



Uema
UNIVERSIDADE ESTADUAL
DO MARANHÃO

CODEVASF 

PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS
DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ITAPECURU-MA

BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ITAPECURU-MA: DIAGNÓSTICO GEOAMBIENTAL, BIÓTICO E SOCIOECONÔMICO

Volume I

São Luís - MA
2024

MINISTÉRIO DA
INTEGRAÇÃO E DO
DESENVOLVIMENTO
REGIONAL

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
UNIÃO E RECONSTRUÇÃO

GOVERNO DO
MARANHÃO
TRABALHANDO PARA TODOS

NuGeo 
NÚCLEO GEOAMBIENTAL - UEMA

FAPEAD
FUNDAÇÃO DE APOIO
AO ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO

**PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ITAPECURU (PRH-ITAPECURU)
UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO/NÚCLEO GEOAMBIENTAL - NUGEO/UEMA
DIAGNÓSTICO GEOAMBIENTAL, BIÓTICO E SOCIOECONÔMICO**

GOVERNO DO ESTADO DO MARANHÃO

CARLOS ORLEANS BRANDÃO JUNIOR
GOVERNADOR

FELIPE COSTA CAMARÃO
VICE GOVERNADOR

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO - UEMA

WALTER CANALES SANT'ANA
REITOR

PAULO HENRIQUE ARAGÃO CATUNDA
VICE-REITOR

ILKA MÁRCIA RIBEIRO DE SOUZA SERRA
PRÓ-REITORA DE EXTENSÃO E ASSUNTOS ESTUDANTIS

MARCELO CHECHE GALVES
PRÓ-REITOR DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO

LUIZ JORGE BEZERRA DA SILVA DIAS
COORDENADOR DO CONVENIO
N 8.088.00/2016-CODEVASF -UEMA (SICONV N 842341/2016)

JUCIVAN RIBEIRO LOPES
COORDENADOR DO NÚCLEO GEOAMBIENTAL

ELIENÉ PONTES DE ARAÚJO
COORDENADORA DE PROJETOS DO NÚCLEO GEOAMBIENTAL

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

LUIZ INÁCIO LULA DA SILVA
PRESIDENTE

GERALDO JOSÉ RODRIGUES ALCKMIN FILHO
VICE PRESIDENTE

**COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DOS VALES DO SÃO FRANCISCO
E DO PARNAÍBA - CODEVASF**

ANTÔNIO WALDEZ GÓES DA SILVA
MINISTRO DA INTEGRAÇÃO E DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL

MARCELO ANDRADE MOREIRA PINTO
DIRETOR-PRESIDENTE DA CODEVASF

JOSE VIVALDO SOUZA DE MENDONÇA FILHO
DIRETOR DA ÁREA DE REVITALIZAÇÃO E SUSTENTABILIDADE
SOCIOAMBIENTAL

CLOVIS LUÍS PAZ OLIVEIRA
SUPERINTENDENTE REGIONAL DA CODEVASF/8ºSR

ADENILSON KERLISSON CARVALHO DE OLIVEIRA
GERENTE DA 8ª GERÊNCIA REGIONAL DE REVITALIZAÇÃO E
SUSTENTABILIDADE SOCIOAMBIENTAL

WELLIAN MOREIRA DOS SANTOS
CHEFE DA UNIDADE REGIONAL DE MEIO AMBIENTE DA
CODEVASF/8ºSR

EQUIPE TÉCNICA

EQUIPE DE COORDENAÇÃO E PLANEJAMENTO

LUIZ JORGE BEZERRA DA SILVA DIAS (COORD.)
ELIENÉ PONTES DE ARAÚJO
LUIZ CARLOS ARAÚJO DOS SANTOS
JUCIVAN RIBEIRO LOPES
ARIADNE ENES ROCHA
KARINA SUZANA FEITOSA PINHEIRO
PAULO HENRIQUE DE ARAGÃO CATUNDA

BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ITAPECURU:

Limites, Cursos e Sub-Bacias

ELIENÉ PONTES DE ARAÚJO
LUIZ CARLOS ARAÚJO DOS SANTOS
HAUANEN ARAÚJO ROCHA
IDEVAN GUSMÃO SOARES
JUCIVAN RIBEIRO LOPES

GEOLOGIA-GEOMORFOLOGIA

LUIZ JORGE BEZERRA DA SILVA DIAS
ALLANA PEREIRA COSTA
ELNA LUCÍLIA SANTOS CORRÊA
GABRIEL COSTA DA COSTA

HIDROGEOLOGIA

CLÁUDIO JOSÉ DA SILVA DE SOUSA
KARINA SUZANA FEITOSA PINHEIRO

CLIMATOLOGIA

GUNTER DE AZEVEDO RESCHKE
CARLOS MARCIO DE AQUINO ELÓI
ANDREA HELENA MACHADO DOS SANTOS
CARLOS WENDELL SOARES DIAS

SOLOS, VULNERABILIDADE E APTIDÃO

AGRÍCOLA DAS TERRAS

ELIENÉ PONTES DE ARAÚJO
MARCELINO SILVA FARIAS FILHO
MOACIR AZEVEDO VALENTE
ADRIANO VENTURIERE
TASSIO KOITI IGAWA
DEYSIELE VIANA DE OLIVEIRA
ANTONIO GUILHERME SOARES CAMPO

BIODIVERSIDADE - FAUNA

TADEU GOMES DE OLIVEIRA
LESTER ALEXANDER FOX ROSALES

USO E COBERTURA DA TERRA

ARIADNE ENES ROCHA
EDUARDO BEZERRA DE ALMEIDA JUNIOR
IDEVAN GUSMÃO SOARES
DANUBIO CAMPOS PINHEIRO
MARLA MARIA BARBOSA AROUCHE

SOCIOECONOMIA

JUCIVAN RIBEIRO LOPES
ARKLEY MARQUES BANDEIRA
JOÃO FIRMINIANO DA CONCEIÇÃO FILHO
DEYSIELE VIANA DE OLIVEIRA
CONCEIÇÃO DE MARIA ARAÚJO COSTA

GEOPROCESSAMENTO/BANCO DE DADOS/SIGWEB

ELIENÉ PONTES DE ARAÚJO
HAUANEN ARAÚJO ROCHA
IDEVAN GUSMÃO SOARES
DANÚBIO CAMPOS PINHEIRO
JONY HERBETH ALMEIDA SILVA
MÁRCIO ROBERTO BEZERRA FIALHO

PROJETO GRÁFICO

DANÚBIO CAMPOS PINHEIRO
LETÍCIA PONTES DE ARAÚJO CAVALCANTE
ELIENÉ PONTES DE ARAÚJO
HAUANEN ARAÚJO ROCHA



**PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ITAPECURU
DIAGNÓSTICO GEOAMBIENTAL, BIÓTICO E SOCIOECONÔMICO**

COORDENAÇÃO:

Luiz Jorge Bezerra da Silva Dias

EQUIPE CHAVE:

Elieenê Pontes de Araújo

Luiz Carlos Araújo dos Santos

Jucivan Ribeiro Lopes

Ariadne Enes Rocha

Karina Suzana Feitosa Pinheiro

Paulo Henrique de Aragão Catunda

EDIÇÃO E DESIGN GRÁFICO:

Danúbio Campos Pinheiro, Elieenê Pontes de Araújo, Leticia Pontes de Araújo Cavalcante e Hauanen Araújo Rocha

Diagnóstico Geoambiental, Biótico e Socioeconômico do Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru (PRH-Itapecuru) / coordenadores Luiz Jorge Bezerra da Silva Dias, Elieenê Pontes de Araújo, Luiz Carlos Araújo dos Santos, Jucivan Ribeiro Lopes, Ariadne Enes Rocha, Karina Suzana Feitosa Pinheiro, Paulo Henrique de Aragão Catunda - São Luís: UEMA/NUGEO, 2024. 428p: il. color. (Diagnóstico)

ISBN:

1.Bacia Hidrográfica. 2.Itapecuru. 3. Diagnóstico. 4. Recursos Hídricos. I.Dias, Luiz Jorge Bezerra da Silva; Araújo, Elieenê Pontes de Araújo; Lopes,Jucivan Ribeiro Lopes [et al.] coord. II.Título. IV. Série.

CDU:

Elaborado por

SUMÁRIO

BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ITAPECURU: Limites, Cursos e Sub-bacias	20
1. LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA.....	21
1.1 Alto Itapecuru (da nascente a Colinas).....	25
1.2 Médio Itapecuru (de Colinas a Caxias)	25
1.3 Baixo Itapecuru (de Caxias à foz)	26
2. SUB-BACIAS	27
2.1 Introdução	27
2.1.1 O Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos e a Codificação de Pfafstetter	27
2.1.2 Codificação oficial de bacias brasileiras.....	28
2.2 Metodologia Otto Pfafstetter	29
2.3 Resultado.....	35
REFERÊNCIAS	38
DIAGNÓSTICO GEOLÓGICO-GEOMORFOLÓGICO	39
1. INTRODUÇÃO.....	40
2. A MORFOESTRUTURA DO TERRITÓRIO: A Geologia e a Tectônica em Destaque	48
3. GEOMORFOLOGIA E UNIDADES MORFOCLIMÁTICAS	71
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	92
REFERÊNCIAS	93
DIAGNÓSTICO HIDROGEOLÓGICO DA BACIA DO RIO ITAPECURU	96
1. INTRODUÇÃO.....	97
2. CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA DAS UNIDADES HIDROESTRATIGRÁFICAS.....	97
3. COMPOSIÇÃO DO BANCO DE DADOS DE POÇOS TUBULARES.....	106
4. ESPACIALIZAÇÃO DOS PARÂMETROS HIDRÁULICOS DOS POÇOS TUBULARES.....	112
5. PRODUTIVIDADE DAS UNIDADES HIDROESTRATIGRÁFICAS AFLORANTES E SUBJACENTES.....	132
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	156
REFERÊNCIAS	157
DIAGNÓSTICO CLIMÁTICO DA BACIA DO RIO ITAPECURU	164
1. INTRODUÇÃO.....	165
2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	166
2.1 Temperatura do Ar.....	168
2.2 Precipitação Pluviométrica	169
2.3 Balanço Hídrico Climático.....	170
2.4 Evapotranspiração Potencial	171
2.5 Índice de Erosividade	171
3. RESULTADOS E DISCUSSÕES	172
3.1 Precipitação Pluviométrica	172
3.2 Temperatura Média do Ar.....	178
3.3 Evapotranspiração Potencial	184
3.4 Deficiência Hídrica.....	190
3.5 Excedente Hídrico.....	195
3.6 Índice de Erosividade	199
3.7 Sistemas Produtores de Tempo na Bacia do Itapecuru	204
3.8 Eventos Extremos de Chuva na Bacia do Rio Itapecuru	205
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	208
REFERÊNCIAS	209

DIAGNÓSTICO DE SOLOS, DE VULNERABILIDADE E DE AVALIAÇÃO DA APTIDÃO AGRÍCOLA DAS TERRAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ITAPECURU	210
1. INTRODUÇÃO	211
2. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	211
3. METODOLOGIA	212
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	217
4.1 Representação Cartográfica das Classes de Solos Dominantes	217
4.1.2 Quantificação e Representação Gráfica das Classes de Solos Dominantes	219
4.2 Conceituação das Classes de Solos Dominantes	220
4.2.1. Argissolos	220
4.2.2. Gleissolos	221
4.2.3. Latossolos	222
4.2.4. Luvisolos	222
4.2.5. Neossolos	223
4.2.6. Nitossolos	223
4.2.7. Planossolos	224
4.2.8. Plintossolos	224
4.3. Análise de Vulnerabilidade Natural	225
4.3.1. Descrição das Classes de Vulnerabilidade Natural	227
4.3.1.1 Estável	227
4.3.1.2 Moderadamente Estável	228
4.3.1.3 Moderadamente Estável/Vulnerável	229
4.3.1.3 Moderadamente Vulnerável	230
4.3.1.4 Vulnerável	231
4.4. Aptidão Agrícola das Terras	232
4.4.1 Representação Cartográfica das Classes de Aptidão Agrícola das Terras	232
4.4.2 Quantificação e Representação Gráfica das Classes de Aptidão Agrícola das Terras	235
4.4.3 Conceituação das Classes de Aptidão Agrícola das Terras	236
4.4.3.1 Classe de aptidão BOA para agricultura (B/A)	236
4.4.3.2 Classe de aptidão REGULAR para agricultura (R/A)	237
4.4.3.3 Classe de aptidão BOA para pecuária (B/P)	237
4.4.3.4 Classe de aptidão REGULAR para pecuária (R/P)	238
4.4.3.5 Classe de aptidão NÃO RECOMENDADA para atividades agropecuárias (N/R)	238
5. CONCLUSÕES	238
REFERÊNCIAS	239
DIAGNÓSTICO FAUNÍSTICO DA BACIA DO RIO ITAPECURU	241
1. INTRODUÇÃO	242
2. O TERRITÓRIO DA BACIA DO ITAPECURU E SUA DIVERSIDADE BIOLÓGICA	243
3. REGISTROS DA BIODIVERSIDADE DA BACIA DO ITAPECURU POR GRUPO TAXONÔMICO AVALIADO	250
DIAGNÓSTICO DE COBERTURA E USO DA TERRA NA BACIA DO RIO ITAPECURU	268
1. INTRODUÇÃO	269
2. METODOLOGIA	269
3. CARACTERIZAÇÃO DO USO E COBERTURA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ITAPECURU	271
3.1 Composição Florística do Baixo, Médio e Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru	271
3.2 Uso e Cobertura Vegetal da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru	286
3.3 Divisão do uso e cobertura por curso da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru	310
DIAGNÓSTICO SOCIOECONÔMICO, POLÍTICO E CULTURAL DA BACIA DO RIO ITAPECURU	327
1. INTRODUÇÃO	328

2.	PERSPECTIVA TEÓRICO-METODOLÓGICA	328
2.1	Metodologia aplicada	330
2.2	Fontes de coleta de dados	331
3.	RESULTADOS	332
3.1	Histórico das ocupações humanas da Bacia do rio Itapecuru	332
3.2	O vale do Rio Itapecuru	334
3.2.1	Os sítios de arte rupestre	335
3.2.2	Povos caçadores-coletores	340
3.2.3	Povos agricultores e ceramistas	342
3.2.4	A chegada dos primeiros colonizadores	343
3.2.5	Distribuição espacial dos sítios arqueológicos	348
3.3	Populações tradicionais	348
4.	PATRIMÔNIO HISTÓRICO E CULTURAL	356
4.1	Lista dos bens culturais materiais tombados pela UNESCO	356
4.2	Lista Representativa do Patrimônio Cultural Imaterial da Humanidade registrado no Brasil - UNESCO	357
4.3	Lista de registro dos Sítios Arqueológicos protegidos pelo Governo Federal – IPHAN	357
5.	POPULAÇÃO	361
5.1.	População total, densidade demográfica e taxa geométrica de crescimento populacional	361
5.2.	População Urbana e Rural	361
6.	SANEAMENTO BÁSICO (2000 e 2010)	365
6.1	Abastecimento de água	365
6.2	Instalações Sanitárias	370
6.3	Coleta de lixo	373
7.	ÍNDICE DE ENVELHECIMENTO (IE)	378
8.	MORTALIDADE INFANTIL	382
9.	TAXA DE ANALFABETISMO DE MAIORES DE 15 ANOS DE IDADE	385
10.	PRODUTO INTERNO BRUTO - PIB	388
11.	ÍNDICE DE DESENVOLVIMENTO HUMANO - IDH	392
12.	ESTABELECIMENTOS AGROPECUÁRIOS E ÍNDICE DE GINI PARA CONCENTRAÇÃO DE TERRAS	396
12.1	Estabelecimentos Agropecuários	396
13.	PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA	399
13.1	Produção Pecuária	399
13.1.1	Rebanho bovino	399
13.1.2	Rebanho caprino	402
13.1.3	Rebanho suíno	405
13.2	Produção Agrícola	408
13.2.1	Arroz em casca	408
13.2.2	Milho em grão	411
13.2.3	Soja	414
13.2.4	Cana-de-açúcar	417
14.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	420
	REFERÊNCIAS	420

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa de localização da bacia hidrográfica do rio Itapecuru no Estado do Maranhão.	22
Figura 2: Mapa de Subdivisão por curso alto, médio e baixo da Bacia do rio Itapecuru, Maranhão.	23
Figura 3: Codificação das bacias hidrográficas para o continente da América do Sul.	30
Figura 4: Região hidrográfica denominada por Pfafstetter de Interbacia.	31
Figura 5: Nível 2 de Codificação das bacias e interbacias.	32
Figura 6: Nível 2 de codificação das bacias hidrográficas brasileiras.	33
Figura 7: Nível 3 de codificação das bacias hidrográficas brasileiras.	34
Figura 8: Mapa de sub-bacias do rio Itapecuru, Maranhão.	36
Figura 1 – Descrição sintética das concepções integrativas em Geomorfologia.	42
Figura 2 – Mecanismo processual (ou causal) em Geomorfologia – orientação metodológica para a compreensão dos fatos geomorfológicos.	47
Figura 3 – Cartografia temática de lineamentos estruturais da Bacia do Alto Curso do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil).	51
Figura 4 – Escarpas de falhas normais em configuração de platôs correspondentes à Serra do Itapecuru, em Mirador, Bacia do Alto Curso do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil).	52
Figura 5 – Arco Xambioá – Teresina em áreas do Parque Estadual do Mirador, em município homônimo, na Bacia do Alto Curso do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil).	52
Figura 6 – Confluência do Rio Alpercatas (águas de tons mais claros) no Itapecuru por captura de drenagem, na Bacia do Alto Curso do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil).	53
Figura 7 – Unidades geotectônicas da Província Parnaíba, que é subdividida em Bacia do Grajaú (ao Norte), Bacia das Alpercatas (no Centro) e Bacia do Parnaíba (Centro, Leste e Sul). Destaca-se a área estudada em quadrilátero no centro da figura.	54
Figura 8 – Distribuição percentual de litologias na Bacia do Alto Curso do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil).	55
Figura 9 – Cartografia temática de Geologia/Litoestratigrafia da Bacia do Alto Curso do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil).	57
Figura 10 – Afloramento da Formação Corda em São Raimundo das Mangabeiras, ao Sul da Bacia do Alto Curso do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil), próximo aos divisores com a Bacia do Alto Curso do Parnaíba.	58
Figura 11 – Afloramento da Formação Sambaíba, ao Sul da Parque Estadual do Mirador, Bacia do Alto Curso do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil).	58
Figura 12 – Depósitos aluvionares quaternários associados ao Rio Itapecuru em Colinas, ao Norte da Bacia do Alto Curso do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil).	59
Figura 13 – Cartografia temática de lineamentos estruturais da Bacia do Alto Médio do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil).	61
Figura 14 – Cartografia temática de Geologia/Litoestratigrafia da Bacia do Médio Curso do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil).	62
Figura 15 – Feição paisagística do Lineamento Picos-Santa Inês entre os municípios de Dom Pedro e Gonçalves Dias (MA).	63
Figura 16 – Últimos prolongamentos do Arco Xambioá – Teresina em sua direção Nordeste, na Bacia do Médio Curso do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil) entre Parnarama e Matões (MA).	63
Figura 17 – Vista parcial, ao fundo, de anticlinal encoberta, representando divisor de drenagem entre a Bacia do Médio Curso do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil) e a Bacia Hidrográfica do Médio Parnaíba, em Matões (MA).	64

Figura 18 – Vista parcial, ao fundo, de anticlinal encoberta, representando divisor de drenagem entre a Bacia do Alto e a do Médio Curso do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil), entre Fortuna e Buriti Bravo (MA). ...	64
Figura 19 – Gráfico de distribuição areal (km ²) das fácies sedimentares na Bacia do Médio Curso do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil).	65
Figura 20 – Afloramento da Formação Corda no Médio Curso do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil), em Caxias (MA).	66
Figura 21 – Cartografia temática de lineamentos estruturais da Bacia do Baixo Curso do Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil).	68
Figura 22 – Cartografia temática de Geologia/Litoestratigrafia da Bacia do Baixo Curso do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil).	69
Figura 23 – Gráfico de distribuição areal (km ²) das fácies sedimentares na Bacia do Médio Curso do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil).	70
Figura 24 – Cartografia temática de Hipsometria da Bacia do Alto Curso do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil).	72
Figura 25 – Cartografia temática de Declividade da Bacia do Alto Curso do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil).	73
Figura 26 – Cânion de extensão local sotaposto a plano de falha adaptada pelo canal do Itapecuru a Sul da Bacia do Alto Curso do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil).	75
Figura 27 – Planícies fluviais embutidas em compartimentos de relevo ondulados em São Domingos do Azeitão, Sudeste da Bacia do Alto Curso do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil).	75
Figura 28 – Divisor de Águas do Itapecuru e do Parnaíba, a Sul da Bacia do Alto Curso do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil), em São Raimundo das Mangabeiras, BR-230.	76
Figura 29 – Desnível do Arco Xambioá-Teresina em patamares de chapadas com orientação SW-NE em Sucupira do Norte, Centro da Bacia do Alto Curso do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil).	76
Figura 30 – Distribuição percentual dos conjuntos de geoformas regionais da Bacia do Alto Curso do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil).	77
Figura 31 – Cartografia temática de Geomorfologia da Bacia do Alto Curso do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil).	78
Figura 32 – Carta temática hipsométrica da Bacia do Médio Curso do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil).	80
Figura 33 – Carta temática de declividade da Bacia do Médio Curso do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil).	81
Figura 34 – Arco Xambioá-Teresina em Buriti Bravo, com cotas altimétricas entre 220 e 300 metros acima do NRM, representando área-fonte de sedimentos atuais por processos denudacionais em curso.	83
Figura 35 – Confluência dos rios Saco e Codozinho, município de Codó (MA), nas proximidades do contato entre o Médio e o Baixo Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil).	83
Figura 36 – Carta temática de geomorfologia da Bacia do Médio Curso do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil).	84
Figura 37 – Gráfico demonstrativo de percentual de área ocupada por unidades geomorfológicas na Bacia do Médio Curso do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil).	85
Figura 38 – Retirada de lateritas (concreções ferruginosas) em área de lixão no município de Governador Luiz Rocha, na Bacia do Médio Curso do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil).	87
Figura 39 – Carta temática de geomorfologia da Bacia do Baixo Curso do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil).	88
Figura 40 – Carta temática hipsométrica da Bacia do Baixo Curso do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil).	90
Figura 41 – Carta temática de declividade da Bacia do Baixo Curso do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil).	91

Figura 42 – Compartimentação da Província Parnaíba. Notar a localização da unidade geotectônica entre os crátons: Amazônico (oeste), São Luís (norte) e São Francisco (leste); os Lineamentos Transbrasiliano (leste), Araguaia-Tocantins (oeste) e Arco Ferrer-Urbano Santos (norte). As isópacas indicam profundidades de 4.000m na porção centro-oeste da Província, com a localização da bacia hidrográfica do rio Itapecuru na porção centro-norte.	99
Figura 43 – Mapa temático de unidades hidroestratigráficas aflorantes na bacia hidrográfica do rio Itapecuru.	101
Figura 44 – Mapa temático de unidades hidroestratigráficas subjacentes na bacia hidrográfica do rio Itapecuru.	102
Figura 45 – Mapa temático de sequência das unidades hidroestratigráficas da bacia hidrográfica do rio Itapecuru.	103
Figura 46 – Mapa temático de distribuição dos 1.540 poços tubulares no Estado do Maranhão e entorno. Os registros concernem aos processos de solicitação de outorga de direito de uso da água subterrânea, entre 2013 e 2018.	108
Figura 47 – Mapa temático de distribuição dos 155 poços tubulares segundo o trecho da bacia hidrográfica do rio Itapecuru.	109
Figura 48 – Mapa temático de distribuição dos 155 poços tubulares inscritos na bacia hidrográfica do rio Itapecuru segundo os aquíferos explorados.	110
Figura 49 – Mapa temático de distribuição dos 155 poços tubulares inscritos na bacia hidrográfica do rio Itapecuru segundo a finalidade do uso da água subterrânea.	111
Figura 50 – Mapa temático de distribuição dos 1.540 poços tubulares segundo os domínios de carga de hidráulica.	114
Figura 51 – Avaliação da carga hidráulica (h) dos 1.540 poços tubulares no Estado do Maranhão: a) gráfico de h normalizado de todos os poços tubulares, com destaque para os trechos alto, médio e baixo curso; b) gráfico dos poços com $349\text{ m} < h \leq 580\text{ m}$ normalizados; c) gráfico dos poços com $28\text{ m} < h \leq 349\text{ m}$ normalizados; d) gráfico dos poços com $h \leq 28\text{ m}$ normalizados.	115
Figura 52 – Mapa temático de profundidade (m) dos poços tubulares na bacia hidrográfica do rio Itapecuru.	119
Figura 53 – Parâmetros hidráulicos de poços tubulares.	120
Figura 54 – Mapa temático de profundidade do nível estático (m) dos poços tubulares na bacia hidrográfica do rio Itapecuru.	121
Figura 55 – Mapa temático de profundidade do nível dinâmico (m) dos poços tubulares na bacia hidrográfica do rio Itapecuru.	122
Figura 56 – Mapa temático de rebaixamento do nível potenciométrico (m), nos poços tubulares na bacia hidrográfica do rio Itapecuru.	123
Figura 57 – Mapa temático de vazão de teste (m^3/h) dos poços tubulares na bacia hidrográfica do rio Itapecuru.	125
Figura 58 – Mapa temático de vazão específica ($\text{m}^3/\text{h}/\text{m}$) dos poços tubulares na bacia hidrográfica do rio Itapecuru.	127
Figura 59 – Mapa temático de transmissividade do aquífero (m^2/s) no entorno dos poços tubulares na bacia hidrográfica do rio Itapecuru.	128
Figura 60 – Mapa temático de carga hidráulica (m) dos poços tubulares na bacia hidrográfica do rio Itapecuru.	130
Figura 61 – Direção de fluxo da subterrânea na bacia hidrográfica do rio Itapecuru.	131
Figura 62 – Mapa temático síntese de produtividade das unidades hidroestratigráficas aflorantes na bacia hidrográfica do rio Itapecuru.	133
Figura 63 – Distribuição em área das classes de produtividade das unidades hidroestratigráficas na bacia hidrográfica do rio Itapecuru; a) aflorantes; b) subaflorantes; c) total. As porcentagens entre parênteses se referem à área total de cada curso da bacia.	134

Figura 64 – Mapa temático de vazão de teste (m^3/h) das unidades hidroestratigráficas aflorantes na bacia hidrográfica do rio Itapecuru.....	135
Figura 65 – Mapa temático de vazão específica ($\text{m}^3/\text{h}/\text{m}$) das unidades hidroestratigráficas aflorantes na bacia hidrográfica do rio Itapecuru.....	136
Figura 66 – Mapa temático de condutividade hidráulica (m^2/s) das unidades hidroestratigráficas aflorantes na bacia hidrográfica do rio Itapecuru.	137
Figura 67 – Mapa temático de transmissividade (m^2/s) das unidades hidroestratigráficas aflorantes na bacia hidrográfica do rio Itapecuru.....	138
Figura 68 – Mapa temático síntese de produtividade das unidades hidroestratigráficas subjacentes na bacia hidrográfica do rio Itapecuru.....	140
Figura 69 – Mapa temático de vazão de teste (m^3/h) das unidades hidroestratigráficas subjacentes na bacia hidrográfica do rio Itapecuru.....	142
Figura 70 – Mapa temático de vazão de vazão específica ($\text{m}^3/\text{h}/\text{m}$) das unidades hidroestratigráficas subjacentes na bacia hidrográfica do rio Itapecuru.....	143
Figura 71 – Mapa temático de condutividade hidráulica (m/s) das unidades hidroestratigráficas subjacentes na bacia hidrográfica do rio Itapecuru.	144
Figura 72 – Mapa temático de transmissividade (m^2/s) das unidades hidroestratigráficas subjacentes na bacia hidrográfica do rio Itapecuru.....	145
Figura 73 – Destaque da localização da área de estudo.....	167
Figura 74 – Precipitação pluviométrica média anual na Bacia do Rio Itapecuru.	173
Figura 75 – Precipitação pluviométrica no trimestre janeiro-fevereiro-março na Bacia do Rio Itapecuru.	174
Figura 76 – Precipitação pluviométrica no trimestre abril-maio-junho na Bacia do Rio Itapecuru.	175
Figura 77 – Precipitação pluviométrica no trimestre julho-agosto-setembro na Bacia do Rio Itapecuru.	176
Figura 78 – Precipitação pluviométrica no trimestre outubro-novembro-dezembro na Bacia do Rio Itapecuru.	177
Figura 79 – Temperatura média anual na Bacia do Rio Itapecuru.	179
Figura 80 – Temperatura média no trimestre janeiro-fevereiro-março na Bacia do Rio Itapecuru.	180
Figura 81 – Temperatura média no trimestre abril-maio-junho na Bacia do Rio Itapecuru.	181
Figura 82 – Temperatura média no trimestre julho-agosto-setembro na Bacia do Rio Itapecuru.....	182
Figura 83 – Temperatura média no trimestre outubro-novembro-dezembro na Bacia do Rio Itapecuru.	183
Figura 84 – Evapotranspiração Potencial anual na Bacia do Rio Itapecuru.	185
Figura 85 – Evapotranspiração Potencial no trimestre janeiro-fevereiro-março na Bacia do Rio Itapecuru.	186
Figura 86 – Evapotranspiração Potencial no trimestre abril-maio-junho na Bacia do Rio Itapecuru.	187
Figura 87 – Evapotranspiração Potencial no trimestre julho-agosto-setembro na Bacia do Rio Itapecuru.....	188
Figura 88 – Evapotranspiração Potencial no trimestre outubro-novembro-dezembro na Bacia do Rio Itapecuru.	189
Figura 89 – Deficiência Hídrica anual na Bacia do Rio Itapecuru.	191
Figura 90 – Deficiência Hídrica no trimestre abril-maio-junho na Bacia do Rio Itapecuru.....	192
Figura 91 – Deficiência Hídrica no trimestre julho-agosto-setembro na Bacia do Rio Itapecuru.	193
Figura 92 – Deficiência Hídrica no trimestre outubro-novembro-dezembro na Bacia do Rio Itapecuru.....	194
Figura 93 – Excedente Hídrico anual na Bacia do Rio Itapecuru.	196
Figura 94 – Excedente Hídrico no trimestre janeiro-fevereiro-março na Bacia do Rio Itapecuru.	197
Figura 95 – Excedente Hídrico no trimestre abril-maio-junho na Bacia do Rio Itapecuru.	198
Figura 96 – Índice de erosividade média anual na Bacia do Rio Itapecuru.	199
Figura 97 – Índice de erosividade média no trimestre janeiro, fevereiro e março na Bacia do Rio Itapecuru.	200
Figura 98 – Índice de erosividade média no trimestre abril, maio e junho na Bacia do Rio Itapecuru.	201
Figura 99 – Índice de erosividade média no trimestre julho, agosto e setembro na Bacia do Rio Itapecuru.	202
Figura 100 – Índice de erosividade média no trimestre outubro, novembro e dezembro na Bacia do Rio Itapecuru.....	203

Figura 101 – Sistemas produtores de tempo que influenciam as chuvas no Maranhão: a) ZCAS, b) ZCIT, c) VCAN e d) Ondas de Leste.	205
Figura 102 – Imagem do satélite meteorológico GOES 10 para o dia 02 de maio de 2009 no horário de 21 UTC.	207
Figura 103 – Anomalias de Temperatura da Superfície do Mar (TSM) para o trimestre fevereiro-março-abril de 2009. A intensidade das anomalias de TSM é em °C. As cores laranja-vermelho indicam águas mais quentes do que o normal e cores em azul indicam águas mais frias do que o normal.	208
Figura 104 – Localização da área de estudo.	212
Figura 105 – Imagem de Radar do Projeto TOPODATA, utilizada para o mapeamento de solos.	213
Figura 106 – Imagem de Radar do Projeto TOPODATA com detalhes dos limites das unidades de mapeamento.	213
Figura 107 – Imagem de Radar do Projeto TOPODATA, utilizada para o mapeamento de solos.	214
Figura 108 – Imagem de Radar do Projeto TOPODATA com detalhes dos limites das unidades de mapeamento.	214
Figura 109 – Mapa de localização das amostragens de solos na Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru.	215
Figura 110 – Mapa de Solos da bacia hidrográfica do Rio Itapecuru, Estado do Maranhão.	218
Figura 111 – Representação gráfica das classes dos solos dominantes (subordens) da bacia hidrográfica do Rio Itapecuru, Estado do Maranhão.	220
Figura 112 – Mapa de Vulnerabilidade Natural dos solos da bacia hidrográfica do Rio Itapecuru, Estado do Maranhão.	225
Figura 113 – Detalhe de diversas áreas com diferentes classes de vulnerabilidade natural.	226
Figura 114 – Detalhe de área com classe estável de vulnerabilidade.	227
Figura 115 – Detalhe de área com classe estável de vulnerabilidade.	228
Figura 116 – Detalhe de áreas com classe moderadamente estável de vulnerabilidade.	228
Figura 117 – Detalhe de áreas com classe moderadamente estável de vulnerabilidade.	229
Figura 118 – Detalhe de áreas com classe moderadamente estável/vulnerável de vulnerabilidade.	229
Figura 119 – Detalhe de áreas com classe moderadamente estável/vulnerável de vulnerabilidade.	230
Figura 120 – Detalhe de áreas com classe moderadamente vulnerável.	230
Figura 121 – Detalhe de áreas com classe moderadamente vulnerável.	231
Figura 122 – Detalhe de áreas com classe vulnerável.	231
Figura 123 – Detalhe de áreas com classe vulnerável.	232
Figura 124 – Representação cartográfica das classes de aptidão agrícola das terras da bacia hidrográfica do Rio Itapecuru, Estado do Maranhão.	233
Figura 125 – Detalhe de diversas áreas com diferentes classes de aptidão agrícola das terras.	234
Figura 126 – Representação gráfica das classes de aptidão agrícola das terras mapeadas da bacia hidrográfica do Rio Itapecuru, Estado do Maranhão.	236
Figura 127 – Números de registros das espécies de mamíferos ao longo da Bacia do Itapecuru.	244
Figura 128 – Registros de mamíferos ameaçados de extinção presentes na Listagem mundial da IUCN na Bacia do Itapecuru.	244
Figura 129 – Registros dos mamíferos ameaçados de extinção no Brasil presentes na Bacia do Itapecuru.	245
Figura 130 – Número de registros das principais espécies de aves encontradas ao longo da Bacia do Itapecuru.	245
Figura 131 – Registros das espécies de aves ameaçadas de extinção presentes na Bacia do Itapecuru, segundo a listagem mundial da IUCN.	246
Figura 132 – Registros das espécies de aves ameaçadas de extinção presentes na Bacia do Itapecuru, segundo a listagem do Brasil (MMA).	246
Figura 133 – Número de registros de herpetofauna encontrada ao longo da Bacia do Itapecuru.	247
Figura 134 – Espécies de peixes mais frequentemente encontradas ao longo da Bacia do Itapecuru.	248

Figura 135 – <i>Leopardus tigrinus</i> (pintadinho) e <i>Leopardus colocola</i> (gato-preto) são duas espécies de felinos que apresentam suas populações mais importantes no país dentro dos limites do Parque Estadual do Mirador.....	249
Figura 136 – Os 7 de Mirador: o Parque Estadual do Mirador e entorno é uma das áreas protegidas com a maior diversidade de felinos do Brasil, seis destes majestosos animais estão ameaçados de extinção e dois deles têm no parque sua mais importante área protegida no país.	249
Figura 137 – Registros de espécies de Aves ao longo da Bacia do Itapecuru.	250
Figura 138 – Registros de espécies de Mamíferos ao longo da Bacia do Itapecuru.	250
Figura 139 – Registros de espécies de Heperto ao longo da Bacia do Itapecuru.	251
Figura 140 – Registros de espécies de Peixes ao longo da Bacia do Itapecuru.	251
Figura 141 – Abundância relativa (número de indivíduos por 100 armadilhas x noite) de pequenos mamíferos em capoeira de babaçu na região de Bacabeira-Rosário, MA.	256
Figura 142 – Pequenos mamíferos capturados na região de Rosário-Bacabeira, no baixo Itapecuru.	256
Figura 143 – O guaxinim (<i>Procyon cancrivorus</i>) e a raposa (<i>Cerdocyon thous</i>) ainda são comumente encontrados na região, o primeiro especialmente no manguezal, enquanto o último nas capoeiras.	257
Figura 144 – O soim (<i>Saguinus ursulus</i>) é uma espécie ameaçada de extinção, tipicamente amazônica, cujo limite leste de sua distribuição se encontra no baixo Itapecuru.	257
Figura 145 – O gato-maracajá-verdadeiro (<i>Leopardus pardalis</i>) é um dos felinos presentes na região mais perseguido, por chegar a preda em galinhas.....	257
Figura 146 – Exemplares de gato-peludo (<i>Leopardus wiedii</i>) e gato-do-mato (<i>Leopardus tigrinus</i>), ameaçados de extinção, originalmente mantidos como pet, provenientes da região de Rosário, MA.	258
Figura 147 – Percentual de captura de morcegos, por ambiente, na região do baixo Itapecuru em Bacabeira-Rosário, MA.....	258
Figura 148 – Abundância relativa (número de indivíduos por 10 redes/noite) das espécies de morcegos encontrados por ambiente na região de Bacabeira-Rosário, MA.	259
Figura 149 – Principais espécies de aves registradas no baixo curso do rio Itapecuru.	259
Figura 150 – Distribuição dos registros de espécies de aves registradas ao longo do baixo curso do rio Itapecuru.	260
Figura 151 – Distribuição percentual da herpetofauna da porção do médio Itapecuru.	263
Figura 152 – Distribuição percentual da ictiofauna dos riachos do P.E. Mirador expressa em termos de famílias com base no número total de espécies coletadas (Lima & Piorski, 2016).	264
Figura 153 – Avifauna representativa da região do Alto Itapecuru.....	265
Figura 154 – Índice de abundância relativa de mamíferos de médio e grande porte detectados por armadilhamento fotográfico no Alto Itapecuru.....	266
Figura 155 – A raposa (<i>Cerdocyon thous</i>) e a cutia (<i>Dasyprocta prymnolopha</i>) foram as principais espécies de mamíferos detectadas através do armadilhamento fotográfico no Parque Estadual do Mirador.	267
Figura 156 – Mapa com a identificação das classes de uso e cobertura da terra no da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru, Maranhão.....	287
Figura 157 – Savana Arborizada sem floresta de galeria, município de Aldeias Altas, MA (-04° 41' 42,3" S, -44° 25' 32,7" W, 89 m de altitude) e Caxias, MA (-04° 44' 13,0" S, -43° 41' 54,2" W, 96 m de altitude).	290
Figura 158 – Savana arborizada, Povoado Bananeira, São Francisco do Maranhão - MA (Coordenadas geográficas: -06° 25' 38,1" S; -43° 06' 11,3" W; 278 m de altitude).	291
Figura 159 – Savana arborizada com estrato herbáceo abundante, Mirador – MA (Coordenadas geográficas: -06° 42' 51,0" S; 45° 03' 15,9" W; 293 m de altitude).	291
Figura 160 – Floresta Estacional Semidecidual submontana, Matões - MA (Coordenadas geográficas: -05° 17' 17,8" S; -43° 11' 20,9" W; 165 m de altitude).	292
Figura 161 – Floresta Estacional Semidecidual remanescente no topo dos morros, São João do Soter - MA (Coordenadas geográficas: -05° 09' 57,2" S; -43° 52' 33,3" W; 114 m de altitude).	293

Figura 162 – Distribuição percentual das Classes de Uso e Cobertura da Terra da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru, Maranhão.....	294
Figura 163 – Classe de vegetação Savana no território da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru, Maranhão.....	294
Figura 164 – Vegetação Secundária na área da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru, Maranhão.....	295
Figura 165 – Vegetação secundária com palmeiras, povoado Barriguda, Caxias - MA (Coordenadas geográficas: -05° 01' 01,8" S; -43° 23' 27,8" W; 68 m de altitude).....	295
Figura 166 – Vegetação Secundária com palmeiras, município de Aldeias Altas, MA (-04° 39' 10,1" S, -43° 09' 44,6" W, 128 m de altitude).....	296
Figura 167 – Vegetação secundária com palmeiras, município de Itapecuru Mirim, MA (-03° 28' 38,6" S, -44° 21' 24,6" W, 17 m de altitude).....	296
Figura 168 – Vegetação secundária com palmeira babaçu e savana florestada secundária, Parnarama - MA (Coordenadas geográficas: -05°42'27,5" S; -43°08'39,8" W; 112 m de altitude).....	297
Figura 169 – Pastagem e vegetação secundária com babaçu, Buriti Bravo - MA (Coordenadas geográficas: -05°33'38,4" S; -43°47'09,2" W; 103 m de altitude).....	297
Figura 170 – Vegetação secundária com babaçual, Povoado Centro do Bastinho, Governador Luiz Rocha – MA (Coordenadas geográficas: -05°30'18,6" S; -44°02'49,9" W; 136 m de altitude).....	298
Figura 171 – Vegetação secundária de Floresta estacional semidecidual submontana e Pastagem com palmeiras, Povoado Canudo, Governador Eugênio Barros – MA (Coordenadas geográficas: -05°23'54,2" S; -43°56'35,1" W; 121 m, de altitude).	298
Figura 172 – Área de pasto, Fernando Falcão – MA (Coordenadas 06° 10' 12,7" S, 44° 51' 52,6" W, 218m de altitude).....	300
Figura 173 – Registro de áreas de pasto, Mirador – MA. (Coordenadas: 06° 23' 18,0" S; 44° 19' 03,7" W; 193 m de altitude).....	300
Figura 174 – Pastagem, município de Codó, MA (S -04° 31' 50,6", W -43° 56' 47,9", 53 m de altitude).	301
Figura 175 – Pastagem, Povoado Vão Grande, Lagoa do Mato - MA (Coordenadas Geográficas: -06°09'38,2" S; -43°23'57,1" W; 252 m de altitude).	301
Figura 176 – Pastagem sob babaçual, São Francisco do Maranhão - MA (Coordenadas geográficas: -06°17'01,1"S; -43°07'16,9"W; 183 m de altitude).....	302
Figura 177 – Registro de plantio de grãos, São Raimundo das Mangabeiras – MA (Coordenadas: 07° 13' 37,5" S, 45° 52' 31,6" W, 338m de altitude).	302
Figura 178 – Área para plantio de grãos, Fernando Falcão – MA (Coordenadas: 06° 18' 49,3" S, 45° 29' 37,0" W, com 484m de altitude).....	303
Figura 179 – Registro de área de plantio, com elementos arbóreos isolados, Mirador – MA (Coordenadas: 06° 25' 26,7" S, 44° 12' 52,1" W, 462m de altitude).....	303
Figura 180 – Área de plantio de grãos, Sucupira do Norte – MA (06° 35' 02,6" S, 44° 07' 34,7" W, 439m de altitude).....	304
Figura 181 – Registro do plantio de eucalipto, Loreto – MA (Coordenadas: 06° 51' 42,2" S, 45° 12' 23,5" W, 349m de altitude).....	304
Figura 182 – Mineração na MA-034, entre Caxias e Buriti Bravo - MA (Coordenadas geográficas: -05°13'41,1" S; -43°26'58,9" W; 103 m de altitude).	305
Figura 183 – Floresta de galeria na área do Parque estadual de Mirador, Mirador – MA (Coordenadas: 06° 48' 33,3" S, 45° 06' 34,5" W, 280 m de altitude.	306
Figura 184 – Localização das Unidades de Conservação na Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru, MA.	307
Figura 185 – Localização das Terras Indígenas na Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru, MA.	309
Figura 186 – Subdivisão por curso da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru nos cursos Alto, Médio e Baixo, Maranhão.	312
Figura 187 – Baixo Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru, MA.	314

Figura 188 – Área com Agricultura Culturas Cíclicas, município de Caxias, MA (Coordenada: -04° 38' 04,6" S, -43° 06' 47" W, 134 m de altitude)	315
Figura 189 – Vegetação Secundária com palmeiras, município de Codó, MA (-04° 25' 49,9" S, -44° 12' 30,1" W, 78 m de altitude)	315
Figura 190 – Vegetação com influência fluvial e/ou lacustre arbustiva com palmeiras, município de Caxias, MA (-04° 52' 03,5" S, -43° 21' 48,7" W, 57 m de altitude)	316
Figura 191 – Vegetação Secundária com palmeiras, município de Rosário, MA (-03° 01' 26,2" S, -44° 18' 56,5" W, 29 m de altitude)	316
Figura 192 – Médio Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru, MA.	319
Figura 193 – Pastagem sob babaçual, São Francisco do Maranhão - MA (Coordenadas geográficas: -06°17'01,1"S; -43°07'16,9"W; 183 m de altitude).....	320
Figura 194 – Desmatamento para ampliação de pastagem, Lagoa do Mato - MA (Coordenadas Geográficas: -05°54'37,7"S; -43°18'31,7"W; 234 m de altitude).....	320
Figura 195 – Pastagem, no município de Matões - MA (Coordenadas geográficas: -05°34'30,1" S; -43°19'23,9" W; 231 m de altitude).....	321
Figura 196 – Brejo com buritizal, BR-226, Timon - MA (Coordenadas geográficas: -05°05'48,5"S; -42°57'49,7"W; 102 m de altitude.....	321
Figura 197 – Mata ciliar acompanhando o Rio Corrente e pasto com babaçu subindo o morro, Povoado Pau D'arco, Buriti Bravo - MA (Coordenadas geográficas: -05°34'19,0"S; -43°46'23,6"W; 92 m de altitude).....	322
Figura 198 – Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru, MA.....	323
Figura 199 – Registro do pasto e ao fundo Sas nos topos dos morros e no entorno, Passagem Franca – MA (Coordenadas: 06° 10' 31,0" S, 43° 41' 44,0" W, 291 m de altitude).....	324
Figura 200 – Savana Arborizada alterado com registro de babaçu e área com vegetação derrubada e queimada, Passagem Franca – MA (Coordenadas: 06° 10' 48,6" S, 43° 43' 28,7" W, 298 m de altitude).	324
Figura 201 – Registro da área utilizada para pasto com vegetação de Savana Arborizada no entorno, São João dos Patos – MA (Coordenadas: 06° 20' 40,8" S, 43° 46' 09,8" W, 334 m de altitude).	325
Figura 202 – Vegetação secundária com palmeiras, registro de babaçu em toda área, Paraibano – MA (Coordenadas: 06° 15' 35,0" S, 43° 58' 43,9" W, 126 m de altitude).....	325
Figura 203 – Registro do cultivo de abacaxi, São Domingos do Maranhão – MA (Coordenadas: 05° 38' 01,8" S, 44° 21' 52,5" W, 227 m de altitude).	326
Figura 204 – Vegetação secundária com palmeiras e áreas de pasto, Presidente Dutra – MA (Coordenadas: 05° 21' 16,9" S, 44° 28' 19,3" W, 137 m de altitude).....	326
Figura 205 – BONNE, Rigobert, 1727-1795. Carte de la partie Septentrionale du Bresil / par M.r Bonne, Ingénieur-Hydrographe de la Marine. - Escala [ca. 1:11 000 000]. Fonte: Atlas de toutes les parties connues du globe terrestre, dressé pour l'Histoire Philosophique ET Polemique des Établissements ET du Commerce des Européens dans les deux Indes. - [S.l. : s.n., 1775]. - [Mapa] nº 35.....	333
Figura 206 – Paredão que forma o sítio Lajeiro do Escrivão, em São João do Soter.....	337
Figura 207 – Composições gravadas do sítio Lajeiro do Escrivão, em São João do Soter.	337
Figura 208 – Entrada da Caverna Traqueira, São Domingos do Maranhão.....	337
Figura 209 – Pinturas rupestres representadas por antropomorfos e zoomorfos na Caverna Élide.	338
Figura 210 – Interior da caverna Casa de Pedra – São Domingos do Maranhão.....	340
Figura 211 – Instrumento lítico lascado encontrado no Sítio Rabo de Porco 1, associado ao período de ocupação mais antigo.	341
Figura 212 – Instrumento lítico lascado encontrado no Sítio Rabo de Porco 1, com nível datado de 9.200 anos A.P.	341
Figura 213 – Instrumento lítico lascado encontrado no Sítio Rabo de Porco 1. Foto: PBA de Arqueologia, 2011a.	341
Figura 214 – Núcleo encontrado no Sítio Rabo de Porco 2. Foto: PBA de Arqueologia, 2011a.	341

Figura 215 – Inserção do Sítio Mangueiras, com detalhe do pomar de mangueiras que deu nome ao assentamento.....	343
Figura 216 – Tigela em faiança fina com decoração floral associada ao período de colonização europeia no Baixo Itapecuru.....	344
Figura 217 – Fragmento de prato em faiança fina com decoração floral associada ao período de colonização europeia no Baixo Itapecuru.	344
Figura 218 – Aldeia dos Barbados no vale do Rio Itapecuru, provavelmente século XVIII.	345
Figura 219 – Transporte a vapor pelo Rio Itapecuru, 1908.....	346
Figura 220 – Mapa com a distribuição dos sítios arqueológicos na bacia do Itapecuru.....	348
Figura 221 – Mapa com a distribuição espacial de territórios tradicionais ao longo da Bacia do Itapecuru.....	353
Figura 222 – Mapa com a distribuição espacial de Terras Indígenas e Territórios Quilombolas tituladas ao longo da Bacia do Itapecuru.	356
Figura 223 – População Total da Bacia do Rio Itapecuru.....	364
Figura 224 – Ligações da rede geral de água nos municípios inseridos na Bacia do Rio Itapecuru.	369
Figura 225 – Coleta de Lixo nos municípios inseridos na Bacia do Rio Itapecuru.....	377
Figura 226 – Índice de envelhecimento da população dos municípios inseridos na Bacia do Rio Itapecuru.....	381
Figura 227 – Taxas de mortalidade infantil para o estado do Maranhão, bacia hidrográfica do rio Itapecuru e para os municípios que compõem o Alto, o Médio e o Baixo Cursos da bacia do rio Itapecuru.	383
Figura 228 – Índice de mortalidade infantil dos municípios inseridos na Bacia do Rio Itapecuru.....	384
Figura 229 – Taxas de analfabetismo de pessoas maiores de 15 anos para o estado do Maranhão, bacia do rio Itapecuru e seus cursos.	386
Figura 230 – Taxa de analfabetismo dos municípios inseridos na Bacia do Rio Itapecuru.....	387
Figura 231 – Produto Interno Bruto (PIB) dos municípios inseridos na Bacia do Rio Itapecuru.....	391
Figura 232 – Valores de IDH para o Maranhão, bacia do rio Itapecuru e para seus cursos.	394
Figura 233 – Índice de Desenvolvimento Humano dos municípios inseridos na Bacia do Rio Itapecuru.	395
Figura 234 – Espacialização do quantitativo de rebanho bovino nos municípios inseridos na Bacia do Rio Itapecuru.	401
Figura 235 – Espacialização do quantitativo de rebanho de caprino nos municípios inseridos na Bacia do Rio Itapecuru.	404
Figura 236 – Espacialização do quantitativo de rebanho de suíno nos municípios inseridos na Bacia do Rio Itapecuru.	407
Figura 237 – Espacialização da produção de arroz em casca nos municípios inseridos na Bacia do Rio Itapecuru.	410
Figura 238 – Espacialização da produção de milho em grão nos municípios inseridos na Bacia do Rio Itapecuru.	413
Figura 239 – Espacialização da produção de soja nos municípios inseridos na Bacia do Rio Itapecuru.	416
Figura 240 – Espacialização da produção de cana-de-açúcar nos municípios inseridos na Bacia do Rio Itapecuru.	419

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Relação Municipal por Curso da Bacia do Rio Itapecuru.	24
Tabela 2: Sub-bacias do rio Itapecuru – MA.	37
Tabela 1 – Distribuição por área das litologias da Bacia do Alto Curso do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil).	56
Tabela 2 – Distribuição areal (km ²) das fácies sedimentares na Bacia do Médio Curso do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil).	65
Tabela 3 – Distribuição areal (km ²) das fácies sedimentares na Bacia do Médio Curso do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil).	70
Tabela 4 – Distribuição por área dos conjuntos de geoformas regionais da Bacia do Alto Curso do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil).	77
Tabela 5 – Classificação de unidades geomorfológicas da Bacia do Médio Curso do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil) por tipologia e área total.	85
Tabela 6 – Classificação de unidades geomorfológicas da Bacia do Baixo Curso do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil) por tipologia e área total.	89
Tabela 7 – Estatísticas dos parâmetros hidráulicos, dimensionais e hidrodinâmicos dos 1.540 poços tubulares cadastrados no Estado Maranhão.	113
Tabela 8 – Estatísticas dos parâmetros hidráulicos e hidrodinâmicos dos 155 poços tubulares cadastrados na bacia hidrográfica do rio Itapecuru.	118
Tabela 9 – Relação pedogênese x morfogênese.	216
Tabela 10 – Quantificação das classes de solos dominantes (subordens) identificadas e mapeadas na bacia hidrográfica do Rio Itapecuru, Estado do Maranhão.	219
Tabela 11 – Classes de Vulnerabilidade Natural dos Solos da região do Baixo Itapecuru.	227
Tabela 12 – Quantificação das classes de aptidão agrícola das terras da bacia hidrográfica do Rio Itapecuru, Estado do Maranhão.	235
Tabela 13 – Frequência de ocorrência de mamíferos na área do médio Itapecuru em ambientes de matas e savanas.	260
Tabela 14 – Espécies de pequenos mamíferos não voadores detectados por capturas em gaiolas na região do Alto Itapecuru.	266
Tabela 15 – Lista de espécies que apresentam registro para as áreas do baixo curso da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru, Maranhão.	274
Tabela 16 – Registro de famílias botânicas e espécies da flora na região do alto curso da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru, Maranhão.	281
Tabela 17 – Distribuição por área das classes de uso e cobertura da terra da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru, Maranhão.	288
Tabela 18 – Usos associado a tipos de vegetação na área da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru, Maranhão.	299
Tabela 19 – Unidades de Conservação na área da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru, MA.	305
Tabela 20 – Terras Indígenas na área da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru, MA.	308
Tabela 21 – Descrição das classes de uso e cobertura da área do baixo curso da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru, MA.	313
Tabela 22 – Descrição das classes de uso e cobertura da área do médio curso da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru, MA.	317
Tabela 23 – Descrição das classes de uso e cobertura da área do alto curso da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru, MA.	322
Tabela 24 – Terras Indígenas na bacia hidrográfica do rio Itapecuru.	349
Tabela 25 – Territórios Quilombolas certificadas localizados no Alto Curso da bacia do rio Itapecuru.	349

Tabela 26 – Territórios Quilombolas certificadas no Médio Curso da bacia do rio Itapecuru.	350
Tabela 27 – Território Quilombola Titulado localizado no Médio Curso da bacia do Itapecuru.	351
Tabela 28 – Territórios Quilombolas certificadas no Baixo Curso do Itapecuru.	351
Tabela 29 – Assentamentos rurais tradicionais localizados no Alto Curso do Itapecuru.	354
Tabela 30 – Assentamentos rurais tradicionais localizados no Médio Curso do Itapecuru.	354
Tabela 31 – Assentamentos rurais tradicionais localizados no Baixo Curso do Itapecuru.	355
Tabela 32 – População residente, taxa de crescimento, populações urbana e rural e densidade demográfica para os municípios do alto curso da bacia do rio Itapecuru.	361
Tabela 33 – População Total, urbana, rural, taxa geométrica da população, área e densidade demográfica para os municípios do Médio Curso da bacia do rio Itapecuru.	362
Tabela 34 – População Total, urbana, rural, taxa geométrica da população, área e densidade demográfica para os municípios do Baixo Curso da bacia Hidrográfica do rio Itapecuru.	362
Tabela 35 – Ligações da rede geral de água em relação ao total de domicílios e ranking municipal para o Alto Curso da bacia do rio Itapecuru, período: 2000 e 2010.	365
Tabela 36 – Ligações da rede geral de água em relação ao total de domicílios e ranking municipal para o Médio Curso da bacia do rio Itapecuru, período: 2000 e 2010.	366
Tabela 37 – Ligações da rede geral de água em relação ao total de domicílios e ranking municipal para o Baixo Curso da bacia do rio Itapecuru, período: 2000 e 2010.	367
Tabela 38 – Rede Geral de esgoto ou pluvial em relação ao total de domicílios e ranking municipal para o Alto Curso da bacia do rio Itapecuru, período: 2000 e 2010.	370
Tabela 39 – Rede Geral de esgoto ou pluvial em relação ao total de domicílios e ranking municipal para o Médio Curso da bacia do rio Itapecuru, período: 2000 e 2010.	371
Tabela 40 – Rede Geral de esgoto ou pluvial em relação ao total de domicílios e ranking municipal para o Baixo Curso da bacia do rio Itapecuru, período: 2000 e 2010.	372
Tabela 41 – Coleta de lixo em relação ao total de domicílios e ranking municipal para o Alto Curso da bacia do rio Itapecuru, período: 2000 e 2010.	374
Tabela 42 – Coleta de lixo em relação ao total de domicílios e ranking municipal para o Médio Curso da bacia do rio Itapecuru, período: 2000 e 2010.	375
Tabela 43 – Coleta de lixo em relação ao total de domicílios e ranking municipal para o Baixo Curso da bacia do rio Itapecuru, período: 2000 e 2010.	376
Tabela 44 – Índice de Envelhecimento (IE): Maranhão, bacia do rio Itapecuru e municípios do Alto Curso.	378
Tabela 45 – Índice de Envelhecimento (IE): Maranhão, bacia do rio Itapecuru e municípios do Médio Curso.	379
Tabela 46 – Índice de Envelhecimento (IE): Maranhão, bacia do rio Itapecuru e municípios do Baixo Curso.	379
Tabela 47 – Taxas de mortalidade infantil para os municípios do Alto Curso da bacia do rio Itapecuru.	382
Tabela 48 – Taxas de mortalidade infantil para os municípios do Médio Curso da bacia do rio Itapecuru.	382
Tabela 49 – Taxas de mortalidade infantil para os municípios do Baixo Curso da bacia do rio Itapecuru.	383
Tabela 50 – Taxas de analfabetismo de pessoas maiores de 15 anos para os municípios do Alto Curso da bacia do rio Itapecuru.	385
Tabela 51 – Taxas de analfabetismo de pessoas maiores de 15 anos para os municípios do Médio Curso da bacia do rio Itapecuru.	385
Tabela 52 – Taxas de analfabetismo de pessoas maiores de 15 anos para os municípios do Baixo Curso da bacia do rio Itapecuru.	386
Tabela 53 – Evolução do Produto Interno Bruto (PIB) municipal a preço corrente no período 2010 a 2017 e ranking municipal para o Alto Curso da bacia do rio Itapecuru.	388
Tabela 54 – Evolução do Produto Interno Bruto (PIB) municipal a preço corrente no período 2010 a 2017 e ranking municipal para o Médio Curso da bacia do rio Itapecuru.	389
Tabela 55 – Evolução do Produto Interno Bruto (PIB) municipal a preço corrente no período 2010 a 2017 e ranking municipal para o Baixo Curso da bacia do rio Itapecuru.	389

Tabela 56 – Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) com ranking para o Alto Curso da bacia do rio Itapecuru.....	392
Tabela 57 – Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) com ranking para o Médio Curso da bacia do rio Itapecuru.....	393
Tabela 58 – Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) com ranking para o Baixo Curso da bacia do rio Itapecuru.....	393
Tabela 59 – Número total e área dos Estabelecimentos Agropecuários, área média (ha) e Índice de GINI para os municípios do Alto Curso da bacia do rio Itapecuru.	396
Tabela 60 – Número total e área dos Estabelecimentos Agropecuários, área média (ha) e Índice de GINI para os municípios do Médio Curso da bacia do rio Itapecuru.....	397
Tabela 61 – Número total e área dos Estabelecimentos Agropecuários, área média (ha) e Índice de GINI para os municípios do Baixo Curso da bacia do rio Itapecuru.	398
Tabela 62 – Quantitativo e ranking municipal do rebanho bovino para o Alto Curso da bacia do rio Itapecuru.	399
Tabela 63 – Quantitativo e ranking municipal do rebanho bovino para o Médio Curso da bacia do rio Itapecuru.....	400
Tabela 64 – Quantitativo e ranking municipal do rebanho bovino para o Baixo Curso da bacia do rio Itapecuru.....	400
Tabela 65 – Quantitativo e ranking municipal do rebanho de caprino para o Alto Curso da bacia do rio Itapecuru.....	402
Tabela 66 – Quantitativo e ranking municipal do rebanho caprino para o Médio Curso da bacia do rio Itapecuru.....	403
Tabela 67 – Quantitativo e ranking municipal do rebanho caprino para o Baixo Curso da bacia do rio Itapecuru.....	403
Tabela 68 – Quantitativo e ranking municipal do rebanho suíno para o Alto Curso da bacia do rio Itapecuru.	405
Tabela 69 – Quantitativo e ranking municipal do rebanho suíno para o Médio Curso da bacia do rio Itapecuru.....	405
Tabela 70 – Quantitativo e ranking municipal do rebanho suíno para o Baixo Curso da bacia do rio Itapecuru.....	406
Tabela 71 – Quantitativo e ranking municipal da produção de arroz em casca para o Alto Curso da bacia do rio Itapecuru.	408
Tabela 72 – Quantitativo e ranking municipal da produção de arroz em casca para o Médio Curso da bacia do rio Itapecuru.....	409
Tabela 73 – Quantitativo e ranking municipal da produção de arroz em casca para o Baixo Curso da bacia do rio Itapecuru.....	409
Tabela 74 – Quantitativo e ranking municipal da produção de milho (grãos) para o Alto Curso da bacia do rio Itapecuru.....	411
Tabela 75 – Quantitativo e ranking municipal da produção de milho (grãos) para o Médio Curso da bacia do rio Itapecuru.....	411
Tabela 76 – Quantitativo e ranking municipal da produção de milho (grãos) para o Baixo Curso da bacia do rio Itapecuru.....	412
Tabela 77 – Quantitativo e ranking municipal da produção de soja para o Alto Curso da bacia do rio Itapecuru.....	414
Tabela 78 – Quantitativo e ranking municipal da produção de soja para o Médio Curso da bacia do rio Itapecuru.....	415
Tabela 79 – Quantitativo e ranking municipal da produção de cana-de-açúcar para o Alto Curso da bacia do rio Itapecuru.....	417
Tabela 80 – Quantitativo e ranking municipal da produção de cana-de-açúcar para o Médio Curso da bacia do rio Itapecuru.....	417
Tabela 81 – Quantitativo e ranking municipal da produção de cana-de-açúcar para o Baixo Curso da bacia do rio Itapecuru.....	418

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Lista preliminar das espécies de mamíferos encontrados na região de Bacabeira-Rosário, MA....	253
Quadro 2 – Relação Municipal por Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru, MA.....	310
Quadro 3 – Descrição do alto, médio e baixo curso da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru, MA.	311
Quadro 4 – Bem material tombado pelo IPHAN no Médio Curso do Itapecuru.	357
Quadro 5 – Listagem de bens protegidos pelo Governo Federal no Médio Curso do Itapecuru.	358
Quadro 6 – Levantamento dos sítios arqueológicos no Médio Curso do Itapecuru.	359
Quadro 7 – Bens tombados pelo Governo do Maranhão no Médio Curso do Itapecuru.	359
Quadro 8 – Bem material tombado pelo IPHAN no Baixo Curso do Itapecuru.	359
Quadro 9 – Listagem de bens protegidos pelo Governo Federal no Baixo Curso do Itapecuru.	360
Quadro 10 – Bens tombados pelo Governo do Maranhão no Baixo Curso do Itapecuru.	360
Quadro 11 – Classificação da concentração da terra, segundo valores do índice de GINI.....	398



Uema
UNIVERSIDADE ESTADUAL
DO MARANHÃO



BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ITAPECURU:

Limites, Cursos e Sub-bacias

Elienê Pontes Araújo

Luiz Carlos Araújo dos santos

Hauanen Araújo Rocha

Idevan Gusmão Soares

Jucivan Ribeiro Lopes

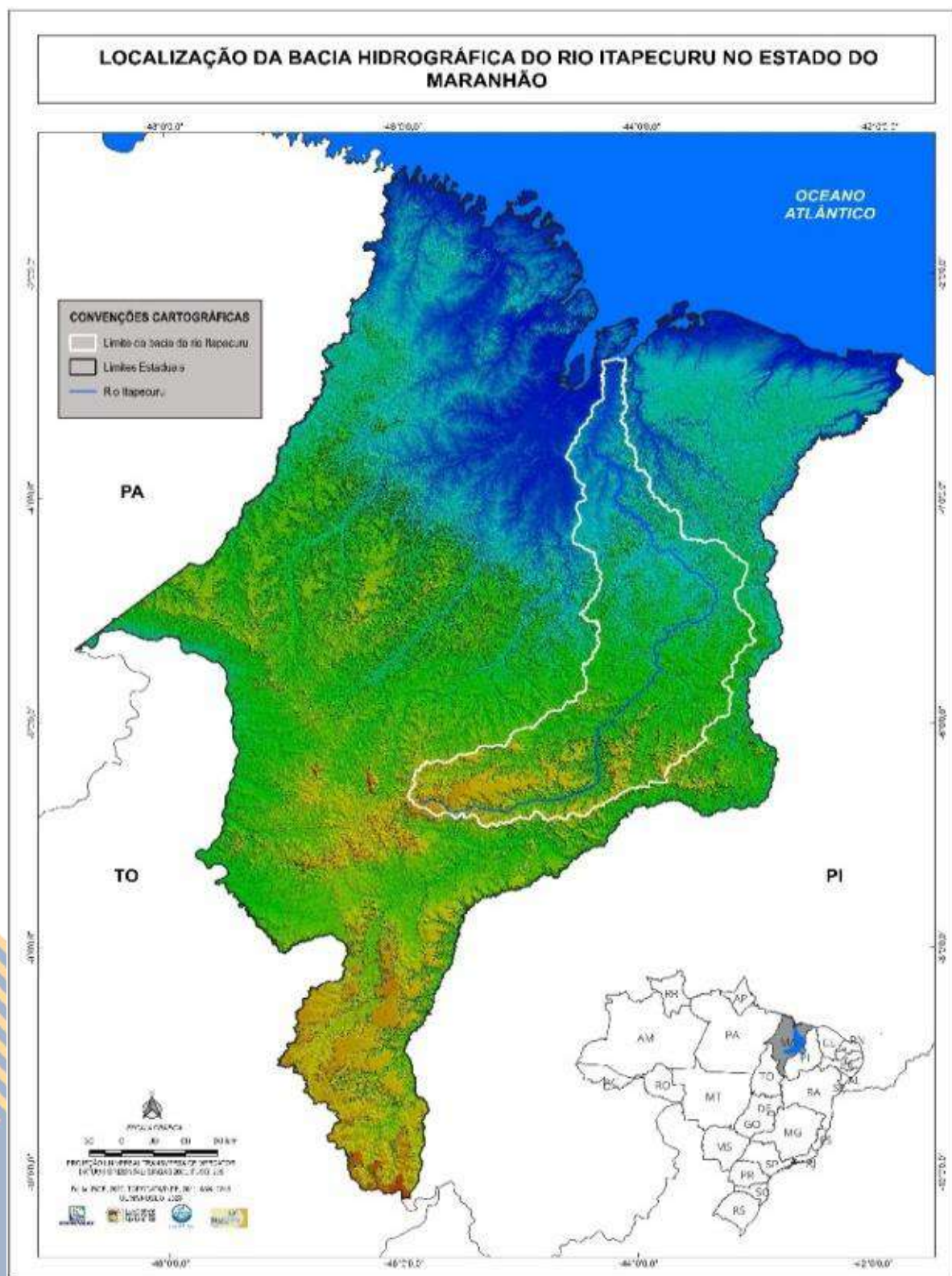
1. LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA

O Rio Itapecuru nasce no Parque Estadual do Mirador, no centro sul do estado do Maranhão, no sistema formado pelas serras da Croeira, Itapecuru e Alpercatas, em altitude de aproximadamente 530m. A superfície total da bacia hidrográfica da bacia do rio Itapecuru é de 53.216,84 km², correspondendo a 16,03% da área do Estado (Figura 1). Após percorrer cerca de 852,76 km o rio Itapecuru deságua na baía do Arraial, a sudeste da Ilha do Maranhão. Nesta bacia encontram-se área de 56 dos 217 municípios maranhenses (UEMA/NUGEO, 2011).

Os principais afluentes do rio Itapecuru pela margem direita são os rios: Correntes, Pirapemas, Itapecuruzinho e os riachos Seco, do Ouro, Gameleira, Cachimbo e Guariba; pela margem esquerda destacam-se os rios: Alpercatas, Peritoró, Pucumã, Baixão do Vigia, Baixão da Bandeira, Douradinho, Olho d'Água, Codozinho, dos Porcos, e Igarapé Grande, além dos riachos São Felinha, da Prata e dos Cocos.

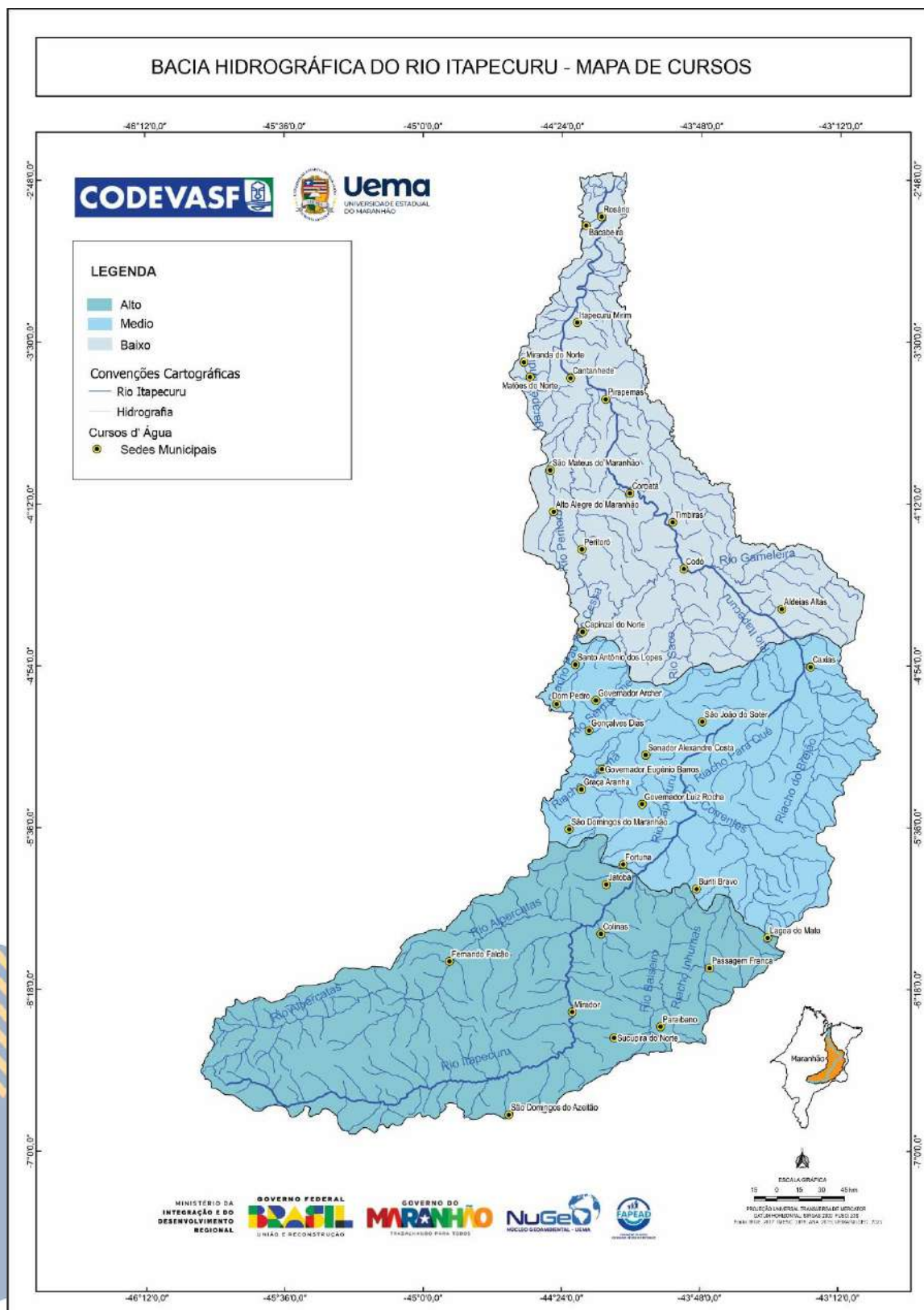
Com base nos mapas de hipsometria e declividade fez-se a sobreposição com a rede de drenagem para a redefinição dos limites dos cursos da bacia (Alto, Médio e Baixo) que resultou numa nova definição dos limites dos cursos e na quantificação de áreas para cada curso e identificação dos municípios e sedes municipais inseridas nos mesmo (Figura 2 e Tabela 1). Foi observado que o Alto Curso é composto por 17 municípios (8 com sede na bacia); Médio Curso composto por 18 municípios (14 com sede na bacia) e; o Baixo Curso composto por 21 municípios (15 com sede na bacia). Foi vetorizada todas as sedes municipais inseridas na bacia e iniciado o processo de delimitação das subbacias hidrográficas.

Figura 1: Mapa de localização da bacia hidrográfica do rio Itapecuru no Estado do Maranhão.



Fonte: Registros da Pesquisa (2023).

Figura 2: Mapa de Subdivisão por curso alto, médio e baixo da Bacia do rio Itapecuru, Maranhão.



Fonte: Registros da Pesquisa (2023).

Tabela 1: Relação Municipal por Curso da Bacia do Rio Itapecuru.

ALTO CURSO		BAIXO CURSO	
1	Colinas	1	Aldeias Altas
2	Fernando Falcão	2	Alto Alegre do Maranhão
3	Formosa da Serra Negra	3	Axixá
4	Fortaleza dos Nogueiras	4	Bacabal
5	Jatobá	5	Bacabeira
6	Loreto	6	Cantanhede
7	Mirador	7	Capinzal do norte
8	Paraibano	8	Codó
9	Passagem Franca	9	Coroatá
10	Pastos Bons	10	Itapecuru Mirim
11	Sambaíba	11	Lima Campos
12	São Domingos do Azeitão	12	Matões do Norte
13	São Félix de Balsas	13	Miranda do Norte
14	São João dos Patos	14	Peritoró
15	São Raimundo das Mangabeiras	15	Pirapemas
16	Sucupira do Norte	16	Rosário
17	Tuntum	17	Santa Rita
MÉDIO CURSO		18	São Luís Gonzaga do Maranhão
1	Buriti bravo	19	São Mateus do Maranhão
2	Caxias	20	Timbiras
3	Dom Pedro	21	Vargem Grande
4	Fortuna	TOTAL: 56 MUNICÍPIOS	
5	Gonçalves Dias		
6	Governador Archer		
7	Governador Eugênio Barros		
8	Governador Luiz Rocha		
9	Graça Aranha		
10	Lagoa do Mato		
11	Matões		
12	Parnarama		
13	Santo Antônio dos Lopes		
14	São Domingos do Maranhão		
15	São Francisco do Maranhão		
16	São João do Soter		
17	Senador Alexandre Costa		
18	Timon		

Fonte: IBGE/IMESC (2019), UEMA/NUGEO (2019).

*Os municípios que estão em negrito têm sua sede municipal dentro do limite da bacia.

1.1 Alto Itapecuru (da nascente a Colinas)

O alto Itapecuru compreende o trecho entre as nascentes na serra da Croeira e a cidade de Colinas, sua extensão nesse trajeto é de 281,63 km e uma área de 15.353,96 km², representando 28,85% da área da bacia. Com relação à rede de drenagem dos principais contribuintes, a extensão total é de 2.445,81 km. As declividades mais acentuadas nos primeiros trechos do Itapecuru caracterizam-no como um rio tipicamente de planalto. A declividade média é de 146 cm/km, o que inviabiliza a sua navegabilidade. Sua largura de poucos metros e sua pouca profundidade deixam isso bem evidente. Os principais afluentes deste trecho são: riacho do Ouro, riacho do Mato, ribeirão Tinguins, riacho da Natureza, brejo da Cachoeira, riacho dos Porcos, riacho do Brejo Escuro e Vão da Onça.

Entre o povoado Feira da Várzea e a cidade de Mirador o rio Itapecuru chega a ter 25m de largura. Após a contribuição do Alpercatas chega aproximadamente aos 45m, sendo que sua profundidade máxima atinge 2,6m medidos na cidade de Colinas. Com sua passagem por uma região com boa pluviometria e onde predominam sedimentos arenosos e bastante porosos, o alto Itapecuru destaca-se pela franca restituição subterrânea, ou áreas de recargas, responsáveis pela abundância de águas superficiais.

Geomorfologia nesta região há uma predominância de chapadões, chapadas e cuestras, apresentado um relevo forte ondulado compondo as partes mais elevadas (350 metros) da baía com as serras de Itapecuru, Alpercatas, Croeira e Boa Vista. Nas áreas de chapada é predominante a ocorrência de Latossolos Amarelos e Latossolos Vermelho-amarelo; profundos, bem drenados, de textura média e argilosa, originários de sedimentos areno-argiloso do Grupo Barreiras (Terciário), da Formação Itapecuru (Cretáceo) e da Formação Pedra do Fogo (Permiano) (UEMA/NUGEO, 2016).

1.2 Médio Itapecuru (de Colinas a Caxias)

O médio Itapecuru compreende o trecho entre as cidades de Colinas e Caxias, com extensão de 204,53 km e uma área de 17.268,16 km², representando 32,45% da área da bacia. Com relação à rede de drenagem dos principais contribuintes, a extensão total é de 2.654,16 km. A declividade média deste trecho é de 24 cm/km. Os principais afluentes deste trecho são os rios Correntes, Itapecuruzinho, Pra Quê, Pucumã, Baixão do Vigia, Balseira, Baixão da Bandeira e Douradinho.

A largura do rio Itapecuru sofre pequenas variações, no médio curso, mantendo largura constante em grande parte do trajeto. As características principais desse trecho do Itapecuru são a sinuosidade acentuada e o elevado número de corredeiras, sendo que as mais importantes estão situadas na parte inferior do percurso a montante de Caxias.

Apresenta morfologia denominada de morros testemunhos, onde predomina o relevo de chapadas baixas e uma superfície suave ondulado a forte ondulado, com uma diferença de altitude de cerca de 60 metros. Os solos são predominantemente do tipo Podzólicos Vermelho-amarelo, originários principalmente de sedimentos da Formação Pedra do Fogo (Permiano), sendo utilizados em culturas de subsistência, extrativismo do coco babaçu e pecuária extensiva (UEMA/NUGEO, 2016).

1.3 Baixo Itapecuru (de Caxias à foz)

O baixo Itapecuru compreende o trecho entre as cidades de Caxias e sua foz na Baía do Arraial, no Golfão Maranhense, ao sul de São Luís. Com uma extensão de 366,55 km e uma área de 20.594,72 km², representando 38,70% da área da bacia. Com relação à rede de drenagem dos principais contribuintes, a extensão total é de 3.434,23 km. A declividade média deste trecho é de 18 cm/km. Como principais afluentes do Itapecuru neste curso, podemos citar os rios Codozinho, Peritoró, Jundiá, rio Pirapemas, riacho da Limpeza, riacho do Cachimbo, rio Gameleira e rio Seco.

Quanto à navegabilidade deste trecho, o maior obstáculo é a cachoeira de Rosário localizada a 10 km da cidade do mesmo nome. Na maré baixa, o rio reduz bastante a altura de suas águas deixando à mostra afloramentos rochosos, tornando esse trecho periodicamente intransponível. Outra dificuldade à navegação é representada pelos materiais aluvionais, (bancos de areia) formados a partir do material trazido pelo próprio Itapecuru.

A profundidade média do rio próximo a Pirapemas varia entre 2 e 3m e sua largura aumenta com a proximidade da foz, mas o aumento mais significativo se dá próximo a Rosário, onde o rio atinge cerca de 200m. Esse alargamento não se dá exclusivamente em decorrência da descarga do rio, mas principalmente do embate constante das marés, sendo que neste trecho a profundidade pode alcançar valor superior a 4m.

Geomorfologia desta área é caracterizada pela presença de tabuleiros e planície costeira, sob o domínio das Formações Pioneiras comportando a Planície Flúvio-Marinha, que corresponde a uma superfície plana, situada em altitudes inferiores a 10 m, resultantes da acumulação flúvio-marinha, onde ocorrem os manguezais. Há presença de morros testemunhos ao longo desta área. Na foz do Itapecuru a geomorfologia é caracterizada pelo rebaixamento do relevo, onde se encontra assentado o Golfão Maranhense (UEMA/NUGEO, 2016).

O rio Itapecuru apesar de ter reduzido muito a sua vazão nas últimas três décadas, ainda é responsável por cerca de 60% do abastecimento de São Luís. Além da capital mais 37 cidades depende do Itapecuru para abastecimento de água e para as atividades produtivas. Esse fato por si só demonstra a importância da Bacia Hidrográfica do Itapecuru no sentido socioeconômico para o Maranhão (UEMA/NUGEO, 2011).

2. SUB-BACIAS

2.1 Introdução

A disponibilidade de água de boa qualidade, que a cada dia se torna mais escassa e preciosa, é vital para as futuras gerações. Para proteger os mananciais e preservar o seu papel ecológico e social, informações confiáveis sobre a sua qualidade e quantidade, em cada bacia hidrográfica, são extremamente importantes para o gerenciamento e planejamento adequado de sua utilização.

Um Sistema de Informações Geográficas (SIG), ao permitir a integração de dados espaciais e não espaciais e pela sua capacidade de realizar análises baseadas nesses dados, é uma ferramenta de indispensável utilização no gerenciamento de bacias hidrográficas. Entretanto, o sucesso de sua aplicação tem como forte pré-requisito uma base de dados geográficos consistente e de fácil acesso, principalmente da rede hidrográfica e divisões de bacias hidrográficas.

O engenheiro brasileiro Otto Pfafstetter, do extinto Departamento Nacional de Obras de Saneamento (DNOS), desenvolveu um método de subdivisão e codificação de bacias hidrográficas, utilizando dez algarismos, diretamente relacionado com a área de drenagem dos cursos d'água (PFAFSTETTER, 1989; SILVA, 1999).

Este método foi inicialmente utilizado pela Secretaria Nacional de Irrigação, sendo adotado em seu Cadastro Nacional de Irrigantes. Em 1998, a SRH/MMA realizou um projeto objetivando elaborar uma base digital de classificação e codificação das bacias hidrográficas brasileiras, com a participação do IBAMA e apoio técnico da USGS.

A importância e utilidade do método foram reconhecidas pelo United States Geological Survey (USGS), que atualmente desenvolve um projeto específico para as Nações Unidas de codificação das bacias hidrográficas para os diversos continentes, com o objetivo de atender à necessidade de estruturação de uma base de dados hidrológica digital sistemática (USGS, 2000).

2.1.1 O Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos e a Codificação de Pfafstetter

A Política Nacional de Recursos Hídricos - Lei 9.433, de 08 de janeiro de 1997 - define a bacia hidrográfica como a unidade territorial para o gerenciamento dos recursos hídricos, e que a água drenada nesta bacia deve ser gerenciada como um patrimônio público finito, com valor econômico. Estabelece também, os seguintes instrumentos de gestão dos recursos hídricos no País: I - os Planos de Recursos Hídricos; II - o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água; III - a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos; IV - a cobrança pelo uso de recursos hídricos; V - o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos.

O Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH) como um dos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos, conforme acima descrito, possui os seguintes objetivos: "I - reunir, dar consistência e divulgar os dados e informações sobre a situação qualitativa e quantitativa dos recursos hídricos no Brasil; II - atualizar permanentemente as informações sobre disponibilidade e demanda de recursos hídricos em todo o território nacional; III - fornecer subsídios para a elaboração dos Planos de Recursos Hídricos".

A SRH/MMA, a partir da gerência do SNIRH, verificou, então, a necessidade de se dispor de mapas e arquivos espaciais delimitando e codificando as bacias hidrográficas de nosso país, de maneira precisa, homogênea e consistente, visando a estruturação de um banco de dados espacial sobre recursos hídricos, que permita associar diversas informações geográficas. Objetivou-se assim, possibilitar análises que envolvam interações espaciais e integração de dados tabulares, constituindo-se em uma grande ferramenta no auxílio da implementação de sistemas de informações e consequentemente, de projetos de desenvolvimento e de conservação dos recursos hídricos.

Para atender estas necessidades, os técnicos do SNIRH em convênio firmado com a Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco (CODEVASF), executaram um projeto para a revisão e complementação da definição espacial, dos códigos e dos nomes dos rios principais da base digital elaborada em 1998 de classificação e codificação das bacias hidrográficas brasileiras.

2.1.2 Codificação oficial de bacias brasileiras

A Lei 9.433 institui o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos – SINGREH, e, entre outras medidas, cria o Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH, que começa a funcionar em 1998. No ano 2000, é criada a Agência Nacional de Águas por meio da Lei 9.984.

Atentos às vantagens da codificação de Otto e necessitando estabelecer as bases para a implantação da recém-criada Política Nacional de Recursos Hídricos, o CNRH estabelece em 2002, por

meio de sua Resolução nº 30/2002, que o método de Otto Pfafstetter passa a ser a codificação oficial de bacias hidrográficas no Brasil. Nessa resolução é estabelecida uma divisão de bacias para a América do Sul, a qual serviu de ponto de partida para a construção da Base Hidrográfica Ottocodificada da ANA, cuja primeira versão foi publicada em dezembro de 2006.

2.2 Metodologia Otto Pfafstetter

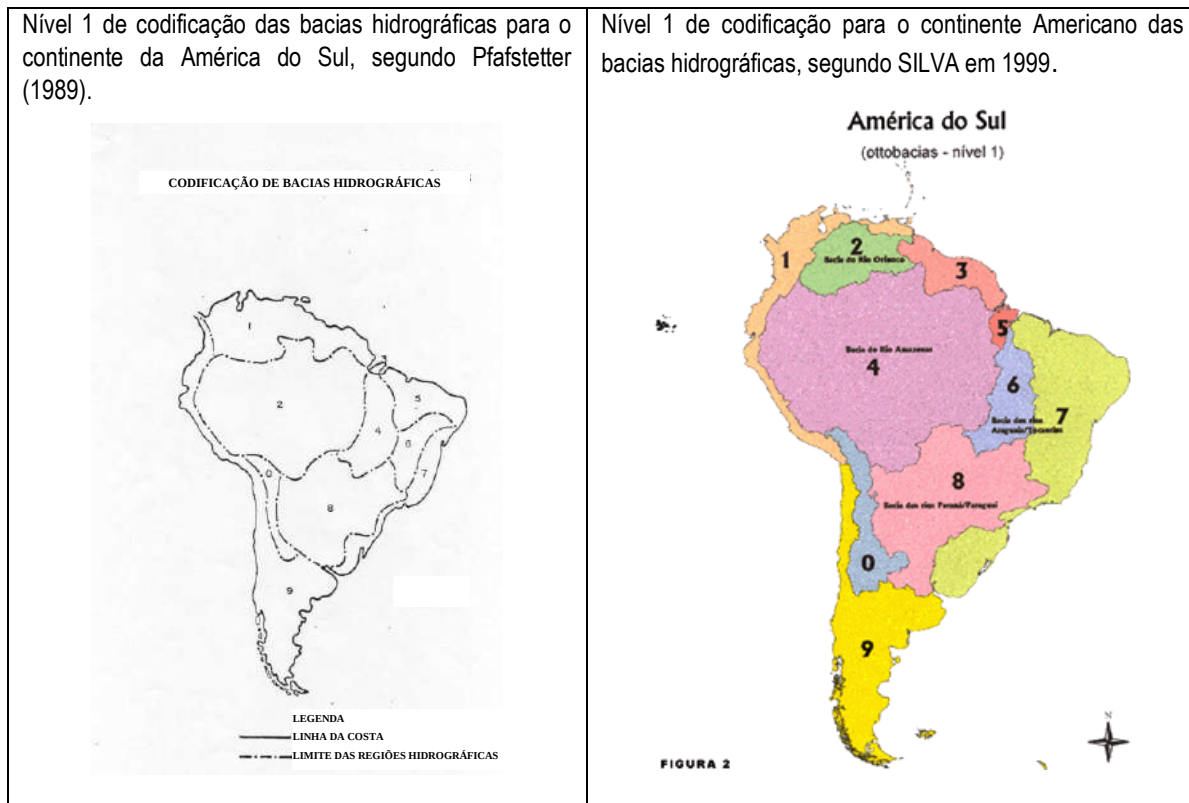
A metodologia de Pfafstetter é aplicada inicialmente para o continente e consiste em agrupar a rede de drenagem em três classes: aquelas que drenam diretamente para o mar (podendo ser uma bacia ou uma região hidrográfica), aquelas que drenam para bacias fechadas, e aquelas que são tributárias dos dois primeiros casos.

Entende-se por bacia hidrográfica a área de captação natural da água de precipitação que faz convergir o escoamento para um único ponto de saída. A bacia hidrográfica compõe-se de um conjunto de superfícies vertentes e de uma rede de drenagem formada por cursos de água que confluem até resultar em um leito único no seu exutório (TUCCI, 2002), e por região hidrográfica bacias, grupo de bacias ou sub-bacias próximas, com características naturais, sociais e econômicas similares.

Os códigos são aplicados às quatro maiores bacias hidrográficas identificadas que drenam diretamente para o mar, sendo-lhes atribuídos os algarismos pares 2, 4, 6, e 8, seguindo uma ordem no sentido horário em torno do continente. À maior bacia fechada é atribuído o código 0 (zero). As demais áreas do continente são as regiões hidrográficas restantes, as quais são atribuídos os algarismos ímpares 1, 3, 5, 7, e 9, de tal forma que a interbacia 3 encontra-se entre as bacias 2 e 4, a interbacia 5 encontra-se entre as bacias 4 e 6, e assim sucessivamente. Isto determina a subdivisão de nível 1 do continente, conforme mostrado na Figura 3.

A SRH/MMA, em 1998, coordenou um trabalho de classificação e codificação das bacias hidrográficas brasileiras segundo a metodologia de Otto Pfafstetter, em nível de detalhe compatível com a escala da base utilizada, 1:1.000.000 (SILVA, 1999). Foi possível então, caracterizar com maior consistência as quatro maiores bacias e partindo do nível 1, primeira subdivisão da América do Sul, executar mais subdivisões (Figura 3).

Figura 3: Codificação das bacias hidrográficas para o continente da América do Sul.



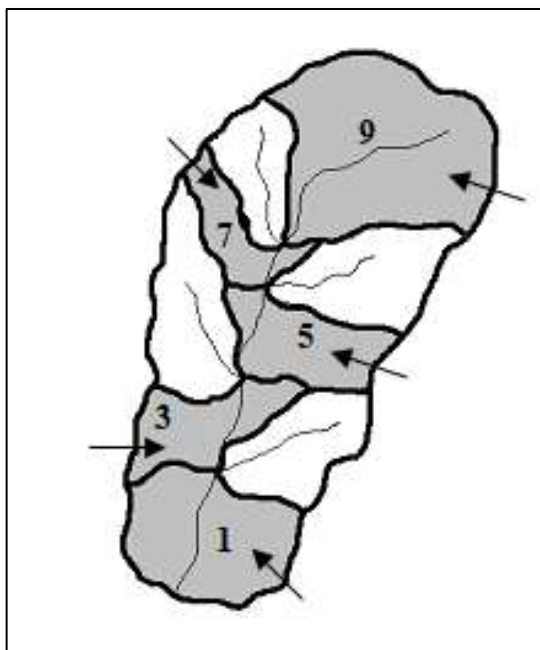
Fonte: Pfafstetter (1989) e SILVA (1999).

É importante ressaltar que a codificação continental é importante uma vez que sem esta, a metodologia de Pfafstetter (1989) não permite a codificação de bacias a partir de um tributário para jusante, ou seja, até a foz.

De posse da codificação continental, uma nova subdivisão é realizada a fim de obter-se o nível 2 de bacias para o continente. Para tanto assume-se como foz o ponto de descarga da bacia em estudo. A análise é realizada sempre da foz para montante identificando todas as confluências e distinguindo o rio principal de seus tributários. O rio principal é aquele curso d'água que drena a maior área e os tributários, os demais que drenam áreas menores.

Ao subdividir uma bacia hidrográfica, qualquer que seja seu tamanho, a área drenada por um tributário é denominada de bacia. A região hidrográfica remanescente, compreendida entre a confluência de dois tributários (bacias), é denominada de interbacia, conforme indicado na Figura 4.

Figura 4: Região hidrográfica denominada por Pfafstetter de Interbacia.



Fonte: Pfafstetter (1989).

A codificação da subdivisão da área drenada por um rio principal requer primeiramente a identificação dos quatro maiores tributários, de acordo com o critério da área drenada, classificadas como bacias e que recebem adicionalmente os algarismos pares 2, 4, 6, e 8, na ordem em que são encontradas de jusante para montante ao longo do rio principal.

Em seguida, os demais tributários do rio principal são agrupados nas áreas restantes, classificados como interbacias, que recebem adicionalmente, na ordem em que são encontradas de jusante para montante ao longo do rio principal, os algarismos ímpares 1, 3, 5, 7 e 9.

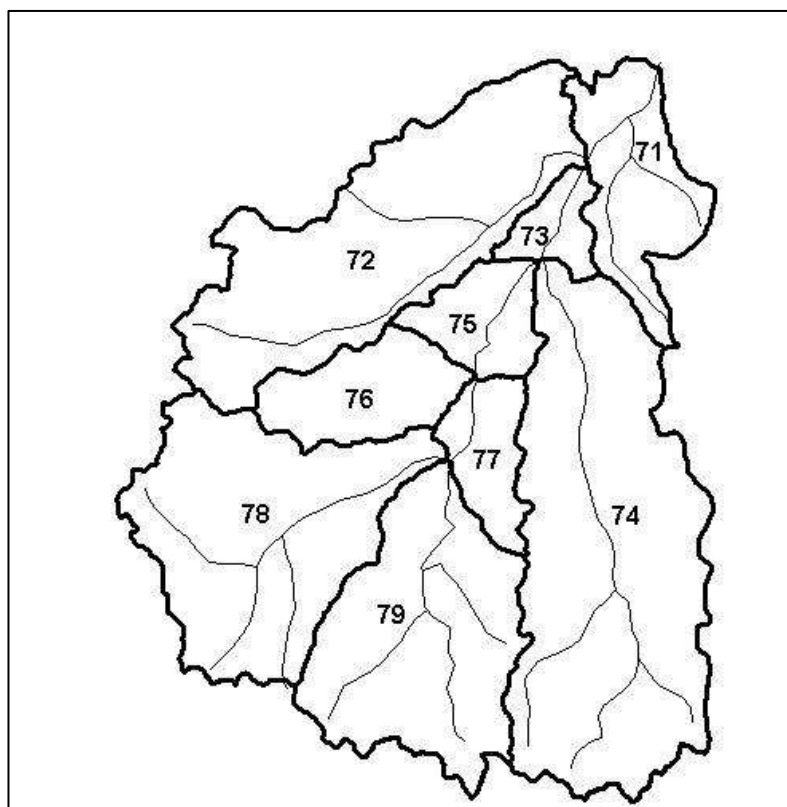
Observa-se, na Figura 4, que uma bacia hidrográfica de nível 1 codificada com o algarismo 7 tem a seguinte subdivisão de nível 2:

- Interbacia 71 é a região hidrográfica compreendida entre a foz do rio principal e a confluência do rio da bacia 72;
- Interbacia 73 é a região hidrográfica compreendida entre a confluência do rio da bacia 72 e a confluência do rio da bacia 74;
- Interbacia 75 é a região hidrográfica compreendida entre a confluência do rio da bacia 74 e a confluência do rio da bacia 76;
- Interbacia 77 é a região hidrográfica entre as bacias 76 e 78;
- Interbacia 79 consiste sempre na área de cabeceira do rio principal a partir da bacia 78, e normalmente drena uma área maior do que a bacia 78, pela definição.

Neste exemplo, se uma bacia fechada fosse encontrada, a ela seria atribuído o Nº 70.

As bacias e interbacias resultantes de uma subdivisão tem sido denominada "ottobacias", em homenagem ao criador do método.

Figura 5: Nível 2 de Codificação das bacias e interbacias.



Fonte: Pfafstetter (1989).

O processo de codificação pode ser repetido em outros níveis de subdivisão, desde que a base cartográfica digital permita caracterizar as regiões hidrográficas. Observe na Figura 6 as bacias hidrográficas do Brasil codificadas ao nível 2. A base atual de bacias hidrográficas subdivididas conforme o método descrito contém subdivisões até o nível 6, em algumas bacias.

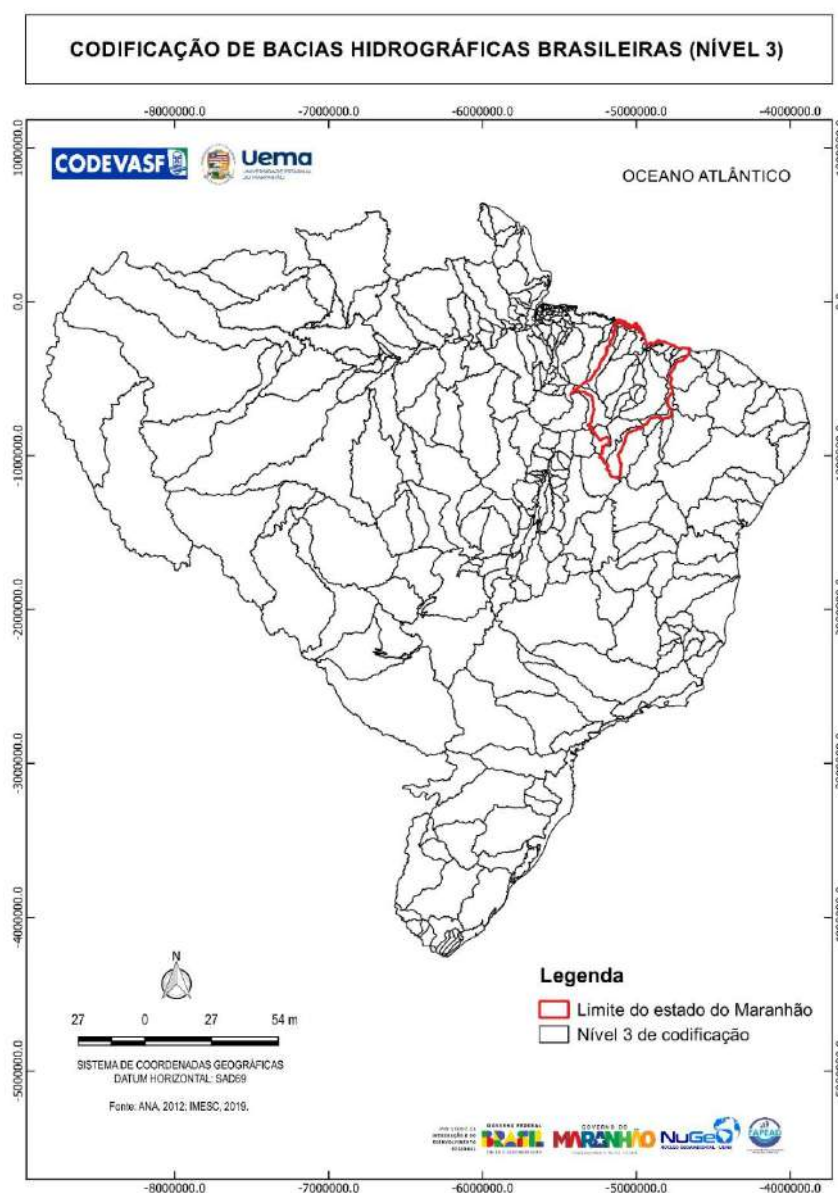
O processo se repete até que os cursos d'água principais das bacias não possuam tributários, ou, dito de outra forma, até que as bacias correspondam a apenas um trecho de hidrografia (ANA, 2019, p.21). A Figura 7 apresenta as bacias hidrográficas do Brasil codificadas no nível 3, conforme a ANA (2012), esta codificação foi a utilizada para subdivisão dos comitês de bacias hidrográficas do estado do Maranhão.

Figura 6: Nível 2 de codificação das bacias hidrográficas brasileiras.



Fonte: ANA (2019).

Figura 7: Nível 3 de codificação das bacias hidrográficas brasileiras.



Fonte: ANA (2012).

Para o mapeamento das Sub-bacias do Rio Itapecuru – MA, utilizou-se as bacias hidrográficas ottocodificadas (BHO)¹ produzidas através do método de Otto Pfafstetter, a qual foi estabelecido para codificação oficial de bacias hidrográficas no Brasil. Ela pauta-se na Resolução nº 30/2002 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH).

¹ Representa a rede hidrográfica em trechos entre os pontos de confluência dos cursos d'água de forma unifilar. Cada trecho é associado a uma superfície de drenagem denominada ottobacia, à qual é atribuída a codificação de bacias de Otto Pfafstetter. Uma característica essencial dessa representação é ser topologicamente consistente, isto é, representar corretamente o fluxo hidrológico dos rios, por meio de trechos conectados e com sentido de fluxo (ANA, 2017).

Com o objetivo de produzir o mapa temático de sub-bacias, recorreu-se ao shapefile das bacias hidrográficas ottocodificadas (níveis otto 1-7) que pertence à base de dados vetoriais da ANA (2012), disponíveis no site:

<https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/por/catalog.search#/metadata/b228d007-6d68-46e5-b30d-a1e191b2b21f>.

Após a obtenção do shapefile realizou-se sua importação para o QGIS, onde foi sobreposto o limite da bacia do rio Itapecuru, posteriormente observou-se cada nível (1-7), sendo que quanto maior o nível das ottobacias, mais subdividida se torna a bacia hidrográfica. Desta forma, estabeleceu-se o nível 4 para a área de estudo.

A bacia hidrográfica ottocodificada de 4ª nível foi reprojeta e cortada para o limite da bacia em seguida foi importada para o SPRING 4.3.3 para servir de referência para a delimitação das sub-bacias do rio Itapecuru. Nesta fase, efetuou-se a delimitação das sub-bacias com o uso das ferramentas da edição topológica do SIG.

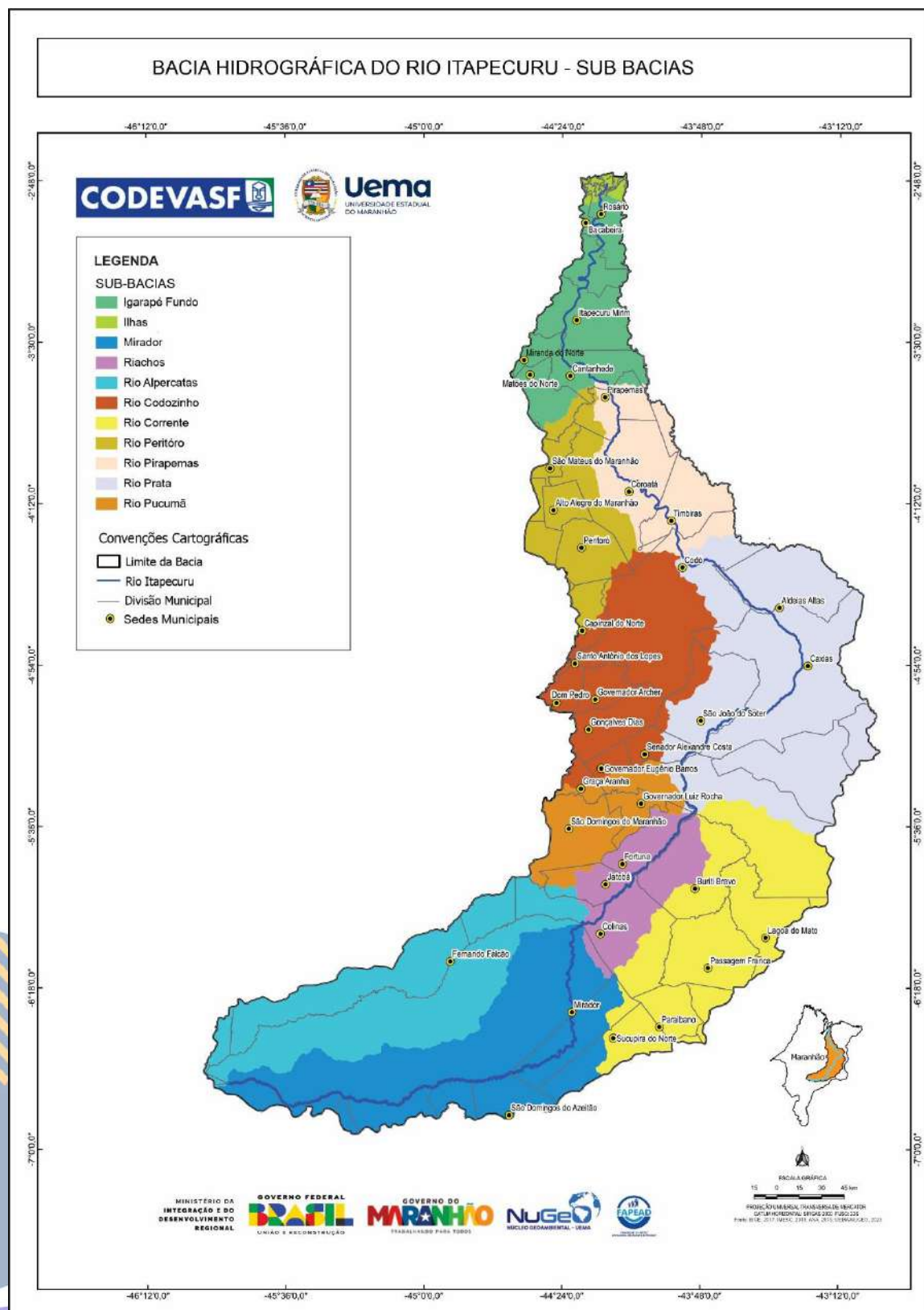
Ressalta-se que não se utilizou o dado da ANA, pois a escala corresponde a 1:1000.000 e o mapeamento para este estudo é compatível com a escala de 1:250.000. Desta forma, influenciaria no nível de detalhamento cartográfico do presente estudo.

O nível 4 subdivide a bacia do rio Itapecuru em 11 sub-bacias, cada uma delas foi nomeada com o principal afluente da área de contribuição, a saber: Igarapé Fundo, Ilhas, Mirador, Riachos, Rio Alpercatas, Rio Codozinho, Rio Corrente, Rio Peritório, Rio Pirapemas, Rio Prata e Rio Pucumã.

2.3 Resultado

A Figura 8 apresenta os resultados da aplicação do método de Otto Pfafstetter para a bacia do rio Itapecuru. Já a tabela 2 apresenta a área (km²) de abrangência de cada sub-bacia identificada na área de estudo.

Figura 8: Mapa de sub-bacias do rio Itapecuru, Maranhão.



Fonte: Registros da Pesquisa (2023).

Tabela 2: Sub-bacias do rio Itapecuru – MA.

Sub-bacia	Área (km ²)	(%)
Rio Prata	10196,61	19,16
Rio Alpercatas	6931,46	13,02
Mirador	7961,36	14,96
Rio Pucumã	2305,23	4,33
Riachos	2752,36	5,17
Rio Corrente	7006,13	13,17
Rio Codozinho	5571,21	10,47
Rio Peritório	3203,01	6,02
Rio Pirapemas	3447,66	6,48
Igarapé Fundo	3609,93	6,78
Ilhas	231,86	0,44
TOTAL	53.216,84	100

Fonte: Registros da Pesquisa (2023).

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO – ANA. **Codificação de bacias hidrográficas pelo método de Otto Pfafstetter - Aplicação na ANA**. UNESP, 2019. (Apostila). 50p. Disponível em: <https://capacitacao.ead.unesp.br/dspace/bitstream/ana/104/1/apostila.pdf> Acesso em: 5 dez. 2019.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO – ANA. **Catálogo de Metadados da ANA. Bacias Hidrográficas Ottocodificadas (Níveis Otto 1-7)**. Brasília, DF: ANA, 2012. Disponível em: <https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/por/catalog.search#/metadata/b228d007-6d68-46e5-b30d-a1e191b2b21f> Acesso em: 1 fev. 2021.
- BACIAS hidrográficas, metodologia de classificação e codificação: seminário**. Brasília, DF: MMA; SRH; IBAMA. [1998]. (Seminário).
- BRASIL. **Lei nº 9.433. de 8 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição da República Federativa do Brasil e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 08 de janeiro de 1997. Seção.
- FIGUEIREDO, L. C. C. **Codificação de cursos d'água do Estado de Minas Gerais**. In: XIII Simpósio da Associação Brasileira de Recursos Hídricos, Belo Horizonte, MG. Anais. Belo Horizonte: 1999. 11 p.
- PFASFSTETTER, O. **Classificação de Bacias Hidrográficas – Metodologia de Codificação**. Rio de Janeiro, RJ: DNOS, 1989. p.19.
- RUBERT, O. A. V. **Codificação Automática de Regiões Hidrográficas Utilizando Sistemas de Informações Geográficas**. Tese de Mestrado. Viçosa, MG: UFV; DEA. 1999. 54p.
- SILVA, P. A. **Classificação e codificação das bacias hidrográficas brasileiras segundo o método Pfafstetter, com uso de geoprocessamento**. ENCUESTRO DE LAS AGUAS, 2, 1999, Montevideo. Proceedings... Montevideo, URUGUAY: IICA, 1999. (<http://www.iica.org.uy>)
- TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 3.ed. Porto Alegre: ABRH/ Editora da UFRGS, 2002. 943p. (Col. ABRH de Recursos Hídricos, v.4).
- UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY - USGS. **HYDRO1k Documentation**. VA: USGS. 04/09/2000. (<http://edcdaac.usgs.gov/gtopo30/hydro/readme.html>)
- VERDIN, K. L. **A System for topologically coding global drainage basins and stream networks**. In: ANNUAL ESRI USERS CONFERENCE, 17, San Diego, California. Proceedings... California: ESRI. 1997. (www.esri.com).



Uema
UNIVERSIDADE ESTADUAL
DO MARANHÃO



DIAGNÓSTICO GEOLÓGICO-GEOMORFOLÓGICO

Luiz Jorge Bezerra da Silva Dias

Allana Pereira Costa

Elna Lucília Santos Corrêa

Gabriel Costa da Costa

1. INTRODUÇÃO

As Ciências da Terra (ou Geociências), a Geologia e a Geomorfologia são duas das mais destacadas áreas do conhecimento, pois analisam os componentes estruturais, litológicos, tectônicos, morfoclimáticos e morfodinâmicos como elemento integrador de todos os componentes da natureza e servem como conjunto de recursos indispensáveis para todas as atividades humanas sobre o Planeta (DREW, 2002). Em outras palavras, é sobre as formas de relevo e com uma geologia que serve de sustentáculo que todas as relações sociais, econômicas, políticas e culturais são desenvolvidas.

