 revelam uma população que passou de 74,61% urbana para 78,80%; na RSE-TO, a evolução foi ainda mais marcante, passando de um grau de 61,87% para 71,75%.

Nesse sentido, a sede municipal passa a ser central na organização de uma rede urbana mais ampla que articula os espaços local e regional próximos ao espaço nacional e mesmo internacional e por meio da qual se projeta a infraestrutura de acesso e uso do território e de seus recursos naturais e das diversas redes sociais e técnicas nele contidos.

Nota-se como fulcral na dinâmica populacional da RSE-TO a compreensão do papel dos centros urbanos frente à agricultura moderna. Afinal, esta atividade, antes de perfil quase que exclusivamente familiar e de pequena escala, ganha contornos globalizados e uma articulação crescente entre as cidades e o campo e, portanto, entre as atividades econômicas aí localizadas. Com efeito, a agricultura passa a ser cada vez mais vinculada aos sistemas produtivos industriais, criando um espectro entre o campo e os centros urbanos que perpassa desde o fornecimento de insumos, até o de máquinas, equipamentos modernos e sistemas de telecomunicações e informática para aplicação na agricultura.

Essa estrutura de serviços e suprimentos que atendem aos sistemas produtivos agrícolas que podem ser classificados como de agricultura moderna acaba sendo absorvida por cidades-polo, que passam a abrigar atividades diretamente ligadas às atividades agrícolas circundantes e que dependem, segundo graus diversos, dessas atividades. Nas regiões agrícolas, é o campo que comanda a vida econômica e social do sistema urbano. Pode-se antever a ocorrência de polarizações na RSE-TO fruto de locais cuja urbanização se deve à expansão do agronegócio, formando-se cidades nas quais a função principal se associa às demandas produtivas do agronegócio globalizado, e onde se realiza a materialização das condições gerais de reprodução do capital. Por outro lado, vazios demográficos permanecem

^[26] Em analogia à Lei da Gravituação de Newton, advém do fato de se considerar as populações em cada local como “massas”, a densidade populacional como indicador de todos os fatores de atração populacional, e a distância como fator restritivo a essa atração. Os modelos gravitacionais são amplamente utilizados para estimar e comparar as potencialidades de atração populacional entre locais distintos, notadamente em aplicações que estudam a localização ótima de shopping centers, hospitais ou equipamentos urbanos. São também utilizados em estudos de alternativas locais de empreendimentos habitacionais.

intensos nas demais regiões, que abrigam populações menores e sem dinamismo próprio, cuja estrutura de serviços é basicamente calcada no setor público.

- **Demografia e áreas rurais**

O resultado das dinâmicas demográficas, especialmente da população rural, incita uma discussão sobre o perfil dessa ocupação, que atualmente é ainda focado no pequeno agricultor. Segundo os estudos socioeconômicos do Zoneamento Ecológico Econômico Estadual (SEPLAN-TO, 2016a) 76% do total dos estabelecimentos rurais tocaninenses são classificados como da agricultura familiar; no entanto, apenas 19% da área total dos estabelecimentos do Estado é ocupada por este perfil de agricultura. Os demais estabelecimentos não familiares, ou seja, aqueles acima de 320 hectares, somam 81% da área total de estabelecimentos do Estado. Apesar disso, predominam estabelecimentos rurais entre 20 e 50 ha, perfazendo 15.204 unidades, de um total de 53.304 estabelecimentos.

Tomando-se a soja como exemplo da agricultura moderna, tem-se em seu perfil um interessante comparativo com as quantidades de agricultores de pequeno porte e características familiares: são médios agricultores, que cultivam entre 500 a 1.000 hectares de áreas plantadas, principalmente famílias vindas de outros estados e também por grupos empresariais (de acordo com o documento intitulado Perfil do Agronegócio Tocantinense, SEPLAN-TO, 2016b).

Em paralelo à tendência de migração da população rural e a expansão na delimitação de manchas urbanas, nota-se uma consolidação de propriedades rurais, novamente atendendo aos anseios da agricultura moderna. Pequenos e médios proprietários rurais têm suas propriedades valorizadas para o cultivo de commodities agrícolas, mas não sob seu próprio sistema produtivo. Para tanto, a comercialização das terras se torna uma alternativa viável, inclusive para compensar a perda da mão-de-obra familiar, como já observado no capítulo sob a dinâmica demográfica.

Eis que não são poucos os esforços dos governos Federal e Estadual para fomentar a permanência e geração de riqueza no meio rural. Podem-se citar, alguns destes:

- Programas Federais do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento: Apoio ao Desenvolvimento do Setor Agropecuário; Apoio ao Pequeno e Médio Produtor Agropecuário; e Desenvolvimento Sustentável do Agronegócio.
- Programas Federais do Ministério do Desenvolvimento Agrário: Assistência Técnica e Desenvolvimento Rural na Agricultura Familiar; Desenvolvimento Sustentável de Projetos de Assentamentos; Desenvolvimento Sustentável de Territórios Rurais; Garantia Safra; e Territórios da Cidadania.
- Programas Estaduais da Secretaria da Agricultura e Pecuária: Agropecuária Sustentável, Abastecimento e Comercialização; Agroindústria; e Infraestrutura Hídrica para Irrigação e Usos Múltiplos (este último em conjunto com a Secretaria de Infraestrutura).
- Programa Estadual do Instituto de Desenvolvimento Rural do Estado do Tocantins: Agricultura Familiar



Além destes, o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar - Pronaf tem participação expressiva no Estado - entre financiamentos e custos com agropecuária, somam o montante de 14.443 contratos, num total de R\$ 170,89 milhões financiados.

A leitura do resultado dos cenários alternativos para a população urbana e rural, em conjunto com os Programas supramencionados, evidencia que as diferenças regionais no crescimento populacional e na distribuição também diferenciada entre a população requerem políticas públicas distintas. Certamente os municípios mais rurais da RSE-TO, com baixa dinâmica urbana e dependência de serviços do setor público como motriz econômico, demandam um tipo de intervenção pública diferente das áreas mais urbanizadas.

- **Área rural e desenvolvimento econômico regional**

O que sublinha grande parte dos programas supramencionados é a relação do uso rural da terra com desenvolvimento econômico. De acordo SEPLAN-TO (2016b), uma estratégia a ser perseguida pelo Estado é a de incentivar o pequeno e médio produtor rural para focar - com sua expertise e capacidade de produtiva aprimorada - no abastecimento do mercado doméstico, inclusive por meio de produtos de maior valor agregado, como frutas. Já o segmento empresarial, que concentra a maior quantidade de área agricultável, focaria em suprir a crescente demanda do mercado mundial, fazendo uso assim de maiores aportes tecnológicos.

Ainda segundo o citado documento, o agronegócio pode ser visto por três eixos complementares, que em conjunto garantem o sucesso do uso das atividades primárias como motriz econômico para o Estado do Tocantins:

- Negócios agrícolas - que são os produtores rurais, que vão desde pequenos a grandes produtores, englobando pessoas físicas e jurídicas;
- Negócios a montante da agropecuária: representados pelas indústrias e comércios, que fornecem insumos para a produção rural, tais como fabricantes de implementos agrícolas, fertilizantes;
- Negócios a jusante da agropecuária: trata de toda a logística para que o produto chegue às mãos do consumidor final, como na compra, transporte e beneficiamento dos produtos agropecuários.

Para alcançar o almejado desenvolvimento paralelo dos três eixos, é necessário o arranjo de uma cadeia do processo produtivo que envolva o produtor rural, o governo, os fornecedores de insumos, os frigoríficos, os laticínios e o consumidor final - tudo isso permeado por uma malha logística que dê suporte às atividades. Segundo SEPLAN-TO (2016b), o valor gerado em cadeia pela agro industrialização representa aumento potencial de 22,5 vezes em relação às práticas agrícolas sem encadeamento.

Por Hirschman (1961), compreende-se que o caminho mais eficiente de crescimento deve de fato ser aquele que possa combinar os efeitos de encadeamento para montante e jusante - o encadeamento para montante sendo fruto de crescimento autônomo de um determinado setor, motivado basicamente por causa de um novo investimento ou pelo aproveitamento da

capacidade produtiva previamente existente. Esse encadeamento induz o crescimento de outros setores a ele relacionados, devido principalmente as pressões de demanda. Quanto aos encadeamentos para jusante, o motivo de sua ocorrência é a existência de um aumento da produção de um determinado fator que provoca a elevação da produção de outros setores em virtude do excesso de oferta do produto do setor inicial.

Analisando a questão do encadeamento produtivo ancorado no setor primário, Rippel (1995) argumenta que este processo ocorre pela natureza de algumas atividades de produção ou serviços, em gerar um efeito dinâmico sobre a economia de certas regiões, fato que é para a implantação e consolidação de novas atividades e também a um processo de acumulação de capital cada vez mais amplo, através de novos investimentos e da busca de mercados consumidores potenciais ou consolidados.

Para tal, há necessidade de pré-requisitos estruturais, dentre os quais podem ser citados: a) recursos naturais, notadamente condições de solo e água; b) infraestrutura econômica adequada, como disponibilidade de energia elétrica e conexões logísticas; c) existência de recursos humanos devidamente treinados e preparados; d) capacidade administrativa e gerenciadora; e) capacidade de geração de novas tecnologias, principalmente via investimento em pesquisa e desenvolvimento.

A agregação de valor à cadeia produtiva da pecuária pode ter início com a instalação de um frigorífico, por exemplo. Este pode motivar, dadas as condições adequadas (listagem acima), o surgimento de empresas correlatas, como curtumes, fábricas de calçados, cutelaria, embalagens, fábrica de rações e tantos outros que utilizam subprodutos da empresa estratégica. Como historicamente o setor secundário gera os maiores efeitos em cadeia por agregar valor e gerar empregos, é natural que o setor terciário acompanhe a evolução do crescimento da indústria, com a provisão de serviços de alojamento, alimentação, seguros, combustível e tantos outros que seguem - educação e saúde sendo os mais notáveis.

A geração de riqueza, a renda e a arrecadação de impostos no setor de comércio e serviços ganham impulso com a riqueza gerada no campo e na indústria a ele associada, movimentando a economia de forma mais ampla e atingindo vários setores. Uma parte representativa da movimentação comercial no Estado do Tocantins está a serviço das atividades agropecuárias, envolvendo máquinas agrícolas, fertilizantes, calcário, sementes, veículos e outros, como demonstram as redes de serviços que se fazem notar em algumas cidades como Araguaína, Palmas, Porto Nacional e Gurupi. Será possível vislumbrar Dianópolis, Paranã ou Taguatinga como novas cidades-polo de comércio e serviços voltados ao atendimento das agroindústrias?

Embora não caiba uma avaliação da existência e/ou do nível dos pré-requisitos nos municípios da RSE-TO, deve-se atentar para os anseios do Estado em estabelecer tais encadeamentos na região, ancorados na agropecuária. Esta leitura se faz clara pelo documento SEPLAN-TO (2016b), onde se coloca a sustentabilidade da atividade agropecuária como forma não apenas de remunerar o proprietário rural, mas também de permitir a manutenção e o adequado manejo dos recursos naturais existentes na propriedade rural.



Para tanto, o citado instrumento sugere a instalação de Polos de Produção como estratégia que estimule o estabelecimento de parcerias público-privadas para motivar o encadeamento produtivo, visando o desenvolvimento regional e do setor. As propostas perpassam investimentos em indústrias-chave como esmagadoras de grãos, indústrias produtoras de ração animal, frigoríficos de suínos, frangos, bovinos e peixes, além de indústrias de alimentos processados como presuntos e lácteos.

Uma das razões que estrutura a estratégia de desenvolvimento agroindustrial em cadeia por meio de polos de produção é devido à existência de manchas de solos aptos para cultivo de grãos e pastagem de forma pulverizada pela RSE-TO. A possibilidade de se condensar áreas produtivas que hoje ocorrem de forma dispersa atende à lógica do encadeamento, e facilita o aporte de infraestrutura econômica básica, como logística, energia elétrica e, em especial para a RSE-TO, água para irrigação. Estas características diferentes marcam a necessidade de se terem encadeamentos para fomentar a agregação de valor e a geração de efeitos em toda a economia local.

Os estudos do Zoneamento Ecológico Econômico do Estado do Tocantins, em documento intitulado *Uma Indicação de Potencial de Uso das Terras do Tocantins* (SEPLAN-TO, 2010), compilam referencial para a localização de projetos agropecuários, assentamentos rurais e de infraestrutura para o Estado. A RSE-TO contém, sinteticamente, cinco classes, abaixo resumidas:

- Ao leste da Região, pequena porção ao redor de Dianópolis e Novo Jardim, classe AP6 em região fitoecológica de Cerrado: terras sem limitações significativas para produção sustentada de culturas de ciclo curto, praticamente não exigindo aplicação de capital.
- Ao sudeste da Região, próximo à Aurora, Combinado e Novo Alegre, classe AP4 em região de floresta estacional: terras com limitações moderadas a fortes para a produção sustentada de culturas de ciclo curto, podendo exigir alta aplicação de capital.
- Ao norte da Região, ao redor de Almas, classe AP8 em região fitoecológica de Cerrado: terras com limitações moderadas a fortes para produção sustentada de culturas de ciclo curto, podendo exigir alta aplicação de capital.
- Toda a porção oeste da Região, cobrindo os municípios de Paranã, Conceição do Tocantins, Taipas do Tocantins e Ponte Alta, classe AP9 em região fitoecológica de Cerrado: terras com aptidão para pastagem plantada e lavoura, com limitações moderadas a fortes para produção sustentada de culturas de ciclo curto, podendo exigir alta aplicação de capital.
- Ao norte e extremo leste da Região, abrangendo Natividade e Almas para o norte e Taguatinga e Ponte Alta ao leste, classe AP12 em região fitoecológica de Cerrado: terras aptas para pastagens naturais, com também natural baixa a média intensidade de produção.

A execução da estratégia de se criar e/ou potencializar Polos de Produção, pode-se concluir, manterá um certo determinismo locacional. Trata-se de importante conclusão para se projetarem os polos no futuro.

- **Atividades agropecuárias**

O total de área plantada na RSE-TO é de 86.509 ha, o que equivale a 11,83% da área plantada com lavoura temporária no Estado do Tocantins. Deste total, 3,83% é ocupado por cultivos de cana-de-açúcar e 60,29% por soja. A produção de soja a 12,55% da produção estadual, enquanto a de cana-de-açúcar é de 12,09%. Dianópolis, Santa Rosa do Tocantins, Chapada da Natividade, Arraias, Taguatinga e Pindorama do Tocantins são responsáveis por 34.960, 18.505, 7.638, 5.000, 3.940 e 2.405 ha desse total. Como pode ser visto no relatório de Diagnóstico dos Recursos Hídricos, apenas pequena parte desse montante é irrigado.

A agricultura moderna se divide em duas grandes atividades: soja e fruticultura. Nesse âmbito, cabe ressaltar o aumento da produção de soja: na década até 2016, a RSE-TO passou de uma área cultivada de 38,80 mil hectares para 137,25 mil, ou seja, um acréscimo de 254%. Os municípios de destaque são Almas, Chapada da Natividade, Dianópolis, Santa Rosa do Tocantins, São Valério da Natividade e Silvanópolis. Em Arraias, encontra-se a única destilaria de álcool da RSE-TO, que motivou até 2013 o plantio de 3,3 mil hectares^[27].

Segundo as expectativas trazidas por Jardim (2016), os produtos que deverão ter maior expressividade em termos de potencial de crescimento para os próximos anos continuam sendo: soja em grão, carne de frango, carne suína, algodão, cana-de-açúcar e silvicultura - em um olhar estadual. A autora atenta que o mercado interno e a demanda internacional serão os principais fatores de crescimento para a maior parte desses produtos, alertando, contudo que o potencial só se tornará efetivo com investimentos massivos em pesquisa e tecnologia, bem como em logística e infraestrutura.

Destacam-se também a agricultura tipicamente tradicional, com cultivos de arroz, milho e mandioca. A pecuária faz parte do rol produtivo de toda pequena propriedade, com foco na bovinocultura e avicultura. A criação de gado está entre as principais atividades econômicas do Estado, não apenas da RSE-TO. Em 2015, Tocantins contava com 7,5 milhões de hectares de pastagens e com um rebanho de 8,18 milhões de cabeças. As raças GIR (corte e leite) e Nelore (corte) se destacam, representando 86%, aproximadamente, do rebanho total. Há notável concentração ao longo do eixo norte-sul formado pela BR-153: 70% do rebanho bovino e 75% das pastagens.

No tocante ao plantel bovino, a RSE-TO contribui com 11% do total estadual, possuindo isoladamente valor próximo de 1 milhão de reses. Os municípios de Arraias, Taguatinga, Paranã, Natividade, São Valério, Pindorama do Tocantins e Aurora do Tocantins são os maiores detentores de rebanhos bovinos.

A pecuária se manifesta em diferentes modalidades, conforme a localização dos rebanhos: próxima aos grandes centros, possui um caráter mais leiteiro; nas áreas próximas aos

^[27] Após o ano de 2013, entretanto, a área plantada em Arraias com cana-de-açúcar caiu para 500, 300 e 200 hectares, respectivamente em 2014, 2015 e 2016. Segundo notícias locais, a Usina pode ter requisitado Recuperação Judicial, fato este que motivou a brutal queda na produção.



abatedouros, é mais voltada ao corte; e nas regiões mais remotas, apresenta caráter de subsistência e de reserva de valor para o pequeno proprietário.

Em um desenvolvimento um tanto mais recente, a criação de peixes em tanques escavados e em reservatórios vêm ganhando espaço no Estado do Tocantins, embora ainda se manifeste mais timidamente na RSE-TO. Segundo levantamento de campo da Seagro-TO (2016), dos dez laboratórios que produzem comercialmente e regularmente as formas jovens de peixes (larvas, pós-larvas, alevinos e juvenis), dois localizam-se na área de interesse (nos municípios de Almas e Taipas do Tocantins)^[28].

O município de Almas também concentra uma das duas fábricas de ração no Estado (a outra em Tocantinópolis). Esta fábrica se dedica à produção exclusiva ao projeto Tamborá. Almas também conta com outro empreendimento de aquicultura, o Piracema. Ambos na bacia hidrográfica do rio Manuel Alves de Natividade, são constituídos de barragens construídas no leito dos cursos de água ou em drenagem secas. Em visita de campo, verificou-se planos de expansão em 25% da área inundada do projeto Piracema (atualmente de 120 hectares).

As expectativas para a região em relação à atividade da aquicultura abrangem os municípios de Dianópolis e Taipas por meio da produção de alevinos e criação em tanques-rede nas PCHs do rio Palmeiras e do projeto Manuel Alves, além de pequenos açudes e viveiros. Já o município de Natividade deve ter acréscimo em seus viveiros escavados, pequenos e médios açudes.

A última atividade do setor primário a ser explorada é a da silvicultura: embora a participação histórica com produtos oriundos dos reflorestamentos no Estado do Tocantins seja pequena na produção nacional, dados mais recentes e detalhados indicam um crescimento expressivo da área de florestas plantadas. De acordo com a Seagro-TO (2012), estima-se uma área total plantada de mais de 83.000 ha de florestas até 2011, incluindo pelo menos 11 espécies florestais: eucaliptos, seringueira, teca, neem indiano, acácia, paricá, pinus, pequi, mogno, pupunha e cedro mara.

A RSE-TO não concentra plantios expressivos de florestas comerciais, mas uma das regiões de destaque em termos Estaduais é justamente ao norte desta área. Os municípios de Natividade, Conceição do Tocantins e Paranã concentram algum plantio, mas que não refletem uma vasta ocupação de área. A atividade silvícola de espécies comerciais voltadas ao papel e celulose, como o pinus e o eucalipto, demandam indústrias deste setor em raios máximos de 200 km. Isso ocorre devido ao custo de transporte, de forma bastante similar aos plantios de cana-de-açúcar que demandam usinas próximas. Por esse fato, os plantios comerciais na RSE-TO, haja vista a falta de perspectivas para a instalação de uma planta de papel e celulose na área, são condicionados às espécies com alto valor agregado para madeira, porém que ocupam pequenas áreas-nicho.

^[28] Os demais localizam-se nos municípios de: Ipueiras, Porto Nacional, Araguatins (duas unidades), Palmas, Brejinho de Nazaré, Wanderlândia e Crixás. Com essa base produtiva, o Estado do Tocantins é exportador desta forma jovem de peixes, principalmente para os estados circunvizinhos tais como Maranhão, Pará, Goiás e Mato Grosso.

- **Demais atividades econômicas**

Como já fora abordado, as atividades agrícolas acabam por gerar desenvolvimentos em outros setores, como é o caso da extração e beneficiamento de insumos agrícolas. Um dos principais insumos para a viabilidade da produção de culturas de ciclo curto de forma intensiva na região de Cerrado do Oeste Baiano, fronteira leste da RSE-TO, é o aporte de calcário para a correção da acidez natural do solo.

Uma das regiões que aproveitam da ocorrência desse minério é justamente a área de estudo, que se caracteriza como a maior produtora e exportadora estadual do calcário agrícola. Natividade e Taguatinga concentram 50% dos empregados em indústrias extrativas no Estado, principalmente na extração de minerais para fabricação de adubos e fertilizantes, extração de areia, cascalho e pedregulho e também trabalhando na área de beneficiamento do calcário e da dolomita (SEPLAN-TO, 2016a).

Os municípios que mais concentram mineradoras são: Almas (uma empresa de cerca de 40 funcionários); Natividade (quatro empresas e cerca de 150 funcionários); Taguatinga (cerca de 70 funcionários); e Dianópolis (uma empresa de cerca de 40 funcionários). Não apenas a cal e a dolomita são exploradas, mas também metais preciosos (especialmente em Natividade). Em visita de campo, verificou-se uma nova mineradora em implantação, no município de Chapada da Natividade, para explorar ouro.

A RSE-TO não se destaca em demais empreendimentos industriais, em parte por estar fora do eixo que estrutura o Estado do Tocantins de norte a sul ao longo da BR-153 (ver item sobre logística, na sequência). Nota-se que o estado sempre contou com incentivos diversos para a instalação de indústrias, como isenção de 30% do ICMS para a ampliação da capacidade produtiva de unidades industrial, agroindustrial, comercial atacadista e turística (SEPLAN-TO, 2016a).

Além deste, o Programa de Industrialização Direcionada também oferece uma gama de incentivos. Segundo relatório da Seplan-TO (2016a), a instalação de novas usinas de cana-de-açúcar e de empresas esmagadoras e processadoras de soja devem manter relação com estes programas. Da mesma forma que ocorreu no município de Pedro Afonso, com a recente instalação de uma usina de açúcar e álcool na porção norte do Estado, poderá ocorrer com a RSE-TO.

Tal como já abordado pelo relatório de Diagnóstico Socioeconômico da presente contratação, o setor de comércio e serviços não é dinâmico. Reflete, principalmente, as demandas do setor da administração pública que chega a participar com mais de 75% do valor adicionado do setor terciário, como é o caso nos municípios de Aurora do Tocantins, Lavandeira, Novo Alegre, Novo Jardim, Paranã, Pindorama do Tocantins, Ponte Alta do Bom Jesus, Porto Alegre do Tocantins, Rio da Conceição, São Salvador do Tocantins e Taipas do Tocantins.

Não obstante a situação atual, há um grande e pouco explorado potencial de desenvolvimento de turismo com o motivo das exuberantes Serras Gerais. Segundo Seplan-TO (2016a), Dianópolis, Natividade, Paranã, Almas e Taguatinga se destacam por serem cidades antigas que abrigam casarios, igrejas, ruínas e cultura popular, que pode ser vivenciada nas festas religiosas e na culinária típica. A exploração ecoturística das paisagens naturais de cerrado,



de cânions e rios de águas esmeralda poderá tardar, mas certamente ocorrerá, agregando demandas de serviços de hospedagem, alimentação e tantos outros trazidos por este pujante setor de turismo.

- **Projetos de desenvolvimento agrícola**

De acordo com Seplan-TO (2016b), existem cinco projetos de irrigação que caminham rumo à implantação dos denominados Polos de Produção na RSE-TO. Destes cinco, apenas um está parcialmente implantado, enquanto que os demais devam vir a ocorrer no futuro próximo (em ritmos que dependem, sem dúvida, do contexto de mundo ilustrado por cada um dos cenários).

- Aproveitamento da barragem do rio Manuel Alves para produção agrícola por meio do Distrito de Irrigação do Perímetro Manuel Alves - DIMA, no município de Dianópolis e Porto Alegre. O distrito, que iniciou há poucos anos suas atividades, deve atingir no curto prazo uma área irrigada de 3,79 mil ha, chegando no longo prazo em sua capacidade plena, de 20 mil hectares irrigados. O DIMA destina-se ao plantio de banana, maracujá, mandioca, milho, tomate, abóbora, coco, mamão, cana-de-açúcar, goiaba e pupunha. Além do uso para agricultura, a barragem deverá promover a exploração da piscicultura intensiva no reservatório e a instalação de uma PCH com potência de 9 MW;
- Aproveitamento da barragem do rio Arraias, no município homônimo, para o desenvolvimento da agricultura irrigada da região e o abastecimento da cidade de Arraias. Também contemplando usos múltiplos, a barragem deverá contar com ecoturismo, atividades de lazer, piscicultura e a geração de energia com a instalação de uma PCH. O aproveitamento hidroagrícola do barramento será feito em função da disponibilidade de solos irrigáveis de cerca de 1,5 mil ha para a fruticultura de abacaxi, mamão, banana, coco e maracujá;
- Aproveitamento da barragem Chapada da Natividade, no município homônimo, atendendo a este município e ao município de Natividade, por meio da criação do Polo Agroindustrial de frutas tropicais, para o beneficiamento (produção de polpa de frutas), armazenagem e comercialização. A área irrigável total é de 6,74 mil ha, além de geração de energia elétrica (4 MW);
- Aproveitamento do reservatório UHE de Peixe-Angical, no rio Paranã, pelo Projeto Hidroagrícola Paranã, situado a jusante do município homônimo. A área do empreendimento é interligada pela malha viária em direção à Capital. Prevê-se que outros municípios limítrofes possam ser beneficiados, pois a região apresenta solos aptos para culturas permanentes. O projeto de irrigação previsto tem 5,0 mil ha;
- Aproveitamento da barragem do rio Palmeiras (ainda em estudo), para beneficiar os municípios de Taipas do Tocantins e Conceição do Tocantins, com área agrícola irrigada ainda indefinida.

Todos estes projetos (incluindo as novas fases do DIMA) ilustram o contexto de se criarem municípios polo de desenvolvimento na RSE-TO por meio do encadeamento produtivo

agrícola. O Programa de Perenização das Águas do Tocantins (Propertins) embute o anseio de tornar permanente a disponibilidade hídrica em diversas bacias hidrográficas da RSE-TO com vistas a subsidiar o desenvolvimento da fruticultura na região. Os métodos de irrigação que deverão ser utilizados são a microaspersão, aspersão convencional e gotejamento, eficientes no uso do recurso.

A implantação da totalidade dos projetos apenas descritos demanda recursos financeiros que, por sua vez, estão condicionados aos estados de mundo futuro antevistos pelos quatro cenários. Dessa forma, tem-se que no cenário de Estagnação, a concretude destes desenvolvimentos ocorre apenas no longo prazo. Já no cenário de Aceleração, a implantação se dá de forma mais célere, iniciando muito antes a produção de riquezas locais. Nos demais cenários, a temporalidade ocorre de acordo, sendo que o Morosidade traz prazos mais longos do que o cenário de Retomada. A implicação da implantação destes empreendimentos se faz notar em seu rebatimento pelo próprio recurso hídrico, como será visto no capítulo respectivo (3).

- **Infraestrutura de transporte**

Outro aspecto fundamental ao se perscrutar o futuro da RSE-TO é quanto ao aporte da infraestrutura econômica de transporte. Afinal, o encadeamento produtivo visa atender ao mercado cada vez mais globalizado, impondo a necessidade de não apenas conjugar o uso de tecnologias adequadas às condições naturais ao perfil da produção almejada, mas também de receber insumos e escoar produtos de forma competitiva. Apenas ao se aliar o agronegócio (moderno e globalizado) às condições adequadas de transportes que se podem surgir regiões agrícolas com encadeamentos produtivos a montante e a jusante. Estes Polos de Produção demandam, afinal, um conjunto de máquinas, implementos e insumos modernos para a atividade agropecuária, como também o aumento da fluidez nos transportes e na comunicação, isto é, da logística de deslocamento, transbordo e entrega da produção, dentro de um conjunto de atividades agroindustriais, comerciais e de serviços mediadas, em grande parte, pelos centros urbanos regionais.

Há, no estado do Tocantins, uma expressiva relação entre a disponibilidade de infraestrutura rodoviária e a dinamização econômica - sendo justamente o eixo central norte-sul, aquele melhor dotado de infraestrutura rodoviária, onde estão localizados os municípios com maior desenvolvimento econômico (SEPLAN-TO, 2016a). Ao longo da BR-153 (Rodovia Transbrasiliana) concentram-se os municípios com o maior nível de industrialização e com os melhores PIBs e IDHs municipais do Estado.

Em sendo a BR-153 importante indutora do crescimento e desenvolvimento do Estado, nota-se que toda a malha viária a ela interligada contribui para a expansão das atividades econômicas, principalmente a produção agropecuária em larga escala. Ou seja, a BR-153 tem relação direta com o desenvolvimento do agronegócio no Estado, na medida em que garante o escoamento da produção agropecuária, com destaque para a produção de soja, carne e milho. Segundo Seplan-TO (2016a), a comercialização de carne bovina (tanto para o exterior como para mercados da Região Nordeste do País) foi viabilizada pela rede viária para



escoamento, e seu fortalecimento está vinculado à melhoria da BR-153 e das vias coletoras, que condiz justamente com as áreas de pastagens para criação bovina no Estado.

A RSE-TO, no entanto, apresenta notada precariedade no sistema viário, com largas áreas aptas à pastagem natural e plantada, porém com “vazios viários”. Esta situação ocorre justamente pela Região estar fora do eixo longitudinal que estrutura o Tocantins. Afinal, das rodovias estaduais que ligam as cidades de Palmas e Porto Nacional à BR-153 e aos demais municípios do interior da RSE-TO (com destaque a TO-387, TO-050, TO-485, TO-280, TO-130 e TO-040), predominam vias simples que, mesmo pavimentadas, carecem de manutenção adequada e conferem precariedade às ligações viárias.

Neste contexto, destacam-se os diversos municípios de baixa dinâmica demográfica e estagnação econômica, com predomínio de agricultura familiar e grande dependência de empregos gerados pela administração pública. Destaca-se, por exemplo, Taipas do Tocantins, cuja sede ainda se faz acessível apenas por rodovias não pavimentadas.

De forma contrária à situação atual, o aporte de infraestrutura de transporte deverá motivar novas conexões e possibilidades de dinamismo - justo por isso exigindo-se a devida cautela para que se contemple a conservação de ambientes naturais singulares, como muitos que permeiam as Serras Gerais. Afinal, baixo adensamento demográfico e baixo dinamismo econômico não necessariamente significa ausência de comunidades agroextrativistas adaptadas aos sistemas naturais e que apenas não produzem valores precificados a mercado - mas que claramente detém valor intrínseco.

Eis que no Estado se planejam aportar diversas novas ligações transversais, que deverão modificar os principais eixos de circulação do Tocantins e afetar em especial a RSE-TO. São eles:

- A ampliação da BR-010 (Rodovia Bernardo Sayão), que parte da capital federal em direção a Belém-PA, com 1.954 km de extensão. O trecho entre Silvanópolis e Natividade já é consolidado, mas a continuidade ao sul conectará de forma mais efetiva a região de Paranã, seguindo até Teresina de Goiás;
- A ampliação da BR-242 (Rodovia Milton Santos), que se estende do Estado da Bahia até Porto Artur, na BR-163 e possui 2.296 km de extensão. Em sua futura expansão para leste, nos municípios de Paranã e Arraias, ligará a dinâmica região produtiva do Oeste Baiano. Também atravessará as áreas de solo apto à produção de culturas de ciclo curto da RSE-TO, hoje dotadas de indústrias de beneficiando de calcário. A finalização desta ligação transversal conectará a Região de estudo à BR-135, estrutural paralela à BR-153.

As ligações rodoviárias projetadas deverão ainda sofrer ajustes em seus prazos de execução, pois o histórico recente demonstra atraso considerável na entrega das obras que compuseram os Planos de Aceleração do Crescimento - mesmo quando já iniciadas. Tem-se, nesse sentido, a associação da velocidade de implementação destas obras aos contextos de mundo trazidos pelos quatro cenários alternativos: afinal, em um contexto de Aceleração, onde há mudança estrutural econômica, o prazo de completude das obras se encurta ao máximo.

Situação oposta ocorre com o cenário de Estagnação, onde o retardo de cronogramas persiste.

Os planos de desenvolvimento ferroviário se encontram em situação similar^[29]: mesmo tendo ocorrido modificações à estrutura de administração ferroviária, as principais obras que atravessam e impactam a RSE-TO não estão operacionais^[30]. São elas:

- Ferrovia Norte Sul (EF-151): conectando Barcarena-PA ao Rio Grande- RS, a FNS detém a capacidade única de interligar as regiões brasileiras, tanto pela distância potencialmente percorrida, como por meio das diversas conexões projetadas às ferrovias novas ou ferrovias existentes. O trajeto corta o Cerrado desde a fronteira entre Tocantins e Maranhão até o norte de São Paulo. O plano é que, com seus mais de 4 mil km, a ferrovia se torne a espinha dorsal dos transportes ferroviários nacionais. Dentre seus objetivos de implantação, destaca-se o de induzir a ocupação econômica do Cerrado brasileiro por meio de alternativa mais econômica para os fluxos de carga para o mercado consumidor e a promoção de uma logística exportadora competitiva. O Tocantins deverá se beneficiar pela implantação de pátios multimodais, beneficiadoras de grãos, locais de transbordo e outros serviços correlatos, muito embora esse desenvolvimento ocorra ao longo do eixo já bem-desenvolvido entre os polos regionais de Palmas, Gurupi e Araguaína, uma vez que a ferrovia projetada consolida o eixo norte-sul por meio de traçado paralelo a rodovia BR-153;
- Ferrovia de Integração Oeste Leste (EF-334): conectará o litoral da Bahia, notadamente o porto de Ilhéus, passando pelas cidades baianas de Caetité e Barreiras até encontrar Figueirópolis-TO, onde conecta-se à EF-151. Dessa forma, a ferrovia estabelecerá alternativas mais econômicas para os fluxos de carga de longa distância produzidas na região do Oeste Baiano e da RSE-TO do Tocantins, proporcionando aumentar a produção agroindustrial da região, motivada por melhores condições de acesso aos mercados nacional e internacional;
- Ferrovia Diagonal EF-338: está planejada ferrovia de 885 km que cruzaria a área de estudo em sua porção norte-nordeste: seu entroncamento se dá ao leste com a EF-334, no município baiano de Luís Eduardo Magalhães, e finalmente com a EF-151 (Norte-Sul) em Porto Nacional-TO. Seu trecho pela RSE-TO teria como ponto de passagem o município de Dianópolis. Dada a protelação vigente dos planos de

^[29] Fonte: <http://www.transportes.gov.br/conteudo/56-acoes-e-programas/2814-pnlt-plano-nacional-de-logistica-e-transportes.html>

^[30] O Governo Federal lançou mão de diversas ações durante o ano de 2013 para fazer com que empreendimentos ferroviários tomassem forma e cumprissem as premissas de integração nacional e incremento de competitividade. O Ministério dos Transportes, por meio da VALEC, instituiu a política de livre acesso ao Subsistema Ferroviário Federal, voltada para o desenvolvimento do setor e promoção de competição entre os operadores ferroviários. As principais mudanças do setor envolvem: a) outorga separada para a exploração da infraestrutura ferroviária e para a prestação de serviços de transporte ferroviário; b) garantia de acesso aos usuários e operadores ferroviários a toda malha integrante do Subsistema; c) remuneração dos custos fixos e variáveis da concessão para exploração da infraestrutura; e d) gerenciamento da capacidade de transporte do Subsistema pela VALEC. Em resumo, cabe à VALEC fomentar as operações ferroviárias mediante diversas ações que almejam lançar o modal ferroviário para o século corrente, retirando os principais entraves da participação do capital privado no setor e deixando um papel estratégico de fomento, operação ou controle nas mãos do Governo, sem retirar de suas mãos a administração do sistema. Dessa forma, o modal irá deverá sofrer uma considerável expansão de sua capacidade de transporte juntamente com a integração das malhas e a interoperabilidade da infraestrutura ferroviária.



instalação da malha ferroviária nacional, dificilmente se antevê a implantação desse trecho, pois há notada concorrência com a própria EF-334.

O aporte ferroviário por meio da EF-334 deverá favorecer municípios ao longo dos novos eixos com a presença de pátios multimodais, como ocorre nos trechos existentes da EF-151^[31]. Antevê-se ainda o fomento aos municípios Polo de Produção, com destaque para as regiões de cultivo de soja e de pastagens plantadas da RSE-TO, pois na medida em que amplia as possibilidades de escoamento da produção mediante alternativas de baixo custo, as ferrovias devem dinamizar principalmente as atividades relacionadas ao agronegócio.

A dinamização do uso da terra em decorrência do desenvolvimento da malha ferroviária é distinta daquela que ocorre quando do aporte de rodovias. As rodovias, como já observado, favorecem fluxos locais de pessoas e bens e serviços, ancorando áreas urbanas e possibilitando a dinamização de pequenos centros. Já a malha ferroviária não favorece a concentração populacional e a dinamização de atividades comerciais ao longo de seu eixo. Não obstante, ocasiona uma expressiva alteração no uso e na ocupação da terra no meio rural do território, pois adiciona competitividade de transporte para toda uma hinterlândia.

Outro aspecto logístico de enorme importância - porém de desenvolvimento mais incerto - é a hidrovia do Tocantins-Araguaia. Eis aqui um elemento estruturante de grande proporção, capaz de dinamizar o Estado devido à sua vasta potencialidade de cobrir distâncias consideráveis à custos muito reduzidos. Tamanho é o impacto da implementação (ou não) do modal hidroviário para o Estado do Tocantins, que no Plano Estadual de Recursos Hídricos (SEMADES-TO, 2011) este foi um dos seis fatores condicionantes que serviram de orientação no processo de elaboração de cenários^[32]. A opção ou não pela hidrovia compunha um sistema dominante de infraestrutura de transporte na região, versus a outra opção (modais rodoviários e ferroviários).

De fato, há uma redundância entre os modais hidroviário e ferroviário no sentido de que ambos transportam cargas de grande volume e baixo valor agregado por longas distâncias - reduzindo custos de transporte de forma muito sensível. Mesmo assim, a navegação interior é a que maior detém potencial de redução de custos - segundo o Ministério dos Transportes, as hidrovias geram uma redução nos custos de 44% em relação ao ferroviário e de 84% frente ao rodoviário (MT-BR, 2010).

Houve um pequeno - porém intenso - movimento pró-hidrovias há cerca de um quinquênio, cujo auge foi a publicação do Plano Hidroviário Estratégico - PHE pelo Ministério dos Transportes (MT-BR, 2013). O Plano almejava destravar o potencial de navegação interior, adormecido no País que detém o maior sistema fluvial mundial. Foram seis os sistemas

^[31] A Ferrovia Norte-Sul tem seu maior trecho estruturado no Tocantins, com 859 km divididos em seis centros logísticos: Aguiarnópolis, Araguaína, Colinas, Guaraí, Porto Nacional e Gurupi. Todos são terminais multimodais com foco em commodities agrícolas.

^[32] Além da Hidrovia Tocantins-Araguaia, os demais fatores determinantes foram: projeções populacionais e distribuição populacional; pecuária, agricultura e irrigação (fatores de expansão); hidrelétricas (tendência consolidada); áreas protegidas e áreas ambientalmente sensíveis; e restrições de disponibilidade hídrica (sazonalidade e crescentes déficits).

hidroviários escolhidos como estruturantes para o setor, merecendo investimentos de curto e médio prazo. Um destes é justamente o sistema Tocantins-Araguaia^[33]:

- Sistema Hidroviário Tocantins-Araguaia: atualmente o rio Tocantins não possui navegação comercial. O Plano é a extensão desde Vila do Conde-PA até Miracema do Tocantins-TO. Três UHEs previstas para implementação no rio Tocantins, entre a barragem de Tucuruí e Miracema do Tocantins, deverão estar equipadas com eclusas. A relevância desse desenvolvimento para a RSE-TO seria consideravelmente alta, uma vez que a produção desta região e (principalmente) os grandes volumes de produção do oeste baiano poderiam ser exportados utilizando esta promissora rota de transporte. A Hidrovia Araguaia-Tocantins, em conjunto com a BR-153 e a ferrovia Norte-Sul, formariam o chamado *Corredor de Transporte Multimodal Centro-Norte* que ligaria as regiões mais produtivas de Mato Grosso aos portos do Maranhão e do Pará, justamente através do Tocantins.

A consolidação das hidrovias como uma opção de transporte significa para o Tocantins mais do que isso - estabelece um contraponto com a atratividade do sistema rodoferroviário, incentivando novos fluxos migratórios na direção oeste do Estado, ao longo do rio Araguaia, assim como motiva conexões transversais na direção leste do Estado, cruzando a área de interesse em conexão com o Oeste Baiano em direção ao eixo da BR-135.

O desenvolvimento do modal hidroviário interior é tarefa de longo prazo e que envolve vultuosos investimentos, além de compartilhamentos com outros setores, notadamente o setor hidrelétrico. Justamente por este último aspecto, o entusiasmo pela navegação interior foi decrescente - acompanhando, certamente, a conjuntura econômica restritiva que assolou os demais setores de infraestrutura de transporte do País. Não obstante o aspecto circunstancial, acredita-se que a opção pelo modal hidroviário foi suplantado pela opção rodo/ferroviária, haja vista as obras em curso desta última combinação em detrimento de evidências executivas relativas ao primeiro.

Sob o ponto de vista dos cenários, as estruturas de transporte implicam em modificações no uso e da ocupação da terra, cujos reflexos devem ser: a) ampliação das áreas de cultivo de culturas de ciclo curto com foco exportador (soja, cana-açúcar e milho); b) redução das áreas de pastagens para criação extensiva de gado, o que pode promover êxodo rural e decréscimo populacional de alguns pequenos centros urbanos diante da entrada do capital e da falta de condições do pequeno produtor de se adequar ao novo cenário; em contrapartida, c) dinamização e aumento populacional de alguns centros urbanos, com destaque para os municípios onde serão implantadas as plataformas multimodais e os portos.

^[33] Os demais sendo: a) Sistema Hidroviário do Rio Madeira (seria navegável em qualquer época do ano, desde Porto Velho até o Rio Amazonas, próximo à Itacoatiara-AM); b) Sistema Hidroviário Teles Pires-Tapajós (atualmente navegável a partir de Santarém-PA, na foz do rio Tapajós no rio Amazonas, até Itaituba-PA, teria ampliação desde Santarém até Cachoeira Rasteira-MT); c) Sistema Hidroviário São Francisco (atualmente com navegação comercial entre Juazeiro-BA/Petrolina-PE e Ibotirama-BA, teria ampliação até Pirapora-MG); d) Sistema Hidroviário Tietê-Paraná (uma das hidrovias mais utilizadas no Brasil, com quase 6 milhões de toneladas anuais, teria melhorias no trecho de longa distância, passando a operar desde São Simão-GO/Três Lagoas-MS até Pederneiras-SP/Anhembí-SP); e) Sistema Hidroviário do Paraguai (atualmente a navegação comercial ocorre entre a foz do rio Apa, que define a divisa entre o Brasil e Paraguai, e as cidades de Ladário-MS/Corumbá-MS, teria extensão até Cáceres-MT).



Dessa forma, pode-se concluir pela opção do modal rodoviar e ferroviário, em especial para a consolidação dos eixos BR-010, BR-242 e EF-151 e EF-334. O prazo de implantação de tais estruturas, em sua capacidade plena, varia em decorrência do contexto de mundo de cada cenário. Não obstante, as obras acabam por ocorrer de qualquer forma por serem latências estruturantes cujo processo de decisão, compreende-se, está superado. Nota-se, como corroboração final, o argumento utilizado por Jardim (2016) ao tratar das perspectivas de crescimento do agronegócio no Estado:

“Com o início das atividades da Ferrovia Norte-Sul, os fretes das cargas serão reduzidos em 30% e, através do Porto do Itaqui-MA, a produção do Estado estará mais próxima dos mercados da Europa e da África que os produtos do Sul e Sudeste do país. Portanto, com essa estrutura de transporte através de ferrovias, o Estado ganha destaque no escoamento da produção, principalmente com a redução de custos, pois apresenta ao longo da ferrovia Norte-Sul, frigoríficos com Selo de Inspeção Federal, responsáveis pelas exportações de carne bovina”.

• Síntese dos vetores de transformação

Há, no rol de conjecturas sobre os vetores de transformação econômica da RSE-TO do Tocantins, uma potencialidade ainda pouco explorada pelas estratégias de fomento à cadeia produtiva da agropecuária: trata-se dos arranjos produtivos locais e do fomento ao cooperativismo. Alves (2013) identifica que cooperativas são organizações positivamente correlacionadas com melhores níveis de educação e menor desigualdade na posse da terra. As cooperativas promovem tanto a distribuição de renda como a criação de capital social, principalmente para as atividades agropecuárias.

Dentre o rol de pré-requisitos estruturais para o desenvolvimento completo de um encadeamento produtivo, além dos recursos naturais e de adequada infraestrutura econômica, deve-se ter recursos humanos devidamente treinados e preparados, com capacidade administrativa e gerenciadora e com capacidade de geração de novas tecnologias. Assim, a ausência na RSE-TO de aglomerações produtivas localizadas, assim como de cooperativas agrícolas, sugere uma fraca presença deste capital social.

Em todos os cenários alternativos de futuro para a Região, podem-se vislumbrar os aportes de incentivos financeiros e fiscais para o setor agroindustrial, assim como o aporte de infraestruturas logísticas e estabelecimento de Polos de Produção - notadamente aqueles voltados para a agricultura irrigada. Estas intervenções promovem o alívio de restrições fundamentais para o encadeamento produtivo, mas não abrangem a totalidade dos pré-requisitos³⁴.

Nesse contexto, vislumbra-se a quebra do paradigma do Estado como indutor de desenvolvimento apenas no cenário de Aceleração, onde haveria a formação de mecanismos de interconexão entre entidades municipais (associações comerciais, secretaria de comércio

^[34] Como exemplo da idiosincrasia do atual paradigma, tem-se um caso do DIMA, projeto nascente que espelha o anseio de encadeamento produtivo via Polos de Produção. Segundo noticiário local, 80% dos empregos não estão ativos devido à dificuldade com o transporte de pessoas entre a sede urbana de Dianópolis e o Distrito, distante em cerca de 30 km. A prefeitura se comprometeu a contribuir a partir do momento em que a frota de ônibus for recuperada, pois no momento, os ônibus em uso atendem a rota escolar. Fonte: <http://www.atitudeto.com.br/faturamento-do-projeto-manuel-alves-em-dianopolis-pode-chegar-12-milhoes-em-2017/>

e indústria) com os próprios agricultores, fazendo despertar a vocação cooperativista dos pequenos empreendedores locais. Esta vocação produtiva, concomitante ao acréscimo no capital social, podem levar à reestruturação do sistema produtivo da RSE-TO, fazendo da implantação de projetos de investimentos baseados em vantagens competitivas (como os citados projetos de irrigação) exemplos de sucesso no encadeamento de suas atividades para jusante e montante.

A análise dos vetores de transformação econômica da RSE-TO ancora-se em alguns pontos chave, sendo um deles o anseio do Estado em promover o encadeamento produtivo do setor primário por meio de Polos de Produção. Há, por detrás da estratégia, o pressuposto de continuidade da demanda por commodities agrícolas, especialmente a soja, concomitante ao acréscimo no consumo de carne bovina.

Em função do aumento na produção de grãos e da demanda mundial por proteína animal, que leva à tendência de alta nos preços pagos ao produtor, há expectativa de crescimento acelerado do setor cárneo. Conforme Relatório do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA-BR, 2017) intitulado *Projeções do Agronegócio Brasil 2015/16-20125/26*, a produção de carne bovina tem uma projeção de crescimento de 2,1% ao ano, conseguindo com isto atender o consumo doméstico e às exportações.

Além desta, há forte tendência de incremento nas áreas cultivadas com grãos de cultura de ciclo curto, especialmente na região produtiva próxima à RSE-TO: a região produtora de MATOPIBA e do Oeste Baiano. Como exemplo da tendência de aumento, as duas últimas versões do recém citado relatório do MAPA evidenciam que: a) a região do MATOPIBA deverá ter um incremento em sua área plantada, nos próximos 10 anos, de 7,8 a 10,3 milhões de hectares (MAPA, 2016); e apenas um ano depois que b) a região do MATOPIBA deverá ter um incremento em sua área plantada, nos próximos 10 anos, de 8,4 e 11,0 milhões de hectares (MAPA, 2017).

Neste contexto de aumento de produção primária, a RSE-TO poderá vir a ser um player importante, embora a tendência identificada seja a de permanecer como coadjuvante, fornecendo insumos e recebendo ampliações pontuais de produção. Não obstante, desde que se invista em adensamentos de lotações e recuperação de pastagens degradadas, pode se destacar na criação bovina. Os cenários de Retomada e Aceleração implicam em teste de técnicas de integração lavoura/pecuária/floresta e melhorias da qualidade genética de rebanhos, que podem se traduzir em aumento de plantéis e melhoria de produtividade.

Analisou-se, por fim, a conectividade nacional amparada por grandes eixos ferroviários e rodoviários, que coloca a RSE-TO em um contexto maior de vinculação com portos ao norte e leste, em detrimento da rota mais usual, ao sul. Aos vetores mais amplos, podem-se identificar outros, de âmbito local, que sintetizam as principais conclusões advindas da análise realizada, como apresentado no Quadro 94.

Quadro 94. Síntese de vetores regionais para composição dos cenários na força endógena.

Forças Propulsoras	Forças Restritivas	Condicionantes
Ampliação das possibilidades de conexão regional via novos eixos longitudinais (BR-010, BR-242, EF-334)	Disponibilidade hídrica superficial e subterrânea	Investimentos produtivos da cadeia agropecuária em municípios Polo de Produção



Forças Propulsoras	Forças Restritivas	Condicionantes
Ampliação das atividades de agricultura irrigada, especialmente a fruticultura	Mudanças climáticas afetando o rendimento de culturas devido à insolação e quantidade e intensidade de água	Velocidade e forma de ampliação do modal rodoviário e ferroviário
Ampliação das áreas de cultivo de grãos (por enquanto sob agricultura de sequeiro) devido às novas conexões logísticas e ampliação de demanda	Baixa articulação regional, espelhada pelo pouco estoque de capital social	Velocidade e forma de ampliação das atividades turísticas
Ampliação da atividade pecuária com crescentes (porém tímidos) ganhos de produtividade	Rede urbana bastante dispersa e dependente não apenas dos novos eixos transversais, mas também de maior capilaridade local	Áreas pulverizadas de alto e médio potencial produtivo entremeadas de vastas áreas de menor potencial, exigindo tecnologia ainda não presente para aumento de lotações de pastagens com vias à um maior rendimento
Ampliação das atividades de mineração devido às demandas produtivas de regiões circunvizinhas	Dependência de investimentos exógenos à região para viabilizar Polos de Produção e alívio de restrições fundamentais	Velocidade de demanda por minério cal e dolomita em áreas de plantio circunvizinhas

Fonte: Elaboração do Autor.

Após a contextualização dos vetores de transformação econômica da RSE-TO, apresentam-se abaixo as especificações de tratamento de cada atividade econômica sob cada cenário. Estando já apostas as bases conceituais e de dados para a composição dos cenários, apresentam-se resultados e pormenores para as atividades primárias (segregadas em agricultura, criação animal e aquicultura), secundárias e terciárias.

7.3.2 Aspectos metodológicos da cenarização das forças endógenas

As tendências das forças endógenas foram identificadas por um conjunto de informações, como apenas descrito no item de vetores de transformação. Este conjunto, então, é contraposto às forças exógenas para a composição final dos cenários. Cada conjunto demanda uma técnica própria para sua consideração, conforme pontuado abaixo e especificado para cada atividade considerada nos subitens que perfazem a sequência deste capítulo.

- Interação com os atores envolvidos no acompanhamento da elaboração do presente instrumento e visita de campo (realizada em janeiro de 2018) para captura de percepções, fontes bibliográficas específicas à região e expectativa dos agentes locais;
- Identificação de tendência estatística das séries históricas recentes de cada atividade econômica de nível municipal;
- Levantamentos apresentados nos demais capítulos do estudo e referências bibliográficas recentes sobre o Tocantins, especialmente aquelas pertinentes ao Zoneamento Ecológico Econômico; complementados por planos, políticas e grandes projetos de investimento almejados para a região.

De acordo com a conceituação dos cenários e pelo próprio histórico de variação das variáveis endógenas, a graduação das modificações das tendências para a composição dos cenários alternativos se dá mediante interpretação das expectativas dos agentes e do levantamento de planos, políticas e programas, como exposto no Quadro 95. Nota-se que a alocação temporal

é fundamental para as modificações antevistas ao território, uma vez que cada contexto de mundo se estrutura de forma distinta ao respeito de investimentos e desdobramentos de atividades econômicas.

Quadro 95. Conceituação dos Cenários na Forçante Endógena.

	Cenários			
	Estagnação	Morosidade	Retomada	Aceleração
Temporalidade dos Investimentos Estruturantes	Início de realização de investimentos estruturais em dez anos, prazo prolongado devido aos baixos níveis de investimento associados ao quadro econômico estagnado	Início de realização de investimentos estruturais em sete anos, prazo longo devido aos baixos níveis de investimento associados ao quadro econômico moroso	Início de realização de investimentos estruturais em três anos, prazo curto que reflete as melhores condições econômicas e retomada da confiança	Início imediato de realização de investimentos estruturais, motivado pela nova base estrutural econômica
Tendências Locais das Séries Históricas	Identificação de tendências estatísticas a partir das séries históricas (dez anos) de cada atividade. Projetam-se as tendências no futuro mediante influência das projeções exógenas do cenário Estagnação	Identificação de tendências estatísticas a partir das séries históricas (dez anos) de cada atividade. Projetam-se as tendências no futuro mediante influência das projeções exógenas do cenário Morosidade	Identificação de tendências estatísticas a partir das séries históricas (dez anos) de cada atividade. Projetam-se as tendências no futuro mediante influência das projeções exógenas do cenário Retomada	Identificação de tendências estatísticas a partir das séries históricas (dez anos) de cada atividade. Projetam-se as tendências no futuro mediante influência das projeções exógenas do cenário Aceleração
Influência de Investimentos, como os logísticos e distritos de irrigação	Dada a expectativa dos investimentos, identificam-se municípios-polo de crescimento, sob influência do contexto de Estagnação, ou seja, efeitos diminutos e no longo prazo apenas, atingindo-se apenas uma fração da capacidade plena ora prevista	Dada a expectativa dos investimentos, identificam-se municípios-polo de crescimento, sob influência do contexto de Morosidade, ou seja, efeitos pequenos e no médio para longo prazo, atingindo-se apenas parte da capacidade plena ora prevista	Dada a expectativa dos investimentos, identificam-se municípios-polo de crescimento, sob influência do contexto de Retomada, ou seja, efeitos médios no médio prazo, atingindo-se a quase totalidade da capacidade plena ora prevista	Dada a expectativa dos investimentos, identificam-se municípios-polo de crescimento, sob influência do contexto de Aceleração, ou seja, efeitos já no curto prazo, atingindo-se a capacidade plena ora prevista

Fonte: Elaboração do Autor.

