



GOVERNO DO ESTADO DO TOCANTINS
SECRETARIA DO PLANEJAMENTO E ORÇAMENTO

PROJETO DE DESENVOLVIMENTO REGIONAL INTEGRADO E SUSTENTÁVEL

ELABORAÇÃO DE ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS DA REGIÃO CENTRO- NORTE DO ESTADO DO TOCANTINS

- DIAGNÓSTICO AMBIENTAL E SOCIOAMBIENTAL -

VOLUME 1

GOVERNO DO ESTADO DO TOCANTINS

WANDERLEI BARBOSA - Governador

SECRETARIA DO PLANEJAMENTO E ORÇAMENTO

SERGISLEI SILVA DE MOURA - Secretário

SECRETARIA EXECUTIVA DO PLANEJAMENTO E ORÇAMENTO

JOSÉ PEDRO DIAS LEITE - 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

PAULO AUGUSTO BARROS DE SOUSA - Gerente

EQUIPE TÉCNICA

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

Jair Souza da Silva - Bacharel em Geografia

Leandro Roeder - Bacharel em Ciências Econômicas

Maurício Fregonesi - Bacharel em Engenharia Civil

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 DO PLANEJAMENTO E ORÇAMENTO**

**PROJETO DE DESENVOLVIMENTO REGIONAL
INTEGRADO E SUSTENTÁVEL**

**ELABORAÇÃO DE ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS DA
REGIÃO CENTRO-NORTE DO ESTADO DO TOCANTINS**

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL E SOCIOAMBIENTAL

VOLUME 1

Palmas, 2022.

CRÉDITOS DE AUTORIA

TEXTO EXPLICATIVO

Waldir Duarte Costa
Ricardo Ribeiro Dias
Wilton José Silva da Rocha
José Viana de Carvalho
Cláudio Marchand Krugger

COLABORADORES

Eduardo Antônio Audibert
Erton Inácio Monteiro de Moraes
Ghislaine Medeiros de Almeida
Isac Tavares de Santana
Jailton Soares dos Reis
Rescivaldo Barros de Amorim
Vinicius de Melo Lima
Virlei Álvaro de Oliveira

ACOMPANHAMENTO TÉCNICO E ANÁLISE

ACOMPANHAMENTO TÉCNICO

Rodrigo Sabino Teixeira Borges
Maurício Fregonesi

ANÁLISE

Bruno Moure Cícero
Jair Souza da Silva
Leandro Roeder

Maurício Fregonesi
Paulo Augusto Barros de Sousa
Rodrigo Sabino Teixeira Borges

COSTA, Waldir Duarte; DIAS, Ricardo Ribeiro Dias; ROCHA, Wilton José Silva da; CARVALHO, José Viana de; KRUGGER, Cláudio Marchand.

Secretaria do Planejamento e Orçamento - SEPLAN. Superintendência de Planejamento Governamental. Diretoria de Gestão de Informações Territoriais e Socioeconômicas. Gerência de Zoneamento Territorial - GZT. Projeto de Desenvolvimento Regional Integrado e Sustentável. Elaboração de Estudos Hidrogeológicos da Região Centro-Norte do Estado do Tocantins. Diagnóstico Ambiental e Socioambiental. Palmas: SEPLAN/GZT, 2022. Volume I. Tomo I.

160 p., Ilust.

Série TOCANTINS - Centro-Norte / Recursos Naturais - 1/3.

Executado pelo Consórcio Sambaíba - formado pelas empresas COSTA Consultoria e Serviços Técnicos e Ambientais e OIKOS Pesquisa Aplicada Ltda., para a Secretaria do Planejamento e Orçamento do Estado do Tocantins no âmbito do Projeto de Desenvolvimento Regional Integrado e Sustentável.

1. Hidrogeologia. 2. Diagnóstico Ambiental e Socioambiental. 3. Centro-Norte do Tocantins. 4. relatório. 5. mapas.

I. Tocantins. Secretaria do Planejamento e Orçamento. II. Diretoria de Gestão de Informações Territoriais e Socioeconômicas. III. Título.

P452e

Secretaria do Planejamento e Orçamento
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
<https://www.to.gov.br/seplan/>
E-mail: zee@seplan.to.gov.br



RESUMO

Os estudos hidrogeológicos efetuados na região Centro-Norte do Estado do Tocantins foram realizados no período de sete meses - 29/06/2021 e 29/01/2022. A rede de monitoramento para realização dos estudos foi composta por 124 poços, selecionada a partir de uma relação inicial de 332 poços cadastrados nas bases de dados da empresa pública Serviço Geológico do Brasil (SGB) / Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) e da empresa privada Trhimil - Tocantins Recursos Hídricos Minerais Ltda., e refinada por critérios técnicos e visita *in situ* dos poços para cadastramento de campo. A ausência dos ensaios de bombeamento foi amplamente suprida pela interpretação dos dados de testes executados anteriormente por empresas de perfuração em 73 poços da área, os quais serviram para avaliar os coeficientes hidrodinâmicos dos aquíferos. Para ampliar os dados hidrodinâmicos dos poços, foram transferidos dados de testes em poços perfurados nesses mesmos aquíferos em outras áreas da mesma bacia geológica. A partir dos 124 poços da rede de monitoramento efetuou-se uma análise estatística, tanto dos poços em aquíferos porosos como do aquífero fissural, obtendo-se médias, medianas, coeficiente de variação, valores máximo e mínimo para os parâmetros de profundidade, níveis estático e dinâmico, rebaixamento, vazão, vazão específica, além dos parâmetros químicos medidos no campo, como a condutividade elétrica e pH. Através da cota altimétrica de cada poço medida no campo foi possível efetuar o mapa potenciométrico dos aquíferos livres, que demonstrou serem os fluxos desses aquíferos dirigidos sempre para a drenagem superficial, caracterizando, portanto, uma drenagem efluente. A qualidade das águas subterrâneas dos diversos aquíferos da região, inclusive do aquífero fissural, pode ser considerada como “muito boa” para usos gerais, uma vez que os sólidos totais dissolvidos - STD (cujo limite para potabilidade, estabelecido pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, é de 1.000 mg/L) é superado em apenas uma amostra coletada e as águas coletadas nos poços possuem valores médios da ordem de 120 mg/L, quase uma água desmineralizada. O índice de vulnerabilidade desses aquíferos foi em 68% dos casos considerado de Moderado a Negligível, o que representa uma perspectiva aceitável para obtenção de baixos riscos de contaminação. O mapa de zoneamento explotável, principal elemento para a gestão dos aquíferos, mostrou 6 zonas (A a F) nos aquíferos porosos e uma zona no aquífero fissural. As zonas B, C, D e F se subdividem em subzonas para caracterizar situações distintas de livre a confinado. Os principais aquíferos da região são: Rio das Barreiras, Corda, Sambaíba, Poti/Piauí e Urucuia, sendo que neste último não foi cadastrado nenhum poço. O primeiro (Rio das Barreiras) e o último (Urucuia) ocorrem somente na situação de livre, enquanto os demais ocorrem nas situações de livre e confinado. O principal aquífero da área é o Sistema aquífero Poti-Piauí, que ocupa uma área de 24.945 km², coeficiente de transmissividade médio de $2,1 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$, condutividade hidráulica média de $8,4 \cdot 10^6 \text{ m/s}$ e um coeficiente de armazenamento médio de $3,10 \cdot 10^4 \text{ m}^3/\text{ano}$, possuindo uma reserva reguladora de água subterrânea da ordem de $11,46 \cdot 10^9 \text{ m}^3/\text{ano}$ e uma



potencialidade de $14,31 \cdot 10^9 \text{ m}^3/\text{ano}$. Todos os aquíferos se acham subexplorados, com volumes explorados inferiores a 0,5% da reserva reguladora. Para cada aquífero foram avaliadas reservas totais, reservas reguladoras, potencialidade, vulnerabilidade, disponibilidade instalada, disponibilidade efetiva e, por fim, efetuados os balanços hidrogeológicos de cada aquífero. Foi ainda calculado o custo das águas subterrâneas que é relativamente baixo, variando desde o mínimo de R\$ 0,18/m³ para poços de profundidade até 100,00 m até o máximo de R\$ 0,44/m³ para poços com até 440,00 m de profundidade. No que se refere à questão legal, embora o Estado do Tocantins não possua legislação específica sobre as águas subterrâneas, já dispõe de dispositivos legais na legislação de recursos hídricos que atendem quase inteiramente às necessidades para a gestão dos aquíferos. Nesse sentido, foram propostas adequações aos dispositivos de licenciamento e outorga.



Sumário

Sumário	iii
APRESENTAÇÃO	1
1. CONSIDERAÇÕES GERAIS	3
1.1. Objetivos do Estudo	3
1.2. Área de Estudo	4
1.3. Metodologia	5
1.3.1. Metodologia para Levantamento de Dados	5
1.3.2. Metodologia para Levantamento de Dados	7
1.3.3. Fontes de Informação Utilizadas.....	11
1.3.4. Cadastramento da Rede de Monitoramento no Campo	12
1.3.5. Interpretação dos Testes de Bombeamento	15
1.3.6. Avaliação do Índice de Vulnerabilidade	15
1.3.7. Elaboração do Zoneamento Explotável.....	16
1.3.8. Método de Avaliação do Custo da Água Bombeada	17
2. ASPECTOS FISIAGRÁFICOS E SOCIOECONÔMICOS	19
2.1 Fisiografia da Região	19
2.1.1. Hidroclimatologia	19
2.1.1.1. Tipos Climáticos	19
2.1.1.2. Análise das variáveis climatológicas	20
2.1.1.3. Fluviometria	24
2.1.1.4. Hidrógrafas de recessão	26
2.1.1.5. Litotipos geológicos	27
2.1.1.6. Balanço Hídrico	30
2.1.1.7. Análise da infiltração	32
2.2. Vegetação: Regiões Fitoecológicas e Fitofisionomias	36
2.3. Solos	38
2.4. Distribuição das Classes de Cobertura Vegetal e Uso da Terra	42
2.4.1. Áreas Antrópicas	42
2.4.2. Vegetação Nativa	49
2.5. Hidrografia	60
2.6. Socioeconomia e Demandas Hídricas.....	60
2.6.1. Indicadores Sociais	60



2.6.2. População e Perfil Demográfico dos Municípios	62
2.6.3. Estrutura e Participação dos Setores na Economia Local	62
2.6.4. Demanda de Água.....	62
2.6.5. Demandas Hídricas por Tipo	64
2.6.6. Aspectos Sanitários e Fontes Potenciais de Contaminação.....	66
3. GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA.....	67
3.1. Geologia da Área Estudada	67
3.1.1. Domínio Arqueano (Mesoarqueano)	67
3.1.1.1. Complexo Colmeia	67
3.1.2. Domínio Proterozoico (Paleoproterozoico)	70
3.1.2.1. Complexo Rio dos Mangues.....	70
3.1.2.2. Gnaiss Cantão.....	70
3.1.3. Domínio Proterozoico (Neoproterozoico).....	71
3.1.3.1. Formação Morro do Campo - Grupo Estrondo	71
3.1.3.4. Associação Mafico-Ultramáfico Serra do Tapa.....	72
3.1.3.5. Formação Xambioá - Grupo Estrondo.....	72
3.1.3.6. Suíte Gabroica Xambioá	73
3.1.3.7. Suíte Máfica, Ultra Máfica Quatipuru	74
3.1.3.8. Complexo Santo Agostinho	75
3.1.3.9. Formação Pequizeiro - Grupo Tocantins.....	75
3.1.3.10. Formação Couto Magalhães - Grupo Tocantins.....	76
3.1.3.11. Granito Ramal do Lontra	77
3.1.3.12. Suíte Monte Santo	78
3.1.3.13. Granodioritos Presidente Kennedy e Barrolândia.....	78
3.1.3.14. Suíte Granítica Santa Luzia	79
3.1.3.15. Suíte Lajeado - Suíte Granítica Matança	79
3.1.4. Domínios Paleozóico e Mesozóico	80
3.1.4.1. Província Paraíba.....	80
3.1.4.2. Subdomínio Paleozóico Siluriano.....	81
3.1.4.3. Subdomínio Paleozóico/Mesozóico Carbonífero-Triássico	85
3.1.4.4. Subdomínio Mesozóico-Jurássico.....	88
3.1.4.5. Subdomínio Mesozóico-Cretáceo.....	91
3.1.5. Domínio Cenozóico	95
3.2. Geomorfologia.....	102



3.2.1. Depósitos Sedimentares Inconsolidados	104
3.2.2. Bacias Sedimentares e Coberturas Inconsolidadas	106
3.2.3. Faixas de Dobramentos e Coberturas Metassedimentares.....	113
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	117
OUTRAS FONTES CONSULTADAS	124
APÊNDICES	130
I. Mapa de Vegetação da Região Centro-Norte do Estado do Tocantins	
II. Mapa de Solos da Região Centro-Norte do Estado do Tocantins	
III. Mapa de Uso da Terra do Ano de 2015 da Região Centro-Norte do Estado do Tocantins	
IV. Mapa Geológico da Região Centro-Norte do Estado do Tocantins	
V. Mapa Geomorfológico da Região Centro-Norte do Estado do Tocantins	



Lista de Figura

Figura 1. Área do Mapeamento Hidrogeológico da Região Centro-Norte do estado do Tocantins	5
Figura 2. Modelo de ficha cadastro de poços	14
Figura 3. Procedimento para a avaliação da vulnerabilidade natural do aquífero.....	16
Figura 4. Tipos climáticos da RCN-TO	20
Figura 5. Temperatura média anual (°C)	22
Figura 6. Umidade Relativa do Ar - média anual (%)	22
Figura 7. Evaporação real - média mensal (mm).....	23
Figura 8. Evapotranspiração potencial - média mensal.	23
Figura 9. Precipitação média anual.....	24
Figura 10. Vazões específicas médias (L/s.km ²).....	25
Figura 11. Curvas de recessão - Estação 28240000	26
Figura 12. Constantes de recessão (dia ⁻¹).....	27
Figura 13. Mapa de litótipos geológicos	28
Figura 14. Balanço Hídrico Climatológico - Estação meteorológica Araguaína	31
Figura 15. Balanço Hídrico Climatológico - Estação meteorológica Pedro Afonso.....	31
Figura 16. Bacias hidrográficas utilizadas na análise da infiltração	32
Figura 17. Estação 22850000 - Ano: 1997.....	34
Figura 18. Estação 22850000 - Ano: 2000.....	34
Figura 19. Estação 27380000 - Ano: 1985.....	34
Figura 20. Estação 27380000 - Ano 2014.....	35
Figura 21. Estação 28240000 - Ano: 1982.....	35
Figura 22. Estação 28240000 - Ano: 2010.....	35
Figura 23. Distribuição dos solos na RCN-TO	41
Figura 24. Faixas do Índice de Desenvolvimento Humano	61
Figura 25. Demanda total de água projetada para o conjunto dos 74 municípios da Região Centro Norte - RCN do Estado do Tocantins (2017-2030).....	63
Figura 26. Variação (%) da demanda de água por tipo projetada para o conjunto dos 74 municípios do Região Centro Norte do Estado do Tocantins (2017-2030).....	64
Figura 27. Complexo Colmeia	70
Figura 28. Complexo Rio dos Mangues	70
Figura 29. Gnaisse Cantão	71
Figura 30. Formação Morro do Campo	71
Figura 31. Associação Máfico-Ultramáficas	73
Figura 32. Formação Xambioá	73
Figura 33. Suíte Gabroica Xambioá.....	75
Figura 34. Suíte Máfica, Ultra Máfica Quatipuru	75
Figura 35. Formação Pequizeiro	77
Figura 36. Formação Couto Magalhães	77
Figura 37. Granito Ramal do Lontra.....	78



Figura 38. Suíte Monte Santo	78
Figura 39. Suíte Granítica Santa Luzia	80
Figura 40. Suíte Lajeado - Suíte Granítica	80
Figura 41. Formação Serra Grande	83
Figura 42. Formação Cabeças	83
Figura 43. Formação Longá.....	85
Figura 44. Formação Poti.....	85
Figura 45. Formação Piauí.....	87
Figura 46. Formação Pedra de Fogo.....	87
Figura 47. Formação Motuca.....	88
Figura 48. Formação Sambaíba.....	88
Figura 49. Formação Mosquito.....	90
Figura 50. Formação Corda.....	90
Figura 51. Formação Codó	92
Figura 52. Formação Itapecuru	92
Figura 53. Grupo Urucua.....	94
Figura 54. Formação Rio das Barreiras.....	94
Figura 55. Cobertura Detrito-Lateríticas.....	96
Figura 56. Depósitos Detríticos Ferruginosas e/ou Lateríticos	96
Figura 57. Depósitos Colúvio-Eluviais	97
Figura 58. Depósitos Eólicos Continentais	97
Figura 59. Fácies Araguaia Depósitos Aluvionares	99
Figura 60. Depósitos Aluvionares.....	99
Figura 61. Mapa geológico da RCN-TO	101
Figura 62. Domínios e Unidades Geomorfológicas na RCN-TO	104
Figura 63. Depósitos Sedimentares Inconsolidados na RCN-TO.....	105
Figura 64. Bacias Sedimentares e Coberturas Inconsolidadas na RCN-TO	107
Figura 65. Faixas de Dobramentos e Coberturas Metassedimentares na RCN-TO.....	114



Lista de Quadros

Quadro 1. Classificação do índice e da classe de vulnerabilidade GOD.	16
Quadro 2. Unidades litoestratigráficas da RCN-TO.....	68



Lista de Tabelas

Tabela 1. Dados Climatológicos	21
Tabela 2. Balanço Hídrico Climatológico - Estação meteorológica Araguaína	30
Tabela 3. Balanço Hídrico Climatológico - Estação meteorológica Pedro Afonso.....	30
Tabela 4. Avaliação da infiltração - bacias selecionadas	32
Tabela 5. Avaliação das relações entre volumes escoados e precipitados.	33
Tabela 6. Distribuição em área e percentual dos grandes grupos de solos identificados na RCN-TO.	38
Tabela 7. Domínios e Unidades geomorfológicos identificados na área de estudo.	103
Tabela 8. Unidades geomorfológicos encontradas no domínio das Bacias Sedimentares e Coberturas Inconsolidadas.	107
Tabela 9. Unidades geomorfológicos encontradas no domínio das Faixas de Dobramentos e Coberturas Metassedimentares.	113



LISTA DE SIGLAS

ANA	Agência Nacional de Água e Saneamento Básico
ANM	Agência Nacional de Mineração
BIRD	Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento
BDGP	Banco de dados geográficos do projeto
CIM	Carta Internacional ao Milionésimo
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CNPS	Centro Nacional de Pesquisa de Solos
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
DNPM	Departamento Nacional de Produção Mineral
Embrapa	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FIETO	Federação de Indústrias de Tocantins
<i>GeoSGB</i>	Sistema de Geociências do Serviço Geológico do Brasil
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IDHM	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal
ICMbio	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
MA	Maranhão
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MME	Ministério de Minas e Energia
Naturatins	Instituto Natureza do Tocantins
PDRIS	Projeto de Desenvolvimento Regional Integrado e Sustentável do Tocantins



PEA	População Economicamente Ativa
PIB	Produto Interno Bruto
RCN-TO	Região Centro-Norte do Estado do Tocantins
SEAGRO	Secretaria de Agricultura e Pecuária e Aquicultura
SECTMA/PE	Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente de Pernambuco
SEMARH	Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos
Seplan	Secretaria do Planejamento e Orçamento do Estado do Tocantins
SGB	Serviço Geológico do Brasil
SGI	Sistema de Gestão Integrado
SIAGAS	Sistema de Informações de Águas Subterrâneas
SiBCS	Sistema Brasileiro de Classificação de Solos
SIGMINE	Sistema de Informações Geográficas da Mineração
SMS	Sistema de Segurança, Meio Ambiente e Saúde Ocupacional
SIRGAS	Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas
SRH/CE	Secretaria de Recursos Hídricos do Ceará
SRHE/PE	Secretaria de Recursos Hídricos e Energia de Pernambuco
SRH/RN	Secretaria de Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte
SRTM	<i>Shuttle Radar Topography Mission</i>
Sisdagro	Sistema de Suporte à Decisão na Agropecuária
STD	Sólidos Totais Dissolvidos
SWAT	<i>Soil and Water Assessment Tool</i>
TO	Tocantins
TDR	Termo de Referência
UHE	Usina hidrelétrica
UnB	Universidade de Brasília
Unesp	Universidade Estadual de São Paulo



USP Universidade de São Paulo

UTM Universal Transversa de Mercator



APRESENTAÇÃO

O relatório técnico DIAGNÓSTICO AMBIENTAL E SOCIOAMBIENTAL é parte integrante da ELABORAÇÃO DE ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS DA REGIÃO CENTRO-NORTE DO ESTADO DO TOCANTINS^[1]. Este trabalho foi desenvolvido no escopo do Projeto de Desenvolvimento Regional Integrado e Sustentável do Tocantins (PDRIS), elaborado com recursos do Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento (BIRD)^[2].

Os estudos hidrogeológicos efetuados na região Centro-Norte do Estado do Tocantins foram realizados entre 29/06/2021 e 29/01/2022.

Os resultados do trabalho estão sistematizados em três volumes: (i) Diagnóstico Ambiental e Socioambiental; (ii) Escolha da Rede de Monitoramento / Cadastramento dos Poços da Rede / Interpretação dos Testes de Aquíferos / Potenciometria dos Aquíferos Livres; e (iii) Diagnóstico Hidrogeológico.

O relatório técnico DIAGNÓSTICO AMBIENTAL E SOCIOAMBIENTAL apresenta os resultados da avaliação do estado da arte dos aspectos fisiográficos e socioeconômicos da área de estudo. A análise abrangeu os temas hidroclimatologia, geologia, geomorfologia, solos, vegetação, uso da terra, hidrografia, socioeconomia e demandas hídricas.

^[1] A ELABORAÇÃO DE ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS DA REGIÃO CENTRO-NORTE DO ESTADO DO TOCANTINS foi executada por meio do contrato nº 04/2021, firmado entre a Secretaria do Planejamento e Orçamento do Estado do Tocantins - SEPLAN e o CONSÓRCIO SAMBAÍBA - formado pelas empresas COSTA CONSULTORIA E SERVIÇOS TÉCNICOS e OIKOS PESQUISA APLICADA LTDA.

^[2] Contrato de empréstimo nº 8185-0-BR.



GOVERNO DO TOCANTINS



1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

1.1. Objetivos do Estudo

1.1.1. Objetivos gerais

O objetivo geral da *Elaboração de Estudos Hidrogeológicos da Região Centro-Norte do Estado do Tocantins*, por meio da geração de mapa hidrogeológico, consiste em destacar, por aquífero, suas condições hidrogeológicas, vulnerabilidades, potencialidades, qualidades físico-química das águas subterrâneas e inventário dos poços.

Os resultados do trabalho subsidiarão o Estado do Tocantins na elaboração de políticas públicas adequadas ao aproveitamento sustentável das águas subterrâneas da região objeto de estudo

1.1.2. Objetivos Específicos

Os objetivos específicos que se consubstanciam em metas de desenvolvimento do projeto, são os seguintes:

- a) avaliar o estado da arte na hidrogeologia, geomorfologia, geologia, hidrologia, hidrogeoquímica, geofísica, estudos socioeconômicos, de uso e ocupação da terra na área de estudo;
- b) realizar o cadastramento dos poços de captação de água, identificando, sempre que possível, informações de caráter construtivo, vazão de exploração, aquíferos captados, níveis estático e dinâmico, qualidade química e usos da água, tipo e capacidade da bomba instalada, regime de bombeamento e observar se o uso da água do poço está outorgado;
- c) fornecer subsídios para a construção de poços futuros, conforme objetivos e áreas de localização, com melhor performance na relação custo/benefício;
- d) delinear a distribuição espacial das diversas unidades estratigráficas com vistas à sua importância hidrogeológica relativa ao estado do Tocantins, identificando a potencialidade dos aquíferos;
- e) estabelecer as disponibilidades e demandas das águas subterrâneas (situação atual da exploração de água subterrânea por aquífero) e projetar a demanda para 25 anos;
- f) determinar as áreas críticas em termos de quantidade e/ou qualidade e aquelas de uso restrito (naturais ou antrópicos);
- g) caracterizar hidroquimicamente as águas subterrâneas por aquífero, com base em análises químicas e em diagramas hidroquímicos específicos;
- h) estabelecer as relações existentes entre as águas superficiais e subterrâneas (interação rio x aquífero);



- i) obter séries de vazões dos rios na área de estudo e elaborar hidrogramas, após consistência das séries históricas disponíveis;
- j) estimar as descargas de base (fluxos basais) através do balanço hídrico ou por meio da separação do fluxo de base nos hidrogramas, quando possível;
- k) obter dados que sirvam de subsídio à análise de processos de outorga e licenciamento ambiental de empreendimentos que utilizem águas subterrâneas ou apresentem potencialidade de contaminá-las.

1.2. Área de Estudo

A área objeto dos estudos é a Região Centro-Norte do Estado do Tocantins (Figura 1), limitada a oeste pelo estado do Pará; a leste e norte pelo estado do Maranhão; e a sul por municípios tocantinenses.

A extensão da Região Centro-Norte do Estado do Tocantins (RCN-TO) é de 104.455,97 km², representando 38,19% da área total do estado.

A área de estudo contempla os 74 municípios relacionados a seguir: Abreulândia, Aguiarnópolis, Ananás, Angico, Aragominas, Araguacema, Araguanã, Araguaatins, Araguaína, Arapoema, Augustinópolis, Axixá do Tocantins, Babaçulândia, Bandeirantes do Tocantins, Barra do Ouro, Barrolândia, Bernardo Sayão, Bom Jesus do Tocantins, Brasilândia do Tocantins, Buriti do Tocantins, Cachoeirinha, Campos Lindos, Carmolândia, Carrasco Bonito, Centenário, Colinas do Tocantins, Colmeia, Couto Magalhães, Darcinópolis, Dois Irmãos do Tocantins, Esperantina, Filadélfia, Tabocão, Goianorte, Goiatins, Guaraí, Itacajá, Itaguatins, Itapiratins, Itaporã do Tocantins, Juarina, Lizarda, Luzinópolis, Maurilândia do Tocantins, Miracema do Tocantins, Miranorte, Muricilândia, Nazaré, Nova Olinda, Palmeirante, Palmeiras do Tocantins, Pau D'arco, Pedro Afonso, Pequizeiro, Piraquê, Praia Norte, Presidente Kennedy, Recursolândia, Riachinho, Rio Sono, Rio dos Bois, Sampaio, Santa Fé do Araguaia, Santa Maria do Tocantins, Santa Terezinha do Tocantins, São Bento do Tocantins, São Miguel do Tocantins, São Sebastião do Tocantins, Sítio Novo do Tocantins, Tocantinópolis, Tupirama, Tupiratins, Wanderlândia e Xambioá.

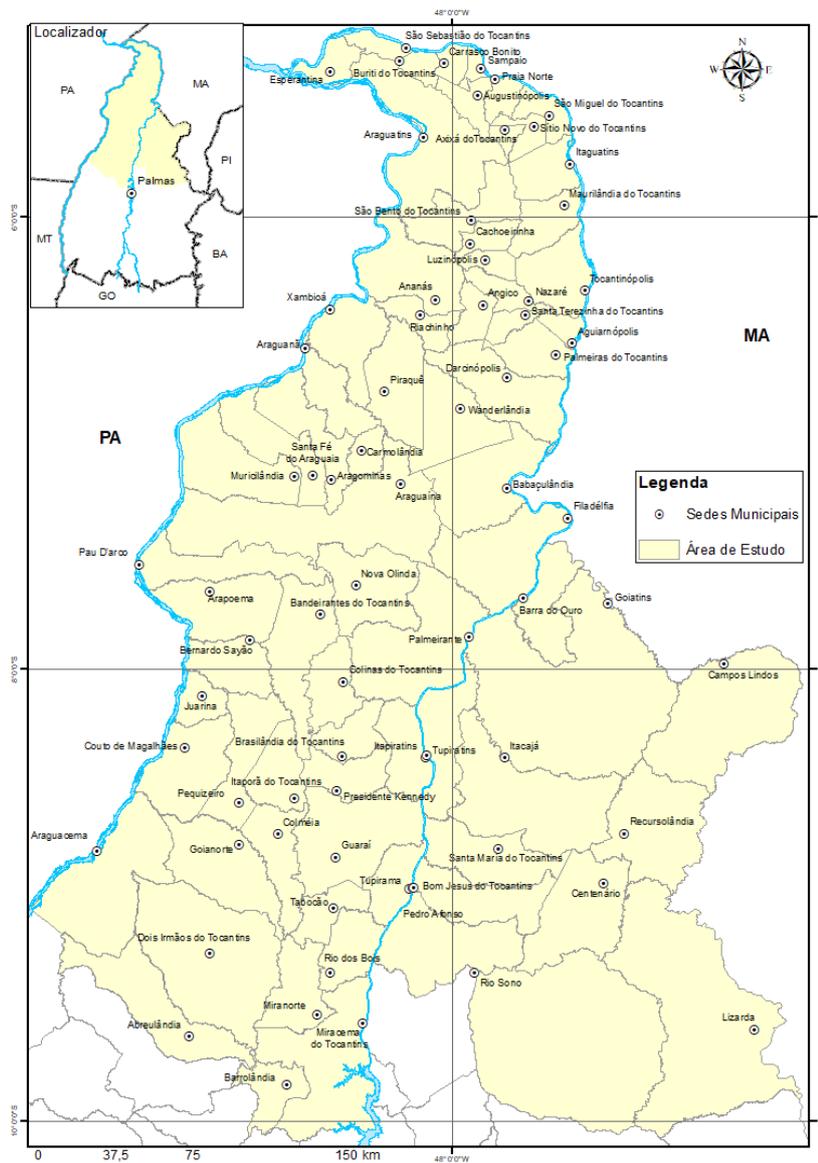


Figura 1. Área do Mapeamento Hidrogeológico da Região Centro-Norte do estado do Tocantins

Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

1.3. Metodologia

1.3.1. Metodologia para Levantamento de Dados

Durante a atividade de Levantamento e sistematização dos dados, informações e estudos existentes, a equipe realizou pesquisas bibliográfica e documental a fim de obter dados de fontes públicas e privadas, para formar a base de informações geográficas da área em estudo para os temas de interesse do projeto. As buscas por informações e dados foram realizadas em ambiente web em sites de órgãos públicos estaduais e federais, e de empresas privadas.



Dados de recursos naturais e socioeconômicos tiveram suas buscas priorizadas em sites dos governos estadual e federal. As informações de águas subterrâneas foram pesquisadas em sites dos governos estadual e federal, sobretudo do Serviço Geológico do Brasil (CPRM), e também de empresas privadas que realizam perfuração de poços tubulares profundos no Tocantins.

As principais fontes de informação pesquisadas foram as seguintes:

- a. Órgãos públicos estaduais do Tocantins que mantêm publicações de estudos compreendendo planos de bacias hidrográficas, zoneamentos, ou dados de recursos naturais (geologia, relevo, solos, relevo e clima) e informações socioeconômicas em seus sites, assim como de bases cartográficas básicas e de temas ambientais;
- b. Órgãos públicos federais que detêm estudos ou informações de recursos naturais, envolvendo: geologia, relevo, solos, clima, vegetação, gestão de recursos hídricos, águas subterrâneas, altimetria, entre outros;
- c. Empresas privadas do segmento de águas subterrâneas, em especial aquelas que mantêm um cadastro ativo de poços tubulares perfurados.

Para os dados cartográficos básicos ou temáticos, à medida que eles iam sendo obtidos (camadas ou planos de informação geográfica), eles eram inseridos em um banco de dados preliminar em *ArcGIS* para serem submetidos a validação topológica obedecendo as regras para cada tipo de representação vetorial, sendo:

- Polígonos: não devem se sobrepor; não devem conter fendas; não devem conter geometrias inválidas; não devem conter duplicidade de feições;
- Linhas: não devem interceptar-se sem um nó; não devem conter duplicatas; não devem conter geometrias inválidas, não devem conter pseudonós, não devem conter oscilações;
- Pontos: devem estar dentro da área estudo, não deve ser duplicado, não devem ter geometria inválidas.

Após a validação, os planos de informação eram reservados para compor o banco de dados geográficos do projeto (BDGP).

Em relação aos dados de águas subterrâneas, tanto aqueles que se referem a estudos existentes, como os dados de poço, iam sendo analisados, levando-se em conta os seguintes aspectos:

Confiabilidade da informação: muitas análises físico-químicas são de procedência duvidosa, e ao ser calculado o erro permissível constata-se a sua invalidade; os perfis geológicos muitas vezes são apresentados por empresas de perfuração que não dispõem de especialista responsável (geólogo ou engenheiro de minas) e descrevem termos não convencionais.

Análise da exatidão das avaliações apresentadas: alguns estudos já foram elaborados sem a devida profundidade e, a partir de informações ou dados imprecisos, ou ainda em



função de metodologias inadequadas, foram efetuadas avaliações de parâmetros quantitativos de aquífero, não confiáveis.

Correlação de informações e resultados: torna-se necessário correlacionar todos os dados levantados a fim de evitar duplicidade de informações, como por exemplo, um mesmo poço ser apresentado em duas “listagens” com numerações diversas, uma mesma análise físico-química ser apresentada em dois ou mais poços, dentre outras.

1.3.2. Metodologia para Levantamento de Dados

Para a caracterização do regime pluviométrico da RCN-TO, foram selecionados dados de 37 postos pluviométricos localizados dentro ou próximos dos limites da área do estudo. As séries de totais acumulados mensais foram obtidas por meio do Portal *Hidroweb* da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), optando-se pelas séries de dados consistidos (1981-2010).

Em termos climatológicos, as variáveis tratadas e analisadas no estudo foram: Evaporação Real (evaporímetro de Piché), Evapotranspiração Potencial, Evapotranspiração Real, Temperatura média e Umidade Relativa do Ar. Na caracterização do regime hídrico os dados utilizados dos 22 postos pluviométricos (séries de dados diários consistidos foram obtidas por meio do Portal *Hidroweb*) foram interpolados e exibidos por meio da distribuição espacial das vazões médias específicas (em L/s.km²)

Para o balanço hídrico utilizou-se o Portal *Sisdagro* - Sistema de Suporte à Decisão na Agropecuária do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), que possui um aplicativo para o cálculo do balanço hidroclimatológico para as estações cadastradas no sistema, utilizando o método de Thornthwaite e Mather. As análises consideram um armazenamento inicial de 100 mm. O balanço hídrico climatológico é mais frequentemente apresentado na escala mensal e para um ano médio, ou seja, o balanço hídrico cíclico, elaborado a partir das normais climatológicas de temperatura média e chuva do local. O balanço hídrico climatológico é um instrumento agrometeorológico útil e prático para caracterizar o fator umidade do clima, sendo sua utilização indispensável na caracterização climática de uma região estudada.

Quanto à vegetação, a partir de dados preexistentes sobre a flora do Tocantins, sobretudo do projeto Mapeamento das Regiões Fitoecológicas e Inventário Florestal do Estado do Tocantins (SEPLAN, 2013^[3]), foi realizado um diagnóstico das unidades fitofisionômicas ou fitofisionomias com suas distribuições por municípios e unidades geológicas. O diagnóstico contemplou a caracterização das unidades fitofisionômicas,

[3] SECRETARIA DO PLANEJAMENTO E DA MODERNIZAÇÃO DA GESTÃO PÚBLICA (SEPLAN). 2013. 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).



seus papéis como parte integrante da paisagem e suas funções como elemento que favoreça a infiltração da água no solo e, conseqüentemente, a recarga de aquíferos.

Agregou-se informações do tema “uso da terra” dentro desta análise, por meio de dados preexistentes nas instituições do Governo do Estado do Tocantins (SEPLAN, SEMARH e Naturatins) e do Governo Federal (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE). Os dados da SEPLAN, mais relevantes que subsidiaram o trabalho, foram os mapas de cobertura e uso da terra de 2007 e 2015 (SEPLAN, 2012b^[4]; SEFAZ, 2021^[5]). O mapa de cobertura e uso da terra apresenta classes de cobertura e uso da terra de acordo com Manual Técnico de Uso da Terra (IBGE, 2013^[6]), Mapeamento da Dinâmica da Cobertura e Uso da Terra (SEPLAN, 2012b^[4]), e Mapeamento das Regiões Fitoecológicas e Inventário Florestal do Estado do Tocantins (SEPLAN, 2013).

Para o relevo foram adotados procedimentos similares aos de geologia. As unidades tiveram seus limites revisados. Foi usada a textura como principal elemento de reconhecimento nas imagens, uma vez que ela se fundamenta nos aspectos da drenagem e do relevo, cujo arranjo geométrico leva ao padrão predominante de um modelado (IBGE, 2009^[7]). O mapa final ficou composto por unidades geomorfológicas com base em IBGE (2007c^[8]) e dos trabalhos de geomorfologia elaborados no Zoneamento Ecológico-Econômico do Norte do Estado do Tocantins (SEPLAN, 2004^[9]).

Para os solos, no diagnóstico foi realizado a revisão das unidades sobre imagens de Landsat 8 combinadas com a imagem relevo sombreado do *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), a partir do mapa exploratório de solos do estado do Tocantins recortado para a RCN-TO. As unidades foram revisadas de acordo com a metodologia preconizada e adotada pelo CNPS (Centro Nacional de Pesquisa de Solos) da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), e as unidades identificadas e caracterizadas ao nível de grandes grupos, de acordo com o Sistema Brasileiro de

^[4] SECRETARIA DO PLANEJAMENTO E DA MODERNIZAÇÃO DA GESTÃO PÚBLICA (SEPLAN). 2012. Diretoria Geral de Pesquisa e Zoneamento Ecológico-Econômico. Diretoria de Zoneamento Ecológico-Econômico (DZE). Projeto de Desenvolvimento Regional Sustentável. **Estudo da Dinâmica da Cobertura e Uso da Terra do Estado do Tocantins**. Dinâmica do Tocantins. Escala 1:100.000. Palmas: Seplan/DZE, 2012b. v. I. (Organizado por Rodrigo Sabino Teixeira Borges).

⁵ SECRETARIA DA FAZENDA E PLANEJAMENTO (SEFAZ). 2021. Superintendência de Planejamento Governamental. Diretoria de Gestão de Informações Territoriais e Socioeconômicas. Gerência de Zoneamento Territorial. Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Tocantins. **Cobertura e Uso da Terra do Ano de 2015**. Escala 1:100.000. Palmas: SEFAZ/GZT, 2021.

^[6] INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2013. Diretoria de Geociências. **Manual técnico de uso da terra**. Rio de Janeiro: IBGE, 2013. 171p. (Manuais técnicos em geociências, n. 7).

^[7] INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2009. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. **Manual técnico de geomorfologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2009. 182 p.

^[8] INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2007. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. **Mapa de Geomorfologia do Estado do Tocantins**. Escala 1:1.000.000. Rio de Janeiro: IBGE, 2007. Disponível em <https://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/geomorfologia/mapas/unidades_da_federacao/to_geomorfologia.pdf>. Acesso: 19 jun. 2021.

^[9] SECRETARIA DO PLANEJAMENTO E MEIO AMBIENTE (SEPLAN). 2004. Diretoria de Zoneamento Ecológico-Econômico (DZE). Projeto de Gestão Ambiental Integrada da Região do Bico do Papagaio. Zoneamento Ecológico-Econômico. **Plano de Zoneamento Ecológico-Econômico do Norte do Estado do Tocantins**. Org. por Vítor Bellia e Ricardo Ribeiro Dias. Palmas, Seplan/DZE, 2004. 202p., ilust. Séries ZEE - Tocantins / Bico do Papagaio / Plano de Zoneamento Ecológico-Econômico.



Classificação de Solos (SiBCS). A nomenclatura das unidades foi mantida conforme o mapa de solos do IBGE (IBGE, 2007b^[10]).

Na reinterpretação geológica aplicaram-se os conceitos e procedimentos de interpretação visual de imagens de Veneziani e Anjos (1982^[11]) que se baseiam em elementos texturais de drenagem e relevo (Método Lógico e Sistemático). Usaram-se, na reinterpretação, imagens de relevo sombreado do SRTM para melhorar a identificação das linhas de quebras de relevo e de topos. A incorporação das imagens de relevo sombreado no processo foi consequência dos resultados obtidos por Crepani e Medeiros (2004^[12]) e Dias (2008^[13]) quando usaram imagens derivadas de modelo numérico de terreno do SRTM na interpretação para geologia, geomorfologia e pedologia.

A análise do meio socioeconômico teve como ênfase aspectos relacionados à demografia. Em seguida, foi realizada análise do Índice de Desenvolvimento Humano Municipal da população (IDHM), utilizando-se a adaptação brasileira do Índice de Desenvolvimento Humano Global (IDH) adotado pela Organização das Nações Unidas (ONU). Esse índice é de grande relevância para a avaliação das transformações e do desenvolvimento da população local, utilizando-se de três dimensões básicas que são agregadas para formar o índice: IDHM-L - Longevidade; IDHM-E - Educação; e IDHM-R - Renda. O IDHM é calculado como a média geométrica dos índices parciais relacionados a cada dimensão, varia de 0 a 1, e pode ser classificado em cinco categorias.

A caracterização da população da região também foi feita por meio de avaliação das faixas etárias dos habitantes dos municípios estudados. A população da região foi obtida para os 74 municípios estudados segundo informações dos censos demográficos de 2000, 2010 e estimativa populacional 2020 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE e foi distribuída por faixa etária segundo o modelo de pirâmide etária. Com isso, é possível verificar e avaliar a distribuição da população por diferentes faixas, tanto para a população masculina quanto a feminina. Com a avaliação para os anos de 2000 e 2010, é possível verificar tendências que poderão levar a alterações econômicas na região e, com isso, no uso e demanda hídrica. A pirâmide etária da região foi comparada com o mesmo modelo para o estado de Tocantins e para o Brasil para os anos de 2000 e 2010 de forma a verificar diferentes e características regionais.

[10] INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2007. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. **Pedologia**: Mapa Exploratório de Solos. Estado do Tocantins. Escala 1:1.000.000. Rio de Janeiro: IBGE, 2007. Disponível em: <ftp://geofp.ibge.gov.br/mapas/tematicos/tematico_estadual/TO_solos.pdf >. Acesso: 19 jun. 2021.

[11] VENEZIANI, P.; ANJOS, CC. E. 1982. **Metodologia de interpretação de dados de sensoriamento remoto e aplicações em geologia**. São José dos Campos, INPE, 1982 (INPE-227-MD/014).

[12] CREPANI, E.; MEDEIROS, J. S. 2004. **Imagens fotográficas de MNT do Projeto SRTM para fotointerpretação na Geologia, Geomorfologia e Pedologia**. São José dos Campos: Inpe, 2004. (INPE-11238-RPQ/761).

[13] DIAS, R. R. 2008. **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.



Outro aspecto relevante para a avaliação da população de uma região e que tem influência na demanda hídrica trata da relação entre população urbana e rural e suas tendências. A tendência de urbanização verificada no Brasil também foi identificada na região, o que leva a mudanças no uso da água e nas atividades econômicas. Também a análise de densidade demográfica ajuda nessa análise mostrando serem municípios com baixa concentração populacional, o que é importante para avaliar a condição de pressão por demanda hídrica para que possa levar a um maior incremento da população.

A análise de emprego e renda da região foi avaliada por meio de índice de População Economicamente Ativa (PEA), que trata daquela inserida no mercado de trabalho e em idade de trabalhar. Nesse caso, a metodologia adotada para a obtenção desse índice é que a população ocupada se refere às pessoas que estão trabalhando ou vinculadas a algum trabalho. Por outro lado, a consideração como população desocupada trata daquelas pessoas que não estão trabalhando, mas que buscaram de alguma forma trabalho nos 30 dias que antecederam a pesquisa. A população ocupada foi distribuída, ainda, por tipologia de serviço entre os trabalhadores agrícolas, do comércio, serviços ou outros.

Seguindo a análise, foi avaliada a economia da região, por meio da ocupação do solo e dinâmica relacionada aos principais empreendimentos existentes. Iniciou-se a análise por meio da busca de informações do Produto Interno Bruto (PIB) dos municípios, comparando com a condição do restante do estado e índices de crescimento do país ao longo dos últimos anos. A verificação dos municípios com maior índice relacionado ao PIB foi realizada com a finalidade de verificar os principais polos da região, como pode ser verificado no capítulo que apresenta os resultados dessa análise.

A análise da economia regional segue pela avaliação do Valor Adicionado Bruto e a metodologia adotada foi por meio de sua divisão por setor da economia e a comparação dos índices locais com a condição do estado de Tocantins e do país.

Trata-se de mais uma análise importante para identificação das principais características da região e a comparação com outras áreas permite identificar condições específicas locais.

A partir daí, foram avaliados os principais aspectos relacionados a cada setor econômico da região. Para essa avaliação foram buscadas informações de Produção Agropecuária Municipal do IBGE, envolvendo número de cabeças de cada tipologia animal e tipologias de empreendimentos existentes na região, baseando-se nas informações de outorgas da região e da Federação de Indústrias de Tocantins (FIETO). A produção agrícola foi avaliada com base nos índices apresentados por município pela Secretaria de Agricultura e Pecuária e Aquicultura (SEAGRO). Nesse sentido, de acordo com as informações disponíveis foi feita avaliação da produção, culturas plantadas, área de plantio e produtividade em toneladas por hectare. Outros setores econômicos foram também avaliados com base em informações de IBGE, FIETO, SEAGRO e CPRM/SGB, notadamente o setor mineral e piscicultura, pelo fato de



abrigar dois importantes empreendimentos e com grande consumo de água por meio de evaporação em função da grande superfície de espelho d'água.

1.3.3. Fontes de Informação Utilizadas

A pesquisa de dados em órgãos públicos do Tocantins abrangeu diferentes recortes geográficos, entre eles: estadual, regional, bacias hidrográficas, cartas do recorte da Carta Internacional ao Milionésimo - CIM (escalas 1:100.000 e 1:250.000) e municípios inseridos dentro da área de interesse do estudo.

Quanto aos aspectos físicos e bióticos, os dados foram pesquisados pelas equipes do projeto, sendo ao final do processo compilados e agrupados pelos temas: (a) dados cartográficos básicos (hidrografia, limites municipais, sedes municipais, unidades de conservação, terras indígenas); (b) gestão de recursos hídricos (planos de bacias hidrográficas); (c) climatologia e hidrologia; (d) vegetação (regiões fitoecológicas e fitofisionomias); (e) cobertura e uso da terra (unidades); (f) geologia (unidades e estruturas); (g) hidrogeologia (aquíferos); (h) solos (unidades - grupos e subgrupos); (i) relevo (declividade, unidades de relevo, altimetria). Também foram obtidas imagens Plêiades ano 2015, disponibilizadas para uso durante o projeto.

Em relação aos aspectos socioeconômicos, os dados pesquisados e organizados para as posteriores análises envolveram: (a) população e perfil socioeconômico dos usuários da água; (b) dados das principais atividades econômicas regionais (indústria, comércio, agricultura, serviços públicos e privados, dentre outros); (c) atividades econômicas dos municípios, com ênfase para as demandas hídricas para consumo humano, irrigação, dessedentação de animais, indústrias, agropecuária, piscicultura, mineração; (d) aspectos sanitários das sedes municipais, distritos e comunidades urbanas; (e) aspectos indicativos de fontes potenciais de contaminação como lixões, efluentes de esgotos, efluentes de indústrias, concentrados de dessalinizadores, uso de agrotóxicos na irrigação, dentre outros; (f) indicadores de Desenvolvimento Humano, de Educação e de Desenvolvimento Industrial.

Os dados foram pesquisados nos sites da Secretaria do Planejamento e Orçamento do Tocantins (SEPLAN), Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMARH) e Instituto Natureza do Tocantins (Naturatins).

A pesquisa de dados em órgãos públicos federais, também, abrangeu diferentes recortes geográficos, entre eles: estadual, regional, bacias hidrográficas, cartas do recorte CIM (escalas 1:100.000 e 1:250.000) e municípios inseridos dentro da área de interesse do estudo.

Para os aspectos físico e bióticos, os dados foram pesquisados, compilados e agrupados pelos temas: (a) dados cartográficos básicos (unidades de conservação); (b) gestão de recursos hídricos (planos de bacias hidrográficas); (c) climatologia e hidrologia (série de dados históricos de pluviometria, fluviometria e normais climatológicas); (f) geologia (unidades e estruturas); (g) hidrogeologia (aquíferos e poços); (h) solos (unidades - grupos e subgrupos); (i) relevo (declividade, unidades de



relevo, altimetria). Imagens Landsat 8 do ano de 2021 foram obtidas para incorporação nos trabalhos de diagnóstico envolvendo geologia, relevo e solos.

Em termos dos aspectos socioeconômicos, os dados pesquisados e organizados para as posteriores análises envolveram: (a) população e perfil socioeconômico dos usuários da água; (b) dados das principais atividades econômicas regionais (indústria, comércio, agricultura, serviços públicos e privados, dentre outros); (c) atividades econômicas dos municípios, com ênfase para as demandas hídricas para consumo humano, irrigação, dessedentação de animais, indústrias, agropecuária, piscicultura, mineração; (d) aspectos sanitários das sedes municipais, distritos e comunidades urbanas; (e) aspectos indicativos de fontes potenciais de contaminação como lixões, efluentes de esgotos, efluentes de indústrias, concentrados de dessalinizadores, uso de agrotóxicos na irrigação, dentre outros; (f) indicadores de Desenvolvimento Humano, de Educação e de Desenvolvimento Industrial.

Os dados foram pesquisados nos sites do Serviço Geológico do Brasil (CPRM), nos portais do Sistema de Geociências do Serviço Geológico do Brasil (*GeoSGB*) e Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS), Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), Agência Nacional de Águas e Saneamento (ANA), portal Hidroweb, Ministério do Meio Ambiente (MMA), Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMbio), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Também foram realizadas pesquisas em sites de universidades - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Universidade de São Paulo (USP), UnB (Universidade de Brasília), dentre outros).

A pesquisa de dados em empresas privadas foi direcionada para águas subterrâneas. Inicialmente efetuou-se uma pesquisa preliminar em ambiente web e realizou-se contato direto com empresas, buscando em uma informação verbal obter um panorama sobre quantidade de poços perfurados, localização/distribuição dos poços perfurados na área de interesse, e sobre a existência de uma base de dados de poços com possibilidade de geração de consultas, pesquisas, extração e geração de relatórios.

Com base nas informações obtidas, priorizou-se a compra de uma base de dados da área de interesse diretamente da empresa Trhimil - Tocantins Recursos Hídricos Minerais Ltda., que detém um amplo acervo com informações contundentes de poços no estado de Tocantins, em meio digital (localização, data de perfuração, profundidade do poço, profundidade de filtros, tipos de filtros, diâmetro, nível estático, nível dinâmico, rebaixamento, vazão, vazão específica, tipo de aquífero).

1.3.4. Cadastramento da Rede de Monitoramento no Campo

Para cada poço pré-selecionado a partir dos dois cadastros existentes: Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS), ligado à Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais (CPRM), e Trhimil, foi efetuada uma averiguação de campo com preenchimento de uma Ficha Cadastral, mostrada como exemplo na Figura 2, com inclusão total no *Apêndice II. Ficha dos Poços Cadastrados* do relatório técnico



ESCOLHA DA REDE DE MONITORAMENTO / CADASTRAMENTO DOS POÇOS DA REDE / INTERPRETAÇÃO DOS TESTES DE AQUÍFEROS / POTENCIOMETRIA DOS AQUÍFEROS LIVRES.

Em cada poço foram preenchidos os dados locais, registrada as coordenadas geográficas e altitude com uso do GPS de navegação modelo *Etrex da Garmin* e em seguida foram medidos os dados de profundidade de NE e do ND, rebaixamento e vazão.

Durante o bombeamento, foi retirada uma amostra de água na torneira existente na saída do poço (vide figura inserida na ficha do poço) e efetuadas as medições de Condutividade Elétrica e Sólidos Totais Dissolvidos, através de equipamento *Portable E-1 TDS&EC meter* e de um peagômetro portátil AK90 da Akso;

Os demais elementos da Ficha Cadastral foram obtidos por informação junto ao proprietário / operador.

Na parte inferior da referida ficha consta uma foto do poço, com uma etiqueta de identificação no topo e ao lado um croqui do local obtido pelo serviço da "*Google Maps*".



CADASTRO DE USUÁRIOS DE PONTOS D'ÁGUA		FICHA Nº 093	
DADOS DE IDENTIFICAÇÃO			
Código: T18	SIAGAS:	Poço tubular <input checked="" type="checkbox"/> Poço amazonas <input type="checkbox"/> Fonte <input type="checkbox"/>	
Local: PA Santa Clara Araguacema TO	Proprietário: ATS		
Endereço:	Município: Araguacema TO		
Bacia Sedimentar: CRISTALINO	Bacia Hidrográfica: Rio Araguaia		
Coordenadas UTM: N: 22L 650.124	E: 8.985.400	MC:	Cota: 194 m
Data da Perfuração: 15/06/2007	Empresa que perfurou: TRHIMIL		
DADOS GEOLÓGICOS E HIDROGEOLOGICOS			
Formação geológica: rocha cristalina	Estruturas geológicas: não expostas		
Tipo de solo: Argiloso	Nome do aquífero explotado: Fraturado Centro-Sul		
Tipo de aquífero: Poroso <input type="checkbox"/> Fissural <input checked="" type="checkbox"/> Cárstico-fissural <input type="checkbox"/>			
Condição hidráulica do aquífero: Livre <input checked="" type="checkbox"/> confinado <input type="checkbox"/> Semi-confinado <input type="checkbox"/>			
Profundidade: 164 m	Alt.boca: 50 cm	Cota boca: 194 m	Diâmetro: 6"
N.E. 13 m	N.D. 97 m	Vazão: 17200 l/h	Vazão específica: 200 l/h/m
Tipo revestimento: Aço	Equipamento de bombeamento: Bomba submersa		
Energia elétrica: monofásica <input type="checkbox"/> trifásica <input checked="" type="checkbox"/>	Outra fonte enérgia:		
QUALIDADE DA ÁGUA			
Condutividade Elétrica: 0126 µS/cm	pH: 7,8	Temperatura: 30 °C	
SITUAÇÃO DO POÇO:			
Operando <input checked="" type="checkbox"/> Desativado <input type="checkbox"/>	Motivo da desativação:		Desde:
Regime de operação: 18 h/dia	7 dias/semana	12 meses por ano	
ATENDIMENTO E USO DA ÁGUA			
Público <input checked="" type="checkbox"/> Particular <input type="checkbox"/>	Nº de famílias atendidas: 225	Uso(s): Cons. Humano	
Tipo de reservatório: Taça 30 mil lts	Distribuição: Rede domestica		
Condição sanitária: Poço protegido	Fonte de contaminação:		
SITUAÇÃO DE REGULARIZAÇÃO DO POÇO: Não soube informar			
Registrado? SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/>	Licença de Instalação nº		Data:
Licença de Operação nº	Data:	Outorga inicial nº	Data:
DOCUMENTOS ANEXADOS			
Perfil construtivo <input type="checkbox"/> Perfil geológico/estratigráfico <input type="checkbox"/> Análise físico-química <input type="checkbox"/>			
Análises bacteriológica <input type="checkbox"/> Perfilagem geofísica <input type="checkbox"/> Ensaíos de bombeamento <input type="checkbox"/>			
Fotografia colorida e georreferenciada		Croqui de localização	
			
OBSERVAÇÕES COMPLEMENTARES			
Data do cadastro: 03/08/2021	Nome do informante: Francisco José da Silva		
Nome do cadastrante: Resivaldo Barros de Amorim			

Figura 2. Modelo de ficha cadastro de poços
Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).



1.3.5. Interpretação dos Testes de Bombeamento

Para o cálculo da transmissividade (T) através do *software GWW* não foi possível utilizar as medidas de recuperação do nível dinâmico, tendo em vista a reduzida duração de medição dessa recuperação, além do que, na maioria dos poços não era esperado o tempo total a ser medido.

Esse software possui 4 rotinas principais de ajuste das curvas:

- a) **Theis**, o método de ajuste de curva usa a função padrão de poço $W(u)$;
- b) **Jacob**, que é uma aproximação da solução da equação de **Theis**;
- c) **Hantush**, o método de ajuste de curva usa a função padrão para poços drenantes $W(u,r/B)$;
- d) **Método de Recuperação**.

Para avaliação da condutividade hidráulica (K) foi dividido o valor da transmissividade (T) pela espessura do aquífero penetrado pelo poço, obtida pela análise do perfil litológico apresentado no relatório técnico do poço. Nesse cadastro de poços da Trhimil Tocantins Recursos Hídricos Minerais Ltda., alguns não tinham o perfil litológico e construtivo do mesmo.

1.3.6. Avaliação do Índice de Vulnerabilidade

Para definição da vulnerabilidade natural dos aquíferos foi utilizada a metodologia adotada por Foster e Hirata (1988): o **índice de vulnerabilidade GOD**.

O índice de vulnerabilidade GOD considera os seguintes parâmetros (Foster e Hirata, 1988):

- **Tipo de ocorrência do aquífero** (parâmetro G): desde livre a confinado, ou ausente.
- **Tipos litológicos acima da zona saturada** (parâmetro O): que além dos litótipos, considera o grau de consolidação, o grau de fraturamento e conteúdo de argila, componentes que relevam o grau de permeabilidade do aquífero.
- **Profundidade do nível da água ou do teto do aquífero confinado** (parâmetro D).

A cada um destes fatores é atribuído um índice, sendo feito o produto dos três índices cujo resultado é um quarto índice que representa a vulnerabilidade natural do aquífero. O processo de avaliação do **índice de vulnerabilidade GOD** é ilustrado na Figura 3. O índice GOD quantitativo obtido é transformado numa escala qualitativa ou classe de vulnerabilidade que se sumariza no Quadro 1.