Thornburry (1969) afirma que a Geomorfologia é a ciência que estuda as paisagens e suas formas de relevo e corrobora com o conceito clássico de que é o ramo do conhecimento humano que estuda o relevo da Terra. Derruau (1978) complementa essa proposição conceitual ao indicar que ela se volta para os campos analíticos envolvidos na descrição das formas de relevo, sua evolução e o estudo dos processos do modelado da superfície terrestre.

Os fatos geomorfológicos devem ser analisados com bastante detalhe e cautela. Eles são caracterizados como todas e quaisquer formas de relevo ou processos neles atuantes, que podem ter origem endógena, exógena ou antropogênica. Guerra e Guerra (2003, p. 526) definem o termo *relevo* como a “diversidade de aspectos da superfície da Terra, ou seja, o conjunto dos desnivelamentos da superfície do Globo”. Esses fatos, materializados pelas formas do relevo, podem ser singela e didaticamente interpretados como o conjunto dos “altos” e “baixos” da superfície da Terra, tanto emersa, quanto imersa; e “a ciência que estuda as formas de relevo, sua gênese, composição (materiais) e os processos que nelas atuam” é a Geomorfologia, indica Florenzano (2008, p. 11).

A Geomorfologia pode ser definida como o ramo das Geociências, da Geografia e da Geologia que tem por objetivo a compreensão da dinâmica do modelado terrestre, envolvendo suas origens e evolução, seus materiais constituintes e processos físicos, ecológicos e humanos espacializados ao longo do tempo. Assim, a análise do relevo traz consigo informações necessárias para o desenvolvimento de estratégias diversas de uso e ocupação dos espaços disponíveis, bem como apresenta os cenários pretéritos das geoformas², forte instrumental para facilitar a compreensão das possibilidades de evolução das dinâmicas a ele relacionadas. Para efeitos deste capítulo, a Geomorfologia será compreendida como o ramo das Geociências que analisa o relevo, sua gênese, processos evolutivos (dinâmicas), materiais constituintes e sua importância para as atividades humanas.

² O termo *geoforma*, neste trabalho, é considerado sinônimo de formas de relevo e de feições geomorfológicas.

Destarte,

a compreensão das formas de relevo e o reconhecimento das suas aptidões agrárias, assim como de suas possibilidades em termos de sítios para cidades ou espaços para a industrialização, contribuem para orientar o raciocínio científico e podem nos dar indicações importantes para economia e planejamento. Observando a organização que a natureza introduziu na face dos terrenos e meditando sobre as formas de utilização e de organização do espaço induzidas pelo homem, poderemos tirar lições de importância definitiva e termos de aplicação da ciência (AB'SÁBER, 1975, p. 08).

Corroborando com essa afirmação, Christofolletti (2001, p. 416) comenta que “a potencialidade aplicativa do conhecimento geomorfológico se insere no diagnóstico das condições ambientais e contribui para orientar a alocação e o assentamento das atividades humanas”. Essas reflexões confluem para uma mesma afirmação: não existem atividades humanas desenvolvidas sobre superfície da Terra que não dependam (direta ou indiretamente) das formas de relevo.

Esse fator diferencial torna a Ciência Geomorfológica indispensável a qualquer análise geoambiental a ser desenvolvida, seja no sentido de reconhecer as potencialidades de uma área para abrigar um conjunto habitacional, seja na tentativa de produzir energia elétrica por barramentos fluviais, por exemplo.

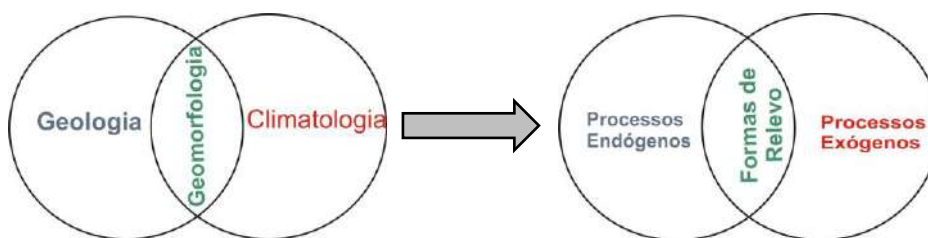
Por conseguinte, é impossível analisar a Geomorfologia, em quaisquer escalas sugeridas e necessárias, sem que antes se tenha a noção de que ela é uma *interface* (ou contato) entre todas as Ciências da Terra. Essa é uma concepção clássica, já tratada por teóricos como William Morris Davis e Walter Penck (CASSETI, 1994), em que ambos evidenciavam, sobretudo, a dualidade Geologia X Climatologia para entender as formas de relevo (

Figura 9), ou seja, como as forças endógenas e exógenas interagem entre si para configurar e mudar constantemente, ao longo do tempo geológico, a superfície da Terra.

Assim, a configuração geomorfológica é uma das parcelas mais notáveis do *espaço total regional*, devendo ser compreendida em função, no primeiro momento, de sua estruturação litoestratigráfica (conforme os ambientes geológicos onde são encontradas tais formações) e sua formação tectônica; e, no segundo momento, de suas porções superficiais, representadas pelas variações pedológicas, coberturas vegetais, condicionantes (elementos) de tempo e clima, hidrografia e distribuição de vertentes e seus respectivos canais de escoamento, áreas de estocagem hídrica, além das antropogêneses³.

³ As antropogêneses são compreendidas como os processos de modelagem da superfície da Terra em que pesam as forças (condicionantes) das ações humanas como indutoras das mudanças ao longo da estrutura superficial da paisagem (DIAS, 2014). Dessa maneira, as transformações ambientais físicas e ecológicas estão relacionadas tanto à disponibilidade de tecnologias viáveis para a apropriação (ou criação) de novos espaços, quanto pelo desejo de ocupar

Figura 9 – Descrição sintética das concepções integrativas em Geomorfologia.



Fonte: Registros da pesquisa (2020).

Nas palavras de Guerra e Marçal (2006, p. 23), para se proceder a estudos geomorfológicos

há que levar em conta aspectos relacionados à exploração de recursos naturais, mudanças físicas nos ecossistemas terrestres e aquáticos, quando da intervenção humana, ou de ordem natural, diagnóstico dos danos ambientais causados pela ação do homem, bem como prognósticos da ocorrência de catástrofes, em virtude da ocupação desordenada do meio físico, que pode afetar a saúde humana e a dos ecossistemas.

Aprioristicamente, a Geomorfologia pode ser caracterizada como uma ciência de *interface* entre a Geologia e a Climatologia e compõe o que Ab'Sáber (1969) denominou de *estrutura superficial da paisagem*, uma faixa dinâmica de contatos entre os processos endógenos e os exógenos. Ross (2012), ao comentar os postulados de geocientistas russos na década de 1960, correlaciona o entendimento da Geomorfologia como ponto central das análises do que se convencionou denominar de *estrato geográfico terrestre*, ou seja, o “espaço delimitado pela litosfera, como piso, e pela estratosfera, (...) como teto” (ROSS, 2008, p. 16). A partir dessas interações múltiplas, afirma-se que o *estrato geográfico terrestre* (GRIGORIEV, 1968 apud ROSS, 2012) é equivalente ao conceito de *estrutura superficial da paisagem* de Ab'Sáber (1969).

Tricart (1976) apresenta a ideia concreta de que a Terra é dinâmica, por natureza e definição. E essa *dinâmica ambiental*, onde o relevo se configura como um elemento integrador de todas as condicionantes abióticas e bióticas locais e regionais, proporcionou a criação do conceito de *ecodinâmica*, que é muito útil em questões relativas a zoneamentos ecológico-econômicos e de práticas de ordenamento territorial, por exemplo.

A Geomorfologia somente é passível de análises científicas se forem destacados os seus três elementos essenciais: morfologia, estrutura (materiais) e processos (STRAHLER; STRAHLER,

novas áreas, a fim de se estabelecer novos elementos a serem enquadrados em índices econômicos (valores) de uso e troca de terra ou solo.

1973). A eles associa-se o fator *tempo* cronológico, que vai pautar a compreensão evolutiva dos processos que transformam os modelados. Assim,

o termo *estrutura* pode ser tomado como o material que compõe a superfície terrestre. Compreende a natureza das rochas e sua composição, assim como os materiais superficiais, tais como sedimentos costeiros, depósitos de terraços, aluviões e argilas glaciais. Já a *morfologia* é o aspecto que [...] se inclui para destacar a importância dos vínculos entre os elementos geomorfológicos. Assim, ela pode ser usada tanto para estudar os processos, quanto os materiais. A omissão dos estágios não significa que o tempo careça de importância na análise da evolução das formas. Contudo, o tempo já está implícito no processo, que é um elemento dinâmico e, por isso mesmo, se produz no tempo. Seu funcionamento varia segundo a escala de estudo (CUCHLAINE, 1984, p. 16 – tradução nossa).

Sobre o elemento *tempo* nas análises geomorfológicas, especificamente, Suertegaray (2002, p. 23) enfatiza que “ao aprender o estudo dos processos do passado e do presente na constituição do relevo, [o geomorfólogo] é capaz de visualizar os ritmos de degradação”. Isso implica afirmar que a Geomorfologia tem importância substancial para a compreensão das dinâmicas ambientais, já que ela é um conjunto de processos. Nesse sentido, Ross (2012, p. 09-10) destaca que

o relevo, como um dos componentes do meio natural, apresenta uma diversidade enorme de tipos de formas. Essas formas, por mais que possam parecer estáticas e iguais, na realidade são dinâmicas e se manifestam ao longo do tempo e do espaço de modo diferenciado, em função das combinações e interferências múltiplas dos demais componentes do estrato geográfico. Essas inter-relações, que se traduzem pela troca de energia e matéria entre os componentes são geradoras da história natural do relevo, ou seja, são responsáveis pela evolução e, portanto, pela gênese do modelado da superfície terrestre. É preciso, para se entender o que está por trás de cada padrão de forma ou de tipo de vertente, verificar quais as influências de cada componente do estrato geográfico na gênese e, portanto, na dinâmica atual e pretérita dessas formas. Fica evidenciado que [cada forma do relevo tem] sua história evolutiva e conseqüentemente sua existência encontra explicação.

Evidencia-se, assim, que é praticamente impossível prosseguir nas análises geomorfológicas sem ter acesso a conceitos e definições indispensáveis para tal. *Morfogênese*, *morfodinâmica*, *morfoestrutura* e *morfoescultura* são termos cruciais de/para reflexão e compreensão dos fatos geomorfológicos (ROSS, 2008).

A *morfogênese* corresponde à origem do modelado, com seus processos e materiais físicos, químicos e biológicos (ou eventualmente antropogênicos) formadores; é a origem das geoformas, a qual está relacionada aos “antagonismos” dos agentes formadores do relevo. Estes podem ser *endógenos*, tendo origem abaixo da superfície terrestre, e/ou *exógenos*, cuja gênese se relaciona aos mecanismos climáticos e ecológicos (relacionados aos elementos e processos materializados na própria superfície da Terra, em conjunto com os efeitos meteorológicos e climáticos,

além de astronômicos, provenientes de camadas atmosféricas adjacentes, formadoras dos climas e/ou do espaço sideral), bem como os causados por processos antropogênicos.

Ross (2008, p. 18) afirma que

todo esse dinamismo tem somente duas [grandes] fontes de energia: o calor solar, que aquece a atmosfera e comanda os tipos climáticos do globo terrestre ao longo do tempo e do espaço, e a energia do núcleo e manto do interior da Terra, que interfere nas mudanças da estrutura da litosfera e cria formas de relevos estruturais de dimensões também variáveis ao longo do tempo e do espaço terrestre.

Para Muehe (2002, p. 191), a evolução morfodinâmica é

geralmente o resultado de uma longa interação entre tectonismo, litologia e clima, [e] pressupõe, para sua compreensão, a reconstituição paleogeográfica da área considerada. A compreensão desta evolução pode, muitas vezes, fornecer importantes indicações para a inferência da evolução futura, ou para melhor avaliar a representatividade de uma tendência evolutiva, observada num curto espaço de tempo.

Assim sendo, os eventos morfogenéticos manifestam, de fato, o antagonismo entre as forças atuantes na Terra e materializadas na sua superfície. Evidentemente, ao longo do tempo esses fenômenos passam por variações, mas não há mudanças significativas nas maneiras gerais como esses processos se desenvolvem. Faz-se importante (na compreensão dos fatos geomorfológicos) que sejam analisadas as interações entre os elementos endógenos e exógenos, com a finalidade de se compreender as tendências evolutivas das geoformas. À vista disso, Ross (2012, p. 26-27) ressalta que os conceitos que melhor fazem compreender o modelado terrestre são os de morfoestrutura e morfoescultura.

A parte da Geomorfologia responsável pela compreensão da estrutura do modelado da superfície da Terra é a Geomorfologia Estrutural. Seu objetivo de trabalho é compreender o papel dos processos e materiais endógenos na configuração do relevo terrestre, tanto o emerso, quanto o submerso. O termo *morfoestrutura* indica a compreensão da estrutura do relevo ou do conjunto de geoformas a estas associadas.

O conceito de *domínios morfoclimáticos* dá ênfase maior a essa concepção analítica, já que este trabalha a ação do clima sobre o relevo, seu processo de desgaste, intemperização, erosão e deposição sedimentar. Em outros termos,

o conceito de morfoescultura volta-se, portanto, às feições do relevo produzidas na terra pela ação dos climas atuais e pretéritos e que deixam marcas na superfície do terreno, específicas de cada processo dominante. [...] Isso significa que sobre uma determinada morfoestrutura pode-se encontrar uma ou mais unidades morfoesculturais, ou, ao contrário, em duas ou mais unidades morfoestruturais pode-se encontrar apenas uma unidade morfoescultural (ROSS, 2012, p. 40).

As *morfodinâmicas* (dinâmica do modelado geomorfológico) de paisagens em função de denudações de terrenos e seus consequentes processos de *morfogênese* (origem das formas) e

pedogênese (origem de tipos diferenciados de solos) tendem a ser mais aceleradas, pelo intemperismo químico, em regiões intertropicais, principalmente úmidas e superúmidas (TRICART, 1977). Nas áreas mais secas (subúmidas, semiáridas e áridas) tende a predominar os agentes físicos de meteorização, como os ventos e a amplitude térmica, por exemplo (TRICART, 1976). Contudo, deve-se ressaltar que, para efeitos de uma abordagem compreensiva e integral sobre o modelado em domínios climáticos diferenciados, é imperativa a concatenação analítica de elementos morfoesculturais e morfoestruturais.

Coelho (2001) afirma que, ao serem reconhecidas as associações dos elementos ambientais dentro de células espaciais (como os ecossistemas, regiões naturais e domínios de natureza, por exemplo, integrados à geomorfologia local, regional ou macrorregional), há a possibilidade de desenvolvimento de interpretações adequadas da natureza, frequência, magnitudes e intensidade dos danos/perturbações ambientais sobre um dado território. Isso serve para o estabelecimento de uma base analítica sistêmica, que permite a formatação de inter-relações entre os componentes das paisagens geomórficas (TRICART, 1976; 1977), ou seja, do denominado *estrato ambiental*⁴ (GRIGORIEV, 1968), que é sinônimo, como já mencionado, da *estrutura superficial da paisagem* (AB'SÁBER, 1969).

A proposta do mencionado autor é baseada na posposta de Tricart (1965 apud PENTEADO, 1980), sendo por ele simplificada. Esta última, por seu turno, apresenta a seguinte caracterização taxonômica, a partir o que este geomorfólogo francês denominou de *ordem de grandeza*:

- a) **Primeira ordem de grandeza (ou escala global):** abrange grandes áreas da superfície terrestre. Seu enfoque é direcionado para a compreensão de áreas emersas e imersas (continentes e grandes ilhas, mares e oceanos). A compreensão-base está no nível de antagonismos entre dinâmicas interna e externa da Terra, em escala pequena, ou seja, espacialmente ampla, com dimensões continentais, ou seja, milhões de km²;
- b) **Segunda ordem de grandeza (unidades maiores):** definidas por unidades estruturais (domínios estruturais ou morfoestruturais, como grandes bacias sedimentares ou amplas áreas cratônicas, por exemplo) e por domínios

⁴ Ross (2008; 2012) utiliza bastante o conceito de *estrato geográfico* (GRIGORIEV, 1968) para falar das relações espaciais em sentido amplo, destacando a Geomorfologia como base teórico-metodológica para a compreensão dos fatos/elementos físicos, ecológicos e humanos. No entanto, considera-se o termo *estrato ambiental* mais abrangente, haja vista a sua abertura de abordagens para outras disciplinas e ciências ambientais, que não apenas a supramencionada. Isso concorre para uma compreensão mais contingente da totalidade analítica dos fatos, além desse termo possuir um "apelo" transdisciplinar. Em momentos atuais, em que o conceito de *geodiversidade* é bastante difundido, essa terminologia tem grande potencial de uso integrado, sobretudo em instrumentos de planejamento e ordenamento territorial.

morfoclimáticos (como o das Terras Baixas Florestadas Equatoriais ou Amazônico, por exemplo). Dimensões: centenas de milhares a alguns milhões de km²;

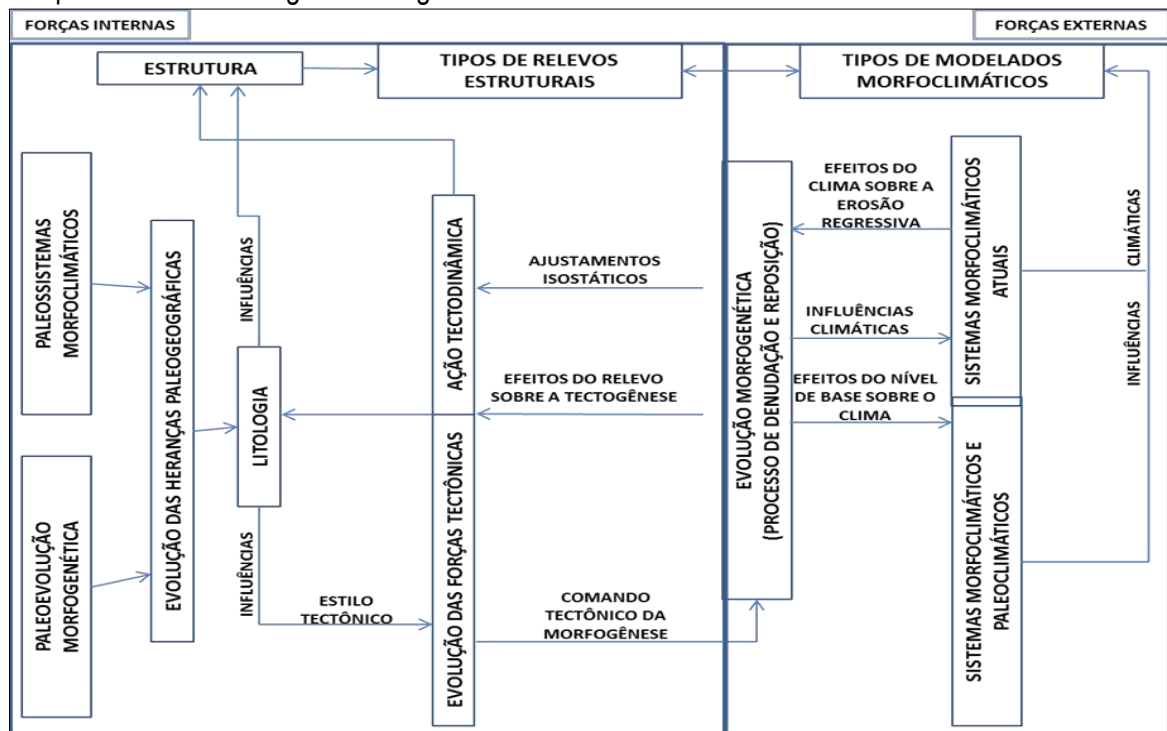
- c) **Terceira ordem de grandeza (unidades menores):** estudos das paisagens realizado com ênfase nos processos de evolução do modelado através da denudação dos conjuntos de geoformas. Abrange dezenas de milhares de km²;
- d) **Quarta ordem de grandeza:** corresponde às unidades geomorfológicas de dezenas a centenas de km², como, por exemplo, depressões periféricas associadas a uma bacia sedimentar intracratônica. A análise deve partir do entendimento morfoestrutural do conjunto das formas de relevo;
- e) **Quinta ordem de grandeza:** representada por formas derivadas da ação entre litologia e erosão diferencial, como escarpas de falha e relevos de *cuestas* localizadas. Retratam, então, relevos bem visíveis em projeções na escala de 1:20.000 (PENTEADO, 1980), pois representam unidades de alguns km²;
- f) **Sexta ordem de grandeza (padrões de pequenas formas):** representada por formas de relevo de algumas centenas de metros e estão ligadas aos condicionantes de intemperismo e erosão que condicionam a geomorfologia local. Uma colina e um cone de dejeção são bons exemplos desse tipo de modelado;
- g) **Sétima ordem de grandeza (padrões de microformas):** apresenta um comprimento de alguns decímetros a alguns metros. Exemplo disso são os sulcos de erosão nas cabeceiras, em processo erosivo inicial;
- h) **Oitava ordem de grandeza:** representa o conjunto de formas milimétricas a centimétricas, como poros de rochas ou pequenas feições erosivas por turbilhonamento em rochas próximas de cursos d'água ou dentro destes.

Para o presente diagnóstico, optou-se por desenvolver trabalhos de pesquisa e reconhecimento com base na terceira ordem de grandezas escalares de Tricart (1965 apud PENTEADO, 1980). Assim, a Geologia e a Geomorfologia, como partes integrantes do grupo epistemológico das Geociências, trabalham com esquemas conceituais e teóricos que, aplicados de forma coerente, de lugar a lugar, acabam por proporcionar um bom entendimento das articulações litológicas, tectônicas e dos padrões de formas (das macrorregionais às regionais).

De forma elucidativa e processual, a Figura 10, baseada em Tricart (1968), apresenta um esquema interessante para tal entendimento. Para o citado autor, é importante se reconhecer os heterogêneos materiais e processos endógenos e exógenos, distintamente que compõem a estrutura

superficial da paisagem e propor teorizações para o entendimento dos fenômenos naturais (em escalas regionais ou continentais) que originam ou dinamizam o modelado da superfície.

Figura 10 – Mecanismo processual (ou causal) em Geomorfologia – orientação metodológica para a compreensão dos fatos geomorfológicos.



Fonte: Adaptado de Tricart (1968).

Destaca-se que os trabalhos geomorfológicos, especialmente os voltados para o (re)conhecimento de grandes parcelas territoriais (diga-se: mais de 20.000 km², compreendidas na escala de trabalho 1:250.000), com orientações claras da *megageomorfologia* (AB'SÁBER, 2001), devem voltar-se para o entendimento das relações causais dos processos ambientais que condicionam a estrutura e a escultura dos fatos geomórficos. Todos eles variam em função do tempo e dos processos atuantes, quer sejam eles endógenos ou exógenos, sempre concorreram para uma reelaboração de paisagens morfológicas. Por isso, é importante que, para serem entendidos os padrões de formas de qualquer espaço, é necessário compreender os processos (materiais, energias e interações mútuas destes) externos e internos materializados sobre o *estrato geográfico*.

Em tempos de discussões acerca da gestão territorial, dos processos de conversão de paisagens naturais em recursos econômicos e das variabilidades e mudanças climáticas em múltiplas escalas espaciais e temporais, é cada vez mais necessário desenvolver propostas de trabalho que envolvam a integração lógica entre os fatos naturais e os fenômenos sociais à luz da dinâmica das paisagens e territórios em uma perspectiva geossistêmica (MARQUES, 2016). Ao indicar uma realidade geográfica para a pesquisa, como é o caso de uma bacia hidrográfica representativa dentro

de uma Unidade Federativa, essa questão maximiza-se em evidência, já que *di per si* potencializa heterogêneos desdobramentos relativos à aplicação do conhecimento geocientífico.

Nesse sentido, as pesquisas territoriais voltadas para o planejamento e ordenamento dos espaços regionais devem focar o relacionamento entre os processos evolutivos e dinâmicos da natureza e suas implicações na socioeconomia materializados em arranjos paisagísticos e territoriais os mais distintos (ROSS, 2006; 2012). Sua representação deve-se dar de forma clara pelas técnicas cartográficas com o apoio de métodos de sensoriamento remoto e geoprocessamento, acompanhadas por trabalhos de campo (ZACHARIAS, 2010).

A ideia da integração geocientífica Geologia - Geomorfologia nasce com a necessidade de relacionar o meio físico regional, hoje conhecido pelo termo *geodiversidade* (SILVA, 2008), com as atividades climáticas atuantes na contemporaneidade, sobretudo em domínios tropicais e numa mesma escala cartográfica. Tricart (1959) e Cailleux e Tricart (1973), ainda na década de 1950, já apresentavam tal perspectiva como um modelo integrador de reconhecimento da morfoestrutura e da morfodinâmica atuantes sobre um determinado arranjo territorial natural, sem as interferências humanas, e, portanto, atuante ao longo do instável período Quaternário (últimos 1,81 M.A.).

Às mudanças e variações climatológicas, bem como em função dos processos neotectônicos (SUGUIO, 2010), que atuaram fortemente em território brasileiro (*lato sensu*) e maranhense (*stricto sensu*) conforme Dantas et. al. (2013), seguiram as alterações da dinâmica do relevo, que, em contexto mais abrangente do ponto de vista geográfico, gerou novas geoformas (AB'SÁBER, 2012; TORRES et. al., 2012). Isso concorreu para a consolidação de alterações sucessivas e graduais na configuração da geodiversidade regional pelas dinâmicas de paisagens historicamente construídas e constituídas pela natureza.

Tricart e Cailleux (1973) chamam atenção para a necessidade de reconhecimento dos processos zonais associados à distribuição dos climas na Terra e sua consequente importância para o conjunto de “sistemas” associados à configuração dos fatos geomorfológicos. Ross (2008), em concordância, orienta para a compreensão dos fatos integradores à luz da Geomorfologia (e também da Geologia, sobretudo a de caráter estrutural) através de uma linguagem cartográfica adequada, a qual possibilite o planejamento e o ordenamento do território.

2. A MORFOESTRUTURA DO TERRITÓRIO: A Geologia e a Tectônica em Destaque

Morfoestrutura diz respeito à estrutura mórfica e geológica do terreno, geralmente se referindo a embasamentos estruturais (pré-cambrianos e/ou Fanerozoicos). As plataformas, as cadeias orogenéticas (sejam os maciços antigos ou modernos) e as bacias sedimentares (áreas de diferentes idades e composições litoestratigráficas) são classificadas como exemplos de *domínios geológicos*

(AB'SÁBER, 1975; ROSS, 2008). Nessa perspectiva, é impossível estudar o modelado da superfície da Terra sem que haja uma inter-relação conceito-pragmática entre os fatos geomorfológicos e as ações geológicas (morfoestrutura) e climáticas nele atuantes (morfoescultura).

Às morfoestruturas se associam os aspectos esculturais do relevo (a *morfoescultura*), ou seja, à “disposição” que determinada região (ou província geológica, em função de suas formações e configurações litológicas) tem de ser modelada conforme os domínios climáticos locais ou regionais, gerando formas diferenciadas, em heterogêneas áreas de atuação de processos climáticos através do tempo geológico (AB'SÁBER, 2012; BIGARELLA et. al., 2007).

Contudo, são as litologias e as estruturas relacionadas às manifestações tectônicas que garantem a orientação, os desnivelamentos e a sustentação das geoformas. No tocante à Bacia do Alto Curso do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil), a presença de altos estruturais, de anticlinais e braquianticlinais, bem como de falhas representam forte controle geológico do modelado (Figura 3), possivelmente relacionados a processos associados à Ativação Mesocenozoica (ALMEIDA et. al., 2000) que ocorreu em grande parte do que hoje é o Planalto Central Brasileiro, como no Alto Curso do Itapecuru, embora esteja próxima às suas bordas setentrionais.

No que diz respeito à Geologia a área de estudo, a Bacia do Alto Curso do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil), em seu alto curso, está inserida em sua totalidade na Província Estrutural do Parnaíba (PEREIRA et. al., 2012), caracterizada como área domínio morfotectônico e estrutural com fases marinhas e continentais bem patentes, desde o Siluriano-Devoniano até o Mesozoico (ALMEIDA et. al., 1981; MILANI, 2000). Essa macrounidade litoestratigráfica e morfotectônica coincide com os limites da Província Sedimentar do Meio Norte.

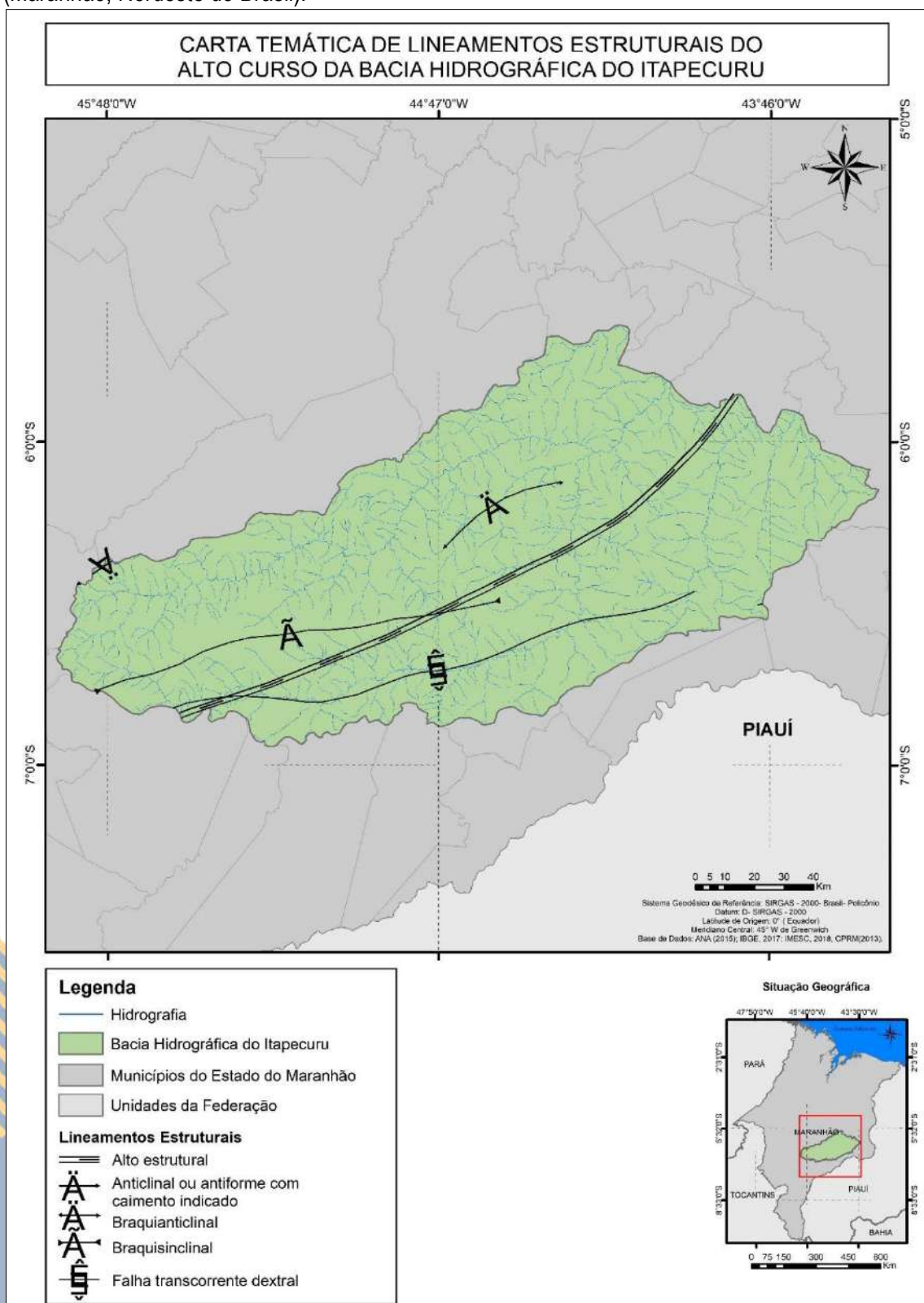
O setor Centro-Oeste dessa Província Estrutural, em que está situado o recorte territorial em evidência, possui áreas de origem e natureza sedimentar e magmático-extrusiva, estando associada, a depósitos paleozoicos, mesozoicos e cenozoicos, bem como relacionamentos tectônicos penecontemporâneos ao estágio de rifteamento jura-cretáceo pelo qual passou a margem continental brasileira no final do Mesozoico, que culminou em erupções fissurais básicas na Plataforma Sul-Americana, no que hoje configura a Bacia do Alto Curso do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil).

Tal fenômeno geotectônico que explica os processos morfológicos e geológicos regionais é conhecido na literatura como *Ativação Wealdeniana* (ALMEIDA, 1967) ou *Ativação Mesocenozoica* (ALMEIDA, 2000; BRITO-NEVES, 2011), o que explica o caráter concêntrico (convergência para a Baía de São Marcos, ao Norte) dos cursos d'água que compõem a Bacia do Itapecuru e outras consideradas genuinamente maranhenses (PETRI; FÚLFARO, 1988).

A unidade litoestrutural em que está assentada geologicamente a região hidrográfica Bacia do Alto Curso do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil) está delimitada ao norte e ao sul por estruturas falhadas (falhas normais e falhas transcorrentes) e dobradas (sinclinais ou bordas de anticlínios). Ambos os conjuntos de elementos tectono-estruturais são destacados na paisagem geomorfológica regional pela configuração do Alto Estrutural Xambioá-Teresina. Por conseguinte, os desníveis geomorfológicos regionais acompanham as principais linhas definidoras da geologia estrutural. (Figura 4).

No centro-sul do território natural analisado há a presença do Arco Xambioá – Teresina, um dos principais altos estruturais de abrangência regional e correlacionado a processos tectônicos de individualização de compartimentos sedimentares, de idade triássico-jurássica, e cuja presença influencia no modelado até os dias atuais (Figura 13). Isso, sobretudo, por sua efetiva orientação SW-NE, que proporciona a ocorrência de diversos processos geomórficos de capturas de drenagem, como é o caso da existência de cotovelos estruturais, como o do Itapecuru, que o faz infletir para Norte, em vez de seguir a orientação leste, em direção ao Médio Parnaíba. Aliás, em relação ao Alpercatas, o cotovelo de drenagem sobre falhas geológicas normais proporcionou ao Itapecuru capturar o canal do Alpercatas, isso no município de Colinas, Maranhão (Figura 14).

Figura 11 – Cartografia temática de lineamentos estruturais da Bacia do Alto Curso do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil).



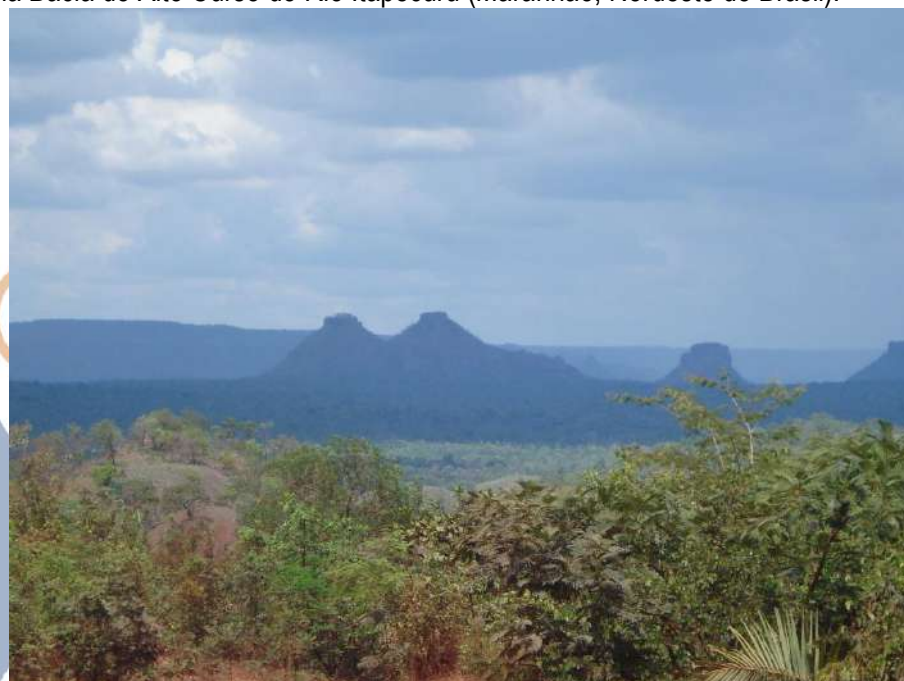
Fonte: Modificado de CPRM (2013).

Figura 12 – Escarpas de falhas normais em configuração de platôs correspondentes à Serra do Itapecuru, em Mirador, Bacia do Alto Curso do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil).



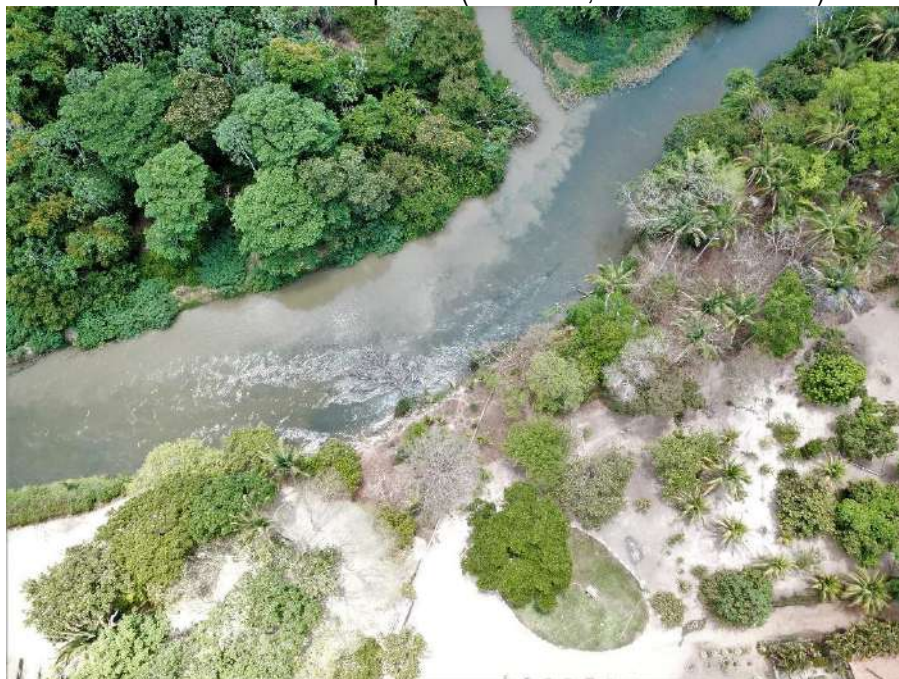
Fonte: Acervo pessoal de Luiz Jorge B. Dias (2018).

Figura 13 – Arco Xambioá – Teresina em áreas do Parque Estadual do Mirador, em município homônimo, na Bacia do Alto Curso do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil).



Fonte: Registros da Pesquisa (2020).

Figura 14 – Confluência do Rio Alpercatas (águas de tons mais claros) no Itapecuru por captura de drenagem, na Bacia do Alto Curso do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil).



Fonte: Registros da Pesquisa (2020).

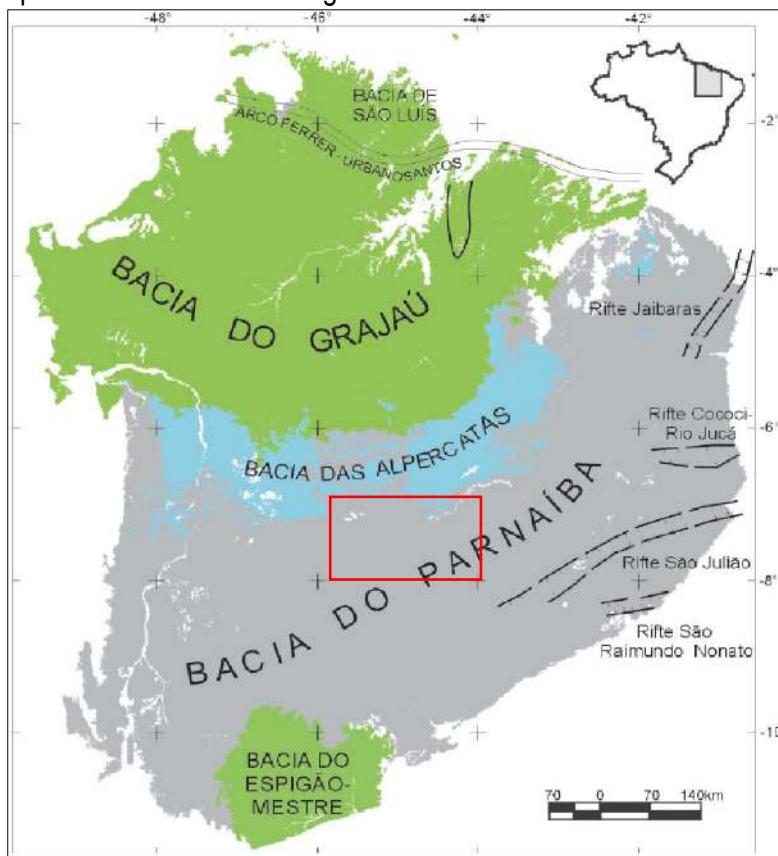
Por conseguinte, o conceito de Província Sedimentar do Parnaíba utilizado neste trabalho obedece ao critério de antiguidade, cujos limites são coincidentes com a proposta de Província Sedimentar do Meio Norte (KEGEL, 1956), desmembrada analiticamente em quatro bacias com idades e gêneses distintas: Bacia do Parnaíba, Bacia do Grajaú, Anficlese das Alpercatas e Bacia do Espigão-Mestre (Figura 15), sendo que esta última está fora dos limites da área de estudos (SILVA et. al., 2003). Nesse caso, apenas aparecem na Bacia do Alto Curso do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil) como regiões sedimentares na área de pesquisa a Bacia do Parnaíba e a Anficlese das Alpercatas.

A história evolutiva da Província do Parnaíba é intrigante, face à migração dos sítios deposicionais e ao mesmo tempo complexa, em termos de estruturação tectônica. Trata-se de área tipicamente intracratônica que se desenvolveu sobre embasamento cristalino, cuja compartimentação tectônica já estava estruturada desde o Neoproterozóico, sendo atribuída a eventos do Ciclo Brasileiro.

A área sedimentar da bacia intracratônica e anficlese associada à Bacia do Alto Curso do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil) é preenchida por mais de 3.000 metros de sedimentos predominantemente siliciclásticos, dos quais 2.500 metros são paleozóicos e o restante é de idade meso-cenozóica. O registro estratigráfico é correlacionado a episódios de sedimentação no Siluriano,

Devoniano, Carbonífero-Triássico, Jurássico e Cretáceo, individualizados por contatos discordantes e limitados por superfícies erosivas.

Figura 15 – Unidades geotectônicas da Província Parnaíba, que é subdividida em Bacia do Grajaú (ao Norte), Bacia das Alpercatas (no Centro) e Bacia do Parnaíba (Centro, Leste e Sul). Destaca-se a área estudada em quadrilátero no centro da figura.



Fonte: Góes (1995 apud SILVA et. al, 2003).

Documentam duas fases distintas dos processos deposicionais e subsidentes regionais: uma fase marinha franca a rasa, conhecida como *fase talassocrática*, testemunhadas pelos sedimentos basais e praticamente não aflorante na região; e outra, conhecida como *fase geocrática*, ou continental, que compõe as litofácies menos profundas (mais “recentes”), a qual é testemunhada sobretudo pelos sedimentos mesozóicos (PETRI; FÚLFARO, 1988; CARNEIRO et. al., 2012).

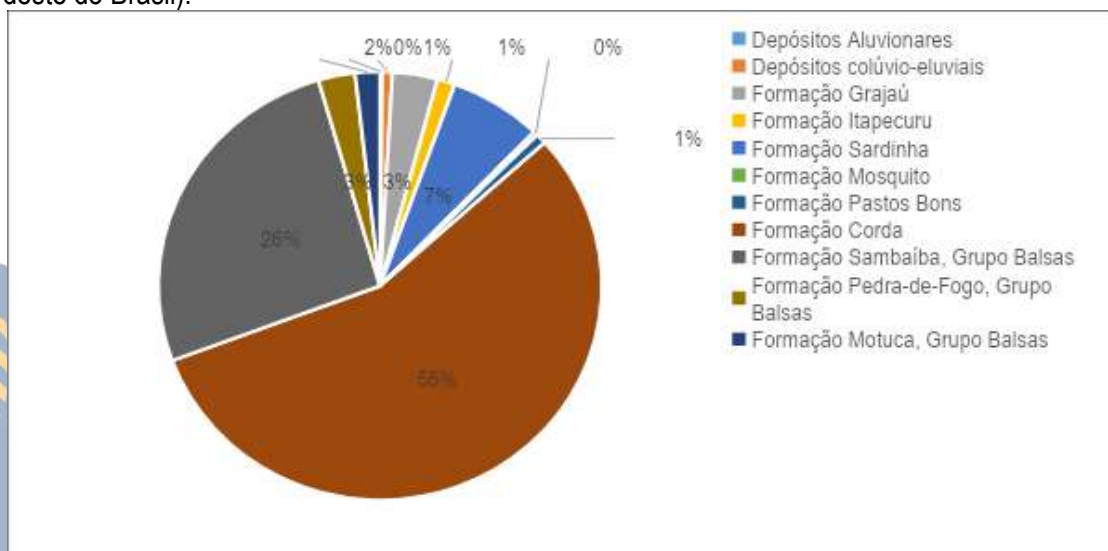
A Bacia das Alpercatas compreende área de 70.000km², configurando um sistema de *rift* de orientação geral ENE-WSW. O pacote sedimentar chega a 200 metros de espessura e comporta rochas da sequência Juro-Cretácea (sedimentos *geocráticos*). A Bacia das Alpercatas, cuja denominação advém da serra homônima, foi definida originalmente como Anficlise das Alpercatas, devido ao alçamento de suas bordas e preenchimento vulcano-sedimentar, mas o termo foi abandonado e a sequência de rochas redefinida como bacia. A Figura 16 e a Tabela 3 apresentam a distribuição por idades das litologias associadas à área da Bacia do Alto Curso do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil).

O magmatismo na Bacia do Alto Curso do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil) foi subdividido em duas unidades litoestratigráficas de idades distintas, e também quanto à natureza química e assinatura isotópica das rochas, modo de ocorrência em superfície e localização geográfica. A Formação Mosquito (Juro-Triássico), com ocorrência de derrames basálticos, é subjacente à Formação Pastos Bons, enquanto a Formação Sardinha (Eocretáceo) está sobreposta à Formação Corda, que também apresenta vulcanismos em suas litoestruturas. A cartografia geológica regional está contida na Figura 9.

Os processos magmáticos ocorridos são responsáveis, dentre outras feições, pela configuração de corredeiras e encachoeiramentos nos altos cursos dos principais afluentes do Itapecuru e do Alpercatas e do Mearim, a sul da Bacia, próximo aos seus divisores com as Bacias Hidrográficas do Parnaíba e Mearim. As Figura 18 e Figura 19 apresentam algumas dessas estruturas geológicas de caráter e importância regional.

A evolução geológica, geotectônica e litológica da paisagem da Bacia do Alto Curso do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil) foi influenciada, certamente, pelos vários eventos tectônicos que remontam ao período de separação da Placa Sul-Americana da Placa da Africana e que afetaram as Bacias Sedimentares do Meio Norte, englobando, do sul para norte, as Bacias Sedimentares do Parnaíba, das Alpercatas e Grajaú.

Figura 16 – Distribuição percentual de litologias na Bacia do Alto Curso do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil).



Fonte: Registros da Pesquisa (2020) com base em dados de CPRM (2012).

Tabela 3 – Distribuição por área das litologias da Bacia do Alto Curso do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil).

NOME DA UNIDADE LITOLÓGICA	IDADE	AREA (KM²)
Depósitos Aluvionares	Quaternário	31,15
Depósitos colúvio-eluviais	Neógeno	156,53
Formação Grajaú	Cretáceo	689,73
Formação Itapecuru	Cretáceo	271,47
Formação Sardinha	Cretáceo	1.415,71
Formação Mosquito	Jurássico	63,90
Formação Pastos Bons	Jurássico	167,93
Formação Corda	Jurássico	11.746,05
Formação Sambaíba, Grupo Balsas	Triássico	5.490,03
Formação Pedra-de-Fogo, Grupo Balsas	Permiano	563,45
Formação Motuca, Grupo Balsas	Permiano	378,00
Total (Km²)		20.973,96

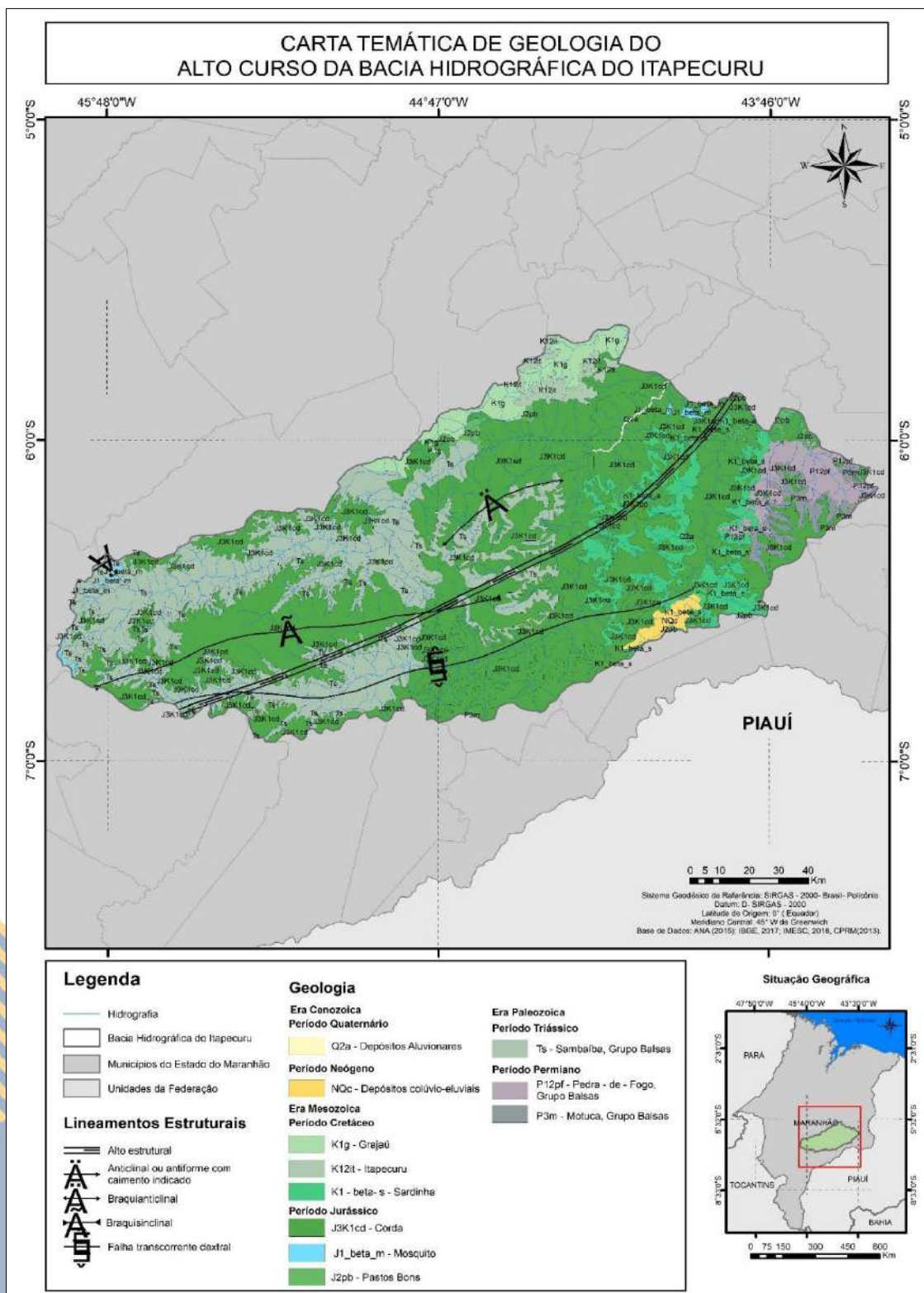
Fonte: Registros da Pesquisa (2020) com base em dados de CPRM (2012).

Ressalta-se que a Geologia de uma região é a base material para o desenvolvimento de toda e qualquer atividade humana, bem como se configura como palco para a articulação de todos os processos naturais possíveis e o processo evolutivo relacionado às múltiplas escalas e abordagens temporais adotadas para a concepção de como foi articulada a história de um território, os processos geológicos, divididos aqui em *geotectônicos* e *litoestratigráficos*, são responsáveis diretos pela configuração geomorfológica regional, bem como da rede de drenagem da Bacia do Médio Curso do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil).

O território analisado está inserido estrutural e tectonicamente na Província Estrutural do Paranaíba (ALMEIDA, 1978; ALMEIDA et. al., 1981; PEREIRA et. al., 2012; CARNEIRO et. al., 2012). Por consequência, é caracterizado como uma área de domínio morfotectônico e estrutural cuja evolução esteve relacionado às fases de predomínio de depósitos marinhos, seguidos por sedimentação continental, isso entre o Siluriano-Devoniano e o Mesozoico (ALMEIDA et. al., 1981; MILANI, 2000).

Essa macrounidade litoestratigráfica e morfotectônica coincide com os contatos estruturais e litológicos limitantes entre a Bacia Intracratônica do Paranaíba (MILANI et. al., 2000), que ocupa aproximadamente 32,98% do espaço total analisado, e a Anfíclise do Alpercatas, com um total de 67,02% da área da Bacia do Médio Curso do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil).

Figura 17 – Cartografia temática de Geologia/Litoestratigrafia da Bacia do Alto Curso do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil).



Fonte: Registros da Pesquisa (2020) com base em dados de CPRM (2012).

Figura 18 – Afloramento da Formação Corda em São Raimundo das Mangabeiras, ao Sul da Bacia do Alto Curso do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil), próximo aos divisores com a Bacia do Alto Curso do Parnaíba.



Fonte: Registros da Pesquisa (2020).

Figura 19 – Afloramento da Formação Sambaíba, ao Sul da Parque Estadual do Mirador, Bacia do Alto Curso do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil).



Fonte: Acervo pessoal de Luiz Jorge B. Dias (2018).

Figura 20 – Depósitos aluvionares quaternários associados ao Rio Itapecuru em Colinas, ao Norte da Bacia do Alto Curso do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil).



Fonte: Registros da Pesquisa (2020).

A presença da calha da Bacia Intracratônica do Parnaíba, que *di per si* representa, por dobramentos, um alto estrutural na forma de uma anticlinal (Figura 13), permite a subdivisão em unidades tectônicas aparentemente complementares, porém distintas em natureza, gênese e condições deposicionais.

Uma bacia sedimentar do intracratônica do tipo sinéclise, como o é a do Parnaíba, Maranhão ou Meio Norte (KEGEL, 1956), representa um conjunto de “feições morfológicas de subsidência pouco acentuada em relação às áreas adjacentes e situam-se sob a crosta continental” (SUGUIO, 2003, p. 319). Enquanto uma anficlise, ou bacias de afundamento, constitui uma área sedimentar representada por flexuras e falhas, bem como outros distúrbios de ordem geotectônica, que acabam por individualizar a natureza deposicional de uma área clástico-vulcânica dentro de uma outra consideravelmente maior (BRITO-NEVES, 2011).

Nesse sentido, a Anficlise do Alpercatas, com seus ambientes e depósitos relativos associados a paleodeserto permiano-jurássico, bem como a efusões magmáticas do médio ao neo-jurássico. A presença de arenitos nas formações Motuca, Pedra de Fogo-Grupo Balsas e Pastos Bons, bem como a presença de arenitos intercalados por folhelhos e basaltos Mosquito e Corda, atestam os processos de estabilidade da Plataforma Sul-americana associada ao máximo desenvolvimento do paleocontinente Pangea e, posteriormente, a um processo seminal de sua fragmentação por deriva

continental tendo como testemunho litológico o aparecimento de vulcanismo básico (SILVA et. al., 2003).

Esse processo se desenvolveu, ainda, durante o Eocretáceo, com a abertura de um mar epicontinental que, ao evoluir, seria transformado em Oceano Atlântico. Por conseguinte, a indicação desses tipos de litologias, conforme estabelecido na

Figura 22, é capaz de proporcionar um entendimento geográfico atual das suas disposições e, por consequência, de sua importância para a configuração do modelado, sobretudo no que tange à resistência das rochas quanto à incisão de drenagem estabelecida historicamente por processos climáticos pretéritos, isso de meados a fins do Mesozoico à contemporaneidade.

A Bacia do Médio Curso do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil) encontra-se distante a mais de 300 km a Nor-Noroeste do depocentro da Sinéclise do Parnaíba. As flexuras regionais, representadas na Figura 13 (retromencionada), condizem com os parâmetros de alto controle estrutural-tectônico do território em lide, haja vista a orientação da drenagem regional disposta.

A forte representação tectônica regional, com a presença do Lineamento Picos – Santa Inês (Figura 23) e do Arco Xambioá – Teresina (

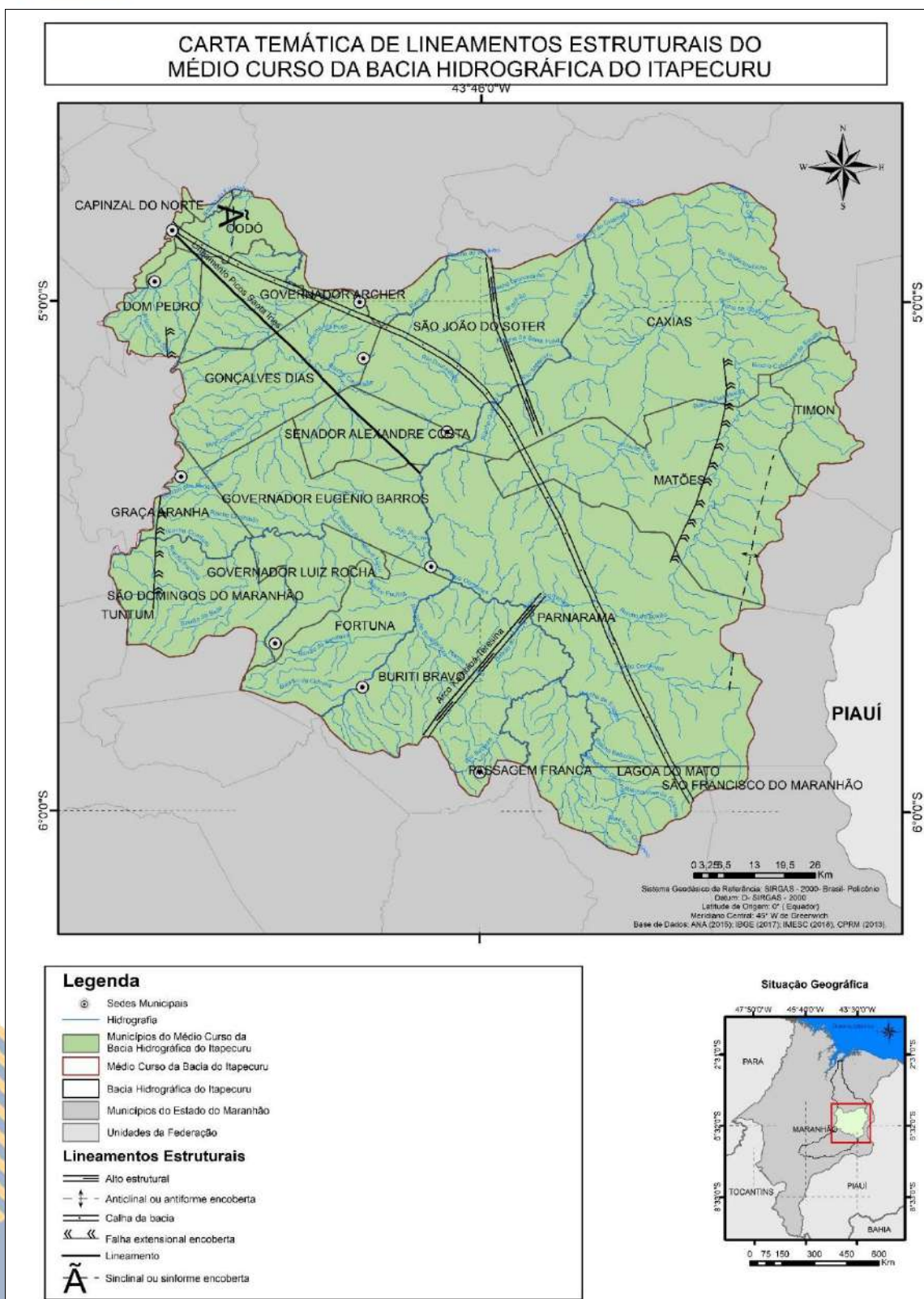
Figura 24), são claras indicações de uma evolução tectono-estrutural bastante intensa no Médio Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil). Isso é testemunhado pela inflexão do canal principal do Rio Itapecuru, que deveria correr para Este-Nordeste a partir da divisa de São João do Soter e Caxias (perto da divisa do Médio para o Baixo Curso) e seguir, originalmente, para ser um tributário da margem esquerda do Rio Parnaíba. Possivelmente, tal situação pode ter ocorrido durante o Cenozoico. Entretanto, o controle litológico parece dispor de relevante peça para a compreensão da divisão de drenagens da própria bacia *per si*, algo devidamente caracterizado pela disposição de rochas mais tenras cortadas por outros lineamentos estruturais que conduziram o curso da Bacia para Norte e, em seguida, Noroeste, indo em direção ao Golfão Maranhense.

Por outro lado, a presença de anticlinais ou antiformes encobertas a leste, entre Parnarama, Matões e Caxias (Figura 25) e a oeste, entre Dom Pedro, Graça Aranha, São Domingos do Maranhão e Tuntum (

Figura 26), são indicadores geológico-paisagísticos de que a faixa central da Bacia do Médio Curso do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil) seja, possivelmente, um gráben, delimitada por dois *horsts* regionais, demonstrativos de uma zona de extensão crustal regional.

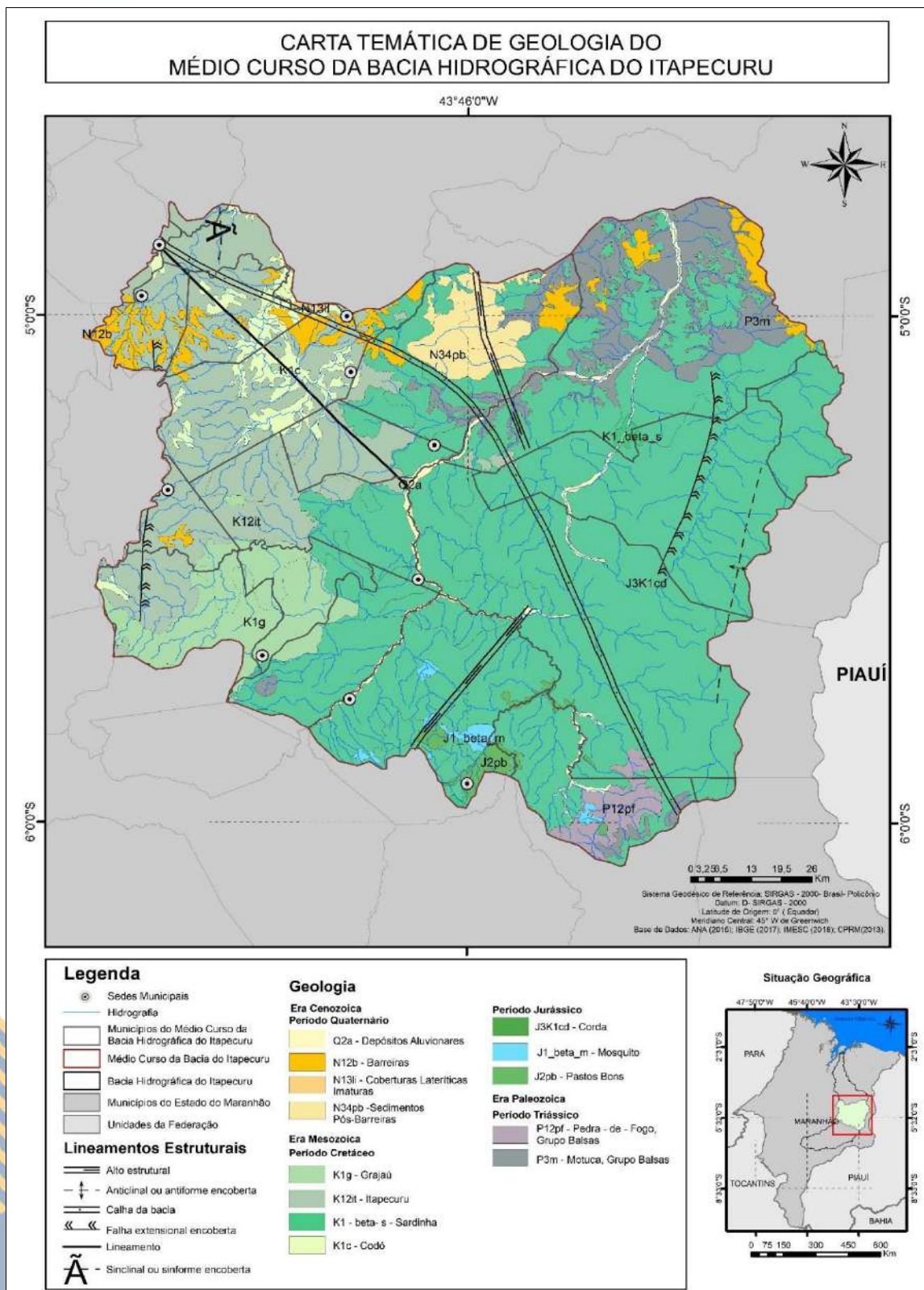
Figura 21 – Cartografia temática de lineamentos estruturais da Bacia do Alto Médio do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil).





Fonte: Registros da Pesquisa (2021).

Figura 22 – Cartografia temática de Geologia/Litoestratigrafia da Bacia do Médio Curso do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil).



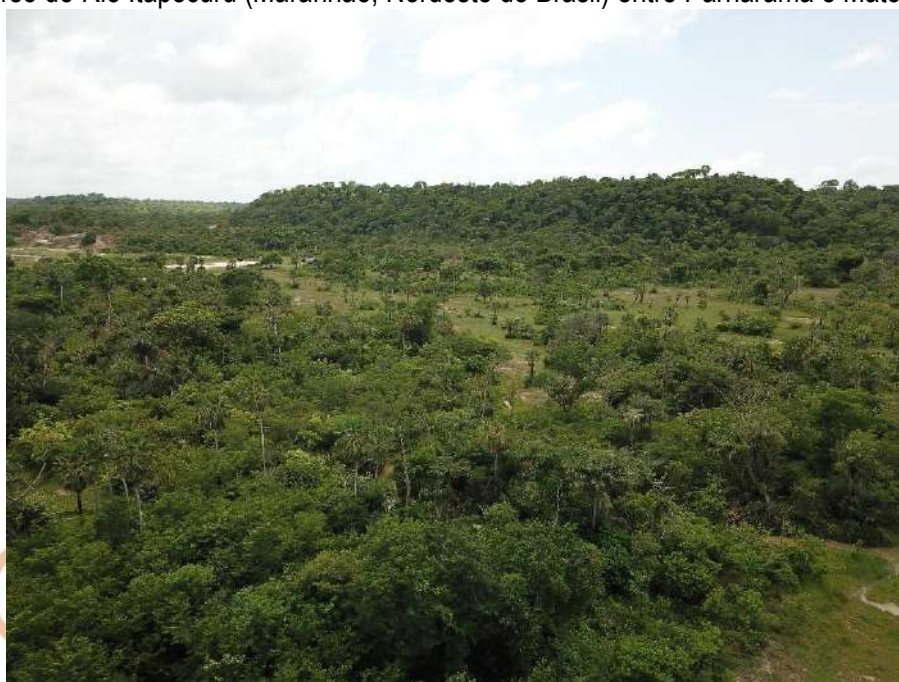
Fonte: Registros da Pesquisa (2021) com base em dados de CPRM (2012).

Figura 23 – Feição paisagística do Lineamento Picos-Santa Inês entre os municípios de Dom Pedro e Gonçalves Dias (MA).



Fonte: Registros da Pesquisa (2021).

Figura 24 – Últimos prolongamentos do Arco Xambioá – Teresina em sua direção Nordeste, na Bacia do Médio Curso do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil) entre Parnarama e Matões (MA).



Fonte: Registros da Pesquisa (2021).

Figura 25 – Vista parcial, ao fundo, de anticlinal encoberta, representando divisor de drenagem entre a Bacia do Médio Curso do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil) e a Bacia Hidrográfica do Médio Parnaíba, em Matões (MA).



Fonte: Registros da Pesquisa (2021).

Figura 26 – Vista parcial, ao fundo, de anticlinal encoberta, representando divisor de drenagem entre a Bacia do Alto e a do Médio Curso do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil), entre Fortuna e Buriti Bravo (MA).



Fonte: Registros da Pesquisa (2021).

Quanto à litoestratigrafia regional, a Tabela 4 e a Figura 19 apresentam as treze formações sedimentares presentes no território diagnosticado. A predominância de sedimentos que

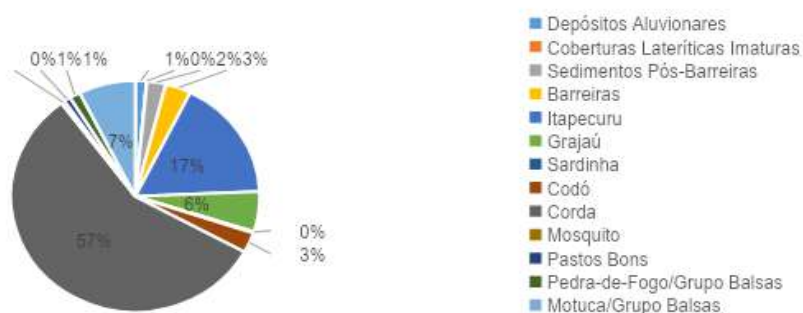
variam do Permiano ao Jurássico retrata uma evolução paleoambiental associada a processos geocráticos (PETRI; FÚLFARO, 1988) e trazem uma importante informação paleogeográfica: a sucessão de ambientes desérticos com aqueles de origem continental subúmidos permitem que essa seja uma estratégica região fossilífera em ambientes permianos e cretáceos.

Tabela 4 – Distribuição areal (km²) das fácies sedimentares na Bacia do Médio Curso do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil).

Nº	SIGLA	NOME DA FORMAÇÃO	EON	ERA	PERÍODO	ÉPOCA	ÁREA TOTAL (Km ²)
1	Q2a	Depósitos Aluvionares	Fanerozoico	Cenozoico	Quaternário	Holoceno	226,49
2	N13li	Coberturas Lateríticas Imaturas	Fanerozoico	Cenozoico	Quaternário	Pleistoceno	9,49
3	N34pb	Sedimentos Pós-Barreiras	Fanerozoico	Cenozoico	Quaternário	Pleistoceno	378,51
4	N12b	Barreiras	Fanerozoico	Cenozoico	Quaternário	Mioceno	515,35
5	K12it	Itapecuru	Fanerozoico	Mesozóico	Cretáceo	Inferior	2.645,90
6	K1g	Grajaú	Fanerozoico	Mesozóico	Cretáceo	Barremiano	867,82
7	K1_beta_s	Sardinha	Fanerozoico	Mesozóico	Cretáceo	Inferior	30,38
8	K1c	Codó	Fanerozoico	Mesozóico	Cretáceo	Aptiano	441,79
9	J3K1cd	Corda	Fanerozoico	Mesozóico	Jurássico	Superior	8.832,76
10	J1_beta_m	Mosquito	Fanerozoico	Mesozóico	Jurássico	Inferior	74,78
11	J2pb	Pastos Bons	Fanerozoico	Mesozóico	Jurássico	Médio	134,66
12	P12pf	Pedra - de - Fogo, Grupo Balsas	Fanerozoico	Paleozóico	Permiano	Cisuraliano	214,42
13	P3m	Motuca, Grupo Balsas	Fanerozoico	Paleozóico	Permiano	Lonpingiano	1.143,76
TOTAL (KM²)							15.516,12

Fonte: Registros da Pesquisa (2021).

Figura 27 – Gráfico de distribuição areal (km²) das fácies sedimentares na Bacia do Médio Curso do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil).



Fonte: Registros da Pesquisa (2021).

É conveniente destacar que a predominância de estratos areníticos (Figura 28), correlacionáveis ao Paleodeserto Botucatu na Bacia Sedimentar Intracratônica do Paraná (AB'SÁBER, 1972). Assim, será doravante denominado de *Paleodeserto Itapecuru* para o Maranhão a consolidação

de deserto jurássico associado, sobretudo, à Formação Corda, penecontemporâneo ao então existente paleocontinente Gondwana. Tal componente da geodiversidade mesozoica enquadra paleofáceis que são predispostas ao acúmulo de água subterrânea e, possivelmente, gás natural.

Figura 28 – Afloramento da Formação Corda no Médio Curso do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil), em Caxias (MA).



Fonte: Registros da Pesquisa (2021).

No que tange ao Baixo Curso da Bacia Hidrográfica do Itapecuru, é importante destacar que se caracteriza sobretudo por um estreitamento territorial, em que ela mesma está confinada entre a Bacia Costeira de Barreirinhas e a Suíte Intrusiva Rosário. Esforços tectônicos atuantes, sobretudo no Neógeno, foram capazes de isolar o sistema hidrográfico em seu ponto exultório. A Baía de São José, onde o aparelho estuarino e pró-deltaico do Itapecuru está atualmente assentado, em momentos anteriores ao presente foi um leito estendido deste. Isso em momentos em que o nível do mar esteve a dezenas de metros abaixo do que hoje se encontra (AB'SÁBER, 2004).

A presença de uma profusa e pouco conhecida rede de lineamentos estruturais, como o Arco Férrer – Urbano Santos a Norte, calhas de sinclinais atualmente encobertas, bem como estruturas soerguidas marginais relacionadas a anticlinais originadas por pressões laterais provavelmente relacionadas a eventos de reativação meso-cenozoica (HASUI, 2012), apresentam a tônica para a conformatação do território hidrográfico em estudo (Figura 29). Por outro lado, do Noroeste de Caxias até o Centro-Norte de Coroatá, há condições tectônicas reconhecíveis que, em conjunto, proporcionam aparecer menor conjunto de afluentes de pequeno porte que compõem o Baixo Curso do Itapecuru. Contudo, por serem áreas com maiores declividades em relação aos trechos de jusante são favoráveis para a configuração de sistemas hidrográficos de aproveitamento para atividades de lazer e turismo.

De forma a reconhecer a sua composição geológica sob o ponto de vista da litoestratigrafia (Figura 22, e

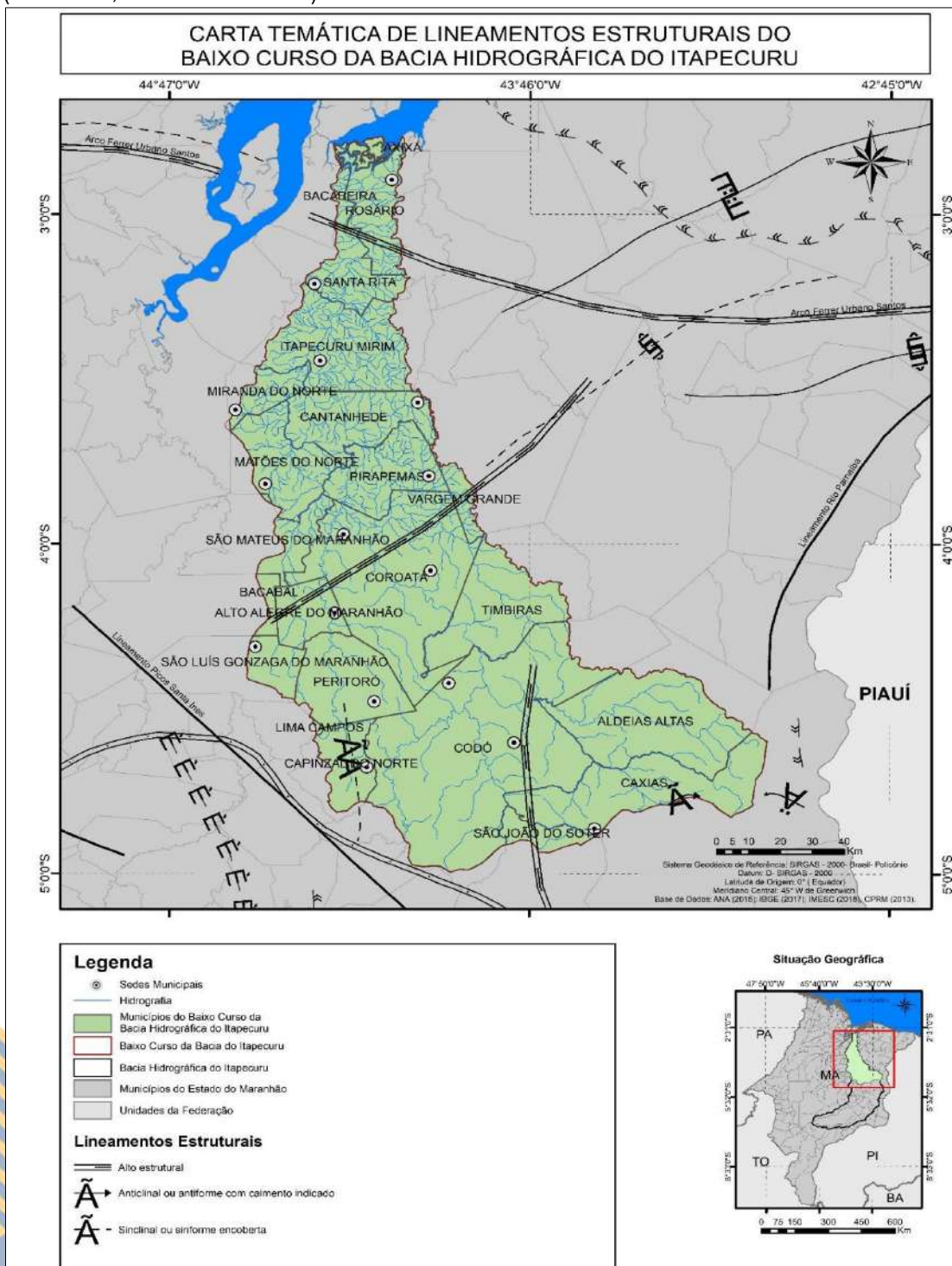
Tabela 5), os 16.689,28 km² do Baixo Curso da Bacia Hidrográfica do Itapecuru, a Formação homônima, de idade cretácea, representa aproximadamente 52% de toda essa parcela territorial (Figura 31). A unidade estrutural correspondente à Bacia de São Luís – Grajaú.

Por conseguinte, o extremo Norte do baixo curso do Itapecuru, ao fundo da Baía de São José, apresenta sedimentos da Bacia Costeira de São Luís, a Oeste, e da Suíte Intrusiva Rosário, na porção Central e Leste. Convém afirmar que as rochas que compõem esta segunda unidade citada são de idade paleoproterozoica e representam estágio evolutivo de acreção continental relativa à configuração do Norte do Maranhão, totalmente inserido no contexto da Plataforma Sul-americana (ALMEIDA et al., 2000).

Ademais, elas são partes do Cráton São Luís, unidade morfotectônica vinculada ao Cráton do Oeste Africano, desenvolvido em momento de formatação de terrenos originados no Riáciano, os quais não foram deformados por eventos orogenéticos do neoproterozoico aos tempos silurianos. Ademais, embora haja poucos conjuntos litológicos expostos em superfície, o Cráton São Luís provavelmente estende-se por baixo de uma razoável parcela da Província Estrutural do Parnaíba, onde está assentada a Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru.

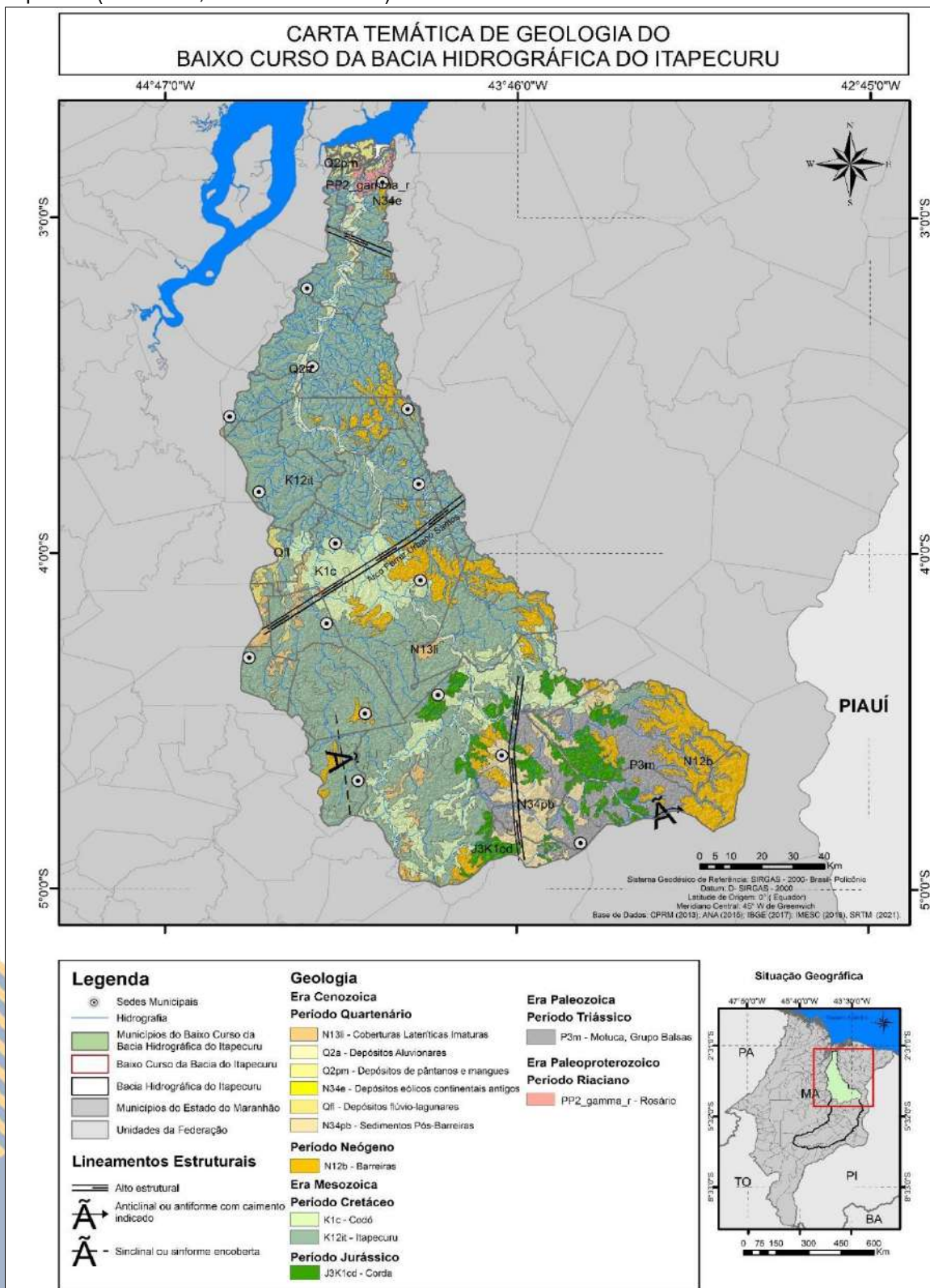
As rochas intrusivas que compõem a margem esquerda do setor flúvio-marinho do baixo Itapecuru acabam por configurar ambientes de pequenos obstáculos à navegação interior, algo restrito ao município de Rosário. Destaca-se que a toponímia *Itapecuru* está relacionada justamente a como esse tipo de “acidente geográfico” era compreendido pelos povos originários que habitavam essa parcela do território da Bacia Hidrográfica em questão. Assim, o “rio que corre entre pedras” está relacionado a um contexto de ordem litológica de evolução que remonta ao Pré-Cambriano.

Figura 29 – Cartografia temática de lineamentos estruturais da Bacia do Baixo Curso do Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil).



Fonte: Registros da Pesquisa (2022).

Figura 30 – Cartografia temática de Geologia/Litoestratigrafia da Bacia do Baixo Curso do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil).



Fonte: Registros da Pesquisa (2022).

A compartimentação geomorfológica regional depende intrinsecamente das respostas antagônicas entre as forças endógenas e exógenas da Terra (PENTEADO, 1980). Assim, a Bacia do Alto Curso do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil) reflete sobretudo ao desenvolvimento de processos de soerguimentos epirogênicos relacionados às flexuras continentais associadas a ambientes deposicionais e vulcânicos específicos do Jura-Cretáceo. Além disso, com a elevação do Planalto Central Brasileiro, como consequência da Orogenia Andina (ALMEIDA, 2000; ROSS, 2016).

O aspecto geral da Bacia do Alto Curso do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil), conhecida na literatura por Planalto Setentrional Pará-Maranhão (BARBOSA et. al., 1973) e atualmente denominada de Chapadas do Alto Itapecuru (DANTAS et. al., 2013) é de aplainamento pela erosão e por sistemas circundenudacionais.

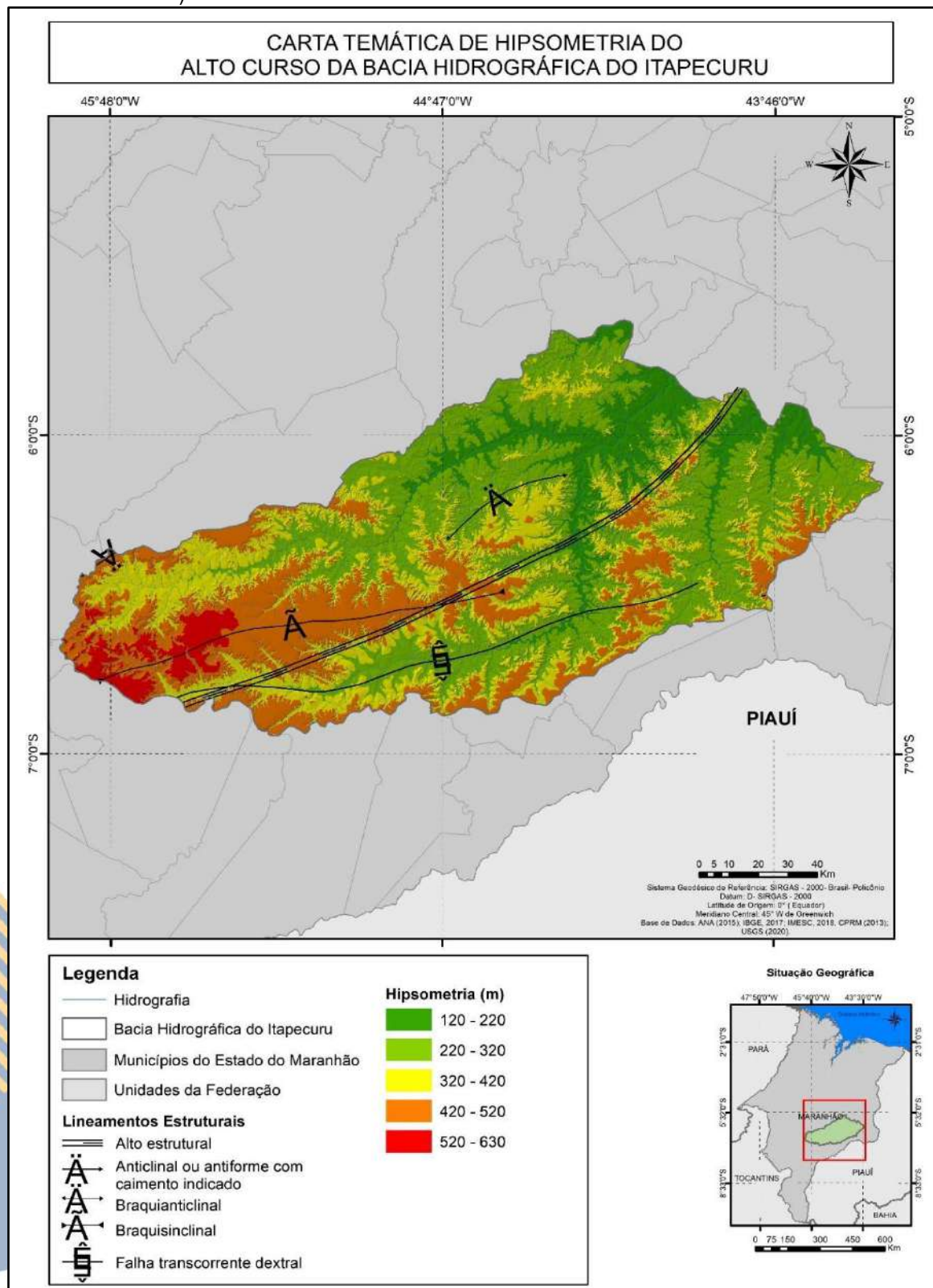
Nele são destacadas as calhas fluviais bem-marcadas e incisivas condicionadas aos sistemas de falhas geológicas, arcos e demais estruturas de caráter e extensão regionais e extra-regionais que explicam a morfoestrutural e morfoescutural dos desnivelamentos geomórficos regionais, com declividades cujas altitudes (hipsometria) variam de 120m a 630m em relação ao nível do mar (Figura 24). Ademais, há traços marcantes na declividade, cujos ambientes deposicionais em ambientes suaves (0 a 13° de inclinação de vertentes) de 23° até 90°, áreas-fonte de erosão (

Figura 33).

Os processos geomorfológicos de desenvolvimento cenozoico testemunharam intenso processo de pedimentação e pediplanação dos compartimentos soerguidos da Bacia do Alto Curso do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil), ocorridos durante o Terciário (não apenas durante o Quaternário). Eles concorreram para a configuração de vales mais abertos ao Norte, com drenagem menos encaixada, porém mais favorável à configuração de extensas planícies de alagamentos (AB'SÁBER, 1972).

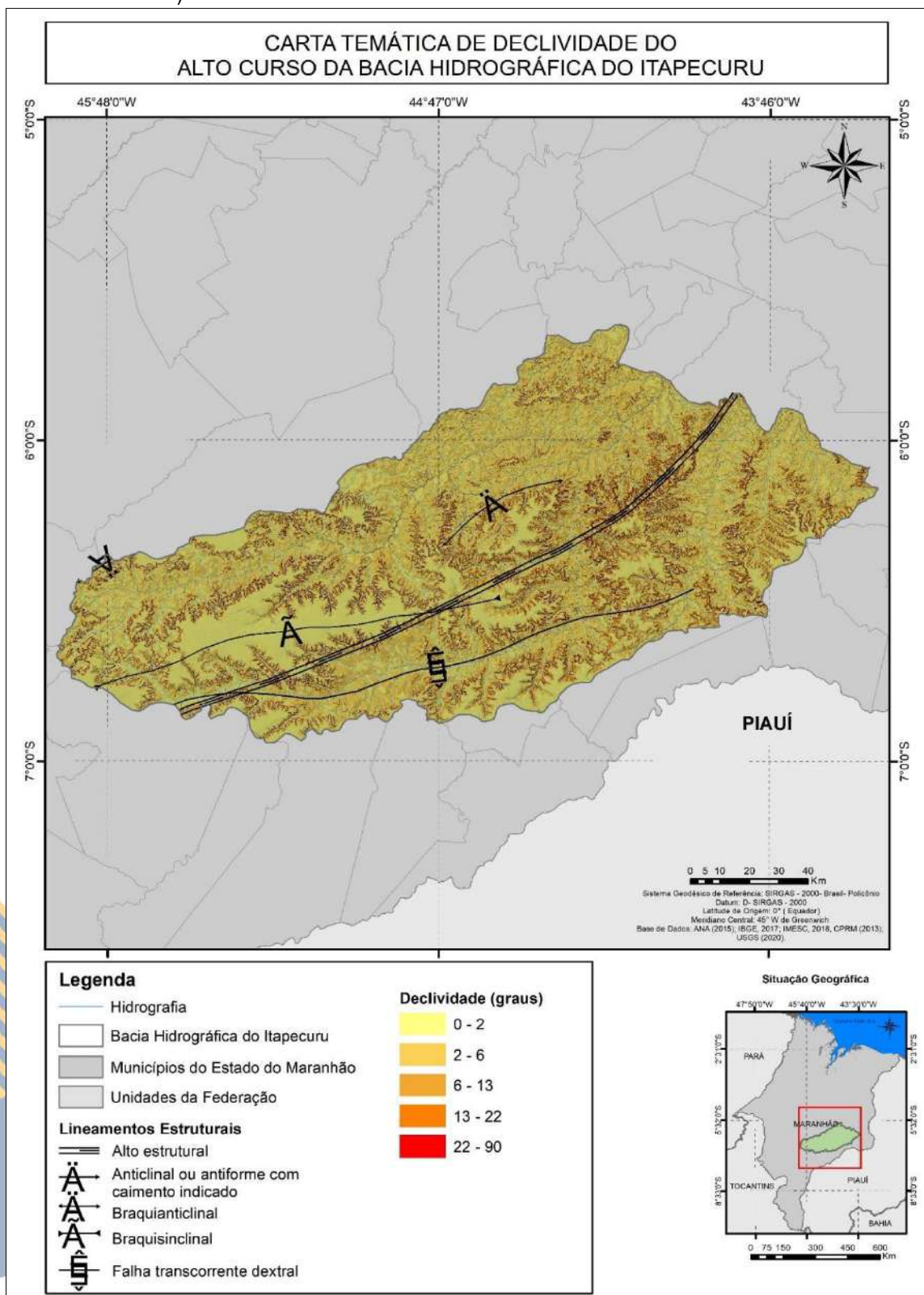
Contudo, ao sul do Parque Estadual do Mirador, na divisa do Município homônimo com São Raimundo das Mangabeiras, há intenso processo de denudação, associado a processos de epirogênese positiva nos divisores Itapecuru – Parnaíba (Figura 34), denotando importante sistema de policiclicidade do relevo regional, isso devido a alívios isostáticos e ao entalhamento de vales encaixados em planos de falha, configurando pequenos cânions do Rio Itapecuru.

Figura 32 – Cartografia temática de Hipsometria da Bacia do Alto Curso do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil).



Fonte: Registros da Pesquisa (2020) com base em dados de CPRM (2013).

Figura 33 – Cartografia temática de Declividade da Bacia do Alto Curso do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil).



Fonte: Registros da Pesquisa (2020) com base em dados de CPRM (2013).

Nesse patamar geomórfico, encontram-se adaptações das drenagens às estruturas falhadas pré-existentes e anteriores ao processo de circundenudação pós-cretáceas (AB'SÁBER, 1972), o que justifica alguns trechos bem retilíneos dos vales do Itapecuru e do Alpercatas, bem como de seus afluentes do Alto Curso. Isso permitiu, dentre outras coisas, a ocorrência de cotovelos e capturas de drenagem, que concorreram para afluxos fluviais e pluviométricos mais incisivos em setores das citadas sub-bacias, originando trechos que, embora possuam franca dissecação natural, acabam por apresentar planícies fluviais embutidas em compartimentos de planaltos ondulados, como em São Domingos do Azeitão (Figura 35).

As cabeceiras da Bacia do Alto Curso do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil) são destacadas pela presença de terras altas divisoras de águas entre as Bacias do Itapecuru, do Mearim e do Parnaíba, em que são observados o predomínio das formas de relevo geradas a partir de processos de pediplanação, possivelmente neógenas, bem como o importante papel que a tectônica ainda desempenha na configuração geomorfológica macrorregional (

Figura 36). São superfícies correlacionadas ao Pediplano Central do Maranhão (BARBOSA et. al., 1973), de idade pleistocênica, definindo na paisagem a ocorrência de alterações paleoclimáticas sensíveis, tendendo a climas mais secos que os atuais.

Assim, a Bacia do Alto Curso do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil) está, pois, relacionada às (re)ativações do Arco Xambioá-Teresina, que soergueu (e possivelmente ainda soergue) o sul do Estado do Maranhão desde o Paleógeno. A tal ruptura do relevo coincide, aproximadamente, com o lineamento de direção SW-NE, representando pelo arco destacado (Figura 37). Esse conjunto de cicatrizes tectônicas originou dois blocos distintos: a oeste sul, a sudeste e a leste configura chapadões e chapadas; a norte e a nordeste, áreas de relevo mais suave.

Figura 34 – Cânion de extensão local sotaposto a plano de falha adaptada pelo canal do Itapecuru a Sul da Bacia do Alto Curso do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil).



Fonte: Registros da Pesquisa (2020).

Figura 35 – Planícies fluviais embutidas em compartimentos de relevo ondulados em São Domingos do Azeitão, Sudeste da Bacia do Alto Curso do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil).



Fonte: Registros da Pesquisa (2020).

Figura 36 – Divisor de Águas do Itapecuru e do Parnaíba, a Sul da Bacia do Alto Curso do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil), em São Raimundo das Mangabeiras, BR-230.



Fonte: Registros da Pesquisa (2020).

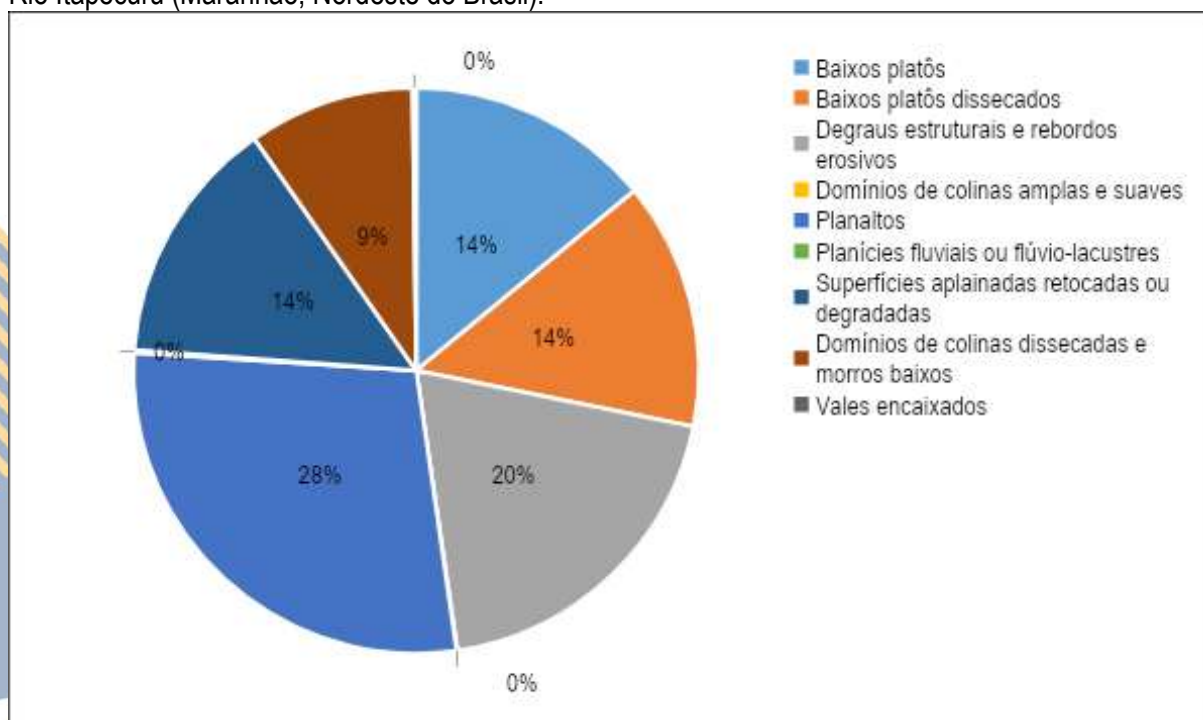
Figura 37 – Desnível do Arco Xambioá-Teresina em patamares de chapadas com orientação SW-NE em Sucupira do Norte, Centro da Bacia do Alto Curso do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil).



Fonte: Registros da Pesquisa (2020).

No tocante às formas de relevo *di per si*, a Figura 38, a Tabela 6 e a Figura 39 apresentam percentual e arealmente a distribuição dos conjuntos de geoformas regionais da Bacia do Alto Curso do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil), considerando o disposto na cartografia temática geomorfológica disposta na Figura 39.

Figura 38 – Distribuição percentual dos conjuntos de geoformas regionais da Bacia do Alto Curso do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil).



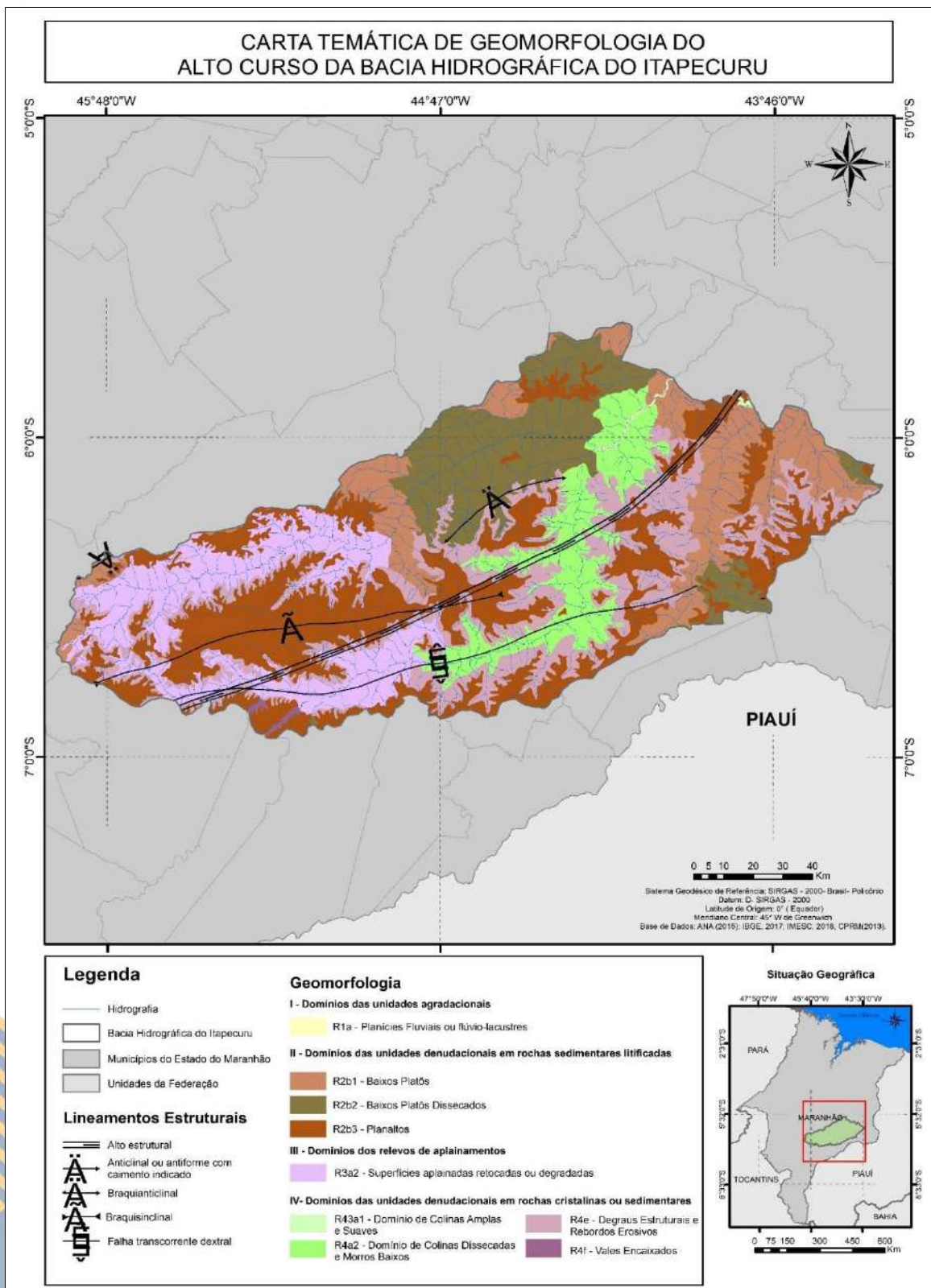
Fonte: Registros da Pesquisa (2020) com base em dados de CPRM (2013).

Tabela 6 – Distribuição por área dos conjuntos de geoformas regionais da Bacia do Alto Curso do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil).

FORMAS DE RELEVO	ÁREA (Km ²)
Baixos platôs	2.942,44
Baixos platôs dissecados	2.964,22
Degraus estruturais e rebordos erosivos	4.091,99
Domínios de colinas amplas e suaves	10,95
Planaltos	5.933,73
Planícies fluviais ou flúvio-lacustres	31,15
Superfícies aplainadas retocadas ou degradadas	2.965,19
Domínios de colinas dissecadas e morros baixos	1.991,13
Vales encaixados	43,16
Total (Km²)	20.973,96

Fonte: Registros da Pesquisa (2020) com base em dados de CPRM (2013).

Figura 39 – Cartografia temática de Geomorfologia da Bacia do Alto Curso do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil).



Com base nessas ilustrações, indica-se que os compartimentos de planalto, sobretudo denudacionais, são predominantes, ocupando 17.923,51 km², equivalentes a 85,4% do território. Nota-

se, pois, que as geoformas relacionadas a planícies embutidas de inundação, leitos fluviais e superfícies aplainadas representam 14,6% e estão localizadas, sobretudo, no Centro-Norte da Bacia do Alto Curso do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil). Isso representa a forte influência do controle estrutural do relevo sobre os processos erosivos e agradacionais.

A comparação entre Bacia do Médio Curso do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil) e a do Alto Curso permite refletir o desenvolvimento de processos de soerguimentos epirogênicos relacionados às flexuras e distensões continentais sílicas associadas a ambientes deposicionais e vulcânicos específicos, sobretudo, do Permiano ao Jurássico. O entrecruzamento do território por lineamentos de expressão regional são testemunhos de uma evolução meso-cenozoica bastante expressiva.

Com a elevação do Planalto Central Brasileiro, como consequência da Orogenia Andina (ALMEIDA et. al., 2000; ROSS, 2016), bem como a abertura do Atlântico Centro-Equatorial e as distensões associadas à faixa Norte-Nordeste do território Brasileiro, do Amazonas ao Rio Grande do Norte, houve a condição adequada para o estabelecimento, ainda no Mesozoico, de processos de reativações estruturais, para a Placa Sul-americana denominados de Reativação Mesocenozoica (BRITO-NEVES, 2011), uma consequência conceitual da Reativação Wealdeana de Almeida (1967).

Além disso, o advento das alterações climáticas que seguiram todo o Cenozoico, estabeleceu no Maranhão (*lato sensu*) e na Bacia do Médio Curso do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil), *stricto sensu*, um conjunto de processos de laterização e de morfogênese cíclica de ambientes soerguidos por processos epirogenéticos, como nos ambientes estruturais citados no tópico anterior. Ao mesmo tempo, estes foram correlacionáveis ao arrasamento das superfícies mais elevadas, como, por exemplo, na condição de pedimentação e pediplanação pelos quais passaram o espaço total sob análise, que remontam aos sedimentos correlacionáveis ao Barreiras e ao Pós-Barreiras, de idade mio-pleistocênica. A

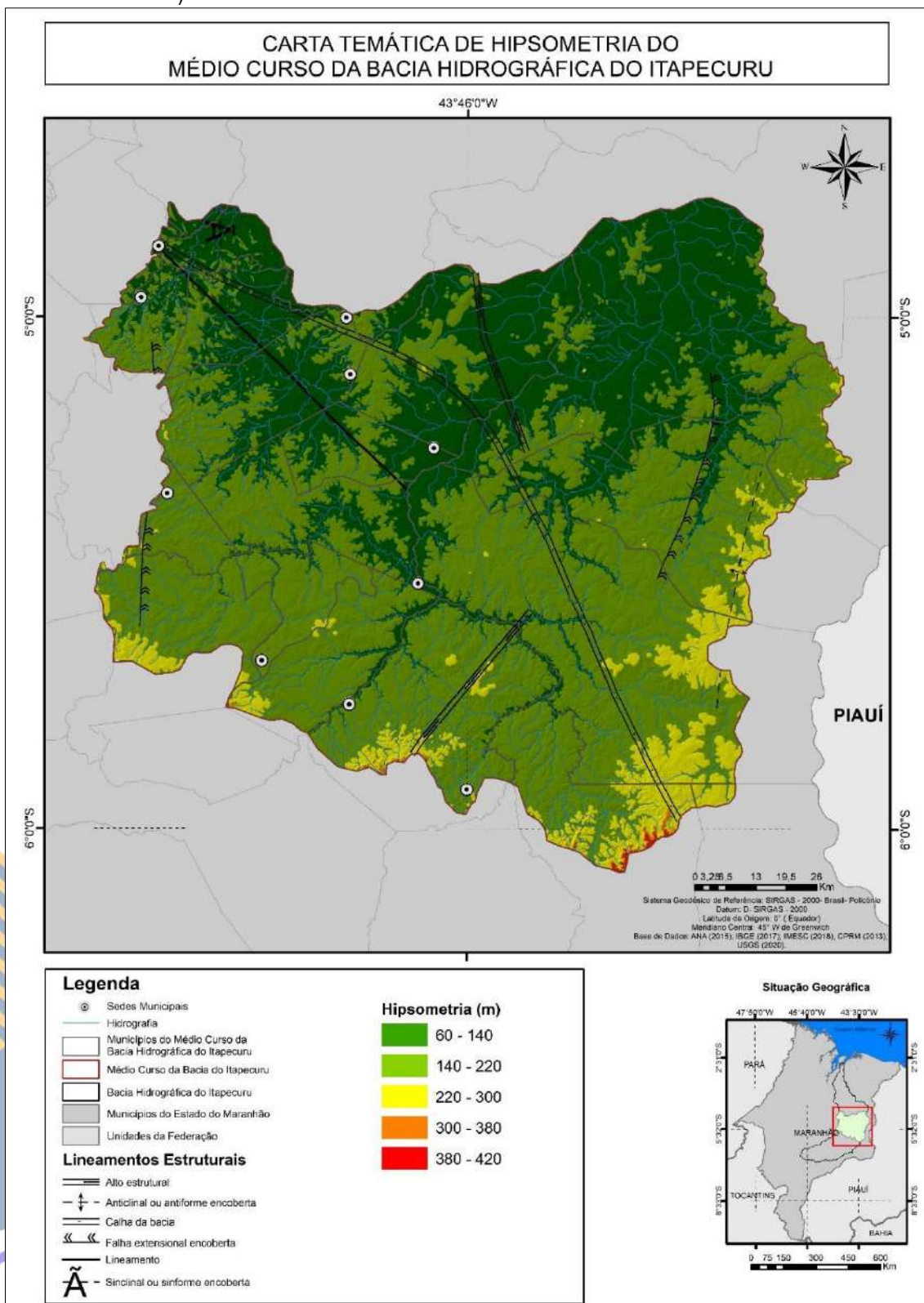
Figura 40 demonstra a cartografia temática hipsométrica regional, tal como a

Figura 41 traz a carta temática de declividade da Bacia do Médio Curso do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil).