Quanto ao tratamento estatístico dado às séries históricas de cada atividade, derivando-se assim sua tendência, trabalha-se com o intervalo de dez anos até a data do último dado disponível. Importante questão metodológica é aplicada: identificam-se nas séries de uma determinada microrregião aqueles municípios que se encontram fora do intervalo de um desvio padrão, a eles alocando-se o valor máximo ou mínimo deste limitado intervalo. Coíbe-se, dessa forma, projeções de pontos destoantes quanto ao padrão de comportamento regional. Estas correções são realizadas como forma de não se estender ao futuro eventuais informações do passado que não representam tendências, mas sim alterações pontuais.

Já como forma de se identificar os municípios que se destacam como polos microrregionais de suas respectivas atividades (exemplo: criação de bovinos, ou ainda plantio de mandioca), adota-se a combinação de dois critérios, qualificando assim as projeções de macro para micro com potenciais diferenciais de micro para macro.

O primeiro desses critérios é a consideração do porte da atividade ao longo dos últimos cinco anos em relação ao valor adicionado bruto agregado dos setores econômicos. Exemplifica-se com o setor de serviços privados (valor agregado da atividade privada do comércio e de serviços): em um determinado município, tem-se 41,15% de representatividade deste setor, na média dos últimos cinco anos, em relação aos demais setores econômicos combinados



(valor agregado dos setores agropecuário, industrial e de serviços). Tem-se a identificação, então, da média e do desvio padrão dessa série, dentro da RSE-TO. No caso, tem-se resultados respectivos de 20,61% e 7,98%. O município exemplificado, com 41,15% de participação (que no caso é Taguatinga), pode ser considerado como um polo de serviços na região, haja vista que seu resultado está além de um desvio padrão positivo na série que compara este resultado com o de seus pares. Trata-se de um critério relativo, adotado visto o potencial local.

Este primeiro critério é, então, combinado ao segundo critério, que traz o porte absoluto da atividade em relação ao total gerado na microrregião: para segundo critério, calcula-se a participação do valor adicionado da atividade de cada município em relação aos demais da microrregião. No exemplo de Taguatinga, tem-se que a participação de seu setor de serviços privados representa, na média dos últimos cinco anos, 19,04% do total do valor agregado dos serviços privados microrregionais. A média desta participação por entre os 23 municípios é de 4,35%, sendo que o desvio padrão é de 5,55%. Novamente, assim, temos a identificação de um município-polo.

Com esta mesma mecânica, identificam-se, assim, os municípios que detêm valores superiores a um desvio padrão acima da média dos demais para cada um dos dois critérios. A identificação de um dos dois critérios é suficiente para sensibilizar as projeções a maior para o determinado município, sendo que a presença simultânea de ambos critérios identifica os polos de cada atividade.

Dada a existência de planos, políticas ou grandes projetos de investimento que interfiram diretamente em um município, um terceiro critério é adicionado, perfazendo assim o reflexo das expectativas locais no conjunto de projeções ao nível da atividade: isso ocorre, como exemplo, com municípios que passam a ser entrecortados por importantes malhas logísticas - passando a exercer funções de prestação de serviços anteriormente inexistentes. Outro critério definidor é a existência de planos de investimento produtivo como é o caso dos distritos de irrigação, fruto do aproveitamento de novas barragens, como está programado para Arraias, Chapada da Natividade, Paranã e Taipas do Tocantins (conforme visto no item anterior). Assim como na determinação de municípios-polo, a existência de tais planos qualifica um determinado município para maior crescimento, fruto de tal implantação.

7.3.3 Cenários da atividade econômica do setor primário

- **Atividade agrícola - área ocupada**

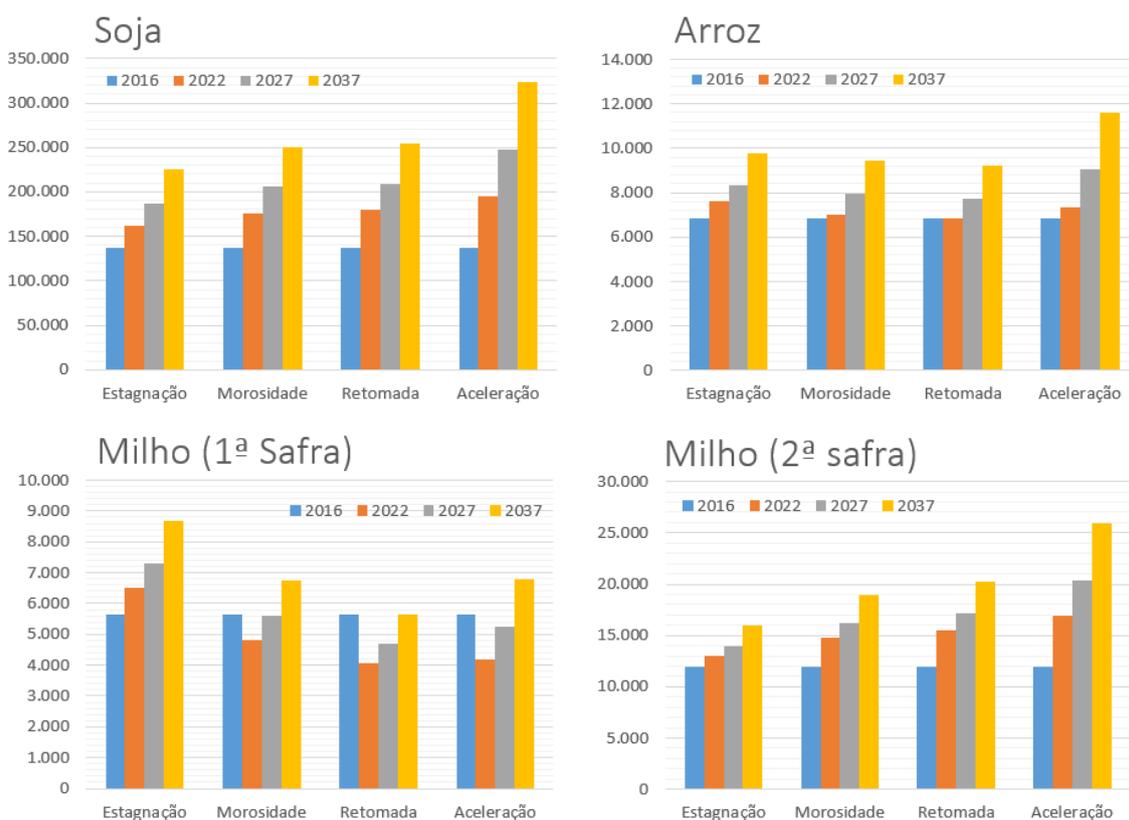
A atividade agrícola, como visto no capítulo anterior, é de fulcral importância para a Região em tela. Não apenas representa força econômica motriz, como traz grande potencial transformador do futuro, haja vista que pode vir a estruturar a base de encadeamento produtivo por meio de Polos de Produção. Ademais, trata-se de atividade com importante rebatimento tanto no uso do solo como na demanda hídrica.

Uma vez que a quantidade total de áreas agrícolas de um município é uma função direta da somatória das culturas ali produzidas, a consideração do perfil da agricultura se torna importante para a determinação da variação futura da demanda de terra pela atividade,

balizador do porte futuro da agricultura e de sua demanda por recursos hídricos. Para perscrutar tal perfil, capturou-se junto ao banco de dados da Pesquisa Agrícola Municipal (PAM/IBGE), a área histórica plantada com as culturas de maior importância na Região, quais sejam: soja, arroz, milho (1ª e 2ª safra), mandioca e culturas permanentes. Respectivamente, estas culturas foram responsáveis pela fração de 81%, 4,0%, 3,4%, 1,9% e 0,6% da área plantada em 2016 (91,3% do total).

Realizou-se então a projeção da tendência a partir do coeficiente angular de variação dos dados na série histórica dos últimos dez anos, assim como pela identificação de municípios-polo, conforme descrito no item anterior, que trata dos aspectos metodológicos. Compuseram-se os quatro cenários de acordo com os critérios estabelecidos no contexto de mundo de cada um dos cenários.

Foi, ainda, tomado o cuidado de que nenhuma projeção viesse a ultrapassar os limites físicos do município para comportar a atividade agrícola. Para tanto, considerou-se o limitador de ocupação da área do município, sob pressuposto que a agricultura se limita a ocupar, ao máximo, 70% do território de cada um, devidamente descontadas as massas d'água, áreas urbanas e de infraestrutura. Nenhuma das projeções de nenhum município chegou ao limite estabelecido. A Figura 180 apresenta os cenários desenvolvidos para o acréscimo de culturas plantadas.



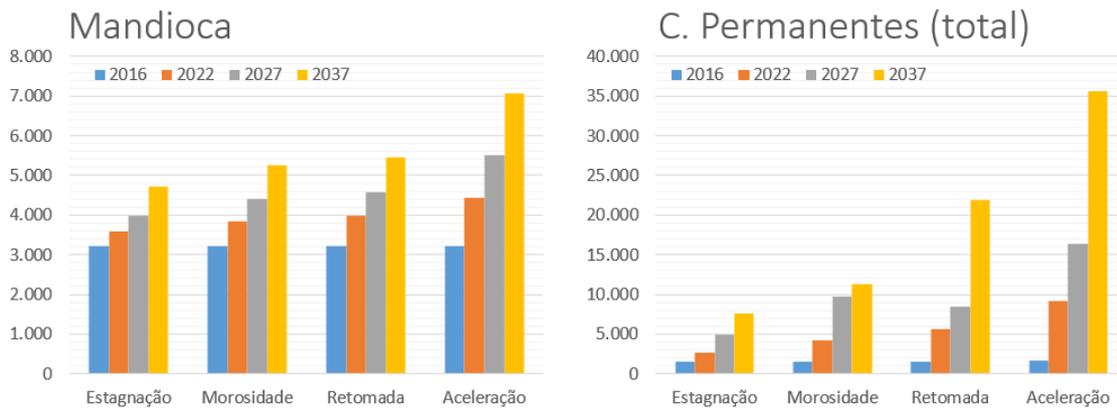


Figura 180. Projeções de áreas plantadas para culturas selecionadas (hectares).

Fote: Elaboração do Autor.

Os gráficos da Figura 181 demonstram a evolução projetada para as principais culturas, em hectares, na somatória dos 23 municípios da RSE-TO. Algumas leituras de interesse emergem - a mais notável é a diferença de crescimento de algumas culturas sobre outras. Enquanto que a soja tende a crescer em qualquer situação, chegando a mais do que dobrar em 2037 no cenário Aceleração, outras culturas mais características de agricultura familiar e de pequena escala tendem a crescer menos e, a depender do cenário, decrescer.

Esse é o caso do arroz, da mandioca e do milho de primeira safra. Ao contrário dessa tendência, o milho de segunda safra, que é justamente associado ao plantio comercial em complemento ao plantio de soja, tende a crescer com veemência em quaisquer cenários. Atualmente, a área cultivada com milho de 2ª safra já supera a do milho de 1ª safra (respectivamente, de 11,88 mil e 5,65 mil ha). Outra evidência é que ambas ocorrem em locais distintos na RSE-TO: enquanto que o milho de 1ª safra é distribuído, o de 2ª é mais concentrado em Silvanópolis, Taguatinga, Chapada da Natividade e Natividade.

Observa-se também que o cenário de Estagnação é o que mais mantém ativas as produções de menor escala em detrimento ao desenvolvimento mais voltado ao mercado, como condiz os cenários Retomada e Aceleração. A lógica de agregação de valor e maiores conectividades faz com que culturas de baixa produtividade cedam espaço para culturas de mercado com produções de perfil empresarial.

A cultura que se destaca nas projeções em relação a esse perfil é a mandioca, com previsão de crescimento muito pequeno, porém constante, em todos os cenários e recortes temporais. Trata-se de cultura que atualmente ocupa 3,2 mil ha que poderão passar para até 4,4 mil no curto prazo e entre 4,8 mil e 7,1 mil ha no longo prazo. A cultura, típica da agricultura familiar e não mecanizada, é plantada com maior grau de distribuição espacial do que a cultura da soja, que detém perfil empresarial. A média de distribuição da área plantada com mandioca deve ser, em 2037, de 4,2% por município (na média dos quatro cenários). Os municípios que, na média, deverão apresentar as maiores frações de mandioca na RSE-TO são: Taguatinga (11%), Arraias (9,8%), Almas (9,4%), Natividade (9,3%) e Dianópolis (7,8%).

Especificamente em relação à soja, tem-se que a oleaginosa deva continuar sendo a cultura mais abundante na RSE-TO, com um total de 225,18 mil a 323,41 mil hectares em 2037, a depender do cenário. Sua participação relativa, no entanto, cai ligeiramente dos 81% atuais para algo entre 80% e 75,5% em 2037. Em termos de áreas totais, o acréscimo deve ser de 87,9 mil a 186,2 mil novos hectares cultivados com a oleaginosa.

Este incremento da área plantada com soja se dá praticamente todo concentrado em seis municípios, que deverão concentrar 96% do total da produção. São eles: Santa Rosa do Tocantins (22,7%), Dianópolis (22,0%), Silvanópolis (16,8%), São Valério da Natividade (14,3%), Chapada da Natividade (13,2%) e Almas (7,7%). O percentual indica a participação média do município na área plantada da RSE-TO na média dos quatro cenários em 2037. O determinismo locacional enfatiza a existência, abordada no item sobre *Área Rural e Desenvolvimento Econômico Regional*, de diversas manchas de alta potencialidade para o cultivo de culturas de ciclo curto de forma intensiva, espalhadas no território.

O crescimento da área cultivada com soja e outras modernas produções de commodities, motivam dois outros impactos em cadeia: são notórias consumidoras de corretores de acidez via calcário e dolomita, extraídos localmente em Almas, Natividade, Taguatinga e Dianópolis; e demandam maiores estruturas correlatas aos serviços correlatos à gestão de mão-de-obra e dado o uso de fertilizantes, defensivos agrícolas e agrotóxicos.

Outro destaque notável nas projeções é o potencial incremento da área plantada com culturas permanentes, notadamente a fruticultura motivada pela implantação do aproveitamento das barragens projetadas em Arraias, Chapada da Natividade (beneficiando também Natividade), Paranã e nos municípios de Taipas e Conceição do Tocantins (barragem de Palmeiras). Estes empreendimentos só se concretizam em suas capacidades plenas sob Cenário Aceleração. Nos demais, atingem três quintos de suas capacidades no Retomada e apenas cerca de um quinto sob Morosidade. Já no cenário Estagnação, os projetos não têm fôlego para avançar.

Apenas o DIMA é exceção, realizando valores mais próximos ao planejado em todos os cenários, uma vez que se trata de empreendimento já implementado. Dessa forma, contabiliza-se a constante evolução do projeto já implantado em Dianópolis, que deverá atingir sua capacidade plena de 20 mil hectares no cenário Aceleração, chegando a 12 mil hectares no Retomada; 7,58 mil no Morosidade e apenas a primeira fase, de 3,79 mil ha, no Estagnação.

Mesmo com estes pressupostos, dada a pretensão dos empreendimentos, a área cultivada com fruticultura pode vir a saltar dos atuais 1,56 mil hectares para algo entre 2,3 mil e 9,1 mil já no curto prazo, a depender do cenário. Já no médio prazo, a área pode ser de 3,4 mil a 16,3 mil ha; por fim, em 2037 a diferença é consideravelmente maior, entre 6,0 mil e 35,5 mil ha. A implementação dos projetos de irrigação descritos é condicionada ao contexto de mundo esperado, ilustrado por cada um dos cenários. Mais ainda, depende de articulação e interesse político, não estando apenas sujeito às forças de mercado. Dessa forma, a grande amplitude das projeções ilustra o incerto desenrolar.

Os grandes incrementos de área plantada com fruticultura, dessa forma, ilustram as expectativas de entrada em operação de cada um dos projetos de Polos de Produção



identificados como vetores de transformação econômica, e que se faz possível a partir do aproveitamento das barragens para garantia de irrigação. Dianópolis, por exemplo, contava com uma área de 243 ha sob culturas permanentes em 2016 (dados da PAM/IBGE). Atualmente (2018, mediante verificação realizada em campo ao longo do mês de janeiro), com a implantação do DIMA, esse valor subiu para 755 ha com uma vasta gama de culturas sendo cultivadas, como: abóbora, banana, coco, laranja, limão, mamão, manga, maracujá, tangerina e abacaxi.

O cenário Aceleração traz o conceito de maiores demandas econômicas externas concomitante à retomada da demanda interna; traz também mais recursos para investimentos produtivos, com maior infraestrutura produtiva dado os destraves de diversos fatores restritivos de crescimento da economia nacional (fatores exógenos). Ao contexto exposto, combinam-se os fatores endógenos que fazem de Dianópolis um município polo para a fruticultura, além de sede do maior projeto regional, o DIMA.

- **Atividade agrícola - área irrigada**

Enquanto o tópico acima enfocou as perspectivas de desenvolvimento das áreas cultivadas totais na RSE-TO do Tocantins, ora aborda-se exclusivamente aquelas cultivadas com irrigação, e não de sequeiro. Segundo demonstrado no produto diagnóstico, a agricultura irrigada representa a atividade de maior demanda de água na RSE-TO do Tocantins, com um total de 1,95 m³/s, 54,8% do total da demanda regional. Torna-se, assim, de suma importância considerar as tendências de seu perfil, assim como explorar seus limites dentro da lógica de construção de cada cenário alternativo.

As culturas irrigadas de cada município são as determinantes de seu consumo de irrigação, uma vez que as lâminas de irrigação (médias e máximas) variam de acordo com as culturas - além das técnicas de irrigação. O primeiro fato a se notar é que a totalidade da fruticultura promovida pelo aproveitamento da barragem do rio Manuel Alves para o DIMA é irrigada. Atualmente, são 755 hectares, mas que, como visto no item anterior, devem chegar em 2037 a ocupar entre 3,79 mil ha no cenário Estagnação a 20 mil ha (capacidade plena) no cenário Aceleração.

Existem, ainda, as novas barragens projetadas para a Região (como já discutido no tópico que aborda os vetores de transformação), quais sejam: a) barragem no rio Arraias para 1,5 mil ha para a fruticultura de abacaxi, mamão, banana, coco e maracujá; b) barragem Chapada da Natividade, com 6,74 mil ha irrigados; c) aproveitamento do reservatório existente da UHE de Peixe-Angical, no rio Paranã, pelo Projeto Hidroagrícola Paranã, com irrigação de 5,0 mil ha; e d) barragem do rio Palmeiras (ainda em estudo), com agrícola irrigada estimada em um mil ha.

Estes novos projetos de irrigação são componentes definidores da estratégia de desenvolvimento regional via encadeamento produtivo do setor agrícola. Sem dúvida, apenas em um contexto de mundo de Aceleração é que cabem todos estes empreendimentos em suas capacidades plenas atingidas. Nos demais contextos de mundo, entretanto, há também o desenrolar das atividades, embora com timings e intensidades distintas.

Assim sendo, tem-se que as áreas projetadas para as culturas permanentes, conforme descrito no item anterior, representam as áreas que deverão ser irrigadas, via tecnologias de eficiência de irrigação mínimas de 80%. Muito embora algumas frutas não sejam permanentes, como é o caso da melancia, agregou-se a totalidade do cultivo da fruticultura nessa categoria para fins de simplificação da demonstração das perspectivas de acréscimo de áreas. Apresentam-se na Figura 181 os acréscimos projetados nas áreas cultivadas - e irrigadas - da fruticultura na RSE-TO, para cada um dos cenários.

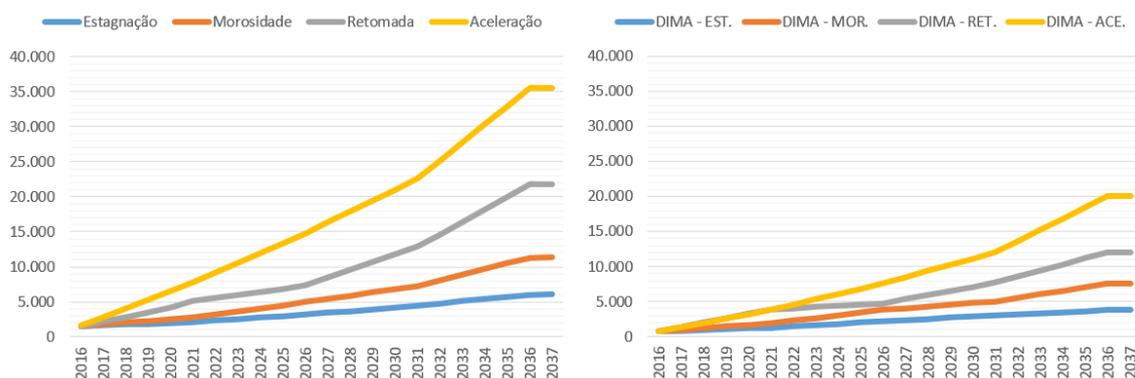


Figura 181. Projeções de áreas plantadas com fruticultura irrigada - Total regional à esquerda e apenas o DIMA à direita (hectares).

Fonte: Elaboração do Autor.

Os gráficos da Figura 181 demonstram a evolução projetada para: a) no gráfico à esquerda, o total de área sob fruticultura irrigada e; b) à direita, especificamente as projeções para o DIMA em Dianópolis. Uma vez que ambas as figuras estão na mesma escala, é possível observar o grande porte deste projeto frente aos demais. Mesmo no cenário sob Estagnação, há acréscimo considerável das áreas irrigadas, fruto da completude de alguns dos projetos citados, mesmo que não atingindo suas capacidades plenas e tendo diversos atrasos em seus cronogramas. Tratam-se, afinal, de investimentos latentes para a Região, que vislumbra o desenvolvimento econômico sob estas bases.

Além dos perímetros irrigados, parte das culturas de ciclo curto, atualmente não irrigadas, podem vir a sê-lo. À exceção de Dianópolis e do DIMA, segundo dados do SEAGRO-TO os municípios de Silvanópolis, Santa Rosa do Tocantins e São Valério são os três únicos municípios a praticarem a irrigação. São 200 hectares de milho de segunda safra em Silvanópolis, 750 ha de milho e sorgo de 2ª safra em Santa Rosa do Tocantins e apenas 10 ha de melancia em São Valério.

A razão de hectares plantados sob sequeiro e aqueles irrigados ainda é bastante reduzida na RSE-TO. Silvanópolis, por exemplo, cultivou na última safra um total de apenas 200 ha sob irrigação, apenas 3,39% do total de 5,9 mil ha plantados naquele município com milho de 2ª safra. Não obstante, a irrigação é uma tendência que promete garantir a produtividade justamente quando os volumes de precipitação não forem grandes e/ou regulares o bastante.

Sabe-se que há um aumento considerável na área irrigada de forma geral em curso no País, conclusão que se chega ao observar que a média histórica de variação da área irrigada na última década foi de 3,5% ao ano. Este dado advém da Câmara Setorial de Equipamentos de



Irrigação da Associação Brasileira da Indústria de Máquinas e Equipamentos³⁵ e, embora indique que há tendência crescente de irrigação, não permite derivar especificidades maiores à RSE-TO por se tratar de abrangência nacional.

A tendência de cultivo de commodities de ciclo curto e produção intensificada com irrigação se faz ainda mais notável como uma proteção frente à um futuro onde as modificações climáticas prejudicam a previsibilidade da precipitação. Nota-se, sobre o tema, o recém acontecido evento climático que prejudicou a safra de 2015/2016 em todo o Estado do Tocantins: segundo acompanhamento da citada safra pela CONAB^[36], o volume de precipitações pluviométricas foi inferior em pelo menos 50% às registradas em anos normais, sendo este o principal fator responsável pelos prejuízos causados em praticamente todas as culturas semeadas no Estado, tanto com relação à área plantada como na produtividade.

Com esse raciocínio, e tendo o município de Silvanópolis como exemplo amostral do que se pode vir a ter de demandas de irrigação de culturas de ciclo curto na região, adota-se que 3,4% do total de culturas deste perfil podem vir a ser irrigadas. Embora seja um critério arbitrário, a transposição do exemplo de Silvanópolis para os demais municípios da Região ilustra a tendência inexorável de aumento da demanda de irrigação, observada em todo o País e que pode vir a ocorrer na RSE-TO do Tocantins.

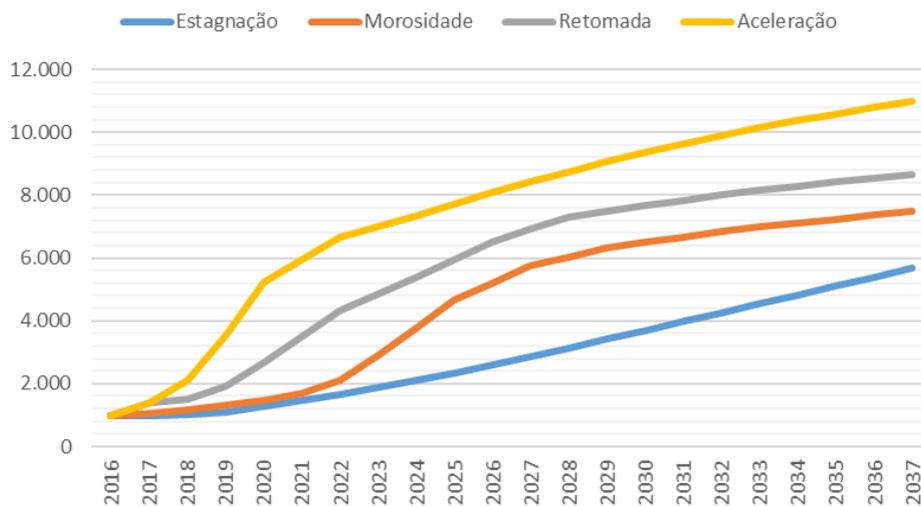


Figura 182. Projeções de áreas plantadas com commodities irrigadas (hectares).

Fonte: Elaboração do Autor.

A Figura 182 ilustra o comportamento esperado para a área de agricultura irrigada sob culturas de ciclo curto e produção intensa nos quatro cenários. Observa-se que sob Estagnação, muito pouco se altera em relação aos atuais 960 ha irrigados: apenas em 2023 esta área dobra, sendo que no final do período de projeções, 2037, o total irrigado seria de 5,7 mil ha. Já no cenário oposto, de Aceleração, há maiores investimentos produtivos e possibilidades de

³⁵ Disponível em: <http://www.camaras.org.br/site.aspx/Home-CSEI>

^[36] Disponível em: http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_09_21_11_17_05_boletim_8o_levantamento_da_safra_2015-2016_-_tocantins_-abril_2016.pdf

escoamento de produção, motivando o desenvolvimento de tecnologias de irrigação e viabilizando aplicações em maiores escalas. Nessa condição, pode-se antever chegar em 2022 com uma área irrigada de 6,6 mil ha, passando para 8,4 mil ha em 2027 e chegando em 11,0 mil ha em 2037.

Na próxima seção, estas projeções de áreas ocupadas se traduzirão para demandas hídricas de irrigação. Por enquanto, finalizam-se as projeções agrícolas com a nota de que a produtividade não está sendo considerada, uma vez que as bases das projeções são séries históricas de áreas plantadas. Ou seja, uma tendência de crescimento de 1,43% ao ano na área plantada com arroz, como foi identificado para a Região sob Retomada desde a cena atual até 2037, já considera incrementos de produtividade. Finalmente.

- **Atividade pastoril**

De forma análoga à realizada para perscrutar as áreas cultivadas no futuro da RSE-TO do Tocantins, realizou-se coleta de dados de séries históricas dos rebanhos locais, com base na Pesquisa Pecuária Municipal do IBGE. Os rebanhos considerados foram de: galináceos, suínos, bovinos de corte, bovinos de leite, caprinos e ovinos.

Há uma importância relativa bastante grande para a atividade de bovinocultura de corte. Este compõe o mais representativo dos rebanhos, com um total de 1,03 milhão de animais. O rebanho de vacas de leite é significativamente menor, com um total de 63 mil animais, totalizando valor próximo a 1,1 milhão de bovinos; já o de suínos é de 40 mil animais; o de ovinos de 14 mil, o de caprinos 3,3 mil e finalmente o galináceo de 336 mil (ao final do ano de 2016).

Além da interação com o uso do solo e o desmatamento, a pecuária extensiva é potencial geradora de assoreamento. É, também, demandante de recursos hídricos para a dessedentação animal (como será visto no próximo capítulo) e importante contribuinte de cargas poluidoras - estas, por mais que em sua maior parte decomponham no solo, geram remanescentes que são carregadas aos corpos hídricos no período chuvoso, tão marcante na região. Deve-se, dessa forma, compreender como o desenrolar dessa importante atividade deverá ocorrer nos próximos vinte anos no território da RSE-TO do Tocantins.

Realizou-se então a projeção da tendência a partir do coeficiente angular de variação dos dados na série histórica dos últimos dez anos, assim como pela identificação de municípios-polo, conforme descrito no item que trata dos aspectos metodológicos. Compuseram-se os quatro cenários de acordo com os critérios estabelecidos no contexto de mundo de cada um dos deles, sendo apresentados na Figura 183.

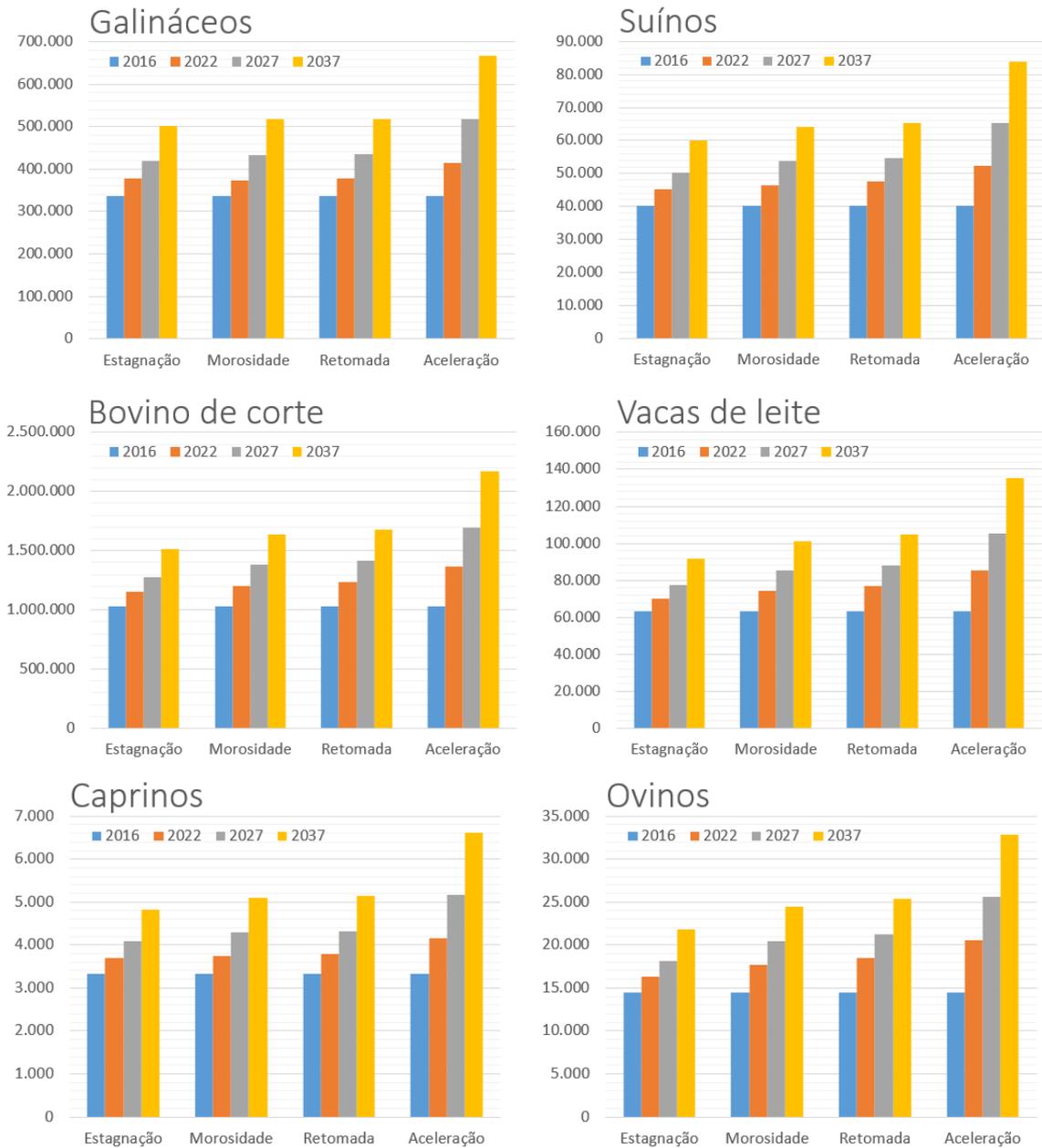


Figura 183. Projeções de rebanhos animais (animais).

Fonte: Elaboração do Autor.

Os gráficos da Figura 183 demonstram a evolução projetada para os rebanhos animais, na somatória dos 23 municípios RSE-TO. Algumas leituras de interesse emergem - a mais notável é que todos os rebanhos apresentam tendência de expansão. O rebanho bovino, no cenário de Aceleração, poderá chegar em 2037 com 1,14 milhão de cabeças a mais do que na cena atual. Caso o cenário sob Estagnação venha a se concretizar, esse acréscimo continua sendo significativo, embora muito menor, de 479 mil animais.

Esta tendência de crescimento acelerado dos rebanhos reflete as expectativas do Ministério da Agricultura, Abastecimento e Pecuária (op. cit.), assim como sublinham o fato de que em

quaisquer cenários de desenvolvimento econômico, a demanda por proteína animal deverá ser de alta. Na média dos resultados para 2037 entre os quatro cenários, o rebanho bovino da RSE-TO deverá ser de 1,86 milhão de cabeças, um crescimento de 68% em relação ao atual.

A atividade da bovinocultura de corte se faz de forma dispersa nos municípios componentes da Região, com uma participação percentual média, atualmente, de 4,3% por município. Os maiores produtores são Arraias, Paranã, Taguatinga e Palmeirópolis, que atualmente concentram, respectivamente, 15,8%, 12,0%, 9,6% e 6,7% do total. Para 2037, na média dos quatro cenários, estas concentrações devem passar a ser de: 13,6%, 10,7%, 9,8% e 6,9%. O município de maior crescimento projetado para o rebanho é São Valério da Natividade, que deve passar a ocupar a 4ª colocação dentre os produtores em 2037 (novamente tendo como base a média dos quatro cenários).

Os cenários de incremento na atividade da bovinocultura podem ser, grosso modo, traduzidos em termos de área ocupada por meio da densidade atual dos plantéis, que é de cerca de 1,09 cabeças por hectare (ver discussão no item Vetores de Transformação, que apresenta rebanho Estadual de 8,18 milhões em 7,5 milhões de hectares). Ao se considerar a tendência histórica de adensamento dos rebanhos pelos dados do Censo Agropecuário do IBGE (1985, 1996 e 2006), refletindo a tendência histórica apresentada pelo setor de incremento anual de 1,76%, ter-se-iam nos próximos dez e vinte anos, taxas de lotação de 1,30 e 1,55 cabeças por hectare, respectivamente.

Embora a consideração de uma taxa de lotação de 1,30 ua/ha em 2027 possa parecer bastante distante da realidade, observa-se que no sudeste do País, cuja dinâmica econômica de valorização do preço da terra antecede à do Estado do Tocantins, passou por transição semelhante ao registrar a seguinte evolução nas densidades de suas pastagens: de 0,96 animais por hectare em 1985 para 1,01 em 1996 e, finalmente, para 1,18 em 2006.

O Quadro 96 explora as possibilidades de ocupação de área (em hectares) dada a manutenção das taxas atuais de lotação e o incremento tendencial de 1,76% ao ano. A diferença é muito significativa: sob cenário Retomada, o incremento das lotações pode poupar 221 mil hectares, sendo que no cenário sob Aceleração, essa “economia” pode chegar a 264 mil hectares. Não obstante o grande potencial que a intensificação na produção pecuária tem em poupar áreas novas, observa-se que tanto no cenário Estagnação como no Moderado, projeta-se incremento de 26 e 114 mil novos hectares.

Quadro 96. Cenários para a Ocupação de Área pela Bovinocultura em 2027 (mil hectares).

		Cenários para o ano de 2027				
		Cena Atual	Estagnação	Morosidade	Retomada	Aceleração
Área total (mil hectares)	Lotação de 1,09 ua/ha	1.015	1.239	1.344	1.378	1.650
	Lotação de 1,30 ua/ha	-	1.041	1.129	1.158	1.385
Variação na Área em Relação à Cena Atual (mil hectares)	Lotação de 1,09 ua/ha	-	+224	+329	+363	+635
	Lotação de 1,30 ua/ha	-	+26	+114	+143	+370

Fonte: Elaboração do Autor.



A próxima seção quantifica os incrementos projetados para os rebanhos em relação à demanda hídrica.

- **Aquicultura**

Outra atividade de crescente importância na RSE-TO - e que mantém intrínseca relação com os recursos hídricos - é a aquicultura. Como descrito no Diagnóstico, 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.

Diferentemente das atividades de agricultura e pecuária, o IBGE ainda não traz histórico longo de dados sobre a atividade de aquicultura. Dessa forma, não se torna possível estimar tendências, além de pesquisas locais. Foi exatamente isso o que foi realizado, por meio de visita de campo em janeiro de 2018. Conheceu-se, assim, projeto de expansão do empreendimento Piracema, que expandirá de 120 hectares de lâmina d'água para 150 ha.

Outrossim, a atividade tende a crescer com os projetos de expansão das barragens previstas para os rios Arraias, Chapada da Natividade e Palmeiras. Estas três contam com projetos de piscicultura associados, assim como a própria barragem do DIMA. Uma vez que em Dianópolis não se tem registro do início dessa atividade, conclui-se que se trata de desenvolvimentos mais lentos do que aqueles programados para as atividades de agricultura irrigada. Não obstante, sabe-se pelo exposto no item de Vetores de Transformação que há clara tendência de crescimento dessa atividade.

Realizou-se, assim, a alocação de áreas alagadas para a atividade de acordo com os cenários e seus respectivos contextos de mundo, como pode ser observado na Figura 184. A concentração dessa atividade se dá no município de Almas, onde já se tem os atuais 920 hectares das empresas supramencionadas, e nos municípios de Arraias, Chapada da Natividade e Dianópolis, com a previsão de se concretizarem os aproveitamentos multiuso de suas respectivas barragens.

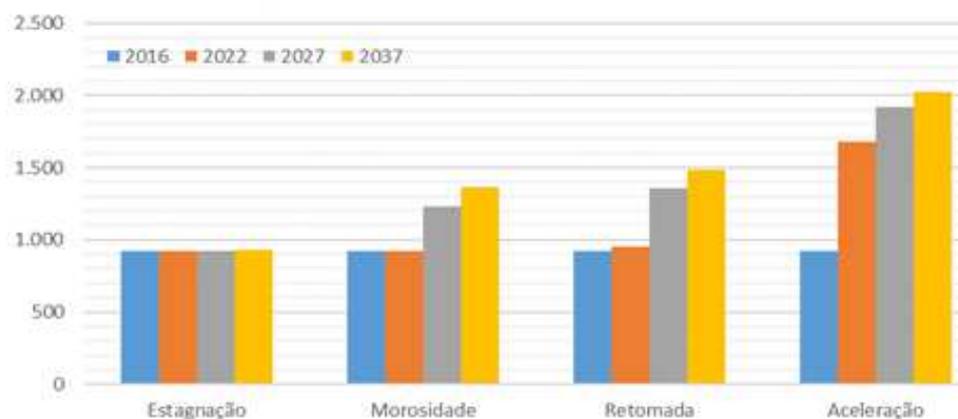


Figura 184. Projeções de área da atividade de aquicultura (hectares).

Fonte: Elaboração do Autor.

Para o curto prazo, tem-se a manutenção da área atual ou até uma expansão para 950 ha em Almas e mais 625 ha nos demais municípios, dando início aos empreendimentos de aquicultura sob cenário Aceleração, totalizando na RSE-TO até 1,68 mil ha. Já para o médio prazo (2027), as áreas com aquicultura poderão vir a ocupar de 1,23 mil ha sob cenário Moderado, até 1,92 mil ha sob cenário Aceleração. Para o longo prazo, 2037, projetam-se variações entre 1,36 mil ha sob cenário Moderado e 2,02 mil sob Aceleração, sendo que na média dos quatro cenários pode-se vir a ser 1,45 mil ha com a atividade de piscicultura.

7.3.4 Cenários da atividade econômica do setor secundário

As projeções nos quatro cenários para o valor adicionado bruto industrial - VAB Ind., partiram das forças exógenas. Elas capturam, como prescrito pela metodologia utilizada, as tendências passadas e as balizam frente às perspectivas de desenvolvimento dos agregados maiores. Os resultados gerados, de forma geral, espelham o contexto macro do conjunto de municípios componentes da RSE-TO e indicam onde há tendência de se incrementar a produção industrial, bem como indica o porte que essa atividade poderá ter.

Eis que há uma dificuldade intrínseca em se mensurar onde no território ocorrerão descolamentos das tendências de investimentos e onde, exatamente, grandes projetos estruturantes virão a ocorrer. São esses eventos que fizeram com que o VAB Ind. do município de São Salvador do Tocantins passasse de R\$ 1,4 milhões em 2005 para R\$ 47 milhões um ano depois, seguido de R\$ 81,35 milhões em 2007. Já mais recentemente, em 2015, o VAB Ind. do município havia caído pela metade do seu valor “original” de 2005.

O que explica um movimento tão brusco como esse é a realização de um investimento de grande porte, que movimenta muitos recursos e pessoas durante sua implantação, porém que não necessariamente traz geração de empregos que sustente os altos níveis de geração de VAB Ind. ao longo do tempo.

No caso de São Salvador do Tocantins, tratou-se da implementação da Usina Hidrelétrica de São Salvador, de 243,2 MW de capacidade instalada, construída no rio Tocantins. O projeto teve investimento estimado em R\$ 847,7 milhões e gerou durante sua fase de implantação cerca de 1,6 mil empregos diretos e 2 mil indiretos - empregos estes que perduraram durante o período de grande escalada do VAB Ind. Segundo o agente financiador da obra, BNDES^[37], o projeto incluiu melhorias à infraestrutura regional e a capacitação de mão de obra local, para geração de renda pós-obra. A UHE foi concluída em 2009.

De acordo com a análise dos Vetores de Transformação, a dinâmica da RSE-TO prevê novas malhas logísticas e planos de desenvolvimento via municípios Polo de Produção. Não obstante, o fomento direto às atividades industriais não é parte do planejado, embora haja um claro anseio por promover o encadeamento de atividades do setor primário da economia, motivando alterações no perfil industrial da região como uma consequência.

Sem dúvida essas modificações não deverão ocorrer de forma linear entre os 23 municípios componentes da Região, mas sim em municípios-polo que já detenham algum nível de

^[37] Disponível em: https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/imprensa/noticias/conteudo/20061218_not250_06



desenvolvimento diferenciado e, sem dúvida, localização privilegiada. Como forma de se contemplar tais forças endógenas, identificaram-se os potenciais municípios-polo de acordo com a combinação dos critérios já descritos no item sobre considerações metodológicas, qualificando assim as projeções de macro para micro com potenciais diferenciais de micro para macro.

A identificação dos municípios-polo embasa a calibração das variações observadas pela variável exógena de VAB Industrial, permitindo identificar assim o que pode vir a ocorrer nestes municípios que se destacam. A Figura 185 permite observar as modificações antevistas para o VAB Ind. agregado dos 23 municípios.

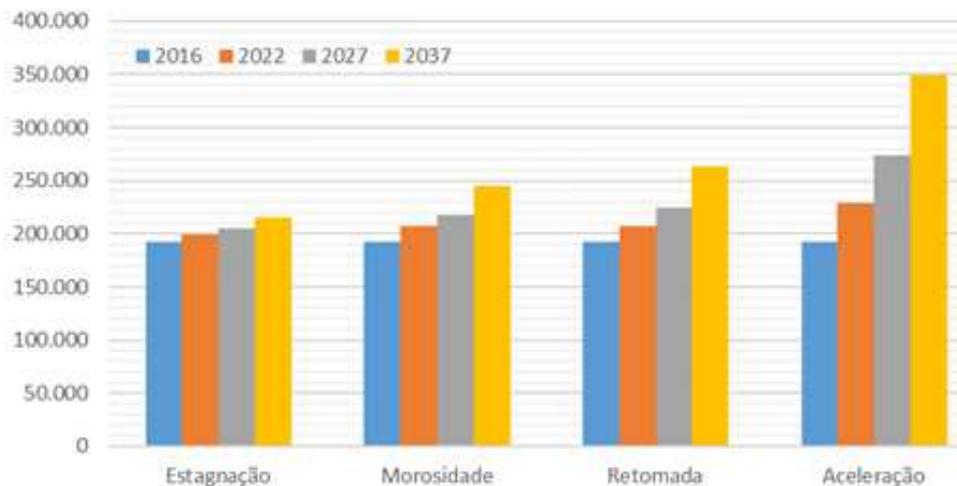


Figura 185. Projeções de geração de valor adicionado bruto industrial (R\$, mil).

Fonte: Elaboração do Autor.

A Tabela 43 traz as potenciais variações do VAB industrial para os municípios de destaque.

Tabela 43. Resultado dos Cenários para o VAB Industrial em municípios-polo em 2037 (R\$, mil).

Município	Cenários para o ano de 2037				
	Cena Atual	Estagnação	Morosidade	Retomada	Aceleração
Almas	4.119	4.501	5.850	6.367	8.332
Arraias	6.839	7.634	10.005	10.948	14.489
Chapada da Natividade	2.238	2.442	2.731	3.440	4.470
Dianópolis	15.344	17.139	19.489	21.419	28.651
Natividade	21.353	25.276	33.411	31.820	49.414
Paraná	92.572	102.823	111.112	125.098	146.137
Taguatinga	13.051	15.731	17.842	16.906	26.068
TOTAL	191.829	214.710	245.240	263.837	348.951

Fonte: Elaboração do Autor.

7.3.5 Cenários da atividade econômica do setor terciário

De forma análoga à atividade industrial, as projeções nos quatro cenários para o valor adicionado bruto do setor de serviços - VAB Ser., partiram das forças exógenas. As tendências passadas foram devidamente capturadas e balizadas frente às perspectivas de desenvolvimento dos agregados maiores. Os resultados gerados, de forma geral, espelham o contexto macro do conjunto de municípios componentes da RSE-TO e indicam onde há

tendência de se incrementar o setor de comércio e de serviços, bem como indicam o porte que essa atividade poderá ter.

Também de forma análoga às atividades industriais, há uma dificuldade intrínseca em se mensurar onde no território ocorrerão descolamentos das tendências e formações de polos de serviços. Dadas as conclusões acerca da situação precária de geração de emprego e renda autóctone aos municípios da Região, não se antecipam - a priori - pontos de inflexão que alterariam de forma brusca o perfil do setor terciário da região. Não obstante, identifica-se que alguns municípios detêm maior potencial para eventuais modificações de tendência do que outros, principalmente no contexto de mundo acelerado, onde a liberação de amarras estruturais da economia faz com que abram possibilidades de novos desenrolares locais. Estes são os municípios que devem se beneficiar de investimentos em infraestrutura de transporte transversal, assim como pelo desenrolar de atividades mais intensas no setor primário e secundário.

A identificação de tais municípios-polo embasa a calibração das variações observadas pela variável exógena de VAB Serviços, permitindo identificar assim o que pode vir a ocorrer nestes municípios que se destacam. A Figura 186 permite observar as modificações antevistas para o VAB Serv. agregado dos 23 municípios.

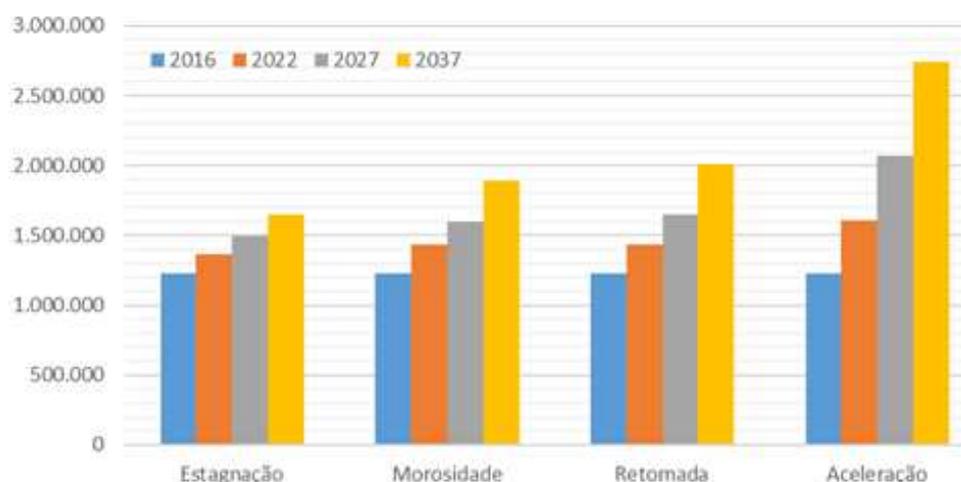


Figura 186. Projeções de geração de valor adicionado bruto terciário (R\$, mil).

Fonte: Elaboração do Autor.

A Tabela 44 traz as potenciais variações do VAB de serviços para os municípios de destaque.

Tabela 44. Resultado dos Cenários para o VAB Terciário em municípios-polo em 2037 (R\$, mil).

Município	Cenários para o ano de 2037				
	Cena Atual	Estagnação	Morosidade	Retomada	Aceleração
Almas	52.529	69.419	75.239	81.514	105.734
Arraias	82.561	87.278	132.222	142.374	182.576
Dianópolis	200.513	272.729	319.258	344.561	448.539
Natividade	78.011	119.789	117.709	110.295	165.153
Palmeirópolis	72.906	108.761	115.578	125.038	161.455
Paraná	73.377	108.018	84.645	92.213	139.082
Silvanópolis	69.447	106.617	114.010	124.640	163.897
Taguatinga	201.959	260.154	347.277	379.398	506.245
TOTAL (23 municípios)	1.227.798	1.649.236	1.892.651	2.012.772	2.739.272



Fonte: Elaboração do Autor.

7.3.6 Demografia - população urbana e rural

Para a divisão entre habitantes urbanos e rurais, realizou-se projeção de tendência de modificação no grau de urbanização mediante a evolução da população total estimada pelo IBGE, a nível de cada um dos 23 municípios componentes da RSE-TO. A intensificação ou arrefecimento dos graus de urbanismo foi balizada pelo contexto de cada um dos cenários, em linha com os cenários da dinâmica econômica, muito embora o elemento de variação seja mais representativo do movimento das pessoas no território do que seu grau absoluto de fecundidade ou mortalidade, por exemplo. Os resultados das projeções podem ser observados na Figura 187.

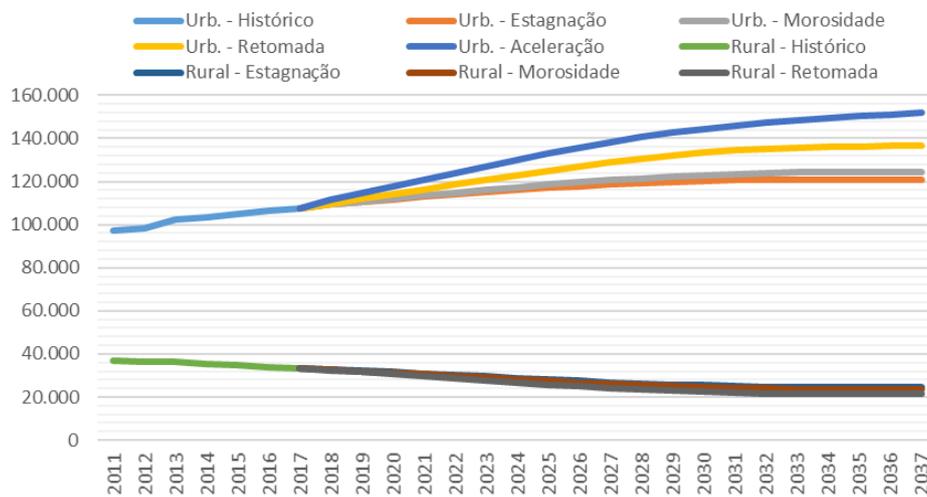


Figura 187. Projeções para a população da RSE-TO (habitantes, mesma escala).

Fonte: Elaboração do Autor. a partir de IBGE (2017).

A Figura 188 traz em uma mesma escala as populações urbana e rural, onde se faz notar a diferença já existente entre estes dois perfis. Uma vez que a variação esperada nos cenários para a população rural ocorre em cima de uma base atual bastante tímida (33 mil habitantes), as curvas de projeções para a população rural se sobrepõem.

Já o gráfico da Figura 188 à direita, que detalha em escala específica o desenrolar da população rural, revela que o acréscimo de parte significativa da população urbana advém justamente do esvaziamento desta população. De forma agregada na RSE-TO, a população rural deve variar, em 2037, da seguinte forma: perda de 19 mil habitantes sob o cenário de Aceleração; perda de 12 mil sob o de Retomada; perda de 9 mil sob o de Morosidade; e finalmente, perda de 8 mil sob o de Estagnação. Nenhum dos cenários indica reversão da tendência de esvaziamento rural e adensamento urbano, por contrapartida.

Por fim, o gráfico da Figura 188 à esquerda, que detalha em escala específica o desenrolar da população urbana, aponta para as potenciais adições à população urbana (o que pode significar, também, a declaração de novas áreas urbanas onde atualmente se encontram

áreas rurais), em 2037: 44 mil novos habitantes sob o cenário de Aceleração; 29 mil sob o de Retomada; 17 mil sob o de Morosidade; e finalmente 13 mil sob o de Estagnação.

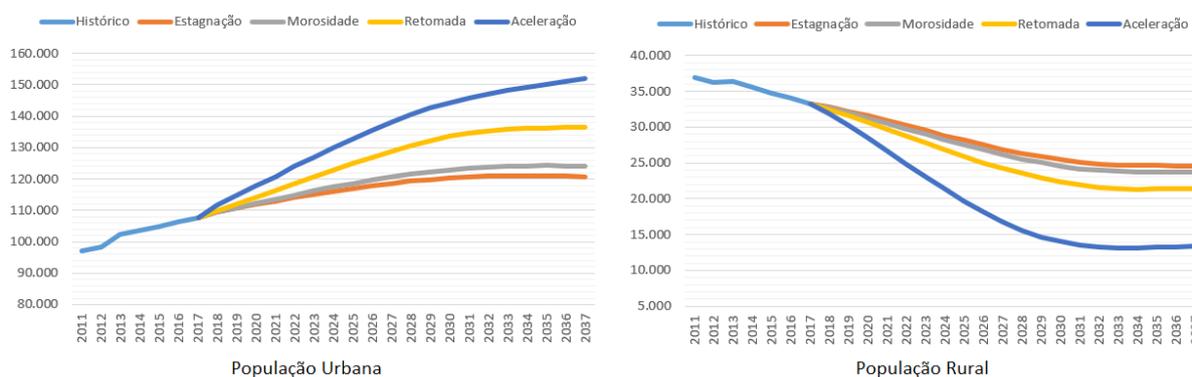


Figura 188. Projeções para a população urbana e rural da RSE-TO (habitantes).