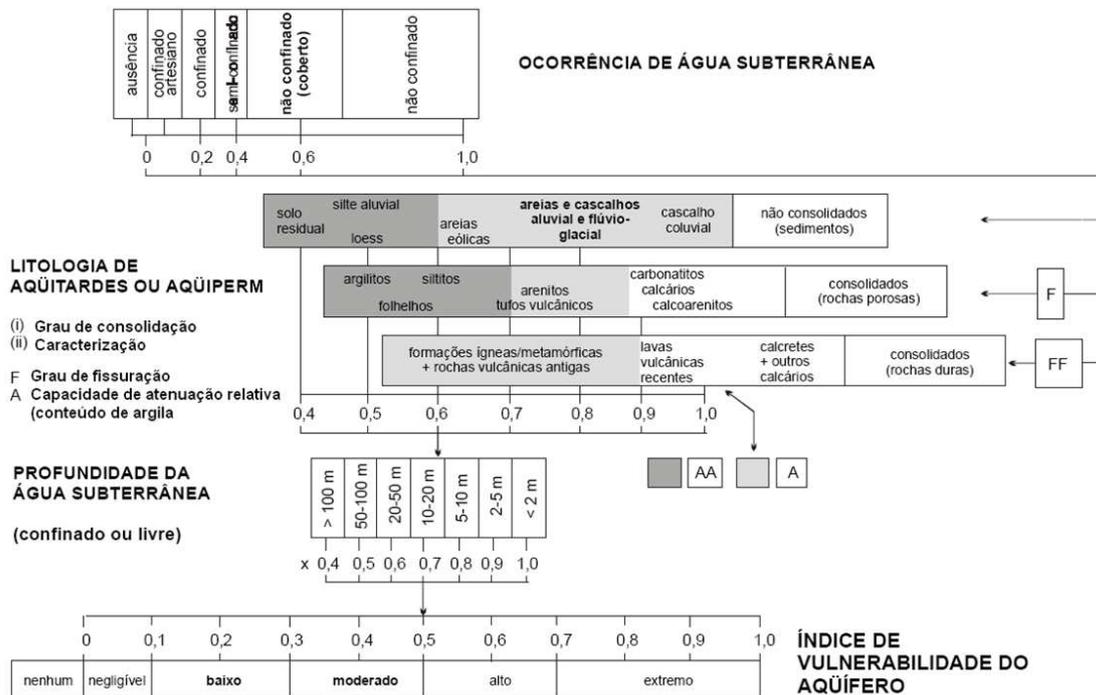


Figura 3. Procedimento para a avaliação da vulnerabilidade natural do aquífero

Fonte: Foster e Hirata, 1988.

Quadro 1. Classificação do índice e da classe de vulnerabilidade GOD.

Índice GOD	Classe de vulnerabilidade
0,0 - 0,1	Negligível (ou Desprezível)
0,1 - 0,3	Baixo
0,3 - 0,5	Moderado
0,5 - 0,7	Alto
0,7 - 1,0	Extremo

Fonte: Foster e Hirata (1988).

O Quadro 1 apresenta a avaliação dos índices de vulnerabilidade para os diversos aquíferos da área de estudo, a partir dos dados de ocorrência da água subterrânea (G), litologia de aquítares e aquícludes (aquiperme) (O) e profundidade do nível estático (D).

1.3.7. Elaboração do Zoneamento Explorável

Para execução de um mapa de zoneamento mais rigoroso teria que ser utilizada uma “ferramenta” mais precisa, que seria a modelagem numérica dos aquíferos, não solicitada no Termo de Referência, e que jamais poderia ter sido executada nos prazos exigidos para este trabalho. Somente a modelagem exigiria o mínimo de cinco meses para sua planificação, calibragem e execução.



Como a situação de exploração atual dos aquíferos porosos, bem como dos fissurais, é incipiente, muito longe dos recursos disponíveis, o mapa a ser apresentado satisfaz plenamente à gestão desses aquíferos.

O zoneamento de exploração considera os seguintes elementos:

- I. Identificação da zona: através de uma letra maiúscula (A, B, C, etc.); quando um determinado aquífero ocorre em situação de livre e de confinado ou semiconfinado, são consideradas subzonas distintas com a mesma letra, e com índices numéricos específicos (exemplo B1 e B2);
- II. Localização na área: principais municípios em que a zona está inserida;
- III. Disposição regional: em faixa, em polígono, disposição irregular;
- IV. Aquífero, sistema aquífero ou uma sequência alternada de aquífero e aquitarde;
- V. Situação do aquífero: livre, semiconfinado ou confinado;
- VI. Área total de ocorrência;
- VII. Espessura da camada aquífera;
- VIII. Dados hidráulicos do poço: nível estático, vazão e rebaixamento;
- IX. Qualidade da água, representada pelo STD (sólidos totais dissolvidos);
- X. Característica de poço recomendado;
- XI. Regime de bombeamento;
- XII. Espaçamento para poço existente ou para baterias de poços;
- XIII. Vazão máxima diária a ser outorgada pelo órgão outorgante;
- XIV. Apresentação da zona no mapa de zoneamento explorável.

1.3.8. Método de Avaliação do Custo da Água Bombeada

A avaliação do custo do m³ de água bombeada é procedida pela equação seguinte:

$$C = (GFp + GFb + GE) / Va \quad (1.1)$$

Sendo:

GFp = gastos financeiros anuais referentes ao investimento no poço (R\$/ano)

GFb = gastos financeiros anuais referentes ao investimento na bomba e energização do poço (R\$/ano)

GE = gastos anuais com a energia de bombeamento (R\$/ano)

Va = volume anual produzido (m³)

Por outro lado, os valores de GFp, GFb, GE e Va são calculados a partir das seguintes equações:



$$GFp = (Ip.i / 2) + (Ip / Vp) \quad (1.2)$$

$$GFb = (Ib.i / 2) + (Ib / Vb) \quad (1.3)$$

$$GE = 0,002727 (V^a AMt / u) ce \quad (1.4)$$

Sendo:

Ip = investimento na construção do poço (R\$)

Ib = investimento na aquisição da bomba e energização do poço (R\$)

i = taxa de remuneração do capital investido (% ao ano)

Vp = vida útil do poço (anos)

Vb = vida útil da bomba (anos)

AMt = altura manométrica de recalque da água bombeada (m)

u = rendimento do grupo motor-bomba (%)

ce = custo de energia (R\$/Kwh)

As equações 1.1 a 1.4 podem ser expressas conjuntamente como se segue:

$$C = \frac{[(Ip.i/2)+(Ip/Vp)] + [(Ib.i/2)+(Ib/Vb)] + 0,002727 \cdot (Va \cdot \frac{AMt}{u}) \cdot ce}{Va} \quad (1.5)$$



2. ASPECTOS FISIAGRÁFICOS E SOCIOECONÔMICOS

2.1 Fisiografia da Região

Este capítulo envolve os seguintes temas: hidroclimatologia, vegetação, solos, cobertura e uso da terra e hidrografia.

2.1.1. Hidroclimatologia

2.1.1.1. Tipos Climáticos

Na RCN-TO percebe-se dois tipos climáticos. Ao norte do paralelo 6° S, onde o relevo é suavemente ondulado, coberto por vegetação de Cerrado, Floresta Estacional e Floresta Ombrófila, o clima é mais úmido, segundo Köppen, sem inverno seco. Ao Sul do paralelo 6° S, onde o clima predominante é semiúmido ou sazonalmente seco, os meses chuvosos e os secos se equilibram e as temperaturas médias anuais diminuem lentamente, à medida que se eleva a altitude.

Na distribuição sazonal da umidade efetiva e na distribuição sazonal da eficiência térmica, o estado do Tocantins abrange três tipos climáticos distintos^[14]. O primeiro é o do tipo úmido com moderada deficiência hídrica no inverno - (B₁wA'a'), presente na maior parte da região norte e em parte da região sudoeste.

O segundo é o do tipo subúmido, com moderada deficiência hídrica no inverno - (C₂wA'a'). Domina a maior área do território tocantinense, desde parte da região norte, toda a faixa central, regiões leste e oeste e parte da região sul (centro).

E, finalmente, o tipo climático subúmido, com forte deficiência hídrica no inverno - (C₂w₂A'a'). É o tipo que compreende a menor área, com ocorrência apenas na parte da região sudeste. Este último tipo não tem abrangência dentro da área do presente estudo.

Com base no índice de eficiência térmica, os tipos climáticos que ocorrem no Tocantins são todos classificados como megatérmicos (A'), isso quer dizer que a evapotranspiração potencial supera 1.140 mm ano. No que diz respeito às subdivisões climáticas do Tocantins, com base na porcentagem da evapotranspiração potencial no “verão” em relação ao total anual, são iguais para os diversos climas e classificadas como a', ou seja, menos de 48% da evapotranspiração potencial anual se concentra no verão.

A Figura 4 apresenta os tipos climáticos da Região Centro-Norte do Tocantins.

[14] Segundo a classificação climática de Thornthwaite e Mather (1955), cuja metodologia baseia-se na umidade efetiva, na eficiência térmica (evapotranspiração potencial – ETP).

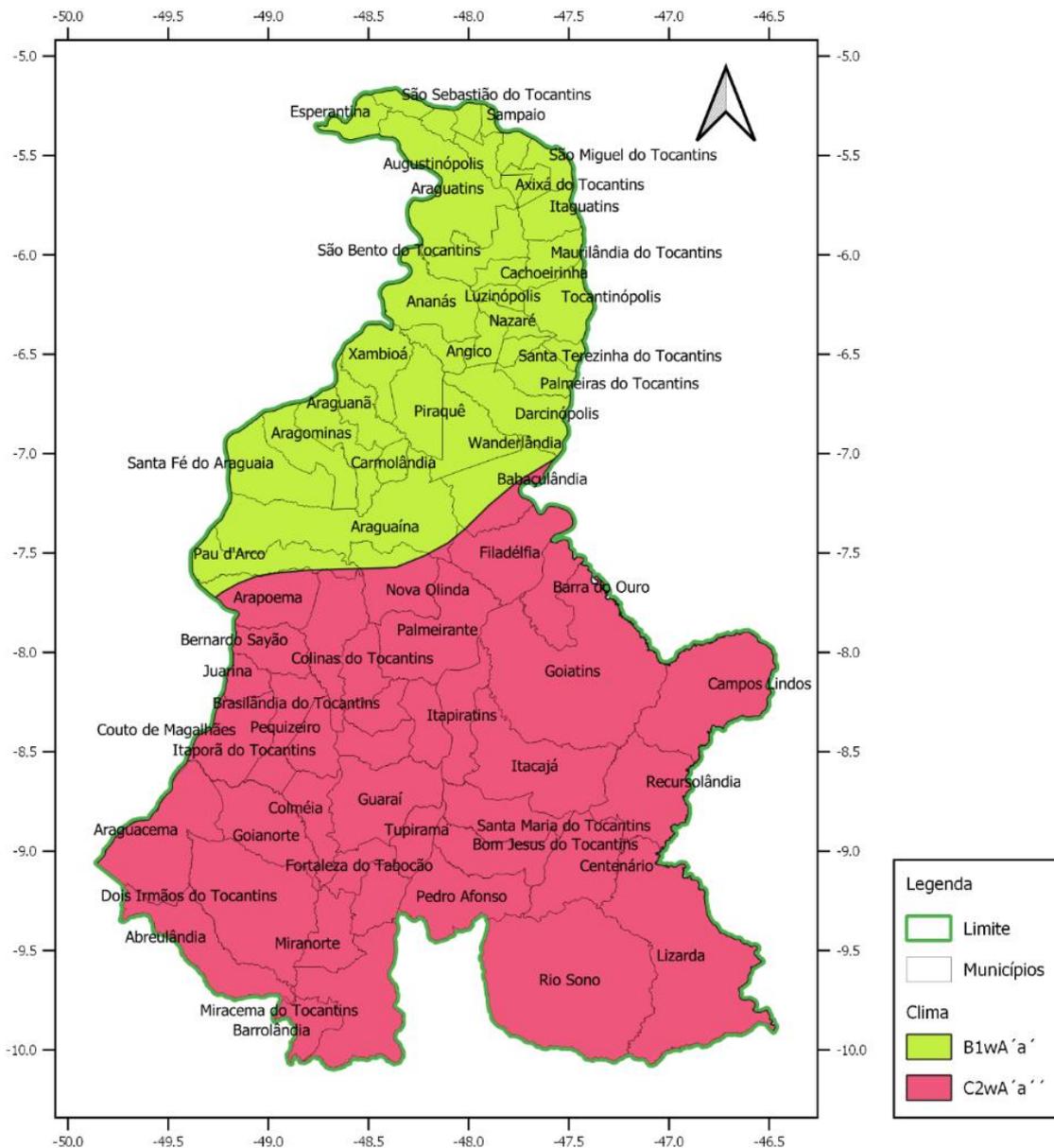


Figura 4. Tipos climáticos da RCN-TO

Fonte: Elaborado pelo Autor (2022) a partir de SEPLAN (2009).

2.1.1.2. Análise das variáveis climatológicas

Por meio da análise da Tabela 1, podem ser obtidas algumas conclusões a respeito da distribuição espacial das variáveis meteorológicas analisadas no período 1981 a 2010.

Quanto à temperatura média anual, os valores mais elevados situam-se no extremo norte do estado, com o maior valor (27,13 °C) registrado no município de São Miguel do Tocantins. O menor valor (25,31 °C) ocorre na estação Araguaína, no centro norte do estado. No extremo sul da região em estudo, as temperaturas médias voltam a se apresentar mais elevadas, atingindo 27,03 °C em estação localizada próxima do município de Miracema do Tocantins (Figura 5).



Tabela 1. Dados Climatológicos

Código da Estação	Nome	Coordenadas Geográficas em Grau Decimal (Sirgas 2000)		Evap. real (mm)	EVT pot. (mm)	EVT real (mm)	Temp. média (°C)	UR (%)
		Lat.	Long.					
82562	Marabá	-5,37	-49,13	85,75	161,34	100,11	27,07	78,42
82564	Imperatriz	-5,54	-47,48	127,61	159,72	91,13	27,13	74,74
82659	Araguaína	-7,10	-48,20	138,88	137,86	98,59	25,31	77,63
82765	Carolina	-7,34	-47,46	125,67	156,49	94,63	26,89	72,28
82768	Balsas	7,53	-46,05	134,22	143,67	80,39	26,86	68,50
82861	Conceição do Araguaia	-8,26	-49,26	95,17	159,33	98,67	26,37	81,13
82863	Pedro Afonso	-8,97	-48,18	110,08	144,79	98,16	26,39	76,83
82970	Alto Parnaíba	-9,11	-45,95	147,08	140,50	83,54	26,14	72,62
83033	Palmas	-10,19	-48,30	170,68	150,06	92,78	27,03	67,73
83064	Porto Nacional	-10,71	-48,41	138,88	162,02	93,20	26,61	71,08
83228	Peixe	-12,02	-48,54	158,92	134,30	80,83	26,08	69,94

Fonte: Elaborado pelo Autor (2022), a partir do Portal Hidroweb, série 1981-2010.

Para a umidade relativa do ar (UR), há uma clara variação no sentido leste-oeste, com os maiores valores ocorrendo a oeste. O maior valor observado, dentre as estações analisadas, ocorre próximo do município de Couto de Magalhães (81,13%). O menor valor de umidade relativa observado na borda leste da região ocorre de Filadélfia (72,28%). Indo para o extremo sul da região, há também uma tendência de decréscimo de umidade relativa, próximo de Miracema do Tocantins, onde em uma estação climatológica próxima dos limites da região em estudo ocorre o registro de 67,73% (Figura 6).

Com relação à evaporação real (evaporímetro de Piché), os valores médios mensais apresentam uma variabilidade espacial significativa, variando de menos de 100 mm no extremo norte no município de Esperantina e Couto de Magalhães, no setor oeste até mais de 170 mm no extremo sul da região em estudo, próximo do município de Miracema do Tocantins. O setor leste apresenta valores mais ou menos uniformes na faixa entre 120 mm e 130 mm mensais (Figura 7).

A evapotranspiração potencial média mensal ao longo da região varia entre 130 mm e 160 mm, aproximadamente, com os menores valores ocorrendo na região do município de Araguaína (137,9 mm) e com os máximos no extremo norte, atingindo 159,7 mm no município de São Miguel do Tocantins e próximo de 160 mm, em Esperantina (Figura 8).



GOVERNO DO TOCANTINS

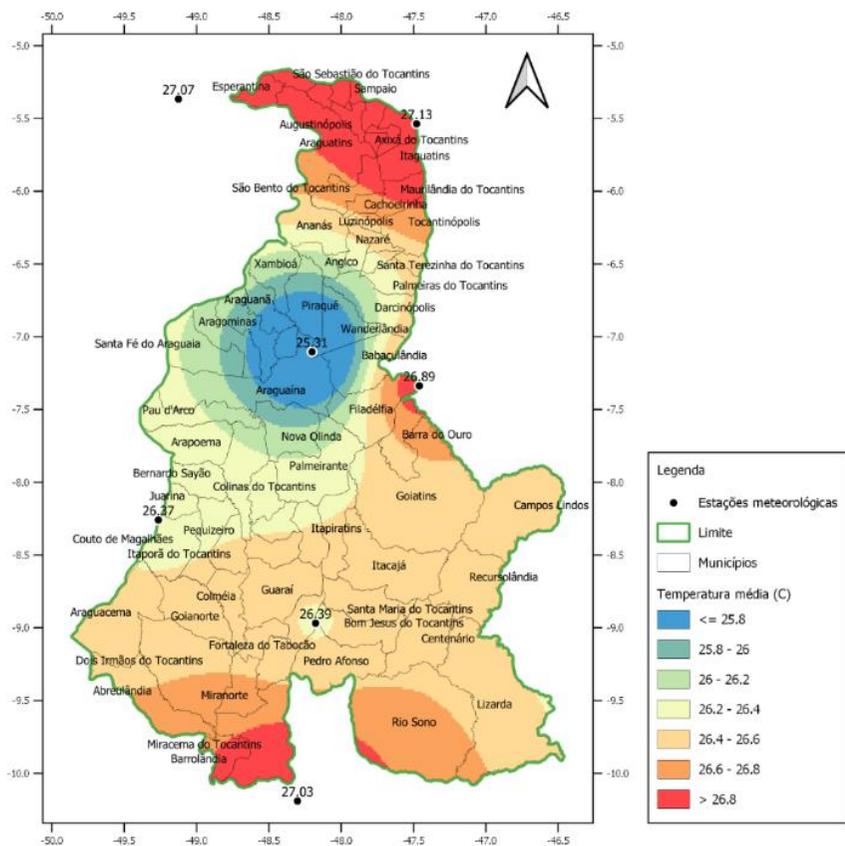


Figura 5. Temperatura média anual (°C)

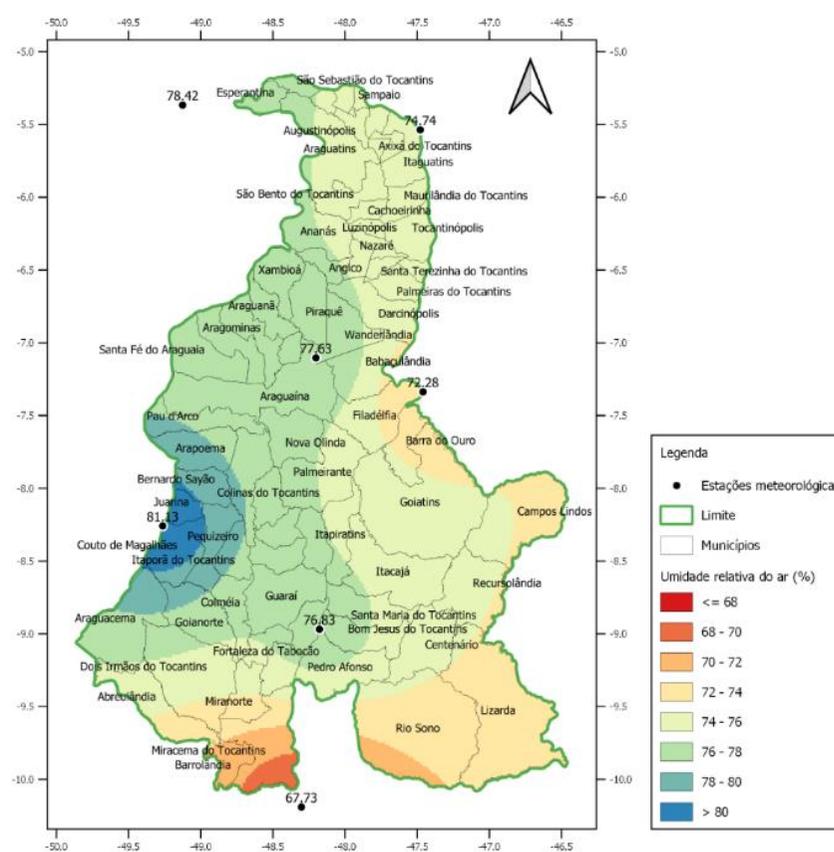


Figura 6. Umidade Relativa do Ar - média anual (%)

Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).



GOVERNO DO TOCANTINS

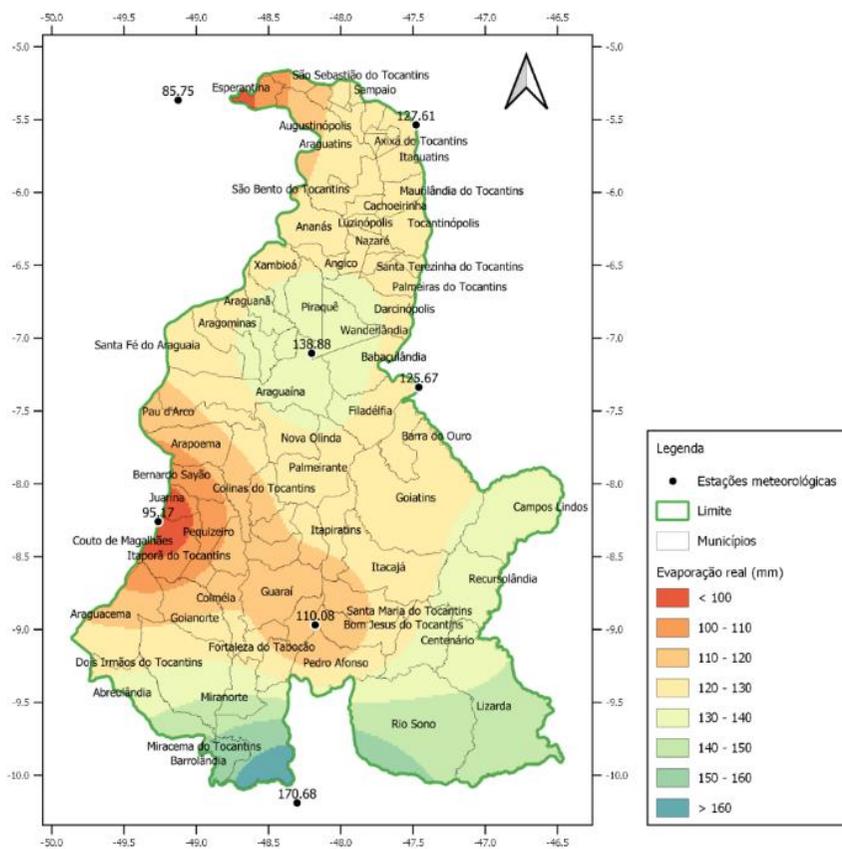


Figura 7. Evaporação real - média mensal (mm).

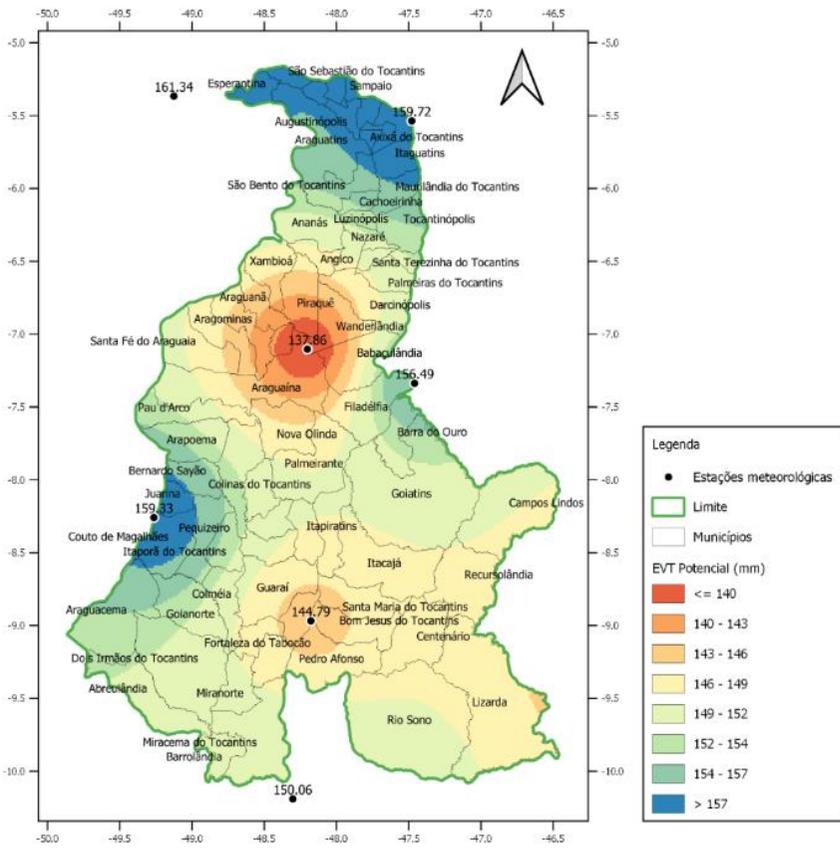


Figura 8. Evapotranspiração potencial - média mensal.

Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).



Da análise da Figura 9, a qual apresenta a distribuição espacial dos totais anuais médios das estações pluviométricas analisadas, observam-se os menores valores acumulados ocorrendo no lado leste da área do estudo, com totais da ordem de 1.400 mm a pouco mais de 1500 mm, sendo os municípios de Lizarda (1.495 mm) e Tocantinópolis (1.499 mm) os que apresentaram os menores valores observados nas estações pluviométricas localizadas nestes municípios. A região de maior pluviosidade está localizada no setor sudoeste, com totais superando 2.000 mm anuais, com os municípios de Abreulândia (2.113 mm) e Dois Irmãos do Tocantins (2.046 mm) apresentando os maiores acumulados médios anuais.

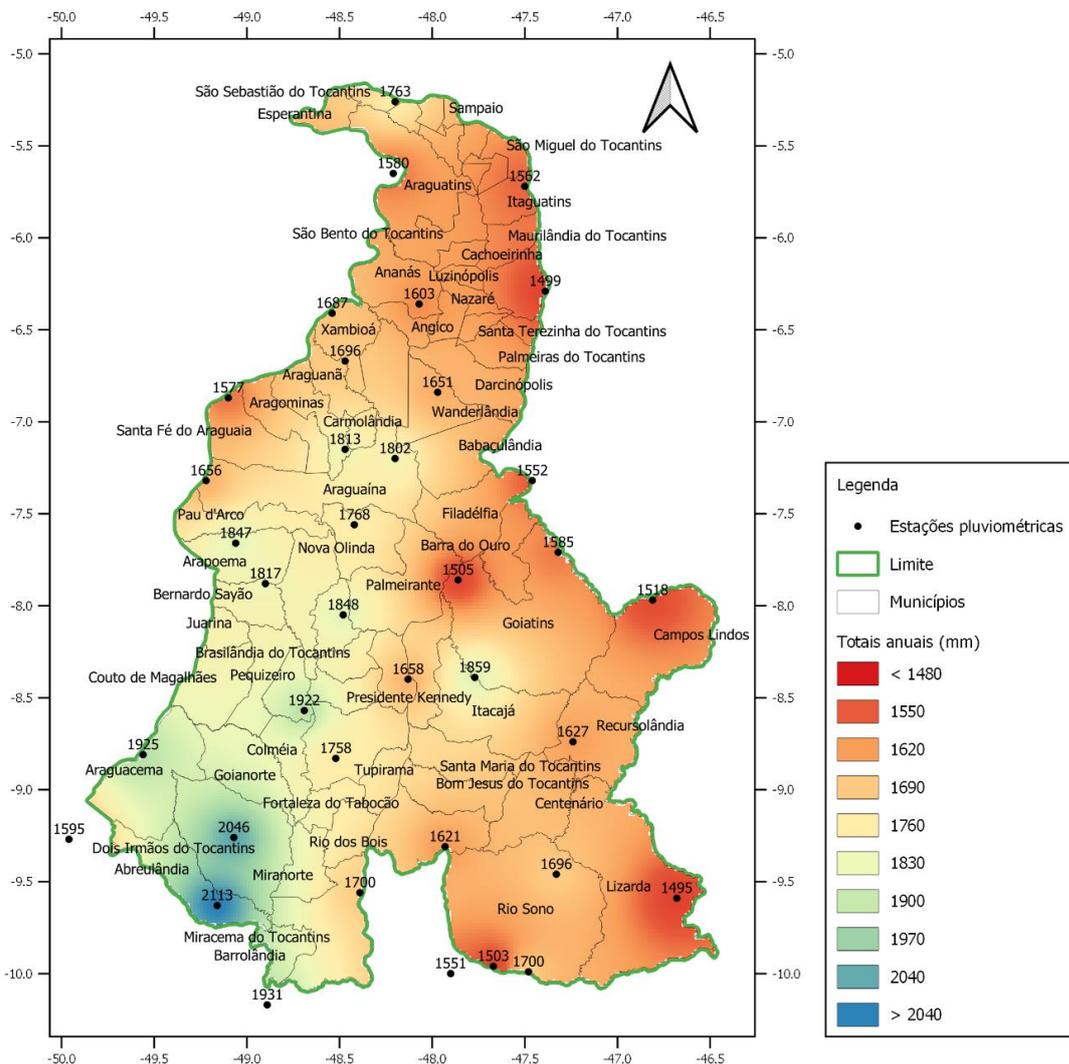


Figura 9. Precipitação média anual

Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

2.1.1.3. Fluviometria

Os meses com as menores vazões absolutas e específicas, considerando a média das séries dos 22 postos analisados, são os meses de julho a outubro, contrapondo-se aos



meses notadamente menos chuvosos, que são junho, julho e agosto. Essa aparente divergência pode ser explicada pela existência de postos fluviométricos com áreas de drenagem que extrapolam os limites da área do estudo, notadamente aqueles localizados sobre os rios Tocantins e Araguaia.

Com relação à distribuição espacial das vazões específicas ($L/s.km^2$), apresentada na Figura 10 nota-se que as vazões específicas dos rios principais que cortam o estado, apresentam valores dentro das médias da região, sendo que o Rio Araguaia mantém ao longo do trecho que corta a área em estudo um valor específico da ordem de 16 $L/s.km^2$. Por outro lado, o Rio Tocantins aumenta sua vazão específica à medida que ganha área de drenagem, passando de 12,4 $L/s.km^2$ no posto fluviométrico mais ao sul, no município de Miracema do Tocantins, até 15,6 $L/s.km^2$ no posto mais setentrional, no município de Itaguatins. No restante da área do estudo, nota-se uma significativa variação, atingindo valores abaixo de 10 $L/s.km^2$ na região sudeste até 22,5 $L/s.km^2$ na região próxima dos municípios de Araguaã e Xambioá.

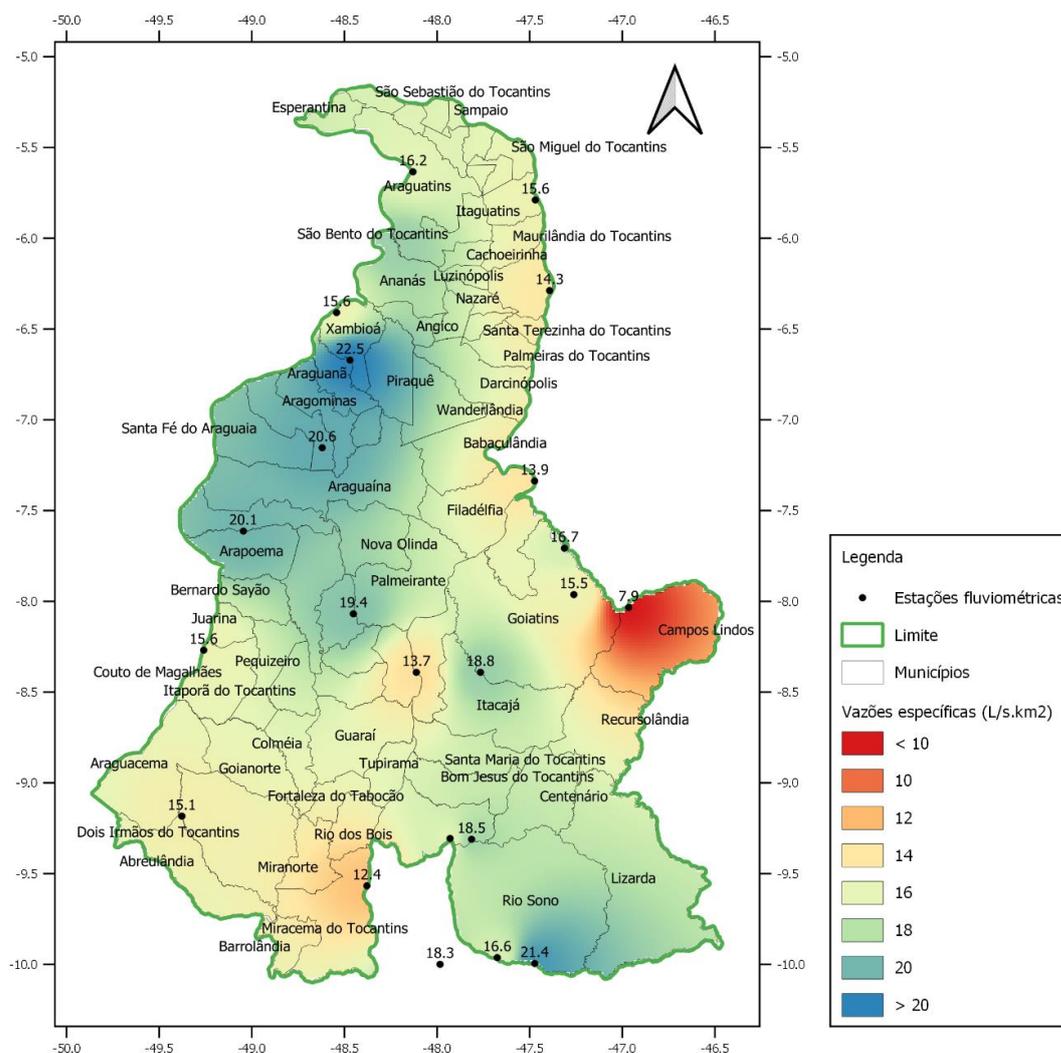


Figura 10. Vazões específicas médias ($L/s.km^2$)

Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).



2.1.1.4. Hidrógrafas de recessão

Percebe-se, pelas equações de regressão linear ajustadas aos trechos de recessão (Figura 11), a homogeneidade dos valores das constantes de recessão encontrados nas hidrógrafas selecionadas para cada posto fluviométrico, os quais nada mais são do que os coeficientes angulares das retas ajustadas aos gráficos semilogarítmicos.

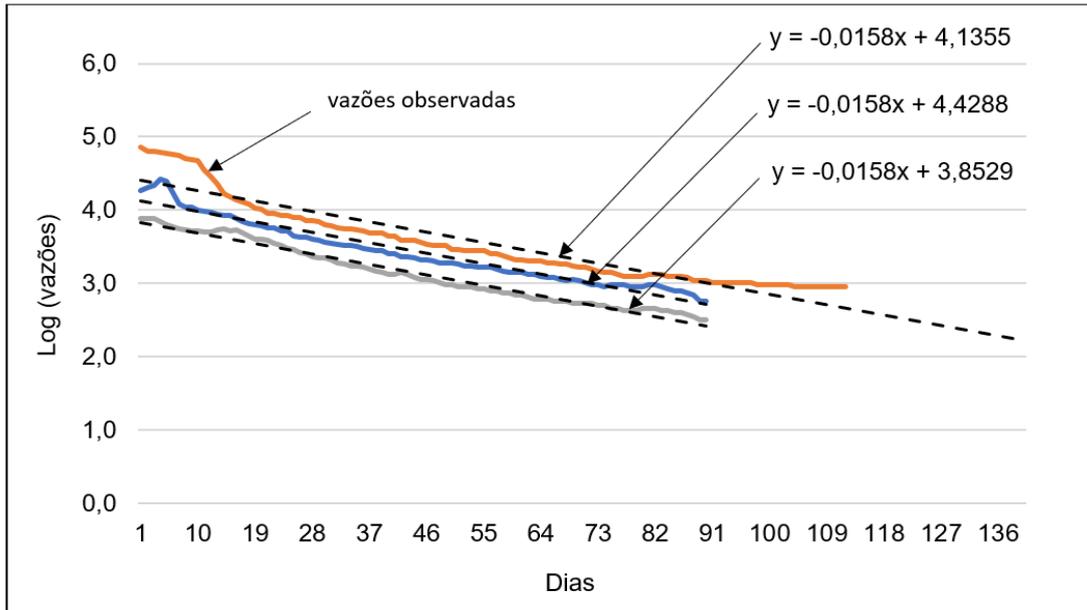


Figura 11. Curvas de recessão - Estação 28240000

Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

Nota-se ainda, da análise da Figura 12, que a distribuição espacial da constante de recessão α apresenta uma notável variação principalmente no sentido leste-oeste, onde os menores valores representam recessões mais lentas e os maiores o contrário, ou seja, um esvaziamento mais rápido do reservatório subterrâneo.

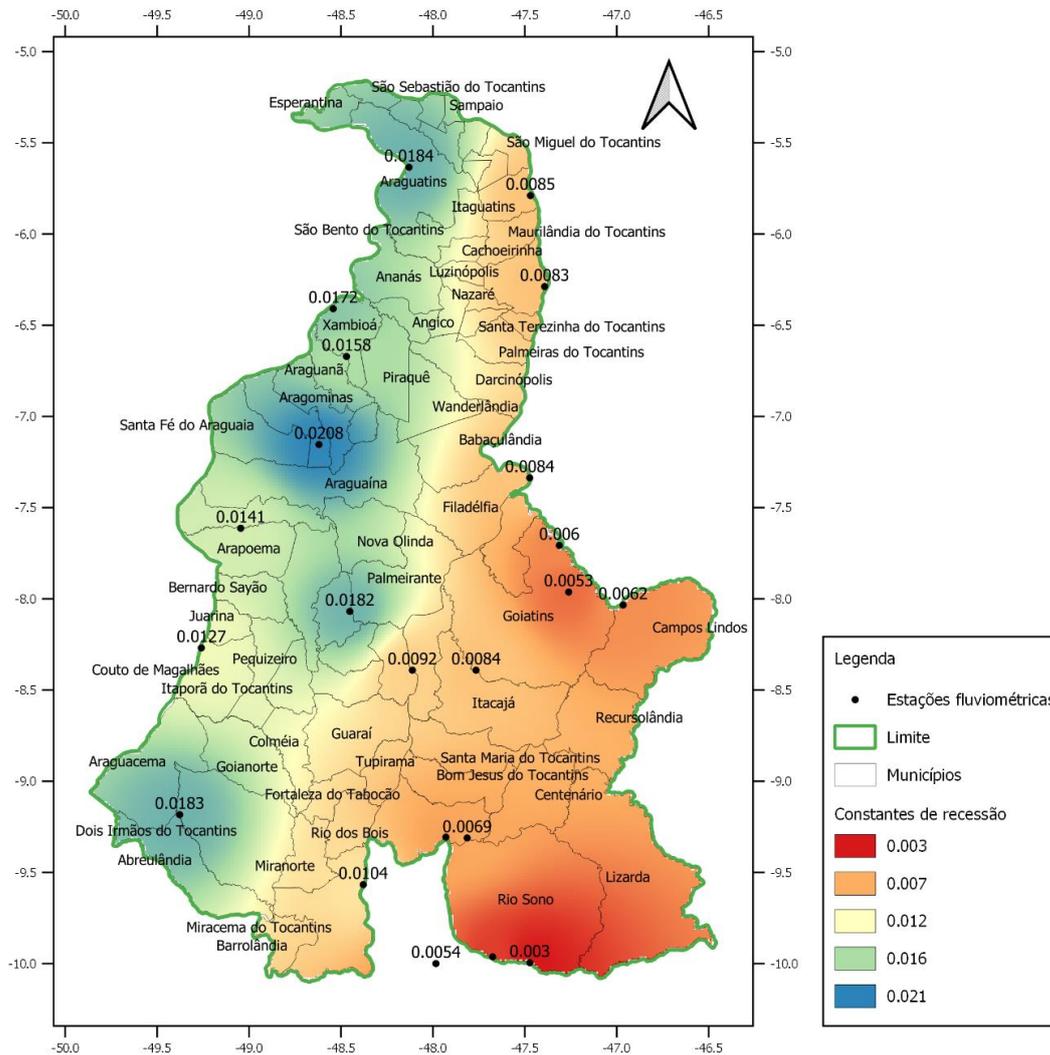


Figura 12. Constantes de recessão (dia⁻¹)

Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

2.1.1.5. Litotipos geológicos

A área do projeto possui uma nítida variação dos litótipos geológicos de leste para oeste, o que faz com que as características hidrológicas e hidrogeológicas a eles correlacionadas sejam também diretamente afetadas por tais mudanças.

Conforme pode ser observado no mapa de litótipos da área de estudo (Figura 13), toda a porção leste da área de interesse é composta por rochas sedimentares, onde predominam os arenitos, de granulometria fina a média, bem como secundariamente arenitos argilosos e argilitos.

A porção central por sua vez já demonstra a existência de folhelhos e siltitos, em meio a porções de arenitos finos a médios; e por fim na porção oeste predominam as rochas granitoides, vulcânicas, metavulcânicas e metassedimentares, ou seja, de origem e estruturas totalmente distintas das anteriores.

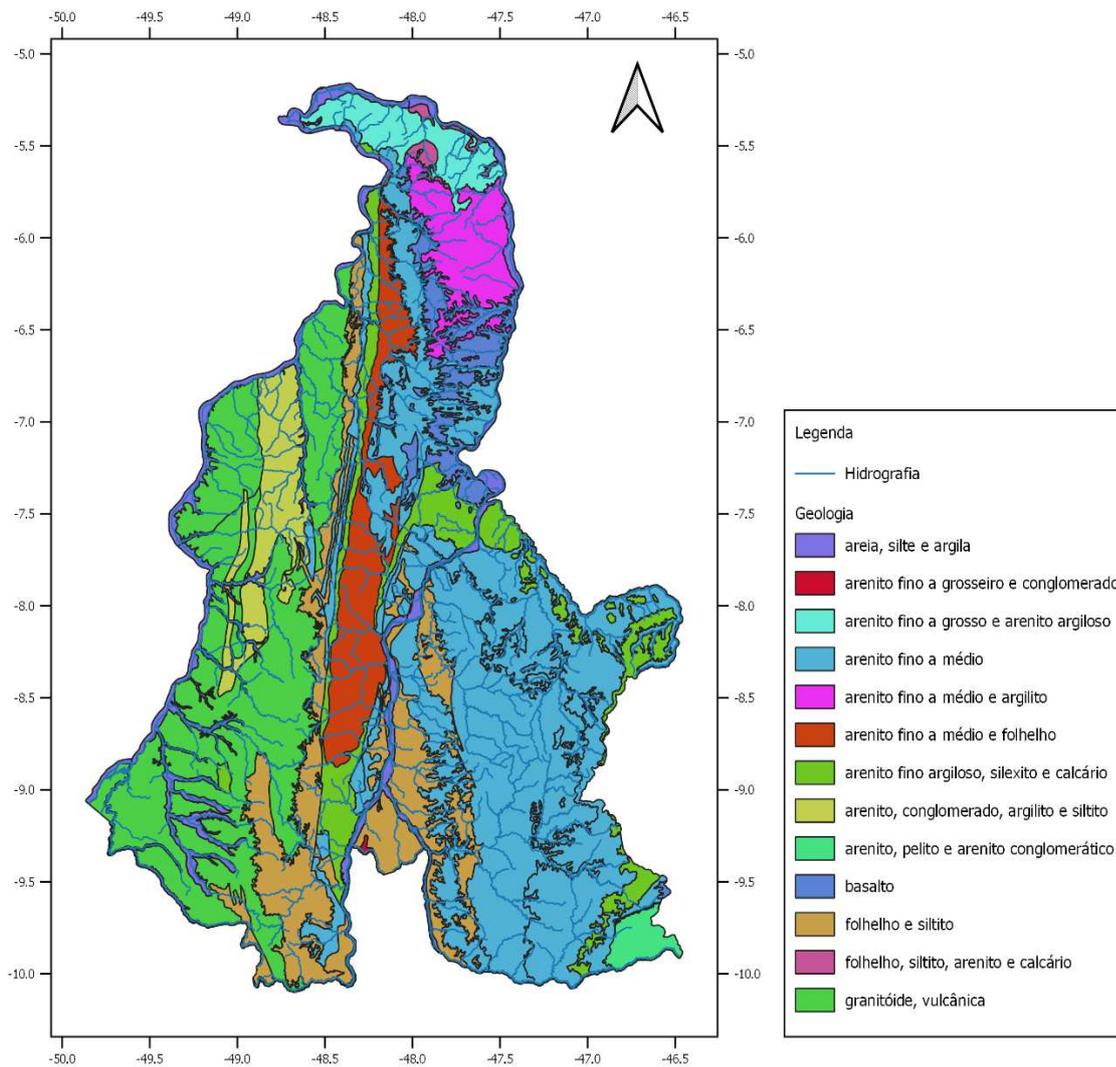


Figura 13. Mapa de litótipos geológicos

Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

Quando se avaliam esses mesmos litótipos geológicos sob o ponto de vista da hidrogeologia e da sua capacidade de armazenar e transmitir a água em ambiente subterrâneo, constituindo assim os chamados sistemas aquíferos, podemos verificar que as rochas sedimentares presentes na porção leste exibem maior granulometria, com o predomínio dos arenitos finos a médios, e que possuem a capacidade de acumular e transmitir a água subterrânea, classificando-se como potenciais sistemas aquíferos, onde a porosidade primária - ou seja, aquela gerada pelos vazios entre os sedimentos - é a principal responsável por sua competência.

De qualquer forma, é sabido que mesmo as rochas sedimentares areníticas possuem distintas capacidades de acumular e transmitir as águas subterrâneas nelas acumuladas, a depender do tamanho e forma dos grãos, bem como de soluções silificadoras que no passado podem ter permeado tais espaços e por reações



químicas de precipitação terem reduzido estes espaços vazios com potencialidade para o acúmulo de água.

Ainda considerando as características hidrogeológicas das rochas, como supracitado, a porção central demonstra a presença de uma faixa alongada (norte-sul) composta sobremaneira por folhelhos e siltitos, que apesar de também serem classificados como rochas sedimentares, por possuírem inferior granulometria, acabam demonstrando reduzida capacidade de acúmulo e transferência das águas subterrâneas, de maneira que estas em geral acabem por se acumular principalmente em fraturas existentes na rocha, preponderantemente a um eventual nível sedimentar de melhor capacidade de armazenamento, demonstrando assim a predominância da chamada porosidade secundária.

Destaque cabe também à porção oeste da área de estudo, pois esta, diferentemente da região central e leste, é constituída principalmente por rochas granitoides, vulcânicas, metavulcânicas e metassedimentares. Tal categoria de rochas apresenta unicamente a porosidade secundária, pois por serem rochas ígneas e metamórficas, não apresentam a porosidade primária existente entre os grãos das rochas sedimentares, mas sim unicamente a água acumulada em meio às fraturas secundárias da rocha matriz.

Todas estas características geológicas e conseqüentemente hidrogeológicas, acabam por também afetar a resposta hidrológica das bacias hidrográficas existentes na área de estudo, pois é sabido que os rios são em parte mantidos - além da pluviosidade e conseqüente escoamento superficial - pelo escoamento hídrico proveniente do ambiente subterrâneo, através da chamada vazão de base, que permite por sua vez que muitos desses corpos hídricos não sequem em épocas de estiagem.

Um dos melhores indicadores de tal resposta, e que demonstra a interrelação entre as componentes superficiais e subterrâneas de um corpo hídrico superficial; o coeficiente de recessão, retrata a maior ou menor velocidade de esvaziamento do reservatório subterrâneo para o escoamento superficial e a conseqüente maior ou menor capacidade de armazenamento do sistema aquífero subterrâneo que dá suporte ao escoamento de base.

Na área de estudo, o coeficiente de recessão de forma clara retrata uma significativa variação dos resultados de leste para oeste, em reflexo à geologia e hidrogeologia anteriormente descrita.

Conforme pode ser observado, os menores valores se encontram na porção leste - onde predominam as rochas sedimentares areníticas - reportando uma menor velocidade de esvaziamento do reservatório subterrâneo e conseqüente menor decaimento da vazão da estiagem, o que significa por sua vez uma maior capacidade de armazenamento dos sistemas aquíferos subterrâneos.

Num resultado diametralmente oposto, os maiores valores do coeficiente de recessão se encontram na porção oeste - onde predominam as rochas granitoides, vulcânicas e metamórficas (metavulcânicas e metassedimentares) - reportando uma maior velocidade de esvaziamento do reservatório subterrâneo e conseqüente maior



decaimento da vazão de estiagem, o que significa conseqüentemente uma menor capacidade de armazenamento dos sistemas aquíferos subterrâneos.

Por fim, fica claro então que tal diferenciação está intimamente ligada ao tipo de permeabilidade predominante no sistema aquífero interligado à malha hídrica superficial, num trecho de uma bacia hidrográfica em particular estudada, de forma que as rochas que possuem porosidade sobretudo primária (aquela existente em meios aos sedimentos arenosos da matriz rochosa) possuem melhor capacidade de manutenção de vazões superficiais superiores em períodos de estiagem, do que as rochas que possuem principalmente porosidade secundária (aquela decorrente unicamente de fraturas no material rochoso do sistema aquífero), e que rapidamente respondem com menores vazões de base.

2.1.1.6. Balanço Hídrico

A Tabela 2 e Tabela 3 mostram o resultado do balanço hídrico para as estações meteorológicas Araguaína e Pedro Afonso, utilizando o aplicativo do portal Sisdagro. As Figura 14 e Figura 15 apresentam a visualização gráfica dos resultados.

Por meio da comparação dos resultados das tabelas e gráficos, percebe-se que a estação Araguaína, localizada mais ao norte, possui um menor déficit hídrico na estação seca, em relação à estação Pedro Afonso, localizada ao sul da área de estudo. Da mesma forma, a estação ao norte apresenta maior excedente hídrico na estação chuvosa.

Tabela 2. Balanço Hídrico Climatológico - Estação meteorológica Araguaína

Mês	EVT	PREC	ARM	ALT	ER	TEMP	DEF	EXC
1	115,7	283,7	100,0	0,0	115,7	25,1	0,0	168,0
2	104,8	281,8	100,0	0,0	104,8	25,2	0,0	177,0
3	106,7	326,4	100,0	0,0	106,7	25,2	0,0	219,7
4	109,0	238,3	100,0	0,0	109,0	25,5	0,0	129,3
5	124,9	102,2	79,7	-20,3	122,5	25,5	2,4	0,0
6	132,6	21,6	26,2	-53,4	75,0	24,7	-57,6	0,0
7	153,0	8,1	6,2	-20,1	28,2	24,7	-124,8	0,0
8	168,7	16,3	1,3	-4,8	21,1	25,6	-147,5	0,0
9	146,0	67,8	0,6	-0,7	68,5	26,3	-77,5	0,0
10	126,2	163,1	37,5	36,9	126,2	25,8	0,0	0,0
11	114,2	211,6	100,0	62,5	114,2	25,5	0,0	34,9
12	111,2	260,5	100,0	0,0	111,2	25,2	0,0	149,3

Tabela 3. Balanço Hídrico Climatológico - Estação meteorológica Pedro Afonso

Mês	EVT	PREC	ARM	ALT	ER	TEMP	DEF	EXC
1	125,1	300,6	100,0	0,0	125,1	25,8	0,0	175,5
2	116,0	243,6	100,0	0,0	116,0	25,8	0,0	127,6



Mês	EVT	PREC	ARM	ALT	ER	TEMP	DEF	EXC
3	122,3	302,0	100,0	0,0	122,3	25,9	0,0	179,7
4	122,4	192,2	100,0	0,0	122,4	26,4	0,0	69,8
5	128,3	65,8	53,5	-46,5	112,3	26,5	-16,0	0,0
6	130,2	6,7	15,6	-38,0	44,6	25,6	-85,6	0,0
7	144,9	4,2	3,8	-11,7	16,0	25,5	-128,9	0,0
8	163,1	11,0	0,8	-3,0	13,9	26,7	-149,2	0,0
9	153,1	58,6	0,3	-0,5	59,1	27,8	-94,0	0,0
10	140,3	170,3	30,3	30,0	140,3	27,0	0,0	0,0
11	127,5	237,2	100,0	69,7	127,5	26,4	0,0	40,1
12	123,1	270,6	100,0	0,0	123,1	25,9	0,0	147,5

Legenda:

EVT - Evapotranspiração potencial (mm); PREC - Precipitação média mensal (mm); ARM - Armazenamento de água no solo (mm); ALT - Alteração do armazenamento de água no solo (mm); ER - Evapotranspiração real (mm); Temp - Temperatura média (°C); DEF - Deficiência hídrica (mm); EXC - Excedente hídrico (mm)

Fonte: Elaborado pelo Autor (2022), a partir de Portal Sisdagro (2021).

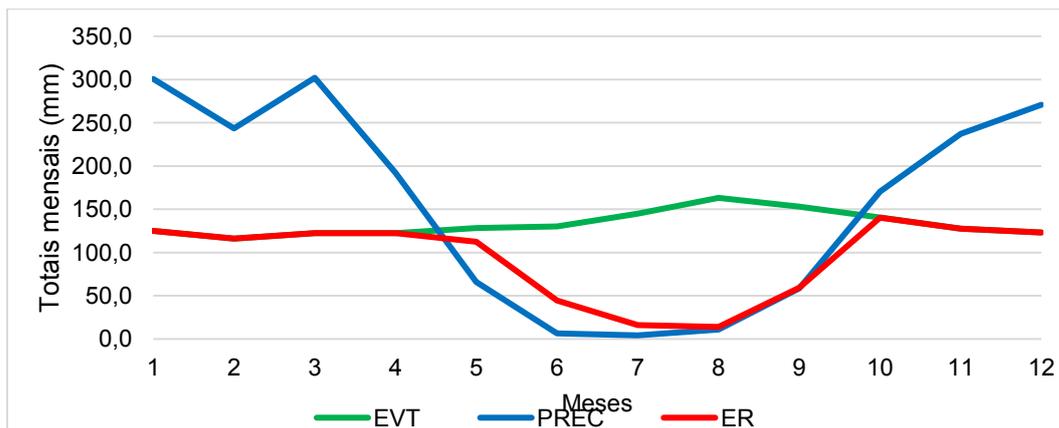


Figura 14. Balanço Hídrico Climatológico - Estação meteorológica Araguaína

Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

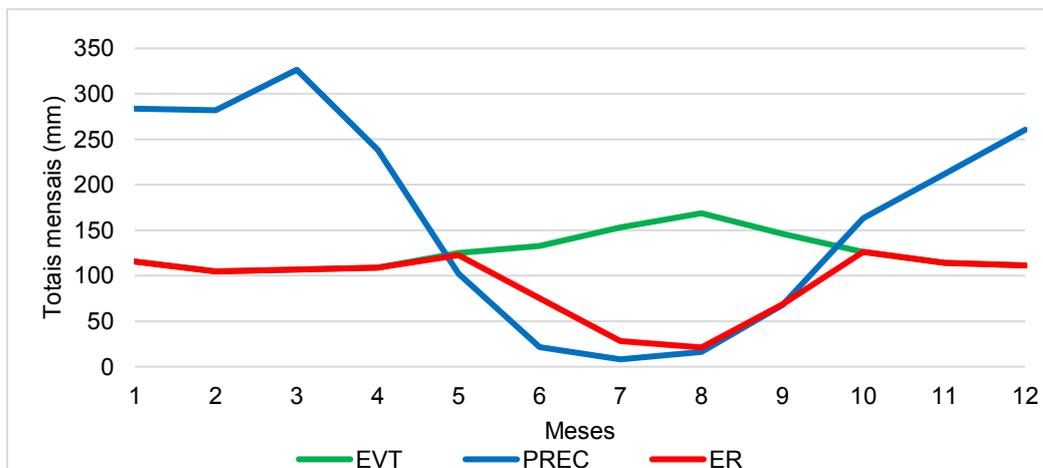


Figura 15. Balanço Hídrico Climatológico - Estação meteorológica Pedro Afonso

Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).



2.1.1.7. Análise da infiltração

Para aprofundar o conhecimento a respeito do balanço hídrico na área de interesse, esta seção apresenta uma análise dos volumes escoados superficialmente e no escoamento subterrâneo, para as bacias hidrográficas dos rios Perdida, Piranhas e Lontra localizadas inteiramente dentro da RCN-TO, conforme apresenta a Figura 16.

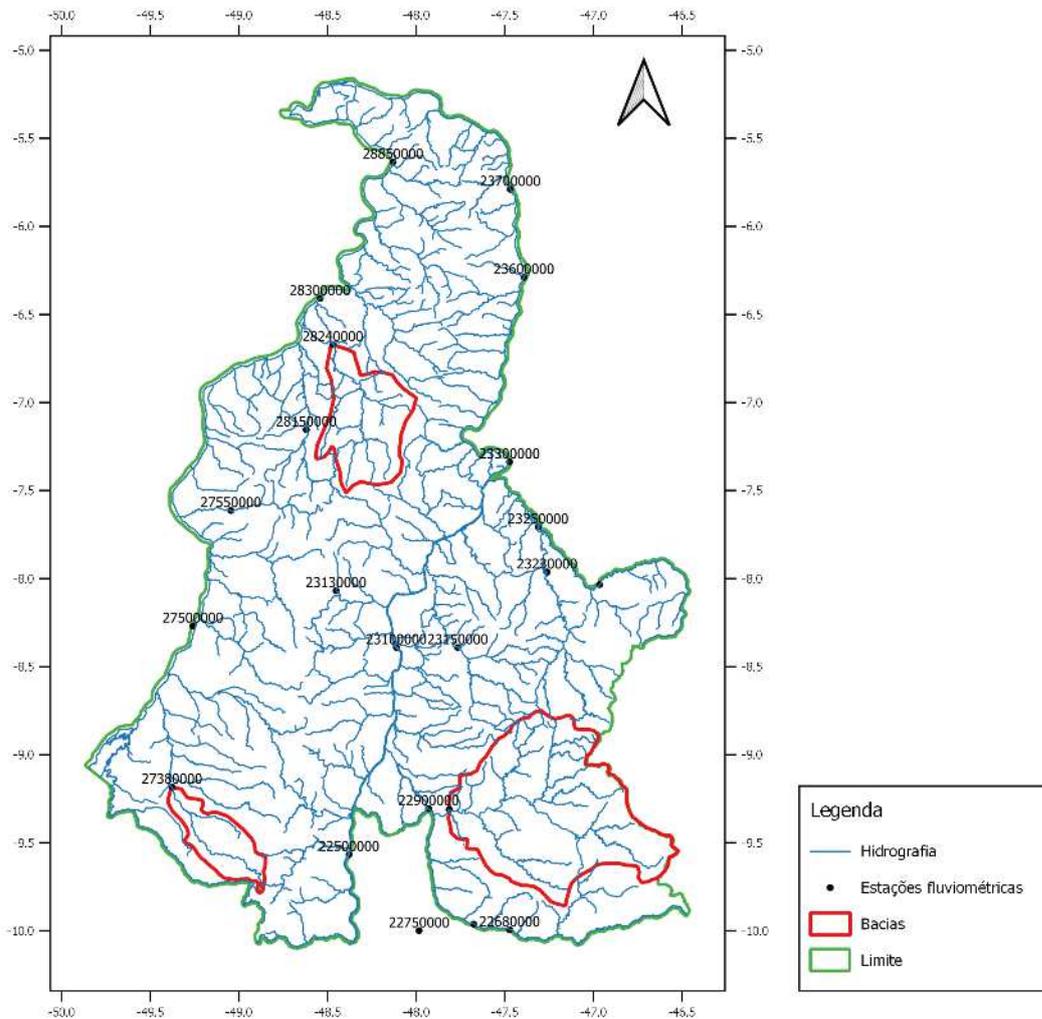


Figura 16. Bacias hidrográficas utilizadas na análise da infiltração
Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

As bacias hidrográficas selecionadas e informações relevantes constam na Tabela 4.