Ao que se pode observar com base nos produtos cartográficos ora expostos, os terrenos da área diagnosticada, em sua maioria, estão submetidos a altitudes que variam entre 60 e 220 metros acima do NRM (nível relativo do mar), que representa maior predisposição a eventos de inundações e

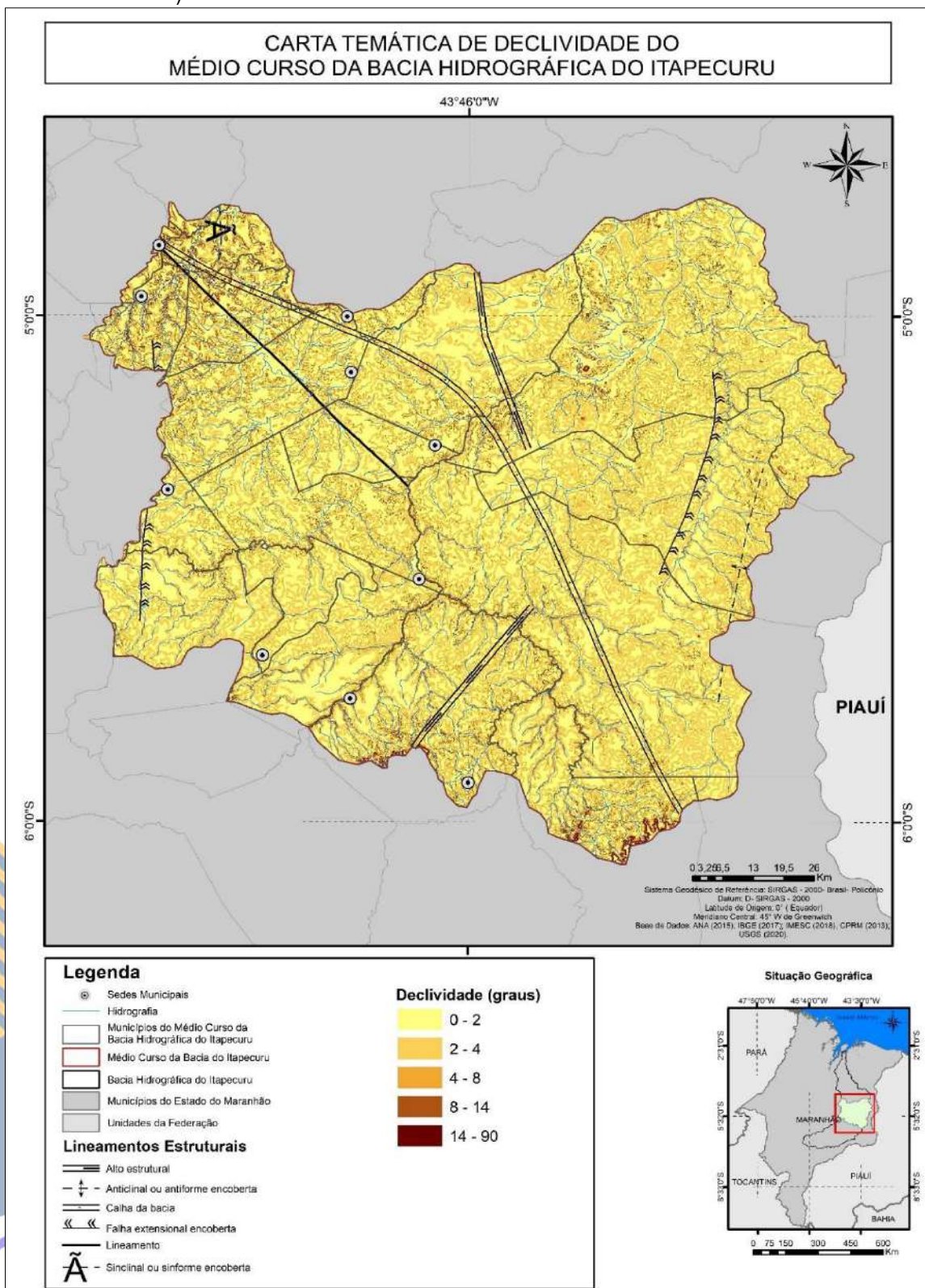
enxurradas neste trecho da bacia, sobretudo por estar associada a um gráben regional, conforme já dito.

Figura 40 – Carta temática hipsométrica da Bacia do Médio Curso do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil).



Fonte: Registros da Pesquisa (2021).

Figura 41 – Carta temática de declividade da Bacia do Médio Curso do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil).



Fonte: Registros da Pesquisa (2021).

Nesse sentido, a denominada *superfície maranhense com testemunhos* de Maranhão (2002), representa, no que tange à Bacia do Médio Curso do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil), cotas altimétricas entre 300 e 420 metros acima do NRM. Estão essas áreas sujeitas a recentes processos de denudação marginal (Figura 42), bem como a processos de pedimentação neógena em áreas de falhas geológicas em atividade desde o neocretáceo até os dias atuais, como é o caso dos sistemas estruturais associados ao Lineamento Xambioá-Teresina ou mesmo na confluência de rios de pequeno porte, como é o caso dos rios Saco e Codozinho, em Codó (Figura 43).

As georformas regionais apresentam-se de forma bastante erodidas e com alguns remanescentes de processos de pedimentação, conforme teorias expostas por Christofolletti (1980) e Torres et. al. (2012). As articulações dos fatos geomórficos mais recentes têm origem pleistoholocênicas, haja vista os processos relativos à meteorização (intemperismo, erosão e sedimentação) terem variado bastante, em conformidade com as instabilidades morfoclimáticas e mudanças climatogenéticas dos últimos 1,81 M.A.⁵ (AB'SÁBER, 2001).

Também, a rede hidrográfica regional da Bacia do Médio Curso do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil), superposta às superfícies dissecadas em configuração de vales bastante extensos lateralmente, mas com larguras variáveis, adaptou-se às linhas de falhas, fraturas e diáclases presentes em rochas não necessariamente aflorantes. Nota-se a influência estrutural do relevo nessa área da Bacia Hidrográfica do Itapecuru, com sua rede de afluentes e subafluentes em ambas as margens. Capturas fluviais (BARROS; MAGALHÃES JÚNIOR, 2020), através de *cotovelos de drenagem*, são comuns nesse trecho, o que permite inferir a grande interferência litológica e geotectônica nos processos de esculturação regional das georformas associadas a essa seção.

Figura 44 apresenta o conjunto de formas regionais de relevo.

Aliás, dado ao caráter ecotonal em que se encontra a Bacia do Médio Curso do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil), estando em faixa de transição e contato entre os Domínios Morfoclimáticos dos Cerrados e das Caatingas, a paisagem geomorfológica é destacada, também, por uma forte sazonalidade dos caracteres hidrogeográficos. Isso é posto, sobretudo, pela intermitência de

⁵ M.A. significa *milhão ou milhões de anos* antes do presente.

muitos dos canais fluviais constituintes desse setor, o que concorre para a forte necessidade de reconhecimento dos padrões de erosão e sedimentação vinculados à supressão da cobertura vegetal nativa, bem como da manutenção de reservatórios superficiais de água. A perda desse recurso por balanço hídrico deficitário também pode concorrer para condições de estresse ambiental, tendo na geomorfologia regional a materialização de reflexos do ressecamento de solos e perda de biomassa, uma diminuição da proteção ecodinâmica das geoformas (TRICART, 1977).

Figura 42 – Arco Xambioá-Teresina em Buriti Bravo, com cotas altimétricas entre 220 e 300 metros acima do NRM, representando área-fonte de sedimentos atuais por processos denudacionais em curso.



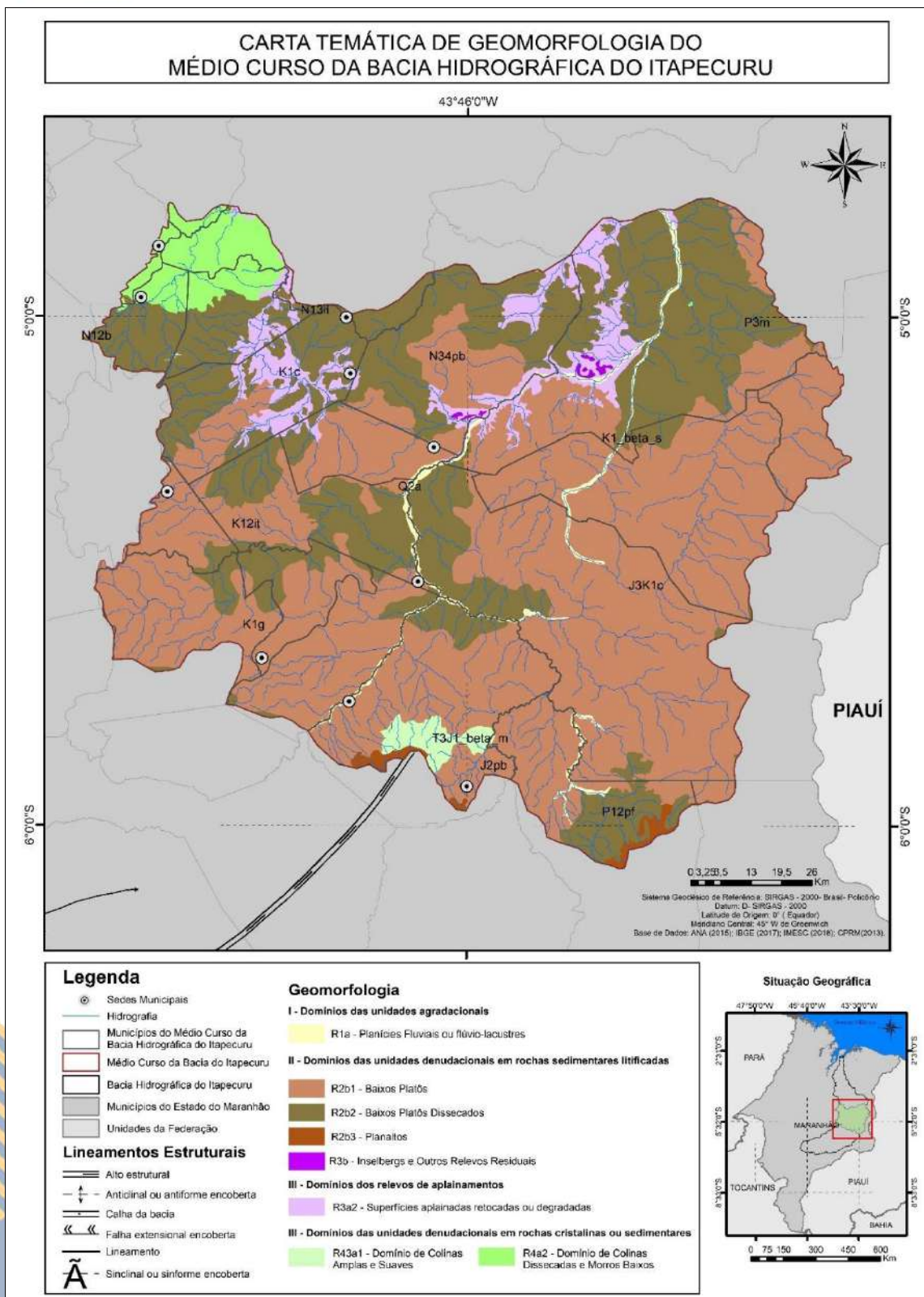
Fonte: Registros da Pesquisa (2021).

Figura 43 – Confluência dos rios Saco e Codozinho, município de Codó (MA), nas proximidades do contato entre o Médio e o Baixo Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil).



Fonte: Registros da Pesquisa (2021).

Figura 44 – Carta temática de geomorfologia da Bacia do Médio Curso do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil).



Fonte: Registros da Pesquisa (2021).

A Tabela 7 e a Figura 45 apresentam uma distribuição respectivamente areal e percentual de todas as unidades geomorfológicas presentes na Bacia do Médio Curso do Rio Itapecuru

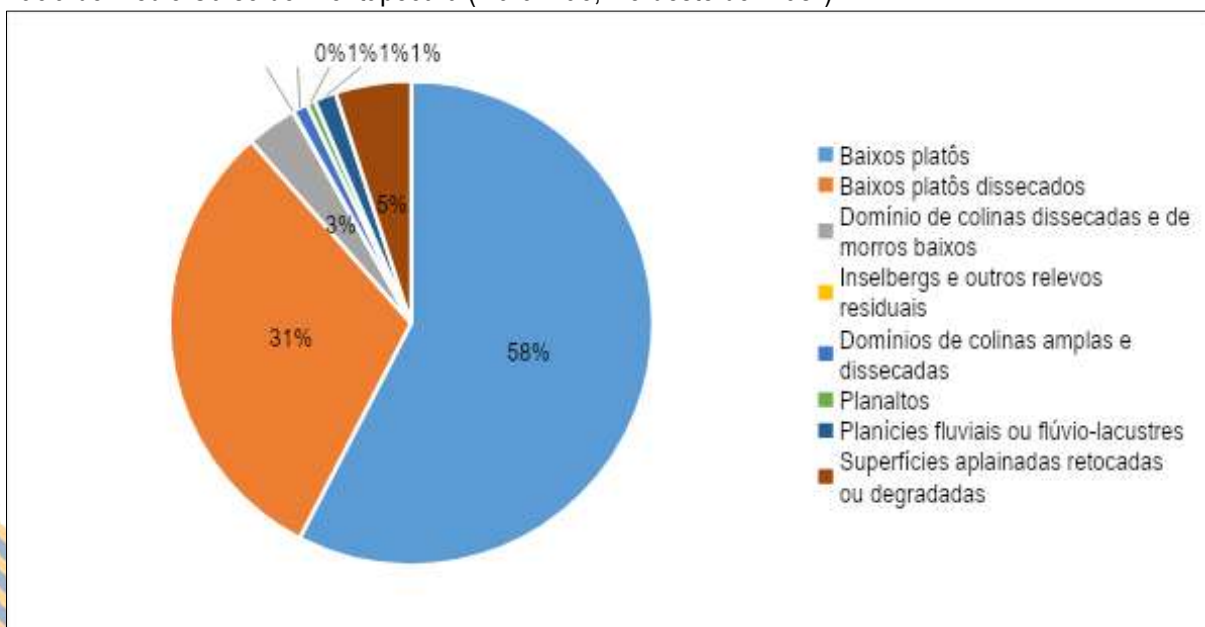
(Maranhão, Nordeste do Brasil), o que, condiz com uma realidade em que predominam unidades denudacionais, em comparação com aquelas de natureza agradacional.

Tabela 7 – Classificação de unidades geomorfológicas da Bacia do Médio Curso do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil) por tipologia e área total.

UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS POR ÁREA (KM ²)		
R2b1	Baixos platôs	8.942,81
R2b2	Baixos platôs dissecados	4.788,57
R4a2	Domínio de colinas dissecadas e de morros baixos	521,82
R3b	Inselbergs e outros relevos residuais	5,2
R3b	Domínios de colinas amplas e dissecadas	157,39
R2b3	Planaltos	87,61
R1a	Planícies fluviais ou flúvio-lacustres	226,49
R3a2	Superfícies aplainadas retocadas ou degradadas	786,23
Área Total (km ²)		15.516,12

Fonte: Registros da Pesquisa (2021).

Figura 45 – Gráfico demonstrativo de percentual de área ocupada por unidades geomorfológicas na Bacia do Médio Curso do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil).



Fonte: Registros da Pesquisa (2021).

Por caracterização e disposição geográfica, os ambientes denudacionais, que, para Ab'Sáber (1972; 2001), são considerados estratégicos para o entendimento dos processos geomorfológicos remontantes em cabeceiras ou divisores de drenagem de médias e grandes bacias hidrográficas, representam nada menos que 93,47% do espaço total da Bacia do Médio Curso do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil). Isso infere duas orientações técnico-científicas cruciais para o enquadramento da área:

- a) a primeira é que, provavelmente, ainda haja atividade correlata à neotectônica regional, com destaque para os lineamentos, arqueamentos, processos epigenéticos em falhas normais e mesmo dobramentos de fundo de sinéclise, que, por efeito distensivo crustal, pode elevar, continuamente, os fatores de remodelagem das paisagens estruturais aos recondicionamento cíclico dos processos morfoesculturais atuantes do Mio-Plioceno até o presente;
- b) a morfodinâmica atual, reflexo de uma evolução constante da retomada sistêmica de sistemas regionais de erosão pode acarretar, no Baixo Curso da Bacia Hidrográfica do Itapecuru, condicionantes de ambientes de sedimentação que, ainda em âmbito continental, podem proporcionar a diminuição da profundidade do talvegue por processos de assoreamento. Isso, unitariamente, já representa nos trechos a justante condições de alargamento lateral de canais de leito maior e maior excepcional do rio principal, o que deve ocasionar cenários de inundações mais frequentes e amplas em espaços ribeirinhos urbanos e rurais. A isso é somada uma condição de potencial de transporte de sedimentos mais finos (areias finas e silte, por exemplo) em direção ao estuário, na Baía de São José, o que em si desencadeará geomorfologicamente condições de transformação de geoambiente estuarino em pré-deltaico, o que precisa ser analisado com maior cautela em estudos posteriores.

Os processos antropogênicos regionais aceleradores dos processos denudacionais são bastante extensivos, devendo ser considerados pela cartografia temática de uso e cobertura da terra. Contudo, faz-se necessário indicar que eles estão inseridos em uma fase de instabilidade ecodinâmica do modelado, dadas as atividades cumulativas de pressões territoriais para o uso dos recursos naturais, sobretudo o solo para a produção de alimentos (vegetais e animais).

As atividades a ela correlatas acabam por apontar maior suscetibilidade à perda de cobertura vegetal, seja por supressão, desbaste ou queima controlada ou irregular. Embora pontual, a extração mineral, sobretudo concreções ferruginosas e argila para a construção civil (estradas vicinais, aterros e configuração de base para asfaltamento) e o estabelecimento deliberado de espaços para a deposição de resíduos sólidos (lixões, Figura 46), criam condições para, pontualmente em áreas geomorfologicamente sensíveis, haver a aceleração de processos erosivos de caráter laminar.

Figura 46 – Retirada de lateritas (concreções ferruginosas) em área de lixão no município de Governador Luiz Rocha, na Bacia do Médio Curso do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil).



Fonte: Registros da Pesquisa (2021).

No que concerne ao Baixo Curso da Bacia Hidrográfica do Itapecuru, os processos predominantes são de denudação e de agradação (Figura 39,

Tabela 8). Percentualmente, os baixos platôs dissecados e as superfícies aplainadas retocadas ou degradadas representam 74,38% da área total desse setor. De forma oposta, unidades como os domínios dos campos de dunas, os domínios de colinas amplas e suaves, bem como inselbergs e outros relevos residuais chegam a apenas 69,05 km², ou seja, um pequeno recorte na ordem 0,41% do espaço total regional. Destaca-se que os terrenos de depósitos em planícies flúvio-marinhas e em planícies fluviais e flúvio-lacustres correspondem a 921,48 km², ou seja, 5,52% do total desse trecho da área de drenagem bacinal.

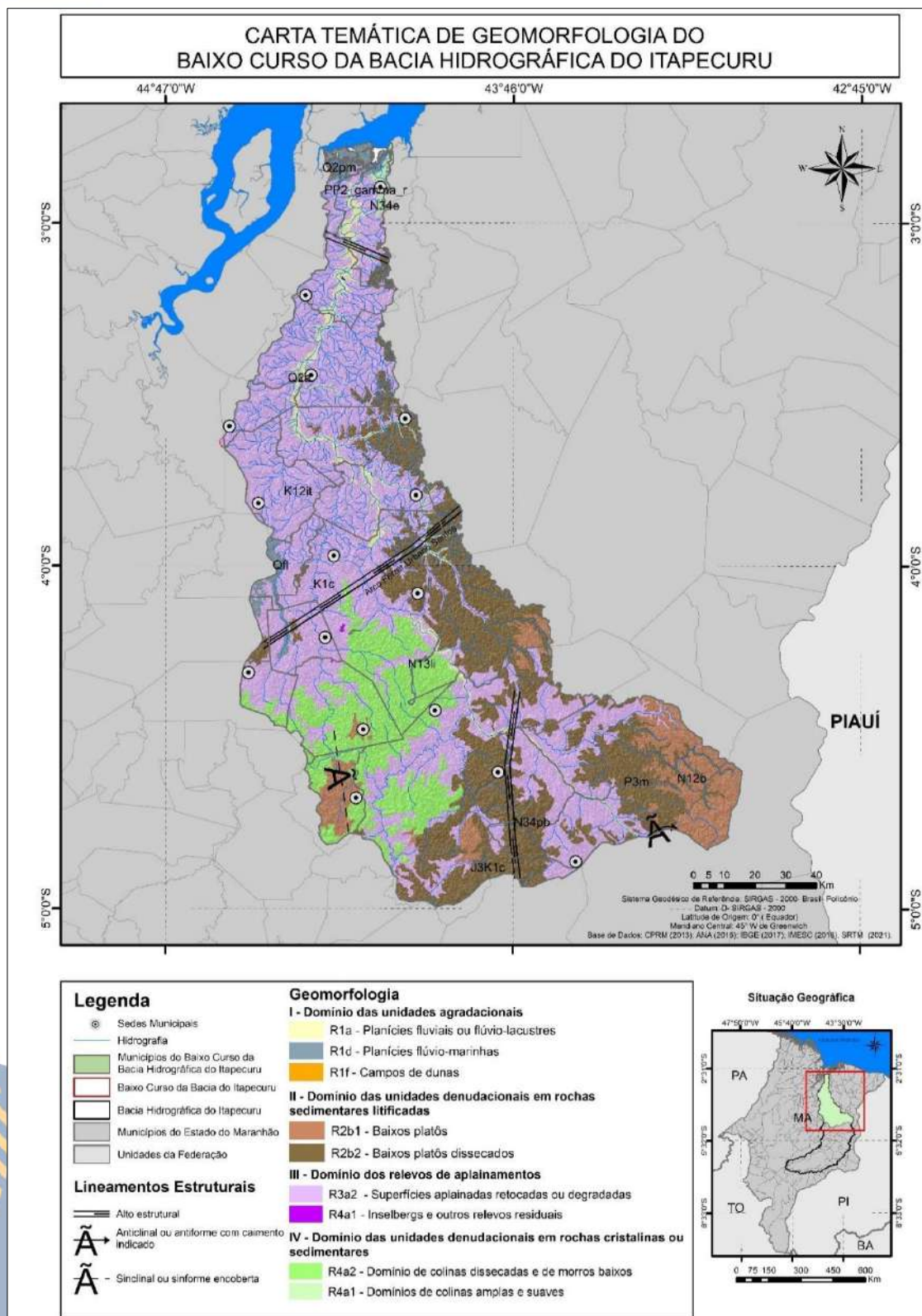


Uema
UNIVERSIDADE ESTADUAL
DO MARANHÃO



Figura 47 – Carta temática de geomorfologia da Bacia do Baixo Curso do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil).





Fonte: Registros da Pesquisa (2022).

Tabela 8 – Classificação de unidades geomorfológicas da Bacia do Baixo Curso do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil) por tipologia e área total.

UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS POR ÁREA (KM²)

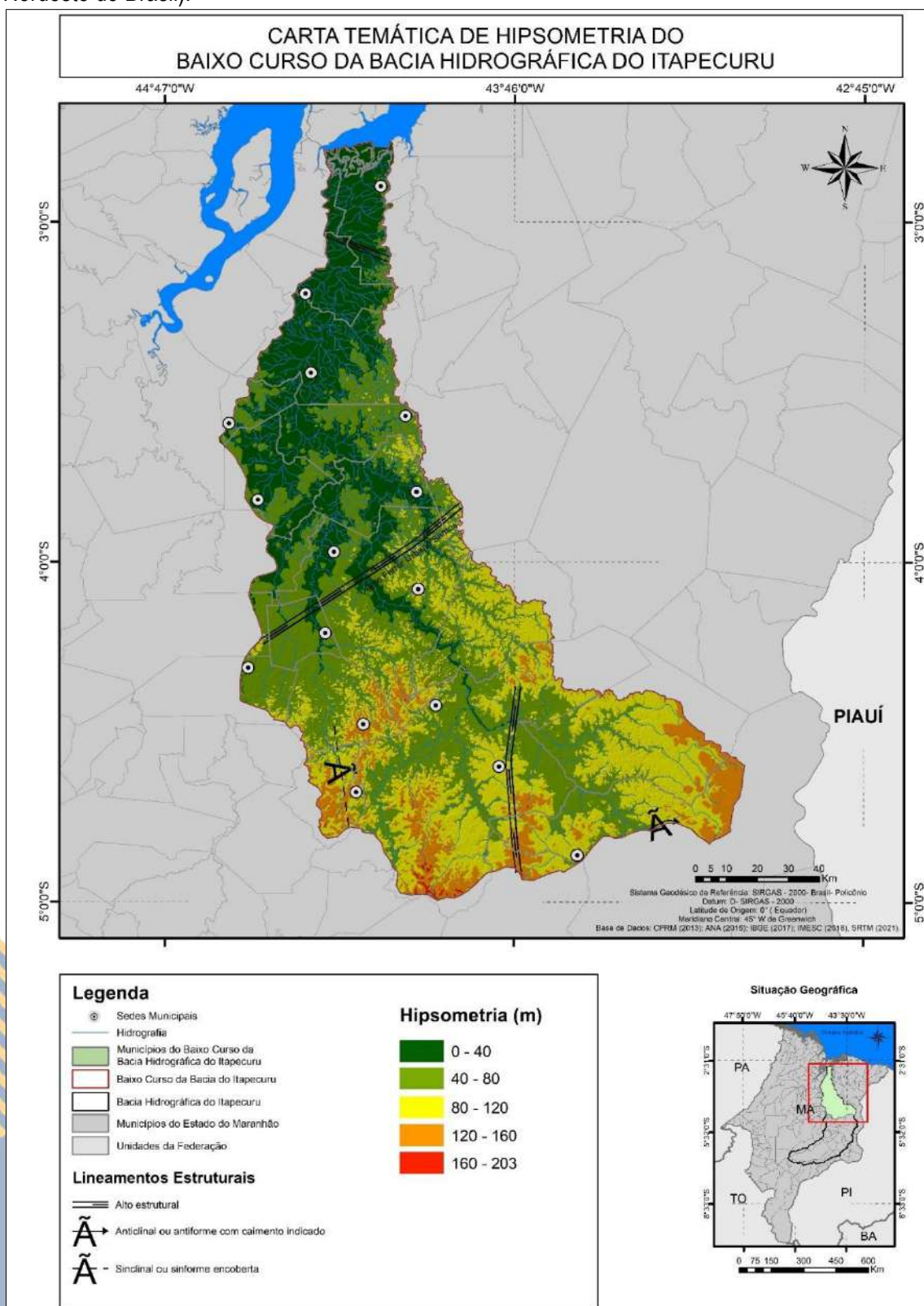
R2b1	Baixos platôs	1.172,71
R2b2	Baixos platôs dissecados	4.338,36
R1f	Campos de dunas	1,56
R4a2	Domínio de colinas dissecadas e de morros baixos	2.113,02
R4a1	Domínios de colinas amplas e suaves	64,07
R3b	Inselbergs e outros relevos residuais	3,43
R1a	Planícies fluviais ou flúvio-lacustres	651,92
R1d	Planícies flúvio-marinhas	269,56
R3a2	Superfícies aplainadas retocadas ou degradadas	8.074,66
TOTAL (KM²)		16.689,28

Fonte: Registros da Pesquisa (2021).

Por ser composto altimetricamente por cotas inferiores a 203 metros (Figura 48), o Baixo Curso da Bacia Hidrográfica do Itapecuru apresenta topografias e os padrões de formas que apontam para uma menor incisão de drenagem e, por conseguinte, maior trabalho erosivo em áreas de pequenos divisores intrabaciais, condicionando uma profusão de cursos hídricos ao longo do extremo Norte desse setor hidrogeográfico. Além disso, as declividades predominantes (

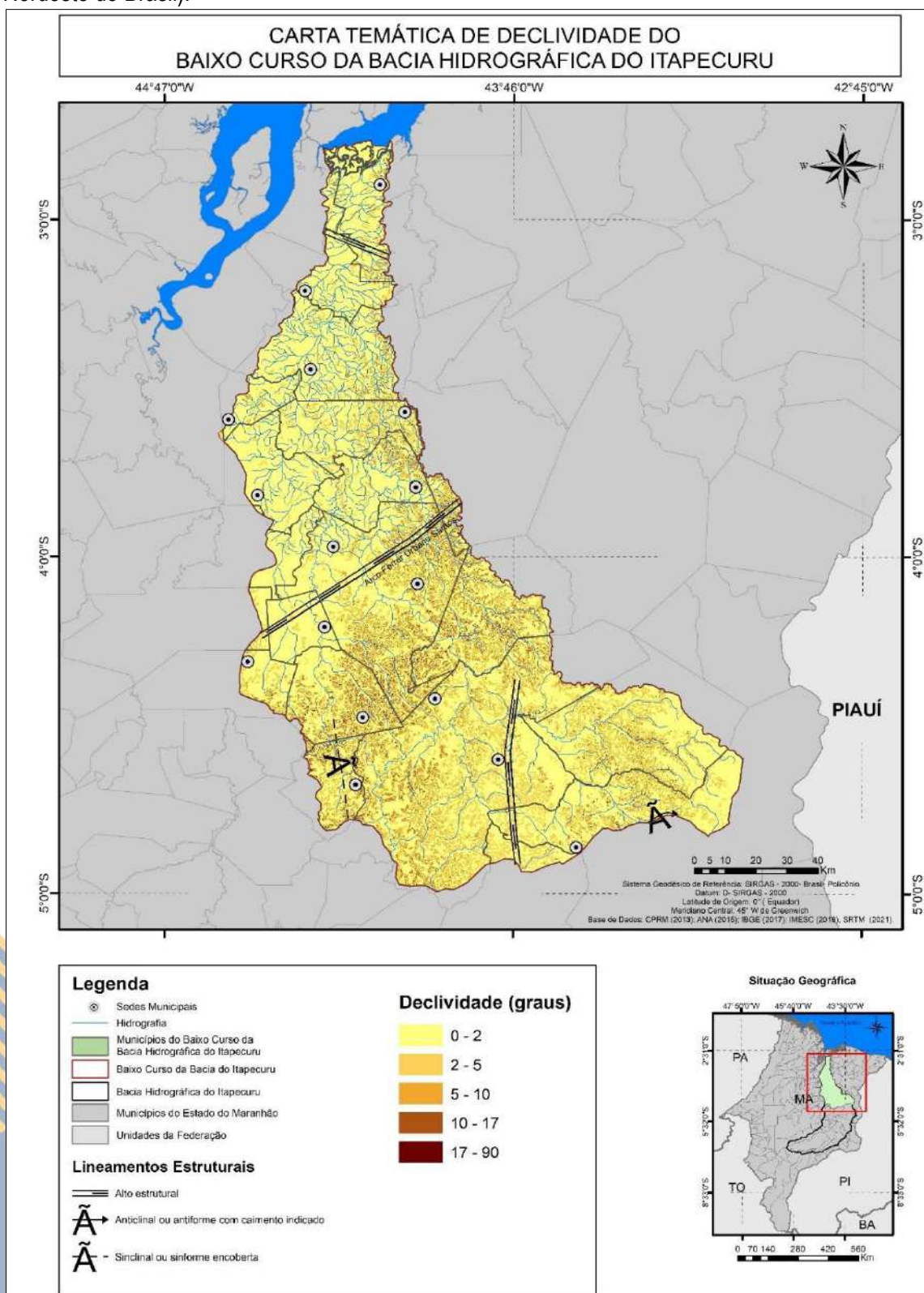
Figura 49) apontam para uma realidade de terrenos mexidos, concomitantemente remodelados pelas ações morfoclimáticas que atuaram sobre o território ao longo do pleisto-holoceno.

Figura 48 – Carta temática hipsométrica da Bacia do Baixo Curso do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil).



Fonte: Registros da Pesquisa (2022).

Figura 49 – Carta temática de declividade da Bacia do Baixo Curso do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil).



Fonte: Registros da Pesquisa (2021).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Bacia do Alto Curso do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil) tem importantes terrenos de representação da evolução da Província Estrutural do Parnaíba o que permite interpretação sob duas óticas distintas e complementares: a geotectônica, responsável pela evolução geológica e geomorfológica; e a litológica, que apresenta ambientes antigos de deposição sedimentar e de ocorrência de processos magmáticos extrusivos. Com onze formações ou depósitos geológicos distintos, essa região mostra a evolução bacinal da Sinéclise do Parnaíba do Permiano ao Quaternário, com bastante representação na paisagem atual.

Quanto à geomorfologia regional, destacam-se o controle do modelado pela presença de estruturas geológicas ainda atuantes sobre o modelado, possivelmente com ocorrência de epirogênese regional desde o Terciário. Por conseguinte, os processos denudacionais pós-cretáceos trazem importante caractere analítico quanto à configuração geomórfica regional, com distinção de nove classes geomorfológicas admitidas na escala de trabalho (1:250.000) para a Bacia do Alto Curso do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil).

A Bacia do Médio Curso do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil) apresenta treze formações ou depósitos geológicos distintos e essa região mostra a evolução bacinal da Anficlese do Alpercatas, bem como da Sinéclise do Parnaíba, de episódios que variam do Permiano ao Quaternário, com bastante representação na paisagem atual.

Quanto à geomorfologia regional, destacam-se o controle do modelado pela presença de estruturas geológicas ainda atuantes sobre as geoformas atuais, possivelmente com ocorrência de epirogênese regional desde o final do Mesozóico. Por conseguinte, os processos denudacionais pós-cretáceos trazem importante caractere analítico quanto à configuração geomórfica regional, com distinção de oito classes geomorfológicas admitidas na escala de trabalho (1:250.000) para a Bacia do Médio Curso do Rio Itapecuru (Maranhão, Nordeste do Brasil).

Por outro lado, a Bacia do Baixo Curso do Rio Itapecuru, mais estreita que os demais cursos, apresenta um total de nove classes geomorfológicas, com predomínio de unidades retrabalhadas tectonicamente e remodeladas concomitantemente por processos morfoclimáticos atuantes, caracterizando baixos platôs dissecados e superfícies aplainadas retocadas ou degradadas. Com declividades mais suaves, a despeito da presença de sistemas de falhas e de altos estruturais, esse setor representa áreas com maior predisposição para o desenvolvimento de ocupações humanas, mormente as relacionadas à produção agrária.

REFERÊNCIAS

AB'SÁBER, Aziz Nacib. O relevo brasileiro e seus problemas. In: AZEVEDO, Aroldo de (coord.). **Brasil: a terra e o homem – Volume 01: As bases físicas**. 2. ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1972. p. 136-252.

_____. O relevo brasileiro e seus problemas. In: AZEVEDO, Aroldo de (org.). **Brasil: a terra e o homem . V. 1 – As Bases Físicas**. 2. ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1972. p. 135-250.

_____. **Formas do relevo – texto básico**. São Paulo: EDART, 1975. 80 p.

_____. Megageomorfologia do Brasil. In: CUNHA, Sandra Baptista da; GUERRA, Antonio José Teixeira (orgs.). **Geomorfologia do Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001. P. 71-106.

ALMEIDA, Fernando Flávio Marques de (coord.). **Mapa tectônico da América do Sul – 1:5.000.000 (nota explicativa)**. Brasília: DNPM/CGMW/UNESCO, 1978. 22 p.

ALMEIDA, Fernando Flávio Marques de; HASUI, Yociteru; BRITO NEVES, Benjamim Bley de; FUCK, Reinhardt A. Brazilian structural provinces: an introduction. **Earth-Science Reviews**, Amsterdam, v. 17, n. 1-2, p. 1-29, 1981. DOI: 10.1016/0012-8252(81)90003-9.

ALMEIDA, Fernando Flávio Marques de; BRITO NEVES, Benjamim Bley de; CARNEIRO, Celso Dal Ré. The origin and evolution of the South American platform. **Earth-Science Reviews**[S.l.], v. 50, n. 1-2, p. 77-111, 2000. Disponível em: [http://dx.doi.org/10.1016/s0012-8252\(99\)00072-0](http://dx.doi.org/10.1016/s0012-8252(99)00072-0). DOI: 10.1016/s0012-8252(99)00072-0.

BARBOSA, Getúlio Vargas; BOAVENTURA, Ricardo Soares; PINTO, Maria Novaes. Geomorfologia da Folha SB.23 Teresina e parte da Folha SB.24 Jaguaribe. In: BRASIL (País) – Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM)/Projeto RADAM. **Folha SB.23 Teresina e parte da Folha SB.24 Jaguaribe: geologia, geomorfologia, solos, vegetação e uso potencial da terra – Levantamentos Básicos**. Rio de Janeiro: DNPM, 1973. p. II-01 – II-32.

BARROS, Luiz Fernando de Paula; MAGALHÃES JÚNIOR, Antônio Pereira. Morfogênese fluvial. In: MAGALHÃES JÚNIOR, Antônio Pereira; BARROS, Luiz Fernando de Paula (orgs.). **Hidrogeomorfologia: formas, processos e registros sedimentares fluviais**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2020. p. 163-173.

BIGARELLA, João José; BECKER, Rosemari Dora; SANTOS, Gilberto Friedenreich dos. **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais – v. 1: fundamentos geológico-geográficos, alteração química e física das rochas e relevo cárstico e dômico**. 2. ed. Florianópolis: Editora da UFSC, 2007. 425 p.

BRITO NEVES, Benjamin Bley de. **Glossário de geotectônica**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011. 256 p.

CARNEIRO, Celso Dal Ré; ALMEIDA, Fernando Flávio Marques de; HASUI, Yociteru; ZALÁN, Pedro Vitor; TEIXEIRA, João Batista Guimarães. Estágios evolutivos do Brasil no Fanerozoico. In: HASUY, Yociteru; CARNEIRO, Celso Dal Ré; ALMEIDA, Fernando Flávio Marques de; BARTORELLI, Andrea. **Geologia do Brasil**. São Paulo: BECA, 2012. p. 131-136.

CASSETI, Valter. **Elementos de Geomorfologia**. Goiânia: Editora UFG, 1994.

DANTAS, Marcelo Eduardo; SHINZATO, Edgar; BANDEIRA, Iris Celeste Nascimento; SOUZA, Livia Vargas de; RENK, Jennifer Fortes Cavalcante. **Compartimentação geomorfológica**. In: BANDEIRA, Iris Celeste Nascimento (org.). **Geodiversidade do Estado do Maranhão**. Teresina: CPRM, 2013. p. 31-62.

DERRUAU, Max. **Geomorfologia**. 2. ed. Barcelona: Ariel, 1978.

DIAS, Luiz Jorge B.; TEIXEIRA, Wenderson; SILVA, Jessica Conceição; SOUSA, Jéssica Suyane. Vulnerabilidades morfoclimáticas no Bioma Amazônia no Estado do Maranhão: orientações ao Zoneamento Ecológico-Econômico regional. In: SEABRA, Geovanni (org.). **Educação Ambiental: natureza, biodiversidade e sociedade**. Ituiutaba: Barlavento, 2017. p. 461-472.

DREW, David. **Processos interativos homem – meio ambiente**. 5. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2002. 206 p.

FLORENZANO, Teresa G. (org.). **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

GUERRA, Antonio Teixeira; GUERRA, Antonio José Teixeira. **Novo dicionário geológico-geomorfológico**. 3. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003. 648 p.

GUERRA, Antonio José Teixeira; MARÇAL, Mônica dos Santos. **Geomorfologia ambiental**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006. 189p.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Teoria : Modelagem Digital de Terreno**. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/spring/teoria/mnt/mnt.html>. Acesso em: 13. mar. 2021.

KEGEL, Wilhelm. **As inconformidades na bacia do Parnaíba e zonas adjacentes**. Rio de Janeiro: DNPM, 1956. 59 p. il. (DNPM. Boletim, 160).

KING, Lester. A Geomorfologia do Brasil Oriental. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro. v. 18, n. 2, p. 147-266. 1956.

MARQUES, Válder José. **Zonificação ambiental do Estado do Maranhão utilizando os geossistemas como categoria geográfica de análise**. 2016. 196 f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal do Pará, Belém, 2016.

MILANI, Edison José; THOMAZ FILHO, Antonio. Sedimentary basins of South America. In: CORDANI, Umberto Giuseppe; MILANI, Edison José; THOMAZ FILHO, Antonio; CAMPOS, Diógenes de Almeida (eds.). **Tectonic evolution of South America**. Rio de Janeiro: 31st International Geological Congress, 2000. p. 389-449.

PENTEADO, Margarida Maria. **Fundamentos de Geomorfologia**. Rio de Janeiro: IBGE, 1980.

PEREIRA, Egberto; CARNEIRO, Celso Dal Ré; BERGAMASCHI, Sérgio; ALMEIDA, Fernando Flávio Marques de. Evolução das sinéclises fanerozóicas: Províncias Solimões, Amazonas, Parnaíba e Paraná. In: In: HASUY, Yociteru; CARNEIRO, Celso Dal Ré; ALMEIDA, Fernando Flávio Marques de; BARTORELLI, Andrea. **Geologia do Brasil**. São Paulo: BECA, 2012. p. 374-394.

PETRI, Setembrino; FÚLFARO, Vicente José. **Geologia do Brasil – Fanerozoico**. 2. ed. São Paulo: T.A. de Queiroz/EDUSP, 1988. 631 p.

PEUCKER, Thomas K; FOWLER Robert J.; LITTLE James J. **The triangulated irregular network**. Disponível em: http://ratt.ced.berkeley.edu/readings/GIS_readings/TIN_PeuckerFowlerLittleMark.pdf. Acesso em: 03. Mar. 2021.

ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. Os fundamentos da Geografia da Natureza. In: _____ (org.). **Geografia do Brasil**. 5. ed. São Paulo: EDUSP, 2008. p. 13 – 65.

_____. **Geomorfologia, ambiente e planejamento**. 9. ed. São Paulo: Contexto, 2012. 85 p.

_____. O relevo brasileiro no contexto da América do Sul. **Revista Brasileira de Geografia**, v. 61, n. 1, jan./jun. 2016, p. 21-58. DOI: https://doi.org/10.21579/issn.2526-0375_2016_n1_art_2.

SILVA, Augusto J. Pedreira da; LOPES, Ricardo da Cunha; VASCONCELOS, Antonio Maurílio; BAHIA, Ruy B. C.. Bacias sedimentares paleozóicas e meso-cenozóicas interiores. In: BIZZI, Luiz A.; SCHOBENHAUS, Carlos; VIDOTTI, Roberta M.; GONÇALVES, João H. (eds). **Geologia, tectônica e recursos minerais do Brasil: texto, mapas e SIG**. Brasília: CPRM – Serviço Geológico do Brasil, 2003. p. 55-85.

SIMÕES, Margareth Gonçalves. **Modeladores digitais de terreno em Sistemas de Informações Geográficas**. 1993. 167 p. Dissertação (Ciências em Engenharia de Sistemas e Computação). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1993.

SUGUIO, Kenitiro. **Geologia sedimentar**. São Paulo: Edgard Blücher, 2003. 400 p.

THORNBURY, William David. **Principles of geomorphology**. 2. ed. New York: J. Wiley, 1969. 618 p.

TRICART, Jean. **As zonas morfoclimáticas do Nordeste Brasileiro**. Salvador: Progresso Editora, 1959. 15 p.

_____. A geomorfologia nos estudos integrados de ordenação do meio natural. **Boletim Geográfico**. Rio de Janeiro, v. 34, n. 251. out./dez. 1976. p. 15-42.

_____. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE, 1977.

TRICART, Jean; CAILLEUX, André. Mophogenic systems and morphoclimatic regions. In: DERBYSHIRE, Edward (ed.). **Climatic geomorphology**. London: MacMillan, 1973. p. 228-268.

ZACHARIAS, Andréa Aparecida. **A representação gráfica das unidades de paisagem no zoneamento ambiental**. São Paulo: Ed. UNESP, 2010. 211 p.



Uema
UNIVERSIDADE ESTADUAL
DO MARANHÃO



DIAGNÓSTICO HIDROGEOLÓGICO DA BACIA DO RIO ITAPECURU

Cláudio José da Silva de Sousa
Karina Suzana Feitosa Pinheiro

1. INTRODUÇÃO

A caracterização dos recursos hídricos subterrâneos na bacia hidrográfica do rio Itapecuru foi fundamentada na Metodologia Básica de Pesquisa de Água Subterrânea, descrita em Feitosa e Feitosa (2008). Dadas as dimensões territoriais da área objeto de estudo, ao baixo grau de conhecimento acerca dos recursos hídricos subterrâneos na bacia e a limitação de dados disponíveis, a abordagem metodológica foi enquadrada na categoria de Estudos Preliminares ou de Reconhecimento.

Esse nível de investigação se destina “[...] a identificação dos aquíferos mais importantes e de suas áreas de recarga e descarga, a verificação da qualidade das águas e uma primeira estimativa de suas geometrias e parâmetros hidrodinâmicos.” (FEITOSA; FEITOSA, 2008, p.180). Nesse sentido, os procedimentos metodológicos envolveram: a) levantamento bibliográfico; b) caracterização geológica das unidades estratigráficas; c) composição do banco de dados poços tubulares; d) espacialização dos parâmetros hidráulicos; e) qualificação da produtividade das unidades hidroestratigráficas; f) definição das áreas recarga local e regional.

2. CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA DAS UNIDADES HIDROESTRATIGRÁFICAS

A Província Sedimentar do Meio Norte (GÓES, 1995), posteriormente denominada Província Parnaíba (SILVA *et al.* 2003), localizada a Nordeste da Plataforma Sul-Americana, apresenta uma área aproximada de 600.000 km², entre os estados do Maranhão, Piauí, Ceará, Bahia, Pará e Tocantins, com espessura sedimentar média de 2.000m, atingindo 3.500m no seu depocentro (GOES *et al.*, 1990). Ela foi desenvolvida durante o Estádio de Estabilização da Plataforma Sul-Americana (ALMEIDA, 1969; ALMEIDA; CARNEIRO, 2004), mais recentemente denominado de Estágio de Estabilidade (CARNEIRO *et al.*, 2012), entre o Neo-Ordoviciano e o Triássico. Esse período se deu após o Ciclo Brasileiro, do Neoproterozóico ao Siluriano, que culminou com a formação do Megacontinente Gondwana (HASUI, 2012).

Especificamente, a sinéclise⁶ do Parnaíba foi desenvolvida na fase talassocrática, do Siluriano ao Permiano (CARNEIRO *et al.*, 2012), do Estágio de Estabilidade do Gondwana, sobre embasamento ígneo-metamórfico dos crátons Amazônico, São Luís e São Francisco (Figura 42), dos depósitos sedimentares imaturos das formações Riachão, do Neoproterozóico e Mirador, do Cambro-

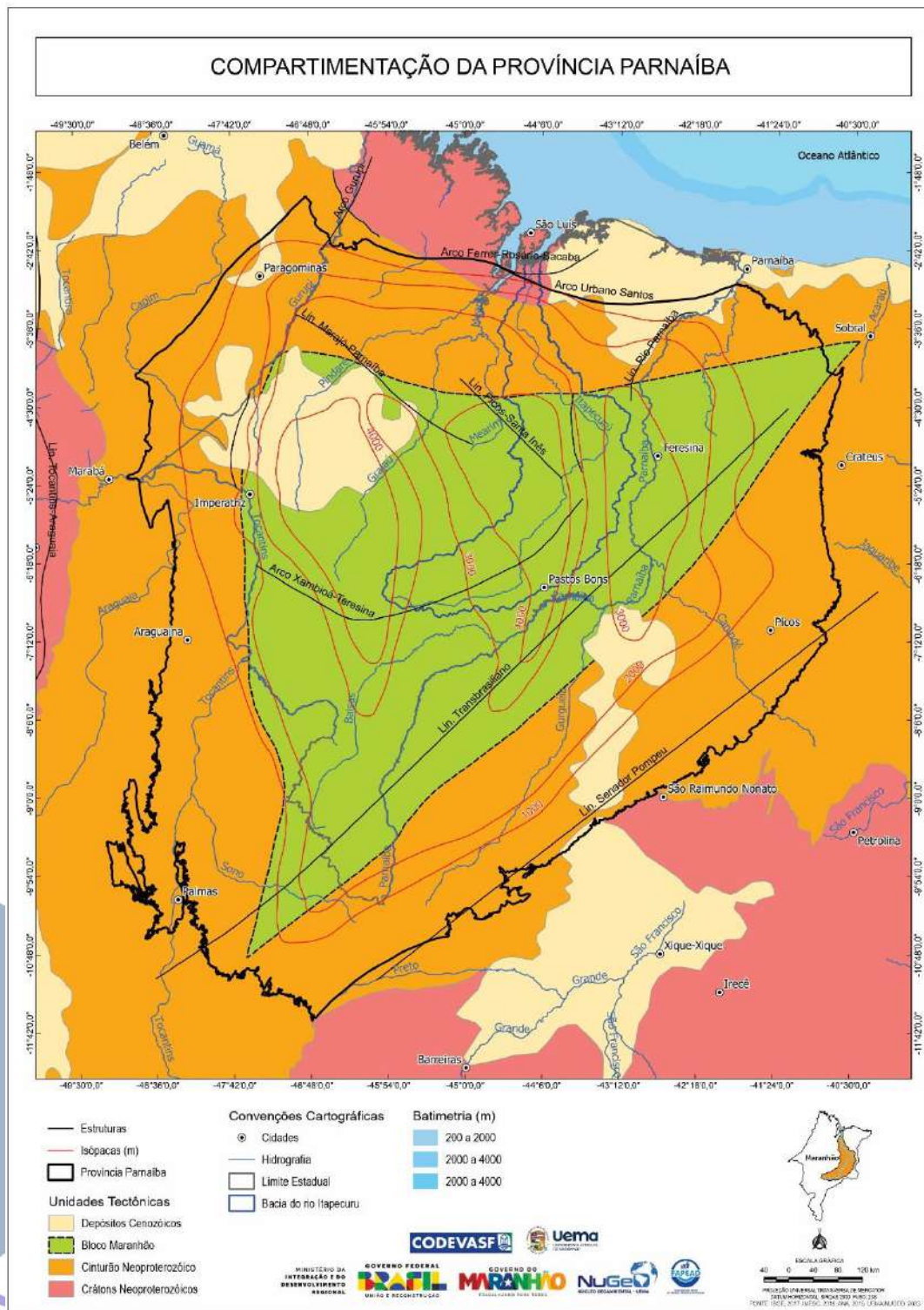
⁶ As sinéclises constituem regiões deprimidas de uma plataforma, produzidas por lenta subsidência durante longo tempo geológico (PEREIRA *et al.*, 2012). Geralmente, são designadas intracratônicas ou bacias intracontinentais (MILANI; TOMAZ FILHO, 2000).

ordoviciano (GÓES; FEIJÓ, 1994). Sua gênese está relacionada à subsidência ao longo dos lineamentos Transbrasiliano e Santa Inês (CUNHA, 1986). Essas estruturas, juntamente com a tectônica dos blocos limitados por falhas normais e reversas, controlaram os depocentros da província durante a sedimentação paleozóica. O assoalho da sinéclise é a Discordância Présiluriana que se assenta sobre blocos tectônicos amalgamados durante a Orogênese Brasileira no Neoproterozóico.

Sobre essa Discordância Présiluriana deu-se a deposição de cinco sequências sedimentares relacionadas à orogênese (colisão nas bordas de placas tectônicas), epirogênese (afundamentos e soerguimentos do interior dos continentes) e incursões marinhas (CARNEIRO *et al.*, 2012), a saber: Siluriana (Grupo Serra Grande), Devoniana (Grupo Canindé), Carbonífero-Triássica (Grupo Balsas), Jurássica (Grupo Mearim) e Cretácea (GÓES; FEIJÓ, 1994). Além das sequências, ocorreram na Província Parnaíba magmatismos intrusivos e extrusivos de basalto da Formação Mosquito, entre Neotriássico e o Mesojurássico e da Formação Sardinha, do Eocretáceo. Esses eventos se relacionam às primeiras manifestações do *breakup* do Megacontinente Gondwana e ao rifteamento da América do Sul e África.

As sequências sedimentares definidas por Góes e Feijó (1994) foram designadas supersequências por Vaz *et al.* (2007), a saber: Siluriana (Grupo Serra Grande), Mesodevoniana-Eocarbonífera (Grupo Canindé), Neocarbonífera-Eotriássica (Grupo Balsas), Jurássica e Cretácea. As três primeiras situam-se no Estágio de Estabilização da Plataforma Sul-Americana e as discordâncias de limitantes foram relacionadas às flutuações dos níveis eustáticos dos mares epicontinentais fanerozóicos. Na sequência Jurássica, permaneceu somente a Formação Pastos Bons, devido à reinterpretação da Formação Corda, a qual passou a integrar a Sequência Cretácea. No presente relatório, em alinhamento ao Mapa Geológico do Estado do Maranhão (SOUSA *et al.*, 2012), a Formação Corda é tratada como integrante do Grupo Mearim, juntamente com a Formação Pastos Bons, tal como preconizado por Góes e Feijó (1994).

Figura 50 – Compartimentação da Província Parnaíba. Notar a localização da unidade geotectônica entre os crátons: Amazônico (oeste), São Luís (norte) e São Francisco (leste); os Lineamentos Transbrasiliano (leste), Araguaia-Tocantins (oeste) e Arco Ferrer-Urbano Santos (norte). As isópacas indicam profundidades de 4.000m na porção centro-oeste da Província, com a localização da bacia hidrográfica do rio Itapecuru na porção centro-norte.



Fonte: Elaborado por Sousa (2021).

A Supersequência Siluriana, correspondente ao Grupo Serra Grande (CAPUTO; LIMA, 1984; GÓES *et al.* 1992), é integrada da base para o topo pelas formações Ipu, Tianguá e Jaicós, cujos sedimentos foram depositados em ambientes glácio-fluvial, de plataforma rasa e fluvial entrelaçado, respectivamente. Tais formações não ocorrem superficialmente na bacia hidrográfica em estudo, conforme o mapa de unidades hidroestratigráficas aflorantes (

Figura 51). Este termo diz respeito “[...] às formações geológicas ou partes delas, que armazenam e transmitem águas subterrâneas de forma semelhante e com produtividades de mesma ordem de grandeza [...]” (DINIZ *et al.*, 2014, p. 26). Das unidades hidroestratigráficas, são desconsideradas as formações geológicas sem expressão do ponto de vista hidrogeológico.

Sobre os sedimentos citados, encontram-se estratigrafias discordantes relacionadas ao Grupo Serra Grande, estão os clastos do Grupo Canindé (GÓES *et al.*, 1992): sedimentados depositados em ambiente de delta-marés-tempestades - Formação Itaim; de plataforma dominada por tempestade - Formação Pimenteiras; de plataforma dominada por marés, flúvio-estuarino periglacial - Formação Cabeças; de plataforma dominada por tempestades - Formação Longá; e de deltas e planície de marés com tempestades - Formação Poti). Semelhantemente, elas não ocorrem superficialmente na bacia objeto de estudo (

Figura 51).

A Formação Cabeças (C2c) é uma das unidades hidroestratigráficas subjacentes na bacia hidrográfica do rio do Itapecuru; apresenta produtividade⁷ muito alta (1); e ocorre nas proximidades da cidade de Passagem Franca, sul da área investigada. De acordo com Metodologia do Mapa Hidrogeológico do Brasil ao Milionésimo (DINIZ *et al.* 2014), as unidades subjacentes (

Figura 51) correspondem àquelas da sucessão estratigráfica que são mais produtivas, fornecem mais água de melhor qualidade e em menor profundidade.

Esse aspecto é retratado na

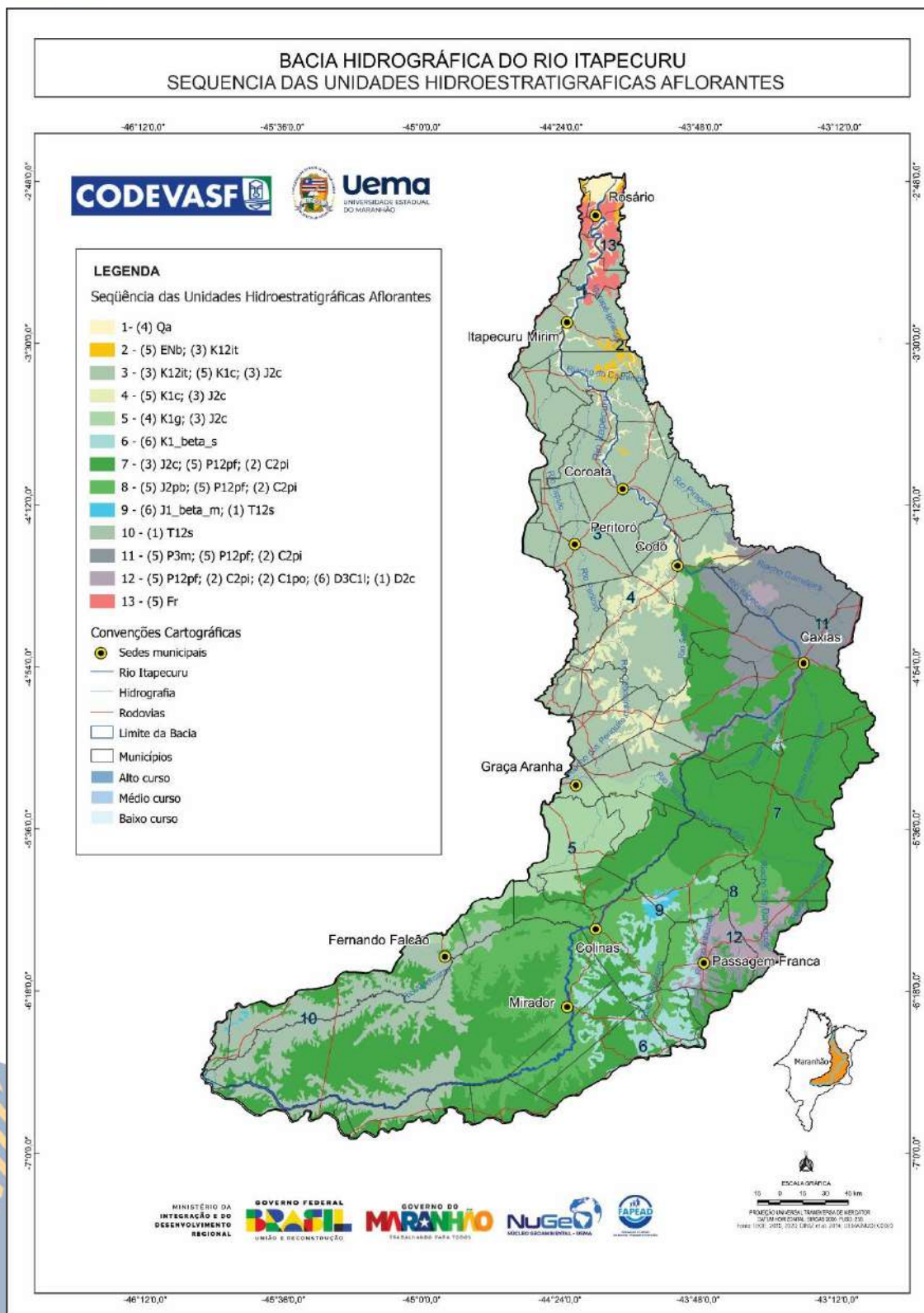
Figura 52, nas proximidades da cidade de Passagem Franca, em que a sequência de unidades hidroestratigráficas (12) é constituída pela Formação Pedra de Fogo (P12pf) (5), Formação Piauí (C2pi) (2), Formação Poti (C1po) (2), Formação Longá (D3C1l) (6) e Formação Cabeças (D2c) (1). Essa última unidade, apesar de se encontrar na base da coluna sedimentar, se destaca como a de

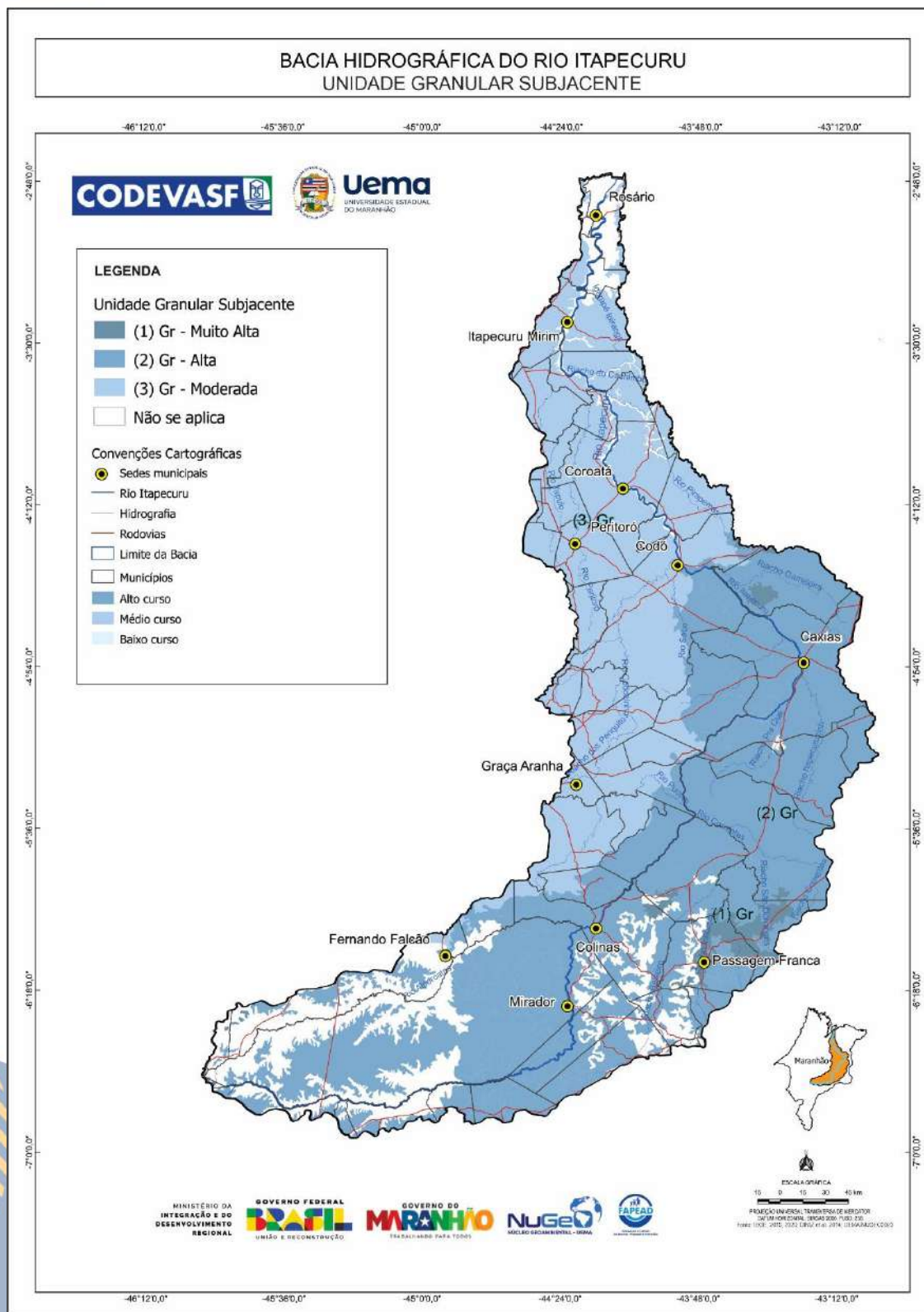
⁷ A produtividade de uma unidade estratigráfica é mensurada de muito alta (1) a pouco produtiva ou não aquífera (6), construída a partir dos parâmetros transmissividade, condutividade hidráulica, vazão de teste e vazão específica. (DINIZ *et al.*, 2014). A classe de produtividade é cartografada pelo numeral entre parênteses.

maior produtividade entre as subaflorantes. Ela é formada por fácies de arenito fino bem selecionado e outra de arenito fino a médio bem selecionado, associado a arenito grosso; ocupa uma área subsuperficial de aproximadamente de 982 km², equivalente a 1,8% da bacia hidrográfica investigada.

Figura 51 – Mapa temático de unidades hidroestratigráficas aflorantes na bacia hidrográfica do rio Itapecuru.

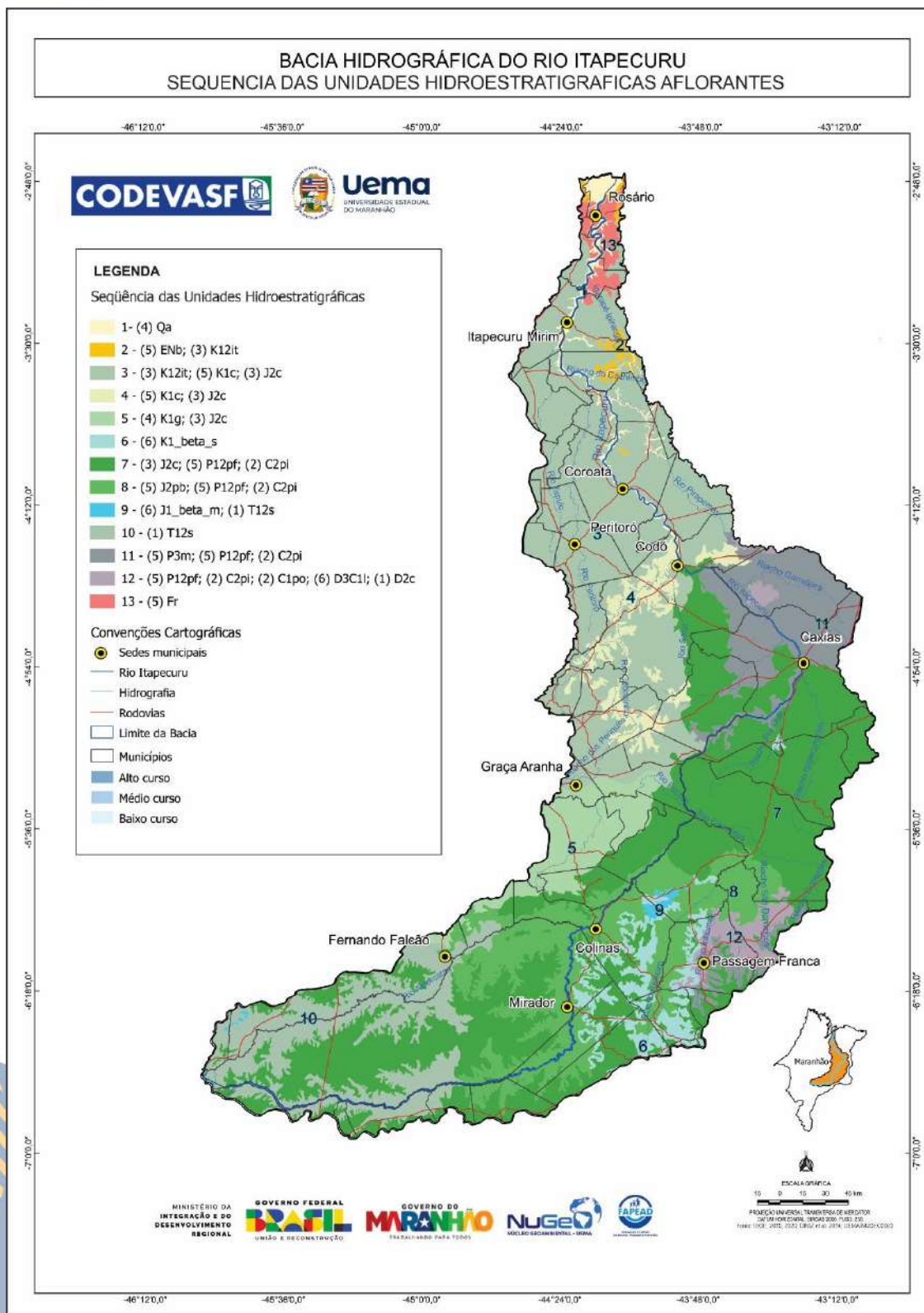






Fonte: Elaborado por Sousa (2021).

Figura 53 – Mapa temático de sequência das unidades hidroestratigráficas da bacia hidrográfica do rio Itapecuru.



Fonte: Elaborado por Sousa (2021).

A Supersequência Neocarbonífera-Eotriássica é representada pelo Grupo Balsas (GÓES *et al.*, 1990, 1992): uma sequência clástica-evaporítica sobreposta discordantemente ao Grupo

Canindé. É representado por sedimentos depositados em ambientes continental-litorâneo sob condições de aridez -Formação Piauí; nerítico raso a litorâneo, com planícies de *sabkha*⁸, sob eventual ação de tempestades - Formação Pedra de Fogo; continental desértico controlado por sistemas lacustres - Formação Motuca; e sistemas eólicos a ambiente desértico - Formação Sambaíba (GÓES; FEIJÓ, 1994).

A base dos depósitos do Grupo Balsas é representada pela Formação Piauí (LIMA, 1991), constituída de arenitos, folhelhos, calcários, dolomitas e anidritas; apresenta produtividade alta (2); ocorre somente subsuperficialmente nas porções sul e leste da bacia hidrográfica do rio Itapecuru (Figura 2), com uma área de 27.322 km², 51% do seu território. A Formação Pedra de Fogo (DINO *et al.*, 2002) integra arenitos, siltitos, folhelhos, calcários, evaporitos e selexitos; na bacia investigada aflora no entorno de Passagem Franca (Figura 42), abrangendo uma área de 982 km² (1,8%), com produtividade geralmente muito baixa (5).

A Formação Motuca, aflorante entre as cidades de Codó e Caxias – a leste da bacia do Itapecuru - ocupa uma área de 4.019 km² (7,6%); exibe produtividade semelhante à unidade sotoposta, e é constituída por siltitos, arenitos, anidritas e raros calcários. No topo da coluna sedimentar do grupo em alusão, estão os depósitos da Formação Sambaíba, ao sul da bacia hidrográfica, com uma área aflorante de 4.617 km² (8,7%); composta por arenitos finos a médios com estratificação cruzada de médio a grande porte, plano paralela e com laminação convoluta (SPISILA, 2011; BARBOSA, 2015) e com produtividade muito alta (1).

A Sequência Jurássica é representada pelo Grupo Mearim (GÓES *et al.* 1992) o qual é composto pela sucessão sedimentar Corda-Pastos Bons, do Meso ao Neojurássico. A Formação Pastos Bons é constituída por arenitos com folhelhos intercalados e lentes de calcarenito (LIMA; LEITE, 1977; CAPUTO, 1984; CARDOSO, 2019). A segunda é composta de conglomerados polimíticos e arenitos finos a médios (RABELO, 2013). Essas formações são limitadas discordantemente na base e no topo pelas unidades ígneas Mosquito, basaltos e intercalações de arenito e siltitos, e Sardinha, diques e *sills* de diabásios (BALLÉN, 2012). Tais unidades foram associadas a ambiente continental desértico, controlado por sistemas fluviolacustres, eventualmente retrabalhados por processos eólicos e por feições estruturais geradas pela tectônica ativa no momento da sedimentação (GÓES; FEIJÓ, 1994; SILVA *et al.*, 2003; VAZ *et al.* 2007).

Os depósitos Corda e Pastos Bons afloram respectivamente em 17.192km² (32,3%) e 6.110 km² (11,5%) da bacia hidrográfica do rio Itapecuru, nas suas porções leste e sul (Figura 42) com

⁸ Sabkha, constitui “ambiente de sedimentação litorâneo supramaré, intermediário entre as terras emersas e faixa intra-marés, em clima árido a semiárido, sendo comum a associação de depósitos sedimentares evaporíticos (calcários e salinos), de inundações intra-marés e eólicos” (WINGE, 2021).

produtividades variando entre moderada (3) a geralmente muito baixa (5), sequencialmente. A Formação Corda ocupa a segunda maior abrangência em subsuperfície, com uma extensão de 16.947 km² (31,8%) da bacia investigada, sobretudo nos cursos médio e baixo (

Figura 51), sotoposta as unidades cretáceas Itapecuru, Codó e Grajaú, entre as localidades de Peritoró, Codó e Graça Aranha (

Figura 52). As unidades ígneas Mosquito e Sardinha ocorrem em pequena extensão da bacia (1.740 km²), entre as localidades de Colinas, Mirador e Passagem Franca (

Figura 51), e são unidades pouco produtivas (6) ou não aquíferas.

A Sequência Cretácea aflora sobretudo nos cursos médio e baixo da bacia hidrográfica em estudo, perfazendo uma área aproximada de 16.947 km² (31,8%), constituída pelas formações Codó-Grajaú, que ocorrem interdigitadas (GÓES; FEIJÓ, 1994) e pelo Grupo Itapecuru. A primeira é representada pelos folhelhos betuminosos, calcários e evaporitos, aflorantes nas proximidades da cidade de Codó (Figura 2), associados a ambiente lacustre sob condições climáticas com tendência de aridez (PAZ; ROSSETTI, 2001). Esses depósitos também são identificados nas cercanias da cidade de Grajaú, onde também ocorrem arenitos finos a muito finos, associados a processos flúvio-eólicos, referenciados à Formação Grajaú (ROSSETTI, 2001). As formações Codó e Grajaú abrangem 1.446 km² (2,7%) e 2.299 km² (4,3%) da bacia do Itapecuru, respectivamente, com produtividades baixa (4) e muito baixa (5), sequencialmente.

Os depósitos do Grupo Itapecuru (ROSSETTI; TRUCKENBRODT, 1997) ocorrem na região do baixo curso da bacia homônima (

Figura 51), ao longo de aproximadamente 13.201 km² (24,8%), com produtividade moderada (3). É composto pela Unidade Indiferenciada (Eo/Mesoalbiano), Formação Alcântara (Neoalbiano-Cenomaniano) e Formação Cujupe (Neocretáceo-? Paleoceno), formadas durante a fase *rift* de abertura do Atlântico Sul Equatorial, em ambiente marinho-transicional (GÓES; ROSSETTI, 2001).

Depósitos correlacionados à Unidade Indiferenciada, constituídos de arenitos, argilitos e, subordinadamente, calcários foram investigados nas imediações da localidade de Codó (ROSSETTI; GÓES; ARAI, 2001). Essa mesma unidade também ocorre nos afloramentos superficiais ao longo do rio Itapecuru, entre as cidades de Timbiras e Pirapemas, e são constituídos de arenitos, argilitos e calcários, relacionados ao complexo progradacional de lobos de suspensão, sujeito a retrabalhamento por ondas normais e de tempestade (MIRANDA; ROSSETTI, 2006).

Depósitos cretáceos expostos na localidade de Açailândia foram correlacionados à Formação Alcântara (ANAISSSE Jr. *et al.*, 2001), constituídos de arenitos e argilitos formados sob influência de ondas vigorosas e, subordinadamente, correntes de maré em ambientes de *shoreface*, canal de maré, laguna e depósitos fluviais, atribuídos a sistema estuarino. Os clastos expostos no trecho Peritoró-Codó, da BR-316, foram correlacionados à Formação Cujupe e incluem arenitos originalmente arcoseanos interdigitados a argilitos, originados por processos de marés em sistemas estuarinos complexos (LIMA; ROSSETTI, 2001).

O Grupo Itapecuru ocorre também subjacente aos estratos Oligo-miocênicos do Grupo Barreiras, no baixo curso da bacia (

Figura 51 e

Figura 52), com 259 km² (0,5%) com produtividade geralmente muito baixa (5). Os depósitos cenozóicos do Grupo Barreiras, por sua vez, são constituídos de arenitos, argilitos e, em menor proporção, conglomerados e calcários, com produtividade geralmente muito baixa (5). Na Bacia de São Luís, eles foram interpretados como preenchimento de um paleovale estuarino (ROSSETTI, 2000). Quanto aos depósitos aluvionares, são formados por areia, silte e argila, abrangem 796 km² (1,5%) da bacia do Itapecuru e exibem produtividade geralmente baixa (4).

3. COMPOSIÇÃO DO BANCO DE DADOS DE POÇOS TUBULARES

A composição do banco de dados de poços tubulares se deu a partir dos 4.424 registros, de 2013 a 2018, procedentes dos processos de solicitação de outorga de direito de uso da água subterrânea, da Secretária de Estado do Meio Ambiente e Recursos Naturais do Estado do Maranhão (SEMA). Desse total, 3.542 registros corresponderam a mananciais subterrâneos. Os mananciais subterrâneos estavam organizados em 389 tipologias, resultantes de erros de digitação, registros redundantes, entre outras ocorrências. Após a reclassificação, as categorias foram reduzidas para 21.

Quanto à finalidade, os registros estavam inseridos em 14 categorias, a saber: abastecimento público, aquicultura, consumo humano, comércio e serviços, derrocamento, dessedentação e criação animal, esgotamento sanitário/diluição de efluentes, indústria, irrigação, lazer, mineração, outros, paisagismo e vazias. Essas categorias foram reclassificadas em cinco grupos: abastecimento humano (abastecimento público e consumo humano), irrigação, mineração, comércio e serviços, uso animal (aquicultura, dessedentação e criação animal), outros (derrocamento, esgotamento sanitário/diluição de efluentes, lazer, outros, paisagismo) e indefinidas (vazias). Essa última categoria envolveu 1.394 registros cuja finalidade não foi informada.

Em relação às coordenadas geodésicas, 480 registros não exibiram os valores correspondentes à latitude e longitude; 15 registros apresentaram coordenadas inconsistentes; 467 registros apresentaram coordenadas replicadas; e 7 registros exibiram coordenadas na área oceânica. Quanto aos parâmetros hidráulicos: profundidade, níveis estático e dinâmico e vazão de teste, 877 poços não apresentaram registros; 10 registros apresentaram níveis dinâmicos menores ou iguais aos correspondentes níveis estáticos; e 146 registros exibiram valores de carga hidráulica negativos.

Ao final dos procedimentos supracitados, resultaram 1.540 registros de poços tubulares (Figura 46), organizados segundo os atributos: número de ordem, n.º do processo de solicitação de outorga, data do processo, empreendedor, finalidade, dados de latitude e longitude, região hidrográfica, período de bombeamento, aquífero explorado, profundidade, níveis estático e dinâmico, rebaixamento, cota da boca do poço, carga hidráulica, vazão de teste, vazão específica e transmissividade.

No âmbito da bacia hidrográfica do rio Itapecuru, os registros totalizaram 155 poços tubulares (Apêndice A), dos quais 63 (40,7%) estão situados no baixo curso, 54 (34,8%) no médio curso e 38 (24,5%) no alto curso (

Figura 55). Do total de poços na bacia em estudo, aproximadamente 52% deles estão localizados nos municípios de Caxias (com 20 poços), São Domingos do Azeitão (15), Codó (10), Santa Rita (10), Itapecuru Mirim (8), Colinas (8), São Domingos do Maranhão (8).

Em relação aos mananciais subterrâneos explorados (

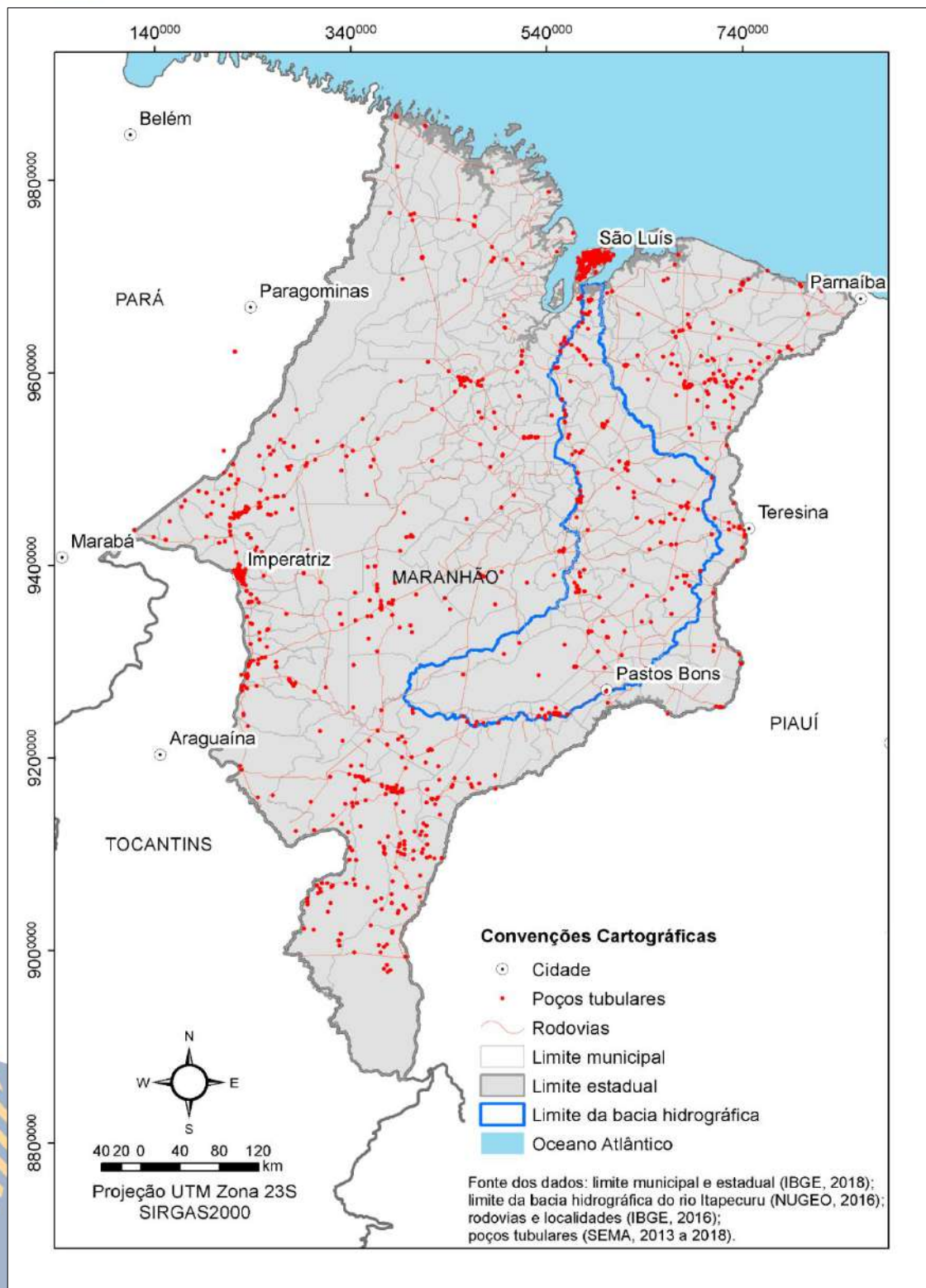
Figura 56), 52 (33,5%) e 25 (16,1%) poços tubulares captam água, respectivamente, dos aquíferos Itapecuru e Corda. Em 52 poços tubulares, o aquífero explorado está indefinido; nos 26 poços tubulares restantes, os aquíferos explorados são Pedra de Fogo (6), Piauí (5), Sambaíba (4), Grajaú (3), Pastos Bons (3) e Barreiras, Sardinha e Depósitos aluviais, cada um contendo 1 registro.

Em relação à finalidade do uso da água subterrânea (

Figura 57), 64 (41,3%) poços tubulares são destinados ao abastecimento humano; 16 (10,3%) poços são empregados para uso industrial; 15 (9,7%) poços são usados para outros fins; e 60 (38,7%) poços não exibem esse atributo. Uma vez que 158 (72,8 %) municípios maranhenses são

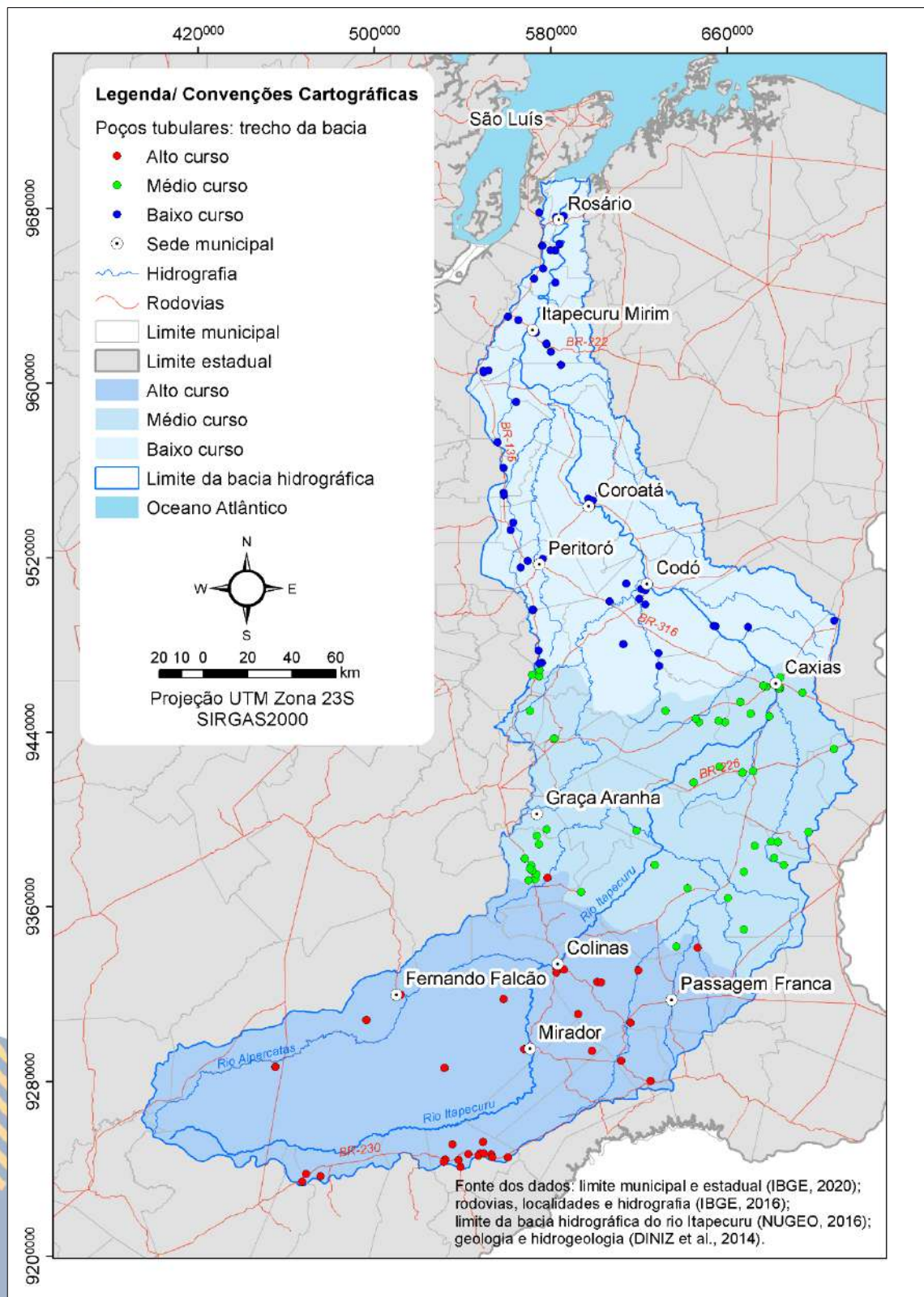
predominantemente abastecidos por manancial subterrâneo, segundo o Atlas Brasil de Abastecimento Urbano de Água (ANA, 2010), credita-se a essa finalidade a grande parcela de poços tubulares com esse atributo não informado.

Figura 54 – Mapa temático de distribuição dos 1.540 poços tubulares no Estado do Maranhão e entorno. Os registros concernem aos processos de solicitação de outorga de direito de uso da água subterrânea, entre 2013 e 2018.



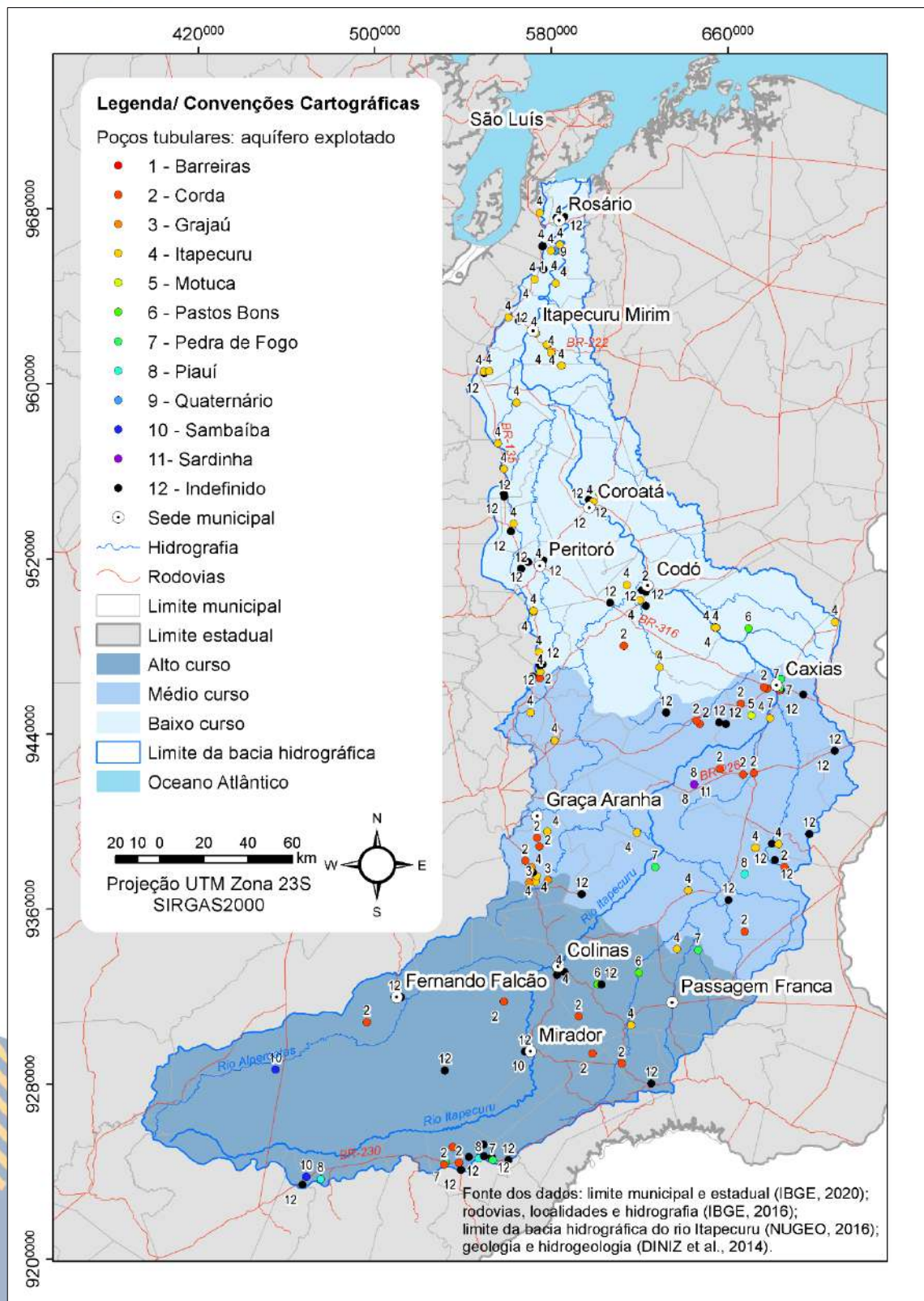
Fonte: Elaborado por Sousa (2021).

Figura 55 – Mapa temático de distribuição dos 155 poços tubulares segundo o trecho da bacia hidrográfica do rio Itapecuru.



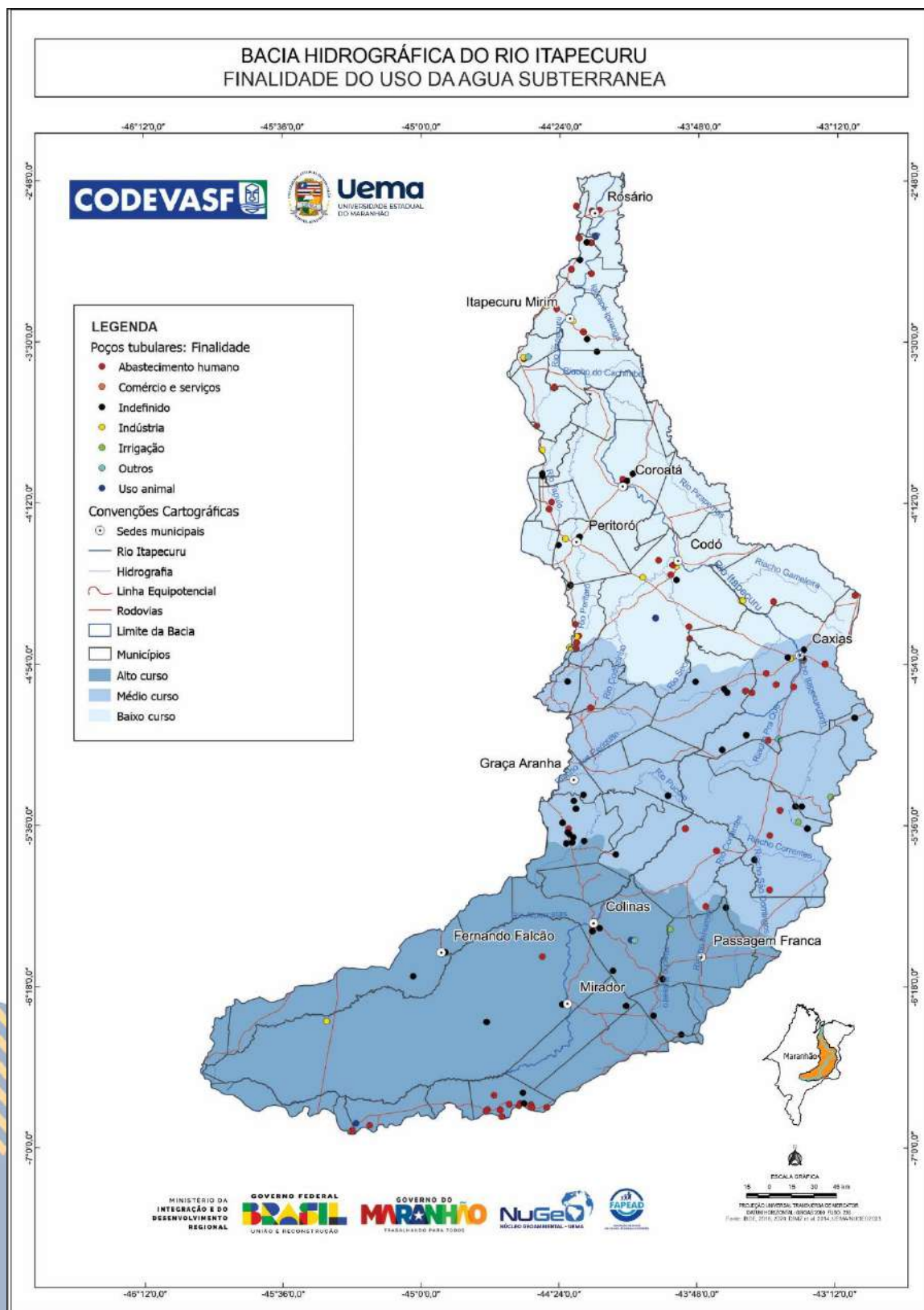
Fonte: Elaborado por Sousa (2021).

Figura 56 – Mapa temático de distribuição dos 155 poços tubulares inscritos na bacia hidrográfica do rio Itapecuru segundo os aquíferos explotados.



Fonte: Elaborado por Sousa (2021).

Figura 57 – Mapa temático de distribuição dos 155 poços tubulares inscritos na bacia hidrográfica do rio Itapecuru segundo a finalidade do uso da água subterrânea.



Fonte: Elaborado por Sousa (2021).

4. ESPACIALIZAÇÃO DOS PARÂMETROS HIDRÁULICOS DOS POÇOS TUBULARES

Após os procedimentos anteriormente descritos, os 1.540 dados de poços tubulares foram importados para o projeto *Bacia_Itapecuru*, concebido no sistema de informação geográfica QGIS, v.2.18.14 (*Free Software Foundation, Inc.*, 1991), em projeção UTM Zona 23S e sistema geodésico SIRGAS2000. No entorno de cada ponto foi criado um buffer de 2m em cujo interior foi computada a altitude média, por meio da operação de estatística zonal. Os registros de altitude ortométrica provieram dos modelos numéricos de terreno do *Shuttle Radar Topographic Mission (SRTM)*, disponibilizados através do Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil, correspondentes às 82 folhas, na escala 1:250.000, as quais foram mosaicadas.

Em seguida, os valores de altitude média (H_{med}) referentes a cada poço tubular foram subtraídos dos correspondentes registros de profundidade do nível estático (NE), o que permitiu a obtenção dos valores de carga hidráulica (h , Equação 1). Os valores de rebaixamento (s) foram computados mediante a subtração das profundidades dos níveis dinâmico (ND) e estático (Equação 2).

Esses últimos registros foram empregados como divisores dos registros de vazão de teste (Q_{teste}) cujos quocientes resultaram na vazão específica (q , Equação 3). A transmissividade (T) dos aquíferos no entorno dos poços tubulares foi estimada pela aproximação de Cooper e Jacob (1946, Equação 4) a qual constitui uma simplificação da solução de Theis (1935), destinada a aquíferos confinados em regime transiente, sem drenança das camadas confiantes.

$$h = H_{med} - NE \quad (1)$$

$$s = ND - NE \quad (2)$$

$$q = \frac{Q_{teste}}{s} \quad (3)$$

$$T = \frac{0,183.Q_{teste}}{s} \quad (4)$$

Os registros foram submetidos à análise exploratória mediante observância dos parâmetros média, mediana, desvio padrão, variância e coeficiente de variação (Tabela 9). Os coeficientes de variação, resultantes da razão entre a média e desvio padrão, exibiram valores em geral menores que a unidade, com exceção dos correspondentes ao nível dinâmico e profundidade. Essas estimativas indicam a variabilidade dos parâmetros hidráulicos e hidrodinâmicos, já que abrangem todo Estado do Maranhão e, por conseguinte, diferentes aquíferos explotados.

Tabela 9 – Estatísticas dos parâmetros hidráulicos, dimensionais e hidrodinâmicos dos 1.540 poços tubulares cadastrados no Estado Maranhão.

PARÂMETRO	ESTATÍSTICA				
	MÉDIA	MEDIANA	DESVIO PADRÃO	VARIÂNCIA	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO
Profundidade (m)	118,20	92,00	81,69	6.673,58	1,45
Nível estático (m)	31,14	20,00	32,60	1.62,46	0,96
Nível dinâmico (m)	46,95	33,90	38,79	1.504,36	1,21
Rebaixamento (m)	15,80	10,00	17,33	300,42	0,91
Vazão de teste (m ³ /h)	15,33	9,00	23,95	573,56	0,64
Vazão específica (m ³ /h/m)	2,14	0,94	4,01	16,06	0,53
Transmissividade (m ² /s)	1,09x10 ⁻⁴	4,79x10 ⁻⁵	2,04x10 ⁻⁴	4,15x10 ⁻⁸	0,53
Carga hidráulica (m)	111,92	49,95	127,41	16.232,80	0,88

Fonte: Elaborado por Sousa (2021).

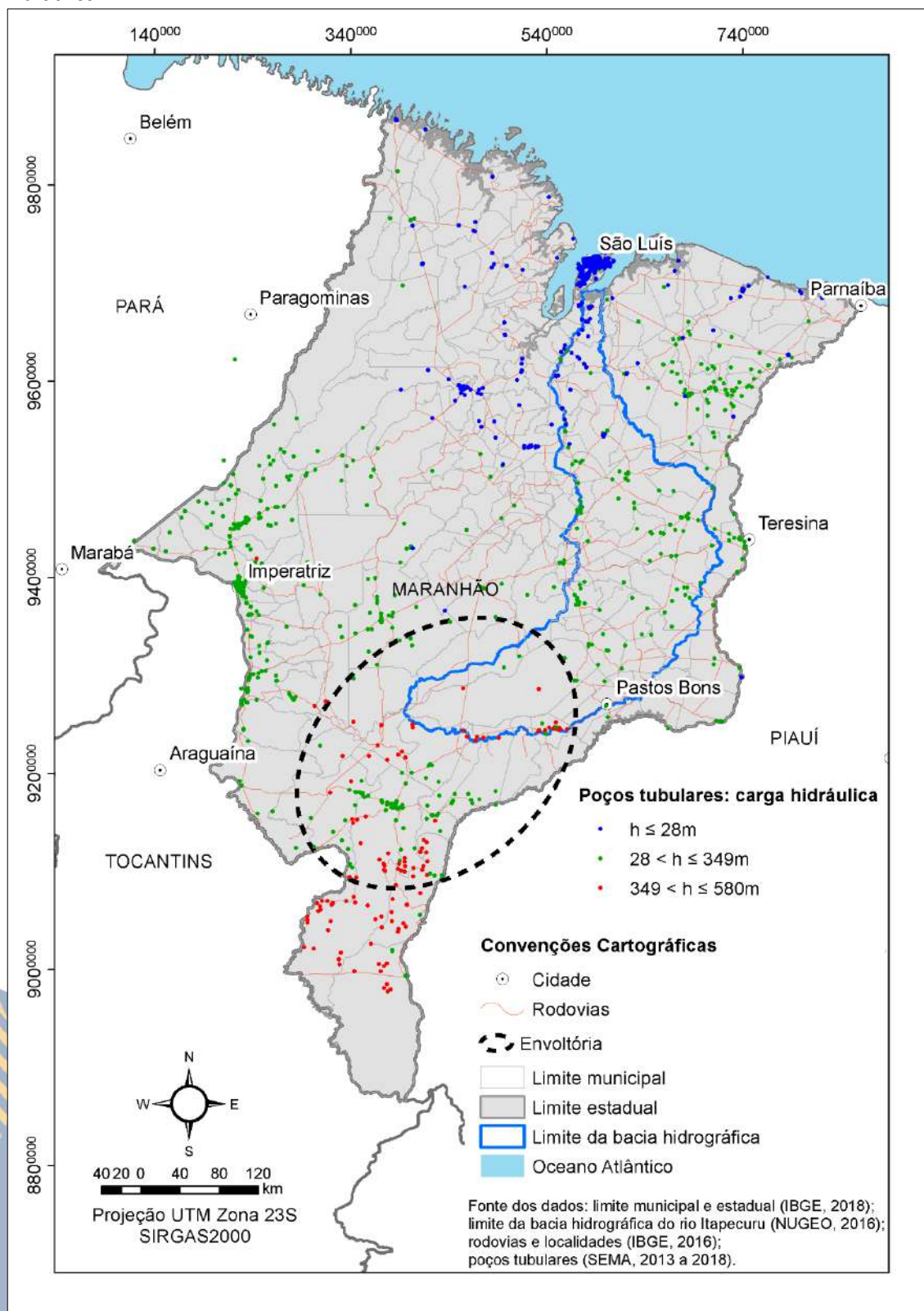
Em se tratando da carga hidráulica (h), apesar de exibir coeficiente de variação menor que a unidade e, portanto, indicar menor variabilidade nos dados, a Figura 58 exibe o mapa temático de poços tubulares segundo as classes $h \leq 28$ m, $28 < h \leq 349$ m e $349 < h \leq 580$ m. Esses intervalos de classes foram obtidos mediante os seguintes procedimentos: 1) normalização dos valores de carga hidráulica dos 1.540 poços tubulares; 2) disposição dos valores normalizados em rol crescente de dados; 3) criação do gráfico de valores normalizados dos 1.540 poços tubulares (

Figura 59a); 4) captura dos valores de carga hidráulica correspondentes aos pontos de inflexão da curva.

As classes temáticas de carga hidráulica se distribuem, em geral, segundo as porções norte, central e sul do Estado do Maranhão (Figura 58). Essa compartimentação apresenta, em geral, uma correspondência com os cursos alto, médio e baixo da bacia hidrográfica do rio Itapecuru. Os desvios da curva (

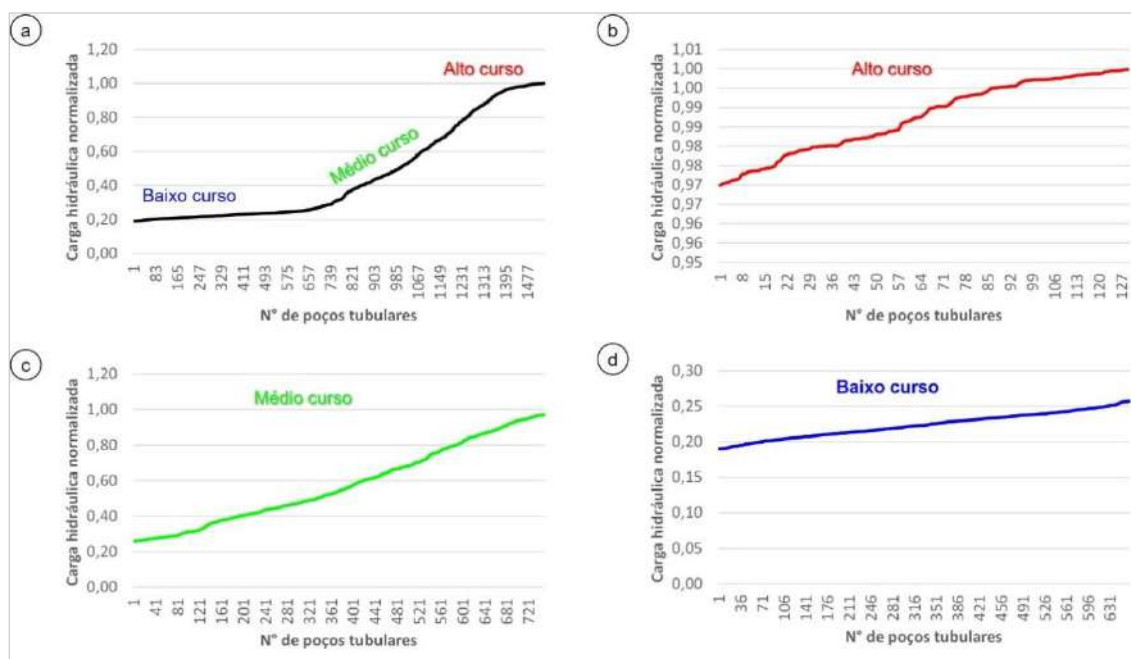
Figura 59a) sinalizam, em tese, que as cargas hidráulicas estão categorizadas em pelo menos três grandes domínios, apontando que as seções filtrantes dos poços tubulares estão, provavelmente, posicionadas em profundidades diferentes, explotando, portanto, aquíferos com características hidrodinâmicas distintas.

Figura 58 – Mapa temático de distribuição dos 1.540 poços tubulares segundo os domínios de carga de hidráulica.



Fonte: Elaborado por Sousa (2021).

Figura 59 – Avaliação da carga hidráulica (h) dos 1.540 poços tubulares no Estado do Maranhão: a) gráfico de h normalizado de todos os poços tubulares, com destaque para os trechos alto, médio e baixo curso; b) gráfico dos poços com $349 \text{ m} < h \leq 580 \text{ m}$ normalizados; c) gráfico dos poços com $28 \text{ m} < h \leq 349 \text{ m}$ normalizados; d) gráfico dos poços com $h \leq 28 \text{ m}$ normalizados.



Fonte: Elaborado por Sousa (2021).

Segundo Cabral (2008) e Rebouças *et al.* (2013), no aquífero saturado, o fluxo preferencialmente horizontal tem como força motriz as energias mecânicas potenciais: a energia gravitacional ou de posição (z) e a energia de pressão ou piezométrica (p). Essa última pode ser expressa em metros de coluna d'água acima de um ponto (P/γ), onde P é a pressão e γ é o peso específico da água. A energia de velocidade do fluxo, energia cinética, sob a ação de gradientes naturais, é muito baixa e por isso é desprezível.

A carga hidráulica, portanto, indica o nível de energia por unidade de peso e definida pela soma das duas parcelas de energia supramencionadas (Equação 5). Seu produto pela aceleração da gravidade (g) corresponde ao potencial hidráulico (ϕ) (Equação 6). Como a aceleração da gravidade é um valor relativamente constante nos problemas práticos, h e ϕ são perfeitamente correlacionáveis e, por conseguinte, a carga hidráulica pode ser considerada um potencial do ponto de vista físico e matemático. Essas grandezas são responsáveis pelo fluxo da água no meio poroso, dos pontos de maior para os de menor potencial hidráulico.

$$h = z + p = z + \frac{p}{\gamma} \quad (5)$$

$$\phi = g \cdot h \quad (6)$$

Em um poço tubular, a energia gravitacional ou de posição (z) corresponde à elevação da seção filtrante (filtro do poço) em relação ao *datum* altimétrico (nível médio do mar). A energia de pressão (p) corresponde à coluna d'água acima da seção filtrante. Percebe-se, com isso, que a profundidade dos filtros nos aquíferos interfere nos correspondentes valores de carga hidráulica.

Analisando isoladamente os segmentos correspondentes aos cursos: alto (

Figura 59b), médio (

Figura 59c) e baixo (

Figura 59d), eles exibem um traçado mais uniforme, e, no caso do primeiro (

Figura 59a), observam-se ainda oscilações que podem ser explicadas pela sobreposição de classes (linha tracejada) na porção sul do Estado (Figura 58). Isso pode ser elucidado, provavelmente, pela existência de poços tubulares separados por pequenas distâncias, explotando aquíferos como profundidades diferentes e características hidrodinâmicas distintas.

Os argumentos anteriormente descritos assinalam para complexidade da modelagem de dados hidrogeológicos em escala regional. Os registros exibem valores extremos, os quais reduzem a eficiência dos métodos de interpolação de dados para produção de mapas de contornos, elevando, com isso, os erros entre os valores estimados e observados. No caso da bacia hidrográfica em estudo, sua geometria norte-sul favorece no seu interior a presença de ambientes deposicionais da Província Parnaíba com evolução tectono-sedimentar distintos.