Fonte: Elaboração do Autor. a partir de IBGE (2017).

A Tabela 45 apresenta os resultados para cada município sob cada cenário, para o ano de 2037, da população urbana. Dos municípios de maior porte relativo, Arraias, Paranã e Pindorama do Tocantins são aqueles que, na média de todos os quatro cenários, apresentam as maiores taxas de crescimento urbano. Em relação à cena atual, estas taxas até 2037 (vinte anos) são de 31,2%, 44,5% e 36,0%, respectivamente.

Os municípios de Dianópolis, Natividade e Taguatinga, que são em termos de população urbana os mais populosos da região (juntamente com Arraias e Paranã, mencionados acima), apresentam taxas de crescimento menos intensas. Essa comparação, que pondera a média entre os cenários em 2037, chega em evoluções da população urbana de respectivos 19,4%, 22,0% e 25,9%.

Já os menores municípios da região são também aqueles que apresentam as dinâmicas populacionais urbanas menos intensas. São estes os municípios de Combinado, Lavandeira, Novo Alegre, Ponte Alta do Bom Jesus, Porto Alegre do Tocantins, Rio da Conceição e Santa Rosa do Tocantins. Na média de crescimento entre todos os quatro cenários, em 2037, apresentam respectivamente 13,4%, 10,5%, 4,1%, 10,9%, 14,9%, 12,9% e 5,6%.

Outro conjunto de municípios, também apresentando pequeno porte de população urbana, apresentam dinâmicas mais aguçadas de crescimento, superior à 20% ao longo dos 20 anos até 2037 - novamente comparando-se o resultado médio de todos os quatro cenários. São eles: Almas (23,9%), Chapada da Natividade (21,8%), Conceição do Tocantins (34,0%), Novo Jardim (24,5%), Palmeirópolis (19,9%), Silvanópolis (21,8%) e Taipas do Tocantins (22,4%).

Duas exceções ocorrem onde municípios menores conseguem apresentar tendência (em distintas intensidades através dos quatro cenários, certamente) de maior crescimento urbano. São eles: São Salvador do Tocantins e São Valério, onde o incremento populacional médio (entre todos os cenários) em 2037 é, respectivamente, de 47,8% e 41,1% em área urbana. Nestes municípios há concomitante projeção de aumento nas atividades primárias e terciárias da economia, ancorando a maior dinâmica antevista.

**Tabela 45.** Resultado dos Cenários para a População Urbana (habitantes).

Município	Cenários para o ano de 2037				
	Cena Atual	Estagnação	Morosidade	Retomada	Aceleração
Almas	6.326	7.344	7.536	8.043	8.421
Arraias	8.152	9.489	9.822	11.007	12.463
Aurora do Tocantins	2.861	3.214	3.309	3.647	4.161
Chapada da Natividade	1.787	1.971	2.025	2.219	2.492
Combinado	4.250	4.480	4.576	4.930	5.292
Conceição do Tocantins	3.257	3.915	4.066	4.604	4.875
Dianópolis	19.269	21.171	21.673	23.497	25.651
Lavandeira	1.200	1.246	1.270	1.358	1.431
Natividade	7.859	8.703	8.948	9.826	10.871
Novo Alegre	1.687	1.608	1.648	1.793	1.974
Novo Jardim	2.068	2.315	2.382	2.622	2.981
Palmeirópolis	6.540	7.143	7.329	8.002	8.898
Paraná	5.481	6.719	6.998	7.987	9.984
Pindorama do Tocantins	3.299	3.948	4.098	4.633	5.273
Ponte Alta do Bom Jesus	2.578	2.676	2.730	2.926	3.099
Porto Alegre do Tocantins	2.177	2.316	2.368	2.558	2.763
Rio da Conceição	2.000	2.128	2.168	2.313	2.422
Santa Rosa do Tocantins	3.041	2.969	3.037	3.284	3.561
São Salvador do Tocantins	1.960	2.460	2.568	2.950	3.611
São Valério da Natividade	2.930	3.631	3.788	4.344	4.776
Silvanópolis	4.546	5.018	5.155	5.646	6.326
Taguatinga	12.396	14.019	14.428	15.894	18.102
Taipas do Tocantins	1.901	2.194	2.234	2.384	2.497
TOTAL	107.565	120.677	124.156	136.467	151.924

Fonte: Elaboração do Autor.

Já a Tabela 46 apresenta os resultados equivalentes (para cada município sob cada cenário, para o ano de 2037), da população rural. Nota-se que diversos municípios apresentam populações rurais zeradas em 2037 em algum cenário, caso de Almas, Conceição do Tocantins, Natividade, Pindorama do Tocantins, Rio da Conceição, São Salvador do Tocantins, São Valério da Natividade, Silvanópolis e Taipas do Tocantins. Nestes municípios, a média dos cenários em 2037 indica uma variação percentual em relação à cena atual de, respectivamente: -98,5%, -80,5%, -62,3%, -65,0%, -100%, -58,3%, -73,2%, -57,7% e -100%. O fato de se ter população exclusivamente urbana já se faz comum nas regiões mais adensadas do País, como nas Regiões Metropolitanas de São Paulo, Campinas, Maringá e Curitiba.

Este resultado não significa necessariamente a ausência de população na área rural, mas sim representa a urbanização das áreas rurais. Uma das forças motrizes por trás da inexorável tendência de urbanização é justamente o estabelecimento de maiores áreas urbanas por meio do instrumento de planejamento estruturante dos municípios, o Plano Diretor. A questão prosaica é que se cobra imposto Predial e Territorial Urbano - IPTU das áreas urbanas, arrecadação direta do município e receita sob a qual há discricionariedade de gastos; diferente da arrecadação do Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural - ITR, cujo recolhimento e gasto não competem a administração local.

Pode-se, outrossim, especular novas formas de ocupação do espaço rural que venham a contrapor à tendência de esvaziamento. Estas certamente perpassam pela tecnologia e tecnificação, tanto em termos de gestão de negócios como nas formas de convivência social. Estas novas conexões abrem a possibilidade para, no futuro, uma reocupação rural - quiçá

em busca da tão almejada sustentabilidade, mediante o uso de consórcios inteligentes e produtivos entre culturas e produção animal; fontes alternativas de geração de energia e reaproveitamentos sinérgicos entre as produções. Ademais, outras formas de transporte podem também ser desenvolvidas, possibilitando deslocamentos mais rápidos e/ou menos custosos entre as diversas localidades rurais que hoje são logisticamente de mais difícil acesso para residência pendular em relação às sedes municipais.

Embora estas possibilidades sejam verossímeis, no agregado da população territorial na RSE-TO não há nenhum indicativo de que venham a ocorrer, rendendo aos cenários os diferentes graus de continuidade ao processo em curso de esvaziamento rural. A intensidade de tal movimento, entretanto, é muito distinta entre os quatro estados de mundo futuro, como se faz notar na Tabela 46.

Já na inspeção dos resultados município por município, tem-se que alguns intensificam sua ruralidade. Notadamente, os municípios de Lavandeira, Novo Alegre, Ponte Alta do Bom Jesus e Santa Rosa do Tocantins apresentam acréscimos médios (dentre os quatro cenários) na população rural em 2037 de, respectivamente, 7,5%, 21,6%, 6,4% e 15,1%. Nestes, a população urbana cresce em concomitância à rural, destacando a existência de adensamentos produtivos de características familiares que se mantêm ativos.

Já os municípios de Chapada da Natividade e Porto Alegre do Tocantins apresentam resultados negativos, porém discretos em relação à média de suas populações rurais em 2037 nos quatro cenários, com taxas de variação em relação à cena atual de, respectivamente, -5,5% e -3,6%.

Tabela 46. Resultado dos Cenários para a População Rural (habitantes).

Município	Cenários para o ano de 2037				
	Cena Atual	Estagnação	Morosidade	Retomada	Aceleração
Almas	947	56	0	0	0
Arraias	2.575	1.463	1.331	896	0
Aurora do Tocantins	874	634	610	536	219
Chapada da Natividade	1.577	1.485	1.495	1.538	1.441
Combinado	624	531	526	516	410
Conceição do Tocantins	922	369	297	52	0
Dianópolis	2.469	1.731	1.650	1.395	411
Lavandeira	675	688	700	744	770
Natividade	1.453	850	781	558	0
Novo Alegre	666	810	815	836	779
Novo Jardim	629	464	448	398	181
Palmeirópolis	1.147	759	717	586	94
Paraná	5.081	4.090	4.010	3.762	2.316
Pindorama do Tocantins	1.221	686	621	403	0
Ponte Alta do Bom Jesus	2.067	2.091	2.126	2.256	2.327
Porto Alegre do Tocantins	925	882	889	919	877
Rio da Conceição	61	0	0	0	0
Santa Rosa do Tocantins	1.792	2.004	2.028	2.121	2.098
São Salvador do Tocantins	1.124	713	664	500	0
São Valério da Natividade	1.181	565	486	217	0
Silvanópolis	853	541	506	395	0
Taguatinga	4.134	3.155	3.061	2.771	1.441
Taipas do Tocantins	229	0	0	0	0
TOTAL	33.226	24.567	23.761	21.399	13.364

Fonte: Elaboração do Autor.



7.4 Rebatimento hídrico dos cenários da RSE-TO

A perscrução das tendências futuras da RSE-TO do Tocantins, apresentadas no capítulo anterior, permite inferir rebatimentos nas demandas hídricas. Os cálculos das demandas hídricas partem de parâmetros atuais e também projetados, que variam em função dos resultados das atividades econômicas e variações populacionais. Cada usuário das águas é descrito abaixo, com suas respectivas especificações.

As projeções de demanda hídrica aqui apresentadas partem do pressuposto de que haverá disponibilidade suficiente para atendimento. De fato, tratam-se apenas das projeções de demanda, ainda não contrastadas com a oferta. Uma vez que se possam antever demandas acima da capacidade da oferta, identificam-se os limites de desenvolvimento da Região em função do quadro hídrico, de notória escassez. Sabe-se, no entanto, que os planos de desenvolvimento para a Região se escoram, justamente, no aproveitamento das barragens de rios que permitam usos múltiplos, notadamente a aquicultura e a fruticultura irrigada, como já fora abordado no item sobre Vetores de Transformação e na análise das forças endógenas.

7.5 Demandas hídricas de uso consuntivo

7.5.1 Agricultura irrigada

Com base nas projeções de áreas irrigadas, assumiu-se que a lâmina de irrigação para a fruticultura é de 0,7807 L/s/ha. Trata-se de resultado que espelha a média das lâminas para as culturas de melão, melancia, coco-da-baía, manga, banana e goiaba - grande parte destas frutas já cultivadas no DIMA e na RSE-TO. Já para a demanda hídrica das culturas de ciclo curto, utilizou-se a demanda equivalente destas culturas, realizada via pivô de irrigação. Tem-se, para tanto, uma lâmina de 0,1725 L/s/ha.

Enquanto as técnicas de irrigação ganham eficiência, nota-se que os cenários para as demandas hídricas não contemplam tais acréscimos. Isso ocorre por dois motivos, o primeiro sendo que os projetos de irrigação de fruticultura já detêm alto grau de eficiência, com um mínimo de 80% - como o DIMA atualmente já opera. Segundo motivo, tangente à irrigação de culturas commoditizadas de ciclo curto e produção intensificada, a irrigação foi baseada na área plantada - maiores eficiências na irrigação tendem a se traduzir em maiores áreas cultivadas sob irrigação, e não a contenção de áreas em função da irrigação mais eficiente.

A Figura 189 torna clara a pressão que a atividade agrícola deverá exercer sobre os recursos hídricos da RSE-TO. Apenas no curto prazo e no cenário Estagnação é que não há incremento significativo de demanda para irrigação - ao contrário, prevê-se inclusive uma singela retração da atividade. Na média dos quatro cenários, entretanto, a demanda é crescente. Tem-se que, tão logo quanto 2022, pode-se ter 4,14 m³/s de demanda. Já no médio prazo (2027), essa vazão pode vir a ser de, na média, 7,08 m³/s. Já no longo prazo, a média de vazão requerida é de 15,36 m³/s, com uma grande amplitude que vai de 5,12 m³/s sob cenário Estagnação para 28,89 m³/s sob Aceleração. Essa significativa diferença ilustra o potencial da RSE-TO

em levar a cabo sua estratégia de desenvolvimento via Polos de Produção, gerando encadeamento produtivo.

Certamente, as projeções partem do pressuposto de que haverá disponibilidade hídrica para atender essa crescente demanda. Não necessariamente este é o caso, como será analisado nos próximos passos deste produto, que contrasta as demandas projetadas com as disponibilidades hídricas (balanço hídrico projetado).

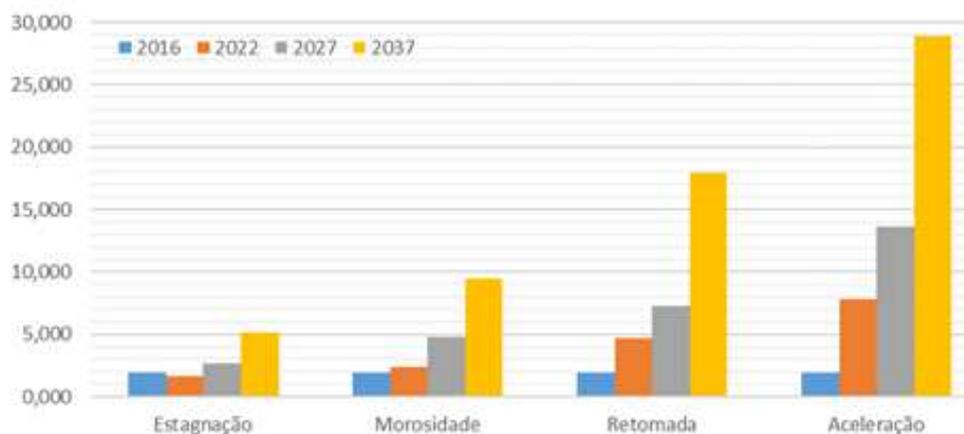


Figura 189. Projeções de demandas hídricas de irrigação (m³/s).

Fonte: Elaboração do Autor.

As tabelas 47 a 49 apresentam os resultados por município para os três recortes temporais trabalhados: curto prazo (2022), médio prazo (2027) e longo prazo (2037), já agregando a fruticultura com a irrigação de commodities de ciclo curto.

Tabela 47. Resultado dos Cenários para a Demanda Hídrica de Irrigação em 2022 (m³/s).

Município	Cenários para o ano de 2022				
	Cena Atual	Estagnação	Morosidade	Retomada	Aceleração
Almas	0,000	0,058	0,078	0,134	0,229
Arraias	0,000	0,020	0,015	0,063	0,468
Aurora do Tocantins	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Chapada da Natividade	0,000	0,077	0,086	0,211	0,784
Combinado	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Conceição do Tocantins	0,000	0,009	0,010	0,025	0,133
Dianópolis	1,113	1,197	1,859	3,325	3,831
Lavandeira	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Natividade	0,000	0,037	0,038	0,125	0,656
Novo Alegre	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Novo Jardim	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Palmeirópolis	0,000	0,004	0,006	0,013	0,020
Paraná	0,000	0,080	0,082	0,296	0,937
Pindorama do Tocantins	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Ponte Alta do Bom Jesus	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Porto Alegre do Tocantins	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Rio da Conceição	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Santa Rosa do Tocantins	0,638	0,066	0,081	0,162	0,245
São Salvador do Tocantins	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
São Valério da Natividade	0,009	0,039	0,048	0,095	0,142
Silvanópolis	0,191	0,056	0,070	0,142	0,217
Taguatinga	0,000	0,003	0,004	0,009	0,013
Taipas do Tocantins	0,000	0,027	0,030	0,063	0,133
TOTAL	1,951	1,672	2,407	4,663	7,810



Fonte: Elaboração do Autor.

Tabela 48. Resultado dos Cenários para a Demanda Hídrica de Irrigação em 2027 (m³/s).

Município	Cenários para o ano de 2027				
	Cena Atual	Estagnação	Morosidade	Retomada	Aceleração
Almas	0,000	0,082	0,145	0,197	0,311
Arraias	0,000	0,027	0,055	0,203	0,781
Aurora do Tocantins	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Chapada da Natividade	0,000	0,126	0,240	0,555	1,388
Combinado	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Conceição do Tocantins	0,000	0,013	0,020	0,086	0,211
Dianópolis	1,113	1,943	3,361	4,450	6,961
Lavandeira	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Natividade	0,000	0,054	0,116	0,414	1,220
Novo Alegre	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Novo Jardim	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Palmeirópolis	0,000	0,007	0,015	0,020	0,025
Paraná	0,000	0,111	0,203	0,640	1,718
Pindorama do Tocantins	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Ponte Alta do Bom Jesus	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Porto Alegre do Tocantins	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Rio da Conceição	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Santa Rosa do Tocantins	0,638	0,117	0,227	0,262	0,313
São Salvador do Tocantins	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
São Valério da Natividade	0,009	0,074	0,143	0,158	0,185
Silvanópolis	0,191	0,088	0,176	0,211	0,255
Taguatinga	0,000	0,005	0,010	0,013	0,017
Taipas do Tocantins	0,000	0,029	0,043	0,086	0,211
TOTAL	1,951	2,675	4,755	7,296	13,595

Fonte: Elaboração do Autor.

Tabela 49. Resultado dos Cenários para a Demanda Hídrica de Irrigação em 2037 (m³/s).

Município	Cenários para o ano de 2037				
	Cena Atual	Estagnação	Morosidade	Retomada	Aceleração
Almas	0,000	0,139	0,192	0,246	0,411
Arraias	0,000	0,117	0,234	0,781	1,171
Aurora do Tocantins	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Chapada da Natividade	0,000	0,400	0,703	1,771	2,869
Combinado	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Conceição do Tocantins	0,000	0,039	0,078	0,195	0,390
Dianópolis	1,113	3,144	6,181	9,717	16,075
Lavandeira	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Natividade	0,000	0,269	0,535	1,589	2,644
Novo Alegre	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Novo Jardim	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Palmeirópolis	0,000	0,013	0,019	0,024	0,032
Paraná	0,000	0,390	0,781	2,602	3,904
Pindorama do Tocantins	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Ponte Alta do Bom Jesus	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Porto Alegre do Tocantins	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Rio da Conceição	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Santa Rosa do Tocantins	0,638	0,236	0,300	0,332	0,413
São Salvador do Tocantins	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
São Valério da Natividade	0,009	0,158	0,196	0,203	0,247
Silvanópolis	0,191	0,165	0,217	0,251	0,318
Taguatinga	0,000	0,009	0,013	0,017	0,022
Taipas do Tocantins	0,000	0,039	0,078	0,195	0,390
TOTAL	1,951	5,118	9,527	17,924	28,887

Fonte: Elaboração do Autor.

7.5.2 Pecuária

Para a estimativa de demanda de água para a criação animal para cada um dos quatro cenários da RSE-TO do Tocantins, foram considerados os volumes per capita de demanda por perfil de rebanho animal, apresentados pelo volume Águas Doces no Brasil (2006) e também utilizado no Diagnóstico. Esta relação de demanda considera, além da dessedentação, as demandas para higiene. Os volumes diários de uso de água são, por rebanho: bovinos e bubalinos, 50 L/d; vacas ordenhadas, 127,5 L/d; equinos, muares e asininos, 40 L/d; suínos, 10 L/d; ovinos e caprinos, 8 L/d; avinos, 0,20 L/d.

Os resultados das estimativas realizadas são apresentados Figura 190, que traduzem as demandas hídricas dos rebanhos projetados para cada cenário. Enquanto que na cena atual a demanda da atividade de criação de animais é de 0,66 m³/s, no curto prazo pode chegar a ser de 0,80 m³/s, sob cenário Estagnação, até 0,94 m³/s sob cenário Aceleração. Na média dos quatro cenários, tem-se para o horizonte de 2022 uma demanda de 0,86 m³/s, valor 29,86% maior do que o atual. Já para o horizonte de 2027, médio prazo, tem-se na média uma demanda de 0,99 m³/s; no longo prazo (2037), essa média passa a ser de 1,20 m³/s.

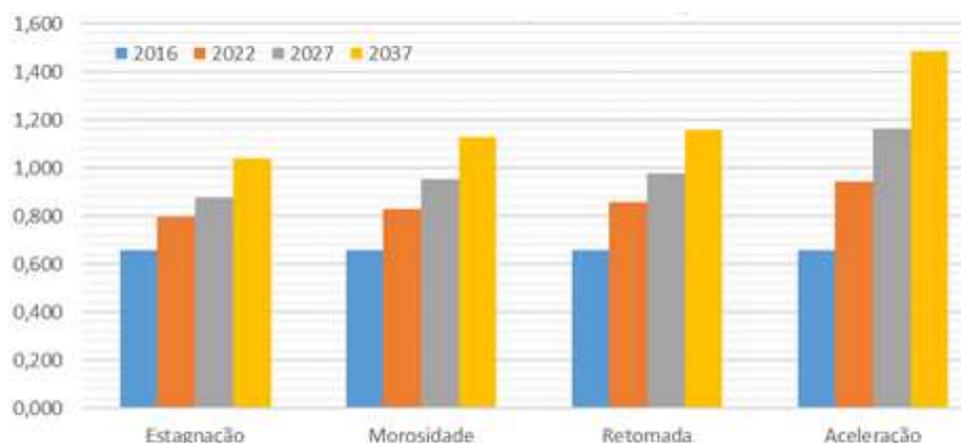


Figura 190. Projeções de demandas hídricas da pecuária (m³/s).

Fonte: Elaboração do Autor.

A amplitude das projeções é menor do que para a atividade agrícola, pois não há previsões de empreendimentos pecuários de larga escala, mas sim uma continuidade das tendências de incremento de demanda por carne, notadamente a bovina. Mesmo assim, tem-se que em 2037 a demanda da pecuária, envolvendo dessedentação e higiene dos rebanhos, poderá ser de 1,04 m³/s a 1,49 m³/s (cenários Estagnação e Aceleração, respectivamente).

As tabelas 50 a 52 apresentam os resultados por município para os três recortes temporais trabalhados: curto prazo (2022), médio prazo (2027) e longo prazo (2037), já agregando todos os tipos de rebanho (bovino de corte e leite, suíno, ovino, caprino, galináceo, bubalino e equino).

**Tabela 50.** Resultado dos Cenários para a Demanda Hídrica da Pecuária em 2022 (m³/s).

Município	Cenários para o ano de 2022				
	Cena Atual	Estagnação	Morosidade	Retomada	Aceleração
Almas	0,032	0,042	0,044	0,044	0,049
Arraias	0,105	0,120	0,123	0,124	0,136
Aurora do Tocantins	0,029	0,035	0,036	0,038	0,043
Chapada da Natividade	0,019	0,028	0,029	0,028	0,029
Combinado	0,015	0,018	0,018	0,019	0,020
Conceição do Tocantins	0,019	0,022	0,023	0,024	0,026
Dianópolis	0,028	0,032	0,035	0,038	0,043
Lavandeira	0,013	0,015	0,015	0,015	0,015
Natividade	0,038	0,045	0,048	0,050	0,056
Novo Alegre	0,013	0,015	0,017	0,017	0,019
Novo Jardim	0,007	0,009	0,009	0,008	0,008
Palmeirópolis	0,044	0,052	0,055	0,057	0,064
Paraná	0,080	0,087	0,093	0,099	0,111
Pindorama do Tocantins	0,033	0,038	0,042	0,046	0,052
Ponte Alta do Bom Jesus	0,018	0,021	0,023	0,024	0,026
Porto Alegre do Tocantins	0,007	0,008	0,008	0,009	0,010
Rio da Conceição	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Santa Rosa do Tocantins	0,019	0,026	0,027	0,026	0,028
São Salvador do Tocantins	0,018	0,026	0,027	0,025	0,027
São Valério da Natividade	0,030	0,044	0,043	0,042	0,045
Silvanópolis	0,020	0,023	0,023	0,023	0,025
Taguatinga	0,063	0,075	0,080	0,086	0,096
Taipas do Tocantins	0,009	0,011	0,012	0,012	0,013
TOTAL	0,659	0,795	0,830	0,855	0,941

Fonte: Elaboração do Autor.

Tabela 51. Resultado dos Cenários para a Demanda Hídrica da Pecuária em 2027 (m³/s).

Município	Cenários para o ano de 2027				
	Cena Atual	Estagnação	Morosidade	Retomada	Aceleração
Almas	0,032	0,051	0,055	0,054	0,064
Arraias	0,105	0,128	0,136	0,133	0,157
Aurora do Tocantins	0,029	0,038	0,042	0,045	0,054
Chapada da Natividade	0,019	0,035	0,035	0,033	0,038
Combinado	0,015	0,018	0,020	0,020	0,024
Conceição do Tocantins	0,019	0,023	0,026	0,027	0,032
Dianópolis	0,028	0,033	0,039	0,044	0,055
Lavandeira	0,013	0,015	0,016	0,015	0,017
Natividade	0,038	0,050	0,055	0,058	0,071
Novo Alegre	0,013	0,017	0,018	0,020	0,023
Novo Jardim	0,007	0,010	0,009	0,008	0,009
Palmeirópolis	0,044	0,058	0,064	0,067	0,080
Paraná	0,080	0,089	0,101	0,110	0,134
Pindorama do Tocantins	0,033	0,041	0,048	0,053	0,065
Ponte Alta do Bom Jesus	0,018	0,023	0,026	0,027	0,032
Porto Alegre do Tocantins	0,007	0,008	0,009	0,010	0,012
Rio da Conceição	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Santa Rosa do Tocantins	0,019	0,031	0,032	0,031	0,036
São Salvador do Tocantins	0,018	0,033	0,033	0,030	0,033
São Valério da Natividade	0,030	0,057	0,057	0,052	0,059
Silvanópolis	0,020	0,025	0,025	0,025	0,029
Taguatinga	0,063	0,081	0,092	0,100	0,122
Taipas do Tocantins	0,009	0,012	0,013	0,014	0,016
TOTAL	0,659	0,876	0,950	0,974	1,163

Fonte: Elaboração do Autor.

Tabela 52. Resultado dos Cenários para a Demanda Hídrica da Pecuária em 2037 (m³/s).

Município	Cenários para o ano de 2037				
	Cena Atual	Estagnação	Morosidade	Retomada	Aceleração
Almas	0,032	0,064	0,068	0,067	0,085
Arraias	0,105	0,149	0,156	0,150	0,190
Aurora do Tocantins	0,029	0,045	0,050	0,053	0,070

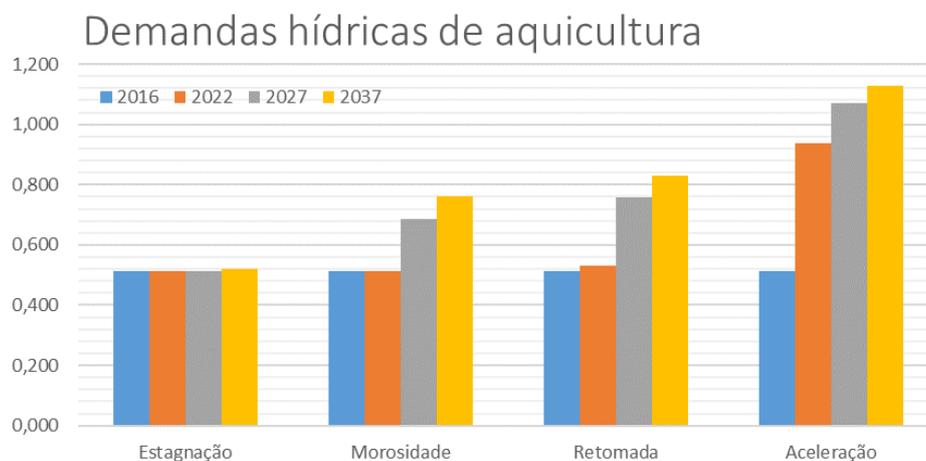
Município	Cenários para o ano de 2037				
	Cena Atual	Estagnação	Morosidade	Retomada	Aceleração
Chapada da Natividade	0,019	0,044	0,045	0,041	0,051
Combinado	0,015	0,021	0,023	0,024	0,030
Conceição do Tocantins	0,019	0,026	0,030	0,032	0,041
Dianópolis	0,028	0,038	0,046	0,053	0,071
Lavandeira	0,013	0,017	0,017	0,016	0,020
Natividade	0,038	0,059	0,065	0,070	0,091
Novo Alegre	0,013	0,019	0,022	0,023	0,030
Novo Jardim	0,007	0,011	0,010	0,009	0,010
Palmeirópolis	0,044	0,069	0,076	0,079	0,104
Paraná	0,080	0,101	0,116	0,127	0,168
Pindorama do Tocantins	0,033	0,047	0,056	0,063	0,085
Ponte Alta do Bom Jesus	0,018	0,026	0,030	0,032	0,041
Porto Alegre do Tocantins	0,007	0,009	0,011	0,012	0,015
Rio da Conceição	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Santa Rosa do Tocantins	0,019	0,037	0,039	0,038	0,047
São Salvador do Tocantins	0,018	0,042	0,041	0,036	0,043
São Valério da Natividade	0,030	0,076	0,073	0,064	0,079
Silvanópolis	0,020	0,028	0,029	0,029	0,036
Taguatinga	0,063	0,095	0,108	0,119	0,157
Taipas do Tocantins	0,009	0,014	0,015	0,016	0,021
TOTAL	0,659	1,038	1,127	1,155	1,487

Fonte: Elaboração do Autor.

7.5.3 Aquicultura

Tal como já fora abordado no Diagnóstico, considerou-se a aquicultura como um uso consuntivo de recursos hídricos dado o alto potencial de evaporação dos lagos utilizados para este fim, que ocorrem justamente 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, utilizando-se para tal o déficit hídrico de 869 mm para os seis meses mais secos do ano, no período de maio a outubro - calculado com base nas informações de precipitação e evaporação médias anuais.

Com a demanda devidamente parametrizada pela área de produção, realizou-se a estimativa das demandas hídricas futuras da atividade de aquicultura para cada um dos cenários alternativos de desenvolvimento da RSE-TO do Tocantins, como pode ser observado na Figura 191. As tabelas 53 a 55 mostram as demandas estimadas para cada cenário.



**Figura 191.** Projeções de demandas hídras da aquicultura (m³/s).

Fonte: Elaboração do Autor.

Tabela 53. Resultado dos Cenários para a Demanda Hídrica da Aquicultura em 2022 (m³/s).

Município	Cenários para o ano de 2022				
	Cena Atual	Estagnação	Morosidade	Retomada	Aceleração
Almas	0,514	0,514	0,514	0,530	0,589
Arraias	0,000	0,000	0,000	0,000	0,042
Chapada da Natividade	0,000	0,000	0,000	0,000	0,084
Dianópolis	0,000	0,000	0,000	0,000	0,223
TOTAL	0,514	0,514	0,514	0,530	0,938

Fonte: Elaboração do Autor.

Tabela 54. Resultado dos cenários para a demanda hídrica da aquicultura em 2027 (m³/s).

Município	Cenários para o ano de 2027				
	Cena Atual	Estagnação	Morosidade	Retomada	Aceleração
Almas	0,514	0,514	0,514	0,552	0,646
Arraias	0,000	0,000	0,020	0,024	0,049
Chapada da Natividade	0,000	0,000	0,042	0,051	0,098
Dianópolis	0,000	0,000	0,112	0,129	0,278
TOTAL	0,514	0,514	0,687	0,757	1,072

Fonte: Elaboração do Autor.

Tabela 55. Resultado dos cenários para a demanda hídrica da aquicultura em 2037 (m³/s).

Município	Cenários para o ano de 2037				
	Cena Atual	Estagnação	Morosidade	Retomada	Aceleração
Almas	0,514	0,521	0,546	0,588	0,704
Arraias	0,000	0,000	0,027	0,028	0,049
Chapada da Natividade	0,000	0,000	0,057	0,060	0,098
Dianópolis	0,000	0,000	0,131	0,152	0,278
TOTAL	0,514	0,521	0,761	0,829	1,129

Fonte: Elaboração do Autor.

7.5.4 Indústria e mineração

As demandas industriais foram estimadas conforme metodologia própria, devido à falta de dados suficientes via outorgas, conforme descrito no Diagnóstico. Muito embora a grande maioria das indústrias da RSE-TO estejam conectadas às redes urbanas de abastecimento, alguns empreendimentos de mineração de ouro ou calcário e agregados para a construção civil, principalmente na região no município de Natividade e seu entorno, realizam captações próprias.

Após visita *in loco* para verificar a situação de alguns desses empreendimentos³⁸, realizada em janeiro de 2018, 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, prevê-se início da operação exploração mineral de ouro, pois o empreendimento encontra-se atualmente na fase de implantação. Nos próximos anos, tem previsão de utilização de vazão da ordem de 20 m³/h. Em relação aos demais empreendimentos do segundo setor, foi considerada vazão máxima equivalente (20m³/h),

³⁸ Os empreendimentos procurados foram: 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.

segundo a espacializados por bacia hidrográfica em função de localização estimada em imagens, sendo que alguns não puderam ser identificados em campo.

À exceção do empreendimento minerário de ouro em Natividade (Engegold, atualmente em implantação), não foram identificados pontos de inflexão para a implantação de indústrias ou de empreendimentos estruturantes que geram movimentos nesse setor. Parametrizou-se a evolução das demandas hídricas, portanto, apenas pelo resultado do valor adicionado bruto do setor industrial a partir dos resultados da cena atual. Ou seja, caso projete-se uma variação positiva de 1,37% ao ano no cenário Retomada para o VAB Ind. em um determinado município (como o exemplo, que é Palmeirópolis), a demanda hídrica industrial associada à esse local acompanha essa mesma evolução.

A partir da parametrização, consegue-se transpor para a demanda hídrica as expectativas de desenvolvimento das atividades industriais, conforme o contexto de mundo projetado. Uma vez que a economia cresce, as indústrias minerárias e outras, localizadas na RSE-TO, respondem com maior atividade e geram, por consequência, maiores demandas hídricas. Com a demanda devidamente parametrizada pela evolução projetada do VAB Ind., realizou-se a estimativa das demandas hídricas futuras da atividade para cada um dos cenários alternativos de desenvolvimento da RSE-TO do Tocantins, como pode ser observado na Figura 192.

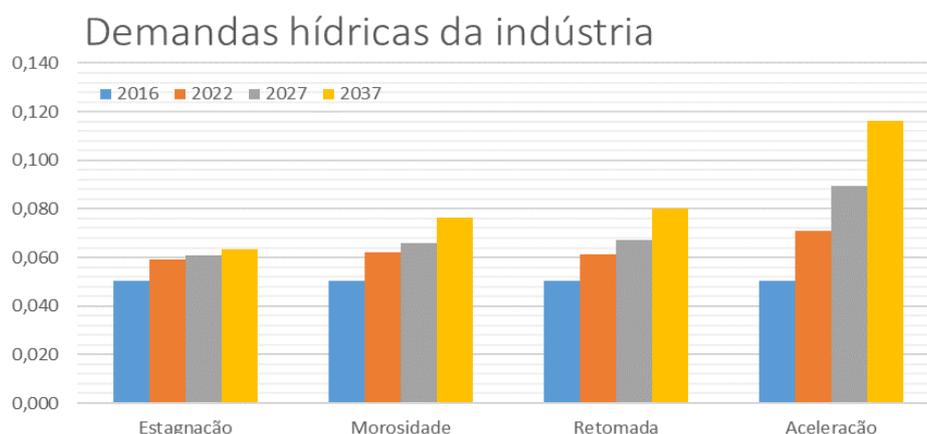


Figura 192. Projeções de demandas hídricas da indústria e mineração (m³/s).

Fonte: Elaboração do Autor.

As tabelas 56 a 58 apresentam os resultados por município, em cada um dos três recortes temporais trabalhados (curto prazo, 2022; médio prazo, 2027; e longo prazo, 2037).

Tabela 56. Resultado dos cenários para a demanda hídrica da indústria e mineração em 2022 (m³/s).

Município	Cenários para o ano de 2022				
	Cena Atual	Estagnação	Morosidade	Retomada	Aceleração
Arraias	0,006	0,006	0,006	0,007	0,007
Chapada da Natividade	0,006	0,006	0,006	0,006	0,007
Dianópolis	0,011	0,011	0,012	0,012	0,014
Natividade	0,011	0,018	0,019	0,018	0,022
Novo Jardim	0,006	0,006	0,006	0,006	0,007
Palmeirópolis	0,006	0,006	0,006	0,006	0,007
Taguatinga	0,006	0,006	0,006	0,006	0,007
TOTAL	0,050	0,059	0,062	0,061	0,071



Fonte: Elaboração do Autor.

Tabela 57. Resultado dos Cenários para a Demanda Hídrica da Indústria e Mineração em 2027 (m³/s).

Município	Cenários para o ano de 2027				
	Cena Atual	Estagnação	Morosidade	Retomada	Aceleração
Arraias	0,006	0,006	0,007	0,008	0,009
Chapada da Natividade	0,006	0,006	0,006	0,007	0,009
Dianópolis	0,011	0,011	0,013	0,013	0,016
Natividade	0,011	0,019	0,021	0,020	0,029
Novo Jardim	0,006	0,006	0,006	0,006	0,009
Palmeirópolis	0,006	0,006	0,006	0,006	0,009
Taguatinga	0,006	0,006	0,007	0,006	0,009
TOTAL	0,050	0,061	0,066	0,067	0,089

Fonte: Elaboração do Autor.

Tabela 58. Resultado dos cenários para a demanda hídrica da indústria e mineração em 2037 (m³/s).

Município	Cenários para o ano de 2037				
	Cena Atual	Estagnação	Morosidade	Retomada	Aceleração
Arraias	0,006	0,006	0,008	0,009	0,012
Chapada da Natividade	0,006	0,006	0,007	0,009	0,011
Dianópolis	0,011	0,013	0,014	0,016	0,021
Natividade	0,011	0,019	0,026	0,024	0,038
Novo Jardim	0,006	0,006	0,007	0,008	0,011
Palmeirópolis	0,006	0,006	0,007	0,007	0,011
Taguatinga	0,006	0,007	0,008	0,007	0,011
TOTAL	0,050	0,063	0,076	0,080	0,116

Fonte: Elaboração do Autor.

7.5.5 Abastecimento humano urbano

Conforme exposto do Diagnóstico, as demandas urbanas de água para os municípios da RSE-TO foram capturadas diretamente junto às concessionárias de abastecimento.

Para consideração das variações futuras deste importante setor, tem-se como principal elemento a própria taxa de variação populacional. Um município com população crescente terá, conseqüentemente, maiores demandas hídricas do que outro com população estável. Dessa forma, as projeções dos quatro cenários para a população urbana perfazem os elementos parametrizantes para a inferência dos estados futuros possíveis de demanda.

Ao se considerar as vazões de captação das concessionárias, tem-se embutido nos dados os detalhes operacionais de cada local, como o índice de perdas e também as demandas industriais conectadas à rede urbana. Além deste abastecimento industrial de menor escala, uma infinidade de comerciantes e prestadores de serviços, tais como escolas, hospitais, postos de combustível etc., estão vinculados à rede urbana e constam do banco de dados com as demandas atuais.

Dessa forma, compreende-se que a evolução do setor de serviços do município também é componente das demandas de abastecimento urbano, pois mesmo com uma população estável, uma economia de serviços crescente trata mais demanda hídrica. Esta é a diferença que explica, ao menos parcialmente, o fato de haverem demandas hídricas dos prestadores de serviço superiores aos parâmetros de demanda de abastecimento por habitante por dia. Na média, nota-se que cerca de 70% da demanda é voltada primordialmente para os usos urbanos, enquanto que os demais 30% atendem usos relacionados ao comércio e aos prestadores de serviços.

Mediante a razão apenas descrita, parametrizou-se a demanda futura de abastecimento urbano tanto pela evolução esperada das populações urbanas dos 23 municípios da RSE-TO do Tocantins, como pela evolução do VAB Serv. Os resultados são apresentados, agregados, na Figura 193, sendo que as tabelas 59 a 61 trazem os resultados da demanda hídrica por município, em cada um dos três recortes temporais trabalhados (curto prazo, 2022; médio prazo, 2027; e longo prazo, 2037).

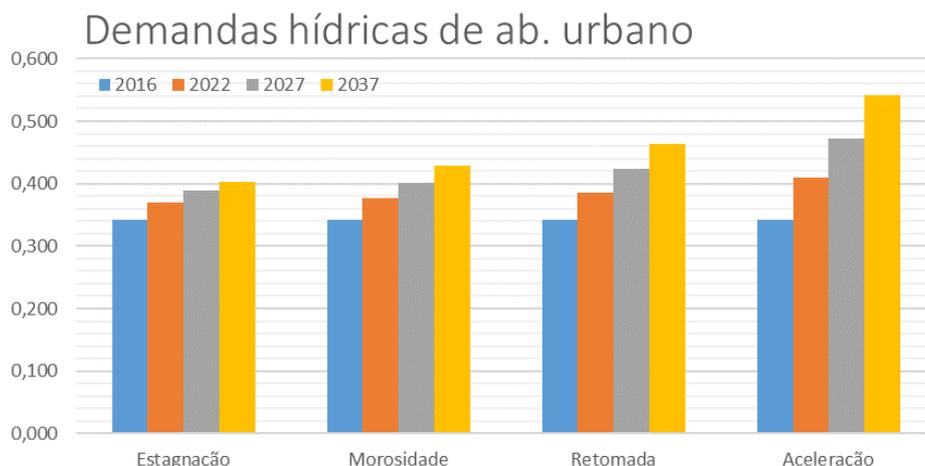


Figura 193. Projeções de demandas hídricas de abastecimento urbano (m³/s).
Fonte: Elaboração do Autor.

Tabela 59. Resultado dos Cenários para a Demanda Hídrica de Ab. Urbano em 2022 (m³/s).

Município	Cenários para o ano de 2022				
	Cena Atual	Estagnação	Morosidade	Retomada	Aceleração
Almas	0,015	0,016	0,016	0,017	0,018
Arraias	0,032	0,034	0,035	0,036	0,039
Aurora do Tocantins	0,008	0,009	0,009	0,009	0,010
Chapada da Natividade	0,006	0,006	0,006	0,007	0,007
Combinado	0,027	0,028	0,029	0,030	0,031
Conceição do Tocantins	0,012	0,013	0,013	0,013	0,015
Dianópolis	0,048	0,052	0,053	0,054	0,057
Lavandeira	0,004	0,004	0,005	0,005	0,005
Natividade	0,017	0,019	0,019	0,019	0,020
Novo Alegre	0,009	0,009	0,009	0,009	0,010
Novo Jardim	0,006	0,007	0,007	0,007	0,008
Palmeirópolis	0,032	0,035	0,035	0,036	0,038
Paraná	0,013	0,014	0,014	0,014	0,016
Pindorama do Tocantins	0,014	0,016	0,016	0,016	0,018
Ponte Alta do Bom Jesus	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
Porto Alegre do Tocantins	0,010	0,011	0,011	0,011	0,012
Rio da Conceição	0,003	0,004	0,004	0,004	0,004
Santa Rosa do Tocantins	0,004	0,004	0,004	0,004	0,005
São Salvador do Tocantins	0,007	0,008	0,009	0,009	0,009
São Valério da Natividade	0,020	0,023	0,023	0,023	0,025
Silvanópolis	0,015	0,016	0,017	0,017	0,018
Taguatinga	0,035	0,037	0,039	0,040	0,042
Taipas do Tocantins	0,002	0,002	0,003	0,003	0,003
TOTAL	0,343	0,371	0,377	0,385	0,409

Fonte: Elaboração do Autor.

Tabela 60. Resultado dos Cenários para a Demanda Hídrica de Ab. Urbano em 2027 (m³/s).

Município	Cenários para o ano de 2027				
	Cena Atual	Estagnação	Morosidade	Retomada	Aceleração
Almas	0,015	0,017	0,018	0,019	0,020
Arraias	0,032	0,035	0,038	0,041	0,046
Aurora do Tocantins	0,008	0,009	0,010	0,010	0,012
Chapada da Natividade	0,006	0,007	0,006	0,007	0,008
Combinado	0,027	0,029	0,030	0,032	0,034
Conceição do Tocantins	0,012	0,014	0,014	0,015	0,017
Dianópolis	0,048	0,054	0,056	0,059	0,064
Lavandeira	0,004	0,005	0,005	0,005	0,005
Natividade	0,017	0,020	0,020	0,020	0,023

7 Prognóstico

Município	Cenários para o ano de 2027				
	Cena Atual	Estagnação	Morosidade	Retomada	Aceleração
Novo Alegre	0,009	0,009	0,010	0,010	0,011
Novo Jardim	0,006	0,007	0,008	0,008	0,009
Palmeirópolis	0,032	0,036	0,037	0,039	0,043
Paraná	0,013	0,015	0,015	0,016	0,019
Pindorama do Tocantins	0,014	0,017	0,017	0,018	0,022
Ponte Alta do Bom Jesus	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
Porto Alegre do Tocantins	0,010	0,011	0,012	0,012	0,014
Rio da Conceição	0,003	0,004	0,004	0,004	0,004
Santa Rosa do Tocantins	0,004	0,004	0,004	0,004	0,005
São Salvador do Tocantins	0,007	0,009	0,009	0,010	0,011
São Valério da Natividade	0,020	0,024	0,024	0,026	0,030
Silvanópolis	0,015	0,017	0,018	0,019	0,021
Taguatinga	0,035	0,039	0,042	0,044	0,049
Taipas do Tocantins	0,002	0,003	0,003	0,003	0,003
TOTAL	0,343	0,389	0,401	0,423	0,472

Fonte: Elaboração do Autor.

Tabela 61. Resultado dos Cenários para a Demanda Hídrica de Ab. Urbano em 2037 (m³/s).

Município	Cenários para o ano de 2037				
	Cena Atual	Estagnação	Morosidade	Retomada	Aceleração
Almas	0,015	0,018	0,019	0,020	0,022
Arraias	0,032	0,036	0,041	0,045	0,052
Aurora do Tocantins	0,008	0,010	0,011	0,011	0,014
Chapada da Natividade	0,006	0,007	0,007	0,008	0,009
Combinado	0,027	0,031	0,032	0,035	0,039
Conceição do Tocantins	0,012	0,015	0,016	0,017	0,019
Dianópolis	0,048	0,057	0,060	0,065	0,074
Lavandeira	0,004	0,005	0,005	0,005	0,006
Natividade	0,017	0,021	0,021	0,022	0,026
Novo Alegre	0,009	0,009	0,010	0,011	0,013
Novo Jardim	0,006	0,007	0,008	0,009	0,011
Palmeirópolis	0,032	0,038	0,040	0,043	0,049
Paraná	0,013	0,016	0,016	0,018	0,023
Pindorama do Tocantins	0,014	0,018	0,018	0,021	0,025
Ponte Alta do Bom Jesus	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
Porto Alegre do Tocantins	0,010	0,011	0,012	0,013	0,016
Rio da Conceição	0,003	0,004	0,004	0,004	0,005
Santa Rosa do Tocantins	0,004	0,004	0,004	0,005	0,006
São Salvador do Tocantins	0,007	0,009	0,010	0,011	0,012
São Valério da Natividade	0,020	0,025	0,025	0,029	0,033
Silvanópolis	0,015	0,018	0,019	0,021	0,024
Taguatinga	0,035	0,041	0,045	0,049	0,058
Taipas do Tocantins	0,002	0,003	0,003	0,003	0,003
TOTAL	0,343	0,404	0,428	0,464	0,542

Fonte: Elaboração do Autor.

7.5.6 Abastecimento humano rural

No que se refere ao abastecimento rural, identificou-se pelo Diagnóstico a ausência de informações de outorgas emitidas, bem como apenas alguns distritos ou áreas rurais apresentam abastecimento por meio de concessionárias. Desta forma, utilizou-se o parâmetro de 100 litros por habitante por dia de demanda. Ademais, o Diagnóstico considerou a população rural levantada pelo último Censo, em 2010. Uma vez que se realizou a atualização dessa fração da população para a cena atual, assim como se projetou seu comportamento no futuro, apresentam-se estes novos valores, porém ainda com base no parâmetro de 100 L/hab/dia.



Compreende-se ser o atual parâmetro de 100 L/hab/dia uma aproximação - razoável, porém sem especificidade local - do nível de consumo das populações rurais. Eis que, como já descrito no item sobre os Vetores de Transformação, há uma nova ocupação rural, que traz em seu bojo o sucesso e a abrangência de políticas públicas de universalização da luz elétrica e da educação básica no meio rural que, dentre outros, permite vislumbrar um aumento nas taxas de consumo de água por parte desta população. Soma-se à esse incremento de qualidade de vida as diversas intenções em ampliação da malha rodoviária - incrementos que “aproximam” de forma relativa as comunidades rurais dos centros urbanos de consumo. Apenas a título de exemplo, a eletrificação do meio rural permite aos seus habitantes instalar máquinas de lavar roupa, louça e outros - comodidades que trazem a contrapartida do aumento no consumo de água.

Vislumbra-se, portanto, a alteração do nível de consumo de 100 L/hab/dia ao longo do período de projeção, passando o consumo a ser de 130 L/hab/dia no curto prazo; de 150 L/hab/dia no médio; e de 170 L/hab/dia no longo prazo, representando uma aproximação do consumo rural aos níveis demonstrados pela população urbana dos municípios de menor porte da RSE-TO do Tocantins.

Parametrizou-se a demanda futura de abastecimento rural tanto pela evolução esperada destas populações, para cada um dos 23 municípios da Região, assim como pelo incremento nas taxas de consumo per capita. Os resultados são apresentados, agregados, na Figura 194, que permite observar que mesmo com o incremento de consumo per capita, há um decréscimo de demanda devido às projeções de continuidade no êxodo rural, como já fora denotado no item respectivo das forçantes endógenas.

Na sequência, as tabelas 62 a 64 trazem os resultados da demanda hídrica para abastecimento rural por município, em cada um dos três recortes temporais trabalhados (curto prazo, 2022; médio prazo, 2027; e longo prazo, 2037).

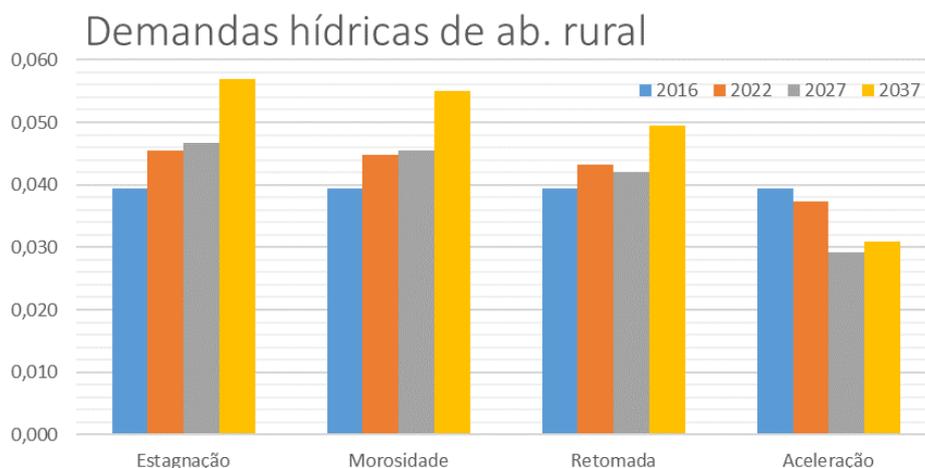


Figura 194. Projeções de demandas hídricas de abastecimento rural (m³/s).

Fonte: Elaboração do Autor.

Tabela 62. Resultado dos cenários para a demanda hídrica de abastecimento rural em 2022 (m³/s).

Município	Cenários para o ano de 2022				
	Cena Atual	Estagnação	Morosidade	Retomada	Aceleração
Almas	0,001	0,001	0,001	0,001	0,000
Arraias	0,003	0,003	0,003	0,003	0,002
Aurora do Tocantins	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Chapada da Natividade	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
Combinado	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Conceição do Tocantins	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Dianópolis	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003
Lavandeira	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Natividade	0,002	0,002	0,002	0,002	0,001
Novo Alegre	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Novo Jardim	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Palmeirópolis	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001
Paraná	0,006	0,007	0,007	0,007	0,006
Pindorama do Tocantins	0,001	0,002	0,002	0,001	0,001
Ponte Alta do Bom Jesus	0,002	0,003	0,003	0,003	0,003
Porto Alegre do Tocantins	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Rio da Conceição	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Santa Rosa do Tocantins	0,002	0,003	0,003	0,003	0,003
São Salvador do Tocantins	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
São Valério da Natividade	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Silvanópolis	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Taguatinga	0,005	0,006	0,006	0,005	0,005
Taipas do Tocantins	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
TOTAL	0,039	0,045	0,045	0,043	0,037

Fonte: Elaboração do Autor.

Tabela 63. Resultado dos cenários para a demanda hídrica de abastecimento rural em 2027 (m³/s).

Município	Cenários para o ano de 2027				
	Cena Atual	Estagnação	Morosidade	Retomada	Aceleração
Almas	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000
Arraias	0,003	0,003	0,003	0,002	0,000
Aurora do Tocantins	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Chapada da Natividade	0,002	0,003	0,003	0,003	0,003
Combinado	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Conceição do Tocantins	0,001	0,001	0,001	0,001	0,000
Dianópolis	0,003	0,003	0,003	0,003	0,002
Lavandeira	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Natividade	0,002	0,002	0,002	0,001	0,000
Novo Alegre	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Novo Jardim	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Palmeirópolis	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Paraná	0,006	0,008	0,007	0,007	0,005
Pindorama do Tocantins	0,001	0,001	0,001	0,001	0,000
Ponte Alta do Bom Jesus	0,002	0,004	0,004	0,004	0,004
Porto Alegre do Tocantins	0,001	0,002	0,002	0,002	0,002
Rio da Conceição	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Santa Rosa do Tocantins	0,002	0,003	0,003	0,004	0,003
São Salvador do Tocantins	0,001	0,001	0,001	0,001	0,000
São Valério da Natividade	0,001	0,001	0,001	0,001	0,000
Silvanópolis	0,001	0,001	0,001	0,001	0,000
Taguatinga	0,005	0,006	0,006	0,005	0,004
Taipas do Tocantins	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
TOTAL	0,039	0,047	0,045	0,042	0,029

Fonte: Elaboração do Autor.

Tabela 64. Resultado dos Cenários para a Demanda Hídrica de Ab. Rural em 2037 (m³/s).