Tabela 4. Avaliação da infiltração - bacias selecionadas

Código	Nome	Rio	Área (km ²)	Q _{mit} (m ³ /s)	q _{esp} (L/s.km ²)	Ano 1	Ano 2
22850000	Dois Irmãos do TO	Perdida	9543	177	18,5	1997	2000
27380000	Ponte Rio Piranhas	Piranhas	1686	25,4	15,1	1985	2014
28240000	Piraquê	Lontra	3488	78,6	22,5	1982	2010

Legenda: Q_{mit} - vazão média; q_{esp} - vazão média específica

Fonte: Elaborado pelo Autor (2022)



As vazões médias Q_{mit} e médias específicas q_{esp} se referem a todo o período histórico das estações selecionadas. As duas últimas colunas da tabela são os anos dos períodos históricos selecionados para análise, escolhidos nas séries históricas por serem períodos sem falhas nas observações e com vazões médias anuais da mesma ordem de grandeza das respectivas vazões médias de longo período.

Para cada um dos hidrogramas anuais representados pelas vazões diárias, foi aplicado um filtro para separação automática do escoamento superficial. O filtro aplicado utiliza a formulação proposta por Arnold *et al.* (1995^[15]) e é o mesmo algoritmo utilizado pelo modelo hidrológico SWAT - Soil and Water Assessment Tool (ARNOLD *et al.*, 2012^[16]).

Da Figura 17 até a Figura 22 são mostrados os hidrogramas anuais, juntamente com a separação do escoamento superficial.

A Tabela 5 mostra o cálculo da relação entre a precipitação média anual em cada bacia hidrográfica analisada e os valores (em mm) dos volumes de escoamento subterrâneo.

Tabela 5. Avaliação das relações entre volumes escoados e precipitados.

Código	Nome	Ano 1			Ano 2			V _{base} (mm)		P _{med} (mm)	V _{base} / P _{med}
		V _{esc}	V _{base}	V _{base} / V _{esc}	V _{esc}	V _{base}	V _{base} / V _{esc}	Ano 1	Ano 2		
22850000	Dois Irmãos	5571	3937	71%	6326	4715	75%	413	494	1647	28%
27380000	Ponte Rio Piranhas	917	784	85%	848	763	90%	465	452	1993	23%
28240000	Piraquê	2214	1877	84%	2342	1962	84%	538	563	1751	31%

V = volume (milhões de m³); esc = escoamento; méd = médio; P = precipitação média

Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

[15] ARNOLD, J. G. *et al.* 1995. Automated base flow separation and recession techniques. **Groundwater**, v. 33, n. 6. nov. 1995.

[16] ARNOLD J.G *et al.* 2012. SWAT: Model Use, Calibration, And Validation. **Transactions of the ASABE**, v. 55, n. 4, p. 1491-1508. 2012. Disponível em: <<https://swat.tamu.edu/media/90102/azdezasp.pdf>>. Acesso: 1 ago. 2021.

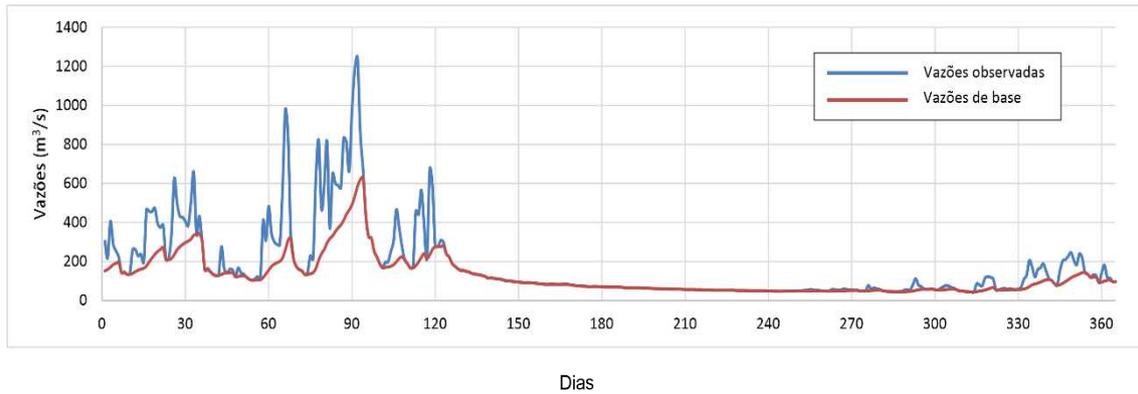


Figura 17. Estação 22850000 - Ano: 1997

Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

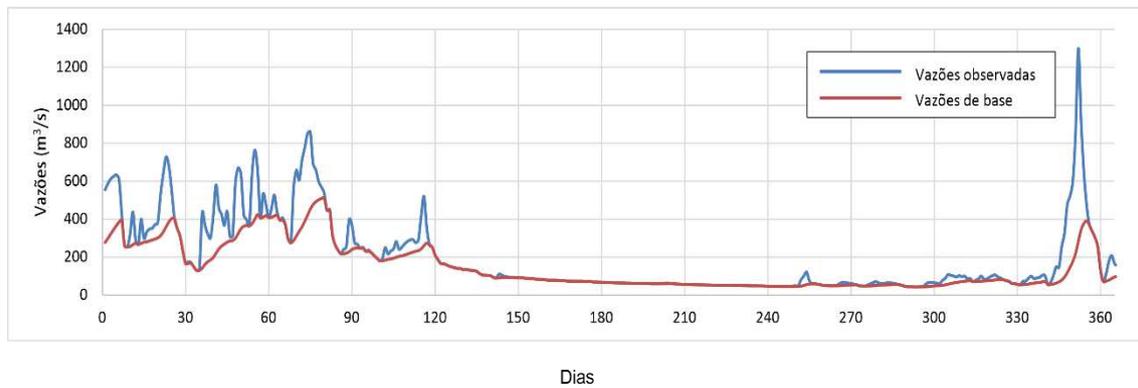


Figura 18. Estação 22850000 - Ano: 2000

Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

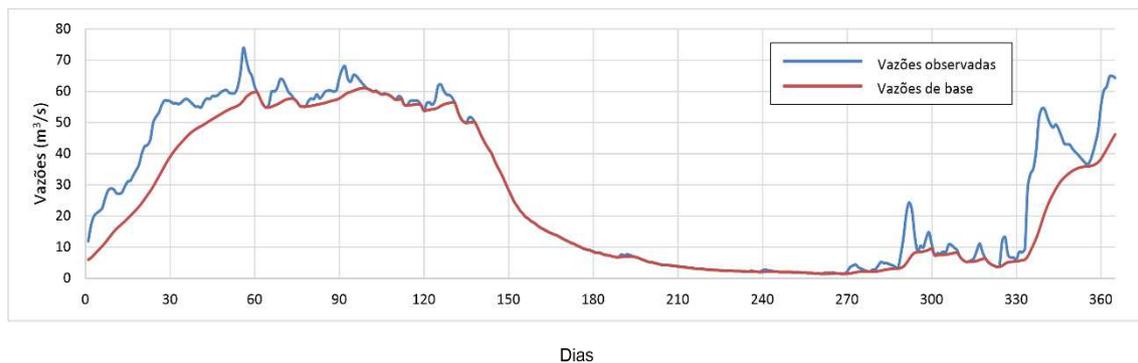


Figura 19. Estação 27380000 - Ano: 1985

Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

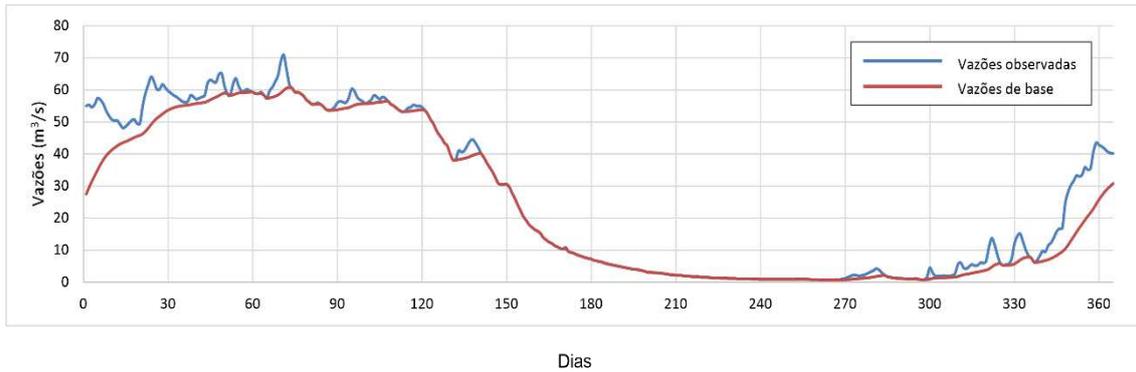


Figura 20. Estação 27380000 - Ano 2014

Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

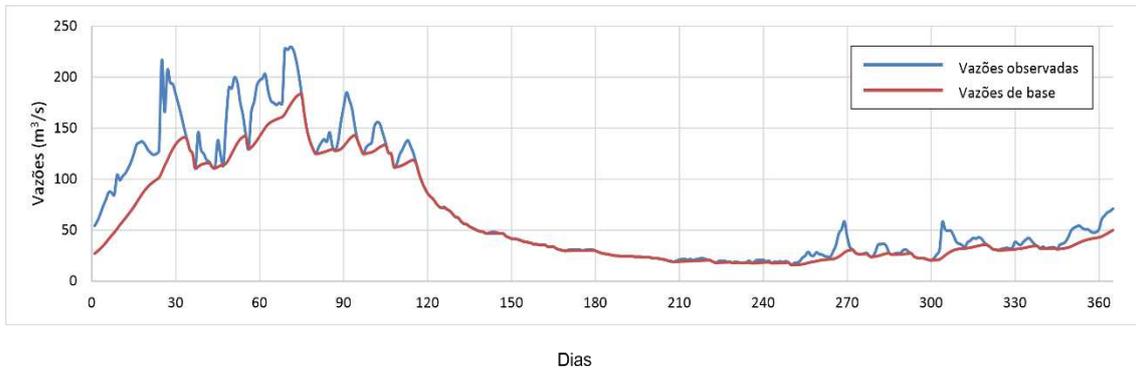


Figura 21. Estação 28240000 - Ano: 1982

Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

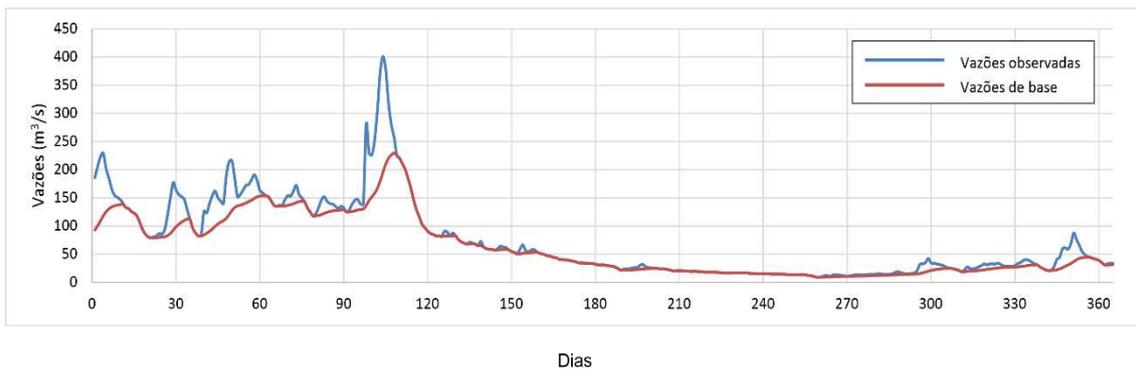


Figura 22. Estação 28240000 - Ano: 2010

Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

Nota-se da análise dos resultados apresentados na Tabela 5 uma clara diferenciação entre as relações entre volumes infiltrados e escoados superficialmente na comparação entre as bacias analisadas. Considerando a análise anteriormente realizada por meio da equação de Maillet e das constantes de recessão, nota-se uma concordância das conclusões da análise anterior com relação às diferenças ora apresentadas.



Na bacia do Rio Piranhas, situada mais a oeste, onde constatou-se uma maior taxa de recessão do escoamento subterrâneo, ou seja, menor capacidade de armazenamento, a relação entre o volume acumulado da vazão de base e o total precipitado foi menor (23%). Por outro lado, na bacia longitudinalmente oposta, situada na região leste, a bacia do Rio Perdida apresentou um valor de 28%, o que significa um acréscimo de 21,7%. A bacia situada mais ao norte, Rio do Lontra, apresentou a maior relação (31%), e nota-se que a mesma está situada em sua maior parte sobre região composta por formações sedimentares.

Os indicadores acima corroboram a afirmação de que a região leste da RCN-TO possui uma maior capacidade de armazenamento subterrâneo, com uma manutenção das vazões de base por tempos maiores, em contrapartida à porção oeste, onde as formações granitoides, vulcânicas, metavulcânicas e metassedimentares possuem menor capacidade de armazenamento, com recessões mais rápidas após os períodos de alta pluviosidade.

A análise do resultado apresentado pela bacia mais setentrional (Rio do Lontra), sugere que a porção norte da área do estudo possui boa capacidade de armazenamento subterrâneo, influenciada pelas formações sedimentares predominantes em toda a faixa leste e extremo norte da região.

2.2. Vegetação: Regiões Fitoecológicas e Fitofisionomias

Foram registradas 36 unidades de mapeamento (escala 1:100.000) de fitofisionomias dos biomas Cerrado e Amazônia dentro da RCN-TO. Essas unidades de mapeamento estão inseridas em dez Regiões Fitoecológicas (IBGE, 2012^[17]): Savana (Cerrado), Savana / Floresta Estacional Semidecidual (Encrave), Savana / Floresta Estacional Decidual (Encrave), Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Estacional Decidual, Floresta Ombrófila / Floresta Estacional Decidual (Contato), Floresta Ombrófila / Floresta Estacional Semidecidual (Contato), Floresta Ombrófila Aberta, Floresta Ombrófila Densa e Formações Pioneiras. Essas informações estão especializadas no *Apêndice I. Mapa de Vegetação da Região Centro-Norte do Estado do Tocantins* do DIAGNÓSTICO AMBIENTAL E SOCIOAMBIENTAL.

Dentro dessas regiões fitoecológicas são reconhecidas 21 fitofisionomias (RIBEIRO; WALTER, 2008^[18] com adaptações locais), além das formações pioneiras (Brejo, Praias e Dunas): Campo limpo seco, Campo sujo seco, Campo sujo úmido, Vereda, Cerrado ralo, Cerrado típico, Cerrado rupestre, Cerrado denso, Cerrado inundável, Parque de cerrado inundável com murundus, Cerradão, Mata de galeria inundável, Mata de galeria não inundável, Mata ciliar inundável, Mata ciliar não inundável, Mata Seca Decídua,

[17] INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2012. Diretoria de Geociências. **Manual técnico da vegetação brasileira**: sistema fitogeográfico, inventário das formações florestais e campestres, técnicas e manejo de coleções botânicas, e procedimentos para mapeamentos. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. 171p. (Manuais técnicos em geociências, n. 1), 2012.

[18] 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**. Brasília: Embrapa Cerrados, 2008. p. 151-212.



Mata Seca Semidecídua, Floresta Ombrófila Aberta, Palmeiral, Floresta Ombrófila Densa e Mata de várzea.

De uma forma geral, as formações de cerrado (savanas) e campestres apresentam predomínio de gramíneas nativas com árvores espaçadas (no caso do cerrado) ou ausentes (no caso dos campos), sem a formação de dossel. Ambas são formações que evoluíram historicamente com a incidência de fogo e incêndios e muitas características das espécies, como proteções e texturas das folhas, parte externa corticeira dos troncos, porte da parte aérea e tipos de raízes, são evidências dessa adaptação evolutiva (Simon *et al.*, 2012^[19]).

As formações savânicas apresentam árvores com sistema subterrâneo (raízes) com grande investimento em biomassa. Essa característica torna as áreas de savana grandes “esponjas” que permitem infiltração da água nos solos e abastecimento dos lençóis freáticos e aquíferos subterrâneos (ABDALA *et al.*, 1998^[20]).

Por outro lado, as formações florestais são caracterizadas por árvores de grande porte que formam dossel e não permitem a formação de tapete contínuo de gramíneas, embora haja presença de cipós e plantas de sub-bosque (ervas, arbustos e pequenas árvores) tolerantes ao sombreamento. A maior parte da biomassa das árvores das formações florestais é alocada na parte aérea, ao contrário das árvores de formações savanas que estocam maior biomassa no componente subterrâneo. São inúmeras as áreas de contato entre savanas e florestas dentro da RCN-TO, assim com os ecótonos entre floresta estacional e floresta ombrófila condição que torna ainda mais complexo o manejo da biodiversidade local. O IBGE tornou oficial em 2012, a fitofisionomia “floresta estacional sempre verde ou perenifólia” que foi mapeada como área de ecótono entre floresta estacional e floresta ombrófila na base que subsidiou a elaboração desse relatório.

Florestas apresentam relevante importância para a segurança hídrica da RCN-TO por interceptarem diretamente grande parte das áreas das chuvas antes do contato com solo, mas sobretudo as formações florestais ribeirinhas que se estabelecem nas margens dos corpos hídricos contribuindo para contenção de processos erosivos e de assoreamento, além de regular a evaporação dos córregos e rios. Apesar da elevada importância para a segurança hídrica, as formações florestas ribeirinhas foram exaustivamente convertidas para atividades agrícolas, devido as melhores condições de umidade, propiciada pela presença dos cursos d’água e pelo lençol freático próximo à superfície e ao elevado teor de matéria orgânica proveniente da ciclagem de nutrientes da própria floresta (SILVA JÚNIOR; FELFILI, 1998^[21]).

[19] SIMON, M.F.; PENNINGTON, RT. 2012. The evolution of adaptations of woody plants in the savannas of the Brazilian Cerrado. **International Journal of Plant Sciences**, v. 173, p. 711- 723, 2012.

[20] ABDALA, G. C. *et al.* 1998. Above and belowground organic matter and root: shoot ratio in a cerrado in Central Brazil. **Journal of Ecology**, Brazilian, n. 2, p. 11-23, 1998.

[21] SILVA JÚNIOR, M. C.; FELFILI, J. M. 1998. **A vegetação da Estação Ecológica de Águas Emendadas**. Brasília: UnB - Departamento de engenharia Florestal / SEMATEC, 1998.



Formações florestais em áreas secas também são presentes na região, sendo representadas pelas florestas estacionais (matas secas) e o cerrado. De forma geral, as matas secas ocupam relevo caracterizado pela ausência de drenagem superficial em função da intensa dissolução química das rochas e absorção, quase que integral, da precipitação. Dessa forma, a água de chuva infiltra-se do solo para a rocha com muita rapidez, com o escoamento sobre ou dentro do solo bastante restritos e sem muita importância quando a floresta está presente (REATTO *et al.*, 2008^[22]).

A ausência da cobertura vegetal exerce importante influência na infiltração da água nesse tipo de relevo, sendo que a manutenção dos remanescentes de florestas estacionais, assim como a restauração de áreas degradadas nesse tipo de relevo é essencial para garantir o controle do ciclo hidrológico da região (REATTO *et al.*, 2008). Por outro lado, a importância para segurança hídrica de cerrado se dá através da proteção de mananciais e corpos hídricos, uma vez que estão concentrados nas cabeceiras e áreas de recarga das nascentes, assim como o Cerrado *Sensu Stricto*.

2.3. Solos

Apesar de a RCN-TO apresentar informações de solos relacionadas ao Projeto Zoneamento Ecológico-Econômico do Norte do Tocantins em escala 1:250.000, cartografadas por folhas conforme o recorte da Carta Internacional ao Milionésimo (CIM), optou-se por trabalhar com informações da base de dados do SIPAM obtidas junto à SEPLAN e do IBGE (2007b) que correspondem às mesmas informações.

Na RCN-TO foram identificadas nove ordens, 16 subordens e 21 grandes grupos representados por 176 unidades cartográficas. A RCN-TO está coberta pelas seguintes ordens de maneira decrescente de extensão, NEOSSOLOS, PLINTOSSOLOS, ARGISSOLOS, LATOSSOLOS, GLEISSOLOS, NITOSSOLOS, LUVISSOLOS, CAMBISSOLOS e CHERNOSSOLOS (Tabela 6).

Tabela 6. Distribuição em área e percentual dos grandes grupos de solos identificados na RCN-TO.

ORDEM	GRANDES GRUPOS	SIGLA	UNIDADES DE SOLOS	ÁREA TOTAL (km ²)	(%)
NEOSSOLOS	NEOSSOLOS LITÓLICOS Distróficos	RLd	RLd3, RLd4, RLd7, RLd9, RLd14, RLd16, RLd19, RLd20, RLd21, RLd24, RLd26, RLd28, RLd29, RLd36, RLd38, RLd40, RLd42, RLd43, RLd44, RLd45	7.870,12	7,65
	NEOSSOLOS LITÓLICOS Eutróficos	RLe	RLe1, RLe4	40,63	0,04
	NEOSSOLOS FLÚVICOS Tb Eutróficos	RYve	RYve1	319,88	0,31
	NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS Hidromórficos	RQg	RQg1	27,69	0,03
	NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS	RQo	RQo1, RQo2, RQo3, RQo4, RQo5, RQo8,	26.292,96	25,55

^[22] REATTO, A. *et al.* 2008. Solos do bioma Cerrado: aspectos pedológicos. In: SANO, S.M.; ALMEIDA, S.P.; RIBEIRO, J.F. (eds.). **Cerrado: ecologia e flora**. Planaltina: Embrapa-CPAC, 2008. p. 107-749.



ORDEM	GRANDES GRUPOS	SIGLA	UNIDADES DE SOLOS	ÁREA TOTAL (km ²)	(%)
	Órticos		RQo9, RQo13, RQo14, RQo15, RQo16, RQo17, RQo20, RQo22, RQo23		
	TOTAL NEOSSOLOS			35.598,53	33,58
PLINTOSSOLOS	PLINTOSSOLOS PÉTRICOS Litoplíntico	FFlp	FFlf1, FFlf2, FFlf3, FFlf5, FFlf13, FFlf6	5.801,56	5,64
	PLINTOSSOLOS PÉTRICOS Concrecionários	FFc	FFc9, FFc10, FFc11, FFc12, FFc13, FFc16, FFc21, FFc23, FFc28, FFc32, FFc33, FFc34, FFc35, FFc38, FFc43, FFc45, FFc46, FFc48, FFc49, FFc51, FFc55, FFc57, FFc58, FFc59, FFc60, FFC61, FFc64, FFc65, FFc66, FFc67, FFc70	18.004,30	17,5
	PLINTOSSOLOS HÁPLICOS Distróficos	FXd	FXd1, FXd2, FXd4, FXd10, FXd14, FXd15, FXd16, FXd18	4.005,60	3,89
	TOTAL PLINTOSSOLOS			28.654,42	27,03
ARGISSOLOS	ARGISSOLOS AMARELO Distróficos	PA	PAd1, PAd2	5.871,20	5,71
	ARGISSOLOS VERMELHOS Distróficos	PV	PVd	162,97	0,16
	ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS Distróficos	PVA	PVAd, PVAd2, PVAd4, PVAd6, PVAd7, PVAd8, PVAd9, PVAd12, PVAd13, PVAd14, PVAd16, PVAd17, PVAd18, PVAd19, PVAd20, PVAd21, PVAd23, PVAd25, PVAd26, PVAd27, PVAd28, PVAd29, PVAd31, PVAd33, PVAd36, PVAd39, PVAd40	12.156,02	11,81
	TOTAL ARGISSOLOS			18.741,54	17,68
LATOSSOLOS	LATOSSOLOS AMARELOS Distróficos	LAd	LAd1, LAd2, LAd3, LAd5, LAd6, LAd7, LAd11, LAd12, LAd14, LAd15, LAd16, LAd18, LAd19, LAd20, LAd21	5.581,00	5,42
	LATOSSOLOS VERMELHOS Distróficos	LVd	LVd1, LVd11, LVd12, LVd13, LVd14, LVd15, LVd17	3.037,82	2,95
	LATOSSOLOS VERMELHO-AMARELOS Distróficos	LVAd	LVAd1, LVAd8, LVAd10, LVAd14, LVAd15, LVAd16, LVAd17, LVAd18, LVAd21, LVAd22, LVAd23, LVAd24, LVAd25, LVAd27, LVAd41, LVAd45, LVAd46, LVAd48, LVAd49, LVAd50, LVAd51, LVAd58, LVAd61	8.628,75	8,38
	TOTAL LATOSSOLOS			17.770,35	16,75
GLEISSOLOS	GLEISSOLOS HÁPLICOS Tb Distróficos	GXbd	GXbd2, GXbd3, GXbd6, GXbd8, GXbd9	1.355,55	1,32
	GLEISSOLOS HÁPLICOS Tb Eutróficos	GXve	GXve	87,27	0,08
	TOTAL GLEISSOLOS			1.486,55	1,4
NITOSSOLOS	NITOSSOLOS VERMELHOS Distróficos	NVd	NVd1, NVd2	383,69	0,37



ORDEM	GRANDES GRUPOS	SIGLA	UNIDADES DE SOLOS	ÁREA TOTAL (km ²)	(%)
	NITOSSOLOS VERMELHOS Eutróficos	NVe	NVe1, NVe6, NVe8	786,31	0,76
	TOTAL NITOSSOLOS			1.205,46	1,13
LUVISSOLOS	LUVISSOLOS HÁPLICOS Órticos	TXo	TXo	913,24	0,89
	TOTAL LUVISSOLOS			940,92	0,89
CAMBISSOLOS	CAMBISSOLOS HÁPLICOS Tb Distróficos	CXbd	CXbd8, CXbd9	302,24	0,29
	TOTAL CAMBISSOLOS			311,40	0,29
CHERNOSSOLOS	CHERNOSSOLOS Argilúvicos	MTo	MTo	77,88	0,08
	TOTAL CHERNOSSOLOS			80,24	0,08
			ÁGUA	1.202,16	1,17
			ÁREA TOTAL	104.455,97	100,00

Fonte: Elaborado pelo Autor (2022), a partir de IBGE (2007b).

Observando a Tabela 6, percebe-se que as quatro ordens principais são NEOSSOLOS (33,58%), PLINTOSSOLOS (27,03%), ARGISSOLOS (17,68%) e LATOSSOLOS (16,75%), que atingem 95,04% da RCN-TO. As demais ordens, GLEISSOLOS (1,40%), NITOSSOLOS (1,13%), LUVISSOLOS (0,89%), CAMBISSOLOS (0,29%) e CHERNOSSOLOS (0,08%) recobrem apenas 3,79% da região, enquanto o restante refere-se à corpos d'água superficiais (1,17%).

A distribuição espacial das ordens de solos na RCN-TO pode ser vista na Figura 23 e no Apêndice II. Mapa de Solos da Região Centro-Norte do Estado do Tocantins do DIAGNÓSTICO AMBIENTAL E SOCIOAMBIENTAL. Os PLINTOSSOLOS estão situados predominantemente na parte leste e sudoeste, ao passo que os NEOSSOLOS ficam em maior extensão contínua na faixa central da RCN-TO. Os ARGISSOLOS ficam distribuídos no vale do Rio Araguaia numa extensão contínua, ora interrompida, ora com ilhas de LATOSSOLOS e NEOSSOLOS. Os LATOSSOLOS estão ao longo de toda a RCN-TO, sem grandes extensões, porém sua maior concentração em terras contínuas fica no norte da RCN-TO.

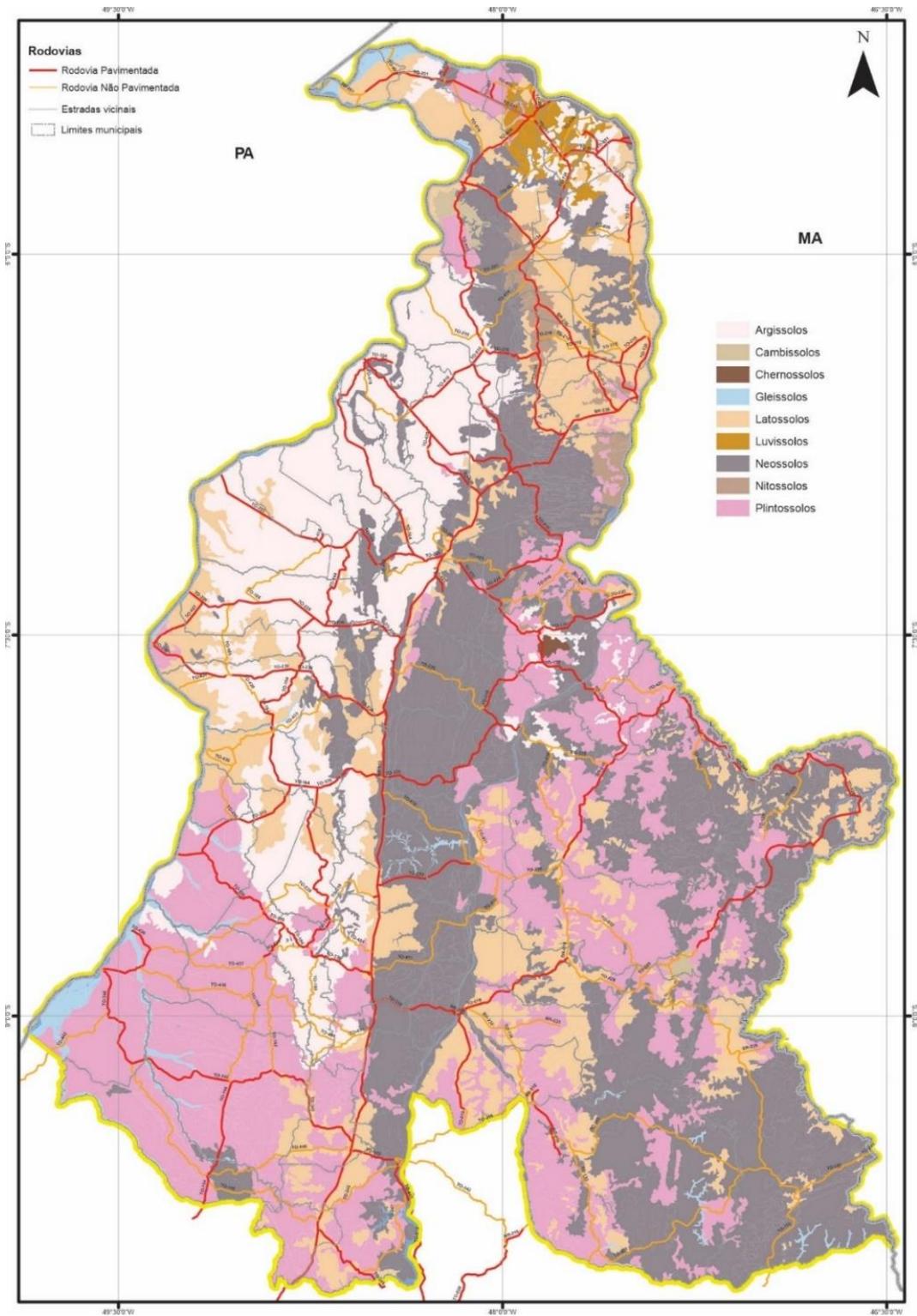


Figura 23. Distribuição dos solos na RCN-TO

Fonte: Elaborado pelo Autor (2022), a partir de IBGE (2007b).



2.4. Distribuição das Classes de Cobertura Vegetal e Uso da Terra

As classes de cobertura vegetal e uso da terra descritas neste documento estão representadas no *Apêndice III. Mapa de Uso da Terra do Ano de 2015 da Região Centro-Norte do Estado do Tocantins* do DIAGNÓSTICO AMBIENTAL E SOCIOAMBIENTAL.

2.4.1. Áreas Antrópicas

Estas nomenclaturas estão associadas todos os tipos de uso da terra de natureza antrópica. Num sentido amplo, englobam todos os tipos de alteração da cobertura natural da terra as quais foram hierarquizadas em dois tipos principais: atividades antrópicas agrícolas e atividades antrópicas não agrícolas, conforme IBGE (2006) apud SEPLAN (2012b). As atividades antrópicas não agrícolas estão associadas a todas as formas de uso da terra de natureza não agrícola, correspondente às classes Áreas Urbanizadas, Áreas de Mineração, Solo Exposto, e Capoeira. Encontram-se inseridas na categoria atividades antrópicas agrícolas as classes Cultura, Agropecuária e Reflorestamento.

A classe Áreas Urbanizadas corresponde a áreas de uso intensivo estruturadas por edificações e sistema viário, incluídas as cidades e vilas, áreas de rodovias, serviços e transporte, energia, comunicações, áreas ocupadas por indústrias, complexos industriais e comerciais e instituições, em alguns casos isolados das áreas urbanas.

Essa classe ocupa apenas 0,23% da área mapeada (23.632,34 ha), com maiores extensões nos aglomerados urbanos de maior população, com destaque para Araguaína com 183.381 habitantes, segundo município mais populoso do estado, e que concentra cerca de 25% da população da Região Centro-Norte do Tocantins, considerando-se estimativas para o ano de 2020 (IBGE). Em termos espaciais, o município de Araguaína possui 30,5% da superfície da classe Áreas Urbanizadas. Destacam-se também as sedes municipais de Araguatins e Colinas do Tocantins, com população superior a 35 mil habitantes; e Tocantinópolis e Guaraí, com população superior a 20 mil habitantes (IBGE, 2020^[23]). Outros onze municípios possuem população urbana entre 20 e 10 mil habitantes (IBGE, 2020). Os demais 57 municípios da área em estudo possuem população inferior a 10 mil habitantes.

Em termos de rede urbana, há de se destacar o papel de Araguaína na hierarquia urbana da área em estudo, bem como sua influência no sul do Pará e sudoeste do Maranhão, juntamente com centros urbanos localizados em estados vizinhos, como Marabá (PA) e Imperatriz (MA). Conforme SEPLAN (2016^[24]) a rede urbana é

^[23] INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2020. Coordenação de População e Indicadores Sociais. **Estimativas da População**. Estimativas da população residente para os municípios e para as unidades da federação brasileiros com data de referência em 1º de julho de 2020. 2020. Disponível em <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html?edicao=28674&t=resultados>>. Acesso: 15 ago. 2021.

^[24] SECRETARIA DO PLANEJAMENTO E ORÇAMENTO DO TOCANTINS (SEPLAN) Superintendência de Planejamento e Orçamento. Diretoria de Pesquisa e Informações Econômicas. Gerência de Indicadores Econômicos e Sociais. Zoneamento Ecológico-



hierarquizada por Araguaína, capital regional C, com articulações diretas com Araguatins, Tocantinópolis, Colinas do Tocantins e Guaraí, classificadas como centro sub-regional B.

De acordo com SEPLAN (2016), a expansão do agronegócio no Tocantins tende, de modo geral, a sinalizar para o reforço da centralização de algumas cidades consolidadas em torno de sua funcionalidade como prestadoras de serviços especializados (financiamento, armazenagem e comercialização) ao campo moderno, como é o caso de Araguaína e, mais recentemente, de Pedro Afonso.

Outro aspecto a ser ressaltado é a maior densidade da rede urbana na porção norte da área em estudo, na microrregião do Bico do Papagaio (IBGE, 2012), cujos agrupamentos englobam tanto sedes municipais quanto diversos povoados e localidades.

Apesar da ocorrência espacial desta classe de mapeamento possa ser considerada pequena, quando comparada com tipos de uso da terra agrícola, as áreas urbanizadas têm um forte impacto nos usos dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos. São áreas que concentram grande demanda de uso da água, principalmente para consumo humano, além de representar uma potente fonte de contaminação ou mesmo poluição hídrica, quando os agrupamentos populacionais atingem tamanhos mais expressivos.

A classe Áreas de Mineração refere-se à extração de substâncias minerais, como lavras, minas e lavra garimpeira ou garimpo. Os minerais podem ser classificados em metálicos e não metálicos, incluindo-se nesta última as gemas. Os processos de exploração mais comuns são a lavra e o garimpo. A lavra refere-se a um conjunto de operações coordenadas objetivando o aproveitamento econômico da jazida, desde a extração das substâncias minerais até o beneficiamento das mesmas. A lavra garimpeira é o aproveitamento imediato de jazimento mineral que, por sua natureza, dimensão, localização e utilização econômica, pode ser lavrado, independentemente de prévios trabalhos de pesquisa, segundo os critérios fixados pelo Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM).

A classe ocupa uma área de 564,00 ha, que corresponde a apenas 0,005% da área mapeada. O município de Xambioá representa 30,4% da superfície identificada nessa classe. A extração de rochas calcárias é uma importante atividade de mineração no município. Dentre as empresas com atuação nessa atividade, cita-se Mineração Vale do Araguaia Ltda. que atua nesse segmento produtivo desde 1987, produzindo calcário agrícola e *filler* industrial (MINERATINS/SEPLAN, 2007^[25]). A Mineradora Minerax inaugurou sua unidade em Xambioá no ano de 2007. Atua na extração de calcário dolomítico e calcítico, utilizadas para produção de cimento, corretivo de solos. Além dos

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).

[25] COMPANHIA DE MINERAÇÃO DO ESTADO DO TOCANTINS - Mineratins / SECRETARIA DO PLANEJAMENTO DO ESTADO DO TOCANTINS - SEPLAN. 2007. **Avaliação e Diretrizes para o Setor Mineral do Estado do Tocantins**. Organizado por: Rodrigo Meireles Mattos Rodrigues, Palmas: Mineratins / SEPLAN, 2007. 94 p. il.



calcários corretivos agrícolas, a mineradora possui o ingrediente mineral, utilizado como matéria-prima para a produção de rações, e sais minerais para a nutrição animal. Também fornece brita para construção civil e siderurgia (nº 01 e 02), para a produção de ferro gusa e aço, atendendo os polos siderúrgicos do Maranhão e Pará (MINERAX, 2021^[26]).

Além de calcário, outras substâncias minerais são identificadas no município, como argila para cerâmica vermelha, calcário para correção de solo brita siderúrgica e quartzito ornamental. Existem ainda ocorrências de garimpos de cristal de rocha, ametista e esfeno (titanita), localizados na Serra da Ametista (MINERATINS/SEPLAN, 2007).

Em Bandeirantes do Tocantins, a principal atividade de mineração está relacionada a unidades de extração e beneficiamento de rocha calcária para fins agrícolas. Cita-se as empresas Caltins - Calcário Tocantins Ltda. e Supercal Extração de Calcário e Brita Ltda., pertencentes ao Grupo J Demito. A Caltins iniciou seus trabalhos 1998, estando atualmente entre as 200 maiores minas brasileiras, tendo como principal produto, o calcário dolomítico. Também produz britas civil e siderúrgica nºs 1 e 2, que atendem o estado do Pará e servem de matéria-prima para ferro gusa e aço. A inauguração da Supercal foi realizada em setembro de 2012. Sua localização foi estrategicamente pensada para fortalecer a atuação nos estados do Tocantins, sul do Pará e Mato Grosso (MINERAX, 2021).

No intuito de complementar informações sobre a classe Áreas de Mineração, recorreu-se ao Sistema de Informações Geográficas da Mineração (SIGMINE) da Agência Nacional de Mineração (ANM) bem como MINERATINS/SEPLAN (2007). No município de Palmeirante registrou-se requerimentos de lavra para extração de calcário e dolomita. Em Filadélfia, a concessão de lavra de gipsita e fosfato). A extração de areia, cascalho e argila foi identificada em Araguatins, São Miguel do Tocantins, Babaçulândia e Campos Lindos.

A classe Solos Expostos corresponde a ambientes antrópicos desprovidos de cobertura vegetal nativa, decorrentes da degradação provocada por atividades humanas como a extração mineral ou agricultura. Em determinadas situações, origina-se de atividades agrícolas sem manejo adequado em solos de grande suscetibilidade a processos erosivos. Compreendem também as áreas de empréstimo, os deslizamentos de massa, estradas vicinais e as áreas sem cobertura vegetal, principais focos de degradação e fontes de sedimentos para os cursos d'água.

Solos Expostos ocupam 161,1 ha na área em estudo, especificamente nos municípios de Araguaína, Miracema do Tocantins, Araguatins, Goiatins, São Bento do Tocantins, Darcinópolis e Wanderlândia, segundo ordem de ocorrência.

A classe Capoeira corresponde às áreas ocupadas por vegetação secundária nascida após a derrubada das florestas primárias (IBGE, 2013). Com base nesse conceito,

^[26] Mineradora Minerax. 2021. Disponível em: <<https://www.mineradoraminerax.com.br/>>. Acesso: 23 ago. 2021.



abrange superfícies inseridas em ambientes florestais que não apresentavam uso definido e tão pouco se assemelhavam a uma floresta com estrutura de dossel emergente (SEPLAN, 2012b).

Essa classe ocupa 247.514,22 ha, equivalentes a 2,37% da área mapeada, distribuindo-se de forma mais preponderante no Sistema Hidrográfico do Araguaia, com as maiores extensões nos municípios de Araguaína (19.932,8 ha), Ananás (14.519,5 ha), Santa Fé do Araguaia (14.489,1 ha), Arapoema (14.864,9 ha), Aragominas (13.362,7 ha), Araguatins (13.197,8 ha) e Pau D'Arco (10.892,8 ha).

Áreas caracterizadas como Capoeira abrangem tanto fitofisionomias arbóreas-arbustivas quanto estratos mais avançados (mata secundária incipiente), conforme a formação vegetal nativa originária. Além da tipologia da vegetação nativa originária, o porte da vegetação secundária característica da classe Capoeira é associado com outros fatores antrópicos, como frequência e intensidade do uso de fogo e a abertura e raleamento da vegetação para implantação de atividades agropecuárias, bem como variáveis do ambiente controladas por fatores naturais como solos, relevo, e disponibilidade hídrica.

A classe Cultura retrata atividades de uso agrícola das terras destinado a produção de alimentos e fibras realizados por meio de culturas temporárias e culturas permanentes. A categoria abrange o espaço geográfico ocupado pelas culturas produzidas na agricultura familiar e/ou de subsistência bem como cultivos comerciais destinados à produção de alimentos via commodities, utilizando maquinário agrícola tecnificado (IBGE, 2006 apud SEPLAN, 2012b).

As culturas temporárias correspondem a todo e qualquer sistema de cultivo de curta ou média duração, geralmente com ciclo vegetativo inferior a um ano, que após a produção deixa o terreno disponível para novo plantio. Dentre as culturas temporárias, além de grãos e cereais, são incluídos nesta categoria o abacaxi, a cana-de-açúcar e a mandioca, que apresentam ciclos de colheita muitas vezes superiores a 12 meses. Na região Centro-Norte do Tocantins, incluem as culturas de soja, milho, sorgo e algodão herbáceo, por vezes associadas à commodities; bem como arroz de sequeiro e feijão; além das citadas lavouras semipermanentes.

As culturas permanentes correspondem a culturas de ciclo longo que permitem colheitas sucessivas, sem necessidade de novo plantio a cada ano. Dentre as culturas permanentes, destacam-se espécies frutíferas como coqueiros, laranjeiras, bananeiras e mangueiras e as de espécies como cafeeiros e seringueiras, em sistemas que combinam ou não culturas agrícolas com florestas (IBGE, 2006 apud SEPLAN, 2012b).

Ocupa uma superfície de 309.792,22 ha, equivalente a 2,97% da área de estudo. Registra maior concentração espacial em dois setores da área mapeada, nas quais o uso da terra destina-se majoritariamente às culturas temporárias.

Inicialmente, destaca-se a faixa central da área em estudo, com as maiores superfícies de lavouras nos municípios de Campos Lindos, Rio dos Bois, Tupirama e Bom Jesus do Tocantins. As áreas cultivadas avançam a norte, ao longo do eixo do divisor Tocantins-



Araguaia até o município de Palmeirante, e distribuem-se de forma esparsa em diversos pontos da Região Centro Norte. Esses municípios apresentam áreas planas, o que facilita a mecanização e aplicação de tecnologia. O principal grão plantado é a soja, associado ao milho safrinha (milho plantado na entressafra da soja) e ao sorgo.

O município de Pedro Afonso destaca-se no contexto estadual pela superfície ocupada e produção de cana-de açúcar, sendo responsável por cerca de 90% da área plantada no Tocantins nos anos de 2015 e 2019 (IBGE, 2016^[27]; 2020). A matéria prima produzida no município é utilizada para produção de etanol e bioeletricidade, por meio da estrutura industrial da Usina Pedro Afonso da Bunge Brasil, instalada em cidade homônima.

Outra porção geográfica que concentra lavouras temporárias localiza-se na extremidade noroeste do estado do Tocantins, no município de Campos Lindos, próximo à fronteira com o vizinho estado do Maranhão. As áreas de cultivo estão posicionadas sob o platô da unidade geomorfológica Chapadões do Alto Parnaíba, em relevo predominantemente plano desenvolvido sobre rochas sedimentares, em solos profundos, tais como Latossolos e Neossolos Quartzarênicos, de características favoráveis para desenvolvimento de culturas temporárias de ciclo curto. As culturas de maior relevância espacial e produtiva são, respectivamente, a soja e o milho, tornando o município o maior produtor do estado, conforme dados do IBGE (2016; 2019^[28]). Conforme informações da Secretaria da Agricultura e Pecuária e Aquicultura - Seagro, em 2015, Campos Lindos respondeu por 40% da produção do milho safrinha no estado.

Quanto às culturas permanentes, a produção de abacaxi e banana e ocupa as maiores extensões, conforme indica IBGE (2016,2019).

O abacaxi é uma das principais frutas produzidas no estado. Tendo como referência o ano de 2019, a Região Centro-Norte do Tocantins foi responsável por 80% da área plantada e da produção do abacaxi no Tocantins. Em termos de superfície, o município de Miranorte ocupou 51,3% das lavouras da área em estudo; quanto à produção de frutos o maior produtor em 2019 foi Miracema do Tocantins, com cerca de 50% da produção registrada (IBGE, 2020). Além da comercialização no próprio estado, a fruta é comercializada em vários estados brasileiros, como Goiás, Distrito Federal e São Paulo.

A área ocupada pela cultura da banana na área de estudo totalizou 1874 ha no ano de 2015, correspondendo a 61,3% da superfície ocupada pela fruta no estado. Os dados mais recentes, referentes ao ano de 2019, registraram-se uma expressiva ampliação dos plantios, passando a ocupar 10.324 ha na Região Centro-Norte do Tocantins, correspondente a 85,2% da superfície ocupada pelo fruto em âmbito estadual. Em

[27] INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2019. Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA. **Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura**. 2019. Disponível em <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1612>>. Acesso: 15 mar. 2018.

[28] INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2019. Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA. **Produção Agrícola Municipal**. 2019. Disponível em <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/839>>. Acesso: 15 ago. 2021.



termos municipais, Miracema do Tocantins possui a maior área plantada, 9.000 ha, e respondeu por 66% da produção estadual no período.

Conforme dados do IBGE para o ano de 2015, a soja ocupa 61,9% da superfície ocupada pela classe Culturas, seguidas pelo milho e cana de açúcar, que representam, respectivamente, 21,4% e 8,09% da área cultivada. Os municípios de Campos Lindos (124.105 ha), Pedro Afonso (52.435 ha), Goiatins (33.514 ha), Palmeirante (17.065 ha) e Tupirama (16.275 ha), todos grandes produtores de soja, possuem as maiores extensões de culturas, conforme IBGE (2016).

Atualizando-se as informações sobre áreas cultivadas para o ano de 2019 (IBGE, 2020), a soja ocupa 55,35% da superfície ocupada pela classe Culturas, seguidas pelo milho e cana de açúcar, que representam, respectivamente, 25,47% e 7,77% da área cultivada. Os municípios de Campos Lindos (104.159 ha), Pedro Afonso (53.415 ha), Miracema do Tocantins (25.418 ha), Goiatins (23.054 ha), Tupirama (19.621 ha) e Rio dos Bois (17.687 ha) possuem as maiores extensões de culturas.

A classe Agropecuária inclui a atividade de pecuária bovina intensiva e extensiva com a finalidade de produção de carne ou leite e culturas alimentares de subsistência como também pequenas áreas com vegetação secundária (com ou sem Palmeiral). Destacam-se as atividades da pecuária visando à produção de animais domésticos com objetivos econômicos, tais como a criação de animais de grande porte (bovino, equinos, muas, dentre outros). Nesta classe as atividades ainda podem se diversificar em função do objetivo final da atividade, o que varia de acordo com diferentes produtos a serem obtidos tais como a pecuária de carne, de leite, mista (carne e leite), produção de matrizes e/ou reprodutores. Por vezes, as atividades de pecuária podem estar associadas com cultivos temporários e/ou perenes, ou eventualmente com pastagem irrigada.

Esta atividade ocupa 3.551.256 ha, maior extensão dentre todos os usos da terra da Região Centro Norte, equivalente a 34,0% do seu território. Apresenta ampla dispersão em toda a área mapeada, não obstante concentrar-se na parte oeste, com as maiores extensões registradas nos municípios de Dois Irmãos do Tocantins (142.208,2 ha), Bandeirantes do Tocantins (119.706,3 ha), Araguaína (116.144,98 ha), Araguatins (115.673,5 ha), Miracema do Tocantins (113.374,0 ha), Araguacema (108.377,2 ha), Arapoema (107.960,3 ha) e Goianorte (104.361,5 ha).

A atividade pecuária desenvolve-se sobre todas as tipologias de solos que recobrem a área em estudo. As superfícies recobertas por Neossolos Quartzarênicos, de menor aptidão agrícola, não permitem o suporte a atividade pecuária intensiva. Destaca-se, no entanto, na porção oeste as superfícies recobertas por solos Latossólicos e Argissolos, com atributos edáficos propícios ao cultivo intensivo de pastagens que, conseqüentemente, permitem altos índices de suporte à atividade pecuária, possibilitando sistemas de produção semiextensivo. Em relação aos ciclos de produção, nessas áreas há predominância do ciclo de engorda, destacando-se a região de Araguaína no contexto estadual, tanto em termos de produção quanto do processamento da carne.



Em relação aos tipos de pastagens, as áreas ocupadas por pastagens plantadas, formadas por forrageiras de capim africano do gênero *Braquiária*, de maior adaptação às condições edafoclimáticas do Cerrado, possuem maior expressão espacial; embora em menor proporção, têm aumentado o plantio de forrageiras do gênero *Panicum*, devido ao seu potencial de matéria seca por hectare e sua fácil adaptação. Todavia, apresentam grande variação na qualidade dos pastos, derivadas dos processos tecnológicos adotados no estabelecimento, na manutenção e no manejo das pastagens, além das condições edafoclimáticas das áreas de ocorrência.

A bovinocultura é a atividade pecuária preponderante na região Centro-Norte do Tocantins, com um total 4.174.620 cabeças, correspondente a quase metade (49,2%) do plantel estadual no ano de 2019 (IBGE, 2020) Os maiores rebanhos estão localizados nos municípios de Araguaína (242.047 cabeças), Araguatins (155.441 cabeças), Arapoema (141.575 cabeças), Dois Irmão do Tocantins (151.495 cabeças), Bandeirantes do Tocantins (136.085), Colinas do Tocantins (128.935), Miracema do Tocantins (127.173 cabeças), Santa Fé do Araguaia (110.065 cabeças), Guaraí (113.391 cabeças), Itaporã do Tocantins (102.092 cabeças).

Outras atividades criatórias identificadas na Região Centro-Norte são a criação de equinos (107.495 cabeças), ovinos (59.247 cabeças), caprinos (9.159 cabeças) e bubalinos (3.515), tendo como referência o ano de 2019. Em média, essas atividades criatórias correspondem à metade do plantel do Estado: 50,1% (equinos), 52,9% (ovinos), 53,0% (caprinos) e 68,9% (bubalinos).

A classe Reflorestamento é uma atividade da silvicultura, estabelecido por meio do plantio ou formação de maciços com espécies florestais que podem ser de origem nativa ou exótica. Os plantios podem ser heterogêneos, homogêneos e consorciados. Na classe consideram-se plantios homogêneos feitos com espécies exóticas, predominantemente de eucalipto, com fim na produção de madeira, geração de energia, ou outros produtos florestais, e de seringueira, destinada à produção de látex.

Essa tipologia de uso da terra ocupa uma superfície de 92.087 ha, equivalentes a 0,88% da área em estudo, com as maiores extensões nos municípios de São Bento do Tocantins (12.735,7 ha), Araguaína (9.796,1 ha), Araguatins (9.733,6 ha), Goiatins (9.113,4 ha), Palmeirante (7.756,3 ha) e Ananás (6.435,6 ha).

A atividade se instalou predominantemente sobre Neossolos Quartzarênicos, em ambiente de relevo plano, que favorece o manejo e os tratos culturais.

Com base nos dados do IBGE (2019), registra-se que a área em estudo ocupa 57,5% da área ocupada pela silvicultura no Estado do Tocantins. As maiores áreas contínuas estão situadas na parte norte da área em estudo, na Região do Bico do Papagaio. Interessante salientar que a ocupação da silvicultura no divisor Tocantins- Araguaia, nos limites do Corredor Ecológico Tocantins-Araguaia. Para os produtores, o principal destino do produto é a fábrica de celulose localizada em Imperatriz, no vizinho estado do Maranhão. Além do Maranhão, outro destino bastante comum para os produtores localizados mais ao norte do Estado, principalmente Araguaína, é o polo siderúrgico localizado em Marabá, no Pará.



De acordo com informações do IBGE (2019), o eucalipto é a espécie mais representativa da silvicultura na Região Centro-Norte do Tocantins, correspondendo a cerca de 96% da área ocupada na silvicultura. O município de São Bento do Tocantins possui a maior área ocupada pela espécie.

Outras espécies da silvicultura são a teca, seringueira, acácia e mogno. A teca ocupa 2,1% da área de silvicultura. As maiores áreas de plantios dessa espécie estão localizadas, por ordem de grandeza, nos municípios de Santa Fé, Abreulândia e Pedro Afonso. A seringueira responde por 1,5% dos plantios de espécies florestais, sendo as maiores áreas nos municípios de São Miguel do Tocantins e Axixá do Tocantins, conforme informações sistematizadas com base em SEAGRO (2016^[29]).

2.4.2. Vegetação Nativa

• Formações Florestais

As áreas florestais em seu sentido amplo são abundantes e muito heterogêneas em termos florísticos e estruturais. Incluem as formações arbóreas das Regiões Fitoecológicas da Floresta Densa (estrutura florestal com cobertura superior contínua), de Floresta Aberta (de estrutura florestal com diferentes graus de descontinuidade da cobertura superior, conforme seu tipo, com cipó, bambu, palmeira ou sororoca) e de Floresta Estacional - estrutura florestal com perda das folhas dos estratos superiores durante a estação desfavorável, seca e/ou frio, que inclui a Floresta Estacional Semidecidual e a Floresta Estacional Decidual. Como subtipos estão associadas as Matas de Galeria e Matas Ciliares. No mapeamento de referência deste trabalho (SEPLAN, 2013) também foram mapeados contatos entre as Regiões Fitoecológicas da Floresta Ombrófila / Floresta Estacional Decidual e Floresta Ombrófila Estacional Semidecidual. Essas formações ainda se dividem em função dos ambientes de coberturas cenozoicas e o das faixas altimétricas; deste modo, na RCN-TO têm-se três formações: Aluvial, Terras Baixas e Submontana. Abrange o Cerradão, subtipo da Savana Florestada. Além dessas, cita-se o Cerradão, subtipo da Savana Florestada, vinculado à Região Fitoecológica da Savana (Cerrado).

A Floresta Ombrófila Densa Aluvial é uma formação ribeirinha ou floresta ciliar que ocorre ao longo dos cursos de água ocupando os terrenos antigos das planícies quaternárias, apresentando com frequência um dossel emergente uniforme e com bastante palmeiras no estrato dominado e na submata. Restrita ao sistema hidrográfico do Araguaia ocorre de forma fragmentada ao longo do curso fluvial homônimo. Distribuiu-se também junto aos rios Muricizal, Juari e Jenipapo, e ao Ribeirão das Cunhazinhas.

A superfície mapeada somou apenas 17.607 ha (0,17% da área mapeada). Os maiores remanescentes estão localizados nos municípios de Pequizeiro (2.447 ha), Sampaio (2.219 ha), Bernardo Sayão (2.047 ha) e Juarina (1.320 ha).

[29] SECRETARIA DA AGRICULTURA E PECUÁRIA - SEAGRO. 2016. *Área de Florestas Plantadas no Estado do Tocantins*. Palmas: Seagro/Adapec/Aprob-GO/TO, 2016.



A Floresta Ombrófila Densa Submontana uma formação de interflúvio que ocorre principalmente em superfícies planas, constituída por árvores que atingem até 45 m de altura, com algumas palmeiras no estrato intermediário. Caracteristicamente apresentam no sub-bosque fanerófitos - plantas lenhosas que apresentam gemas e brotos de crescimento protegidos por catáfilos situados acima do solo. Concentra-se na parte noroeste.

Viceja sobre 171.214 ha, correspondentes a 1,64% da área em estudo, concentrados em polígonos dispersos a noroeste/oeste da RCN-TO, com as maiores superfícies nos municípios de Santa Fé do Araguaia (41.241 ha), Muricilândia (30.691 ha), Araguatins (26.978 ha) e Aragominas (16.462 ha).

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

Identificou-se fisionomia de Floresta Ombrófila Aberta Aluvial em extensões quase contínuas ao longo das margens do Rio Tocantins, extremo norte do estado, nos municípios de Esperantina, São Sebastião do Tocantins e Sampaio. Na parte centro-norte, registra-se outra ocorrência, na área conhecida como APA Ribeirão Tranqueira, entre os municípios de Guaraí e Presidente Kennedy. No sistema hidrográfico do Araguaia, distribui-se ao longo Rio Corda e seu afluente Ribeirão das Lages, entre os municípios de Xambioá, Riachinho, Piraquê, Wanderlândia e Darcinópolis. Outro trecho, de menor extensão, limítrofe aos municípios de Araguatins e Ananás margeia o Rio Piranhas.