Esses ambientes deposicionais estão relacionados ao proposto por Góes (1995) para a Província Sedimentar do Meio Norte: Bacia do Parnaíba (nas porções sul e leste), Bacia das Alpercatas (porção central) e Bacia do Grajaú (porções centro-norte). Essas bacias correspondem a sítios deposicionais associados às sequências sedimentares definidas por Góes e Feijó (1994) e Vaz *et al.* (2007): Siluriana (Grupo Serra Grande), Mesodevoniana-Eocarbonífera (Grupo Canindé), Neocarbonífera-Eotriássica (Grupo Balsas), Jurássica e Cretácea (GÓES; FEIJÓ, 1994; VAZ *et al.* 2007).

Em vista do exposto, os registros dos poços tubulares não foram submetidos à regionalização de seus valores empregando métodos de interpolação (inverso do quadrado de distância, Krigagem, entre outros), em virtude da sensibilidade dos mesmos a valores extremos e a grande variabilidade dos dados. No caso em estudo, a utilização desses métodos elevaria as

incertezas em virtude da magnitude de erros entre valores estimados e reais. Ressalta-se que os parâmetros hidrogeológicos se aplicam principalmente à vizinhança próxima do poço tubular bombeado (FITTS, 2015).

A abordagem viável para representação espacial dos parâmetros hidrogeológicos recaiu sobre o Método das Representações Quantitativas (MARTINELLI, 2013), visando-se destacar as variações de proporcionalidade entre os conteúdos dos lugares (poços tubulares). Os mapas temáticos resultantes exibem manifestação pontual (poço tubular), definida por um par de coordenadas UTM (N, E), com mobilização da variável visual “tamanho” para expressar as relações de proporcionalidade entre os conjuntos espaciais. Os atributos quantitativos foram cartografados por meio de barras verticais sobre um *background* dos setores da bacia: alto, médio e baixo cursos.

O Estado do Maranhão possui aproximadamente 80% do seu território incluído na Província Parnaíba que representa a principal província hidrogeológica da região Nordeste do Brasil (MENTE, 2008). Os aquíferos mais produtivos são o Cabeças e o Serra Grande. No Estado, esses aquíferos se encontram em profundidades superiores a 1.000 m e, por isso, não são explorados. Acima desse aquíferos, estão os mais produtivos e que são explorados no Estado: Sambaíba, Piauí, Corda, Grajaú e Itapecuru, outros menos produtivos como Pedra de Fogo, Pastos Bons, Motuca e Codó, além das unidades cenozóicas (Barreiras e Depósitos aluviais).

A profundidade dos poços tubulares em algumas dessas unidades aquíferas variam entre 100 m e 400 m (MENTE, 2008). A profundidade média dos poços na bacia é de 140,40 m (Tabela 10), com valores máximo e mínimo de 427,37 m e 14 m, respectivamente. As menores profundidades estão no baixo curso da bacia, com média de 120,03 m (Figura 60), cujo aquífero de maior extensão é o Itapecuru. No médio curso, a profundidade média é de 145,40 m, com valores mais elevados na porção leste (472,37 m). No alto curso da bacia, a profundidade média é de 167,08 m, com valor máximo de 336 m, nas proximidades da localidade de Mirador.

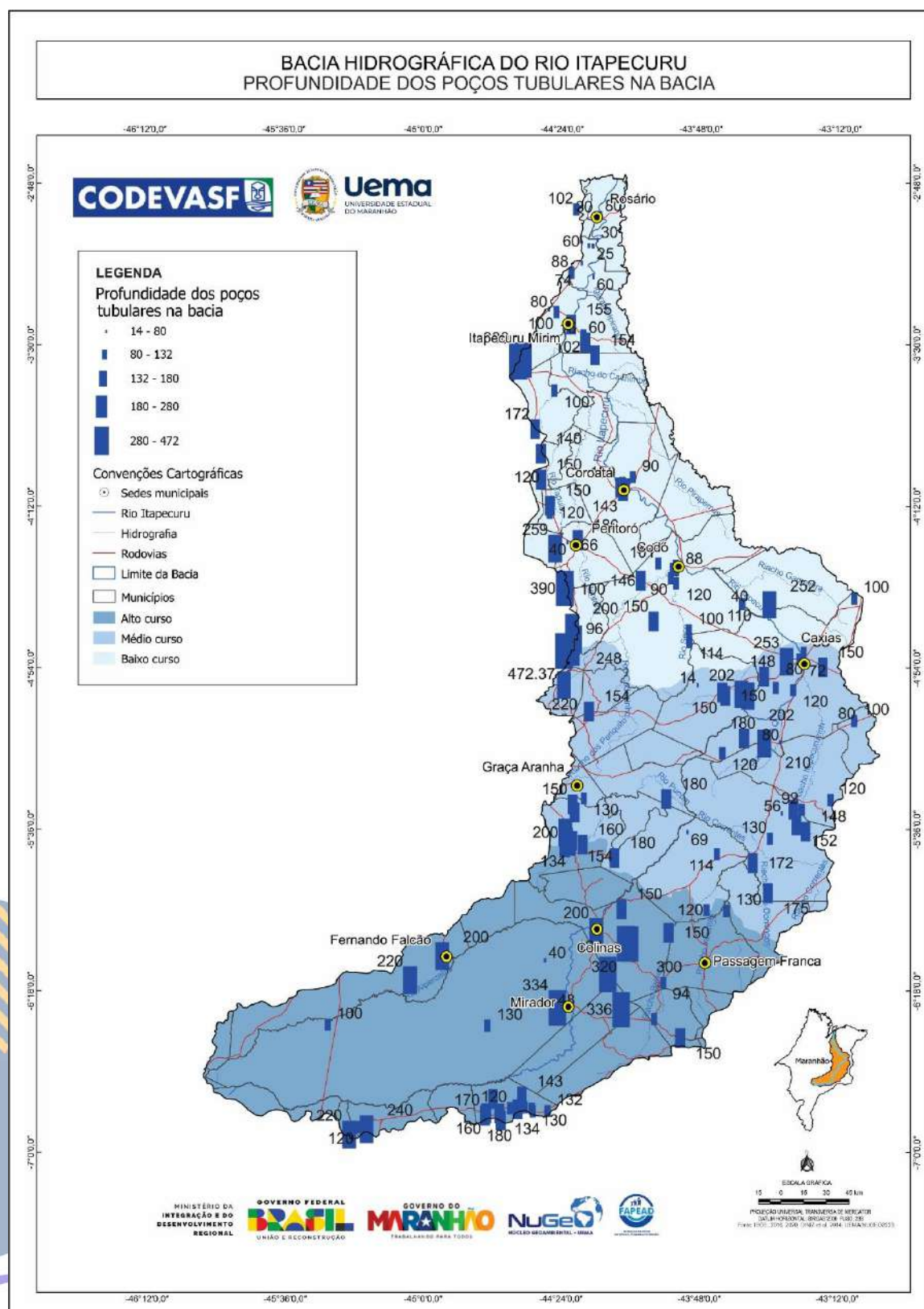
Tabela 10 – Estatísticas dos parâmetros hidráulicos e hidrodinâmicos dos 155 poços tubulares cadastrados na bacia hidrográfica do rio Itapecuru.

PARÂMETRO	BACIA	ALTO CURSO	MÉDIO CURSO	BAIXO CURSO
Profundidade (m)	472,37 140,40 14,00 238,00	336,00 167,08 40,00 238,00	472,37 145,40 14,00 124,00	390,00 120,03 15,00 119,10
Nível estático (m)	39,98 4,55 291,00	79,10 10,00 291,00	35,30 8,00 186,72	20,38 4,55 126,50
Nível dinâmico (m)	57,91 11,50 116,04	95,26 13,50 56,49	53,99 13,03 116,04	38,73 11,50 86,30
Rebaixamento (m)	17,93 0,20 162,17	16,15 0,33 26,00	18,69 1,50 162,17	18,35 0,20 60,00
Vazão de teste (m³/h)	13,43 1,20 23,70	9,14 2,20 11,52	19,00 1,60 18,67	11,25 1,20 23,70
Vazão específica (m³/h/m)	1,80 0,02 1,20E-03	1,55 0,13 5,85E-04	1,95 0,20 9,49E-04	1,81 0,02 1,20E-03
Transmissividade (m²/s)	9,13E-05 9,49E-07 407,34	7,88E-05 6,35E-06 407,34	9,92E-05 1,03E-05 213,32	9,21E-05 9,49E-07 98,35
Carga hidráulica (m)	125,19 0,31	276,33 80,05	125,45 48,67	33,81 0,31

Legenda: azul (valor máximo); preto (valor médio); vermelho (valor mínimo)

Em um poço tubular ou piezômetro (Figura 61), considerando a condição de não bombeamento da água, normalmente, existe pouco fluxo para dentro ou para fora dele, sendo razoável assumir condições hidrostáticas. Na interface ar-água, a pressão é igual a zero ($P = 0$) e a coluna d'água (h) é igual a energia de posição (z), o que configura o nível estático (NE) (FITTS, 2015).

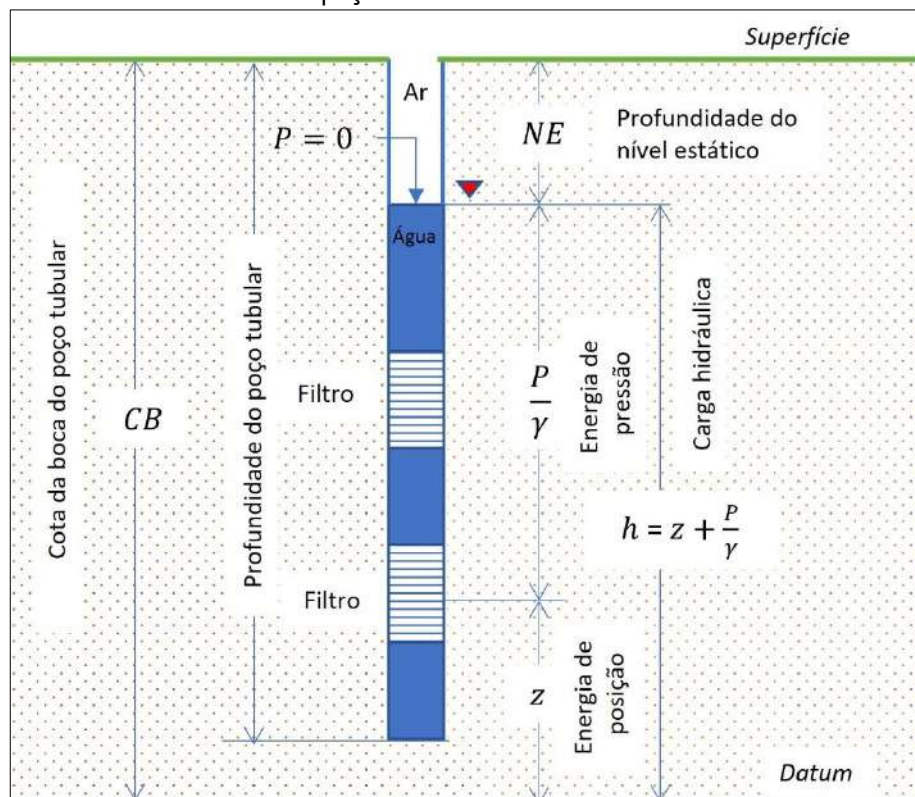
Figura 60 – Mapa temático de profundidade (m) dos poços tubulares na bacia hidrográfica do rio Itapecuru.



Fonte: Elaborado por Sousa (2021).

Em situação de bombeamento, as perdas de carga resultantes do atrito entre a água e os componentes do poço (bomba submersa, filtro, pré-filtro) e a área porosa do aquífero, contribuem para o rebaixamento do nível potenciométrico, configurando o nível dinâmico (*ND*) e, por conseguinte, o rebaixamento (*s*).

Figura 61 – Parâmetros hidráulicos de poços tubulares.



Fonte: Elaborado por Sousa (2021).

Em relação as profundidades dos níveis estático (Figura 62) e dinâmico (

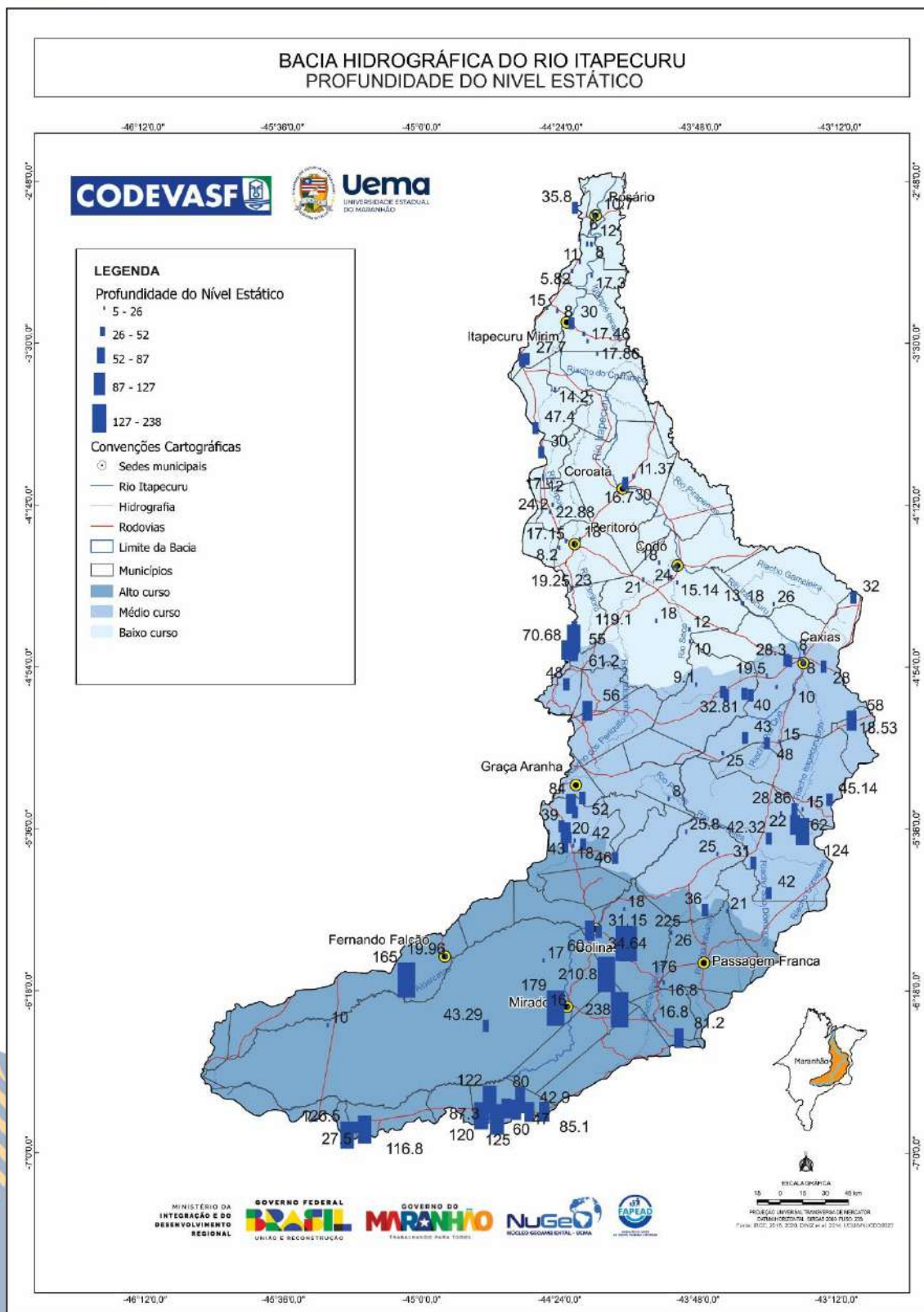
Figura 63) e rebaixamento do nível potenciométrico (

Figura 64), os valores médios na bacia são, respectivamente, de 39,98 m, 57,91 m e 17,93 m. Em relação aos trechos da bacia (Tabela 10), os valores de níveis estático e dinâmico são menores no baixo curso (20,38 e 38,73 m), intermediários no médio curso (35,30 m e 53,39 m) e elevados no alto curso (79,10 m e 95,26 m).

No alto curso da bacia, no entanto, são verificados os menores rebaixamentos do nível potenciométrico, com valor médio de 16,15 m, com valores máximo e mínimo de 56,49 m e 0,33 m, respectivamente (

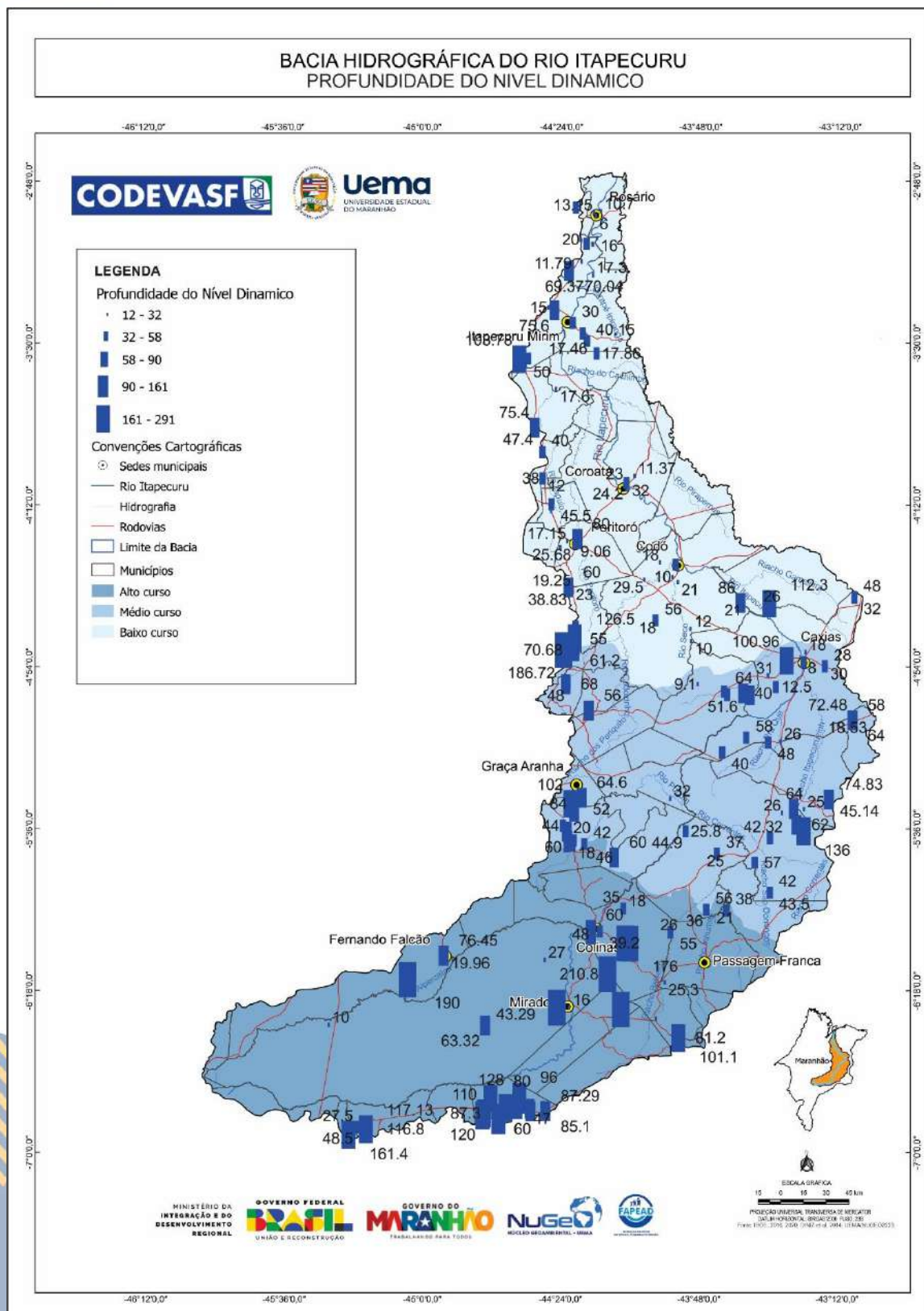
Figura 64). Eles podem ser explicados pela ocorrência, no alto curso da bacia, dos aquíferos mais produtivos, Sambaíba (aflorante) e Piauí (subaflorante), constituídos principalmente de arenito fino a médio, depositados em condições gerais áridas desérticas, materiais geológicos que melhor proporcionam o fluxo da água subterrânea.

Figura 62 – Mapa temático de profundidade do nível estático (m) dos poços tubulares na bacia hidrográfica do rio Itapecuru.



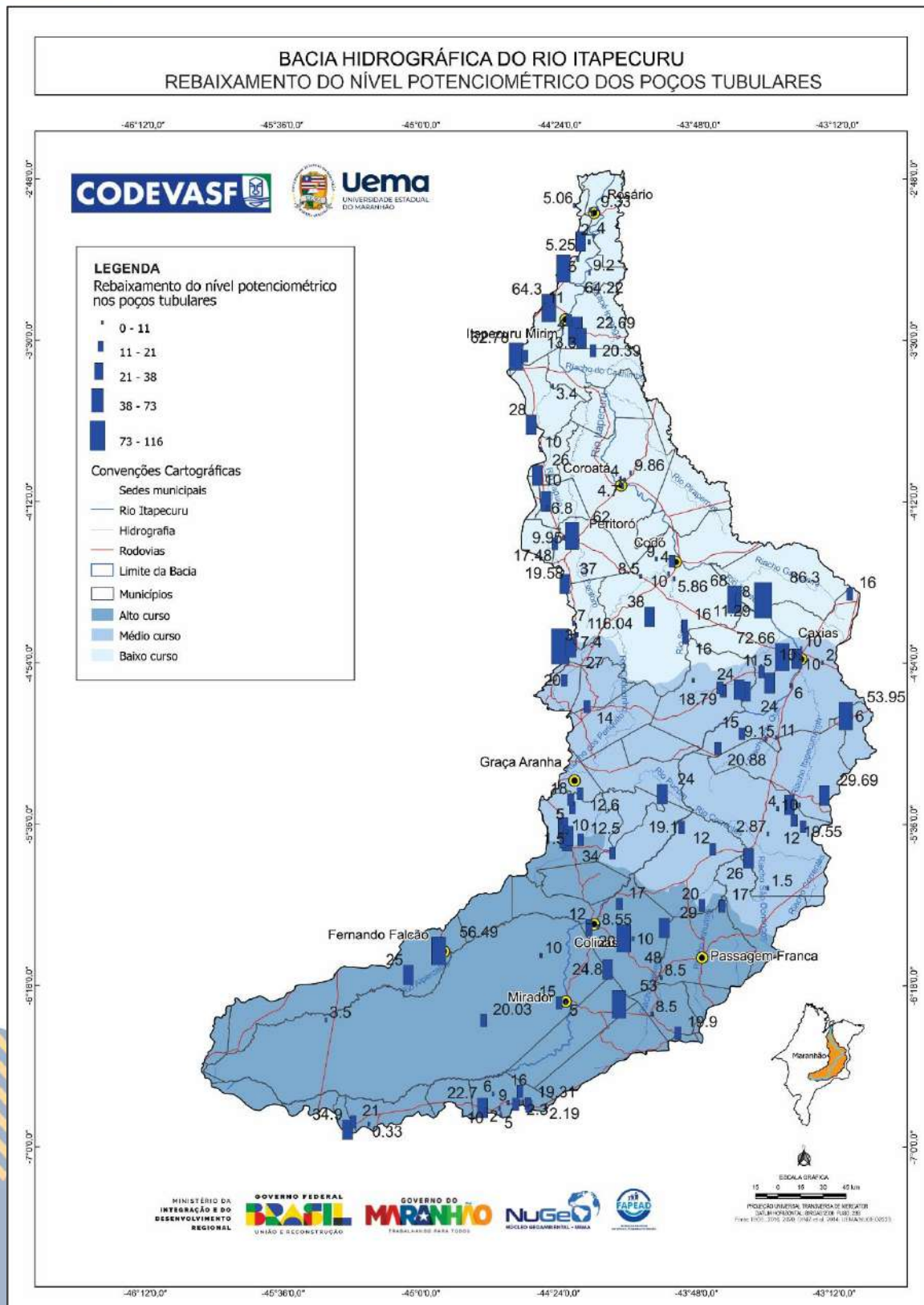
Fonte: Elaborado por Sousa (2021).

Figura 63 – Mapa temático de profundidade do nível dinâmico (m) dos poços tubulares na bacia hidrográfica do rio Itapecuru.



Fonte: Elaborado por Sousa (2021).

Figura 64 – Mapa temático de rebaixamento do nível potenciométrico (m), nos poços tubulares na bacia hidrográfica do rio Itapecuru.



Fonte: Elaborado por Sousa (2021).

A vazão de teste (Q_{teste}) é o parâmetro procedente dos ensaios de bombeamento, os quais podem ser de dois tipos: produção e de aquífero. O primeiro tem por finalidade determinar as perdas de carga totais que ocorrem no poço com o objetivo de definir a sua equação característica, seu rebaixamento máximo e vazão de exploração. Eles são realizados em etapas sucessivas, quando ao

final de cada etapa o equipamento de bombeamento é desligado e aguardada recuperação ou não do nível estático, ou escalonadas, quando o bombeamento é contínuo e o trânsito entre etapas se dá mediante aumento brusco da vazão (REBOUÇAS *et al.*, 2013; FEITOSA; DEMÉTRIO, 2008; MANOEL FILHO *et al.*, 2008; FRANÇA, 2008).

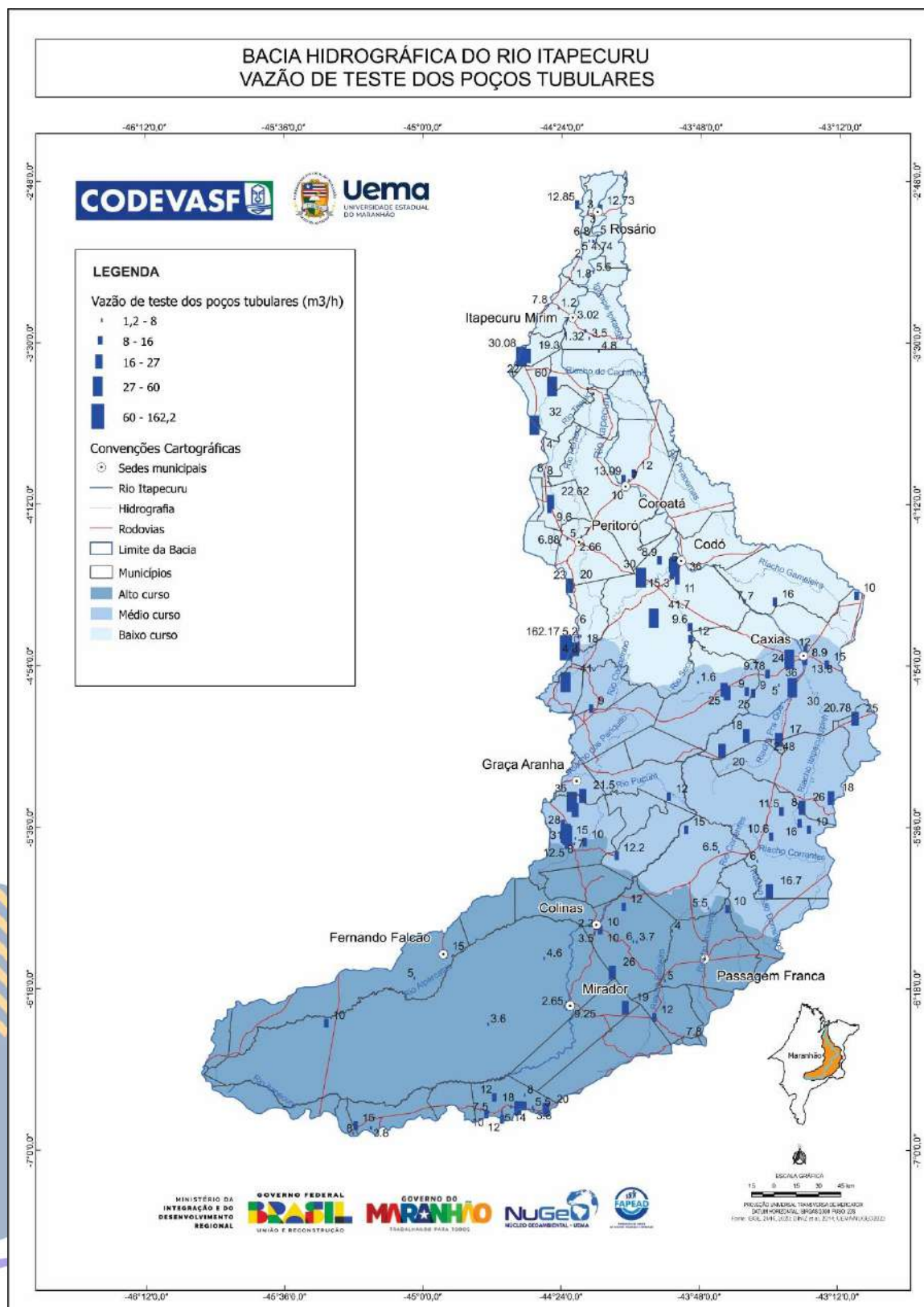
Os testes de aquíferos visam definir os parâmetros hidrodinâmicos do aquífero: transmissividade (K), coeficiente de armazenamento (S), condutividade hidráulica (K) e porosidade efetiva; consistem no bombeamento de um poço, segundo uma vazão constante e mensuração do rebaixamento da superfície potenciométrica em um ou mais poços de observação nas imediações do poço bombeado. Os resultados dos testes de bombeamento são submetidos às soluções analíticas que variam segundo tipo de aquífero, regime de fluxo, drenança das camadas confinantes, entre outras condições, as quais culminam nos parâmetros hidrodinâmicos dos aquífero explotado.

Na bacia em estudo (

Figura 65), as vazões de teste têm média de 13,43 m³/h, com valores máximo e mínimo de 162,17 m³/h e 1,20 m³/h, respectivamente. Quanto aos trechos da bacia, os cursos médio e baixo registram médias de 19 m³/h e 11,25 m³/h, respectivamente, explicadas provavelmente pela maior proporção de poços destinados ao uso industrial, com vazões de 162,17 m³/h, 36 m³/h, 30 m³/h, entre outras. Contrariamente, o alto curso da bacia registra a menor média de vazão de teste (9,14 m³/h), embora concentre a maior proporção de aquíferos de maior produtividade como o Sambaíba (aflorante) e Piauí (subaflorante).

A relação entre a vazão de teste (Q_{teste}) e rebaixamento (s) do nível potenciométrico para um determinado tempo define a capacidade específica ou vazão específica do poço tubular, comumente expressa em m³/h. De acordo com Feitosa *et al.* (2008), para um poço em regime estacionário (quando a vazão explotada provém de uma fonte externa ao armazenamento, momento em que o aquífero atua como meio de transmissão de água e o rebaixamento se estabiliza) a vazão específica, em geral, é um parâmetro indicativo de produtividade do aquífero.

Figura 65 – Mapa temático de vazão de teste (m^3/h) dos poços tubulares na bacia hidrográfica do rio Itapecuru.



Fonte: Elaborado por Sousa (2021).

A média da vazão específica (q) nos poços da bacia do Itapecuru é de $1,80 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$, a qual inserida nos limiares de produtividade de aquíferos estabelecidos por Diniz *et al.* (2014), sinaliza uma produtividade moderada ($1,0 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m} < q < 2,0 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$). Em se tratando, dos setores da bacia, todos os valores médios se encaixam nesse intervalo: alto curso, com $1,55 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$; médio curso com $1,95 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$; e baixo curso, com $1,81 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$. O alto curso, apesar exibir os menores registros de vazão específica (

Figura 66), corresponde ao setor da bacia onde ocorrem os aquíferos mais produtivos, como Sambaíba (aflorante) e Piauí (subaflorante).

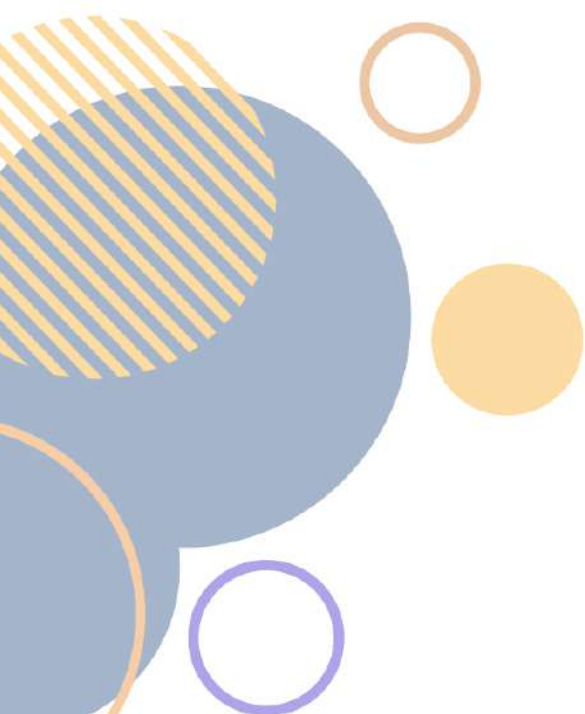
Esse aspecto denota ou um cenário de exploração dos aquíferos além da capacidade produtiva, ou uma baixa eficiência dos poços tubulares, resultante do aumento das perdas de carga totais (perdas de carga em regime laminar + perdas de carga em regime turbulento) em relação às perdas de carga laminares. De acordo com França (2008), a primeira está associada ao fluxo da água no aquífero, na zona de transição do pré-filtro e à penetração parcial do poço no aquífero. As perdas turbulentas correspondem àquelas da água nas proximidades dos filtros, na entrada dos filtros, às axiais ao longo dos filtros, ao longo da câmara intermediária e na câmara de bombeamento. Essas perdas de carga elevam os rebaixamentos e, por conseguinte, a vazão específica do poço tubular.

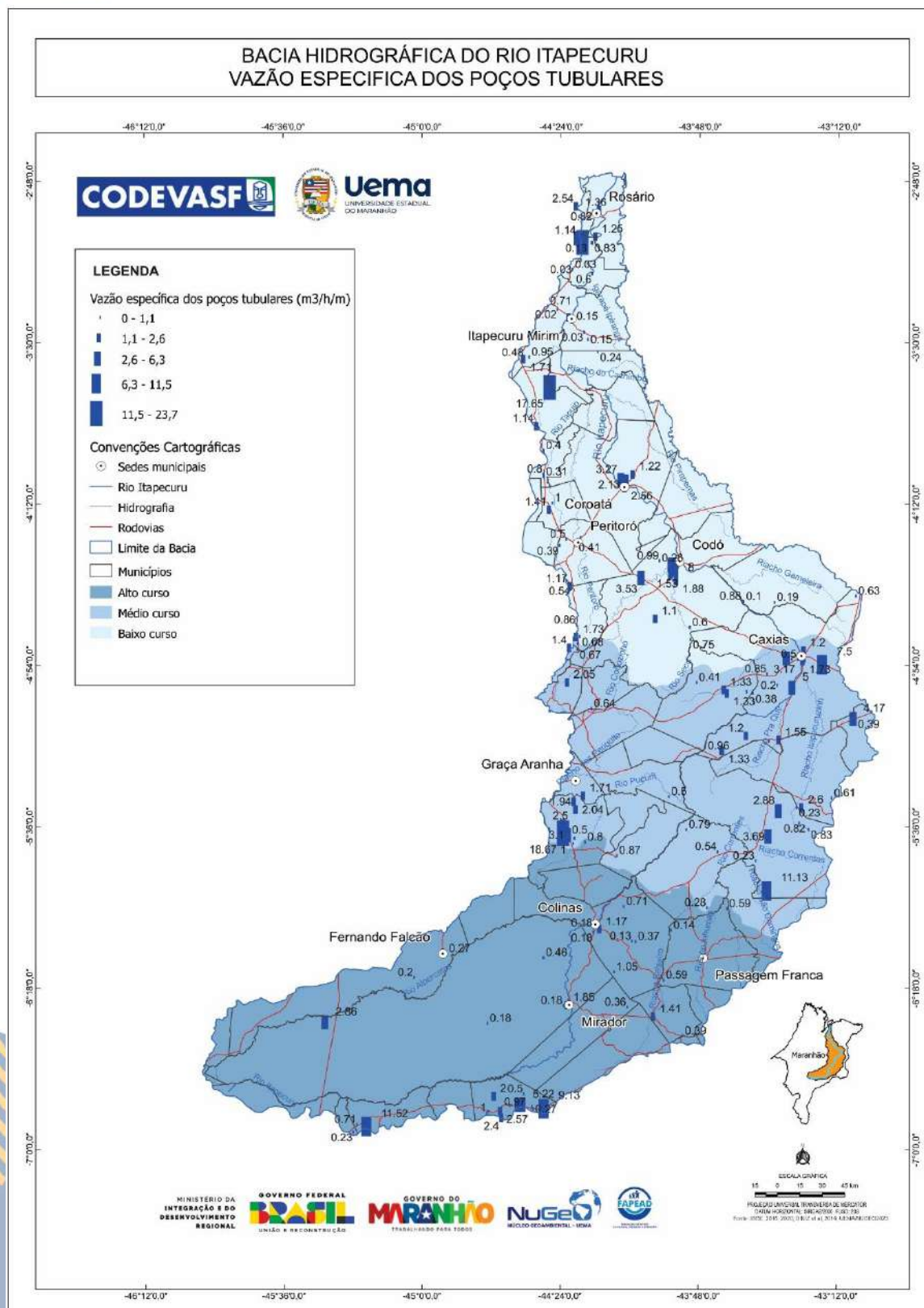
Em relação à transmissividade (T), Cabral (2008) a define como a quantidade de água que pode fluir horizontalmente por toda espessura saturada do aquífero. Para um aquífero confinado, é determinada pelo produto da condutividade hidráulica (K) pela espessura do aquífero (b). Sua estimativa se dá através dos testes de aquíferos cujos resultados são submetidos a métodos analíticos conforme o modelo de fluxo reinante. No caso em estudo (

Figura 67), a ausência de registros de ensaios de bombeamento levou à estimativa dos valores de transmissividade a partir da aproximação de Cooper e Jacob (1946, Equação 4), uma simplificação da solução de Theis (1935), para aquíferos confinados, em regime transiente e sem drenança das camadas confiantes.

O valor médio de transmissividade (T) para a bacia investigada tem ordem de 10^{-5} m/s^2 , o qual indica produtividade geralmente baixa, porém localmente moderada dos aquíferos, conforme limiares propostos por Diniz *et al.* (2014). Esse comportamento é também verificado nos demais trechos da bacia. No entanto, observando os valores máximos (Tabela 10), com ordem de grandeza entre 10^{-3} m/s^2 e 10^{-4} m/s^2 , constata-se a existência de aquíferos com produtividade moderada, segundo os intervalos sugeridos pelos autores.

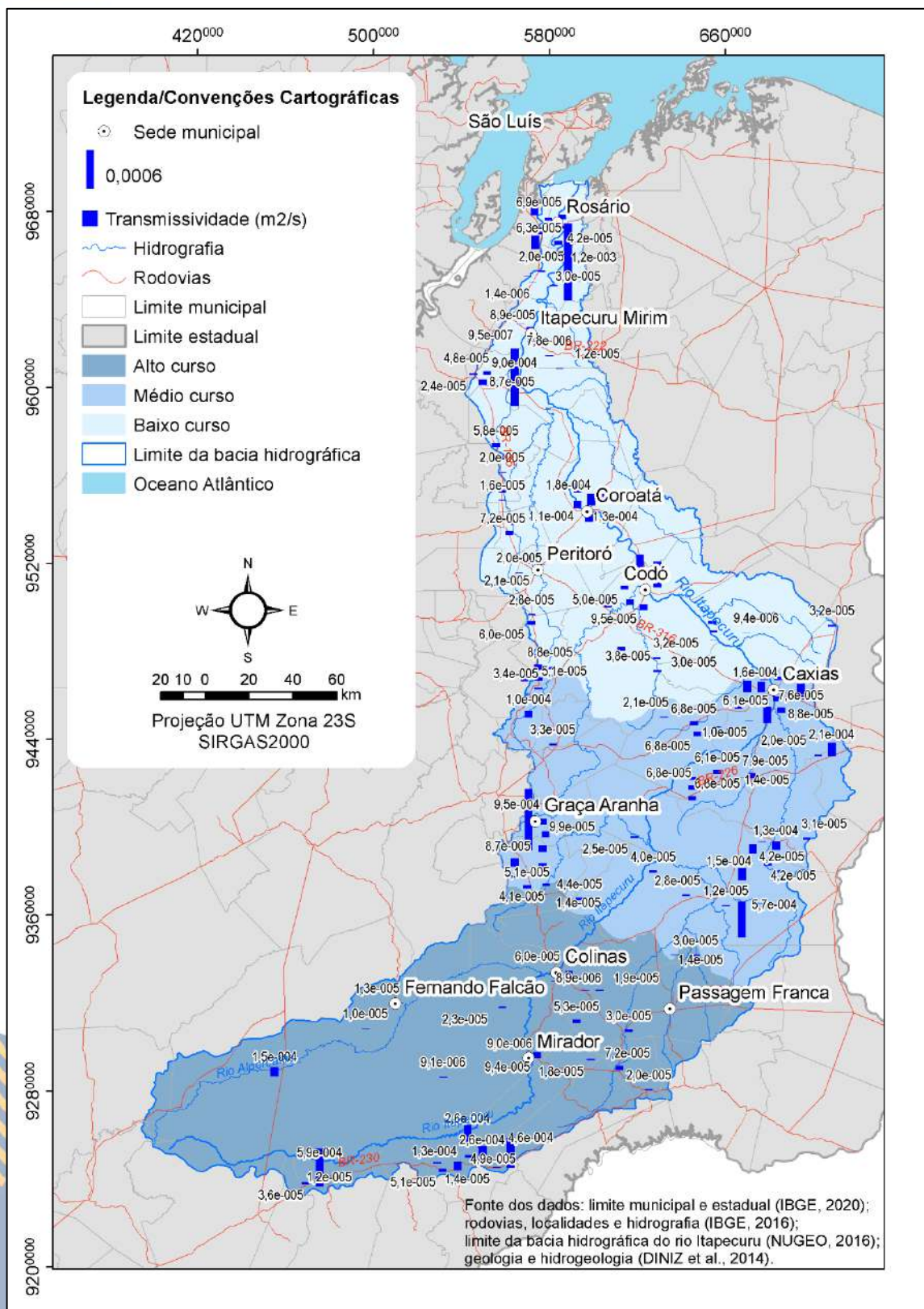
Figura 66 – Mapa temático de vazão específica ($\text{m}^3/\text{h}/\text{m}$) dos poços tubulares na bacia hidrográfica do rio Itapecuru.





Fonte: Elaborado por Sousa (2021).

Figura 67 – Mapa temático de transmissividade do aquífero (m^2/s) no entorno dos poços tubulares na bacia hidrográfica do rio Itapecuru.



Fonte: Elaborado por Sousa (2021).

Quanto aos registros de carga hidráulica (h), eles foram determinados mediante subtração da altitude média do poço por sua correspondente profundidade do nível estático. Os valores obtidos, multiplicados pela aceleração da gravidade (g), resultam nos registros de potencial hidráulico (ϕ), os quais estão associados ao aquífero bombeado. Uma vez que aceleração da gravidade é praticamente constante e igual a $9,81 \text{ m/s}^2$, a carga hidráulica é perfeitamente correlacionável ao potencial hidráulico. Trata-se de um parâmetro do aquífero e indica o sentido de fluxo das águas subterrâneas, dos pontos de maior para os de menor potencial hidráulico.

Uma vez que não dispõe de dados concernentes aos perfis litológico e construtivo dos poços cadastrados e, em geral, os poços tubulares exibem seções filtrantes em mais de um aquífero, os valores de carga hidráulica calculados representam, portanto, o comportamento resultante do conjunto de aquíferos. A limitação dos registros impossibilita a definição de superfícies potenciométricas relativas, especificamente, aos aquíferos explotados. Em se tratando da bacia, os valores de carga hidráulica relacionados aos trechos de alto, médio e baixo curso representam, por conseguinte, o comportamento dos aquíferos mais recorrentes em cada uma delas: no alto curso: Sambaíba, Corda, Pastos Bons (aflorantes) e Piauí (subaflorante); no médio curso: Itapecuru, Corda, Grajaú (aflorantes) e Piauí (subaflorante); e no baixo curso: Itapecuru, Motuca (aflorantes) e Corda (subaflorante).

De acordo com a

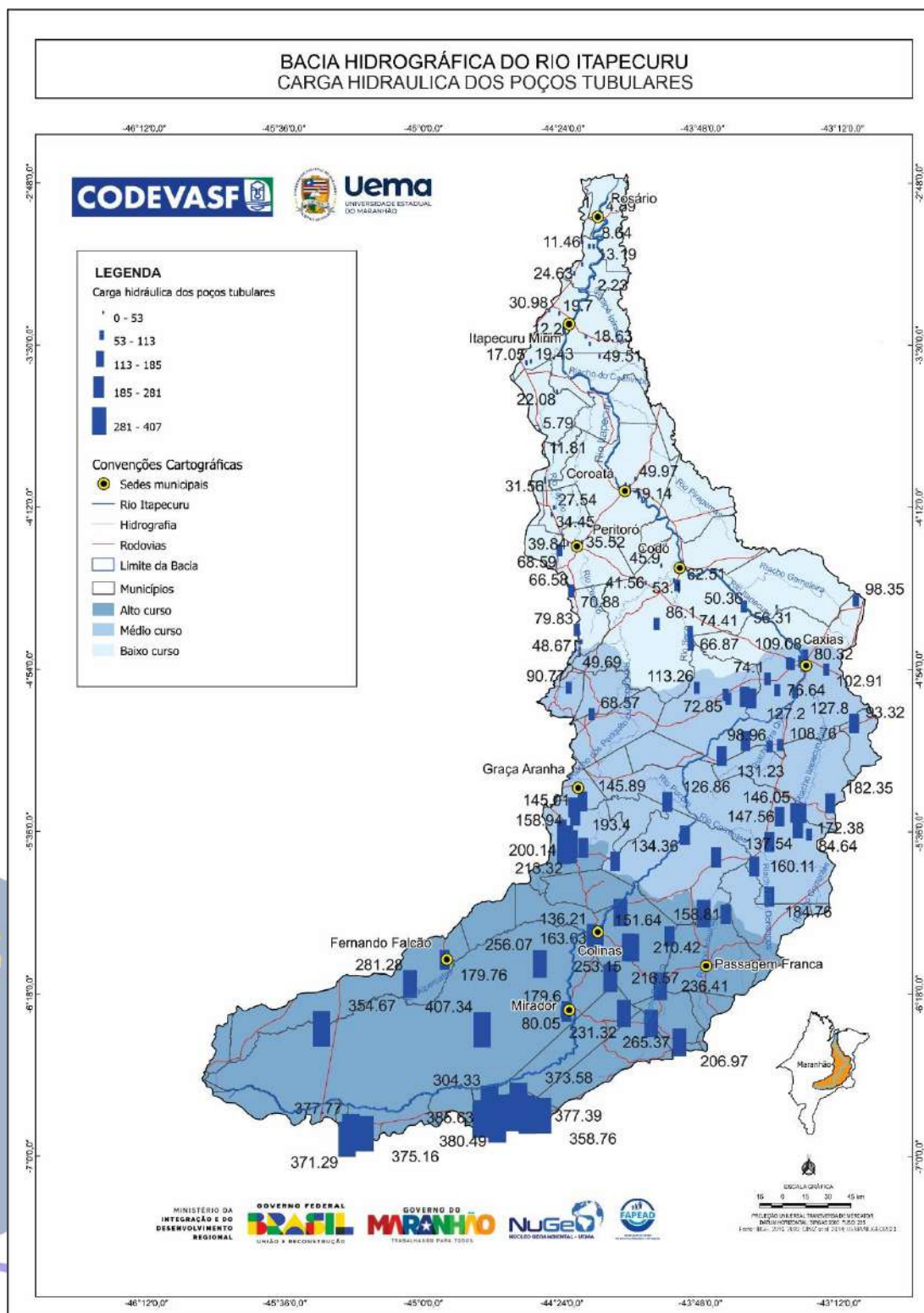
Figura 68, os maiores valores de carga hidráulica são observados no alto curso da bacia (com média de 276,33 m), os valores intermediários no médio curso (média de 125,45 m) e valores reduzidos no baixo curso (média de 33,81 m). Esses registros sinalizam para o sentido de fluxo da água subterrânea na bacia do Itapecuru, que se dá do alto em direção ao baixo curso da bacia, acompanhando o gradiente topográfico (

Figura 69). Esses resultados também apontam para a posição estratégica do alto curso da bacia, o qual se configura, segundo os registros de carga hidráulica, como área com potencial de recarga dos sistemas aquíferos.

Além disso, nessa porção da bacia, destaca-se a constituição litológica de unidades litoestratigráficas aflorantes e subaflorantes arenítica das formações Sambaíba, Corda e Piauí. Ademais, as características do relevo, marcado pelos Vãos e Chapadões do Alto Itapecuru e os solos do tipo Latossolo Vermelho-amarelo Distrófico, Latossolo Vermelho Distrófico, Latossolo Amarelo, Neossolos Litólico e Quartzarênico trazem uma caracterização singular da região. Soma-se a isso, uma paisagem vegetacional cuja cobertura vegetal é dominada por Savanas Florestada, Arborizada e Parque, e destaca-se dentre todos os aspectos geoambientais supracitados. Isso tudo reforça a vocação hidrogeológica desse setor da bacia como área de recarga. Ainda, pode ser destacada essa

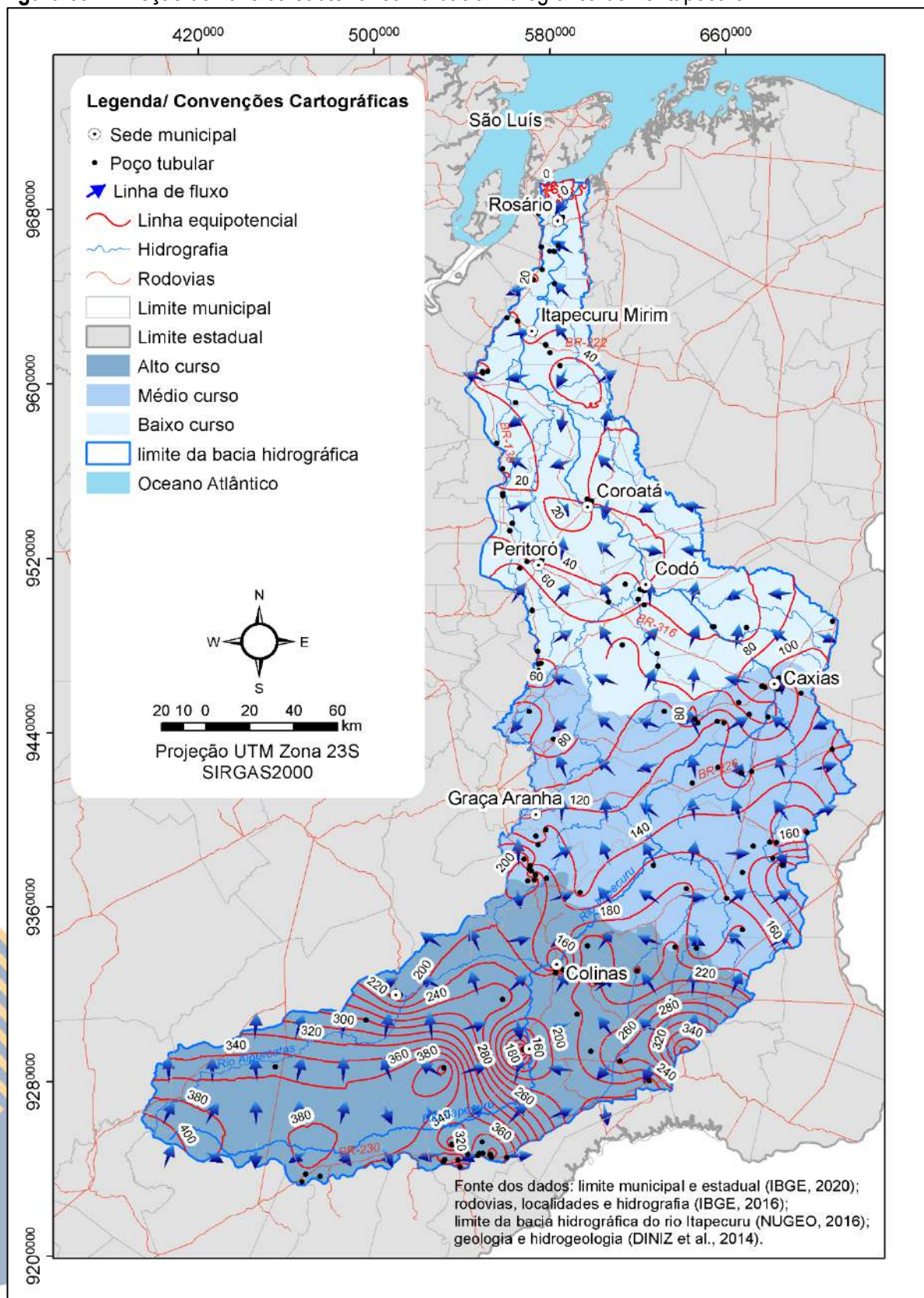
característica com a presença de áreas especiais para a proteção ambiental, assinaladas pelo Parque Estadual do Mirador e pelas Terras Indígenas Kanela e Porquinhos.

Figura 68 – Mapa temático de carga hidráulica (m) dos poços tubulares na bacia hidrográfica do rio Itapecuru.



Fonte: Elaborado por Sousa (2021).

Figura 69 – Direção de fluxo da subterrânea na bacia hidrográfica do rio Itapecuru.



Fonte: Elaborado por Sousa (2021).

5. PRODUTIVIDADE DAS UNIDADES HIDROESTRATIGRÁFICAS AFLORANTES E SUBJACENTES

A produtividade de uma unidade aquífera pode ser definida através das seguintes variáveis: a) vazão de teste; b) capacidade específica dos poços tubulares, para aqueles que funcionam em regime permanente e para os que operam em regime transiente, onde o rebaixamento da superfície potenciométrica varia no tempo; c) condutividade hidráulica; d) transmissividade. Outra forma de mensurar a produtividade está pautada na conjugação das variáveis supracitadas, como ocorre na metodologia proposta por Diniz *et al.* (2014), a qual está fundamentada nos princípios de Cartografia Hidrogeológica de Struckmeir e Margat (1995).

As unidades hidroestratigráficas aflorantes e subaflorantes expostas nas
Figura 70 a

Figura 79 foram caracterizadas em relação aos parâmetros vazão de teste (Q), vazão específica (q), condutividade hidráulica (K) e transmissividade (T). Para tanto, foram empregados os registros constantes no Mapa Hidrogeológico do Brasil ao Milionésimo, na escala 1:1.100.000, proposto por Diniz *et al.* (2014). Os mapas temáticos resultantes exibem a contribuição individual do parâmetro hidrogeológico na qualificação da produtividade de uma dada unidade estratigráfica. Conforme Diniz *et al.* (2014), trata-se de mapas hidrogeológicos de reconhecimento das principais unidades aquíferas, destinados ao planejamento e à gestão dos recursos hídricos subterrâneos, como instrumentos iniciais para investigações mais detalhadas.

Os conjuntos espaciais são cartografados segundo variações de tonalidade de azul (escura: maior produtividade; e clara: menor produtividade) e marrom (unidades pouco produtivas ou não aquíferas). Nesse sentido, na bacia hidrográfica do rio Itapecuru, a unidade hidroestratigráfica aflorante com produtividade **Muito Alta** situa-se no alto curso da bacia (

Figura 70), com uma área aproximada de 4.618 km² (

Figura 71a), a qual é caracterizada por vazões de teste ≥ 100 m³/h (

Figura 72), vazão específica $\geq 4,0 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$ (

Figura 73), condutividade hidráulica $\geq 10^{-4} \text{ m/s}$ (

Figura 74) e transmissividade $\geq 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$ (

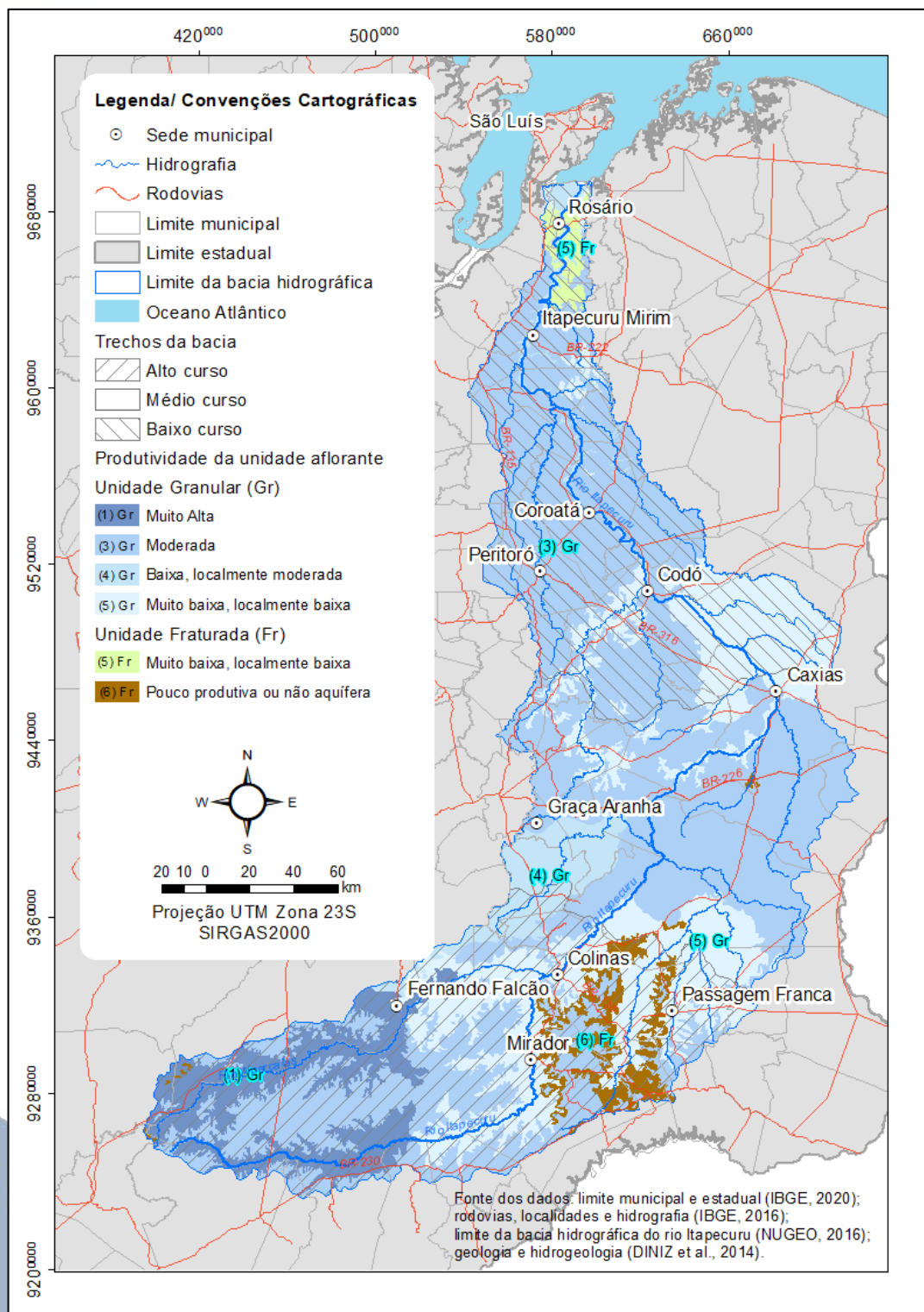
Figura 75). Na área investigada, essa classe de produtividade concerne aos arenitos finos a médios de ambiente desértico, do Eotriássico, da Formação Sambaíba.

Ressalta-se que os níveis de produtividade atribuídos às unidades hidroestratigráficas são procedentes do Mapa Hidrogeológico do Brasil ao Milionésimo. Eles foram baseados em dados de poços tubulares cadastrados no Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS), banco de dados desenvolvido no Serviço Geológico do Brasil. No alto curso da bacia, foram levantados dois poços tubulares na área aflorante da Formação Sambaíba os quais exibem vazão de teste ($10 \text{ m}^3/\text{h}$ e $15 \text{ m}^3/\text{h}$,

Figura 65) e vazão específica ($2,86 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$ e $0,71 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$,

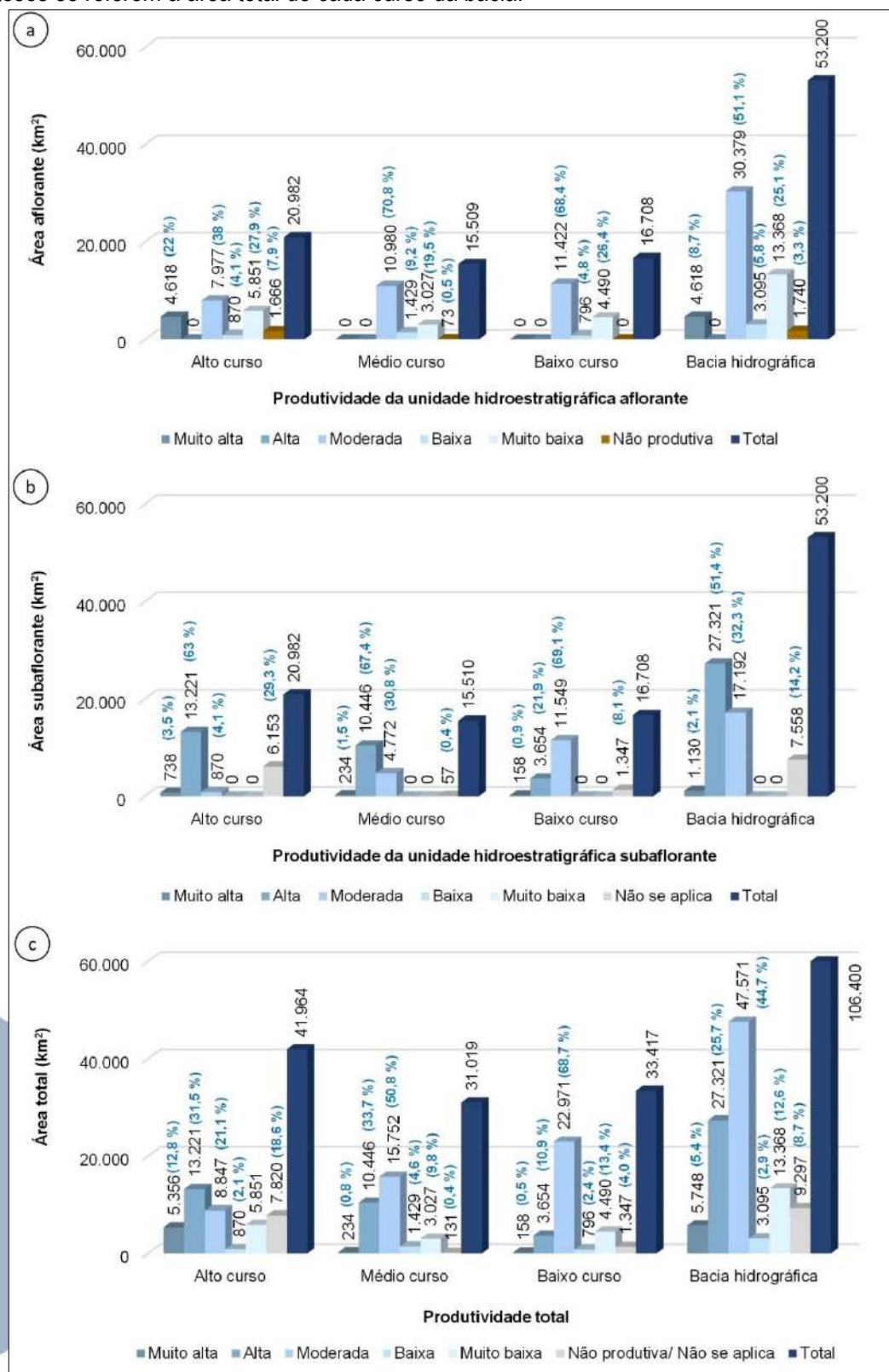
Figura 66) abaixo dos limiares representativos de produtividade muito alta.

Figura 70 – Mapa temático síntese de produtividade das unidades hidroestratigráficas aflorantes na bacia hidrográfica do rio Itapecuru.



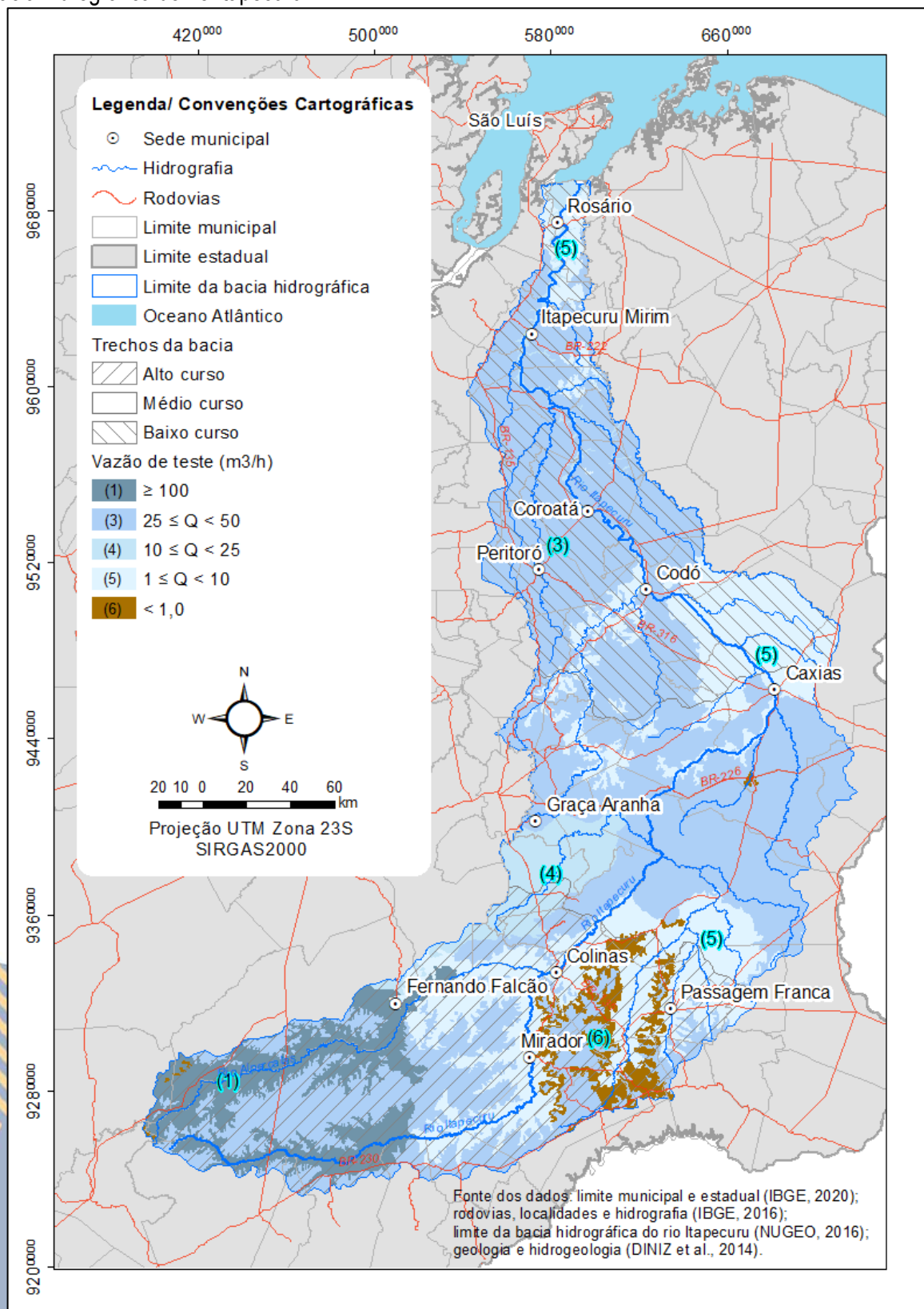
Fonte: Elaborado por Sousa (2021).

Figura 71 – Distribuição em área das classes de produtividade das unidades hidroestratigráficas na bacia hidrográfica do rio Itapecuru; a) aflorantes; b) subaflorantes; c) total. As porcentagens entre parênteses se referem à área total de cada curso da bacia.



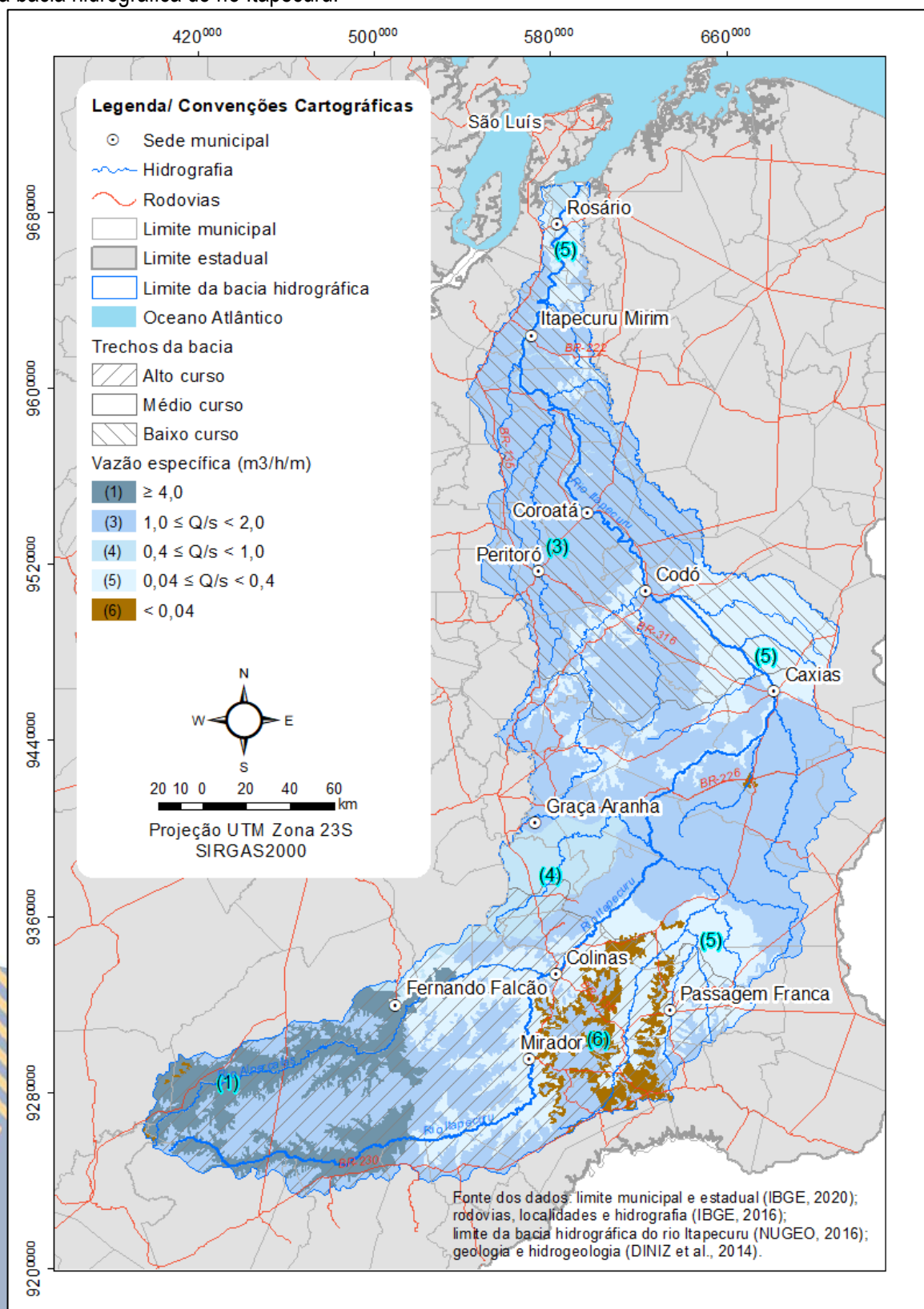
Fonte: Elaborado por Sousa (2021).

Figura 72 – Mapa temático de vazão de teste (m^3/h) das unidades hidroestratigráficas aflorantes na bacia hidrográfica do rio Itapecuru.



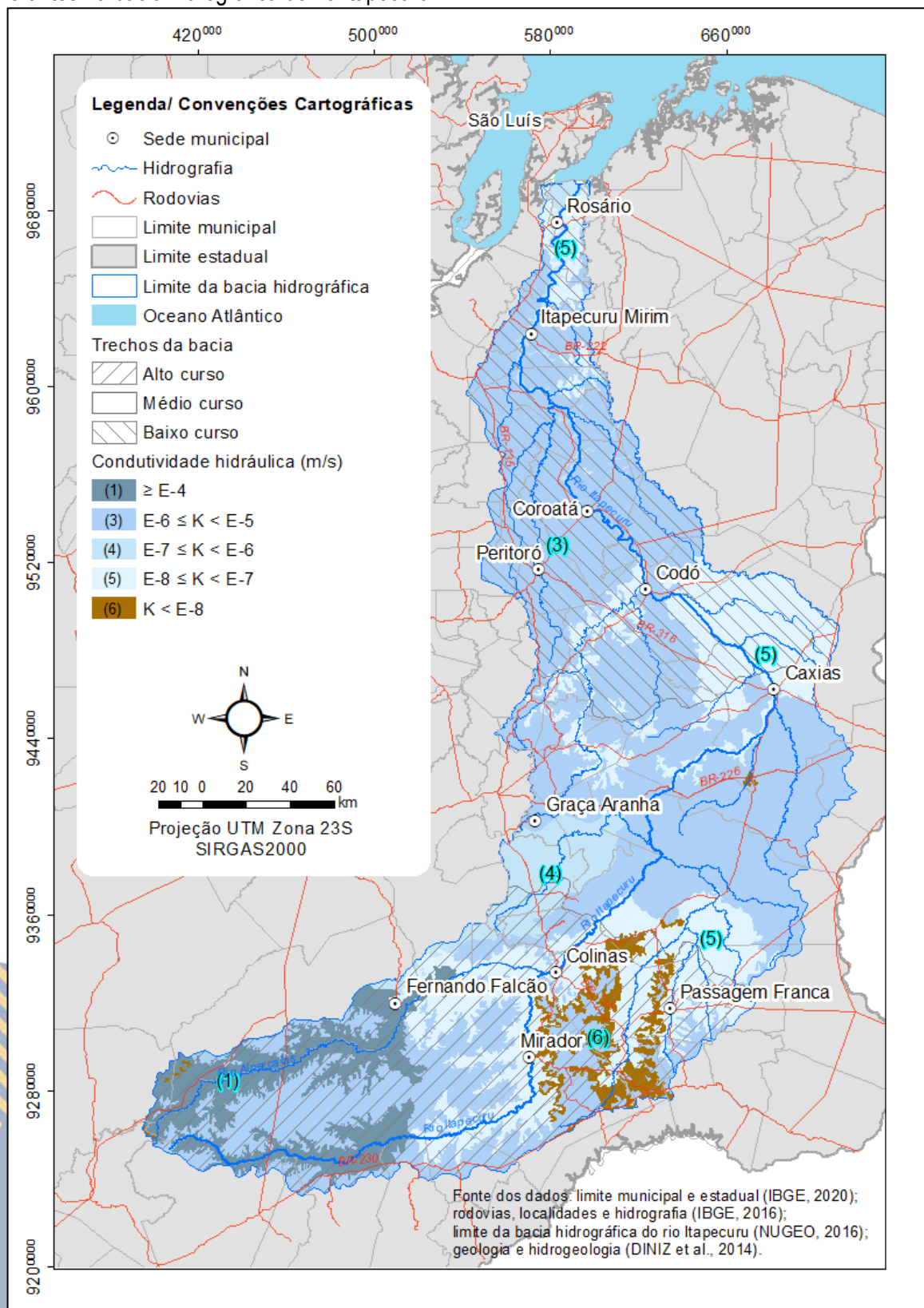
Fonte: Elaborado por Sousa (2021).

Figura 73 – Mapa temático de vazão específica ($\text{m}^3/\text{h}/\text{m}$) das unidades hidroestratigráficas aflorantes na bacia hidrográfica do rio Itapecuru.



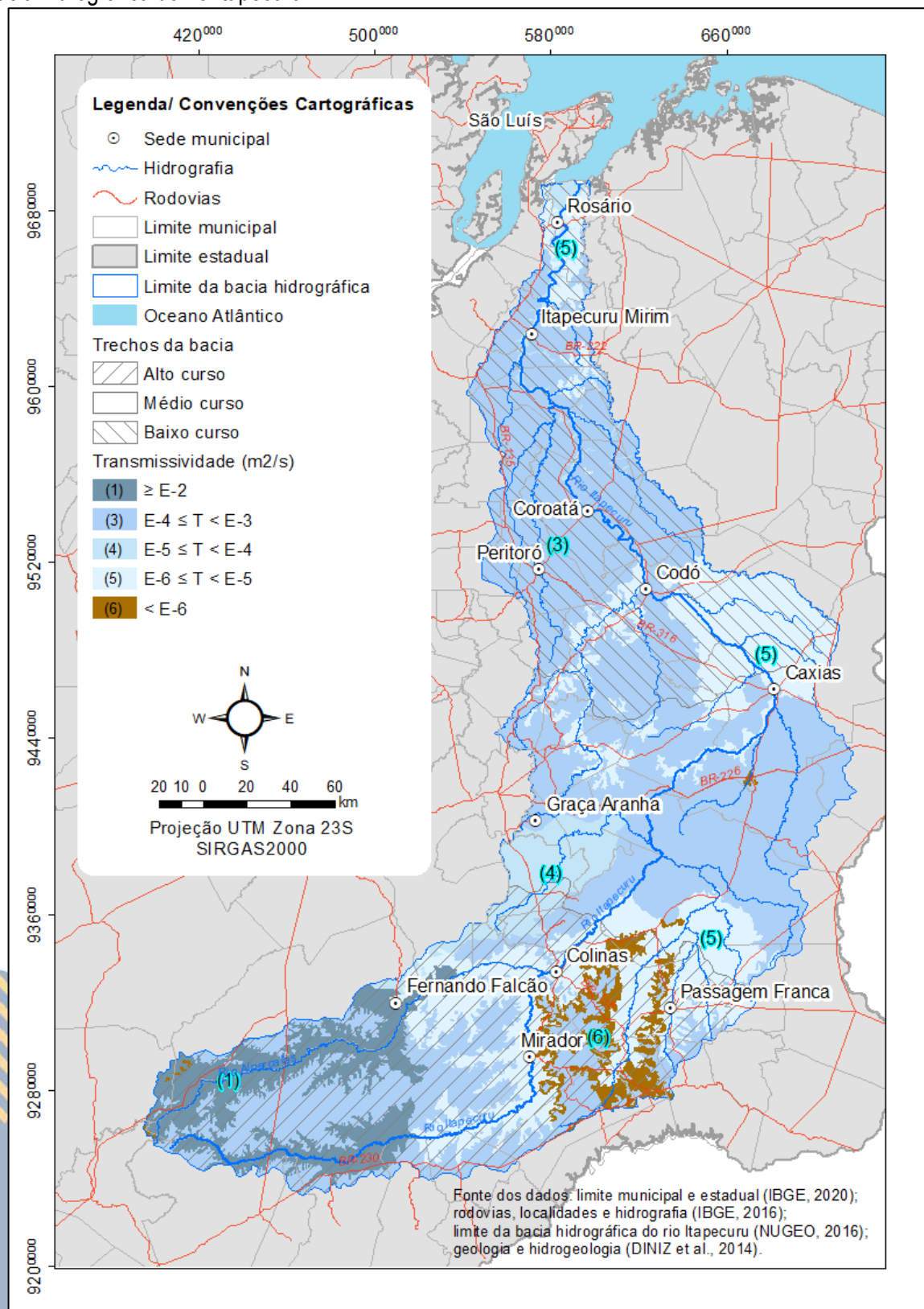
Fonte: Elaborado por Sousa (2021).

Figura 74 – Mapa temático de condutividade hidráulica (m^2/s) das unidades hidroestratigráficas aflorantes na bacia hidrográfica do rio Itapecuru.



Fonte: Elaborado por Sousa (2021).

Figura 75 – Mapa temático de transmissividade (m^2/s) das unidades hidroestratigráficas aflorantes na bacia hidrográfica do rio Itapecuru.



Fonte: Elaborado por Sousa (2021).

Isso indica, provavelmente, que os poços tubulares instalados no alto curso da bacia podem estar operando abaixo da capacidade produtiva do Aquífero Sambaíba. Ele é designado como um reservatório de elevado potencial hidrogeológico em virtude de sua constituição arenítica, cuja espessura máxima na Bacia do Parnaíba é de 440 m em subsuperfície (PETRI, FULFARO, 1983). No depocentro da Província Parnaíba, nas proximidades da isópaca de 4.000m (Figura 42), encontra-se o poço 4LJ-07-MA, no município de Lago do Junco. Seu pacote sedimentar entre 209 e 351 metros de profundidade é marcado por arenitos do Aquífero Sambaíba, homogêneo, pouco argiloso e com fraturamento vertical, que incrementa as condições de percolação das águas subterrâneas nessa direção. Tais características lhe conferem condições hidrogeológicas promissoras (CPRM, 1974).

O fraturamento supracitado foi observado por Abrantes Júnior e Nogueira (2013) entre Filadélfia (TO) e Loreto (MA-374). Nessa região, os depósitos da Formação Sambaíba alcançam até 400m de espessura nas mesetas sedimentares. Seu contato com os arenitos finos, de coloração avermelhada, com convoluções e brechas associadas, da Formação Motuca, ocorre de forma brusca. Sobrejacentes a essa camada, estão os arenitos finos a médios de coloração esbranquiçada da Formação Sambaíba. Eles exibem falhas /microfalhas sinsedimentares, laminação convoluta e diques de injeção de argilitos, interpretados como sismitos induzidos por abalos sísmicos de elevada magnitude.

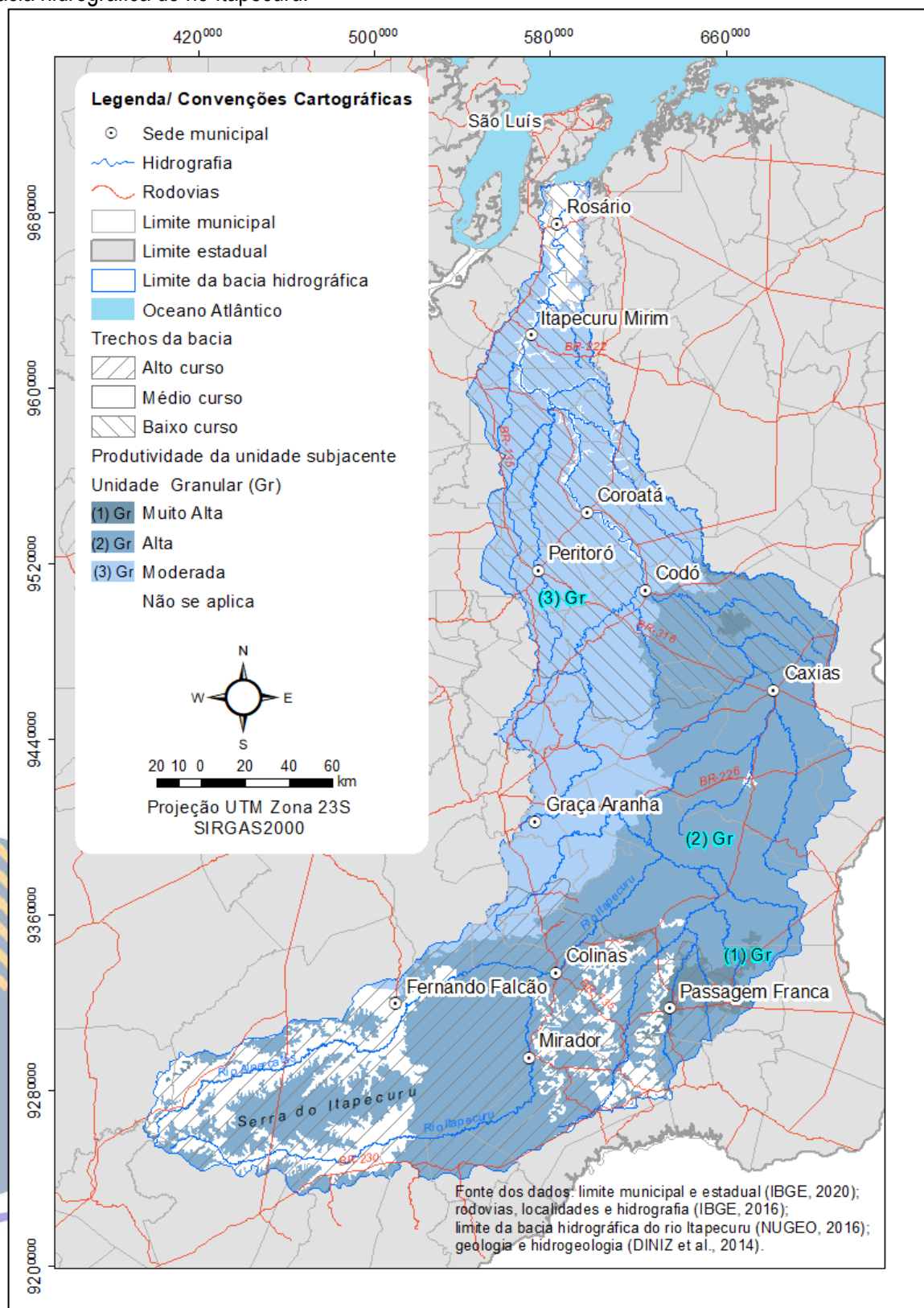
As áreas de produtividade **Muito Alta** nas unidades hidroestratigráficas subjacentes (

Figura 71b) correspondem a 738 km², 234 km² e 158 km², respectivamente, nos cursos alto, médio e baixo da bacia hidrográfica do rio Itapecuru, no entorno de Passagem Franca e entre Codó e Caxias (Figura 76). Elas estão associadas aos depósitos sedimentares da Formação Cabeças, do Mesodevoniano, constituída por arenito fino bem selecionado e arenito fino a médio bem selecionado associado a arenito grosso. Essas litologias configuram o Aquífero Cabeças, investigado por Feitosa (1990), na região do Médio Vale do Rio Gurgueia.

Segundo Feitosa (1990), o aquífero mencionado exhibe extensão regional, acha-se sotoposto ao Sistema Aquífero Poti-Piauí e sobreposto ao Aquífero Serra Grande através dos aquíferos Longa e Pimenteiras, respectivamente. A investigação hidrogeológica do projeto de irrigação no Médio Vale do Rio Gurgueia, ao sul do Piauí, levou à perfuração de 23 poços produtores e 16 piezômetros, captando o Aquífero Cabeças. Testes de aquíferos de longa duração realizados permitiram a determinação dos parâmetros hidrodinâmicos representativos do aquífero, a saber:

transmissividade de $1,33 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$, coeficiente de armazenamento de $3,74 \times 10^{-4}$ e condutividade hidráulica de $5,89 \times 10^{-5} \text{ m/s}$.

Figura 76 – Mapa temático síntese de produtividade das unidades hidroestratigráficas subjacentes na bacia hidrográfica do rio Itapecuru.



Fonte: Elaborado por Sousa (2021).

Dados de perfis litológicos exibiram constituição arenítica homogênea afetada por tectônica de quebraamento, associada a falhas de gravidade, atuando como barreiras hidráulicas. Conforme Feitosa (1990), o Aquífero Cabeças é considerado confinado e não drenante, com algumas evidências de recarga vertical descendente do Sistema Aquífero Poti-Piauí. Sua espessura no Médio Vale do Gurguéia, de 250 a 300 m, mergulha para noroeste e aumenta progressivamente para o interior da Província Parnaíba. Baterias de 8, 13 e 6 poços tubulares, atuando simultaneamente, resultaram em descargas globais de 1.800 m³/h, 5.277 m³/h e 2.022 m³/h, sequencialmente, o que configura, em média, uma vazão maior que 100 m³/h por poço tubular.

Os parâmetros hidráulicos e hidrodinâmicos registrados no Médio Vale do Gurgueia sinalizam produtividade muito alta para o Aquífero Cabeças. Na bacia do rio Itapecuru, os polígonos indicam vazão >100 m³/h (

Figura 77), vazão específica > 4 m³/h/m (

Figura 78), condutividade hidráulica > 10⁻⁴ m²/s (

Figura 79) e transmissividade > 10⁻² m²/s (

Figura 80) e. Em relação ao penúltimo parâmetro, embora os valores encontrados no Médio Vale do Gurguéia estejam na ordem de grandeza de 10⁻⁵ m/s, segundo Feitosa (1990), as características hidrodinâmicas do aquífero, determinadas em toda a extensão do vale, permitiram estabelecer um aumento gradual da permeabilidade do Aquífero Cabeças em direção ao interior da Província Parnaíba. Portanto, na área da bacia hidrográfica em estudo, a ocorrência de condutividade hidráulica com ordem de 10⁻⁴ m/s não é descartada. No entanto, apesar de se mostrar um reserva de água subterrânea promissora para a bacia investigada, a profundidade de captação dos poços

tubulares, por outro lado, pode se mostrar inviável em virtude das perdas de carga associadas à exploração.

A produtividade Alta nas unidades hidroestratigráficas subjacentes (Figura 76) ocupa uma área total de 27.321 km² (

Figura 71b), com 13.221 km², 10.446 km² e 3.654 km² ocorrendo, respectivamente, nos cursos alto, médio e baixo da bacia hidrográfica do rio Itapecuru. A produtividade acenada é qualificada por vazões de teste $50 \leq Q < 100 \text{ m}^3/\text{h}$ (

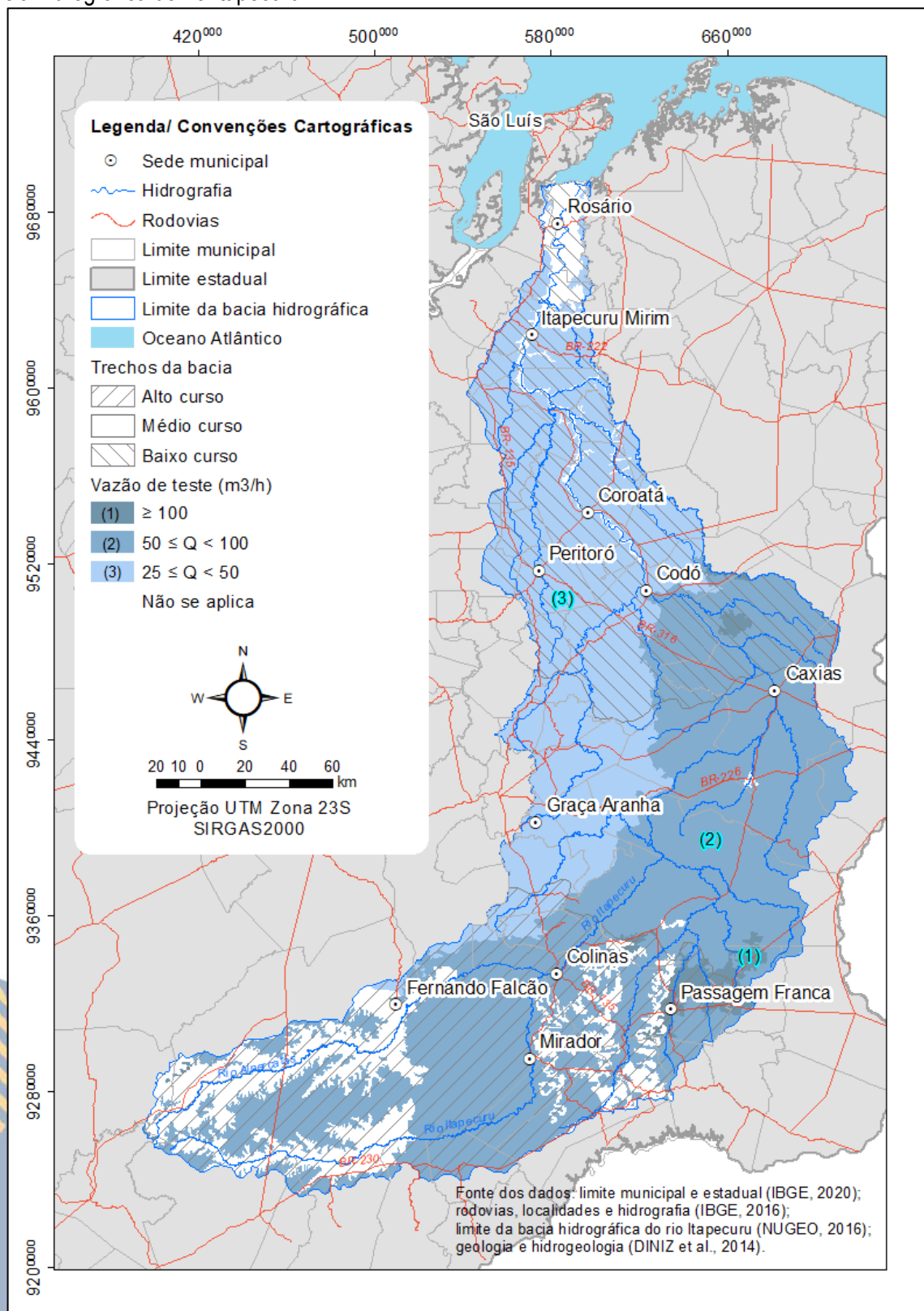
Figura 77), vazão específica $2 \leq Q/s < 4 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$ (

Figura 78), condutividade hidráulica $10^{-5} \leq K < 10^{-4} \text{ m/s}$ (

Figura 79) e transmissividade entre $10^{-3} \leq T < 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$ (

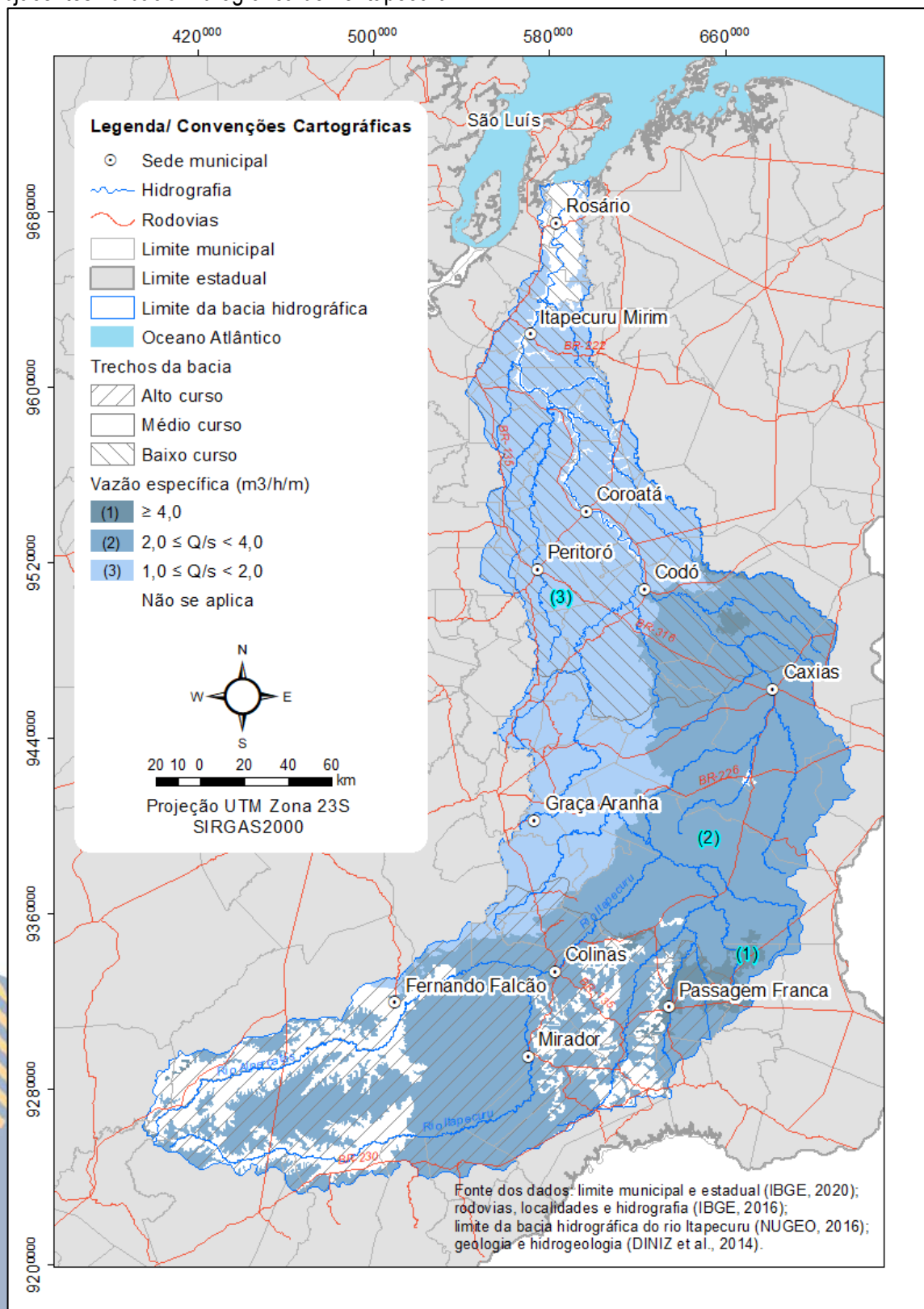
Figura 80). Na bacia investigada, a classe supracitada diz respeito aos arenitos, folhelhos, calcários e evaporitos, pensilvanianos, da Formação Piauí, depositados em condições áridas, desérticas, associados a uma bacia evaporítica (LIMA FILHO, 1991).

Figura 77 – Mapa temático de vazão de teste (m^3/h) das unidades hidroestratigráficas subjacentes na bacia hidrográfica do rio Itapecuru.



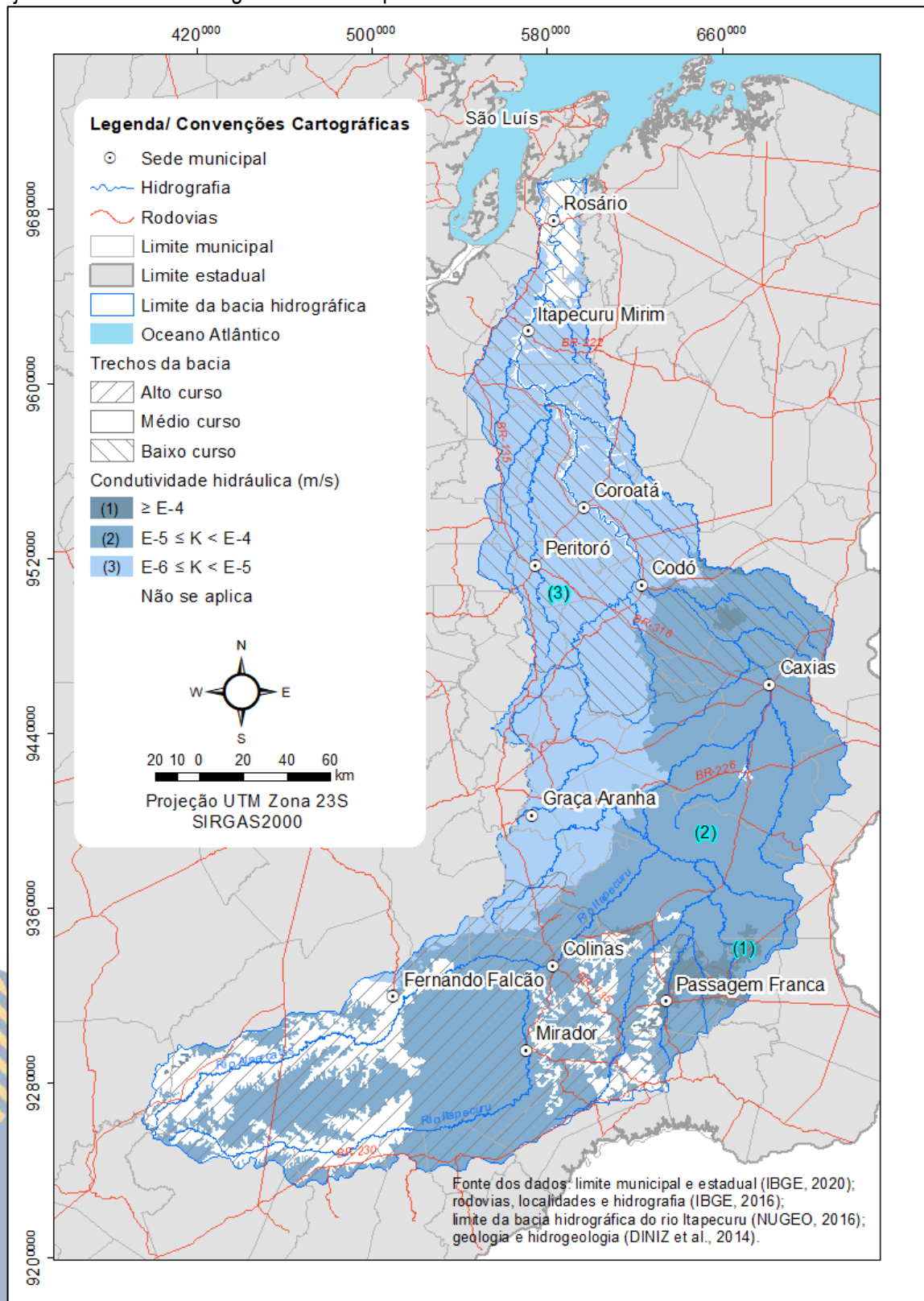
Fonte: Elaborado por Sousa (2021).

Figura 78 – Mapa temático de vazão de vazão específica ($\text{m}^3/\text{h}/\text{m}$) das unidades hidroestratigráficas subjacentes na bacia hidrográfica do rio Itapecuru.



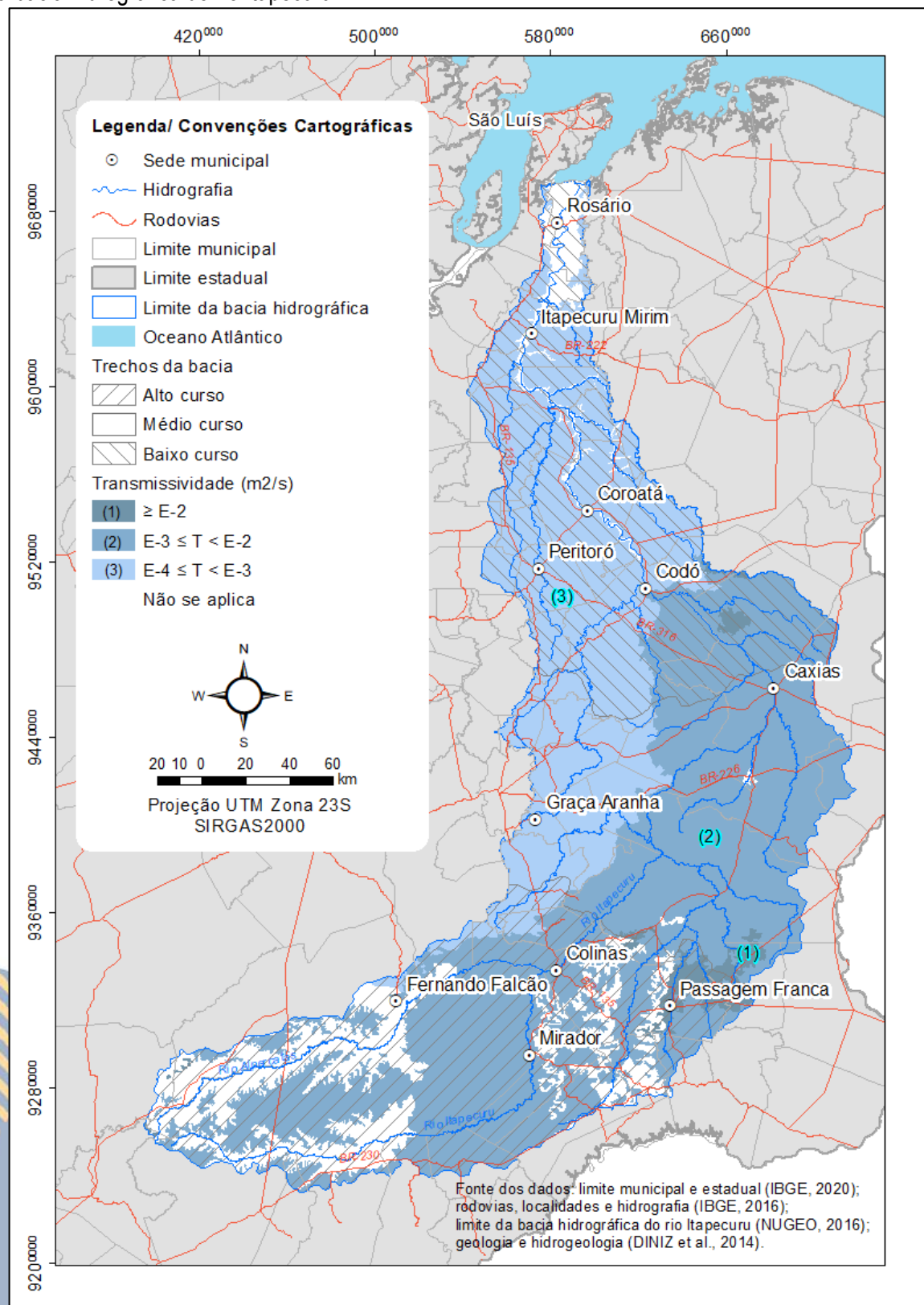
Fonte: Elaborado por Sousa (2021).

Figura 79 – Mapa temático de condutividade hidráulica (m/s) das unidades hidroestratigráficas subjacentes na bacia hidrográfica do rio Itapecuru.



Fonte: Elaborado por Sousa (2021).

Figura 80 – Mapa temático de transmissividade (m^2/s) das unidades hidroestratigráficas subjacentes na bacia hidrográfica do rio Itapecuru.



Fonte: Elaborado por Sousa (2021).

Hidraulicamente, os depósitos da Formação Piauí são semelhantes aos de constituição, em geral, arenítica da Formação Poti (GÓES, 1995), do Eocarbonífero, os quais integram o Sistema Aquífero Poti-Piauí. No Estado do Maranhão, esse sistema aquífero apresenta espessura média de 150 a 250 m; ocorre na condição de aquífero livre a confinado, classificado com produtividade Moderada, na condição livre, a Alta, na condição confinada (MONTEIRO *et al.*, 2012; CPRM, 2015). Na bacia hidrográfica do rio Itapecuru, dos 155 poços tubulares cadastrados, (

Figura 55), cinco deles exploram a unidade hidrogeológica em discussão, nos municípios de Loreto e São Domingos, no alto curso; e Parnarama e Caxias, no médio curso.

Os cinco poços tubulares supracitados são destinados ao abastecimento humano, exibem profundidades de 120 a 240 m, vazões de teste entre 3,8 e 20 m³/h, vazões específicas de 0,96 a 11,5 m³/h/m e transmissividade estimadas com ordem de grandeza de 10⁻⁵ m²/s. Considerando os valores de vazão específica, três dos poços tubulares qualificam o aquífero com produtividade Baixa a Moderada ($1,0 \leq Q/s < 2,0$ m³/h/m) e dois deles com produtividade Muito Alta ($Q/s \geq 4,0$ m³/h/m). Nesse caso, os três poços tubulares poderiam estar operando aquém da produtividade proposta para o Sistema Aquífero Poti-Piauí.

Segundo investigações de Pereira e Santos (2002), na região de José de Freitas (PI), a leste da sede de Caxias (MA), o Sistema Aquífero Poti-Piauí apresenta espessura de 372 m, litologicamente constituído por uma sequência de arenitos finos alternados por níveis de siltitos argilosos e folhelhos. No município piauiense, a porção superior, essencialmente arenosa, oferece boa disponibilidade hídrica e sua captação é feita por poços tubulares com profundidade que variam de 80 a 200m. A perfuração de um poço tubular até a base da unidade hidrogeológica em tela e a consequente realização de teste de vazão conduziram a valores de transmissividade $5,78 \times 10^{-3}$ m²/s, condutividade hidráulica de $1,51 \times 10^{-5}$ m/s e coeficiente de armazenamento de $1,10 \times 10^{-2}$.

Esses parâmetros hidrodinâmicos, classificados segundo os limiares de produtividade de Diniz *et al.* (2014), qualificam o Sistema Aquífero Poti-Piauí, na região de José de Freitas, com produtividade Moderada. Na bacia hidrográfica do rio Itapecuru, como as formações Piauí e Poti acham-se sobrepostas pelas formações Pedra de Fogo, Motuca, Pastos Bons e Corda (

Figura 53), é esperado que o sistema aquífero supracitado se encontre na condição de confinado, o que explicaria a sua produtividade Alta.

Registros do Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS) constataam que, dos 12.269 poços tubulares cadastrados no Estado do Maranhão, em 24 deles são observados dados

geológicos sobre a Formação Piauí. Em 16 poços tubulares, limítrofes ao Estado do Piauí e ao sul do Maranhão, essa unidade é aflorante e nas demais, acha-se sobreposta pelas formações Pedra de Fogo e Motuca. Isso é observado no município de Paraibano, no baixo curso da bacia em estudo, onde dois poços tubulares exibem profundidade de 500 m; com a Formação Piauí ocorrendo entre 193 e 280 m e 199 e 288 m; e achando-se sotoposta a Formação Poti. Esses registros, portanto, assinalam que o Sistema Aquífero Poti-Piauí na bacia hidrográfica do rio Itapecuru ocorre confinado pelos estratos Motuca e Pedra de Fogo.

Quanto à produtividade **Moderada**, na bacia hidrográfica do rio Itapecuru, essa classe abrange 47.571 km², ocupando 44,7% de sua extensão territorial (

Figura 71c). Desse total, 30.379 km² (

Figura 71a) e 17.192 km² (

Figura 71b) ocorrem, respectivamente, nas unidades hidroestratigráficas aflorantes (Figura 70) e subjacentes (Figura 76). As primeiras ocupam sequencialmente 7.977, 10.980 e 11.422 km² dos cursos alto, médio e baixo da bacia estudada. Já entre as unidades subaflorantes, o baixo curso da bacia prepondera com 11.549 km², seguido dos cursos médio e baixo com 4.772 e 870 km², cada.

A classe de produtividade supracitada é caracterizada por vazões de teste $25 \leq Q < 50$ m³/h, vazão específica $1 \leq Q/s < 2$ m³/h/m, condutividade hidráulica $10^{-6} \leq K < 10^{-5}$ m/s e transmissividade $10^{-4} \leq T < 10^{-3}$ m²/s. Os conjuntos espaciais associados a esses limiares, tanto nas unidades hidroestratigráficas aflorantes quanto nas subjacentes, são ilustrados nas

Figura 72 a Figura 76 e

Figura 77 a

Figura 79, respectivamente. Nas aflorantes, a produtividade Moderada está relacionada aos arenitos, argilitos, calcários e folhelhos, albianos do Grupo Itapecuru (ROSSETTI; TRUCKENBRODT, 1997) depositados em ambientes costeiros influenciados por processos marinhos, os quais integram o aquífero homônimo.