Município	Cenários para o ano de 2037				
	Cena Atual	Estagnação	Morosidade	Retomada	Aceleração
Almas	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000
Arraias	0,003	0,003	0,003	0,002	0,000
Aurora do Tocantins	0,001	0,001	0,001	0,001	0,000



Município	Cenários para o ano de 2037				
	Cena Atual	Estagnação	Morosidade	Retomada	Aceleração
Chapada da Natividade	0,002	0,003	0,003	0,003	0,003
Combinado	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Conceição do Tocantins	0,001	0,001	0,001	0,000	0,000
Dianópolis	0,003	0,003	0,003	0,003	0,001
Lavandeira	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002
Natividade	0,002	0,002	0,002	0,001	0,000
Novo Alegre	0,001	0,002	0,002	0,002	0,002
Novo Jardim	0,001	0,001	0,001	0,001	0,000
Palmeirópolis	0,001	0,001	0,001	0,001	0,000
Paraná	0,006	0,008	0,008	0,007	0,005
Pindorama do Tocantins	0,001	0,001	0,001	0,001	0,000
Ponte Alta do Bom Jesus	0,002	0,004	0,004	0,004	0,005
Porto Alegre do Tocantins	0,001	0,002	0,002	0,002	0,002
Rio da Conceição	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Santa Rosa do Tocantins	0,002	0,004	0,004	0,004	0,004
São Salvador do Tocantins	0,001	0,001	0,001	0,001	0,000
São Valério da Natividade	0,001	0,001	0,001	0,000	0,000
Silvanópolis	0,001	0,001	0,001	0,001	0,000
Taguatinga	0,005	0,006	0,006	0,005	0,003
Taipas do Tocantins	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
TOTAL	0,039	0,048	0,047	0,042	0,026

Fonte: Elaboração do Autor.

7.6 Demandas hídricas de usos não consuntivos

7.6.1 Geração Hidrelétrica

Tal como identificado para as demais atividades, a demanda por energia elétrica deverá crescer de acordo com o contexto de mundo que espelham os cenários alternativos, Estagnação, Moderado, Retomada e Aceleração. Uma vez que não se trata de uma demanda quantitativa de recursos hídricos, pois não há consumo - e sequer regulação hídrica, caso a geração seja a fio d'água - as projeções realizadas não se traduzem em demandas hídricas.

Não obstante, no Diagnóstico foram identificados cinco empreendimentos em implementação na região, sendo 3 CGHs e 2 PCHs. Os aproveitamentos estão espalhados nas Bacias do rio Palma e do rio Manuel Alves da Natividade, devendo entrar em operação no curto prazo, pois são obras em andamento.

Há, ainda, 39 empreendimentos hidrelétricos em diferentes estágios de progresso, sendo 6 UHEs, 11 CGHs e 22 PCHs. Pode-se compreender que o desenrolar econômico que a realização destas atividades agrega à Região está contemplado pelas projeções industriais das forças endógenas, que combinam as forças exógenas e as tendências específicas locais.

7.6.2 Lazer e turismo

De forma análoga ao recém abordado no tópico de geração hidrelétrica, pode-se observar as trajetórias futuras do setor de lazer e turismo por meio do agregado econômico que compila, dentre outros, as atividades: o valor adicionado dos serviços. A partir destas projeções, pode-se compreender as possibilidades de desenvolvimento para a RSE-TO no tangente às demandas hídricas não consuntivas de manutenção de condições naturais e de preservação.

Estas, afinal, geram os serviços ambientais que se traduzem em aproveitamentos de turismo e ecoturismo.

Trata-se, afinal, de território com paisagens naturais ainda bem preservadas, com serras, paisagens naturais e belezas cênicas do bioma Cerrado conservadas. Segundo o Diagnóstico, foram registradas 12 praias, 2 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.

7.7 Síntese das demandas futuras

Considerando as informações apresentadas nos itens anteriores, apresenta-se a seguir, a síntese das demandas hídricas para a RSE-TO, por município. Estas demandas serão, posteriormente, espacializadas por bacia hidrográfica para permitir contrastar demandas com ofertas hídricas e verificar resultados quanto à escassez hídrica.

A Figura 195 sintetiza as demandas totais, somando aquelas de abastecimento público urbano, abastecimento humano rural, pecuária, indústria e mineração, irrigação e aquicultura. Nota-se que apenas no cenário Estagnação o crescimento ocorre de maneira relativamente suave ao longo dos três intervalos temporais de curto, médio e longo prazos - inclusive, denota-se uma ligeira queda até 2022 devido à retração das atividades de irrigação. Já no cenário Morosidade, a demanda hídrica apresenta um salto considerável, porém ao longo de uma trajetória sem inflexões. O mesmo não ocorre nos cenários Retomada e Aceleração, onde há o estabelecimento de novos patamares de demanda, começando, possivelmente, no curto prazo.

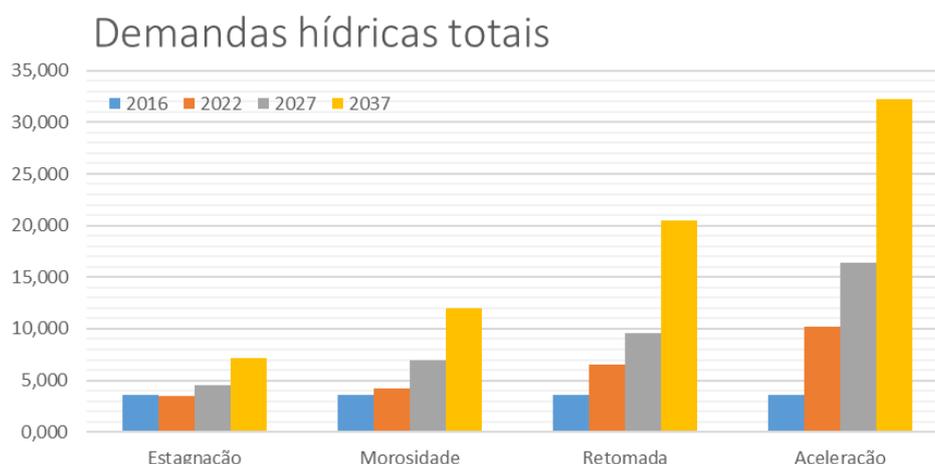


Figura 195. Projeções de demandas hídricas totais (m³/s).

Fonte: Elaboração do Autor.

As figuras 196 a 198 trazem as mesmas informações que a anterior, porém mostrando a contribuição de cada setor usuário de recursos hídricos em cada um dos recortes temporais. Facilmente se observa que a demanda para irrigação não apenas se mantém como o principal usuário de água da Região, como incrementa essa participação. Trata-se do usuário responsável pelo grande acréscimo antevisto, por meio da consolidação dos Polos de



Produção. Em seguida, tem-se as demandas para pecuária e piscicultura, que se consolida como um importante usuário.

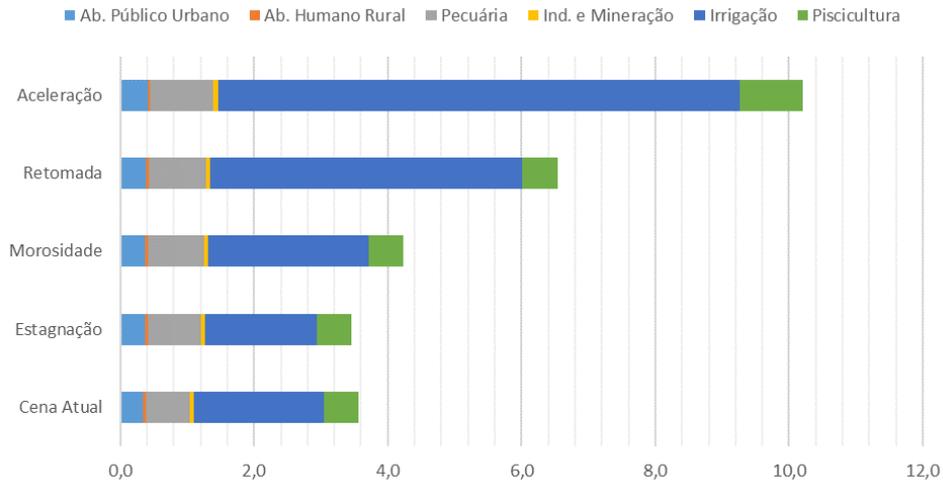


Figura 196. Projeções de demandas hídricas totais por usuário para 2022 (m³/s).

Fonte: Elaboração do Autor.

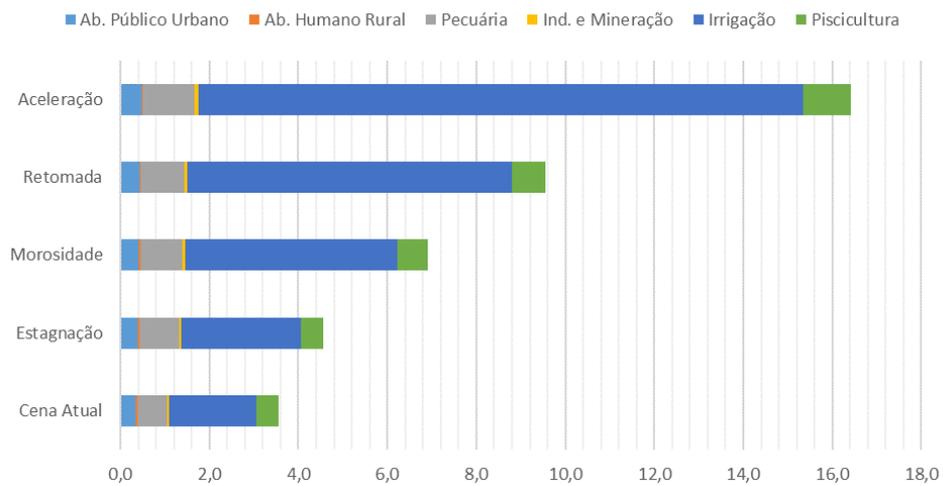


Figura 197. Projeções de demandas hídricas totais por usuário para 2027 (m³/s).

Fonte: Elaboração do Autor.

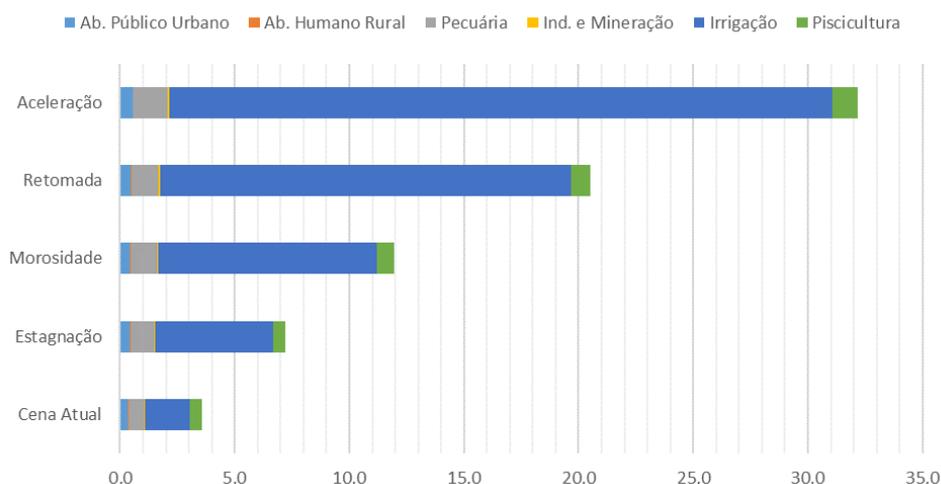


Figura 198. Projeções de demandas hídricas totais por usuário para 2037 (m³/s).

Fonte: Elaboração do Autor.

Outra forma de observar o papel preponderante da demanda hídrica de irrigação na RSE-TO é pelo Quadro 97, que relaciona para cada cenário as demandas relativas. A participação da pecuária, embora cresça em termos absolutos, diminui frente à elevação da demanda de irrigação. Trata-se da tradução da estratégia de crescimento da Região, associada aos Polos de Produção.

Quadro 97. Participação dos Setores Usuários na Demanda Hídrica (%).

Cenários	Horizonte Temporal	Participação dos Setores Usuários na Demanda Hídrica (%)					
		Ab. Público Urbano	Ab. Humano Rural	Pecuária	Indústria e Mineração	Irrigação	Piscicultura
Cena Atual	-	9,6%	1,2%	18,5%	1,4%	54,8%	14,4%
Estagnação	Curto prazo (2022)	10,7%	1,3%	23,0%	1,7%	48,4%	14,9%
Morosidade		8,9%	1,1%	19,6%	1,5%	56,8%	12,1%
Retomada		5,9%	0,7%	13,1%	0,9%	71,3%	8,1%
Aceleração		4,0%	0,4%	9,2%	0,7%	76,5%	9,2%
Estagnação	Médio prazo (2027)	8,5%	1,0%	19,2%	1,3%	58,6%	11,3%
Morosidade		5,8%	0,7%	13,8%	1,0%	68,9%	9,9%
Retomada		4,4%	0,4%	10,2%	0,7%	76,3%	7,9%
Aceleração		2,9%	0,2%	7,1%	0,5%	82,8%	6,5%
Estagnação	Longo prazo (2037)	5,6%	0,7%	14,4%	0,9%	71,2%	7,2%
Morosidade		3,6%	0,4%	9,4%	0,6%	79,6%	6,4%
Retomada		2,3%	0,2%	5,6%	0,4%	87,5%	4,0%
Aceleração		1,7%	0,1%	4,6%	0,4%	89,7%	3,5%

Fonte: Elaboração do Autor.

Os subitens abaixo trazem: as tabelas 65 a 77 com o total de demandas estimadas por município, para todos os usos, nos três recortes temporais e nos quatro cenários, além de reeditar as demandas na Cena Atual para referência.

7.7.1 Demandas hídricas na cena atual

Tabela 65. Resultado da Cena Atual para a Demanda Hídrica (m³/s).

Município	Cena Atual das Demandas Hídricas (m³/s)						
	Ab. Público Urbano	Ab. Humano Rural	Pecuária	Indústria e Mineração	Irrigação	Piscicultura	TOTAL
Almas	0,0151	0,0018	0,0315	0,0000	0,0000	0,5140	0,5624



GOVERNO DO TOCANTINS

Município	Cena Atual das Demandas Hídricas (m ³ /s)						
	Ab. Público Urbano	Ab. Humano Rural	Pecuária	Indústria e Mineração	Irrigação	Piscicultura	TOTAL
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.

7.7.2 Demandas Hídricas no Cenário Estagnação

Tabela 66. Resultado do Cenário Estagnação para a Demanda Hídrica em 2022 (m³/s).

Município	Cenário Estagnação para o ano de 2022 (m ³ /s)						
	Ab. Público Urbano	Ab. Humano Rural	Pecuária	Indústria e Mineração	Irrigação	Piscicultura	TOTAL
Almas	0,0165	0,0009	0,0424	0,0000	0,0576	0,5137	0,6311
Arraias	0,0341	0,0033	0,1203	0,0061	0,0195	0,0000	0,1832
Aurora do Tocantins	0,0090	0,0012	0,0348	0,0000	0,0000	0,0000	0,0450
Chapada da Natividade	0,0064	0,0023	0,0283	0,0060	0,0769	0,0000	0,1199
Combinado	0,0283	0,0009	0,0176	0,0000	0,0000	0,0000	0,0469
Conceição do Tocantins	0,0130	0,0011	0,0220	0,0000	0,0094	0,0000	0,0454
Dianópolis	0,0519	0,0033	0,0316	0,0113	1,1973	0,0000	1,2954
Lavandeira	0,0045	0,0010	0,0148	0,0000	0,0000	0,0000	0,0204
Natividade	0,0188	0,0019	0,0454	0,0180	0,0371	0,0000	0,1211
Novo Alegre	0,0091	0,0011	0,0155	0,0000	0,0000	0,0000	0,0257
Novo Jardim	0,0068	0,0009	0,0090	0,0060	0,0000	0,0000	0,0226
Palmeirópolis	0,0346	0,0015	0,0524	0,0060	0,0042	0,0000	0,0986
Paraná	0,0142	0,0072	0,0867	0,0000	0,0796	0,0000	0,1877
Pindorama do Tocantins	0,0160	0,0015	0,0382	0,0000	0,0000	0,0000	0,0558
Ponte Alta do Bom Jesus	0,0019	0,0032	0,0214	0,0000	0,0000	0,0000	0,0265
Porto Alegre do Tocantins	0,0110	0,0014	0,0076	0,0000	0,0000	0,0000	0,0200
Rio da Conceição	0,0036	0,0000	0,0010	0,0000	0,0000	0,0000	0,0046
Santa Rosa do Tocantins	0,0043	0,0029	0,0258	0,0000	0,0658	0,0000	0,0988
São Salvador do Tocantins	0,0081	0,0015	0,0264	0,0000	0,0000	0,0000	0,0360
São Valério da Natividade	0,0226	0,0014	0,0441	0,0000	0,0389	0,0000	0,1071
Silvanópolis	0,0164	0,0011	0,0232	0,0000	0,0558	0,0000	0,0965
Taguatinga	0,0373	0,0057	0,0749	0,0059	0,0029	0,0000	0,1267
Taipas do Tocantins	0,0024	0,0002	0,0113	0,0000	0,0273	0,0000	0,0412
TOTAL	0,3706	0,0454	0,7948	0,0592	1,6723	0,5137	3,4560

Fonte: Elaboração do Autor.

Tabela 67. Resultado do Cenário Estagnação para a Demanda Hídrica em 2027 (m³/s).

Município	Cenário Estagnação para o ano de 2027 (m ³ /s)						
	Ab. Público Urbano	Ab. Humano Rural	Pecuária	Indústria e Mineração	Irrigação	Piscicultura	TOTAL
Almas	0,0175	0,0005	0,0510	0,0000	0,0817	0,5137	0,6643
Arraias	0,0355	0,0030	0,1281	0,0062	0,0265	0,0000	0,1994
Aurora do Tocantins	0,0095	0,0012	0,0380	0,0000	0,0000	0,0000	0,0486
Chapada da Natividade	0,0066	0,0026	0,0352	0,0061	0,1257	0,0000	0,1763
Combinado	0,0294	0,0010	0,0185	0,0000	0,0000	0,0000	0,0488
Conceição do Tocantins	0,0140	0,0009	0,0235	0,0000	0,0130	0,0000	0,0513
Dianópolis	0,0541	0,0034	0,0332	0,0114	1,9428	0,0000	2,0449
Lavandeira	0,0046	0,0012	0,0154	0,0000	0,0000	0,0000	0,0213
Natividade	0,0200	0,0017	0,0496	0,0189	0,0542	0,0000	0,1445
Novo Alegre	0,0091	0,0014	0,0166	0,0000	0,0000	0,0000	0,0271
Novo Jardim	0,0070	0,0009	0,0095	0,0061	0,0000	0,0000	0,0235
Palmeirópolis	0,0364	0,0015	0,0577	0,0061	0,0068	0,0000	0,1084
Paraná	0,0153	0,0076	0,0890	0,0000	0,1105	0,0000	0,2224
Pindorama do Tocantins	0,0171	0,0014	0,0405	0,0000	0,0000	0,0000	0,0591
Ponte Alta do Bom Jesus	0,0020	0,0037	0,0232	0,0000	0,0000	0,0000	0,0288
Porto Alegre do Tocantins	0,0112	0,0016	0,0080	0,0000	0,0000	0,0000	0,0208
Rio da Conceição	0,0037	0,0000	0,0010	0,0000	0,0000	0,0000	0,0047
Santa Rosa do Tocantins	0,0042	0,0034	0,0308	0,0000	0,1170	0,0000	0,1555
São Salvador do Tocantins	0,0087	0,0014	0,0332	0,0000	0,0000	0,0000	0,0433
São Valério da Natividade	0,0243	0,0013	0,0572	0,0000	0,0745	0,0000	0,1572
Silvanópolis	0,0173	0,0011	0,0246	0,0000	0,0882	0,0000	0,1312
Taguatinga	0,0390	0,0060	0,0807	0,0061	0,0046	0,0000	0,1363
Taipas do Tocantins	0,0025	0,0000	0,0121	0,0000	0,0292	0,0000	0,0439
TOTAL	0,3890	0,0467	0,8765	0,0610	2,6746	0,5137	4,5615

Fonte: Elaboração do Autor.

Tabela 68. Resultado do Cenário Estagnação para a Demanda Hídrica em 2037 (m³/s).

Município	Cenário Estagnação para o ano de 2037 (m ³ /s)						
	Ab. Público Urbano	Ab. Humano Rural	Pecuária	Indústria e Mineração	Irrigação	Piscicultura	TOTAL
Almas	0,0180	0,0001	0,0642	0,0000	0,1393	0,5212	0,7428
Arraias	0,0361	0,0029	0,1493	0,0063	0,1171	0,0000	0,3117
Aurora do Tocantins	0,0097	0,0012	0,0449	0,0000	0,0000	0,0000	0,0559
Chapada da Natividade	0,0068	0,0029	0,0439	0,0062	0,3999	0,0000	0,4597
Combinado	0,0306	0,0010	0,0207	0,0000	0,0000	0,0000	0,0524
Conceição do Tocantins	0,0149	0,0007	0,0265	0,0000	0,0390	0,0000	0,0812
Dianópolis	0,0566	0,0034	0,0384	0,0125	3,1439	0,0000	3,2548
Lavandeira	0,0047	0,0014	0,0171	0,0000	0,0000	0,0000	0,0232
Natividade	0,0207	0,0017	0,0588	0,0194	0,2690	0,0000	0,3696
Novo Alegre	0,0091	0,0016	0,0189	0,0000	0,0000	0,0000	0,0296
Novo Jardim	0,0071	0,0009	0,0107	0,0061	0,0000	0,0000	0,0249
Palmeirópolis	0,0383	0,0015	0,0689	0,0061	0,0129	0,0000	0,1275
Paraná	0,0163	0,0080	0,1012	0,0000	0,3904	0,0000	0,5159
Pindorama do Tocantins	0,0178	0,0013	0,0471	0,0000	0,0000	0,0000	0,0662
Ponte Alta do Bom Jesus	0,0021	0,0041	0,0265	0,0000	0,0000	0,0000	0,0326
Porto Alegre do Tocantins	0,0113	0,0017	0,0090	0,0000	0,0000	0,0000	0,0219
Rio da Conceição	0,0036	0,0000	0,0011	0,0000	0,0000	0,0000	0,0047
Santa Rosa do Tocantins	0,0042	0,0039	0,0374	0,0000	0,2361	0,0000	0,2817
São Salvador do Tocantins	0,0091	0,0014	0,0417	0,0000	0,0000	0,0000	0,0522
São Valério da Natividade	0,0253	0,0011	0,0756	0,0000	0,1576	0,0000	0,2596
Silvanópolis	0,0182	0,0011	0,0277	0,0000	0,1650	0,0000	0,2120
Taguatinga	0,0408	0,0062	0,0947	0,0068	0,0085	0,0000	0,1571
Taipas do Tocantins	0,0025	0,0000	0,0138	0,0000	0,0390	0,0000	0,0554
TOTAL	0,4036	0,0483	1,0383	0,0634	5,1177	0,5212	7,1927

Fonte: Elaboração do Autor.



7.7.3 Demandas hídricas no cenário morosidade

Tabela 69. Resultado do Cenário Morosidade para a Demanda Hídrica em 2022 (m³/s).

Município	Cenário Morosidade para o ano de 2022 (m ³ /s)						
	Ab. Público Urbano	Ab. Humano Rural	Pecuária	Indústria e Mineração	Irrigação	Piscicultura	TOTAL
Almas	0,0165	0,0009	0,0438	0,0000	0,0778	0,5137	0,6526
Arraias	0,0352	0,0032	0,1231	0,0064	0,0148	0,0000	0,1827
Aurora do Tocantins	0,0092	0,0012	0,0365	0,0000	0,0000	0,0000	0,0468
Chapada da Natividade	0,0063	0,0023	0,0286	0,0063	0,0855	0,0000	0,1290
Combinado	0,0288	0,0009	0,0184	0,0000	0,0000	0,0000	0,0481
Conceição do Tocantins	0,0132	0,0010	0,0233	0,0000	0,0101	0,0000	0,0477
Dianópolis	0,0529	0,0033	0,0346	0,0119	1,8592	0,0000	1,9618
Lavandeira	0,0045	0,0010	0,0150	0,0000	0,0000	0,0000	0,0206
Natividade	0,0186	0,0018	0,0477	0,0189	0,0384	0,0000	0,1254
Novo Alegre	0,0093	0,0011	0,0166	0,0000	0,0000	0,0000	0,0270
Novo Jardim	0,0072	0,0008	0,0087	0,0063	0,0000	0,0000	0,0230
Palmeirópolis	0,0350	0,0015	0,0548	0,0062	0,0059	0,0000	0,1033
Paraná	0,0142	0,0071	0,0927	0,0000	0,0820	0,0000	0,1960
Pindorama do Tocantins	0,0162	0,0015	0,0419	0,0000	0,0000	0,0000	0,0597
Ponte Alta do Bom Jesus	0,0018	0,0032	0,0230	0,0000	0,0000	0,0000	0,0279
Porto Alegre do Tocantins	0,0113	0,0014	0,0084	0,0000	0,0000	0,0000	0,0212
Rio da Conceição	0,0037	0,0000	0,0009	0,0000	0,0000	0,0000	0,0046
Santa Rosa do Tocantins	0,0043	0,0029	0,0266	0,0000	0,0811	0,0000	0,1148
São Salvador do Tocantins	0,0085	0,0014	0,0268	0,0000	0,0000	0,0000	0,0367
São Valério da Natividade	0,0226	0,0014	0,0434	0,0000	0,0484	0,0000	0,1158
Silvanópolis	0,0165	0,0011	0,0234	0,0000	0,0699	0,0000	0,1109
Taguatinga	0,0386	0,0056	0,0803	0,0062	0,0040	0,0000	0,1347
Taipas do Tocantins	0,0025	0,0001	0,0118	0,0000	0,0297	0,0000	0,0441
TOTAL	0,3769	0,0448	0,8303	0,0621	2,4068	0,5137	4,2346

Fonte: Elaboração do Autor.

Tabela 70. Resultado do Cenário Morosidade para a Demanda Hídrica em 2027 (m³/s).

Município	Cenário Morosidade para o ano de 2027 (m ³ /s)						
	Ab. Público Urbano	Ab. Humano Rural	Pecuária	Indústria e Mineração	Irrigação	Piscicultura	TOTAL
Almas	0,0176	0,0003	0,0545	0,0000	0,1450	0,5137	0,7311
Arraias	0,0381	0,0029	0,1355	0,0071	0,0546	0,0195	0,2577
Aurora do Tocantins	0,0099	0,0012	0,0421	0,0000	0,0000	0,0000	0,0532
Chapada da Natividade	0,0065	0,0026	0,0355	0,0061	0,2398	0,0419	0,3324
Combinado	0,0305	0,0010	0,0198	0,0000	0,0000	0,0000	0,0512
Conceição do Tocantins	0,0144	0,0008	0,0256	0,0000	0,0203	0,0000	0,0611
Dianópolis	0,0563	0,0032	0,0391	0,0125	3,3608	0,1117	3,5837
Lavandeira	0,0046	0,0012	0,0156	0,0000	0,0001	0,0000	0,0215
Natividade	0,0197	0,0017	0,0551	0,0215	0,1159	0,0000	0,2138
Novo Alegre	0,0097	0,0014	0,0184	0,0000	0,0000	0,0000	0,0294
Novo Jardim	0,0076	0,0009	0,0091	0,0061	0,0000	0,0000	0,0236
Palmeirópolis	0,0371	0,0014	0,0636	0,0061	0,0153	0,0000	0,1236
Paraná	0,0149	0,0075	0,1012	0,0000	0,2030	0,0000	0,3266
Pindorama do Tocantins	0,0172	0,0014	0,0475	0,0000	0,0000	0,0000	0,0661
Ponte Alta do Bom Jesus	0,0018	0,0037	0,0255	0,0000	0,0000	0,0000	0,0311
Porto Alegre do Tocantins	0,0117	0,0016	0,0091	0,0000	0,0000	0,0000	0,0224
Rio da Conceição	0,0039	0,0000	0,0010	0,0000	0,0000	0,0000	0,0049
Santa Rosa do Tocantins	0,0043	0,0034	0,0319	0,0000	0,2272	0,0000	0,2668
São Salvador do Tocantins	0,0092	0,0014	0,0330	0,0000	0,0000	0,0000	0,0435
São Valério da Natividade	0,0238	0,0012	0,0569	0,0000	0,1433	0,0000	0,2253
Silvanópolis	0,0177	0,0010	0,0252	0,0000	0,1761	0,0000	0,2200
Taguatinga	0,0417	0,0058	0,0919	0,0067	0,0102	0,0000	0,1563
Taipas do Tocantins	0,0027	0,0000	0,0131	0,0000	0,0429	0,0000	0,0587
TOTAL	0,4009	0,0454	0,9503	0,0661	4,7546	0,6868	6,9040

Fonte: Elaboração do Autor.

Tabela 71. Resultado do Cenário Morosidade para a Demanda Hídrica em 2037 (m³/s).

Município	Cenário Morosidade para o ano de 2037 (m ³ /s)						
	Ab. Público Urbano	Ab. Humano Rural	Pecuária	Indústria e Mineração	Irrigação	Piscicultura	TOTAL
Almas	0,0187	0,0000	0,0680	0,0000	0,1922	0,5461	0,8251
Arraias	0,0410	0,0026	0,1558	0,0083	0,2342	0,0271	0,4690
Aurora do Tocantins	0,0107	0,0012	0,0499	0,0000	0,0000	0,0000	0,0617
Chapada da Natividade	0,0067	0,0029	0,0447	0,0069	0,7032	0,0571	0,8215
Combinado	0,0324	0,0010	0,0227	0,0000	0,0000	0,0000	0,0562
Conceição do Tocantins	0,0157	0,0006	0,0297	0,0000	0,0781	0,0000	0,1241
Dianópolis	0,0600	0,0032	0,0457	0,0142	6,1814	0,1306	6,4352
Lavandeira	0,0049	0,0014	0,0175	0,0000	0,0001	0,0000	0,0238
Natividade	0,0209	0,0015	0,0654	0,0256	0,5352	0,0000	0,6487
Novo Alegre	0,0102	0,0016	0,0216	0,0000	0,0000	0,0000	0,0334
Novo Jardim	0,0082	0,0009	0,0102	0,0069	0,0000	0,0000	0,0261
Palmeirópolis	0,0396	0,0014	0,0758	0,0068	0,0193	0,0000	0,1429
Paraná	0,0158	0,0079	0,1156	0,0000	0,7807	0,0000	0,9201
Pindorama do Tocantins	0,0185	0,0012	0,0557	0,0000	0,0000	0,0000	0,0754
Ponte Alta do Bom Jesus	0,0019	0,0042	0,0299	0,0000	0,0000	0,0000	0,0361
Porto Alegre do Tocantins	0,0124	0,0017	0,0106	0,0000	0,0000	0,0000	0,0247
Rio da Conceição	0,0042	0,0000	0,0011	0,0000	0,0000	0,0000	0,0053
Santa Rosa do Tocantins	0,0044	0,0040	0,0392	0,0000	0,2996	0,0000	0,3473
São Salvador do Tocantins	0,0096	0,0013	0,0414	0,0000	0,0000	0,0000	0,0523
São Valério da Natividade	0,0254	0,0010	0,0735	0,0000	0,1959	0,0000	0,2957
Silvanópolis	0,0189	0,0010	0,0290	0,0000	0,2166	0,0000	0,2655
Taguatinga	0,0450	0,0060	0,1084	0,0077	0,0127	0,0000	0,1799
Taipas do Tocantins	0,0029	0,0000	0,0153	0,0000	0,0781	0,0000	0,0962
TOTAL	0,4281	0,0468	1,1266	0,0764	9,5272	0,7610	11,9660

Fonte: Elaboração do Autor.

7.7.4 Demandas hídricas no cenário retomada**Tabela 72.** Resultado do Cenário Retomada para a Demanda Hídrica em 2022 (m³/s).

Município	Cenário Estagnação para o ano de 2022 (m ³ /s)						
	Ab. Público Urbano	Ab. Humano Rural	Pecuária	Indústria e Mineração	Irrigação	Piscicultura	TOTAL
Almas	0,0171	0,0007	0,0445	0,0000	0,1343	0,5304	0,7269
Arraias	0,0364	0,0030	0,1239	0,0066	0,0631	0,0000	0,2330
Aurora do Tocantins	0,0093	0,0011	0,0383	0,0000	0,0000	0,0000	0,0487
Chapada da Natividade	0,0065	0,0024	0,0277	0,0065	0,2110	0,0000	0,2540
Combinado	0,0295	0,0009	0,0188	0,0000	0,0000	0,0000	0,0492
Conceição do Tocantins	0,0134	0,0009	0,0241	0,0000	0,0250	0,0000	0,0634
Dianópolis	0,0543	0,0031	0,0379	0,0124	3,3248	0,0000	3,4325
Lavandeira	0,0045	0,0011	0,0145	0,0000	0,0001	0,0000	0,0202
Natividade	0,0187	0,0017	0,0502	0,0180	0,1252	0,0000	0,2138
Novo Alegre	0,0093	0,0011	0,0173	0,0000	0,0000	0,0000	0,0277
Novo Jardim	0,0072	0,0008	0,0081	0,0059	0,0000	0,0000	0,0220
Palmeirópolis	0,0359	0,0014	0,0572	0,0059	0,0127	0,0000	0,1131
Paraná	0,0144	0,0070	0,0991	0,0000	0,2964	0,0000	0,4169
Pindorama do Tocantins	0,0164	0,0014	0,0457	0,0000	0,0000	0,0000	0,0636
Ponte Alta do Bom Jesus	0,0018	0,0032	0,0238	0,0000	0,0000	0,0000	0,0288
Porto Alegre do Tocantins	0,0113	0,0014	0,0089	0,0000	0,0000	0,0000	0,0217
Rio da Conceição	0,0036	0,0000	0,0009	0,0000	0,0000	0,0000	0,0046
Santa Rosa do Tocantins	0,0043	0,0029	0,0262	0,0000	0,1616	0,0000	0,1951
São Salvador do Tocantins	0,0088	0,0014	0,0254	0,0000	0,0000	0,0000	0,0356
São Valério da Natividade	0,0230	0,0013	0,0417	0,0000	0,0946	0,0000	0,1606
Silvanópolis	0,0170	0,0010	0,0232	0,0000	0,1424	0,0000	0,1836
Taguatinga	0,0398	0,0055	0,0858	0,0059	0,0086	0,0000	0,1456
Taipas do Tocantins	0,0025	0,0001	0,0121	0,0000	0,0631	0,0000	0,0778
TOTAL	0,3854	0,0433	0,8553	0,0611	4,6629	0,5304	6,5384

Fonte: Elaboração do Autor.



Tabela 73. Resultado do Cenário Retomada para a Demanda Hídrica em 2027 (m³/s).

Município	Cenário Retomada para o ano de 2027 (m ³ /s)						TOTAL
	Ab. Público Urbano	Ab. Humano Rural	Pecuária	Indústria e Mineração	Irrigação	Piscicultura	
Almas	0,0188	0,0000	0,0541	0,0000	0,1972	0,5521	0,8222
Arraias	0,0407	0,0023	0,1327	0,0075	0,2030	0,0241	0,4104
Aurora do Tocantins	0,0101	0,0011	0,0445	0,0000	0,0000	0,0000	0,0557
Chapada da Natividade	0,0070	0,0027	0,0333	0,0073	0,5554	0,0515	0,6572
Combinado	0,0320	0,0009	0,0204	0,0000	0,0000	0,0000	0,0533
Conceição do Tocantins	0,0150	0,0005	0,0270	0,0000	0,0859	0,0000	0,1284
Dianópolis	0,0592	0,0029	0,0442	0,0134	4,4501	0,1294	4,6992
Lavandeira	0,0048	0,0013	0,0147	0,0000	0,0002	0,0000	0,0209
Natividade	0,0201	0,0014	0,0584	0,0200	0,4143	0,0000	0,5141
Novo Alegre	0,0098	0,0014	0,0196	0,0000	0,0000	0,0000	0,0307
Novo Jardim	0,0080	0,0008	0,0079	0,0063	0,0000	0,0000	0,0229
Palmeirópolis	0,0392	0,0013	0,0665	0,0062	0,0198	0,0000	0,1331
Paraná	0,0161	0,0072	0,1099	0,0000	0,6402	0,0000	0,7733
Pindorama do Tocantins	0,0184	0,0011	0,0531	0,0000	0,0000	0,0000	0,0725
Ponte Alta do Bom Jesus	0,0019	0,0038	0,0268	0,0000	0,0000	0,0000	0,0326
Porto Alegre do Tocantins	0,0122	0,0016	0,0099	0,0000	0,0000	0,0000	0,0237
Rio da Conceição	0,0040	0,0000	0,0010	0,0000	0,0000	0,0000	0,0049
Santa Rosa do Tocantins	0,0045	0,0035	0,0309	0,0000	0,2621	0,0000	0,3010
São Salvador do Tocantins	0,0098	0,0012	0,0296	0,0000	0,0000	0,0000	0,0406
São Valério da Natividade	0,0257	0,0008	0,0517	0,0000	0,1576	0,0000	0,2359
Silvanópolis	0,0187	0,0009	0,0249	0,0000	0,2106	0,0000	0,2552
Taguatinga	0,0443	0,0054	0,0997	0,0062	0,0134	0,0000	0,1691
Taipas do Tocantins	0,0027	0,0000	0,0136	0,0000	0,0859	0,0000	0,1022
TOTAL	0,4230	0,0421	0,9743	0,0669	7,2956	0,7571	9,5591

Fonte: Elaboração do Autor.

Tabela 74. Resultado do Cenário Retomada para a Demanda Hídrica em 2037 (m³/s).

Município	Cenário Retomada para o ano de 2037 (m ³ /s)						TOTAL
	Ab. Público Urbano	Ab. Humano Rural	Pecuária	Indústria e Mineração	Irrigação	Piscicultura	
Almas	0,0200	0,0000	0,0666	0,0000	0,2465	0,5880	0,9211
Arraias	0,0451	0,0018	0,1503	0,0091	0,7807	0,0283	1,0153
Aurora do Tocantins	0,0111	0,0011	0,0531	0,0000	0,0000	0,0000	0,0653
Chapada da Natividade	0,0076	0,0030	0,0415	0,0087	1,7708	0,0604	1,8921
Combinado	0,0348	0,0010	0,0238	0,0000	0,0000	0,0000	0,0596
Conceição do Tocantins	0,0167	0,0001	0,0321	0,0000	0,1952	0,0000	0,2441
Dianópolis	0,0646	0,0027	0,0529	0,0157	9,7172	0,1519	10,0049
Lavandeira	0,0052	0,0015	0,0163	0,0000	0,0002	0,0000	0,0231
Natividade	0,0219	0,0011	0,0698	0,0244	1,5888	0,0000	1,7061
Novo Alegre	0,0105	0,0016	0,0234	0,0000	0,0000	0,0000	0,0356
Novo Jardim	0,0088	0,0008	0,0086	0,0075	0,0000	0,0000	0,0257
Palmeirópolis	0,0428	0,0012	0,0795	0,0074	0,0245	0,0000	0,1554
Paraná	0,0178	0,0074	0,1272	0,0000	2,6023	0,0000	2,7547
Pindorama do Tocantins	0,0205	0,0008	0,0633	0,0000	0,0000	0,0000	0,0846
Ponte Alta do Bom Jesus	0,0021	0,0044	0,0320	0,0000	0,0000	0,0000	0,0385
Porto Alegre do Tocantins	0,0133	0,0018	0,0117	0,0000	0,0000	0,0000	0,0268
Rio da Conceição	0,0044	0,0000	0,0011	0,0000	0,0000	0,0000	0,0055
Santa Rosa do Tocantins	0,0048	0,0042	0,0379	0,0000	0,3320	0,0000	0,3788
São Salvador do Tocantins	0,0106	0,0010	0,0361	0,0000	0,0000	0,0000	0,0477
São Valério da Natividade	0,0286	0,0004	0,0645	0,0000	0,2030	0,0000	0,2965
Silvanópolis	0,0206	0,0008	0,0288	0,0000	0,2515	0,0000	0,3016
Taguatinga	0,0491	0,0055	0,1190	0,0073	0,0166	0,0000	0,1974
Taipas do Tocantins	0,0029	0,0000	0,0161	0,0000	0,1952	0,0000	0,2142
TOTAL	0,4640	0,0421	1,1554	0,0801	17,9243	0,8287	20,4946

Fonte: Elaboração do Autor.

7.7.5 Demandas hídricas no cenário aceleração

Tabela 75. Resultado do Cenário Aceleração para a Demanda Hídrica em 2022 (m³/s).

Município	Cenário Aceleração para o ano de 2022 (m³/s)						TOTAL
	Ab. Público Urbano	Ab. Humano Rural	Pecuária	Indústria e Mineração	Irrigação	Piscicultura	
Almas	0,0182	0,0001	0,0490	0,0000	0,2288	0,5887	0,8848
Arraias	0,0388	0,0023	0,1363	0,0072	0,4684	0,0419	0,6948
Aurora do Tocantins	0,0099	0,0010	0,0427	0,0000	0,0000	0,0000	0,0536
Chapada da Natividade	0,0068	0,0023	0,0293	0,0071	0,7843	0,0838	0,9134
Combinado	0,0305	0,0008	0,0202	0,0000	0,0000	0,0000	0,0516
Conceição do Tocantins	0,0147	0,0006	0,0261	0,0000	0,1327	0,0000	0,1740
Dianópolis	0,0565	0,0026	0,0428	0,0136	3,8314	0,2233	4,1704
Lavandeira	0,0048	0,0011	0,0154	0,0000	0,0002	0,0000	0,0214
Natividade	0,0200	0,0013	0,0559	0,0219	0,6562	0,0000	0,7554
Novo Alegre	0,0099	0,0011	0,0188	0,0000	0,0000	0,0000	0,0298
Novo Jardim	0,0077	0,0007	0,0084	0,0071	0,0000	0,0000	0,0239
Palmeirópolis	0,0375	0,0012	0,0636	0,0070	0,0198	0,0000	0,1292
Paraná	0,0159	0,0063	0,1111	0,0000	0,9368	0,0000	1,0702
Pindorama do Tocantins	0,0180	0,0011	0,0516	0,0000	0,0000	0,0000	0,0706
Ponte Alta do Bom Jesus	0,0019	0,0032	0,0257	0,0000	0,0000	0,0000	0,0309
Porto Alegre do Tocantins	0,0120	0,0014	0,0097	0,0000	0,0000	0,0000	0,0231
Rio da Conceição	0,0038	0,0000	0,0010	0,0000	0,0000	0,0000	0,0048
Santa Rosa do Tocantins	0,0046	0,0028	0,0280	0,0000	0,2449	0,0000	0,2803
São Salvador do Tocantins	0,0094	0,0011	0,0267	0,0000	0,0000	0,0000	0,0372
São Valério da Natividade	0,0254	0,0009	0,0450	0,0000	0,1424	0,0000	0,2137
Silvanópolis	0,0179	0,0008	0,0247	0,0000	0,2174	0,0000	0,2608
Taguatinga	0,0421	0,0048	0,0962	0,0071	0,0135	0,0000	0,1636
Taipas do Tocantins	0,0027	0,0000	0,0131	0,0000	0,1327	0,0000	0,1485
TOTAL	0,4092	0,0373	0,9412	0,0709	7,8096	0,9377	10,2060

Fonte: Elaboração do Autor.

**Tabela 76.** Resultado do Cenário Aceleração para a Demanda Hídrica em 2027 (m³/s).

Município	Cenário Aceleração para o ano de 2027 (m ³ /s)						TOTAL
	Ab. Público Urbano	Ab. Humano Rural	Pecuária	Indústria e Mineração	Irrigação	Piscicultura	
Almas	0,0198	0,0000	0,0642	0,0000	0,3105	0,6465	1,0409
Arraias	0,0459	0,0005	0,1567	0,0092	0,7807	0,0492	1,0421
Aurora do Tocantins	0,0116	0,0007	0,0539	0,0000	0,0000	0,0000	0,0661
Chapada da Natividade	0,0077	0,0025	0,0381	0,0087	1,3881	0,0983	1,5435
Combinado	0,0343	0,0008	0,0241	0,0000	0,0000	0,0000	0,0591
Conceição do Tocantins	0,0171	0,0000	0,0320	0,0000	0,2108	0,0000	0,2600
Dianópolis	0,0641	0,0017	0,0547	0,0165	6,9611	0,2781	7,3760
Lavandeira	0,0053	0,0013	0,0168	0,0000	0,0002	0,0000	0,0235
Natividade	0,0229	0,0004	0,0707	0,0287	1,2203	0,0000	1,3431
Novo Alegre	0,0110	0,0013	0,0233	0,0000	0,0000	0,0000	0,0356
Novo Jardim	0,0090	0,0005	0,0087	0,0088	0,0000	0,0000	0,0271
Palmeirópolis	0,0427	0,0007	0,0803	0,0087	0,0246	0,0000	0,1570
Paraná	0,0192	0,0054	0,1342	0,0000	1,7175	0,0000	1,8763
Pindorama do Tocantins	0,0217	0,0002	0,0654	0,0000	0,0000	0,0000	0,0873
Ponte Alta do Bom Jesus	0,0021	0,0038	0,0318	0,0000	0,0000	0,0000	0,0377
Porto Alegre do Tocantins	0,0136	0,0015	0,0119	0,0000	0,0000	0,0000	0,0269
Rio da Conceição	0,0043	0,0000	0,0011	0,0000	0,0000	0,0000	0,0054
Santa Rosa do Tocantins	0,0050	0,0034	0,0357	0,0000	0,3134	0,0000	0,3575
São Salvador do Tocantins	0,0111	0,0004	0,0333	0,0000	0,0000	0,0000	0,0449
São Valério da Natividade	0,0302	0,0000	0,0594	0,0000	0,1853	0,0000	0,2749
Silvanópolis	0,0206	0,0004	0,0289	0,0000	0,2551	0,0000	0,3050
Taguatinga	0,0493	0,0038	0,1217	0,0087	0,0168	0,0000	0,2003
Taipas do Tocantins	0,0030	0,0000	0,0160	0,0000	0,2108	0,0000	0,2298
TOTAL	0,4717	0,0292	1,1629	0,0892	13,5953	1,0720	16,4203

Fonte: Elaboração do Autor.

Tabela 77. Resultado do Cenário Aceleração para a Demanda Hídrica em 2037 (m³/s).

Município	Cenário Aceleração para o ano de 2037 (m ³ /s)						TOTAL
	Ab. Público Urbano	Ab. Humano Rural	Pecuária	Indústria e Mineração	Irrigação	Piscicultura	
Almas	0,0221	0,0000	0,0848	0,0000	0,4111	0,7037	1,2217
Arraias	0,0524	0,0000	0,1904	0,0120	1,1711	0,0492	1,4751
Aurora do Tocantins	0,0135	0,0004	0,0696	0,0000	0,0000	0,0000	0,0835
Chapada da Natividade	0,0088	0,0028	0,0507	0,0113	2,8690	0,0983	3,0410
Combinado	0,0393	0,0008	0,0303	0,0000	0,0000	0,0000	0,0704
Conceição do Tocantins	0,0193	0,0000	0,0411	0,0000	0,3904	0,0000	0,4508
Dianópolis	0,0738	0,0008	0,0711	0,0209	16,0748	0,2781	16,5195
Lavandeira	0,0060	0,0015	0,0199	0,0000	0,0003	0,0000	0,0277
Natividade	0,0261	0,0000	0,0914	0,0383	2,6443	0,0000	2,8001
Novo Alegre	0,0126	0,0015	0,0302	0,0000	0,0000	0,0000	0,0443
Novo Jardim	0,0106	0,0004	0,0101	0,0113	0,0000	0,0000	0,0324
Palmeirópolis	0,0494	0,0002	0,1036	0,0112	0,0318	0,0000	0,1962
Paraná	0,0229	0,0046	0,1682	0,0000	3,9035	0,0000	4,0991
Pindorama do Tocantins	0,0248	0,0000	0,0847	0,0000	0,0000	0,0000	0,1095
Ponte Alta do Bom Jesus	0,0024	0,0046	0,0409	0,0000	0,0000	0,0000	0,0479
Porto Alegre do Tocantins	0,0157	0,0017	0,0151	0,0000	0,0000	0,0000	0,0325
Rio da Conceição	0,0051	0,0000	0,0013	0,0000	0,0000	0,0000	0,0064
Santa Rosa do Tocantins	0,0056	0,0041	0,0469	0,0000	0,4135	0,0000	0,4701
São Salvador do Tocantins	0,0125	0,0000	0,0433	0,0000	0,0000	0,0000	0,0557
São Valério da Natividade	0,0334	0,0000	0,0790	0,0000	0,2470	0,0000	0,3595
Silvanópolis	0,0240	0,0000	0,0360	0,0000	0,3183	0,0000	0,3783
Taguatinga	0,0581	0,0028	0,1573	0,0113	0,0218	0,0000	0,2513
Taipas do Tocantins	0,0034	0,0000	0,0206	0,0000	0,3904	0,0000	0,4143
TOTAL	0,5419	0,0263	1,4866	0,1163	28,8872	1,1292	32,1876

Fonte: Elaboração do Autor.

7.8 Balanço hídrico e análise de escassez hídrica

7.8.1 Análises para a RSE-TO

O desenvolvimento do balanço hídrico foi realizado para as diferentes demandas, verificando a relação entre os valores de demandas e a oferta. Os resultados são apresentados nas tabelas 78 a 80 para os balanços em nível de bacia hidrográfica e nas tabelas 81 a 83 mostrando os resultados das análises por sub-bacia hidrográfica.

A análise por bacia hidrográfica mostra que apenas a bacia do rio Manuel Alves da Natividade tem o risco de apresentar uma condição preocupante nos cenários retomada e aceleração para o horizonte temporal de 2037, caso sejam implementados mesmo os projetos previstos. Dessa forma, além da barragem de regularização de vazões já existente, há que se implementar outros empreendimentos em nível macro na bacia para incremento da oferta hídrica na bacia.

Em nível mais detalhado, dentro da bacia do rio Manuel Alves da Natividade, se destacam duas sub-bacias, sendo uma de mesmo nome e a outra do rio Bagagem, que apresentam risco de atingir a situação preocupante em termos de escassez hídrica no ano de 2027 para o cenário aceleração e no ano de 2037 para os cenários aceleração e retomada. Essa análise mais localizada detalha os trechos em que devem ser focadas as medidas de gestão e estruturais a serem implementadas na RSE-TO para a solução de potenciais problemas de escassez hídrica.

Vale reapresentar, entretanto, uma série de ressalvas já comentadas no relatório de Diagnóstico, relacionadas, principalmente, às estimativas de demandas e ao fato da disponibilidade hídrica ter sido calculada com base em estações fluviométricas localizadas em rios de maior porte e, portanto, não haver dados para análises de córregos ou ribeirões de menor porte e que possam apresentar situações de intermitência. Esses casos tratam de situações em que deve ser incrementado o monitoramento fluviométrico para a obtenção de séries representativas da situação local.

**Tabela 78.** Projeção de demandas e balanço hídrico por bacia hidrográfica principal para a cena de 2022.

Bacia	Oferta Hídrica (m³/s) [Q90%]	Ano 2022							
		Estagnação		Morosidade		Retomada		Aceleração	
		Demanda (m³/s)	Balanço Hídrico (%) (demanda / Q90)	Demanda (m³/s)	Balanço Hídrico (%) (demanda / Q90)	Demanda (m³/s)	Balanço Hídrico (%) (demanda / Q90)	Demanda (m³/s)	Balanço Hídrico (%) (demanda / Q90)
Rio das Balsas	25,2	0,095	0,4	0,108	0,4	0,144	0,6	0,197	0,8
Rio Manuel Alves da Natividade	50,5	2,230	4,4	2,938	5,8	4,755	9,4	6,863	13,6
Rio Palma	138,9	0,603	0,4	0,625	0,4	0,750	0,5	1,403	1,0
Rio Paranã	24,9	0,151	0,6	0,155	0,6	0,288	1,2	0,813	3,3
Rio São Valério	28,1	0,066	0,2	0,070	0,2	0,099	0,4	0,152	0,5
Rio Tocantins	140,8	0,311	0,2	0,340	0,2	0,503	0,4	0,778	0,6
Total	391,2	3,456	0,9	4,235	1,1	6,538	1,7	10,206	2,6

Fonte: Elaboração do Autor.

Tabela 79. Projeção de demandas e balanço hídrico por bacia hidrográfica principal para a cena de 2027.

Bacia	Oferta Hídrica (m³/s) [Q90%]	Ano 2027							
		Estagnação		Morosidade		Retomada		Aceleração	
		Demanda (m³/s)	Balanço Hídrico (%) (demanda / Q90)	Demanda (m³/s)	Balanço Hídrico (%) (demanda / Q90)	Demanda (m³/s)	Balanço Hídrico (%) (demanda / Q90)	Demanda (m³/s)	Balanço Hídrico (%) (demanda / Q90)
Rio das Balsas	25,2	0,115	0,5	0,161	0,6	0,189	0,7	0,249	1,0
Rio Manuel Alves da Natividade	50,5	3,136	6,2	4,987	9,9	6,862	13,6	11,520	22,8
Rio Palma	138,9	0,649	0,5	0,811	0,6	1,092	0,8	1,995	1,4
Rio Paranã	24,9	0,175	0,7	0,251	1,0	0,541	2,2	1,365	5,5
Rio São Valério	28,1	0,089	0,3	0,122	0,4	0,148	0,5	0,216	0,8
Rio Tocantins	140,8	0,397	0,3	0,573	0,4	0,727	0,5	1,075	0,8
Total	391,2	4,562	1,2	6,904	1,8	9,559	2,4	16,420	4,2

Fonte: Elaboração do Autor.

Tabela 80. Projeção de demandas e balanço hídrico por bacia hidrográfica principal para a cena de 2037.

Bacia	Oferta Hídrica (m³/s) [Q90%]	Ano 2037							
		Estagnação		Morosidade		Retomada		Aceleração	
		Demanda (m³/s)	Balanço Hídrico (%) (demanda / Q90)						
Rio das Balsas	25,2	0,160	0,6	0,196	0,8	0,227	0,9	0,319	1,3
Rio Manuel Alves da Natividade	50,5	5,038	10,0	8,945	17,7	14,825	29,4	24,012	47,5
Rio Palma	138,9	0,848	0,6	1,187	0,9	2,092	1,5	3,080	2,2
Rio Paranã	24,9	0,370	1,5	0,641	2,6	1,801	7,2	2,673	10,7
Rio São Valério	28,1	0,146	0,5	0,179	0,6	0,264	0,9	0,354	1,3
Rio Tocantins	140,8	0,630	0,4	0,818	0,6	1,284	0,9	1,749	1,2
TOTAL	391,2	7,193	1,8	11,966	3,1	20,495	5,2	32,187	8,2

Fonte: Elaboração do Autor.