Os remanescentes dessa fisionomia totalizam 37.980 ha (0,36% da área mapeada), com maior abrangência espacial em Arapoema (4.098 ha), Santa Fé do Araguaia (3.494 ha), Couto de Magalhães (2.865 ha), Pau d'Arco (2.756 ha).

São Sebastião do Tocantins (6.303,85 ha), Guaraí (4.239,09 ha), Piraquê (3.762,72 ha), Araguaína (2.9087 ha), Xambioá (2.898 ha) e Esperantina (3.412,59 ha).

A Floresta Ombrófila Aberta Submontana difere-se da formação Densa Submontana em razão da descontinuidade da cobertura superior, apresentando quatro faciações em função da dominância de cipó, bambu, palmeira ou sororoca; no caso de Tocantins, destaque da palmeira babaçu (*Attalea speciosa*).

Esta formação pode ser observada distribuída em faixas longitudinais no contato entre a Floresta Densa e a Savana (Cerrado). É a formação predominante na Região Fitoecológica de Floresta Ombrófila no estado do Tocantins. A Floresta Ombrófila aberta no norte do Tocantins pode ser entendida como um prolongamento da floresta secundária de babaçu ou babaçual existente no Maranhão e que hoje faz parte da vegetação secundária que resultou da devastação florestal.

Distribui-se por 342.643 ha na RCN-TO (3,28% da área em estudo). Araguaína (8.117 ha), Arapoema (6.310 ha), Bandeirantes do Tocantins (5.020 ha), Pau d'Arco (4.669



ha), Piraquê (3.674 ha) e São Bento do Tocantins (2.512 ha) possuem as maiores extensões dessa classe.

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

Distribuiu-se por apenas 10.454 ha (0,10% da área mapeada), localizados nos municípios de Xambioá (66,8% da classe), Aragoínas (13,2% da classe), Araguaína (12,2% da classe) e Muricilândia (7,8% da classe).

Na Floresta Estacional Semidecidual, a porcentagem das árvores caducifólias, considerando o conjunto florestal, é de 20 a 50%. O critério para diferenciação entre a Submontana e a Aluvial é a faixa altimétrica, com a primeira ocorrendo, no caso de Tocantins, de 100 a 600 m, e a segunda, nos terraços mais antigos das calhas de rios. De acordo com SEPLAN (2013), na Floresta Estacional Semidecidual as árvores de maior porte variam de 18 a 25 m, enquanto o dossel é formado por árvores com cerca de 14 a 16 m; os diâmetros das árvores dificilmente ultrapassam os 100 cm.

Os remanescentes de Floresta Estacional Semidecidual Aluvial concentram-se em uma porção à oeste da RCN-TO, em uma superfície de 112.578 ha (1,08% da área mapeada) ao longo dos cursos fluviais do Rio Araguaia e seus afluentes Caiapozinho, Piranhas, Bananal e Barreiras. O município de Araguacema é responsável por 41.316 ha dos remanescentes mapeados; seguindo-se em termos de maior expressão espacial os vizinhos municípios de Dois Irmãos do Tocantins (15.758 ha), Abreulândia (9.891 ha), Abreulândia (9.821,0 ha) e Couto de Magalhães (6.957 ha).

Quanto à Floresta Estacional Semidecidual Submontana, formação predominante na Região Fitoecológica de Floresta Estacional no estado do Tocantins estende-se por 1.237.357 ha (11,85% da área mapeada). Trata-se de tipologias que ocupam predominantemente os interflúvios situados em faixas ou locais entre 100 e 600 m de altitude. No Norte do Tocantins, a Floresta Estacional Semidecidual Submontana apresenta-se distribuída de forma disjunta, porém concentrando-se na região de relevo movimentado, revestindo interflúvios ou encostas de vales, na divisa do Tocantins com o Maranhão, assim como nas bases e encostas do divisor de águas Tocantins-Araguaia. Quanto as maiores superfícies recobertas por essa formação, elenca-se os municípios de Rio Sono (120.553 ha), Goiatins (114.539 ha), Lizarda (91.736 ha), Dois Irmãos do Tocantins (59.561 ha), Campos Lindos (59.836 ha), Palmeirante (53.840 ha), Centenário (50.372 ha) e Recursolândia (47.323 ha).

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



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

De acordo com Ribeiro e Walter (2008), o Cerradão é uma formação florestal com aspectos xeromórficos, caracterizada pela presença de espécies que ocorrem no Cerrado sentido restrito e também por espécies de mata. Do ponto de vista fisionômico é uma floresta, mas floristicamente é mais similar a um Cerrado. Via de regra viceja sobre solos profundos, bem drenados, de média e baixa fertilidade, ligeiramente ácidos, pertencentes a Latossolos.

Dentre as espécies usualmente encontradas elenca-se, de maneira geral, as espécies arbóreas mais frequentes no Cerradão são: *Callisthene fasciculata* (jacaré-da-folha-grande), *Caryocar coriaceum* (pequi), *Copaiftra langsdorffii* (copaíba), *Emmotum nitens* (sobre, carvalho), *Hirtella glandulosa* (oiti), *Lafoensia pacari* (mangaba-brava, pacari), *Magonia pubescens* (tingui), *Siphoneugenia densiflora* (maria-preta), *Vocbysia haenkeana* (escorregamacaco) e *Xylopia aromatica* (pindaíba, pimenta-de-macaco).

Os remanescentes da subformação Cerradão se distribuem por 49.298 ha, equivalentes a 0,47% da área mapeada. As maiores extensões foram identificadas nos municípios de Bom Jesus do Tocantins (35,5% da classe), Pedro Afonso (20,5% da classe) e Rio Sono (14,7% da classe).

A Mata de Galeria/Mata Ciliar abrange tipos de vegetação florestal associados a cursos de água, que podem ocorrer em terrenos bem ou mal drenados, em diversos tipos de solos, diferenciando-se, principalmente, em função de na Galeria as plantas nunca perdem inteiramente as folhas; enquanto na Ciliar há diferentes graus de queda das folhas na estação seca (RIBEIRO; WALTER, 2008).

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

De acordo com a composição florística e características ambientais, como topografia e variação na altura do lençol freático ao longo do ano, a Mata de Galeria pode ser de dois subtipos: Mata de Galeria não-Inundável, em topografia acidentada, nos trechos mais distantes da drenagem; e Mata de Galeria Inundável, em topografia plana, onde o lençol freático aflora durante boa parte do ano. Há grande variação florística entre os subtipos em função da tolerância das espécies à saturação hídrica. Os referidos subtipos foram mapeados por SEPLAN (2013).

A Mata Ciliar, subtipo da Floresta Estacional Semidecidual, acompanha os rios de médio e grande porte da região do Cerrado, em que a vegetação arbórea não forma galerias, e dificilmente ultrapassando 100 m de largura em cada margem. As árvores, predominantemente eretas, variam em altura de 20 a 25 m, com alguns poucos



indivíduos emergentes alcançando 30 m ou mais. Ao longo do ano, as árvores fornecem uma cobertura arbórea variável de 50 a 90%. Na estação chuvosa a cobertura chega a 90%, dificilmente ultrapassando este valor, ao passo que na estação seca pode até mesmo ser inferior a 50% em alguns trechos.

Como espécies arbóreas frequentes cita-se *Anadenanthera spp.* (angicos), *Apeiba tibourbou* (pau-de-jangada, pente-de-macaco), *Aypidosperma spp.* (perobas), *Celtis iguanaea* (grão-de-galo), *Enterolobium contortisiliquum* (tamboril), *Inga-spp.* (ingás), *Myracrodruon urundeuva* (aroeira), *Sterculia striata* (chichá), *Tabebuia spp.* (ipês), *Trema micrantha* (crindiúva) e *Triplarisgardneriana* (pajeú). Em locais abertos (clareiras) também pode ser comum a presença das espécies *Cecropia pachystachya* (embaúba) e *Attalea speciosa* (babaçu).

O Palmeiral, segundo Ribeiro e Walter (1998^[30]), pode ocorrer tanto em áreas bem drenadas quanto em áreas mal drenadas, com a presença dominante de determinada espécie de palmeira arbórea, possuindo quatro subtipos principais, que variam em estrutura de acordo com a espécie dominante: Babaçual, Buritizal, Guerobal e Macaubal.

Em áreas de uso antrópico, é marcante a presença de palmeiras como *Attalea speciosa* (Babaçu), *Attalea maripá* (Maripá), *Acroconia aculeata* (Macaúba), *Attalea phalerata* (Inajá), tanto em pastagens consolidadas, onde o proprietário rural opta pela permanência de algumas palmeiras no momento de manejo (limpeza da pastagem), como áreas que foram abandonadas e estão em regeneração, sem a reforma da pastagem (SEPLAN, 2013).

A classe Palmeiral é integrante por definição do domínio das Formações Savânicas, conforme classificação de Ribeiro e Walter (1998). Contudo, especificamente na porção norte do Estado do Tocantins, essa fisionomia ocorre no mesmo espaço das áreas de Capoeira de domínio das formações florestais, sempre em sucessão à vegetação primária em estágios mais evoluídos de Capoeira e capoeirão. Para esta situação, o IBGE (2007^[31]) explica oportunamente que “a vegetação secundária de Palmeiral se refere às antigas áreas de natureza florestal, cultivadas e depois abandonadas, se encontrando em diversos estágios de sucessão”. “Grandes áreas de vegetação secundária com palmeiras ocupam partes, especialmente da região norte e extremo norte do Estado do Tocantins, em áreas da antiga Floresta Ombrófila ou do contato da Savana com Floresta Ombrófila e Floresta Estacional” (IBGE, 2007).

O IBGE (2007), ainda faz menção de que parte do babaçual, mapeado como Palmeiral, é o “resultado da devastação florestal e das práticas de manejo agrícola empregadas.” A palmeira babaçu (*Attalea speciosa*) espalhou-se no norte do Estado em grandes

[30] RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. 1998. Fitofitofisionomia do Bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. (eds.). **Cerrado: ambiente e flora**. Brasília: Embrapa, 1998. p.89-166.

[31] INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2007. **Mapa do Estado do Tocantins: Vegetação**. Escala 1:100.000. Rio de Janeiro: IBGE, 2007. (Contrato IBGE/CISCEA - Projeto SIVAM). Disponível em: <<https://portaldemapas.ibge.gov.br/portal.php#663>>. Acesso: 23 ago. 2021.



povoamentos devido ao emprego do fogo e quebra da dormência de sementes, criando assim os pindobais, que se tornam em médio e longo prazo em cocais, não permitindo a formação de uma submata, resumindo-se a algumas espécies arbóreas comumente encontradas em áreas de cerrado e floresta, principalmente em regiões de tensão ecológica entre os dois biomas.

- **Formações Savânicas**

O Cerrado sentido restrito caracteriza-se pela presença das camadas de árvore e de arbustos e ervas ambas definidas, com as árvores, baixas, inclinadas e tortuosas, distribuídas aleatoriamente sobre o terreno em diferentes densidades, sem que se forme uma cobertura contínua. De acordo com a densidade de árvores e arbustos, na forma dos espaçamentos entre os indivíduos lenhosos, ou com o ambiente em que se encontra, o Cerrado Sentido Restrito apresenta quatro subtipos: Cerrado Denso, Cerrado Típico, Cerrado Ralo e Cerrado Rupestre (RIBEIRO; WALTER, 1998). Vários fatores parecem influir na densidade arbórea do Cerrado sentido restrito como as condições edáficas, pH e saturação de alumínio, fertilidade, condições hídricas e profundidade do solo, além da frequência de queimadas e ações antrópicas. Os reflexos desses fatores aparecem na estrutura, na distribuição espacial dos indivíduos lenhosos, e na composição florística da vegetação. O Cerrado Sentido Restrito desenvolve-se em várias classes de solo, dentre os quais Latossolos, Cambissolos Plintossolos Pétricos Concrecionários, Neossolos Quartzarênicos, e Afloramentos de rochas sedimentares. Em razão da complexidade de ambientes, os subtipos fisionômicos de Ribeiro e Walter (2008) - cerrado denso, cerrado típico, cerrado ralo e cerrado rupestre - foram incorporados como subtipos das formações savânicas Arborizada, Parque e Gramíneo-Lenhosa (IBGE, 1992^[32]).

O Cerrado Denso é um subtipo de vegetação predominantemente arbóreo, com cobertura de 50% a 70% e altura média de cinco a oito m. Representa a forma mais densa e alta de Cerrado sentido restrito. O Cerrado típico por sua vez, é um tipo de vegetação predominantemente arbóreo-arbustivo, com cobertura de 20% a 50% do solo com altura média de três a seis m. O Cerrado ralo representa a forma mais baixa e de menor cobertura do solo (5 a 20%) dentre os quatro subtipos de Cerrado sentido restrito e altura média entre dois e três m. Este subtipo de vegetação é muito similar em sua estrutura ao Cerrado Ralo e até ao Típico. O seu substrato comporta uma vegetação sobre solo raso e afloramentos de rocha (RIBEIRO; WALTER, 1998). O Cerrado é um subtipo da vegetação arbóreo-arbustiva que ocorre em ambientes rupestres (Litólicos ou rochosos), com cobertura de 5% a 20% do solo, altura média de 2 a 4 m.

Dentre as espécies arbóreas mais características, cita-se *Acosmium dasycarpum* (amargosinha), *Annona crassiflora* (araticum), *Astronium fraxinifolium* (gonçalo-alves), *Brosimum gaudichaudii*, *Bowdichia virgilioides* (sucupira-preta), *Byrsonima coccolobifolia* (murici), *B. verbascifolia* (murici), *Caryocar coriaceum* (pequizeiro),

[32] INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 1992. Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro, 1992. 92 p. (Manuais Técnicos de Geociências, n.1).



Curatella americana (lixreira), *Dimorphandra mollis* (faveiro), *Erythroxylum suberosum*, *Hancornia speiosa* (mangaba), *Hymenaea stigonocarpa* (Gatobá-do-cerrado), *Kielmryera coriacea*, *Lafoensia pacan*, *Macbaerua acutifolium* (jacarandá), *Pouteria ramiflora* (curriola), *Qualea grandiflora*, *Q. multiflora* (pau-terra-liso), *Q. parviflora* (pau-terra-roxo), *Roupala montana* (carne-de-vaca), *Salvertia conuatlariaeodora* (bate-caixa), *Tabebuia aurea*, *T. ocracea* (ipê-amarelo) e *Tocoyena formosa* (jenipapo-do-cerrado). Outras espécies arbóreas frequentes são: *Anacardium occidentale* (cajueiro), *Byrsonima crassa* (murici), *Diospyros hispida* (olho-de-boi), *Enterolobium ellipticum* (vinhático-cascudo), *Guapira opposita* (maria-mole), *Miconia jerruginata*, *Ouratea hexasperma* (cabeça-de-negro), *Piptocarpha rotundifolia* (coração-de-negro), *Platymenia retzculata* (vinhático), *S. alacia crassifolia* (bacupari), *S. chejlera macrocarpa* (mandiocão-do-cerrado), *S. imarouba versicolor* (simaruba), *S. clerolobium aureum* (carvoeiro), *Vochysia elliptica* e *V. rufa* (pau-doce).

No Cerrado ralo ocorrem espécies arbóreas como *Anacardium humile* (cajuí), *Campomanesia pubescens* (gabirola), *Cochlospermum regium* (algodão-da-campo), *Davilla elliptica*, *Eremanthus glomerulatus* (coração-de-negro), *Esenbeckia pumila*, *Jararanda decurrens* e *Sabicea brasiliensis* (sangue-de-cristo).

O Cerrado denso, quando mapeado individualmente, caracteriza a unidade cerrado denso sem mata de galeria. Quando não é possível a sua separação da mata de galeria, em função da escala e do sensor remoto utilizado, a unidade recebe a denominação de cerrado denso com mata de galeria. A classe Cerrado Denso ocupa 161.800 ha (1,53% da RCN-TO), com as maiores áreas nos municípios de Araguacema (25.705 ha), Rio Sono (24.847 ha), Abreulândia (18.513 ha) Santa Maria do Tocantins (17.110 ha) e Itapiratins (9.786 ha).

A classe Cerrado típico é um subtipo de Savana Arborizada que em geral ocupa as partes de terra com relevo mais ondulado, ou áreas planas sobre todas as classes de solo. Ocorre associado aos cerrados denso e ralo, sendo a formação de transição entre esses ambientes. São caracterizados por um denso estrato rasteiro, composto por gramíneas e arbustos, e a presença de árvores espaçadas ou agrupadas em moitas. As espécies mais importantes são: *Qualea parviflora* (Pau-terra-folha-fina), *Hirtella ciliata* (Pau-pombo), *Sclerolobium paniculatum* (Carvoeiro), *Callisthene molíssima* (Pau-de-rato), *Caryocar coriaceum* (Pequi), *Curatella americana* (Sambaíba, Lixeira), *Callisthene fasciculata* (Jacaré), *Vochysia rufa* (Pau-doce), *Qualea grandiflora* (Pau-terra-folha-grande), *Byrsonima crassifolia* (Murici-de-galinha), *Byrsonima coccolobifolia* (Murici-rosa), *Salvertia convalaieodora* (Folha-larga), *Connarus suberosus* (Pau-de-brinco), *Pouteria ramiflora* (Massaranduba), *Lafoensia pacari* (Pacari), *Psidium myrsinoides* (Araçazinho) e *Anacardium occidentale* (Caju).

O Cerrado típico, quando mapeado individualmente, caracteriza a unidade cerrado típico sem mata de galeria. Se não é possível a sua separação da mata de galeria, em função da escala e do sensor remoto utilizado, a unidade recebe a denominação de cerrado típico com mata de galeria. Com ampla ocorrência na Região Centro-Norte do Tocantins, ocupa 1.621.952 ha (15,53% da área mapeada). Os municípios com maiores superfícies são Goiatins (154.413 ha), Itacajá (121.598 ha), Palmeirante (100.904 ha),



Rio Sono (70.205 ha), Campos Lindos (65.906 ha) e Pedro Afonso (61.267 ha). Destaca-se a expressiva ocorrência dessa fitofisionomia nas terras indígenas Kraholândia e Apinayé.

O Cerrado ralo é um subtipo de Savana Parque que se caracteriza por uma camada rasteira predominantemente graminosa e por uma cobertura lenhosa que varia de 5 a 20%. Possui grande destaque na região próxima do Jalapão, sobre substratos arenosos (Neossolos Quartzarênicos), e se apresenta em áreas de relevo ondulado ou de topo convexo, geralmente cascalhentos. Nas bacias dos rios Piranhas, Lontra e Corda, o Cerrado ralo tem abundância de espécies dos gêneros “*Pouteria - Hirtella - Sclerolobium - Connarus - Caryocar - Byrsonima - Parkia - Byrsonima - Vochysia - Bowdichia - Stryphnodendron - Plathymenea - Anonna - Andira*”.

As unidades Cerrado ralo com mata de galeria e cerrado ralo sem mata de galeria são individualizadas quando a escala e o sensor remoto utilizados no mapeamento propiciam ou não as separações entre o subtipo do cerrado e a mata de galeria.

A classe Cerrado ralo distribui-se por 1.378.684 ha, correspondente a 13,2% da área mapeada. As maiores áreas estão situadas nos municípios de Rio Sono (295.543 ha), Goiatins (201.466 ha), Lizarda (167.580 ha), Dois Irmãos do Tocantins (98.882 ha), Centenário (86.439 ha), Recursolândia (77.106 ha), e Campos Lindos (66.502 ha).

A classe Cerrado Rupestre é um subtipo de Savana Arborizada, menos representativo no Tocantins. Na parte centro-sul da RCN-TO, localiza-se, em geral, nos topos ou encostas de morros ou áreas planas onde existem afloramentos rochosos, como na Serra Geral do Tocantins. Na parte Norte desenvolve-se de forma restrita na região do divisor dos sistemas hídricos dos rios Tocantins e Araguaia. O cerrado rupestre é composto por uma flora diferenciada dos outros subtipos de Savana Arborizada, sendo marcantes as presenças de espécies como *Norantea adamantium* (Mel-de-arara), *Manilkara trifoliata*, *Wunderlichia clusiana* (Flor-de-pau) e *Tibouchina papyrus* (Pau-papel). Ocupa uma superfície de 18.532 ha (0,18% da RCN-TO), concentrada nos territórios dos municípios de Araguatins (8.638 ha) e São Bento do Tocantins (7.388 ha).

O Parque do Cerrado é um subtipo de Savana Parque formada por um estrato graminóide integrado por espécies florísticas de ordem natural ou antropizada. Sua flora ocorre nos chamados “murundus” e apresentam maior tolerância à saturação hídrica do perfil do solo. A vegetação tende a segregarismo, com formações monodominantes de *Byrsonima cydoniifolia* (Murici-de-várzea), *Tabebuia aurea* (Ipê-caraíba) e *Curatella americana* (Sambaíba). As árvores possuem altura média de três a seis m e formam uma cobertura arbórea de 5% a 20%. A flora herbácea predomina nas áreas planas adjacentes aos murundus, e é similar ao que ocorre nos campos úmidos. Viceja sobre solos hidromórficos.

A classe Parque de Cerrado com murundus, com as maiores concentrações de murundus - elevações convexas do terreno. Os murundus variam, em média, de 0,1 a 1,5 m de altura e 0,2 a mais de 20 m de diâmetro. Entre os murundus, existe um denso tapete de gramíneas, às vezes com elementos arbóreos espaçados, em geral sobre



Gleissolos, enquanto as elevações possuem solos melhor drenados (RIBEIRO; WALTER, 2008).

Distribuem por 6.518 ha, equivalentes a apenas 0,06% da RCN-TO, restritos aos municípios de Abreulândia (46,75% da classe mapeada), Dois Irmão do Tocantins (19,4% da área mapeada), Araguacema (18,0% da área mapeada), Couto de Magalhães (13,8% da área mapeada) e Juarina.

O Campo é uma formação campestre do cerrado que engloba os Campo Limpo e o Campo Sujo. No primeiro, a vegetação é predominantemente herbácea, com raros arbustos e subarbustos, e ausência completa de árvores; enquanto o segundo caracteriza-se pela presença evidente de arbustos e subarbustos, menos desenvolvidos que as árvores do Cerrado sentido restrito, entremeados no estrato arbustivo-herbáceo. Em razão de particularidades topográficas, edáficas (solos) ou umidade, podem apresentar subtipos. A composição florística e a importância fitossociológica das espécies nos subtipos de Campo Sujo podem diferir se o solo for bem ou mal drenado (RIBEIRO; WALTER, 2008).

O Campo Limpo, subtipo da Savana Gramíneo Lenhosa, ocorre em diversas posições topográficas, com diferentes variações no grau de umidade, profundidade e fertilidade do solo. Entretanto, é encontrado com mais frequência nas encostas, nas chapadas, nos olhos d'água, circundando as Veredas e na borda das Matas de Galeria, geralmente em solos Neossolos Litólicos, Litossolos, Cambissolos ou Plintossolos Pétricos. Na presença de lençol freático profundo, ocorre o Campo Limpo seco; se o lençol freático é raso, observa-se o Campo Limpo úmido, não mapeado na área em estudo. O Campo Limpo seco ocupa 102.191 ha (0,98% da área mapeada), concentrando-se em sua quase totalidade no município de Recursolândia.

O Campo Sujo, subtipo da Savana Parque, é encontrado em solos rasos como os Neossolos Litólicos, Cambissolos ou Plintossolos Pétricos, eventualmente com pequenos afloramentos rochosos de pouca extensão, sem caracterizar campo rupestre, e solos profundos e de baixa fertilidade, como Neossolos Quartzarênicos e Latossolos distróficos. Também apresenta variações em razão de particularidades ambientais (topografia e solos): em solos com lençol freático profundo associa-se ao Campo Sujo Seco, especialmente no município de Lizarda; nos terrenos cujo lençol freático é raso vincula-se ao Campo Sujo úmido, predominante na região do Jalapão.

O Campo Sujo seco foi mapeado em 102.236 ha (0,98% da RCN-TO). Quanto ao Campo Sujo úmido, distribui-se por 15.529 ha (0,15% da RCN-TO).

• **Formações Pioneiras**

A designação de formações pioneiras é utilizada para a vegetação de primeira ocupação dos terrenos rejuvenescidos pelas seguidas deposições aluviais e lacustres.

A formação Fluvial/Lacustre é uma vegetação pioneira com influência fluvial e lacustre identificada especialmente nos rios Araguaia e Tocantins, e lagos ou lagoas. Ocorrem intercaladas com Floresta Estacional Semidecidual Aluvial, Floresta Ombrófila Aberta e



Floresta Ombrófila Densa Aluvial e, também, em matas de galerias e algumas depressões.

A formação fluvial possui como subtipos fitofisionômicos a Vereda e o Brejo.

A Vereda é a fitofisionomia com a palmeira arbórea *Mauritia flexuosa* (buriti) emergente, em meio a agrupamentos mais ou menos densos de espécies arbustivo-herbáceas. São circundadas por campos típicos, geralmente úmidos. Os buritis adultos possuem altura média de 12 a 15 m, não formando dossel, com a cobertura variando de 5% a 10%, referindo-se a um trecho da Vereda com as três zonas ligadas à topografia e à drenagem do solo, possuindo flora diferenciada.

Geralmente localizada nas cabeceiras dos cursos d'água, em terreno plano, as veredas são circundadas por campos e os buritis não formam dossel, como ocorre no Buritizal. Há três zonas ligadas à topografia e à drenagem do solo: borda (local de solo mais seco, em trecho campestre em que podem ocorrer arvoretas isoladas); meio (solo medianamente úmido, tipicamente campestre); fundo (solo saturado com água, brejoso, em que ocorrem os buritis, muitos arbustos e arvoretas adensadas). Essas zonas têm flora diferenciada. As duas primeiras zonas correspondem à faixa tipicamente campestre, e o fundo corresponde ao bosque sempre-verde (RIBEIRO; WALTER, 2008). As veredas são ambientes muito comuns na região do Jalapão, no leste do estado do Tocantins.

A Vereda se estende por 11.677 ha (0,11% da área mapeada neste trabalho). Os municípios de Rio Sono e Lizarda possuem as maiores áreas recobertas por este subtipo fisionômico.

O ambiente de subtipo fitofisionômico do Brejo, usualmente em condições pantanosas, é caracterizado pela presença do gênero cosmopolita *Typha* (Taboa), acompanhado dos gêneros *Cyperus* e *Juncus*. Na medida em que o terreno vai ficando melhor drenado, outros gêneros vão se estabelecendo, aparecendo *Panicum* e *Paspalum* junto com *Thalia*, *Acacia*, *Mimosa* e outros, o que lhes confere uma fisionomia arbustiva.

As áreas de Brejo totalizam 3.243 ha, com maiores superfícies nos municípios de Itapiratins, Tupiratins, Pedro Afonso e Palmeirante.

• Praia e Duna

A classe Praia e Dunas corresponde a superfícies ocupadas por extensões de areias, dunas, cascalhos e/ou seixos, com pouca ou nenhuma vegetação, associados às margens de córregos, rios e ilhas fluviais. As praias são depósitos de sedimentos predominantemente arenosos e siltosos, acumulados em planícies de inundação descontínuas por agentes de transporte fluviais, que ficam descobertas durante a vazante dos rios. As ilhas fluviais são depósitos de sedimentos e blocos no centro do canal fluvial, formados pela redução da competência do canal. As dunas são corpos de areia acumuladas pelo vento, que se elevam formando um cume único, ocorrendo isoladamente ou em associação, e ser formada independentemente da presença de qualquer acidente topográfico.



Na Região Centro Norte do Tocantins, as áreas mais significativas de praias foram identificadas nas margens dos rios Araguaia, Tocantins e do Sono. As praias estão associadas a canais fluviais com meandros irregulares em gradientes topográficos suaves, que se alternam a trechos de maior capacidade erosiva e de transporte de sedimentos pelos agentes fluviais. A classe ocupa apenas 8.046,61 ha (0,08%) da superfície da área em estudo, sendo que os municípios de Araguacema (1.391,96 ha), Ananás (1.391,96 ha), Esperantina (1.164,94 ha), São Sebastião do Tocantins (512,16 ha), Pau d'Arco (388,13 ha) e Xambioá (333,88 ha) possuem as maiores extensões.

As praias fluviais no estado do Tocantins usualmente surgem devido ao período de estiagem, entre maio a outubro. Especialmente no Rio Araguaia, verifica-se a formação de praias fluviais com expressivas extensões de areia, que atraem fluxos regionais sazonais de visitação para atividades de banho de sol e rio, pesca e passeios fluviais.

- **Corpos D'Água Continental**

A classe Corpos D'Água Continental refere-se aos corpos d'água naturais e artificiais que não são de origem marinha tais como rios, canais, lagos e lagoas, represas, açudes (IBGE, 2012). Abrange corpos hídricos vinculados às bacias hidrográficas dos rios Tocantins, Manuel Alves Grande, Manuel Alves Pequeno, Perdida, Sono, Araguaia, Piranhas, Jenipapo, Rio Lontra, Rio das Cunhãs, Rio Barreiras, Rio Bananal, Rio Lajeado, Caiapó e ao ribeirão Corda. A superfície desta classe totaliza 116.020,0 ha (1,11% da área mapeada).

Distribuída em todos os municípios da região centro-norte do Tocantins, a classe Corpos D'água continental possui maior expressão espacial nos municípios de Miracema do Tocantins (9.090,74 ha), Babaçulândia (7.940,0 ha), Filadélfia (7.253,5 ha), Araguacema (6.421,0 ha), Araguatins (6.073,6 ha), Santa Fé do Araguaia (4.325 ha) e Darcinópolis (3.573,0 ha).

No sistema hídrico do Rio Araguaia há áreas contínuas expressivas, como ao longo, no sentido norte-sul e no encontro das águas do Tocantins e Araguaia, no extremo norte do Estado. No Rio Tocantins, o curso no sentido longitudinal possui condições hídricas e topográficas propícias à geração de hidroeletricidade; destacam-se na área mapeada dois grandes reservatórios, resultantes da construção de duas barragens e formação de dois grandes reservatórios para as usinas hidrelétricas de Luiz Eduardo Magalhães e Estreito.

A construção da barragem da UHE Estreito formou um reservatório a fio d'água de 400 km², com uma queda nominal de 18,94 m, envolvendo parte de 12 municípios nos Estados do Maranhão e Tocantins. Os municípios interferidos são: Estreito e Carolina (MA), Aguiarnópolis, Babaçulândia, Barra do Ouro, Darcinópolis, Filadélfia, Goiatins, Itapiratins, Palmeirante, Palmeiras do Tocantins, Tupiratins. Na margem direita, em Estreito, no Maranhão, a geração possui oito turbinas, totalizando 1.087 MW de capacidade instalada. Na esquerda, em Aguiarnópolis Palmeiras, no Tocantins, foi construído ao mesmo tempo o vertedouro com 14 comportas. A usina entrou em operação em 2011 (CESTE, 2021).



O reservatório a fio d'água da UHE Luiz Eduardo Magalhães tem uma extensão de 172 km, uma profundidade média de 8 m, uma área alagada de 630 km² na cota 212 m e foi dimensionado para uma vida útil de 100 anos. Embora a UHE esteja localizada nos municípios de Lajeado e Miracema do Tocantins, este na área em estudo, seu reservatório atinge também áreas dos municípios de Palmas, Porto Nacional, Brejinho de Nazaré e Ipueiras. Entrou em operação 2001.

2.5. Hidrografia

No território tocantinense, coexistem os sistemas hidrográficos do Rio Araguaia e do Rio Tocantins, os quais ocupam, respectivamente, as porções oeste e leste do estado. O sistema hidrográfico do Araguaia perfaz uma superfície de 104.791,8 km², que equivale a 37,7% do território estadual. Congrega 16 sub-bacias hidrográficas, referentes às terras drenadas pelos rios Araguaia, Riozinho, Javaés, Formoso, Pium, do Coco, Caiapó, Lajeado, Bananal, Barreiras, das Cunhas, Jenipapo, Muricizal, Lontra e Piranhas; e pelo ribeirão Corda.

O sistema hidrográfico do Tocantins, totalizando 172.828,2 km², representa 62,3% da superfície do estado. Esse sistema é formado por 14 bacias hidrográficas, com destaque para a bacia do Rio Tocantins, que ocupa cerca de 20,8% do território tocantinense. Além da bacia homônima, integram o sistema hidrográfico do Tocantins as terras situadas nas sub-bacias dos rios Santa Teresa, Paranã, Palma, Manuel Alves da Natividade, São Valério, Santo Antônio, Crixás, das Balsas, Sono, Perdida, Manuel Alves Grande, Manuel Alves Pequeno; e no ribeirão dos Mangues.

O conhecimento das características fisiográficas permite um melhor entendimento do comportamento hidrológico de uma bacia hidrográfica, principalmente na ocorrência de eventos extremos. Para a avaliação das características fisiográficas das bacias mais importantes dentro da área do estudo, foi utilizada a base hidrográfica do IBGE.

Os arquivos da base de Bacias Hidrográficas do Brasil - BHB250 são disponibilizados no portal do IBGE em formato vetorial (arquivos *shapefile*) em 5 diferentes camadas, cada uma delas referente a um nível de codificação do método de *Pfafstetter* (ottobacias), do segundo ao sexto níveis. Além dos arquivos vetoriais, que permitem ao usuário a utilização das camadas em Sistemas de Informação Geográfica (SIG), são disponibilizadas as tabelas com os mesmos campos de informação em formato MS Excel (.xls), possibilitando que as informações sejam acessadas sem o uso de SIG.

2.6. Socioeconomia e Demandas Hídricas

2.6.1. Indicadores Sociais

O IDH Municipal é um indicador utilizado internacionalmente para avaliar a capacidade dos municípios promoverem o desenvolvimento humano. Este índice oferece uma visão sintética sobre algumas questões-chave do desenvolvimento humano nos municípios: longevidade, educação e renda.



O índice varia entre 0 (valor mínimo) e 1 (valor máximo), sendo que, quanto mais próximo de 1, maior o desenvolvimento humano de uma unidade territorial, podendo ser avaliado de forma agrupada em faixas de desenvolvimento humano (Figura 24). Além de ser um contraponto ao PIB, o IDH permite sintetizar uma realidade complexa em um único número, bem como estimular formuladores e implementadores de políticas públicas a priorizar a melhoria da vida das pessoas em suas ações e decisões.

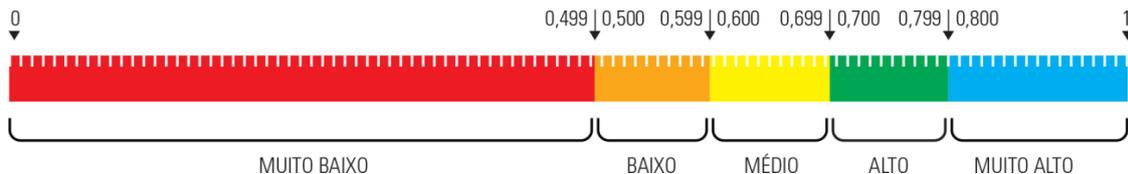


Figura 24. Faixas do Índice de Desenvolvimento Humano

Fonte: Atlas do Desenvolvimento Humano (PNUD, IPEA, FJP, 2013^[33]).

No conjunto dos municípios em estudo, predominavam em 2010 os que registravam IDH Municipal Médio (entre 0,600 e 0,699), somando 52 municípios (70,3%). Apenas quatro municípios registravam IDH Municipal alto (0,701 a 0,752) que foram Araguaína (0,752), Guaraí (0,741), Pedro Afonso (0,732) e Colinas do Tocantins (0,791), enquanto 18 registravam IDHM baixo (entre 0,500 e 0,599).

A dimensão que mais contribuiu positivamente para o IDHM entre os municípios estudados foi a Longevidade (IDHM-L), com todos os municípios na faixa de IDH alto ou muito alto, com exceção apenas do município de Sampaio, com índice de 0,691 (próximo ao limite superior da faixa médio).

A segunda dimensão que mais pesou no IDHM 2010 foi a Renda (IDHM-R). Nesta dimensão há diversos municípios com índices na faixa de baixo IDH (0,500 a 0,599) e Esperantina e Recursolândia com índices próximos ao limite superior da faixa de muito baixo IDH.

Educação foi a dimensão que mais contribuiu negativamente na composição do IDHM 2010 do conjunto dos municípios, com predominância de municípios na faixa de IDH baixo ou muito baixo. O principal fator para a redução dos índices da dimensão Educação é a escolaridade adulta. No subíndice frequência escolar da população jovem, o desempenho dos municípios é melhor, indicando uma tendência de melhoria do índice na medida em que a população adulta não escolarizada vai diminuindo sua participação relativamente à população jovem com maior escolarização.

^[33] PNUD; IPEA; FJP. 2013. **Atlas de Desenvolvimento Humano Municipal Brasileiro**. Brasília: PNUD, Ipea, FJP, 2013. Base de dados virtual. Disponível em <<http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/home>> Acesso: 20 jul. 2015.



2.6.2. População e Perfil Demográfico dos Municípios

O conjunto dos 74 municípios da RCN do estado do Tocantins somavam em 2010, ano do último censo demográfico, 669,4 mil habitantes. O maior município em tamanho de população era Araguaína, com 150,5 mil pessoas residentes, e o menor é Tupirama com apenas 1.574 habitantes.

A taxa de urbanização do conjunto dos municípios em 2010 era de 73,7%, chegando a 96,5% em Colinas do Tocantins. Araguaína, o maior município em população, registrava taxa de urbanização de 95,0%.

A estimativa da população do conjunto dos municípios em 2020 é de 749,8 mil habitantes, correspondendo a uma projeção de crescimento geométrico anual de 1,1%.

No período 2000/2010 a taxa de crescimento anual da população do conjunto dos municípios foi de 1,4% a.a., apontando para uma desaceleração no ritmo de crescimento da população. Alguns municípios da área de estudo registraram taxa de crescimento negativa no período 2000/2010, resultado de taxas mais elevadas de redução da população rural.

2.6.3. Estrutura e Participação dos Setores na Economia Local

A caracterização da estrutura e do dinamismo econômico dos municípios em estudo é realizada a partir da análise da composição setorial da economia. Para esta caracterização, a variável mais importante é o Produto Interno Bruto Municipal, calculado a partir de um sistema de Contas Regionais e compilado e consolidado pelo IBGE.

O conjunto dos municípios em estudo foi responsável em 2018 por um PIB total de R\$ 13,9 bilhões, aproximadamente. Araguaína concentrava o maior PIB do grupo com 31,7% do somatório do PIB dos municípios, seguido de Colinas do Tocantins com 5,2%.

Em termos per capita, o PIB do conjunto dos municípios era de R\$ 18.813 em 2018. Taboão contava com o maior PIB per capita (R\$ 72.738) e Esperantina o menor (R\$ 8.212).

2.6.4. Demanda de Água

Neste item são apresentadas as projeções de demanda de água, por tipo de demanda e por ano, conforme metodologia e resultados elaborados pela ANA no Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil (ANA, 2019a).

De forma agregada, para o conjunto dos municípios em estudo, a demanda total de água estimada era de 6,88 mil litros por segundo em 2017, chegando a 10,2 mil l/s em 2030 (Figura 25).

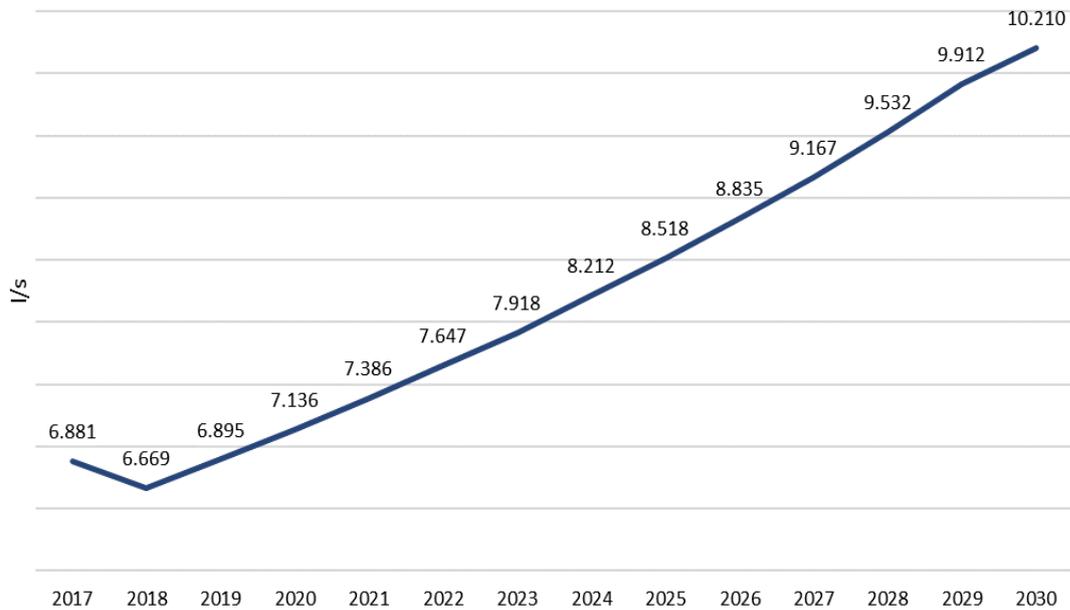


Figura 25. Demanda total de água projetada para o conjunto dos 74 municípios da Região Centro Norte - RCN do Estado do Tocantins (2017-2030)

Fonte: ANA (2019a^[34]).

Por tipo, a maior demanda em 2017, referente à dessedentação de animais, que era de 2.940 l/s, é projetada para o valor de 3.982 l/s em 2030. A demanda para irrigação, segunda maior demanda em 2017 (2.084 l/s), projeta crescimento para 3.701 l/s em 2030. A demanda para abastecimento urbano, terceira maior demanda em 2017 (1.278 l/s) registra crescimento projetado em 2030 para 1.509 l/s, enquanto a demanda para abastecimento rural registra redução de 2017 (201 l/s) para 2030 (191 l/s), conforme a Figura 26.

Em termos percentuais, tendo como referência 2017, a projeção realizada pela ANA (2019a) aponta uma redução para 2018 de -15,4% na demanda de água para irrigação, seguida de crescimento a partir de 2019. A demanda de água para abastecimento rural, por sua vez, também registra percentuais negativos, porém, para todo o período, resultando em uma redução de 4,9% em 2030 relativamente a 2017.

Os demais tipos de demanda apresentam taxas positivas de crescimento a partir de 2017, sendo que mineração (123,8%) e indústria (118,4%) projetam maior crescimento.

Dessedentação animal, maior demanda do conjunto dos municípios em 2017, projeta crescimento de 35,5% até 2030, enquanto a demanda total projeta crescimento de 48,4% até 2030, conforme apresentado na Figura 26.

[34] AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). 2019. **Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil**. Brasília, 2019. Disponível em: <<http://snirh.gov.br/usuarios-da-agua/>>. Acesso: 13 mar. 2020.

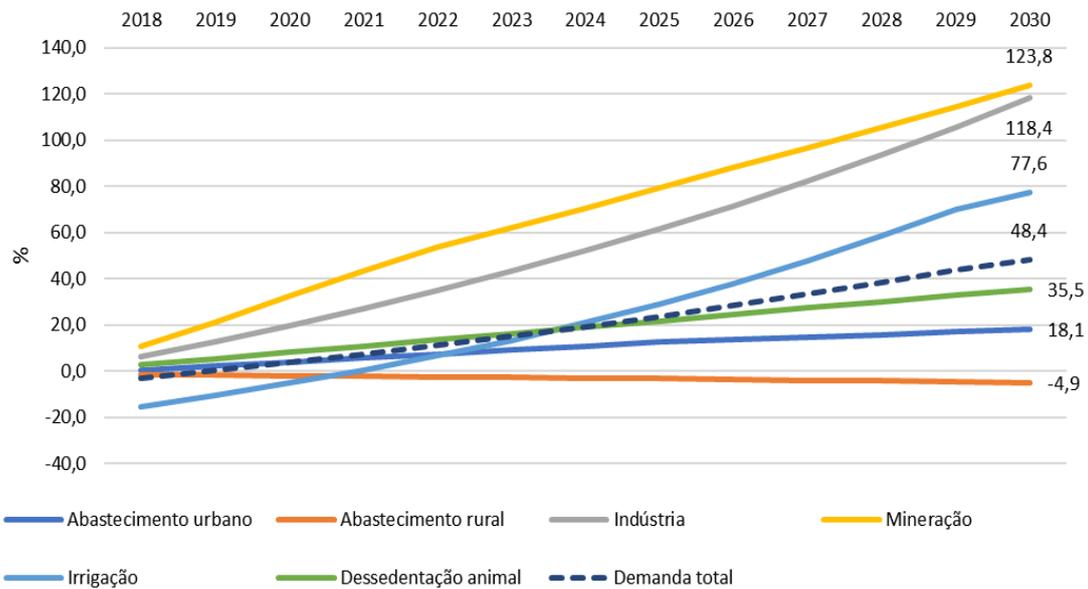


Figura 26. Variação (%) da demanda de água por tipo projetada para o conjunto dos 74 municípios do Região Centro Norte do Estado do Tocantins (2017-2030)

Fonte: ANA (2019a).

2.6.5. Demandas Hídricas por Tipo

Neste item, são apresentadas as demandas hídricas para as quais há informação disponível, juntamente com informações que caracterizam essas demandas e uma projeção de evolução para 2030. Será dado foco a informações que permitam diferenciar águas superficiais e subterrâneas, sempre que disponíveis nas fontes pesquisadas.

Iniciando pelo abastecimento humano, em 2010 a população estimada atendida por fontes de água subterrâneas era de 383,6 mil pessoas (57,3% da população total do conjunto dos municípios em estudo naquele ano).

A maior parte dos municípios (55, correspondendo a 74,3%) era abastecida por água subterrânea, incluindo Araguaína, com mais de 170 mil pessoas abastecidas por este tipo de manancial.

A maior parte da população urbana em 2019 era atendida por serviço de abastecimento de água (em média 98,7% da população urbana). O nível de atendimento da população total, contudo, é significativamente menor, sendo, em média de 69,1% para o conjunto dos 74 municípios.

A demanda total de água para abastecimento estimada em 2017 para o conjunto dos municípios era de 1.479 l/s, sendo projetada uma demanda total estimada em 2030 de 1.701 l/s, correspondendo a um crescimento de 14,95% no período.

A maior parte da demanda estimada em 2017 era para abastecimento urbano, correspondendo a 1.278 l/s.



A demanda de água para irrigação do conjunto dos municípios era estimada em 2.084 l/s em 2017, com projeção de alcançar 3.701 l/s em 2030, um crescimento de 77,6%.

Segundo o censo agropecuário, havia em 2017 um total de 1.031 estabelecimentos agropecuários com atividade de irrigação no conjunto dos municípios, somando uma área irrigada de 28,4 mil ha.

Embora o rebanho mais numeroso do conjunto das áreas de estudo seja o de aves, o maior rebanho em termos de impacto sobre a demanda de água é o de bovinos, que somava 4,2 milhões de cabeças em 2019.

Em função do tamanho do rebanho, a demanda de água para dessedentação animal é a maior entre os tipos analisados, somando 2.940 l/s em 2017 e projetando 3.982 l/s em 2030, com crescimento estimado de 35,5%.

A demanda de água para a indústria é estimada em 2017 em 378 l/s, sendo o tipo de uso da água com maior projeção de crescimento (118,61%), sendo estimada demanda em 2030 de 816 l/s no conjunto dos municípios.

A partir do registro de outorgas, as indústrias que contam com uso de água subterrânea somavam 13 poços e demanda total de 49 l/s, a maior parte delas localizadas em Araguaína.

A maior concentração de demanda de água para a indústria, contudo, está em Pedro Afonso, com 216,55 l/s em 2017.

A demanda de água estimada pela ANA (2019a) para mineração no conjunto dos municípios em estudo é muito reduzida, somando 16,0 l/s em 2017, estando concentrada em Xambioá (6,96 l/s) e Bandeirantes do Tocantins (6,72 l/s). A projeção para 2030 totaliza 35,8 l/s, conforme apresentado no capítulo de projeção de demandas.

Não há registro nos municípios de demanda de água para geração termelétrica, complementando o quadro de demandas de água para as quais há informações em fontes secundárias.

Em termos setoriais, em 2018 o conjunto dos 74 municípios concentrava mais de dois terços do PIB no setor de serviços, com participação de 35,1% de serviços mercantis e 32,9% de atividades de administração pública. O setor agropecuário, com 12,9%, registrava participação maior que o industrial (10,8%).

As projeções realizadas, conforme a metodologia adotada pela ANA, consideram o desempenho dos municípios no período mais recente e estendem o comportamento observado para o futuro a partir de variáveis consideradas relevantes ou determinantes sobre a demanda.

Particularmente em relação à demanda de água para abastecimento, municípios com baixo dinamismo populacional ou mesmo taxas negativas de crescimento da população, neste caso, tendem a projetar redução da demanda para abastecimento humano no futuro.



Da mesma forma, a redução da produção agropecuária irrigada e, portanto, da demanda de água para irrigação, pode estar associada à perda de competitividade regional dos cultivos irrigados, ou ao custo ou restrições para obtenção de água, seja por escassez temporária ou por outro motivo.

Ou seja, a demanda de água projetada acompanha, basicamente, a expectativa de alocação futura de população e de outros fatores econômicos e sociais, baseada na observação da evolução recente das variáveis associadas a cada tipo de uso de água. Contudo, variações pontuais, como a observada em 2018 para a irrigação, podem estar associadas, também, a variações climatológicas, para a qual já havia informação disponível quando da realização da projeção pela ANA (2019a).

2.6.6. Aspectos Sanitários e Fontes Potenciais de Contaminação

A maior parte da população do conjunto dos municípios estudados não conta com coleta e tratamento de esgoto. Em média, em 2013, 75,2% da população não contava com coleta e tratamento de esgoto, enquanto 16,5%, em média, contava apenas com soluções individuais.

Para o conjunto dos municípios, em média, apenas 8,3% da população era atendida com coleta de esgoto. Contudo, a coleta de esgoto está concentrada em uma parcela menor de municípios, sendo que a maioria não conta com coleta ou a coleta de esgoto atende apenas a uma pequena parcela da população. Apenas 13 municípios do total de 74 informaram possuir estação de tratamento de esgoto.

No que se refere a resíduos sólidos, o local de destinação está localizado no município, constituindo-se, principalmente de lixão ou aterro controlado. Há registro de aterros sanitários apenas em Araguaína (que atende parcialmente o município) e Darcinópolis.

De maneira geral, a população urbana é atendida pela coleta de resíduos sólidos, contudo, na população total, incluindo, portanto, a população rural, os índices de cobertura de coleta de lixo são bem menores.



3. GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA

3.1. Geologia da Área Estudada

Para a caracterização geológica da RCN-TO optou-se por uma organização conforme o Quadro 2 que contém a apresentação das unidades litoestratigráficas a serem descritas na sequência. Observando o quadro, percebe-se que na RCN-TO estão presentes 37 unidades distribuídas do Arqueano ao Cenozoico, predominando em distribuição espacial as unidades paleozoicas (51,56% da área total) seguidas por unidades mesozoicas (21,31%), proterozoicas (19,55%), cenozoicas (5,87%) e arqueanas (0,55%).

3.1.1. Domínio Arqueano (Mesoarqueano)

3.1.1.1. Complexo Colmeia

O Complexo Colmeia (A3co) distribui-se nos seguintes municípios: Araguaã (78,64 km²), Bandeirantes do Tocantins (6,02 km³), Colmeia (150,48 km²), Itaporã do Tocantins (244,14 km²), Presidente Kennedy (1,10 km²) e Xambioá (102,76 km²), totalizando 583,14 km², equivalente a 0,55% da RCN-TO.

Na região da cidade de Colmeia ocorrem pequenos morros abaulados na direção N-S constituindo uma feição nuclear de um braquianticlinal. Este conjunto rochoso refere-se ao Complexo Colmeia que é constituído por um conjunto de rochas ortognáissicas, biotita gnaisses e granitoides migmatizados, secundados por anfibólitos, quartzitos e xistos que afloram nos domos Colmeia, Xambioá e Lontra (ROCHA, 2019^[35]) (Figura 27).

^[35] ROCHA, M. G. 2019. Programa Geologia do Brasil. Levantamento da Geodiversidade. **Geodiversidade do Estado do Tocantins** [Livro eletrônico]. Goiânia: CPRM, 2019. 170 p. 1 livro digital. ISBN 978-85-7499-414-7.



Quadro 2. Unidades litoestratigráficas da RCN-TO.

Domínio	Subdomínios	Unidades Litoestratigráficas	Simbologia	Idade Mínima (Ga)	Idade Máxima (Ga)	Área (km ²)	Litologias
Cenozoico	Holoceno	Depósitos Aluvionares	(Q2a)	0,001	0,013	4.344,96	Sedimentos clásticos arenosos e argilosos, com níveis de cascalho e matéria orgânica, inconsolidados
		Fácies Araguaia Depósitos Aluvionares	(Qag2)	0,001	0,013	33,98	Predomina areia e, subordinadamente conglomerado siltico-argilosos com lateritização incipiente
		Depósitos Eólicos Continentais	(Q1e)	0,001	0,013	8,49	Areia bimodal, arredondada, grãos foscas, de granulação fina a média e estratificações cruzadas de médio a grande porte
	Pleistoceno	Depósitos Colúvio-Eluviais	(NQc)	0,001	0,018	1.450,07	Seixos dos lateritos concrecionários, matacões de arenito silicificado, silexito, arenito ferruginoso e argila
	Mioceno	Cobertura Detrito-Lateríticas	(Nd)	0,005	0,23	72,41	Sedimentos argilo-arenosos amarelados caoliníticos alóctones e autóctones pedogeneizados
		Cobertura Detrito-Lateríticas Ferruginosas	(N1dl)	0,005	0,23	310,51	Sedimentos semiconsolidados mal classificados, de matriz areno-argilosa, com conglomerados laterizados, seguido por nível intermediário concrecionário compacto e uma zona superior com laterita desagregada
Mesozoico	Cretáceo	Formação Rio das Barreiras	(K2rb)	0,066	0,100	4.447,68	Conglomerados polimíticos, com siltitos e arenitos finos
		Grupo Uruçua	(Kur)	0,066	0,145	904,16	Arenitos com estratificação cruzada de grande porte, arenitos conglomeráticos; pelitos e conglomerados
		Formação Itapecuru	(K12it)	0,066	0,100	2.912,62	Arenitos variegados, com siltitos e argilitos avermelhados, fossilíferos
		Formação Codó	(K1c)	0,100	0,145	471,32	Unid. Basal - folhelho cinza-escuro com leitões calcários; Unid. Intermediária - siltito argiloso cinza-esverdeado com folhelho e arenito calcífero; Unid. Superior - arenito fino, cinza-claro e esverdeado, calcífero, com folhelho e siltito
	Jurássico	Formação Corda	(J2cd)	0,145	0,163	4.170,15	Arenitos avermelhados (bimodal), intercalados por deposição de argila.
		Formação Mosquito	(J1βm)	0,190	0,198	3.740,64	Basaltos de cor cinza-escuro a esverdeado, estrutura maciça e amigdaloidal
	Triássico	Grupo Balsas - Formação Sambaíba	(P12s)	0,20	0,25	5.943,23	Arenitos fino a médio, bimodais com estratificação cruzada de grande porte, linhas de grãos e línguas de grãos.
Paleozoico	Permiano	Grupo Balsas - Formação Motuca	(P3m)	0,25	0,28	5.977,69	Siltito vermelho e marrom, arenito branco fino e médio, subordinadamente folhelho, anidrita e raros calcários.
		Grupo Balsas - Formação Pedra de Fogo	(P12pf)	0,25	0,30	6.888,93	Arenitos silicificados, níveis de sílex e calcários, com conteúdo fossilífero de caules petrificados, microbialitos, fauna de vertebrados aquáticos e continentais
	Carbonífero	Grupo Balsas - Formação Piauí	(C2pi)	0,30	0,35	11.795,22	Arenitos cinza-avermelhados, arenitos conglomeráticos, conglomerados e ritmitos.
		Grupo Canindé - Formação Poti	(C1po)	0,32	0,36	13.173,06	Arenitos, e subordinadamente siltitos laminados e conglomerados
	Devoniano	Grupo Canindé - Formação Longá	(D3C1l)	0,35	0,37	2.805,57	Arenitos, siltitos, argilitos e folhelhos, com estratificação plano-paralela.
		Grupo Canindé - Formação Cabeças	(D23c)	0,37	0,39	4.132,71	Arenitos finos róseo-avermelhados, grãos subarredondados, silicificados com intercalações delgadas de siltito e folhelho.
		Grupo Canindé - Formação Pimenteiras	(D23p)	0,36	0,41	9.851,71	Membro inferior: arenitos grossos ferruginosos e conglomeráticos olíticas esverdeados, siltitos cinza, micáceos com restos vegetais; leito olítico ferruginoso, arenitos finos, cinza, micáceos, mal selecionados, com seixos e siltitos esverdeados com folhelhos betuminosos. Membro superior: folhelhos betuminosos com siltitos e arenitos cinza micáceos, fossilíferos.
	Siluriano	Grupo Serra Grande	(Ssg)	0,44	0,46	39,39	Arenitos, conglomerados, diamictitos, folhelho cinza, siltito e arenito muito micáceo
	Proterozoico	Neoproterozoico	Suíte Granítica Matança	(NP3γ2mt)	0,47	0,51	2,38
Suíte Santa Luzia			(NP3γ2sl)	0,55	0,58	254,85	Granitos, granodioritos a granitos pegmatíticos
Granitos Presidente Kennedy (e Barrolândia)			(NPγpkb)	0,55	0,59	109,79	Muscovita-biotita granodiorito e muscovita-biotita monzogranito
Suíte Monte Santo			(NP3λmse)	0,55	1,1	25,01	Nefelina sienito, feldspato alcalino sienito, nefelina monzosienito e nefelina monzodiorito
Granito Ramal do Lontra			(NP2γrl)	0,49	0,59	5,21	Muscovita-biotita monzogranito, muscovita-biotita monzogranito a granodioritos e mais raramente muscovita-biotita granodioritos
Formação Couto Magalhães			(NPct)	0,62	0,77	8.322,27	Filitos, ardósias, xistos (de granulação fina), quartzitos e calcários com baixo grau de metamorfismo
Formação Pequizeiro			(NP2pq)	0,73	0,74	3.484,34	Clorita-quartzo xistos e clorita xistos
Complexo Santo Agostinho			(NP21μsa)	0,76	0,81	-	Harzburgito e basalto variolítico com estruturas em almofadas
Suíte Quatipuru	(NP2μq)	0,76	0,81	432,18	Rochas ultramáficas (serpentinitos) com um envelope de listwanitos.		