De acordo com Rodrigues *et al.* (1994), o Aquífero Itapecuru constitui a unidade hidrogeológica de maior importância e abrangência na área das folhas SA.23-Z-A (São Luís) e AS.23-X-C (Cururupu), sendo responsável parcialmente pelo abastecimento da capital através dos treze poços tubulares que integram o Sistema Produtor do Sacavém. Segundo os autores, na área das folhas, os poços perfurados exibem profundidade entre 36 e 189 m; níveis estáticos variam entre 5 e 51 m; vazão de teste média entre 0,5 e 66 m³/h; e vazão específica entre 1,42 e 21,53m³/h/m.

Estudos realizados por Aqua-Plan (1972), na área do Sacavém, constataram que o Aquífero Itapecuru se mostra confinado, com espessura variando entre 30 a 80 m. Testes de aquíferos realizados em poços tubulares conduziram a valores de condutividade hidráulica de 6×10^{-5} m/s, transmissividade de $3,2 \times 10^{-3}$ m²/s e coeficiente de armazenamento de $1,7 \times 10^{-4}$. Já na área do Paciência, os testes conduziram a valores de condutividade hidráulica de 5×10^{-5} m/s e transmissividade de $6,2 \times 10^{-4}$ m²/s.

Segundo Rodrigues *et al.* (1994), na área das folhas São Luís – Cururupu, o Aquífero Itapecuru constitui o principal reservatório para captação de água subterrânea, sendo classificado como satisfatório para poços com demanda inferior a 40 m³/h e profundidades de até 250 m. No contexto da Província Parnaíba, a unidade hidrogeológica acenada é a que exhibe maior área aflorante, aproximadamente 153.902 km², ou seja, 23% de sua extensão de territorial. Apesar disso, sua constituição litológica, o coloca como de baixo potencial hidrogeológico. Segundo CPRM (2012), no Estado do Pará, a unidade hidrogeológica referida encontra-se na condição de livre a semiconfinado, com poços tubulares variando entre 24 a 190 m de profundidade, vazões entre 3,2 a 25 m³/h e classificada como de produtividade média a fraca.

No Estado do Maranhão, Monteiro *et al.* (2012) categorizaram o Aquífero Itapecuru com produtividade Moderada a geralmente baixa, porém localmente moderada, com espessura média de 130 m e na condição livre. No SIAGAS, dos 12.699 de poços cadastrados na UF aludida, em 386 deles, os depósitos Itapecuru são aflorantes, com profundidades que variam entre 12,5 e 458 m. Na bacia hidrográfica homônima, dos 155 poços mapeados, 52 deles exploram o Aquífero Itapecuru (

Figura 55), notadamente nos cursos médio e baixo, segundo profundidades que variam entre 25 e 390 m e vazões específicas entre 0,03 e 23,69 m³/h/m.

Considerando os limiares propostos por Diniz *et al.*, (2014) e os registros de vazão específica dos 52 poços tubulares que operam no Aquífero Itapecuru, 31 deles exibem produtividade entre Moderada a Baixa; 9 dos poços tubulares apresentam produtividade entre Muito Alta e Alta; e 12 são enquadrados entre as categorias Muito Baixa a Pouco Produtiva. A dispersão dos registros em torno do comportamento esperado (aquífero de produtividade Moderada) pode estar associada à heterogeneidade e anisotropia dos depósitos sedimentares do Grupo Itapecuru. Outros fatores explicativos da variabilidade da produtividade em poços tubulares podem ser adaptados de Neves (2005), que analisou diversos aspectos interferentes na produtividade de poços tubulares em terrenos cristalinos na bacia do rio Jundiá/São Paulo, a saber: clima, intemperismo, litotipos (tipos e textura), topografia, formas de relevo, descontinuidades (fraturas e planos de acamamento) e as características construtivas dos poços, entre elas, profundidade do poço, penetração parcial no aquífero explorado.

Além dos depósitos do Grupo Itapecuru, as áreas de produtividade Moderada ocorrem nos domínios aflorante e subjacente dos conglomerados polimíticos e arenitos finos a médios neojurássicos da Formação Corda. Eles são associados a ambiente desértico úmido, recortado por rios efêmeros, com amplas áreas de lençóis de areia e campo de dunas reduzido (BALLEN, 2012; RABELO, 2013; RABELLO; NOGUEIRA, 2015). Esses depósitos estão assentados discordantemente aos basaltos da Formação Mosquito e concordantemente aos arenitos da Formação Pastos Bons; e sobrepostos discordantemente pelos arenitos e folhelhos das formações Grajaú e Codó.

Os depósitos neojurássicos anteriormente mencionados compõe o Aquífero Corda cuja área aflorante é de 34.429 km², segundo a direção leste-oeste da Província Parnaíba, ao longo do Arco de Xambioá-Teresina. Sobre essa estrutura se deu a implantação de um sistema de rifts interiores que constituíram a Bacia das Alpercatas (GOES, 1995, SILVA *et al.*, 2003), na qual se deu a deposição da Sequência Jurássica (GOES; FEIJÓ, 1994), constituída pelas formações Corda e Pastos Bons e as unidades ígneas Mosquito e Sardinha.

Segundo análise de poços tubulares do SIAGAS/CPRM, dos 12.699 registros no Estado do Maranhão, 60 deles contêm dados sobre exploração do Aquífero Corda, cuja conjuntura compreende: 1) distribuição na porção centro-norte do estado, ligeiramente ao norte de sua área aflorante; 2) profundidade inicial e final dos estratos Corda entre 0 e 603 m e 63,5 e 711 m, respectivamente, o que configura uma espessura sedimentar entre 30 e 320 m, com média de 115,41 m; 3) profundidade inicial e final dos seções filtrantes entre 14 e 628 m e 57 e 700 m, sequencialmente; 4) 55 poços tubulares com filtros posicionados em arenitos confinados por folhelhos, folhelhos calcíferos, argilas, argilitos e calcários, em geral, associados à Formação Codó (sobreposta ao Formação Corda), 4 poços com filtros assentados em aquífero livre e 1 poço com as duas tipologias; 5) vazões específicas entre 0,027 e 12 m³/h/m, com valor médio de 1,832 m³/h/m, o que conforma a unidade hidrogeológica em discussão com produtividade Moderada.

Seus parâmetros hidrodinâmicos médios são documentados em ANA (2005) - Caderno de Recursos Hídricos – Disponibilidades e Demandas - fazendo-se alusão aos valores propostos por Costa (1994), a saber: transmissividade de $8,0 \times 10^{-4}$ m²/s, condutividade hidráulica de $2,0 \times 10^{-5}$ m²/s e coeficiente de armazenamento de $4,0 \times 10^{-6}$. Sua viabilidade de exploração é destacada em IBGE (1997), em razão das vazões pouco satisfatórias proporcionadas pelas unidades sobrepostas Itapecuru e Codó; e em virtude das profundidades economicamente inviáveis das unidades Poti-Piauí e Cabeças no Estado do Maranhão.

Na bacia hidrográfica do rio Itapecuru, dos 155 poços cadastrados, 25 exploram o Aquífero Corda (

Figura 55), notadamente nos cursos alto e médio da bacia; segundo profundidades entre 40 e 336 m; níveis estático e dinâmico entre 12 e 238 m e de 20 e 291 m; rebaixamentos entre 1,5 e 52 m; vazões de teste entre 2,48 e 41,70 m³/h; vazões específicas entre 0,2 e 11,13 m³/h/s, com valor médio de 1,658 m³/h/s, o que configura produtividade Moderada para o poços perfurados na unidade hidrogeológica em discussão.

Por fim, as áreas de produtividade **Baixa a Muito Baixa** ocorrem entre as unidades hidroestratigráficas aflorantes e totalizam, respectivamente 3.095 km² 13.368 km² (

Figura 71a), Os conjuntos espaciais estão distribuídos de forma esparsa na bacia hidrográfica do rio Itapecuru (

Figura 70), a saber: nos arredores de Fernando Falcão, Mirador, Colinas e Passagem Franca, no alto curso da bacia; no entorno de Graça Aranha, no médio curso; e nas cercanias de Codó, ao norte de Caxias e entre Itapecuru Mirim e Rosário no Baixo Curso. As feições supracitadas estão relacionadas aos sedimentos aptianos da sucessão sedimentar Codó/Grajaú; aos depósitos mesojurássicos da Formação Pastos Bons; e eo-neopermianos das Formações Motuca e Pedra-de-Fogo, respectivamente. Em geral, esses depósitos apresentam baixa vocação hidrogeológica e constituem aquíardos, separando as unidades aquíferas Itapecuru, Corda, Sambaíba e Poti-Piauí.

A Formação Pedra de Fogo aflora ao longo de aproximadamente 48.687 km² da Província Parnaíba, nas suas porções sul e leste, é constituída por arenitos finos a médios, siltitos, folhelhos, sillexitos e calcários, neopermianos (DINO *et al.* 2002), sedimentados em ambiente marinho raso, costeiro, sob condições de clima quente árido a semiárido. No Estado do Maranhão, conforme SIAGAS/CPRM, 19 poços tubulares exploram o Aquífero Pedra de Fogo, os quais exibem: 1) profundidades entre 27 e 445 m; 2) profundidade inicial dos filtros entre 5 e 352 m e finais entre 25 e 409 m; 3) profundidade do nível estático entre 8 e 352 m e do nível dinâmico entre 10 e 258 m; 4) vazões de teste entre 1 e 41 m³/h; vazões específicas entre 0,07 e 2,14 m³/h/m, com valor médio de 0,806 m³/h/m, qualificando o aquífero com produtividade, em geral, **Muito Baixa**; 5) espessura da camada aquífera entre 4 e 185 m, com tipologia livre e confinada por níveis de folhelho, argila, argilito e siltito.

Na bacia hidrográfica do rio Itapecuru, dos 155 poços tubulares levantados, 7 deles exploram o Aquífero Pedra de Fogo, segundo profundidades que variam entre 69 e 160 m; profundidades do nível estático entre 8 e 87 m, dinâmico entre 18 e 110 m; rebaixamentos entre 10 e 22,7 m, vazões de teste entre 3,8 e 15 m³/h, produzindo vazões específicas entre 0,27 e 1,50 m³/h/m, média de 0,840 m³/h/m, próximo ao observado anteriormente. Apesar de sua produtividade **Muito Baixa**, níveis de produtividade Moderada a Baixa são observados. Tais variações podem estar relacionadas, entre outros aspectos, a anisotropia e heterogeneidade dos depósitos sedimentares e, no caso em estudo, às variações litológicas das camadas aquíferas assim como das camadas confinantes (aquítardos).

Em relação à Formação Motuca, seus depósitos afloram em aproximadamente 19.839 km² da Província Parnaíba, nas suas porções oeste, sul e leste. Eles são formados por arenitos finos, médios, siltitos, folhelhos e calcários, datados do Neopermiano, depositados em ambiente desértico controlado por sistemas lacustres. Segundo SIAGAS/CPRM, 8 poços tubulares exibem seções filtrantes na unidade em discussão. Eles exibem profundidades entre 50 e 120 m; filtros iniciais entre

6,4 e 76 m e finais entre 31,10 e 116 m; profundidade do nível estático entre 9 e 59,94 m e do nível dinâmico entre 9 e 59,94 m; vazões de teste entre 1,65 e 21,40 m³/h; vazões específicas entre 0,08 e 2,31 m³/h/m, com média de 0,622 m³/h/m. O Aquífero Motuca é constituído, em geral, por arenito muito fino, fino e médio, com espessura sedimentar de 4 a 130 m, ocorrendo na condição de aquífero livre e confinado, nesse caso, por folhelhos, siltitos e argila.

A média dos valores de capacidade específica de 0,622 m³/h/m qualifica o Aquífero Motuca com produtividade, em geral, Baixa, segundo Diniz *et al.* (2014). No entanto, observando os poços tubulares individualmente, 4 deles exibem produtividade Muito Baixa e o restante, Baixa, Moderada e Alta. Tal dispersão em torno da produtividade esperada pode estar associada às características faciológicas dos depósitos sedimentares e aos aspectos construtivos dos poços tubulares. A produtividade **Muito Baixa** está em conformidade com IBGE (1997), ANA (2005) e Monteiro *et al.* (2012) que sinalizam a reduzida vocação da unidade hidrogeológica em discussão.

Além dos poços descritos acima, dois outros cadastrados no SIAGAS/CPRM exibem seções filtrantes posicionadas em um pacote de arenito muito fino e fino, entre 410 e 501 m de profundidade, em um deles, no município de Arame, entre 105 e 279 m de profundidade no outro, no município de Barra do Corda. Nos dois poços, os estratos pertencem às formações Motuca e Corda, sobrejacente, constituindo o Sistema Aquífero, ora denominado, Corda-Motuca. Em um dos poços, o sistema aquífero encontra-se confinado por uma camada de folhelho cinza, de 116 m de espessura, e no outro, de calcário, de 78 m, ambas relacionadas à Formação Codó, que se encontre sobrejacente.

A associação do Aquífero Motuca com outra unidade jurássica também foi empregada por Costa (1994), ao estimar os parâmetros hidrodinâmicos médios do então denominado Sistema Aquífero Pastos Bons-Motuca, a saber: transmissividade de $2,3 \times 10^{-4}$ m²/s, condutividade hidráulica de $3,6 \times 10^{-6}$ m/s e coeficiente de armazenamento de $2,0 \times 10^{-4}$, aplicados para condição de aquífero confinado. Na bacia hidrográfica do rio Itapecuru, dos 155 poços tubulares inventariados, somente um registro alude ao Aquífero Motuca (

Figura 55), no município de Caxias, com profundidade de 102 m, vazão específica de 0,2 m³/h/m, destinado ao abastecimento.

Em relação à Formação Pastos Bons, seus estratos afloram ao longo de 7.663 km² da porção centro-leste da Província Parnaíba e consistem em arenitos, lamitos, siltitos esverdeados com intercalações de arenitos, folhelhos cinza-esverdeados com intercalações de folhelhos fossilíferos cinza escuros a pretos. Eles foram associados a ambientes fluviolacustres, condições climáticas áridas a semiáridas, durante período Juro-Cretáceo da Província Parnaíba, no contexto de ruptura do

Megacontinente Gondwana e de abertura do Oceano Atlântico. Seu posicionamento estratigráfico quanto às unidades adjacentes é controverso (GÓES et al.1994, SANTOS; CARVALHO, 2004; VAZ *et al.*, 2007), porém estudos recentes dispõem a Formação Pastos Bons no período Jurássico, juntamente com Formação Corda, sobrepostas a Formação Mosquito (derrames basálticos) e sotopostas a Formação Sardinha (diques e *sills* de diabásio) (BALLEN, 2012; RABELO, 2013; CARDOSO, 2019).

Dos poços tubulares cadastrados no SIAGAS/CPRM, 14 deles exibem seções filtrantes no Aquífero Pastos Bons, entre os estados do Maranhão e Piauí. A profundidade inicial dos depósitos sedimentares está compreendida entre 0 e 276 m e a final entre 44 e 288 m. A variação do nível estático ocorre entre 3,40 e 252 m; a do nível dinâmico entre 50 e 258 m; as vazões de teste entre 1,15 e 66 m³/h; e as vazões específicas entre 0,02 e 3,07 m³/h/m. A camada aquífera, em geral, é constituída de arenitos argilosos muito finos, arenitos finos e arenitos médios, com espessura variando entre 35 e 138 m, enquanto os aquitardos são representados por folhelho, siltito, calcário e diabásio. Tais litologias configuram o Aquífero Pastos Bons como aquífero livre e confinado.

Dos 14 poços analisados, 9 deles foram escavados no alto curso da bacia hidrográfica do rio Itapecuru, nos municípios de Jatobá, Paraibano, Sucupira do Norte e Pastos Bons. Do conjunto, 4 poços exploram eminentemente o Aquífero Pastos Bons; 6 deles exibem seções filtrantes posicionadas também nas unidades hidroestratigráficas sobrejacente (Corda) e subjacente (Pedra de Fogo) aos depósitos Pastos Bons, constituindo um sistema aquífero. Nesse caso, a camada aquífera é retratada por arenitos muito fino, fino e médio; exibe espessura sedimentar entre 44 e 138, na condição livre, em 4 poços e confinada por níveis de diabásio, basalto, folhelho, siltito e calcário, em 5 poços tubulares.

Dos 155 poços inventariados, 3 deles, em Aldeias Altas, Colinas e Paraibano (

Figura 55), exploram o Aquífero Pastos Bons em profundidades de 252, 320 e 150 m, respectivamente; são destinados ao abastecimento humano, uso animal e irrigação, sequencialmente; e apresentam vazão específica média de 0,15 m³/h/m, o que permite situar a aquífero na produtividade **Muito Baixa**. Tal vocação hidrogeológica acha-se alinhada ao descrito em IBGE (1997), que qualifica o aquífero aludido como baixa produtividade. A ANA (2005) cita como integrante do Sistema Aquífero Motuca-Pastos Bons, não apresentando parâmetros hidrodinâmicos individuais.

Quanto às unidades hidroestratigráficas Codó e Grajaú, seus depósitos sedimentares, datados do Aptiano Superior ao Albino Inferior, são representados pelos arenitos finos e conglomeráticos da Formação Grajaú, concordantes com os folhelhos escuros, localmente betuminosos, intercalados com lentes de calcário e gipsita/anidrita, e arenitos finos esbranquiçados da Formação Codó. Elas afloram na Bacia do Grajaú, sítio deposicional da sequência cretácea da

Província Parnaíba (GÓES, 1995), posteriormente designada Bacia de São Luís-Grajaú, em virtude de o Arco Ferrer-Urbano Santos não constituir uma restrição à sedimentação cretácea das bacias mencionadas, apresentando, portanto, o mesmo arcabouço estrutural (GÓES; ROSSETTI, 2001). Os estratos sedimentares das unidades mencionados revelaram sedimentação associada a um sistema flúvio-deltaico-lacustre com breves invasões marinhas, em condições de clima quente e árido (BATISTA, 1992; PEDRÃO, 1995; PAZ; ROSSETTI, 2001).

Em vista da composição litológica, as unidades supracitadas são qualificadas com produtividade hidrogeológica **Baixa**, para os arenitos da Formação Grajaú, **Muito Baixa**, para os estratos da Formação Codó. Conforme SIAGAS/CPRM, 4 poços tubulares no Maranhão exibem seções filtrantes na Formação Grajaú, nos municípios de Barra do Corda, Santa Luzia e Senador La Roque; com profundidades iniciais entre 45 e 327 m e finais entre 78,5 e 382 m; espessura sedimentar de arenitos finos e grossos entre 26 e 120 m, confinados por níveis de folhelho, argila e diabásio; e vazões específicas compreendidas entre 0,321 e 2,609 m³/h/m, com média de aproximadamente 1,0 m³/h/m. Na bacia hidrográfica em estudo, do total de poços levantados (155,

Figura 55), 3 deles, situados em São Domingos do Maranhão, têm profundidades de 160, 165 e 200 m, vazões específicas de 0,5, 0,8 e 1,0 m³/h/m e são destinados, em geral, ao abastecimento humano.

Segundo SIAGAS/CPRM, 45 poços tubulares no Estado do Maranhão interceptam à unidade hidroestratigráfica Codó, em profundidades iniciais entre 0 e 426 m e finais entre 43 e 603 m; em 15 poços ela está aflorantes; 29 deles, ocorre sobreposta pelos estratos do Grupo Itapecuru; em 27 poços, acha-se sotoposta aos depósitos da Formação Corda e o restante pelas formações Grajaú (2 poços), Sardinha e Mosquito (3 poços) e Sambaíba (5 poços). A unidade é caracterizada principalmente por níveis de folhelho e secundariamente de calcário, gipsito, siltito e argilito. Em 23 poços tubulares esses níveis ocupam toda a coluna sedimentar da unidade aludida; nos 34 poços restantes, eles intercalam estratos de arenito muito fino, fino (maioria), médio, argiloso, calcífero, com espessura sedimentar de 2 a 16 m perfazendo 61% do total.

Em virtude da composição litológica supramencionada, o Aquífero Codó apresenta-se notadamente como confinado e localmente, onde a unidade é aflorante, como livre. Dos 45 poços tubulares, 5 deles possuem seções filtrantes eminentemente na unidade hidrogeológica em discussão, segundo profundidades iniciais entre 18 e 209 m e finais entre 40 e 343 m; nível estático entre 4 e 17 m e nível dinâmico entre 31 e 89 m; e vazão específica média de 0,25 m³/h/m, o que assinala a produtividade **Muito Baixa** do Aquífero Codó. Em vista disso, 39 dos poços tubulares, exploram outros

aquíferos de maior produtividade como Corda, Sambaíba e Itapecuru. Dos 5 registros referidos, somente 2 deles ocorrem na bacia hidrográfica do rio Itapecuru, nos municípios de Codó e Coroatá; e dos 155 poços tubulares cadastrados (

Figura 55) nenhum deles explora o Aquífero Codó, o que assina a sua baixa vocação como unidade produtora de água.

Quanto a unidade hidroestratigráfica correspondente ao Grupo Barreiras, na bacia hidrográfica do rio Itapecuru, sua ocorrência se dá no baixo, entre as localidades de Itapecuru-Mirim, Cantanhede e Pirapemas, apresenta produtividade hidrogeológica **Muito Baixa**. De maneira mais abrangente, segundo Rossetti *et al.* (2013), os depósitos sedimentares do Grupo Barreiras, datados do Oligo-Mioceno e Mioceno, ocorrem às margens equatorial e leste do Brasil, do Amapá ao Rio de Janeiro, penetrando até 1000 e 300m das referidas margens para o interior.

As melhores exposições no Brasil estão nas falésias costeiras entre Alcântara e Guimarães, no Maranhão, cuja datação mais provável foi relacionada ao Mioceno (ARAI *et al.* 2007). Esses depósitos são constituídos por arenitos, argilitos e, em menor proporção, conglomerados e calcários, associados ao preenchimento de paleovale estuarino (ROSSETTI, 2000). Na área das folhas São Luís (SA.23-Z-A) e Cururupu (SA.23-X-C), os depósitos Barreiras foram associados à conglomerados de canga laterítica, arenitos argilosos, arenitos de preenchimento de canais, siltitos argilosos, argilas avermelhadas e esbranquiçadas caulínicas (RODRIGUES *et al.*, 1994).

A unidade hidroestratigráfica, isoladamente ou associada a outras unidades sobre ou subjacentes, constitui manancial subterrâneo relevante para o abastecimento humano de cidades costeiras, a saber: Ilha do Maranhão, Sistema Aquífero Barreiras-Itapecuru (SOUSA, 2021); Natal/RN, Sistema Aquífero Dunas-Barreiras (MELO, 1995); Maceió/AL, Sistema Aquífero Barreiras-Marituba (NOBRE; NOBRE, 2000); Região de Belém/PA, Sistemas Aquíferos Barreiras e Pirabas (ANA, 2018), entre outras.

No Estado do Maranhão, segundo SIAGAS/CPRM, a maior quantidade de poços tubulares nos estratos do Grupo Barreiras ocorre nos municípios da Ilha do Maranhão: São Luís (17), São José de Ribamar (3) e Paço do Lumiar (6); e no continente: em Caxias (1) e Carutapera (4). Os poços em geral exibem profundidades entre 13,60 e 198 m, profundidades do nível estático entre 0,60 e 49,85 m e do nível dinâmico entre 2,80 e 64,60 m; vazão após a estabilização da superfície potenciométrica entre 1 e 66 m³/h e vazão específica entre 0,11 e 15,97 m³/h/m, com média de 3,60 m³/h.

Os poços tubulares são caracterizados por filtros iniciais entre 3 e 35 m de profundidade e finais entre 11 e 108 m; camadas aquíferas constituídas de areia fina, arenito muito fino, fino, médio,

grosso e argiloso, com espessura sedimentar entre 12 e 86 m, contínuas ou intercaladas por níveis de argila arenosa, argilito, silte e siltito. Em vista disso, o Aquífero Barreiras exibe tipologia de aquífero livre e confinado, com 48% dos poços tubulares com filtros posicionados em sua porção confinada, 40% na porção livre e 5% em ambas as porções.

Dos 32 registros do SIAGAS, 22 deles (68%) são destinados ao abastecimento doméstico, o que ressalta o caráter estratégico do Aquífero Barreiras para o abastecimento de cidades litorâneas. Isso torna seus parâmetros hidrodinâmicos - determinados por meio de testes de aquíferos - conhecidos e empregados na caracterização e predição do comportamento do aquífero frente às interferências externas (bombeamento, fluxo de contaminantes, entre outras). Na Ilha do Maranhão, na área da Bacia do Paciência, os valores de transmissividade e condutividade hidráulica para o aquífero Barreiras foram, respectivamente, $6 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ e $1,6 \times 10^{-4} \text{ m/s}$ (ACQUA-PLAN, 1972). Em Belém, os ensaios registraram valores de transmissividade entre $2,91 \times 10^{-3}$ e $3,06 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ e de condutividade hidráulica entre 1×10^{-6} e $4,491 \times 10^{-5} \text{ m/s}$ (ANA, 2018).

As estimativas acima qualificam o Aquífero Barreiras nas referidas localidades com produtividade Moderada, Alta a Muito Alta, o que corrobora para a utilização desse reservatório subterrâneo para fins de abastecimento humano. Contrariamente, na bacia hidrográfica do rio Itapecuru, conforme relatado no início, a unidade hidrogeológica exibe produtividade **Muito Baixa**, o que pode ser explicado, conforme CPRM (2015b) pela grande variação litológica que acarreta condutividade hidráulica e transmissividade também variável com implicações na sua produtividade. Apesar disso, nas localidades de Cantanhede, Itapecuru e Pirapemas, segundo Correia Filho (2011a, 2011b, 2011c), o Aquífero Barreiras é contado secundariamente entre os mais empregados para abastecimento urbano, cujas vazões são inferiores a $2 \text{ m}^3/\text{h}$, podendo atingir em alguns locais até $17,6 \text{ m}^3/\text{h}$.

No baixo curso de bacia hidrográfica do rio Itapecuru, são observadas áreas de produtividade aquífera **Muito Baixa**, entre Itapecuru Mirim e Rosário, no domínio fraturado (

Figura 70), com abrangência aproximada de 551 km^2 , relacionadas a ocorrência de rochas ígneas da Suíte Intrusiva Rosário, de idade paleoproterozóica, afloramento do Cráton de São Luís (GORAYEB *et al.*, 1999). Trata-se batólito de idade paleoproterozóica, constituído por metatonalitos, metagranodioritos, metagranitos, veios e diques leucocráticos, enclaves e diques máficos. Nessa região, a ocorrência de água subterrânea está relacionada a porosidade secundária condicionada por baixo grau de fraturamento, produzindo aquíferos aleatórios e descontínuos de pequena extensão, com potencial nulo (CORREIA FILHO, 2011d). As vazões são estimadas entre 1 a $10 \text{ m}^3/\text{h}$ e as águas não são adequadas ao consumo humano e agricultura devido aos teores altos de sólidos totais dissolvidos (CPRM, 2015a).

Quanto às áreas **Pouco Produtivas ou Não Aquíferas**, com fornecimento de água insignificante, destinadas ao abastecimento restrito, elas ocorrem notadamente nos cursos alto e médio da bacia hidrográfica do rio Itapecuru, entre Passagem Franca, Colinas, Mirador (

Figura 70) e ocupam uma área de aproximadamente 1.740 km² (

Figura 71a). Elas correspondem aos magmatismos Mosquito e Sardinha, entre o Neotriássico e Eocretáceo, respectivamente, que antecederam a abertura do Oceano Atlântico Sul e a ruptura do Megacontinente Gondwana (HASUI, 2012).

No SIAGAS/CPRM, 42 poços tubulares interceptam as unidades Mosquito e Sardinha em profundidades iniciais entre 0 e 420 m e finais entre 36 e 421 m. Elas são constituídas, em sua maioria (78%), por basalto e diabásio, com espessuras variando entre 1 e 263 m. Níveis de basalto com argila, com argila arenosa, com arenito muito fino e com intercalações de arenito são observados. Nesses poços tubulares, as unidades ígneas são sobrepostas pelas formações Itapecuru, Codó e Grajaú e sotopostas pelas formações Corda, Pastos Bons, Sambaíba, Motuca e Pedra de Fogo. Em vista disso, as formações Mosquito e Sardinha, hidrogeologicamente, comportam-se como camadas confinantes dos aquíferos Itapecuru (menos frequente), Corda e Sambaíba, os mais explorados dentre os poços analisados. Tal conjuntura confirma, portanto, a qualificação das unidades como Pouco Produtivas ou Não Aquíferas.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A bacia hidrográfica do rio Itapecuru, localizada no Nordeste do Brasil, está inserida na porção centro-leste da Província Parnaíba, uma sinéclise de aproximadamente 600.000 km², formada na Etapa de Estabilidade do Gondwana, do Siluriano ao Permiano. Sobre o embasamento ígneo-metamórfico dos crátons Amazônico, São Luís e São Francisco, pré-siluriano, o empilhamento sedimentar se dá segundo cinco supersequências: Siluriana, Mesodevoniana-Eocarbonífera, Neocarbonífera-Eotriássica, Jurássica e Cretácea. Elas foram correlacionadas a quatro sítios deposicionais: Bacia do Parnaíba, Bacia das Alpercatas, Bacia do Grajaú e Bacia do Espigão Mestre.

Esses sítios deposicionais remetem à evolução policíclica da Província Paranaíba, cujos terrenos apresentam gênese e idades diferenciadas. A bacia hidrográfica do Itapecuru, dada a sua orientação preferencial norte-sul, tem os seus divisores topográficos e suas unidades

hidroestratigráficas, aquelas com potencial de armazenamento e transmissão de águas subterrâneas, resultantes da evolução tectono-sedimentar que se verificou na província.

As unidades com maior potencial produtor de água subterrânea se encontram no alto curso da bacia e são representadas pelas formações Sambaíba e Corda (aflorantes) e Piauí (subaflorante). Essas duas últimas unidades também são recorrentes no médio curso, juntamente com as formações Grajaú e Motuca, porém em menor escala de produtividade. No baixo curso da bacia se verificam as unidades Itapecuru (aflorante) e Corda (subaflorante), como as de maior produtividade.

Os poços tubulares no Estado do Maranhão, com registros procedentes da SEMA, entre 2013 e 2018, após análise e consistência, somaram 1.540 registros. Suas estatísticas apontam para elevada variabilidade dos dados, condicionada pelo empilhamento sedimentar verificado na Província Parnaíba, uma vez que aproximadamente 70% do território maranhense está inserido em seu interior. Os valores de carga hidráulica sinalizam pelos menos três grandes domínios que acompanham os diferentes setores da bacia, o que remete para complexidade da modelagem de dados hidrogeológicos e a necessidade de dados de poços tubulares consistentes, acompanhados dos seus perfis litológico e construtivo.

Os registros de poços tubulares consistidos na bacia hidrográfica do rio Itapecuru totalizaram 155 registros, em sua maioria, explotando a aquífero Itapecuru, destinados principalmente ao abastecimento humano e concentrados notadamente no baixo curso da bacia. A profundidade média dos poços tubulares é de aproximadamente 140m, mais elevada no alto curso e menor no baixo curso. As profundidades médias dos níveis estático e dinâmico são em torno de 39 m e 57 m, respectivamente, com valores mais acentuados no alto curso da bacia. O rebaixamento médio é de 17,93 m cujos menores valores no alto curso apontam para a produtividade dos aquíferos nessa porção da bacia. Os valores de transmissividade assinalam para uma ordem de grandeza média de 10^{-5} m²/s, com valores máximos entre 10^{-3} m²/s e 10^{-4} m²/s, indicando uma produtividade moderada a baixa.

Os registros de carga hidráulica acompanham, em geral, o gradiente topográfico, com valores mais elevados no alto curso, intermediários no médio curso e menores no baixo curso. Os registros sinalizam o alto curso da bacia como o de maior potencial hidráulico, condicionando, normalmente, o fluxo da água subterrânea, com potencial para áreas de recarga, o que é confirmado pela constituição dos materiais geológicos e pela qualificação geoambiental da região.

Quanto à produtividade geral da bacia hidrográfica do rio Itapecuru, entre as unidades hidroestratigráficas aflorantes e subjacentes, aproximadamente 75% da área territorial da bacia é qualificada com produtividade **Moderada, Alta e Muito Alta**, condicionada pelos aquíferos Sambaíba, Corda, Itapecuru e, em menor proporção, Piauí e Cabeças, estes últimos ocorrendo notadamente em subsuperfície. Em outro extremo, tem-se por volta de 25% da bacia investigada caracterizada com

produtividade hidrogeológica Baixa, Muito Baixa e áreas Não Produtivas ou Não Aquíferas, dominadas pelas aquíferos Barreiras, Codó, Grajaú, Pastos Bons, Motuca, Pedra de Fogo e pelas unidades ígneas correspondentes à Suíte Intrusiva Rosário e aos magmatismos Mosquito e Sardinha. Ressalta-se o caráter do presente estudo, como preliminar e de reconhecimento dos recursos hídricos subterrâneos da bacia, em tese, em virtude da limitação de dados, mas que aponta para regiões que poderão ser posteriormente analisadas em escala de detalhe.

REFERÊNCIAS

ABRANTES JÚNIOR, F. R.; NOGUEIRA, A. C. R. Reconstituição paleoambiental das formações Motuca e Sambaíba, Permo-Triássico da Bacia do Parnaíba no sudoeste do Estado do Maranhão. **Geologia UPS**, Série Científica, v. 13, n. 3, p. 65-82, set. 2013.

ACQUA-PLAN. **Abastecimento d'água**: planejamento geral, São Luiz – MA. Recife: SUDENE, 1972. 55p.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Atlas Brasil**: abastecimento urbano de água. Panorama nacional. Brasília: ANA/Engecorps/Cobrape, 2010. Disponível em <
<http://atlas.ana.gov.br/Atlas/downloads/atlas/Resumo%20Executivo/Atlas%20Brasil%20-%20Volume%201%20-%20Panorama%20Nacional.pdf>>. Acesso em: 30 ago. 2021.

_____. **Cadernos de recursos hídricos**: disponibilidades e demandas de recursos hídricos no Brasil. Brasília: ANA, 2005.

_____. **Estudos hidrogeológicos para a gestão das águas subterrâneas da Região de Belém/PA**: resumo executivo. Brasília: ANA, 2018. Disponível em: <
<https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/4e560d0e-9534-44e2-8e19-31ba5fb3596a>>. Acesso em: 31 jul. 2022.

ALMEIDA, F. F. M. De. Diferenciação tectônica da plataforma brasileira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 23., 1969, Salvador. **Anais...** Salvador: SBG, 1969. p. 4-5.

ALMEIDA F. F. M. de, CARNEIRO, C. D. R. Inundações marinhas fanerozóicas no Brasil e recursos minerais associados. In: MANTESSO NETO, V.; BARTORELLI, A.; CARNEIRO, C. D. R.; BRITO-NEVES, B. B. de (Org.). **Geologia do Continente Sul-Americano**: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida. São Paulo: Beca, 2004. p. 43-60.

ANAISSE JÚNIOR, J.; TRUCKENBRODT, W.; ROSSETTI, D. de F. Fácies de um sistema estuarino-lagunar no Grupo Itapecuru, área de Açailândia/MA, Bacia de Grajaú. In: ROSSETTI, D. de F.; GÓES, A. M.; TRUCKENBRODT. **O Cretáceo na Bacia de São Luís-Grajaú**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2001. p. 119-150.

ARAI, M.; GÓES, A. M.; ROSSETTI, D. de F. Análise palinológica da Formação Barreiras, Maranhão. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO, 12., 2007. **Anais...** São Paulo: ABEQUA, 2007. Disponível em <
http://www.abequa.org.br/trabalhos/2007_mitsuru_ara_barreiras.pdf> Acesso em: 31 jul. 2014.

BALLÉN, O. A. R. **Sucessões sedimentares das formações Mosquito e Corda, exemplos de sistemas eólicos húmidos, Província do Parnaíba**. 2012. 93f. Dissertação (Mestrado em Geoquímica e Geotecnia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012. Disponível em: <

<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/44/44141/tde-29052015-151937/pt-br.php> >. Acesso em 30. ago. 2021.

BARBOSA, E. N.; **Evolução estratigráfica da Sequência Neocarbonífera-Eotriássica da Bacia do Parnaíba, NE do Brasil**. 2015. 82f. Dissertação (Mestrado em Geodinâmica e Geofísica) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2015. Disponível em < <http://dx.doi.org/10.1590/2317-4889201620150021> >. Acesso em: 30 ago. 2021.

BATISTA, A. M. **Caracterização paleoambiental dos sedimentos Codó-Grajaú, Bacia de São Luís (MA)**. 1992. 102f. Dissertação (Mestrado em Geociências) - Universidade Federal do Pará, Belém, 1992.

CABRAL, J. J. da S. P. Movimento das águas subterrâneas. In: FEITOSA, F. A. C.; MANOEL FILHO, J.; FEITOSA, E. C.; DEMÉTRIO, J. G. A (Org.). **Hidrogeologia: conceitos e aplicações**. Rio de Janeiro: CPRM, 2008. p. 77-91.

CAPUTO, M. V.; LIMA, E. C. Estratigrafia, idade e correlação do Grupo Serra Grande. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 33., 1984, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SBG, 1984. p. 740-753. Disponível em: < https://www.researchgate.net/profile/Mario-Caputo-2/publication/288623904_Estratigrafia_idade_e_correlacao_do_Grupo_Serra_Grande-Bacia_do_Parnaiba/links/573c6cb108ae298602e5837f/Estratigrafia-idade-e-correlacao-do-Grupo-Serra-Grande-Bacia-do-Parnaiba.pdf > Acesso em: 30 ago. 2021.

CAPUTO, M. V. **Stratigraphy, tectonics, paleoclimatology and paleogeography of northern basins of Brazil**. 1984. 584f. Thesis (Doctorate in Geology) – University of California, Santa Bárbara, 1984. Disponível em: < http://repositorio.ufpa.br/jspui/bitstream/2011/8961/6/Tese_StratigraphyTectonicsPaleoclimatology.pdf >. Acesso em: 30. ago. 2021.

CARDOSO, A. R. **Estratigrafia e paleoambiente da Formação Pastos Bons, Jurássico-Cretáceo da Bacia do Parnaíba**. 2019. 108f. Dissertação (Mestrado em Geologia e Geoquímica) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2019. Disponível em:< <http://repositorio.ufpa.br/jspui/handle/2011/11838> >. Acesso em: 30 ago. 2021.

CARNEIRO, C. D. R.; ALMEIDA, F. F. M. de; HASUÍ, Y.; ZALÁN, P. V.; TEIXEIRA, J. B. G. Estágios evolutivos do Brasil no Fanerozóico. In: HASUÍ, Y.; CARNEIRO, C. D. R.; ALMEIDA, F. F. M. de; BARTORELLI, A. (Org.). **Geologia do Brasil**. São Paulo: Beca, 2012. p. 131-138.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS (CPRM). **Projeto Caema**: relatório final do poço 4LJ-07-MA. Recife: CPRM, 1974.

_____. **Projeto Rede Integrada de Monitoramento das Águas Subterrâneas**: relatório diagnóstico Aquífero Itapecuru no Estado do Pará, Bacia Sedimentar do Parnaíba/Homero Reis de Melo Junior, Maria Antonieta Alcântara Mourão, Coord. Belo Horizonte: CPRM, 2012. Disponível em: <http://rimasweb.cprm.gov.br/layout/pdf/PDF_RIMAS/VOLUME5_Aquifero_Itapecuru_PA.pdf>. Acesso em: 12 jul. 2022.

_____. **Folha SA.23 São Luís**: carta hidrogeológica - escala 1:1.000.000. Recife: CPRM, 2015a. 1 mapa. Escala 1:1.000.000. Disponível em: < <https://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/handle/doc/16580> >. Acesso em: 03 ago. 2022.

_____. **Folha SB.23 Teresina**: carta hidrogeológica - escala 1:1.000.000. Recife: CPRM, 2015b. 1 mapa. Escala 1:1.000.000. Disponível em: <<https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/16579>>. Acesso em: 05 jul. 2022.

_____. **GEOSGB**: dados, informações e produtos do Serviço Geológico do Brasil. Geologia.GIS, 2021. Disponível em: <<https://geoportal.cprm.gov.br/geosgb/>>. Acesso em: 30 ago. 2021.

COOPER, H. H.; JACOB, C. E. A generalized graphical method for evaluating formation constants and summarizing well field history. **Transactions of the American Geophysical Union**, v. 27, n. 4, p. 526-534, aug.1946.

CORDANI, U. G.; RAMOS, V. A.; FRAGA, L. M.; CEGARRA, M.; DELGADO, I.; SOUZA, K. G. de; GOMES, F. E. M.; SCHOBENHAUS, C. **Mapa tectônico da América do Sul**. CGMW-CPRM-SEFEMAR, 2016. Disponível em<<https://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/16750>>. Acesso em: 30 ago, 2020.

CORREIA FILHO, F. L. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea, estado do Maranhão**: relatório diagnóstico do município de Itapecuru Mirim. Teresina: CPRM, 2011a. 31p. Disponível em: <<https://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/handle/doc/15503>>. Acesso em: 03 ago. 2022.

_____. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea, estado do Maranhão**: relatório diagnóstico do município de Cantanhede. Teresina: CPRM, 2011b. 31p. Disponível em: <<https://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/handle/doc/15436>>. Acesso em: 03 ago. 2022.

_____. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea, estado do Maranhão**: relatório diagnóstico do município de Pirapemas. Teresina: CPRM, 2011c. 31p. Disponível em: < <https://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/handle/doc/15570> >. Acesso em: 03 ago. 2022.

_____. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea, estado do Maranhão**: relatório diagnóstico do município de Rosário. Teresina: CPRM, 2011d. 31p. Disponível em: <<https://rigeo.cprm.gov.br/jspui/bitstream/doc/15605/1/rel-rosario.pdf>>. Acesso em: 03 ago. 2022.

COSTA, W. D. **Água subterrânea e do desenvolvimento sustentável do semiárido nordestino**. GT II – Recursos Hídricos. Brasília: Secretaria de Planejamento, Orçamento e Coordenação da Presidência da República, 1994.

CUNHA, F. M. B. da. **Evolução paleozóica da Bacia do Parnaíba e seu arcabouço tectônico**. 1986. 107f. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1986.

DINIZ, J. A. O.; MONTEIRO, A. B.; SILVA, R. de C. da; PAULA, T. L. F. de. **Mapa hidrogeológico do Brasil ao milionésimo**: instruções técnicas. Brasília: CPRM, 2014. 46p. Disponível em: < <http://www.cprm.gov.br/publique/Hidrologia/Mapas-e-Publicacoes/Mapa-Hidrogeologico-do-Brasil-ao-Milionesimo-756.html> >. Acesso em: 30 ago. 2021.

DINO, R.; ANTONIOLI, L.; BRAZ, S. M. N. Palynological data from the Trisidela Member of Upper Pedra de Fogo Formation ("Upper Permian") of the Parnaíba Basin, Northeastern Brazil. **Revista Brasileira de Paleontologia**, n. 3, p. 24-35, jan./ jun. 2002. Disponível em: < file:///C:/Users/cjsso/Downloads/Trisidela_Dinoetal.pdf>. Acesso em: 22 ago. 2021.

FRANÇA, H. P. M. de. Eficiência hidráulica de poços. In: FEITOSA, F. A. C.; MANOEL FILHO, J.; FEITOSA, E. C.; DEMÉTRIO, J. G. A (Org.). **Hidrogeologia**: conceitos e aplicações. Rio de Janeiro: CPRM, 2008. p. 599-616.

FEITOSA, F. A. C. **Estudo hidrogeológico do Aquífero Cabeças no Médio Vale do Rio Gurgueia/ PI**. 1990. 118f. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 1990.

FEITOSA, E. C.; FEITOSA, F. A. C. Metodologia básica de pesquisa de água subterrânea. In: FEITOSA, F. A. C.; MANOEL FILHO, J.; FEITOSA, E. C.; DEMÉTRIO, J. G. A (Org.). **Hidrogeologia: conceitos e aplicações**. Rio de Janeiro: CPRM, 2008. p. 179-207.

FEITOSA, F. A. C.; DEMÉTRIO, J. G. A. Testes de bombeamento em poços tubulares. In: FEITOSA, F. A. C.; MANOEL FILHO, J.; FEITOSA, E. C.; DEMÉTRIO, J. G. A (Org.). **Hidrogeologia: conceitos e aplicações**. Rio de Janeiro: CPRM, 2008. p. 507-523.

FITTS, C. R. **Águas subterrâneas**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

GÓES, A. M. O.; TRAVASSOS, W. A.; NUNES, K. C. **Projeto Parnaíba – reavaliação da bacia e perspectivas exploratórias**. Belém: Petrobrás, 1992.

GÓES, A. M. O.; FEIJÓ, F. J. Bacia do Parnaíba. **Boletim de Geociências da Petrobrás**, v. 8, n. 1, p. 57-67, jan./ mar. 1994.

GÓES, A. M. de O.; SOUZA, J. M. P. de; TEIXEIRA, L. B. Estágio exploratório e perspectivas petrolíferas da Bacia do Parnaíba. **Boletim de Geociências da Petrobras**, v. 4, n. 1, p. 55-64, jan./mar. 1990.

GÓES, A. M. A **Formação Poti (Carbonífero Inferior) da Bacia do Parnaíba**. 1995. 171f. Tese (Doutorado em Geologia Sedimentar). Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995

GÓES, A. M.; ROSSETTI, D. de F. Gênese da Bacia de São Luís-Grajaú, Meio Norte do Brasil. In: ROSSETTI, D. de F.; GÓES, A. M.; TRUCKENBRODT. **O Cretáceo na Bacia de São Luís-Grajaú**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2001. p. 31-46.

GORAYEB, P. S. de S.; GAUDETTE, H.; MOURA, C. A. V.; ABREU, F. de A. M. de. Geologia e geocronologia da Suíte Intrusiva Rosário, Nordeste do Brasil e sua contextualização geotectônica. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 29, n. 4, p. 571-578, 1999.

HASUI, Y. Tectônica de placas e evolução dos continentes. In: HASUI, Y.; CARNEIRO, C. D. R.; ALMEIDA, F. F. M. de; BARTORELLI, A. (Org.). **Geologia do Brasil**. São Paulo: Beca, 2012. p. 66-111.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Zoneamento geoambiental do Estado do Maranhão**. Salvador: IBGE, Divisão de Geociências da Bahia, 1997, 44p. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv95885.pdf>>. Acesso em: 15 ago. 2022.

_____. **Brasil: unidades da federação 2018**. Disponível em: <<https://portaldemapas.ibge.gov.br/porta1.php#mapa223231>>. Acesso em: 30 ago. 2021.

_____. **Maranhão: malha municipal 2018**. Disponível em: <<https://portaldemapas.ibge.gov.br/porta1.php#mapa222138>>. Acesso em: 30 ago. 2021.

_____. **Base cartográfica vetorial contínua ao milionésimo**. Versão 2016. Disponível em: <<https://portaldemapas.ibge.gov.br/porta1.php#mapa218980>>. Acesso em: 30 ago. 2020.

LIMA FILHO, F. P. **Fácies e ambientes deposicionais da Formação Piauí (Pensilvaniano), Bacia do Parnaíba**. 1991. 148f. Dissertação (Mestrado em Geologia Sedimentar) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991. Disponível em: <<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/44/44136/tde-25092015-155651/pt-br.php>>. Acesso em: 30 ago. 2021

LIMA, E. de A. M.; LEITE, J. F. **Projeto estudo global dos recursos minerais da Bacia Sedimentar do Parnaíba**. Integração geológico – metalogenética. Etapa III - Relatório de Progresso – I Fase de

Campo. Recife: CPRM, 1977. 304p. Disponível em: < <https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/9382>>. Acesso em: 30 ago. 2021.

LIMA, R. D.; ROSSETTI, D. de F. Análise faciológica e sequencial de depósitos de delta de baía (Neocretáceo), leste da Bacia de Grajaú, MA. In: ROSSETTI, D. de F.; GÓES, A. M.; TRUCKENBRODT. **O Cretáceo na Bacia de São Luís-Grajaú**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2001. p. 151-174.

MANOEL FILHO, J.; FEITOSA, F. A. C.; FEITOSA, E. C.; DEMÉTRIO, J. G. A. Capacidade de produção de poços. In: FEITOSA, F. A. C.; MANOEL FILHO, J.; FEITOSA, E. C.; DEMÉTRIO, J. G. A (Org.). **Hidrogeologia: conceitos e aplicações**. Rio de Janeiro: CPRM, 2008. p. 617-644.

MARTINELLI, M. **Mapas da geografia e cartografia temática. 6. ed.** São Paulo: Contexto, 2013.

MELO, J.G. 1995. 196f. **Impactos do desenvolvimento urbano nas águas subterrâneas de Natal/RN**. Tese (Doutorado em Recursos Minerais e Hidrogeologia). Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 1995. Disponível em: < https://teses.usp.br/teses/disponiveis/44/44133/tde-12112015-144250/publico/Melo_Doutorado.pdf >. Acesso em: 31. jul. 2022.

MENTE, A. A água subterrânea no Brasil. In: FEITOSA, F. A. C.; MANOEL FILHO, J.; FEITOSA, E. C.; DEMÉTRIO, J. G. A (Org.). **Hidrogeologia: conceitos e aplicações**. Rio de Janeiro: CPRM, 2008. p. 31-48.

MILANI, E. J.; THOMAZ FILHO, A. 2000. Sedimentary Basins of South America. In: CORDANI, U. G.; MILANI, E. J.; THOMAZ FILHO, A.; CAMPOS, D. A. (Org.). **Tectonic Evolution of South America. International**. Rio de Janeiro: 31st International Geological Congress, 2000. p. 389-452. Disponível em: < <https://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/handle/doc/19419>> Acesso em: 30 ago. 2021.

MIRANDA, M. C. da C.; ROSSETTI, D. de F. Reconstituição paleoambiental de depósitos albianos na borda leste da Bacia de Grajaú, MA. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 36, n. 4, mar. 2006.

NEVES, M. A. **Análise integrada aplicada à exploração de água subterrânea na bacia do rio Jundiá (SP)**. 2005. 200f. Tese (Doutorado em Geologia Regional) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, 2005. Disponível em: < <http://hdl.handle.net/11449/103008>>. Acesso em: 12 jul. 2022.

NOBRE, M. de. M. M; NOBRE, R. C. M. Uso sustentável de águas subterrâneas na região metropolitana de Maceió. **Revista Águas Subterrâneas**, 2000. Disponível em: < <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/24328/16327>>. Acesso em: 31. ago. 2020.

NÚCLEO GEOAMBIENTAL (NUGEO). **Bacias hidrográficas e climatologia no Maranhão**. São Luís: NUGEO/CCA/UEMA, 2016. 165p. Disponível em: < <http://www.nugeo.uema.br/upnugeo/publicacoes/Bacias%20Hidrogr%C3%A1ficas%20e%20Climatologia%20-%20MA> >. Acesso em: 10 fev. 2018.

PAZ, J. D. S. da; ROSSETTI, D. de F. Reconstrução paleoambiental da Formação Codó (Aptiano), borda leste da Bacia do Grajaú, MA. In: ROSSETTI, D. de F.; GÓES, A. M.; TRUCKENBRODT. **O Cretáceo na Bacia de São Luís-Grajaú**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2001. p. 77-100.

PEDRÃO, E. **Palinologia e evolução paleoambiental de rochas sedimentares aptianas cenomanianas das bacias de Bragança-Viseu e São Luís (margem equatorial brasileira)**. 1995. 215f. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1995.

PEREIRA, E.; CARNEIRO, C. D. R.; BERGAMASCHI, S.; ALMEIDA, F. F. M. de. Evolução das sinéclises paleozóicas: Províncias Solimões, Amazonas, Paranaíba e Paraná. In: HASUI, Y.; CARNEIRO, C. D. R.; ALMEIDA, F. F. M. de; BARTORELLI, A. (Org.). **Geologia do Brasil**. São Paulo: Beca, 2012. p. 374-394.

PETRI, S.; FÚLFARO, V. J. **Geologia do Brasil (Fanerozóico)**. São Paulo: T. A. Queiroz, USP, 1983. 631p.

RABELO, C. E. N. **Paleoambiente da Formação Mosquito e a implantação do sistema desértico úmido da Formação Corda, Jurássico Superior, Centro-Oeste da Bacia do Parnaíba**. 2013. 98f. Dissertação (Mestrado em Geologia e Geoquímica) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2013. Disponível em: < <http://repositorio.ufpa.br/jspui/handle/2011/6359> >. Acesso em: 30 ago. 2021.

REBOUÇAS, A. da C.; FEITOSA, F. A. C.; DEMÉTRIO, J. G. A. Elementos de hidrologia subterrânea. In: GIAMPÁ, C. E. Q.; GONÇALES, V. G. (Org.). **Águas subterrâneas e poços tubulares profundos**. 2. ed. rev. e atual. São Paulo: Oficina de Textos, 2013. p. 81-107.

ROSSETTI, D. de F.; TRUCKENBRODT, W. Revisão estratigráfica para os depósitos do Albiano-Terciário Inferior (?) na Bacia de São Luís, Maranhão. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Série Ciências da Terra**, v. 9, p. 29-41, 1997.

ROSSETTI, D. de F. Influence of low amplitude/high frequency relative sea-level changes in a wave-dominated estuary (Miocene), São Luís Basin, northern Brazil. **Sedimentary Geology**, v. 133, p. 295-324, 2000.

ROSSETTI, D. de F. Arquitetura deposicional da Bacia de São Luís-Grajaú. In: ROSSETTI, D. de F.; GÓES, A. M.; TRUCKENBRODT. **O Cretáceo na Bacia de São Luís-Grajaú**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2001. p. 31-66.

ROSSETTI, D. de F.; GÓES, A. M.; ARAI, M. A passagem Aptiano-Albiano na Bacia de Grajaú, MA. In: ROSSETTI, D. de F.; GÓES, A. M.; TRUCKENBRODT. **O Cretáceo na Bacia de São Luís-Grajaú**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2001. p. 101-118.

ROSSETTI, D. de F.; BEZERRA, F. H. R.; DOMINGUEZ, J. M. L. Late Oligocene-Miocene transgressions along the equatorial and eastern margins of Brazil. **Earth-Science Reviews**, v. 123, p. 87-112, ago. 2013

SILVA, A. J. P. da; LOPES, R. da C.; VASCONCELOS, A. M. BAHIA, R. B. C. Bacia sedimentares paleozóicas e meso-cenozóicas interiores. In: BIZZI, L. A.; SCHOBENHAUS, C.; VIDOTTI, R. M.; GONÇALVES, F. H (Org.). **Geologia, tectônica e recursos minerais do Brasil**: texto, mapas e sig. Brasília: CPRM, 2003. p. 55-85. Disponível em: < http://www.cprm.gov.br/didote/pdf/geologia_tectonica.pdf >. Acesso em: 30 ago. 2021.

SPISILA, A. L. **Análise estrutural do intervalo Permiano-Jurássico da Bacia do Parnaíba – Região de Araguaína (TO)**. 2011. 131 f. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Universidade Federal do Paraná, Paraná, 2011. Disponível em < <https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/34949> >. Acesso em: 30 ago. 2021.

SOUSA, C. S.; KLEIN, E. L.; VASQUEZ, M. L.; LOPES, E. C. S.; TEIXEIRA, S. G.; OLIVEIRA, J. K. M.; MOURA, E. M.; LEÃO, M. H. B. Mapa geológico e recursos minerais do Estado do Maranhão. In: KLEIN, E. L.; SOUSA, C. S. (Org.). **Geologia e recursos minerais do Estado do Maranhão**: sistemas de informações geográficas – sig, Escala 1:750.000. Belém: CPRM, 2012. Disponível em < http://geobank.cprm.gov.br/pls/publico/geobank.download.downloadlayouts?p_webmap=N >. Acesso em: 30 ago. 2021.



Uema
UNIVERSIDADE ESTADUAL
DO MARANHÃO



SOUSA, C. J. da S. de. **Caracterização dos aquíferos na Ilha do Maranhão: reconhecimento, levantamento de áreas estratégicas e contribuições ao processo de gestão**. 2021. 273f. Tese (Doutorado em Geociências Aplicadas e Geodinâmica) – Universidade de Brasília, 2021. Disponível em: < <https://repositorio.unb.br/handle/10482/41296> >. Acesso em: 31 jul. 2022.

THEIS, C. V. The relation between the lowering of the piezometric surface and the rate and duration of discharge of a well using groundwater storage. **Transactions of the American Geophysical Union**, v. 16, p. 519-524, 1935.

VAZ, P. T.; REZENDE, N. das G. de A. da M.; WANDERLEY FILHO, J. R.; TRAVASSOS, W. A. S. Bacia do Parnaíba. **Boletim de Geociências da Petrobrás**, v. 15, n. 2, p. 253-263, mai./nov. 2007.

WINGE, M. *et. al.* **Glossário Geológico Ilustrado**. Disponível em:< <http://sigep.cprm.gov.br/glossario/index.html> >. Acesso em: 30 ago. 2021.

DIAGNÓSTICO CLIMÁTICO DA BACIA DO RIO ITAPECURU



*Gunter de Azevedo Reschke
Carlos Márcio de Aquino Elói
Andréa Helena Machado dos Santos
Carlos Wendel Soares Dias*

1. INTRODUÇÃO

As bacias hidrográficas têm grande importância não só no contexto hidrológico, mas também ecológico, econômico e social. Geralmente ao longo de seus cursos, encontram-se comunidades desenvolvendo atividades que influenciam o ambiente. O Estado do Maranhão possui um grande potencial hídrico, formado principalmente por bacias hidrográficas, bacias lacustres e águas subterrâneas. Os rios maranhenses são caracterizados por grande extensão e volume de água e em virtude do relevo de planície, rios como Itapecuru, por exemplo, apresentam um grande potencial de navegabilidade (Atlas do Maranhão, 2002).

A utilização correta dos recursos naturais de uma determinada localidade ou região exige, entre outros fatores, o conhecimento do clima na identificação do potencial e das restrições ambientais ao aproveitamento racional desses recursos. O conhecimento dos processos que ocorrem nos sistemas ambientais possibilita a previsão de desequilíbrios causados ou por fenômenos naturais ou aqueles resultantes de ações impactantes decorrentes de atividades antrópicas. Por outro lado, o estudo dos elementos meteorológicos, que caracterizam o clima, facilita o entendimento da dinâmica

dos ecossistemas e permite o planejamento do uso dos sistemas ambientais de forma menos antrópica.

A análise climatológica fornece subsídios importantes para o conhecimento da realidade espacial e para a organização das atividades econômicas. Destaca-se, ainda, a importância de se considerar o local do globo onde qualquer estudo climático é realizado, pois sabe-se, que os elementos e os fatores climáticos são diferentes nas diversas regiões do planeta, a exemplo da região tropical do globo.

O modelo da escola climatológica considera o tempo nos trópicos em termos de controles diurnos e sazonais, mais os efeitos locais. De acordo com esse modelo, o tempo dia a dia nos trópicos difere muito pouco, a partir do que é revelado pelas médias mensais e anuais. Portanto, este trabalho de caracterização climática tem como objetivo principal, gerar informações básicas para o conhecimento do clima ao longo do curso da Bacia do Itapecuru, apresentar a distribuição temporal e espacial da precipitação pluviométrica e temperatura do ar; avaliar os principais componentes do balanço hídrico e o índice de erosividade das chuvas, além da identificação dos principais sistemas produtores de tempo, julgados como essenciais para o planejamento de atividades econômicas.

Em estudos que envolvem assuntos relacionados à Meteorologia, Climatologia e Ciências atmosféricas de um modo geral, é preponderante uma base robusta, organizada, consistida e metodologicamente coerente de dados atmosféricos, medidos/estimados, como base útil para produção de materiais posteriores, como mapas e gráficos e discussões técnicas.

A precipitação pluviométrica (chuva) é o principal elemento meteorológico determinístico do clima nos trópicos. Sua forma de medida, a pluviometria, pode ser descrita como a quantificação das precipitações e é normalmente expressa em termos da espessura da camada de água que se forma sobre uma superfície horizontal, plana e impermeável, com 1m² de área. Sua importância está relacionada ao ramo descendente do ciclo hidrológico. É de suma importância no abastecimento de água e em praticamente toda a atividade econômica (Ayoade, 2003; Varejão-Silva, 2001). Quando os dados de precipitação apresentam falhas, utiliza-se a aplicação de metodologia de consistência e preenchimento de falhas descritas amplamente na literatura científica.

A quantificação da chuva é de grande importância, pois é a principal via de entrada de água em uma bacia hidrográfica, fato que influencia diretamente os estudos hidrológicos. Ao se obter dados pluviométricos, falhas nesses dados são frequentes, o que limita os estudos e as previsões hidrológicas e requer o uso de metodologias adequadas no preenchimento dessas falhas. Uma das metodologias para o preenchimento de falhas é o método da Regressão Linear e para análise de consistência de dados, o método da Dupla Massa (Carvalho e Ruiz, 2016).

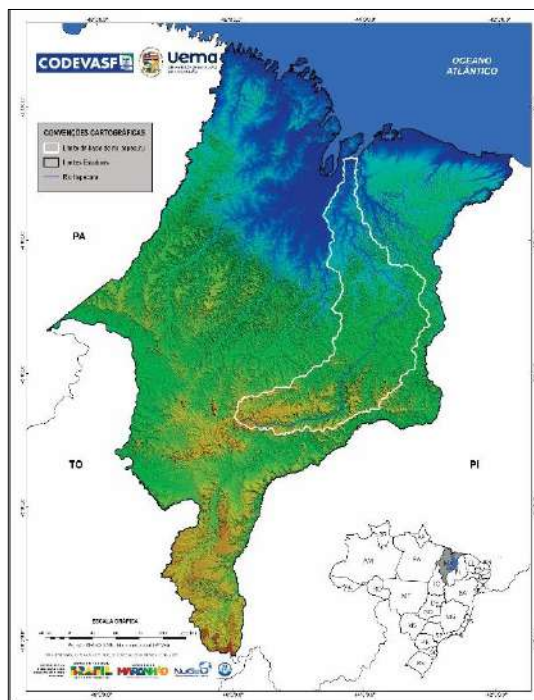
Esses autores afirmam que a crescente escassez hídrica exige melhor gestão dos recursos hídricos por parte dos usuários e governos, a fim de garantir este bem natural fundamental à vida. Fato que reafirma a importância da quantificação da chuva, via de entrada de água em uma bacia hidrográfica, que influencia os estudos hidrológicos os quais afetam o abastecimento público, a gestão da irrigação, os projetos de drenagem urbana e de estruturas hidráulicas.

Como o objetivo geral desse estudo é elaborar o diagnóstico climático da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru, os objetivos específicos foram formatados para atender a essa premissa geral, em que se destacaram: caracterizar e mapear os parâmetros climáticos - precipitação pluviométrica, temperatura do ar, evapotranspiração, deficiência hídrica, excedente hídrico e erosividade das chuvas. Por conseguinte, estabelecer uma análise sobre os sistemas produtores de tempo e eventos extremos na Bacia do rio Itapecuru.

2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A análise da distribuição climatológica da precipitação, da temperatura do ar, dos principais componentes do Balanço Hídrico e do índice de erosividade das chuvas, além da identificação dos principais sistemas meteorológicos produtores de tempo, contém informações básicas para o diagnóstico climático da bacia do rio Itapecuru (Figura 81) e demonstra um panorama completo do mecanismo climático da região. Essa região recebe influência de sistemas transientes como a Zona de Convergência de Umidade (ZCOU) e Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS). A região também pode receber influência do padrão de escoamento do ar associado à localização da Alta Subtropical do Atlântico Sul (ASAS). A Zona de Convergência Intertropical é o mecanismo de produção de chuva para a Bacia, que influencia durante vários meses do ano.

Figura 81 – Destaque da localização da área de estudo.



Fonte: Registros da Pesquisa (2021).

A região de estudo é vulnerável à influência de anomalias de caráter oceano-atmosféricas. Em anos de El Niño (anomalias positivas de temperatura das águas superficiais do Oceano Pacífico equatorial) moderado ou forte, a região pode sofrer de forma direta com a escassez de chuvas, o que proporciona um “ano seco”. Não obstante, em anos de La Niña - anomalias negativas de temperatura das águas superficiais do Oceano Pacífico equatorial - a região pode ser afetada com uma abundância de chuva. Porém para que isso aconteça, tanto em anos de El Niño como La Niña (dependendo da intensidade de ambos), o Oceano Atlântico tropical tem que ser favorável em termos de Temperatura da Superfície do Mar (TSM).

Os dados climáticos preliminares foram os de precipitação pluvial e temperatura do ar com totais diários e mensais entre os anos de 1981 e 2010, oriundos do acervo de dados da Agência Nacional de Águas – ANA e Instituto Nacional de meteorologia – INMET; foram manipulados estatisticamente seguindo normativa do Documento Técnico da Organização Meteorológica Mundial WMO-TD/No. 341 (OMM, 1989), que permite obter as normais climatológicas padronizadas e as provisórias. Os dados da ANA, referem-se a apenas postos pluviométricos e os do INMET à estação climatológica, que contempla além da precipitação pluvial, dados de temperatura do ar e outros elementos climáticos.

As Regulamentações Técnicas definem normais como “valores médios calculados para um período relativamente longo e uniforme, compreendendo no mínimo três décadas consecutivas” e padrões climatológicos normais como “médias de dados climatológicos calculados para períodos consecutivos de 30 anos, iniciando-se em 1º de janeiro de 1901 até 31 de dezembro de 1930, 1º de

janeiro de 1931 até 31 de dezembro de 1960, etc.". No caso de estações para as quais a mais recente Normal Climatológica não esteja disponível, seja porque a estação não esteve em operação durante o período de 30 anos, seja por outra razão qualquer, Normais Provisórias podem ser calculadas. Normais provisórias são médias de curto período, baseadas em observações que se estendam sobre um período mínimo de 10 anos (INMET, 2009).

Segundo OMM (1989), os dados climáticos são frequentemente mais úteis quando comparados com valores normais padronizados, assim considerados aqueles obtidos segundo suas próprias recomendações técnicas. Torna-se, assim, de suma importância o cálculo e a publicação das Normais Climatológicas "Padronizadas". Na ausência destas, por escassez ou má qualidade de dados, o uso das Normais "Simples" ou "Provisórias" são alternativas aceitáveis. Embora a Agroclimatologia seja a principal área técnica beneficiária das informações contidas nas Normais, praticamente todas as atividades humanas, do setor produtivo à saúde pública, as atividades esportivas ao lazer, dependem das informações climatológicas. Este trabalho utilizou as Normais Provisórias (1981 - 2010), disponibilizadas pelo Instituto Nacional de Meteorologia - INMET em 2018, inclusive os dados diários, no intuito de deixá-los mais atual, visto que as últimas Normais Climatológicas do Brasil são do período de 1961 a 1990.

Na próxima seção estão presentes os descritivos procedimentais adotados para a aquisição e tratamento de dados das condições atmosféricas para temperatura do ar, precipitação pluviométrica, balanço hídrico climático, evapotranspiração potencial e índice de erosividade.

2.1 Temperatura do Ar

As expressões temperatura do ar à superfície e temperatura do ar à sombra são usadas em Meteorologia, de modo equivalente, para traduzir a temperatura reinante em um ponto da atmosfera próxima à superfície da Terra. Temperatura média compensada é a média ponderada das temperaturas máximas, mínimas, das 12 e 24 UTC, representa uma boa visualização de como a temperatura se comporta ao longo do dia. A importância deste parâmetro está associada ao próprio bem-estar das pessoas, uma vez que é um dos principais elementos associados ao estabelecimento do índice de conforto térmico (AYOADE, 2003; VAREJÃO-SILVA, 2001).

Em função da baixa densidade de dados de temperatura do ar, esse elemento formador de tempo e clima foi estimado por interpolação para os locais sem informação dentro da Bacia Hidrográfica, considerando 13 estações convencionais do INMET espalhadas em todo o estado do Maranhão e por meio do método de krigagem foram extraídos os valores de temperatura dentro da Bacia para os 38 postos pluviométricos da ANA, que contemplam apenas dados de chuva.

As coletas de dados nas estações meteorológicas convencionais do INMET são realizadas nos horários de 12, 18 e 24 UTC. Algumas estações, contudo, têm observações em apenas dois horários, normalmente às 12 e 24 UTC.

As temperaturas mínima e máxima diárias são registradas em termômetros especiais (termômetro de mínima e termômetro de máxima) e lidas pelo observador, usualmente nos horários de 12 UTC e 24 UTC. A temperatura média compensada utilizada neste estudo foi calculada pela seguinte fórmula:

$$T_{MC,kij} = (T_{máx,kij} + T_{mín,kij} + T_{12,kij} + 2T_{24,kij})/5$$

2.2 Precipitação Pluviométrica

Foram analisados dados diários de precipitação pluviométrica no período de 1º de janeiro de 1981 a 31 de dezembro de 2010 para as 3 estações do INMET e 38 postos da ANA, contidos dentro e nas proximidades da Bacia Hidrográfica do Itapecuru. No caso de variáveis associadas a valores acumulados no período de interesse, como a precipitação pluviométrica, computa-se X_{ij} como o valor acumulado no mês i , do ano j , isto é, a soma de todos os valores diários disponíveis para aquele mês e aquele ano, ou seja:

$$X_{ij} = \sum_k X_{kij}$$

Nestes casos, a OMM recomenda que se considerem apenas meses completos, sem nenhum dado faltante.

Variáveis que representam eventos observados em um período de interesse, como o mês ou o ano, por exemplo, dias com chuva acima de determinado limiar ou períodos com dias consecutivos sem chuva no mês. Nesses casos X_{ij} corresponde ao total de observações registradas no mês i , do ano j . Também nestes casos a recomendação da OMM é que se considerem apenas meses completos.

Nestes casos, a normal correspondente ao mês i será então computada como:

$$N(X_i) = \sum_j X_{ij} / m_i$$

Onde m_i é o número de anos para os quais se dispõe de valores X_{ij} .

Portanto, pela nomenclatura da OMM, se m_i for igual a 30, iniciando-se em 1º de janeiro de 1961 e terminando em 31 de dezembro de 1990, $n(X_i)$ será uma Normal Padrão ou Padronizada. Se m_i for inferior a 30, mas igual ou superior a 10, $n(X_i)$ será uma Normal Provisória. Caso m_i seja inferior a 10 o valor $n(X_i)$ será descartado.

Os valores diários de precipitação pluviométrica são computados como totais acumulados ao longo do dia. Para a chuva, as medidas são realizadas às 12 UTC (9 horas de Brasília). Assim, por exemplo, o valor de chuva associado ao dia de hoje, corresponderá ao total de chuva acumulada desde às 12 UTC de ontem, até às 12 UTC de hoje. Destaca-se que nessa fase do estudo, a precipitação é necessária para o cálculo do índice de erosividade.

2.3 Balanço Hídrico Climático

Para analisar as condições de disponibilidade de água no solo com relação aos períodos de excesso e deficiência será utilizado o balanço hídrico proposto por Thornthwaite e Mather (1955), o qual compara a precipitação pluvial com a evapotranspiração potencial, obtido pelo método de Thornthwaite (1948).

A deficiência de água foi obtida pela expressão (06):

$$DEF = ETP - ETR \quad (06)$$

Em que: ETP corresponde à Evapotranspiração Potencial (mm) e ETR à Evapotranspiração Real (mm). A ETR, obtida pelo método de Thornthwaite e Mather (1955), foi definida pelas condições estabelecidas pelas expressões (07) e (08):

$$Se(P - ETP) < 0 > ETR = P + |ALT| \quad (07)$$

$$Se(P - ETP) \geq 0 > ETR = ETP \quad (08)$$

Em que: P, corresponde à precipitação pluvial (mm) e ALT (mm) à alteração que consiste na diferença entre o Armazenamento de água no solo entre dois meses subsequentes.

O excesso de água no solo foi definido pelas condições estabelecidas pelas expressões (09) e (10):

$$SeARM < CAD > EXC = 0 \quad (09)$$

$$SeARM = CAD > EXC = (P - ETP) - ALT \quad (10)$$

Em que: CAD, corresponde à Capacidade de Água Disponível no Solo (mm), que para fins de avaliação climática foi estabelecido 100 mm e ARM o Armazenamento de água no solo (mm).

2.4 Evapotranspiração Potencial

De acordo com Thornthwaite (1948) a evapotranspiração potencial ou de referência em mm pode ser obtida pelas expressões (11) e (12).

$$ET_o = 16 \left(10 \frac{T_i}{I} \right)^a \text{ para } 0^\circ\text{C} \leq T_i \leq 26^\circ\text{C} \quad (11)$$

$$ET_o = -415,85 + 32,24T_i - T_i^2 \text{ para } T_i \geq 26^\circ\text{C} \quad (12)$$

Em que:

ET_o – Evapotranspiração potencial ou de referência (mm/mês);

T_i – Temperatura média do ar (°C);

I – Índice térmico imposto pelo regime climático local, sendo determinado pela expressão (13):

$$I = (0,2T_i)^{1,514} \text{ para } T \geq 0^\circ\text{C} \quad (13)$$

$$a = 6,75 \times 10^{-7} I^3 - 7,71 \times 10^{-5} I^2 + 1,7912 \times 10^{-2} I + 0,49239 \quad (14)$$

Em que i representa o mês do ano (variando de 1, janeiro a 12, dezembro).

As equações (11) e (12) fornecem a evapotranspiração para mês de 30 dias e fotoperíodo de 12 horas.

Para obter a evapotranspiração potencial, multiplica-se o valor obtido por essas equações pelo fator de correção (C) segundo relação (15):

$$C = \left(\frac{N}{12} \right) \times \left(\frac{ND}{30} \right) \quad (15)$$

Em que N é o fotoperíodo em horas e ND o número de dias do mês.

2.5 Índice de Erosividade

A fim de realizar trabalhos de conservação do solo, além das características edafoclimáticas de uma determinada área, é imprescindível conhecer os índices de erosividade, uma vez que as áreas desprotegidas submetem o solo à constante processo erosivo, no qual a precipitação pluviométrica exerce grande influência. Uma vez que a capacidade das precipitações em causar erosão, sobretudo sobre áreas degradadas, pode ser expressa por meio de um índice numérico, o qual é utilizado no cálculo da erosão do solo e expresso em MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ ano⁻¹. Neste trabalho utilizou-se o método proposto por Moraes *et al.* (1991), o qual é definido pela seguinte expressão (16):

$$R_x = 36,849 * \left(\frac{M_x^2}{P}\right)^{1,0852 (16)}$$

Onde:

R_x = Índice de erosividade ($\text{MJ mm ha}^{-1} \text{h}^{-1} \text{ano}^{-1}$)

M_x^2 = Precipitação média mensal (mm)

P = Precipitação média anual (mm)

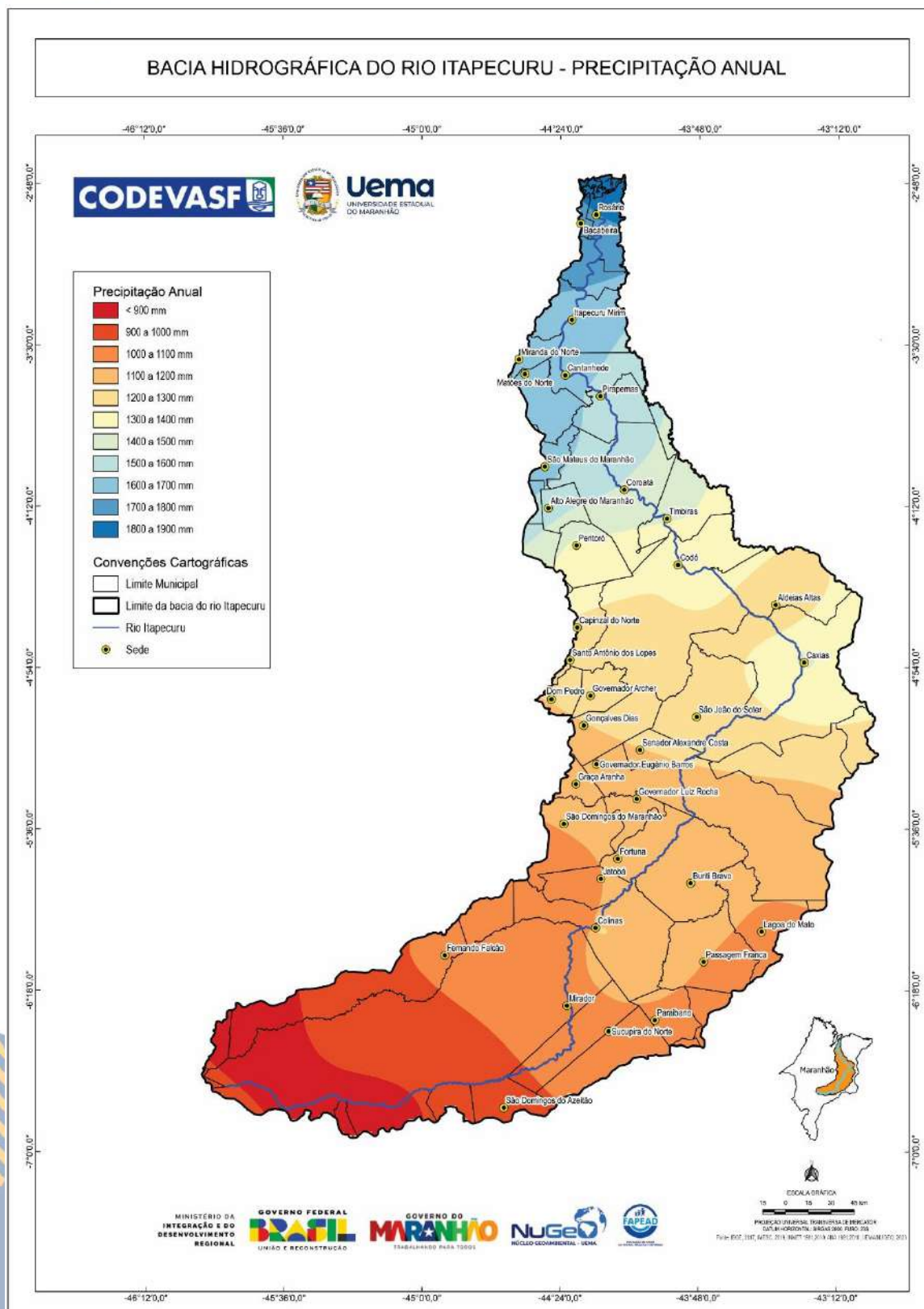
3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Precipitação Pluviométrica

Sabe-se que a precipitação pluviométrica é a forma de entrada de água em uma bacia hidrográfica. Ela fornece subsídios para a quantificação do abastecimento de água, irrigação, controle de inundações, erosão do solo etc., sendo fundamental para o adequado dimensionamento de obras hidráulicas, entre outros. É normalmente expressa em termos da espessura da lâmina d'água que se formaria sobre uma superfície horizontal, plana e impermeável, com 1m^2 de área. A unidade adotada é o milímetro, que corresponde à precipitação de um litro de água por metro quadrado sobre a superfície terrestre. A análise da distribuição da chuva ao longo da bacia do Itapecuru será dividida em cinco partes: anual, trimestre Jan/Fev/Mar, trimestre Abr/Mai/Jun, trimestre Jul/Ago/Set e trimestre Out/Nov/Dez. Os valores de chuva são acumulados feitos para cada categoria dessas.

Ao longo do curso da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru, os totais pluviométricos anuais são, em média, 1303,5 milímetros, com os maiores índices anuais no setor norte do curso, com registros próximos a 1927,2 mm. Os menores registros anuais de precipitação pluviométrica nesta região concentram-se no setor sul, com registros inferiores a 900 mm, Figura 82.

Figura 82 – Precipitação pluviométrica média anual na Bacia do Rio Itapecuru.



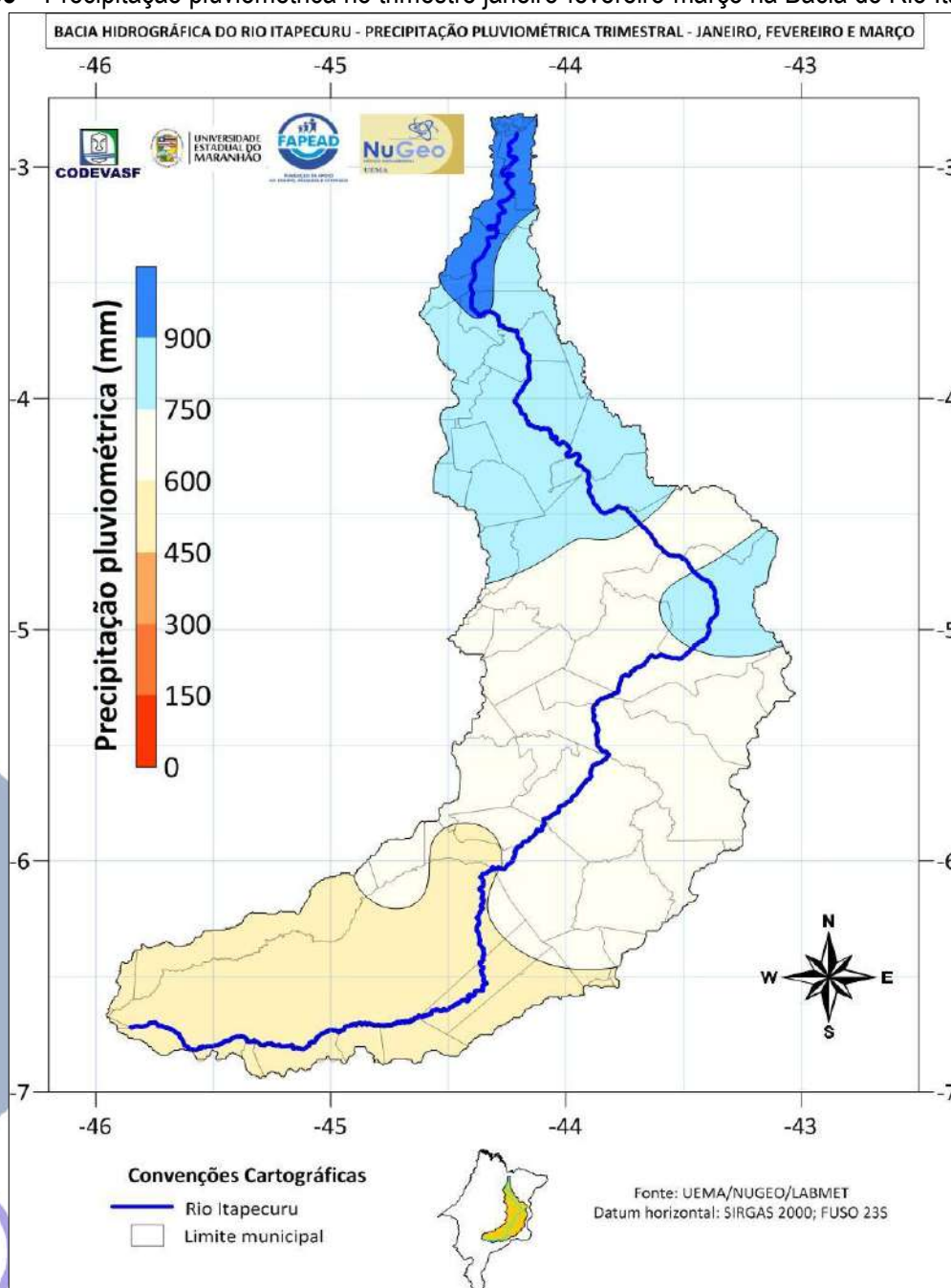
Fonte: Registros da Pesquisa (2022).

A média regional dos totais pluviométricos do trimestre de janeiro-fevereiro-março na Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru é de 681,8 mm, com os maiores registros no setor Norte, cerca de 930,0 mm e os menores registros próximos a 486,8 mm (

Figura 83), verificados no Sul.

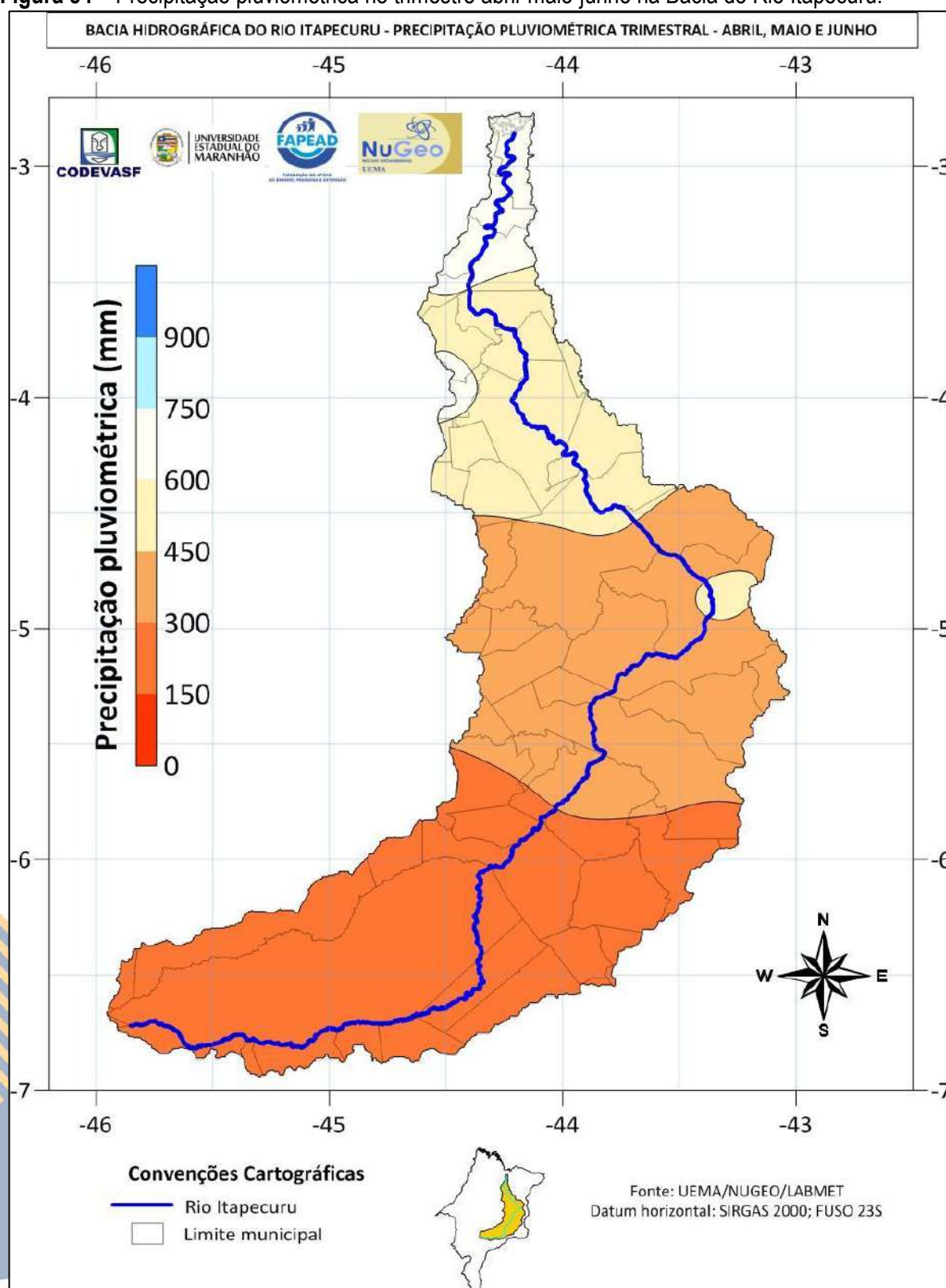
Observa-se na **Figura 84**, que a média regional dos totais pluviométricos do trimestre abril-maio-junho na Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru é de 351,1 mm. Os maiores registros dos totais ocorrem sobre a região norte, com registros próximos a 726,4 mm e os menores registros na região sul, 152,7 mm.

Figura 83 – Precipitação pluviométrica no trimestre janeiro-fevereiro-março na Bacia do Rio Itapecuru.



Fonte: Registros da Pesquisa (2022).

Figura 84 – Precipitação pluviométrica no trimestre abril-maio-junho na Bacia do Rio Itapecuru.

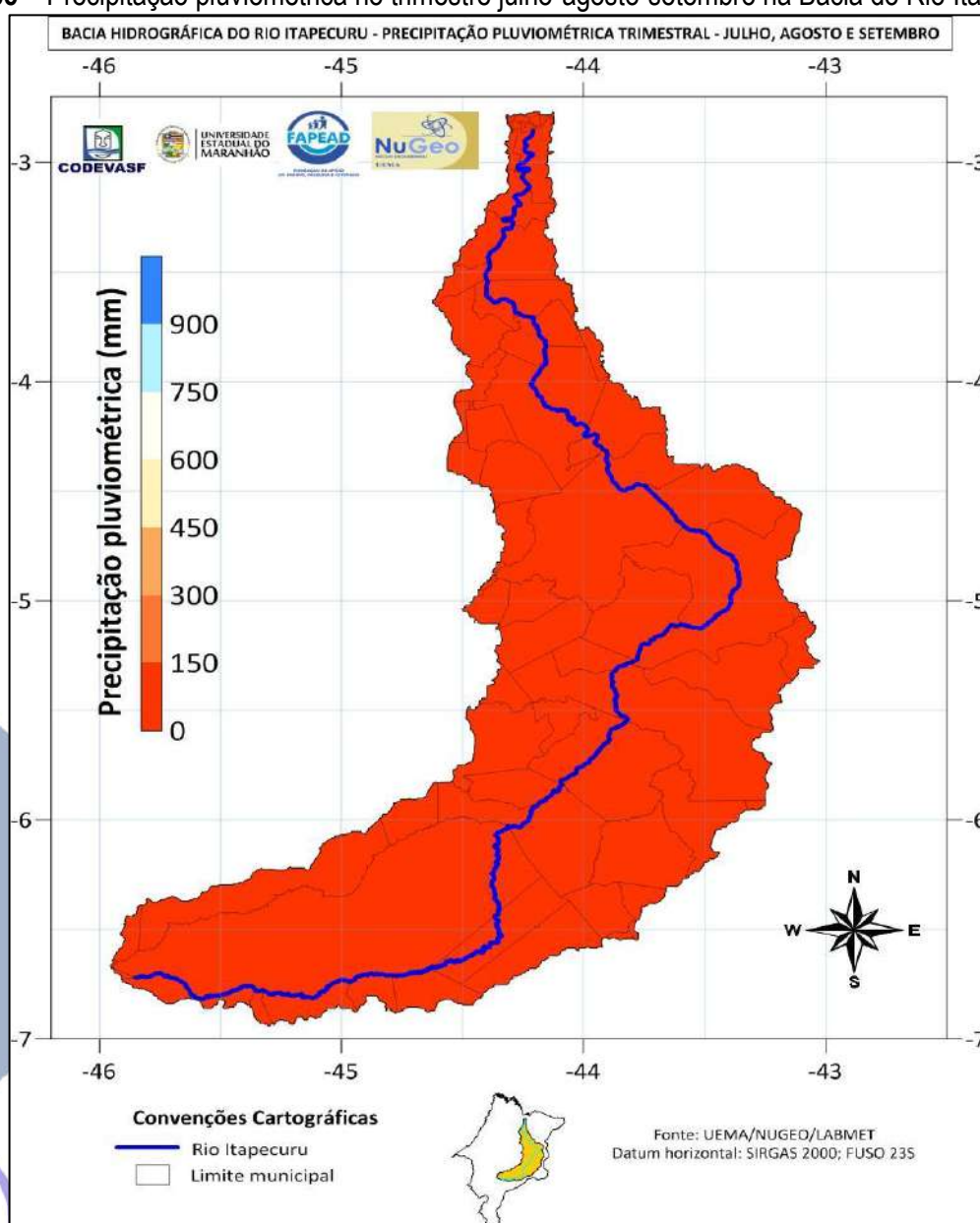


Fonte: Registros da Pesquisa (2022).

No trimestre julho-agosto-setembro (**Figura 85**), a média regional dos totais pluviométricos do trimestral na Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru é de 35,3 mm, sendo os maiores registros com valores próximos a 133,8 mm e os menores, próximos a 21,8 mm. No mapa, esses dois extremos estão presentes na mesma faixa de cores do intervalo de 0 a 150 mm.

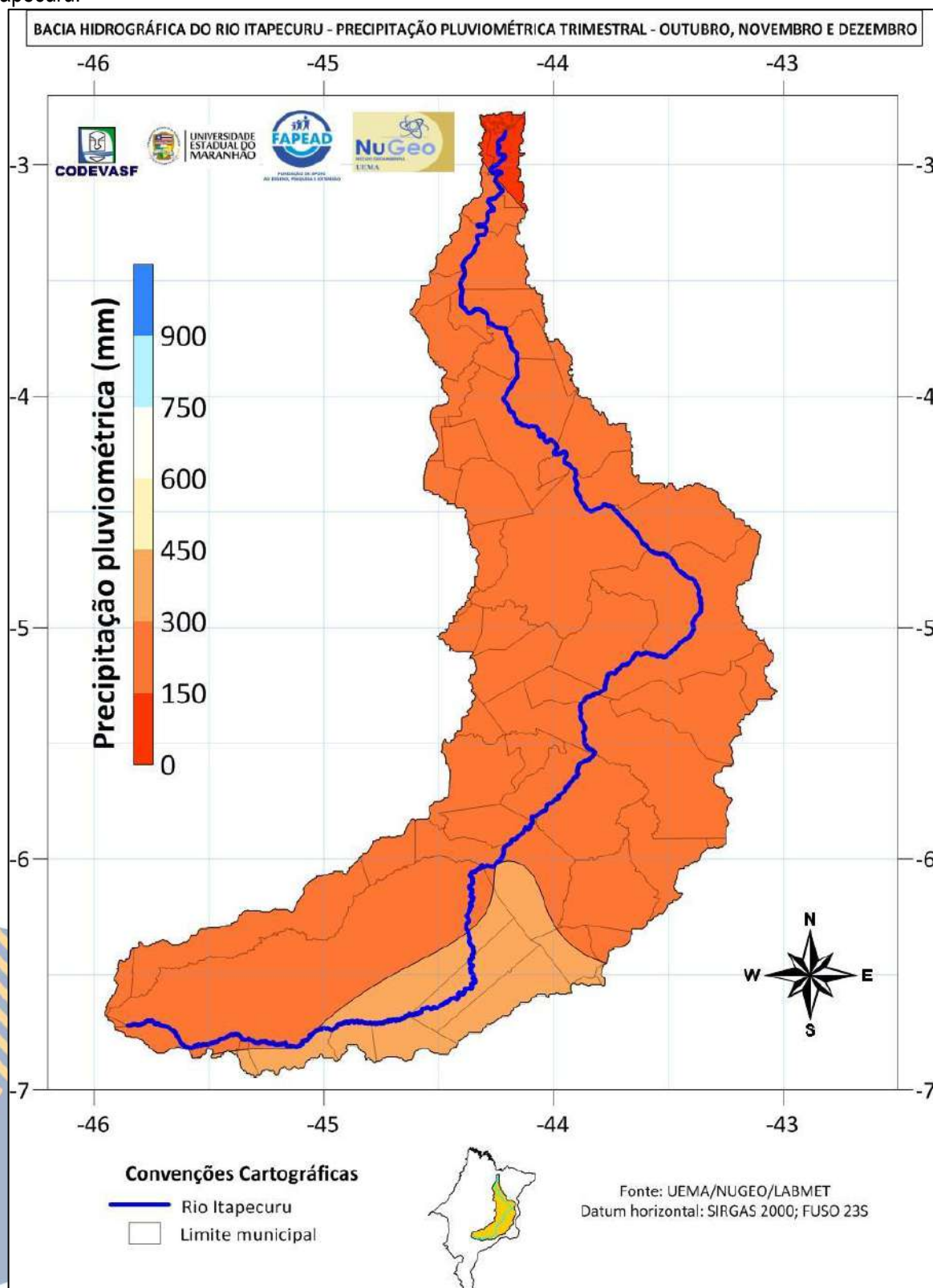
A **Figura 86** mostra que de outubro a dezembro os totais médios regionais de precipitação pluviométrica da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru é de 235,2 mm, com as maiores intensidades trimestrais no setor sul, com registro próximo de 326,5 mm e os menores totais pluviométricos trimestrais no setor norte com registro inferior a 137,0 mm.

Figura 85 – Precipitação pluviométrica no trimestre julho-agosto-setembro na Bacia do Rio Itapecuru.



Fonte: Registros da Pesquisa (2022).

Figura 86 – Precipitação pluviométrica no trimestre outubro-novembro-dezembro na Bacia do Rio Itapecuru.



Fonte: Registros da Pesquisa (2022).

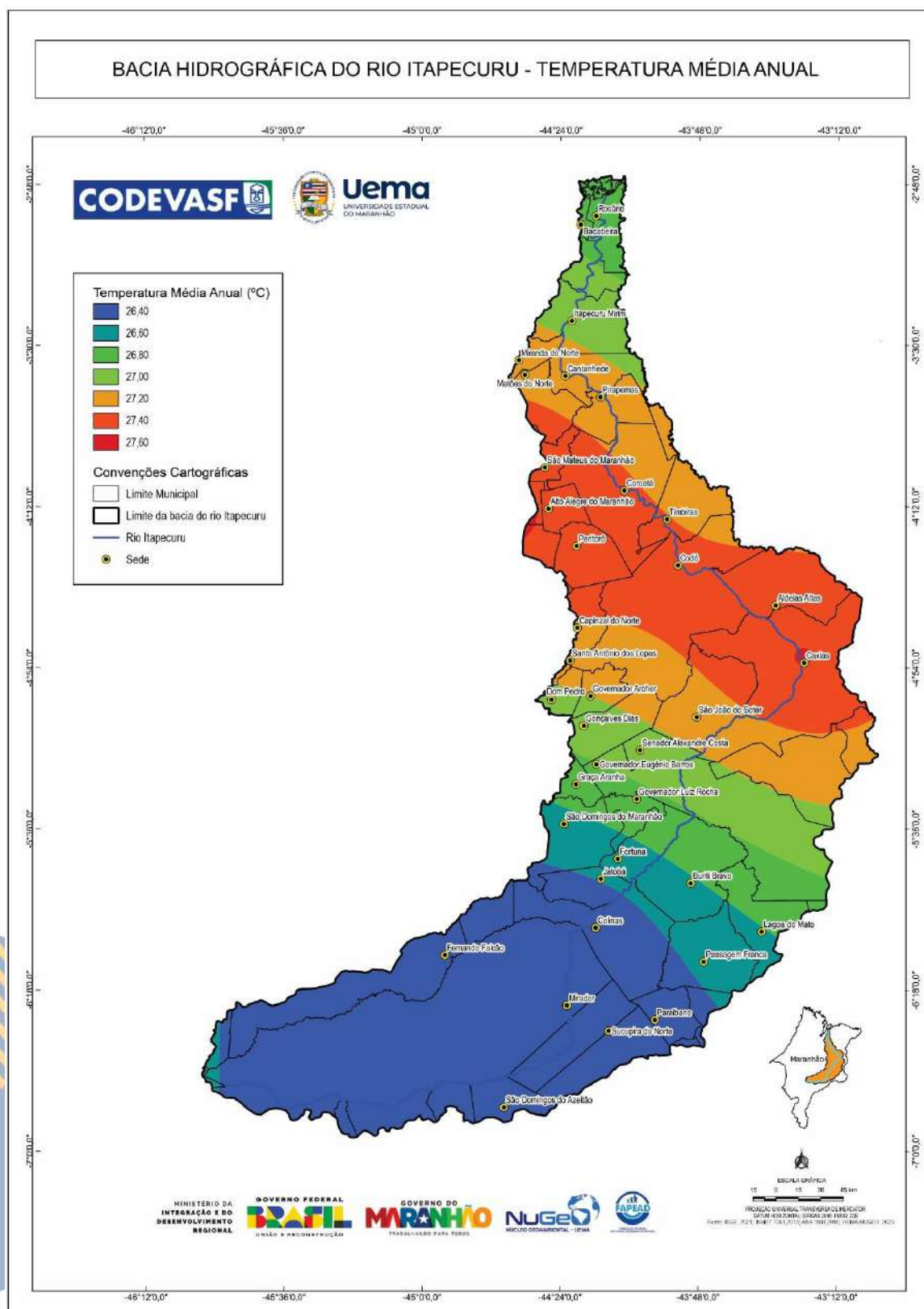
3.2 Temperatura Média do Ar

No mapa da Figura 87, pode-se observar que ao longo do Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru, os registros médios regionais anuais das temperaturas do ar são 27,0 °C, com as maiores temperaturas do ano próximo a 27,6 °C. Em contrapartida, os menores registros médios anuais da temperatura média do ar são verificados na grande área sobre a região sul com mínimos registros em torno de 26,4 °C.

Na média regional da temperatura do ar do trimestre janeiro-fevereiro-março, ao longo da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru, é de 26,2°C (Figura 88). Esse trimestre apresenta os maiores registros térmicos, 26,8 °C, no setor centro norte, enquanto os menores registros são verificados na grande área no Sul, 25,7 °C.

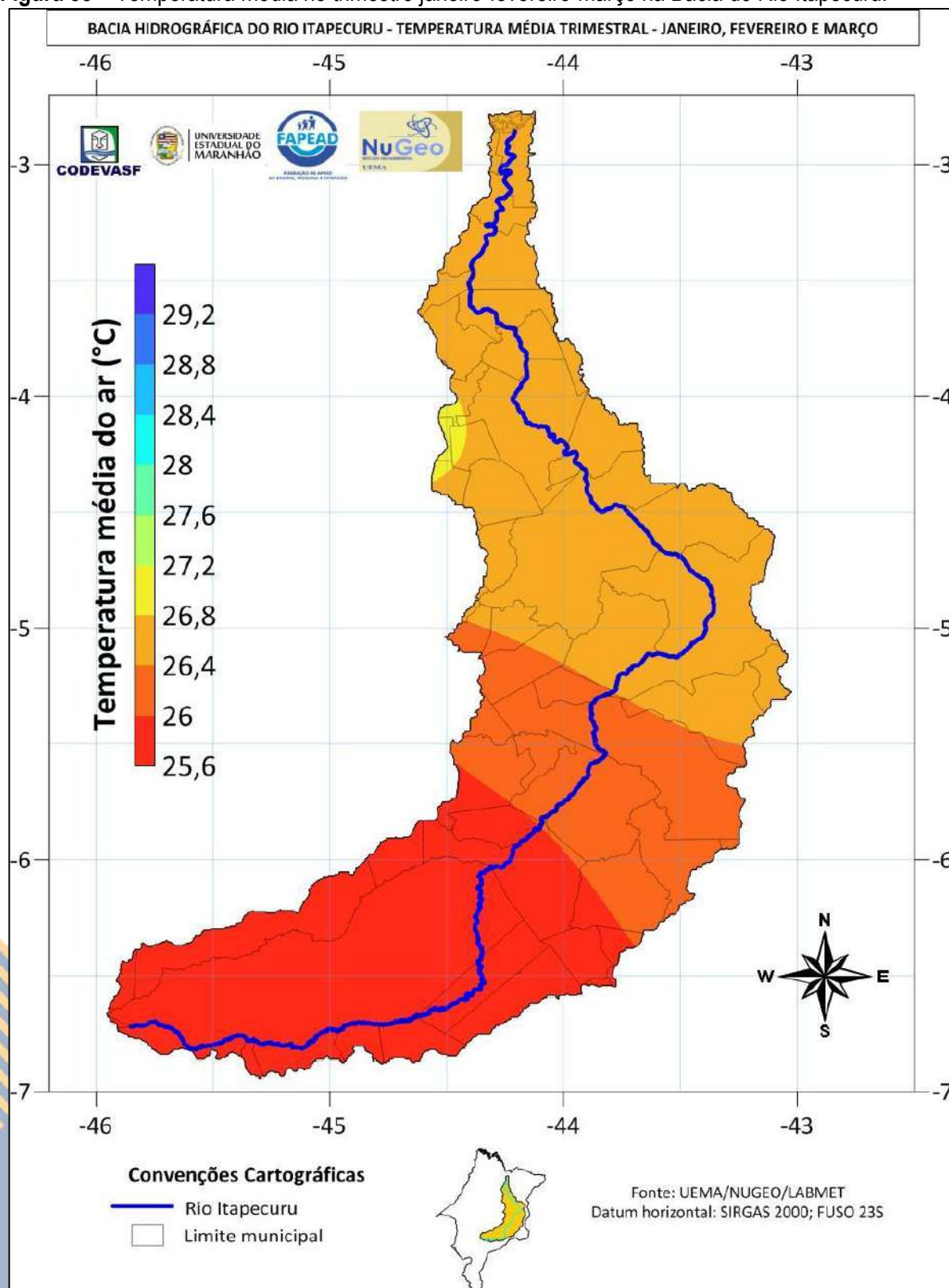
A Figura 89 demonstra que a temperatura média do ar no trimestre abril-maio-junho na Bacia em estudo é de 26,3 °C, com as médias térmicas maiores ocorridas na região centro norte, cujos registros aproximam-se de 27,0 °C e os menores registros na grande área ao sul da bacia, com registro mínimo em torno de 25,8 °C.

Figura 87 – Temperatura média anual na Bacia do Rio Itapecuru.



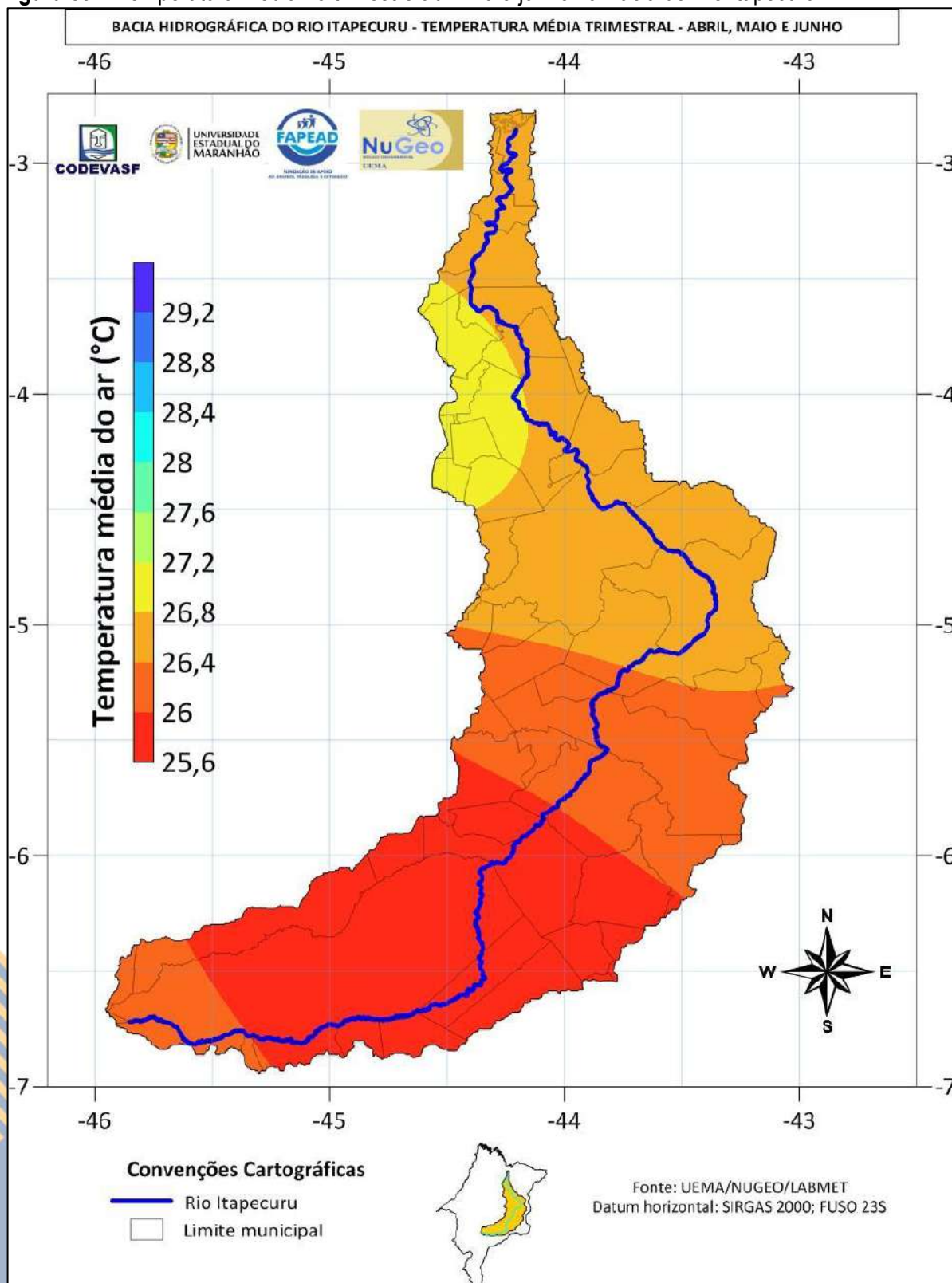
Fonte: Registros da Pesquisa (2022).

Figura 88 – Temperatura média no trimestre janeiro-fevereiro-março na Bacia do Rio Itapecuru.



Fonte: Registros da Pesquisa (2022).

Figura 89 – Temperatura média no trimestre abril-maio-junho na Bacia do Rio Itapecuru.