**Tabela 81.** Projeção de demandas e balanço hídrico por sub-bacia hidrográfica para a cena de 2022.

Bacia	Sub-bacia	Oferta Hídrica (m³/s) [Q90%]	Ano 2022							
			Estagnação		Morosidade		Retomada		Aceleração	
			Demanda (m³/s)	Balanço Hídrico (%) (demanda / Q90)	Demanda (m³/s)	Balanço Hídrico (%) (demanda / Q90)	Demanda (m³/s)	Balanço Hídrico (%) (demanda / Q90)	Demanda (m³/s)	Balanço Hídrico (%) (demanda / Q90)
Rio das Balsas	Rio das Balsas 1	7,4	0,020	0,3	0,024	0,3	0,035	0,5	0,055	0,7
	Rio das Balsas 2	11,3	0,035	0,3	0,040	0,4	0,052	0,5	0,071	0,6
	Rio Gameleira	6,5	0,041	0,6	0,044	0,7	0,056	0,9	0,071	1,1
Rio Manuel Alves da Natividade	Rio Manuel Alves da Natividade	34,2	1,459	4,3	2,141	6,3	3,763	11,0	4,979	14,6
	Ribeirão Itaboca	4,1	0,045	1,1	0,048	1,2	0,066	1,6	0,164	4,0
	Rio Bagagem	4,6	0,114	2,5	0,124	2,7	0,237	5,2	0,787	17,1
	Rio do Peixe	6,2	0,603	9,7	0,615	9,9	0,678	10,9	0,880	14,2
	Rio Gameleira	1,4	0,009	0,6	0,009	0,7	0,010	0,7	0,052	3,7
Rio Palma	Rio Palman1	7,6	0,082	1,1	0,084	1,1	0,085	1,1	0,090	1,2
	Rio Palman2	36,7	0,109	0,3	0,112	0,3	0,174	0,5	0,431	1,2
	Córrego Inhumas	2,3	0,007	0,3	0,007	0,3	0,010	0,4	0,032	1,4
	Córrego Pau D Arco	1,5	0,005	0,3	0,005	0,3	0,006	0,4	0,020	1,3
	Córrego Recantilado	2,1	0,003	0,2	0,004	0,2	0,005	0,2	0,016	0,8
	Rio Sobrado	9,1	0,081	0,9	0,085	0,9	0,090	1,0	0,098	1,1
	Ribeirão Cachoeira	3,9	0,038	1,0	0,039	1,0	0,042	1,1	0,065	1,7
	Ribeirão Gameleira	4,8	0,009	0,2	0,010	0,2	0,021	0,4	0,055	1,1
	Ribeirão Gameleirinha	2,0	0,003	0,2	0,003	0,2	0,005	0,2	0,016	0,8
	Ribeirão Inferno	12,6	0,018	0,1	0,019	0,1	0,019	0,1	0,020	0,2
	Rio Arraias	11,8	0,071	0,6	0,071	0,6	0,085	0,7	0,200	1,7
	Rio Conceição	19,0	0,066	0,3	0,071	0,4	0,077	0,4	0,087	0,5
	Rio Palmeiras	25,6	0,112	0,4	0,116	0,5	0,132	0,5	0,272	1,1
Rio Paranã	Rio Paranã	13,2	0,070	0,5	0,073	0,6	0,155	1,2	0,413	3,1
	Riacho Fundo	3,1	0,017	0,5	0,017	0,6	0,036	1,2	0,097	3,1
	Rio Bezerra	3,3	0,027	0,8	0,027	0,8	0,036	1,1	0,119	3,6
	Rio São Domingos	5,4	0,037	0,7	0,038	0,7	0,061	1,1	0,184	3,4
Rio São Valério	Rio São Valério	28,1	0,066	0,2	0,070	0,2	0,099	0,4	0,152	0,5
Rio Tocantins	Rio Tocantins	100,4	0,210	0,2	0,223	0,2	0,314	0,3	0,511	0,5
	Rio das Almas	11,9	0,016	0,1	0,016	0,1	0,017	0,1	0,019	0,2
	Rio Formiga	28,5	0,085	0,3	0,100	0,3	0,172	0,6	0,248	0,9
Total		408,6	3,456	0,8	4,235	1,0	6,538	1,6	10,206	2,5

Fonte: Elaboração do Autor.

Tabela 82. Projeção de demandas e balanço hídrico por sub-bacia hidrográfica para a cena de 2027.

Bacia	Sub-bacia	Oferta Hídrica (m³/s) [Q90%]	2027							
			Estagnação		Morosidade		Retomada		Aceleração	
			Demanda (m³/s)	Balanço Hídrico (%) (demanda / Q90)	Demanda (m³/s)	Balanço Hídrico (%) (demanda / Q90)	Demanda (m³/s)	Balanço Hídrico (%) (demanda / Q90)	Demanda (m³/s)	Balanço Hídrico (%) (demanda / Q90)
Rio das Balsas	Rio das Balsas 1	7,4	0,026	0,4	0,040	0,5	0,050	0,7	0,074	1,0
	Rio das Balsas 2	11,3	0,041	0,4	0,058	0,5	0,068	0,6	0,090	0,8
	Rio Gameleira	6,5	0,048	0,7	0,063	1,0	0,071	1,1	0,085	1,3
Rio Manuel Alves da Natividade	Rio Manuel Alves da Natividade	34,2	2,286	6,7	3,905	11,4	5,339	15,6	8,809	25,8
	Ribeirão Itaboca	4,1	0,049	1,2	0,073	1,8	0,119	2,9	0,237	5,8
	Rio Bagagem	4,6	0,166	3,6	0,305	6,6	0,579	12,6	1,319	28,7
	Rio do Peixe	6,2	0,625	10,1	0,673	10,9	0,790	12,7	1,089	17,6
	Rio Gameleira	1,4	0,009	0,6	0,031	2,2	0,035	2,5	0,065	4,7
Rio Palma	Rio Palma 1	7,6	0,086	1,1	0,090	1,2	0,092	1,2	0,104	1,4
	Rio Palma 2	36,7	0,122	0,3	0,160	0,4	0,298	0,8	0,688	1,9
	Córrego Inhumas	2,3	0,008	0,3	0,011	0,5	0,018	0,8	0,048	2,1
	Córrego Pau D Arco	1,5	0,005	0,3	0,007	0,5	0,011	0,8	0,031	2,0
	Córrego Recantilado	2,1	0,004	0,2	0,005	0,2	0,012	0,6	0,025	1,2
	Rio Sobrado	9,1	0,086	0,9	0,096	1,1	0,103	1,1	0,120	1,3
	Ribeirão Cachoeira	3,9	0,040	1,0	0,045	1,2	0,053	1,4	0,087	2,2
	Ribeirão Gameleira	4,8	0,011	0,2	0,016	0,3	0,040	0,8	0,097	2,0
	Ribeirão	2	0,004	0,2	0,005	0,2	0,011	0,6	0,024	1,2
	Gameleirinha									
	Ribeirão Inferno	12,6	0,019	0,2	0,020	0,2	0,021	0,2	0,024	0,2
	Rio Arraias	11,8	0,076	0,6	0,092	0,8	0,132	1,1	0,291	2,5
	Rio Conceição	19	0,072	0,4	0,083	0,4	0,090	0,5	0,108	0,6
Rio Palmeiras	25,6	0,117	0,5	0,181	0,7	0,212	0,8	0,347	1,4	
Rio Paraná	Paraná	13,2	0,083	0,6	0,123	0,9	0,291	2,2	0,719	5,4
	Riacho Fundo	3,1	0,020	0,6	0,029	0,9	0,068	2,2	0,168	5,4
	Rio Bezerra	3,3	0,030	0,9	0,040	1,2	0,067	2,0	0,181	5,5
	Rio São Domingos	5,4	0,042	0,8	0,059	1,1	0,115	2,1	0,297	5,5
Rio São Valério	Rio São Valério	28,1	0,089	0,3	0,122	0,4	0,148	0,5	0,216	0,8
Rio Tocantins	Rio Tocantins	100,4	0,248	0,2	0,326	0,3	0,449	0,4	0,744	0,7
	Rio das Almas	11,9	0,019	0,2	0,020	0,2	0,020	0,2	0,023	0,2
	Rio Formiga	28,5	0,130	0,5	0,227	0,8	0,259	0,9	0,309	1,1
Total		408,57	4,562	1,1	6,904	1,7	9,559	2,3	16,420	4,0

Fonte: Elaboração do Autor.



Tabela 83. Projeção de demandas e balanço hídrico por sub-bacia hidrográfica para a cena de 2037.

Bacia	Sub-bacia	Oferta Hídrica (m³/s) [Q90%]	2037							
			Estagnação		Morosidade		Retomada		Aceleração	
			Demanda (m³/s)	Balanço Hídrico (%) (demanda / Q90)	Demanda (m³/s)	Balanço Hídrico (%) (demanda / Q90)	Demanda (m³/s)	Balanço Hídrico (%) (demanda / Q90)	Demanda (m³/s)	Balanço Hídrico (%) (demanda / Q90)
Rio das Balsas	Rio das Balsas 1	7,4	0,040	0,5	0,051	0,7	0,062	0,8	0,098	1,3%
	Rio das Balsas 2	11,3	0,058	0,5	0,071	0,6	0,083	0,7	0,117	1,0%
	Rio Gameleira	6,5	0,062	1,0	0,073	1,1	0,083	1,3	0,105	1,6%
Rio Manuel Alves da Natividade	Rio Manuel Alves da Natividade	34,2	3,837	11,2	7,263	21,3	11,903	34,8	19,527	57,1%
	Ribeirão Itaboca	4,1	0,067	1,6	0,116	2,8	0,210	5,1	0,383	9,3%
	Rio Bagagem	4,6	0,416	9,0	0,720	15,6	1,614	35,1	2,579	56,1%
	Rio do Peixe	6,2	0,709	11,4	0,811	13,1	1,057	17,1	1,454	23,5%
	Rio Gameleira	1,4	0,010	0,7	0,036	2,6	0,041	3,0	0,069	4,9%
Rio Palma	Rio Palma 1	7,6	0,093	1,2	0,100	1,3	0,104	1,4	0,125	1,6%
	Rio Palma 2	36,7	0,210	0,6	0,334	0,9	0,823	2,2	1,261	3,4%
	Córrego Inhumas	2,3	0,013	0,6	0,021	0,9	0,047	2,1	0,069	3,0%
	Córrego Pau D Arco	1,5	0,008	0,6	0,013	0,9	0,030	2,0	0,044	2,9%
	Córrego Recantilado	2,1	0,007	0,3	0,011	0,5	0,024	1,1	0,045	2,1%
	Rio Sobrado	9,1	0,097	1,1	0,109	1,2	0,118	1,3	0,148	1,6%
	Ribeirão Cachoeira	3,9	0,048	1,2	0,059	1,5	0,085	2,2	0,116	3,0%
	Ribeirão Gameleira	4,8	0,026	0,5	0,047	1,0	0,143	3,0	0,213	4,4%
	Ribeirão Gameleirinha	2	0,007	0,3	0,011	0,5	0,022	1,1	0,042	2,1%
	Ribeirão Inferno	12,6	0,022	0,2	0,024	0,2	0,024	0,2	0,031	0,2%
	Rio Arraias	11,8	0,104	0,9	0,146	1,2	0,283	2,4	0,402	3,4%
	Rio Conceição	19	0,085	0,4	0,098	0,5	0,107	0,6	0,138	0,7%
	Rio Palmeiras	25,6	0,128	0,5	0,215	0,8	0,281	1,1	0,446	1,7%
Rio Paranã	Rio Paranã	13,2	0,194	1,5	0,347	2,6	1,033	7,8	1,537	11,6%
	Riacho Fundo	3,1	0,045	1,5	0,081	2,6	0,239	7,7	0,356	11,5%
	Rio Bezerra	3,3	0,050	1,5	0,078	2,4	0,176	5,3	0,259	7,8%
	Rio São Domingos	5,4	0,081	1,5	0,135	2,5	0,353	6,5	0,522	9,7%
Rio São Valério	Rio São Valério	28,1	0,146	0,5	0,179	0,6	0,264	0,9	0,354	1,3%
Rio Tocantins	Rio Tocantins	100,4	0,374	0,4	0,503	0,5	0,940	0,9	1,320	1,3%
	Sub-bacia Rio das Almas	11,9	0,024	0,2	0,025	0,2	0,024	0,2	0,029	0,2%
	Rio Formiga	28,5	0,233	0,8	0,290	1,0	0,320	1,1	0,400	1,4%
Total		408,57	7,193	1,8	11,966	2,9	20,495	5,0	32,187	7,9

Fonte: Elaboração do Autor.

7.8.2 Análises por bacia hidrográfica

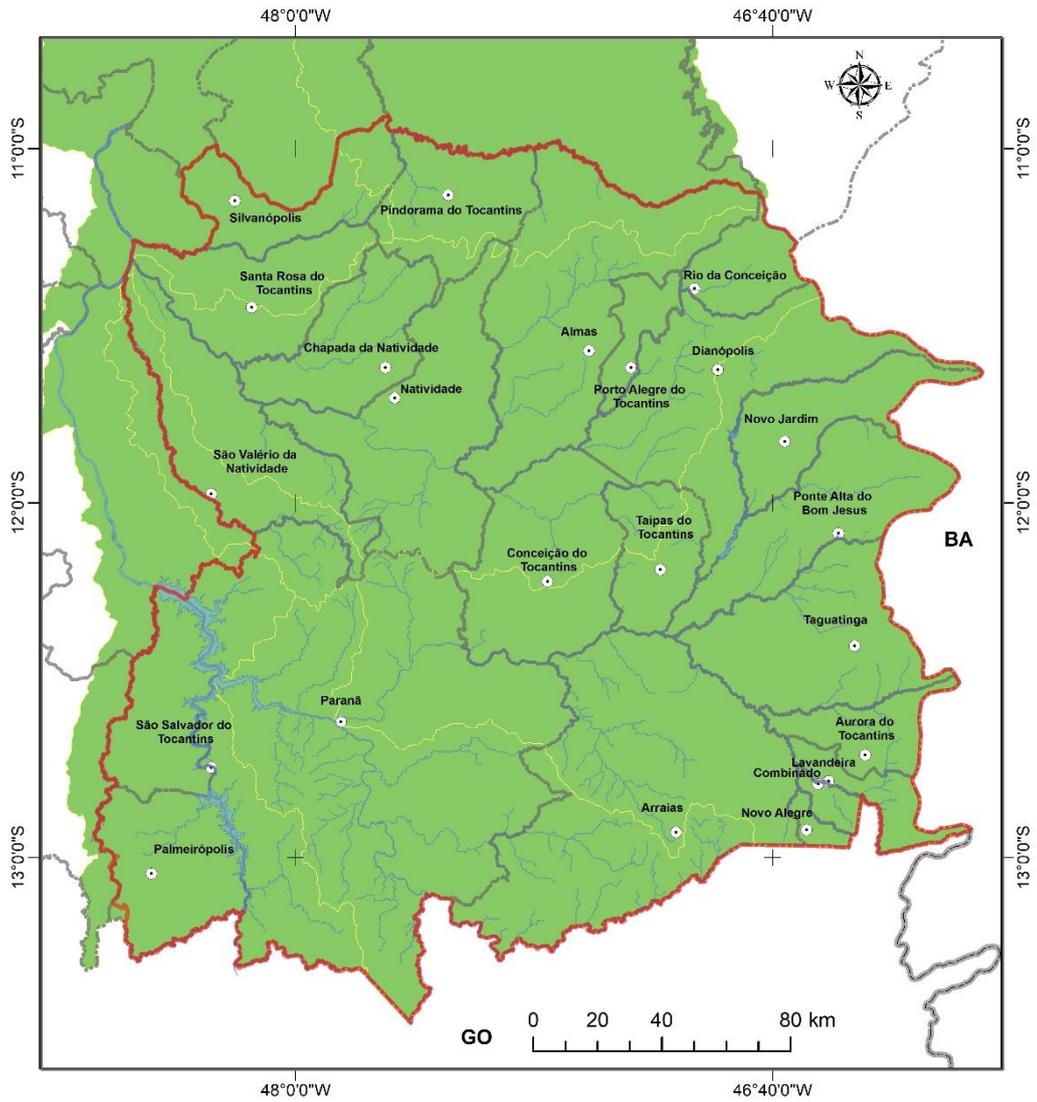
Os mapas a seguir mostram a espacialização das análises realizadas de acordo com as informações já apresentadas e avaliadas nas tabelas 78 a 83, para os balanços em nível de bacia hidrográfica. Dessa forma, as figuras são apresentadas da seguinte forma:

- Figuras 199 a 201: cenários estagnação para os horizontes de 2022, 2027 e 2037;
- Figuras 202 a 204: cenários morosidade para os horizontes de 2022, 2027 e 2037;
- Figuras 205 a 207: cenários retomada para os horizontes de 2022, 2027 e 2037;
- Figuras 208 a 210: cenários estagnação para os horizontes de 2022, 2027 e 2037.

Os resultados espacializados mostram a evolução do comprometimento hídrico e do consequente risco de escassez hídrica para as diversas bacias hidrográficas estudadas. Nesse sentido, corroboram com as análises apresentadas anteriormente, mostrando que apenas a bacia do rio Manuel Alves da Natividade apresenta maior risco de apresentar uma condição preocupante em termos de escassez hídrica nos cenários retomada e aceleração para o horizonte temporal de 2037, caso sejam implementados mesmo os projetos previstos.



Cenário de estagnação (2022)



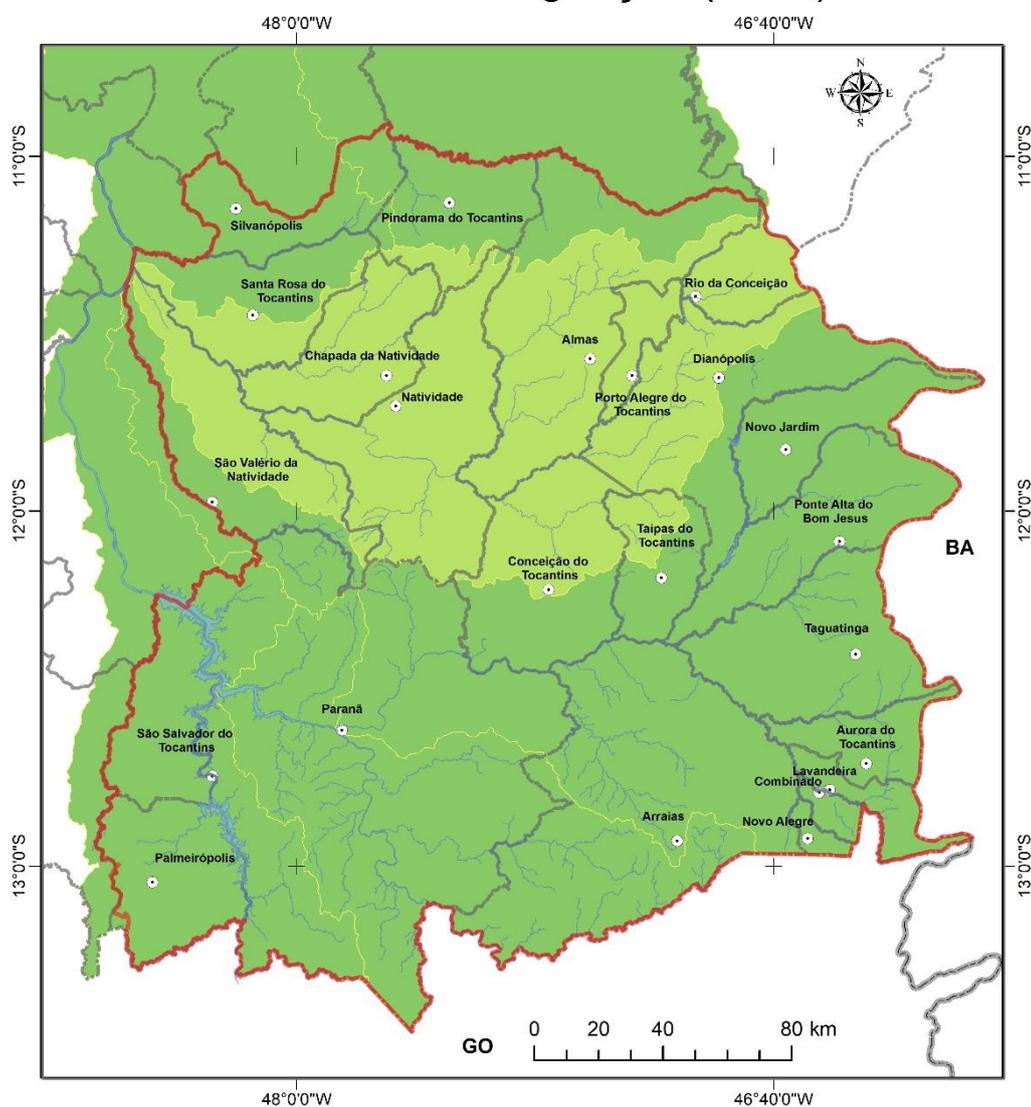
Sistema de Coordenadas Geográficas: GCS SIRGAS 2000
Datum: SIRGAS 2000
Unidades: Graus

Legenda

Área de Estudo	Balanco Hídrico (%)
Hidrografia	0,1% - 5,0%
Limites Municipais	5,1% - 10,0%
Sedes Municipais	10,1% - 25,0%
Limites Estaduais	25,1% - 50,0%
	50,1% - 100,0%

Figura 199. Balanço hídrico e análise de escassez hídrica para o cenário estagnação em 2022.
Fonte: Elaboração do Autor.

Cenário de estagnação (2027)



Sistema de Coordenadas Geográficas: GCS SIRGAS 2000
 Datum: SIRGAS 2000
 Unidades: Graus

Legenda

	Área de Estudo	Balanço Hídrico (%)
	Hidrografia	
	Limites Municipais	
	Sedes Municipais	
	Limites Estaduais	

Figura 200. Balanço hídrico e análise de escassez hídrica para o cenário estagnação em 2027.

Fonte: Elaboração do Autor.



Cenário de estagnação (2037)



Sistema de Coordenadas Geográficas: GCS SIRGAS 2000
Datum: SIRGAS 2000
Unidades: Graus

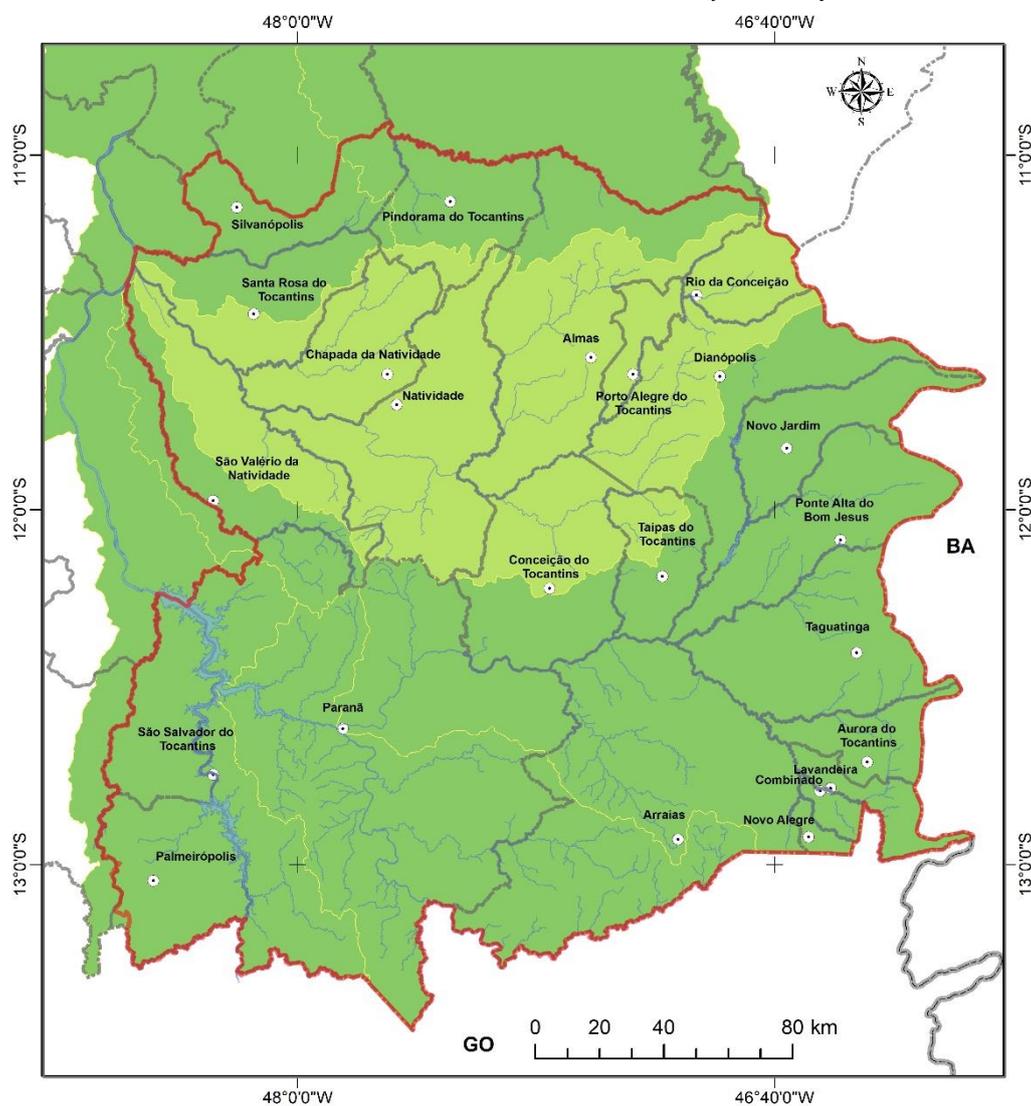
Legenda

Área de Estudo	Balanco Hídrico (%)
Hidrografia	0,1% - 5,0%
Limites Municipais	5,1% - 10,0%
Sedes Municipais	10,1% - 25,0%
Limites Estaduais	25,1% - 50,0%
	50,1% - 100,0%

Figura 201. Balanço hídrico e análise de escassez hídrica para o cenário estagnação em 2037.

Fonte: Elaboração do Autor.

Cenário de morosidade (2022)



Sistema de Coordenadas Geográficas: GCS SIRGAS 2000
 Datum: SIRGAS 2000
 Unidades: Graus

Legenda

	Área de Estudo	Balanço Hídrico (%)	
	Hidrografia		0,1% - 5,0%
	Limites Municipais		5,1% - 10,0%
	Sedes Municipais		10,1% - 25,0%
	Limites Estaduais		25,1% - 50,0%
			50,1% - 100,0%

Figura 202. Balanço hídrico e análise de escassez hídrica para o cenário morosidade em 2022.

Fonte: Elaboração do Autor.



Cenário de morosidade (2027)



Sistema de Coordenadas Geográficas: GCS SIRGAS 2000

Datum: SIRGAS 2000

Unidades: Graus

Legenda

Área de Estudo	Balanco Hídrico (%)
Hidrografia	0,1% - 5,0%
Limites Municipais	5,1% - 10,0%
Sedes Municipais	10,1% - 25,0%
Limites Estaduais	25,1% - 50,0%
	50,1% - 100,0%

Figura 203. Balanço hídrico e análise de escassez hídrica para o cenário morosidade em 2027.

Fonte: Elaboração do Autor.

Cenário de morosidade (2037)



Sistema de Coordenadas Geográficas: GCS SIRGAS 2000
 Datum: SIRGAS 2000
 Unidades: Graus

Legenda

	Área de Estudo	Balanço Hídrico (%)	
	Hidrografia		0,1% - 5,0%
	Limites Municipais		5,1% - 10,0%
	Sedes Municipais		10,1% - 25,0%
	Limites Estaduais		25,1% - 50,0%
			50,1% - 100,0%

Figura 204. Balanço hídrico e análise de escassez hídrica para o cenário morosidade em 2037.

Fonte: Elaboração do Autor.



Cenário de retomada (2022)



Sistema de Coordenadas Geográficas: GCS SIRGAS 2000
Datum: SIRGAS 2000
Unidades: Graus

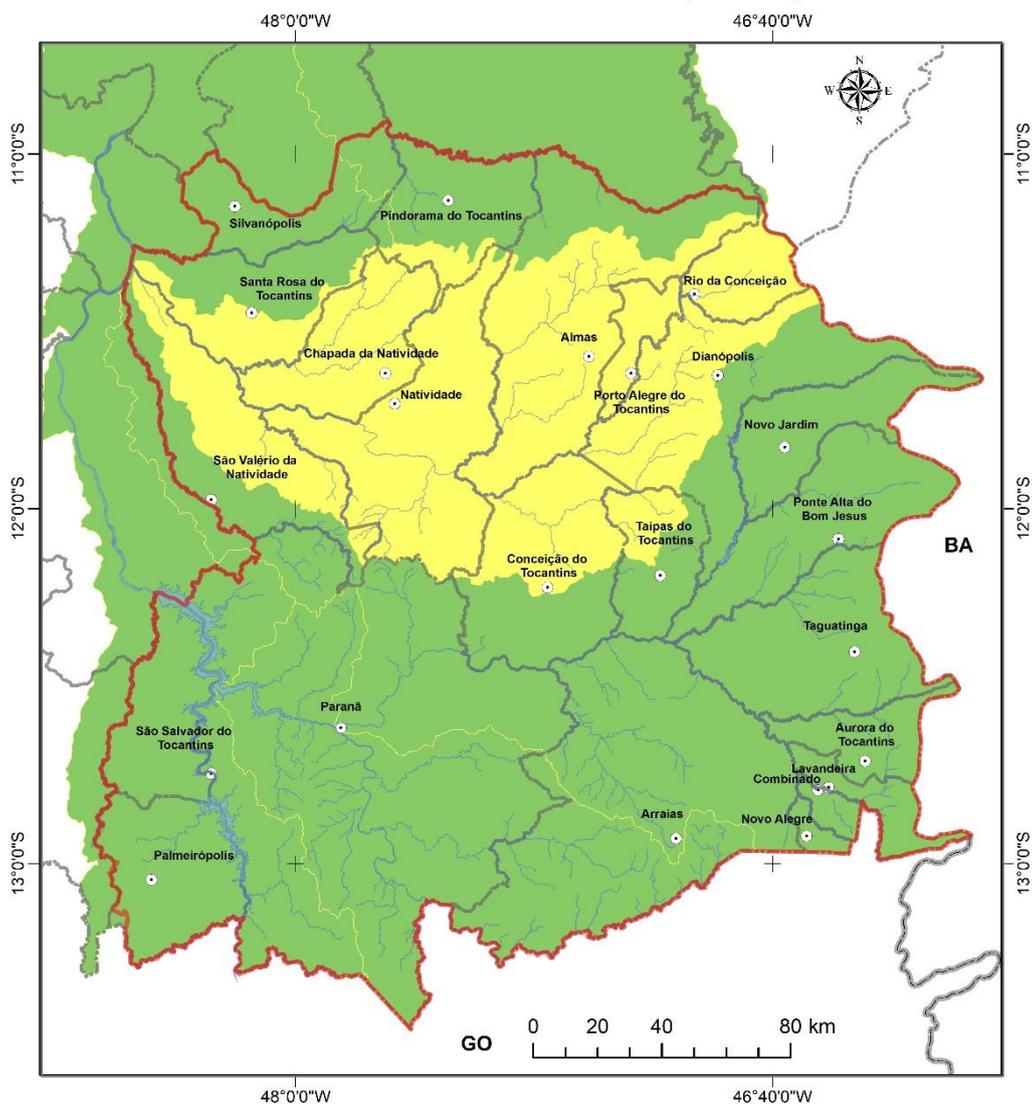
Legenda

Área de Estudo	Balanco Hídrico (%)
Hidrografia	0,1% - 5,0%
Limites Municipais	5,1% - 10,0%
Sedes Municipais	10,1% - 25,0%
Limites Estaduais	25,1% - 50,0%
	50,1% - 100,0%

Figura 205. Balanço hídrico e análise de escassez hídrica para o cenário retomada em 2022.

Fonte: Elaboração do Autor.

Cenário de retomada (2027)



Sistema de Coordenadas Geográficas: GCS SIRGAS 2000
 Datum: SIRGAS 2000
 Unidades: Graus

Legenda

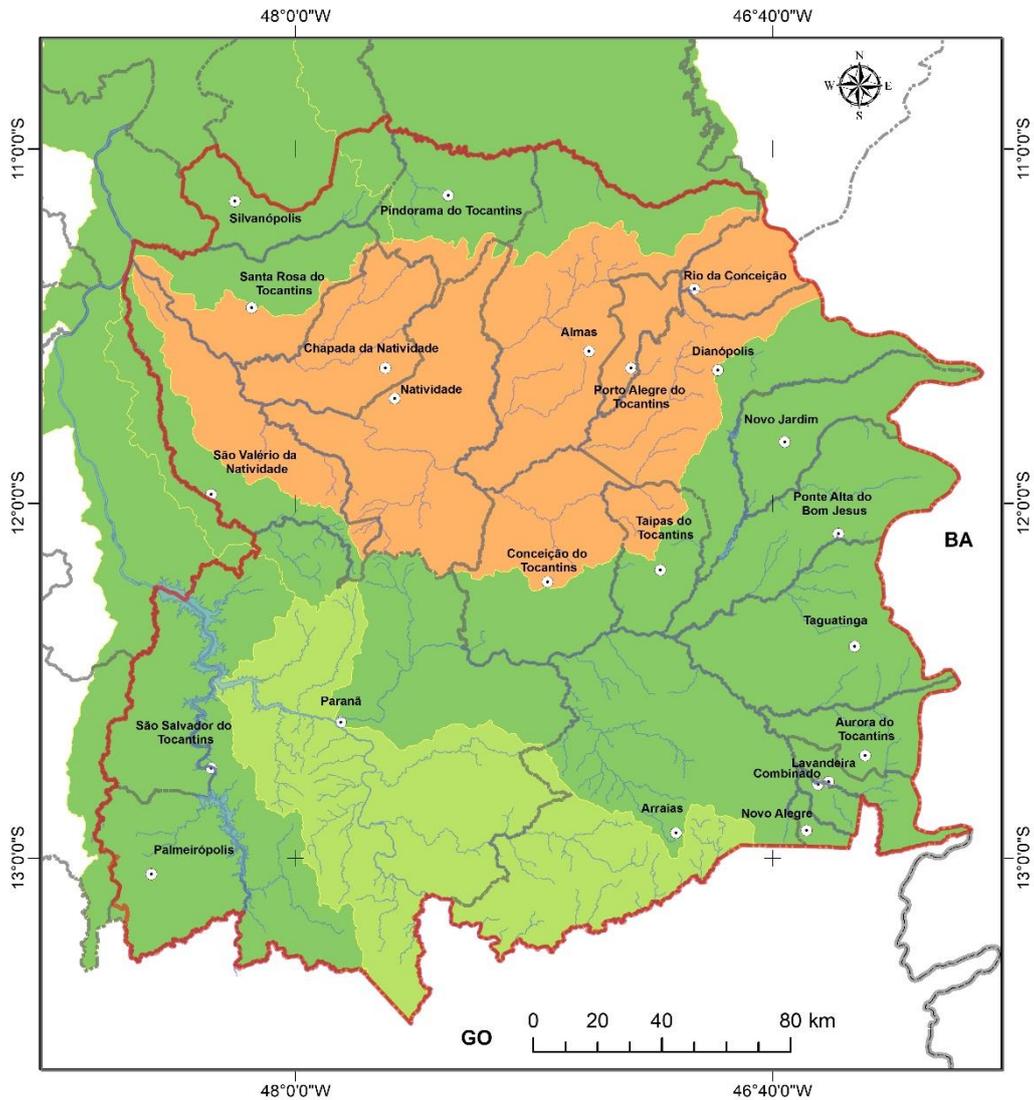
	Área de Estudo	Balanço Hídrico (%)	
	Hidrografia		0,1% - 5,0%
	Limites Municipais		5,1% - 10,0%
	Sedes Municipais		10,1% - 25,0%
	Limites Estaduais		25,1% - 50,0%
			50,1% - 100,0%

Figura 206. Balanço hídrico e análise de escassez hídrica para o cenário retomada em 2027.

Fonte: Elaboração do Autor.



Cenário de retomada (2037)



Sistema de Coordenadas Geográficas: GCS SIRGAS 2000
Datum: SIRGAS 2000
Unidades: Graus

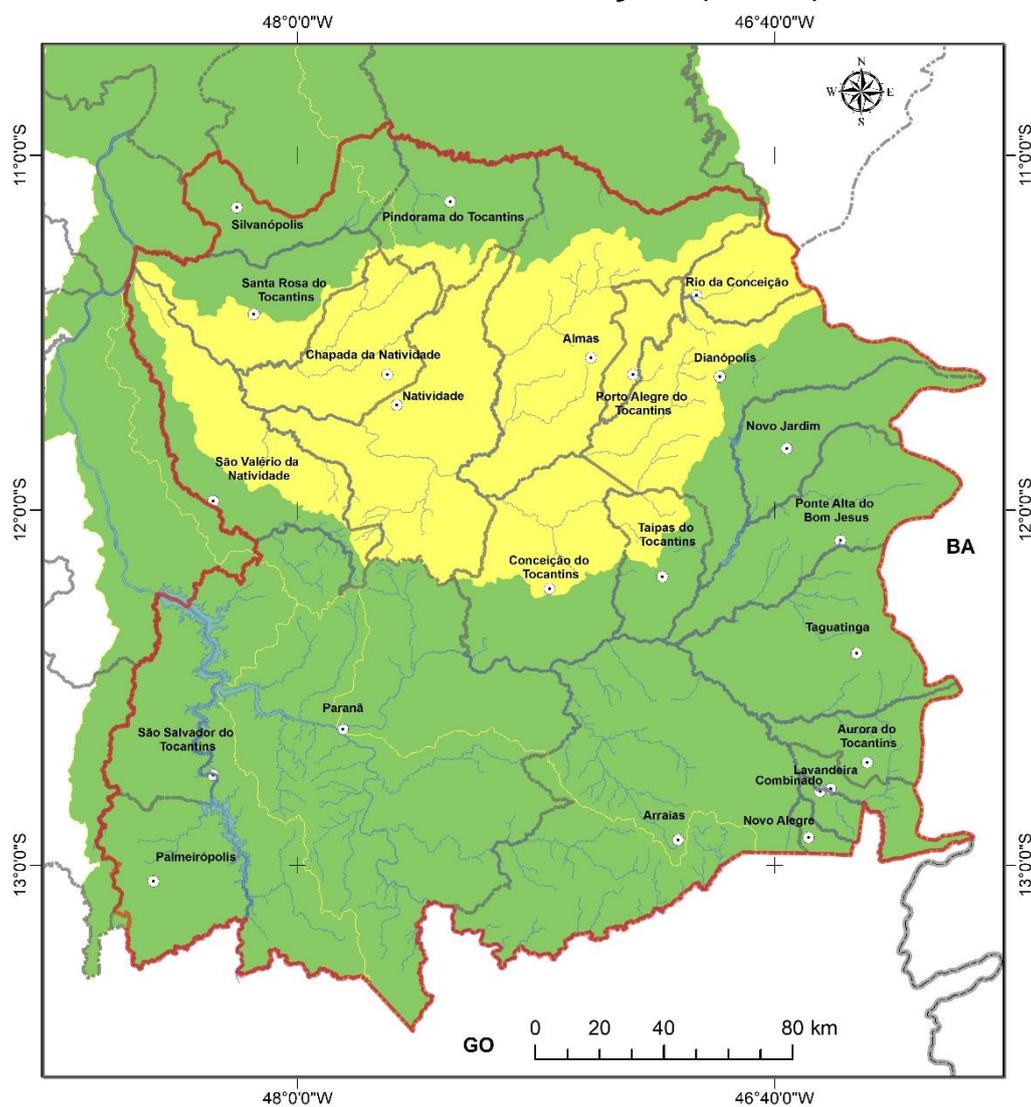
Legenda

Área de Estudo	Balanco Hídrico (%)
Hidrografia	0,1% - 5,0%
Limites Municipais	5,1% - 10,0%
Sedes Municipais	10,1% - 25,0%
Limites Estaduais	25,1% - 50,0%
	50,1% - 100,0%

Figura 207. Balanço hídrico e análise de escassez hídrica para o cenário retomada em 2037.

Fonte: Elaboração do Autor.

Cenário de aceleração (2022)



Sistema de Coordenadas Geográficas: GCS SIRGAS 2000
 Datum: SIRGAS 2000
 Unidades: Graus

Legenda

	Área de Estudo	Balanço Hídrico (%)
	Hidrografia	
	Limites Municipais	
	Sedes Municipais	
	Limites Estaduais	

Figura 208. Balanço hídrico e análise de escassez hídrica para o cenário aceleração em 2022.

Fonte: Elaboração do Autor.



Cenário de aceleração (2027)



Sistema de Coordenadas Geográficas: GCS SIRGAS 2000
Datum: SIRGAS 2000
Unidades: Graus

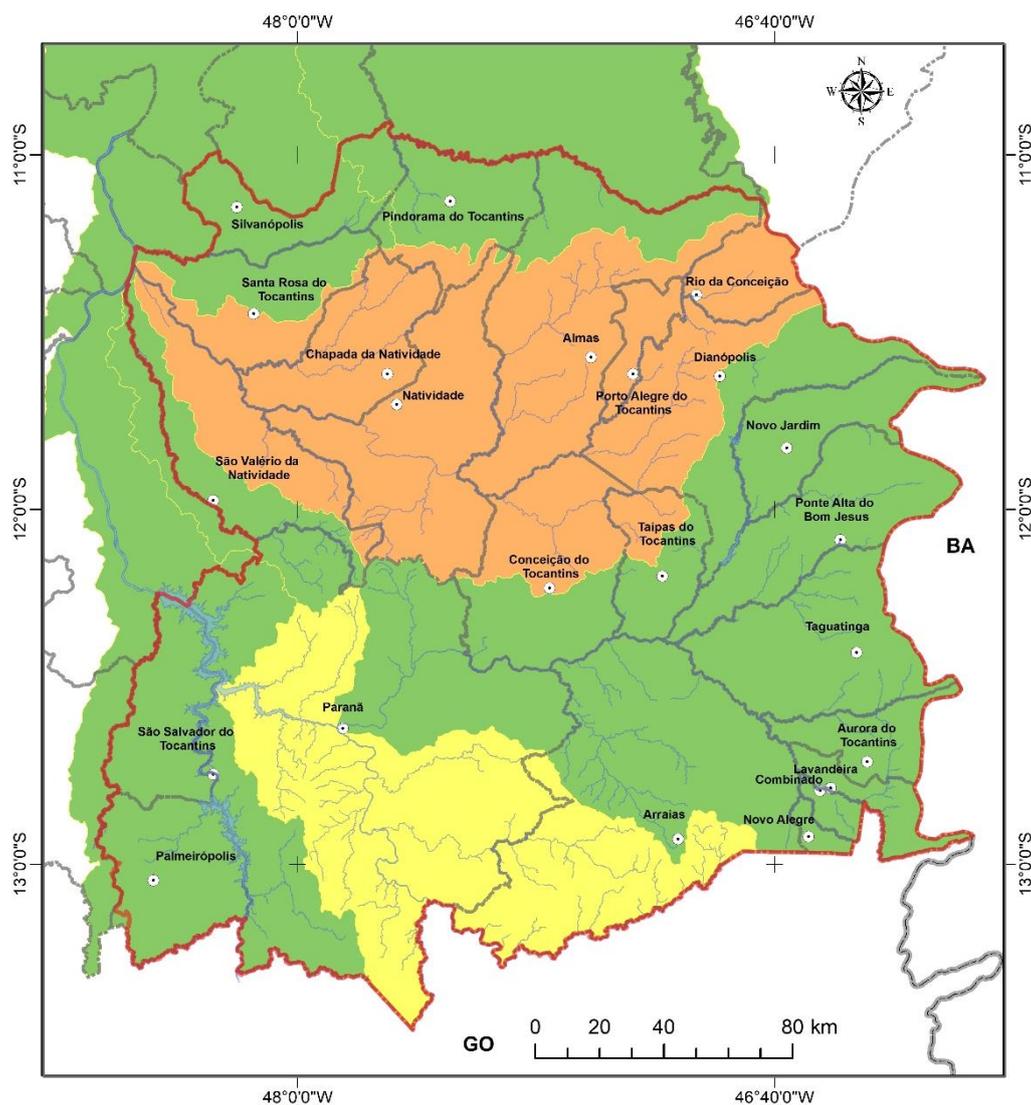
Legenda

	Área de Estudo	Balanco Hídrico (%)	
	Hidrografia		0,1% - 5,0%
	Limites Municipais		5,1% - 10,0%
	Sedes Municipais		10,1% - 25,0%
	Limites Estaduais		25,1% - 50,0%
			50,1% - 100,0%

Figura 209. Balanço hídrico e análise de escassez hídrica para o cenário aceleração em 2027.

Fonte: Elaboração do Autor.

Cenário de aceleração (2037)



Sistema de Coordenadas Geográficas: GCS SIRGAS 2000
 Datum: SIRGAS 2000
 Unidades: Graus

Legenda

	Área de Estudo	Balanço Hídrico (%)
	Hidrografia	
	Limites Municipais	
	Sedes Municipais	
	Limites Estaduais	

Figura 210. Balanço hídrico e análise de escassez hídrica para o cenário aceleração em 2037.

Fonte: Elaboração do Autor.



7.8.3 Análises por sub-bacia hidrográfica

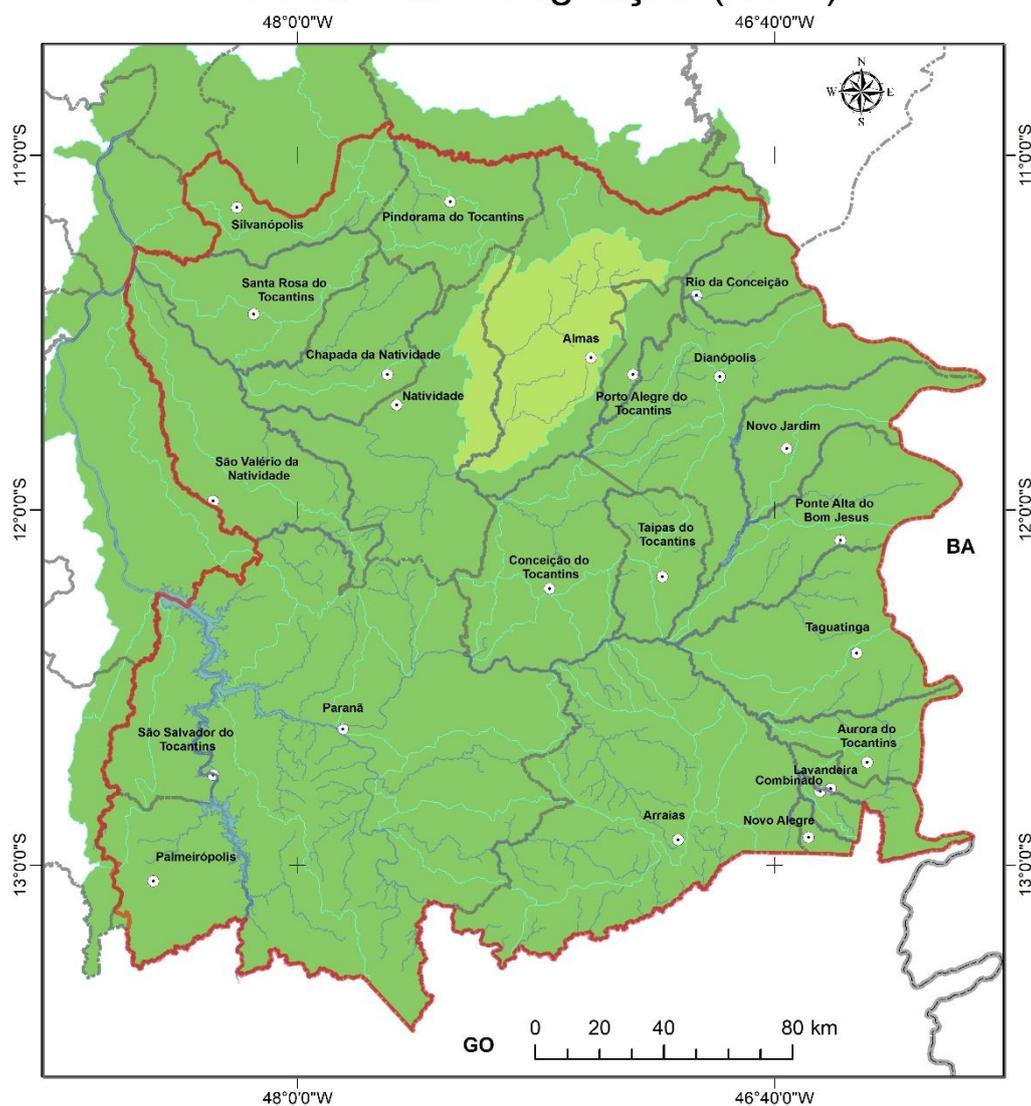
A seguir é apresentada a espacialização das análises realizadas de acordo com as informações já apresentadas e avaliadas nas tabelas 81 a 83 mostrando os resultados das análises por sub-bacia hidrográfica. Dessa forma, as figuras são apresentadas da seguinte forma:

- Figuras 211 a 213: cenários estagnação para os horizontes de 2022, 2027 e 2037;
- Figuras 214 a 216: cenários morosidade para os horizontes de 2022, 2027 e 2037;
- Figuras 217 a 219: cenários retomada para os horizontes de 2022, 2027 e 2037;
- Figuras 220 a 222: cenários estagnação para os horizontes de 2022, 2027 e 2037.

Os resultados apresentados de forma espacializada nas figuras em questão representam a evolução do comprometimento hídrico e do conseqüente risco de escassez hídrica para as diversas sub-bacias hidrográficas pertencentes à região de estudo. Dessa forma, se mostram de acordo com as análises apresentadas anteriormente, no início do item 7.8.2 indicando que apenas a bacia do rio Manuel Alves da Natividade apresenta maior risco de apresentar uma condição preocupante em termos de escassez hídrica, mas com um nível de detalhe para duas sub-bacias em que deve ser tomada a devida precaução com a discussão de alternativas de gestão e intervenções. Essas sub-bacias são as do próprio rio Manuel Alves da Natividade e a do rio Bagagem, que apresentam risco de atingir a situação preocupante em termos de escassez hídrica no ano de 2027 para o cenário aceleração e no ano de 2037 para os cenários aceleração e retomada.

Esse fato leva à necessidade de discussão de medidas de gestão e estruturais para as duas sub-bacias em questão, no contexto da RSE-TO para a solução de potenciais problemas de escassez hídrica.

Cenário de estagnação (2022)



Sistema de Coordenadas Geográficas: GCS SIRGAS 2000
 Datum: SIRGAS 2000
 Unidades: Graus

Legenda

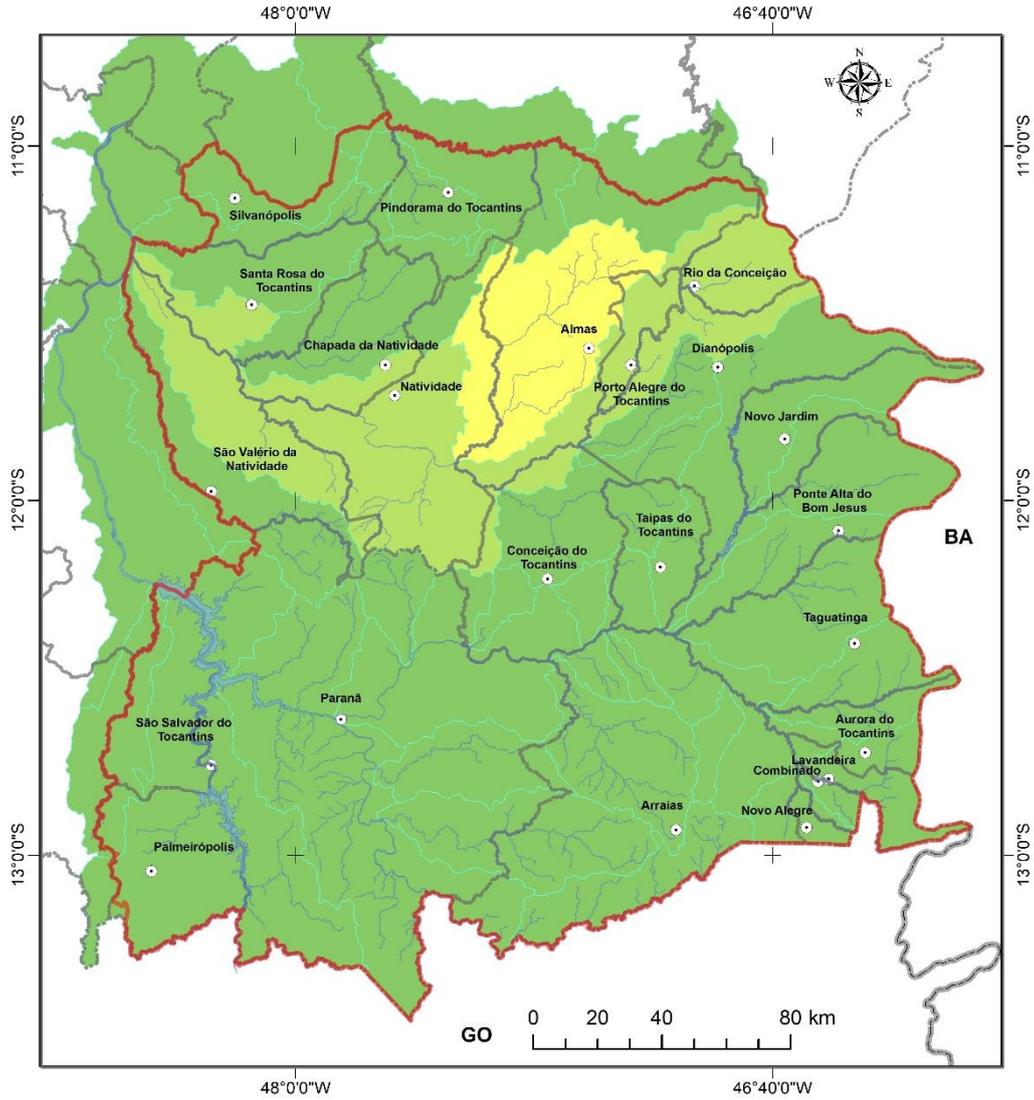
	Área de Estudo	Balanço Hídrico (%)	
	Hidrografia		0,1% - 5,0%
	Limites Municipais		5,1% - 10,0%
	Sedes Municipais		10,1% - 25,0%
	Limites Estaduais		25,1% - 50,0%
			50,1% - 100,0%

Figura 211. Balanço hídrico e análise de escassez hídrica para o cenário estagnação em 2022.

Fonte: Elaboração do Autor.