Domínio	Subdomínios	Unidades Litoestratigráficas	Simbologia	Idade Mínima (Ga)	Idade Máxima (Ga)	Área (km ²)	Litologias
		Suíte Gabroica Xambioá	(NP2 μ xb)	0,752	0,878	2,50	Anfibolitos, escapolita metagabros e metadiabásios
		Formação Xambioá	(NP2xa)	0,850	1,000	6.895,26	Associação 1 - Biotita-muscovita-quartzo xistos, muscovita-biotita xistos, granada-biotita xistos, xistos feldspáticos e quartzitos. Associação 2 - Ortognaisses migmatizados
		Associação Máfico-Ultramáficas Serra do Tapa	(NP1 μ st)	2,030	2,080	13,89	Serpentinitos, metabasaltos e silexitos, com quantidades subordinadas de talco xistos, clorita xistos, quartzitos ferríferos bandados e filitos
		Formação Morro do Campo	(NPmcp)	2,650	3,000	913,63	Muscovita quartzito, e subordinadamente muscovita quartzo xisto e biotita-muscovita-quartzo xisto
	Paleoproterozoico	Gnaiss Cantão	(PP3 γ sca)	1,700	1,800	220,95	Gnaiss granodiorítico (G1), biotita gnaisses monzogranítico, muscovita-biotita gnaisses monzograníticos e muscovita-biotita gnaisses sienograníticos (G2)
		Complexo Rio dos Mangues	(PP2 γ rm)	2,050	2,120	42,77	Gnaisses tonalíticos, silimanita gnaisses, micaxistos feldspáticos, xistos manganíferos e rochas calcio-silicáticas migmatizadas. Granodioritos associados, granada biotita paragnaisses, ortoquartzitos, granito-gnaisses e anfibolitos
Arqueano	Mesoarqueano	Complexo Colmeia	(A3co)	2,860	2,930	583,14	Ortognaisses migmatíticos, trondjemítico-graníticos

Fonte: Elaborado com base em IBGE (2007^[36]).

^[36] INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2007. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. **Mapa de Geologia**. Estado do Tocantins. Escala 1:1.000.000. Rio de Janeiro: IBGE, 2007. Disponível em <https://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/geologia/levantamento_geologico/mapas/unidades_da_federacao/to_geologia.pdf>: Acesso: 19 jun. 2021.

3.1.2. Domínio Proterozoico (Paleoproterozoico)

3.1.2.1. Complexo Rio dos Mangues

Caracteriza-se morfologicamente, por superfícies aplainadas a onduladas sobre um assoalho de idade paleoproterozoica constituído por ortognaisses. O alinhamento de serras encontra-se sustentado por litologias do embasamento paleoproterozoico, o Complexo Rio dos Mangues.

Na RCN-TO, o Complexo Rio dos Mangues (PP2 γ rm) aflora somente no município de Miracema do Tocantins numa área de 42,77 km². Ele é formado por gnaisses tonalíticos, silimanita gnaisses, micaxistos feldspáticos, xistos manganêsíferos e rochas calcio-silicáticas migmatizadas com leucossomas granodioríticos associados, granada biotita paragnaisses, ortoquartzitos, granito-gnaisses e anfibolitos subordinados (PINHEIRO; MOURA; GORAYEB, 2011^[37]) - Figura 28.

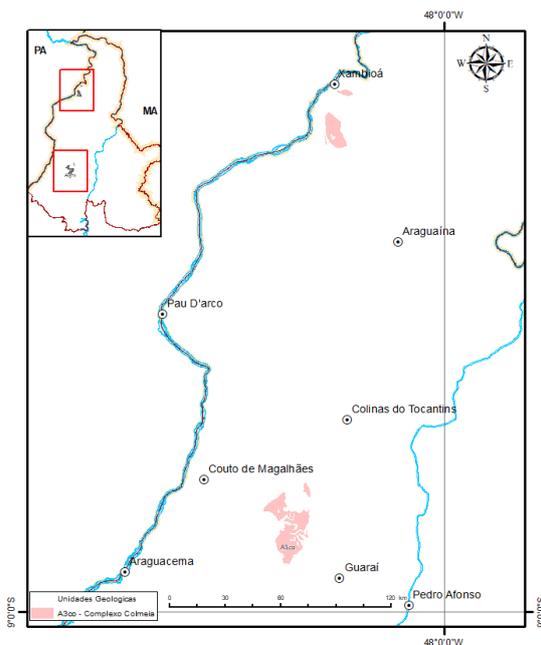


Figura 27. Complexo Colmeia

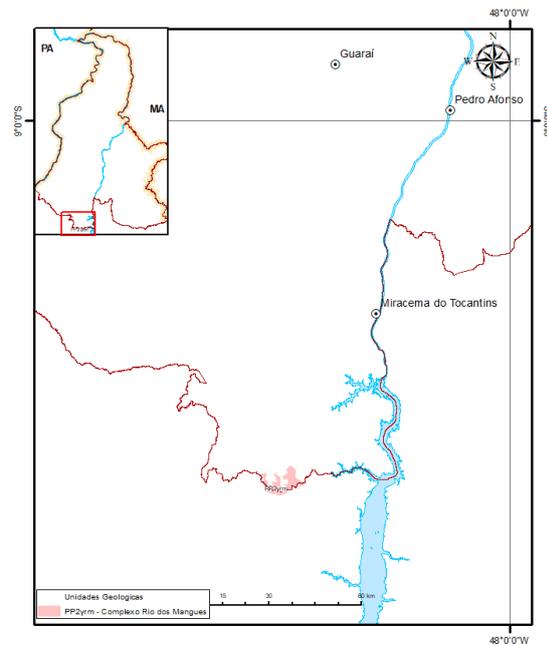


Figura 28. Complexo Rio dos Mangues

Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

3.1.2.2. Gnaiss Cantão

O Gnaiss Cantão (PP3 γ sca) aflora nos municípios de Araguaína (22,90 km²) e Bandeirantes do Tocantins (198,06 km³), num total de 220,95 km², mostrando baixa

[37] PINHEIRO, B. L. S.; MOURA, C. A. V.; GORAYEB, P. S. S. 2011. Proveniência das rochas metassedimentares do Cinturão Araguaia com base em datações Pb-Pb em zircão e idades-modelo Sm-Nd. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 41, n. 2, p. 304-318, 2011. Disponível em <<https://www.scielo.br/j/bjgeo/a/jFdCYFncwYlQPXK43B9q67c/?lang=pt>> Acesso: 10 jul. 2021.

distribuição na RCN-TO (0,21%). SOUZA *et al.* (1985^[38]) estudando uma região situada a NNW da cidade de Colinas de Tocantins, individualizaram, nos núcleos de estruturas dômicas lá existentes, gnaisses e migmatitos estruturados na direção E-W, supostamente arqueanos e correlacionáveis ao Complexo Colmeia. No entanto, lá predominam gnaisses com anfibolitos associados, que apresentam estruturas com direções em torno de N-S, coincidentes àquelas presentes nas rochas do Supergrupo Baixo Araguaia (Figura 29).

3.1.3. Domínio Proterozoico (Neoproterozoico)

3.1.3.1. Formação Morro do Campo - Grupo Estrondo

A Formação Morro do Campo (NPmcp) ocupa 913,63 km² da RCN-TO (0,86%), ao longo dos municípios de Araguaína (38,06 km²), Aruanã (37,64 km²), Bandeirantes do Tocantins (197,19 km²), Colinas do Tocantins (7,52 km²), Colmeia (154,98 km²), Guarai (5,08 km²), Itaporã do Tocantins (297,93 km²), Miracema do Tocantins (14,31 km²), Muricilândia (0,45 km²), Presidente Kennedy (17,41 km²) e Xambioá (143,07 km²) (Figura 30).

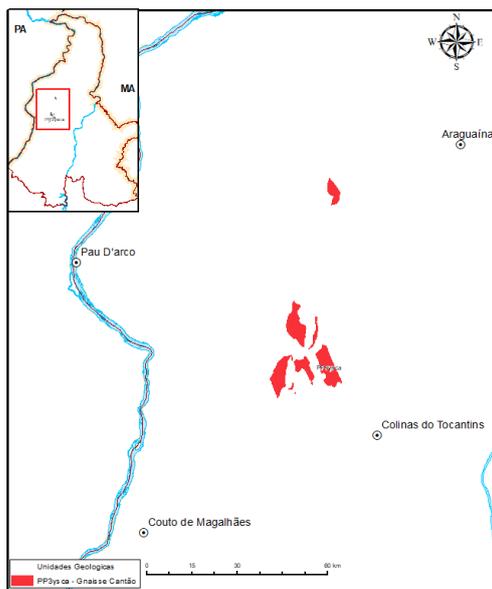


Figura 29. Gnaiss Cantão

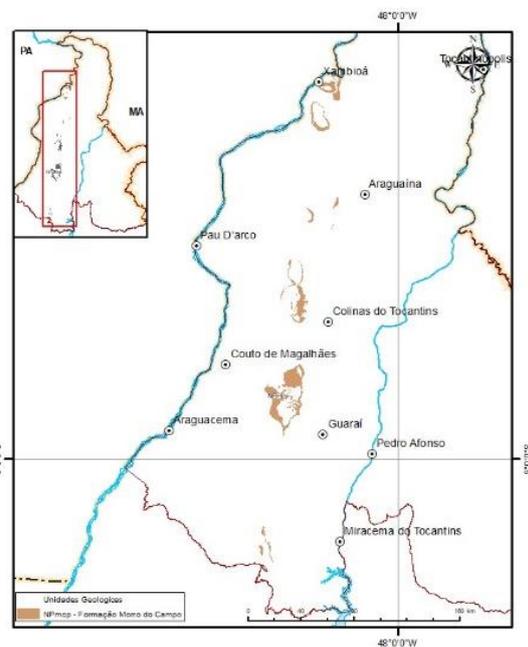


Figura 30. Formação Morro do Campo

Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

[38] SOUZA, A. C. C.; DALL'AGNOL, R.; TEIXEIRA, N. P. 1985. Petrologia do Gnaiss Cantão: implicações na evolução da faixa de dobramentos Araguaia, Serra do Estrondo (GO). *Revista Brasileira de Geociências*, v.15, p. 300-310, 1985.



SOUZA e MORETON (1995^[39]) adotaram a denominação Grupo Baixo Araguaia contendo as formações Morro do Campo, Xambioá, Pequizeiro e Couto Magalhães (SOUZA; MORETON, 2001^[40]) proposta adotada neste trabalho.

Assim, a Formação Morro do Campo é constituída por quartzitos puros com intercalações de micaxistos, posicionando-se na parte basal dos metassedimentos do Grupo Baixo Araguaia. Suas rochas encontram-se em contatos transicionais ou tectônicos através de zonas de empurrão com os micaxistos com granada da Formação Xambioá, sendo localmente recobertas pelas rochas sedimentares da Formação Pimenteiras da Bacia do Parnaíba.

3.1.3.4. Associação Máfico-Ultramáfico Serra do Tapa

A designação Associação Máfico-Ultramáficas Serra do Tapa (NP1 μ st) é atribuída a uma faixa com orientação submeridiana que acompanha a topografia da serra homônima e aflora em meio aos metassedimentos do Cinturão Araguaia. Na RCN-TO, suas únicas exposições situam-se nas serras do Tapa e dos Castanhais, e nas fazendas Escondida, Maringá e Jandaia, no município de Pau D'Arco por 13,89 km², onde encontram-se imbricadas tectonicamente nos metassedimentos da Formação Couto Magalhães. Os afloramentos são encontrados na forma de estruturas do tipo *pillow-lavas* preservadas (Figura 31).

A Associação Máfico-Ultramáficas Serra do Tapa é formada predominantemente por serpentinitos, metabasaltos e silexitos, com quantidades subordinadas de talco xistos, clorita xistos, quartzitos ferríferos bandados e filitos. Os serpentinitos têm cor verde-escuro a claro, textura fibrolamelar a fibrosa, estrutura maciça a foliada e constituem-se predominantemente de serpentina e opacos.

3.1.3.5. Formação Xambioá - Grupo Estrondo

A denominação Formação Xambioá (NP2xa) refere-se a um espesso pacote de xistos que jaziam sobre os litótipos da Formação Morro do Campo, para os quais passavam gradacionalmente (SOUZA; MORETON, 2001). Esta unidade ocorre em 29 municípios da RCN-TO com uma área total de 7.021,04 km², caracterizando-se morfológicamente por uma superfície com suaves ondulações, delineando pequenos morros e colinas com topos abaulados ou com cristas alinhadas sustentadas por micaxistos variados (Figura 32). Alguns afloramentos são destacáveis, constituindo extensos lajeiros, a

[39] SOUZA, J. O.; MORETON, L. C. 1995. Programa de Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil - PLGB. **Xambioá Folha - SB.22-Z-B**. Escala 1:100 000. Goiânia: CPRM, 57 p, 1995. Disponível em <<http://www.cprm.gov.br/publique/Geologia/Geologia-Basica/Programa-Levantamentos-Geologicos-Basicos-do-Brasil---PLGB-173.html>> Acesso: 10 jul. 2021.

[40] SOUZA, J. O., MORETON, L. C. 2001. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil - PLGB. **Xambioá - Folha SB.22-Z-B**. Escala 1:250.000. Estados do Pará e Tocantins. Brasília: CPRM/DIEDIG/DEPAT, 2001.

exemplo da pedra próxima da cidade de Presidente Kennedy (GORAYEB *et al.*, 2019^[41])

A Formação Xambioá envolve as rochas da Formação Morro do Campo, com as quais mantém contatos normais e tectônicos. Na sua fração leste encontra-se recoberta discordantemente pelos sedimentos da Bacia do Parnaíba. Por sua vez, com a Formação Pequizeiro, o contato é tectônico e de difícil discriminação em virtude, sobretudo, de reativações no Mesozoico por falhas normais, que propiciaram as estruturas do tipo gráben, que abrigam sedimentos da Bacia e da Formação Rio das Barreiras

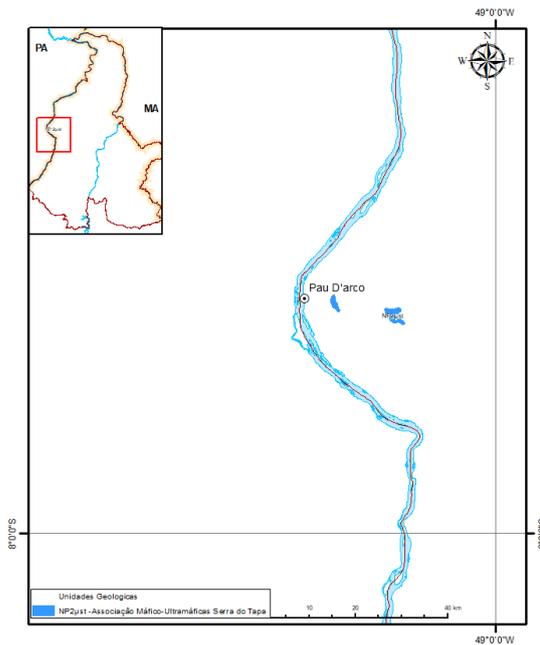


Figura 31. Associação Máfico-Ultramáficas

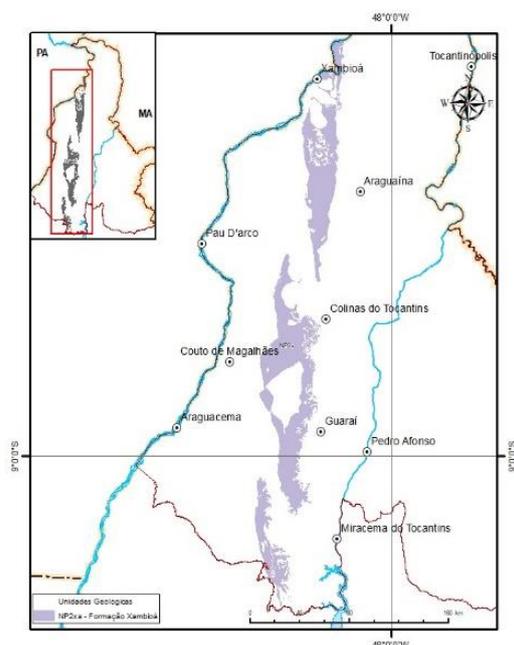


Figura 32. Formação Xambioá

Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

3.1.3.6. Suíte Gabroica Xambioá

Esta unidade foi identificada por Gorayeb, Moura e Calado (2004^[42]) na região de Xambioá e Araganã, reunindo dezenas de corpos de metagabros e seus produtos metamórficos alojados em micaxistos da Formação Xambioá do Grupo Estrondo. Suas principais ocorrências são nas fazendas Bela Vista, Bom Jardim do Campo, Água Limpa, Mirindiba, Jaracatiá e Belém em Xambioá e Araganã, com corpos menores

[41] GORAYEB, P. S. S., SANTOS, W. P. dos, MOURA C. A. V., SOUZA, L. H. 2019. Petrologia, geoquímica e geocronologia dos granitos Presidente Kennedy e Barrolândia: contextualização na evolução do Cinturão Araguaia. *Revista do Instituto de Geociências - USP Geol. USP*, Sér. Cient., São Paulo, v. 19, n. 2, p. 89-116, 2019.

[42] GORAYEB, P. S. S.; MOURA C. A. V.; CALADO, W. M. 2004. **Suíte Intrusiva Xambioá**: um magmatismo toleítico Neoproterozoico pré-tectônico no Cinturão Araguaia. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 42., 2004, Araxá. *Anais... Araxá*: SBG, 2004. v. 1, p. 35-35. Disponível em: <<http://repositorio.ufpa.br/jspui>> Acesso: 10 jul. 2021.



também ocorrendo ao longo da rodovia BR-153, no trecho entre Wanderlândia e Xambioá. A área total da suíte é de 2,5 km² (Figura 33).

A Suíte Gabroica Xambioá (NP2 μ xb) é constituída basicamente por anfibólitos, escapólita metagabros e metadiabásios. Geralmente nos locais em que afloram os metagabros foram identificados solos de cor marrom avermelhado, típicos da alteração dessas rochas máficas em que sobre eles há expressivos cultivos, como nas fazendas citadas.

Os metagabros ocorrem na forma de stocks, destacados morfologicamente em morros ou pequenas colinas com topos abaulados. Em geral, são isotrópicas, apresentam cor cinza escura e cinza esverdeada, com granulação grossa e estrutura maciça, composta essencialmente por plagioclásio e hornblenda, podendo ocorrer ainda granada e escapólita na forma de porfiroblastos centimétricos, às vezes configurando rosetas de cor branca, apresentando leve orientação preferencial, mas, geralmente disposta aleatoriamente.

3.1.3.7. Suíte Máfica, Ultra Máfica Quatipuru

A Suíte Quatipuru (NP2 μ q) ocupa na RCN-TO 433,01 km² nos municípios de Abreulândia (74,93 km²), Araguacema (63,96 km²), Araguaína (37,82 km²), Araguañã (8,39 km²), Arapoema (15,85 km²), Bandeirantes do Tocantins (25,33 km²), Couto Magalhães (63,23 km²), Goianorte (56,63 km²), Juarina (73,08 km²), Muricilândia (8,39 km²) e Xambioá (5,39 km²).

A suíte está situada na porção sul da Faixa Araguaia orientando-se na direção N-S e tendo algumas inflexões nas direções NE-SW e NW-SE, que originam aspecto holístico sigmoidal, com sua maior área, fora da RCN-TO.

É constituído por rochas ultramáficas (serpentinitos) com um envelope de listwanitos. As rochas encaixantes do Complexo pertencem ao Grupo Tocantins e são representadas por filitos, metarenitos, metarritimitos, metagrauvacas e raras lentes de metacalcário possuindo grau metamórfico baixo (fácies xisto-verde baixa). Crostas lateríticas formam extensos platôs nas áreas das rochas encaixantes. No Complexo Quatipuru espessos perfis lateríticos com enriquecimento em níquel ocorrem principalmente em pequenas bacias entre topos das serras. A Suíte Quatipuru (Figura 34) está embutido em rochas metassedimentares do Grupo Tocantins da Faixa Araguaia.

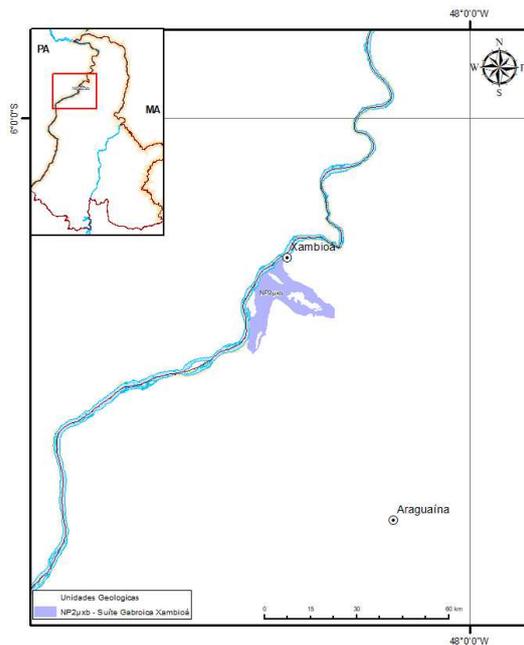


Figura 33. Suíte Gabroica Xambioá

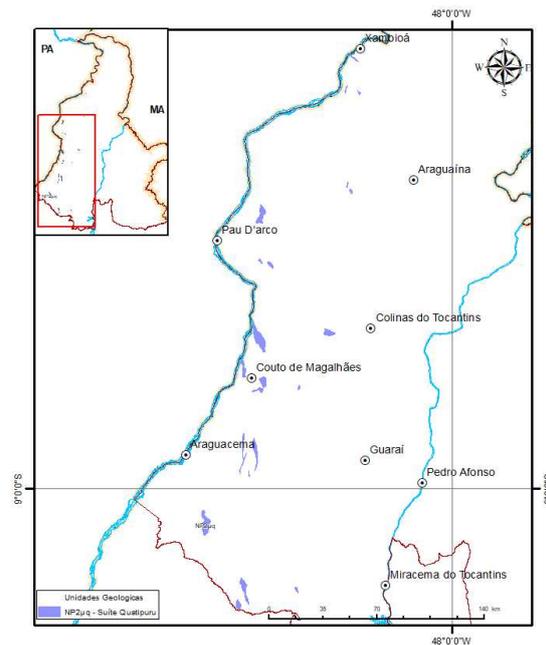


Figura 34. Suíte Máfica, Ultra Máfica Quatipuru

Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

3.1.3.8. Complexo Santo Agostinho

O Complexo Morro do Agostinho (NP21µsa) com afloramento localizado próximo à cidade de Araguacema tem cerca de 3 km de extensão e orientação preferencial NW-SE. As melhores exposições estão representadas pela associação de harzburgito e basalto variolítico com estruturas em almofadas. Tais rochas formam mega lentes de direção geral NNE, isoladas e tectonicamente alojadas nas rochas metassedimentares encaixantes. Possuem como o Complexo Quatipuru envelope de listwanito.

3.1.3.9. Formação Pequizeiro - Grupo Tocantins

As primeiras referências a respeito desta sequência metassedimentar são atribuídas a Moraes Rêgo (1933^[43]) que a denominou de Série Tocantins, correlacionando-a à Série Minas. Hasui, Abreu e Silva (1977^[44]) introduziram o termo Grupo Baixo Araguaia para os metamorfitos que ocupam a região do baixo Rio Araguaia, dividindo-o nas formações Estrondo, Pequizeiro e Couto Magalhães. Abreu (1978^[45]) propôs uma nova coluna estratigráfica elevando à categoria de Supergrupo o Grupo Baixo Araguaia,

[43] MORAES REGO, L. F. de. 1933. Contribuição ao estudo das formações pré-devonianas de São Paulo. **Boletim do Instituto Astronômico e Geográfico**. São Paulo - SP: 55p. 1933.

[44] HASUI, Y.; ABREU, F. A. M.; SILVA, J. M. R. 1977. Estratigrafia da Faixa de Dobramento Paraguai-Araguaia no Centro-Norte do Brasil. **Boletim do Instituto de Geociências**, São Paulo, v. 8, p. 107-118, 1977.

[45] ABREU, F. AM. 1978. **O Supergrupo Baixo Araguaia**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 30., 1978, Recife. *Anais...* Recife: SBG, 1978. v. 2, p. 539-545.



subdividindo-o nos grupos Estrondo (formações Morro do Campo e Xambioá) e Tocantins (formações Couto Magalhães e Pequizeiro).

A Formação Pequizeiro (NP2pq) foi a designação dada por Hasui, Abreu e Silva (1977) para a clorita xistos aflorantes nas proximidades de Pequizeiro e atribuídos ao topo do Grupo Tocantins. Ocorre em uma faixa de orientação submeridiana, localizada nos municípios Abreulândia (7,73 km²), Araguaína (260,84 km²), Arapoema (164,78 km²), Bernardo Sayão (101,91 km²), Colmeia (57,95 km²), Couto Magalhães (231,46 km²), Dois Irmãos do Tocantins (716,61 km²), Goianorte (791,29 km²), Juarina (50,47 km²), Muricilândia (341,18 km²), Pau D' Arco (59,98 km²), Pequizeiro (369,53 km²) e Santa Fé do Araguaia (330,59 km²), num total de 3.485,33 km² do Centro-Norte tocantinense (Figura 35).

3.1.3.10. Formação Couto Magalhães - Grupo Tocantins

A Formação Couto Magalhães (NPct) ocupa uma área de 8.323,28 km² no Centro-Norte do Tocantins abrangendo as cidades de Abreulândia (1.229,41 km²), Araguacema (2.225,0 km²), Araguaína (717,62 km²), Arapoema (572,50 km²), Bernardo Sayão (134,32 km²), Couto Magalhães (799,64 km²), Dois Irmãos do Tocantins (872,04 km²), Goianorte (222,90 km²), Juarina (255,77 km²), Muricilândia (1,05 km²), Pau d' Arco (541,98 km²) e Santa Fé do Araguaia (750,06 km²).

Hasui, Abreu e Silva (1977) individualizaram metassedimentos terrígenos (filitos com intercalações lenticulares de quartzitos), até então, inseridos por outros autores no Grupo Tocantins sob a denominação de Formação Couto Magalhães, posicionando-a na sequência intermediária do Grupo Baixo Araguaia com seção-tipo situada ao longo da rodovia que liga Guaraí à cidade de Redenção, no Pará. Trata-se de uma formação metassedimentar da parte mais externa do Orógeno Araguaia, correspondendo às rochas de mais baixo grau metamórfico (Figura 36).

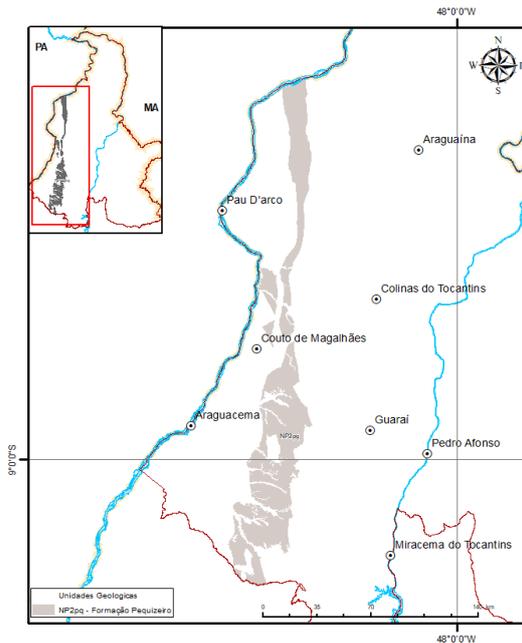


Figura 35. Formação Pequiheiro

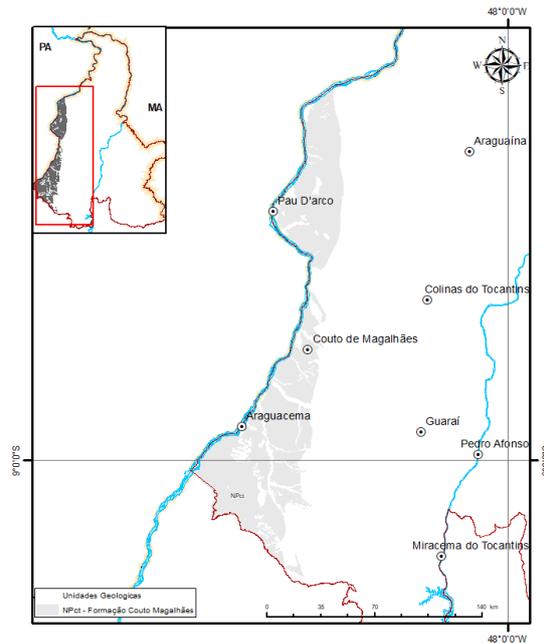


Figura 36. Formação Couto Magalhães

Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

3.1.3.11. Granito Ramal do Lontra

As rochas atribuídas ao Grupo Baixo Araguaia, à Associação Máfica-Ultramáfica Serra do Tapa e ao Granito Ramal do Lontra (NP2yrl), consideradas como de idade proterozoicas, formam ao lado dos litótipos do Complexo de Colmeia (Arqueano), o Cinturão Araguaia, marcado cinematicamente por um regime compressivo oblíquo.

O magmatismo granítico identificado neste Cinturão não é de grande expressão, pelo menos no nível crustal atual de exposição desse Orógeno. Ele é marcado por corpos de dimensões relativamente pequenas que ocorrem sempre nos domínios de maior grau metamórfico do Cinturão Araguaia. Dentre eles destacam-se os granitos Ramal do Lontra, Santa Luzia e Presidente Kennedy.

Na RCN-TO, o Granito Ramal do Lontra (GRL) ocupa 5,21 km², sendo 0,45 km² em Piraquê e 4,76 km² em Xambioá (situa-se a sul-sudeste da cidade Xambioá). O GRL foi reconhecido inicialmente por Abreu (1978) que identificou corpos granitoides aflorantes no “Ramal do Rio Lontra”, próximo à Fazenda Marinheiro, a leste da Braquianticlinal do Lontra, na região de Xambioá. Posteriormente, Macambira (1983^[46]) descreveu outros pequenos corpos e veios aflorantes nessa região, além do GRL, e reporta que as relações de campo mostram que esse corpo é intrusivo nos quartzitos e micaxistos da Formação Morro do Campo sem, entretanto, apresentar qualquer evidência desse tipo de relação (Figura 37).

[46] MACAMBIRA J.B. 1983. **Geologia e Ocorrências Minerais do Braquianticlinal do Lontra (GO)**. 1983. 108 f. Dissertação (Mestrado), Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 1983.

3.1.3.12. Suíte Monte Santo

A Suíte Monte Santo (NP3λmse) é constituída de dois maciços foliados, variavelmente deformados e metamorfisados (Maciço Estrela e Monte Santo) representada na RCN-TO, somente em Miracema do Tocantins com superfície de 25,01 km².

A Suíte Monte Santo é dominada por rochas alcalinas, subsaturadas em sílica a rochas metaplutônicas subsaturadas que surgem na parte sul do Cinturão Araguaia, (ARCANJO, ABREU, MOURA, 2013^[47])

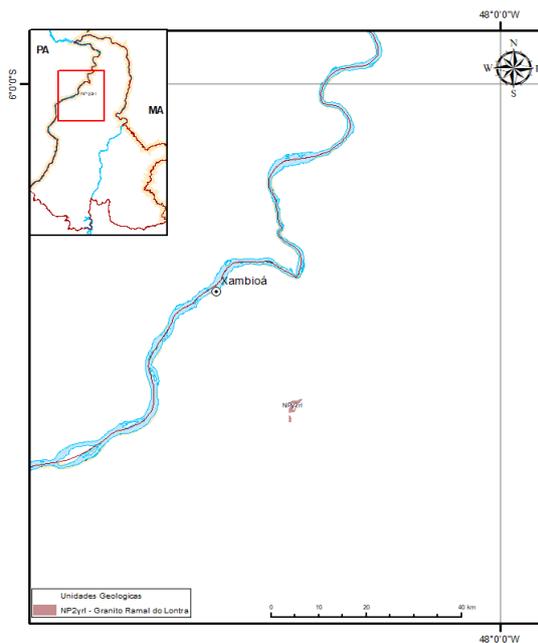


Figura 37. Granito Ramal do Lontra

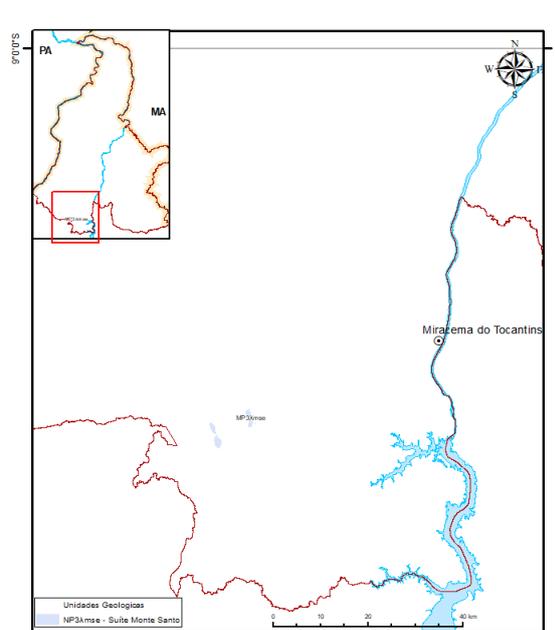


Figura 38. Suíte Monte Santo

Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

A Suíte Monte Santo ocorre na porção sul do Cinturão Araguaia e consiste em um nefelina sienito meso-neoproterozoico que se insere entre o contato do Complexo do Rio dos Mangues com Grupo Estrondo (Figura 38).

3.1.3.13. Granodioritos Presidente Kennedy e Barrolândia

O Granodiorito Presidente Kennedy e Barrolândia (NPγpkb), localizado ao norte da cidade de Paraíso do Tocantins, foi estudado inicialmente com enfoque cartográfico e petrográfico por Bulhões e Dall’Agnol (1985^[48]), que delimitaram dois pequenos stocks intrusivos em quartzitos e micaxistos do Grupo Estrondo e interpretaram como corpos

[47] ARCANJO, S. H. S.; ABREU F. A. M.; MOURA, C. A. V. 2013. Evolução geológica das sequências do embasamento do Cinturão Araguaia na região de Paraíso do Tocantins (TO). *Journal Geology*, São Paulo, v. 43, n. 3, p. 501-514, 2013.

[48] BULHÕES, E. M.; DALL’AGNOL, R. 1985. *Mapeamento geológico e petrografia do Granodiorito Presidente Kennedy - Faixa de Dobramentos Araguaia (GO)*. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DA AMAZÔNIA, 2., 1985, Belém. *Anais...* Belém: SBG-NO, 1985. p. 59-76.



posicionados no núcleo de estruturas anticlinais. Esses autores relatam que os tipos petrográficos são uniformes em ambos os corpos, consistindo em muscovita-biotita granodiorito a monzogranito, que apresentam texturas magmáticas, porém frequentemente afetadas por deformação e metamorfismo, o que é destacado pela presença de foliação e texturas em mosaico.

O Granito Presidente Kennedy localiza-se cerca de 12 km a sudoeste da cidade de Presidente Kennedy, e se trata de um único corpo plutônico granítico, que compõe um stock grosseiramente elíptico orientado NNW-SSE, de aproximadamente 13 por 8 km, encaixado em xistos da Formação Xambioá. A morfologia, sem destaque significativo de relevo, é definida por colinas e morros com topos abaulados e encostas suaves. No aspecto estrutural, constata-se que as rochas graníticas apresentam uma foliação bem-marcada, pela orientação preferencial de muscovita e biotita, além dos cristais de quartzo e feldspatos alongados.

3.1.3.14. Suíte Granítica Santa Luzia

Outra importante referência desse magmatismo granítico é a Suíte Santa Luzia (NP3y2sl), identificada por Costa *et al.* (1983^[49]), próximo à cidade de Paraíso do Tocantins. Ela reúne diversos corpos subcirculares ou ovalados com diâmetros variando de 1 a 10 km, bem como corpos tabulares como diques, alojados concordantemente à estruturação dos xistos e quartzitos do Grupo Estrondo. Em geral, registra-se nesses granitos uma foliação definida pela orientação das micas e quartzo e feldspatos alongados, que é concordante com a estrutura dos xistos encaixantes, à semelhança das rochas descritas no item anterior.

Os granitoides Santa Luzia (Figura 39) apresentam-se em Barrolândia por 186,93 km² (parcialmente confundindo se com o GB na região do Rio Providência, descrito anteriormente) e Miracema do Tocantins por 67,92 km², na forma de inúmeros pequenos stocks, diques, lentes e veios que cortam os micaxistos do Grupo Estrondo.

No Morro Dois Amigos, próximo à vila Santa Luzia, um pequeno corpo pegmatítico com textura gráfica encontra-se injetado nos micaxistos da Formação Morro do Campo. Lentes e veios de rochas granitoides encontram-se amplamente distribuídos nas encostas desse mesmo morro.

3.1.3.15. Suíte Lajeado - Suíte Granítica Matança

Na parte da Província Tocantins, ao norte de Palmas, o substrato siálico exposto a sudeste do Cinturão Araguaia e sudoeste da Bacia do Parnaíba, compreende terrenos gnáissicos e granulíticos do Paleoproterozoico (ARCANJO; MOURA, 2000^[50]). Sobre

[49] COSTA, J.B.S. *et al.* 1983. **Projeto Paraíso do Norte**. Relatório final. Belém: CVRD/UFGPA, 1983. 125 p.

[50] ARCANJO, S. H. S.; MOURA C. A. V. 2000. Geocronologia Pb-Pb em Zircão (Método de Evaporação de Pb) das rochas do embasamento do setor meridional do Cinturão Araguaia - região de Paraíso do Tocantins (TO). **Revista Brasileira de Geociências**, v. 30, n. 4, p. 665-670, 2000. Disponível em: <<http://papegeo.igc.usp.br/index.php/rbg/article/view/10983/10437>>. Acesso: 10 jul. 2021.

estes terrenos ocorrem sequências metassedimentares do Neoproterozoico, plútons graníticos e na porção leste ocorrem rochas sedimentares paleozoicas da Bacia do Parnaíba.

A RCN-TO é constituída por unidades paleoproterozoicas e neoproterozoicas. As unidades mais antigas, do paleoproterozoico são representadas por complexos gnáissicos e granulíticos, sequências metavulcanossedimentares, metagranitoides, plútons anortosíticos e graníticos.

A Suíte Intrusiva Lajeado reúne quatro corpos graníticos principais (Lajeado, Aroeira, Palmas e Matança) no Neoproterozoico. Granitos mais novos, do final do Neoproterozoico, foram identificados, alguns dos quais tinham sido anteriormente posicionados no Paleoproterozoico ou mais antigos. São eles os granitos Matança, Palmas, e Aroeira (Figura 40).

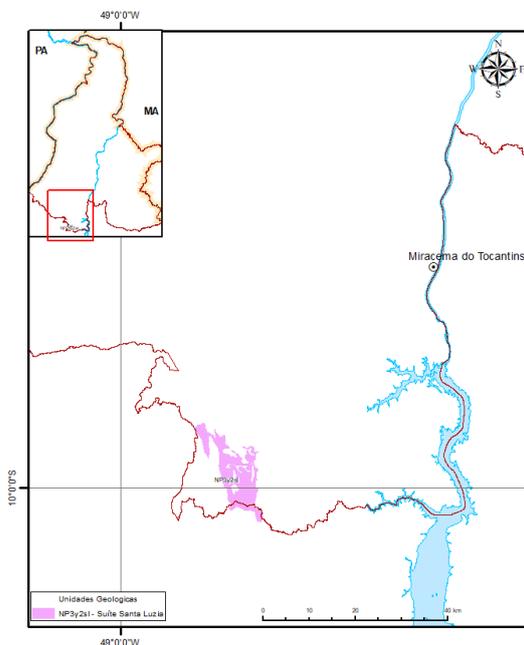


Figura 39. Suíte Granítica Santa Luzia

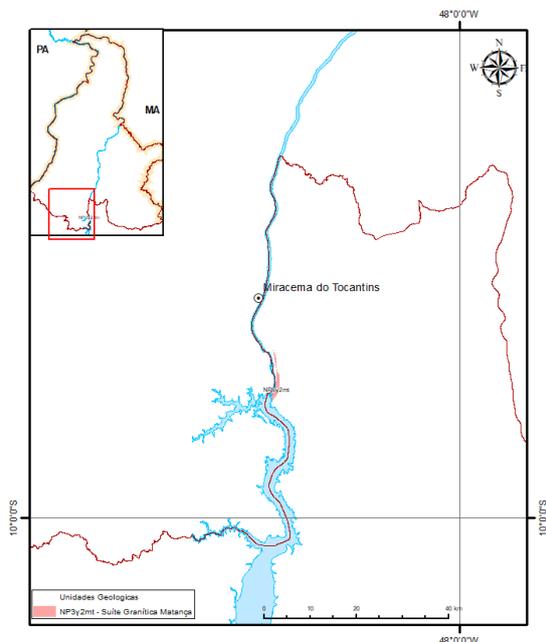


Figura 40. Suíte Lajeado - Suíte Granítica

Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

3.1.4. Domínios Paleozóico e Mesozóico

3.1.4.1. Província Paraíba

A Província Parnaíba é uma unidade geotectônica sedimentar que se limita a leste, nordeste e sudoeste com rochas de idade pré-cambriana; ao norte é separada das bacias marginais de São Luís e Barreirinhas pelos arcos Ferrer-Rosário-Bacaba e Urbano Santos; a oeste separa-se do Cráton Amazônico pela Faixa Tocantins-Araguaia e, ao sul separa-se da Bacia do São Francisco pelo arco homônimo. A unidade tectônica cobre completamente o estado do Maranhão, quase completamente o Piauí e



cerca de metade do Tocantins, incluso a região Centro-Norte por 60.724,24 Km². É composta por rochas sedimentares depositadas de maneira policíclica, compartimentada em bacias com gêneses, estilos tectônicos, preenchimento sedimentar e idades distintos (PEDREIRA DA SILVA *et al.*, 2003^[51]). A Província está dividida em quatro bacias sedimentares: (1) Bacia do Parnaíba; (2) Bacia das Alpercatas; (3) Bacia do Grajaú; (4) Bacia do Espigão-Mestre, todas representadas na RCN-TO.

A Bacia Parnaíba apresenta formato poligonal alongado na direção NE-SW e com limites atuais erosivos que refletem as reativações tectônicas das estruturas do seu substrato. Essa bacia compreende as super sequências Siluriana (Grupo Serra Grande - formações Ipu; Tianguá e Jaicós), Devoniana (Grupo Canindé - formações Itaim, considerada como membro inferior da Formação Pimenteiras; Pimenteiras, Cabeças, Longá e Poti) e Carbonífero-Triássica (Grupo Balsas - formações Piauí; Pedra-de-Fogo; Motuca e Sambaíba) conforme Góes e Feijó (1994^[52]). A Bacia do Parnaíba encontra-se representada no RCN-TO pelas unidades: Grupo Serra Grande, Formações Pimenteiras, Cabeças, Longá, Poti, Piauí, Pedra de Fogo, Motuca e Sambaíba.

3.1.4.2. Subdomínio Paleozóico Siluriano

- **Grupo Serra Grande**

O Grupo Serra Grande (Ssg) pode ser subdividido em três unidades a partir da base pelas formações Ipu, Tianguá e Jaicós (GÓES; FEIJÓ, 1994). No entanto, tendo em vista sua expressão territorial diminuta (39,47 km²) restritos ao município de Pedro Afonso, ele será tratado como Grupo Serra Grande (Figura 41).

A Formação Ipu é composta por arenitos, conglomerados, arenitos conglomeráticos e diamictitos, tendo sido depositada, entre o final do Ordoviciano e o início do Siluriano, em ambiente fluvial anastomosado com influência periglacial. A Formação Tianguá é composta por folhelho cinza, siltito e arenito muito micáceo, depositados em ambiente marinho raso durante o Siluriano (GÓES; FEIJÓ, 1994). A Formação Tianguá foi proposta para designar uma seção composta de folhelhos, siltitos e arenitos finos. É composta de três membros: (1) folhelho preto a cinza escuro, siderítico, bioturbado ou laminado, síltico; (2) arenito fino a médio, com intercalações de folhelho, feldspático, cinza esbranquiçado e (3) folhelho e siltito intercalados, cinza escuros a verdes, micáceos, sideríticos.

[51] PEDREIRA DA SILVA, A. J. *et al.* 2003. Bacias Sedimentares Paleozoicas e Mesocenoicas Interiores. In: BIZZI, L. A.; SCHOBENHAUS, C.; VIDOTTI, R. M.; GONÇALVES, J. H. (ed.). **Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil**: texto, mapas & SIG. Brasília: CPRM, 2003. p. 55-85.

[52] GÓES, A.M., FEIJÓ, F.J. 1994. Bacia do Parnaíba. **Boletim de Geociências da PETROBRAS**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 1, p. 57-67, 1994.



- **Grupo Canindé**

O Grupo Canindé agrupa as formações Pimenteiras, Cabeças e Longá. Caputo e Lima (1984^[53]) incluíram neste grupo, a Formação Itaim, porém ela não aflora na RCN-TO. Desta forma neste trabalho, o Grupo Canindé estará composto, da base para o topo, pelas formações Pimenteiras, Cabeças, Longá e Poti.

- **Grupo Canindé - Formação Pimenteiras**

A Formação Pimenteiras (D23p) é representada na RCN-TO por afloramentos que somam 9.761,88 km² em 30 dos municípios. Ela encontra-se representada por intercalações de leitos decimétricos a métricos de arenitos, siltitos e argilitos, além de conglomerados.

A sequência basal é constituída por uma camada decimétrica de ortoconglomerado oligomítico, com seixos arredondados a subarredondados de quartzo sustentados por matriz siltico-arenosa de coloração amarelada. As camadas de arenito são mais espessas, formando pacotes decimétricos a métricos. Esses arenitos apresentam cor branca, granulação fina a média e são bem selecionados. Geralmente a sequência de arenitos tem aspecto maciço e, em sua base, próximo ao contato com os siltitos e argilitos, revelam estruturas convolutas, com pequenas porções de argilito em seu interior. Os siltitos e argilitos formam camadas milimétricas a centimétricas intercaladas aos arenitos.

- **Grupo Canindé - Formação Cabeças**

A Formação Cabeças (D23c) é representada na RCN-TO por afloramentos que somam 4.132,71 km² em 23 dos municípios. A Formação Cabeças tem a relação de contato com a Formação Longá, sobreposta, materializada pela mudança brusca da litologia e dos processos deposicionais e com a Formação Pimenteiras, estratigraficamente abaixo, do tipo gradacional (Figura 42).

[53] CAPUTO, M. V.; LIMA, E.C. 1984. *Estratigrafia, idade e correlação do Grupo Serra Grande*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 33, Rio de Janeiro, 1984. *Anais...* Rio de Janeiro: SBG -Núcleo RJ/ES, 1984. v. 2, p. 740-753.

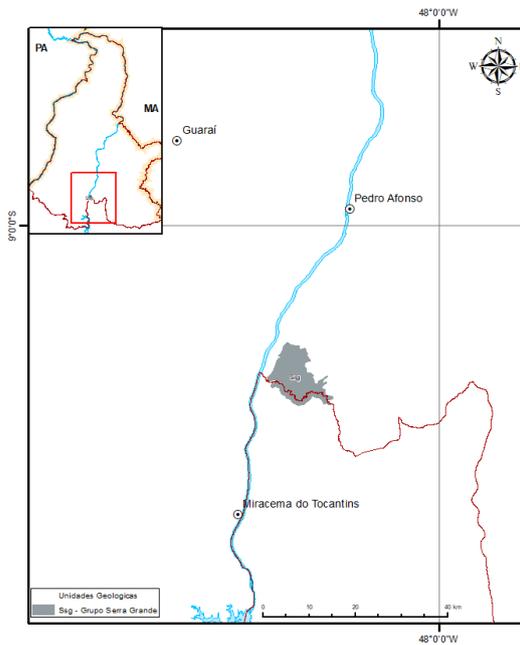


Figura 41. Formação Serra Grande

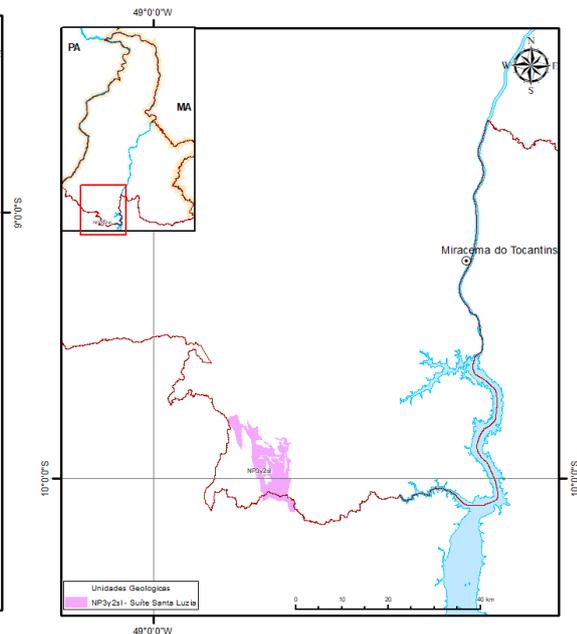


Figura 42. Formação Cabeças

Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

Litologicamente, a Formação Cabeças é representada por arenitos finos, róseo-avermelhados, grãos subarredondados, silicificados, aflorando sob a forma de blocos isolados de aspecto ruiforme, exibindo externamente disjunções poligonais (aspecto de “casco-de-tartaruga”) e internamente estratificação plano-paralela. São grandes bancos de arenitos com até 6 m de espessura, constituindo ciclos de *thickening up*, sobrepostos por camadas de arenitos semelhantes aos descritos, anteriormente, mostrando internamente estratificação sigmoidal (LIMA FILHO; LEITE, 1978^[54]; BRASIL; NASCIMENTO, 2020^[55]).

• Grupo Canindé - Formação Longá

A Formação Longá (D3C1I) é representada na RCN-TO por afloramentos que somam 2.805,57 km² em 18 dos municípios. A Formação Longá ocorre à leste de Miracema do Norte, em uma faixa de direção NS, entre a BR-153 e a margem direita do Rio Tocantins. Seus afloramentos ocorrem principalmente em valetas ou cortes de estradas e barrancos ao longo da ferrovia Norte-Sul, onde constituem relevo plano, sustentado por platôs lateríticos ou suavemente ondulado, com morros abaulados com topos lateríticos.

[54] LIMA FILHO de A. M.; LEITE, J. F. 1978. Companhia de Pesquisa de Recursos Naturais. **Projeto estudo global dos recursos minerais da Bacia Sedimentar do Parnaíba: integração geológico-metalogenética: relatório final da etapa iii**. Recife: CPRM, 1978. 212 p. Disponível em <<https://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/handle/doc/9667?show=full>>. Acesso: 10 jul. 2021.

[55] BRASIL, F. L. M. NASCIMENTO, R. S. 2020. Arenito do Parque Nacional de Sete Cidades (PI), um estudo mineralógico e petrográfico. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 12, p. 94096-94102, 2020.



A Formação Longá foi criada por Albuquerque e Dequech (1946^[56]) para designar os folhelhos que afloram no vale do Rio Longá, no norte do estado do Piauí. A Formação Longá é composta predominantemente por folhelhos cinza-escuros a pretos, arroxeados, homogêneos, bem laminados (Figura 43).

A formação possui uma posição estratigráfica na Bacia do Parnaíba bem definida, situando-se entre as formações Cabeças e Poti. O contato inferior com a formação Cabeças é concordante, com discordâncias localizadas, e o superior, com a Formação Poti, é gradacional e transicional, podendo apresentar discordâncias nas margens da bacia, principalmente no flanco sudoeste e contatos tectônicos, através de falhas normais, associadas aos grábens que bordejam o Rio Tocantins. Litologicamente a Formação Longá é constituída por sequência de arenitos, siltitos, argilitos e folhelhos, com estratificação plano-paralela bem definida e camadas exibindo, internamente, estratificação cruzada.

- **Grupo Canindé - Formação Poti**

A Formação Poti (C1po) é representada na RCN-TO por afloramentos que somam 13.173,06 km² em 26 dos municípios. Ela ocorre em uma faixa de direção aproximadamente NS, a partir da cidade de Miracema do Tocantins estendendo-se para norte e encontra-se encaixada em estruturas tipo grábens de direção NS, também, na margem esquerda do Rio Tocantins desenvolvendo contatos tectônicos por meio de falhamentos normais.

Lima Filho e Leite (1978) dividiram a Formação Poti nas partes inferior e superior. A parte inferior é constituída por arenitos finos e médios, cremes, esbranquiçados, friáveis, com finos leitos de siltito cinza esverdeado, enquanto a parte superior é composta por siltitos cinza, laminados e arenitos finos e médios esbranquiçados com níveis subordinados de folhelhos e siltitos cinza escuros, com eventuais níveis de carvão (Figura 44). Os litótipos da Formação Poti são predominantemente arenitos, de colorações esbranquiçada, amarelada.

[56] ALBUQUERQUE, O.R.; DEQUECH, V. 1946. **Contribuição para a Geologia do meio-Norte, Especialmente Piauí e Maranhão.** In: CONGRESSO PANAMERICANO DE ENGENHARIA DE MINAS E GEOLOGIA, 1946, Petrópolis. *Anais...* Petrópolis, 1946. v.3. p. 69-109.

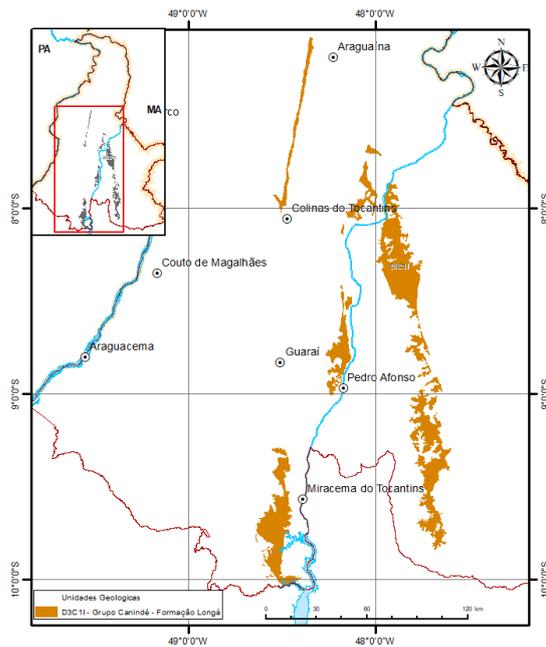


Figura 43. Formação Longá

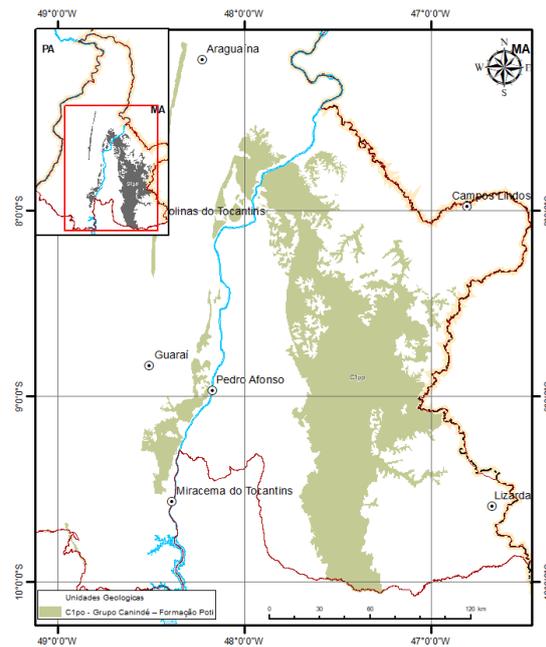


Figura 44. Formação Poti

Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

3.1.4.3. Subdomínio Paleozócio/Mesozóico Carbonífero-Triássico

- **Grupo Balsas**

O Grupo Balsas está dividido em quatro formações: Piauí, Pedra de Fogo, Motuca e Sambaíba. Vaz *et al.* (2007^[57]) posicionaram o Grupo Balsas no neocarbonífero-triássico.

- **Grupo Balsas - Formação Piauí**

A Formação Piauí (C2pi) ocorre em 11.772,55 km² da RCN-TO, estando representada em 24 municípios. A formação distribui-se em extensas faixas de direção NS localizadas, sobretudo, na margem esquerda do Rio Tocantins.

Estas faixas estão encaixadas em estruturas tipo grábens, sendo que seus contatos com a maioria das unidades subjacentes são, portanto, tectônicos, por meio de falhamentos normais de direção NS.

A forma de ocorrência da Formação Piauí é muito semelhante à da Formação Poti, constituindo relevo bastante arrasado, com morros-testemunhos tabulares e abaulados, e altura que pode variar de poucos m a dezenas de m. Aflora de forma restrita e muito localizada, ocorrendo como pacotes métricos de ritmito formado pela alternância de

[57] VAZ, P. T., REZENDE, V. G. A. M., WANDERLEY FILHO, J. R., TRAVASSOS, W. A. S. 2007. Bacia do Parnaíba. Rio de Janeiro, *Boletim de Geociências da Petrobrás*, v. 15, n. 2. p. 253-263.



arenitos finos róseos, siltitos e argilitos arroxeados, por vezes caulínicos de coloração esbranquiçada (Figura 45).

Lima Filho e Leite (1978) estabeleceram os limites estratigráficos atuais da unidade, entre os arenitos e siltitos da Formação Poti e o sílex basal da Formação Pedra de Fogo.

Os mesmos autores dividiram a Formação Piauí em duas sucessões: a inferior composta por arenitos rosados e avermelhados, médios, maciços ou com estratificações cruzadas de grande porte e intercalações e folhelho vermelho, e a superior formada por arenitos avermelhados, amarelos, finos a médios com intercalações de folhelho vermelho, lentes de calcários e lentes de sílex.

- **Grupo Balsas - Formação Pedra de Fogo**

A Formação Pedra de Fogo (P12pf) ocorre em 6.902,20 km² da RCN-TO, estando representada em 30 municípios. A Formação Pedra de Fogo possui ampla distribuição, especialmente na porção central da Bacia e extremos norte e nordeste do RCN-TO. Aflora sobre depósitos da Formação Piauí (Pensilvânico) e subjaz estratos das formações Motuca (permiana) e Sambaíba (triássica).

Plummer *et al.* (1948^[58]) propuseram a denominação Formação Pedra de Fogo para as camadas permianas ricas em sílex e fósseis vegetais do gênero *Psaronius* que ocorriam no leito do Riacho Pedra de Fogo, entre os municípios de Pastos Bons e Nova Iorque no estado do Maranhão, ao norte da área deste Projeto. Ainda, o autor supracitado considerou, de modo geral, esta unidade litoestratigráfica como uma das mais importantes e difíceis de serem interpretadas dentre as demais presentes no norte do Brasil (Figura 46). Esta formação possui um conjunto de litótipos associados, sobretudo a arenitos silicificados e expressivos níveis de sílex e calcários.