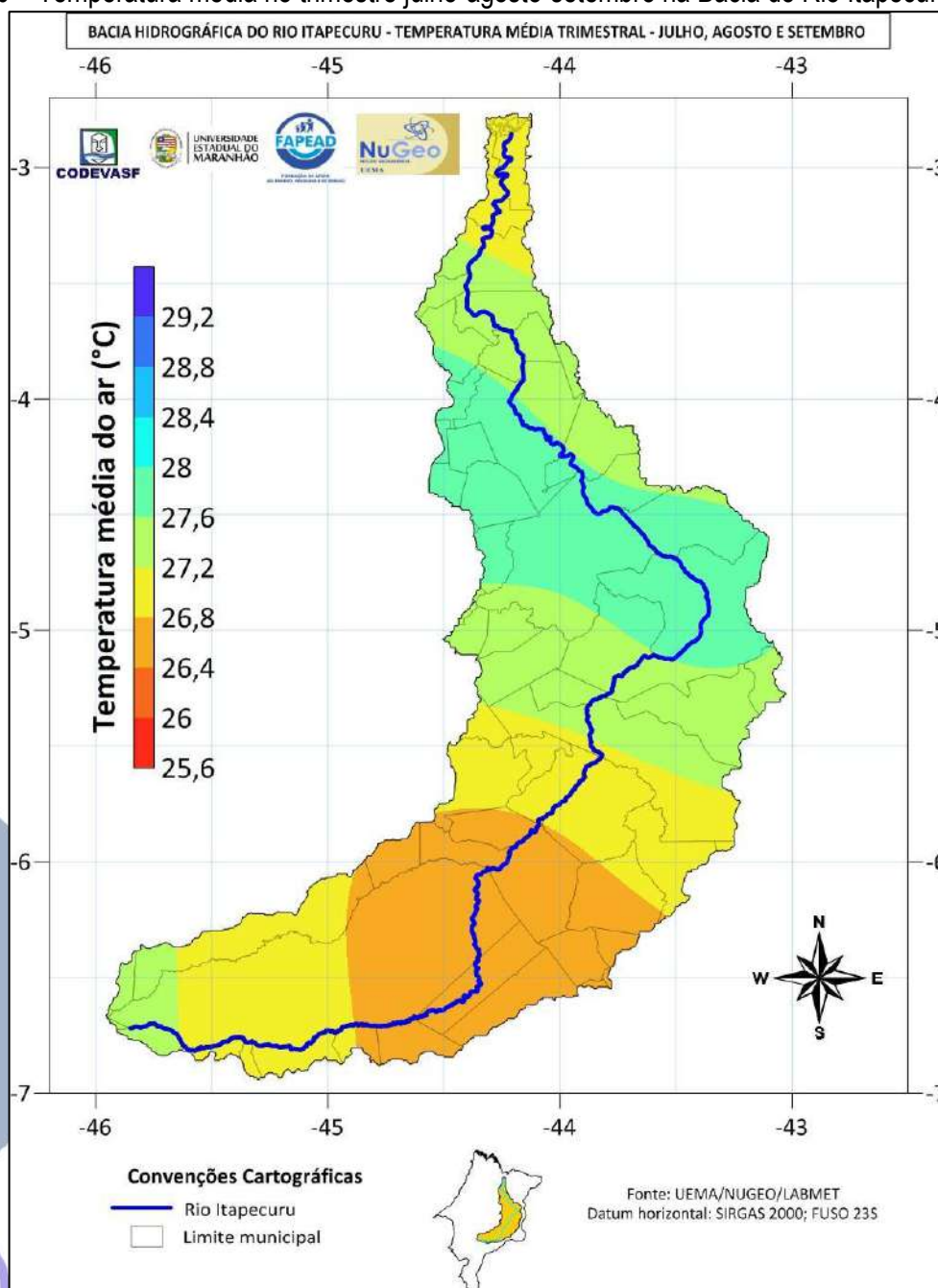


Fonte: Registros da Pesquisa (2022).

No trimestre julho-agosto-setembro, a temperatura média da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru é de 27,2 °C, com os maiores registros térmicos verificados em torno de 27,9 °C e os menores registros médios em torno de 26,6 °C (Figura 90).

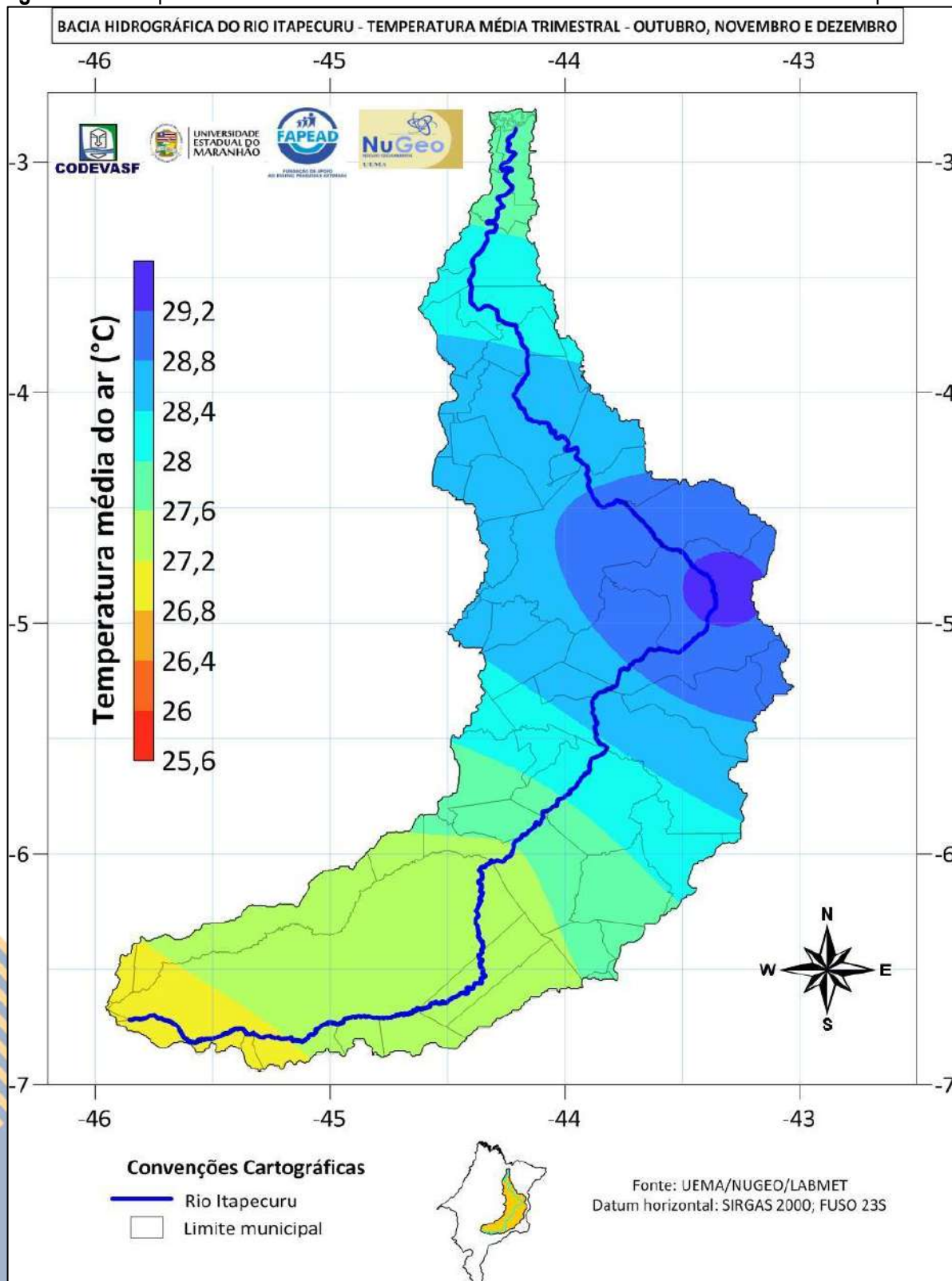
No período de outubro a dezembro (Figura 91), as temperaturas médias trimestrais da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru são de 28,1 °C, com os maiores registros verificados em uma porção do setor leste, valores próximos a 29,4 °C e os menores registros ocorrem no sul da bacia, em torno de 27,1 °C.

Figura 90 – Temperatura média no trimestre julho-agosto-setembro na Bacia do Rio Itapecuru.



Fonte: Registros da Pesquisa (2022).

Figura 91 – Temperatura média no trimestre outubro-novembro-dezembro na Bacia do Rio Itapecuru.



Fonte: Registros da Pesquisa (2022).

3.3 Evapotranspiração Potencial

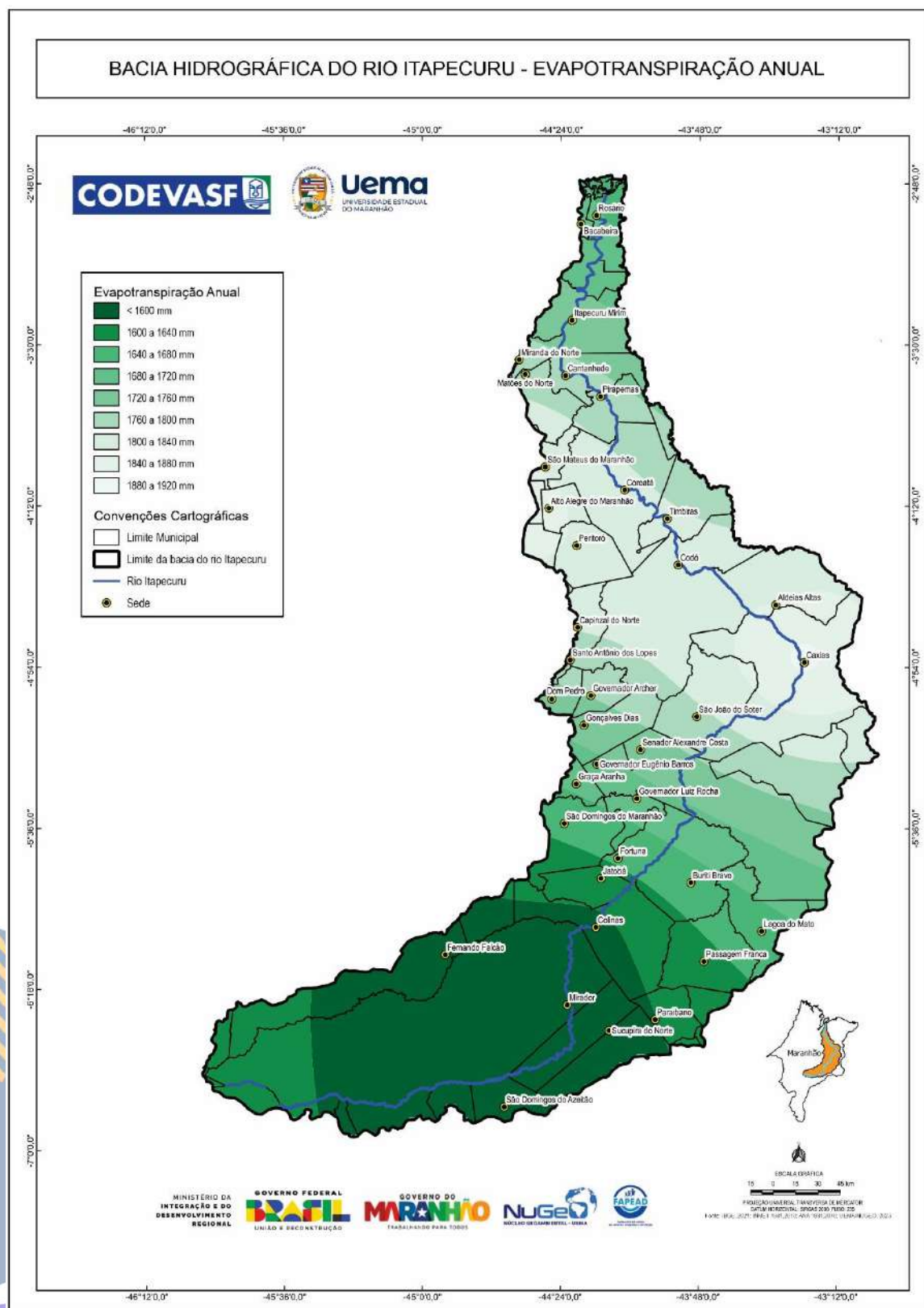
Em média, ao longo da região hidrográfica da Bacia do Itapecuru, as perdas anuais de água por evapotranspiração são elevadas e média anual em torno de 1.745,5 mm. A Figura 92 apresenta que os maiores registros são verificados em pontos isolados dos setores noroeste e leste culminando em até 1.931,5 mm e os menores índices ocorrem nas regiões sul e sudoeste com o mínimo de 1.619,5 mm.

O comportamento sazonal das chuvas revela, na

Figura 93, que, em média, a evapotranspiração potencial do trimestre de janeiro a março totaliza 391,1 mm e os maiores registros são verificados a leste com até 475,1 mm e os menores índices de evapotranspiração potencial se distribuem sobre os setores sul, sudeste e sudoeste com até 362,3 mm.

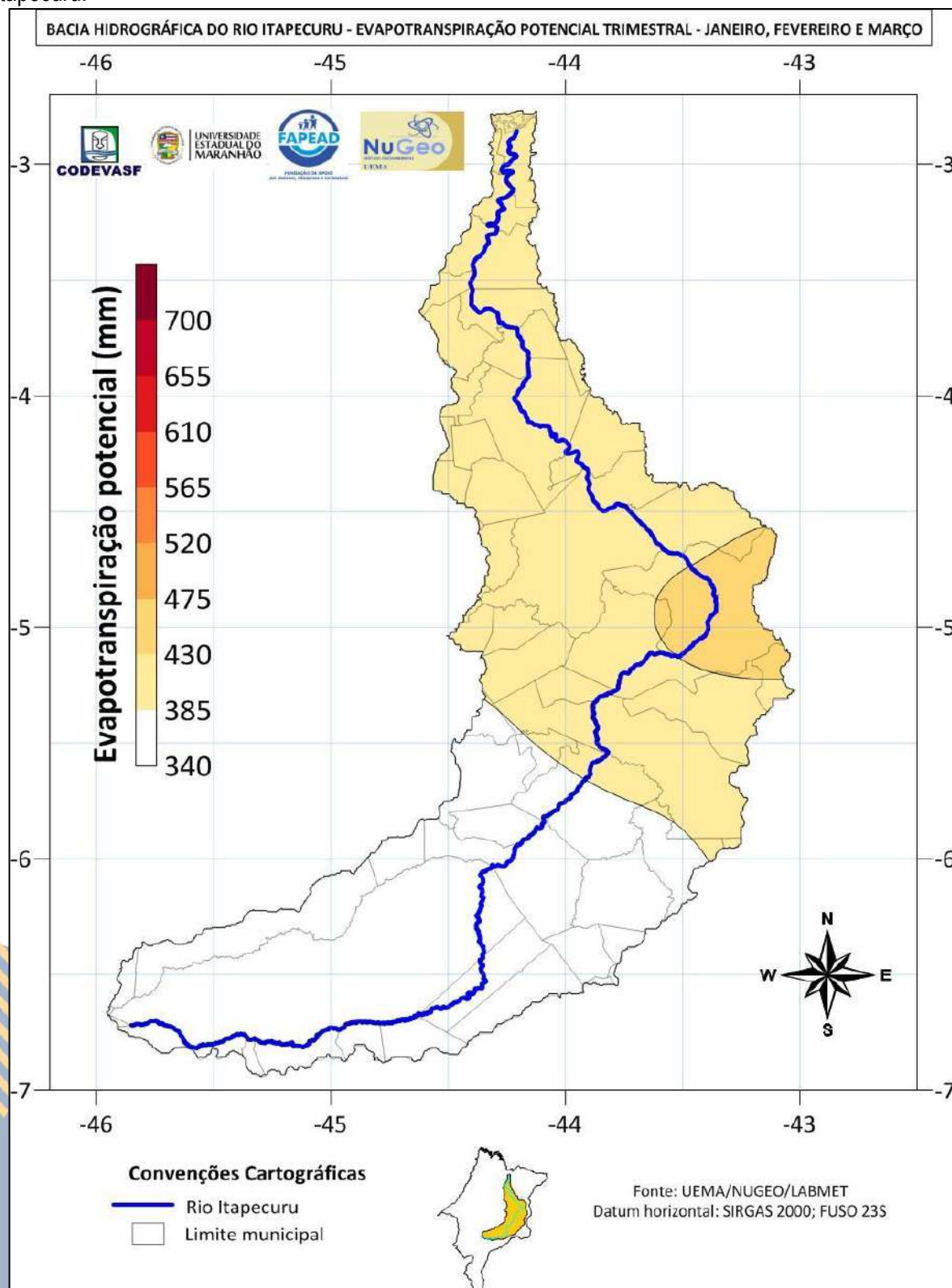
No segundo trimestre, em média, a ETP é de 381,1 mm, as maiores ETP são observadas na Figura 94, ao longo da grande área onde o pico máximo é de 426,6 mm, o seu oposto é verificado sobre as regiões central, leste, oeste, sul e sudoeste com até 343,7 mm.

Figura 92 – Evapotranspiração Potencial anual na Bacia do Rio Itapecuru.



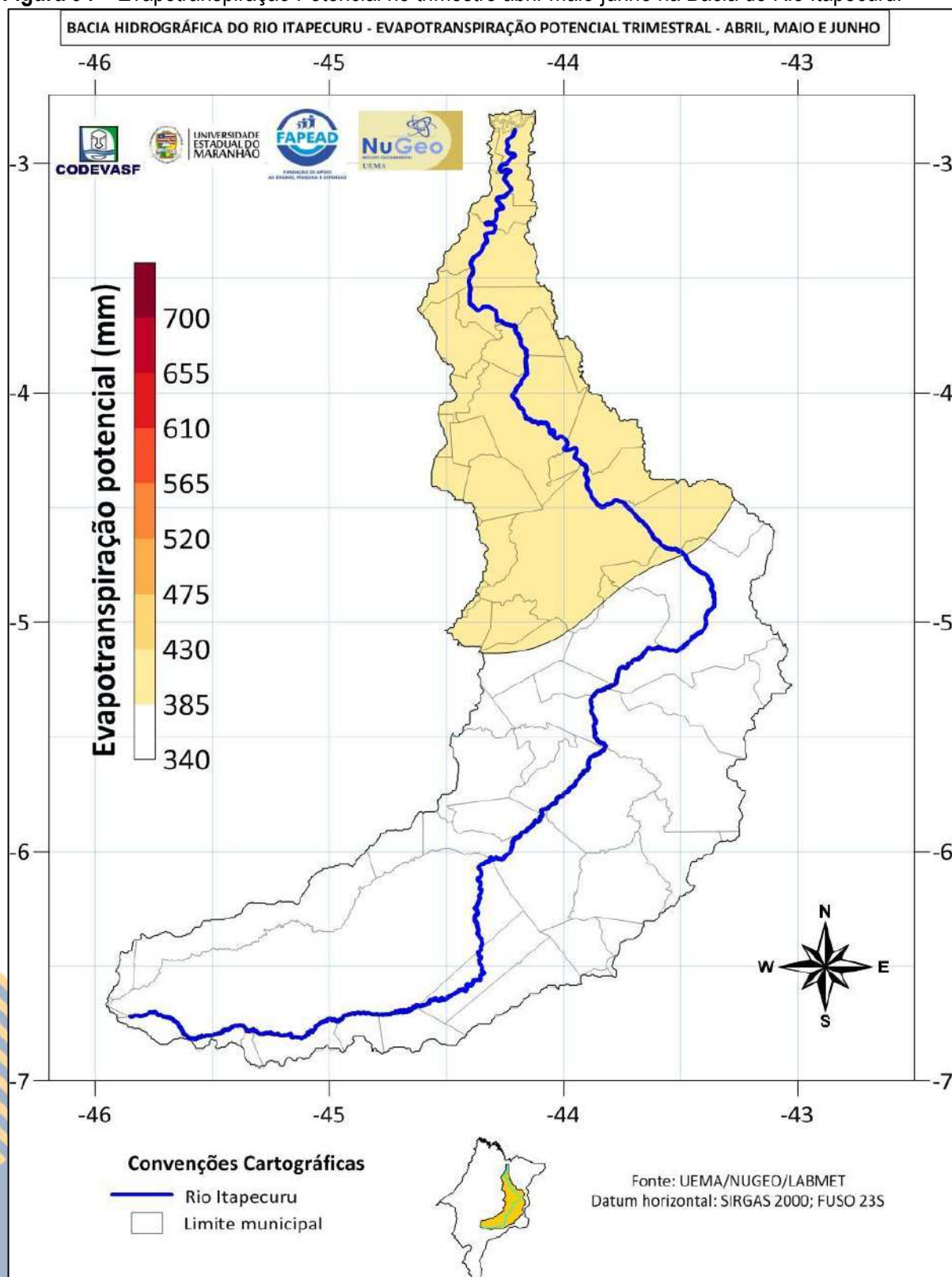
Fonte: Registros da Pesquisa (2022).

Figura 93 – Evapotranspiração Potencial no trimestre janeiro-fevereiro-março na Bacia do Rio Itapecuru.



Fonte: Registros da Pesquisa (2022).

Figura 94 – Evapotranspiração Potencial no trimestre abril-maio-junho na Bacia do Rio Itapecuru.



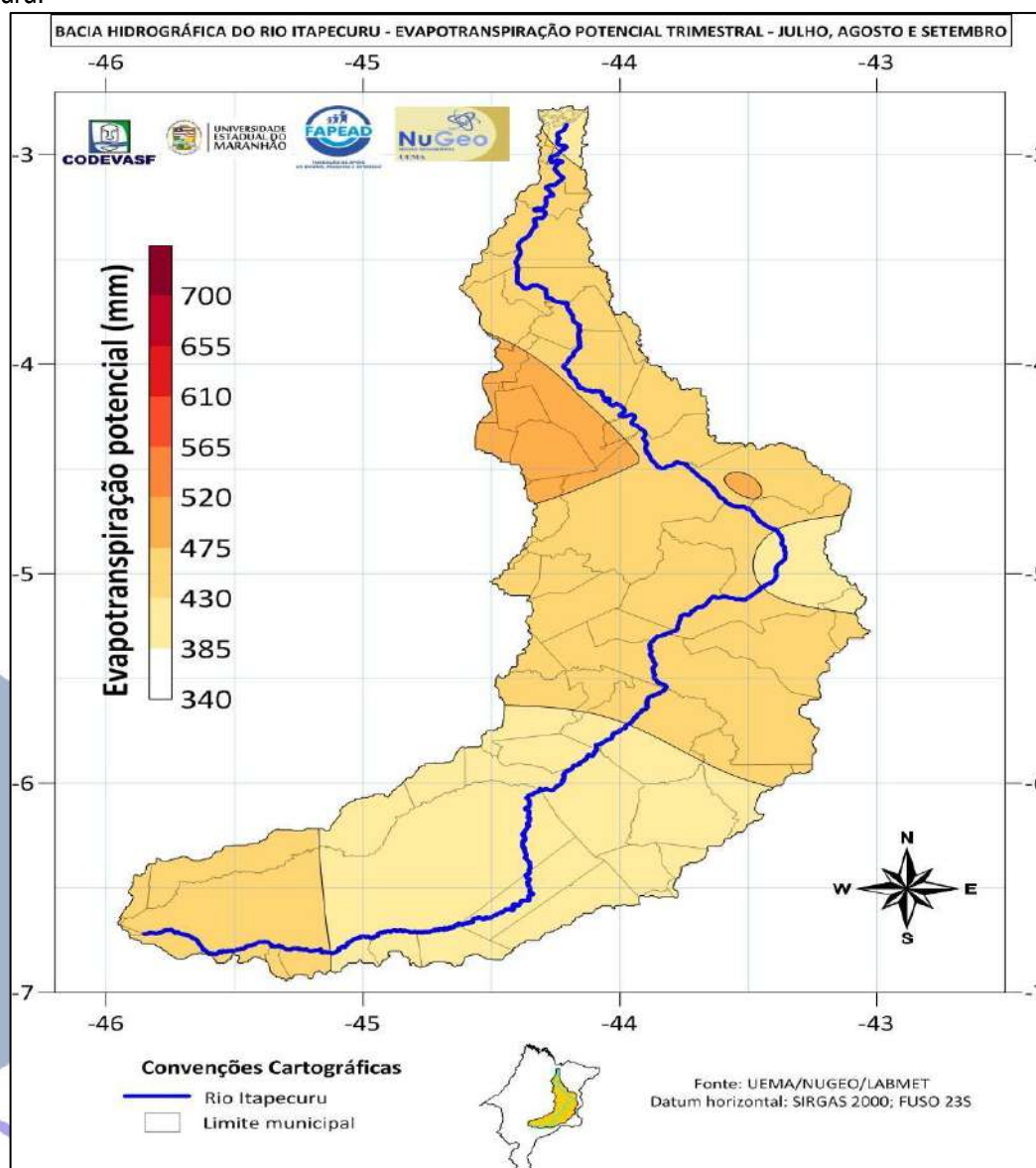
Fonte: Registros da Pesquisa (2022).

Na região Hidrográfica da Bacia do Rio Itapecuru durante o trimestre julho-agosto-setembro, em média, a evapotranspiração potencial é de 441,3 mm. Nessa região (**Figura 95**), nota-se que os maiores índices de evapotranspiração potencial se concentram em pontos isolados a noroeste e leste com até 491,5 mm. Enquanto os menores registros se concentram sobre os setores leste, sudeste, sudoeste e sul com até 408,8 mm.

No último trimestre do ano, pode-se observar na (

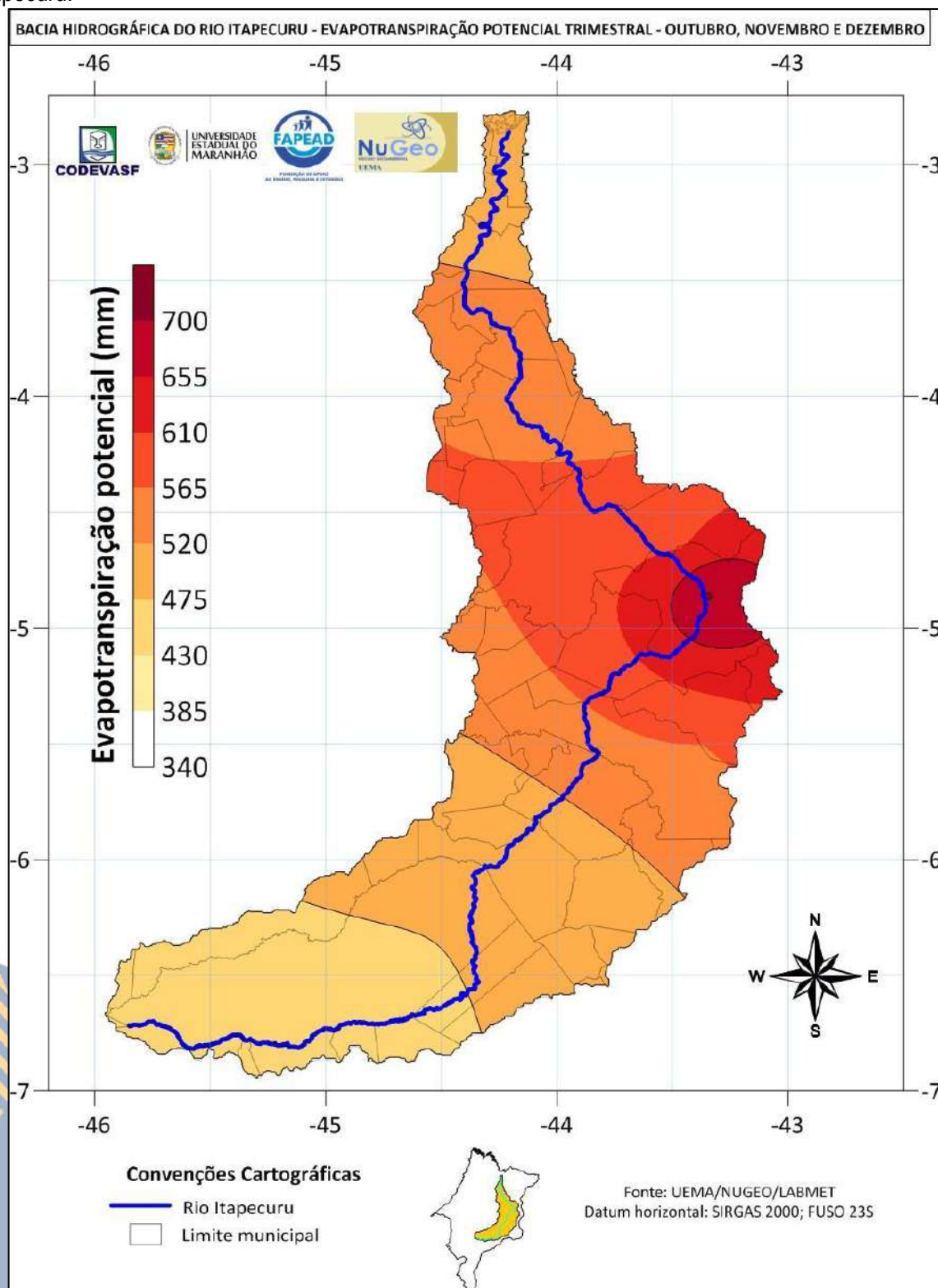
Figura 96) os maiores registros de precipitação concentrados no setor leste com até 703,8 mm e os menores registros, na região sul, com mínimo de até 456,8 mm.

Figura 95 – Evapotranspiração Potencial no trimestre julho-agosto-setembro na Bacia do Rio Itapecuru.



Fonte: Registros da Pesquisa (2022).

Figura 96 – Evapotranspiração Potencial no trimestre outubro-novembro-dezembro na Bacia do Rio Itapecuru.



Fonte: Registros da Pesquisa (2022).

3.4 Deficiência Hídrica

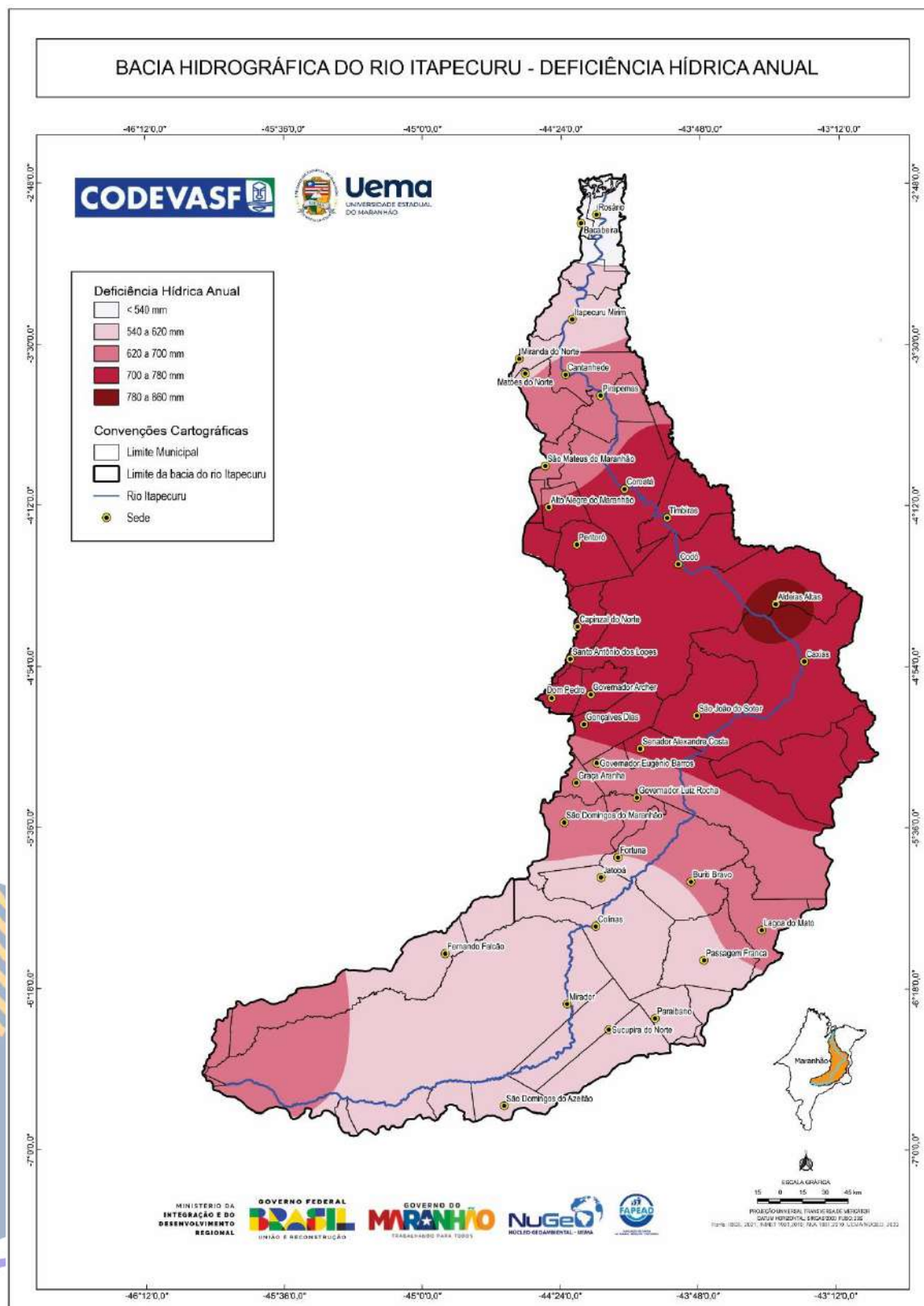
Ao longo da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru, em média, os totais de deficiências hídricas são de 738,4 milímetros ao ano, cujos maiores índices se concentram no setor leste, com registros em torno de 885,3 mm. Ocorrendo o oposto no setor centro-sul, onde são registrados 552,9 mm, Figura 97.

Na Bacia do Rio Itapecuru, durante o primeiro trimestre do ano, geralmente não se formam condições de deficiência de água no solo, em razão do quantitativo de chuva que é registrado nesse período. Porém, a partir do trimestre de abril a junho inicia a deficiência hídrica, com registro de média regional de 63,7 mm, conforme demonstrado na Figura 98, com os maiores registros verificados na região sul da Bacia, culminando com 143,7mm. Já as áreas ao norte da região apresentam índices menores ou iguais a 100 mm em sua maioria e podem chegar à até 0,7 mm trimestrais.

Verifica-se na

Figura 99, que no trimestre julho-agosto-setembro a média de deficiência hídrica ao longo da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru é de 377,3 mm com os maiores registros do trimestre nos setores nordeste, leste, centro-oeste, sudeste e sul, nestas regiões são verificados saldos trimestrais de deficiência hídrica de até 419,9 mm, enquanto os menores saldos do trimestre, ocorrem sobre o setor norte culminando com o mínimo de 206,4 mm.

Figura 97 – Deficiência Hídrica anual na Bacia do Rio Itapecuru.



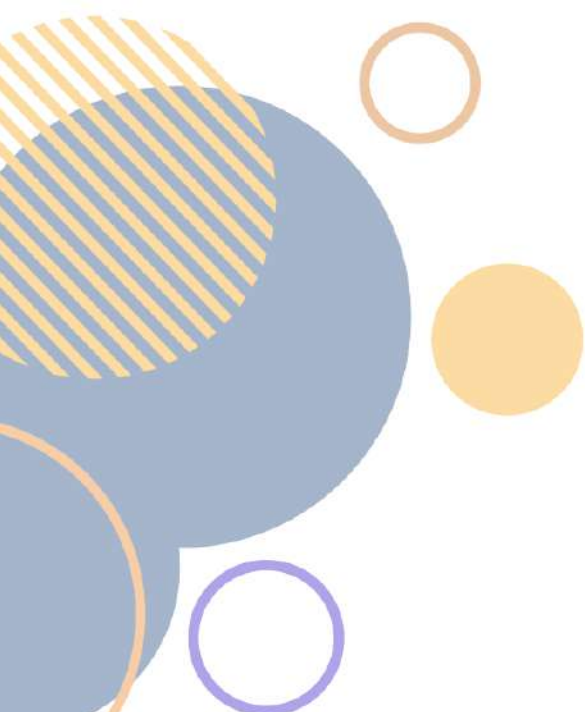
Fonte: Registros da Pesquisa (2022).

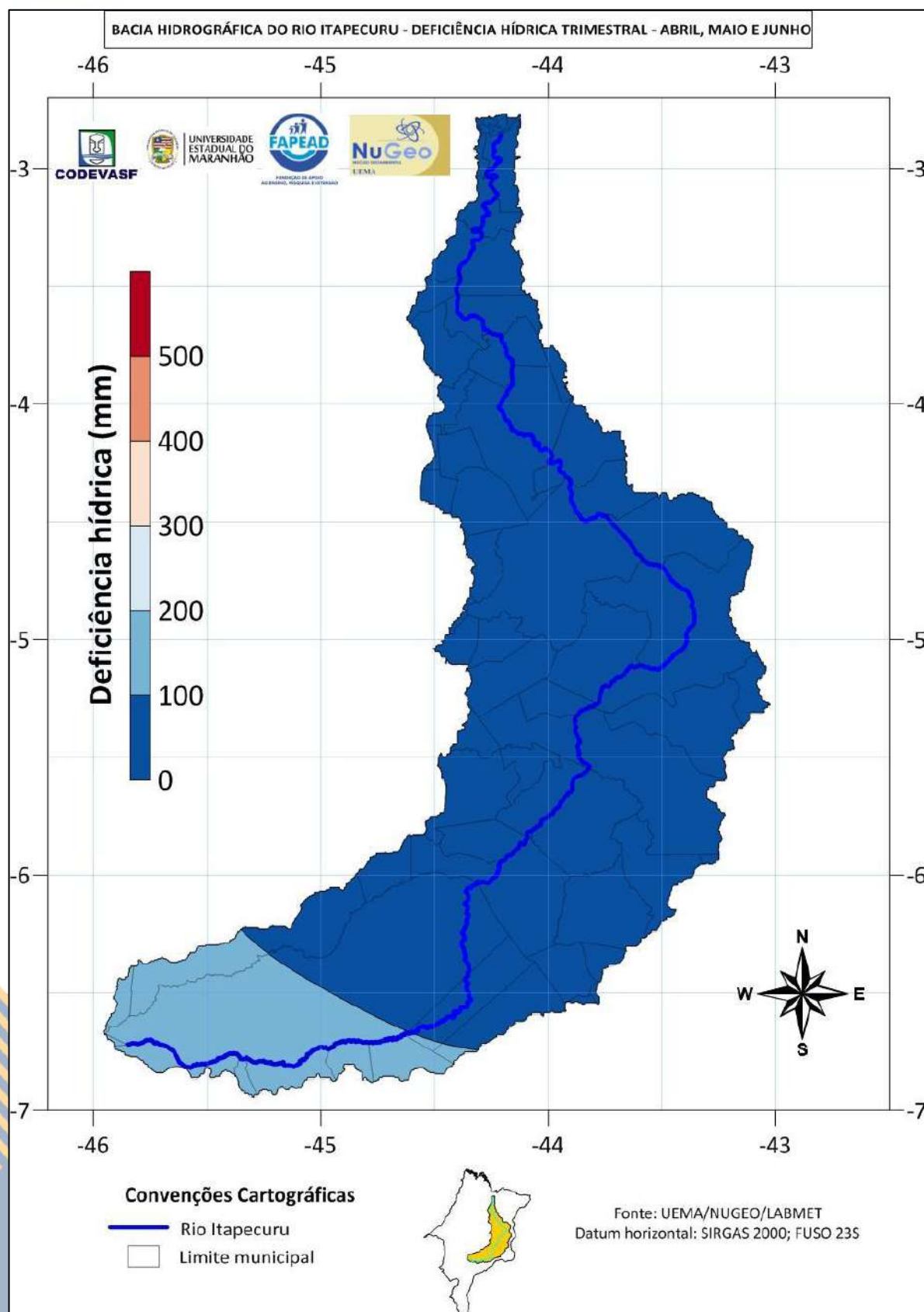


Uema
UNIVERSIDADE ESTADUAL
DO MARANHÃO



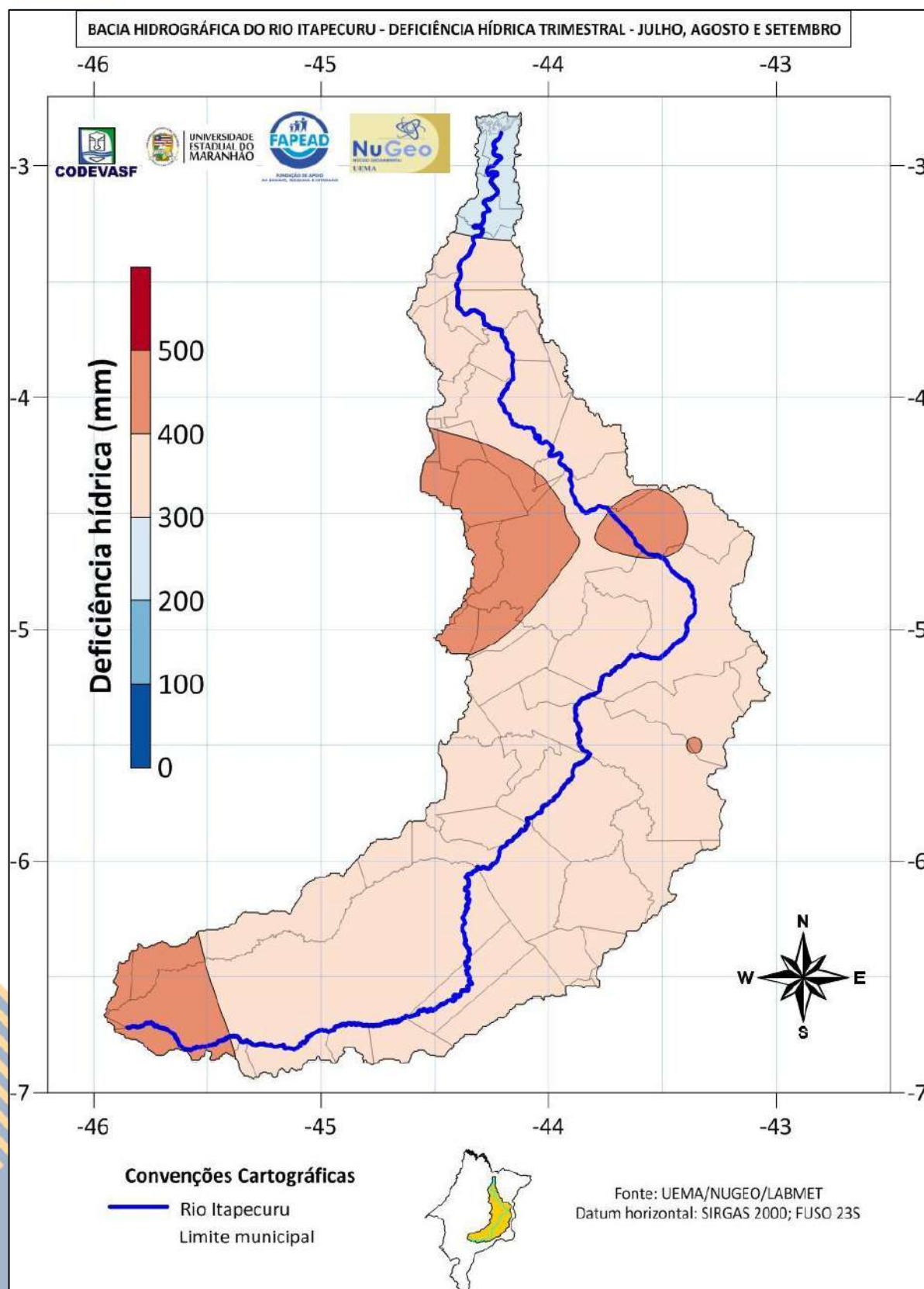
Figura 98 – Deficiência Hídrica no trimestre abril-maio-junho na Bacia do Rio Itapecuru.





Fonte: Registros da Pesquisa (2022).

Figura 99 – Deficiência Hídrica no trimestre julho-agosto-setembro na Bacia do Rio Itapecuru.

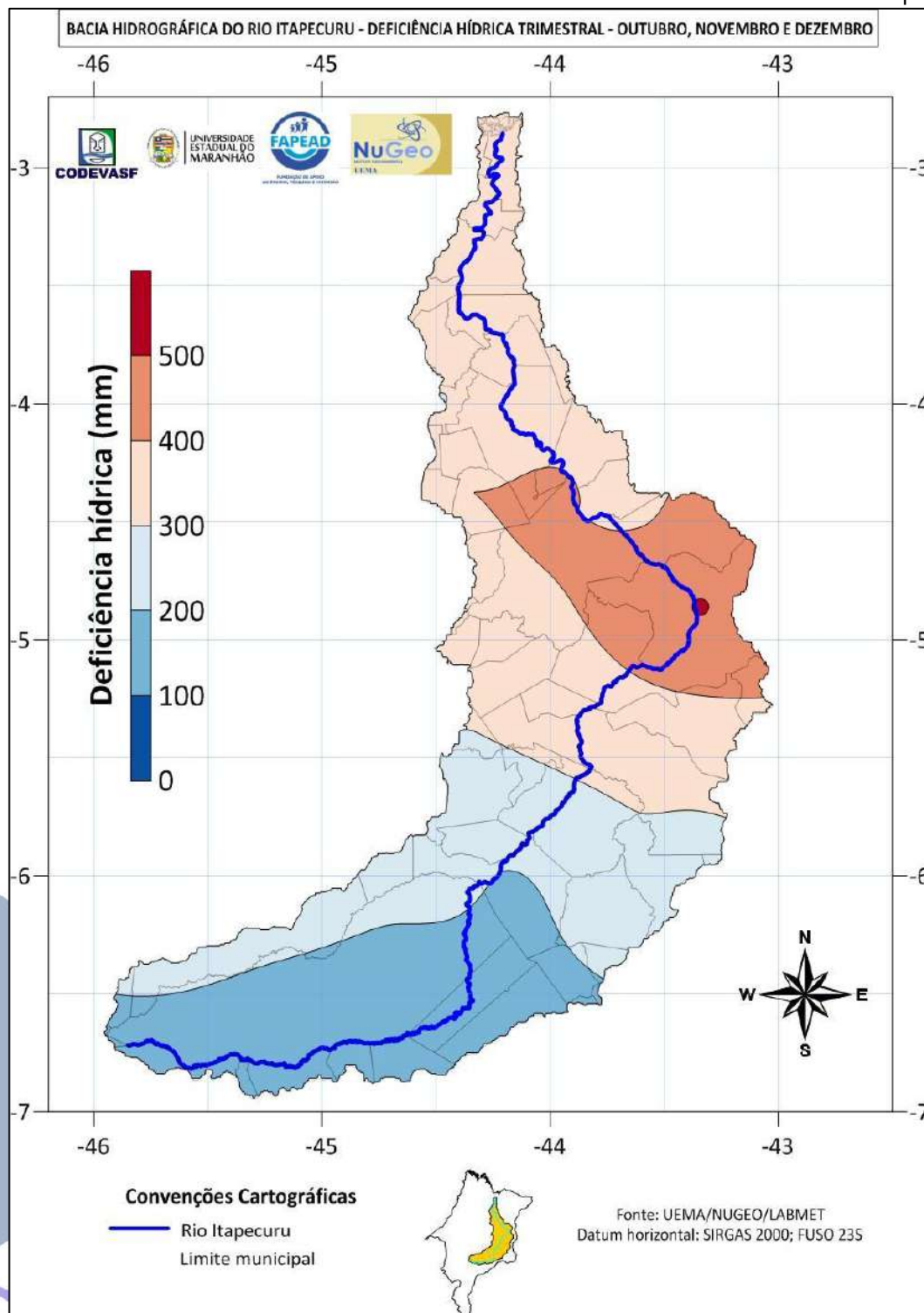


Fonte: Registros da Pesquisa (2022).

A

Figura 100 mostra que de outubro a dezembro os totais médios de deficiência hídrica manifestados ao longo da Bacia do Rio Itapecuru são de 297,4 mm com as maiores intensidades trimestrais no setor leste, com registro de 509,9 mm. Enquanto as menores taxas trimestrais de deficiência hídrica são encontradas no setor sul com registro de 146,5 mm.

Figura 100 – Deficiência Hídrica no trimestre outubro-novembro-dezembro na Bacia do Rio Itapecuru.



Fonte: Registros da Pesquisa (2022).

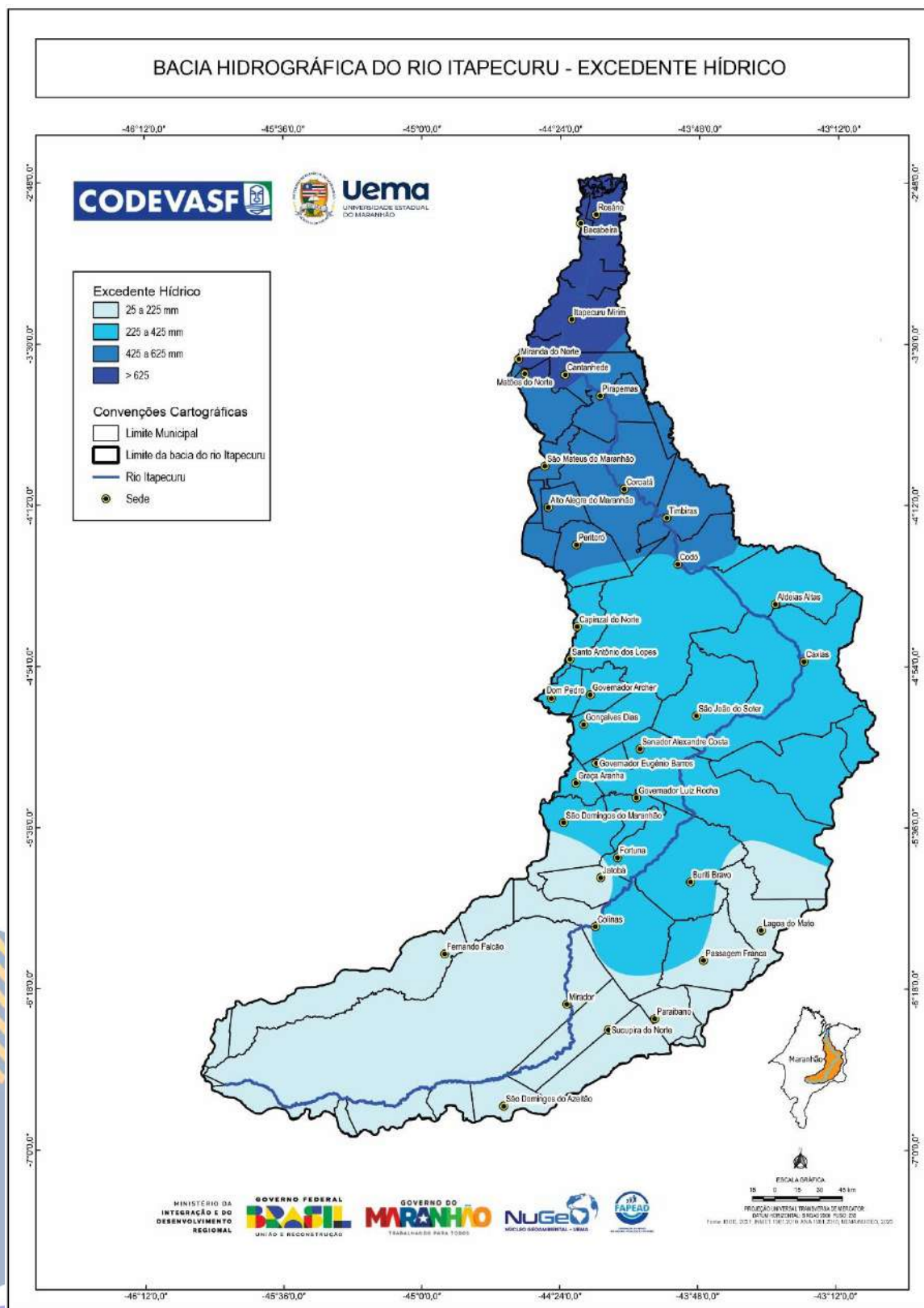
3.5 Excedente Hídrico

O comportamento anual do excedente hídrico sobre a bacia do rio Itapecuru apresenta média em torno de 296,4 milímetros. Na Figura 101, observa-se que os picos anuais máximos ocorrem na região norte, cujos índices alcançam 771,4 mm e os menores registros ocorrem no setor sul culminando em 27,5 mm.

Em média, o excesso hídrico trimestral que é registrado de janeiro a março é de 192,8 mm. Neste período, os maiores registros se concentram no extremo Norte da Bacia com totais máximos de 434,0 mm (Figura 102). Por outro lado, os menores excessos de água no solo estão localizados sobre o setor sul/sudoeste e são em sua maioria inferiores a 70,0 mm, culminando em 27,8 mm, nesse trimestre.

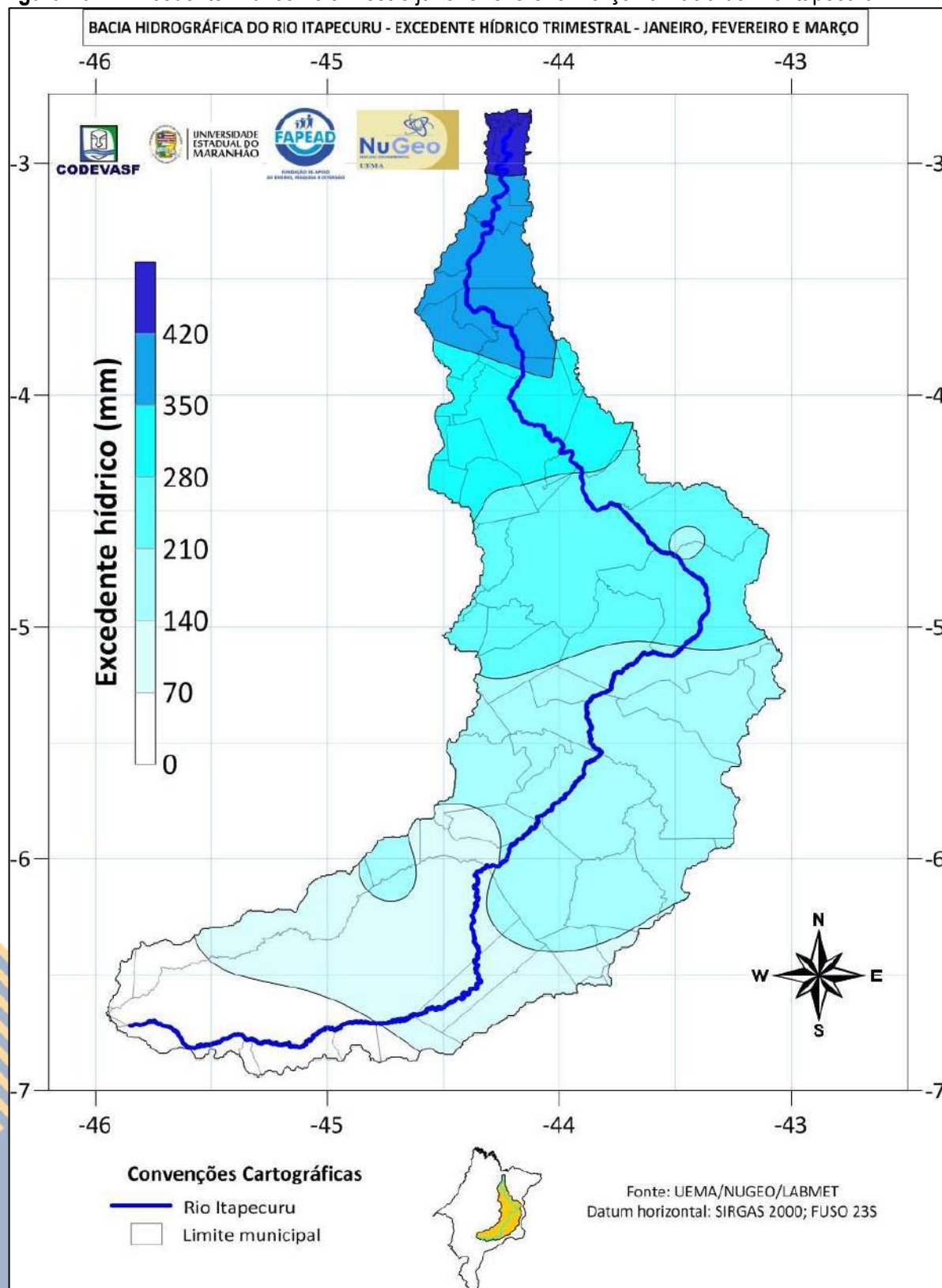
No segundo trimestre, em média, o excesso hídrico na região da bacia é de 103,5 mm. De abril a junho (Figura 103) ocorrem os maiores registro desse índice, os quais se concentram no extremo Norte com até 337,6 mm. Os menores excessos de água no solo do trimestre são verificados em uma grande área nos setores sudeste, sudoeste e sul, nessa região, os registros em sua maioria são inferiores a 70,0 mm, chegando a valores bem próximos a 0,0mm. Na região da Bacia do Rio Itapecuru, em média, não são verificados excessos de água durante os dois trimestres subsequentes.

Figura 101 – Excedente Hídrico anual na Bacia do Rio Itapecuru.



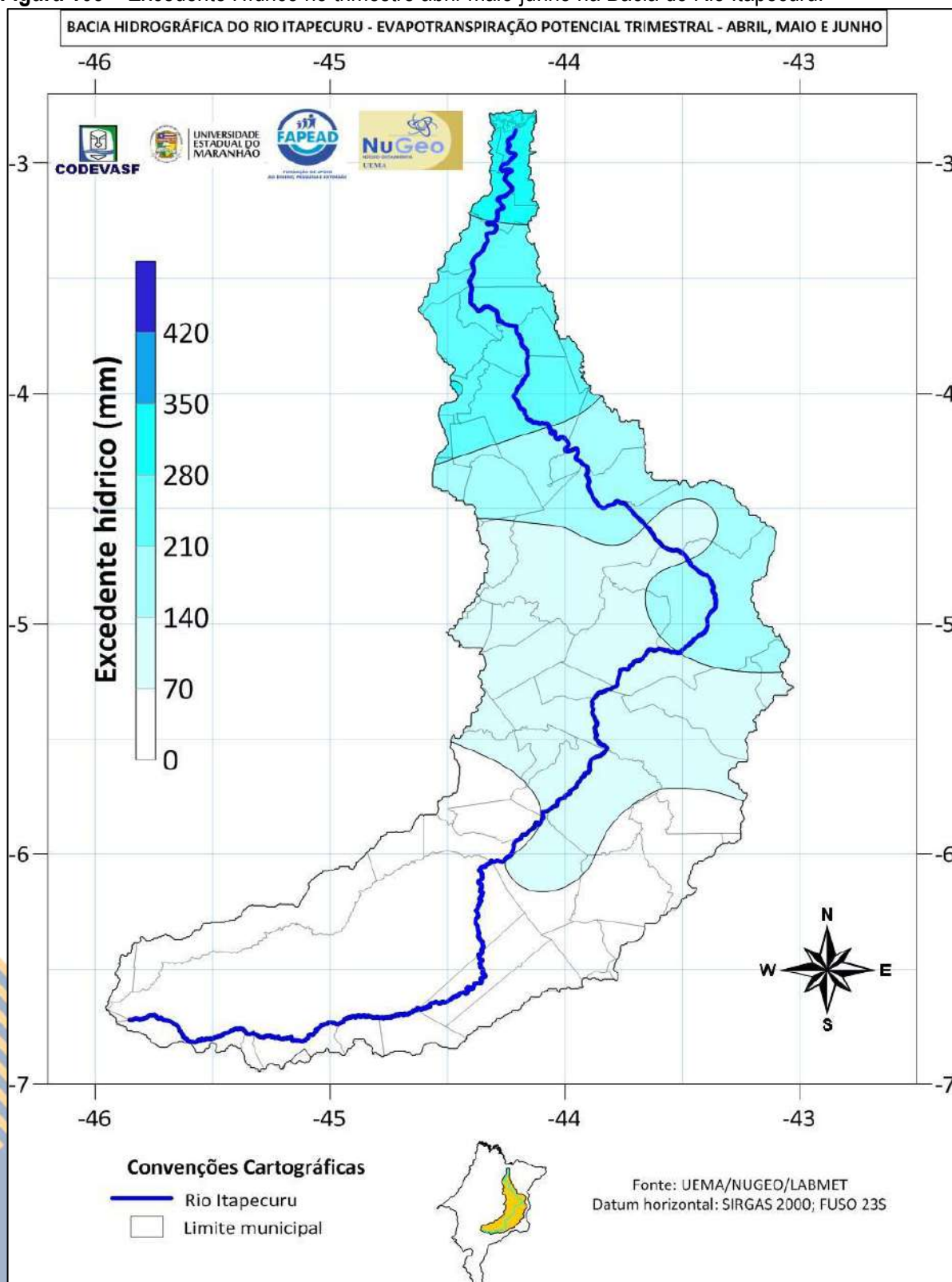
Fonte: Registros da Pesquisa (2022).

Figura 102 – Excedente Hídrico no trimestre janeiro-fevereiro-março na Bacia do Rio Itapecuru.



Fonte: Registros da Pesquisa (2022).

Figura 103 – Excedente Hídrico no trimestre abril-maio-junho na Bacia do Rio Itapecuru.

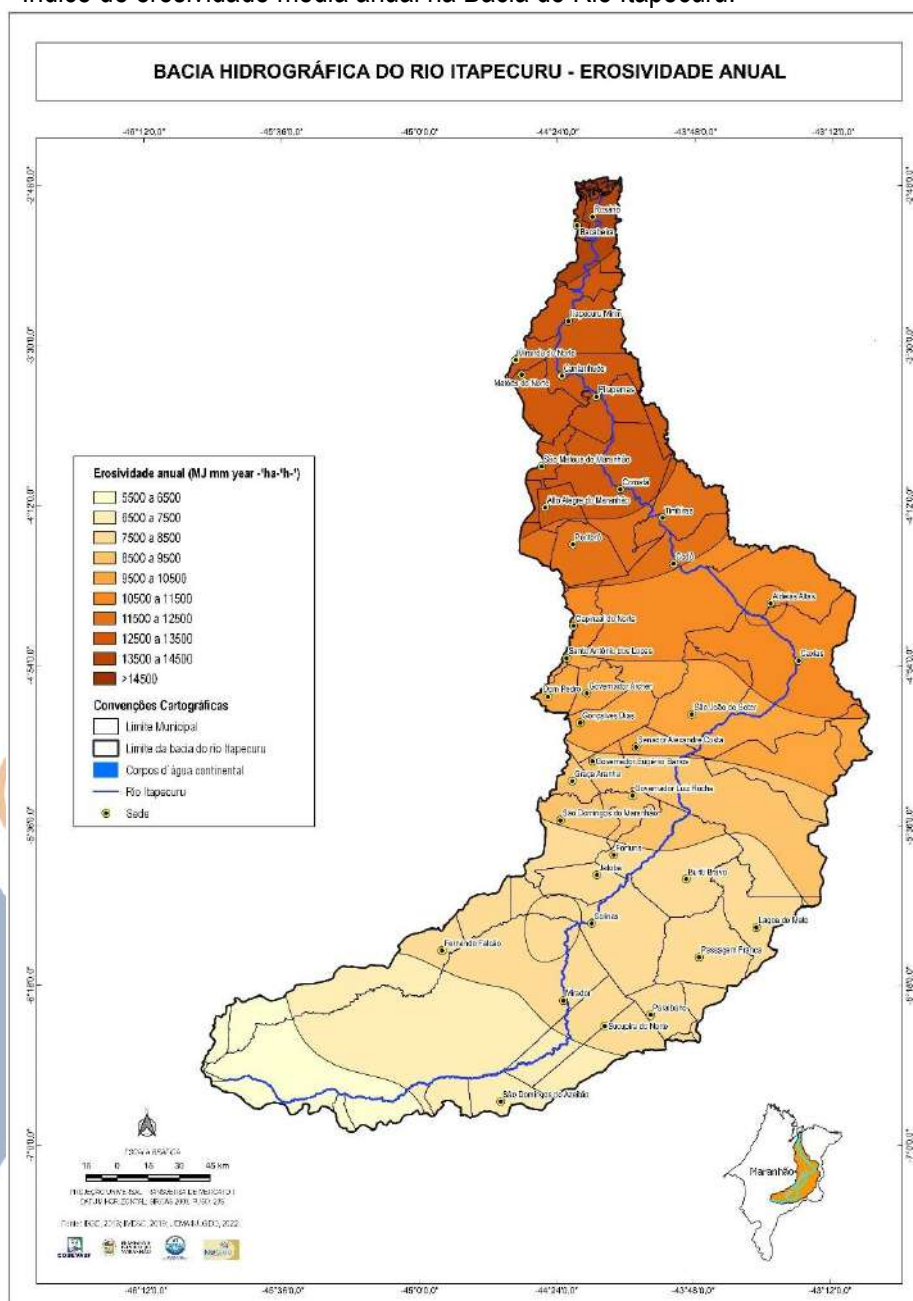


Fonte: Registros da Pesquisa (2022).

3.6 Índice de Erosividade

Na região da Bacia do Itapecuru, os índices de erosividade anual alcançam, em média, 9.873,9 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ ano⁻¹. Sendo que os maiores índices de erosividade são verificados na região do baixo Itapecuru com valores que ultrapassam 14000 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ ano⁻¹, por outro lado os menores registros dos índices de erosividade ocorrem na região do alto Itapecuru com índices de erosividade em torno de 6.000 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ ano⁻¹, Figura 104.

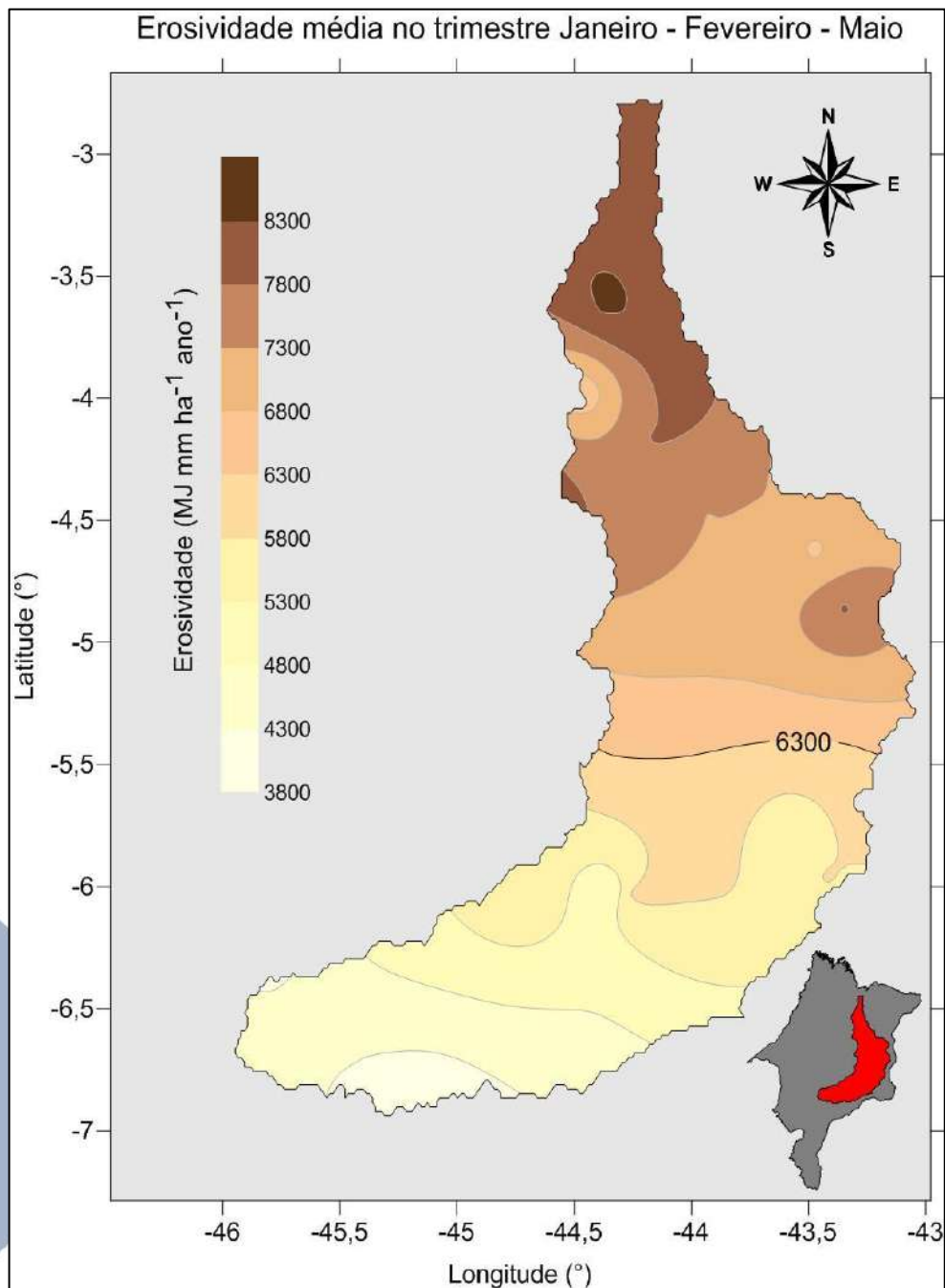
Figura 104 – Índice de erosividade média anual na Bacia do Rio Itapecuru.



Fonte: Registros da Pesquisa (2022).

Na Figura 105, observa-se que no primeiro trimestre do ano os índices de erosividade na Bacia do Itapecuru alcançam, em média, $6.366,0 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$, sendo os maiores registros em torno da região do baixo Itapecuru com valores superiores a $8.400 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$ de janeiro a março, enquanto os menores índices de erosividade no trimestre de janeiro a março são verificados na região do alto Itapecuru com até $3.800 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$.

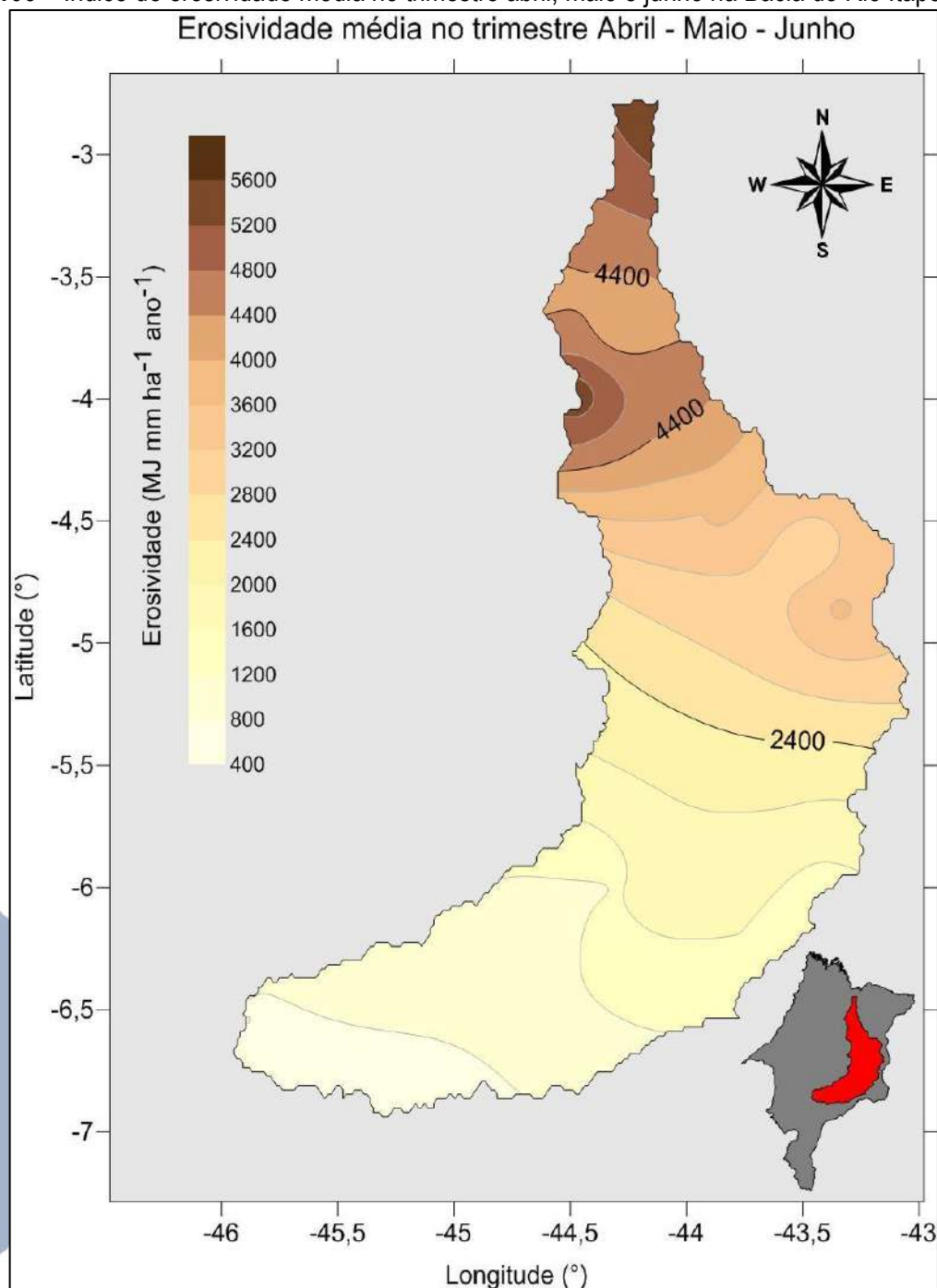
Figura 105 – Índice de erosividade média no trimestre janeiro, fevereiro e março na Bacia do Rio Itapecuru.



Fonte: Registros da Pesquisa (2022).

No trimestre de abril a junho, na região da Bacia do Itapecuru, os índices de erosividade alcançam, em média, $2.725,8 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$, Figura 106. Neste período os maiores registros ocorrem em torno da região do baixo Itapecuru com valores que chegam a ultrapassar $5.600 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$ de abril a junho, enquanto os menores índices de erosividade de abril a junho são verificados na região do alto Itapecuru com até $400 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$.

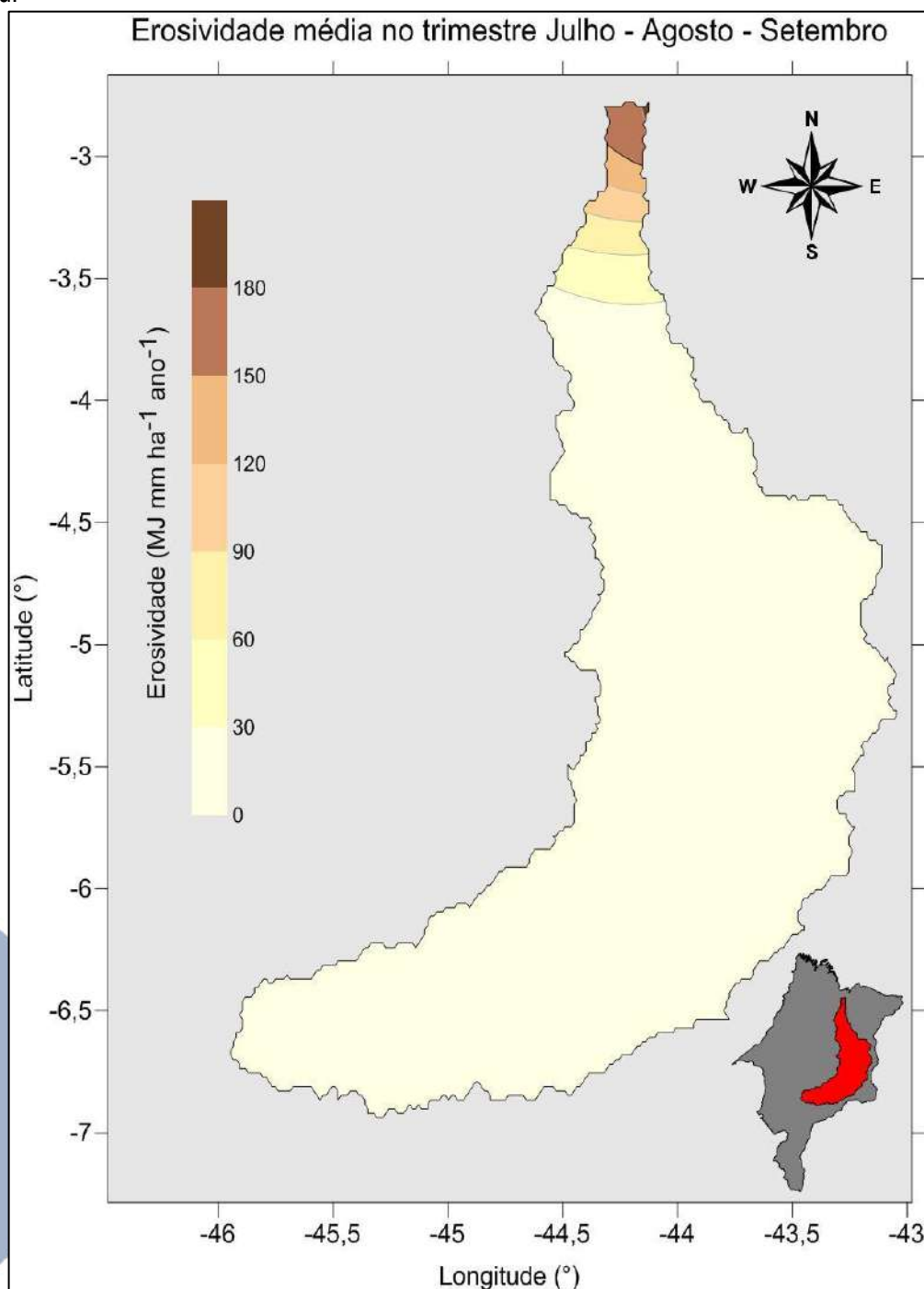
Figura 106 – Índice de erosividade média no trimestre abril, maio e junho na Bacia do Rio Itapecuru.



Fonte: Registros da Pesquisa (2022).

No período de julho a setembro, Figura 107, na região da Bacia do Itapecuru, os índices de erosividade alcançam, em média, $19,1 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$. Neste período os maiores registros ocorrem a norte da região do baixo Itapecuru com valores superiores à $190 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$, por outro lado nas regiões do médio e alto Itapecuru são verificados índices de erosividade inferiores a $10 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$.

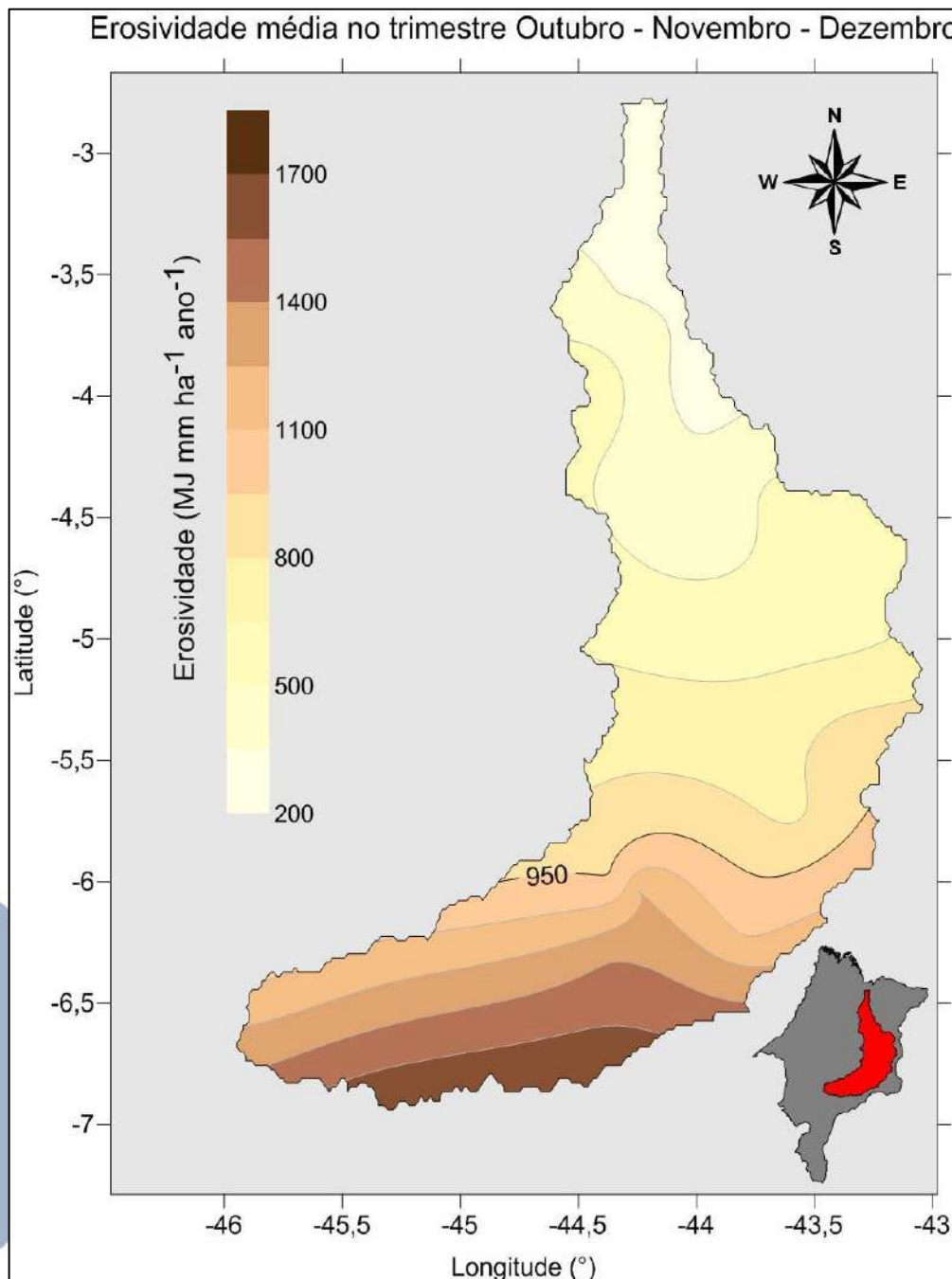
Figura 107 – Índice de erosividade média no trimestre julho, agosto e setembro na Bacia do Rio Itapecuru.



Fonte: Registros da Pesquisa (2022).

A Figura 28 mostra que no trimestre de outubro a dezembro, na região da Bacia do Itapecuru, os índices de erosividade alcançam, em média, 763,0 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹. Sendo neste trimestre verificados os maiores índices de erosividade na região do alto Itapecuru com valores superiores a 1.700 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹, por outro lado os menores registros dos índices de erosividade ocorrem nas regiões do baixo Itapecuru com índices de erosividade de até 200 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹.

Figura 108 – Índice de erosividade média no trimestre outubro, novembro e dezembro na Bacia do Rio Itapecuru.



Fonte: Registros da Pesquisa (2022).

3.7 Sistemas Produtores de Tempo na Bacia do Itapecuru

A distribuição da precipitação na área da Bacia do Itapecuru é condicionada pela atuação de diferentes sistemas produtores de tempo, por ser esta uma área latitudinalmente extensa, compreendida entre o Oceano Atlântico no setor norte e os chapadões no setor sul e localizada em uma faixa de transição longitudinal entre o bioma Amazônico no Estado e o semiárido nordestino. Além dessas características existem os aspectos naturais associados à cobertura vegetal, maritimidade, continentalidade, relevo que completam a formação do regime de chuvas ao longo da região.

A sazonalidade na distribuição espacial das chuvas na área da Bacia do Itapecuru é evidente e ressaltada na análise trimestral. A porção sul apresenta regime de chuvas influenciado pela Zona de Convergência do Atlântico Sul - ZCAS (Figura 109a), que contribui para os eventos de chuvas que ocorrem a partir de outubro até o mês de abril. Por outro lado, na porção norte, os eventos de chuvas só começam a partir de dezembro com término em julho, neste caso, condicionado principalmente pela atuação da Zona de Convergência Intertropical-ZCIT (Figura 109b), principal sistema produtor de chuvas nesta porção da região nos meses de fevereiro a maio.

Aliado a esses sistemas, estão os chamados transientes, que apresentam tempo de duração mais curto entre a formação e a dissipação, como os Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis-VCAN (Figura 109c) e os distúrbios ondulatórios de leste, conhecidos como ondas de leste (Figura 109d). O VCAN é importante para estabelecer a distribuição das chuvas da pré-estação chuvosa (dezembro e janeiro) da porção norte, uma vez que podem induzir áreas de instabilidades e ocorrências de chuvas ou inibir as atividades convectivas, reduzindo consideravelmente as chuvas. As chuvas da pré-estação servem para o restabelecimento das condições hídricas depois de um longo período de estiagem e marcam também o início das atividades agrícolas da região.

As ondas de leste condicionam as chuvas pós-estação chuvosa, principalmente nos meses de junho e julho. A atuação do VCAN entre os meses de dezembro e janeiro, quando sua área de instabilidade está sobre a região, condiciona regularidade das chuvas, porém quando isso não ocorre se observa a incidência de veranicos (períodos sem chuvas durante a estação chuvosa), um agravante para as atividades que dependem da disponibilidade hídrica para se manterem, como exemplo a agricultura. Dessa forma, a atuação desse sistema pode atrasar ou antecipar o início das chuvas na porção norte da Bacia, por outro lado, na porção sul pode comprometer a qualidade da estação chuvosa, uma vez que durante os meses de dezembro e janeiro, esta porção já se encontra em pleno período chuvoso.

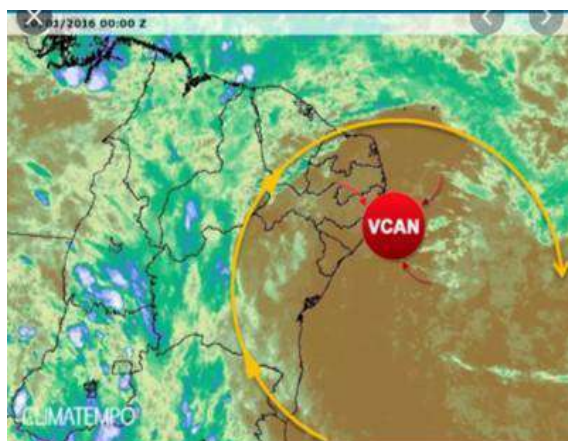
Figura 109 – Sistemas produtores de tempo que influenciam as chuvas no Maranhão: a) ZCAS, b) ZCIT, c) VCAN e d) Ondas de Leste.



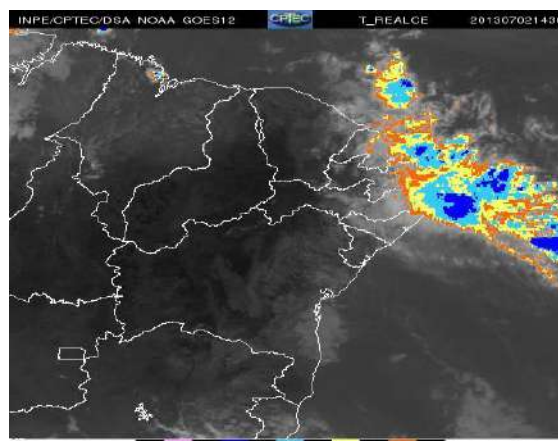
a)



b)



c)



d)

Fonte: Registros da Pesquisa (2021).

3.8 Eventos Extremos de Chuva na Bacia do Rio Itapecuru

Como visto, existem vários sistemas meteorológicos que são responsáveis por abastecer a bacia do Rio Itapecuru e a depender da dinâmica complementar da atmosfera no momento de suas atuações podem produzir mais chuvas que o normal ou podem ocasionar períodos de estiagem na região. Esses dois extremos, chuvas excessivas ou secas, afetam diretamente a população que vive no entorno da bacia, pois a importância da água para a vida dessas pessoas não se limita ao fato de ser um recurso básico à sobrevivência humana ou à agricultura, mas também porque realaciona-se às histórias de vida das pessoas do local, com o transporte na região, entre outros aspectos.

Um exemplo de como o excesso de chuva causa transtorno à população foi a ocorrida no ano de 2009 em grande parte do Maranhão, bem como no recorte territorial da Bacia Hidrográfica do

Rio Itapecuru. As precipitações, que estiveram muito acima das médias históricas, causaram grandes prejuízos incontestes, como o extravasamento dos leitos fluviais, ocasionando cheias excepcionais, enxurradas e alagamentos. A perda de safras de pequenos e médios produtores rurais também foi um fato, ligando-se também a prejuízos na mobilidade intra e interurbana.

A grande variabilidade da precipitação no Estado do Maranhão no primeiro semestre de 2009, com períodos de estiagens intercalados com eventos extremos, foram decisivos para o cenário de enchentes que se formou sobre o Estado, principalmente no setor norte. A combinação de diferentes fatores, notadamente águas frias no Pacífico Tropical (La Niña) e águas mais quentes no Atlântico Sul (abaixo do Equador) e águas mais frias no Atlântico Norte (acima do Equador) foram fundamentais para a intensificação das chuvas.

O principal sistema meteorológico que ocasionou as chuvas fortes foi a Zona de Convergência Intertropical a qual se manteve ao sul de sua posição climatológica. A Figura 110 mostra, como exemplo, a cobertura de nuvens associadas à ZCIT sobre o Estado do Maranhão no dia 02 de maio de 2009, dia em que foram registrados altos valores pluviométricos em praticamente todo o Estado. Assim como o mês de abril, maio também recebeu destaque por apresentar excessos de chuvas em praticamente todo Estado causando elevação do nível das águas dos rios e provocando enchentes em diversas cidades.

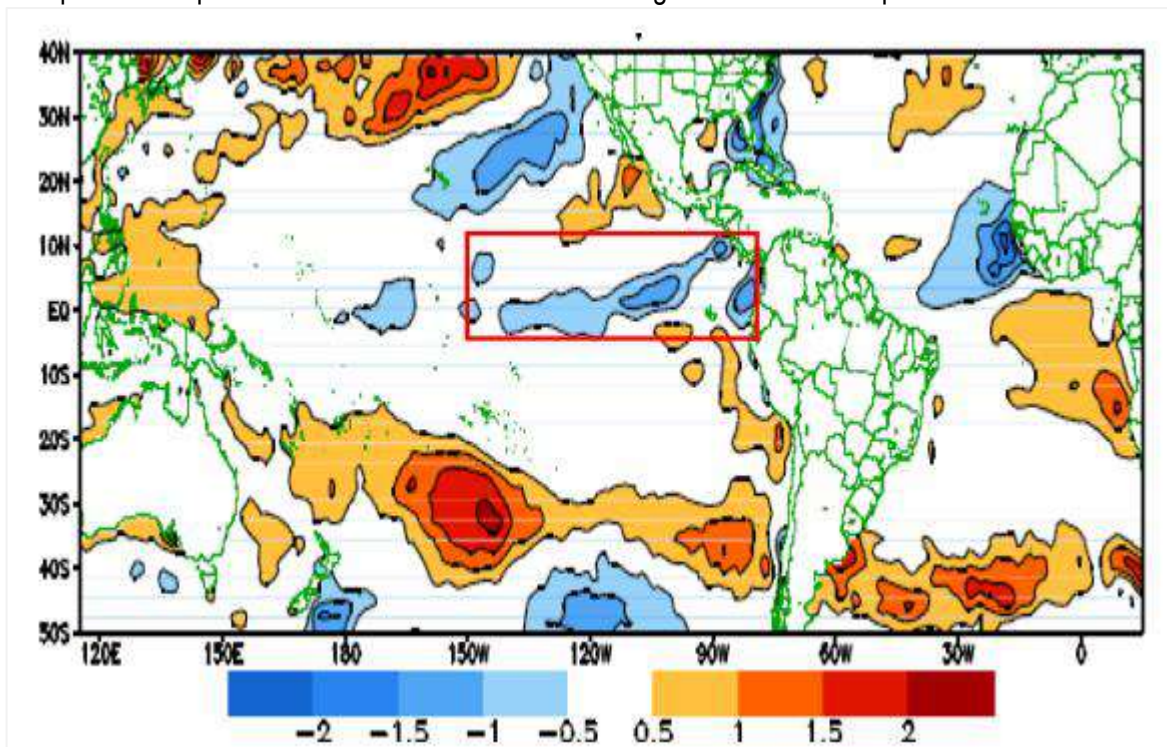
Figura 110 – Imagem do satélite meteorológico GOES 10 para o dia 02 de maio de 2009 no horário de 21 UTC.



Fonte: CPTEC/INPE.

As anomalias negativas da Temperatura da Superfície do Mar (TSM) evidenciaram a atuação do fenômeno La Niña (fenômeno atmosférico-oceânico caracterizado por um resfriamento anormal das águas superficiais no oceano Pacífico Tropical que pode afetar o clima regional e global) no setor oeste do Pacífico Equatorial. De janeiro a maio de 2009 o padrão estabelecido nos Oceanos Pacífico e Atlântico Tropical foi característico de anos extremamente chuvosos: anomalia negativa da TSM (águas mais frias que o normal) no Pacífico Leste (próximo à costa oeste da América do Sul - como mostra a Figura 111) e anomalias positivas de TSM (águas mais quentes que o normal) no Atlântico Sul (ao longo da costa leste e norte do Nordeste brasileiro). Estas condições contribuíram para o aumento no volume e na intensidade das chuvas no estado do Maranhão no período chuvoso de 2009.

Figura 111 – Anomalias de Temperatura da Superfície do Mar (TSM) para o trimestre fevereiro-março-abril de 2009. A intensidade das anomalias de TSM é em °C. As cores laranja-vermelho indicam águas mais quentes do que o normal e cores em azul indicam águas mais frias do que o normal.



Fonte: NCEP (2021).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Bacia hidrográfica do Rio Itapecuru é uma das principais fontes de água doce do Estado do Maranhão. O rio abastece grande parte da população maranhense, incluindo a capital do estado e é de suma importância para atividades como transporte, pesca, irrigação, agricultura de vazante, piscicultura e recreação. Desta forma, torna-se crucial o conhecimento do comportamento dos principais parâmetros climáticos que regem a bacia, tornando possível o detalhamento de parte do seu ciclo hidrológico, bem como fornece elementos valiosos para a gestão dos recursos hídricos.

Para o diagnóstico climático foram elaborados mapas temáticos com a distribuição espacial e temporal dos principais parâmetros meteorológicos (precipitação e temperatura do ar), dos indicadores de disponibilidade hídrica (evapotranspiração, excesso e deficiência de água) e processos erosivos (índice de erosividade das chuvas).

Os principais sistemas produtores de tempo na Bacia do Itapecuru são: a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), que predomina na parte norte da região de estudo e Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), mais efetiva na parte sul. De forma transientes, tem-se a

atuação dos Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCAN), que podem atuar na indução de áreas de instabilidades e os Distúrbios Ondulatórios de Leste (DOLS), que atuam mais na fase pós-estação chuvosa. Os maiores volumes de precipitação ocorrem no norte da área de estudo, com valores superiores a 1800 mm e os menores valores anuais na porção central da Bacia, com a média de 900 mm. Vale ressaltar que a variabilidade climática de alguns sistemas, podem provocar eventos extremos excesso de chuva ou seca.

As maiores perdas de água para a atmosfera ao longo do ano por meio da evaporação e transpiração das plantas, concentram-se nos setores noroeste e leste da Bacia com cerca de 1.931,5 mm, enquanto os menores valores se distribuem nos setores sul e sudoeste em torno de 1.619,5 mm.

Os maiores índices de erosividade das chuvas e os possíveis efeitos em causar erosão “forte” do solo ao longo do ano, ocorrem na região do baixo Itapecuru com valores que ultrapassam 14000 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ ano⁻¹.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. Dados hidrológicos: séries históricas. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br>>. Acesso em: 10 jan. 2020.

ATLAS DO MARANHÃO/ **Gerência de Planejamento e Desenvolvimento Econômico**, Laboratório de Geoprocessamento-UEMA. São Luís: GEPLAN, 2002.

AYOADE, J. O. **Introdução a Climatologia para os trópicos (9 ed.)**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003, 332 p.

CARVALHO, H., DE P., RUIZ, M., V., S. **Avaliação da Consistência de Séries Históricas de Chuva da Bacia Hidrográfica do Rio Araguari, em Minas Gerais**. Periódico eletrônico Fórum Ambiental, ISSN 1980-0827, volume 12, n.º 06, 2016.

INMET, Instituto Nacional de Meteorologia. **Normais Climatológicas do Brasil**. Organização: Andrea Malheiros Ramos, Luiz André Rodrigues dos Santos, Lauro Tadeu Guimarães Fortes. Brasília, DF: INMET, 2009. 465p.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E REFORMA AGRÁRIA. Secretaria Nacional de Irrigação. Departamento Nacional de Meteorologia. **Normais climatológicas**. Brasília, 1961-1990. 84p.

ORGANIZAÇÃO METEOROLÓGICA MUNDIAL. **Calculation of monthly and annual 30-year standard normals**. Geneva, 1989 (WMO. Technical document, n. 341; WCDP, n.10).

THORNTON, C.W. **An approach towards a rational classification of climate**. *Geographical Review*, London, n.38, p.55-94, 1948.

THORNTON, C.W. & MATHER, J.R. **The water balance**. Publications in CLIMATOLOGY DREXEL INSTITUTE OF TECHNOLOGY. Ceteron, N.J., V. VIII, nº1, 1955, 104p.

VAREJÃO-SILVA, M. A. **Meteorologia e Climatologia**. Brasília: INMET, gráfica editora Pax, 2001.



Uema
UNIVERSIDADE ESTADUAL
DO MARANHÃO



DIAGNÓSTICO DE SOLOS, DE VULNERABILIDADE E DE AVALIAÇÃO DA APTIDÃO AGRÍCOLA DAS TERRAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ITAPECURU

*Elienê Pontes de Araújo
Marcelino Silva Farias Filho
Moacir Azevedo Valente
Adriano Venturieri
Tassio Koiti Igawa
Antônio Guilherme Soares Campos*

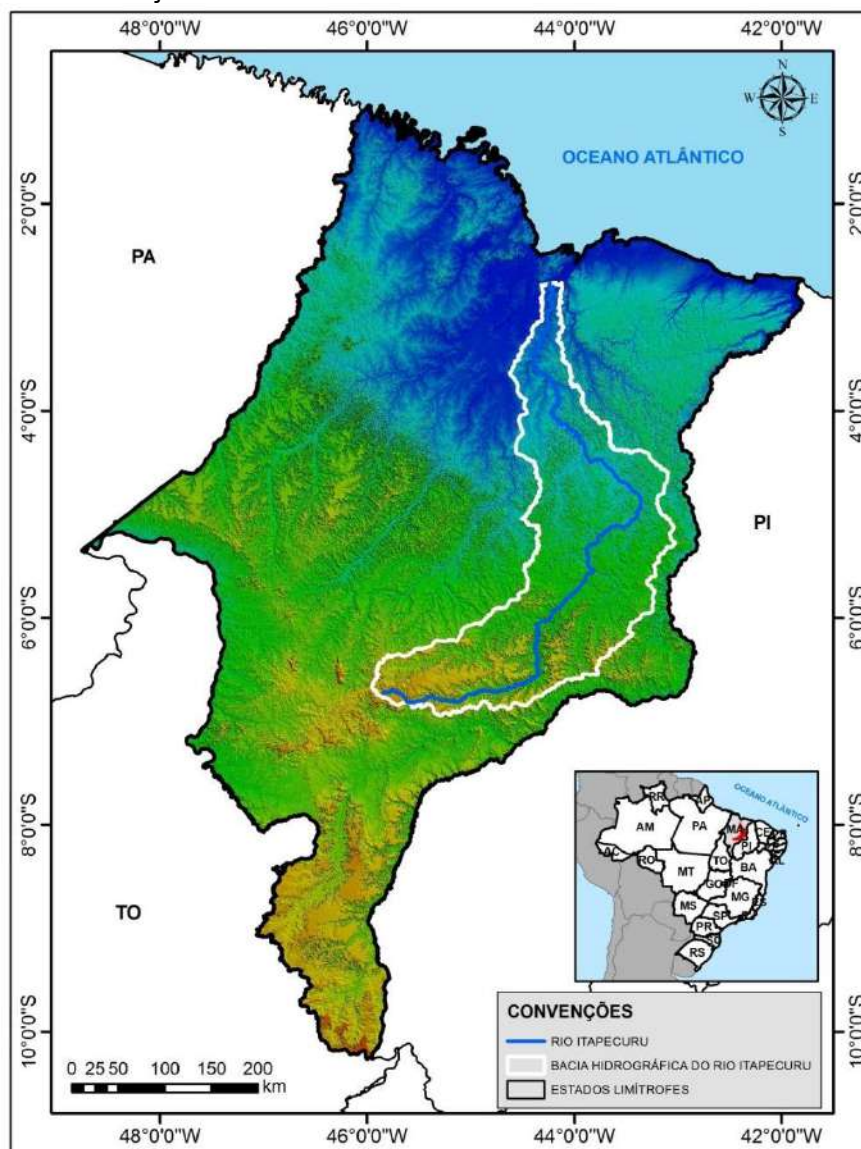
1. INTRODUÇÃO

Os estudos de solos, a análise de vulnerabilidade e a avaliação da aptidão agrícola das terras são instrumentos de grande utilidade como subsídios para elaboração de “Zoneamentos Ecológico-Econômicos” regionais. Esses estudos, quando executados em bases científicas e tecnológicas adequadas, de acordo com a dimensão e a complexidade de cada região, contém informações sobre as propriedades físico-químicas dos solos, a descrição do meio ambiente com ênfase nos níveis de vulnerabilidade aos processos de erosão e o impedimento ao uso de mecanização. Além da descrição das classes de aptidão agrícola das terras, que são importantes para a adoção de técnicas de uso e manejo, visando o uso sustentável dos solos das áreas contempladas nos projetos de desenvolvimento do estado.

2. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo está inserida nas mesorregiões norte, leste, centro e sul do Estado do Maranhão (IBGE, 2020), entre as coordenadas 02° 43' 08,99" e 06° 58' 13,81" de latitude sul e 45° 59' 47,03" e 46° 34' 50, 34" a oeste de Greenwich. Abrange uma área total de 53.216,59km², o que representa cerca de 16% do território maranhense (Figura 112).

Figura 112 – Localização da área de estudo.

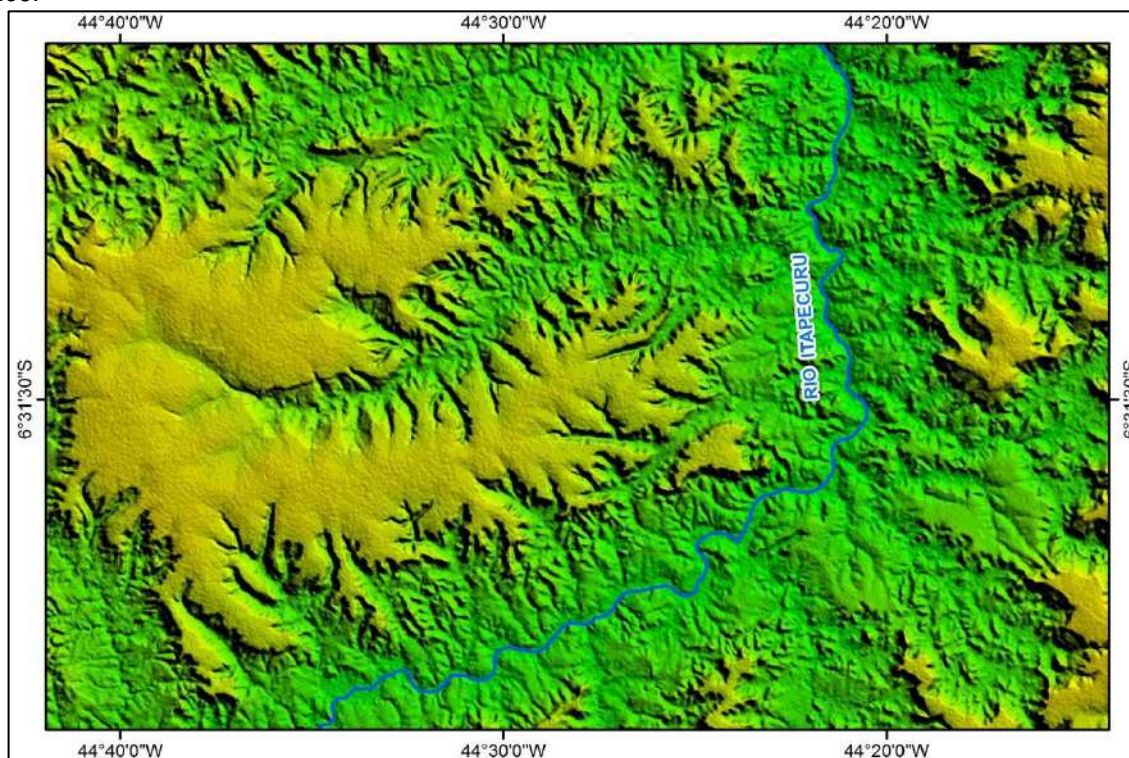


Fonte: Registros da Pesquisa (2021).

3. METODOLOGIA

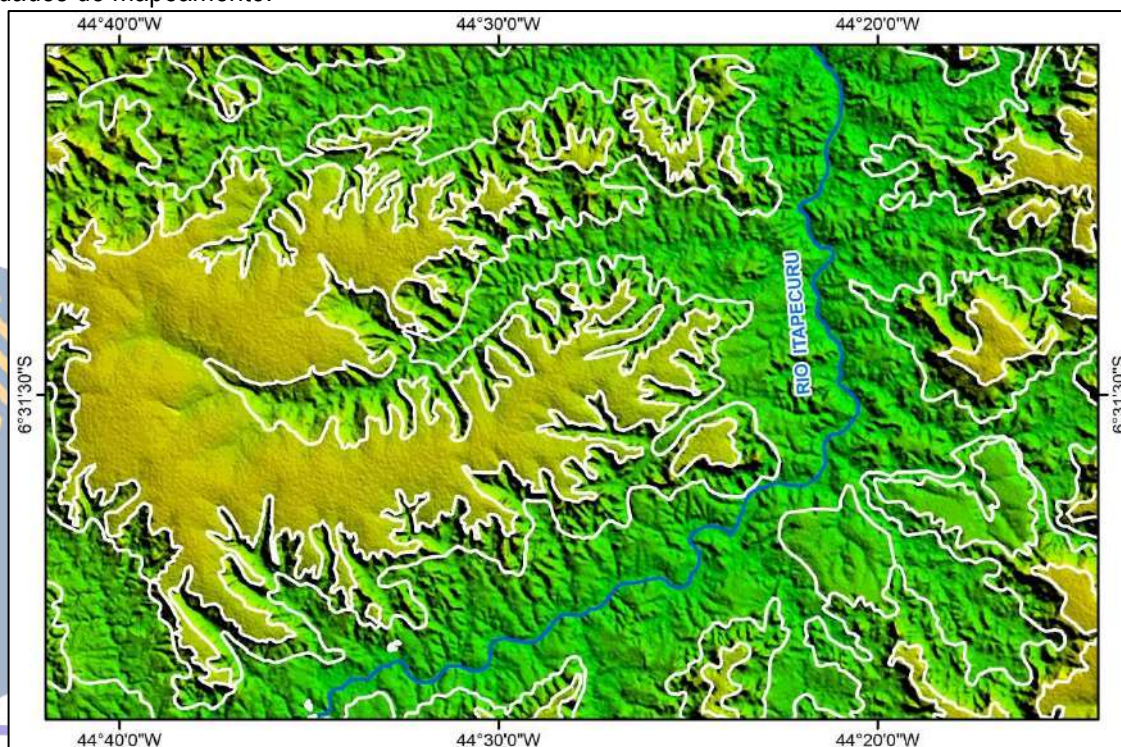
O mapa de solos foi confeccionado com base no banco de dados disponibilizado pelo Centro Nacional de Pesquisa de Solos (CNPS) da EMBRAPA/RJ e pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Para o detalhamento das unidades de mapeamento foram utilizadas imagens de Radar do Projeto TOPODATA (INPE DSR, 2017). (Figura 113 a Figura 116).

Figura 113 – Imagem de Radar do Projeto TOPODATA, utilizada para o mapeamento de solos.



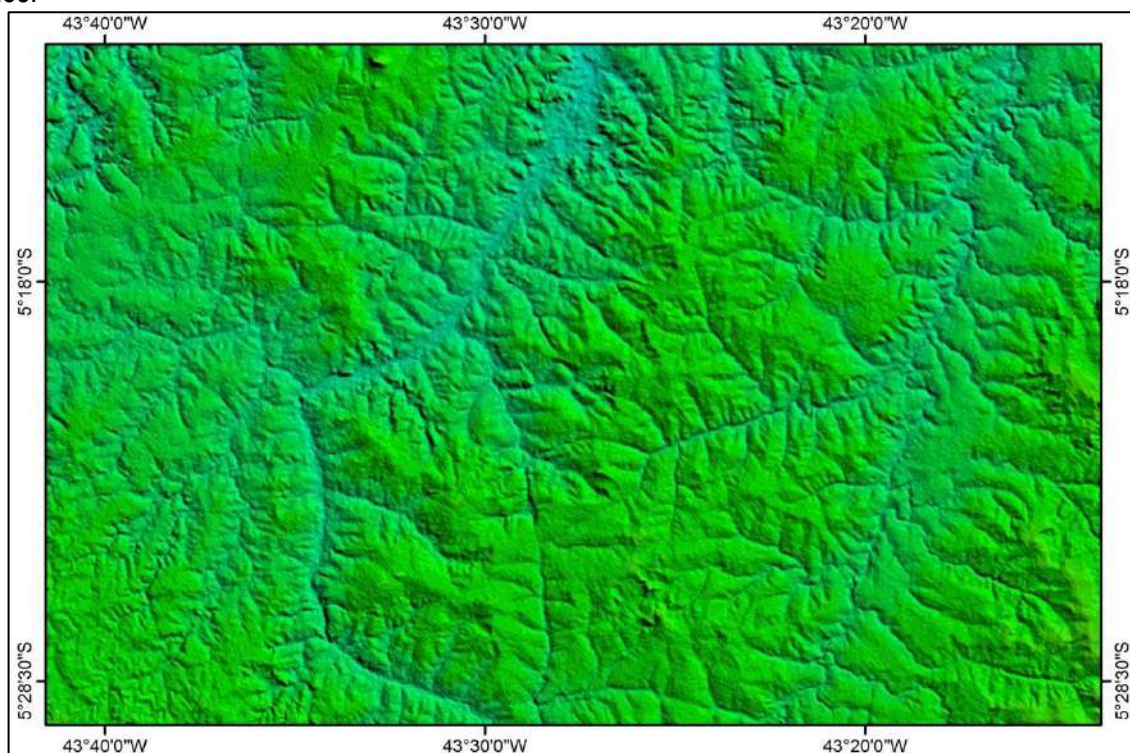
Fonte: INPE DSR (2017).

Figura 114 – Imagem de Radar do Projeto TOPODATA com detalhes dos limites das unidades de mapeamento.