Cenário de estagnação (2027)



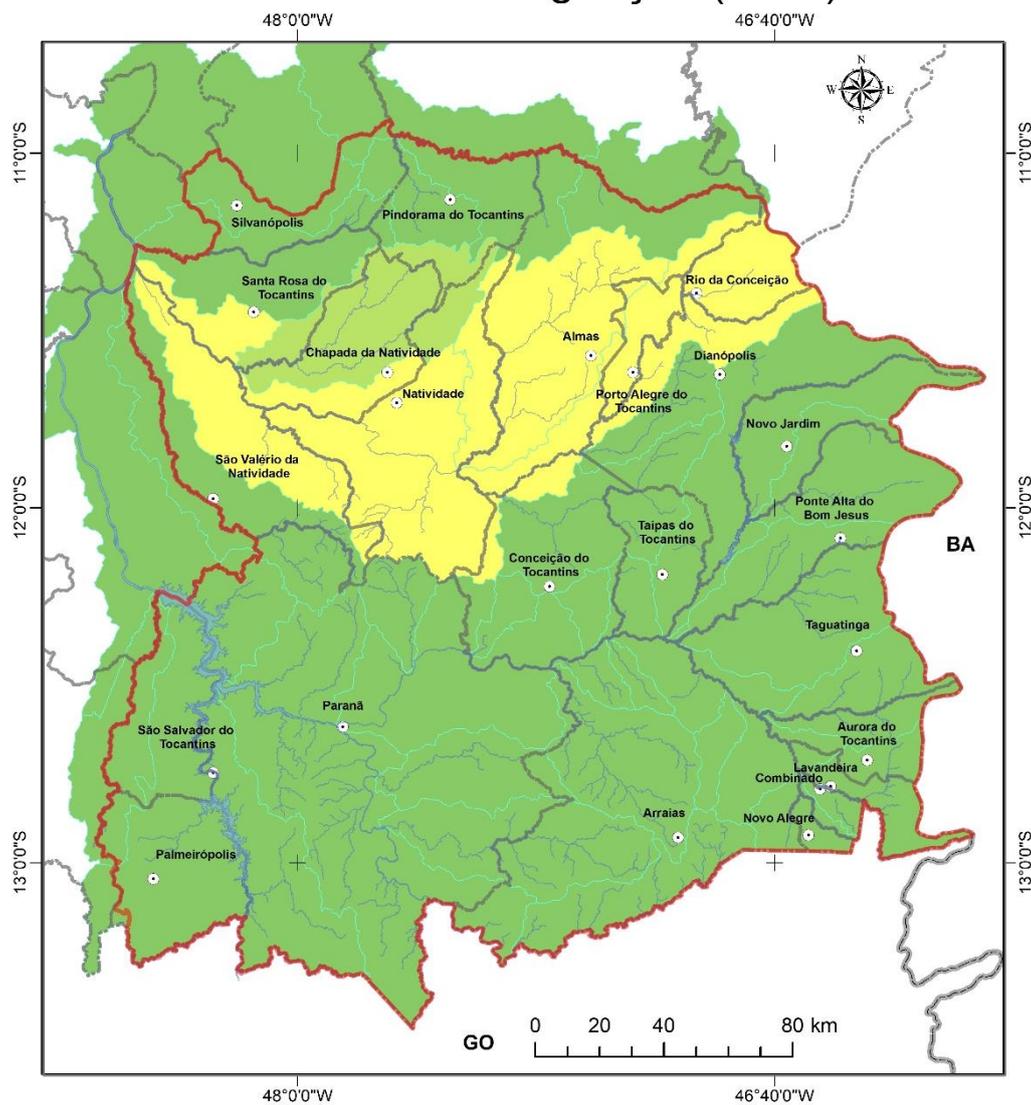
Sistema de Coordenadas Geográficas: GCS SIRGAS 2000
Datum: SIRGAS 2000
Unidades: Graus

Legenda

Área de Estudo	Balanco Hídrico (%)
Hidrografia	0,1% - 5,0%
Limites Municipais	5,1% - 10,0%
Sedes Municipais	10,1% - 25,0%
Limites Estaduais	25,1% - 50,0%
	50,1% - 100,0%

Figura 212. Balanço hídrico e análise de escassez hídrica para o cenário estagnação em 2027.
Fonte: Elaboração do Autor.

Cenário de estagnação (2037)



Sistema de Coordenadas Geográficas: GCS SIRGAS 2000
 Datum: SIRGAS 2000
 Unidades: Graus

Legenda

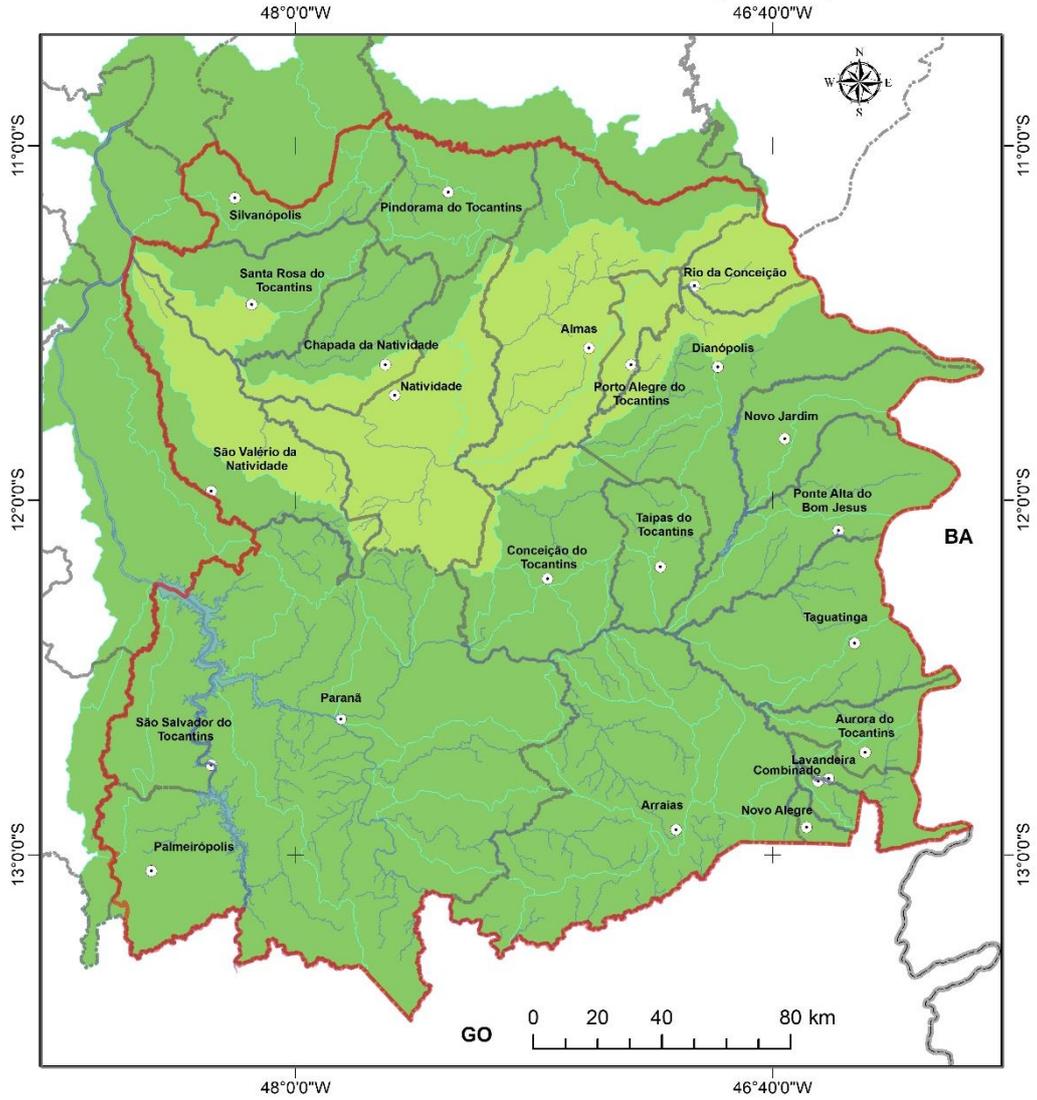
	Área de Estudo	Balanço Hídrico (%)
	Hidrografia	
	Limites Municipais	
	Sedes Municipais	
	Limites Estaduais	

Figura 213. Balanço hídrico e análise de escassez hídrica para o cenário estagnação em 2037.

Fonte: Elaboração do Autor.



Cenário de morosidade (2022)



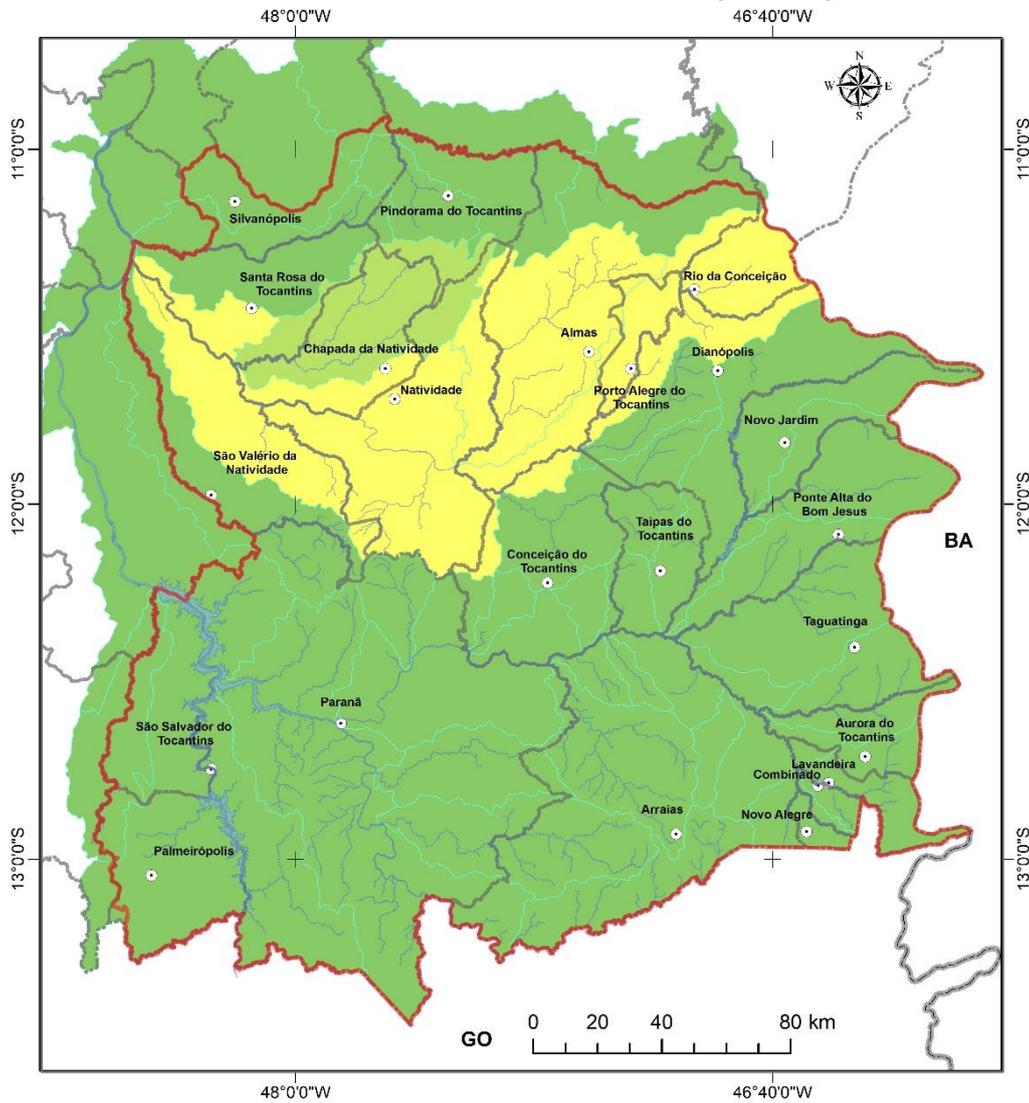
Sistema de Coordenadas Geográficas: GCS SIRGAS 2000
Datum: SIRGAS 2000
Unidades: Graus

Legenda

Área de Estudo	Balanco Hídrico (%)
Hidrografia	0,1% - 5,0%
Limites Municipais	5,1% - 10,0%
Sedes Municipais	10,1% - 25,0%
Limites Estaduais	25,1% - 50,0%
	50,1% - 100,0%

Figura 214. Balanço hídrico e análise de escassez hídrica para o cenário morosidade em 2022.
Fonte: Elaboração do Autor.

Cenário de morosidade (2027)



Sistema de Coordenadas Geográficas: GCS SIRGAS 2000
 Datum: SIRGAS 2000
 Unidades: Graus

Legenda

	Área de Estudo	Balanco Hídrico (%)	
	Hidrografia		0,1% - 5,0%
	Limites Municipais		5,1% - 10,0%
	Sedes Municipais		10,1% - 25,0%
	Limites Estaduais		25,1% - 50,0%
			50,1% - 100,0%

Figura 215. Balanço hídrico e análise de escassez hídrica para o cenário morosidade em 2027.

Fonte: Elaboração do Autor.



Cenário de morosidade (2037)



Sistema de Coordenadas Geográficas: GCS SIRGAS 2000
Datum: SIRGAS 2000
Unidades: Graus

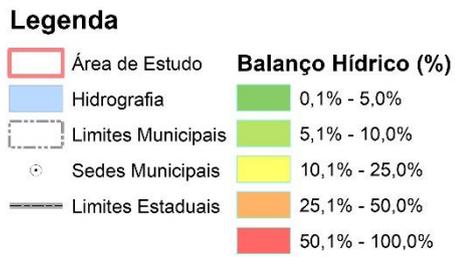
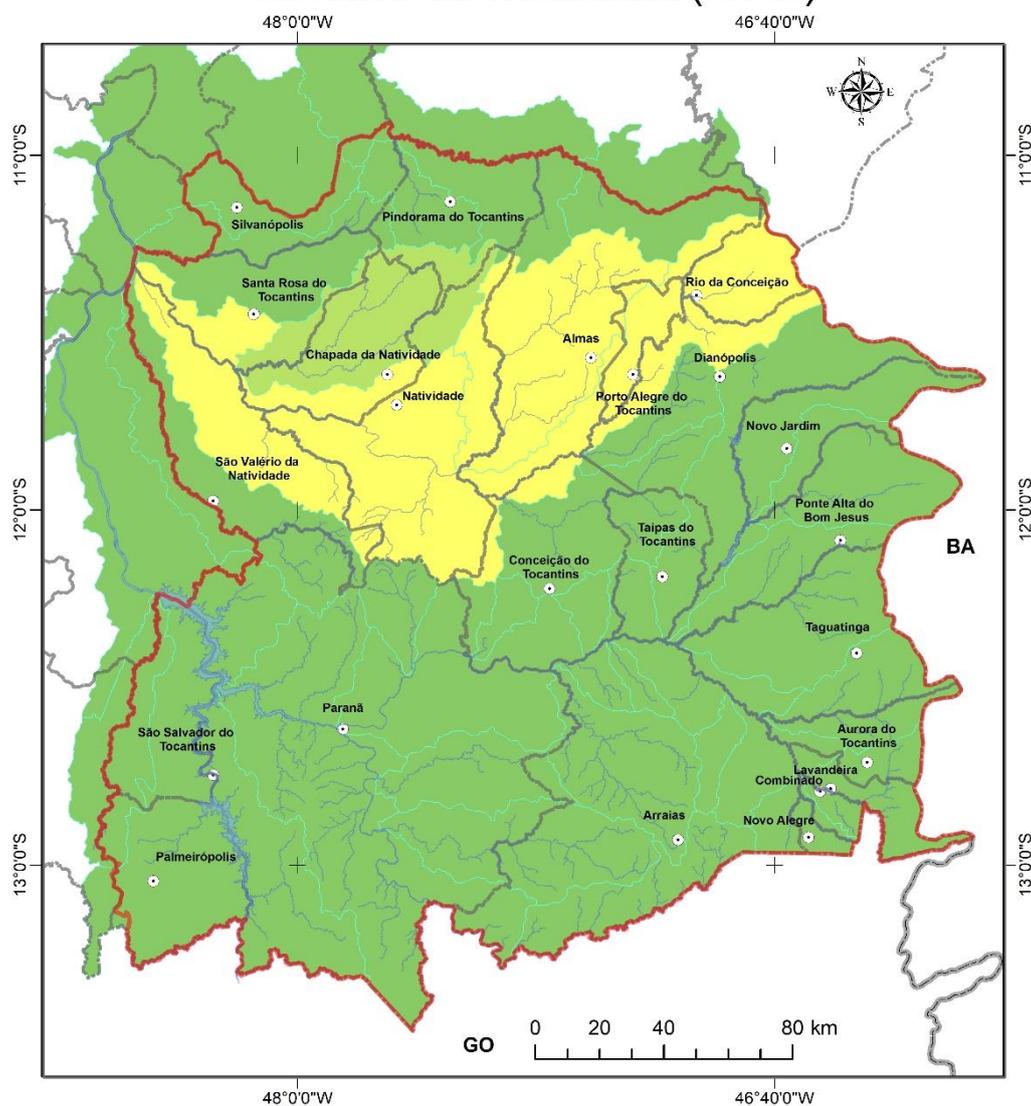


Figura 216. Balanço hídrico e análise de escassez hídrica para o cenário morosidade em 2037.
Fonte: Elaboração do Autor.

Cenário de retomada (2022)



Sistema de Coordenadas Geográficas: GCS SIRGAS 2000
 Datum: SIRGAS 2000
 Unidades: Graus

Legenda

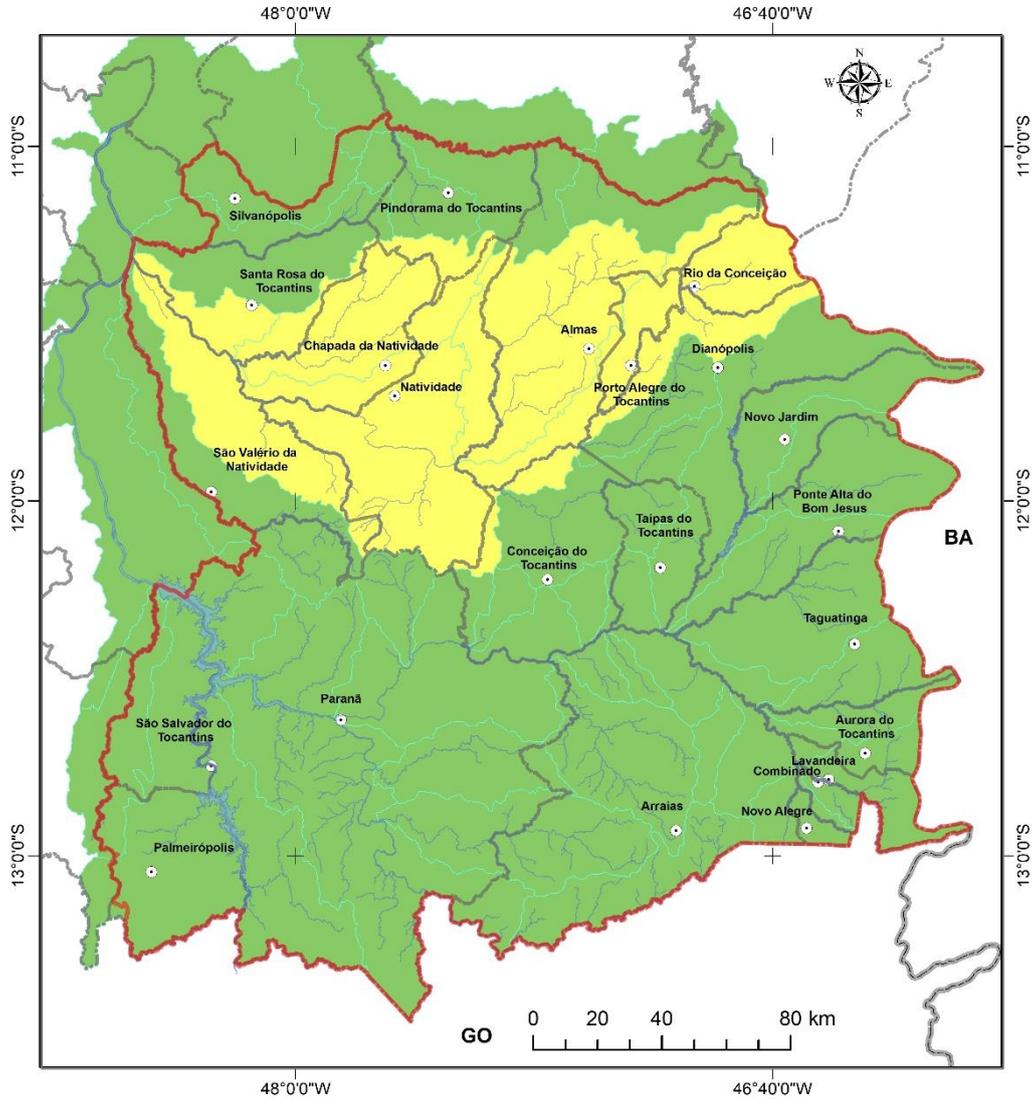
	Área de Estudo	Balanço Hídrico (%)
	Hidrografia	
	Limites Municipais	
	Sedes Municipais	
	Limites Estaduais	

Figura 217. Balanço hídrico e análise de escassez hídrica para o cenário retomada em 2022.

Fonte: Elaboração do Autor.



Cenário de retomada (2027)



Sistema de Coordenadas Geográficas: GCS SIRGAS 2000
Datum: SIRGAS 2000
Unidades: Graus

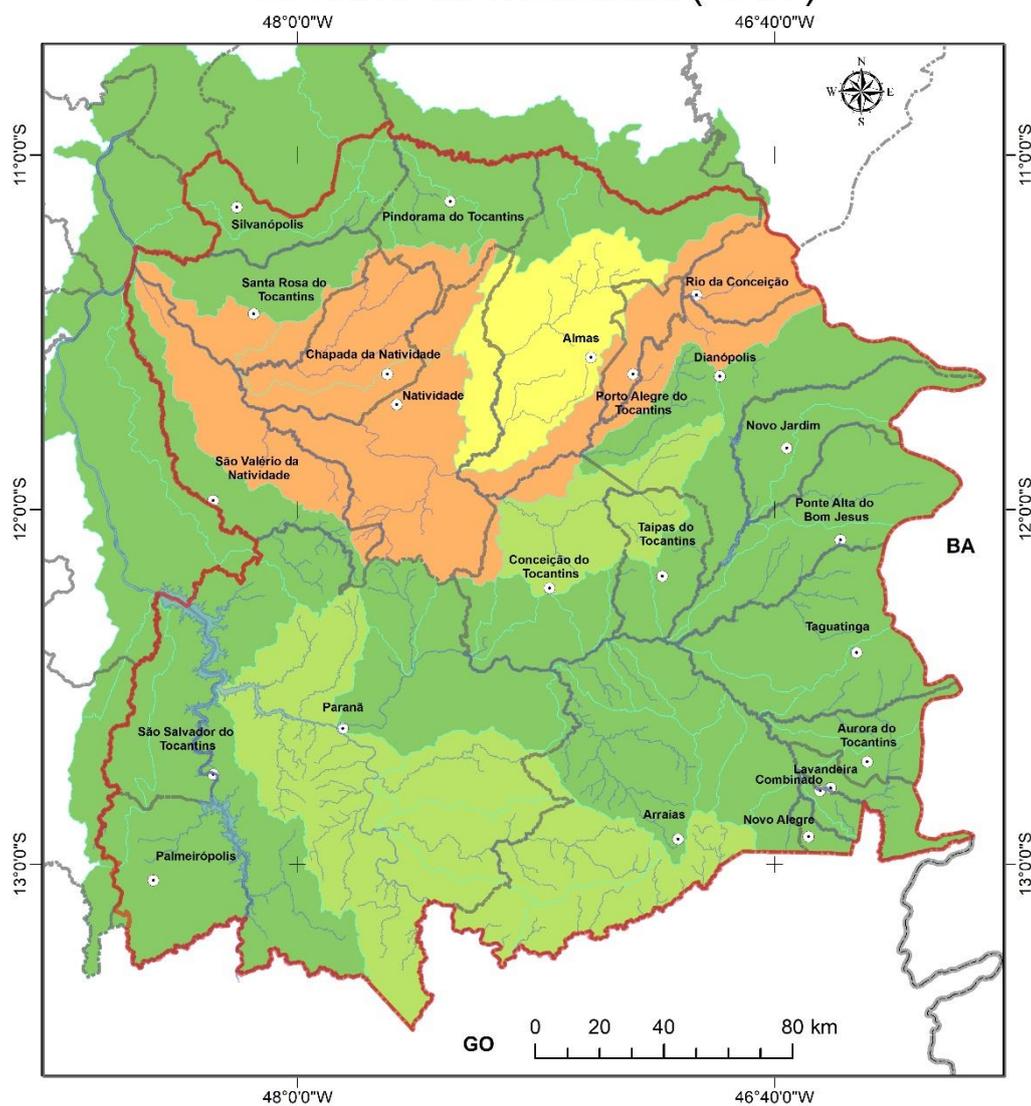
Legenda

Área de Estudo	Balanco Hídrico (%)
Hidrografia	0,1% - 5,0%
Limites Municipais	5,1% - 10,0%
Sedes Municipais	10,1% - 25,0%
Limites Estaduais	25,1% - 50,0%
	50,1% - 100,0%

Figura 218. Balanço hídrico e análise de escassez hídrica para o cenário retomada em 2027.

Fonte: Elaboração do Autor.

Cenário de retomada (2037)



Sistema de Coordenadas Geográficas: GCS SIRGAS 2000
 Datum: SIRGAS 2000
 Unidades: Graus

Legenda

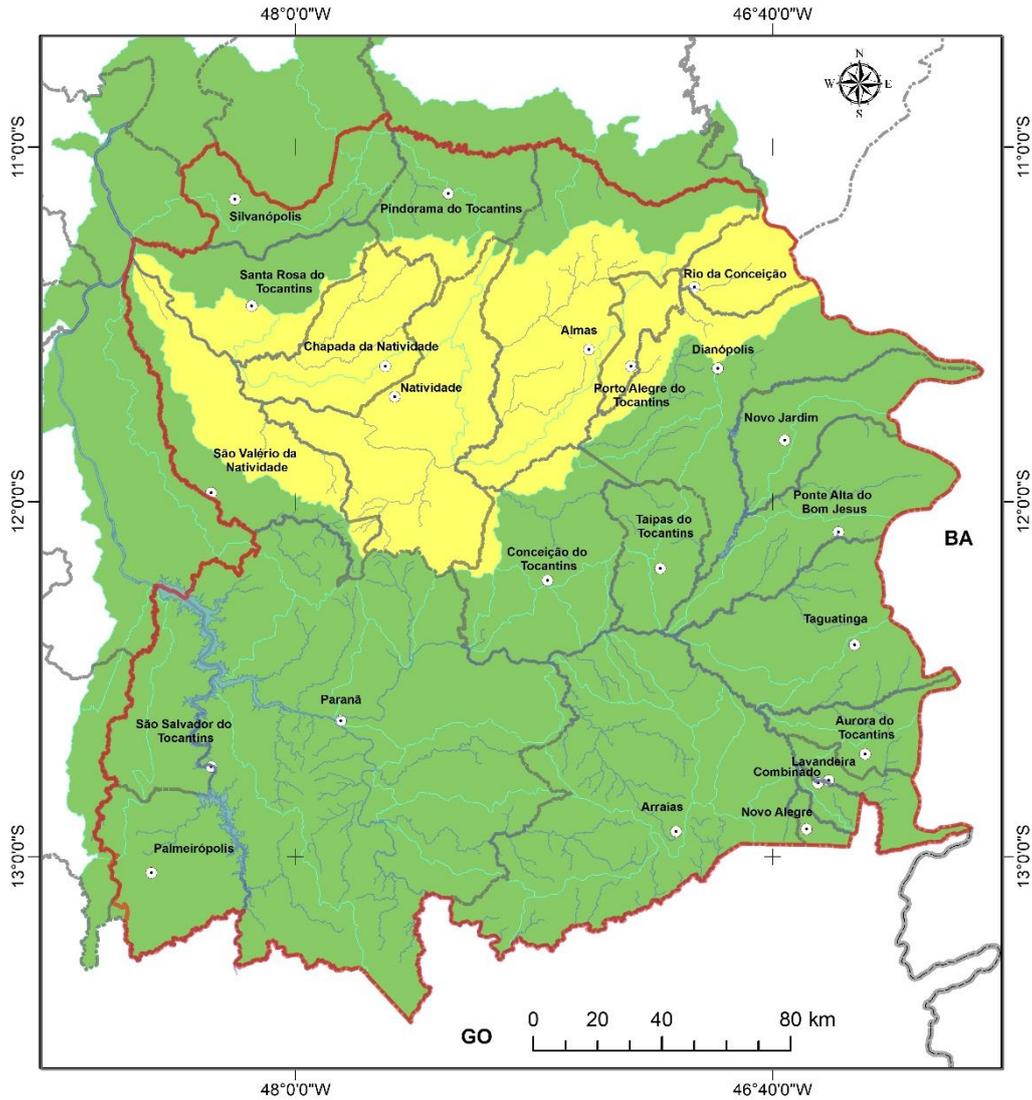
	Área de Estudo	Balanço Hídrico (%)
	Hidrografia	
	Limites Municipais	
	Sedes Municipais	
	Limites Estaduais	

Figura 219. Balanço hídrico e análise de escassez hídrica para o cenário retomada em 2037.

Fonte: Elaboração do Autor.



Cenário de aceleração (2022)



Sistema de Coordenadas Geográficas: GCS SIRGAS 2000
Datum: SIRGAS 2000
Unidades: Graus

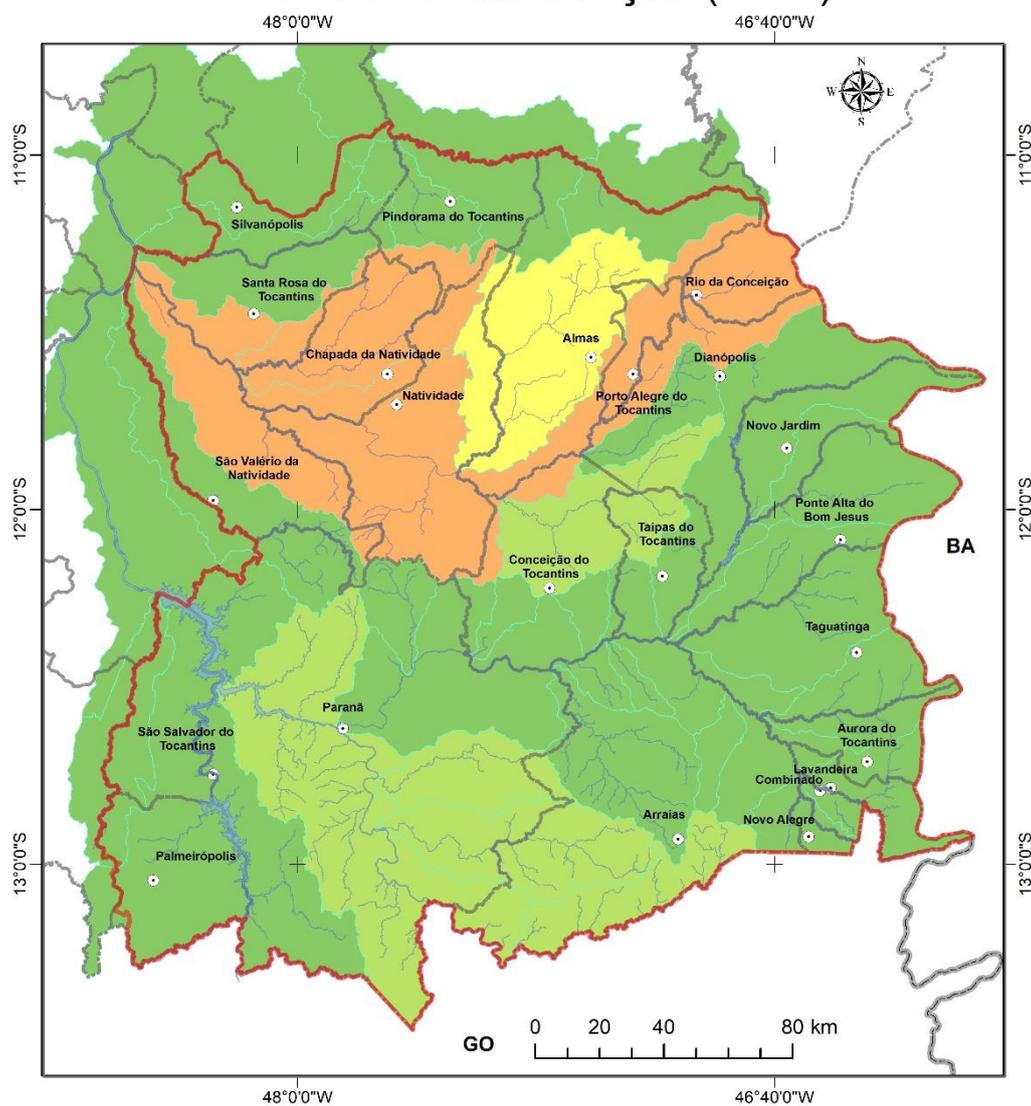
Legenda

	Área de Estudo	Balanco Hídrico (%)
	Hidrografia	0,1% - 5,0%
	Limites Municipais	5,1% - 10,0%
	Sedes Municipais	10,1% - 25,0%
	Limites Estaduais	25,1% - 50,0%
		50,1% - 100,0%

Figura 220. Balanço hídrico e análise de escassez hídrica para o cenário aceleração em 2022.

Fonte: Elaboração do Autor.

Cenário de aceleração (2027)



Sistema de Coordenadas Geográficas: GCS SIRGAS 2000
 Datum: SIRGAS 2000
 Unidades: Graus

Legenda

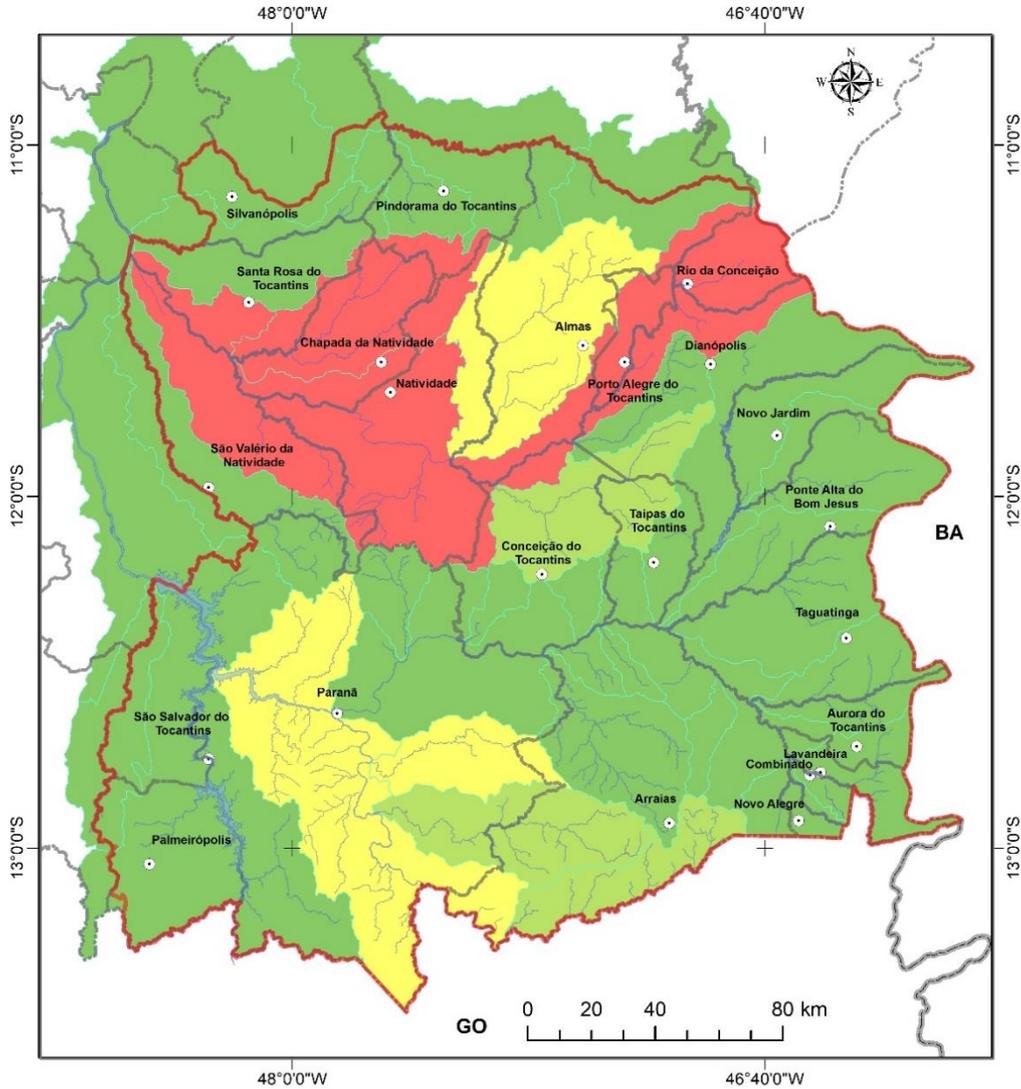
	Área de Estudo	Balanço Hídrico (%)	
	Hidrografia		0,1% - 5,0%
	Limites Municipais		5,1% - 10,0%
	Sedes Municipais		10,1% - 25,0%
	Limites Estaduais		25,1% - 50,0%
			50,1% - 100,0%

Figura 221. Balanço hídrico e análise de escassez hídrica para o cenário aceleração em 2027.

Fonte: Elaboração do Autor.



Cenário de aceleração (2037)



Sistema de Coordenadas Geográficas: GCS SIRGAS 2000
Datum: SIRGAS 2000
Unidades: Graus

Legenda

	Área de Estudo	Balanco Hídrico (%)
	Hidrografia	0,1% - 5,0%
	Limites Municipais	5,1% - 10,0%
	Sedes Municipais	10,1% - 25,0%
	Limites Estaduais	25,1% - 50,0%
		50,1% - 100,0%

Figura 222. Balanço hídrico e análise de escassez hídrica para o cenário aceleração em 2037.

Fonte: Elaboração do Autor.



8 CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

A grande massa de dados geográficos organizados em um geodatabase durante a execução deste projeto, permite ao Estado a realização de novas análises geográficas espaciais para orientação de políticas públicas de desenvolvimento regional e de ordenamento territorial, onde a questão dos recursos hídricos deve ser colocada como um pano de fundo, ou seja, o suporte de todas as atividades sociais e econômicas na RSE-TO.

A seguir são apresentadas as considerações finais, observações e recomendações para a RSE-TO dos temas considerados mais relevantes no trabalho.

Geologia

Os terrenos representados pelos granitoides cálcio-alcálicos e peraluminosos mostram potencialidade para ouro, cassiterita, urânio-tório (U-Th), estanho-tântalo (Sn-Ta) e rochas ornamentais, sendo que o ouro constitui o recurso mais promissor associado a esses terrenos. Outros ambientes com vocação indiscutível para mineralizações auríferas estão representados pelos jazimentos associados à Sequência Vulcanossedimentar Riachão do Ouro e os metassedimentos do Grupo Araí.

Com vistas às mineralizações auríferas, recomendam-se trabalhos prospectivos em áreas de ocorrência das faixas metavulcanossedimentares, notadamente na região de Príncipe, localidade de Serranópolis. Adicionalmente, devem ser encetados trabalhos de detalhe em duas faixas hidrotermais distribuídas nos domínios dos granitoides Aurumina, uma nas cercanias de Arraias e outra, na região de Conceição-Tocantins, associada ao Grupo Riachão do Ouro.

Com a retomada das pesquisas na região de Arraias, por meio da Itafós S/A, subsidiária da Mbac Fertilizers estimou-se reservas de fosfato na ordem de 77,8 milhões/ton. com teor de 5%, que segundo a empresa, são suficientes para alavancar a produção e comercialização de superfosfato simples, tornando não somente o município, mas também a região, autossuficiente na produção de fertilizantes nos próximos dez anos. Com investimentos superiores a R\$ 450 milhões e com uma produção estimada em torno de 500 milhões/ton. de minério de fosfato comum, esta iniciativa está alavancando a produtividade agrícola do Tocantins e já proporcionou a criação de mais de 1.100 empregos diretos e indiretos.

Entre os minerais fosfáticos reconhecidos na área, tem significativo interesse a monazita, minério de ETR. Mineralizações estaníferas tanto associadas aos granitoides peraluminosos Aurumina como aos granitoides cálcio-alcálicos, ainda representam tão somente futura possibilidade em termos prospectivos, carecendo um maior detalhamento. O único jazimento de Mn sedimentar registrado localiza-se nas proximidades do Rio São Domingos e está associado a uma lente constituída pelos quartzitos do Grupo Araí.

Embora a região apresente potencialidade em termos de recursos minerais destinados à indústria da construção civil e rochas ornamentais, sua efetiva utilização está centrada junto à sede dos municípios de Arraias, Paranã, Taipas, Aurora e Conceição do Tocantins, os quais atendem de modo muito restrito o mercado local, porém, com amplas perspectivas de expansão desse bem em função da melhoria nas condições de transporte e infraestrutura.

Além das belezas naturais da região de Taguatinga do Tocantins com a imponência das cadeias de serras, cavernas calcárias e rios, constituiu importante projeto geoambiental. Avaliar a potencialidade do sistema hidrotermal da fonte termal da Fazenda Mansão das Caldas, associado aos quartzitos do Grupo Araí visando utilização deste manancial hídrico.

A RSE-TO se encontra posicionada na borda oeste do Cráton São Francisco, adjacente à zona externa da Faixa Brasília. A área engloba um conjunto de núcleos antigos Riácianos representados por duas gerações de granitóides cálcio-alcálicos, predominante metaluminoso e peraluminoso (Suíte Aurumina), originados num ambiente de arco magmático acrescionário Paleoproterozóico junto ao CSF, fragmentos de terrenos metavulcanossedimentares tipo granito-greenstone, os quais, juntamente com as Coberturas Paleo e Neoproterozoicas do Grupo Araí e Bambuí, respectivamente, foram retrabalhadas durante o Brasileiro.

No domínio Araí foram caracterizadas litofácies metavulcânicas ácidas a intermediária de filiação alcalina a subalcalina, além de metaconglomerados polimíticos, associadas à fase rifte. Também ocorrem intercalações de quartzitos estratificados, metarenitos, arcóseos, depositados em ambiente fluvial e relacionadas à fase pré-rifte, ambas associadas à Formação Arraias e níveis pelíticos e lentes dolomíticas.

Em relação ao potencial mineral da região foram identificados jazimentos minerais, dentre os quais se destaca o ouro, fosfatos, ferro, manganês, quartzo, água termal, rocha ornamental e materiais de construção civil. Anomalias em estudos com concentrados de minerais pesados permitiram caracterizar associações representadas por Au-Cu (ouro-cobre), Fe-Mn (ferro-manganês), U-Th (urânio-tório), Nb (nióbio), Sn-Ta (estanho-tântalo), Ti (titânio), ET R (monazita), Ni-Cu (níquel-cobre), platinoídes e diamante, respaldadas por anomalias geoquímicas de sedimento de corrente e concentrado de bateia que englobaram as associações Co-Cr-Fe-Ni-Cu-V, Fe-Ca-Sr-Mn-Ba, La-Ce-Th-Hf-U-Zr, Fe-Ca-Sr-Mn-Ba e Au. Outros recursos minerais na área são insumos para agricultura (calcários e dolomitos) e locais propícios ao geoturismo.

Na área foram identificados quatro garimpos exauridos de quartzo, todos na região de Arraias, com certo destaque para o garimpo da Faz. Água Boa e Campinas, onde domina uma rocha saprolitizada associada ao Gr. Araí. Na região tem destaque expressivos indícios de Fe provenientes de BIF's/quartzitos ferríferos com até 62% de Fe_2O_3 .

Na área da lavra do Salim (Paraná), as reservas de minério Mn correspondem a 60 milhões/ton. e os teores obtidos nos níveis mais enriquecidos, aproximam-se de 70%.

Uma anomalia de U/Th apresenta teores de 40 ppm de Th e é ressaltada por padrões aerogamaespectrométricos diferenciados em monzogranitos peraluminosos Aurumina, em terras da Fazenda Caiado. Destaque para três indícios de cassiterita associados aos granodioritos peraluminosos na região de Conceição do Tocantins (Serra do Lameirão e



cercanias). As áreas mais promissoras para rutilo foram indicadas a partir de concentrado de minerais pesados coletados em drenagens de Paranã e Arraias, e estão associadas aos granitoides hidrotermalizados da Suíte Aurumina.

Indícios de ilmenita kimberlítica nos concentrados de minerais pesados apontam para potenciais ocorrências nas margens dos afloramentos do Grupo Bambuí.

A única ocorrência de água termal registrada na área está representada por uma fonte surgente na Fazenda Mansão das Caldas, à sul de Paranã, a qual está condicionada por controle estrutural EW (recarga do aquífero), com temperatura da água na ordem de 27° C na superfície e associada ao sistema de faturamento de quartzitos Araí (Aquífero Fissural).

Foram cadastradas duas pedreiras paralisadas de brita na região de Arraias, uma nas cercanias do Riacho da Areia, onde foi descrita uma mina para produção de brita no contato entre biotita tonalito Aurumina e metassedimentos do Gr. Araí em zona de falha NW/SE e outra, pertencente à EGESA Engenharia S/A e representada por quartzitos/quartzo-arenitos arcoseanos Araí. Material de construção civil, como extração de areia ou argilas, especialmente em áreas dos quartzitos Araí, ocorre localmente, na borda da Serra Branca ou nas cercanias de outros tradicionais afluentes como o Rio dos Bois em Aurora - TO, onde o material era antigamente usado na indústria cerâmica para produção de tijolos e telhas. Uma indústria cerâmica que produz tijolos para consumo local foi registrada no trevo de acesso ao município de Conceição do Tocantins.

As recomendações aqui expostas foram calcadas nas diversas informações coletadas em relação aos recursos minerais:

- analisar o potencial prolongamento a norte do jazimento de fosfato da Itafós;
- trabalhos prospectivos de detalhe para ouro na região de Príncipe, em Serranópolis e adicionalmente, ouro em duas faixas hidrotermais associadas aos domínios dos granitoides Aurumina (Arraias) e região de Conceição;
- detalhamento no alvo de kimberlito e diamante na borda da bacia do Bambuí;
- detalhamento dos alvos para monazita, terras raras e U-Th associadas aos monzogranitos Aurumina;
- detalhamento e follow-up nos alvos de Ferro e Manganês com pesquisa de poços de amostragem seguido de prospecção por sondagem, tanto nas unidades metassedimentar e alvos nos metassedimentos do Grupo Araí;
- detalhamento no indício de platinoídeos no corpo máfico-ultramáfico cumulático, intrusão acamadada com boa potencialidade;
- estudo de viabilidade econômica visando instalação de empreendimento turístico, projeto geoturístico, utilizando o manancial hidrotermal deste aquífero de água termal conhecido na área da Serra das Caldas.

Geomorfologia

Em termos de aproveitamento econômico, destaca-se que nas Unidades Geomorfológicas Depressão do Alto Tocantins (27.007,73 km² - 52,16%) e Chapadão Ocidental Baiano (952,19 km² - 1,84%) encontram-se as áreas com maior potencial para utilização com usos diversos. Essas condições são favorecidas sobretudo pela declividade (0 a 3) e, em particular, também pela ocorrência de solos que possuem boas condições físicas para o uso agrícola (largamente utilizados com produção de grãos - soja e milho), associadas a uma boa permeabilidade por serem solos bem estruturados e muito porosos. As áreas mais expressivas de aproveitamento econômico com fins agrícolas são verificadas nos municípios de Aurora do Tocantins, Dianópolis, Lavandeira, Novo Jardim, Ponte Alta do Bom Jesus, Santa Rosa do Tocantins e Taguatinga.

Já as áreas mais restritivas à apropriação do relevo e uso econômico, referem-se às unidades geomorfológicas: (i) Patamares das Mangabeiras (209,68 km² - 0,40%), (ii) Patamares do Chapadão Ocidental Baiano (11.888,79 km² - 22,96%), (iii) Planalto Dissecado do Tocantins (1995,79 km² - 3,85%), (iv) Complexo Montanhoso Veadeiros-Araí (260,02 km² - 0,50%), (v) Planalto do Alto Tocantins - Paranaíba (2756,13 km² - 5,32%), (vi) Serra da Natividade (3586,77 km² - 6,93%), (vii) Serras de Arraias e da Canoa (1330,66 km² - 2,57%) e (viii) Serras de Santo Antônio-João Damião (38,97 km² - 0,08%). Nessas unidades ocorrem com mais intensidade, dissecação ou rugosidade topográfica, com uma dimensão interfluvial média dos conjuntos homogêneos de formas desses relevos. Essas condições tornam mais difíceis a utilização do solo com atividades econômicas, em especial com aumentando os impedimentos em mecanização agrícola. Enfatiza-se que nessas unidades estão presentes diversas nascentes formadoras dos principais recursos d'água Rios Parana, Palmas, Balsas, São Valério, Formiga e Manuel Alves, todos do Sistema Hidrográfico do Rio Tocantins.

Solos e aptidão agrícola das terras

De um modo geral, os solos ocorrentes na área estudada, apresentam alguma limitação para uso agrícola. A maioria é constituída de solos com baixa fertilidade natural, o que implica em necessidade de utilização de corretivos químicos para quaisquer tipos de aproveitamentos comerciais com lavouras. Além do aspecto químico, parte considerável dos solos apresenta também limitações físicas de grande magnitude, refletidas principalmente em textura muito arenosa, ou ocorrência excessiva de concreções ferruginosas, de cascalhos, de pedras, ou mesmo de crostas ou cangas lateríticas.

Por se tratar de uma superfície ou região submetida a processos erosivos em seu processo de formação, verificam-se algumas situações distintas, que por sua vez são responsáveis pela diferenciação de várias classes de solos.

Nas terras baixas (planícies de cursos d'água) onde desenvolvem-se solos livres de concreções, hidromórficos ou semi-hidromórficos e, portanto, áreas passíveis de inundação no mínimo periódica, há possibilidade de utilização com agricultura. Essas terras mostram aptidão regular para lavouras em sistemas de manejo semidesenvolvidos ou desenvolvidos, com uso de drenagem artificial, entretanto, em parte se constituem como áreas de preservação permanente (APPs), e, por serem áreas inundáveis e com limitações



consideráveis de ordem química e físicas em alguns casos, fazem com que se recomende a sua não utilização, sob todos os aspectos, incluindo-se aí o aspecto referente às medidas visando favorecer a preservação de água no ambiente ou amenizar a escassez hídrica regional, visto que se tratam de reservatórios hídricos naturais quando não utilizados. São representados no mapa de solos pelas unidades GXbd, RYdb e FTd que somam cerca de 807 km².

Outra situação diz respeito às áreas serranas ou áreas de relevos colinosos que ocorrem dispersas pela área, comumente com relevos nas classes forte ondulado, montanhoso e escarpado e em altitudes elevadas, onde geralmente ocorrem solos rasos e muito pouco evoluídos, dos tipos Neossolos Litólicos e Cambissolos. Solos que são quase sempre cascalhentos e apresentando pedregosidade e/ou rochiosidade expressiva. Nestes casos invariavelmente, a aptidão para uso com lavouras ou mesmo pastagens ou silvicultura é bastante limitada, sendo quase sempre terras julgadas como inaptas (classe 6). Geralmente nestes ambientes são verificadas muitas nascentes ou surgências de água e como medidas que visam amenizar a escassez hídrica regional se recomenda a sua preservação por meio de controle de desmatamentos e revegetação nos locais desmatados. São representados no mapa de solos pelas unidades AR, RL e alguns CX, que somam cerca de 7.400 km².

Grande faixa de terras que se estende de norte a sul na parte leste da região, em terras dos municípios de Almas, Rio da Conceição, Dianópolis, Novo Jardim e Ponte Alta do Bom Jesus, como uma espécie de patamar, estreitando-se de norte a sul, ocorrem solos muito arenosos, os Neossolos Quartzarênicos Órticos (unidades RQo), quando de boa drenagem (maior parte) e Neossolos Quartzarênicos Hidromórficos (unidades RQg), quando de má drenagem (solos das planícies de inundação dos cursos d'água). Os primeiros, por serem solos 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. Foram consideradas em sua maioria com aptidão restrita para pastagens naturais (classe 4(p)), ou seja, baixa potencialidade mesmo para esta atividade.

Os Neossolos Quartzarênicos Hidromórficos (RQg), são arenosos de drenagem restrita (má drenagem) e além da baixa fertilidade natural necessitam drenagem artificial para aproveitamento, e quase sempre ocupam áreas de proteção permanente (APPs) e foram julgados como classe 5n (regular para pastagem natural). Ocupam 5.407 km² (RQo) e 778 km² (RQg).

Como visto, este ambiente é dotado de terras arenosas e portanto de muito baixa capacidade de retenção hídrica, além de apresentarem elevados valores de condutividade hidráulica, o que implica em drenagem muito rápida e quase total das águas de chuvas e isto reforça a necessidade de cuidados especiais com a conservação destes solos, preferencialmente com a preservação de sua proteção natural que é a vegetação nativa e em caso de atividades agropastoris a aplicação dos princípios básicos de conservação de solos e água na agricultura.

Em menores altitudes (inferiores a 500m) destacam-se ainda algumas situações que podem ser assim definidas:

- Nas partes mais inferiores das bacias (baixas vertentes) dos formadores do Tocantins, os Latossolos ocorrentes são de boa qualidade para aproveitamento com lavouras e foram julgados como classe BOA para lavouras empregando sistemas de manejo desenvolvidos, ou seja, com uso de insumos agrícolas, mecanização e aporte de capital. São as áreas de cultivo de grãos da região. Tais solos concentram-se na parte oeste (municípios de Silvanópolis, Santa Rosa do Tocantins, Chapada da Natividade e Palmeirópolis), com ocorrências isoladas em outras regiões, como nas proximidades de Almas. Com predomínio de Latossolos de boa aptidão para agricultura comercial mecanizada, ocorrem as unidades LVd, LAd e LVAd somando cerca de 2.182 km².

Com relação a ações com o objetivo de mitigar a questão da escassez hídrica da região, recomenda-se rigoroso controle de desmatamentos, preservando-se a proteção vegetativa das margens e cabeceiras de rios e córregos e nas atividades agropastoris, a aplicação das técnicas de conservação de solos e água, e controle da água de irrigação quando for o caso.

- Com grande concentração na parte oeste da região, ocupando vastas extensões nos municípios de Silvanópolis, Pindorama do Tocantins, Santa Rosa do Tocantins, Natividade, São Valério da Natividade, São Salvador do Tocantins, Conceição do Tocantins, Paranã e Arraias e, em situação imediatamente inferior ao nível dos Latossolos, estendem-se grandes extensões as áreas de domínio de Plintossolos Pétricos Concrecionários (unidades FFc). São solos que por sua natureza, contêm limitações fortes para penetração e desenvolvimento de raízes, de uma maneira geral. Por que razão, são áreas que não se prestam a nenhum tipo de exploração com agricultura. As 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 determinada pela grande estiagem da região, restringindo as suas possibilidades de uso até mesmo para pastagens plantadas. São representados no mapa de solos pelas unidades FFc1, FFc2, FFc3, FFc4, FFc5, FFc6 e FFc7, que somam cerca de 13.905 km², portanto uma área considerável.

No que concerne à ações visando mitigar a questão da escassez hídrica da região, em razão da baixa potencialidade agrícola de seus solos, recomenda-se rigoroso controle de desmatamentos, preservando-se a proteção vegetativa das margens e cabeceiras de rios e córregos.

- Nas partes mais elevadas das bacias dos formadores do Tocantins, contemplando municípios como Arraias, Conceição, Taipas do Tocantins e Porto Alegre do Tocantins, destacam-se as áreas dominadas por solos do tipo Cambissolos, geralmente cascalentos e pedregosos e ocorrentes em situação de relevo que varia de suave ondulado até montanhoso. Estes solos têm o inconveniente de apresentar a pedregosidade e a textura muito cascalhenta, como adicionais às limitações comuns aos Plintossolos Pétricos Concrecionários anteriormente comentados.

Quando em situação de topografia de baixa declividade (relevo suave ondulado) foram julgados com aptidão restrita para pastagens plantadas (Classe 4(p)), sendo esta a sua melhor destinação. Quando com pequenas quantidades de cascalhos, mesmo em relevos



acidentados (exceto escarpados e montanhosos), foram julgados com aptidão restrita para silvicultura e, nos demais casos, foram considerados sem aptidão para uso (Classe 6) ou destinados à preservação. São representados no mapa de solos pelas unidades de mapeamento de símbolo CX, que somam 20.715 km², portanto também uma área considerável.