[58] PLUMMER, F. B; PRINCE, L. I.; GOMES, F. A. 1946. Estados do Maranhão e Piauí. *In*: Brasil. Conselho Nacional de Petróleo. Rio de Janeiro, Conselho Nacional do Petróleo, 1949. p. 87-134. (Relatório 1946).

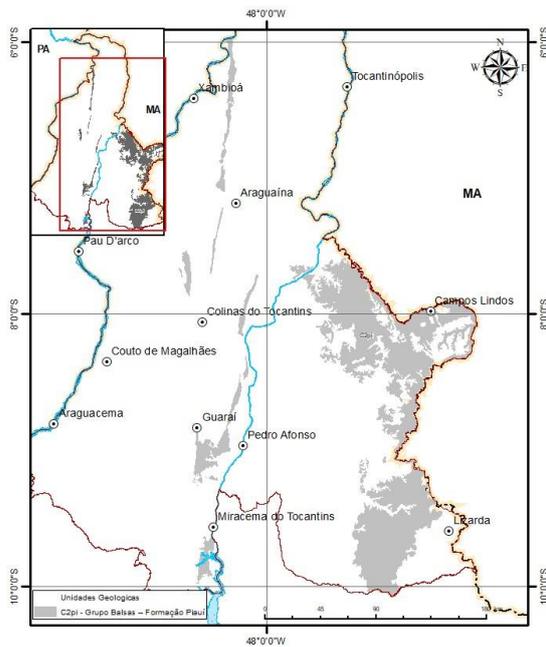


Figura 45. Formação Piauí

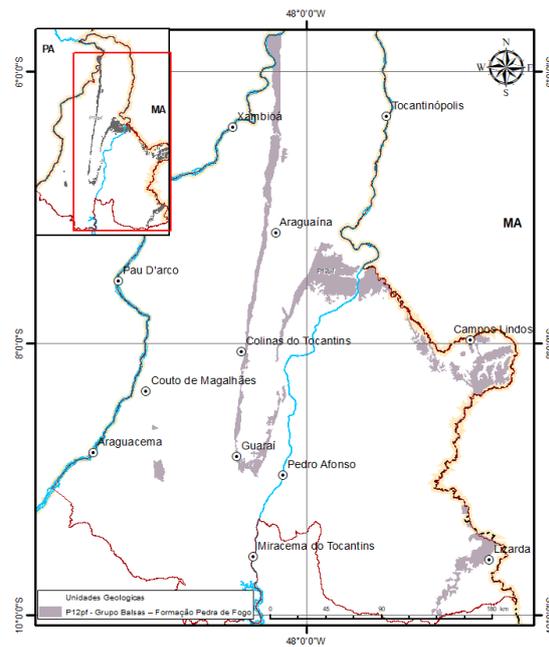


Figura 46. Formação Pedra de Fogo

Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

● Grupo Balsas - Formação Motuca

A Formação Motuca (P3m) ocorre em 5.977,69 km² da RCN-TO, estando representada em 20 municípios. Plummer *et al.* (1946) propuseram a denominação de Formação Motuca para designar os folhelhos de cor vermelho-tijolo com lentes delgadas de calcário e anidrita, sobrejacentes aos estratos Pedra de Fogo existentes nos arredores da Fazenda Motuca, entre São Domingos e Benedito Leite, no Estado do Maranhão. Campbell (1948^[59]) ampliou acrescentando o Membro Pastos Bons e Aguiar (1971^[60]) a dividiu em três membros (Figura 47).

As rochas da Formação Motuca foram agrupadas por Souza e Moreton (1995), em três associações de litofácies: (i) pelitos vermelhos: argilitos vermelhos com tonalidades esbranquiçadas, quebradiços e com estrutura maciça, com a presença de níveis de siltitos de coloração avermelhada; (ii) arenitos conglomeráticos: arenitos finos de cor marrom, com tonalidades esbranquiçadas e avermelhadas, bem selecionados, friáveis e um pouco feldspáticos; e (iii) arenitos eólicos: arenitos de granulação fina a média, cor marrom amarelada com tonalidades avermelhadas, friáveis, às vezes feldspáticos, com grãos bem selecionados.

[59] CAMPBELL, D. F. 1948. Estados do Maranhão e Piauí. In: Brasil. Conselho Nacional de Petróleo. Rio de Janeiro, Conselho Nacional do Petróleo, 1949. p. 68-74. (Relatório 1948).

[60] AGUIAR, G. A. de. 1971. Revisão geológica da bacia paleozóica do Maranhão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 25., 1971, São Paulo. Anais... São Paulo, SBG, 1971. v. 3 : p. 113-122.

- **Grupo Balsas - Formação Sambaíba**

Encerrando a sedimentação na Bacia do Parnaíba, aparece a Formação Sambaíba (T12s) que consiste em arenito fino, caulínico, com granulometria bimodal, interpretado como eólico. Esta formação do Grupo Balsas ocorre em 5.943,23 km² da RCN-TO estando representada em 19 municípios.

A Formação Sambaíba aflora na região Centro-Norte do Tocantins na faixa central do extremo norte, em especial nos municípios de Wanderlândia, Darcinópolis, Babaçulândia e Araguaína. Caracteriza-se por uma morfologia de extensos chapadões dissecados (extensos bancos de areias nas partes mais elevadas), capeados por espessuras variáveis de basaltos que se encontram laterizados na maioria das vezes, e se destacam pela sua topografia conspícua. Em alguns pontos, o arenito róseo da Formação Sambaíba encontra-se fortemente “cozido”, com aparência de quartzito, muito resistente ao impacto e quebrando-se com muita dificuldade em fragmentos concoidais com extremidades afiadas. No entanto, em sua maioria, o arenito da Formação Sambaíba apresenta-se pouco consolidado e muitas vezes até friável (Figura 48).

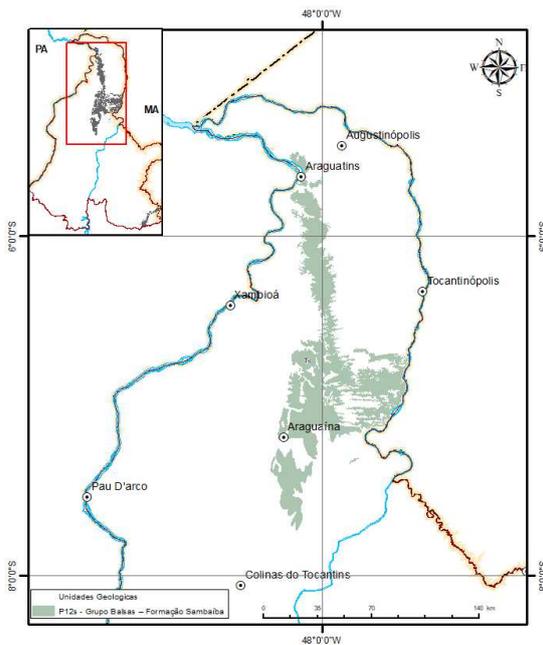


Figura 47. Formação Motuca

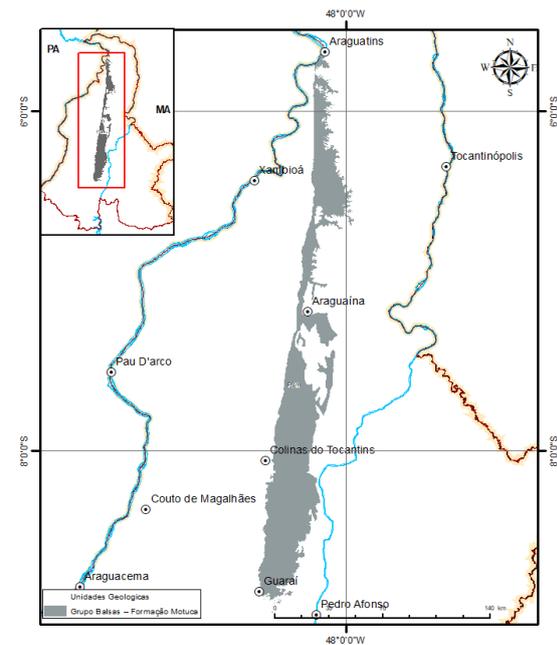


Figura 48. Formação Sambaíba

Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

3.1.4.4. Subdomínio Mesozóico-Jurássico

- **Bacia das Alpercatas**

O seu nome é baseado na expressão geomorfológica da serra das Alpercatas, situada na região centro-sudeste do estado do Maranhão. Sua área é de 70.000 km² e é formada por sistema de *riftes* de direções ENE-WSW e NNE-SSW, preenchidos pela



super sequência jurássica, composta pelas Formações Pastos Bons e Corda (Grupo Mearim) balizadas na base e no topo, respectivamente, pelas formações Mosquito (Jurássico) e Sardinha (Cretáceo Inferior) de natureza ígnea.

- **Formação Mosquito**

As primeiras referências às rochas básicas na Bacia das Alpercatas foram feitas por Lisboa (1914^[61]) que descreveu derrames basálticos na região de Grajaú, no Estado do Maranhão. Northfleet e Melo (1967^[62]) utilizaram a denominação Formação Mosquito (J1βm) para designar os derrames basálticos com intercalações de arenitos no vale do Rio Mosquito, localizado a Sul de Fortaleza dos Nogueiras, Estado do Maranhão. Sua espessura máxima na Bacia está entre 175 e 250 m e na RCN-TO alcança em um poço na Escola Técnica da cidade de Araguatins os 20 m e aproximadamente 50 m, em uma pedreira, próxima de Palmeiras do Tocantins.

Na RCN-TO a Formação Mosquito se estende por 3.740,64 km² em 19 municípios. Os derrames basálticos da Formação Mosquito se distribuem recobrendo os arenitos da Formação Sambaíba de forma irregular devido à espessura variada que deixa muitas vezes aflorar o arenito num ponto para cobri-lo novamente logo adiante. Geralmente laterizados em superfície, o basalto é responsável pela preservação das formas de relevo esculpidas pela dissecação da área.

A Formação Mosquito está sobreposta a Formação Sambaíba em contato discordante caracterizado por superfície de erosão. A Formação Corda sobrepõe-se também de modo discordante à Formação Mosquito. Este contato é caracterizado por apresentar uma superfície erosiva com clastos de basalto e arenito.

Os basaltos da Formação Mosquito apresentam cor cinza-escuro a esverdeado, estrutura maciça e amigdaloidal, mostrando amígdalas de tamanho milimétrico a centimétrico imersas em uma massa afanítica, com pequenos pontos brancos originados, possivelmente, da alteração dos minerais de preenchimento das vesículas. As amígdalas estão normalmente preenchidas por calcita, calcedônia, clorita e zeólitas. Os basaltos são formados, principalmente, por plagioclásios e clinopiroxênio com minerais opacos como acessórios e, quando alterados, desenvolvem estruturas características da esfoliação esferoidal (Figura 49).

- **Formação Corda**

Lisboa (1914) utilizou pela primeira vez a expressão “Arenito Corda” referindo-se aos sedimentos arenosos e vermelhos que ocorrem próximo às eruptivas básicas do alto Mearim no Estado do Maranhão. CAMPBELL (1949) passou a designar estes arenitos de Formação Corda.

[61] LISBOA, M. A. R. 1914. The permian geology at northern Brazil. *American Journal of Science*, New Haven, v. 37, n. 221, p. 425-443, 1914.

[62] NORTHFLEET, A. A.; MELO, M. T. 1967. *Geologia da Região Norte de Balsas - Maranhão*. Belém: PETROBRÁS, 1967. 55p. (Relatório Técnico, 268).



A Formação Corda (J2cd) distribui-se em 15 municípios da RCN-TO em uma área total de 4.170,15 km², com destaque para Tocantinópolis (803,84 km²). A Formação Corda aparece na região norte-nordeste do RCN-TO em exposições contínuas ocupando vales ou elevações a norte das cidades de Tocantinópolis e Nazaré, por exemplo. A sul dessas cidades as ocorrências desta Unidade se limitam a ocupar os topos dos interflúvios da rede de drenagem, como testemunhos da pretérita continuidade com a ocorrência do norte, destruída pela dissecação que expõe os basaltos da Formação Mosquito (Figura 50).

As litologias dessa Unidade são arenitos de cor marrom escura, com estratificação laminar plano-paralela e cruzada acanalada; arenitos cinza finos a médios, com estratificação cruzada tangencial, bimodais e ritmitos arenopelíticos arroxeados laminados com microestruturas cruzadas cavalgantes. A litologia constituída de termos arenosos e argilosos sucedendo-se vertical e lateralmente, e as estruturas de estratificações cruzadas sugerem um ambiente fluviolacustre para a deposição da Formação Corda. Os arenitos com estratificação cruzada representariam depósitos de *cAnais*, enquanto os ritmitos pelíticos corresponderiam a depósitos de transbordamento. As cores vivas dos sedimentos, tendendo para castanho e arroxeadado, principalmente nos termos mais finos, sugerem climas quentes, com estações chuvosas e secas bem definidas.

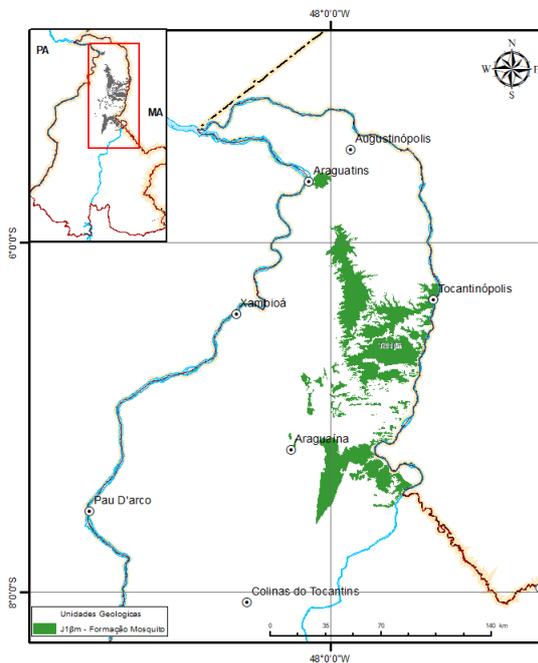


Figura 49. Formação Mosquito

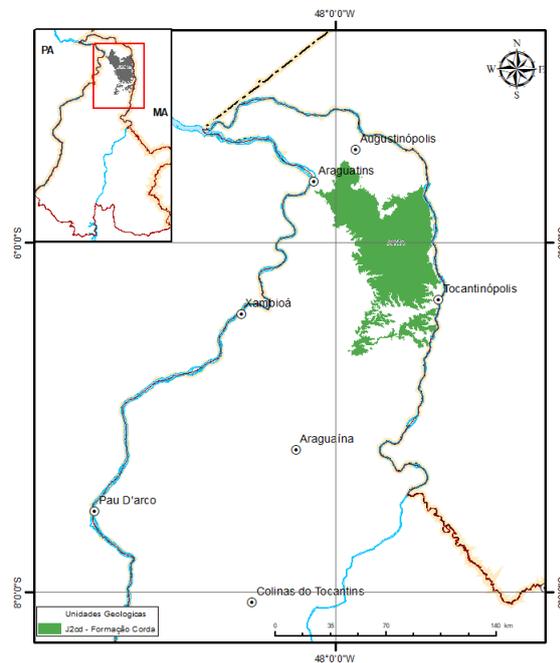


Figura 50. Formação Corda

Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).



3.1.4.5. Subdomínio Mesozóico-Cretáceo

- **Bacia do Grajaú**

A Bacia do Grajaú está localizada ao norte da Bacia das Alpercatas, separada da Bacia de São Luís pelo Arco Ferrer-Urbano Santos, o qual não exerce influência alguma sobre a continuidade da sedimentação entre as duas bacias (GÓES; ROSSETTI, 2001^[63]). Tal bacia é preenchida pela super sequência Cretácea, que compreende as formações Codó, Grajaú e Itapecuru (BIZZI *et al.*, 2003^[64]). Não obstante a elevação da categoria de Itapecuru (de formação para grupo), considera-se aqui somente a hierarquia de formação. Rossetti (2006^[65]) subdividiu a bacia em três sequências abrangendo sistemas deposicionais continentais e transicionais: Codó, Grajaú e Itapecuru.

Na RCN-TO não ocorre a Formação Grajaú, afloram somente a Formação Codó (K1c) e a Formação Itapecuru (K12it) em seu extremo norte.

- **Formação Codó**

Na RCN-TO considera-se a conceituação de Lima Filho e Leite (1978^[66]) e, Paz e Rossetti (2001^[67]), que próximo à cidade vizinha de Imperatriz subdividiram a Formação Codó (K1c) em três frações, que na área, ora trabalhada ocupam 471,32 km² distribuídos nos municípios de Araguatins (112,05 km²), Augustinópolis (158,24 km²), Carrasco Bonito (52,02 km²), Praia Norte (28,33 km²), Sampaio (37,88 km²), São Miguel do Tocantins (78,76 km²) e Sítio Novo do Tocantins (4,05 km²) - (Figura 51).

Segundo Lima Filho e Leite (1978) e, Paz e Rossetti (2001), a Formação Codó compreende três associações de fácies: a basal, composta por folhelho cinza-escuro com intercalações de leitos calcários; a intermediária, composta por siltito argiloso cinza-esverdeado com intercalações subordinadas de folhelho e arenito calcífero; e a superior, constituída essencialmente de arenito fino, cinza-claro e esverdeado, calcífero, com intercalações delgadas de folhelho e siltito. O contato inferior da Formação Codó

[63] GÓES, A. M.; ROSSETTI, D. F. 2001. Gênese da Bacia de São Luís-Grajaú, Meio-Norte do Brasil. In: D. F. ROSSETTI, A. M. GÓES; W. TRUCKENBRODT (eds.). **O Cretáceo na Bacia de São Luís-Grajaú**, p. 15-30. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2001. (Coleção Friedrich Katzer).

[64] BIZZI, L. A. *et al.* 2003. **Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil**: texto, mapas e SIG. Brasília: CPRM, 2003. v. II, n. 1. 674 p.

[65] ROSSETTI, D. F. 2006. The role of tectonics on the preservation of estuarine valleys in areas with low accommodation rates: examples from Upper Cretaceous and Miocene Successions in Northern Brazil. In: DALRYMPLE, R.W.; LECKIE, D.A.; TILLMAN, R.W. (eds.), *Incised Valley in Time and Space*. **Society of Economic Paleontologists and Mineralogists**, Special Publication, p. 199-218, 2006.

[66] LIMA FILHO de A. M.; LEITE, J. F. **Projeto estudo global dos recursos minerais da Bacia Sedimentar do Parnaíba: integração geológico-metalogenética: relatório final da etapa iii**. CPRM, 212 p. Recife, 1978. Disponível em <<https://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/handle/doc/9667?show=full>>. Acesso: 10 jul. 2021.

[67] PAZ, J. D. S.; ROSSETTI, D. F. 2001. Reconstrução Paleoambiental da Formação Codó (Aptiano), borda leste da Bacia do Grajaú, MA. In: ROSSETTI, D. F.; GÓES, A. M.; TRUCKENBRODT, W. (coord.). **O Cretáceo na Bacia de São Luís-Grajaú**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2001. 264 p. Disponível em <https://www.researchgate.net/publication/288911797_Reconstrucao_paleoambiental_da_Formacao_Codo_Aptiano_borda_leste_da_Bacia_do_Grajaou_MA>. Acesso 10 jul. 2021.

com a Formação Corda é discordante, evidenciado por uma mudança litológica brusca por meio de uma superfície irregular e ondulada (LIMA FILHO; LEITE, 1978).

- **Formação Itapecuru**

No extremo norte da RCN-TO, a Formação Itapecuru (K12it) recobre 2.912,62 km² sobre os municípios de Araguatins (693,88 km²), Augustinópolis (250,68 km²), Axixá do Tocantins (151,49 km²), Buriti do Tocantins (229,70 km²), Carrasco Bonito (130,78 km²), Esperantina (270,18 km²), Itaguatins (139,83 km²), Praia Norte (253,91 km²), Sampaio (55,16 km²), São Bento do Tocantins (28,36 km²), São Miguel do Tocantins (261,54 km²), São Sebastião do Tocantins (161,76 km²) e Sítio Novo do Tocantins (285,36 km²) - Figura 52.

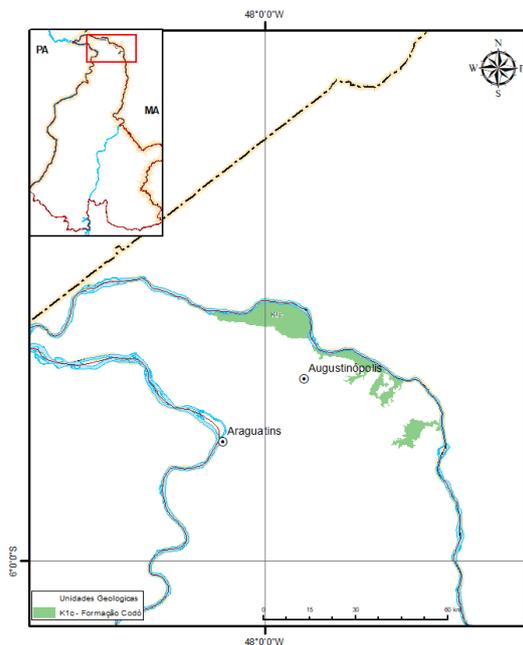


Figura 51. Formação Codó

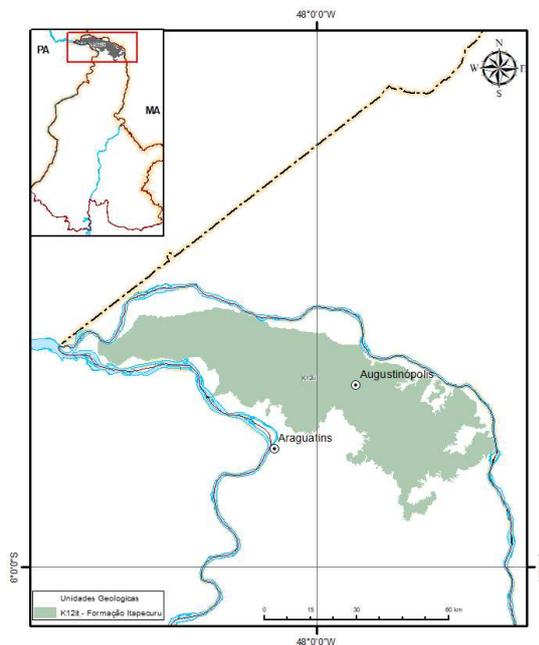


Figura 52. Formação Itapecuru

Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

A unidade composta por arenitos com siltitos e folhelhos intercalados, que recobrem concordantemente a Formação Codó, foi denominada de “Camadas Itapecuru” por Lisboa (1914) tendo sido, posteriormente, redefinida por Campbell (1949) como Formação Itapecuru.

Cunha, Souza e Córdoba (2019) tratam a Formação Itapecuru como Grupo Itapecuru na Bacia do Parnaíba, subdividindo-o em duas seqüências deposicionais (S2 e S3), limitadas por superfícies discordantes de caráter regional, em que a seqüência basal S2 possui organização interna compatível com tratos de sistemas, tem idade Eo/mesoalbiana, e mostra uma subdivisão interna tripartida (S2a, S2b, S2c), enquanto a seqüência superior S3 é de idade mesoalbiana-maastrichtiana, possuindo seis unidades cíclicas superpostas (S3a a S3f).



O contato da Formação Itapecuru com as formações Codó e Grajaú é concordante, apresentando discordâncias locais (LIMA FILHO; LEITE, 1978), sendo recoberto discordantemente por material argilo-arenoso do Terciário-Quaternário. De acordo com os autores citados, o Grupo Itapecuru extrapola os limites geológicos da Bacia do Parnaíba, assentando diretamente sobre o embasamento cristalino e sobre as unidades paleozoicas.

- **Bacia do Espigão-Mestre**

A Bacia do Espigão-Mestre é preenchida por arenitos de origem eólica, discordante sobre a Bacia do Parnaíba. Corresponde à extremidade norte da subbacia Urucuia, domínio setentrional da Bacia Sanfranciscana. As duas bacias são separadas entre si pelo Alto do São Francisco.

- **Grupo Urucuia**

A Bacia do São Francisco ocupa área de 355.000 km² do Cráton do São Francisco, abarcando partes das regiões sudeste, centro oeste e nordeste do Brasil. Encerra sucessão de rochas sedimentares proterozoicas, pouco deformadas na porção central e deformadas nas bordas em decorrência das faixas móveis compressionais Brasília e Araçuaí. Remanescentes de depósitos fanerozoicos, com idades que variam desde o Permo-Carbonífero até o Cenozoico, completam o empilhamento sedimentar/vulcânico da bacia (ZALÁN; SILVA, 2007^[68]).

Bacia Sanfranciscana é a denominação dada para a área de 140.000 km² compreendida pelo registro sedimentar e vulcânico fanerozoico, representado pelos grupos Santa Fé (Permocarbonífero), Areado (Eocretáceo) e Urucuia (Neocretáceo), este último com presença no RCN-TO, depositados na bacia intracratônica do São Francisco. O Grupo Urucuia (Kur) encontra-se cobrindo 904,16 km² da RCN-TO, exclusivamente no município de Lizarda (Figura 53). No município de Lizarda, não foi possível apresentar a separação do Grupo Urucuia nas formações Posse (basal) e Serra das Araras (superior), conforme proposto por Campos e Dardenne (1997^[69]).

- **Formação Rio das Barreiras**

A Formação Rio das Barreiras (K2rb) expõe-se em manchas isoladas e alinhadas sub-meridianamente no centro da faixa do Grupo Baixo Araguaia. Foi ela descrita entre Pequizeiro e Couto Magalhães por Guerreiro e Silva, (1976^[70]). Ela aflora na RCN-TO (Figura 54) distribuindo-se por uma área total de 4.447,68 km² nos municípios de Aragominas (517,12 km²), Araguaína (648,09 km²), Arapoema (513,79 km²), Bandeirantes do Tocantins (316,03 km²), Bernardo Sayão (451,73 km²), Couto

[68] ZALÁN, P. V.; ROMEIRO-SILVA, P. C. 2007. Bacia do São Francisco. **Boletim de Geociências da Petrobras**. v. 15, n.2, p. 561-571, 2007.

[69] CAMPOS, J. E.; DARDENNE, M. A. 1997. Origem e evolução tectônica da Bacia Sanfranciscana. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 27, n. 3, p. 283-294, 1997.

[70] GUERREIRO, M.G.S.; SILVA, J.M.R. 1976. **Projeto Guaraí-Conceição**. Relatório Final. Belém: DNPM/UFPA, 1976.

Magalhães (232,67 km²), Juarina (51,20 km²), Muricilândia (596,16 km²), Nova Olinda (10,68 km²), Pau D'Arco (470,38 km²), Pequizeiro (206,78 km²) e Santa Fé do Araguaia (433,03 km²).

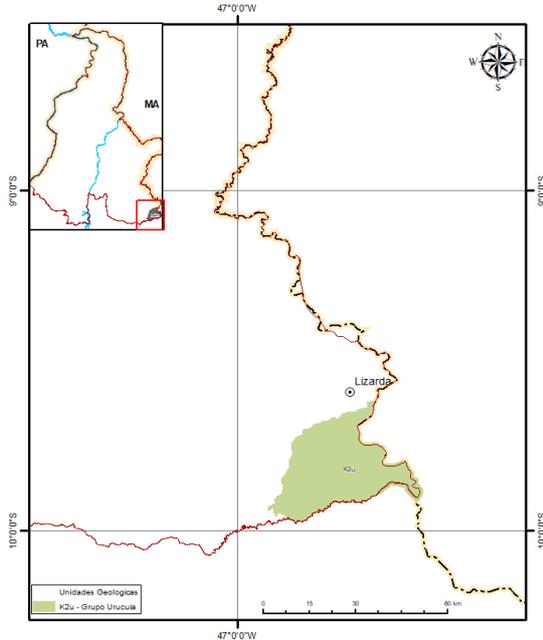


Figura 53. Grupo Urucua

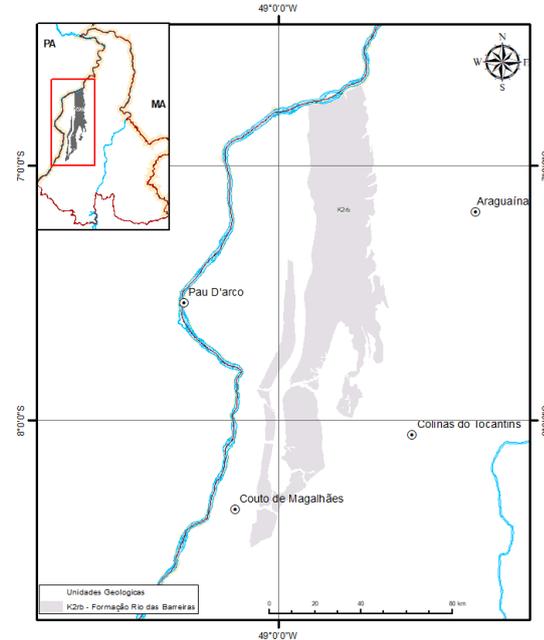


Figura 54. Formação Rio das Barreiras

Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

A Unidade repousa sobre o Complexo Xingu e são recobertas por unidades sedimentares fanerozoicas. Na RCN-TO repousa por meio de falhamentos normais ou em discordância angular sobre a parte central da Formação Pequizeiro e se compõe de conglomerados polimíticos, com intercalações restritas de siltitos e arenitos finos. Uma sequência de arenitos e conglomerados com intercalações de argilitos e siltitos, preenchendo estrutura do tipo grábens com orientação submeridianas, largura média de 27 km e localizada a oeste do Rio Muricizal.

Suas áreas de ocorrência caracterizam-se por formar extensos areões, com raros afloramentos. Seus litótipos principais foram agrupados em três associações de litofácies distintas: (i) associação de litofácies arenitos, formada por arenitos de cor cinza-claro, com tonalidades avermelhadas, friáveis, às vezes arcoseanos, de granulação fina a média; (ii) associação de litofácies pelitos vermelhos, constituída por argilitos e siltitos de cor vermelha, com estratificação plano-paralela, intercalados aos arenitos. Corresponde à depósitos de planície de inundação ou lagos, em ambiente de rios entrelaçados e (iii) associação de litofácies conglomerados, composta, predominantemente, por conglomerados organizados. Correspondem, provavelmente, a barras conglomeráticas de rio entrelaçado com fluxo desconfinado.



3.1.5. Domínio Cenozóico

É constituído pelos litótipos representados por sedimentos recentes depositados na Era Cenozoica, de natureza não litificada ou pouco consolidada, diferenciados pelo seu grau de compactação, processos de lateritização, composição litológica e processo deposicionais.

A idade é Tércio-Quaternária, com desenvolvimento nas zonas rebaixadas pela neotectônica ou depressões associadas aos ciclos de aplainamento geomorfológico. Os sedimentos são formadores de bacias sedimentares e coberturas diversas, muitas vezes com denominações litoestratigráficas, porém, sem configurar verdadeira bacia, sob o ponto de vista de extensão superficial e espessura.

O Domínio das Coberturas Cenozoicas está presente na RCN-TO e pode ser subdividido em cinco unidades sedimentares: Coberturas Detrito-Lateríticas Ferruginosas, Depósitos Detríticos e/ou Lateríticos, Depósitos Colúvio-Eluviais, Depósitos Eólicos Continentais Depósitos Aluvionares Fácies Araguaia e Depósitos Aluvionares.

- **Subdomínio Mioceno - Cobertura Detrito-Lateríticas Ferruginosas**

As coberturas detrito-lateríticas ferruginosas (N1dl) ocorrem, principalmente nos domínios do Cinturão Araguaia sustentando a topografia da borda oeste da Bacia do Parnaíba e são representadas por lateritos resultantes de processos de pediplanação pleistocênica.

Apresentam-se sobre diversas unidades geológicas aflorantes, em especial na região acerca do Rio Araguaia nos municípios de Aragoínas (49,15 km²), Araguacema (128,38 km²), Araguañã (110,17 km²), Santa Fé do Araguaia (7,37 km²) e Xambioá (15,44 km²), totalizando 310,51 km² em área na RCN-TO (Figura 55).

Mostram perfis mais completos e espessos sobre os litótipos da Associação Máfico-Ultramáfica Serra do Tapa e da Formação Pimenteiras. As coberturas detrito-lateríticas ferruginosas, litologicamente apresentam em sua base rochas subjacentes alteradas com sedimentos semiconsolidados ou incoerentes, mal classificados, de matriz areno-argilosa, com níveis conglomeráticos parcialmente laterizados, um nível intermediário concrecionário compacto, com seixos de quartzo, caulim e limonita e uma zona superior com laterita desagregada. A coloração é amarelada ou avermelhada, em decorrência da infiltração de óxidos de ferro. No contato com as rochas sotopostas, o material é mais grosseiro, às vezes conglomeráticos, com maior concentração de seixos de quartzo (SOUZA; MORETON, 2001).

- **Subdomínio Mioceno - Depósitos Detríticos e/ou Lateríticos**

Também importantes são os depósitos detríticos e/ou lateríticos (Nd) pouco endurecidas, distribuídas de forma ampla e descontínua sobre diversas unidades geológicas aflorantes, em especial na região do município de Xambioá com área total de 72,41 km² da RCN-TO, dos quais 6,52 km² encontram-se em Piraquê e o restante 65,90 km² em Xambioá (Figura 56).

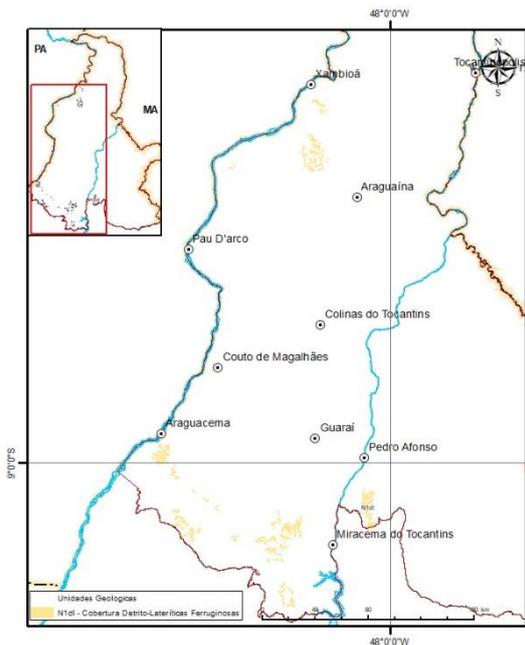


Figura 55. Cobertura Detrito-Lateríticas

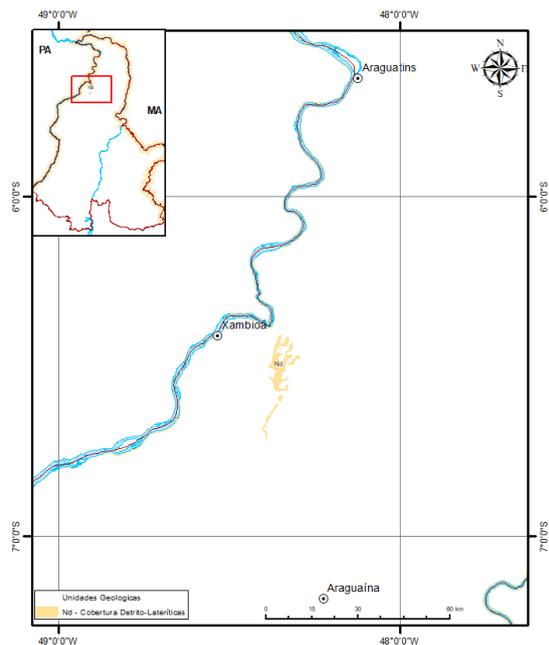


Figura 56. Depósitos Detríticos Ferruginosas e/ou Lateríticos

Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

Os depósitos detrítico-lateríticos recobrem parcialmente unidades, sobretudo, àquelas pertencentes a Bacia do Parnaíba e ao Orógeno Araguaia. Nos domínios da Bacia do Parnaíba as coberturas detrítico-lateríticas se desenvolveram quase que exclusivamente sobre os siltitos argilosos e arenitos finos da base da Formação Pimenteiras, que constituem áreas de relevo tabular. Estas coberturas encontram-se expostas em áreas planas, em cotas ao redor de 600 m. Trata-se de lateritização predominantemente ferruginosa que quando exposta ou exumadas tornam-se litificadas, formando *ironstones*.

- **Subdomínio Pleistoceno - Depósitos Colúvio-Eluviais**

Os depósitos colúvio-eluviais (NQc) são constituídos por seixos provenientes dos lateritos concrecionários, matações de arenito silicificado, silexito e arenito ferruginoso, formando corpos do tipo *stone-layer*, complementado no topo, por material argiloso proveniente do horizonte mosqueado. Estão presentes em 11 municípios da RCN-TO recobrimdo uma área total de 1.450,07 km² (Figura 57).

Os depósitos eluvionares e secundariamente coluvionares predominantemente arenosos, com níveis conglomeráticos sofreram processos de lateritização incipiente e se relacionam às superfícies de aplainamentos do Ciclo Sul-Americano.

Esta Unidade é por vezes brechoide, relacionada a colúvios holocênicos, que recobrem irregularmente as formações Itapecuru e Codó, na RCN-TO (SOUZA; MORETON, 2001). Localmente, associam-se com as presenças de sedimentos da Formação Sambaíba (arenitos de granulação fina a média) e da Formação Motuca (arenitos com

intercalações de argilitos, folhelhos e siltitos), com predomínio de superfícies tabulares e formas convexas, verificando-se níveis de pedimentos detríticos parcialmente ou pouco coluvionados que normalmente sotopõem as sequências areníticas ou siltosas das formações sedimentares predominantes. Esses depósitos colúvio-aluviais são encontrados nas partes mais baixas do relevo atual, podendo estar coberto por solos amarelos e areias brancas.

- **Subdomínio Holoceno - Depósitos Eólicos Continentais**

Os depósitos eólicos continentais (Q1e) estão entre as três unidades litoestratigráficas de menor expressão territorial na RCN-TO, limitado a uma área de 8,49 km² localizada exclusivamente no município de Miracema do Tocantins (Figura 58).

Os referidos depósitos eólicos são considerados sedimentos continentais, localizados no sopé de elevações e provenientes da erosão do regolito da Formação Pimenteiras, que passaram por diversas situações climáticas diferentes das atuais, com clima semiárido, chuvas esparsas e violentas, para serem depositados.

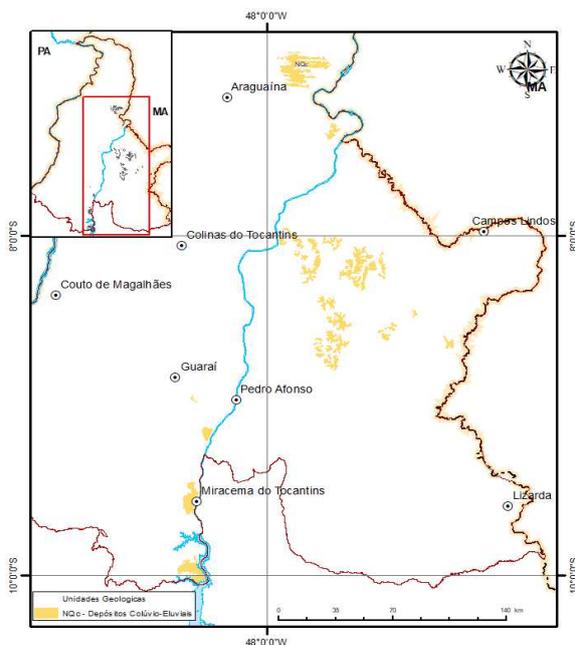


Figura 57. Depósitos Colúvio-Eluviais

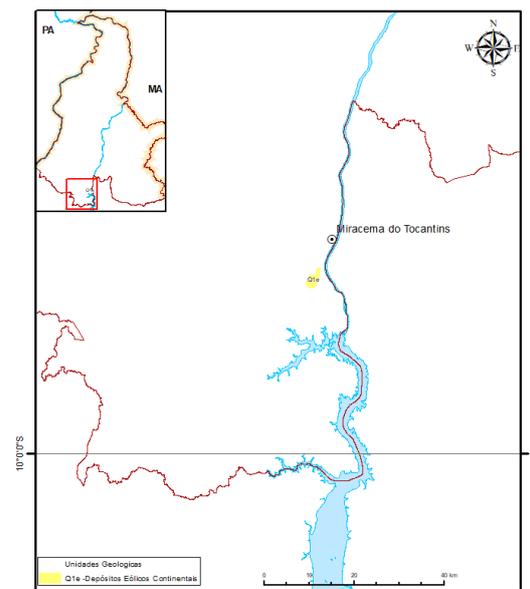


Figura 58. Depósitos Eólicos Continentais

Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

São constituídos de areia bimodal, bem arredondada, grãos foscas, de granulação fina a média e estratificações cruzadas de médio a grande porte e superfícies de deflação, compostas por quartzo e feldspato alterados.

Constituem depósitos residuais sobre estas litologias arenosas em região de relevo plano a suavemente ondulado. Sua forma de ocorrência e geometria muitas vezes se assemelha a um campo de dunas. Também ocorrem níveis de areia grossa e níveis



conglomeráticos mosqueados, de cor creme e tons avermelhados um pouco mais consistentes e compactados com argila na matriz (SOUZA; MORETON, 2001).

- **Subdomínio - Fácies Araguaia Depósitos Aluvionares**

Esta unidade foi definida por Barbosa *et al.* (1966^[71]) na região do Rio Araguaia como sequência de sedimentos continentais, fluviais, parcialmente inconsolidados com conglomerados na base, recobertos por areias, siltes e argilas mal selecionadas. Lacerda Filho *et al.* (1999^[72]) introduziram as subdivisões Qag1 como terraços aluvionares e Qag2 como depósitos aluvionares, das quais somente a segunda aflora na RCN-TO em 33,98 km² nos municípios de Abreulândia e Araguaçema (Figura 59).

A Fácies Araguaia inclui por inteiro a ilha do Bananal contornada pelo Rio Araguaia e seu braço direito, o Rio Javaés. Os sedimentos formam vasta planície com cotas ao redor de 180 m, alcançando 200 m na borda leste, no contato com a Formação Couto Magalhães, seu substrato). Este contato é discordante, erosivo, encoberto por solo e aluviões mais recentes.

As rochas que compõem o Fácies Araguaia mostram fraca diagênese, são depósitos clásticos, continentais, fluviais, pouco trabalhados, mal selecionados e pouco consolidados com níveis parcialmente laterizados, ocorrem também bancos de argila compacta, endurecidas pela desidratação da própria matriz muito fina. A subunidade aflorante na área de trabalho (Qag2) denominada por fácies de depósitos aluvionares resulta, sobretudo, da coalescência de depósitos aluvionares em virtude da migração das drenagens dentro da bacia, provavelmente em função de movimentação de blocos, relacionados a movimentos neotectônicos.

- **Subdomínio Holoceno - Depósitos Aluvionares**

Os Depósitos Aluvionares (Q2a) são constituídos pelos sedimentos clásticos arenosos e argilosos, com raros níveis de cascalho e matéria orgânica, inconsolidados, relacionados às planícies aluvionares atuais dos rios Tocantins, Araguaia e tributários de porte médio a grande.

Recobrem, associados às drenagens, uma área de 4.344,96 km² em 51 municípios da RCN-TO. Constituem depósitos de canais (barras em pontal, barras de canais e barras laterais) e de planícies de inundação, de origem estritamente fluvial. Os depósitos de barras laterais mais expressivos ocorrem em faixas contíguas aos rios de maior porte, em especial o Tocantins, formando linhas alongadas, que representam a migração lateral do canal. São constituídos predominantemente por silte e argila esbranquiçados

[71] BARBOSA, G. V.; BOAVENTURA, R. A. S.; PINTO, M. N. 1973. Geomorfologia. *In*: BRASIL. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto RADAM. **Folha SC.23 Rio São Francisco e parte da Folha SC.23 Aracaju: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra.** Rio de Janeiro: Radambrasil, 1973. (Levantamento de Recursos Naturais, 51).

[72] LACERDA FILHO, J. V. *et al.* 1999. Programa de Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil (PLGB). **Geologia e Recursos Minerais do Estado de Goiás e Distrito Federal.** Escala 1:500.000. Goiânia: Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - Metais de Goiás S.A., Brasília: Universidade de Brasília, 1999. 176 p. Disponível em <<https://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/handle/doc/2418?show=full>>. Acesso: 10 jul. 2021.



O mapa geológico integrado da RCN-TO está apresentado na Figura 61 e no *Apêndice IV. Mapa Geológico da Região Centro-Norte do Estado do Tocantins* do DIAGNÓSTICO AMBIENTAL E SOCIOAMBIENTAL

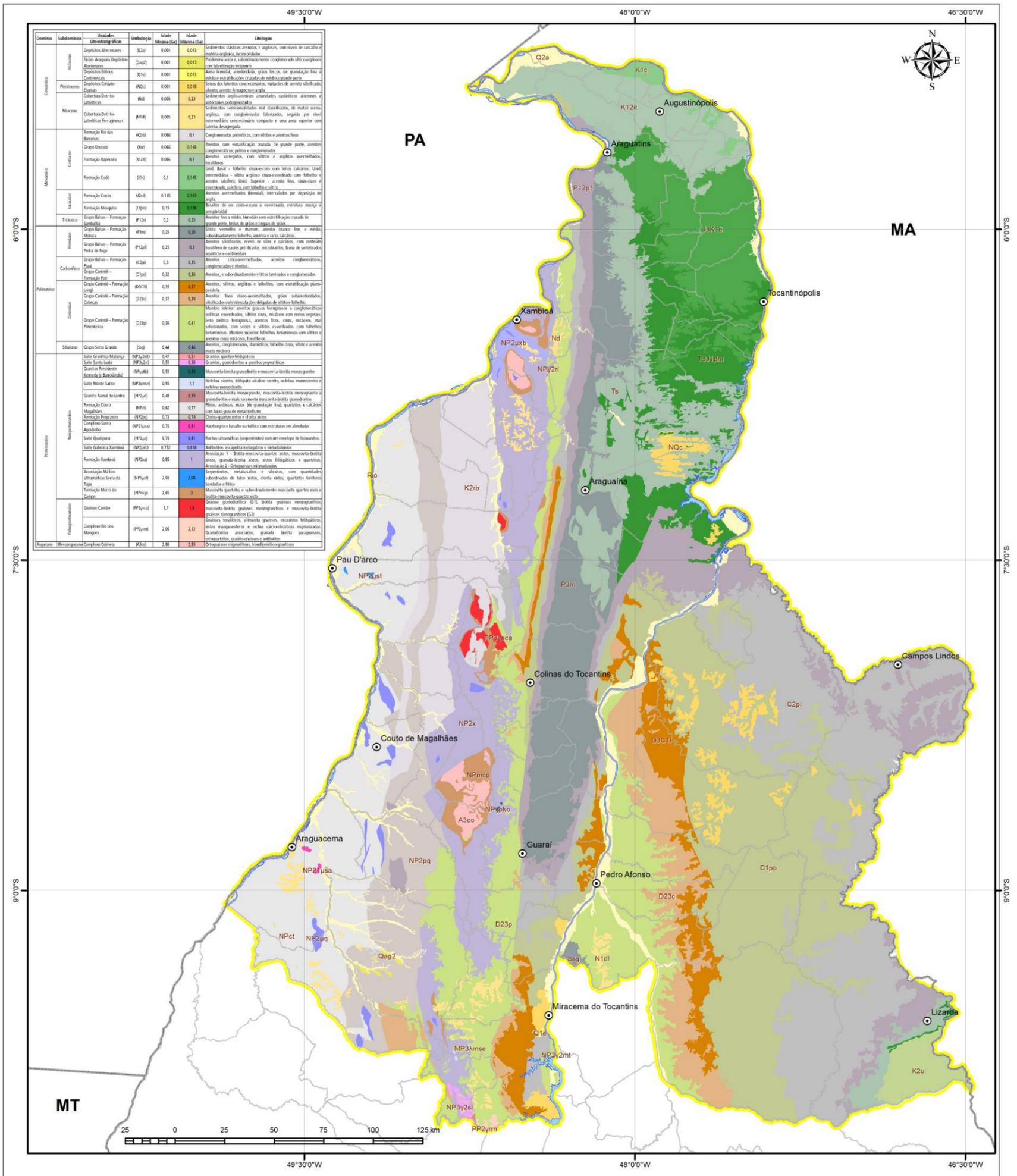


Figura 61. Mapa geológico da RCN-TO

Fonte: Elaborado pelo Autor (2022), a partir de SCHOBENHAUS, et al. (2004)^[73].

[73] SCHOBENHAUS, C. et al. 2004. Carta geológica do Brasil ao milionésimo sistema de informações geográficas. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. Programa Geologia do Brasil - PLGB. Brasília: CPRM, 2004. CD-ROM.



3.2. Geomorfologia

O Estado do Tocantins apresenta sua geomorfologia como reflexo de heranças de processos de atuação antiga, remodeladas e modificados por processos de atuação recente, que no geral exibe modestas amplitudes altimétricas com variedades de aspectos morfológicas (Chapadas, Depressões, Patamares, Planaltos, Planícies e Serras).

O relevo da área estudada foi caracterizado com base na similitude de formas, posicionamento altimétrico relativo, as características genéticas e a interação do relevo com a litologia e estrutura, com destaque para os trabalhos de Barbosa, Boaventura e Pinto (1973^[74]); Mamede, Ross e Santos (1981^[75]); Mamede, Nascimento e Franco (1981^[76]); Moura, Dantas e Roso (1982^[77]); Del'Arco *et al.* (1995^[78]); Bertrand (1971^[79]); IBGE (2007c), Seplan (2012^[80]). Este último trabalho foi a referência principal da compartimentação apresentada neste relatório, com pequenas adaptações quanto aos limites de alguns domínios e unidades geomorfológicas.

As adaptações, foram subsidiadas com os produtos Mapa Geodiversidade do Estado do Tocantins (Rocha, 2019^[81], associados aos dados do modelo digital de elevação do *Shuttle Radar Topographic Mission* (SRTM) obtidos no Centro Nacional de Pesquisas e Monitoramento por Satélite (EMBRAPA, 2005^[82]) e outras plataformas de *software Open Source* provido com diversos recursos de *Map Services* (*Google Earth Pro*).

-
- [74] BARBOSA, G.V.; BOAVENTURA, R.S.; NOVAES PINTO, M. Geomorfologia. In: BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto RADAM. **Folha SB.23 Teresina e parte da folha SB.24 Jaguaribe**; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro: DNPM, 1973. v. 2. p. 1-39 (Levantamento de Recursos Naturais, 2).
- [75] MAMEDE, L.; ROSS, J. L. S.; SANTOS, L. M. dos. 1981. Geomorfologia. In: BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto Radambrasil. **Folha SC.22 - Tocantins**. Rio de Janeiro: DNPM, 1981. (Levantamento de Recursos Naturais, 22).
- [76] MAMEDE, L.; NASCIMENTO, M. A. L. S. do; FRANCO, M. S. M. 1981. Geomorfologia. In: BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto Radambrasil. **Folha SD.22 - Goiás**: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação. Rio de Janeiro: DNPM, 1981. (Levantamento de Recursos Naturais, 25).
- [77] MOURA, C. A.; DANTAS, M.; ROSO, F. A. 1982. Geomorfologia.. In: BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto Radambrasil. **Folha SD.23 - Brasília**: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação. Rio de Janeiro: DNPM, 1982. (Levantamento de Recursos Naturais, 29).
- [78] DEL'ARCO, D. M. *et al.* 1995. **Mapa Geoambiental do Estado do Tocantins**. Escala 1:1.000.000. In: SIMPÓSIO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 6., 1995, Goiânia. *Anais...* Goiânia: Ed. Universidade Federal de Goiás, 1995.
- [79] BERTRAND, G. 1971. **Paisagem e geografia física global**. Esboço metodológico. Universidade de São Paulo. Instituto de Geografia. São Paulo: USP, 1971.
- [80] SECRETARIA DO PLANEJAMENTO E DA MODERNIZAÇÃO DA GESTÃO PÚBLICA (SEPLAN). Superintendência de Pesquisa e Zoneamento Ecológico-Econômico. Diretoria de Zoneamento Ecológico-Econômico. **Atlas do Tocantins**: subsídios ao planejamento da gestão territorial. 6 ed. ver. atu. Palmas: Seplan/DZE, 2012. 80 p. il.
- [81] ROCHA, M. G. 2019. Programa Geologia do Brasil. Levantamento da Geodiversidade. **Geodiversidade do Estado do Tocantins**[Livro eletrônico]. Goiânia: CPRM, 2019. 170 p. 1 livro digital.
- [82] Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2005. Centro Nacional de Monitoramento por Satélite (CNPM). **Brasil em relevo**: 2005. Download do SRTM // Tocantins. Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br/download/to/to.htm>>. Acesso: 01 ago. 2021.



Com isso, obteve-se uma visão de conjunto permitindo identificar grandes conjuntos estruturais e particularidades que compõem os arranjos regionais de relevo e guardam relação de causa entre si. Foram identificados três Domínios Morfoestruturais, dezessete Unidades Geomorfológicas e diversos tipos de modelados/formas; sendo que sua caracterização geomorfológica seguiu o padrão IBGE em termos de hierarquização do relevo. A Tabela 7 apresenta os principais Domínios Morfoestruturais identificados e suas respectivas Unidades geomorfológicas.

A distribuição espacial dos domínios e unidades geomorfológicas pode ser vista na Figura 62 e no Apêndice V. Mapa Geomorfológico da Região Centro Norte do Estado do Tocantins do DIAGNÓSTICO AMBIENTAL E SOCIOAMBIENTAL.

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

DOMÍNIOS MORFOESTRUTURAIS	UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS	km ²	%
Depósitos Sedimentares Inconsolidados	Planície do Araguaia - Javaés	782,78	0,74
	Planícies Fluviais	2.738,89	2,58
Total		3.521,67	3,32
Bacias Sedimentares e Coberturas Inconsolidadas	Cabeceiras do Parnaíba	94,56	0,09
	Chapada das Mangabeiras	1,49	0,00
	Chapadas e Planos do Rio Farinha	1.733,95	1,64
	Chapadões do Alto Parnaíba	3.512,40	3,31
	Depressão de Imperatriz	3.856,04	3,64
	Depressão do Médio Tocantins	48.511,86	45,75
	Patamar de Porto Franco - Fortaleza dos Nogueiras	3.735,62	3,52
	Patamares das Mangabeiras	6.518,31	6,15
	Planalto Dissecado do Tocantins	0,85	0,00
	Planalto do Interflúvio Tocantins - Araguaia	6.262,11	5,91
Vãos da Bacia do Alto Parnaíba	340,82	0,32	
Total		74.568,01	70,33
Faixas de Dobramentos e Coberturas Metassedimentares	Depressão de Cristalândia	591,12	0,56
	Depressão do Médio e Baixo Araguaia	19.796,53	18,67
	Patamares do Araguaia	6.243,32	5,89
	Serras das Andorinhas - Xambioá - Lontras	306,64	0,29
Total		2.6937,60	25,41
Corpos D'água		1.000,71	0,94
Total Geral		106.028,00	100,00

Fonte: Elaborado a partir de Adaptado IBGE (2007c).

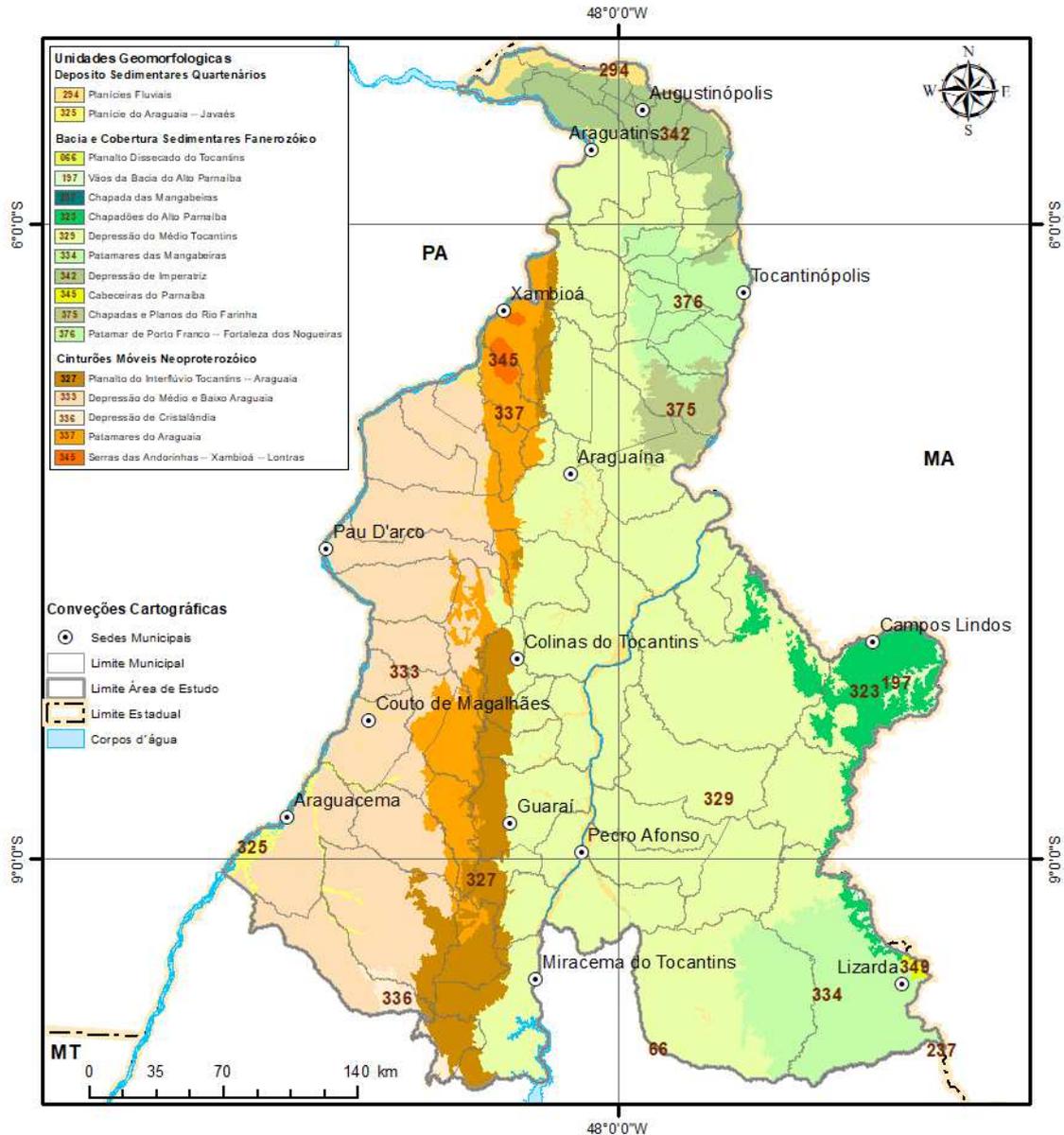


Figura 62. Domínios e Unidades Geomorfológicas na RCN-TO

Fonte: Elaborado pelo Autor (2022), a partir de Adaptado IBGE (2007c).