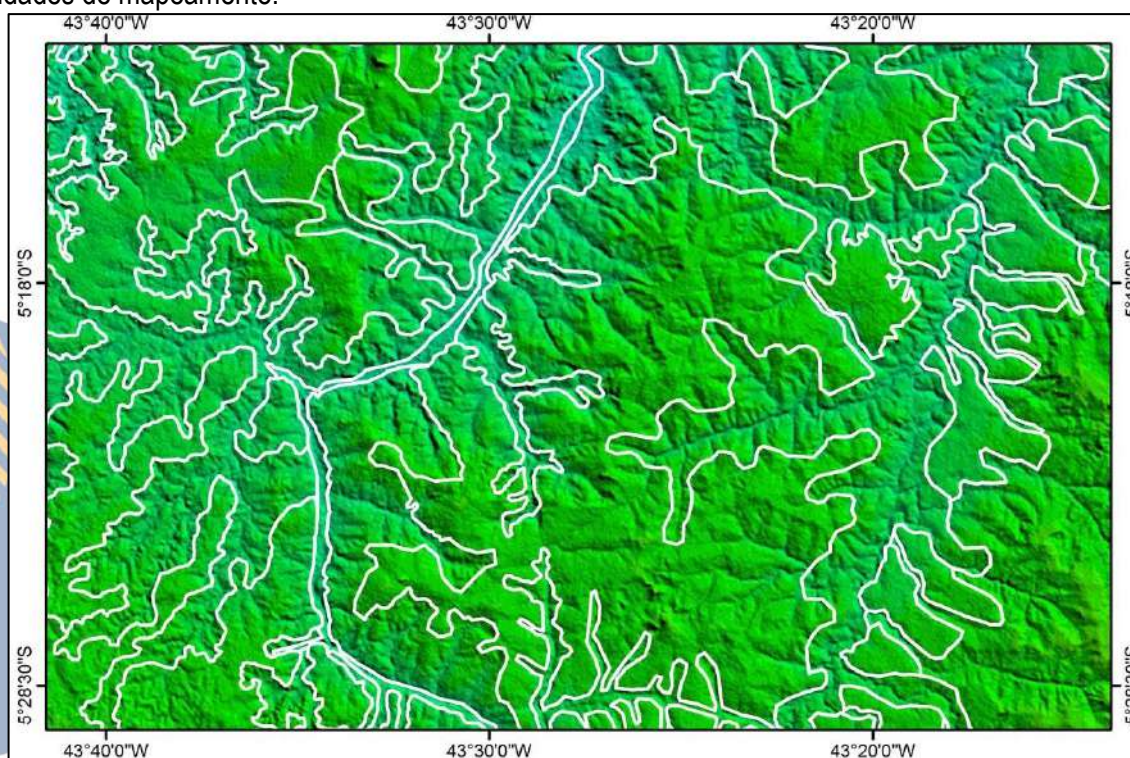
Fonte: INPE DSR (2017).

Figura 115 – Imagem de Radar do Projeto TOPODATA, utilizada para o mapeamento de solos.



Fonte: INPE DSR (2017).

Figura 116 – Imagem de Radar do Projeto TOPODATA com detalhes dos limites das unidades de mapeamento.



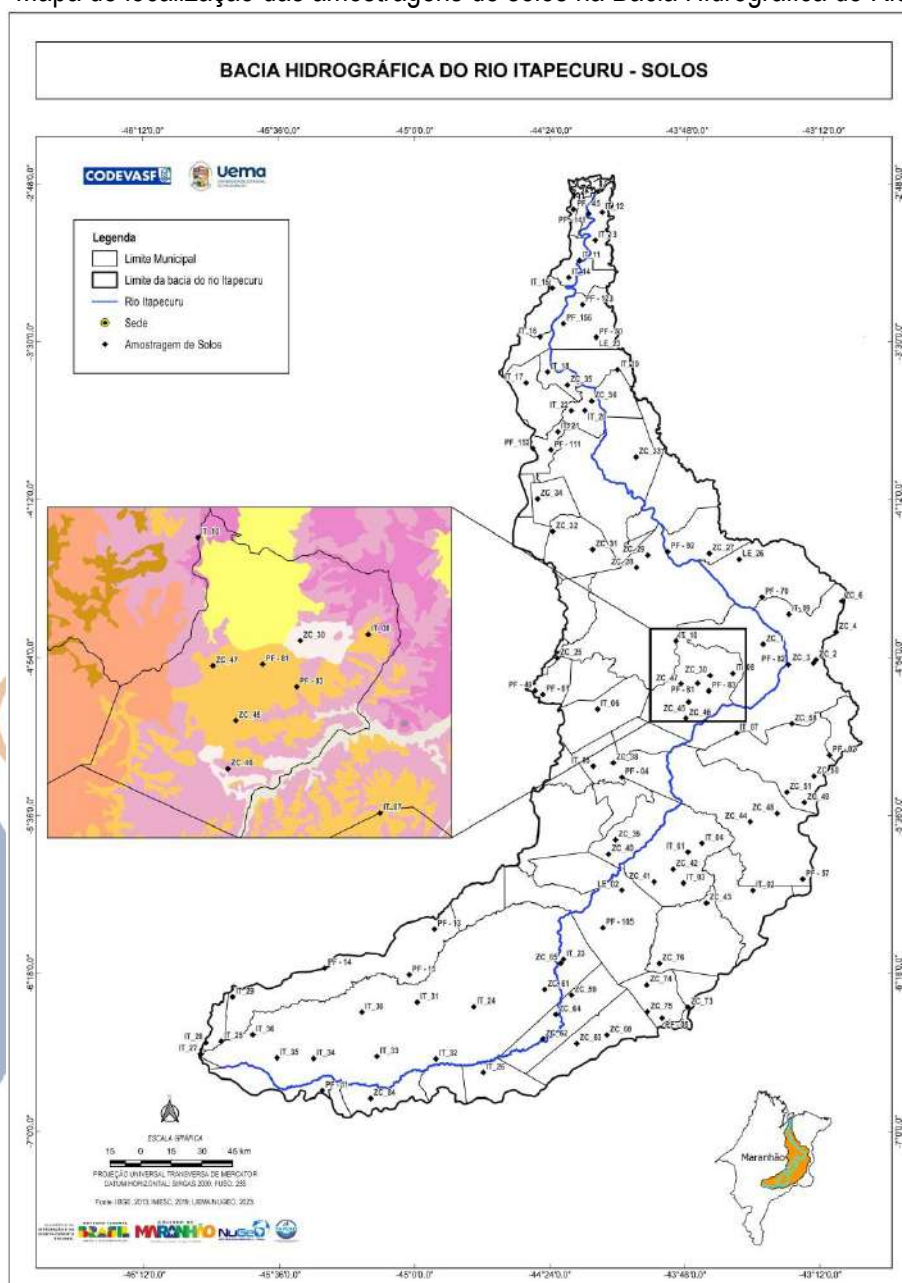
Fonte: INPE DSR (2017).

Esta ferramenta, ou seja, as imagens de sensores remotos, é útil para a realização de aferições nos limites dos polígonos das Unidades de Mapeamento, principalmente no que se refere à

classificação do relevo, uma vez que é o elemento de interpretação de maior importância na elaboração de mapas pedológicos.

Os trabalhos de campo foram realizados em áreas previamente selecionadas de acordo com os padrões geomorfológicos identificados nas imagens de radar. Nessas áreas foram feitas trincheiras (perfis e mini trincheiras) ou limpeza de cortes de estrada (barrancos) para descrição morfológica, classificação taxonômica preliminar e coleta de amostras de solos para análise em laboratório, de acordo com os procedimentos contidos no Manual de Descrição e Coleta de Solos no Campo (SANTOS et al., 2015). Ao todo foram coletados 56 perfis dentro dos limites da bacia hidrográfica do Rio Itapecuru (Figura 117).

Figura 117 – Mapa de localização das amostragens de solos na Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru.



Fonte: Registros da Pesquisa (2022).

As análises físicas e químicas das amostras de solos foram realizadas no laboratório de análises de solos da Embrapa Amazônia Oriental de acordo com os métodos descritos no Manual de Métodos de Análise de Solos (CLAESSEN, 1997). Foram feitas as determinações de granulometria, cálculo silte/argila, pH em H₂O e KCl, cálculos de Δ pH, determinações de alumínio trocável, (hidrogênio + alumínio), cálcio, magnésio, potássio, sódio, soma de bases, cálculos de CTCefetiva, CTCpotencial, CTC da argila, saturação por bases trocáveis, saturação por alumínio, saturação por sódio, determinação de carbono e matéria orgânica (Apêndice A).

O mapa final de solos foi confeccionado na escala 1:250.000 enquadrando-se na modalidade de “Reconhecimento de Média Intensidade”, utilizado para planejamento em grandes áreas, elaboração de projetos agrícolas ou definição de áreas para colonização, assim como, instalação de núcleos de colonização e de estações experimentais (IBGE, 2015).

A classificação taxonômica dos solos dominantes foi feita até o 4º nível categórico (Apêndice B), com base nos atributos diagnósticos morfológicos (descritos durante os trabalhos de campo realizados na área de estudo), físicos e químicos dos solos (determinados em laboratório) e nos resultados contidos no banco de dados do IBGE. Foram também incluídas na classificação taxonômica, as fases de relevo que qualificam as condições de declividade, importantes para análise dos graus de intensidade dos fatores limitantes de uso da terra como a suscetibilidade à erosão e o impedimento à mecanização.

O mapa de vulnerabilidade natural foi confeccionado com base no “Conceito de Ecodinâmica” que analisa a relação entre a pedogênese e a morfogênese (TRICART, 1977), citado por Szlafsztein et al. (2010). De acordo com esta metodologia, atribui-se valores (pesos) à vulnerabilidade entre 1 e 3 (intervalos de 0,1) para cada unidade de paisagem (Tabela 11). Para definição das cores do mapa de vulnerabilidade utilizou-se a escala de vulnerabilidade das unidades territoriais básicas que estabelecem o grau de saturação das cores no sistema RGB adotado por Crepani et al. (2001). A preponderância da morfogênese é diretamente proporcional à intensidade dos processos erosivos modificadores das formas de relevo. Por outro lado, o domínio da pedogênese acompanha a formação dos residuais.

Tabela 11 – Relação pedogênese x morfogênese.

Unidade	Relação Morfogênese/Pedogênese	Valor
Estável	Prevalece a Pedogênese	1
Intermediária	Equilíbrio Pedogênese / Morfogênese	2
Instável	Prevalece a Morfogênese	3

Fonte: Szlafsztein et al. (2010).

O mapa de aptidão agrícola das terras foi confeccionado com base na interpretação dos atributos diagnósticos dos solos conjuntamente com a análise do grau de intensidade dos fatores limitantes do uso da terra (deficiência de fertilidade; deficiência de água; excesso de água ou deficiência de oxigênio; suscetibilidade à erosão e impedimento à mecanização), de acordo com a metodologia proposta por Ramalho Filho & Beek (1995), em uso no Brasil. A interpretação dos resultados para definição do tipo de utilização preferencial das terras baseia-se em práticas agrícolas que refletem um alto nível tecnológico com investimento de capital, utilização de resultados de pesquisa e uso de insumos modernos para manejo, melhoramento e conservação dos solos e das lavouras ou pastagens.

Descreve-se a seguir a simbologia simplificada, já em uso nos Estados do Pará e Amapá (VENTURIERI et al., 2010, 2016, 2017), adotada na definição do tipo de utilização preferencial das terras:

B/A – Terras que apresentam classe de aptidão BOA para agricultura.

R/A – Terras que apresentam classe de aptidão REGULAR para agricultura.

B/P - Terras que apresentam classe de aptidão BOA para pecuária.

R/P - Terras que apresentam classe de aptidão REGULAR para pecuária

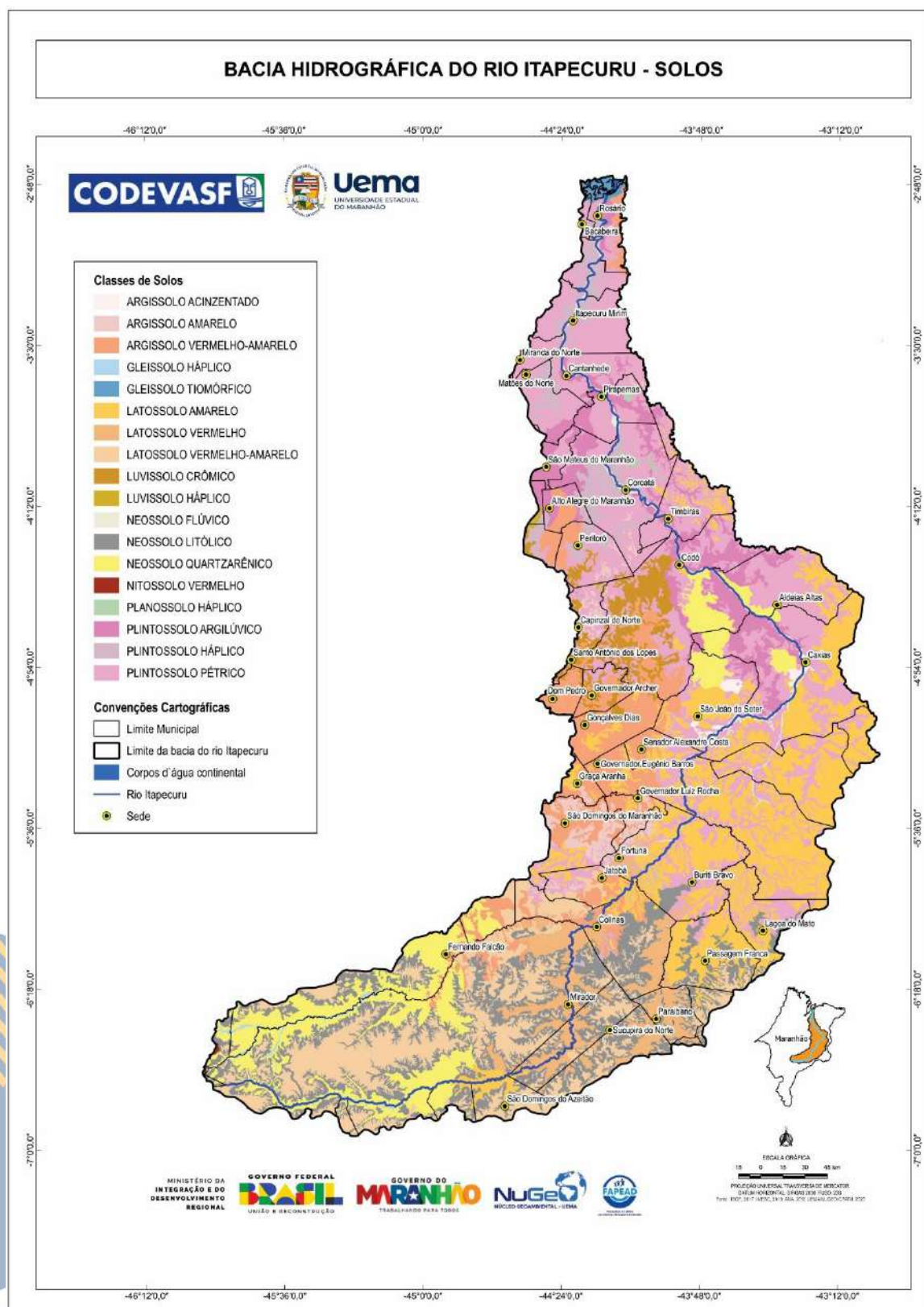
N/R - Terras NÃO RECOMENDADAS para atividades agropecuárias.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Representação Cartográfica das Classes de Solos Dominantes

De acordo com as normas técnicas em uso no Brasil (SANTOS et al., 2018) as classes dos solos dominantes estão representadas por convenção de cores no sistema RGB, até o segundo nível categórico de classificação taxonômica (Figura 118).

Figura 118 – Mapa de Solos da bacia hidrográfica do Rio Itapecuru, Estado do Maranhão.



Fonte: Registros da Pesquisa (2022).

4.1.2 Quantificação e Representação Gráfica das Classes de Solos Dominantes

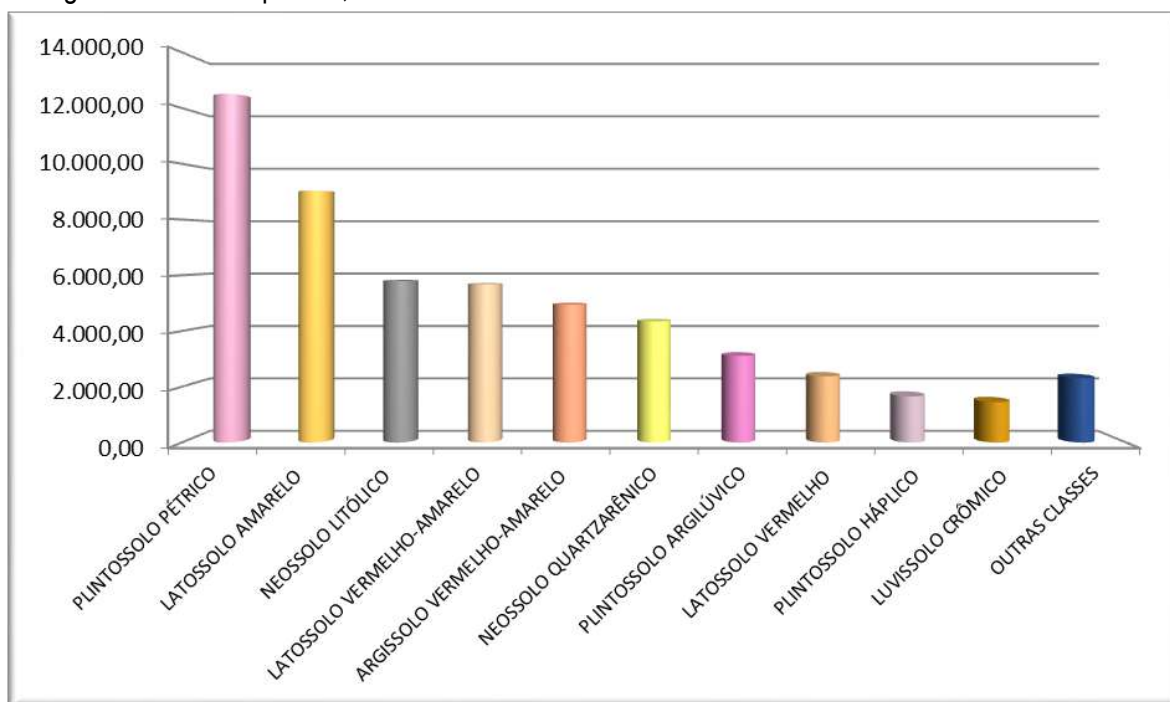
As principais classes de solos dominantes da área mapeada em extensão são as seguintes: Plintossolo Pétrico, Latossolo Amarelo, Neossolo Litólico, Latossolo Vermelho-Amarelo, Argissolo Vermelho-Amarelo, Neossolo Quartzarênico, Plintossolo Argilúvico, Latossolo Vermelho-Amarelo e Plintossolo Háplico, que somam 49.463,48km². As demais classes mapeadas (Luvissolo Crômico, Argissolo Amarelo, Neossolo Flúvico, Gleissolo Háplico, Gleissolo Tiomórfico, Argissolo Acinzentado, Planossolo Háplico, Luvissolo Háplico e Nitossolo Vermelho) somam 3.698,93km², o que representam 93,04% e 6,96% da área total mapeada, respectivamente (Tabela 12 e Figura 119).

Tabela 12 – Quantificação das classes de solos dominantes (subordens) identificadas e mapeadas na bacia hidrográfica do Rio Itapecuru, Estado do Maranhão.

Unidade de Mapeamento	Classificação Taxonômica dos Solos (Subordem)	Área mapeada (km ²)	%
PAC	ARGISSOLO ACINZENTADO	155,59	0,29
PA	ARGISSOLO AMARELO	943,18	1,77
PVA	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO	4.946,00	9,29
GX	GLEISSOLO HÁPLICO	213,80	0,40
GJ	GLEISSOLO TIOMÓRFICO	180,18	0,34
LA	LATOSSOLO AMARELO	9.038,38	16,98
LVA	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO	5.679,63	10,67
LV	LATOSSOLO VERMELHO	2.373,45	4,46
TC	LUVISSOLO CRÔMICO	1.450,98	2,73
TX	LUVISSOLO HÁPLICO	51,36	0,10
RY	NEOSSOLO FLÚVICO	625,40	1,18
RL	NEOSSOLO LITÓLICO	5.794,99	10,88
RQ	NEOSSOLO QUARTZARÊNICO	4347,77	8,17
NV	NITOSSOLO VERMELHO	15,19	0,03
SX	PLANOSSOLO HÁPLICO	71,49	0,13
FT	PLINTOSSOLO ARGILÚVICO	3.108,55	5,84
FX	PLINTOSSOLO HÁPLICO	1657,40	3,11
FF	PLINTOSSOLO PÉTRICO	12.508,97	23,51
TOTAL		53.216,84	100,00

Fonte: Registros da Pesquisa (2023).

Figura 119 – Representação gráfica das classes dos solos dominantes (subordens) da bacia hidrográfica do Rio Itapecuru, Estado do Maranhão.



Fonte: Registros da Pesquisa (2022).

4.2 Conceituação das Classes de Solos Dominantes

4.2.1. Argissolos

São grupamentos de solos minerais profundos, bem drenados, tendo como principal característica um acentuado aumento do conteúdo de argila do horizonte superficial “A” para o subsuperficial “B”, evidenciando o horizonte diagnóstico B textural (Bt), podendo ou não apresentar cerosidade.

A nomenclatura das classes de textura desses solos é sempre do tipo binária, arenosa/média, média/argilosa ou argilosa/muito argilosa. Quando a diferença do conteúdo de argila do horizonte “A” para o “B” é muito acentuada (abrupta) a nomenclatura das classes de textura é arenosa/argilosa ou média/muito argilosa. Comumente apresentam adensamento de partículas na profundidade de 30 a 70 cm da superfície do solo, o que é verificado pela resistência à penetração da faca pedológica, caracterizando o caráter coeso (SANTOS et al., 2018).

De um modo geral estes solos apresentam baixo nível de fertilidade química natural, identificados como solos distróficos, com saturação por bases trocáveis (V%) muito baixa (inferior a 50%), acidez elevada com pH fortemente ácido e baixíssimos teores de fósforo assimilável. Na área estudada, serão identificados no mapa final de solos pelos símbolos PAd (Argissolo Amarelo Distrófico)

e PVAd (Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico). Em subdominância ocorrem solos com alto nível de fertilidade química identificados como solos eutróficos, com saturação por bases trocáveis alta (superior a 50%) e baixa acidez. Esses solos serão identificados no mapa final de solos pelo símbolo PVAe (Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico). Morfologicamente essas classes de solos são identificadas no campo principalmente, pela cor dominante no perfil nos matizes 10YR e 7,5YR para os Argissolos Amarelos e 7,5YR e 5YR para os Argissolos Vermelho-Amarelos (SANTOS et al., 2018). Os Argissolos Amarelos são encontrados em áreas com relevo predominantemente plano e suave ondulado. Os Argissolos Vermelho-Amarelos são encontrados mais frequentemente em áreas com relevo suave ondulado e ondulado.

4.2.2. Gleissolos

São solos minerais hidromórficos, mal drenados, desenvolvidos de sedimentos recentes, sob forte influência do lençol freático. Apresentam forte gleização, evidenciada por cores acinzentadas e azuladas, com muitos mosqueados decorrentes do processo de oxirredução. Apresentam-se pouco desenvolvidos, mediantemente profundos, com horizontes dispostos na sequência A e Cg, ou A, Bg e Cg.

A textura deles é predominantemente argilo-siltosa com valores altos de silte e argila, devido à constante sedimentação de materiais finos que são conduzidos em suspensão pelos rios. Esses solos são encontrados em planícies aluviais sob vegetação hidrófila ou higrófila herbácea, arbustiva ou arbórea e estão sujeitos a regimes de inundação frequente. Apresentam grande variação em decorrência da natureza do material de que são originados, podendo, por conseguinte, serem eutróficos ou distróficos e com elevada ou baixa saturação de alumínio (SANTOS et al., 2018). Normalmente, encontram-se associados aos Neossolos Flúvicos que apresentam níveis de fertilidade semelhante. Na área mapeada está identificada a classe Gleissolo Tiomórfico Órtico, que foi representada no mapa final de solos pelo símbolo GJo. Os Gleissolos Tiomórficos são formados por materiais organo-minerais e apresentam propriedades físico-químicas ainda mais diferentes dos outros gleissolos. São solos com horizontes sulfúrico e/ou sulfídrico que se formam sob forte influência das águas salinas (VALENTE et al., 1999).

São encontrados na região costeira da Bacia, nas áreas conhecidas regionalmente como manguezais. Ferreira (1989), citado por Mello et al. (1995), descreve o manguezal como um importante ecossistema cuja estrutura, oferece grande número de nichos ecológicos para espécies de importância econômica como: peixes, crustáceos e moluscos que encontram nesse ambiente um local de alimentação, reprodução, desova, crescimento e proteção contra inúmeros predadores.

4.2.3. Latossolos

São solos minerais profundos e muito profundos, bem drenados que apresentam como principal característica o horizonte diagnóstico subsuperficial “B” latossólico (Bw). O horizonte B latossólico apresenta avançado estágio de intemperização com alteração completa dos minerais primários menos resistentes ao intemperismo. Em geral, é constituído por quantidades variáveis de óxidos de ferro e alumínio, minerais de argila 1:1 (caulinita), quartzo e outros minerais mais resistentes ao intemperismo, com predominância de qualquer um deles.

Os Latossolos apresentam horizontes genéticos dispostos na sequência A, Bw (B latossólico) e C. De um modo geral estes solos apresentam baixo nível de fertilidade química natural, identificados como solos distróficos, com saturação por bases trocáveis (V%) muito baixa (inferior a 50%), acidez elevada com pH fortemente ácido e baixíssimos teores de fósforo assimilável. Esta classe está identificada no mapa final de solos pelo símbolo LAd (LATOSSOLO AMARELO Distrófico). Morfologicamente os Latossolos Amarelos são identificados no campo pela cor nos matizes 10 YR e 7,5YR. Esses solos ocorrem em áreas com relevo predominantemente plano e suavemente ondulado.

4.2.4. Luvisolos

São solos minerais, com horizonte B textural com argila de atividade alta e saturação por bases alta, imediatamente abaixo de horizonte A ou E. Estes solos variam de bem a imperfeitamente drenados sendo, normalmente, pouco profundos, com sequência de horizontes genéticos do tipo A, Bt e C, e nítida diferenciação entre os horizontes A e Bt, devido ao contraste de textura, cor e/ou estrutura entre eles. A transição para o horizonte B textural é clara ou abrupta e grande parte dos solos desta classe, possuem mudanças textural abrupta. Eles podem ou não apresentar pedregosidade na parte superficial e caráter solódico ou sódico na parte subsuperficial (SANTOS et al., 2018).

São moderadamente ácidos a ligeiramente alcalinos, com teores de alumínio extraível baixo ou nulo e com valores elevados para a relação molecular Ki no horizonte Bt, normalmente entre 2,4 e 4,0, denotando presença em quantidade variável, mas expressiva, de argilominerais do tipo 2:1 (SANTOS et al., 2018). Na área de estudo estão identificadas as classes Luvisolo Crômico Pálido e Luvisolo Hápico Órtico que serão representadas no mapa final de solos pelos símbolos TCp e TXo, respectivamente. Essas classes de solos ocorrem em áreas com relevo predominantemente suave ondulado e ondulado.

4.2.5. Neossolos

Os Neossolos são solos pouco desenvolvidos, rasos ou pouco profundos, não apresentando qualquer tipo de horizonte B diagnóstico. Neste grupamento ocorrem solos com características físico-químicas extremamente diferentes, em decorrência da natureza do material de que são originados. Na área de estudo serão identificadas no mapa final de solos as classes Neossolo Flúvico Tb Distrófico (RYbd), Neossolo Flúvico Ta Eutrófico (RYve) e Neossolo Quartzarênico Órtico (RQo).

Os Neossolos Flúvicos são desenvolvidos sob forte influência do lençol freático próximo à superfície, sendo oriundos da deposição de sedimentos aluviais de natureza muito variável constituindo camadas sem relação pedogenética entre si. Estes solos são hidromórficos, rasos ou pouco profundos, com textura variável, normalmente, com dominância da fração silte, com nível de fertilidade natural baixo ou alto. Eles ocorrem em relevo plano, margeando os cursos d'água com vegetação de floresta de várzea, normalmente associados aos Gleissolos.

Os Neossolos Quartzarênicos são solos minerais, profundos, hidromórficos ou não hidromórficos, que apresentam classe de textura arenosa, essencialmente quartzosos, com sequência de horizontes A e C, podendo ocorrer em áreas com relevo plano ou suave ondulado.

4.2.6. Nitossolos

São solos minerais, profundos, bem drenados, com pequena diferenciação entre os horizontes, desenvolvidos a partir da intemperização de rochas eruptivas básicas (basaltos e diabásios), onde predominam as cores nos matizes 2,5YR ou 10R (OLIVEIRA et al., 1992; SANTOS et al., 2018; VIEIRA, 1993) e são bem estruturados, de textura argilosa e muito argilosa. Uma das características para reconhecimento deste grupamento no campo vai, além da cor, os blocos arredondados de diabásio, a estrutura fortemente desenvolvida com cerosidade e a forte atração das partículas do solo pelo ímã.

Quimicamente são solos muito ricos em termos de fertilidade química natural, identificados como solos eutróficos, com saturação por bases trocáveis (V%) muito alta (superior a 50%) e baixa acidez com pH normalmente próximo de 6,5. No entanto, podem ocorrer também solos com baixa fertilidade química natural, identificados como solos distróficos. Ocorrem mais frequentemente em relevo ondulado, sendo também encontrados em relevo forte ondulado. Na área estudada está identificada a classe Nitossolo Vermelho, representada no mapa de solos pelo símbolo NV.

4.2.7. Planossolos

Compreendem solos minerais imperfeitamente ou mal drenados, com horizonte superficial ou subsuperficial ou eluvial, de textura arenosa, que contrasta abruptamente com o horizonte B imediatamente subjacente, adensado, geralmente de acentuada concentração de argila, permeabilidade lenta ou muito lenta, constituindo, por vezes, um horizonte responsável pela formação de lençol d'água sobreposto (suspenso), de existência periódica e presença variada durante o ano (SANTOS et al., 2018). O horizonte B desta classe possui estrutura forte, grande em blocos angulares, frequentemente com aspecto cúbico ou estrutura prismática ou colunar, pelo menos na parte superior do referido horizonte.

Os solos dessa classe ocorrem com frequência em área de relevo plano ou suave ondulado, onde as condições ambientais e do próprio solo favorecem excesso de água periodicamente, mesmo que de curta duração, especialmente em regiões sujeitas à estiagem prolongada e até mesmo sob condições de clima semiárido. Na área estudada está identificada a classe Planossolo Háplico Eutrófico, que está identificada no mapa final de solos pelo símbolo SXe.

4.2.8. Plintossolos

São solos minerais que se caracterizam, principalmente, por possuírem o horizonte diagnóstico subsuperficial "B" plíntico (Bf). O horizonte plíntico é reconhecido pela presença de plintita em quantidades que ocupam no mínimo 15% do volume do horizonte e tenham 15 centímetros de espessura com arranjo de cores vermelhas e acinzentadas ou brancas com muitos mosqueados.

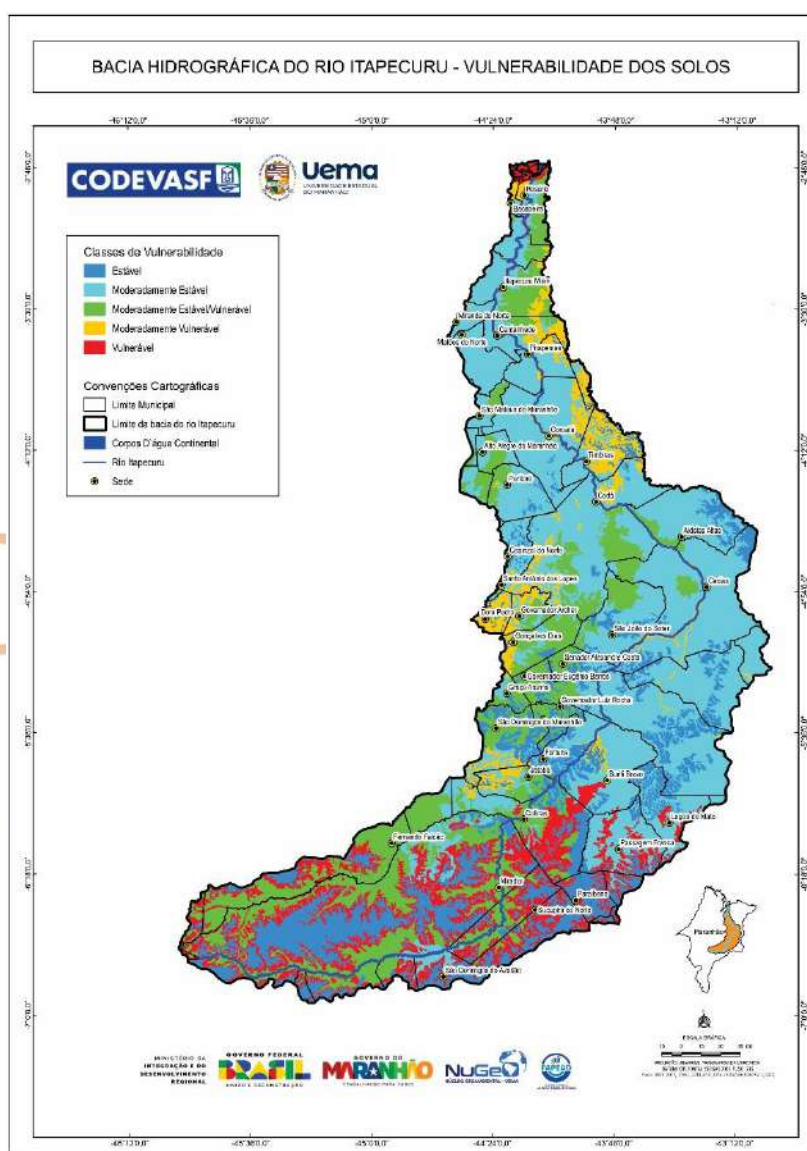
A plintita é constituída por uma mistura de argila, pobre em carbono orgânico e rica em ferro, ou ferro e alumínio com quartzo e outros materiais. No solo úmido, a plintita apresenta-se macia, suportando amassamento moderado entre os dedos polegar e indicador, podendo ser facilmente cortada com a faca pedológica (SANTOS et al., 2018).

Na área de estudo serão identificadas no mapa final de solos as classes Plintossolo Argilúvico Aluminoso (FTa), Plintossolo Argilúvico Distrófico (FTd), Plintossolo Argilúvico Eutrófico (FTe), Plintossolo Pétrico Concrecionário (FFc), Plintossolo Háplico Distrófico (FXd) e Plintossolo Háplico Eutrófico (FXe). As classes Plintossolo Argilúvico e Plintossolo Háplico ocorrem em áreas com relevo predominantemente plano e suave ondulado, enquanto a classe Plintossolo Pétrico ocorre em áreas mais acidentadas com relevo ondulado ou até mesmo forte ondulado.

4.3. Análise de Vulnerabilidade Natural

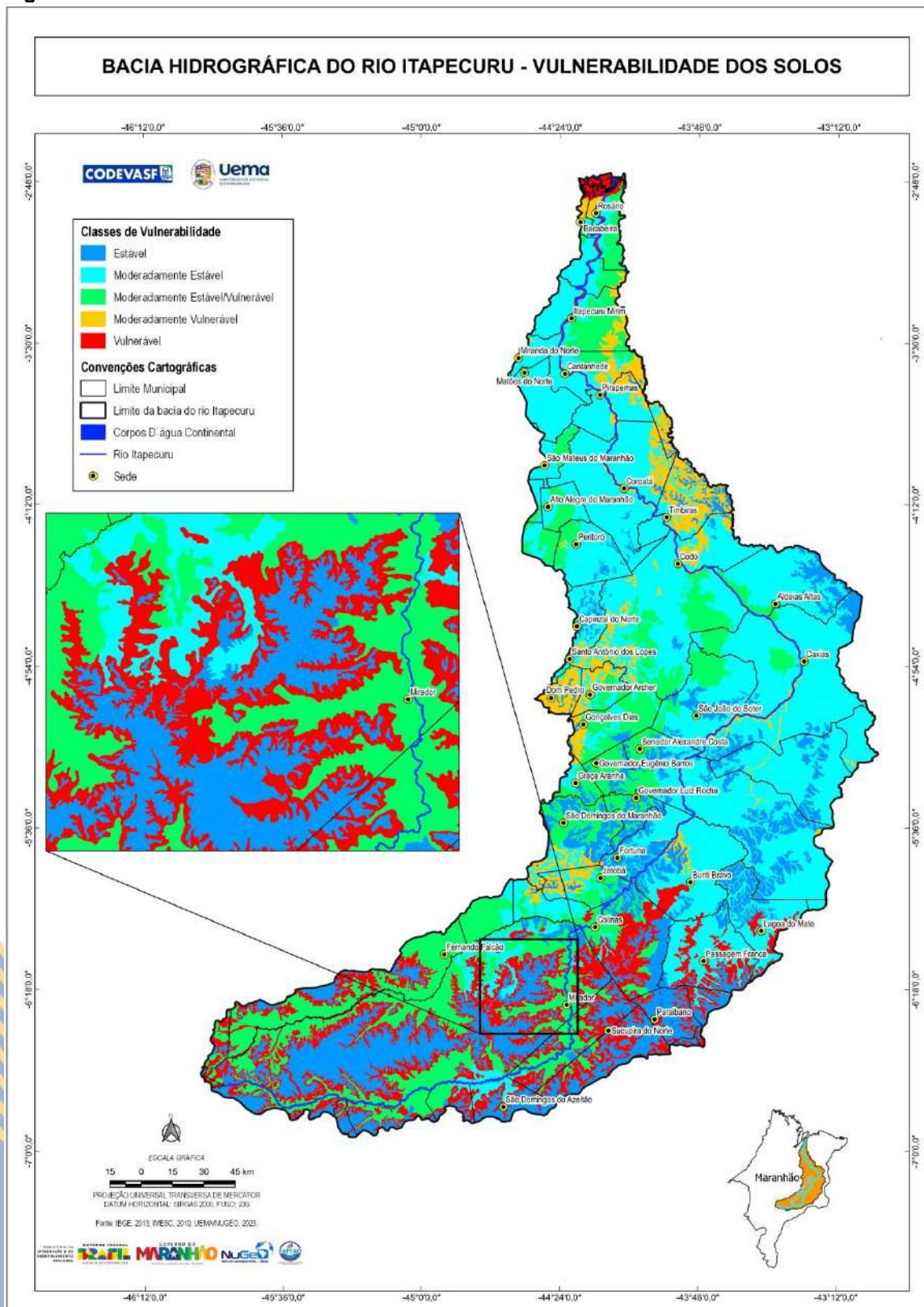
Para apresentação dos resultados preliminares sobre vulnerabilidade dos solos da região do Baixo Itapecuru, adaptou-se a análise proposta por Szlafsztein et al. (2010) e Crepani et al. (2001). Assim sendo, foram identificadas as seguintes classes de vulnerabilidade: estável (para os Latossolos Amarelos e Argissolos Amarelos), moderadamente estável (para o solos Planossolo Háplico, Plintossolo Argilúvico e Plintossolo Háplico), moderadamente estável/vulnerável (para o solos Luvisolo Crômico e Luvisolo Háplico), moderadamente vulnerável (para o solo Argissolo Vermelho-Amarelo) e vulnerável (para os solos Gleissolo Tiomórfico, Plintossolo Pétrico, Neossolo Flúvico e Neossolo Quartzarênico) (Figura 120, Figura 121 e Tabela 13).

Figura 120 – Mapa de Vulnerabilidade Natural dos solos da bacia hidrográfica do Rio Itapecuru, Estado do Maranhão.



Fonte: Registros da Pesquisa (2022).

Figura 121 – Detalhe de diversas áreas com diferentes classes de vulnerabilidade natural



Fonte: Registros da Pesquisa (2022).

Tabela 13 – Classes de Vulnerabilidade Natural dos Solos da região do Baixo Itapecuru.

Classe de Vulnerabilidade	Vulnerabilidade (Valores médios)	Grau de Saturação			Área (km²)	%
		R	G	B		
Estável	1					
	1,1					
	1,2	0	51	255	9.624,89	18,10
	1,3					
Moderadamente Estável	1,4					
	1,5					
	1,6	0	255	255	23.252,82	43,74
	1,7					
Moderadamente Estável/Vulnerável	1,8					
	1,9					
	2	0	255	51	11.144,41	20,96
	2,1					
Moderadamente Vulnerável	2,2					
	2,3					
	2,4					
	2,5	255	204	0	3.127,03	5,88
Vulnerável	2,6					
	2,7					
	2,8					
	2,9	255	51	0	6.313,49	11,31
	3					

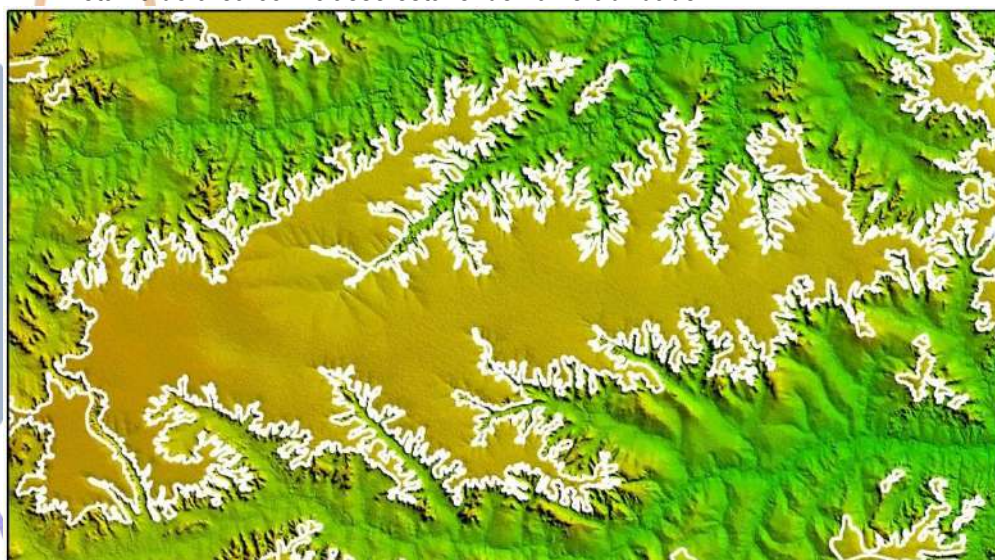
Fonte: Adaptado de Crepani et al. (2001) e Szlafsztein et al. (2010).

4.3.1. Descrição das Classes de Vulnerabilidade Natural

4.3.1.1 Estável

Incluem-se nesta classe as áreas que apresentam relevo predominantemente plano com declividade que varia no máximo de 0 a 3% (SANTOS et al., 2018). As áreas com esta classe apresentam risco praticamente nulo aos processos de erosão, mesmo que estejam em regiões que apresentam alta precipitação pluviométrica (Figura 122Figura 123).

Figura 122 – Detalhe de área com classe estável de vulnerabilidade.



Fonte: Registros da Pesquisa (2022).

Figura 123 – Detalhe de área com classe estável de vulnerabilidade.



Fonte: Registros da Pesquisa (2022).

4.3.1.2 Moderadamente Estável

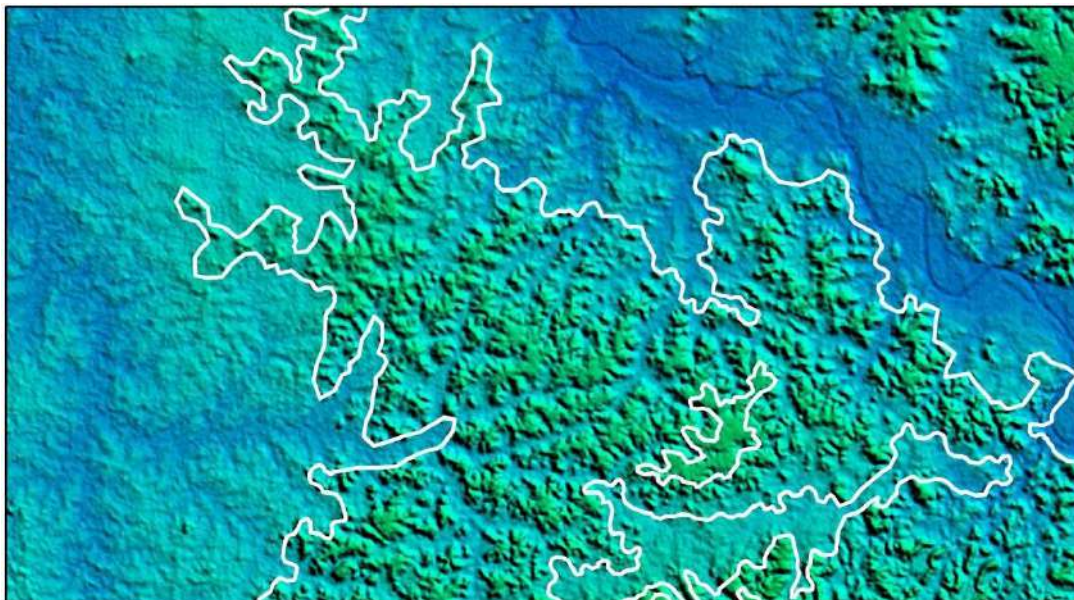
Incluem-se nesta classe as áreas que apresentam superfícies de topografia pouco movimentadas com declividade variando aproximadamente entre 0 a 8%. Apresentam pouco risco de suscetibilidade à erosão (Figura 124). Incluem-se também nesta classe as áreas com relevo mais acidentado com solos classificados como Plintossolos Pétricos Concrecionários (Figura 125).

Figura 124 – Detalhe de áreas com classe moderadamente estável de vulnerabilidade.



Fonte: Registros da Pesquisa (2022).

Figura 125 – Detalhe de áreas com classe moderadamente estável de vulnerabilidade.

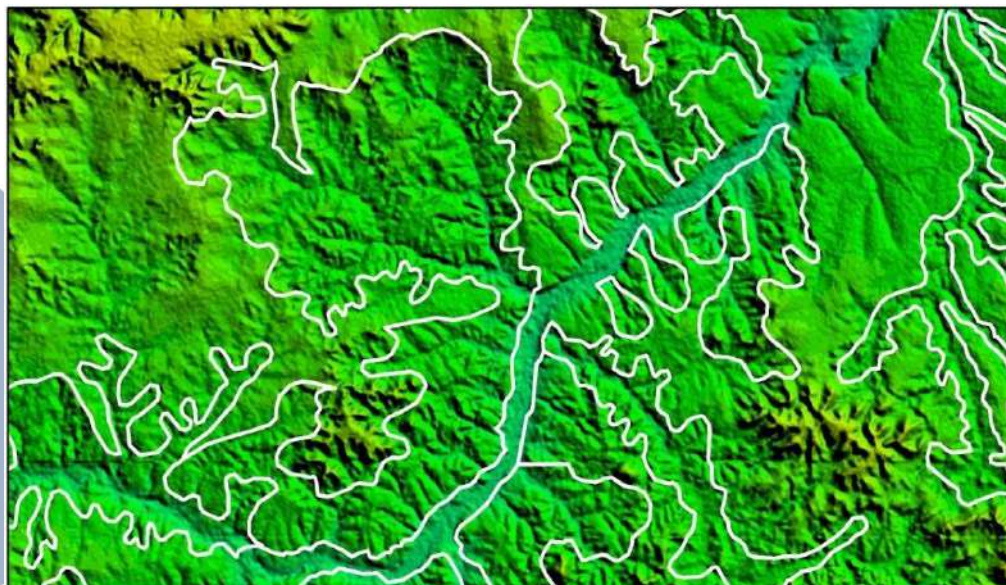


Fonte: Registros da Pesquisa (2022).

4.2.1.3 Moderadamente Estável/Vulnerável

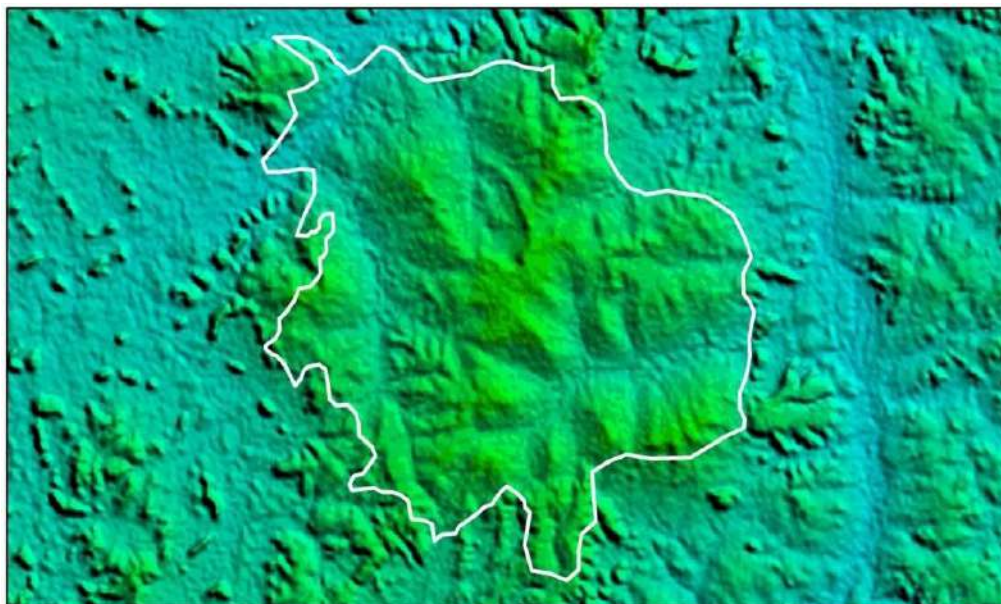
Incluem-se nesta classe as áreas que apresentam superfície topográfica movimentada com 3 a 8% de declividade. Apresentam risco moderado de suscetibilidade à erosão (Figura 126). Incluem-se também nesta classe as áreas com relevo menos acidentado com solos classificados como Plintossolos Pétricos Concrecionários e Neossolo Quartzarênico Órtico (Figura 127).

Figura 126 – Detalhe de áreas com classe moderadamente estável/vulnerável de vulnerabilidade.



Fonte: Registros da Pesquisa (2022).

Figura 127 – Detalhe de áreas com classe moderadamente estável/vulnerável de vulnerabilidade.

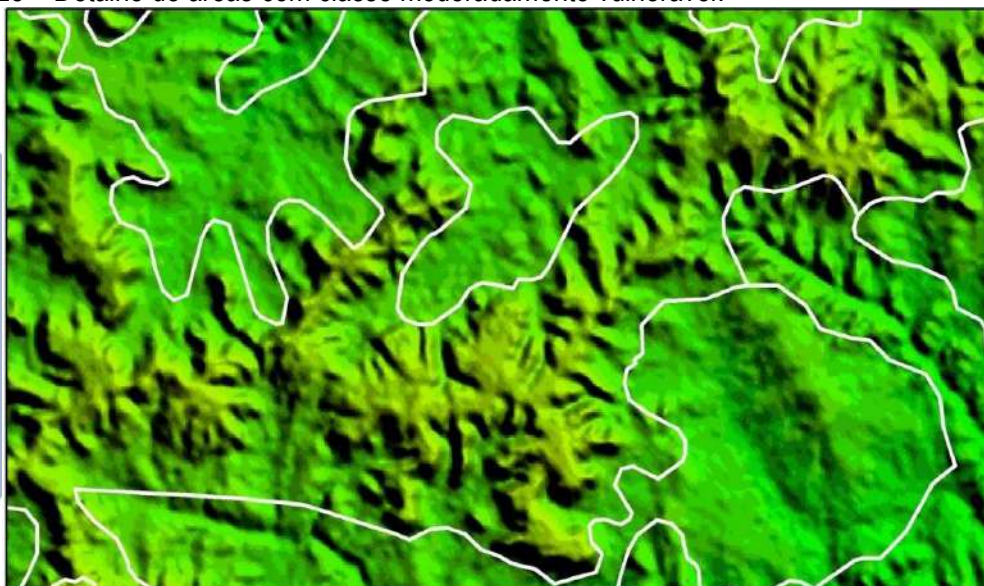


Fonte: Registros da Pesquisa (2022).

4.2.1.3 Moderadamente Vulnerável

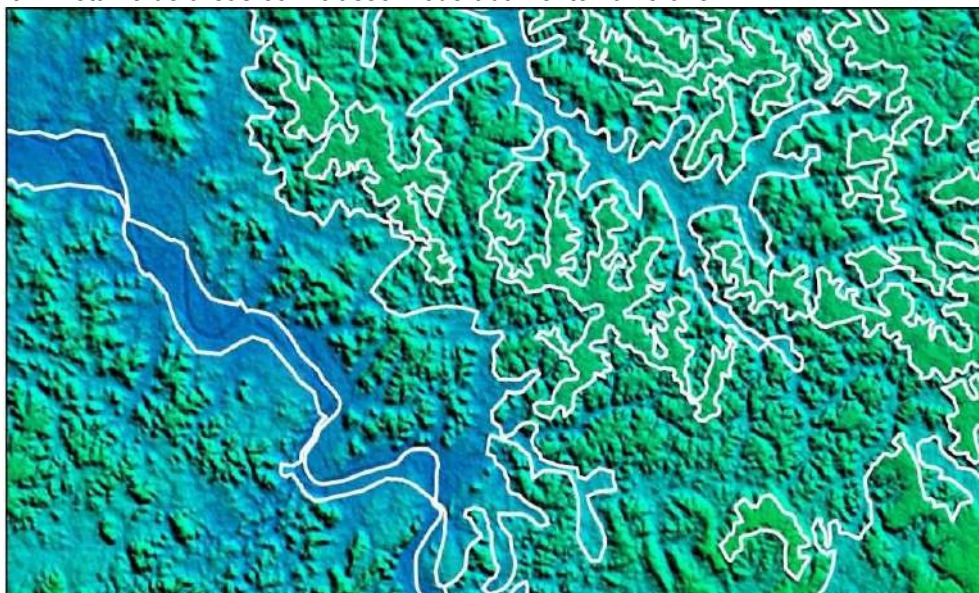
Incluem-se nesta classe as áreas de topografia movimentada com aproximadamente 20 a 45% de declividade. Apresentam risco moderado a forte de suscetibilidade à erosão (Figura 128). Incluem-se também nesta classe as áreas com relevo menos acidentado e plano sujeitas a inundações frequentes com solos classificados como Plintossolos Pétricos Concrecionários e Neossolos Flúvicos Distróficos, respectivamente (Figura 129).

Figura 128 – Detalhe de áreas com classe moderadamente vulnerável.



Fonte: Registros da Pesquisa (2022).

Figura 129 – Detalhe de áreas com classe moderadamente vulnerável.



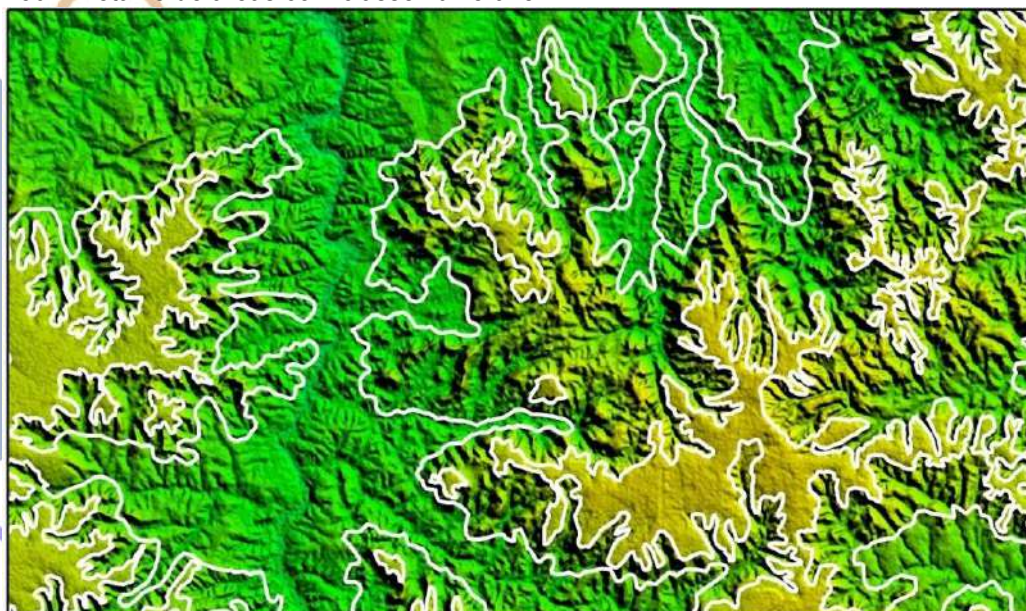
Fonte: Registros da Pesquisa (2022).

4.2.1.4 Vulnerável

Incluem-se nesta classe as áreas que apresentam relevo fortemente ondulado e fortemente escarpado com declividades fortemente acentuadas acima de 45% (Figura 130). Incluem-se também nesta classe áreas que não apresentam relevo fortemente ondulado, porém apresentam riscos muito fortes de suscetibilidade à erosão como os solos Gleissolos Tiomórficos com vegetação de mangue que ocorrem no extremo norte da bacia hidrográfica do Rio Itapecuru (

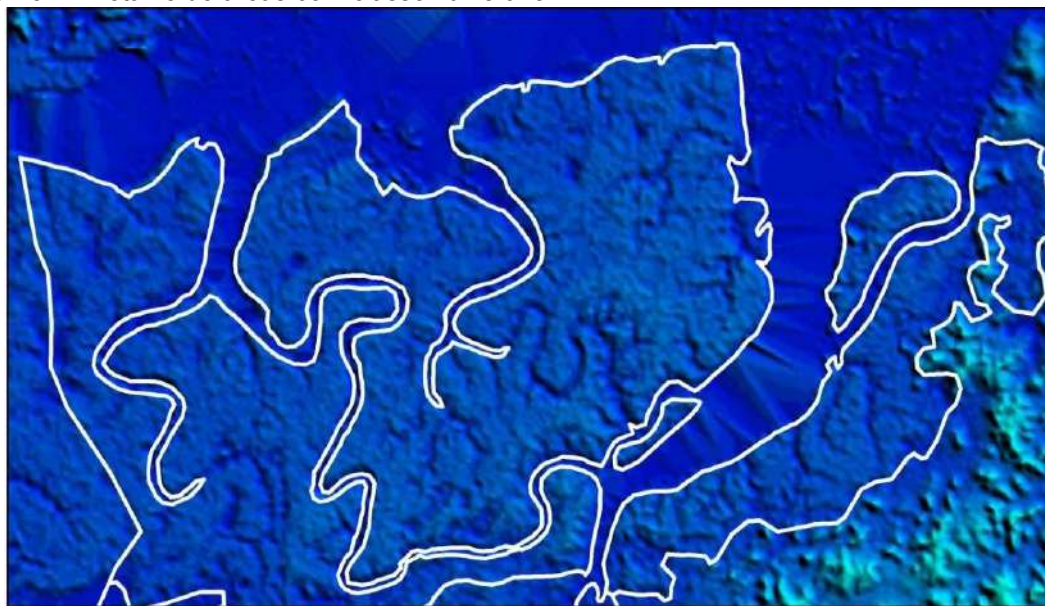
Figura 131).

Figura 130 – Detalhe de áreas com classe vulnerável.



Fonte: Registros da Pesquisa (2022).

Figura 131 – Detalhe de áreas com classe vulnerável.



Fonte: Registros da Pesquisa (2022).

4.4. Aptidão Agrícola das Terras

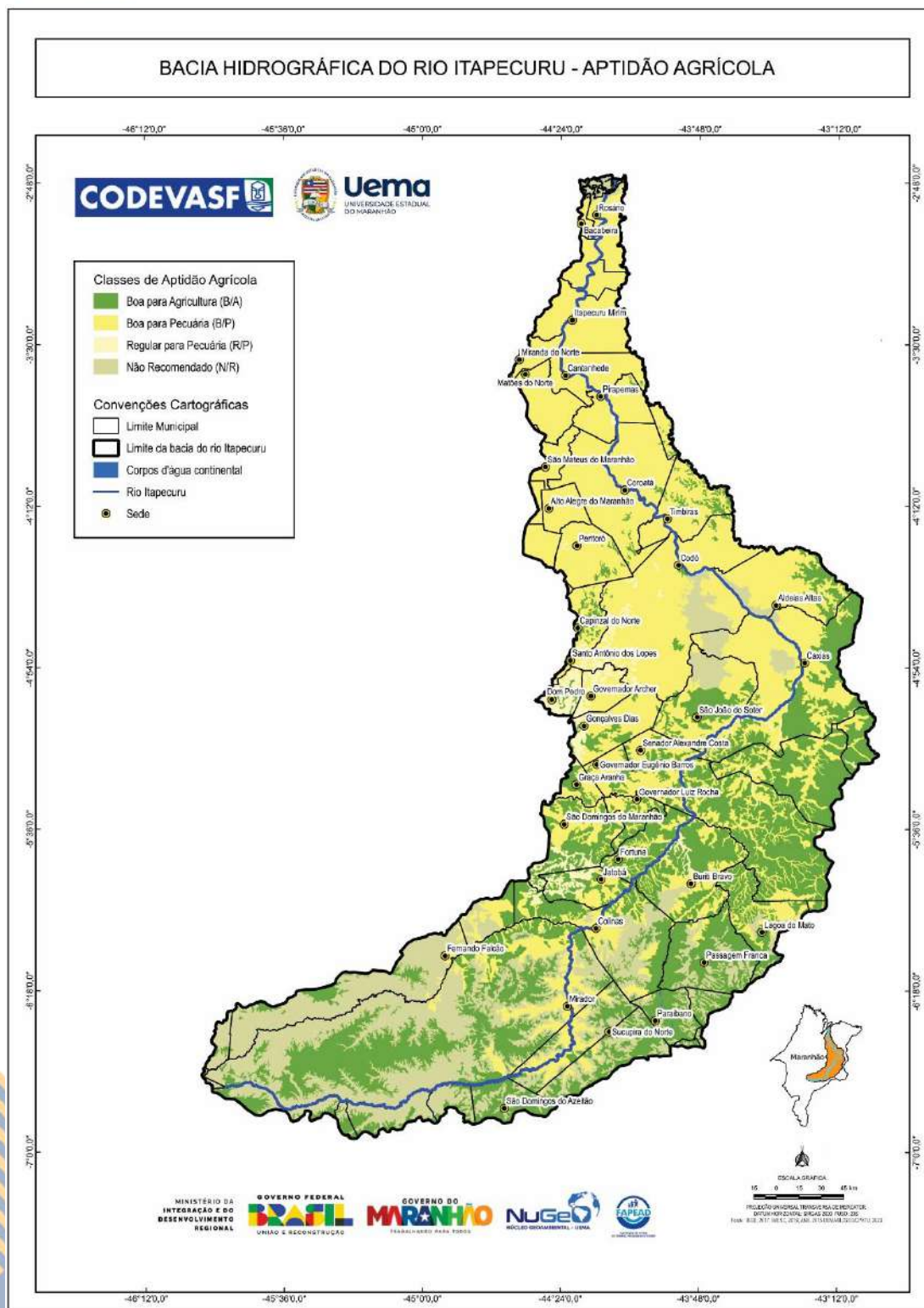
O mapa de aptidão agrícola das terras foi confeccionado com base na interpretação dos atributos diagnósticos dos solos, conjuntamente com análise do grau de intensidade dos fatores limitantes do uso da terra decorrentes, principalmente, das características do relevo.

4.4.1 Representação Cartográfica das Classes de Aptidão Agrícola das Terras

De acordo com as normas técnicas em uso no Brasil, segundo Ramalho Filho & Beek (1995), as classes de aptidão agrícola são representadas por convenção de cores (

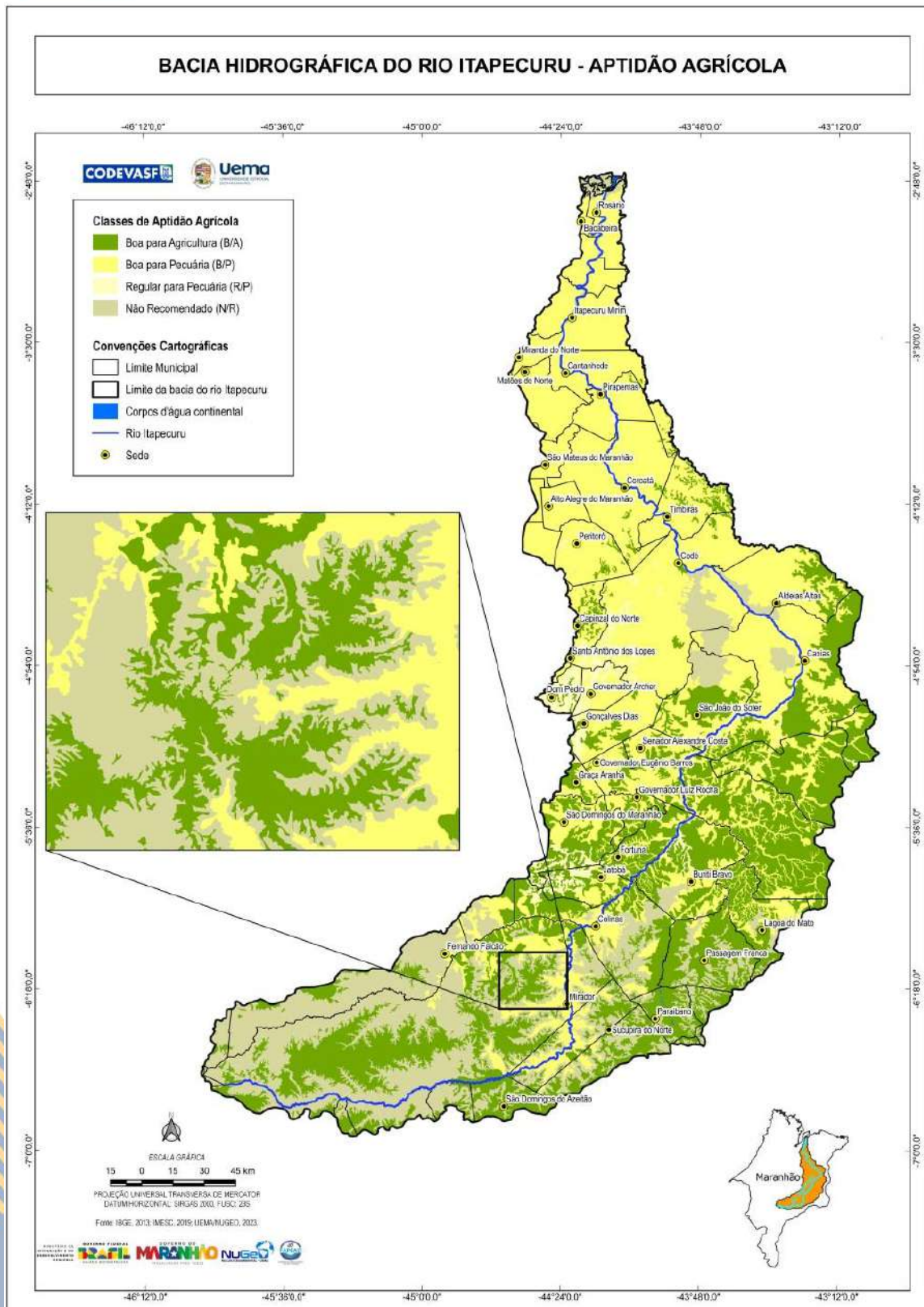
Figura 132 e Figura 133).

Figura 132 – Representação cartográfica das classes de aptidão agrícola das terras da bacia hidrográfica do Rio Itapecuru, Estado do Maranhão



Fonte: Registros da Pesquisa (2022).

Figura 133 – Detalhe de diversas áreas com diferentes classes de aptidão agrícola das terras.



Fonte: Registros da Pesquisa (2022).

4.4.2 Quantificação e Representação Gráfica das Classes de Aptidão Agrícola das Terras

Os resultados contidos na Tabela 14 e representados na

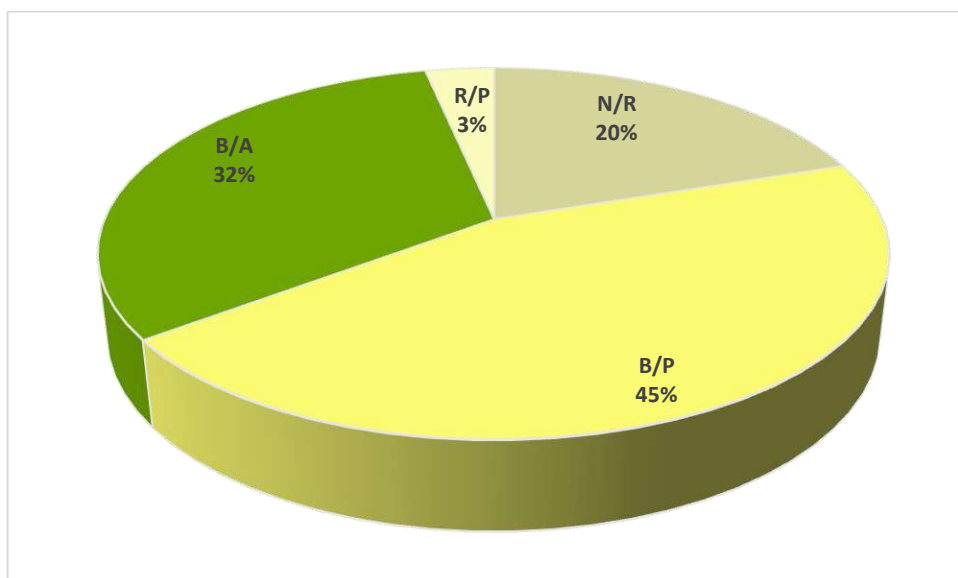
Figura 134 indicam que 16.946,53km² (31,84%) da área mapeada do Baixo Itapecuru apresentam classe de aptidão B/A (Terras que apresentam classe de aptidão BOA para agricultura), 23.844,85 km² (44,81%) apresentam classe de aptidão B/P (Terras que apresentam classe de aptidão BOA para pecuária), 1.783,39km²(3,35%) apresentam classe de aptidão R/P (Terras que apresentam classe de aptidão REGULAR para pecuária) e 10.587,88km² (19,90%) apresentam classe de aptidão N/R (Terras NÃO RECOMENDADAS para uso agropecuário).

Tabela 14 – Quantificação das classes de aptidão agrícola das terras da bacia hidrográfica do Rio Itapecuru, Estado do Maranhão.

Símbolo das classes de aptidão agrícola	Classes de aptidão agrícola das terras (Indicação de uso preferencial)	Área mapeada (km ²)	%
B/A	Terras que apresentam classe de aptidão BOA para agricultura	16.946,53	31,84
B/P	Terras que apresentam classe de aptidão BOA para pecuária	23.844,85	44,81
R/P	Terras que apresentam classe de aptidão REGULAR para pecuária	1.783,39	3,35
N/R	Terras NÃO RECOMENDADAS para uso agropecuário*	10.587,88	19,90
TOTAL	-	53.216,84	100,00

*- Terras que apresentam fortes restrições para utilização devem ser destinadas, preferencialmente, à preservação ambiental.

Figura 134 – Representação gráfica das classes de aptidão agrícola das terras mapeadas da bacia hidrográfica do Rio Itapecuru, Estado do Maranhão.



Fonte: Registros da Pesquisa (2022).

4.4.3 Conceituação das Classes de Aptidão Agrícola das Terras

4.4.3.1 Classe de aptidão BOA para agricultura (B/A)

Incluem-se nesta classe as áreas de terra firme que apresentam relevo predominantemente plano ou suavemente ondulado, solos profundos, bem drenados e textura média, argilosa ou muito argilosa. Os solos que apresentam essas características estão incluídos nas classes dos Argissolos Amarelo Distrocoeso, Argissolos Amarelo Distróficos, Argissolos Vermelho-Amarelo Eutrófico, Latossolos Amarelo Distrófico, Latossolos Vermelho Distrófico e Nitossolo Vermelho Eutrófico.

Na avaliação do grau de intensidade dos fatores limitantes do uso da terra, constata-se que apesar do baixo nível de fertilidade química natural, esses solos apresentam boas propriedades físicas, o que possibilita sua utilização em atividades agrícolas. Apresentam poucas limitações ao uso de máquinas e implementos agrícolas e pouca suscetibilidade à erosão, com potencialidade à produção econômica com culturas de ciclo curto ou longo adaptadas às condições climáticas da região onde ocorrem. O uso sustentável dessas áreas requer a utilização de insumos agrícolas e emprego de tecnologias modernas adequadas para manejo e conservação, bem como, sistemas de produção capazes de melhorar as condições do solo e aumentar a produtividade das culturas. As áreas com esta classe de aptidão agrícola apresentam alto grau de estabilidade e, portanto, praticamente sem riscos de suscetibilidade à erosão, mesmo quando utilizadas continuamente com lavoura ou pastagem.

4.4.3.2 Classe de aptidão REGULAR para agricultura (R/A)

Estão inclusas nesta classe, as áreas de terra firme que apresentam, predominantemente, relevo suavemente ondulado, solos profundos, bem drenados, com textura arenosa/média ou somente média. Possuem outras características como caráter plíntico, textura cascalhenta e estão associadas a outros solos e, mesmo que ocorram em relevo plano, apresentam características físicas indesejáveis. Os solos com essas características pertencem à classe de Neossolo Quartzarênico Órtico.

Na avaliação do grau de intensidade dos fatores limitantes do uso da terra, constata-se que, além das propriedades químicas, os solos apresentam outras limitações de caráter físico que os excluem da classe BOA. Ainda assim, podem ser utilizados na agricultura para produção de alimentos, sobretudo nos moldes de agricultura familiar, cujas atividades são desenvolvidas em pequenas propriedades com tecnologias adequadas ao meio ambiente, mesmo apresentando limitações ao uso de máquina e implementos agrícolas, além de suscetibilidade à erosão.

O uso sustentável dessas áreas com cultura de ciclo curto ou longo requer cuidados mais intensos para conservação dos ecossistemas que são, geralmente, frágeis.

4.4.3.3 Classe de aptidão BOA para pecuária (B/P)

Esta classe corresponde às áreas que apresentam restrições à utilização com lavouras, principalmente com culturas de ciclo curto nas quais o uso de máquinas e implementos agrícolas está presente em praticamente todas as fases do processo produtivo.

Os solos que apresentam aptidão BOA para pecuária estão incluídos, principalmente, nas classes Plintossolo Argilúvico Eutrófico ou Distrófico, Plintossolo Háplico Eutrófico ou Distrófico, Latossolo Vermelho Distrófico, Argissolo Acinzentado Distrófico, Argissolo Vermelho-Amarelo

Distrófico, Planossolo Háplico Eutrófico, Luvisolo Crômico Pálico, Luvisolo Háplico Órtico e Plintossolo Pétrico Concrecionário.

Esses solos podem ocorrer em áreas com relevo, predominantemente, suave ondulado e ondulado, com textura muito variável, com ou sem cascalho e, em sua maioria, de baixa fertilidade química. Estão incluídos nesta classe de aptidão solos com melhores características químicas classificados como eutróficos, todavia apresentam restrições de uso de natureza física.

Na avaliação da aptidão agrícola, constata-se que os fatores limitantes do uso da terra apresentam grau de intensidade moderado ou forte que estão presentes nas classes de solos de forma conjunta, de tal modo que a indicação dessas áreas deve ser, preferencialmente, à atividade pecuária. No entanto, seu uso na lavoura não está excluído, uma vez que, é constatado inúmeras pequenas propriedades localizadas em áreas de relevo mais plano e com solos de alta fertilidade química, sendo utilizadas com lavoura que se enquadram no sistema de cultivo de agricultura familiar. Essas áreas são importantes para o abastecimento de alimentos nas feiras e mercados locais.

4.4.3.4 Classe de aptidão REGULAR para pecuária (R/P)

Incluem-se nessa classe as áreas que apresentam grau moderado a forte de restrições à utilização com lavoura. Apresentam ainda, algumas limitações para utilização na pecuária.

Os solos que apresentam aptidão regular para a pecuária estão incluídos nas classes dos Plintossolo Pétrico Concrecionário, Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico e Neossolo Flúvico Tb Distrófico. Esses solos apresentam fortes limitações à utilização da terra com agricultura, de tal maneira, que são indicados preferencialmente, à pecuária.

4.4.3.5 Classe de aptidão NÃO RECOMENDADA para atividades agropecuárias (N/R)

Incluem-se nesta classe as áreas que apresentam ecossistemas muito frágeis e com restrições ao uso agropecuário, devendo ser destinadas, preferencialmente, à preservação ambiental, para proteção da flora e da fauna e estudos científicos da biodiversidade. As áreas com esta classe de aptidão correspondem aos solos muito arenosos, com cobertura vegetal de cerrado e solos hidromórficos com vegetação de floresta hidrófila de várzea ou de mangue, formados por sedimentos recentes, não consolidados, classificados como Neossolos Flúvicos e Gleissolos Tiomórficos, respectivamente.

As áreas de relevo fortemente ondulado com graus de limitação muito forte para os fatores suscetibilidade à erosão e impedimento a mecanização, onde normalmente estão concentradas as cabeceiras de drenagens devem ser, também, destinadas à preservação ambiental. Nessas áreas ocorrem principalmente os Neossolos Litólicos e Argissolos Vermelho-Amarelo.

5. CONCLUSÕES

Com base nos resultados apresentados nos mapas de solos, vulnerabilidade natural e aptidão agrícola das terras, excluindo-se todas as restrições de natureza jurídica e/ou ambiental, conclui-se que:

- a) Os solos de maior extensão e de maior importância agropecuária dentro dos limites da área mapeada pertencem às seguintes classes (subordens): Plintossolo Pétrico (12.508,97km²), Latossolo Amarelo (9.038,38km²), Neossolo Litólico (5.794,99km²), Latossolo Vermelho-Amarelo (5.679,63km²), Argissolo Vermelho-Amarelo (4.946,00km²), Neossolo Quartzarênico (4.347,77km²), Plintossolo Argilúvico (3108,55km²), Latossolo Vermelho (2.373,45km²) e Plintossolo Háptico (1657,40km²).
- b) Da área total mapeada (53.162,65km²), 9.624,89km² pertencem à classe estável e 6.013,49km² incluem-se na classe vulnerável de suscetibilidade natural à erosão, o que representa 18,10% e 11,31%, respectivamente.
- c) Da área total mapeada (53.162,65km²), 23.252,82km² incluem-se na classe moderadamente estável, 11.144,41km² na classe moderadamente estável/vulnerável e 3.127,03km² na classe moderadamente vulnerável, o que representa 43,74%, 20,96% e 5,88%, respectivamente.
- d) 16946,53km² (31,84%) apresentam classe de aptidão BOA para agricultura e 23.844,85km² (44,81%) de aptidão BOA para pecuária;
- e) 10.587,88km² (19,90%) apresentam classe de aptidão NÃO RECOMENDADA para uso agropecuário e, devem ser destinadas, preferencialmente, à preservação ambiental.
- f) A classe de aptidão B/P (BOA para pecuária) pode ser utilizada para as lavouras nos moldes do perfil de agricultura familiar, desde que sejam utilizadas técnicas e culturas adaptadas às limitações agrícolas das terras.

REFERÊNCIAS

CREPANI, E.; MEDEIROS, J. S.; FILHO, P. H.; FLORENZANO, T. G; DUARTE, V.; BARBOSA, C. C. F. **Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento Aplicados ao Zoneamento Ecológico-Econômico e ao Ordenamento Territorial**. São José dos Campos: INPE, 2001.

IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Recursos Naturais e Ambientais, **Manual Técnico de Pedologia**, 3 ed., Rio de Janeiro, 2015, 430p. (IBGE, Manuais Técnicos em Geociências, 4),

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE, **Shapefile das Mesorregiões (2020)**. Disponível em: <https://portaldemapas.ibge.gov.br/portal.php#homepage>. Acesso em: 23 mar, 2021.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais/Divisão de Sensoriamento Remoto (INPE/DSR), **Topodata: banco de dados morfométricos do Brasil**, Disponível em: www.dsr.inpe.br/topodata/index.php. Acesso em: abril/2017.

MELO, C.F.; BRITO da SILVA, A.; PERES, A. da C. **Contribuição ao Conhecimento da Fauna dos Manguezais Paraenses**. In: WORKSHOP ECOLAB, 3., 1995, Belém. Livro de resumos expandidos. Belém: UFPA/MPEG/SUDAM, 1995 p. 35-37.

RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K.J. **Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras**, 3a ed, rev, Rio de Janeiro: Embrapa-CNPS, 1995, 65p

SANTOS, H.V. dos; et al, **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**: 5 ed, rev, e ampl, Brasília, DF: Embrapa, 2018.

VALENTE, M.A.; OLIVEIRA JÚNIOR, R.C. de; SILVA, J.M.L. da; SANTOS, P.L. dos; RODRIGUES, T.E.; SILVA, P.R.O da; SILVA NETO, P.B. da. **Solos da ilha de Algodoal-Maiandeuá, município de Maracanã Estado do Pará**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 1999. 21p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 22).

VENTURIERI, A.; HOMMA, A. K. O.; MENEZES, A. J. E. A. de; ARAUJO, E. C. E.; NUNES, G. M. V. C.; NASCIMENTO JUNIOR, J. de; D. B. do; FRAZAO, J. M. F.; SILVA, L. G. T.; TOLEDO, M, M.; VALENTE, M, A.; BUOSI, T, **Potencialidade Agrícola de Municípios ao Longo da Ferrovia Carajás-Itaqui, entre Santa Inês e São Luís, MA, Belém, PA**, Embrapa Amazônia Oriental, 2017, 129 p, (Embrapa Amazônia Oriental, Documentos, 433).

VENTURIERI, A.; VALENTE, M. A.; SILVA, L. G. T.; RAMALHO FILHO, A. SAMPAIO, S.M.N.; SILVA, B.N.R.; SILVA, J.M.L. da; SILVA, E.F. da; CLEMENTE, E.P.; JUNIOR, M.M. **Relatório do Mapeamento de Solos e Aptidão Agrosilvipastoril das Terras da Calha Norte do Estado do Pará**, In: MONTEIRO, M, de A.; MENEZES, C,R,C.; GALVÃO, I,M,F, (Ed.), ZEE: Zoneamento Ecológico Econômico da Zona Leste e Calha Norte do Estado do Pará, Belém, PA: Secretaria de Estado de Projetos Estratégicos. Núcleo de Gerenciamento do Programa Pará Rural, 2010, v,2, p. 123-183.

SZLAFSZTEIN, C, F; THALES, M,; SERRUYA, N, M; VENTURIERI, A. **Vulnerabilidade Natural à Erosão**, In: **Zoneamento Ecológico-Econômico da Zona Oeste do Estado do Pará** / Belém, PA : Embrapa Amazônia Oriental, 2010.



Uema
UNIVERSIDADE ESTADUAL
DO MARANHÃO



DIAGNÓSTICO FAUNÍSTICO DA BACIA DO RIO ITAPECURU

Dr. Tadeu G., de Oliveira
Lester A. Fox-Rosales

1. INTRODUÇÃO

Em decorrência de fortes pressões antrópicas sobre os recursos naturais no Maranhão, particularmente nas últimas décadas, grandes áreas da cobertura vegetal vêm sendo transformadas pelas atividades agropecuárias e pelo uso madeireiro. Dessa forma os ecossistemas locais vêm sofrendo profundas mudanças na sua fisionomia, na sua estrutura e na diversidade das espécies da fauna e da flora, representando uma constante e crescente ameaça para a manutenção e preservação dos ecossistemas, impondo sérios riscos aos princípios da sustentabilidade socioeconômica e ambiental do território maranhense.

Associado a este componente biótico estaria também a manutenção de um dos maiores potenciais hídricos do país. Entretanto, esse fato por si só não garante água com qualidade e quantidade para cumprir com as diversas necessidades dos maranhenses. Isso decorre em virtude das constantes agressões provocadas pelas ações antrópicas ao meio ambiente e da carência na gestão e controle dos recursos hídricos.

A perda e fragmentação dos habitats naturais tem acarretado uma série de impactos sob a biodiversidade. Isto compromete significativamente a sobrevivência de diversas espécies da fauna e flora, expondo-as precocemente ao risco de extinção. A carência de informações científicas relevantes sobre o *status* de conservação das espécies dificulta a implementação de medidas conservacionistas adequadas, planos de ação prioritários e políticas públicas visando à sobrevivência ao longo prazo das espécies. Nesse contexto estão os programas de levantamento e inventário da biodiversidade e a análise do *status* de conservação das espécies voltados ao estabelecimento de listas vermelhas, planos de ação das espécies ameaçadas de extinção e áreas prioritárias à conservação da biodiversidade. Estes são de extrema importância para permear a adoção de medidas conservacionistas, assegurando resguardar o patrimônio natural em escalas regional e nacional.

Não obstante a riqueza biológica e de recursos naturais e das enormes pressões sobre a biodiversidade maranhense, ainda é baixo o índice de informações levantadas sobre ela no Estado, e o índice é maior se considerarmos essas informações sob o aspecto do conhecimento sistemático, o qual significa prover de base técnico-científica programas, projetos, ações de planejamento e gestão territorial. Portanto, conhecer os componentes da biodiversidade, sistematizá-los e pô-los à disposição das ações de conservação e desenvolvimento sustentável é essencial para a realização de planos e programas no âmbito da gestão dos recursos naturais no estado do Maranhão.

Um dos principais fatores de êxito para essa necessária gestão é o conhecimento profundo dos recursos abrigados em território maranhense e, a partir desse conhecimento, estabelecer diretrizes de gestão mais precisas, as quais permitam conservar esses estoques e as paisagens que os abrigam, com manutenção permanente, considerando a especificidade de cada uma das áreas. No presente diagnóstico faunístico, apresentamos as caracterizações gerais da biodiversidade da bacia do Itapecuru, com enfoque geral até às particularidades existentes entre as áreas do baixo, médio e alto Itapecuru.

2. O TERRITÓRIO DA BACIA DO ITAPECURU E SUA DIVERSIDADE BIOLÓGICA

A diversidade biológica da Bacia do Itapecuru (BI) como um todo apresenta variação faunística que, de certa forma, apresentaria uma espécie de gradiente. Este iria de espécies tipicamente do Cerrado no Alto Itapecuru (al) à uma com grande influência amazônica, no Baixo Itapecuru (bl).

Para os mamíferos obtivemos 852 registros de 82 espécies confirmadas (

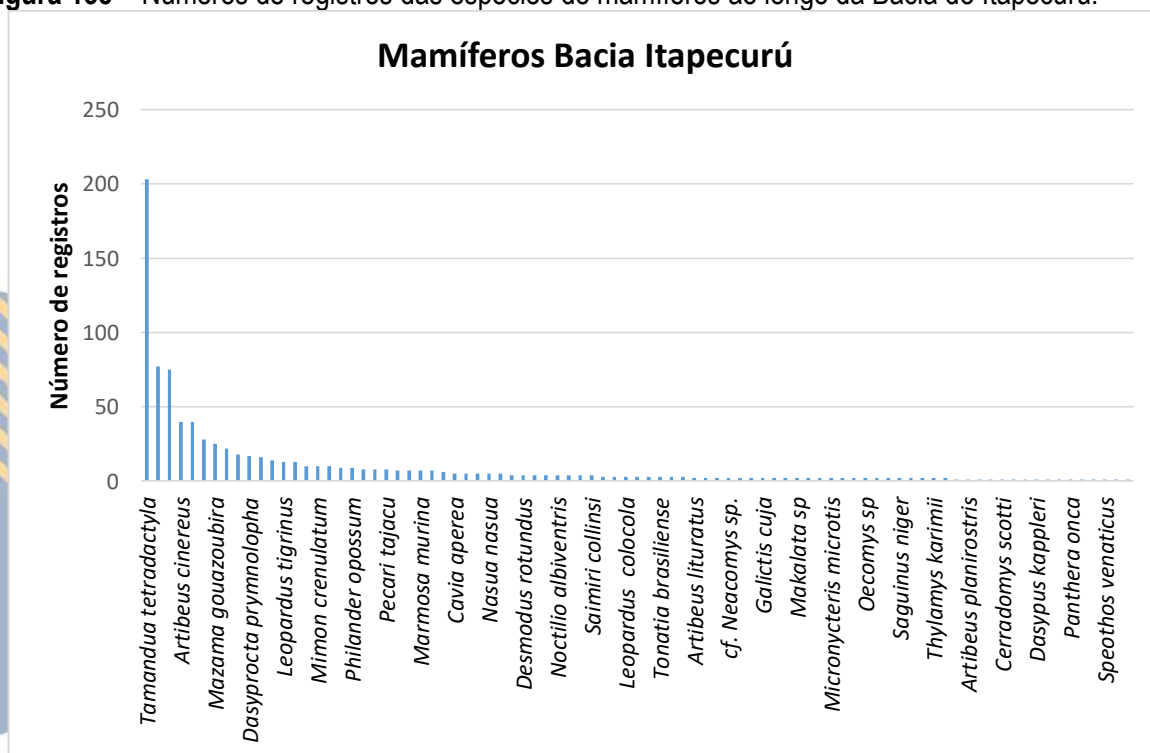
Figura 135) e 16 registros identificados somente ao nível de gênero: dois de pequenos mamíferos, *Neacomys* sp., *Thalpomys* sp., um de morcego - *Rhogeessa* sp. e exemplares de tatus do gênero *Dasypus* que não puderam ser identificados ao nível específico. *Trichomys* e *Dactylomys*, dois pequenos-roedores de porte elevado podem constituir novas espécies.

As espécies com maiores números de registros foram *Tamandua tetradactyla* (203), *Euphractus sexcinctus* (77), *Dasypus novemcinctus* (75), *Artibeus cinereus* (40) e *Cerdocyon thous* (40). Nesta área são encontradas seis espécies ameaçadas de extinção ao nível mundial pela IUCN, todas na categoria Vulnerável, totalizando 23 registros (

Figura 136). Já aquelas consideradas ameaçadas de extinção segundo a listagem brasileira do MMA, teríamos 43 registros de 13 espécies (

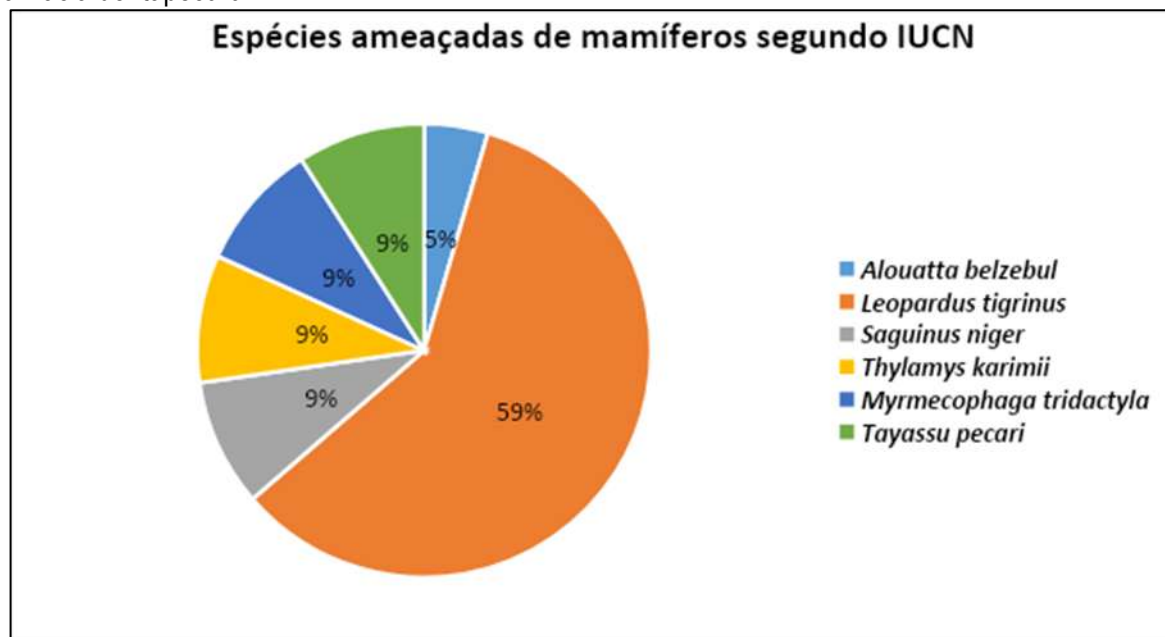
Figura 137). Todas na categoria Vulnerável, exceto *L. tigrinus*, que é considerada como Em Perigo no Brasil (OLIVEIRA et al. 2018).

Figura 135 – Números de registros das espécies de mamíferos ao longo da Bacia do Itapecuru.



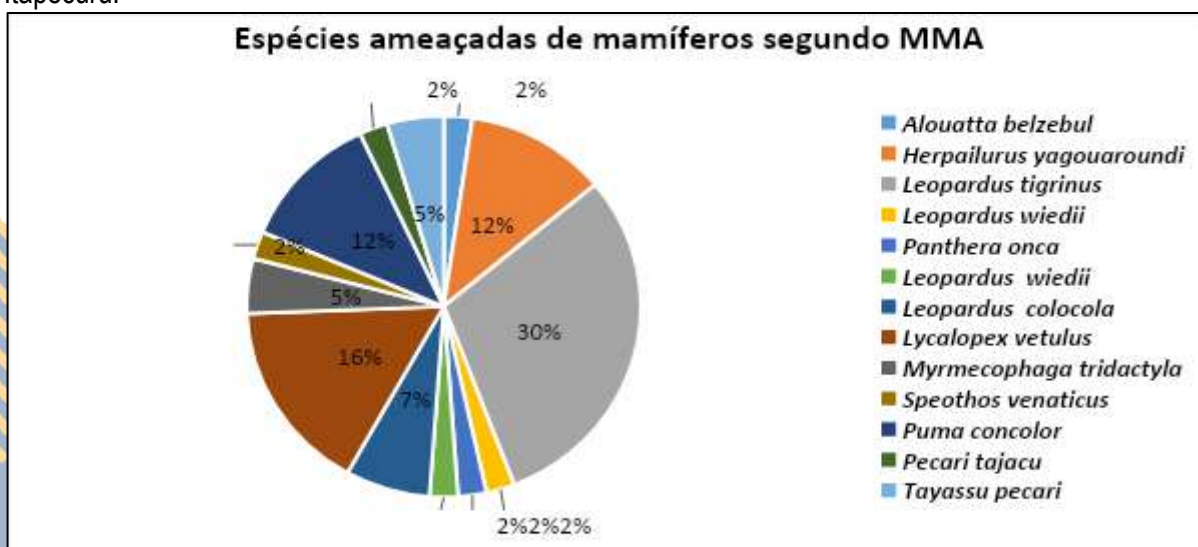
Fonte: Registros da Pesquisa (2022).

Figura 136 – Registros de mamíferos ameaçados de extinção presentes na Listagem mundial da IUCN na Bacia do Itapecuru.



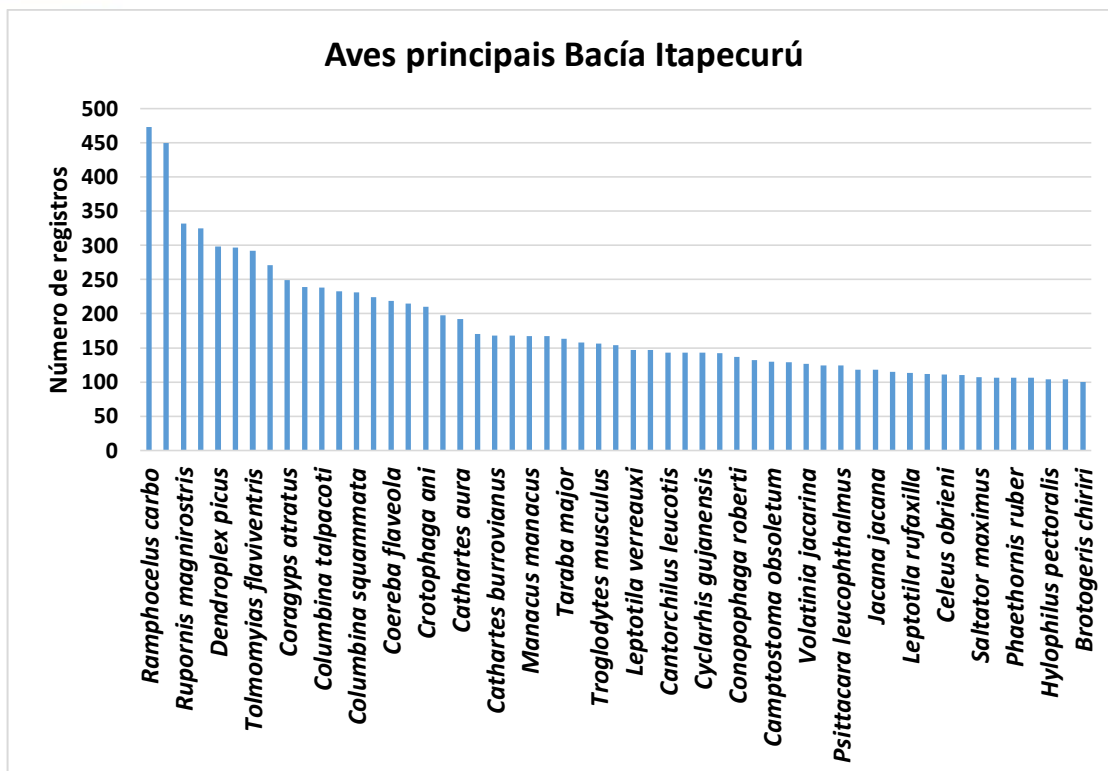
Fonte: Registros da Pesquisa (2022).

Figura 137 – Registros dos mamíferos ameaçados de extinção no Brasil presentes na Bacia do Itapecuru.



Fonte: Registros da Pesquisa (2022).

Figura 138 – Número de registros das principais espécies de aves encontradas ao longo da Bacia do Itapecuru.

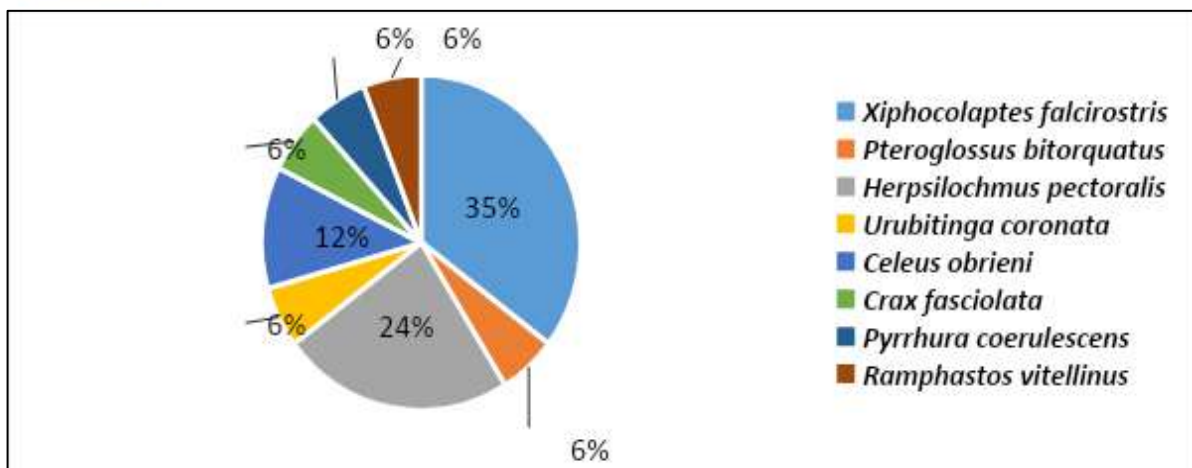


Fonte: Registros da Pesquisa (2022).

Para as aves obtivemos 19.878 registros de 577 espécies (

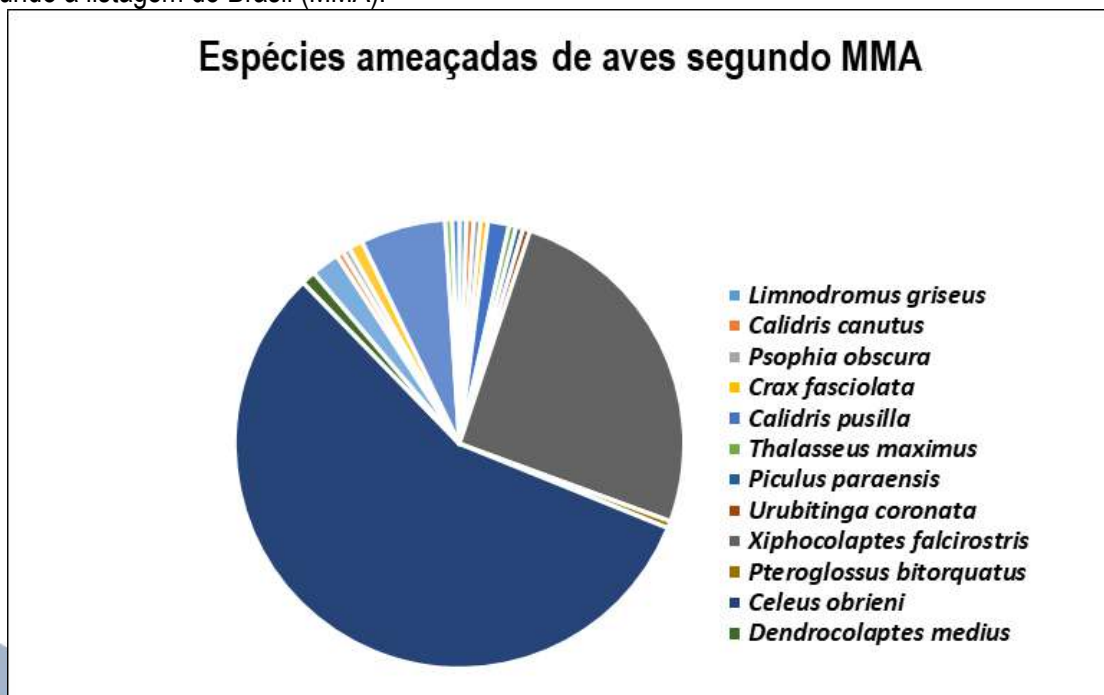
Figura 138), sendo as mais frequentes aqueles de *Ramphocelus carbo* (473), *Pitangus sulphuratus* (450), *Rupornis magnirostris* (332), *Hemitriccus striaticollis* (325) e *Dendroplex picus* (298). Das espécies mundialmente ameaçadas presentes foram 17 registros de oito espécies, três das quais na categoria Em Perigo e cinco na Vulnerável (Figura 139). Já aquelas consideradas ameaçadas de extinção no Brasil foram 196 registros de 19 espécies, quatro Criticamente em Perigo CR, quatro Em Perigo EN e 11 Vulneráveis VU (Figura 140). As de situação crítica seriam *Limnodromus grisésus*, *Calidris canutus*, *Psophia obscura* e *Crax fasciolata*.

Figura 139 – Registros das espécies de aves ameaçadas de extinção presentes na Bacia do Itapecuru, segundo a listagem mundial da IUCN.



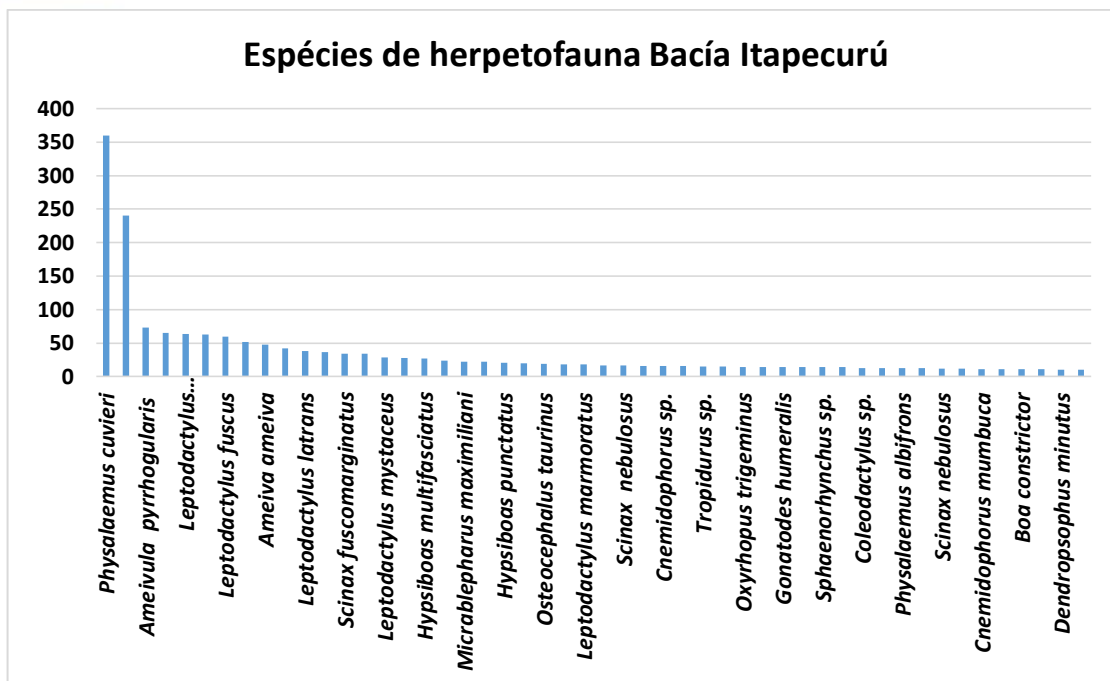
Fonte: Registros da Pesquisa (2022).

Figura 140 – Registros das espécies de aves ameaçadas de extinção presentes na Bacia do Itapecuru, segundo a listagem do Brasil (MMA).



Fonte: Registros da Pesquisa (2022).

Figura 141 – Número de registros de herpetofauna encontrada ao longo da Bacia do Itapecuru.

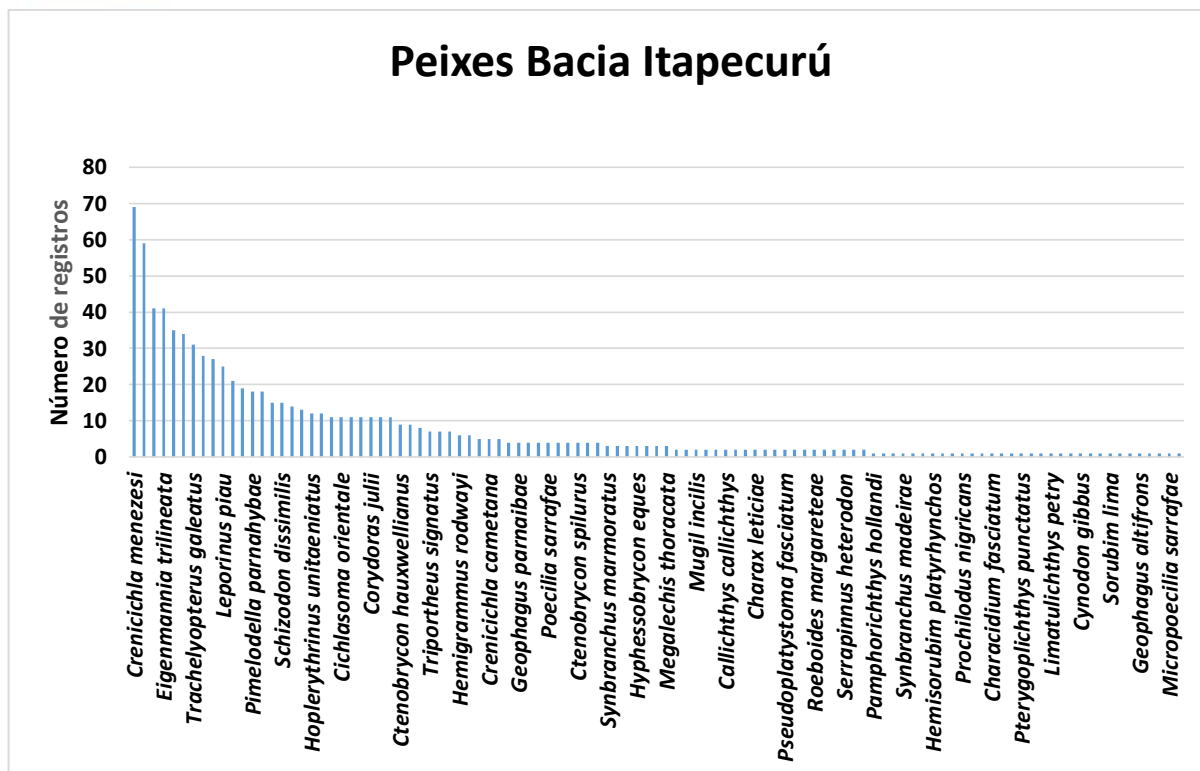


Fonte: Registros da Pesquisa (2022).

Para a herpetofauna obtivemos 2.133 registros, entre os de anfíbios e répteis (Figura 141). Estes eram pertencentes a 155 espécies, das quais as mais registradas foram *Physalaemus cuvieri* (360), *Tropidurus oreadicus* (240), *Ameivula pyrrhogularis* (73), *Dendropsophus nanus* (65) e *Leptodactylus macrosternum* (64). Nenhuma das espécies registradas encontra-se na listagem de espécies ameaçada da IUCN e do MMA.

Já para os peixes obtivemos 831 registros de 108 espécies (Figura 142). Destas as mais frequentes foram *Crenicichla menezesi* (69), *Hoplias malabaricus* (59), *Sternopygus macrurus* (41), *Eigenmannia trilineata* (41) e *Gymnotus carapo* (35), nenhuma das quais ameaçadas de extinção segundo IUCN ou MMA.

Figura 142 – Espécies de peixes mais frequentemente encontradas ao longo da Bacia do Itapecuru.



Fonte: Registros da Pesquisa (2022).

Do ponto de vista da integridade faunística podemos dizer que a área do alto Itapecuru é aquela que se destaca como a mais importante sob a ótica da conservação. Esta área apresenta não apenas as porções de áreas naturais mais extensas, mas também as mais preservadas. O grande destaque fica para a região do Parque Estadual do Mirador, hoje com cerca de 5.008 km² de cerrado, constituindo a segunda maior área protegida do bioma no país. Este parque, por sinal, foi criado para proteger as nascentes do Itapecuru e Alpercatas.

O Zoneamento Ecológico-Econômico do estado (ZEE) apontou o entorno do Parque Estadual do Mirador como uma das áreas prioritárias à conservação, fora das áreas já legalmente protegidas. Também de extrema relevância está o fato desta área do PEM no Maranhão ter sido apontada e confirmada como a área prioritária mais importante para a conservação mundial do globalmente ameaçado de extinção *Leopardus tigrinus* (gato-do-mato, pintadinho; PAYÁN & DE OLIVEIRA 2016; DE OLIVEIRA et al., 2020). Esta é correntemente a única espécie de carnívoro considerada ameaçada de extinção na categoria: em perigo no Brasil (OLIVEIRA et al., 2018). Este parque também aparenta ser área chave para a conservação de outro felino, *Leopardus colocola* (gato-preto) – Figura 143. É também uma das áreas com maior diversidade de felinos no continente, com “os sete de Mirador” conhecidos mundo afora (Figura 144).