Com respeito a ações visando mitigar a questão da escassez hídrica da região, também neste caso, devido à baixa potencialidade agrícola dos solos, recomenda-se rigoroso controle de desmatamentos, preservando-se a proteção vegetativa das margens e cabeceiras de rios e córregos.

- Por fim, destaca-se uma área à sudeste que contempla terras dos municípios de Taguatinga, Aurora do Tocantins, Combinado, Lavandeira e Novo Alegre, constituída por solos formados sob a influência dos calcários do Subgrupo Paraopebas. Trata-se dos solos de maior potencialidade agrícola da região. São Argissolos Vermelho-Amarelos Eutróficos chernossólicos de textura média sobre argilosa, que ocorrem em situação de relevo aplanado, desde plano a ondulado e que outrora ocorreram sob vegetação de floresta. São representados no mapa de solos por três unidades de mapeamento (PVAe1, PVAe2 e PVAe3) que somam cerca de 1.098 km².

Neste último caso são terras de boa, ou pelo menos as de maior potencialidade agrícola dentre os solos da área como um todo, o que é responsável por grande demanda dos mesmos para utilização agrícola. Visando a amenização das questões da escassez hídrica regional, as recomendações necessariamente devem passar pela conservação dos solos e dos mananciais hídricos, e isto, pode ser sintetizado no controle do desmatamento e recuperação de áreas desmatadas em margens de córregos e rios e da implementação das técnicas conservacionistas previstas nos pacotes tecnológicos para agricultura tecnicificada.

Clima

Em termos climatológicos pode-se considerar que:

- a parte sul da RSE-TO, precisamente no entorno dos municípios de Paranã e Arraias, se apresenta com maior predisposição ao processo de ressecamento ambiental e, portanto, com maior nível de escassez hídrica sob o ponto de vista climatológico;
- a parte mais úmida e menos susceptível ao processo de desertificação é o norte e oeste da região, onde ficam localizados os municípios de Silvanópolis, São Valério da Natividade e Santa Rosa do Tocantins, bem como a região de Dianópolis, localizada no centro do estado;
- os fenômenos El Niño e La Niña exercem forte influência nas condições climáticas da região. Nos anos de ocorrência do fenômeno El Niño o nível de escassez hídrica na região aumenta significativamente, enquanto nos anos de ocorrência da La Niña ocorre o contrário, ou seja, a precipitação pluvial aumenta em até 19% em relação às condições climáticas médias;

- o poder evaporativo do ar na RSE-TO, expresso pela evapotranspiração de referência, é 10,5% maior nos anos de El Niño e é 10% menor nos anos de La Niña;
- nos anos de El Niño a deficiência hídrica é 21,8% maior, enquanto nos anos de La Niña é 19,6% menor do que a média anual de toda RSE-TO. 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 municípios de Paranã e Arraias;
- o clima da RSE-TO é classificado como subúmido úmido, megatérmico, moderada deficiência hídrica no verão, sendo o trimestre mais quente setembro, outubro e novembro, cuja fórmula climática é C2A'as';
- a maior escassez hídrica na RSE-TO está localizada na parte sudeste, enquanto toda a parte oeste apresenta o menor nível de escassez hídrica.

Recursos hídricos

Quanto à disponibilidade hídrica para a região de estudo é importante ressaltar, que há poucas estações disponíveis em cada sub-bacia, não contemplando áreas de drenagem de pequeno porte. Dessa forma, os resultados dos cálculos realizados mostram a representação do regime referente às informações das estações trabalhadas e, portanto, pode não representar situações referentes aos cursos de água de pequeno porte. Durante as atividades de campo realizadas para o presente estudo, foram consultados diversos profissionais referentes aos usos da água na região que comentaram sobre cursos de água de pequeno e médio porte nas bacias com situação de intermitência, secando durante o período de estiagem de cada ano. Esse fato não foi possível de verificar com os dados hidrológicos disponíveis, de estações fluviométricas controlando áreas de drenagem da ordem de dezenas de milhares de quilômetros quadrados.

Quanto às séries históricas trabalhadas tratou de sua extensão. Os dados disponíveis no sistema hidroweb da rede básica nacional apresentam informações consistidas até o ano de 2006. Dessa forma, não são disponibilizadas informações a partir desse período que permitam avaliar alterações no regime hídrico e os problemas ocorridos no período histórico recente, devido a estiagens pronunciadas percebidas pelos usuários em campo.

Em termos hidrogeológicos, apesar de ter sido possível realizar estimativas para as reservas hídricas permanentes e renováveis, ressalta-se também a dificuldade de obtenção de informações e a baixa qualidade dos dados disponíveis, principalmente no que se refere aos cadastros de usos da água do SIAGAS ou da base de dados de outorgas disponibilizada pelo Naturatins.

Informações obtidas em contatos realizados durante trabalhos de campo na região, em que os representantes de sistemas de abastecimento verificaram problemas de poços secando nos últimos anos de estiagem e que levaram ao abastecimento de várias cidades por meio de caminhões pipa durante importantes períodos de tempo. Essas situações não puderam ser verificadas pelos estudos realizados por este trabalho em função da ausência de informações de monitoramento desses poços ou dos aquíferos da região.



Em relação à estimativa das demandas pelo uso da água para os 23 municípios, considerando os principais setores usuários foram realizadas estimativas para o abastecimento humano (urbano e rural), dessedentação animal, irrigação, piscicultura, uso industrial e de mineração. Os valores obtidos indicaram um total de 3,65 m³/s de demandas para a totalidade dos usos não consuntivos, de acordo com a demanda atual. Essa demanda foi verificada principalmente para a irrigação de culturas (cerca de 55%), dessedentação animal (cerca de 18%) e piscicultura (aproximadamente 14%).

No caso dos usos para irrigação de culturas, a principal demanda trata do Distrito de Irrigação Manuel Alves, um empreendimento cuja principal produção é de frutas e com importante potencial de crescimento. Para a piscicultura cabe lembrar que os usos estimados foram para os dois empreendimentos de grande porte identificados e localizados na sub-bacia do rio do Peixe, no município de Almas, sendo o principal consumo verificado por meio da evaporação. Vale ressaltar, no caso das demandas, a baixa qualidade dos dados de outorgas disponibilizados e que não permitiram a espacialização adequada dos usos, impossibilitando as análises em nível de sub-bacia.

Os balanços hídricos foram realizados por bacias hidrográficas, não tendo sido possíveis em nível de sub-bacia tanto em função das informações obtidas das séries hidrológicas de vazão quanto pelos dados de demandas estimadas. Os resultados obtidos mostraram uma condição média por bacia hidrográfica confortável, com baixos percentuais de uso da água frente às ofertas, mesmo quando consideradas as vazões de referência Q90 ou Q95. Para todas as bacias hidrográficas e sub-bacias estudadas, o nível de comprometimento hídrico não superou percentual correspondente a 10% da vazão de referência de outorgas Q90, valor considerado bastante baixo principalmente em função do percentual outorgável pela legislação do Tocantins permitir que sejam utilizados valores de até 75% dessa mesma vazão de referência.

Foi então realizada a análise com relação aos aspectos de escassez hídrica para a disponibilidade e os usos existentes nas bacias e sub-bacias hidrográficas da região. Para isso, foram utilizadas referências de três estudos recentes que avaliaram balanços hídricos de bacias hidrográficas (Conjuntura, PERH/ES e PRH-Paraguai). Todos os resultados de balanços hídricos realizados para as sub-bacias hidrográficas deste estudo mostraram condições de conforto hídrico em função de baixo comprometimento hídrico. Com isso, os resultados dos estudos realizados mostraram baixo índice de escassez hídrica considerando a relação entre as demandas e as disponibilidades para a área de estudo.

Cabe ressaltar, entretanto, que esses resultados devem ser considerados com precaução em função das ressalvas apresentadas nos comentários anteriores devido à baixa qualidade dos dados básicos utilizados nesses cálculos ou à extensão das séries e abrangência em termos de áreas de drenagem. Para a validação desses resultados seria necessário ter as coordenadas exatas de cada ponto de captação e monitoramento de vazões em cursos de água de pequeno porte (áreas de drenagem de poucos quilômetros quadrados) e com boa abrangência espacial na região e séries históricas longas e com dados recentes. Dessa forma, poderiam ser avaliados dados históricos de situações de intermitência de vazões, o que não é identificado nos resultados dos monitoramentos disponíveis.

Com isso, as principais recomendações deste estudo tratam do desenvolvimento de ações voltadas à melhoria do monitoramento de vazões e de águas subterrâneas. É fundamental que sejam implementadas estações fluviométricas em cursos de água de pequeno porte para que sejam verificados os regimes hídricos de córregos e ribeirões com situação de intermitência, o que não foi possível constatar pelos dados disponíveis da rede hidrometeorológica nacional. Para as demandas, importante que seja trabalhado o instrumento outorga de direito de uso de recursos hídricos no sentido do aumento da abrangência e regularização dos usos da água da região e melhoria do banco de dados com informações consistidas e disponíveis para a sociedade.

Vegetação e Cobertura e uso da terra

Em larga escala, verificaram-se que há dissimilaridades (diversidade beta) entre as principais formações vegetais nativas da RSE-TO (cerrado *sensu stricto*, cerradão, floresta estacional e mata de galeria e ciliar) com mudanças abruptas na composição e densidade de espécies arbóreas. Em escala mais detalhada, avaliou-se os gradientes de substituição de espécies dentro de cada formação vegetal (fitofisionomia) e determinou-se que a diversidade beta também é elevada. Assim, definiram-se grupos fitofisionômicos com base na composição e densidade das populações de cada fitofisionomia para melhorar a compreensão da variação da cobertura vegetal da RSE-TO.

Evidenciou-se que os ambientes de cerrado *sensu stricto* apresentam cinco grupos fitofisionômicos, as áreas de cerradão podem ser divididas consistentemente em quatro grupos fitofisionômicos, localidades com ocorrência de florestas estacionais se inserem em cinco grupos e as faixas ripárias (matas de galeria e ciliar) apresentam quatro grupos. Determinou-se que, além dos gradientes e variações na composição e densidade das espécies, os grupos fitofisionômicos apresentam diferenças nos estoques aéreos de biomassa e carbono e volume de material lenhoso. Determinou-se um aumento de biomassa e carbono no seguinte sentido: cerrado *sensu stricto* → cerradão → floresta estacional → formações ribeirinhas. Os resultados podem subsidiar, em escala refinada, ações de restauração e recuperação da cobertura vegetal de passivos ambientais locais, assim como calibrar valores de mercado para pagamentos por serviços ambientais (PSA) e de créditos de reposição de carbono, em termos de toneladas de biomassa/carbono por hectare dos diferentes tipos de cobertura vegetal.

Para explicar as diferenças dos grupos fitofisionômicos de cada formação vegetal encontraram-se correlações significativas com variáveis físicas locais (como solo e relevo), assim como com variáveis regionais relacionadas à geologia, hidrogeologia e geomorfologia. Adicionalmente, determinou-se que os limites das sub-bacias hidrográficas são importantes variáveis explicativas para a separação dos grupos fitofisionômicos das áreas de cerrado *sensu stricto*, cerradão e das florestas estacionais.

Apenas a dissimilaridade das formações ripárias apresenta maior correlação com a compartimentação geoambiental (regiões agroecológicas) da RSE-TO. Com isso, determinaram-se mudanças em termos quali-quantitativos da cobertura vegetal, em escala que considera as variações ambientais locais e, assim, são compatíveis com as ações



voltadas para gestão dos recursos hídricos. Considerando que a manutenção da cobertura vegetal nativa é uma das formas mais eficazes para promover a segurança hídrica de uma região, os resultados são o ponto de partida para o planejamento de manejo da cobertura vegetal nativa e abertura de novas áreas de uso antrópico.

Determinaram-se alguns potenciais de uso não madeireiros das espécies de cada fitofisionomia no sentido de valorizar a “vegetação nativa em pé” e sugeriu-se algumas opções alternativas de geração de renda para os produtores rurais. Em todas as fitofisionomias, mas em especial nas áreas de cerrado sensu stricto, foi verificado elevado potencial de produção de frutos e sementes utilizadas na alimentação humana. Quatro dessas espécies frutíferas (*Dipteryx alata* - Baru), *Acrocomia aculeata* (Macaúba), *Hancornia speciosa* (Mangaba) e *Caryocar* spp. (Pequi) são consideradas produtos da sociobiodiversidade pela Companhia Nacional de Abastecimento (Conab) e estão inseridas na Política de Garantia de Preços Mínimos para os Produtos da Sociobiodiversidade (PGPM-Bio).

Esse mecanismo político cria oportunidades de preços justos frente às diferenças regionais e à realidade das comunidades que coletam e comercializam produtos da biodiversidade, aumentando, ainda, o interesse de diversos setores como a indústria de fármacos, cosméticos e higiene pessoal; biocombustíveis; fibras e outros, conferindo maior competitividade aos produtos. Para estimular o empreendedorismo e agregar renda à economia local, são necessários pólos agro-industriais com freezers para polpas, máquinas para quebrar nozes e despolar frutos, fogões industriais e sistemas para embalagens nas distintas regiões de coleta. Além disso, é necessário fortalecer as cadeias produtivas dos produtos da sociobiodiversidade superando limitações como: a informalidade, criação e gestão de associações e cooperativas, baixa escala e pulverização da produção, alta perecibilidade, pouca tecnologia aplicada, logística de escoamento complexa, mercado variável e desorganizado, preços baixos, entre outras.

Todas as fitofisionomias amostradas apresentaram espécies com propriedades fitoterápicas. Algumas já possuem potencial reconhecido e são amplamente utilizadas em indústrias farmacológicas ou na medicina popular, com destaque para: Favela (*Dimorphandra gardineriana*) e Barbatimão (*Stryphnodendron* spp.), provindas das áreas de cerrado sensu stricto; Aroeira (*Myracrodruon urundeuva*), Ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa*) e Angico (*Anadenanthera colubrina*), comuns nos ambientes de floresta estacional; Copaíba (*Copaifera langsdorffii*), Jatobá (*Hymenaea stilbocarpa*), Landim (*Callophylum brasiliense*) e Inharé (*Brosimum lactescens*), típicas das formações ribeirinhas.

Novos princípios ativos com potencial de cura ou combate de diversas doenças a partir de espécies existentes no estado só serão descobertos por meio de estudos científicos, no ramo da farmacologia, que comprovem os efeitos fitoterápicos citados por populações tradicionais e indígenas. Cabe ao governo estadual e federal estimular e investir em pesquisas dessa natureza, que envolvam o saber popular e as pesquisas científicas nos ramos da farmácia e química.

Além dos principais tipos de usos não madeireiros (alimentício e medicinal) mencionados, existem outras formas de usos alternativos da cobertura vegetal, com destaque para:

- a silvicultura de espécies nativas madeireiras (Aroeira e Ipê-roxo) e frutíferas (Mangaba, Cajá, Pequi),
- sistemas silvopastoris com espécies nativas - Integração Lavoura Pecuária Floresta (ILPF);
- criação de abelhas (apicultura e melipolinicultura) para produção de mel e outros derivados (própolis e pólen); e
- coleta e comercialização de sementes de espécies nativas para projetos de restauração ecológica e produção de mudas. Essa última atividade tende a aumentar nos próximos anos, após a finalização das análises do Cadastro Ambiental Rural (CAR) e a adesão dos produtores rurais com passivos ambientais no Programa de Regularização Ambiental (PRA).

O fortalecimento da cadeia produtiva da recuperação da vegetação nativa é visto como estratégia de redução da pobreza, com criação de postos de trabalho e fomento ao desenvolvimento econômico, assim como instrumento de segurança hídrica, prevenção de catástrofes e cumprimento dos compromissos internacionais do Brasil em relação às mudanças climáticas e à proteção à biodiversidade.

Atividades complementares dessa natureza devem ser priorizadas pelos governos estadual e federal, objetivando a promoção do devido valor da vegetação nativa em pé e, sobretudo; (i) assegurar as funções ecológicas exercidas por ela; (ii) proteger os solos da erosão, os corpos hídricos dos assoreamentos (produção de água); (iii) contribuir para a recarga de aquíferos (produção de água); (iv) contribuir para a fixação de carbono; (v) gerar renda adicional aos proprietários rurais; (vi) manter abrigo e alimentação para a fauna silvestre existente na RSE-TO.

Como recomendações de uso sustentável da cobertura vegetal da RSE-TO, os principais pontos a considerar são:

- respeitar e manter as áreas de preservação permanente;
- fomentar o Manejo Integrado do Fogo (MIF) em áreas com predomínio de formações savânicas, por meio de critérios técnicos e de saberes tradicionais sobre o uso do fogo;
- nas reservas legais, incentivar o plano de manejo para a utilização de produtos madeireiros e não madeireiros nas áreas de floresta ombrófila, floresta estacional, áreas de ecótono (floresta estacional/ombrófila) e cerrado; e não madeireiros, no cerrado *stricto sensu*;
- fomentar sistemas silvopastoris e programas de recuperação ambiental com espécies arbóreas frutíferas e/ou madeireiras nativas das fitofisionomias dos biomas Cerrado e Amazônia;
- incentivar e fomentar a preservação de áreas nativas, extra reserva legal e áreas de preservação permanente, como áreas para fixação de CO₂;



- incentivar coleta de sementes e produção de mudas de espécies nativas para recuperação ambiental e plantios silviculturais;
- fomentar a silvicultura de espécies exóticas (e.g., Seringueira, Teca e Mogno-Africano) em associação com espécies nativas como Ipê (*Tabebuia* spp.) Aroeira (*Myracrodruon urundeuva*), Jatobá (*Hymenaea* spp.), Landin (*Calophyllum brasiliense*), *Ocotea* spp. (Louros), *Cordia* spp. (Freijó), *Astronium* spp. (Gonçalo-alves; Muiracatiara), *Aspidosperma* spp. (Peroba; Pereiro); *Amburana cearensis* (Cerejeira), *Apuleia leiocarpa* (Garapiá), e outras, para diminuir a pressão madeireira sobre os remanescentes florestais que devem ser preservados e utilizados através da elaboração de planos de manejo florestal;
- fomentar a exploração sustentável de produtos não madeireiros das formações savânicas do bioma Cerrado, principalmente seus frutos, sabendo-se que essa é a vocação natural dessa formação;
- obrigar o uso de espécies nativas em projetos de recuperação de áreas degradadas;
- fomentar a criação de bancos de germoplasmas, viveiros municipais e estadual, visando a produção em larga escala e distribuição de sementes e mudas de espécies nativas;
- incentivar a prática de turismo ecológico, científico e de aventura em áreas com atrativos naturais relevantes (cachoeiras, cavernas, dunas e outros) e de baixa aptidão agropecuária ou para a silvicultura;
- incentivar estudos de dinâmica de crescimento da vegetação nativa, com enfoque na produção madeireira e estoque de carbono;
- incentivar estudos de valoração do estoque de carbono na “vegetação nativa em pé” e, posteriormente, as formas de torná-los vendáveis em bolsas de valores nacionais e internacionais.

Vulnerabilidade das paisagens à perda de solos

Com relação à perda de solo à destaca-se que as unidades de paisagem que apresentam os graus mais altos de vulnerabilidade à perda de solo estão localizadas nos patamares e escarpas do Chapadão Ocidental Baiano e da Chapada das Mangabeiras, nos relevos cársticos do Grupo Bambuí, nas serras que se destacam na superfície pediplanada da Depressão do Alto Tocantins e nas planícies e fundos de vales sujeitos a inundações, áreas onde prevalece a morfogênese.

Já as unidades de paisagem que apresentam os graus mais baixos de vulnerabilidade à perda de solo estão localizadas no pediplano da Depressão do Alto Tocantins, áreas onde prevalece a pedogênese.

Com relação à escassez hídrica observa-se que a água superficial disponível nas principais bacias hidrográficas do sudeste do Tocantins está diretamente ligada aos aquíferos das bacias sedimentares, que alimentam a perenidade dos rios Manuel Alves da Natividade, Palma e das Balsas, principais rios do sudeste do Tocantins. Importante destaca que o

Domínio das Rochas Sedimentares responsável por essa alimentação ocupa cerca de 12 % da área do sudeste do Tocantins, o que representa pouco mais que 6 mil quilômetros quadrados.

Observa-se que as nascentes desses rios 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 solos que cobrem a maior parte destas unidades de paisagem são terras consideradas inaptas para uso com agricultura não irrigada e com baixa potencialidade para pastagens naturais. Tais solos desempenham papel importante na recarga de aquíferos quando mantêm sua cobertura natural, e assim deveriam permanecer.

Os solos que cobrem os relevos cársticos do Grupo Bambuí são solos com poucas limitações à utilização agrícola, mas a baixa permeabilidade interna condicionada pela presença de argila leva 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.

O Domínio das Rochas Carbonáticas do Grupo Bambuí ocupa cerca de 15 % da área do sudeste do Tocantins.

Os pontos de observação de drenagem intermitente 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 das águas subterrâneas.

Todos estes pontos de observação de drenagem intermitente referem-se à nascentes localizadas em rochas cristalinas, atestando a ausência de aquíferos representativos em terrenos cristalinos cobertos por solos jovens e pouco profundos. O Domínio das Rochas Cristalinas, incapaz de alimentar essas drenagens, ocupa cerca de 70% da área do sudeste do Tocantins.

Adequação do uso de solo à aptidão agrícola

A análise espacial da distribuição da adequação do uso de solo à aptidão agrícola da RSE-TO, permitiu identificar como positivo a sua utilização a sua adequação, uma vez que os usos adequados representam 38,8%, com recobrimento de expressivos de 18.305,74 km² e, quando somados com as classes de subutilização, alcançam mais 92% de área total do sudeste do Tocantins.

Notou-se que os usos adequados estão distribuídos em toda área e suas maiores representatividades ocorrem no sistema hidrográfico das bacias do Rio Palma e Rio Manuel Alves da Natividade. Aí ocupam relevos planos e terrenos com aptidão agrícola RESTRITA para pastagem plantada e aptidão BOA para lavouras de ciclo curto no nível de manejo C e REGULAR para lavouras de ciclo longo nos níveis de manejo B e C. Os usos adequados podem ser verificados nos municípios de Almas, Rio da Conceição, Dianópolis, Novo Jardim,



Ponte Alta do Bom Jesus, Taguatinga e Lavandeira, ocupando principalmente os LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico. Outros municípios, tais como, Silvanópolis, Santa Rosa do Tocantins e São Valério da Natividade também apresentam usos adequados em paisagens com PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário latossólico e NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Hidromórfico típico.

Praticamente não há conflitos de usos na RSE-TO. Os principais usos conflitivos foram identificados associados aos relevos dos Patamares do Chapadão Ocidental Baiano, Serra da Natividade, Serras de Arraias e da Canoa, Planalto Dissecado do Tocantins e Planalto do Alto Tocantins - Paranaíba. Ainda em relação aos usos conflitivos, as áreas mais expressivas são encontradas no sistema hidrográfico das bacias do Rio Palma e Rio Manuel Alves da Natividade, em relevos com amplitude altimétricas variando de 20 a 50 m, sendo seu principal uso as pastagens plantadas.

No tocante às pastagens plantadas encontradas na RSE-TO, tanto em áreas de situações de uso adequado como subutilizadas, aponta-se a necessidade da adoção de práticas de melhores práticas conservacionistas.

No geral, observa-se que a adequação do uso da terra à aptidão agrícola ela é uma importante ferramenta para o planejamento e desenvolvimento rural de forma sustentável. Os resultados oferecem base de análise para verificação do nível de atendimento à legislação ambiental, em maior ou menor escala, bem como para as eventuais consequências e prejuízos decorrentes.

Socioeconomia

No que se refere ao IDH-M dos municípios da região, foi observado um aumento importante nos valores para os municípios da região no período de 2000 a 2010. No ano de 2010, período referente ao último censo, quatro municípios ainda apresentavam IDH-M na faixa considerada baixa, entre 0,50 e 0,59 (Santa Rosa do Tocantins, Paranaíba, Conceição do Tocantins e Novo Jardim). Por outro lado, apenas Dianópolis (IDH-M = 0,701) apresenta resultado na faixa considerada alta. O restante dos municípios apresenta valores considerados médios, entre 0,60 e 0,69. O IDH-M considera uma análise referente a três fatores principais: longevidade, educação e renda, sendo que os dois últimos fatores apresentam os menores valores para a região, sendo a disponibilidade de água uma variável importante para o desenvolvimento dos municípios.

O índice de Gini tem a finalidade de medir a concentração de renda da população de uma região, com valores variando entre zero e um, sendo que quanto mais próximos da unidade, maior é a concentração de renda, correspondendo à extrema desigualdade. Os resultados dessa análise mostraram que apenas o município de Novo Jardim apresenta valor para o índice de Gini inferior a 0,50. O restante dos municípios mostra uma situação clara de maior desigualdade nos municípios do sul da RSE-TO e menor desigualdade nos municípios do norte. 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.

No que se refere às minorias étnicas, foi verificado que a região não apresenta populações indígenas, mas possui cerca de 50% dentre as comunidades quilombolas certificadas pela Fundação Cultural Palmares. Dentre as 32 comunidades quilombolas do Tocantins, 17 estão localizadas na RSE-TO, sendo os principais municípios de Arraias e Paranã com três cada e Chapada da Natividade, Conceição do Tocantins e Porto Alegre do Tocantins, com duas cada. Tratam-se de comunidades essencialmente rurais, cuja atividade principal é a produção de alimentos para subsistência familiar, sendo o principal produto a mandioca. A maioria dessas comunidades sofre com a falta de água e inexistência de infraestrutura mínima para sobrevivência e produção, tais como estradas vicinais, energia elétrica, máquinas e equipamentos.

A região possui, também, característica de apresentar assentamentos rurais e agricultores familiares. De uma forma geral, 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.

No que se refere à análise demográfica, foi verificado que a região possui uma população total de cerca de 140 mil habitantes segundo o censo de 2010 do IBGE, sendo que os municípios mais populosos são os de Dianópolis (21.738 habitantes) e Taguatinga (16.530). A população é majoritariamente urbana e com tendência seguindo a nacional e global de urbanização. No entanto, ainda apresenta alguns municípios com alta presença de população rural: Paranã (54%), Ponte Alta do Bom Jesus (45%), Chapada da Natividade (50%) e São Salvador do Tocantins (45%). A região possui reduzida densidade populacional, sendo naturalmente mais baixa nos municípios de Paranã e Arraias, dentre outros de menor índice populacional como São Valério do Tocantins, Taipas do Tocantins e Conceição do Tocantins. Dentre os municípios da região, 15 apresentam 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.

A região possui altos índices de população desocupada, sendo verificado segundo os índices de 2010, municípios com valores próximos de 18% (Paraná, Rio da Conceição e Taipas do Tocantins), quando a média nacional e do estado do Tocantins era da ordem de 7%. A dispersão da população e a escassez de recursos hídricos podem ser fatores de influência para o elevado percentual de desocupados.

No contexto da análise dos índices de pobreza, chama a atenção o alto índice de pessoas extremamente pobres e pobres, que juntos somam 50% na maioria dos municípios da região,



mostrando a vulnerabilidade social local. 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%.

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.

Quanto aos aspectos econômicos, foi verificado que a região apresenta baixos índices de PIB, mas com uma trajetória de crescimento importante, tendo sido verificado crescimento médio de cerca de 16% ao ano no período de 2008 a 2014. Vem crescendo de forma importante, também, o PIB per capita da região, que correspondia a 64% do PIB per capita do Tocantins em 2002, mas que em 2014 o mesmo valor correspondia a 79%.

Os municípios de Dianópolis e Taguatinga concentram a maior produção da região, sendo que o PIB de Dianópolis está próximo a 400 milhões de reais e o de Taguatinga é pouco superior a 200 milhões. O restante apresenta baixos valores de PIB, sendo que 13 deles apresentam valores inferiores a 50 milhões de reais anuais. Quanto à participação dos setores econômicos, a análise mostrou importante percentual referente à administração pública na composição do PIB dos municípios, tendo a agropecuária também apresentado percentual relevante.

Dentre as atividades econômicas da região, destaca-se a pecuária, considerando que a região apresenta rebanho de mais de um milhão de cabeças de gado bovino, ressaltando-se os municípios de Arraias, Paranã e Taguatinga que correspondem, juntos, a cerca de 40% do total de animais. A agricultura também é relevante para a economia da região, destacando-se a produção de grãos, com soja, milho e arroz, principalmente em situação de sequeiro, nos municípios de Silvanópolis, Santa Rosa do Tocantins, Chapada Natividade e São Valério da Natividade. No que se refere à produção agrícola, a região apresenta, ainda, o Distrito de Irrigação Manuel Alves (DIMA), localizado nos municípios de Dianópolis e Porto Alegre do Tocantins e com exploração de área importante de fruticultura irrigada. Ressalta-se no município de Almas, a piscicultura intensiva por meio de dois projetos de porte importante, Tamborá e Piracema, com produção exportada inclusive para outros estados.

Considerando a exploração mineral, importante ressaltar os municípios de Natividade e Chapada de Natividade, dentre outros, com jazidas de calcário e fosfato para a produção de fertilizante.

Em síntese, a região apresenta-se como bastante carente de serviços e investimentos públicos, com baixo índice de escolaridade e desenvolvimento. Sua produção principal é dependente de um pequeno número de empreendimentos agrícolas (principalmente o DIMA), piscícolas (Piracema e Tamborá), mineradoras de calcário e fosfato e da pecuária extensiva. Dessa forma, a busca e atração de investimentos públicos ou privados seria fundamental para a atração de recursos e o conseqüente desenvolvimento e melhoria das condições

socioeconômicas dos municípios. Esse desenvolvimento deve ser correlacionado de forma direta com a disponibilidade hídrica e com o clima regional, além de aspectos atinentes qualidade do solo da região.

As características em questão levaram à divisão entre duas partes distintas dentro da RSE-TO, uma abrangendo o sul-sudoeste da região, compreendendo os municípios com menores índices de desenvolvimento e uma maior escassez hídrica. A outra parte, norte-nordeste da RSE-TO, apresenta uma melhor condição socioeconômica abrangendo os municípios de Taguatinga, Dianópolis, Almas e Natividade, dentre outros, onde estão localizados os principais empreendimentos agrícolas, de exploração mineral e piscicultura.

Potencialidade à escassez hídrica

Com relação à potencialidade à escassez hídrica pode considerar que:

- a RSE-TO apresenta um *status* moderado a crítico em relação à escassez hídrica, apresentando paisagens na classe Moderado, a qual chega a ocupar uma distribuição na RSE-TO de 59,46% de sua área total;
- a alerta para a escassez hídrica fica estabelecida para as bacias hidrográficas dos rios Paranã, Manoel Alves da Natividade e São Valério. Elas apresentam as mais altas taxas de terras de terras com potenciais de escassez hídrica nas classes moderado, alto e muito alto;
- as paisagens com as melhores taxas de potenciais hídricos, estão nas bacias dos rios das Balsas e Palmas, e de alguns tributários diretos do Rio Tocantins;
- dos 23 municípios da RSE-TO, 20 apresentam taxas superiores a 57% de suas terras classificadas como de Moderado, Alto e Muito Alto PEH, sendo que três exibem a soma destas taxas ultrapassando 95% de área total, apontando para uma situação crítica. Os municípios são Novo Alegre (99,05%), Natividade (99,00%) e Chapada da Natividade (98,08%);
- os municípios de Rio da Conceição, Novo Jardim e Ponte Alta do Bom Jesus são aqueles com os melhores potenciais hídricos;
- de grande relevância a proteção e conservação das paisagens de muito baixo potencial de escassez hídrica não ocupadas, assim como a recuperação e restauração das paisagens vulneráveis desmatadas, para garantir a manutenção dos cursos d'água. Não se pode continuar com a ocupação dessas paisagens por atividades antrópicas não conservacionistas, pois poderá levar a mudança da situação atual de perenização dos rios e a instalação de perturbação da manutenção do sistema hídrico de toda região, uma vez que essas paisagens se caracterizam por uma ecodinâmica instável, onde predominam solos jovens;
- nas paisagens pertencentes a classe baixo potencial de escassez hídrica, é adequada a proteção ambiental, até mesmo, com a criação de unidades de conservação ao longo da divisa com o estado da Bahia e a recuperação e restauração das áreas vulneráveis desmatadas para garantir a perenização dos



cursos d'água que drenam toda RSE-TO; Estas paisagens formam a “caixa d'água” do sistema hídrico da RSE-TO, sendo assim, devem ser alvo de atenção especial quanto as alterações por diferentes usos antrópicos. A autorização de novas ocupações que gerem desmatamento nessas paisagens deve levar em consideração o risco de aumento do escoamento superficial e consequente diminuição da infiltração. As paisagens já ocupadas devem passar por um processo de revisão/análise das práticas agropecuárias em termos do emprego de técnicas conservacionistas para o uso das terras, para favorecerem a infiltração, diminuir o escoamento superficial e consequentemente a instalação de processos erosivos;

- de todas as classes com potencial de escassez hídrica, a classe moderado contém paisagens em que há um alerta de escassez hídrica e onde as precipitações anuais mostram os menores valores, elevadas taxas de evapotranspiração e baixa umidade do ar. Estas variáveis ambientais juntamente combinadas com paisagens de terrenos cristalinos e os solos jovens, delgados, que pouco contribuem para a retenção das águas pluviais, tornam-se fortes limitações de ordem física para a exploração agropecuária. Nestas paisagens, deve ser rígido o controle da aplicação do Código Florestal, sobretudo com relação à preservação e proteção vegetal das margens e cabeceiras de rios e córregos. Projetos como o Barraginhas de iniciativa da Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (Semarh) deve ser continuado e ampliado para a retenção de água das chuvas, a diminuição do escoamento superficial (enxurradas) e das erosões e assoreamento dos corpos d'água, além de atuarem como fonte de recarga de aquíferos a médio e longo prazo, importantes para a produção de água e manutenção do sistema hídrico do sudeste do Tocantins. Adicionalmente, há de acontecer a ampliação de projetos como o Olho D'Água (também de iniciativa da Semarh), visando a recuperação de nascentes nas bacias hidrográficas dos rios Paranã, Manoel Alves da Natividade e São Valério onde neste trabalho foi estabelecido o alerta da escassez hídrica;
- para as paisagens com classe alto potencial de escassez hídrica, as unidades de paisagem ainda preservadas, devem ser tratadas como áreas de suporte ambiental para as atividades antrópicas agrícolas e não agrícolas. Tais paisagens prestam serviços ambientais, garantindo o suprimento de recursos para paisagens de outras classes de escassez hídrica. As paisagens desta classe juntamente com as paisagens da classe muito alto potencial de escassez hídrica devem ser conservadas ou protegidas por apresentarem a maior quantidade de nascentes. No Cadastro Ambiental Rural (CAR) estas paisagens deve ser alvos para alocações de áreas de reserva legal, de modo a formar grandes blocos de paisagens naturais, assim como de não autorização de desmatamentos. Nos casos de nascentes alteradas, é importante a recuperação/restauração vegetal para função da incorporação das áreas ao sistema produtivo, e em áreas de uso incompatível com a aptidão agrícola das terras;
- enfim, na RSE-TO para a manutenção e melhoria do sistema hídrico, é importante a aplicação rígida do Código Florestal, sobretudo na identificação das áreas de

preservação permanente de topo de morro e por declividade, para que sejam evitadas as ocupações antrópicas, e conseqüentemente o aumento do escoamento superficial, a perda de solos por erosão e movimentos de massa e, o assoreamento de corpos d'água.

Prognóstico

O presente documento apresentou o prognóstico e análise de escassez hídrica para a RSE-TO do Tocantins. Para isso, foi apresentado o conceito metodológico, o desenvolvimento e os resultados de cenários para a RSE-TO no tangente às atividades econômicas dos três setores da economia, além de para as populações urbanas e rurais. Exploraram-se quatro cenários que traduzem as perspectivas de futuro da Região advindas do País e do Estado, balizadas pelo conjunto de expectativas e fatos específicos ao local em tela.

Por meio da análise dos vetores de transformação da RSE-TO, compreendeu-se que o objetivo estratégico é de desenvolvimento econômico por meio do estabelecimento de Polos de Produção, permitindo ancorar produtividade de frutas para a promoção de encadeamentos econômicos. Segundo SEPLAN-TO (2016b), a primeira diretriz para o desenvolvimento socioeconômico do Estado implica na alocação de usos de recursos hídricos no território. Especificamente sobre a implementação de ações extensivas, tais como os perímetros de irrigação ora tratados, o documento cita que historicamente tais investimentos têm sido implementados em áreas cuja disponibilidade hídrica não é suficiente. Cita-se, ainda, a experiência negativa ocorrida na região sudoeste do estado, em Formoso do Araguaia (SEPLAN-TO, 2016b).

Dada a disponibilidade hídrica adequada aos projetos de Polos de Produção, ainda se observa a ausência de bases suficientemente sólidas de pré-requisitos para que o encadeamento de tal estratégia, na RSE-TO, ocorra em prazos curtos. Em paralelo aos projetos de Polos de Produção, observam-se incrementos significativos de áreas cultivadas com commodities de produção intensa e ciclo curto, porém em manchas de solo propícias para tal, concentradas ao longo do território em alguns municípios. Há tendência de crescimento dessa atividade, que pode vir a ser, parcialmente, irrigada.

Nota-se também desenvolvimento autóctone da atividade de aquicultura, que pode representar, dada as corretas características hídricas, um importante setor para a geração de renda na economia local.

Tem-se, ainda, as atividades pecuárias, que devem crescer em porte e, conseqüentemente, demanda hídrica. Segundo SEPLAN-TO (2016b), o rebanho bovino do Estado do Tocantins poderá crescer para até 12 milhões de cabeças, considerando a manutenção das condições atuais de criação extensiva. Na RSE-TO, identificou-se possibilidade de se ter rebanhos de até 2,17 milhões de cabeças em 2037, sob cenário de Aceleração.

Já quanto às indústrias locais, nota-se uma falta de dinamismo no setor e âncora de demanda econômica, salvo pela mineração de metais preciosos e de cal e dolomita para a agricultura. As indústrias atuais, em sua maioria, são de pequeno porte e estão vinculadas ao abastecimento na rede urbana.



As bases conceituais para o cenário sob Aceleração advêm tanto do crescimento do Estado do Tocantins em relação aos demais da região Norte do País, como em função da materialização (mesmo que hipotética) de novos eixos de ligação rodoviária e ferroviária transversais, que justamente cruzam a região de interesse em seus maiores “vazios rodoviários”. Estas considerações fundamentais, assim como a de adoção da estratégia aposta de desenvolvimento via Polos de Produção, traduzem as opções vigentes do sistema atual dominante de desenvolvimento.

Importante ressaltar, ainda, que não se executa, no exercício de cenarização, a aplicação de restrições quaisquer à ocupação das áreas, sejam protegidas e/ou ambientalmente sensíveis, uma vez que trata do potencial de crescimento dos diversos setores usuários de águas.

Vale reforçar que projeções sempre embutem uma grande margem de erro, uma vez que o futuro é uma prática de construção social e não o resultado de uma equação matemática. Não obstante, intentou-se realizar com o presente exercício de cenarização uma construção para lidar com a amplitude dessa incerteza por meio dos quatro cenários alternativos, compostos entre as forças exógenas e endógenas à cada um dos 23 municípios da RSE-TO. Estas primeiras forças advêm da compreensão de que a Região não está isolada de seu contexto maior, qual seja, os desenrolares da economia e da demografia Nacional e Estadual. Já as forças endógenas são oriundas da leitura específica do contexto de cada município na região, que faz perceber as nuances locais em relação aos seus pares regionais, capturando os detalhes levantados a campo sobre o desenrolar das atividades econômicas e padrões demográficos.

Tem-se na composição das dinâmicas econômica e demográfica, em seus aspectos de forças exógenas e endógenas, um panorama bastante completo do potencial desenrolar da situação regional, incluindo o rebatimento nas demandas hídricas. A constante interação entre as dinâmicas naturais e as dinâmicas socioeconômicas, de macro e de micro porte, sempre criam uma expressão local - afinal, o município é de fato o receptor destes fluxos em sua materialização no maior consumo de um produto em detrimento a outro, na pressão pelo desenrolar de soja em detrimento ao arroz, no adensamento urbano em um determinado setor da cidade em detrimento a outro e assim por diante.

Por meio da antevisão concedida pelos cenários, torna-se possível prever as lógicas de pressão sobre o território e prever, assim, as influências deste desenrolar sob o tema em tela, que é a avaliação da situação hídrica.

Nesse sentido, foi revisado o balanço hídrico e a análise de escassez hídrica para todos os cenários desenvolvidos e para os horizontes temporais de curto, médio e longo prazos. Os resultados do balanço hídrico foram divididos em classes de comprometimento hídrico indicando bacias e sub-bacias em condição futura de preocupação quanto à escassez hídrica e outras em situação futura potencial de escassez caso os cenários sejam efetivamente atingidos.

Ressalta-se, em nível de bacia hidrográfica, a potencial escassez hídrica para a bacia do rio Manuel Alves da Natividade no cenário sob Aceleração para o horizonte de longo prazo (2037), considerando um potencial de atingimento de comprometimento hídrico total próximo

de 50%, mesmo com a barragem de regularização de vazões já existente e de uso para o DIMA em sua situação atual.

A análise em nível de sub-bacia hidrográfica mostra situação potencial preocupante para as sub-bacias dos rios Manuel Alves da Natividade e Bagagem já para os cenários sob Aceleração no ano de 2027, devendo ser atentado para medidas a serem implementadas até esse momento, no caso da ocorrência desse cenário. Além disso, no caso da sub-bacia do rio do Peixe (sub-bacia do rio Manuel Alves da Natividade) também há potencial de se atingir comprometimento hídrico global de valor próximo de 25% da vazão de referência Q_{90} , o que indica risco de escassez hídrica.

Algumas ressalvas já apresentadas na etapa de Diagnóstico devem ser mantidas nesse momento, quanto à precaução quanto à consideração dos resultados obtidos. Esses fatos se devem, principalmente, à baixa qualidade dos dados básicos utilizados nos cálculos ou à extensão das séries fluviométricas para a definição da disponibilidade hídrica além da abrangência em termos de áreas de drenagem. Foi constatado, naquela etapa de estudo, que as estações fluviométricas existentes apresentam séries disponíveis por períodos históricos não tão abrangentes e controlam áreas de drenagem de alguns milhares ou até dezenas de milhares de quilômetros quadrados, fazendo com que não sejam disponíveis informações de monitoramento em nível de córregos e ribeirões com áreas de drenagem menores e que poderiam detectar situações de intermitência periódica.

Além disso, no caso de demandas hídricas, seria necessário ter as coordenadas exatas de cada ponto de captação para que pudesse ser realizado balanço em nível local.

De toda forma, o resultado final mostra a definição em nível de bacia e sub-bacia hidrográfica das áreas em que é apresentado risco potencial de escassez hídrica e onde deve ser atentado para a adoção de medidas futuras estruturais e de gestão para minimizar os riscos de ocorrência.



Referências Bibliográficas

- ABDALA, G. C.; CALDAS, L. S.; HARIDASAN, M.; EITEN, G. Above and belowground organic matter and root:shoot ratio in a cerrado in Central Brazil. *Brazilian Journal of Ecology*, n. 2, p. 11-23, 1998.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). Atlas BRASIL: Abastecimento Urbano de Água. Brasília. COBRAPE. 2010.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil. Relatório Pleno. Disponível em www.ana.gov.br. 169p. 2017.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). Bacia Hidrográfica dos Rios Tocantins-Araguaia. Disponível em:
<<http://www2.ana.gov.br/Paginas/servicos/planejamento/planoderecursos/Tocantins-Araguaia>> Acesso em: 22 jul. 2012.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). Sistema de Informações Geográficas do Setor Elétrico - SIGEL. Mapa dos Empreendimentos de Aproveitamento Hidrelétricos. 2017. Disponível em:
<<http://sigel.aneel.gov.br/portal/home/item.html?id=947a10caf45249faacd8c45ac74573c7>>. Acesso 15 mai. 2018.
- AGOSTINHO, C. S.; AKAMA, A.; LUCINDA, P. H. F. Inserção da UHE Peixe Angical na bacia Araguaia - Tocantins e metodologia de amostragem. In: AGOSTINHO, C. S.; PELICICE, F. M.; MARQUES, E. E. Reservatório de Peixe Angical: bases ecológicas para manejo da ictiofauna. São Carlos: RIMA, 2009. p.5-13
- AGUIAR, L.M.S.; et al. Cerrado - terra incógnita do século 21. *Ciência Hoje* 330(55):33-37. 2015.
- ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. Crop Evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and drainage paper 56. Rome. pp. 300. 1998
- ALKMIM F.F; MARTINS-NETO M.A. A bacia intracratônica do São Francisco: Arcabouço estrutural e cenários evolutivos. In: PINTO C.P.; MARTINS-NETO M.A. (eds). Bacia do São Francisco: geologia e recursos naturais. SBG-MG, Belo Horizonte, p. 9-30. 2001.
- ALMEIDA F.F.M. Origem e evolução da plataforma brasileira. Rio de Janeiro, DNPM-DGM, Boletim, 241, 36p. 1967.
- ALMEIDA F.F.M. O Cráton do São Francisco. *Revista Brasileira de Geociências*, 7(4):349-364. 1977.
- ALVAREZ, M. C. A. Mineralizações de ouro no terreno Almas-Dianópolis-TO: guias de exploração mineral. Dissertação (Mestrado em Prospecção e Geologia Econômica) - Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasília. 2006.

ALVARENGA, C. J. S. et al. Paraguay and Araguaia belts. In: CORDANI, U. G. (Ed.) et al. Tectonic evolution of South America. Rio de Janeiro: 31st International Geological Congress, 2000. SBG. p. 183-193.

ALVARENGA, C. J. S. de (coord.). Geologia da Folha Cavalcante SD. 23-V-C-V. Brasília: CPRM, 2007. 1 CD-ROM. Programa Geologia do Brasil (PGB). Levantamentos Geológicos Básicos. Sistema de Informações Geográficas (SIG).

AMBIENTEBRASIL. Ambiente e Gestão de Atividades de Mineração. http://ambientes.ambientebrasil.com.br/gestao/areas_degradadas/atividades_de_mineracao.html. Acessado em 2018/03/21.

ANNIBELLI, M. B.; SOUZA FILHO, C. F. M. Mineração de Areia e seus Impactos Sócio-Econômico-Ambientais. Anais do XIV Congresso Nacional do CONPEDI. 2007.

AULER, A.; RUBBIOLI, E.; BRANDI, R. As Grandes Cavernas do Brasil. Grupo Bambuí de Pesquisas Espeleológicas, Belo Horizonte, 2001

BACKES, P.; IRGANG, B. Mata Atlântica: as árvores e a paisagem. Porto Alegre: Paisagem do Sul, 2004.

BANDA-R, K.; DELGADO-SALINAS, A.; DEXTER, K.G.; LINARES-PALOMINO, R.; OLIVEIRA-FILHO, A.; DARIÉN P.; PULLAN, M.; QUINTANA, C.; RIINA, R.; RODRÍGUEZ, G.M.; WEINTRITT, J.; ACEVEDO-RODRÍGUEZ, P.; ADARVE, J.; ÁLVAREZ, E.; ARANGUREN, A.; ARTEAGA, J.C.; AYMARD, G.; CASTAÑO, A.; CEBALLOS-MAGO, N.; COGOLLO, A.; CUADROS, H.; DELGADO, F.; DEVIA, W.; DUEÑAS, H.; FAJARDO, L.; FERNÁNDEZ, A.; FERNÁNDEZ, M.A.; JANET FRANKLIN, J.; FREID, E.H.; GALETTI, L.A.; GONTO, R.; GONZÁLEZ-M, R.G.; GRAVESON, R.; HELMER, E.H.; IDÁRRAGA, A.; LÓPEZ, R.; MARCANO-VEJA, H.; MARTÍNEZ, O.G.; MATURO, H.M.; MCDONALD, M.; MCLAREN, K.; MELO, O.; MIJARES, F.; MOGNI, V.; MOLINA, D.; MORENO, N.P.; NASSAR, J.M.; NEVES, D.M.; OAKLEY, L.J.; OATHAM, M.; OLVERA-LUNA, A.R.; PEZZINI, F.F.; DOMINGUEZ, O.J.R.; RÍOS, M.E.; RIVERA, O.; RODRÍGUEZ, N.; ROJAS, A.; SÄRKINEN, T.; SÁNCHEZ, R.; SMITH, M.; VARGAS, C.; VILLANUEVA, B. & TOBY PENNINGTON, R.T. Plant diversity patterns in neotropical dry forests and their conservation implications. *Science* 353:1383-1387. 2016.

BARBOSA, C. C. F. Álgebra de mapas e suas aplicações em sensoriamento remoto e geoprocessamento. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. 1997.

BARBOSA, O.; BAPTISTA, M.B.; DYER, R.C.; BRAUN, O,P.G.; COTTA, J.C. - Geologia e Inventário dos recursos minerais do Projeto Brasília. Rio de Janeiro, PROSPEC/- DNPM. 1969.

BEZERRA, E. F.; MORAIS, F. Cavernas no Tocantins: Análise dos bancos de dados disponíveis no Brasil. In: RASTEIRO, M. A.; SALLUN FILHO, W. (orgs.) CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 33, 2015. Eldorado. Anais... Campinas: SBE, 2015. p.305-313. Disponível em: <http://www.cavernas.org.br/anais33cbe/33cbe_305-313.pdf>. Acesso em: março de 2018.



BITAR, O. Y. Avaliação da recuperação de áreas degradadas para mineração Região Metropolitana de São Paulo. SP 1997.

BIZZI, L. A. et al. (Org.). Geologia, tectônica e recursos minerais do Brasil: texto, mapa & SIG. Brasília: CPRM, 2003. 692 p.

BONO, J.A.M.; MACEDO, M.C.M.; TORMENA, C.A.; NANNI, M.R.; GOMES, E.P.; MULLER, M.M.L. Infiltração de água no solo em um Latossolo Vermelho da região Sudoeste dos Cerrados com diferentes sistemas de uso e manejo. R. Bras. Ci. Solo, 36:1845-1853. 2012.

BORGES, M. S. Evolução tectono-estrutural da região de Dianópolis-Almas, SE do estado de Tocantins. 1993. 365 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Pará, Centro de Geociências, Belém, 1993. Curso de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica.

BORGES FILHO, H. C.; FELFILI, J. M. Avaliação dos níveis de extrativismo da casca de barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville) no Distrito Federal, Brasil. Revista Árvore, Viçosa, v. 27, n. 5, 2003.

BRASIL. Decreto-lei no 62.934, de 2 de julho de 1968. Aprova o Regulamento do Código de Mineração. Disponível em <http://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1960-1969/decreto-62934-2-julho-1968-404797-publicacaooriginal-1-pe.html>. Acesso mar. 2018.

BRASIL. Lei nº 6.567, de 24 de setembro de 1978. Dispõe sobre regime especial para exploração e o aproveitamento das substâncias minerais que especifica e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L6567.htm. Acesso mar. 2018.

BRASIL. Lei nº 12.651/12, de 25 de maio de 2012. Novo Código Florestal Brasileiro. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651compilado.htm. Acesso mar. 2018.

BRASIL. Decreto-lei no 95.002, de 5 de outubro de 1987. Modifica dispositivos do Regulamento do Código de Mineração, aprovado pelo Decreto nº 62.934, de 2 de julho de 1968. Disponível em <http://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1980-1987/decreto-95002-5-outubro-1987-445565-publicacaooriginal-1-pe.html>. Acesso mar. 2018.

BRASIL. Ministério do Planejamento Orçamento e Gestão. Perfil de Metadados Geoespaciais do Brasil (Perfil MGB). 2. ed. (Versão homologada em Nov/2009) Comissão Nacional de Cartografia, Comitê de Estruturação de Metadados Geoespaciais - CEMG, Brasília-DF, 2011.

BRASIL. Ministério dos Transportes - MT. Diretrizes da Política Nacional de Transporte Hidroviário. Ministério dos Transportes, Brasília, 2010.

BRASIL. Ministério dos Transportes - MT. Plano Hidroviário Estratégico para o Brasil - PHE. Ministério dos Transportes, Brasília, 2013.

- BRASIL. Ministério da Defesa, Exército Brasileiro. Especificação Técnica para a Aquisição de Dados Espaciais Vetoriais (ET-ADGV). 2. ed. (Versão 1.1 - março 2016) Comissão Nacional de Cartografia, Diretoria do Serviço Geográfico do Exército Brasileiro, Brasília-DF, 2016.
- BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Secretaria Geral. Projeto RADAMBRASIL. Folha Projeto RADAM: Folha SC.22 Tocantins - Geologia, Geomorfologia, Vegetação e Uso potencial da terra. Org.: Schobbenhaus, B. L. A. et al., 56 p., 1 mapa escala 1:1.000.000, DNPM, Brasília-DF. 1974.
- BRASIL. Ministério de Minas e Energia, Secretaria Geral: projeto RADAMBRASIL. Folha SD.22 Goiás: Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Vegetação e Uso potencial da terra. Rio de Janeiro - RJ, 1981, 640 p. ilustr., 5 mapas, Levantamento de Recursos Naturais n. 25. 1981.
- BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Secretaria Geral Projeto RADAMBRASIL. Levantamento de recursos naturais, v. 1-34. Folhas Brasília, Goiás, Tocantins e São Francisco. Rio de Janeiro, 1973-1987
- BRAUN, O.P.G. Contribuição à geomorfologia do Brasil Central. Rev. Bras. de Geociências, 3:3-40. 1971.
- BRIDGEWATER, S; RATTER, J.A; RIBEIRO, J.F., Biogeographic patterns, Beta-diversity and dominance in the Cerrado biome of Brazil. Biodiversity and Conservation, 13(12): 2295-2318. 2004.
- BUARQUE, S. Metodologia e Técnicas de Construção de Cenários Globais e Regionais. IPEA, Texto para Discussão nº 939, Brasília. 2003.
- CAMARGO, K. C.; SPOLADORE, A. Considerações Geológicas e Geomorfológicas sobre a Distribuição de Cavernas Carbonáticas no primeiro Planalto Paranaense. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 30, 2009, Montes Claros. Anais... São Paulo: SBE, 2009. p. 11-17. Disponível em: <http://www.cavernas.org.br/anais30cbe/30cbe_011-017.pdf>. Acesso em: março 2018.
- CAMPOS, J.E.G.; DARDENNE, M.A. Origem e evolução tectônica da Bacia Sanfranciscana. Revista Brasileira de Geociências, 27(3):283-294, 1997.
- CASTELLS, M. A. Sociedade em Rede. Paz e Terra, São Paulo, 1999.
- CARAUTA, J. P. P.; DIAZ, B. E. Figueiras do Brasil. Editora UFRJ. Rio de Janeiro, 2002.
- CARVALHO, G. Flora: Tools for Interacting with the Brazilian Flora 2020. R package version 0.2.7. <http://CRAN.R-project.org/package=flora>. 2016.
- CARVALHO, P. E. R. Espécies arbóreas brasileiras. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas; Colombo: Embrapa Florestas, 2003.
- CAVALCANTI, F. C.; et al. Plano de Ação Nacional para a Conservação do Patrimônio Espeleológico nas Áreas Cársticas da Bacia do Rio São Francisco. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, Brasília, 2012. 140 p. (Série Espécies Ameaçadas, 27). Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/docs-plano-de-acao/pan-cavernas/livro_cavernas.pdf>. Acesso em: mar 2018.