3.2.1. Depósitos Sedimentares Inconsolidados

Os Depósitos Sedimentares Inconsolidados (3,32%), estão sobrepostos aos demais domínios e situados especialmente bordeando os maiores cursos d'água da região - Rio Tocantins, Araguaia e seus tributários formadores (Figura 63). No primeiro os depósitos podem ser verificados nos rios do Sono, Feio, Manuel Alves Grande, e nos Ribeirões Botica, Brejão, João Aires, Pau Seco, Água Fria, Tranqueira, Areias e do Centro. Já o segundo, os depósitos podem ser verificados nas margens dos rios Caiapó, Piranhas, Bananal, Barreiras, das Cunhãs, Muricizal, Preto, ribeirões Catingueiro, Mogno ou Grotão e no Córrego Perobão.



Os Depósitos Sedimentares Inconsolidados, destacam-se como superfícies mais planas resultantes da ação fluvial, em que a dinâmica genética, às vezes forma terraços, que são periódicas ou permanentemente alagadas, relacionadas com ou sem rupturas de declive aos patamares mais elevados. Apresenta depósitos basicamente holocênicos, formados por aluviões (silte, areia, argila). Tanto no Rio Tocantins como no Araguaia, são observados a presença de ilhas diversas submersas sazonalmente, muitas das quais são utilizadas como praias e acampamentos pelas atividades turísticas.

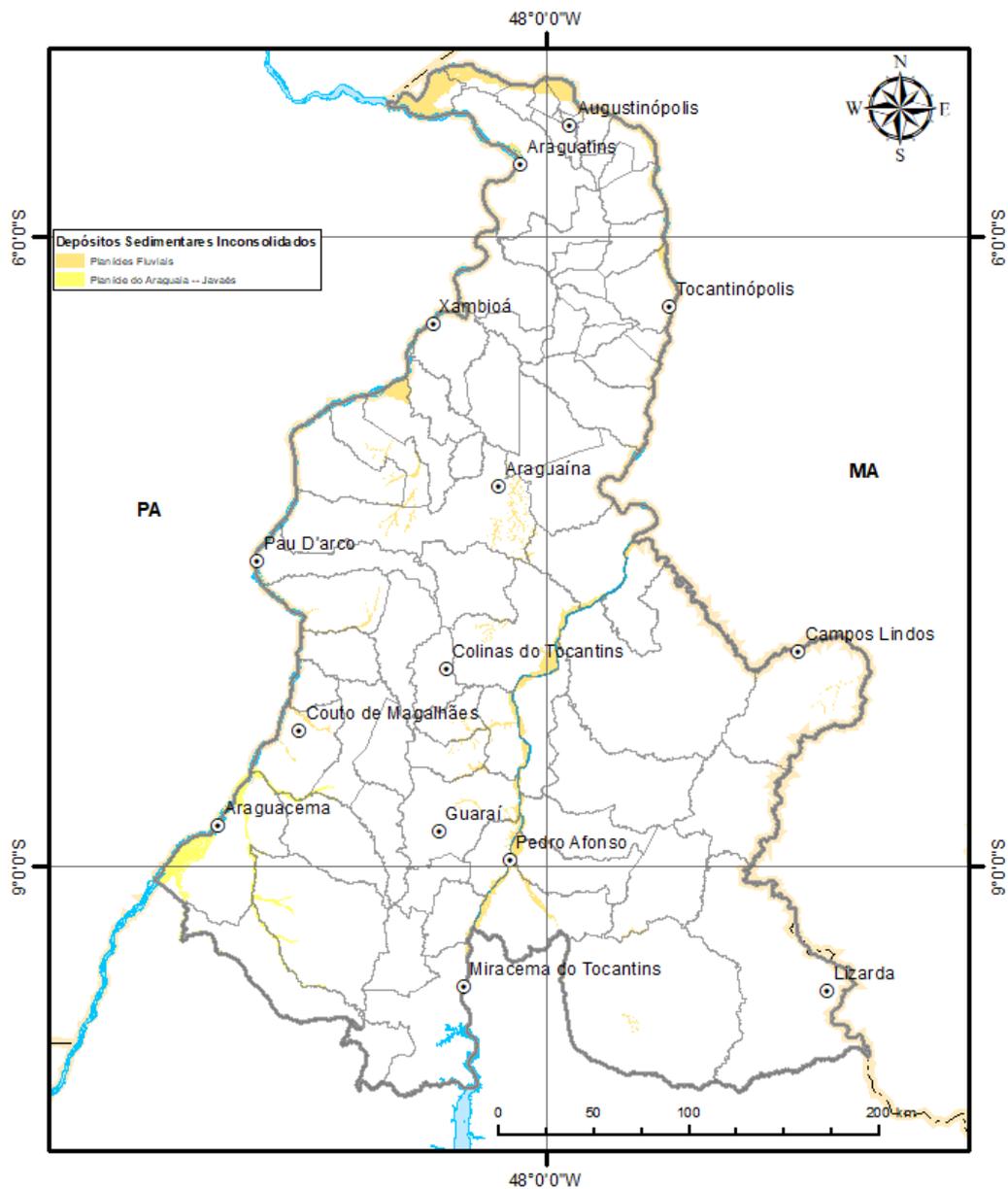


Figura 63. Depósitos Sedimentares Inconsolidados na RCN-TO

Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

Na área de estudo as principais unidades inseridas no domínio dos Depósitos Sedimentares Inconsolidados, são as Planícies Fluviais e Planície do Araguaia - Javaés. Áreas expressivas das planícies fluviais são verificadas nos municípios de



Esperantina, São Sebastião do Tocantins, Buriti do Tocantins, Carrasco Bonito, Sampaio, Aragoaminas, Tocantinópolis, Bom Jesus do Tocantins e Pedro Afonso. Já em relação a Planície do Araguaia - Javaés, essas áreas são verificadas nos municípios de Abreulândia, Araguacema, Couto de Magalhães, Dois Irmãos do Tocantins, Goianorte e Pequizeiro.

Na Planície do Araguaia - Javaés considerando os sistemas de aquíferos destacam-se como predominantes o Fraturado Norte e o Fraturado Centro-Sul. Outros sistemas - menos expressivos também são encontrados: (i) Araguaia-Bananal e (ii) Pimenteiras.

3.2.2. Bacias Sedimentares e Coberturas Inconsolidadas

As Bacias Sedimentares e Coberturas Inconsolidadas com 74.568,01 km² recobre 70,33% da área estudo (Figura 64), e exibe variados aspectos morfológicos, tais como Cabeceiras, Chapadas, Planos, Chapadões, Depressões, Patamares, Planaltos e Vãos (Tabela 8).

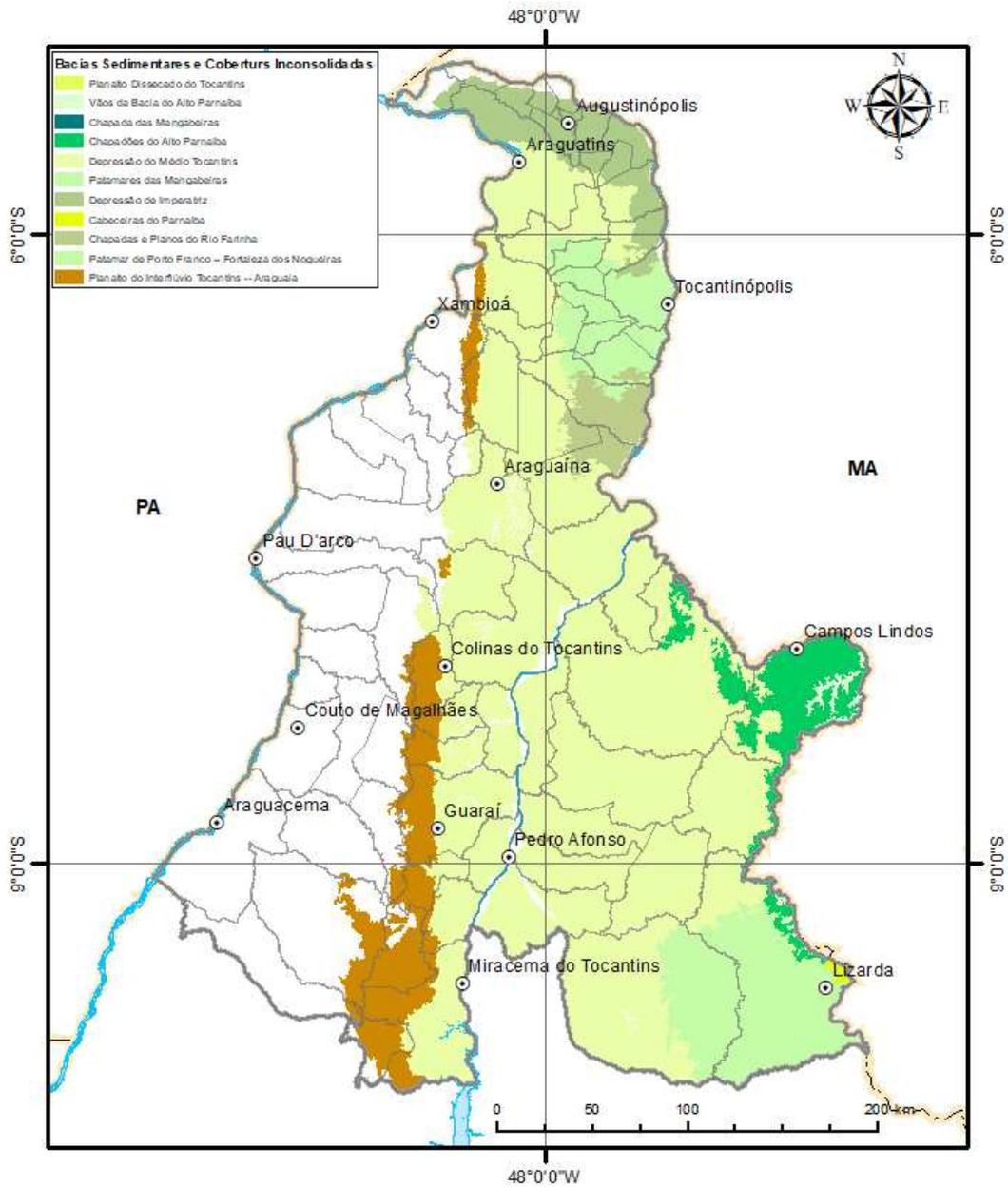


Figura 64. Bacias Sedimentares e Coberturas Inconsolidadas na RCN-TO

Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

Tabela 8. Unidades geomorfológicas encontradas no domínio das Bacias Sedimentares e Coberturas Inconsolidadas.

Unidades Geomorfológicas	Modelados	Sistema de Aquíferos	km2	%
Cabeceiras do Parnaíba	Dt	Fraturado Centro-Sul	21,21	0,03
		Pedra de Fogo	31,64	0,04
		Sambaíba	37,48	0,05
		Urucuia	4,23	0,01
Total			94,56	0,13



Unidades Geomorfológicas	Modelados	Sistema de Aquíferos	km2	%
Chapada das Mangabeiras	Pgi	Urucuia	1,49	0,00
Total			1,49	0,00
Chapadas e Planos do Rio Farinha	Dc, Dt, Pgi, Pgu e Pri	Corda	4,02	0,01
		Faturado Centro-Sul	681,77	0,91
		Sambaíba	1.048,16	1,41
Total			1.733,95	2,33
Chapadões do Alto Parnaíba	Da, Dc, De, Dr, Dt, Pgi, Pri e Pru	Faturado Centro-Sul	4,19	0,01
		Pedra de Fogo	1.238,18	1,66
		Poti-Piauí	2.267,36	3,04
		Sambaíba	2,68	0,00
Total			3.512,40	4,71
Depressão de Imperatriz	Dc, Dt, Pgi e Pri	Codó	358,48	0,48
		Corda	822,20	1,10
		Faturado Centro-Sul	0,07	0,00
		Itapecuru	2.523,46	3,38
		Pedra de Fogo	47,05	0,06
		Poti-Piauí	60,86	0,08
		Sambaíba	43,92	0,06
Total			3.856,04	5,17
Depressão do Médio Tocantins	Ai, Da, Dc, Dei, Dt, Pgi, Pri e Pru	Cabeças	3.819,89	5,12
		Codó	45,50	0,06
		Corda	1.555,97	2,09
		Faturado Centro-Sul	1.699,83	2,28
		Itapecuru	125,53	0,17
		Longá	2.691,56	3,61
		Motuca	5.838,58	7,83
		Pedra de Fogo	4.969,17	6,66
		Pimenteiras	5.049,19	6,77
		Poti-Piauí	18.609,93	24,96
		Rio das Barreiras	6,18	0,01
		Sambaíba	4.066,92	5,45
Serra Grande	33,61	0,05		
Total			48.511,86	65,06
Patamar de Porto Franco - Fortaleza dos Nogueiras	Dc, Dt, Pgi e Pri	Corda	1.860,44	2,49
		Faturado Centro-Sul	1.702,75	2,28
		Sambaíba	172,44	0,23



Unidades Geomorfológicas	Modelados	Sistema de Aquíferos	km2	%
Total			3.735,62	5,01
Patamares das Mangabeiras	Dc, De, Dt e Pgi	Fraturado Centro-Sul	34,38	0,05
		Pedra de Fogo	577,93	0,78
		Poti-Piauí	4.511,26	6,05
		Sambaíba	495,16	0,66
		Urucuia	899,58	1,21
Total			6.518,31	8,74
Planalto Dissecado do Tocantins	Dc, Dei, Dt e Pri	Cabeças	0,01	0,00
		Pimenteiras	0,84	0,00
Total			0,85	0,00
Planalto do Interflúvio Tocantins - Araguaia	Da, Dc, De, Dei, Dt, Pgi e Pru	Cabeças	142,25	0,19
		Fraturado Centro-Sul	2.064,35	2,77
		Longá	60,31	0,08
		Motuca	2,03	0,00
		Pedra de Fogo	49,59	0,07
		Pimenteiras	3.896,72	5,23
		Poti-Piauí	46,86	0,06
Total			6.262,11	8,40
Vãos da Bacia do Alto Parnaíba	Da, Dt e Pri	Pedra de Fogo	103,59	0,14
		Poti-Piauí	237,23	0,32
Total			340,82	0,46
Total Geral			74.568,01	100,00

Fonte: Elaborado a partir de Adaptado IBGE (2007c).

No Domínio das Bacias Sedimentares e Coberturas Inconsolidadas a unidade geomorfológica predominante refere-se a Depressão do Médio Tocantins (48.511,86 - 65,06%), seguida dos Patamares das Mangabeiras (6.518,31 - 8,7%) e Planalto do Interflúvio Tocantins - Araguaia (6.262,11 - 8,4%), respectivamente.

A Depressão do Médio Tocantins compreende uma vasta superfície de aplainamento pontilhada por relevos residuais sob forma de mesetas e morros-testemunho, apresentando um caimento geral de sul para norte; drenada, à margem direita, pelos vales dos Rios do Sono, Manuel Alves Pequeno e Manuel Alves Grande, e na margem esquerda, por rios de menor extensão, como Providência, dos Bois, ribeirões Tabocão, Tranqueira e Pau Seco, e Rio João Aires, dentre os principais.

Essa unidade delimita-se, a oeste e sudoeste, com as serras e patamares do interflúvio Tocantins-Araguaia, a leste e a nordeste, estende-se, em larga escala, pelo estado do Maranhão, limitando-se com os Chapadões do Alto Parnaíba e Patamar de Porto Franco - Fortaleza dos Nogueiras e Chapadas e Planos do Rio Farinha; a sul e sudeste,



com o Planalto dissecado do Tocantins e os Patamares das Mangabeiras. Por fim, a norte com a Depressão de Imperatriz.

Nessa vasta superfície de aplainamento esporadicamente ocorrem morros-testemunho (municípios de Angico, Araguatins, Babaçulândia, Filadélfia, Riachinho, Rio dos Bois e Xambioá) e de forma frequente, ocorrem baixos platôs (municípios de Ananás, Angico, Araguaína, Araguatins, Babaçulândia, Brasilândia do Tocantins, Cachoeirinha, Campos Lindos, Guaraí, Luzinópolis, Nova Olinda, Palmeirante, Presidente Kennedy, São Bento do Tocantins, Tupiratins e Wanderlândia), e rebordos erosivos ligeiramente ressaltados topograficamente (Itapiratins, Santa Maria do Tocantins, Pedro Afonso, Rio Sono, Itacajá e Goiatins). Em determinadas porções desse domínio geomorfológico, predominam terrenos modelados em morros baixos ou colinas com grau variável de dissecação. Relevos com essa constituição podem ser verificados a oeste do município de Rio do Sono, a norte do município de Centenário, a leste de Goiatins e Recursolândia, assim como nas margens da rodovia TO-010, formando as divisas dos municípios de Angico, Riachinho, Darcinópolis e Wanderlândia.

Em relação aos sistemas aquíferos nota-se que o Poti-Piauí (24,96%) são predominantes, seguidos de Motuca (7,83%), Pimenteiras (6,77%) e Pedra de Fogo (6,66%). Já os sistemas Rio Barreiras (0,01%), Serra Grande (0,05%) e Codó (0,06%), aparecem com menor participação em recobrimento de área na unidade geomorfológica da Depressão do Médio Tocantins.

Já os Patamares das Mangabeiras presente nos municípios de Lizarda e Rio Sono, constituem um extenso pediplano, drenado pela bacia do Rio do Sono, composto em quase toda a sua extensão por Planaltos posicionados em cotas mais elevadas do que a Depressão do médio vale do Rio Tocantins, por vezes exibindo feições em colinas amplas e suaves. Destacam-se na paisagem regional mesas elevadas de excepcional beleza cênica, delimitadas por escarpas abruptas, com ocorrência de paredões rochosos e depósitos de tálus (IBGE, 2007c). A superfície de topo das mesas, normalmente, encontra-se, invariavelmente, mantida por níveis areníticos endurecidos e silicificados, muito resistentes à erosão. Esta unidade delimita-se a oeste, noroeste e norte com a Depressão do Médio Tocantins; a leste e a nordeste, com os Chapadões do Alto Parnaíba. Nessa unidade em se tratando dos sistemas de aquíferos percebe-se o Poti-Piauí e Urucuia como predominantes, enquanto que o sistema Fraturado Centro-Sul possui menor recobrimento em área (entre Sambaíba e Urucuia) município de Lizarda.

A outra unidade desse domínio o Planalto do Interflúvio Tocantins - Araguaia, sobressai exibindo longo espigão com elevações dispostas em alinhamentos serranos, morros alinhados, escarpas e planaltos residuais. Essa unidade abrange regionalmente as denominadas Serras do Estrondo e das Cordilheiras, onde estão às nascentes dos tributários formadores dos rios Tocantins (pela margem esquerda) e Araguaia (pela margem direita), perfazendo assim como o extenso divisor entre as bacias dos referidos rios. Destaca-se que o conjunto de elevações se apresentam intenso desgaste erosivo e denudacional; de forma descontínua, são interpenetrados pelas superfícies de aplainamento circundantes; a leste e a nordeste, com a Depressão do Médio Tocantins;



e a oeste, com os Patamares do Araguaia e a Depressão do Médio e Baixo Araguaia. Feições do Planalto do Interflúvio Tocantins - Araguaia podem ser facilmente observadas, trafegando pela rodovia BR-153, a partir de Barrolândia, cruzando vários municípios no sentido norte, indo até Araguaína; e também a partir desse ponto pela TO-164 cruzando os municípios Carmolândia, Araguanã, indo até Xambioá. Nessa unidade predomina os aquíferos Pimenteiras e Fraturado Centro-Sul, que juntos somam 5961,07 km² de extensão.

Outras unidades com participação em recobrimento de áreas no Domínio das Bacias Sedimentares e Coberturas Inconsolidadas são: (i) Depressão de Imperatriz (3856,04-5,17%), (ii) Patamar de Porto Franco - Fortaleza dos Nogueiras (3735,62 - 5,01%), (iii) Chapadões do Alto Parnaíba (3512,40 - 4,71%), (iv) Chapadas e Planos do Rio Farinha (1733,95 - 2,33%), (v) Cabeceiras do Parnaíba (94,56 - 0,13%), (vi) Vãos da Bacia do Alto Parnaíba (340,82 - 0,46%) e (vii) Planalto Dissecado do Tocantins (0,85 - 0,00%).

A depressão de imperatriz é caracterizada por uma vasta superfície de aplainamento pontilhada por relevos residuais sob forma de mesetas e morros-testemunho, apresenta um caimento geral de sul para norte. Limita-se com as Planícies Fluviais (oeste, norte e leste), com a Depressão do Médio Tocantins (sul), Patamar de Porto Franco - Fortaleza dos Nogueiras (sudeste). Essa unidade está presente nos municípios de Araguatins, Augustinópolis, Axixá do Tocantins, Buriti do Tocantins, Carrasco Bonito, Esperantina, Itaguatins, Maurilândia do Tocantins, Praia Norte, Sampaio, São Miguel do Tocantins, São Sebastião do Tocantins e Sítio Novo do Tocantins.

Na depressão de Imperatriz são verificados os sistemas de aquíferos Codó, Fraturado Centro-Sul, Sambaíba, Pedra de Fogo, Poti-Piauí, Corda e Itapecuru. Esse último predomina na área (2523,46 km² - 3,38%), seguido pelo Corda (822,2 km² - 1,10%); a menor participação em recobrindo de área refere-se ao Fraturado Centro-Sul que ocupa menos de 1 km².

O Patamar de Porto Franco - Fortaleza dos Nogueiras pode ser observado nos municípios de Aguiarnópolis, Angico, Cachoeirinha, Luzinópolis, Maurilândia do Tocantins, Nazaré, Palmeiras do Tocantins, Santa Terezinha do Tocantins, São Bento do Tocantins e Tocantinópolis, com predominância de modelados de dissecção, exibindo conjunto de formas de relevo de topos convexos e tabulares. Esse último conformando feições de rampas suavemente inclinadas e lombas esculpidas em coberturas sedimentares inconsolidadas. Nessa unidade há também superfícies de aplanamento elaborada durante fases sucessivas de retomada dos processos de erosão, os quais geraram sistemas de planos inclinados, às vezes levemente côncavos, bem como, topos conservados, geralmente separados por escarpas.

No Patamar de Porto Franco - Fortaleza dos Nogueiras verifica-se os seguintes sistemas de aquíferos Corda (1860,44 km² - 2,49%), Fraturado Centro-Sul (1702,75 km² - 2,28%) e Sambaíba 172,44 km² - 0,23%).

Os Chapadões do Alto Parnaíba, são verificados nos municípios de Campos Lindos, Goiatins, Lizarda e Recursolândia e compreende superfície de aplanamento degradada em consequência de mudança do sistema morfogênético, apresentando topos



conservados, geralmente separados por escarpas. Essa última apresenta um conjunto de formas de relevo de topos estreitos e alongados, esculpidas em rochas da Formação Piauí, denotando controle estrutural. No município de Campos Lindos, onde há áreas mais expressivas dessa unidade, as chapadas se encontram recortadas pela drenagem do Ribeirão do Centro que desagua no Rio Manuel Alves Grande.

Na unidade dos Chapadões do Alto Parnaíba considerando os sistemas de aquíferos, nota-se que são predominante Poti-Piauí (2.267,36 km² - 3,04%) e seguido de Pedra de Fogo (1.238,18 - 1,66%). Sambaíba (2,68 km² - 0,00%) é o aquífero com menor participação nessa unidade.

Chapadas e Planos do Rio Farinha encerram paisagens predominantemente de relevos planos a suave ondulados em que ocorrem dois patamares; um de altimetria mais baixa e outro mais elevado, destacado por residuais em rocha siliciclástica (com cotas variando de 50 a 100 m). A transição entre planos é marcada por encostas com declividade superior 20%, exibindo formas dissecadas com topos convexos e aguçados nas áreas mais próximas às bordas das Chapadas. Formam zonas de instabilidade elaborados sobre arenitos da Formação Sambaíba.

As Chapadas e Planos do Rio Farinha são verificados nos municípios de Babaçulândia, Darcinópolis, Palmeiras do Tocantins e Wanderlândia e limita-se a leste com as Planícies Fluviais; ao norte com o Patamar de Porto Franco - Fortaleza dos Nogueiras e a oeste/sul com a extensa Depressão do Médio Tocantins. Sambaíba é o sistema de aquífero predominante nessa unidade, participando com (1.048,16 km² - 1,41%), seguido do Fraturado Centro-Sul (681,77 km² - 0,91%) e Corda (4,02 km² - 0,01%).

Cabeceiras do Parnaíba (94,56 - 0,13%) ocupa uma pequena faixa nos limites dos Estados do Tocantins e Maranhão, precisamente no município de Lizarda, nascentes do Rio Ribeirão e Ribeirão Testa Branca, ambos tributários formadores do Rio Perdida pela margem direita. Caracteriza-se em dois compartimentos de relevo. O primeiro exibindo superfície de aplainamento parcialmente conservada, tendo perdido a continuidade em consequência de mudança do sistema morfométrico (cotas superiores a 400m); já o segundo apresenta-se dissecações marcada por controle estrutural evidente, exibindo relevo de topos tabulares, conformando feições de rampas suavemente inclinadas (cotas variando de 500 a 600m).

Na Cabeceiras do Parnaíba, são encontrados os sistemas de aquífero Sambaíba (37,48 km² - 0,05%), Pedra de Fogo (31,64 km² - 0,04%), Fraturado Centro-Sul (21,21 km² - 0,03%) e Uruçuia (4,23 km² - 0,01%).

Vãos da Bacia do Alto Parnaíba (340,82 - 0,46%) apresenta-se como uma depressão periférica em relação aos Chapadões do Alto Parnaíba, exibe um conjunto de padrões de relevo com amplo predomínio de superfícies aplainadas com relevo levemente ondulado, resultante de processos de arrasamento. Vãos da Bacia do Alto Parnaíba (cotas > 300 m), são verificados no município de Lizarda e de Campo Lindos. Esse último as superfícies aplainadas encontram-se pontilhadas por pequenos platôs isolados, verificados nos arredores dos Ribeirões do Centro, do Chinelo, D'Anta e também do Rio Manoel Alves Grande. Destaca-se como sistema de aquífero nessa



unidade geomorfológica o Poti-Piauí (237,23 km² - 0,32%) e Pedra de Fogo (103,59 km² - 0,14%).

Planalto Dissecado do Tocantins (0,85 - 0,00%) na área de estudo ocupa duas pequenas áreas (i) extremo norte do município de Novo Acordo e (ii) extremo norte do município de Lajeado. Essa unidade se caracteriza por um conjunto de terras altas situadas a leste da calha do Rio Tocantins, exibindo uma superfície soerguida de borda escarpada a oeste e a leste por rebordos erosivos e superfícies em patamares. Os topos são aplainados e regionalmente denominados de Serras do Lajeado e do Carmo (com altitudes entre 600 a 700 m). Nessa unidade são verificados dois sistemas de aquíferos Pimenteiras (0,84 - 0,00%) e Cabeças (0,01 - 0,00%).

3.2.3. Faixas de Dobramentos e Coberturas Metassedimentares

O domínio morfoestrutural das Faixas de Dobramentos e Coberturas Metassedimentares (26.937,6 km² - 25,41%) exhibe Depressões, Patamares e Serras (Tabela 9 e Figura 65). Destaca-se como principais unidades geomorfológicas (i) Depressão do Médio e Baixo Araguaia (19.796,53 km² - 18,67%), (ii) Patamares do Araguaia (6.243,32 km² - 5,89%), (iii) Depressão de Cristalândia (591,12 km² - 0,56%) e (iv) Serras das Andorinhas - Xambioá - Lontras (306,64 km² - 0,29%).

Tabela 9. Unidades geomorfológicas encontradas no domínio das Faixas de Dobramentos e Coberturas Metassedimentares.

Unidades Geomorfológicas	Modelados	Sistema de Aquíferos	km ²	%
Depressão de Cristalândia	Dc e Dt	Fraturado Centro-Sul	269,15	1,00
		Pimenteiras	321,97	1,20
Total			591,12	2,19
Depressão do Médio e Baixo Araguaia	Ai, Da, Dc, Dt e Pri	Fraturado Centro-Sul	11.599,76	43,06
		Fraturado Norte	3.122,70	11,59
		Pedra de Fogo	124,46	0,46
		Pimenteiras	617,70	2,29
		Poti-Piauí	72,30	0,27
		Rio das Barreiras	4.259,61	15,81
Total			19.796,53	73,49
Patamares do Araguaia	Da, Dc, Dt e Pri	Cabeças	15,17	0,06
		Fraturado Centro-Sul	5.711,58	21,20
		Fraturado Norte	22,34	0,08
		Longá	2,11	0,01
		Pimenteiras	358,53	1,33
		Poti-Piauí	7,90	0,03
		Rio das Barreiras	125,69	0,47



Unidades Geomorfológicas	Modelados	Sistema de Aquíferos	km2	%
Total			6.243,32	23,18
Serras das Andorinhas - Xambioá - Lontras	Dc, e Dt	Fraturado Centro-Sul	306,64	1,14
Total			306,64	1,14
Total Geral			26.937,60	100,00

Fonte: Elaborado pelo Autor (2022), a partir de Adaptado IBGE (2007c).

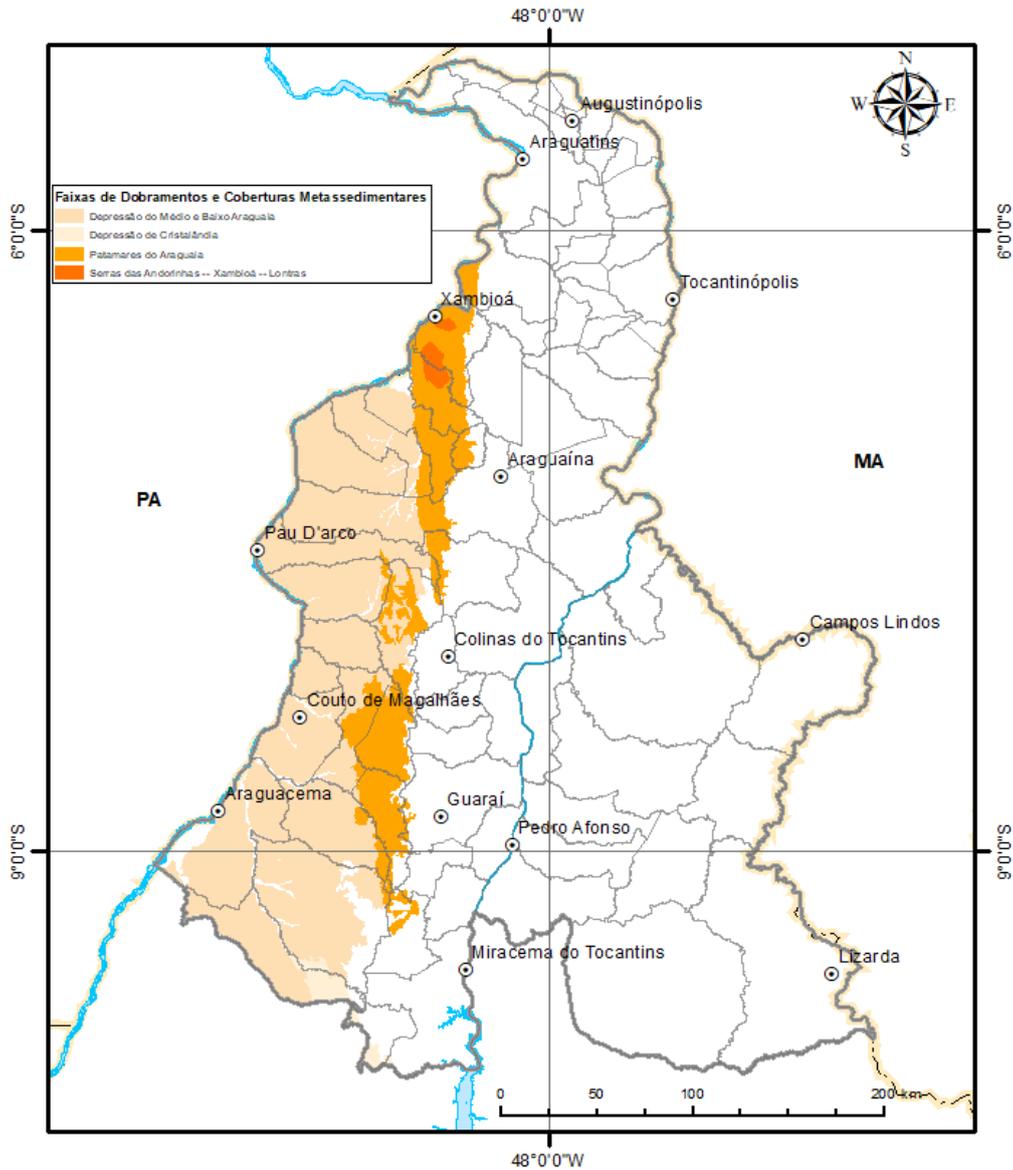


Figura 65. Faixas de Dobramentos e Coberturas Metassedimentares na RCN-TO

Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

A Depressão do Médio e Baixo Araguaia constituem relevos caracterizados por extensas superfícies aplainadas, com esporádica ocorrência de morros-testemunho, incipientemente dissecadas por uma rede de drenagem de baixa densidade, todavia



sem perder seu caráter aplainado. De forma frequente, ocorrem baixos platôs e rebordos erosivos ligeiramente ressaltados topograficamente.

A Depressão do Médio e Baixo Araguaia a leste com os Patamares do Araguaia, Planalto do Interflúvio Tocantins - Araguaia, oeste com Planície do Araguaia - Javaés, ao Sul Depressão de Cristalândia e a norte com Planícies Fluviais do Rio Araguaia. Esses relevos residuais, conhecidos regionalmente como “mesas”, no contexto geológico, modelam, assim como a unidade geotectônica da Bacia Sedimentar do Parnaíba.

Presente nos municípios de Abreulândia, Aragominas, Araguacema, Araguaína, Araguanã, Arapoema, Bandeirantes do Tocantins, Bernardo Sayão, Couto Magalhães, Dois Irmãos do Tocantins, Goianorte, Itaporã do Tocantins, Juarina, Muricilândia, Nova Olinda, Pau D'Arco, Pequizeiro, Colmeia e Santa Fé do Araguaia, a unidade Depressão do Médio e Baixo Araguaia está posicionada em cotas baixas (100 e 350 m de altitude) sendo drenada pelos tributários formadores do Rio Araguaia pela margem direita, dentre os principais destaca-se os Rios das Cunhãs, Piranha, Bananal e Barreiras e Ribeirão Catingueiro.

Em relação aos sistemas de aquíferos, nota-se que na Depressão do Médio e Baixo Araguaia a um total de seis sistema: Fraturado Centro-Sul (11599,76 km² - 43,06%), Fraturado Norte (3122,70 km² - 11,59%), Pedra de Fogo (124,46 km² - 0,46%), Pimenteiras (617,70 km² - 2,29%), Poti-Piauí (72,30 km² - 0,27%), Rio das Barreiras (4259,61 km² - 15,81%), em que o sistema de aquíferos Fraturado Centro-Sul sozinho recobre mais de 40% da unidade; já Pedra de Fogo e Poti-Piauí juntos não chegam 1% de participação.

Patamares do Araguaia perfaz um extenso divisor entre as bacias dos rios Tocantins e Araguaia, e estende-se por aproximadamente 400 quilômetros numa comprida faixa de direção norte-sul exibem um conjunto de elevações dispostas em alinhamentos serranos, morros alinhados e escarpas, com cotas superiores à Depressão do Médio e Baixo Araguaia (150 e 390 m de altitude), em que predominam modelados de dissecação.

Os modelados de dissecação são observados nos Ananás, Aragominas, Araguaína, Araguanã, Arapoema, Bandeirantes do Tocantins, Carmolândia, Colinas do Tocantins, Colmeia, Couto Magalhães, Dois Irmãos do Tocantins, Goianorte, Guaraí, Itaporã do Tocantins, Miranorte, Muricilândia, Nova Olinda, Pau D'Arco, Pequizeiro, Piraquê, Tabocão e Xambioá.

Outro tipo de modelado também pode ser verificado no conjunto paisagístico dos Patamares do Araguaia. Refere-se a superfície de aplanamento (topos de planaltos) elaborada durante fases sucessivas de retomada dos processos de erosão, os quais geraram sistemas de planos inclinados, às vezes levemente côncavos. Aparece inumada por coberturas detríticas e/ou de alteração.



Os Patamares do Araguaia, limita-se ao norte com Planícies Fluviais do Rio Araguaia; a leste e ao sul com o Planalto do Interflúvio Tocantins - Araguaia e Depressão do Médio Tocantins e a oeste com a Depressão do Médio e Baixo Araguaia.

Considerando as informações de águas subterrâneas percebe-se um total de sete sistemas de aquíferos, onde o Fraturado Centro-Sul (5711,58 km² - 21,20%) predomina sobre os demais. O sistema Longá (2,11 km² - 0,01%) é o menor aquífero em termos de participação.

Serras das Andorinhas - Xambioá - Lontras estão posicionadas em cotas que varia de 200 a 400m, tem como características relevos com colinas amplas e suaves, morros e serras baixas, apresentando formas convexas e tabulares, denotando controle estrutural (resistência litológica). A evolução geomorfológica da área em questão pode ser entendida a partir dos dobramentos proterozóicos, associados a efeitos intrusivos, que de certa forma explicam o comportamento das estruturas circulares. Sobre essas estruturas nascem diversos tributários formadores do Rio Lontra e do Ribeirão Xambioazinho, desaguando respectivamente no Rio Araguaia (margem direita), próximo à cidade de Xambioá.

No tocante a água subterrânea, observa-se que na unidade Serras das Andorinhas - Xambioá - Lontras, só há o sistema de aquífero Fraturado Centro-Sul que ocupa (306,64 km² -1,14%).



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDALA, G. C. *et al.* 1998. Above and belowground organic matter and root: shoot ratio in a cerrado in Central Brazil. **Journal of Ecology**, Brazilian, n. 2, p. 11-23, 1998.
- ABREU, F. AM. 1978. **O Supergrupo Baixo Araguaia**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 30., 1978, Recife. *Anais...* Recife: SBG, 1978. v. 2. p. 539-545.
- AGUIAR, G. A. de. 1971. **Revisão geológica da bacia paleozóica do Maranhão**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 25., 1971, São Paulo, *Anais...* São Paulo: SBG, 1971. v. 3. p. 113-122.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). 2019. **Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil**. Brasília, 2019. Disponível em: <<http://snirh.gov.br/usos-da-agua/>>. Acesso: 13 mar. 2020.
- AGENCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). 2021. **Portal Hidroweb**. Disponível em: <<https://www.snirh.gov.br/hidroweb/apresentacao>>. Acesso: 20 ago. 2021.
- ALBUQUERQUE, O.R.; DEQUECH, V. 1946. **Contribuição para a Geologia do meio-Norte, Especialmente Piauí e Maranhão**. In: CONGRESSO PANAMERICANO DE ENGENHARIA DE MINAS E GEOLOGIA, 1946, Petrópolis. *Anais...* Petrópolis, 1946. v. 3. p. 69-109.
- ARNOLD, J. G. *et al.* 1995. Automated base flow separation and recession techniques. **Groundwater**, v. 33, n. 6. nov. 1995.
- ARNOLD, J.G *et al.* 2012. **Transactions of the ASABE**, v. 55, n. 4, p. 491-1508. 2012. Disponível em: <<https://swat.tamu.edu/media/90102/azdezas.pdf>>. Acesso: 01 ago. 2021.
- ARCANJO, S. H. S.; ABREU F. A. M.; MOURA, C. A. V. 2013. Evolução geológica das sequências do embasamento do Cinturão Araguaia na região de Paraíso do Tocantins (TO). **Journal Geology**, São Paulo, v. 43, n. 3, p. 501-514, 2013.
- ARCANJO, S. H. S.; MOURA C. A. V. 2000. Geocronologia Pb-Pb em Zircão (Método de Evaporação de Pb) das rochas do embasamento do setor meridional do Cinturão Araguaia - região de Paraíso do Tocantins (TO). **Revista Brasileira de Geociências**, v. 30, n. 4, p. 665-670, 2000. Disponível em: <<http://pgegeo.igc.usp.br/index.php/rbg/article/view/10983/10437>>. Acesso: 10 jul. 2021.
- BARBOSA, G. V.; BOAVENTURA, R. A. S.; PINTO, M. N. 1973. Geomorfologia. In: BRASIL. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto RADAM. **Folha SC.23 Rio São Francisco e parte da Folha SC.23 Aracaju: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra**. Rio de Janeiro: Radambrasil, 1973. (Levantamento de Recursos Naturais, 51).
- BARBOSA, G.V.; BOAVENTURA, R.S.; NOVAES PINTO, M. 1973. Geomorfologia. In: BRASIL. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto RADAM. **Folha SB.23 Teresina e parte da folha SB.24 Jaguaribe; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra**. Rio de Janeiro: DNPM, 1973. v. 2. p. 1-39 (Levantamento de Recursos Naturais, 2).
- BERTRAND, G. 1971. **Paisagem e geografia física global**. Esboço metodológico. Universidade de São Paulo. Instituto de Geografia. São Paulo: USP, 1971.
- BIZZI, L. A. *et al.* 2003. **Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil: texto, mapas e SIG**. Brasília: CPRM, 2003. v. II, n. 1. 674 p.



- BRASIL. 2005. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Monitoramento por Satélite (CNPQ). **Brasil em relevo: 2005**. Download do SRTM // Tocantins. Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br/download/to/to.htm>>. Acesso: 01 ago. 2021.
- BRASIL, F. L. M.; NASCIMENTO, R. S. 2020. Arenito do Parque Nacional de Sete Cidades (PI): um estudo mineralógico e petrográfico. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n.12, p. 94096-94102, 2020.
- BULHÕES, E. M.; DALL'AGNOL, R. 1985. **Mapeamento geológico e petrografia do Granodiorito Presidente Kennedy - Faixa de Dobramentos Araguaia (GO)**. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DA AMAZÔNIA, 2., 1985, Belém. *Anais...* Belém: SBG-NO, 1985. p. 59-76.
- CAPUTO, M. V.; LIMA, E.C. 1984. **Estratigrafia, idade e correlação do Grupo Serra Grande**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 33, Rio de Janeiro, 1984. *Anais...* Rio de Janeiro: SBG - Núcleo RJ/ES, 1984. v. 2, p. 740-753.
- CAMPBELL, D. F. 1949. Estados do Maranhão e Piauí. In: Brasil. **Conselho Nacional de Petróleo**. Rio de Janeiro: Cons. Nac. Pet., 1949. p. 68-74. (Relatório 1948).
- CAMPOS, J. E.; DARDENNE, M. A. 1997. Origem e evolução tectônica da Bacia Sanfranciscana. **Revista Brasileira de Geociências**. v. 27, n. 3, p.283-294, 1997.
- COMPANHIA DE MINERAÇÃO DO ESTADO DO TOCANTINS - Mineratins / SECRETARIA DO PLANEJAMENTO DO ESTADO DO TOCANTINS - SEPLAN. 2007. **Avaliação e Diretrizes para o Setor Mineral do Estado do Tocantins**. Organizado por: Rodrigo Meireles Mattos Rodrigues, Palmas: Mineratins / SEPLAN, 94 p. il, 2007.
- COSTA, J.B.S *et al.* 1983. **Projeto Paraíso do Norte**. Relatório final. Belém,:CVRD/UFPA, 1983. 125 p.
- CREPANI, E.; MEDEIROS, J. S. 2004. **Imagens fotográficas de MNT do Projeto SRTM para fotointerpretação na Geologia, Geomorfologia e Pedologia**. São José dos Campos: Inpe, 2004. (INPE-11238-RPQ/761).
- DIAS, R. R. 2008. **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.
- DEL'ARCO, D. M. *et al.* 1995. **Mapa Geoambiental do Estado do Tocantins. Escala 1:1.000.000**. In: SIMPÓSIO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 6., 1995, Goiânia. *Anais...* Goiânia: Ed. Universidade Federal de Goiás, 1995.
- FOSTER, S; HIRATA, R. 1988. **Groundwater pollution risk assessment**: a methodology based on available data. Lima-Peru: WHO-PAHO; CEPIS, 1988.
- GÓES, A.M., FEIJÓ, F.J.1994. Bacia do Parnaíba. **Boletim de Geociências da PETROBRAS**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 1, p. 57-67, 1994.
- GÓES, A. M.; ROSSETTI, D. F. 2001. Gênese da Bacia de São Luís-Grajaú, Meio-Norte do Brasil. In: D. F. ROSSETTI, A. M. GÓES; W. TRUCKENBRODT (eds.). **O Cretáceo na Bacia de São Luís-Grajaú**, p. 15-30. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2001. (Coleção Friedrich Katzer).
- GORAYEB, P. S. S.; MOURA C. A. V.; CALADO, W. M. 2004. **Suíte Intrusiva Xambica: um magmatismo toleítico Neoproterozoico pré-tectônico no Cinturão Araguaia**. In: CONGRESSO



BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 42., 2004, Araxá. *Anais...* Araxá: SBG, 2004. v. 1, p. 35-35. Disponível em: <<http://repositorio.ufpa.br/jspui>> Acesso: 10 jul. 2021.

GORAYEB, P. S. S. *et al.* 2019. Petrologia, geoquímica e geocronologia dos granitos Presidente Kennedy e Barrolândia: contextualização na evolução do Cinturão Araguaia. **Revista do Instituto de Geociências - USP**, Geol. USP, Sér. Cient., São Paulo, v. 19, n. 2, p. 89-116, 2019.

GUERREIRO, M.G.S.; SILVA, J.M.R. 1976. **Projeto Guará-Conceição**. Relatório Final. Belém: DNPM/UFPA, 1976.

HASUI, Y.; ABREU, F. A. M.; SILVA, J. M. R. 1977. Estratigrafia da Faixa de Dobramento Paraguai-Araguaia no Centro-Norte do Brasil. *Boletim do Instituto de Geociências*, São Paulo, v. 8, p. 107-118, 1977.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 1992. Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE, 1992. 92 p. (Manuais Técnicos de Geociências, n.1).

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2007. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. **Mapa de Geologia. Estado do Tocantins**. Escala 1:1.000.000. Rio de Janeiro: IBGE, 2007. Disponível em <https://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/geologia/levantamento_geologico/mapas/unidades_da_federacao/to_geologia.pdf>. Acesso: 19 jun. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2007. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. **Mapa de Geomorfologia do Estado do Tocantins**. Escala 1:1.000.000. Rio de Janeiro: IBGE, 2007. Disponível em <https://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/geomorfologia/mapas/unidades_da_federacao/to_geomorfologia.pdf>. Acesso: 19 jun. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2007. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. **Pedologia**: Mapa Exploratório de Solos. Estado do Tocantins. Escala 1:1.000.000. Rio de Janeiro: IBGE, 2007. Disponível em: <ftp://geoftp.ibge.gov.br/mapas/tematicos/tematico_estadual/TO_solos.pdf>. Acesso: 19 jun. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2007. **Mapa do Estado do Tocantins**: Vegetação. Escala 1:100.000. Rio de Janeiro: IBGE, 2007. (Contrato IBGE/CISCEA (Projeto SIVAM)). Disponível em: <<https://portaldemapas.ibge.gov.br/portal.php#663>>. Acesso: 23 ago. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2009. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. **Manual técnico de geomorfologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2009. 182 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2012. Diretoria de Geociências. **Manual técnico da vegetação brasileira**: sistema fitogeográfico, inventário das formações florestais e campestres, técnicas e manejo de coleções botânicas, e procedimentos para mapeamentos. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. 171p. (Manuais técnicos em geociências, n. 1).

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2013. Diretoria de Geociências. **Manual técnico de uso da terra**. Rio de Janeiro: IBGE, 2013. 171 p. (Manuais técnicos em geociências, n. 7).



INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2019. Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA. **Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura**. 2019. Disponível em <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1612>>. Acesso: 15 mar. 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2021. Coordenação de População e Indicadores Sociais. **Estimativas da População**. Estimativas da população residente para os municípios e para as unidades da federação brasileiros com data de referência em 1º de julho de 2020. 2020. Disponível em <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html?edicao=28674&t=resultados>>. Acesso: 15 ago. 2021.

LACERDA FILHO, J. V. *et al.* 1999. Programa de Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil (PLGB). **Geologia e Recursos Minerais do Estado de Goiás e Distrito Federal**. Escala 1:500.000. Goiânia: Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - Metais de Goiás S.A., Brasília: Universidade de Brasília, 1999. 176 p. Disponível em <<https://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/handle/doc/2418?show=full>>. Acesso: 10 jul. 2021.

LIMA FILHO de A. M.; LEITE, J. F. 1978. Companhia de Pesquisa de Recursos Naturais. **Projeto estudo global dos recursos minerais da Bacia Sedimentar do Parnaíba: integração geológico-metalogenética: relatório final da etapa iii**. Recife: CPRM, 1978. 212 p. Disponível em <<https://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/handle/doc/9667?show=full>>. Acesso: 10 jul. 2021.

LISBOA, M. A. R. 1914. The permian geology at northern Brazil. **American Journal of Science**, New Haven, v. 37, n. 221, p. 425-443, 1914.

MACAMBIRA J.B. 1983. **Geologia e Ocorrências Minerais do Braquianticlinal do Lontra (GO)**. 1983. 108 f. Dissertação (Mestrado), Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 1983.

MAMEDE, L.; NASCIMENTO, M. A. L. S. do; FRANCO, M. S. M. 1981. Geomorfologia. In: BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto Radambrasil. **Folha SD.22 - Goiás**: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação. Rio de Janeiro: DNPM, 1981. (Levantamento de Recursos Naturais, 25).

MAMEDE, L.; ROSS, J. L. S.; SANTOS, L. M. dos. 1981. Geomorfologia. In: BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto Radambrasil. **Folha SC.22 - Tocantins**. Rio de Janeiro: DNPM, 1981. (Levantamento de Recursos Naturais, 22).

MINERADORA MINERAX. 2021. Disponível em: <<https://www.mineradoraminerax.com.br/>>. Acesso: 23 ago. 2021.

MORAES REGO, L. F. de. 1933. Contribuição ao estudo das formações pré-devonianas de São Paulo. **Boletim do Instituto Astronômico e Geográfico**. São Paulo - SP, 1933: 55 p.

MOURA, C. A.; DANTAS, M.; ROSO, F. A. 1982. Geomorfologia.. In: BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto Radambrasil. **Folha SD.23 - Brasília**: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação. Rio de Janeiro: DNPM, 1982. (Levantamento de Recursos Naturais, 29).

NORTHFLEET, A. A.; MELO, M. T. 1967. **Geologia da Região Norte de Balsas - Maranhão**. Belém: PETROBRÁS, 1967. 55p. (Relatório Técnico, 268).



- PAZ, J. D. S.; ROSSETTI, D. F. 2001. Reconstrução Paleoambiental da Formação Codó (Aptiano), borda leste da Bacia do Grajaú, MA. *In*: ROSSETTI, D. F.; GÓES, A. M.; TRUCKENBRODT, W. (coord.). **O Cretáceo na Bacia de São Luís-Grajaú**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2001. 264 p. Disponível em:<https://www.researchgate.net/publication/288911797_Reconstrucao_paleoambiental_da_Formacao_Codo_Aptiano_borda_leste_da_Bacia_do_Graju_MA>. Acesso 10 jul. 2021.
- PEDREIRA DA SILVA, A. J. *et al.* 2003. Bacias Sedimentares Paleozoicas e Mesocenoicas Interiores. *In*: BIZZI, L. A.; SCHOBENHAUS, C.; VIDOTTI, R. M.; GONÇALVES, J. H. (ed.). **Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil**: texto, mapas & SIG. Brasília: CPRM 2003. p. 55-85.
- PINHEIRO, B. L. S.; MOURA, C. A. V.; GORAYEB, P. S. S. 2011. Proveniência das rochas metassedimentares do Cinturão Araguaia com base em datações Pb-Pb em zircão e idades-modelo Sm-Nd. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 41, n. 2, p. 304-318, 2011. Disponível em <https://www.scielo.br/bjgeo/a/jFdCYFncwYLQPXK43B9q67c/?lang=pt>. Acesso: 10 jul. 2021.
- PLUMMER, F. B; PRINCE, L. I.; GOMES, F. A. 1946. Estados do Maranhão e Piauí. *In*: **Relatório do Conselho Nacional do Petróleo**. Rio de Janeiro: Conselho Nacional do Petróleo, 1946. p.87-134.
- PNUD; IPEA; FJP. 2013. **Atlas de Desenvolvimento Humano Municipal Brasileiro**. Base de dados virtual. Brasília: PNUD, Ipea, FJP, 2013. Disponível em<<http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/home>>. Acesso: 20 jul. 2015.
- REATTO, A. *et al.* 2008. Solos do bioma Cerrado: aspectos pedológicos. *In*: Sano, S.M.; Almeida, S.P.; Ribeiro, J.F. (eds.). **Cerrado: ecologia e flora**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2008. p. 107-149.
- RIBEIRO, J.F. WALTER, B.M.T. 2008. As principais fitofisionomias do Bioma Cerrado. *In*: Sano, S.M.; Almeida, S.P.; Ribeiro, J.F. (eds.). **Cerrado: ecologia e flora**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2008. p. 151-212.
- ROCHA, M. G. 2019. **Geodiversidade do Estado do Tocantins**[Livro eletrônico]. Programa Geologia do Brasil. Levantamento da Geodiversidade. Goiânia: CPRM, 2019. 170 p.; 1 livro digital.
- ROSSETTI, D. F. 2006. The role of tectonics on the preservation of estuarine valleys in areas with low accommodation rates: examples from Upper Cretaceous and Miocene Successions in Northern Brazil. *In*: DALRYMPLE, R.W.; LECKIE, D.A.; TILLMAN, RW. (eds.), *Incised Valley in Time and Space*. **Society of Economic Paleontologists and Mineralogists**, Special Publication, p. 199-218, 2006.
- SCHOBENHAUS, C. *et al.* 2004. Programa Geologia do Brasil. **Carta geológica do Brasil ao milionésimo**. Sistema de informações geográficas. CPRM: Brasília, 2004. CD-ROM.
- SECRETARIA DA AGRICULTURA E PECUÁRIA (SEAGRO). 2016. **Área de Florestas Plantadas no Estado do Tocantins**. Palmas: Seagro/Adapec/Aprob-GO/TO, 2016.
- SECRETARIA DO PLANEJAMENTO E MEIO AMBIENTE (SEPLAN). 2004. Diretoria de Zoneamento Ecológico-Econômico (DZE). Projeto de Gestão Ambiental Integrada da Região do Bico do Papagaio. Zoneamento Ecológico-Econômico. **Plano de Zoneamento Ecológico-Econômico do Norte do Estado do Tocantins**. Org. por Vítor Bellia e Ricardo Ribeiro Dias. Palmas, Seplan/DZE, 2004. 202p., ilustr. Séries ZEE - Tocantins / Bico do Papagaio / Plano de Zoneamento Ecológico-Econômico.
- SECRETARIA DO PLANEJAMENTO E DA MODERNIZAÇÃO DA GESTÃO PÚBLICA (SEPLAN). 2012. Superintendência de Pesquisa e Zoneamento Ecológico-Econômico. Diretoria de Zoneamento Ecológico-



Econômico. **Atlas do Tocantins**: subsídios ao planejamento da gestão territorial. 6 ed. ver. atu. Palmas: Seplan/DZE, 2012. 80 p. il.

SECRETARIA DO PLANEJAMENTO E DA MODERNIZAÇÃO DA GESTÃO PÚBLICA (SEPLAN). 2012. Diretoria Geral de Pesquisa e Zoneamento Ecológico-Econômico. Diretoria de Zoneamento Ecológico-Econômico (DZE). Projeto de Desenvolvimento Regional Sustentável. **Estudo da Dinâmica da Cobertura e Uso da Terra do Estado do Tocantins**. Dinâmica do Tocantins. Escala 1:100.000. Palmas: Seplan/DZE, 2012. (Organizado por Rodrigo Sabino Teixeira Borges).

SECRETARIA DO PLANEJAMENTO E DA MODERNIZAÇÃO DA GESTÃO PÚBLICA (SEPLAN). 2013. 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. 156 p. (Série TOCANTINS - Recursos Naturais / Vegetação - v. 7/9), Palmas: Seplan/DZE, 2013.

SECRETARIA DO PLANEJAMENTO E ORÇAMENTO DO TOCANTINS (SEPLAN). 2016. 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 76 p. (Séries ZEE Tocantins / Socioeconomia / Dinâmica Social e Econômica - v.1/3), 2016.

SILVA JÚNIOR, M. C.; FELFILI, J. M. 1998. **A vegetação da Estação Ecológica de Águas Emendadas**. Brasília: UnB - Departamento de engenharia Florestal / SEMATEC, 1998.

SIMON, M.F.; PENNINGTON, RT. 2012. The evolution of adaptations of woody plants in the savannas of the Brazilian Cerrado. **International Journal of Plant Sciences**, p. 711- 723, 2012.

SOUZA, A. C. C.; DALL'AGNOL, R.; TEIXEIRA, N. P. 1985. Petrologia do Gnaisse Cantão: implicações na evolução da faixa de dobramentos Araguaia, Serra do Estrondo (GO). **Revista Brasileira de Geociências**, v. 15, p. 300-310, 1985.

SOUZA, J. O.; MORETON, L. C. 1995. Programa de Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil - PLGB. **Xambioá - Folha SB.22-Z-B**. Escala 1:100 000. Goiânia: CPRM, 57 p, 1995. Disponível em <<http://www.cprm.gov.br/publique/Geologia/Geologia-Basica/Programa-Levantamentos-Geologicos-Basicos-do-Brasil - PLGB-173.html>> Acesso: 10 jul. 2021.

SOUZA, J. O., MORETON, L. C. 2001. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil - PLGB. **Xambioá - Folha SB.22-Z-B**. Escala 1:250.000. Estados do Pará e Tocantins. Brasília: CPRM/DIEDIG/DEPAT, 2001.

TRHIMIL TOCANTINS RECURSOS HÍDRICOS MINERAIS LTDA. **Base de dados poços profundos perfurados no Estado do Tocantins** (no prelo). Paraíso do Tocantins - TO, 2021.

VAZ, P. T. *et al.* 2007. Bacia do Parnaíba. **Boletim de Geociências da Petrobrás**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 2, p. 253-263, 2007.