CENTRO NACIONAL DE PESQUISA E CONSERVAÇÃO DE CAVERNAS (CECAV). Base de Dados. 2018. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/cecav/downloads/mapas.html>>. Acesso em: março de 2018.

CHAVES, C.I.; GORAYEB, P. S. S.; MOURA, C. A. V. Geologia, geocronologia e litoquímica dos granitos paleoproterozoicos do tipo A no setor setentrional da Província Tocantins. Revista Brasileira de Geociências, v. 38, n. 2, p.366-378, 2008

CHAVES Jr., P. S. Atmospheric, solar and MTF corrections for ERTS digital imagery. Phoenix: American Society Photogrammetry Fall Conference, 69 p. 1975

COLPINI, C.; TRAVAGIN D. P.; SOARES, T. S.; SILVA V. S. M. Determinação do volume, do fator de forma e da porcentagem de casca de árvores individuais em uma Floresta Ombrófila Aberta na região noroeste de Mato Grosso. Acta Amazônica, Manaus, v. 39, n. 1, p. 97-104, 2009.

COMPANHIA VALE DO RIO DOCE (CVRD). Pedido de Suspensão das Operações Mineiras. Mina do Paiol, Almas - TO. Relatório Interno. 48 p.2005. DNPM, Brasília.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS (CPRM). Mapa geodiversidade do Estado do Tocantins, escala 1::2.500.000: sistema de informações geográficas. CPRM/SGM/MME, 2006. Disponível em: <http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/17322>. Acesso em? 21 mar. 2018.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução No 347, de 10 de setembro de 2004. Dispõe sobre a proteção do patrimônio espeleológico. Publicada no DOU nº 176, de 13/09/2004, págs. 54-55. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=452>. Acesso em Acesso mar. 2018.

CORREIA, C. T.; GIRARDI, J. A. V.; LAMBERT, D. D.; KINNY, P. D.; REEVES, S. J. 1996. 2 Ga U-Pb SHRIMP-II and Re-Os ages for the Niquelândia basic-ultrabasic layered intrusion, central Goiás, Brasil. In: SBG, Congresso Brasileiro de Geologia, 39, Salvador, Anais, 187-189.

CORREIA FILHO, F. C. L.; SÁ, A. M. Projeto Natividade. Relatório Final. Goiânia, DNPM/CPRM, 6 vol. 1980.

COSTA. M. T.; BRANCO. J. J. R. Introdução. BRANCO J. J. R. (ed.) Roteiro para a excursão Belo Horizonte - Brasília. In: SBG, Congresso. Brasileiro de Geologia, 14, Belo Horizonte, Anais, 15:1-119. 1961.

COSTA, L. A. M.; ANGEIRAS, A. G. Geosynclinal evolution in the Epi-Baikalian Platform of Central Brazil. Geol. Rund., 60(2):1024- 1050. 1971.

COSTA. W. D. Estudos Hidrogeológicos da Região Sudeste do Tocantins. Secretaria de Recursos Hídricos e Meio Ambiente do Estado de Tocantins. Palmas- TO, 2010. Disponível em: <https://central3.to.gov.br/arquivo/269483/>. Acesso: maio 2018.

- COSTA, D. T.; MOREIRA, M. R.; RODRIGUES, R. M. M.; CAMARGO, S. T., FREITAS, U. R.; Avaliação e Diretrizes para o Setor Mineral do Estado do Tocantins. Organizado por Rodrigo Meireles Mattos Rodrigues. Palmas-TO, SEPLAN, 2007.
- CREPANI, E.; MEDEIROS, J. S. de; AZEVEDO, L. G. de; HERNANDEZ FILHO, P.; FLORESZANO, T. G.; DUARTE, V. Sensoriamento remoto aplicado ao zoneamento ecológico-econômico e ao ordenamento territorial. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2001. 124 p
- CREPANI, E.; et al. Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento aplicados ao Zoneamento Ecológico-Econômico e ao Ordenamento Territorial. São José dos Campos: INPE, jun. 2001. 113 p. (INPE-8454-RPQ/722).
- CRUZ, E.L.C.C., A gênese e o contexto tectônico da mina Córrego Paiol: um depósito de ouro hospedado em anfibólito do embasamento da Faixa de Dobramentos Brasília. Tese Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade Brasília, Brasília, 183 pp. 2001.
- CRUZ; E. L. C. C.; KUYUMJIAN, R. M. The geology and tectonic evolution of the Tocantins granite-greenstone terrane: Almas-Dianópolis region, Tocantins State, central Brazil. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 28, n. 2, p. 173-182. 1998.
- CRUZ, E.L.C.C.; KUYUMJIAN, R.M. Mineralizações auríferas filoneanas do Terreno granito-greenstone do Tocantins. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 29, p. 291-298. 1999.
- CRUZ, F. R. S.; EL-DASH, L. G.; COELHO, R. C. S.; LOBO, H. A. S.; CATARINO, G. N.; ZAGO, S. Potencial Espeleológico na Região de Dianópolis (TO). *Anais do XXVIII Congresso Brasileiro de Espeleologia Campinas SP, 07 a 10 de julho de 2005 - Sociedade Brasileira de Espeleologia*. 2005
- DAPPORTO, L.; RAMAZZOTTI, M.; FATTORINI, S.; TALAVERA, G.; VILA, R.; DENNIS, R. L. H. Recluster: an Unbiased Clustering Procedure for Beta-Diversity Turnover. *Ecography*, 36(5):1070-1075. 2013.
- DARDENNE, M. A. The Brasília Fold Belt. In: CORDANI, U.G.; MILANI, E.J.; THOMAZ FILHO, A.; CAMPOS NETO, D. A. (eds.). *Tectonic Evolution of South America*, Rio de Janeiro: 31st. IGC, 231-263. 2000.
- DARDENNE M.A. 1978. Síntese sobre a estratigrafia do Grupo Bambuí no Brasil Central. In: SBG, Congr. Bras. Geol., 30, Recife, Anais, v. 2, p. 507-610.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL (DNPM). Cadastro Mineiro. Departamento Nacional de Produção Mineral. [S.I.]. 2018. Disponível em: <<http://cadastro.mineiro.dnpm.gov.br/webmap/>>. Acesso em Março de 2018.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL (DNPM). Sistema de Informações Geográficas da Mineração - SIGMINE. Departamento Nacional de Produção Mineral. [s.I.]. 2018. Disponível em <<http://sigmine.dnpm.gov.br/webmap/>>. Acesso em março de 2018.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL (DNPM). Anuário Mineral Brasileiro: Principais Substâncias Metálicas / Coord. Geral Wagner Fernandes Pinheiro, Osvaldo Barbosa Ferreira Filho, Carlos Augusto Ramos Neves; Equipe Técnica por Marina



- Dalla Costa... [et. Al.]; - Brasília: DNPM, 2018. Acesso em: http://www.anm.gov.br/dnpm/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/anuario-mineral/anuario-mineral-brasileiro/amb_metalicos2017. Acesso em set 2018.
- DELGADO, I. M. et al. Geotectônica do Escudo Atlântico. In: BIZZI, L. A. et al. (Org.). Geologia, tectônica e recursos minerais do Brasil: texto, mapa & SIG. Brasília: CPRM, 2003. 692 p. Cap. V, p. 227-334.
- DELITTI, W. B. C.; MEGURO, M.; PAUSAS, J. G. Biomass and mineral mass estimates in a cerrado ecosystem. Revista Brasileira de Botânica, São Paulo, v. 29, n. 4, p. 531-540, 2006.
- DEVELOPMENT CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. ver. 3.1.3. In. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2015.
- DIAS, R. R. Zoneamento Ecológico-econômico no Tocantins: contribuição metodológica e processual para sua execução. 2008. 181 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 2008.
- DUFRENE, M.; LEGENDRE, P. Species assemblages and indicator species: the need for flexible asymmetrical approach. Ecological Monographs 67(3):345-366. 1997.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de Métodos de Análise de Solos. 2a ed. revista e atualizada. 212p. Rio de Janeiro, 1997. 1v.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Procedimentos Normativos de Levantamentos de Solos. 101p. Brasília, 1995. 1v.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 3a ed. 353p. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Brasil em Relevô. MIRANDA, E. E. de; (Coord.). Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: 26 fev. 2018.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Critérios para distinção de classes de solos e de fases de unidades de mapeamento - Normas em uso pelo SNLCS. Rio de Janeiro. 1988a. 67p. (EMBRAPA-SNLCS. Documentos, 11).
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Definição e Notação de Horizontes e camadas do solo. 2a ed. Rio de Janeiro. 1988b. 54p. (EMBRAPA-SNLCS. Documentos, 03).
- ESTADOS UNIDOS. Department of Agriculture. Soil Conservation Service. Soil Survey Staff. Soil Survey Manual. Washington, D.C. 1951. 503p. (USDA. Agriculture Handbook, 18).
- FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations (Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura). Coping with water scarcity - Challenge of the twenty-

- first century. Relatório para o dia mundial da água de 2007. Disponível em <http://www.fao.org/3/a-aq444e.pdf>. 29p. 2007.
- FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations (Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura). The Global Framework on Water Scarcity in Agriculture. Disponível em <http://www.fao.org/3/a-i5604e.pdf>. 2016.
- FAO (Roma, Itália). A framework for land evaluation. Rome, 1976. 72p. (FAO Soil Bulletin, 42).
- FARIAS, C. E. G. Mineração e Meio Ambiente no Brasil. Relatório Preparado para o CGEE PNUD - Contrato 2002/001604. Brasília. 2002.
- FARACO, M. T. L.; et al. Folha SC.22-Tocantins. In: SCHOBENHAUS, C. et al. (eds.), Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo, Sistema de Informações Geográficas. Programa Geologia do Brasil. CPRM, Brasília. CD-ROM. 2004.
- FELFILI, J.M. Fragmentos de Florestas Estacionais do Brasil Central: diagnóstico e propostas de corredores ecológicos. In Fragmentação Florestal e Alternativas de Desenvolvimento Rural na Região Centro-Oeste. (R.B. Costa, org.) UCDB, Campo Grande. pp. 139-160. 2003.
- FELFILI, M. C. Proposição de Critérios Florísticos, Estruturais de Produção para Manejo do Cerrado sensu stricto do Brasil Central. Tese (Doutorado em Ciências Florestais). Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Florestal, Brasília, 2008.
- FELFILI, J. M.; CARVALHO, F. A.; HAIDAR, R. F. Manual para o monitoramento de parcelas permanentes nos biomas Cerrado e Pantanal. Brasília: Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Florestal, 2005, 55p
- FELFILI, J. M.; FAGG, C. W. Floristic composition, diversity and structure of the "cerrado" stricto sensu on rocky soils in northern Goiás and southern Tocantins, Brazil. Revista Brasileira de Botânica, v. 30, p. 375-385, 2007.
- FELFILI, J. M.; FRANCO, A. C.; FAGG, C. W.; SOUSA-SILVA, J. C. Desenvolvimento inicial de espécies de mata de galeria. In: RIBEIRO, J. F.; FONSECA, C. E. L.; SOUSA-SILVA, J. C. Cerrado: caracterização e recuperação de Matas de Galeria, 2001. p. 779-811.
- FELFILI, J. M.; REZENDE R. P. Conceitos e Métodos em Fitossociologia. Universidade de Brasília/Departamento de Engenharia Florestal. Brasília, 2003, 68p.
- FELFILI, J. M.; REZENDE, A. V.; SILVA JÚNIOR, M. C. Biogeografia do bioma Cerrado: Vegetação e solos da Chapada dos Veadeiros. Brasília: Editora Universidade de Brasília/Finatec. 256p. 2007.
- FELFILI, J.M.; SILVA JÚNIOR, M.C.; SEVILHA, A.C.; FAGG, C.W.; WALTER, B.M.T.; NOGUEIRA, P.E.; REZENDE, A.V. Diversity, floristic and structural patterns of cerrado vegetation in Central Brazil. Plant Ecology 175:37-46. 2004.
- FERNANDES, G.W; PEDRONI, F; SANCHEZ, M.; SCARIOT, A.; AGUIAR, L.M.S.; FERREIRA, G.; MACHADO, R.; FERREIRA, M.E.; DINIZ, S.; PINHEIRO, R.; COSTA, J.A.S.; DIRZO, R.; MUNIZ, F. Cerrado: em busca de soluções sustentáveis. Rio de Janeiro: Vertente produções artísticas. 2016. 212 p



FERREIRA, M. A. C. M. Análise Multivariada de Dados Geoquímicos Aplicada à Exploração Mineral de Ouro: Estudo de Caso no Distrito Aurífero de Almas, TO, Brasil. Dissertação de Mestrado, UNB, Brasília, 2015. Disponível em:

<<https://www.researchgate.net/publication/315114595>>. Acessado em abril de 2018.

FIGUEIREDO, L. A. V.; et al.. PROESPELEOTINS: aspectos históricos do projeto SBE-Tocantins e resultados da XV Expedição Intergrupos. In: RASTEIRO, M. A.; TEIXEIRA-SILVA, C. M.; LACERDA, S. G. (orgs.) CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 34, 2017. Ouro Preto. Anais... Campinas: SBE, 2017. p.193-208. Disponível em: <http://www.cavernas.org.br/anais34cbe/34cbe_193-208.pdf>. Acesso em: março de 2018.

FIGUEIREDO, L. A. V; LORIA-UC, A. E. Levantamento espeleológico da vertente do córrego Canabrava (Aurora do Tocantins - TO): informe visual da fuma do boqueirão e destaque para achados arqueológicos. In: RASTEIRO, M. A.; SALLUN FILHO, W. (orgs.) CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 33, 2015. Eldorado. Anais... Campinas: SBE, 2015. p.383-391. Disponível em: <http://www.cavernas.org.br/anais33cbe/33cbe_383-391.pdf>. Acesso em: março de 2018.

FLORES, R.M.V; PEDROZA FILHO, M.X.; AMBRÓSIO, L.D.; REBELATTO JÚNIOR, I. A. Avaliação dos fatores socioeconômicos ligados à implantação de parques aquícolas: um estudo do reservatório de Peixe Angical, Tocantins. Palmas, TO: Embrapa Pesca e Aquicultura, 2016. 68 p. (Documentos / Embrapa Pesca e Aquicultura, ISSN 2318-1400; 29).

FONTES, C.G.; WALTER, B.M.T. Dinâmica do componente arbóreo de uma mata de galeria inundável (Brasília, Distrito Federal) em um período de oito anos. Revista Brasileira de Botânica, 34(2):145-158. 2011

FONSECA, M. A.; DARDENNE, M. A.; UNBELEIN, A. Faixa Brasília, setor setentrional: Estilos Estruturais e arcabouço tectônico. Revista Brasileira de Geociências, 25:267-278. 1995.

FRASCA; A. A. S.; ARAÚJO, V. A. de Projeto Hidrogeologia no Tocantins - Folha Palmas - SD.22-Z-B. Goiânia: CPRM, 2001.

FREITAS-SILVA, F. H. Metalogênese do depósito do Mosso do Ouro, Paracatu, MG. Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasília, Tese de Doutorado, 339 p. 1996.

FUCK, R. A.; JARDIM DE SÁ, E. F.; PIMENTEL, M. M.; DARDENNE, M. A.; PEDROSA-SOARES, A. C. As faixas de dobramentos marginais do Cráton do São Francisco: síntese dos conhecimentos. In: DOMINGUEZ, J. M. L.; MISI, A. (eds.) O Craton do São Francisco, Salvador, SBG-BA/SGM/CNPq, 161-185. 1993.

FUCK, R. A. A faixa Brasília e a compartimentação Tectônica na Província Tocantins. In: SBG, Simpósio de Geologia do Centro- Oeste, 4, Brasília, Anais, 184-187. 1994.

FUCK, R. A.; PIMENTEL, M. M.; D'EL-REY SILVA, L. J. H. Compartimentação Tectônica na porção oriental da Província Tocantins. In: SBG, Congresso Brasileiro de Geologia, 38, Balneário de Camboriú. Anais,1:215-216. 1994.

FUNDAÇÃO CULTURAL PALMARES. 2017a. Certidões Expedidas às Comunidades Remanescentes de Quilombos. Disponível em:

<http://www.palmares.gov.br/wpcontent/uploads/2017/05/CERTID%C3%95TO>>. Acesso em: 18 de dezembro de 2017.

FUNDAÇÃO CULTURAL PALMARES. 2017b. Relação de Comunidades Remanescentes de Quilombos. Disponível em: <http://www.palmares.gov.br/comunidades-remanescentes-de-quilombos-crqs>. Acesso em: 14 dez. 2017.

GETIRANA, A. Extreme Water Deficit in Brazil Detected from Space. *Journal of Hydrometeorology*, v.17, p. 591-598. 2016.

GÓES, A.M. A Formação Poti (Carbonífero Superior) da Bacia do Parnaíba. Universidade de São Paulo, São Paulo. Tese de Doutorado, 171 p. 1995.

GÓES, A.M.; FEIJÓ, F.J. Bacia do Parnaíba. *Boletim de Geociências da PETROBRAS*, Rio de Janeiro, 8(1):57-67. 1994.

GORAYEB, P. S. de S.; SENA COSTA, J. B.; LEMOS R. L.; GAMA JUNIOR T.; BEMERGUY R. L.; HASUI Y. O Pré-Cambriano da Região de Natividade, GO *Revista Brasileira de Geociências* 18(4):391- 397. 1988

GORAYEB P.S.S.; PALERMO N.; LEITE A.A.A. As vulcânicas de Monte do Carmo-TO: caracterização geológica petrográfica e relacionamento estratigráfico com o Grupo Natividade, Granito do Carmo e Formação Monte do Carmo. In: SBG, Congr. Bras. Geol. 37, São Paulo, Bol. Res. Expand., p. 313-314. 1992.

GORAYEB, P.S.S. Petrologia e evolução crustal das rochas de alto grau de Porto Nacional. 262f. Tese (Doutorado em Geologia e Geoquímica) - Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 1996.

GIULIETTI, A. M.; RAPINI, A.; ANDRADE, M. J. G.; QUEIROZ, L. P.; SILVA, J. M. C. Plantas Raras do Brasil. Belo Horizonte: Conservação Internacional. 2009. 496p.

GOMES, F. S. Mocambos e quilombos - Uma história do campesinato negro no Brasil. São Paulo: Companhia das Letras, 2015, 238 p.

GOVERNO DO ESTADO DO TOCANTINS, Secretaria do Desenvolvimento da Agricultura e Pecuária - SEAGRO-TO, Levantamento da Aquicultura no Estado do Tocantins. Palmas, 2016.

GOVERNO DO ESTADO DO TOCANTINS, Secretaria do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. Plano Estadual de Recursos Hídricos do Tocantins - PERH/TO. Secretaria do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, Palmas, 2011a.

GOVERNO DO ESTADO DO TOCANTINS, Secretaria do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. Plano de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios das Balsas e São Valério. Secretaria do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, Palmas, 2011b.

GOVERNO DO ESTADO DO TOCANTINS, Secretaria do Planejamento e Meio Ambiente - SEPLAN, Uma Indicação de Potencial de Uso das Terras do Tocantins. Org. por Ricardo Ribeiro Dias. Palmas, Seplan/DZE, 2000.



GOVERNO DO ESTADO DO TOCANTINS, Secretaria do Planejamento e Meio Ambiente - SEPLAN, Perfil do Agronegócio Tocantinense - Relatório Final do Contrato nº 034/2015. Palmas, 2016b.

GOVERNO DO ESTADO DO TOCANTINS, Secretaria do Planejamento e Meio Ambiente - SEPLAN, Diagnóstico da Dinâmica Social e Econômica do Estado do Tocantins - Inventário Socioeconômico. Palmas, 2016a.

Haidar, R.F.; Dias, R.R.; Santana, I.T. Mapeamento das Regiões Fitoecológicas e Inventário Florestal do Estado do Tocantins. Plano de Uso da Vegetação do Tocantins. Escala 1:100.000. Secretaria de Planejamento e da Modernização da Gestão Pública - SEPLAN. Departamento de Pesquisa e Zoneamento Ecológico-Econômico. Diretoria de Zoneamento Ecológico-Econômico (DZE). Projeto de Desenvolvimento Regional Sustentável. Palmas: Seplan/DZE, 2013., Ilust. (Série TOCANTINS - Recursos Naturais / Vegetação - 9 v.).

Haidar, R. F.; Fagg, J. M. F.; Pinto, J. R. R.; Dias, R. R.; Damasco, G.; Silva, L.C. R.; Fagg, C. W. Florestas estacionais e áreas de ecótono no estado do Tocantins, Brasil: parâmetros estruturais, classificação das fitofisionomias florestais e subsídios para conservação. *Acta Amazonica*, 43(3): 261-290. 2013a.

Higuchi, N.; Santos, J.; Ribeiro, R. J.; Minette, L.; Biot, Y. Biomassa da parte aérea da vegetação da Floresta Tropical Úmida de terra-firme da Amazônia Brasileira. *Acta Amazonica*, Manaus, v. 28, n. 2, p. 153-166, 1998.

Hsieh, T.C.; Ma, K.H.; Chao, A. iNEXT: iNterpolation and EXTrapolation for species diversity. R package, versão 2.0. Disponível em: URL:<http://chao.stat.nthu.edu.tw/blog/software-download>. 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Árvores do Brasil Central: espécies da região geoeconômica de Brasília. Diretoria de Geociências. Rio de Janeiro, v. 3, 2002.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Projeção da População do Brasil por Sexo e Idade para o Período 2000-2060 - Revisão 2013. Diretoria de Pesquisas: Coordenação de População e Indicadores Sociais, Gerência de Estudos e Análises da Dinâmica Demográfica. Rio de Janeiro, 2013

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Estimativas da população residente para os municípios e para as unidades da federação: IBGE, 2018. (Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html?=&t=downloads>). Acesso em set. 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2007a. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Mapa de Geomorfologia. Estado do Tocantins. Escala 1:1.000.000. Rio de Janeiro: IBGE. Disponível em: <http://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/geologia/levantamento_geologico/mapas/unidades_da_federacao/to_geologia.pdf>. Acesso em: mar. 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2007b. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Mapa de Geologia. Estado do Tocantins. Escala 1:1.000.000. Rio de Janeiro: IBGE. Disponível em:

<http://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/geologia/levantamento_geologico/mapas/unidades_da_federacao/to_geologia.pdf>. Acesso em: mar. 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. Geologia. Estado do Tocantins. Rio de Janeiro: IBGE, 2007b. (Disponível em: <https://mapas.ibge.gov.br/tematicos/geologia.html>).

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Projeção da população das unidades da federação por sexo e idade para o período 2000/2030. Disponível em <https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/sociais/populacao/9109-projecao-da-populacao.html?=&t=downloads>. Acesso em janeiro/2018. 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo Demográfico de 2010. Disponível em: <http://censo2010.ibge.gov.br/>. Acesso em: 03 jan. 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Sistemas de Contas Regionais. Disponível em:

<<https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/economicas/contas-nacionais/9054-contas-regionais-do-brasil.html?=&t=resultados>>. Acesso em: janeiro/2018. 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. Manual técnico de pedologia. Rio de Janeiro: IBGE, 2015. 430p. il. (Manuais técnicos em geociências, 4).

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. Mapa Exploratório de Solos. Estado do Tocantins. Rio de Janeiro: IBGE, 2007. (Disponível em: <https://mapas.ibge.gov.br/tematicos/solos>).

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Diretoria de Geociências. Manual Técnico da Vegetação Brasileira. 2ª ed. rev. ampl. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. 271 p. (Manuais Técnicos em Geociências, 1).

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Diretoria de Geociências. Manual Técnico de Uso da Terra. 3ª ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2013. 171 p. (Manuais Técnicos em Geociências, 7).

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA. Produção Agrícola Municipal. 2016. Disponível em <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1612>>. Acesso em: 15 mar. 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA. Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura. 2016b. Disponível em <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1612>>. Acesso em: 15 mar. 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA. Pesquisa Pecuária Municipal 2016. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/3939#resultado>. Acesso em 14 dez. 2017.



INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA. Produto Interno Brutos dos Municípios, 2016. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br>> Acesso em: 14 dez. 2017.

JANSEN, D. C.; CAVALCANTI, L. F. LAMBLÉM, H. S. Mapa de Potencialidade de Ocorrência de Cavernas no Brasil, na escala 1:2.500.000. Revista Brasileira de Espeleologia, Brasília, 2012, v. 2, nº 1.

JANSEN, D.C. Mapa Brasileiro de Potencialidade de Ocorrência de Cavernas. Encontro Nacional da Associação de Pós-Graduação e Pesquisa em Geografia, 9, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2011. 6p. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/cecav/downloads/mapas/potencialidade-de-ocorrencia-de-cavernas.html>>. Acesso em: março, 2018.

JANSEN, D.C. Análise ambiental da Área de Proteção Ambiental do Morro da Pedreira e do Parque Nacional da Serra do Cipó para a Proteção do Patrimônio Espeleológico. 2013. 149p. Dissertação (Mestrado em Geografia - Tratamento da Informação Espacial) - PUC Minas. Belo Horizonte. Disponível em: <http://www.biblioteca.pucminas.br/teses/TratInfEspacial_JansenDC_1.pdf>. Acesso em: março de 2018.

JANSEN, D. C.; GOMES, M.; SANTOS, D. J.; CAVALCANTI L. F. Vulnerabilidade natural do Patrimônio Espeleológico na bacia do Rio São Francisco. In: SIMPÓSIO MINEIRO DO CARSTE - Carste e cavernas: Minas de Informações, 2., 2013. Belo Horizonte: UFMG. Resumos e pôsteres... RODET, J.; VASCONCELOS, A. M. C. (Org.). Speleo - Tract nº 8. Saint-Martin-aux-Buneaux: Centre Normand d'Etude Du Karst et des Cavités Du Sous-sol, 2013. p. 37-60. Disponível em: <http://www.cnek.org/IMG/pdf/SPELEO-TRACT_no_8_-_complet.pdf>. Acesso em: março de 2018.

KARMANN, I.; SÁNCHEZ, L. E. Distribuição das Rochas Carbonáticas e Províncias Espeleológicas do Brasil. Monte Sião, 1979, v. 13, p. 105-167.

KARMANN, I.; SÁNCHEZ, L. E. Speleological Provinces in Brazil. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF SPELEOLOGY. Anais... Barcelona: UIS. 1986. v.1, p. 151-153.

KENDALL, M. G., Rank Correlation Methods, 4th ed., Charles Griffin: London, 1975.

KING, L.C. A geomorfologia do Brasil Oriental. Rev. Bras. de Geociências, Rio de Janeiro, 18(2):147-265. 1956.

KINDT, R.; COE, R. Tree Diversity Analysis. A Manual and Software for Common Statistical Methods for Ecological and Biodiversity Studies. Nairobi: World Agroforestry Centre (ICRAF). 2005

KUBITZA, F.; CAMPOS, J. L.; ONO, E. A.; ISTCHUK, P. I. Panorama da piscicultura no Brasil. Revista Panorama Aquícola. Vol. 22, N. 132, julho-agosto 2012. pp.14-25. 2012

KUCHENBECKER, M. et al. Estratigrafia da porção basal do grupo Bambuí na região de Arcos (MG): uma contribuição a partir de testemunhos de sondagem. Geologia USP. Série Científica, v. 11, n. 2, p. 45-54, 2011.

LACERDA FILHO, J. V. et al. Folha SD.22-Goiás. In: Schobbenhaus, C. et al. (eds.), Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo, Sistema de Informações Geográficas. Programa Geologia do Brasil. CPRM, Brasília. CD-ROM. 2004.

LACERDA FILHO, J. V.; et al. Geologia e Recursos Minerais do Estado de Goiás e Distrito Federal. Escala 1:500.000. Programa de Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil (PLGB), Goiânia, Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - Metais de Goiás S.A., Universidade de Brasília, 176 p. 1999.

Legendre P.; Legendre L. Numerical Ecology. 2nd English edn, Elsevier, Amsterdam, TheNetherlands. 1998.

LEMOS, H.L.; PINTO, J.R.R.; MEWS, H.A. et al. Structure and floristic relationships between Cerrado sensu stricto sites on two types of substrate in northern Cerrado, Brazil. *Biota Neotropica*, 13(4): 121-132. 2013.

LIMA, M. F.; CAVALCANTI, L. F.; MEGUERDITCHIAN, I. Relatório descritivo da oficina da segunda monitoria anual do Plano de Ação Nacional para a Conservação do Patrimônio Espeleológico nas Áreas Cársticas da Bacia do Rio São Francisco - PAN Cavernas do São Francisco. Brasília: CECAV, 2014. 119p. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/cecav/images/stories/projetos-e-atividades/PAN/PAN_Cavernas_do_SF__relatorio_segunda_Monitoria_Anual_260314.pdf>. Acesso em: março de 2018

LIMA, M. I. C. Metodologia de interpretação radargeológica: exemplo da sinéclise do Parnaíba e de seu embasamento. 1995. Tese (Doutorado em Geologia e Geoquímica) - Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, PA, 1995.

LIRA, S. CPRM contrata empresas para avaliar depósitos minerais. *Revista Mineração e Sustentabilidade*. Editorias. Geologia. 18 de outubro de 2017. Acesso em: 15 mai. 2018. Disponível em: <<http://revistamineracao.com.br/2017/10/18/cprm-contrata-empresas-para-avaliar-depositos-minerais/>>.

LOPES, I.; LEAL, B. Índice de aridez e tendência a desertificação para estações meteorológicas nos estados da Bahia e Pernambuco. *Revista Brasileira de Climatologia*, v. 17. p.155-172. 2015.

LORENZI, H. Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa. Instituto Plantarum, v. 1, 1992.

LORENZI, H. Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil. 5 Ed. São Paulo: Nova Odessa, v. 2, 2009.

LORENZI, H. Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil, v. 2. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002, 384p.

MACIEL, G. F. Impactos econômico-financeiros das variações climáticas sobre os cultivos de arroz e soja no estado do Tocantins. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Campina Grande, 119p. 2010.



- MAGURRAN, A. E. Ecological diversity and its measurement. London, Chapman and Hall, 1988, 179p.
- MAIA, G. N. Catingueira. In: MAIA, G. N. Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades. São Paulo: Leitura e Arte, 2004. p. 159-169.
- MAIA, G. N. Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades. São Paulo. D&Z Computação Gráfica e Editora, 2002, 413p.
- MANN, H. B. Non-parametric test against trend, *Econometrica*, 13, 245-259, 1945.
- MARCOLINI, M. P. Efeito das mudanças climáticas no zoneamento agroclimático para cultura do eucalipto (*eucalyptusurograndis*) no estado do Tocantins. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Tocantins, 92p. 2014
- MARINI, O. J. A formação Minaçu: estratigrafia, tectônica e metamorfismo. In: SBG, Simpósio de Geologia do Centro-Oeste, 1, Atas, 716-745. 1981.
- MATALLO JÚNIOR, H.; SCHENKEL, C. S. (Org). Desertificação. Brasília: UNESCO. 2003.
- MEDEIROS, M.B.; WALTER, B.M.T.; OLIVEIRA, W.L. Floristic and structural comparisons between woody communities of two seasonal forest fragments in the Tocantins river basin and other remnants of this forest physiognomy in Brazil. *Rodriguésia* 65(1): 021-033. 2014.
- MECHI, A.; SANCHES, D. L. Impactos ambientais da mineração no estado de São Paulo. *Estudos Avançados*. São Paulo, v. 24, n. 68, p. 209-220, 2010. Disponível em http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142010000100016. Acessado em 2018/03/20.
- MELFI, A.J. Brazilian bauxite deposits: a review. In: CARVALHO, A; BOULANGÉ, B.; MELFI, A.J.; LUCAS, Y. (eds.). *Brazilian Bauxites*. São Paulo, USP/FAPESP/ORSTOM, 3-22. 1997.
- MENDONÇA, R. C.; FELFILI, J. M.; WALTER, B. M. T.; SILVA JÚNIOR, M. C.; REZENDE, A. V.; FILGUEIRAS, T. S.; NOGUEIRA, P. E. Flora Vascular do Cerrado. In: *Cerrado: ecologia e flora*. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, v. 2, 2008.
- MINERATINS Superintendência de Recursos Minerais. Governo do Estado de Tocantins Secretaria de Estado de Infraestrutura e Serviços Públicos. Disponível em <http://seinf.to.gov.br/menu-lateral/secretaria/estrutura-organizacional/mineratins/>. Acesso em março de 2018.
- MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO (MDA). Secretaria de Desenvolvimento Territorial - SDT. Relatório de Balanço do Programa NEDET. 20/11/2015. Brasília: MDA, 2015.
- MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO (MDA). Sistema de Informações Territoriais 2011. Disponível em: <http://sit.mda.gov.br/download.php?ac=obterDadosBas&m> Acesso em: 06 jan. 2018.
- MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO SOCIAL (MDS). Bolsa Família, 2017a. Disponível em: <http://mds.gov.br/bolsafamilia> />. Acesso em: 05 jan. 2018.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO SOCIAL (MDS). Relatório de Informações Sociais, 2017b.. Disponível em: < <https://aplicacoes.mds.gov.br/sagi/Rlv3/geral/index.php>. Acesso em: 06 jan. 2018.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL (MDR). Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Disponível em <http://www.snis.gov.br/>. Consulta em Fev/2018. 2018.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Instrução Normativa nº 6 de 23 de setembro de 2008. Reconhece como espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção aquelas constantes do Anexo I -. Brasília: MMA, 2008.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). PORTARIA MMA Nº 443, DE 17 DE DEZEMBRO DE 2014. Lista Nacional Oficial de Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção" - Lista, conforme Anexo à presente Portaria, que inclui o grau de risco de extinção de cada espécie, em observância aos arts. 6º e 7º, da Portaria nº 43, de 31 de janeiro de 2014.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Portaria nº 358 de 30 de setembro de 2009. Institui o Programa Nacional de Conservação do Patrimônio Espeleológico e dá outras providências. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 01 de outubro de 2009. Disponível em: http://www.icmbio.gov.br/cecav/images/download/P%9009_MMA_criterios_011009.pdf>. Acesso em Março de 2018.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Secretaria de Biodiversidade e Florestas. Comitê Nacional das Zonas Úmidas - CNZU. Recomendação CNZU n.º 07, de 11 de junho de 2015. Dispõe sobre a Definição de Áreas Úmidas Brasileiras e sobre o Sistema de Classificação destas Áreas.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Programa de ação nacional de combate à desertificação. Brasília, 2005

MYERS N.; MITTERMIER R.A; MITTERMIER C;G; Biodiversity hotspots for conservation priorities. Nature, 403(24):853-858. 2000.

MONTEIRO, C. F. Fosforitos do Grupo Bambuí na Região de Campos Belos GO/Arraias TO, na Borda Oeste do Cráton São Francisco. Dissertação de Mestrado, UNB, Brasília, 2009.

MCCUNE, B.; GRACE, J.B.. Analysis of ecological communities. MjM, Gleneden Beach, USA. 2002.

MCCUNE, B.; MEFFORD, M. J. PC-ORD - multivariate analysis of ecological data, version 6.0. MjM Software Design, Gleneden Beach, USA. 2011.

NETTO, S. P.; BRENA, D. A. Inventário Florestal. Curitiba: Ed. dos Autores, 1997, 316 p.

NIMER, E. Climatologia do Brasil. 2 ed. Rio de Janeiro: IBGE: Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. 1989,

NIPPON KOEI LAC. 2017. Avaliação Prodecer: Caso do Tocantins. Palmas-TO, 2017.



- OIKOS PESQUISA APLICADA LTDA. Estudos para a seleção das áreas de maior potencial para a conversão em unidades de conservação na Região Sudeste do Tocantins. Palmas: Seplan, 2003
- OIKOS PESQUISA APLICADA LTDA. Levantamento Fitossociológico e Inventário Florestal na faixa de domínio da ferrovia Oeste-Leste (FIOL). Rio de Janeiro: OIKOS, 2010.
- OLIVEIRA, I. W. B. Zinco, Chumbo e Cobre de Palmeirópolis - Estado do Tocantins. Goiânia: CPRM, 2000. 1 v. - (Informe de Recursos Minerais, Série Oportunidades Minerais - Exame Atualizado de Projeto, n.º 10).
- OLIVEIRA, A. M.; RIOS, M. L. A Degradação das Águas do Rio Itapicuruzinho: O Olhar da População Residente do Povoado Itapicuru. Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.9, N.16; p. 1 2013.
- OLIVEIRA, M, A. Experiências Históricas dos Quilombolas no Tocantins: Organização, Resistência e Identidade. Revista. Patrimônio e Memória, UNESP - FCLAs - CEDAP, v. 5, n.1, p. 99-118. Assis - SP. 2009. Disponível em: <http://pem.assis.unesp.br/index.php/pem/article/view/116>. Acesso em 06 fev 2018.
- OKSANEN J.; BLANCHET F.G; KINDT R. Community Ecology Package. R Package, version 2.0-10, (<http://cran.r-project.org/web/packages/vegan/vegan.pdf>). 2013.
- PAULA, J. E.; ALVES, J. L. H. Madeiras nativas: anatomia, dendrologia, dendrometria, produção, uso. Brasília; Fundação Mokiti Okada, 1997, 541p.
- ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU) - Divisão de População, World Population Prospects. Acesso em dezembro de 2017. Disponível em: <https://esa.un.org/unpd/wpp/>
- PENNINGTON, R.T.; PRADO, D.E.; PENDRY, C.A. Neotropical seasonally dry forests and Quaternary vegetation changes. Journal of Biogeography 27(2): 261-273. 2000.
- PEREIRA, B.A.S.; VENTUROLI, F.; CARVAHO, F.A. Florestas estacionais no Cerrado: uma visão geral. Pesquisa Agropecuária Tropical 41(3): 446-455. 2011.
- PIMENTEL, M. M.; FUCK, R. A. Neoproterozoic crustal accretion in central Brazil. Geology, 20: 375-379. 1994.
- PIMENTEL, M. M.; HEAMAN, L.; FUCK, R. A. U-Pb zircón and sphene geochronology of late Proterozoic volcanic arc rock units from southwestern Goiás, central Brazil. Journal South American Earth Sciences, 4:329-339. 1991a.
- PIMENTEL, M. M.; HEAMAN, L.; FUCK, R. A.; MARINI, O. J. U-Pb zircon chronology of Precambrian tin-bearing continental-type acid magmatism in central Brazil. Precambrian Research 52:321-335. 1991b.
- PIMENTEL, M. M.; FUCK, R. A.; JOST, H.; FERREIRA FILHO, C. F.; ARAÚJO, S. M. The basement of the Brasília Fold belt and the Goiás Magmatic Arc. In: CORDANI, U. G.; MILANI, E. J.; THOMAZ FILHO, A.; CAMPOS, D. A. (eds.) Tectonic Evolution of South America. Rio de Janeiro, 31ST IGC, 195-229. 2000.

- PINTO, J.R.R.; LENZA, E.; PINTO, A.S. Composição florística e estrutura da vegetação arbustivoarbórea em um cerrado rupestre, Cocalzinho de Goiás, Goiás. *Revista Brasileira de Botânica*, 32(1): 1-10. 2009.
- PIRES, E. G. Análise da temperatura de superfície do estado do Tocantins a partir do uso de geotecnologias. *Revista Interface*, n. 10, p. 133-144. 2015.
- PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO (PNUD); INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA E APLICADA (IPEA); FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. Atlas de desenvolvimento humano do Brasil de 2013. 2013. Disponível em: . Acesso em: maio de 2018.
- Portal do Tocantins. Garimpo Ilegal é Fechado no Município de Conceição do Tocantins. <https://portal.to.gov.br/noticia/2017/4/12/garimpo-ilegal-e-fechado-no-municipio-de-conceicao-do-tocantins/>. Acessado em 2018/04/03.
- PRADO, D. E.; GIBBS, P. E. Patterns of species distributions in the dry seasonal forests of South America. *Annals of Missouri Botanic Gardens*, v. 80, p. 902-927, 1993.
- QUEIROZ, H. de A. Classificação de pegmatitos do centro-sul do estado de Tocantins: Caracterização química e mineralógica. Cuiabá: UFMT, 2010.
- RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K. J. Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras. 3ª ed. rev. Rio de Janeiro. EMBRAPA - CNPS, 1995. 65 p.
- RATTER, J.A.; BRIDGEWATER, S.; RIBEIRO, J.F. Analysis of the Floristic Composition of the Brazilian Cerrado Vegetation III: Comparison of the Woody Vegetation of 376 Areas. *Edinburgh Journal of Botany*, 60(01):57-109. 2003.
- REATTO, A.; CORREIA, J.R.; SPERA, S.T. et al. Solos do bioma Cerrado: aspectos pedológicos. In: SANO, S.M.; ALMEIDA, S.P.; RIBEIRO, J.F. (Eds.). *Cerrado: ecologia e flora*. Planaltina: Embrapa-CPAC, pp. 107-749. 2008
- REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. Águas Doces no Brasil: Capital Ecológico, Uso e Conservação. 3. ed. São Paulo: Escrituras. 748 p. 2006
- REZENDE A. V.; VALE, A. T.; SANQUETTA, C. R.; FILHO, A. F.; FELFILI, J. M. Comparação de modelos matemáticos para estimativa do volume, biomassa e estoque de carbono da vegetação lenhosa de um cerrado sensu stricto em Brasília, DF. *Scientia Florestalis*, v. 71, p. 65-76, 2006.
- RIBEIRO, J.F.; WALTER, B.M. Fitofisionomias do Bioma Cerrado. In: S. M. Sano; S. P. Almeida (eds.). *Cerrado: Ambiente e Flora*. Planaltina: Embrapa/CPAC. Pp. 89-166. 1998.
- RIBEIRO, J.F.; WALTER, B.M.T. As principais fitofisionomias do Bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. de, RIBEIRO, J. F.; eds *Cerrado: ecologia e flora* Embrapa Cerrados, Brasília, p. 151-212. 2008.
- RODRIGUES, V. F. D.; GALVÃO, A. L. SALES, M.; MATALLO, H. A. Desertificação no Nordeste do Brasil I: Diagnóstico e Perspectivas, ICID, Fundação Grupo Esquel Brasil, Brasília, ,54p. 1992.



ROUSSEEUW, P.; STRUYF, A.; HUBERT, M. cluster: Cluster Analysis Extended Rousseeuw et al. (<http://cran.r-project.org/web/packages/cluster/index.html>). 2014.

SÁ, A. M. de. Projeto Mapas Metalogenéticos e de Previsão de Recursos Minerais: Folha SD.23-V-A Arraias. Escala 1:250.000. Texto e Mapas. Goiânia: CPRM, 1984. s p. il + 3 mapas. Convênio DNPM; CPRM.

SANTOS, D. N.; SILVA, V. P. R.; SOUSA, F. A. S.; SILVA, R. A. Estudo de alguns cenários climáticos para o Nordeste do Brasil. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 14, p. 492-500. 2010.

SCARIOT, A.; SEVILHA, A.C. Biodiversidade, estrutura e conservação de florestas estacionais decíduais no Cerrado. In: SCARIOT, A.; SOUZA-SILVA, J.C.; FELFILI, J.M.; orgs. Cerrado: Ecologia, biodiversidade e conservação Ministério do Meio Ambiente, Brasília. p. 121-139. 2005.

SCHMIDT. I.B.; FONSECA, C.B.; FERREIRA, M.C.; SATO. M.N. Experiências Internacionais de Manejo Integrado do Fogo em Áreas Protegidas - Recomendações para Implementação de Manejo Integrado de Fogo no Cerrado. Biodiversidade Brasileira, 6(2): 41-54, 2016.

SCHOBENHAUS, C.; et al. Mapa Geológico do Brasil. Brasília, Departamento Nacional da Produção Mineral. 1981. Escala 1:2.500.000. Mapa.

SECRETARIA DE AGRICULTURA E PECUÁRIA DO ESTADO DO TOCANTINS (SEAGRO). Perfil do Agronegócio Tocantinense, 2016. Disponível em: <https://central3.to.gov.br/arquivo/354694/>. Acesso em: 12 dez. 2017.

SECRETARIA DA AGRICULTURA E DA PECUÁRIA (SEAGRO). Notícias. Eliane Tenório. Governo apresenta lotes aos produtores rurais aptos na licitação do projeto Manoel Alves. Notícias. 19/05/2016. Disponível em <<https://seagro.to.gov.br/noticia/2016/5/19/governo-apresenta-lotes-aos-produtores-rurais-aptos-na-licitacao-do-projeto-manoel-alves/>>. Acesso em: 30 mar.

SECRETARIA DE ESTADO DE AGRICULTURA, PECUÁRIA E AQUICULTURA (SEAGRO). Consulta ao site: <https://seagro.to.gov.br/noticia/2012/10/2/em-24-anos-potencialidade-do-tocantins-ganha-destaque-com-a-producao-de-graos/>. Acesso em fevereiro/2018. 2012.

SECRETARIA DA AGRICULTURA E DA PECUÁRIA (SEAGRO). Notícias. Elmiro de Deus. Governo prepara licitação para os últimos lotes do projeto hidroagrícola Manuel Alves. Notícias. 01/08/2016. Disponível em <<https://seagro.to.gov.br/noticia/2016/8/1/governo-prepara-licitacao-para-os-ultimos-lotes-do-projeto-hidroagricola-manuel-alves/>>. Acesso em: 30 mar. 2018.

SECRETARIA DO DESENVOLVIMENTO DA AGRICULTURA E DA PECUÁRIA (SEAGRO). Situação Atual da Aquicultura Tocantinense. Palmas, SEAGRO, abril 2017. 11 p. Disponível em: <<https://central3.to.gov.br/arquivo/354619/>>. Acesso em: 30 abr. 2018.

SECRETARIA DA AGRICULTURA E PECUÁRIA (SEAGRO). Área de Florestas Plantadas no Estado do Tocantins. Dados 2016. Palmas: Seagro/Adapec/Aprob-GO/TO, 2016c.

SECRETARIA DE COMUNICAÇÃO DO ESTADO DO TOCANTINS (SECOM). Projeto Barraginhas muda realidade da Região Sudeste do Tocantins, 28/12/2017. Disponível em: <<https://portal.to.gov.br/noticia/2017/12/28/projeto-barraginhas-muda-realidade-da-regiao-sudeste-do-tocantins/>>, acesso em 30. Abr. 2018.

SECRETARIA DE PLANEJAMENTO E DA MODERNIZAÇÃO DA GESTÃO PÚBLICA (SEPLAN). Diretoria Geral de Pesquisa e Zoneamento Ecológico-Econômico. Diretoria de Zoneamento Ecológico-Econômico (DZE). Base de Dados Geográficos do Tocantins. versão 2008. Palmas, Seplan/DZE, 2009. DVD-ROM. (Dados vetoriais temáticos estruturados em escalas 1:250.000, 1:500.000 e 1:1.000.000). Disponível em (<http://www.sefaz.to.gov.br/zoneamento/bases-vetoriais/base-de-dados-geograficos-do-tocantins/>) acesso: set. 2018.

SECRETARIA DE PLANEJAMENTO E DA MODERNIZAÇÃO DA GESTÃO PÚBLICA (SEPLAN). Diretoria Geral de Pesquisa e Zoneamento Ecológico-Econômico. Diretoria de Zoneamento Ecológico-Econômico (DZE). Projeto de Desenvolvimento Regional Sustentável. Estudo da Dinâmica da Cobertura e Uso da Terra do Estado do Tocantins. Escala 1:100.000. Palmas: Seplan/DZE, 2012b. vol. I. Organizado por Rodrigo Sabino Teixeira Borges., Ilust. (Série TOCANTINS - Recursos Naturais / Cobertura e Uso da Terra - 7 v.).

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS (SEMARH). Plano da Bacia Hidrográfica do Rio Manuel Alves. Relatório Síntese. Palmas: SEMARH, 2007. 44 p.

SECRETARIA DO PLANEJAMENTO E ORÇAMENTO (SEPLAN). Superintendência de Planejamento e Orçamento. Diretoria de Pesquisa e Informações Econômicas. Gerência de Indicadores Econômicos e Sociais. Zoneamento Ecológico-Econômico. Diagnóstico da Dinâmica Social e Econômica do Estado do Tocantins. Rede de Cidades. Palmas: Seplan, 2016. 76 p. (Séries ZEE Tocantins / Socioeconomia / Dinâmica Social e Econômica - v.1/3).

SECRETARIA DO PLANEJAMENTO E ORÇAMENTO (SEPLAN). Visão Estratégica do Agronegócio no Tocantins. Diagnóstico do Agronegócio. Portal Tocantins. Fundação de Apoio Científico e Tecnológico do Tocantins - FAPTO. Palmas: Seplan, 2015. novembro. 144 p. Disponível em:

<http://web.seplan.to.gov.br/workshop/documentation/Diagnostico_Agrogenocio.pdf>.

Acesso em: 30 mar. 2018.

SECRETARIA DO PLANEJAMENTO E DA MODERNIZAÇÃO DA GESTÃO PÚBLICA (SEPLAN). Superintendência de Pesquisa e Zoneamento Ecológico-Econômico. Diretoria de Zoneamento Ecológico-Econômico - DZE. Atlas do Tocantins: subsídios ao planejamento da gestão territorial. 6. ed. rev. atu. Palmas: Seplan, 2012a.

SECRETARIA DE PLANEJAMENTO E DA MODERNIZAÇÃO DA GESTÃO PÚBLICA (SEPLAN). Departamento de Pesquisa e Zoneamento Ecológico-Econômico. Diretoria de Zoneamento Ecológico-Econômico (DZE). Projeto de Desenvolvimento Regional Sustentável. Mapeamento das Regiões Fitoecológicas e Inventário Florestal do Estado do Tocantins. Inventário Florestal do Tocantins. Escala 1:100.000. Palmas: Seplan/DZE, 2013. 156 p. (Série TOCANTINS - Recursos Naturais / Vegetação - v. 7/9)



SECRETARIA DE PLANEJAMENTO E ORÇAMENTO DO ESTADO DO TOCANTINS (SEPLAN). Diretoria de Zoneamento Ecológico-Econômico. Mapa de vegetação potencial. Estado do Tocantins. Embrapa Monitoramento por Satélites. (sd) (Disponível em: <http://www.zaeto.cnpm.embrapa.br/vege.html>)

SECRETARIA DE PLANEJAMENTO E ORÇAMENTO. ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO (SEPLAN). - ZEE, Mapa de Precipitação Média Anual. 2015.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS (SEBRAE). Mapeamento Florestal Estado do Tocantins. Palmas: Sebrae, 2014.

SILVA, V. P. R. On climate variability in Northeast of Brazil. *Journal of Arid Environments*, v. 58, P. 575-596. 2004.

SILVA JÚNIOR, M. C. da. 100 Árvores do cerrado: Guia de campo. Brasília: Rede de Sementes do Cerrado, 2005, 278p.

SILVA JÚNIOR, M. C.; PEREIRA, B.A.S. + 100 Árvores do cerrado - Matas de Galeria: Guia de campo. Brasília: Rede de Sementes do Cerrado, 2009. p. 288.

SOARES, P. C.; FIORI, A. P. Lógica e Sistemática na Análise e Interpretação de Fotografias Aéreas em Geologia. *Not. Geomorfol.*, Campinas 16 (32): 71 - 104, Dez. 1976.

SOARES, P.C.; LANDIM, P.M.B.; FÚLFARO, V.J. Avaliação Preliminar da Evolução Geotectônica das Bacias Intracratônicas Brasileiras. In: SBG, Congresso Brasileiro de Geologia, 28, Porto Alegre. Anais, 4:61-83. 1974.

SOLÓRZANO, A.; PINTO, J. R. R; FELFILI, J. M; HAY, J. D. V. Perfil florístico e Estrutural do componente lenhoso em seis áreas de cerradão ao longo do bioma Cerrado. *Acta Botanica Brasílica*, Feira de Santana, v. 26, n. 2, p. 328-341, 2012.

SOUZA, J.O. et al. Folha SD.23-Brasília. In: SCHOBENHAUS, C. et al. (eds.), Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo, Sistema de Informações Geográficas. Programa Geologia do Brasil. CPRM, Brasília. CD-ROM. 2004

THORTHWAITE, C.W.; MATTER, J. R. The water balance. *Publications in Climatology*, New Jersey, Drexel Institute of Thecnology, 104p. 1955.

TOCANTINS. Constituição do Estado do Tocantins. Assembléia Legislativa do Estado do Tocantins, Miracera do Tocantins - TO. 1989. Disponível em <https://central3.to.gov.br/arquivo/61508/>. Acesso: mai 2018.

TOCANTINS. Decreto Nº 838, de 13 de outubro de 1999. Regulamenta a Lei 771, de 7 de julho de 1995, que dispõe sobre a Política Florestal do Estado do Tocantins. *Diário Oficial do Estado do Tocantins*, Palmas, 13 out. 1999.

TOCANTINS. Decreto Nº 2.432, de 6 de junho de 2005. Regulamenta a outorga do direito de uso de recursos hídricos de que dispõe os artigos 8º , 9º e 10 da Lei 1.307, de 22 de março de 2002. *Diário Oficial do Estado do Tocantins*, Palmas, 6 jun. 2005.

TOCANTINS. Portal Tocantins. Wherbert Araújo. Projeto Manuel Alves recebe investimento de R\$ 22 milhões em infraestrutura complementar e prevê licitação de novos lotes. Notícias.

27/10/2017. Disponível em: <<https://portal.to.gov.br/noticia/2017/10/27/projeto-manuel-alves-recebe-investimento-der-22-milhoes-em-infraestrutura-complementar-e-preve-licitacao-de-novos-lotes/>>. Acesso em: 30 mar. 2018

TRICART, J. Ecocinâmica. Rio de Janeiro: IBGE-SUPREN, 1977. 91 p.

UNEP. United Nations Environment Programme. World Atlas of Desertification. Londres: UNEP/Edward Arnold, 69 p. 1992.

VALERIANO et al. A evolução tectônica da Faixa Brasília. In Geologia do Continente Sul-Americano. São Paulo. 2004. 647p.

VALERIANO, M. M. Modelo digital de variáveis morfológicas com dados SRTM para o território nacional: o projeto TOPODATA. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12, Goiânia, Brasil. Anais...São José dos Campos, INPE. 2005.

VASCONCELOS, A. M.; et al., Folha SC.23-Rio São Francisco. In: SCHOBENHAUS, C. et al. (eds.), Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo, Sistema de Informações Geográficas. Programa Geologia do Brasil. CPRM, Brasília. CD-ROM. 2004.

VEDOVELLO, R. Zoneamentos geotécnicos aplicados à gestão ambiental, a partir de unidades básicas de compartimentação - UBCs. 2000. 154 f. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, SP, 2000.

VENEZIANI, P.; ANJOS, C.E. Metodologia de interpretação de dados de sensoriamento remoto e aplicações em geologia. São José dos Campos: INPE, 1982.

VILLAS-BÔAS MENEHINI, P. F. (org.). Geologia e Recursos Minerais da Folha Arraias - SD.23-V-A. Escala 1:250.000. Organizado por Said Abdallah. e Paulo Fernando Villas-Bôas Meneghini. Goiânia: CPRM, 2017. (Programa Geologia do Brasil - Projeto Sudeste do Tocantins). 212 p. Programa Geologia do Brasil (PGB). ISBN 978-85-7499-297-6.

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 Morais 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

Vinicius Tavares Parreiras de Morais	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 Ferracioli 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