VENEZIANI, P.; ANJOS, CC. E. 1982. **Metodologia de interpretação de dados de sensoriamento remoto e aplicações em geologia**. São José dos Campos: INPE, 1982. (INPE-227-MD/014)



ZALÁN, P. V.; ROMEIRO-SILVA, P. C. 2007. Bacia do São Francisco. Boletim de Geociências da Petrobras, Rio de Janeiro, v. 15, n. 2, p. 561-571, 2007.



OUTRAS FONTES CONSULTADAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). 2003. **Mapa dos Principais Sistemas Aquíferos do País em Arcview**. Nota Técnica 025/SPR/2003. Brasília: ANA, 2003. 15 p.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). 2010. Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos - SPR. **Atlas Brasil - Abastecimento Urbano de Água**. Panorama Nacional. v. 1. Brasília – DF: ANA, 2010. Disponível em: <<http://atlas.ana.gov.br/Atlas/forms/Resultados.aspx>>. Acesso: ago. 2021. (ANA, 2010).
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). 2017. **Outorga de Direito de Uso dos Recursos Hídricos no Brasil**. Planilha de Outorgas. Emitidas pelas Unidades da Federação vigentes em julho de 2017 (Planilha). Disponível em <<https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/por/catalog.search#/metadata/a13c9093-34bd-403f-88db-6ffb2069e6>>. Acesso: ago. 2021.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). 2017. **Atlas irrigação: uso da água na agricultura irrigada**. Brasília: ANA, 2017. Disponível em: <<http://atlasirrigacao.ana.gov.br/>>. Acesso: ago. 2021.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). 2019. **Atlas Esgotos: Despoluição de Bacias Hidrográficas**. Brasília: ANA, 2019. Disponível em: <<http://atlasesgotos.ana.gov.br/>>. Acesso: ago. 2021.
- AGUIAR, G. A. de. 1971. **Revisão geológica da bacia paleozóica do Maranhão**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 25., 1971, São Paulo. *Anais...* São Paulo, SBG, 1971. v. 3. p. 113-122.
- ALMEIDA, H. G. *et al.* 1995. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil - PLGB. **Marabá, Folha SB.22-X-D**. Brasília: MME/DNPM/CPRM, 1995. 79p. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/publique/Geologia/Geologia-Basica/Projeto-Maraba-568.html>> Acesso: 10 jul. 2021.
- ALVARENGA, C. J. S. *et al.* 2000. Paraguay and Araguaia belts. In: CORDANI, U.G.; MILANI, E.J.; THOMAZ FILHO, A.; CAMPOS, D.A. (eds.). **Tectonic Evolution of South América**, p. 183-193, 2000.
- ALVES, C. L. 2006. **Petrologia, geoquímica e geocronologia do Granito Ramal do Lontra e sua relação com a tectônica e metamorfismo do Cinturão Araguaia, Xambioá (TO)**. 2006. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Pará, 2006.
- ARAÚJO, V. A. *et al.* (org.). 2001. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil - PLGB. **Araguaína - Folha SB.22-Z-D**. Estados do Tocantins e do Pará. Escala 1:250.000. Brasília: CPRM/DIEDIG/DEPAT, 2001. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/publique/Geologia/Geologia-Basica/Projeto-Araguaina-379.html>>. Acesso: 10 jul. 2021.
- CAMPOS, J. E. G. 2004. **Meio físico da UHE Santa Isabel (TO): geologia e hidrogeologia**. Estudo de Impacto Ambiental. ENGEVIX. 62p. + mapas, 2004.
- COSTA, J. B. S. 1980. **Evolução Geológica da Região de Colmeia**. 1980. 78 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Centro de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Ciências Geofísicas e Geológicas, Belém, 1980.
- COSTA, W. D. *et al.* 1998. **Gestão dos Recursos Hídricos Subterrâneos na Cidade do Recife / PE - Brasil**. CONGRESSO SUL-AMERICANO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DA ALSHUD, 1998, Montevideo - Uruguai. *Anais...* Montevideo - Uruguai, 1998.



- COSTA, W. D. 2019. **Obras hídricas para convivência com a seca**. [Palestra]. Garanhuns-PE, 22 mar. 2019. Palestra proferida no Conselho Regional de Engenharia de Pernambuco no Dia Mundial da Água.
- COSTA, W. D. *et al.* Secretaria do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável do Estado do Tocantins (SEMADES). **Estudo Hidrogeológico da Região Sudeste do Estado do Tocantins**. Palmas: SEMADES, 2010.
- COSTA, W. D.; SANTOS, M. A. V. dos. 2007. **Estudo de identificação de causas de salinização e indicação de processo de obstrução de poços salinizados**. CPRH: Recife-PE, 2007. 191 p.
- CREPANI, E.; DIAS, R. R. Projeto de Gestão Ambiental Integrada da Região do Bico do Papagaio. Zoneamento Ecológico-Econômico. Secretaria do Planejamento e Meio Ambiente (Seplan). Diretoria de Zoneamento Ecológico-Econômico (DZE). Tocantinópolis. **Geologia da Folha SB.23-Y-A**. Estado do Tocantins. Seplan/DZE, 2004. 46p.
- CUNHA, J. A. O; SOUZA, D. C; CÓRDOBA, D. C. 2019. Evolução estratigráfica dos depósitos cretáceos da porção norte da Bacia de São Luís-Grajaú (NE do Brasil). **Revista do Instituto de Geociências - USP**, São Paulo, v. 19, n. 2, p. 115-170, 2019.
- DALL'AGNOL R. *et al.* 1981. Geologia. 196 p. In: BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto Radambrasil. **Folha SC.22 - Tocantins**. Rio de Janeiro: DNPM, 1981. (Levantamento de Recursos Naturais, 22).
- FEITOSA F.A.C. *et al.* **Hidrogeologia: Conceitos e Aplicações**. 3 ed. rev. ampl. Rio de Janeiro: CPRM, 2008. 812 p.
- FELFILI, J.M. 2003. Fragmentos de Florestas Estacionais do Brasil Central: diagnóstico e propostas de corredores ecológicos. *In*: R.B. COSTA (org.) **Fragmentação Florestal e Alternativas de Desenvolvimento Rural na Região Centro-Oeste**. Campo Grande: UCDB, 2003. p. 139-160.
- FELFILI, J. M. *et al.* 1994. **Projeto Biogeografia do Bioma Cerrado: Vegetação e solos**. Cadernos de Geociências, Rio de Janeiro, v. 12, p. 75-167, 1994.
- FELFILI, J.M. *et al.* 2004. Diversity, floristic and structural patterns of cerrado vegetation. *In*: **Central Brazil. Plant Ecology**, n. 175, p. 37-46, 2004.
- FERRAZ, N. C. 2015. **Análise estratigráfica da sequência mesodevoniana - eocarbonífera da Bacia do Parnaíba no nordeste do Brasil**. 2015. 55 f. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2015.
- FRASCA, A. A. S; ARAÚJO, V. A. de. 2001. Programa Levantamentos hidrológicos Básicos do Brasil – PLGB. Projeto Hidrogeologia no Tocantins. **Palmas, Folha SD.22-Z-B**. Estado do Tocantins. Brasília: CPRM, 2001. 52 p.
- GORAYEB, P. S. de S.; ALVES, C. L. 2003. **Superposição tectono-metamórfica do Cinturão Araguaia no embasamento Arqueano na região de Xambioá e Lontra - TO**. *In*: SIMPÓSIO NACIONAL DE ESTUDOS TECTÔNICOS, 9., 2003, Búzios. *Anais...* Búzios: SBG, 2003. p. 84-85. Disponível em <<https://core.ac.uk/download/pdf/268305657.pdf>>. Acesso: 10 jul. 2021.
- GORAYEB, P. S. S. 1996. Petrologia e Evolução Crustal das Rochas de Alto Grau de Porto Nacional-TO. Belém, Universidade Federal do Pará. Centro de Geociências. Pós-Graduação em Geoquímica e



Petrologia. 262 p. 1996. Disponível em <<http://repositorio.ufpa.br/jspui/handle/2011/7889>>. Acesso: 10 jul. 2021.

Haidar, R.F.; Dias, R.R.; Pinto, J.R.R. 2012. Secretaria do Planejamento e da Modernização da Gestão Pública (SEPLAN), Superintendência de Pesquisa e Zoneamento Ecológico-Econômico. Diretoria de Zoneamento Ecológico-Econômico (DZE), **Mapeamento das Regiões Fitoecológicas e Inventário Florestal do Estado do Tocantins**. Regiões Fitoecológicas do Tocantins. Escala 1:100.000. Palmas: SEPLAN/DZE, 2012.

Haidar, R. F. *et al.* 2013. Florestas estacionais e áreas de ecótono no estado do Tocantins, Brasil: parâmetros estruturais, classificação das fitofisionomias florestais e subsídios para conservação. **Acta Amazonica**, v. 43, n. 3, p. 261-290. 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2010. **Censo Demográfico (1991/2010)**. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/>>. Acesso: ago. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2018. **Produto Interno Bruto dos Municípios**. Estado do Tocantins. Referência 2010. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5938>>. Acesso: ago. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. 2019. **Censo agropecuário: resultados definitivos 2017**. Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/21814-2017-censo-agropecuario.html?=&t=resultados>>. Acesso: ago. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2019. **Pesquisa Pecuária Municipal - PPM: efetivo de rebanhos**. 2019. Disponível em: <<http://sidra.ibge.gov.br/bda/pesquisas/ppm/>>. Série Histórica. Acesso: ago. 2021. (IBGE, 2019b).

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2019. Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA. **Produção Agrícola Municipal**. 2019. Disponível em <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/839>>. Acesso: 15 ago. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2019. Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA. **Produção Pecuária Municipal**. 2019. Disponível em <<https://sidra.ibge.gov.br/acervo#/S/PP/A/40/T/Q>>. Acesso: 15 ago. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2019. Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA. **Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura**. 2019. Disponível em <<https://sidra.ibge.gov.br/acervo#/S/VS/A/74/T/Q>>. Acesso: 15 ago. 2021.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). 2021. **Sistema de Suporte à Decisão na Agropecuária (SISDAGRO)**. Disponível em: <<http://sisdagro.inmet.gov.br/sisdagro/app/index>>. Acesso: 20 ago. 2021.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA E APLICADA (IPEA). 2000. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. **PROJETO ARIDAS - A água e o Desenvolvimento Sustentável do Nordeste**. Brasília: IPEA, 2000.

IVANAUSKAS, N.M.; MONTEIRO, R.; RODRIGUES, R.R. 2008. Classificação fitogeográfica das florestas do Alto Rio Xingu. **Acta Amazonica**, v. 38, p. 387-402, 2008.



- JIRKA, S. *et al.* 2007. Relationships between soil hydrology and forest structure and composition. **Journal of Vegetation Science**, v. 18, p. 183-194, 2007.
- LAMARÃO, C. N.; KOTSCHOUBEY B. 1996. Granitoides Santa Luzia: Registro do Magmatismo Granítico Brasileiro do Cinturão Araguaia na região de Paraíso do Tocantins (TO). **Revista Brasileira de Geociências**, v. 26, n. 4, p. 277-288, dez. 1996.
- LUIZÃO, F.J.; LUIZÃO, R.C.C.; PROCTOR, J. 2007. Soil acidity and nutrient deficiency in central Amazonian heath forest soils. **Plant Ecology**, v. 192: p. 209-224, 2007.
- MACAMBIRA, M. J. B. 1983. **Ambiente Geológico e Mineralizações Associadas ao granito Serra Dourada (Extremidade Meridional) Goiás**. 1983. 132 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Pará, Belém, 1983.
- MARQUES, G. T. 2014. **Opalas gemológicas do Piauí: Gênese revelada por microtermometria e minerais associados**. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Pará, Belém, 2014.
- MENDES, M. S.; BORGHI, L. 2005. **Análise faciológica da Formação Codó (Cretáceo, Bacia do Parnaíba) em testemunhos de sondagem**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE P&D EM PETRÓLEO E GÁS, 3., 2005, SALVADOR. *Anais...* Salvador, 2005. Disponível em: <<https://pantheon.ufrj.br/handle/11422/5123>>. Acesso: 10 jul. 2021.
- MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL (MDR). 2021. **Série Histórica Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS**. Série de dados de 2015 a 2019. Disponível em: <<http://app4.mdr.gov.br/serieHistorica/>>. Acesso: ago. 2021. (SNIS - o ano é identificado na variável utilizada).
- MOURA, C. A. V.; GAUDETTE, H. E. 1999. Zircon ages of the basement orthogneisses from the northern segment of the Araguaia Belt, Brazil. In: SINHA, A.K. (ed.), **Basement Tectonics** 13. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, p. 155-178, 1999. Disponível em: <https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-011-4800-9_10>. Acesso: 10 jul. 2021.
- MONTALVÃO, R.M.G. *et al.* 1984. **Geocronologia dos granitóides e gnaisses das regiões de Rio Maria, Fazenda Mata Geral e Rio Itacaidnas, sul do Pará (Distrito Carajás - Cumaru)**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 33., Rio de Janeiro, 1984. *Anais...* Rio de Janeiro: SBG, 1984. v. 6, p. 2757-2766.
- OLIVEIRA, A. N.; AMARAL, I. L. 2004. Florística e fitossociologia de uma floresta de vertente na Amazônia Central, Amazonas, Brasil. **Acta amazônica**, v. 34, n. 1, p. 21-34, 2004.
- OLMOS, F. *et al.* 2004. Secretaria do Planejamento e Meio Ambiente (Seplan). Diretoria de Zoneamento Ecológico-Econômico (DZE). Projeto de Gestão Ambiental Integrada da Região do Bico do Papagaio. Zoneamento Ecológico-Econômico. **Estudo de Flora e Fauna do Norte do Estado do Tocantins**. Org. por Ricardo Ribeiro Dias. Palmas, Seplan/DZE, 2004. 154 p., ilustr. Séries ZEE – TOCANTINS / Bico do Papagaio / Estudo de Flora e Fauna.
- PAIXÃO, M. A. P.; NÍLSON, O. A. A.; DANTAS, E. L. 2008. The Neoproterozoic Quatipuru ophiolite and the Araguaia fold belt, central-northern Brazil, compared with correlatives in NW Africa. **Geological Society of London**, Special Publication 294, p. 297-318, 2008. Disponível em: <<https://doi.org/10.1144/SP294.16>>. Acesso: 10 jul. 2021.



- PEREIRA, B.A.S.; VENTUROLI, F.; CARVAHO, F.A. 2011. Florestas estacionais no Cerrado: uma visão geral. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 41, n. 3, p. 446-455, 2011.
- PETRI S.; FULFARO, V. J. **Geologia do Brasil**. São Paulo: Editora T.A. Queiroz - Editora da Universidade de São Paulo, 1983.
- PESSOA, M. D. 1978. Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste. **Inventário Hidrogeológico Básico do Nordeste - Folha n. ° 13**: Teresina - SE. Recife: SUDENE - Div. Documentação, 1978. 251 p. il. (Brasil. SUDENE. Hidrogeologia 57).
- PESSOA, M. D. 1979. Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste. **Inventário Hidrogeológico Básico do Nordeste - Folha n. ° 18**: Teresina - SE. Recife: SUDENE - Div. Documentação, 1978. 237 p. il. (Brasil. SUDENE. Hidrogeologia 57).
- PIMENTEL, R. 2020. **Correlação Rocha-Perfil-Sísmica e avaliação de reservatórios na área do Parque dos Gaviões - Bacia do Parnaíba**. 2020. 183 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal Fluminense, Niterói – RJ, 2020.
- PINHEIRO, B. L. S. 2016. **Petrologia e Geotermobarometria das rochas metamórficas do Cinturão Araguaia: região de Xambioá-Araguanã (TO)**. 2016. 258 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Pará, Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica, Belém, 2016.
- PRADO, D.E.; GIBBS, P.E. 1993. Patterns of species distributions in the dry seasonal forests of South America. *Annals ... Missouri Botanic Gardens*, v. 80, p. 902-927, 1993.
- RATTER, J. A.; BRIDGWATER, S.; RIBEIRO, J. F. 2003. Analysis of the floristic composition of the brazilian cerrado vegetation III: comparison of the woody vegetation of 376 areas. **Edinburgh Journal of Botany**, Edinburgh, v. 60, n. 1, p. 57-109, 2003.
- RIBEIRO, P. S. E.; ALVES, C. L. 2017. Programa Geologia do Brasil. **Geologia e recursos minerais da região de Palmas** - folhas Miracema do Norte SC.22-X-D, Porto Nacional SC.22-Z-B e Santa Teresinha SC.22-Z-A: estado do Tocantins. Goiânia: CPRM, 2017. 483 p. il., color.
- SANTOS, M. D.; MACAMBIRA, M. L. B.; KOTSCHOUBEY, B. 1984. **Uma proposta para a origem das braquianticlinais de Xambioá e Lontra (GO), possíveis domos gnáissicos**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 33, Rio de Janeiro, 1984. *Anais...* Rio de Janeiro: SBG, 1984. v. 7, p. 3400-3414. Disponível em: <<http://repositorio.ufpa.br/jspui>>. Acesso: 10 jul. 2021.
- SAWYER, E. W. 2008. Atlas of migmatites. **The Canadian Mineralogist**, Special Publication 9. Ottawa, Ontario, Canada: NRC Research Press. 2008. 387 p.
- SCARIOT, A.; SEVILHA, A.C. 2005. Biodiversidade, estrutura e conservação de florestas estacionais decíduais no Cerrado. p. 121-139. In: SCARIOT, A., SOUZA-SILVA, J.C.; FELFILI, J.M. (orgs.). **Cerrado: Ecologia, biodiversidade e conservação**. Ministério do Meio Ambiente. Brasília: MMA, 2005.
- SECRETARIA DA FAZENDA E PLANEJAMENTO (SEFAZ). 2020. Subsecretaria do Planejamento e Orçamento. Superintendência de Planejamento Governamental. Diretoria de Gestão de Informações Territoriais e Socioeconômicas. Gerência de Zoneamento Territorial (GZT). Projeto de Desenvolvimento Regional Integrado e Sustentável. **Elaboração das Cartas Climáticas do Estado do Tocantins**. Palmas: SEFAZ/GZT, 2020. 464 p., Ilust. Série TOCANTINS / Recursos Naturais /Cartas Climáticas - v. 1: Disponível em: <<https://central.to.gov.br/download/213396>>.



SILVA, C. H. *et al.* 2004. **Geologia do Grupo Canastra em sua localidade-tipo e implicações na tectonoestratigrafia do segmento setentrional da Faixa Brasília.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 12, 2004. Araxá. *Anais ... Araxá*: SBG, 2004. p. 255.

SOUZA, A. S.; VERÍSSIMO, L. S.; ARAÚJO, C. C. O. 1990. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional da Produção Mineral. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil - PLGB. **Folha SB.23-V-C - Imperatriz.** Brasília: MME/DNPM/CPRM, 1990. 70p.

THEMAG Engenharia. 1996. Companhia de Energia Elétrica do Estado do Tocantins (CELTINS). **Estudo do Impacto Ambiental da UHE Lajeado.** 1996.

THORNTON, C.W.; MATHER, J.R. 1955. **The water balance Centerton.** New Jersey: Drexel Institute of Technology - Laboratory of Climatology, 1955. 104p. (Publications in Climatology, v. VIII, n.1).

VICENTINI, A. 2004. A vegetação ao longo de um gradiente edáfico no Parque Nacional do Jaú, In: BORGES, S.H., IWANAGA, S.; DURIGAN, C.C.; PINHEIRO, M. R. (eds). **Janelas para a biodiversidade no Parque Nacional do Jaú: uma estratégia para o estudo da biodiversidade na Amazônia.** p. 105-131. Manaus: Fundação Vitória Amazônica/ WWF-Brasil, 275 p. 2004.

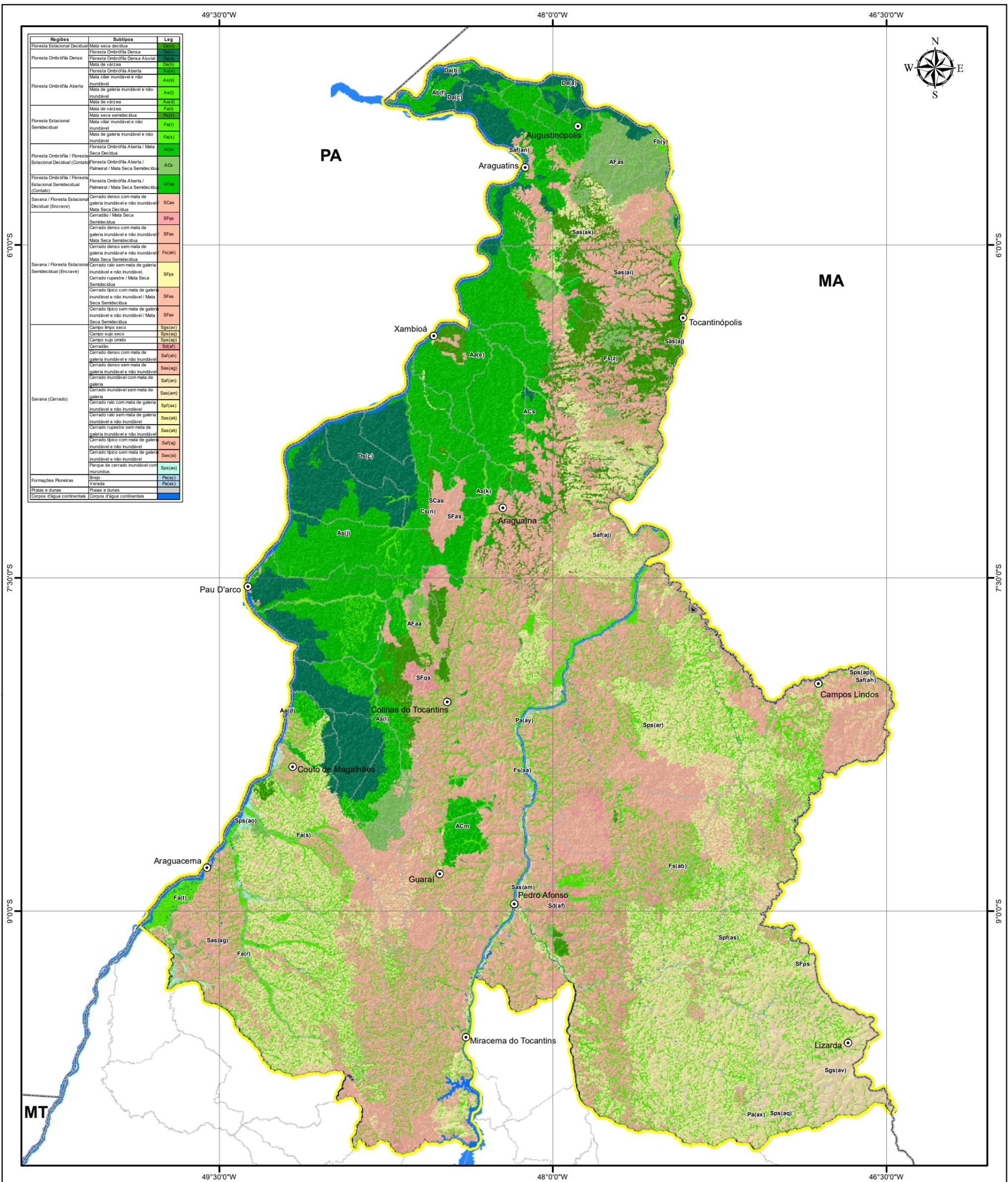


APÊNDICES



APÊNDICE I

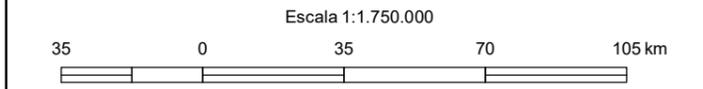
MAPA DE VEGETAÇÃO DA REGIÃO CENTRO NORTE DO ESTADO DO TOCANTINS



Regiões	Subtipos	Leg
Floresta Estacional Decidual	Mata seca decidual	Cs(n)
Floresta Ombrófila Densa	Floresta Ombrófila Densa Aluvial	Ds(a)
	Mata de várzea	Ds(b)
	Floresta Ombrófila Aberta	Aa(c)
Floresta Ombrófila Aberta	Mata clara inundável e não inundável	Aa(k)
	Mata de galeria inundável e não inundável	Aa(l)
	Mata de várzea	Aa(o)
	Mata seca semidecidual	Fa(i)
Floresta Estacional Semidecidual	Mata clara inundável e não inundável	Fa(j)
	Mata de galeria inundável e não inundável	Fa(k)
Floresta Ombrófila / Floresta Estacional Decidual (Contato)	Floresta Ombrófila Aberta / Mata Seca Decidual	AOm
	Floresta Ombrófila Aberta / Palmeiral / Mata Seca Semidecidual	ACs
Floresta Ombrófila / Floresta Estacional Semidecidual (Contato)	Floresta Ombrófila Aberta / Palmeiral / Mata Seca Semidecidual	AFaa
Savana / Floresta Estacional Decidual (Encrave)	Cerrado denso com mata de galeria inundável e não inundável / Mata Seca Decidual	SCas
	Cerrado / Mata Seca Semidecidual	SFqs
	Cerrado denso com mata de galeria inundável e não inundável / Mata Seca Semidecidual	SFas
	Cerrado denso sem mata de galeria inundável e não inundável / Mata Seca Semidecidual	Fa(ab)
Savana / Floresta Estacional Semidecidual (Encrave)	Cerrado rupestre / Mata Seca Semidecidual	SFps
	Cerrado típico com mata de galeria inundável e não inundável / Mata Seca Semidecidual	SFas
	Cerrado típico sem mata de galeria inundável e não inundável / Mata Seca Semidecidual	Sas(av)
	Campo sup. seco	Sps(aq)
	Campo sup. úmido	Sps(ap)
	Cerrado	Sd(a)
	Cerrado denso com mata de galeria inundável e não inundável	Saf(ah)
	Cerrado denso sem mata de galeria inundável e não inundável	Sas(ag)
	Cerrado inundável com mata de galeria	Saf(an)
Savana (Cerrado)	Cerrado inundável sem mata de galeria	Sas(am)
	Cerrado ralo com mata de galeria inundável e não inundável	Spf(aa)
	Cerrado ralo sem mata de galeria inundável e não inundável	Sas(ak)
	Cerrado rupestre sem mata de galeria inundável e não inundável	Sas(ak)
	Cerrado típico com mata de galeria inundável e não inundável	Saf(a)
	Cerrado típico sem mata de galeria inundável e não inundável	Sas(ar)
	Parque de cerrado inundável com inundua	Sps(ao)
Formações Pioneiras	Brço	Pa(ay)
	Vereda	Pa(ax)
Praias e dunas	Praias e dunas	Pa(ay)
Corpos d'água continentais	Corpos d'água continentais	Pa(ax)

Convenções Cartográficas

- Sedes Municipais
- Limite Municipal
- Limite Estadual
- Área de Estudo
- Rios Principais



PROJEÇÃO GEOCÊNTRICA
SISTEMA DE REFERÊNCIA: SIRGAS 2000

1a Edição
2021

Direitos de reprodução reservados ao Governo do Estado do Tocantins

VEGETAÇÃO DA REGIÃO CENTRO-NORTE DO ESTADO DO TOCANTINS

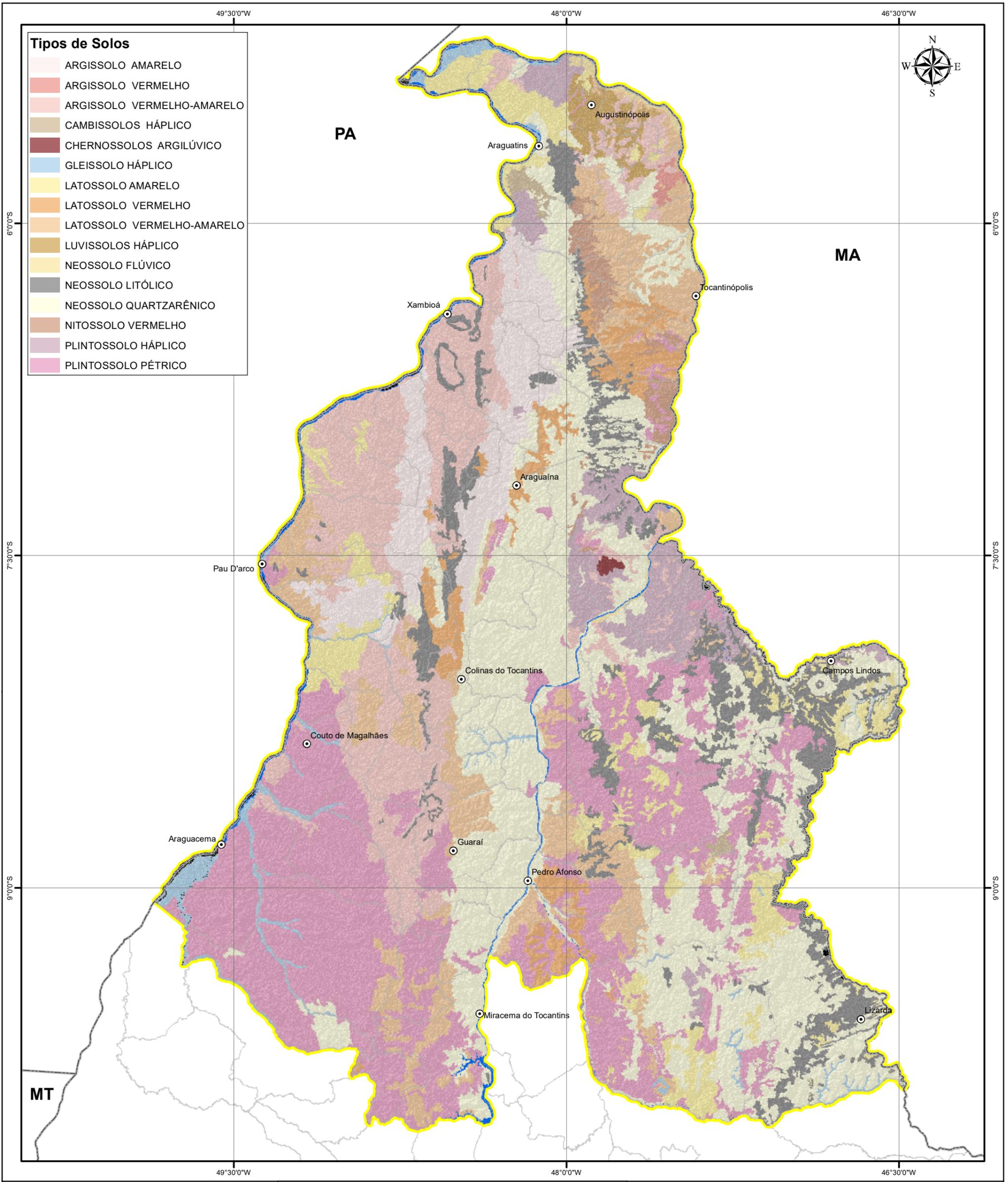
Fonte: Base de dados GeoTocantins, Mapa de Regiões Fitocológicas do Estado do Tocantins (Seplan, 2013)



GOVERNO DO TOCANTINS

APÊNDICE II

MAPA DE SOLOS DA REGIÃO CENTRO NORTE DO ESTADO DO TOCANTINS



Tipos de Solos

ARGISSOLO AMARELO
ARGISSOLO VERMELHO
ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO
CAMBISSOLOS HÁPLICO
CHERNOSSOLOS ARGILÚVICO
GLEISSOLO HÁPLICO
LATOSSOLO AMARELO
LATOSSOLO VERMELHO
LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO
LUVISSOLOS HÁPLICO
NEOSSOLO FLÚVICO
NEOSSOLO LITÓLICO
NEOSSOLO QUARTZARÊNICO
NITOSSOLO VERMELHO
PLINTOSSOLO HÁPLICO
PLINTOSSOLO PÉTRICO



Convenções Cartográficas

	Sedes Municipais
	Limite Municipal
	Limite Estadual
	Área de Estudo

Escala 1:1.750.000

PROJEÇÃO GEOCÊNTRICA
SISTEMA DE REFERÊNCIA: SIRGAS 2000

1a Edição
2021

Direitos de reprodução reservados ao Governo do Estado do Tocantins

SOLOS DA REGIÃO CENTRO-NORTE DO ESTADO DO TOCANTINS

Fonte:
Base de dados GeoTocantins, Solos elaborada através da reinterpretação do Mapa de Solos do Estado do Tocantins - Projeto SIVAM (IBGE, 2007).

Consórcio SAMBAIBA
OIKOS

SECRETARIA DO PLANEJAMENTO E ORÇAMENTO

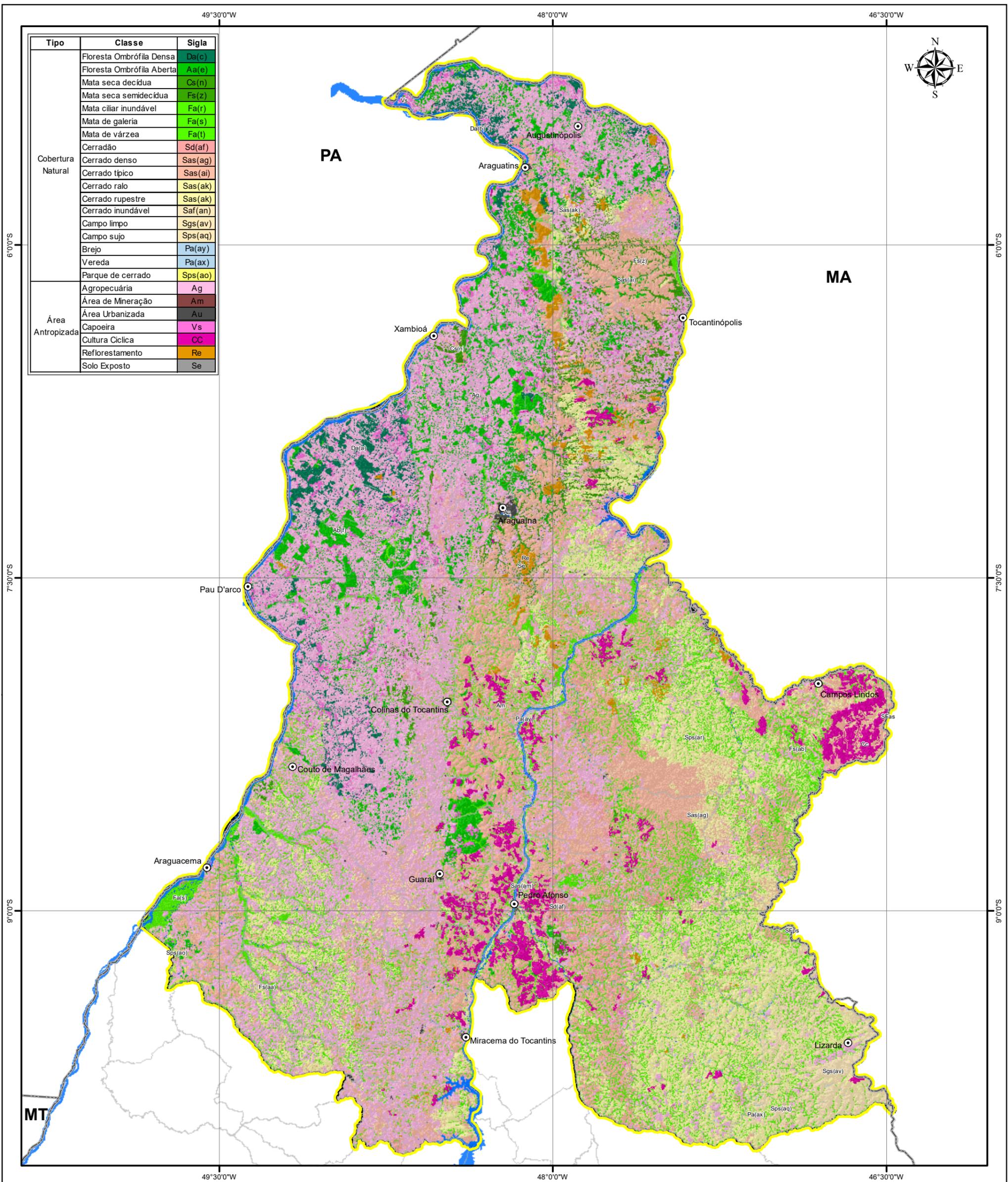
TOCANTINS

BANCO MUNDIAL
BIRD, AID | GRUPO BANCO MUNDIAL



APÊNDICE III

MAPA DE USO DA TERRA DO ANO DE 2015 DA REGIÃO CENTRO NORTE DO ESTADO DO TOCANTINS



Tipo	Classe	Sigla
Cobertura Natural	Floresta Ombrófila Densa	Da(c)
	Floresta Ombrófila Aberta	Aa(e)
	Mata seca decídua	Cs(n)
	Mata seca semidecídua	Fs(z)
	Mata ciliar inundável	Fa(r)
	Mata de galeria	Fa(s)
	Mata de várzea	Fa(t)
	Cerradão	Sd(af)
	Cerrado denso	Sas(ag)
	Cerrado típico	Sas(ai)
	Cerrado ralo	Sas(ak)
	Cerrado rupestre	Sas(ak)
	Cerrado inundável	Saf(an)
	Campo limpo	Sgs(av)
	Campo sujo	Sps(aq)
Brejo	Pa(ay)	
Vereda	Pa(ax)	
Parque de cerrado	Sps(ao)	
Área Antropizada	Agropecuária	Ag
	Área de Mineração	Am
	Área Urbanizada	Au
	Capoeira	Vs
	Cultura Cíclica	CC
	Reflorestamento	Re
	Solo Exposto	Se

Convenções Cartográficas

- Sedes Municipais
- Limite Municipal
- Limite Estadual
- Área de Estudo
- Rios Principais

Escala 1:1.750.000

PROJEÇÃO GEOCÊNTRICA
SISTEMA DE REFERÊNCIA: SIRGAS 2000

1a Edição
2021

Direitos de reprodução reservados ao Governo do Estado do Tocantins

**COBERTURA E USO DA TERRA
ANO 2015 DA REGIÃO CENTRO-NORTE
DO ESTADO DO TOCANTINS**

Fonte:
Base de dados GeoTocantins, Estudo da Dinâmica da Cobertura e Uso da Terra do Estado do Tocantins. Dinâmica do Tocantins. Escala 1:100.000. (Seplan, 2012b)

Consórcio SAMBAIBA
OIKOS

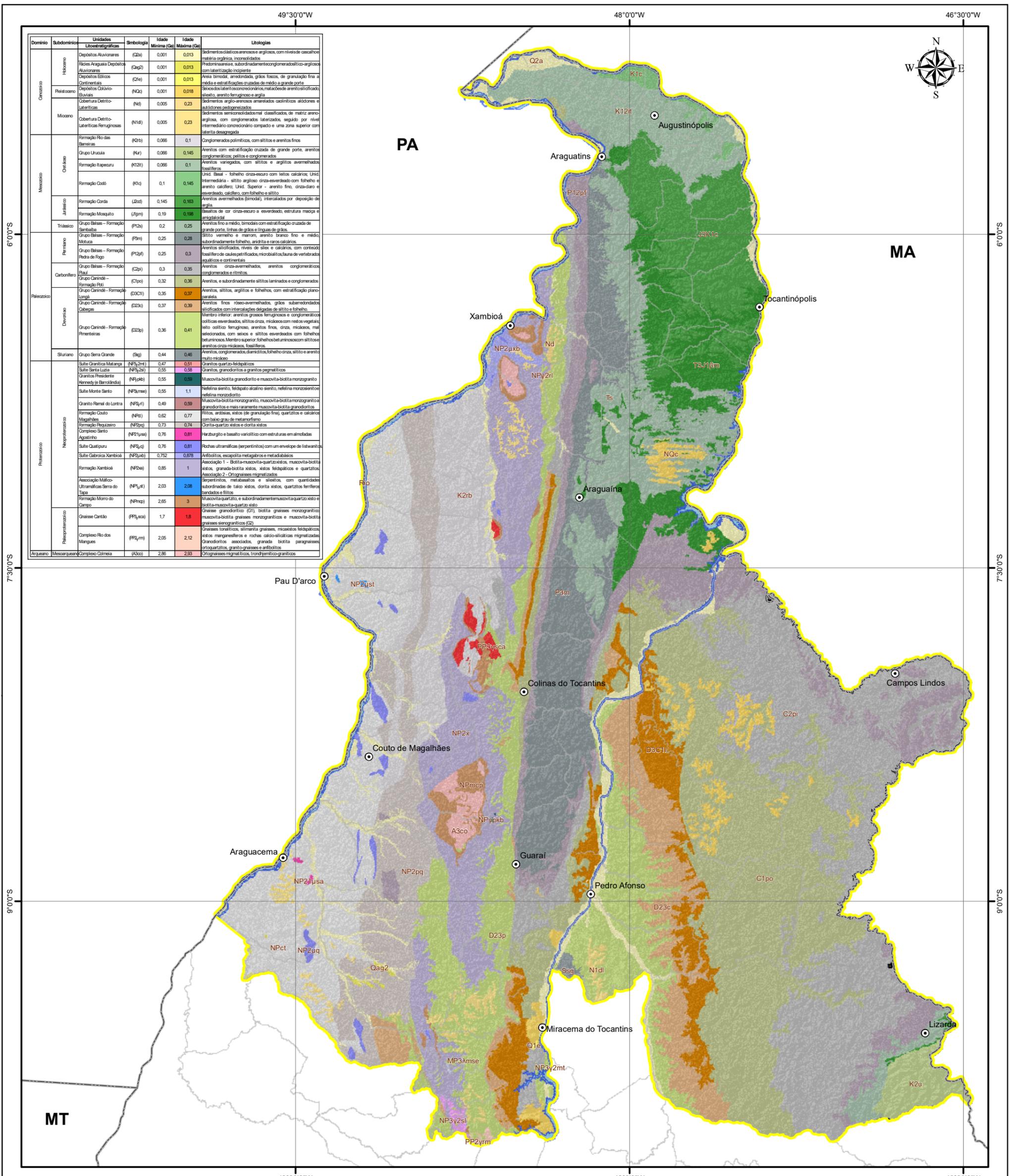
SECRETARIA DO PLANEJAMENTO E ORÇAMENTO
TOCANTINS

BANCO MUNDIAL
BIRD. AID | GRUPO BANCO MUNDIAL



APÊNDICE IV

MAPA GEOLÓGICO DA REGIÃO CENTRO NORTE DO ESTADO DO TOCANTINS



Domínio	Subdomínio	Unidades Litogeográficas	Simbologia	Idade (Ga)		Litologias	
				Mínima	Máxima		
Cenozoico	Holoceno	Depósitos Aluvionares (Q2a)		0,001	0,013	Sedimentos de solos arenosos e argilosos, com níveis de cascalhos, matéria orgânica, inconsolidados	
		Áreas Araguatins Depósitos Aluvionares (Q2b)		0,001	0,013	Predominância de, subordinadamente conglomerados silico-argilosos com laterização incipiente	
	Pleistoceno	Depósitos Estuários (Q1e)		0,001	0,013	Áreas bimodais, arredondadas, grãos finos, de granulação fina a média e estratificações cruzadas de média a grande porte	
		Depósitos Calvío-Buárias (Q1c)		0,001	0,018	Sedimentos lateríticos concrecionários, matizes de arenito silificado, silteito, arenito ferruginoso e argila	
Mioceno	Oligoceno	Cobertura Detritolaterítica (N4)		0,005	0,23	Sedimentos argilo-arenosos amarelados calcilíticos alóctons e autóctones pedregulhosos	
		Cobertura Detritolaterítica Ferruginosa (N1d)		0,005	0,23	Sedimentos semiconsolidados mal classificados, de matriz arenosa-argilosa, com conglomerados laterizados, seguido por nível intermediário concrecionário compacto e uma zona superior com laterita desagregada	
Mesozoico	Cretáceo	Formação Rio das Barras (K2b)		0,066	0,1	Conglomerados polimíticos, com silteitos e arenitos finos	
		Grupo Uruçua (K4)		0,066	0,145	Arenitos com estratificação cruzada de grande porte, arenitos conglomeráticos, pelitos e conglomerados	
		Formação Itapicuru (K12i)		0,066	0,1	Arenitos variegados, com silteitos e argilitos avermelhados fossilíferos	
		Formação Coxá (K1c)		0,1	0,145	Unid. Basal - folhelho cinza-escuro com leitos calcários; Unid. Intermediária - silteito argiloso cinza-escuro com folhelho e arenito calcífero; Unid. Superior - arenito fino, cinza-claro e esverdeado, calcífero, com folhelho e silteito	
	Jurássico	Formação Corda (J2c)		0,145	0,163	Arenitos avermelhados (bimodais), intercalados por deposição de argila	
		Formação Mosquito (J3m)		0,19	0,198	Biotite de cor cinza-escuro a esverdeado, estrutura maciça e angulobiotita	
Permiano	Trilésico	Grupo Balaia - Formação Bambalhas (P12a)		0,2	0,25	Arenitos fino a médio, bimodais com estratificação cruzada de grande porte, linhas de grãos e linhas de grãos	
		Grupo Balaia - Formação Moscos (P1m)		0,25	0,28	Silteito vermelho e marrom, arenito branco fino e médio, subordinadamente folhelho, ardilha e arenito calcífero	
Paleozoico	Devoniano	Grupo Balaia - Formação Pedra de Fogo (P12f)		0,25	0,3	Arenitos silificados, níveis de silte e calcários, com conteúdo fossilífero de caules petrificados, microfósseis, fauna de vertebrados aquáticos e contínuas	
		Grupo Balaia - Formação Basal (C1p)		0,3	0,35	Arenitos cinza-avermelhados, arenitos conglomeráticos, conglomerados e ritmitos	
	Carbonífero	Grupo Carindá - Formação Retaí (C1p)		0,32	0,36	Arenitos, e subordinadamente silteitos laminados e conglomerados	
		Grupo Carindá - Formação Longá (D3C1l)		0,35	0,37	Arenitos, silteitos, argilitos e folhelhos, com estratificação plano-paralela	
	Permiano	Grupo Carindá - Formação Cabeças (D23c)		0,37	0,39	Arenitos finos róseo-avermelhados, grãos subarredondados silificados com intercalações delgadas de silteito e folhelho	
		Grupo Carindá - Formação Pimenteira (D23p)		0,36	0,41	Membro inferior: arenitos grossos ferruginosos e conglomeráticos pelíticos esverdeados, silteitos cinza, micáceos com restos vegetais; leito colítico ferruginoso, arenitos finos, cinza, micáceos, mal selecionados, com silteitos esverdeados com folhelhos betuminosos. Membro superior: folhelhos betuminosos com silteitos arenitos cinza micáceos, fossilíferos	
	Proterozoico	Neoproterozoico	Grupo Serra Grande (Rg)		0,44	0,46	Arenitos, conglomerados, diamictos, folhelho cinza, silteito e arenito muito micáceo
			Suíte Granítica Matanga (NP3,2mt)		0,47	0,51	Granitos quartzo-feldspáticos
			Suíte Santa Luzia (NP3,2s)		0,55	0,58	Granitos, granodioritos a granitos pegmatíticos
			Granitos Presidente Kennedy (e Barrolândia) (NP3,4b)		0,55	0,59	Muscovita-biotita granodiorito e muscovita-biotita monzogranito
Suíte Monte Santo (NP3,4ms)				0,55	1,1	Nefelina sienito, feldspato alcalino sienito, nefelina monzonítica nefelina monzonito	
Granito Ramal do Lontra (NP3,4l)				0,49	0,59	Muscovita-biotita monzogranito, muscovita-biotita monzogranito ou granodioritos e mais raramente muscovita-biotita granodioritos	
Formação Coxá (NP4)				0,62	0,77	Ritros, ardias, xistos (de granulação fina), quartzitos e calcários com baixo grau de metamorfismo	
Formação Magalhães (NP2p)				0,73	0,74	Chertito-quartzito xistos e dionita xistos	
Complexo Santo Agostinho (NP2,1sa)				0,76	0,81	Harzburgito e basalto variolítico com estruturas em almofadas	
Suíte Quilipuru (NP2,1q)				0,76	0,81	Rochas ultramáficas (serpentiníticas) com um envelope de listwanites	
Suíte Gebroica Xambioá (NP2,1xb)				0,752	0,678	Amfibólitos, escapolita metagabros e metadiabases	
Formação Xambioá (NP2e)				0,85	1	Associação 1 - Biotita-muscovita-quartzitos, muscovita-biotita xistos, granada-biotita xistos, xistos feldspáticos e quartzitos	
Associação Mifco-Ultramáfica Serra do Tapa (NP1,4)				2,03	2,08	Serpentinóis, metabasaltos e silteitos, com quantidades subordinadas de talco xistos, dionita xistos, quartzitos ferríferos bandados e filitos	
Formação Morro do Campo (NP2p)				2,65	3	Muscovita-quartzito, e subordinadamente muscovita-quartzito xisto e biotita-muscovita-quartzito xisto	
Rheoproterozoico	Gnaisses	Gnaise Cantão (FP3,ca)		1,7	1,8	Gnaise granodiorítico (G1) biotita gnaisses monzograníticos; muscovita-biotita gnaisses monzograníticos e muscovita-biotita gnaisses sienograníticos (G2)	
		Complexo Rio das Mangueiras (FP3,rm)		2,05	2,12	Gnaisses tonalíticos, silimanita gnaisses, micaestós feldspáticos; xistos margensilteitos e rochas calcio-silicáticas migmatizadas	
		Complexo Rio das Mangueiras (FP3,rm)		2,05	2,12	Granodioritos associados, granada biotita paragneiss, ortoquartzitos, granito-gnaisses e amfibólitos	
Araucario	Mesoproterozoico	Complexo Gamaia (A3c)		2,86	2,93	Orthognaisses migmatíticos, trondhjemítico-granitos	

Convenções Cartográficas

- Sedes Municipais
- Limite Municipal
- Limite Estadual
- Área de Estudo

Escala 1:1.750.000

PROJEÇÃO GEOCÊNTRICA
SISTEMA DE REFERÊNCIA: SIRGAS 2000

1a Edição
2021

Direitos de reprodução reservados ao Governo do Estado do Tocantins

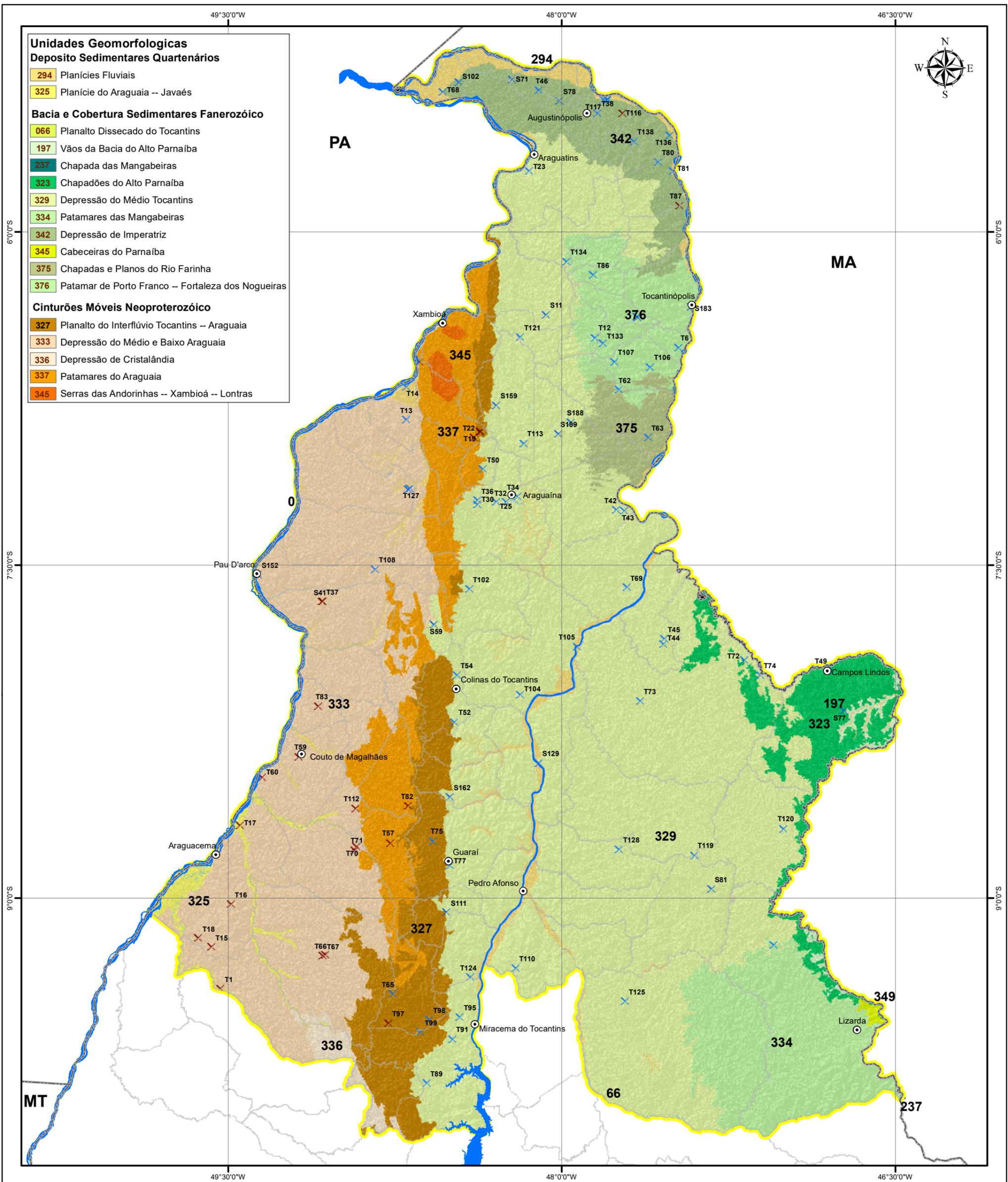
GEOLÓGIA DA REGIÃO CENTRO-NORTE DO ESTADO DO TOCANTINS

Fonte:
Base de dados GeoTocantins, Geologia elaborada através da reinterpretção da Cartas do Brasil ao Milionésimo do Serviço Geológico do Brasil (SCHOBENHAUS, et al., 2004).



APÊNDICE V

MAPA GEOMORFOLÓGICO DA REGIÃO CENTRO NORTE DO ESTADO DO TOCANTINS



- Unidades Geomorfológicas**
- Deposito Sedimentares Quaternários**
- 294 Planícies Fluviais
 - 325 Planície do Araguaia -- Javaés
- Bacia e Cobertura Sedimentares Fanerozóico**
- 066 Planalto Dissecado do Tocantins
 - 197 Vãos da Bacia do Alto Parnaíba
 - 237 Chapada das Mangabeiras
 - 323 Chapadões do Alto Parnaíba
 - 329 Depressão do Médio Tocantins
 - 334 Patamares das Mangabeiras
 - 342 Depressão de Imperatriz
 - 345 Cabeceiras do Parnaíba
 - 375 Chapadas e Planos do Rio Farinha
 - 376 Patamar de Porto Franco -- Fortaleza dos Nogueiras
- Cinturões Móveis Neoproterozóico**
- 327 Planalto do Interflúvio Tocantins -- Araguaia
 - 333 Depressão do Médio e Baixo Araguaia
 - 336 Depressão de Cristalândia
 - 337 Patamares do Araguaia
 - 345 Serras das Andorinhas -- Xambioá -- Lontras

- Convenções Cartográficas**
- Sedes Municipais
 - Limite Municipal
 - Limite Estadual
 - Área de Estudo
 - Rios Principais
- Poços Cadastrados**
- × Fissural
 - × Poroso

Escala 1:1.750.000

35 0 35 70 105 km

PROJEÇÃO GEOCÊNTRICA
SISTEMA DE REFERÊNCIA: SIRGAS 2000

1a Edição
2021

Direitos de reprodução reservados ao Governo do Estado do Tocantins

Fonte:
Base de dados GeoTocantins. Adaptado IBGE (2007c), Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (2021); e TRHIMIL Tocantins Recursos Hídricos Minerais Ltda. (2021)

GEOMORFOLOGIA DA REGIÃO CENTRO-NORTE DO ESTADO DO TOCANTINS

Consórcio SAMBAIBA
OIKOS

SECRETARIA DO PLANEJAMENTO E ORÇAMENTO
TOCANTINS

BANCO MUNDIAL
BIRD. AID | GRUPO BANCO MUNDIAL

Projeto de Desenvolvimento Regional Integrado e Sustentável

SÉRIE TOCANTINS - CENTRO-NORTE - RECURSOS NATURAIS

Volume I - Diagnóstico Ambiental e Socioambiental

Volume II - Escolha da Rede de Monitoramento / Cadastramento dos Poços de Rede / Interpretação dos Testes de Aquíferos / Potenciometria dos Aquíferos Livres

Volume III - Diagnóstico Hidrogeológico

ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS DA REGIÃO CENTRO-NORTE DO ESTADO DO TOCANTINS

EQUIPE EXECUTORA

Coordenação	Formação
Coordenador Geral Waldir Duarte Costa	Geólogo - Doutor em Hidrogeologia
Especialista em Geoprocessamento / Coordenado Adjunto Ricardo Ribeiro Dias	Geólogo - Doutor em Geociências e Meio Ambiente
Especialista em Hidrogeologia Wilton José Silva da Rocha	Geólogo - Doutor em Hidrogeologia e Meio Ambiente
Especialista em Hidroquímica José Viana de Carvalho	Químico Industrial - Especialista em Química Analítica
Especialista em Hidrologia Cláudio Marchand Krugger	Engenheiro Civil - Doutor em Métodos Numéricos
Equipe Técnica	
Eduardo Antônio Audibert	Cientista Social - Doutor em Sociologia
Erton Inácio de Moraes	Engenheiro Ambiental
Ghislaine Medeiros de Almeida	Geóloga - Mestre em Hidrogeologia e Geologia Ambiental
Isac Tavares de Santana	Geógrafo
Jailton Soares dos Reis	Geógrafo
Resivaldo Barros Amorim	Geólogo
Virlei Álvaro de Oliveira	Engenheiro Agrônomo - Doutor em Geociências e Meio Ambiente
Vinicius de Melo Lima	Engenheiro Ambiental
Equipe de Apoio	
Claudia Regina Bucar Miranda	Administradora

Nota Técnica

Os *Estudos Hidrogeológicos da Região Centro-Norte do Estado do Tocantins* foram executados mediante a prestação de serviços especializados firmada entre a **Secretaria do Planejamento e Orçamento do Estado do Tocantins** e o **Consórcio Sambaíba** - formado pelas empresas **COSTA Consultoria e Serviços Técnicos e Ambientais** e **Oikos Pesquisa Aplicada Ltda**, por meio do Contrato nº 04/2021. 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.

SECRETARIA DO
**PLANEJAMENTO
E ORÇAMENTO**

TOCANTINS
GOVERNO DO ESTADO



Banco Mundial