Figura 143 – *Leopardus tigrinus* (pintadinho) e *Leopardus colocola* (gato-preto) são duas espécies de felinos que apresentam suas populações mais importantes no país dentro dos limites do Parque Estadual do Mirador.



Fonte: Programa de Conservação Gatos do Mato – Brasil/Américas.

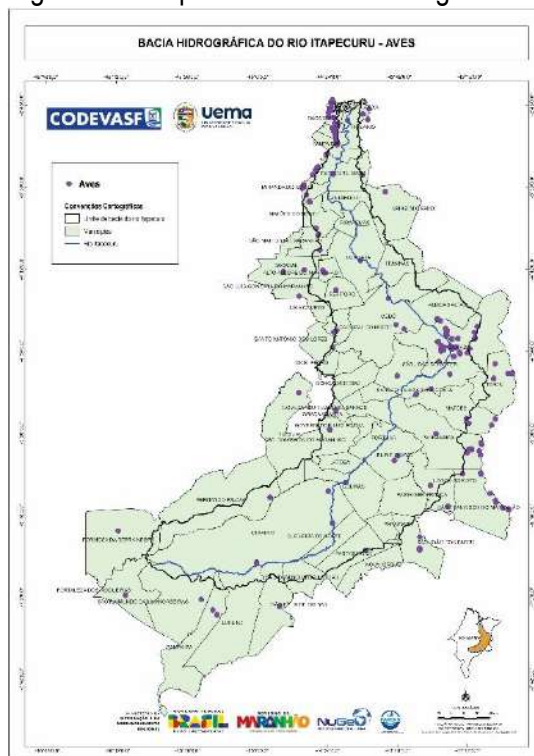
Figura 144 – Os 7 de Mirador: o Parque Estadual do Mirador e entorno é uma das áreas protegidas com a maior diversidade de felinos do Brasil, seis destes majestosos animais estão ameaçados de extinção e dois deles têm no parque sua mais importante área protegida no país.



Fonte: Programa de Conservação Gatos do Mato – Brasil/Américas.

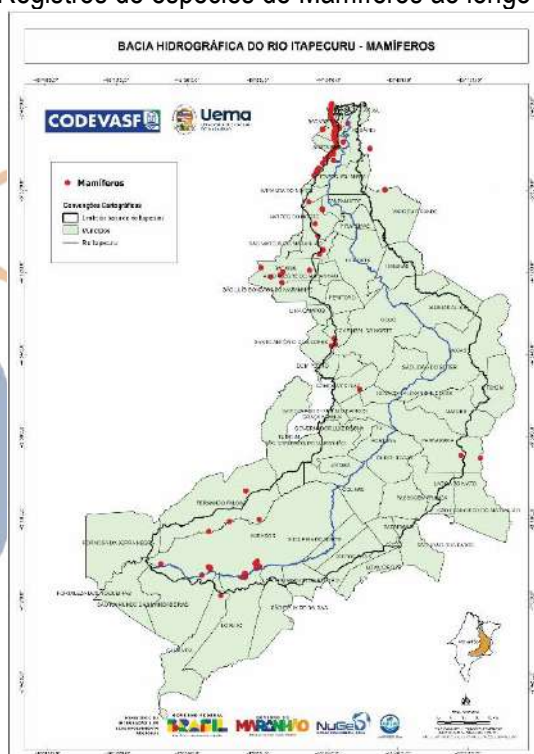
3. REGISTROS DA BIODIVERSIDADE DA BACIA DO ITAPECURU POR GRUPO TAXONÔMICO AVALIADO

Figura 145 – Registros de espécies de Aves ao longo da Bacia do Itapecuru.



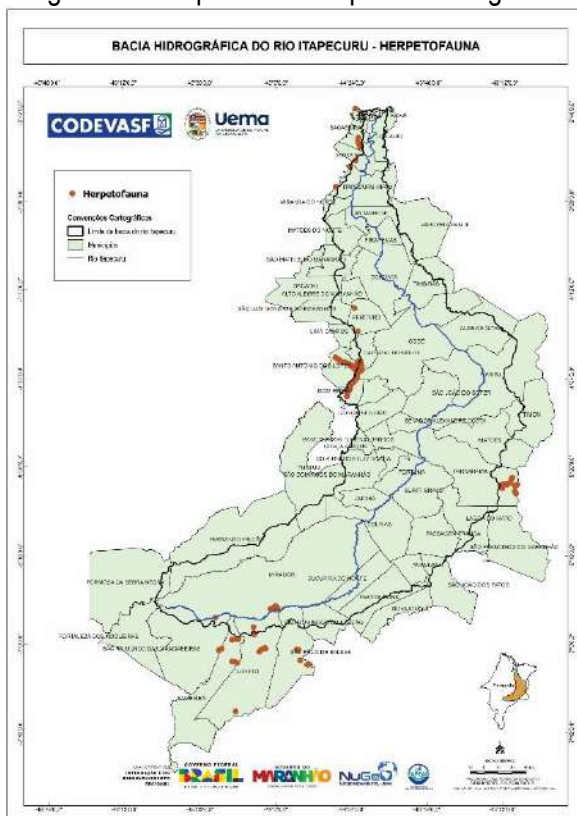
Fonte: Registros da Pesquisa (2022).

Figura 146 – Registros de espécies de Mamíferos ao longo da Bacia do Itapecuru.



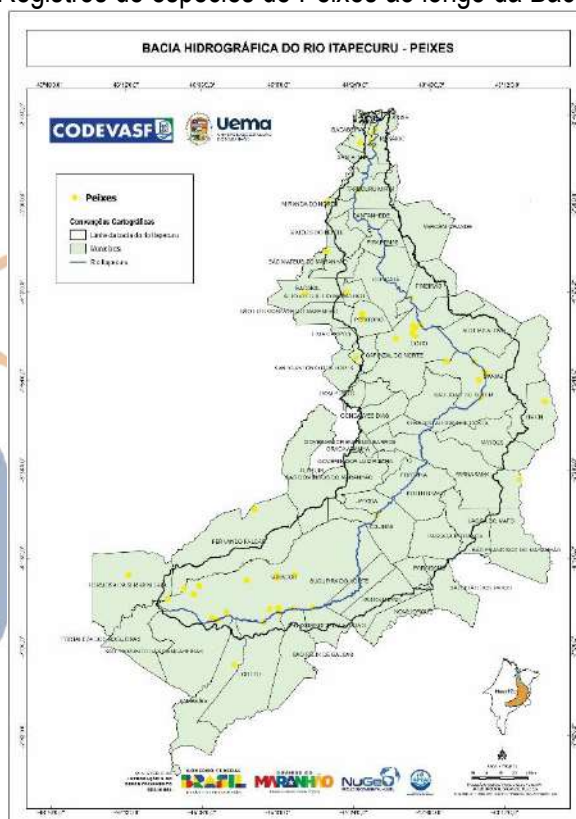
Fonte: Registros da Pesquisa (2022).

Figura 147 – Registros de espécies de Heperto ao longo da Bacia do Itapecuru.



Fonte: Registros da Pesquisa (2022).

Figura 148 – Registros de espécies de Peixes ao longo da Bacia do Itapecuru.



Fonte: Registros da Pesquisa (2022).

Até o momento, o banco de dados com registros de espécies de anfíbios, répteis, aves e mamíferos no baixo curso consta com cerca de 17.500 registros, a vasta maioria dos quais (16.470) são de aves. Nesta área do registrou-se, até o momento, 71 espécies de mamíferos, dos quais 38 são de não voadores e 34 de morcegos, pertencentes a 10 ordens e 24 famílias (Quadro 1).

Em Bacabeira-Rosário foram capturados 49 exemplares (incluindo três recapturas) pertencentes a 10 espécies de pequenos mamíferos, após esforço de captura de 803 armadilhas X noite, o que levou a um sucesso de capturas de 6.1%. Os roedores representaram 57.1%, enquanto os marsupiais compreenderam 42.9% das capturas. Os roedores *Proechimys roberti* e *Necomys lasiurus* foram as espécies mais capturadas (22.4% do total, cada) seguidas pelos marsupiais *Marmosa (Micoreus) demerarae* (18.4%) e *Didelphis marsupialis* (10.2%) –

Figura 149 e Figura 150. A dominância de duas espécies de roedores e uma de marsupial, como observado, tende a ser característica das comunidades naturais dos neotrópicos (Eisenberg & Redford 1999). O esforço amostral foi considerado bastante satisfatório para caracterizar o período amostrado, já que ultrapassou as 750 armadilhas X noite recomendadas para esta metodologia (E. Vieira, com. pess.).

A composição faunística dessa porção do baixo Itapecuru apresenta espécies tipicamente encontradas na Amazônia (mesmo que também presentes em outros biomas). Por outro lado, no alto Itapecuru a composição faunística é tipicamente aquela de ambientes de Cerrado. Entretanto, a quase totalidade das espécies da região do baixo Itapecuru tem distribuição geográfica ampla, são

relativamente comuns e têm baixa especificidade de hábitat, apresentando, portanto, um baixo grau de vulnerabilidade à extinção (

Figura 151). As únicas espécies consideradas ameaçadas de extinção presentes dessa área são das Ordens Carnivora, *Leopardus wiedii*, *Leopardus tigrinus*, *Herpailurus yagouaroundi*, *Lontra longicaudis* e Primates, *Saguinus ursulus* (Figura 152), *Aloatta belzebul*. Destas *L. longicaudis*, considerada ameaçada no Estado, não faz parte da listagem nacional. Existem registros de que exemplares de *L. pardalis* e *H. yagouaroundi* são mortos por atacarem criações de galinhas na região (Figura 153), enquanto existem registros de *L. wiedii* e *L. tigrinus* que chegaram a ser mantidos como pets (

Figura 154).

Para os morcegos na região do estuário do Itapecuru (Rosário-Bacabeira), após esforço amostral de 108h/rede, distribuídos homogeneamente entre os ambientes amostrados, foram capturados 114 exemplares de 20 espécies. A família Phyllostomidae de hábitos frugívoro-insetívoro foi a mais diversa assim como a com maior número de indivíduos capturados. A única espécie capturada nos três ambientes foi *Artibeus obscurus*, que também foi a espécie mais abundante no mangue, enquanto na capoeira e na ilha de vegetação foram *Phyllostomus discolor* e *Uroderma bilobatum*, respectivamente (Figura 155). O percentual de ocorrência do morcego-vampiro (*Desmodus rotundus*) foi consideravelmente elevado (3.5% das capturas), quando comparado com outras áreas do Maranhão. Comparando-se os ambientes a ilha de vegetação nas áreas de campo natural foi aquela que apresentou a maior diversidade e, especialmente a maior riqueza, seguida pela capoeira de babaçu e manguezal (Figura 156).

Quanto às aves, foram contabilizados 547 registros referentes à 211 espécies. As espécies mais abundantes foram *Buteogallus aequinoctialis*, *Phaetornis maranhensis* e *Todirostrum maculatum* (Figura 157 Figura 158). Na região de Rosário-Bacabeira, destacaram-se os tiranídeos que apresentam grande plasticidade ecológica, sendo assim encontradas em ambientes degradados, dentre as quais *Ramphocelus carbo*, *Turdus leucomelas*, *Pitangus sulphuratus*, *Tyrannus melancholicus*, *Coereba flaveola*, *Crotophaga ani*, *Guiraca guiraca*, *Columbina passerina*, *Troglodytes aedon*, *Thraupis episcopus*, *Thraupis palmarum*.

Quadro 1 – Lista preliminar das espécies de mamíferos encontrados na região de Bacabeira-Rosário, MA.

*cf = a confirmar; * = indica espécie ameaçada de extinção (MMA 2014); ** = indica espécie ameaçada de extinção no Maranhão (Oliveira 1997);

***Registro:** C = captura, A = avistamento, F = fotografia, R = rastro (inclui tocas), K = carcaça, E = entrevista, C' = apreensão.

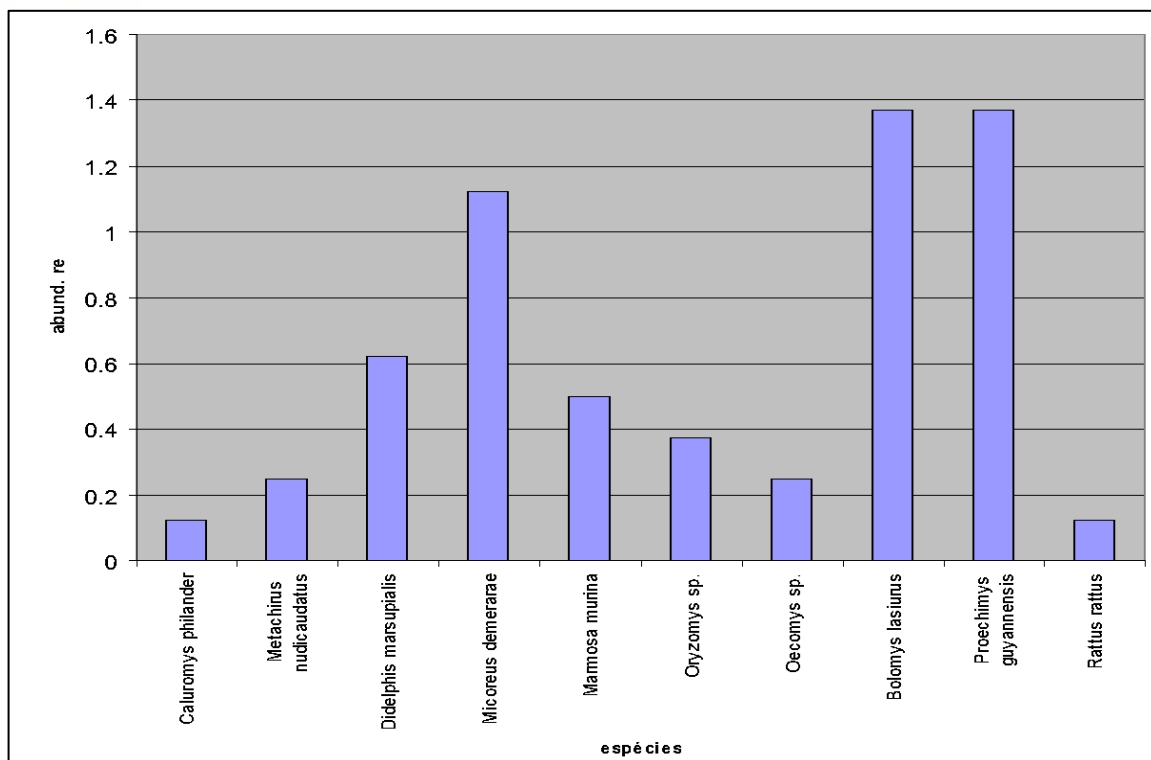
TAXON	NOME COMUM	REGISTRO
DIDELPHIMORPHIA		
Didelphidae		
<i>Caluromys philander</i>	Mucuri	C, A
<i>Metachirus nudicaudatus</i>		C
<i>Didelphis marsupialis</i>	Mucura	C, A
<i>Marmosa demerarae</i>		C
<i>Marmosa murina</i>		C
<i>Monodelphis domestica</i>		C
PILOSA		
Myrmecophagidae		
<i>Tamandua tetradactyla</i>	Mambira	A, K, R, E
<i>Cyclops didactylus</i>	tamanduá-í	C, E
Bradipodidae		
<i>Bradypus variegatus</i>	Preguiça	C, A, E
CINGULATA		
Dasypodidae		
<i>Dasypus novemcinctus</i>	tatu-galinha	F, K, C, E
cf. <i>Dasypus kappleri</i>	tatu-quinze-uílos	A
<i>Euphractus sexcinctus</i>	tatu-peba	K, E
CHIROPTERA		
Phyllostomidae		
<i>Artibeus cinereus</i>		C
<i>Artibeus lituratus</i>		C
<i>Artibeus obscurus</i>		C
<i>Artibeus planirostris</i>		C
<i>Artibeus glaucus</i>		C
<i>Artibeus</i> sp.		C
<i>Carollia brevicauda</i>		C
<i>Carollia perspicillata</i>		C
<i>Chiroderma</i> sp.		C
<i>Desmodus rotundus</i>	morcego-vampiro	C
<i>Glossophaga soricina</i>		C
<i>Macrophyllum macrophyllum</i>		C
<i>Micronycteris microtis</i>		C
<i>Micronycteris silvestris</i>		C
<i>Micronycteris</i> sp.		C
<i>Mimon crenulatum</i>		C
<i>Plathirrinus helleri</i>		C
<i>Plathirrinus lineatus</i>		C
<i>Phyllostomus discolor</i>		C
<i>Phyllostomus hastatus</i>		C
<i>Rhinophila pumilio</i>		C

TAXON	NOME COMUM	REGISTRO
<i>Sturnira lillium</i>		C
<i>Tonatia brasiliense</i>		C
<i>Tonatia saurophila</i>		C
<i>Tonatia silvicola</i>		C
<i>Uroderma bilobatum</i>		C
<i>Uroderma magnirostrum</i>		C
Emballonuridae		
<i>Rhynchonycteris naso</i>		C
Noctilionidae		
<i>Noctilio albiventris</i>		C
<i>Noctilio leporinus</i>		C
Vespertilionidae		
<i>Myotis albescens</i>		C
<i>Myotis cf. riparius</i>		C
<i>Myotis nigricans</i>		C
<i>Rhogeessa sp.</i>		C
PRIMATES		
Callithrichidae		
<i>*Saguinus ursulus</i>	sauim	A
Cebidae		
<i>Saimiri sciureus</i>	Capijuba	A, E
<i>*Alouatta belzebul</i>	Guariba	A, E
<i>Sapajus apela</i>	macaco-prego	A, E
CARNIVORA		
Canidae		
<i>Cerdocyon thous</i>	Raposa	A, F, K, R, E
Procyonidae		
<i>Nasua nasua</i>	Quati	A, F, E
<i>Procyon cancrivorus</i>	Guaxinim	A, F, R
Mustelidae		
<i>Eira barbara</i>	papa-mel	E
<i>**Lontra longicaudis</i>	lontra	E
Felidae		
<i>Leopardus pardalis</i>	gato-maracajá	F, R, C ¹ , E
<i>*Leopardus wiedii</i>	gato-peludo	C ¹
<i>*Leopardus tigrinus</i>	gato-do-mato	C ¹
<i>*Herpailurus yagouaroundi</i>	gato-mourisco	A, K, E
Tayassuidae		
<i>Tayassu tajacu</i>	Caititu	E
Cervidae		
<i>Mazama americana</i>	veado-mateiro	E
<i>Mazama nemorivaga</i>	veado-foboca	R, E
RODENTIA		
Sciuridae		
<i>Sciurus aestuans</i>	Quatipuru	E
Muridae		
<i>Necromys lasiurus</i>		C

TÁXON	NOME COMUM	REGISTRO
<i>Oryzomys</i> sp.		C
<i>Oecomys</i> sp.		C
Caviidae		
<i>Galea spixii</i>	preá	A
Cuniculidae		
<i>Cuniculus paca</i>	paca	K, E
Dasyproctidae		
<i>Dasyprocta prymnolopha</i>	cutia	A, F, R, E
Echimyidae		
<i>Proechimys roberti</i>		C

Fonte: Registros da Pesquisa (2022).

Figura 149 – Abundância relativa (número de indivíduos por 100 armadilhas x noite) de pequenos mamíferos em capoeira de babaçu na região de Bacabeira-Rosário, MA.



Fonte: Registros da Pesquisa (2022).

Figura 150 – Pequenos mamíferos capturados na região de Rosário-Bacabeira, no baixo Itapecuru.



Fonte: Registros da Pesquisa (2022).

Figura 151 – O guaxinim (*Procyon cancrivorus*) e a raposa (*Cerdocyon thous*) ainda são comumente encontrados na região, o primeiro especialmente no manguezal, enquanto o último nas capoeiras.



Fonte: Registros da Pesquisa (2022).

Figura 152 – O soim (*Saguinus ursulus*) é uma espécie ameaçada de extinção, tipicamente amazônica, cujo limite leste de sua distribuição se encontra no baixo Itapecuru.



Fonte: Registros da Pesquisa (2022).

Figura 153 – O gato-maracajá-verdadeiro (*Leopardus pardalis*) é um dos felinos presentes na região mais perseguido, por chegar a preda em galinhas.



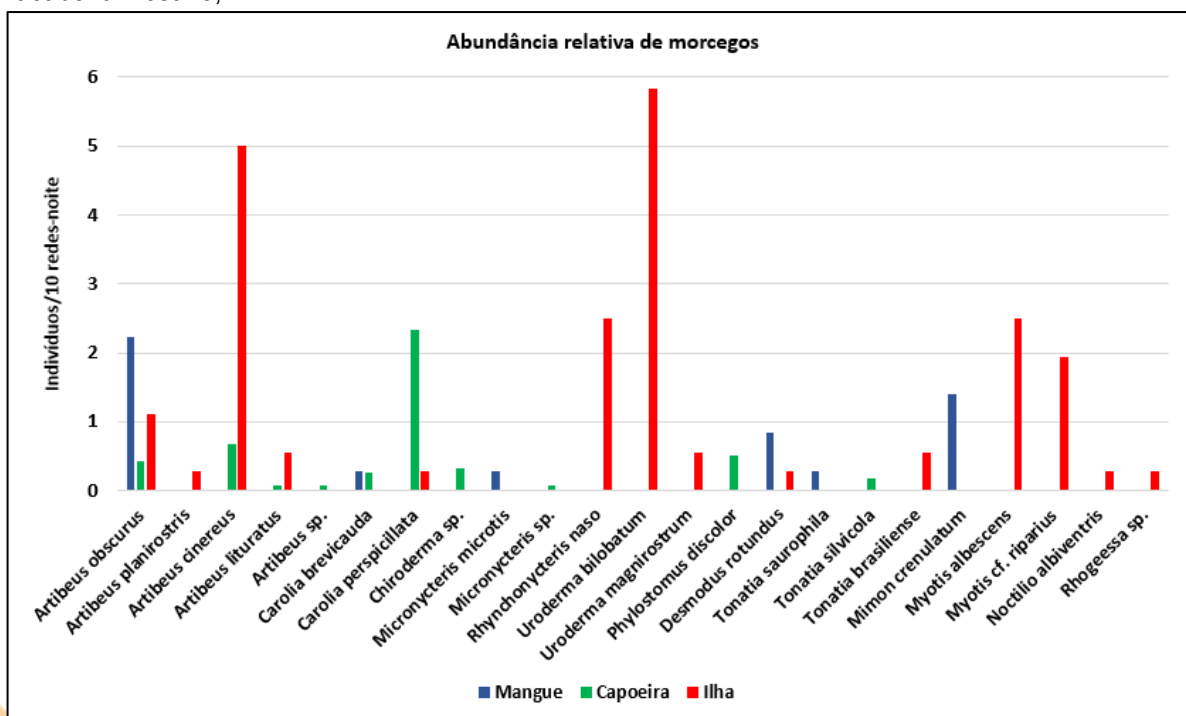
Fonte: Registros da Pesquisa (2022).

Figura 154 – Exemplos de gato-peludo (*Leopardus wiedii*) e gato-do-mato (*Leopardus tigrinus*), ameaçados de extinção, originalmente mantidos como pet, provenientes da região de Rosário, MA.



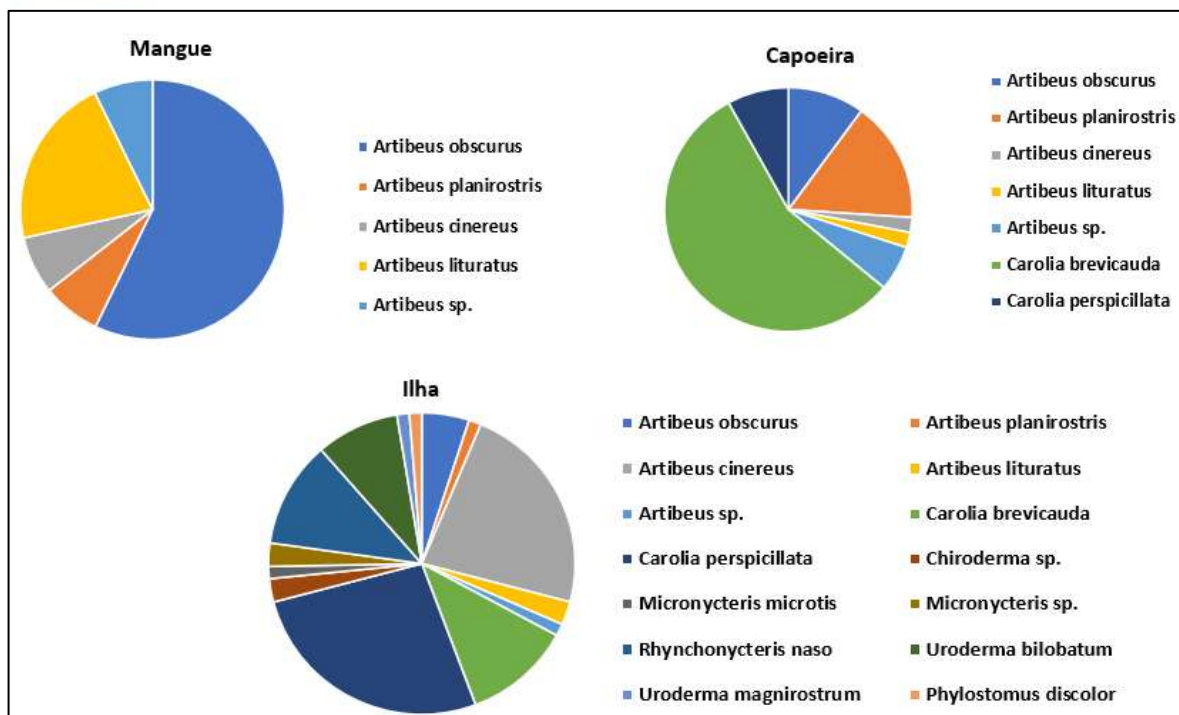
Fonte: Registros da Pesquisa (2022).

Figura 155 – Percentual de captura de morcegos, por ambiente, na região do baixo Itapecuru em Bacabeira-Rosário, MA.



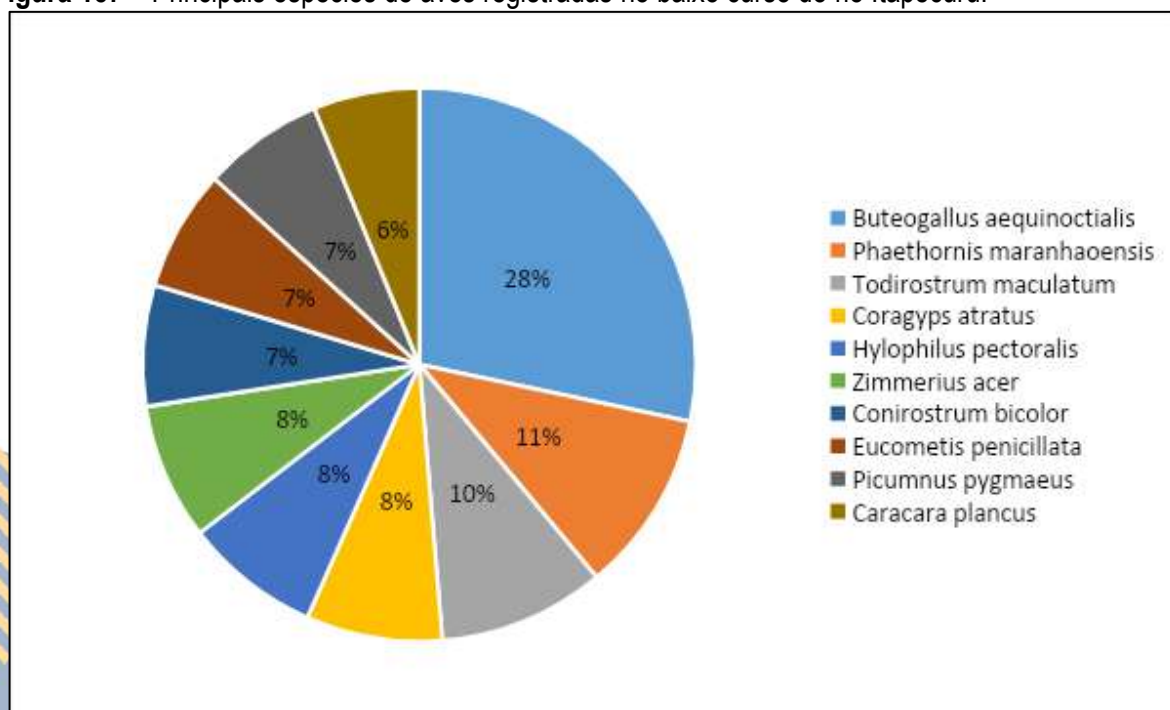
Fonte: Registros da Pesquisa (2022).

Figura 156 – Abundância relativa (número de indivíduos por 10 redes/noite) das espécies de morcegos encontrados por ambiente na região de Bacabeira-Rosário, MA.



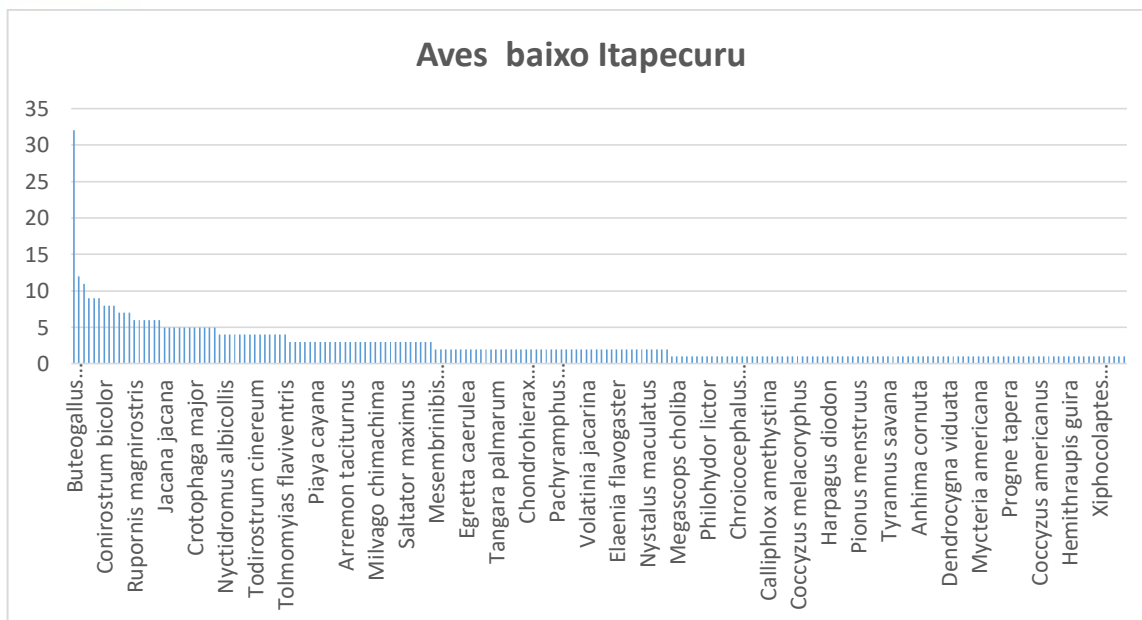
Fonte: Registros da Pesquisa (2022).

Figura 157 – Principais espécies de aves registradas no baixo curso do rio Itapecuru.



Fonte: Registros da Pesquisa (2022).

Figura 158 – Distribuição dos registros de espécies de aves registradas ao longo do baixo curso do rio Itapecuru.



Fonte: Registros da Pesquisa (2022).

Para o médio Itapecuru foram obtidos cerca de 8.700 registros, a vasta maioria dos quais (7.725) são de aves, os demais de anfíbios, répteis e mamíferos. Na área avaliada foram identificadas 60 espécies de mamíferos, das quais cinco foram consideradas ameaçadas de extinção nacional ou regionalmente, ou de especial interesse (Tabela 15).

Tabela 15 – Frequência de ocorrência de mamíferos na área do médio Itapecuru em ambientes de matas e savanas.

* espécie ameaçada de extinção ou de especial interesse

ESPÉCIE	MATA	SAVANA
<i>Caluromys philander</i>	0,52	0,00
<i>Didelphis marsupialis</i>	3,70	0,93
<i>Didelphis albiventris</i>	0,93	0,00
<i>Monodelphis domestica</i>	12,96	3,70
<i>Gracilinanus cf. agilis</i>	8,33	11,11
<i>Micoreus demerarae</i>	0,93	0,00
<i>Tamandua tetradactyla</i>	0,93	1,85
<i>Cabassous unicinctus</i>	0,00	0,93
<i>Dasypus novemcinctus</i>	0,93	0,00
<i>Euphractus sexcinctus</i>	1,85	6,48
<i>Phyllostomus elongatus</i>	0,93	0,93

ESPÉCIE	MATA	SAVANA
<i>Artibeus obscurus</i>	0,93	0,00
<i>Artibeus gnomus</i>	0,93	0,93
<i>Artibeus lituratus</i>	0,93	0,00
<i>Artibeus cinereus</i>	0,93	0,00
<i>Artibeus sp.</i>	0,93	0,00
<i>Carollia perspicillata</i>	4,63	1,85
<i>Carollia sp.</i>	0,00	0,93
<i>Glossophaga soricina</i>	0,93	0,00
<i>Micronycteris minuta</i>	0,93	0,00
<i>Anoura caudifer</i>	0,93	0,00
<i>Lophostoma carrikeri</i>	0,00	0,93
<i>Lophostoma silvicollum</i>	0,00	0,93
<i>Mimon crenulatum</i>	0,00	0,93
<i>Rhinophylla pumilio</i>	0,93	0,93
<i>Plathyrrhinus lineatus</i>	0,93	0,00
<i>Pteronotus sp. 1</i>	0,00	0,93
<i>Callithrix jacchus</i>	0,00	0,93
<i>Pseudalopex vetulus</i>	1,85	5,56
<i>Cerdocyon thous</i>	3,70	7,41
<i>Nasua nasua</i>	0,93	0,00
<i>Procyon cancrivorus</i>	2,78	1,85
<i>Eira barbara</i>	0,93	0,00
<i>Galictis cuja</i>	0,93	0,93
<i>Conepatus semistriatus</i>	0,93	0,93
* <i>Leopardus tigrinus</i>	0,00	0,93

ESPÉCIE	MATA	SAVANA
<i>*Leopardus colocola</i>	0,00	0,93
<i>*Herpailurus yagouaroundi</i>	0,93	0,93
<i>*Puma concolor</i>	0,93	0,93
<i>*Tayassu tajacu</i>	0,93	0,00
<i>Mazama gouazoubira</i>	0,93	0,93
<i>Coendou prehensilis</i>	0,93	0,93
<i>Oligoryzomys sp. 1</i>	2,78	0,00
<i>Oligoryzomys sp. 2</i>	0,93	0,00
<i>Oecomys sp.</i>	1,85	0,00
<i>Hydrochaeris hydrochaeris</i>	0,93	0,93
<i>Agouti paca</i>	0,00	3,70
<i>Dasyprocta prymnolopha</i>	2,78	5,56
<i>Rhipidomys cf. macrurus</i>	0,00	0,93
<i>Cerradomys cf. scotti</i>	1,85	0,00
<i>Marmosa murina</i>	4,63	0,00
<i>Thrichomys inermis</i>	4,63	5,56
<i>Dasypus sp.</i>	0,00	1,85
<i>Mazama sp.</i>	0,93	0,93
<i>Cebus libidinosus</i>	0,93	0,00
<i>Proechimys cf. roberti</i>	2,78	0,00
<i>Euryoryzomys sp.</i>	5,56	0,93
<i>Hylaeamys sp.</i>	2,78	0,00
<i>Mus musculus</i>	3,70	0,00

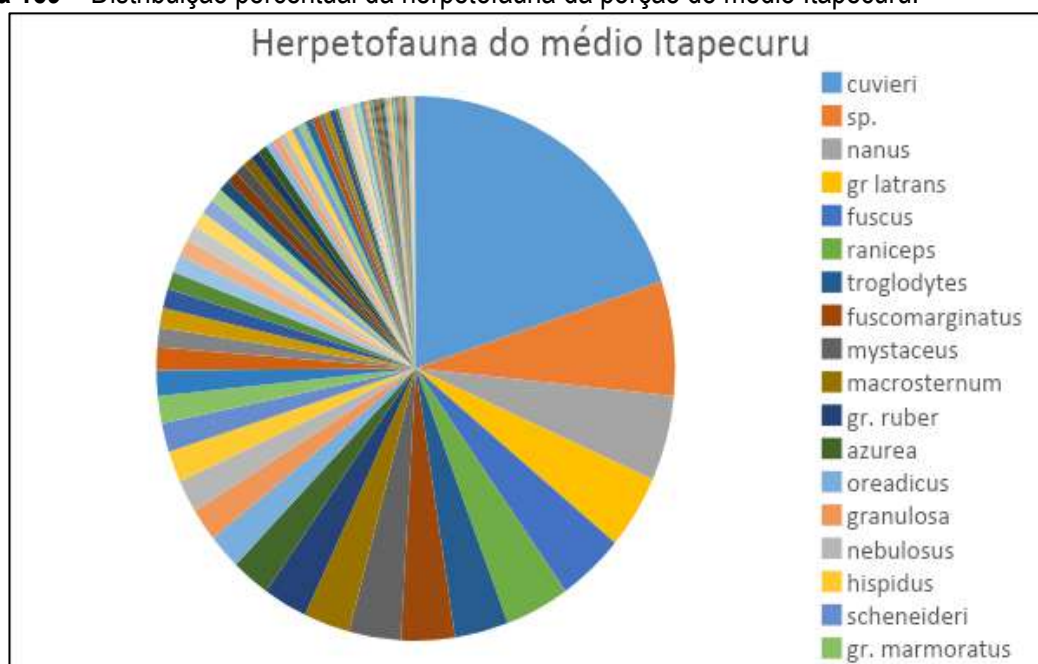
Fonte: Registros da Pesquisa (2022).

Todas as espécies com maior frequência de ocorrência são comumente encontradas em áreas do bioma Cerrado. Dos pequenos mamíferos, as espécies mais frequentemente encontradas

foram os marsupiais *Gracilinanus* cf. *agilis* (11.7%) e *Monodelphis domestica* (8.7%), seguidos pelos roedores *Thrichomys inermis* (7.3%) e *Euryoryzomys* sp. (3.4% do total de registros). Dos mamíferos de médio e grande porte a maioria dos registros foram para a raposa (*Cerdocyon thous* – 6.3%), seguidos pelo tatu-peba (*Eupractus sexcinctus* – 4.4%) e pela cutia (*Dasyprocta prymnolopha*) e raposa (*Pesudalpes vetulus* – 3.9% cada). Das espécies de morcegos, a mais abundante foi *Carollia perspicillata* (4.4%).

Para o grupo das aves, as análises preliminares indicaram a presença de 349 espécies para a região de Caxias, 239 para Parnarama, 129 para Santo Antônio dos Lopes e São Francisco do Maranhão. Números estes bastante expressivos. Já para herpetofauna (anfíbios e répteis), detectamos até o momento 82 espécies, conforme Figura 159.

Figura 159 – Distribuição percentual da herpetofauna da porção do médio Itapecuru.

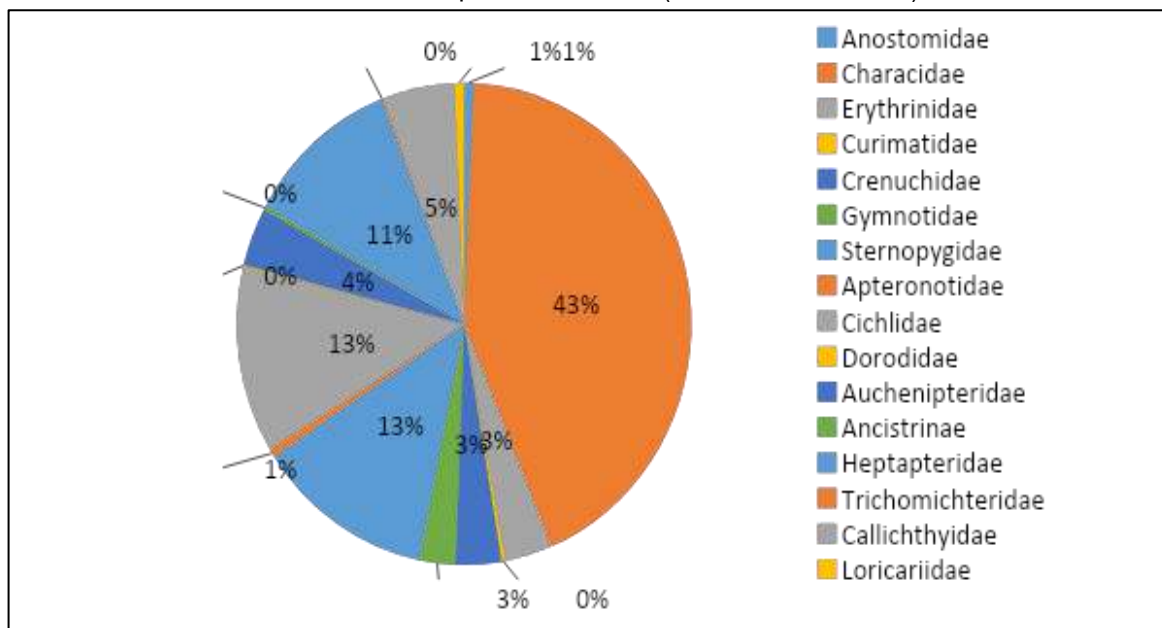


Fonte: Registros da Pesquisa (2022).

Até o momento, o banco de dados com registros de espécies de peixes, aves e mamíferos no alto curso consta com 220 espécies. Desse total, nos riachos presentes em 13 pontos distribuídos ao longo do Parque Estadual do Mirador, já teriam sido detectadas 37 espécies de peixes, pertencentes a 5 ordens, 18 famílias e 28 gêneros (

Figura 160).

Figura 160 – Distribuição percentual da ictiofauna dos riachos do P.E. Mirador expressa em termos de famílias com base no número total de espécies coletadas (Lima & Piorski, 2016).



Fonte: Registros da Pesquisa (2022).

As aves registradas através dos métodos de censo por ponto fixo (IPA) e redes de captura totalizaram 131 espécies (Figura 161). Esse total está distribuída em 43 famílias, sendo 21 de não-passeriformes e 22 de passeriformes, representando 52 (39,69%) e 79 (60,31%) espécies, respectivamente. As famílias que apresentaram maior número de espécies foram Columbidae (8) entre os não-passeriformes e Tyrannidae (26), entre os passeriformes. Foram detectadas 12 espécies ameaçadas de extinção e nove espécies endêmicas.

Figura 161 – Avifauna representativa da região do Alto Itapecuru.



Fonte: Registros da Pesquisa (2022).

Para os mamíferos tem-se a presença de 52 espécies (57 se incluirmos aquelas possivelmente extintas) não-voadoras, ou seja, não incluindo os morcegos. Estas pertenceriam a 8 ordens, 22 famílias e 46 gêneros. Nas áreas naturais da região do Alto Itapecuru, incluindo o Parque Estadual do Mirador, foi observada uma altíssima prevalência de animais domésticos (Figura 162). As espécies silvestres de médio-grande porte mais comumente observadas foram a raposa (*Cerdocyon thous*) e a cutia (*Dasyprocta prymonopha*) –

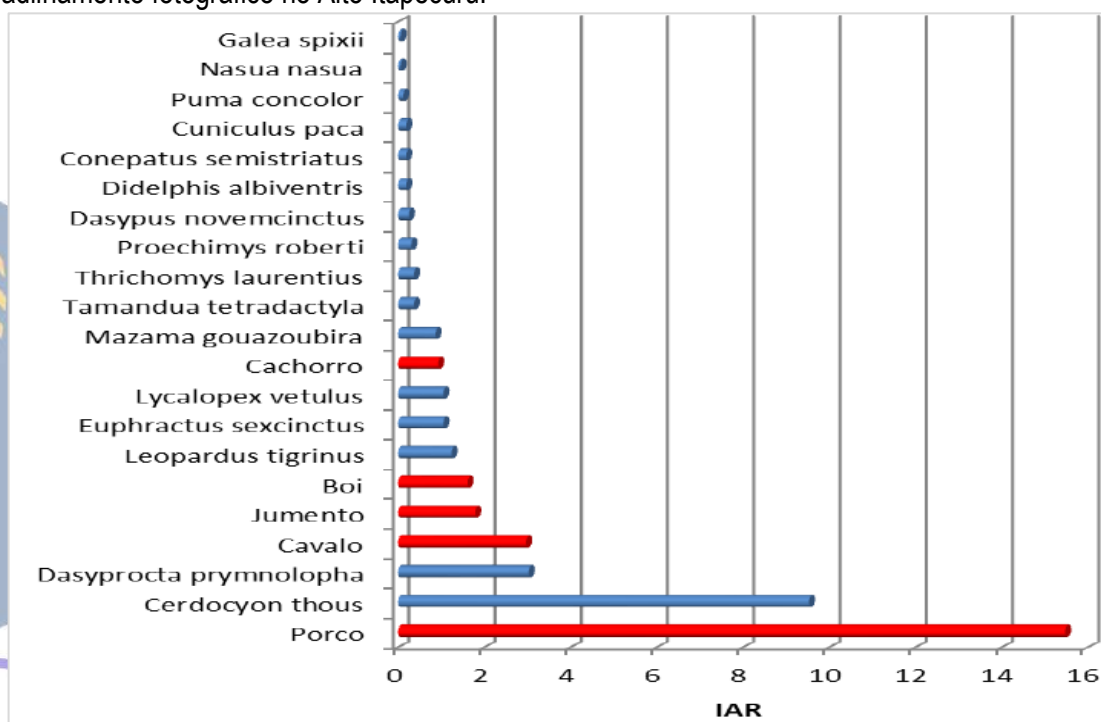
Figura 163. Quanto aos pequenos mamíferos, preliminarmente foram registradas 10 espécies (Tabela 16), com ocorrência potencial para mais 10. Deste grupo, *Trichomys laurentius* foi destacadamente a espécie mais comumente registrada. Das espécies de mamíferos já detectadas, 12 estariam enquadradas em alguma categoria de ameaça de extinção no Brasil.

Tabela 16 – Espécies de pequenos mamíferos não voadores detectados por capturas em gaiolas na região do Alto Itapecuru.

ESPÉCIE	QTDE	FREQ. OCOR. %	ABUND. REL. %
<i>Gracilinanus agilis</i>	4	9,09	1,02
<i>Marmosa murina</i>	2	4,55	0,51
<i>Micoreus demerarae</i>	1	2,27	0,25
<i>Thylamys karimii</i>	2	4,55	0,51
<i>Necomys lasiurus</i>	1	2,27	0,25
<i>Oecomys</i> sp. 2	1	2,27	0,25
<i>Rhipidomys</i> cf. <i>macrurus</i>	2	4,55	0,51
<i>Thalpomys</i> cf. <i>lasiotis</i>	1	2,27	0,25
<i>Thrichomys laurentius</i>	28	63,64	7,11
<i>Proechimys roberti</i>	2	4,55	0,51

Fonte: Registros da Pesquisa (2022).

Figura 162 – Índice de abundância relativa de mamíferos de médio e grande porte detectados por armadilhamento fotográfico no Alto Itapecuru.



Fonte: Registros da Pesquisa (2022).

Figura 163 – A raposa (*Cerdocyon thous*) e a cutia (*Dasyprocta prymnolopha*) foram as principais espécies de mamíferos detectadas através do armadilhamento fotográfico no Parque Estadual do Mirador.



Fonte: Registros da Pesquisa (2022).

REFERÊNCIAS

DE OLIVEIRA, T.G., LIMA, B.C., FOX-ROSALES, L., PEREIRA, R.S., PONTES-ARAUJO, E. e DE SOUSA, A.L., (2020) A refined population and conservation assessment of the elusive and endangered northern tiger cat (*Leopardus tigrinus*) in its key worldwide conservation area in Brazil. **Global Ecology and Conservation**, 22, p.e00927.

LIMA, S.K., PIORSKI, N.M. (2016) **Estrutura taxonômica e funcional de comunidades de peixes de riachos no Parque Estadual do Mirador-Maranhão**. Universidade Federal do Maranhão. São Luís, MA.



Uema
UNIVERSIDADE ESTADUAL
DO MARANHÃO



OLIVEIRA, T.G., TRIGO T.C., TORTATO, M.A., ALMEIDA L.B., CAMPOS, C.B., BEISIEGEL, B.M. (2018) *Leopardus tigrinus* (schreber, 1775) **Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: Mamíferos**, vol. II, ICMBio, Brasília, DF, pp. 344-348

PAYAN, E. and DE OLIVEIRA, T., (2016) *Leopardus tigrinus*. **The IUCN Red List of Threatened Species 2016**: e. T54012637A50653881.

DIAGNÓSTICO DE COBERTURA E USO DA TERRA NA BACIA DO RIO ITAPECURU

Ariadne Enes Rocha

Eduardo Bezerra de Almeida Júnior

Idevan Gusmão Soares

Danúbio Campos Pinheiro

Marlla Maria Barbosa Arouche

1. INTRODUÇÃO

O Estado do Maranhão está localizado na região Nordeste do Brasil possuindo área de 331.983 km², é o oitavo em extensão territorial do Brasil e o segundo do Nordeste. Possui o segundo maior litoral brasileiro com 640 km de litoral.

O Maranhão apresenta uma vasta biodiversidade em virtude da riqueza de biomas presentes no estado, destacando-se o Floresta Ombrófila Densa, Formação Pioneira com Influência fluviomarinha arbórea, Formação Pioneira com Influência Fluvial, Floresta Estacional Semidecidual, Formação Pioneira com Influência marinha arbustiva, Savana Florestada, Savana Arborizada e Savana Parque (ZEE AMAZÔNICO, 2019; ZEE CERRADO E SISTEMA COSTEIRO, 2021).

Estudos de vegetação são fundamentais para o planejamento e a gestão da bacia do Itapecuru, considerando que a este tema estão associadas importantes relações ambientais e socioeconômicas. A tipografia econômica de uma região pode servir para indicar áreas propícias para fins de preservação da biodiversidade local e, ainda, servir de base para redefinição do limite do Bioma.

Mediante a consulta de dados secundários e validação de campo permitiu a elaborar o Mapa de Vegetação da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru, Maranhão na escala 1:250.000, utilizando técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto para elaborar produtos que venham dar suporte no estabelecimento de estratégias e políticas de desenvolvimento sustentável, subsidiando o poder público e a sociedade na estruturação de projetos e pesquisas para a promoção do desenvolvimento do território.

2. METODOLOGIA

A metodologia deste trabalho foi estruturada em duas fases. A primeira foi desenvolvida no Laboratório de Geoprocessamento da Universidade Estadual do Maranhão. Para isso foram feitas interpretações de imagens de satélite, uso de cartas da DSG e outras fontes de informações para produção do mapa preliminar. A este mapa foi agregado em seguida os dados coletados em campo, obtendo-se o mapa final.

Para a primeira fase dos trabalhos, as técnicas metodológicas aplicadas foram:

- Delimitação da área de estudo;

- Aquisição de imagens de satélite;
- Composição das bandas espectrais;
- Georreferenciamento da imagem composta;
- Aplicação de realce de contraste;
- Aplicação da técnica de “Segmentação”, através do SIG SPRING;
- Definição inicial das classes de vegetação, uso do solo, Área de Proteção Ambiental –APA, Áreas de Preservação Permanente –APA, Unidades de Conservação - UC e Terras Indígenas – TI na bacia hidrográfica do rio Itapecuru.

Foi mapeado o uso e cobertura do solo, utilizando-se imagens de satélite. Neste mapeamento foram utilizadas imagens de satélite 2019/2020 (LANDSAT8) em conjunto com informações coletadas em campo. O trabalho de campo foi realizado em todos os municípios que integram a área da bacia. Foram revisados mapeamentos já existentes e dados de uso e cobertura do solo já publicados.

A segunda fase correspondeu ao trabalho de campo que consistiu na coleta de dados in loco, para validação das classes encontradas de uso do solo e posterior adequação com a legenda preliminar. Esta fase é fundamental para o reconhecimento da realidade de campo. Foram coletadas informações em campo utilizando-se receptores de GPS para localização das unidades mapeadas.

Tendo como referência os parâmetros determinados no mapa foram realizados campanhas de campo para validação das tipologias de uso do solo. Em cada área visitada foram aferidos coordenadas geográficas, altitude, registro fotográfico datado, descrição da composição das classes e características ambientais. A consolidação do mapa de uso e cobertura do solo se deu de acordo com os itens listados abaixo:

- Mapeamento e análise da distribuição espacial dos tipos de ocupação da terra na bacia e dos remanescentes da cobertura vegetal;
- Interpretação dos padrões de uso e ocupação da terra, identificados no Mapa de Uso e Cobertura do Solo, Área de Proteção Ambiental –APA, Áreas de Preservação Permanente –APA, Unidades de Conservação - UC e Terras Indígenas – TI a ser produzido em papel e arquivos vetorizados;
- Identificar áreas destinadas à conservação da biodiversidade.

As Unidades de Conservação e Terras Indígenas foram identificadas e delimitadas levando em conta as legislações pertinentes (federal, estadual e municipal) e a partir de informações levantadas em órgãos de gestão ambiental. Foram determinadas a quantidade das unidades de

conservação existem na bacia, onde se localizam, de que tipo/categoria são elas, que área possuem, a entidade responsável por sua administração, o diploma legal que as criou e qual a situação atual em que se encontram.

A confecção de mapas de uso do solo em escala regional é entendida como imprescindível nesta atividade. Além de mapeados em escala regional, os tipos de uso do solo, a cobertura vegetal, as áreas de conservação e terras indígenas tiveram suas características expressas em tabelas, inclusive com indicação da área total de cada ocorrência e respectivos percentuais em relação à área total da bacia.

3. CARACTERIZAÇÃO DO USO E COBERTURA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ITAPECURU

3.1 Composição Florística do Baixo, Médio e Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru

Os ecossistemas de Cerrado e Mata dos Cocais, considerada como vegetação de transição entre o Cerrado e a Floresta Amazônica, fazem parte das fisionomias que compõem a bacia do Itapecuru (SILVA; CONCEIÇÃO, 2011). Na nascente do rio Itapecuru, observa-se uma depressão que apresenta uma grande umidade, a presença de plantas freatóficas como o buriti atesta essa característica do solo (SOS Itapecuru, 1992).

Devido às condições de clima e solo que a região da Bacia do Itapecuru é submetida, a composição vegetal que é exposta às condições médias de umidade e subordinadas aos valores edáficos típicos do cerrado. Quanto à florística, já foram encontradas em estudos com registro de espécies que ocorrem tanto no cerrado quanto no cerradão (AZEVEDO, 1969; SILVA; CONCEIÇÃO, 2011).

Nas áreas denominadas de baixo curso do Rio Itapecuru, que se estendem do Município de Caxias, passando por Codó, Coroatá, Itapecuru Mirim, Rosário, até sua foz, na Baía de São José; corresponde à aproximadamente 360 km. Situa-se em áreas de relevo plano a suave ondulado e são originários de materiais principalmente da Formação Itapecuru do cretáceo. Estes solos estão sendo utilizados quase que predominantemente com pastagens implantadas, em que são verificadas grandes derrubadas de babaçu e, extensas culturas de arroz, feijão, milho e mandioca (ALCANTARA, 2004; DA SILVA, 1992).

A região Planalto e Superfície Rebaixada corresponde ao baixo e parte do médio curso do Itapecuru, estando sob o domínio da Floresta Estacional (Alcantara, 2004). O trabalho de Sousa et al. (2019) para o município de Bacabeira, apontaram nove zonas de interesse ecológico: Zona Especial de Interesse Ambiental (ZEIA), a qual abriga duas UCs de uso sustentável, Reserva Extrativista Rio Perizes (RESEX Rio Perizes) e Área de Proteção Ambiental Rancho Papouco (APA Rancho Papouco)

e uma de uso integral, Parque Municipal do Jaú (PM Jaú), mas não traz dados relativos à composição florística dessas áreas.

Sousa et al. (2016) realizaram análises com o uso de imagens de satélite em algumas das áreas supracitadas como por exemplo a área da RESEX Rio Perizes, onde identificaram áreas de vegetação e classificaram como: manguezal, vegetação secundária e campo inundável. Já para a APA Rancho Papouco foi possível observar uma dominância das áreas alagáveis (campos), um dado importante é o grande volume na composição florística do algodão bravo (*Ipomoea carnea subsp. fistulosa* (Mart. ex Choisy) D.F.Austin), planta considerada invasora e tóxica para os bovinos.

Para o município de Itapecuru Mirim, foram encontrados os trabalhos de Muniz e Brito (2007) que realizaram o levantamento da flora apícola, destacando 10 famílias botânicas, sendo as mais representativa Fabaceae, Rubiaceae e Salicaceae. Destacando as plantas, como *Attalea speciosa* Mart. ex Spreng (família Arecaceae); *Acacia plumosa* L., *Acacia polyphylla* D.C., *Mimosa pudica* L., *Pithecolobium acacioides* Duck. (família Fabaceae); *Eugenia biflora* L. (Myrtaceae); *Borreria verticillata* (L.) G.F.W. Meyer (Rubiaceae) e *Turnera ulmifolia* L. (Turneraceae) que contribuem por fornecer alimento para as abelhas durante todo o ano.

Para o município de Timbiras, os autores Barroso, Silva e Olanda (2020) realizaram um levantamento sobre plantas tóxicas em escolas e apresentaram como resultado, 16 espécies de plantas tóxicas distribuídas em nove famílias. As espécies mais ocorrentes foram *Caladium bicolor* (Aiton) Vent., *Catharanthus roseus* (L.) Don, *Dieffenbachia seguine* (Jacq) Schott., *Jatropha gossypifolia* L. e *Ricinus communis* L. Sendo a família Euphorbiaceae a mais representativa em número de espécies.

No trabalho de Gama et al. (2007) para o município de Codó, foi realizada uma análise fitossociológica e florística de áreas de florestas ombrófilas abertas. Foram encontradas 126 espécies, pertencentes a 39 famílias botânicas. As famílias com maior riqueza de espécies, foram Myrtaceae, Annonaceae, Sapotaceae e Euphorbiaceae.

Oliveira et al. (2016) realizaram um inventário etnobotânico das espécies madeireiras e medicinais utilizadas no município de Aldeias Altas, MA, tendo como resultado 49 espécies, das quais seis espécies (12%) foram citadas somente para o uso madeireiro; 38 espécies (78%) somente para o uso medicinal e cinco espécies (10%) em ambas as categorias de uso. As famílias mais representativas foram, Fabaceae e Lamiaceae. Oliveira et al. (2018) realizaram um inventário das espécies vegetais presentes em praças e avenidas também em Aldeias Altas, MA. Nesse estudo, os autores listaram 25 espécies, distribuídas em 13 famílias, sendo Arecaceae, Fabaceae e Apocynaceae as mais representativas. Nesse mesmo estudo foi possível observar que 60% das espécies encontradas eram arbóreas e 80% de origem exótica. A espécie *Azadirachta indica* A.Juss.,

popularmente conhecido como Nim foi registrada como a mais frequente, o que mostra a necessidade de planos adequados para arborização urbana para que espécies típicas da região possam ser escolhidas para serem plantas em praças, vias e canteiros.

Em estudo realizado na Área de Proteção Ambiental Municipal do Inhamum, que é considerada Patrimônio Municipal de Caxias, foram encontrados na área em estudo, um total de 50 espécies distribuídos em 39 gêneros e 22 famílias. Dentre as famílias mais representativas foram Dilleniaceae, Fabaceae, Rubiaceae e Sapindaceae com quatro espécies cada, Chrysobalanaceae, Euphorbiaceae, Melastomataceae e Mimosaceae apresentaram três espécies, Apocinaceae, Erythroxylaceae, Malpighiaceae, Turneraceae, Vochysiaceae com duas espécies respectivamente, as famílias Anacardiaceae, Annonaceae, Asteraceae, Bignoniaceae, Boraginaceae, Caryocaraceae, Cochlospermaceae, Combretaceae contribuíram com uma espécie cada. A espécie com maior número de indivíduos foi *Bowdichia virgilioides* H.B. & K com 39 indivíduos (NERES e CONCEIÇÃO, 2010).

Cabe destacar que grande parte da vegetação do cerrado já se encontra bastante comprometida em toda bacia. Por ser usado como fonte de lenha, carvão, pasto entre outras atividades exploratórias; além da agricultura e da pecuária desordenada. Estando ainda sujeito ao fogo e aos diferentes níveis de intervenção humana. Somados a isso, nota-se que o rio é visto como fonte de água para os centros urbanos, bem como receptor de dejetos de todos os tipos. Além de ter a prática de sistemas agrícolas tradicionais como agricultura itinerante (roça); consumo de lenha e a produção de carvão; pecuária, dentre outros, que tem afetado diretamente a vegetação do Itapecuru devido à falta de planejamento e ações de manejo para conservação dessa composição vegetal. Com o ritmo acelerado de destruição e desmatamento, é emergencial a realização de ações direcionadas para que a flora dessa região não seja severamente comprometida. O desmatamento constitui um grave problema para o Rio Itapecuru, principalmente no médio e baixo curso, onde a densidade demográfica é maior.

Cabe ressaltar, também que às margens do Rio Itapecuru são predominantes as palmeiras de babaçus, tucum, macaúba, buriti e buritirana. As áreas que apresentam essas palmeiras distribuem-se desde o seu alto curso até às proximidades de sua desembocadura confinando-se de maneira imprecisa. Todavia, a produção do babaçu é basicamente extrativista e a exploração é feita de forma predatória e antieconômica; o que reforça as ações de destruição que são percebidas ao longo dos anos. Na Tabela 17 são apresentadas algumas espécies que foram registradas no baixo curso do Itapecuru. Foram listadas cerca de 107 espécies e 31 famílias.

Tabela 17 – Lista de espécies que apresentam registro para as áreas do baixo curso da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru, Maranhão.

1.	FAMÍLIA / NOME CIENTÍFICO
2.	ANACARDIACEAE
3.	<i>Anacardium occidentale</i> L.
4.	<i>Astronium gracile</i> Engl.
5.	<i>Mangifera indica</i> L.
6.	<i>Spondias mombin</i> L.
7.	ANNONACEAE
8.	<i>Duguetia cadaverica</i> Huber
9.	<i>Ephedranthus parviflorus</i> S.Moore
10.	<i>Oxandra reticulata</i> Maas
11.	<i>Rollinia exsucca</i> (DC. ex Dunal) DC.
12.	<i>Unonopsis lindmani</i> R. E. Fr.
13.	<i>Xylopia nitida</i> Dunal
14.	APOCYNACEAE
15.	<i>Aspidosperma nitidum</i> Benth. ex Müll. Arg.
16.	<i>Aspidosperma verruculosum</i> Müll. Arg.
17.	<i>Himatanthus drasticus</i> (Mart.) Plumel
18.	<i>Peschiera benthamiana</i> (Müll-Arg.) Markgr.
19.	ARECACEAE
20.	<i>Acrocomia aculeata</i> (Jacq.) Lood. ex Mart.
21.	<i>Astrocaryum vulgare</i> Mart.
22.	<i>Attalea speciosa</i> Mart. ex Spreng.
23.	<i>Bactris dahlgreniana</i> Govaerts
24.	<i>Mauritia flexuosa</i> L.f.
25.	<i>Mauritiella aculeata</i> (Kunth) Burret
26.	BIGNONIACEAE
27.	<i>Tabebuia</i> sp.
28.	BIXACEAE
29.	<i>Cochlospermum orinocense</i> (Kunth) Steud.
30.	BORAGINACEAE
31.	<i>Cordia bicolor</i> DC.
32.	BURSERACEAE
33.	<i>Trattinnickia rhoifolia</i> Willd.
34.	CARYOCARACEAE
35.	<i>Caryocar villosum</i> (Aubl.) Pers.
36.	CHRYSOBALANACEAE
37.	<i>Hirtella</i> sp.
38.	<i>Licania micrantha</i> Miq.
39.	COMBRETACEAE

1. FAMÍLIA / NOME CIENTÍFICO

40. *Buchenavia grandis* Ducke
41. *Terminalia* sp.
- 42. DILLENIACEAE**
43. *Curatella americana* L.
- 44. EUPHORBIACEAE**
45. *Actinostemon klotzschii* (Didn.) Pax
46. *Drypetes variabilis* Uittien
47. *Margaritaria nobilis* L.f.
48. *Sapium marmieri* Huber
- 49. FABACEAE**
50. *Andira fraxinifolia* Benth.
51. *Andira surinamensis* (Bondt) Splitg. ex Pulle
52. *Bauhinia guianensis* Aubl.
53. *Cenostigma macrophyllum* Tul.
54. *Chloroleucon acacioides* (Ducke) Barneby & J.W.Grimes
55. *Copaifera duckei* Dwyer
56. *Copaifera guyanensis* Desf.
57. *Copaifera reticulata* Ducke
58. *Derris sericea* (Poin) Ducke
59. *Dioclea bicolor* Benth.
60. *Diploptropis purpurea* (Rich) Armshoff
61. *Dipteryx odorata* (Aubl.) Willd.
62. *Dipteryx polyphylla* Huber
63. *Enterolobium maximum* Ducke
64. *Enterolobium schomburgkii* (Benth.) Benth.
65. *Erythrina glauca* Willd.
66. *Hymenaea intermedia* Ducke
67. *Hymenaea parvifolia* Huber
68. *Inga marginata* Willd.
69. *Inga pezizifera* Benth.
70. *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth.
71. *Parkia pendula* (Willd.) Benth. ex Walp.
72. *Peltogyne* sp.
73. *Plathymenia reticulata* Benth.
74. *Sclerolobium aureum* (Tul.) Bair.
75. *Swartzia flaemingii* Raddi
76. *Tipuana fusca* Ducke
77. *Vatairea guianensis* Aubl.
78. *Zollernia paraensis* Huber
- 79. LECYTHIDACEAE**
80. *Lecythis lurida* (Miers) S.A. Mori
81. *Lecythis pisonis* Cambess.
- 82. MALPIGHIACEAE**
83. *Byrsonima crista* A. Juss.
84. *Mascagnia anisopetala* (A. Juss.) Griseb.
- 85. MALVACEAE**
86. *Apeiba macropetala* Ducke
87. *Guazuma ulmifolia* Lam.
88. *Helicteres pentandra* L.

1. FAMÍLIA / NOME CIENTÍFICO

89. *Luehea divaricata* Mart.
90. *Sterculia pruriens* (Aubl.) K. Schum.
91. MELASTOMATACEAE
92. *Mouriri acutiflora* Naudin
93. MELIACEAE
94. *Cedrela odorata* L.
95. MORACEAE
96. *Ficus tapajozensis* Standl.
97. *Maquira guianensis* Aubl.
98. MYRTACEAE
99. *Eugenia flavescens* DC.
100. *Eugenia patrisii* Vahl
101. *Eugenia polystachya* Rich.
102. *Eugenia protracta* Steud.
103. *Eugenia tapacumensis* O. Berg
104. *Myrcia bracteata* (Rich.) DC.
105. *Psidium guyanense* Pers.
106. *Psidium araca* Raddi
107. OPILIACEAE
108. *Agonandra brasiliensis* Miers ex Benth. & Hook.f.
109. RUBIACEAE
110. *Duroia macrophylla* Huber
111. *Pagamea guianensis* Aubl.
112. *Randia armata* (SW.) DC.
113. *Rondeletia* sp.
114. *Rudgea cornifolia* (Kunth) Standl.
115. *Rudgea crassiloba* (Benth.) B. L. Rob.
116. RUTACEAE
117. *Zanthoxylum rhoifolium* Lam.
118. *Galipea jasminiflora* (A.St.-Hil.) Engl.
119. *Zanthoxylum monogynum* A.St.-Hil.
120. SALICACEAE
121. *Laetia suaveolens* (Poepp.) Benth.
122. SAPINDACEAE
123. *Matayba guianensis* Aubl.
124. *Talisia guianensis* Aubl.
125. *Talisia retusa* R. S. Cowan
126. SAPOTACEAE
127. *Manilkara bidentata* (A.DC.) A.Chev.
128. *Manilkara elata* (Allemão ex Miq.) Monach.
129. *Pouteria macrophylla* (Lam.) Eyma
130. *Pouteria ramiflora* (Mart.) Radlk.
131. *Pouteria surinamensis* Eyma
132. SIMAROUBACEAE
133. *Simaba paraensis* Ducke
134. *Simarouba versicolor* A.St.-Hil.
135. URTICACEAE
136. *Cecropia palmata* Willd.
137. VERBENACEAE

1. FAMÍLIA / NOME CIENTÍFICO

138. *Lantana spinosa* L. ex Le Cointe

139. *Vitex montevidensis* Cham.

140. VOCHYSIACEAE

141. *Callisthene fasciculata* Mart.

142. *Qualea parviflora* Mart.

Fonte: Registros da Pesquisa (2022).

O médio curso abrange 16 municípios, sendo estes: Buriti Bravo, Dom Pedro, Fortuna, Gonçalves Dias, Governador Archer, Governador Eugênio Barros, Governador Luiz Rocha, Graça Aranha, Lagoa do Mato, Matões, Parnarama, Santo Antônio dos Lopes, São Domingos do Maranhão, São Francisco do Maranhão, São João do Soter, Senador Alexandre Costa e Timon (IBGE/IMESC, 2017; UEMA/NUGEO, 2011 e 2019).

Trabalho realizado pelo CPRM – Serviço Geológico do Brasil na região do médio curso do Itapecuru identificou uso da área com agropecuária e agricultura de subsistência, com a cobertura vegetal é representada pelo contato da Savana com a Floresta, registrando ocorrência de espécies conhecidas como: pau-terra, sambaíba, murici, faveira de bolota, pequi e o bacuri. O babaçual ocorre em áreas de baixos platôs e nas áreas de relevo ondulado, com registro de buriti em matas ciliares (CPRM, 2011).

Segundo Gomes et al (2020), em São João do Soter em ambiente de vegetação conservada foram registrados 99 indivíduos, distribuídos em 29 gêneros e 50 espécies. A família Fabaceae (50 spp) já documentado no Maranhão, observou-se que o gênero, hábito de vida e fisionomia da vegetação mais representativos foi mimosa (8 spp), arbusto (19 spp) e mata de galeria (24 spp) respectivamente.

O alto curso abrange 17 municípios, sendo estes: Colinas, Fernando Falcão, Formosa da Serra Negra, Fortaleza dos Nogueiras, Jatobá, Loreto, Mirador, Paraibano, Passagem Franca, Pastos Bons, Sambaíba, São Domingos do Azeitão, São Félix de Balsas, São João dos Patos, São Raimundo das Mangabeiras, Sucupira do Norte e Tuntum (IBGE/IMESC, 2017; UEMA/NUGEO, 2011 e 2019).

Na nascente do Rio Itapecuru, observa-se uma depressão que apresenta uma grande umidade, cuja presença de plantas como o buriti, por exemplo, atesta essa característica do solo (ALCANTARA, 2004). Devido às condições de clima e solo registradas na região da Bacia do Itapecuru, a composição vegetal que se desenvolve nessa área cresce sob as condições médias de umidade e aos valores edáficos que são típicos do cerrado.

O cerrado cobre aproximadamente 65% da superfície do Maranhão, considerando as áreas desse bioma e as que formam uma área de transição (SANO et al., 2007). Já nas áreas denominadas alto curso ocorre um cerrado com vegetação muito espaçada, com árvores que variam

entre portes pequenos e médios, de ramos retorcidos e tortuosos, com casca grossa, que é uma característica do componente arbóreo de áreas de cerrado, no qual foram registradas espécies que são consideradas mais comuns, como *Qualea grandiflora* Mart. (pau-terra), *Caryocar brasiliense* Cambess. (pequi); algumas árvores com frutos comestíveis comercialmente, como *Platonia insignis* Mart. (bacuri), *Byrsonima coccolobifolia* Kunth (murici) e algumas plantas de uso medicinal, como *Hymenaea courbaril* L. (jatobá), *Myracrodrum urundeuva* Allemão (aroeira), entre outras. Nas nascentes dos rios que compõem a bacia, a palmeira buriti (*Mauritia flexuosa* L. f.), devido às áreas alagadas, destaca-se por sua maior representatividade (CUNHA, 2000).

Por considerar a importância em conhecer a vegetação da bacia do Itapecuru, os estudos fitossociológicos fornecem informações sobre a estrutura e organização das comunidades vegetais e os aspectos ecológicos, além de possibilitar análises sobre afinidades entre espécies ou grupos de espécies, acrescentando dados quantitativos a respeito da comunidade vegetal analisada (SILVA et al., 2002).

A fitossociologia apresenta-se como um estudo ecológico proposto a analisar a composição, os padrões estruturais, a riqueza e a diversidade florística de uma determinada área, para que se compreenda como a vegetação se organiza e quais os fatores que contribuem para a distribuição das comunidades ali presentes (OESTREICH FILHO, 2014). Segundo Souza et al. (2017) os resultados obtidos a partir da fitossociologia também podem ser utilizados para analisar o estado de conservação de um ambiente, além de descrever e caracterizar as fisionomias de uma área, a fim de aplicar ações de manejo e de conservação adequados e contribuir para a gestão de ecossistemas. Mantovani et al. (2005) destacou a importância de se conhecer os parâmetros e unidades amostrais utilizados na metodologia, assim como a fisiologia e o comportamento das plantas registradas para ser possível realizar comparações e análises com estudos fitossociológicos de outras áreas e compreender a distribuição das espécies ao longo do estado ou de uma região.

Em áreas de florestas, os estudos fitossociológicos são essenciais para a conservação da diversidade e fornecem dados importantes para o conhecimento do estado atual e da composição da flora dos fragmentos. Todas as informações são de extrema importância para subsidiar planos de manejo e recuperação (ROSA et al., 2008) para as áreas em processo de fragmentação ou totalmente descaracterizadas em relação à vegetação original.

Durante a realização de trabalhos fitossociológicos em áreas de cerrado no Maranhão, foi observado que a criação de bovinos está impactando a riqueza e a dominância das espécies vegetais nativas desse bioma (CONCEIÇÃO, 2012). Os estudos tiveram como propósito analisar áreas fragmentadas, destacando que ainda há uma escassez de dados fitossociológicos para fragmentos florestais no Maranhão.

O estudo fitossociológico de Conceição e Castro (2009) amostraram 2.567 indivíduos, distribuídos em 81 espécies, 69 gêneros e 34 famílias, destacando-se as famílias Fabaceae, Combretaceae, Myrtaceae, Malpighiaceae, Flacourtiaceae, Caryocaraceae, Erythroxylaceae, Fabaceae, Vochysiaceae e Ebenaceae que contribuíram com cerca de 70% do Valor de Importância (VI) total da área, além de exibirem maior densidade, dominância e frequência. Ainda nesse estudo, as espécies com maior VI foram *Sclerolobium paniculatum*, *Combretum mellifluum*, *Eugenia dysenterica*, *Byrsonima cydoniifolia*, *Psidium pohlyanum*, *Caryocar brasiliense* que se destacaram por contribuírem com a área basal total.

Neres e Conceição (2010) realizaram um trabalho para conhecer a flora arbustivo-arbórea de um trecho de Mirador e contribuir para o entendimento da dinâmica vegetacional. Foram encontrados, 50 espécies distribuídos em 39 gêneros e 22 famílias. Para a fitossociologia, nos 30 pontos alocados, foram amostrados 120 indivíduos, 12 famílias, 22 espécies e 20 gêneros sendo que as famílias Apocynaceae, Fabaceae (*latu senso*) as mais representativas e as espécies de maior número de indivíduos foram *Bowdichia virgilioides* e *Parkia platycephala*.

Um estudo realizado por Conceição e Aragão (2010), também em Mirador, buscou levantar dados sobre a família Myrtaceae. Os dados apresentam registros de 28 espécies, distribuídas entre os gêneros *Myrcia*, *Eugenia*, *Psidium*, *Campomanesia*, *Calycolpus* e *Myrciaria*, destacando a representatividade dessa família na área.

Oliveira Junior e Conceição (2010) definem a área do alto curso da cidade de Caxias como sendo Cerrado, com algumas variações fisionômicas, com destaque a algumas manchas de babaçu e buriti. Os autores também apresentaram uma listagem com 52 espécies, distribuídas em 23 famílias e 47 gêneros, sendo a família Fabaceae Euphorbiaceae, Bignoniaceae, Cucurbitaceae e Arecaceae as mais representativas para a área.

Reis e Conceição (2010) inventariaram uma área de fragmento florestal caracterizado como uma Floresta Estacional Semidecidual e registraram 41 espécies, distribuídas em 39 gêneros e 23 famílias. As famílias que mais contribuíram em número de espécies foram Fabaceae, Anacardiaceae, Rubiaceae, Sapindaceae, Apocynaceae, Connaraceae, Flacourtiaceae e Malpighiaceae.

Em outro estudo fitossociológico, também dos autores Rodrigues e Conceição (2014), foram registradas 53 famílias, 98 gêneros e 140 espécies. As famílias que apresentaram o maior número de espécies foram Malpighiaceae, Fabaceae, Rubiaceae, Melastomataceae, Malvaceae, Vochysiaceae e Dilleniaceae. Na vegetação associada a cursos d'água, destacam-se as espécies *Cipura paludosa* e *Clidemia biserrata*; além da palmeira buriti (*Mauritia flexuosa*) que é típica de

ambientes de vereda. O que destaca a riqueza e diversidade das espécies no entorno da Bacia do alto curso do Itapecuru.

Camelo Júnior et al. (2017) caracterizaram a estrutura e a diversidade do componente arbóreo-arbustivo da Área de Proteção Ambiental do Buriti do Meio, município de Caxias, onde foram inventariados 101 espécimes, distribuídos em 31 espécies, analisando a estrutura da vegetação por espécie e parcela, as populações de *Pseudobombax marginatum* foram determinantes para indicar os maiores valores de densidade absoluta e relativa, destacando no componente da vegetação. Os dados sobre o hábito de crescimento permitem inferir uma grande variedade de espécies arbustivas, subarbustivas e arbóreas, tendo, portanto, uma vegetação com indivíduos de pequeno, médio e grande porte, que contribuem para a dinâmica da vegetação.

Recentemente, Lacerda et al. (2020), realizaram o levantamento estrutural da comunidade lenhosa do cerrado *sensu stricto* do Parque Estadual do Mirador, destacando-se como um dos trabalhos mais recentes para as áreas que abrangem o alto do Itapecuru. Os autores amostraram 719 indivíduos, pertencentes a 66 espécies, 59 gêneros e 34 famílias, com densidade total de 898 ind./ha e uma área basal total de 6.833 m²/ha. As famílias mais ricas em número de espécies foram Fabaceae, Vochysiaceae, Anacardiaceae, Apocynaceae, Melastomataceae, Myrtaceae e Rubiaceae.

A espécie com maior valor de importância (VI) foi *Qualea parviflora*, sendo seu valor de dominância relativa (9,75%) e densidade relativa (8,84%) os mais elevados quando comparados com as demais espécies. As espécies *Byrsonima crassifolia*, *Hirtella ciliata*, *Connarus suberosus*, *Caryocar brasiliense*, *Curatella americana* e *Eugenia dysenterica* também se destacaram com maiores VI. Os resultados registrados por Lacerda et al. (2020), indicam que a riqueza e diversidade de espécies do PEM está dentro da amplitude encontrada para o estado do Maranhão. Todavia, cabe destacar a ausência de padronização metodológica entre os estudos desenvolvidos no Estado, o que impossibilita maiores análises e comparações entre os resultados catalogados nessa revisão.

No Estado também é esperado que haja uma grande heterogeneidade nas formações de cerrado, por ser uma região ecotonal, com ocorrência de manchas de Caatinga na sua porção leste, vegetação amazônica na região oeste e campos inundáveis na região central, além das restingas e manguezais. Todavia, existe a necessidade de maiores esforços de coletas em toda área de abrangência do Itapecuru para que se possa conhecer os aspectos ecológicos das plantas, como distribuição, ambiente de ocorrência, época de reprodução, entre outros aspectos.

De forma geral, os estudos fitossociológicos mostram-se extremamente importantes, principalmente para as áreas ao longo da bacia Itapecuru, em decorrência da ausência de levantamentos detalhados e sistemáticos sobre a flora da região. A elaboração de listas sobre a flora e a indicação das espécies mais frequentes, mais abundantes e de maior valor de importância ecológica

servem como instrumentos imprescindíveis para a elaboração e implementação de planos de manejo e direcionamentos para recuperação de áreas degradadas. Contribui para ampliar o conhecimento da riqueza real da vegetação local e permite que mais pesquisas sejam realizadas em relação à flora para conversar e proteger esse patrimônio genético. Os registros parciais da flora identificada região do Alto Itapecuru são apresentados na Tabela 18.

Tabela 18 – Registro de famílias botânicas e espécies da flora na região do alto curso da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru, Maranhão.

FAMÍLIA / NOME CIENTÍFICO

ANACARDIACEAE

Anacardium microcarpum Ducke

Anacardium occidentale L

Astronium fraxinifolium Schott ex Spreng.

ANNONACEAE

Annona coriacea Mart

Annona crassiflora Mart.

Annona sericea Dunal

Duguetia rotundifolia R.E.Fr

Xylopia aromatica (Lam.) Mart.

APOCYNACEAE

Aspidosperma macrocarpon Mart

Aspidosperma tomentosum Mart.

Hancornia speciosa Gomes

Himatanthus drasticus (Mart.) Plumel

ARECACEAE

Astrocaryum campestre Mart.

Mauritia flexuosa L.f.

Syagrus comosa (Mart.) Mart.

BIGNONIACEAE

Adenocalymma validum (K. Schum.) L.G.Lohmann

Cybistax antisiphilitica (Mart.) Mart

Fridericia platyphylla (Cham.) L.G.Lohmann

Handroanthus ochraceus (Cham.) Mattos

Handroanthus serratifolius (Vahl) S.O.Grose

Jacaranda praetermissa Sandwith

Stizophyllum riparium (Kunth) Sandwith

Tabebuia aurea (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S.Moore

Tabebuia roseoalba (Ridl.) Sandwith

Zeyheria montana Mart.

BIXACEAE

Cochlospermum regium (Schrank) Pilg

FAMÍLIA / NOME CIENTÍFICO

BURSERACEAE

Protium heptaphyllum (Aubl.) Marchand

Tetragastris altissima (Aubl.) Swart

CACTACEAE

Pilosocereus gounellei (F.A.C. Weber) Byles & G.D. Rowley

CALOPHYLLACEAE

Kielmeyera coriacea Mart. & Zucc.

Kielmeyera petiolaris Mart. & Zucc.

CARYOCARACEAE

Caryocar brasiliense Cambess.

CELASTRACEAE

Cheiloclinium cognatum (Miers) A.C.Sm

Salacia crassifolia (Mart. Ex Schult.) G.Don

CHRYSOBALANACEAE

Couepia grandiflora (Mart. & Zucc.) Benth. ex Hook.

Exellodendron cordatum (Hook.f.) Prance

Hirtella ciliata Mart. & Zucc.

COMBRETACEAE

Combretum vernicosum Rusby

Terminalia fagifolia Mart.

CONNARACEAE

Connarus suberosus var. *fulvus* (Planch.) Forero

Rourea induta Planch. var. *induta*

Rourea induta var. *reticulata* (Planch.) Baker

DILLENIACEAE

Curatela americana L.

Davilla angustifolia A.St.-Hil

Davilla cearensis Huber

Davilla grandiflora A.St.-Hil. & Tul.

EBENACEAE

Diospyros hispida A. DC.

ERYTHROXYLACEAE

Erythroxylum barbatum O.E.Schulz

Erythroxylum campestre A.St.-Hil

Erythroxylum deciduum A.St.-Hil.

Erythroxylum engleri O.E.Schulz

Erythroxylum suberosum A.St.-Hil.

Erythroxylum subglaucescens Peyr. ex O.E.Schulz

EUPHORBACEAE

Mabea fistulifera Mart.

Maprounea guianensis Aubl

FABACEAE

Abrus fruticulosus Wight & Arn.

Aeschynomene brasiliiana (Poir.) DC

Aeschynomene fluminensis Vell.

FAMÍLIA / NOME CIENTÍFICO

Aeschynomene histrix Poir.
Aeschynomene martii Benth
Aeschynomene rudis Benth.
Andira vermifuga (Mart.) Benth
Bauhinia cupulata Benth.
Bauhinia dubia G. Don.
Bauhinia forficata Link
Bauhinia subclavata Benth
Bauhinia tenella Benth.
Bauhinia unguolata L.
Bowdichia virgilioides Kunth
Caesalpinia pulcherrima (L.) Sw.
Calliandra dysantha Benth
Copaifera coriacea Mart.
Copaifera langsdorffii Desf
Copaifera marginata Benth.
Dalbergia miscolobium Benth.
Dimorphandra gardneriana Tul
Dioclea bicolor Benth.
Dioclea sclerocarpa Ducke
Hymenaea courbaril L. var. *courbari*
Hymenaea stigonocarpa Mart. Ex Hayne.
Inga edulis Mart.
Inga leiocalycina Benth.
Libidibia ferrea (Mart. Ex Tul.) L.P. Queiroz.
Machaerium acutifolium Vogel
Mimosa acutistipula (Mart.) Benth.
Mimosa caesalpiniiifolia Benth.
Parkia platycephalla Benth.
Pityrocarpa moniliformis (Benth.) Luckow & R.W. Jobson
Plathymenia reticulata Benth. J. Bot
Pterodon emarginatus Vogel.
Schnella flexuosa (Moric.) Walp
Schnella glabra (Jacq.) Dugand.
Senegalia polyphylla (DC) Briton
Senna gardneri (Benth.) H.S. Irwin & Barneby
Senna obtusifolia (L.) H.S. Irwin & Barneby
Senna reticulata (Willd.) H.S. Irwin & Barneby
Senna velutina (Vogel) H.S. Irwin & Barneby.
Stryphnodendron coriaceum Benth.
Stryphnodendron rotundifolium Mart
Tachigali rubiginosa (Mart. Ex Tul.) Oliveira-Filho
Tachigali subvelutina (Benth.) Oliveira-Filho
Tamarindus indica L.
Vatairea macrocarpa (Benth.) Ducke

FAMÍLIA / NOME CIENTÍFICO

ICACINACEAE

Emmotum nitens (Benth.) Miers

KRAMERIACEAE

Krameria tomentosa A.St.-Hil.

LAMIACEAE

Vitex degeneriana Moldenke

Vitex rufescens A.Juss

LECYTHIDACEAE

Eschweilera nana (O.Berg) Miers

Lecythis lurida (Miers) S.A.Mor

LOGANIACEAE

Antonia ovata Pohl

LYTHRACEAE

Lafoensia pacari A.St.-Hil.

MALPIGHIACEAE

Banisteriopsis gardeneriana (A. Juss) W. Anderson & Sant.

Banisteriopsis stelarisi (Griseb.) B. Gates

Byrsonima basiloba A. Juss

Byrsonima coccolobifolia Kunt

Byrsonima correifolia Adr. Juss.

Byrsonima crassifolia (L.) Kunth

Byrsonima cydoniaefolia A. Juss.

Byrsonima fagiifolia Nied.

Byrsonima lancifolia Adr. Juss.

Byrsonima oblongifolia A.Juss

Byrsonima pachyphylla A.Juss.

Byrsonima rotunda Griseb

Byrsonima sericea DC.

Byrsonima subterranea Brade & Markgr

Byrsonima verbascifolia (L.) Rich.

Byrsonima virabilis Adr. Juss.

Diplopterys pubipetala (A.Juss.) W.R.Anderson & C.Davis

Heteropterys intermedia (A.Juss.) Griseb

Heteropterys pannosa Griseb

Niedenzuella acutifolia (Cav.)W.R.Anderson

MALVACEAE

Helicteres sacarolha A. St.-Hil., A. Juss. & Cambess.

Guazuma ulmifolia Lam

Mollia lepidota Spruce ex Benth

Pavonia malacophylla (Link & Otto) Garcke

Pseudobombax longiflorum (Mart. & Zucc.) A.Robyns

MELASTOMATACEAE

Clidemia biserrata DC.

Miconia albicans (Sw.) Steud

Miconia ferruginata DC

FAMÍLIA / NOME CIENTÍFICO

Mouriri densifoliata Ducke

Mouriri pusa Gardne

MYRISTICACEAE

Virola subsessilis (Benth.) Warb.

MYRTACEAE

Calycolpus goetheanus (DC.) Berg.

Campomanesia aromatica (Aubl) Griseb.

Campomanesia pubescens Berg.

Campomanesia velutina (Cambess) O.Berg.

Campomanesia xantocarpa Berg.

Eugenia ayacuachae Styerm.

Eugenia dysenterica DC.

Eugenia flavescens DC.

Eugenia persicifolia Berg.

Eugenia puniceifolia (Kunth) DC

Eugenia stictopetala DC

Myrcia guianensis (Aubl.) DC.

Myrcia splendens (Sw.) DC.

Myrcia atramentifera Berg. Lods

Myrcia canescens Berg.

Myrcia erythoxylon Berg.

Myrcia lancea Berg.

Myrcia rostrata DC.

Myrcia rotundifolia (Berg) Legrand.

Myrcia rufipes DC.

Myrcia sellowiana O. Berg

Myrcia tomentosa (Aubl.) DC.

Myrcia guianensis (Aubl.) DC.

Myrciaria tenella (DC.) Berg

Psidium acutangulum DC.

Psidium megalianum Camb.

Psidium mutans Berg.

Psidium myrsinites DC.

Psidium pohlianum O. Berg

Psidium guyanense Pers.

NYCTAGINACEAE

Guapira campestris (Netto) Lundell

OCHNACEAE

Ouratea hexasperma (A.St.-Hil.) Baill.

OLACACEAE

Heisteria ovata Benth

OPILIACEAE

Agonandra brasiliensis Miers ex Benth & Hook.f.

POLYGONACEAE

Coccoloba mollis Casar

FAMÍLIA / NOME CIENTÍFICO

PROTEACEAE

Roupala montana Aubl.

RHAMNACEAE

Rhamnidium elaeocarpum Reissek

RUBIACEAE

Cordia obtusa (K.Schum.) Kuntze

Guettarda viburnoides Cham. & Schltdl.

Palicourea rigida Kunth

Tocoyena formosa (Cham. & Schltdl.) K.Schum.

RUTACEAE

Spiranthera odoratissima A. St.-Hi

SALICACEAE

Casearia commersoniana Cambess.

Casearia grandiflora Cambess.

Casearia javitensis Kunth

Casearia marikitensis Kunth

Xylosma ciliatifolia (Clos) Eichler

SAPINDACEAE

Magonia pubescens A.St.-Hil.

Matayba guianensis Aubl.

SAPOTACEAE

Chrysophyllum arenarium Allemão

Pouteria glomerata (Miq.) Radlk

Pouteria ramiflora (Mart.) Radlk.

Pouteria reticulata (Engl.) Eyma

SIMAROUBACEAE

Simarouba amara Aubl.

***Simarouba versicolor* A.St.-Hil.**

SIPARUNACEAE

Siparuna guianensis Aubl.

VERBENACEAE

Lippia organoides Kunth

VOCHYSIACEAE

Callisthene fasciculata Mart.

Qualea grandiflora Mart.

Qualea parviflora Mart.

Salvertia convallariodora A.St.-Hil.

Vochysia gardneri Warm.

Vochysia rufa Mart

Fonte: Registro da Pesquisa (2022).

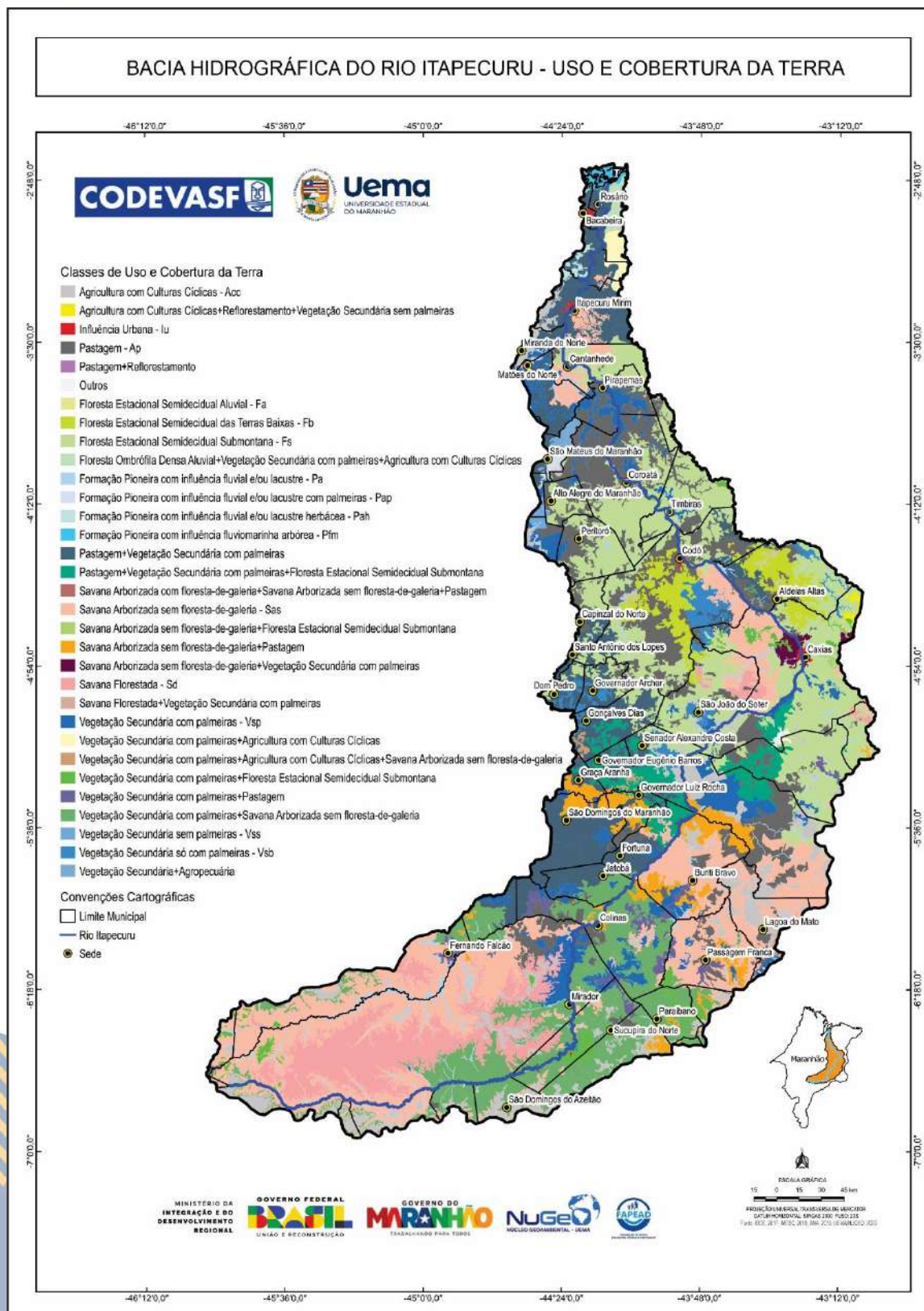
3.2 Uso e Cobertura Vegetal da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru

A bacia hidrográfica do Itapecuru apresenta área de 53.216,84 km², correspondendo a 16% da área do Estado. A foz do Itapecuru localiza-se na baía do Arraial, a sudeste da Ilha de Upaon-Açú, após percorrer uma extensão de 852,76 km.

A área da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru apresenta 32 classes de uso e cobertura da terra (Figura 164). A classe de vegetação com maior abrangência da Savana Arborizada sem floresta-de-galeria com 9.119,65 km² (17,14% da área da bacia) e Floresta Estacional Semidecidual Submontana com 8.812,41 km² (16,56%), perfazendo 33,70% da área total da bacia.

Figura 164 – Mapa com a identificação das classes de uso e cobertura da terra no da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru, Maranhão.





Fonte: Registro da Pesquisa (2022).

Áreas destinadas à pastagem correspondem a 6.082,79 km² (11,43%), seguido de Vegetação Secundária com palmeiras associada à Savana Arborizada sem floresta-de-galeria (5781,19 km²; 10,86%) e pastagem associada à Vegetação Secundária com palmeiras (5658,32 km²; 10,63%) (Tabela 19).

Tabela 19 – Distribuição por área das classes de uso e cobertura da terra da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru, Maranhão.

N.	Classes	Sigla	Área (km ²)	Percentual da área total da bacia (%)
1	Savana Arborizada sem floresta-de-galeria	Sas	9119,65	17,14
2	Floresta Estacional Semidecidual Submontana	Fs	8812,41	16,56
3	Pastagem	Ap	6082,79	11,43
4	Vegetação Secundária com palmeiras+Savana Arborizada sem floresta-de-galeria	Vsp+Sas	5781,19	10,86
5	Pastagem+Vegetação Secundária com palmeiras	Ap+Vsp	5658,32	10,63
6	Savana Florestada	Sd	3489,17	6,56
7	Agricultura com Culturas Cíclicas	Acc	2963,08	5,57
8	Vegetação Secundária com palmeiras	Vsp	2589,78	4,87
9	Pastagem+Vegetação Secundária com palmeiras+Floresta Estacional Semidecidual Submontana	Ap+Vsp+Fs	1459,97	2,74
10	Savana Arborizada sem floresta-de-galeria+Pastagem	Sas+Ap	1442,24	2,71
11	Floresta Estacional Semidecidual das Terras Baixas	Fb	1389,22	2,61
12	Formação Pioneira com influência fluvial e/ou lacustre	Pa	933,93	1,75
13	Vegetação Secundária só com palmeiras	Vsb	778,48	1,46
14	Vegetação Secundária com palmeiras+Floresta Estacional Semidecidual Submontana	Vsp+Fs	566,93	1,07
15	Vegetação Secundária com palmeiras+Pastagem	Vsp+Ap	549,01	1,03
16	Influência Urbana	Iu	233,67	0,44
17	Vegetação Secundária com palmeiras+Agricultura com Culturas Cíclicas	Vsp+Acc	217,94	0,41
18	Floresta Ombrófila Densa Aluvial+Vegetação Secundária com palmeiras+Agricultura com Culturas Cíclicas	Da+Vsp+Acc	177,23	0,33
19	Savana Arborizada sem floresta-de-galeria+Vegetação Secundária com palmeiras	Sas+Vsp	172,58	0,32
20	Vegetação Secundária+Agropecuária	Vs+Ag	158,70	0,30
21	Formação Pioneira com influência fluviomarinha arbórea	Pfm	141,15	0,27
22	Formação Pioneira com influência fluvial e/ou lacustre herbácea	Pah	86,05	0,16
23	Vegetação Secundária com palmeiras+Agricultura com Culturas Cíclicas+Savana Arborizada sem floresta-de-galeria	Vsp+Acc+Sas	75,06	0,14

N.	Classes	Sigla	Área (km ²)	Percentual da área total da bacia (%)
24	Vegetação Secundária sem palmeiras	Vss	71,26	0,13
25	Formação Pioneira com influência fluvial e/ou lacustre com palmeiras	Pap	70,35	0,13
26	Agricultura com Culturas Cíclicas+Reflorestamento+Vegetação Secundária sem palmeiras	Acc+Re+Vss	57,66	0,11
27	Savana Arborizada sem floresta-de-galeria+Floresta Estacional Semidecidual Submontana	Sas+Fs	44,30	0,08
28	Savana Florestada+Vegetação Secundária com palmeiras	Sd+Vsp	43,46	0,08
29	Outros (Mineração)	Outros	35,43	0,07
30	Floresta Estacional Semidecidual Aluvial	Fa	8,58	0,02
31	Pastagem+Reflorestamento	Ap+Re	4,23	0,01
32	Savana Arborizada com floresta-de-galeria+Savana Arborizada sem floresta-de-galeria+Pastagem	Saf+Sas+Ap	3,02	0,01
TOTAL			53216,84	100,00

Fonte: Registro da Pesquisa (2022).

A Savana apresenta florística predominantemente amazônica, adaptada através do tempo aos Latossolos aluminicos e mesmo aos Neossolos Quartzarênicos, pela migração de espécies xeromórficas florestais que iam se modificando fenotipicamente de acordo com intensa lixiviação dos solos areníticos, os quais condicionaram plantas oligotróficas, raquíticas e baixa altura, variando entre 2 e 10 m. A Savana Arborizada é um subgrupo de formação natural ou antropizado que se caracteriza por apresentar uma fisionomia nanofanerofítica rala e outra hemcriptofítica graminóide contínua, sujeito ao fogo anual (Figura 165 a Figura 167) (IBGE, 2012).

Figura 165 – Savana Arborizada sem floresta de galeria, município de Aldeias Altas, MA (-04° 41' 42,3" S, -44° 25' 32,7" W, 89 m de altitude) e Caxias, MA (-04° 44' 13,0" S, -43° 41' 54,2" W, 96 m de altitude).



Fonte: Registro da Pesquisa (2021).

Figura 166 – Savana arborizada, Povoado Bananeira, São Francisco do Maranhão - MA (Coordenadas geográficas: -06° 25' 38,1" S; -43° 06' 11,3" W; 278 m de altitude).



Fonte: Registro da Pesquisa (2021).

Figura 167 – Savana arborizada com estrato herbáceo abundante, Mirador – MA (Coordenadas geográficas: -06° 42' 51,0" S; 45° 03' 15,9" W; 293 m de altitude).



Fonte: Registro da Pesquisa (2020).

A classe denominada Floresta Estacional Semidecidual (Figura 168 e

Figura 169) ocorre em clima estacional que determina semideciduidade da folhagem da cobertura florestal. Na zona tropical, associa-se à região marcada por acentuada seca hiberna e por intensas chuvas de verão, que determina repouso fisiológico e queda parcial da folhagem.

Figura 168 – Floresta Estacional Semidecidual submontana, Matões - MA (Coordenadas geográficas: - 05° 17' 17,8" S; -43° 11' 20,9" W; 165 m de altitude).



Fonte: Registro da Pesquisa (2021).

Figura 169 – Floresta Estacional Semidecidual remanescente no topo dos morros, São João do Soter - MA (Coordenadas geográficas: -05° 09' 57,2" S; -43° 52' 33,3" W; 114 m de altitude).



Fonte: Registro da Pesquisa (2021).

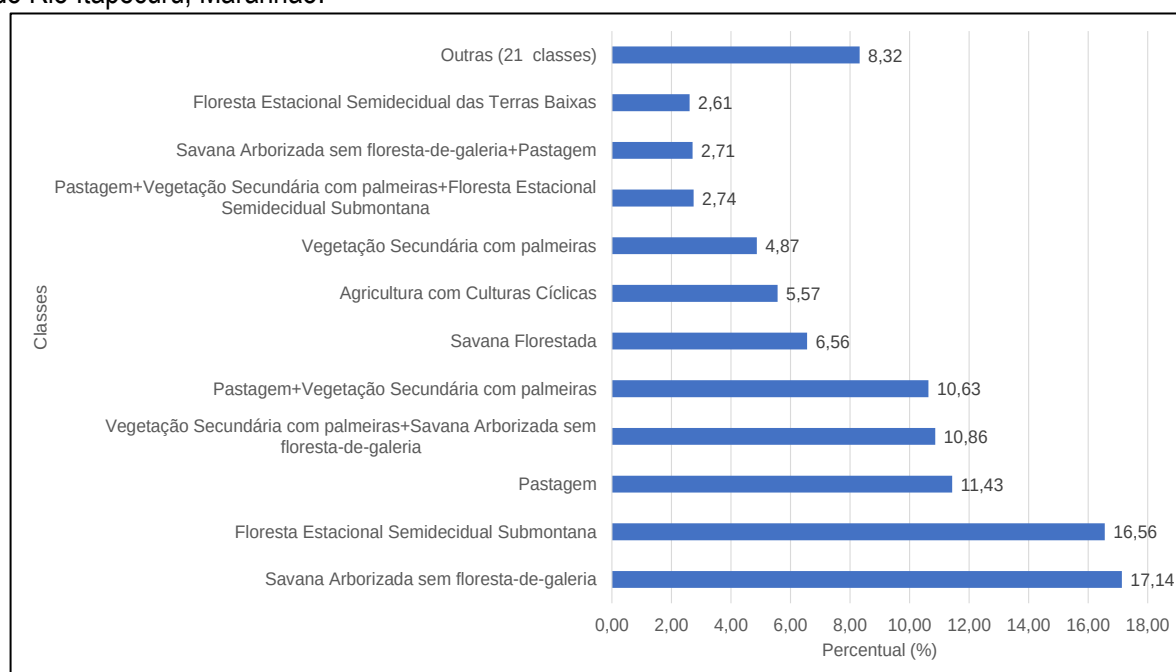
A representação de onze classes corresponde a 91,77% da área total da bacia, enquanto 21 classes representam 8,32% da área total (Figura 170). A vegetação classificada como Savana, Florestada e Arborizada isolada ou em associação com outro tipo de vegetação ou uso correspondem a 20.170,67 km² (37,90%) (Figura 171). Na área da bacia a Vegetação Secundária (Figura 172) associada a outros tipos de vegetação e usos, com presença e ausência de palmeiras, correspondem a 18.357,58 km² (34,50%) do território.

A vegetação secundária surge após a perturbação natural e antropizada da vegetação original. A conservação da vegetação secundária permite a recuperação ambiental e a manutenção dos serviços ecossistêmicos (

Figura 174 e

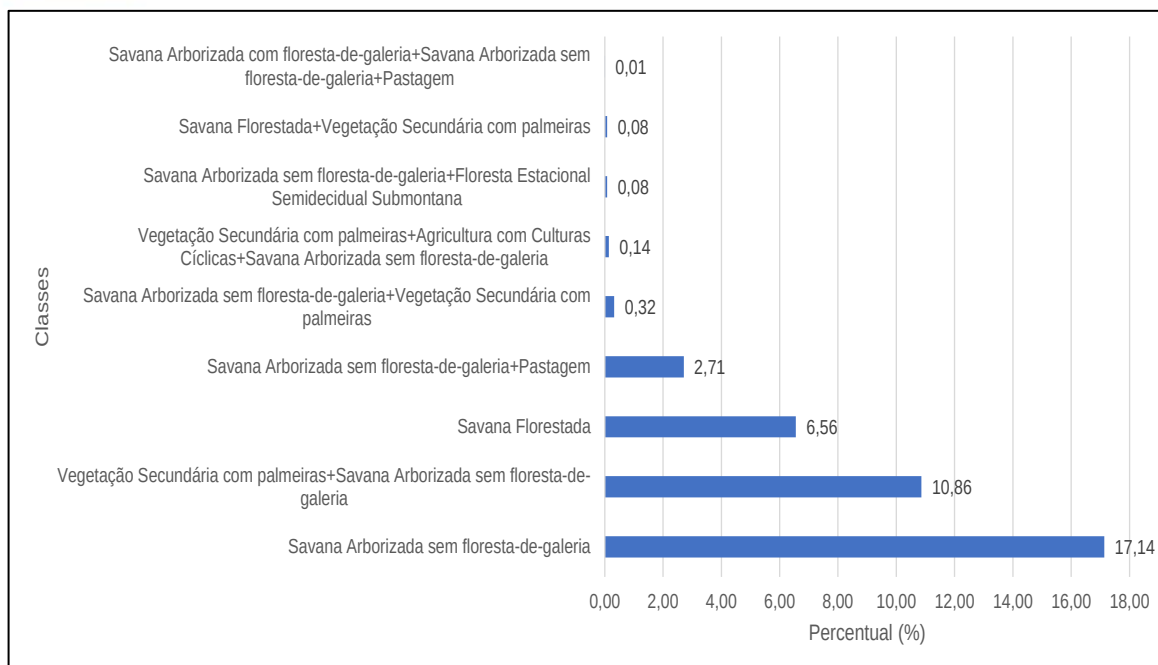
Figura 179). O principal uso identificado no território é Pastagem abrangendo de forma isolada 6082,79 km² (11,43%), associada a outra classe perfazendo 15.199,59 km² (28,56% da área da bacia) (Tabela 20; Figura 180 e Figura 184).

Figura 170 – Distribuição percentual das Classes de Uso e Cobertura da Terra da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru, Maranhão.



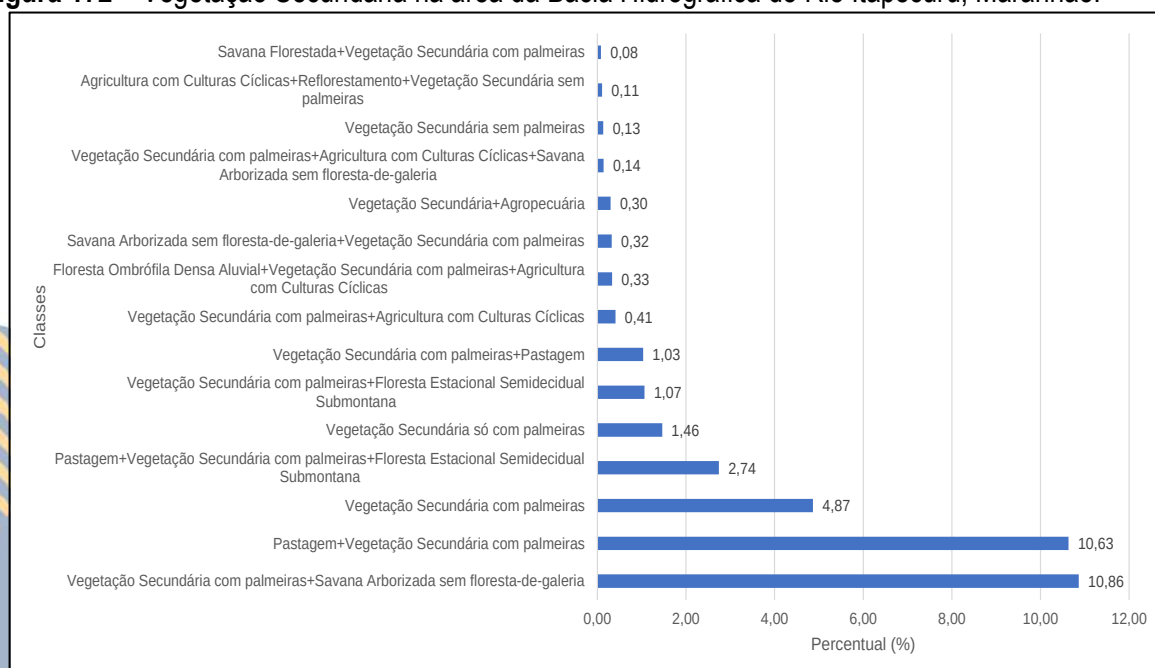
Fonte: Registro da Pesquisa (2022).

Figura 171 – Classe de vegetação Savana no território da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru, Maranhão.



Fonte: Registro da Pesquisa (2022).

Figura 172 – Vegetação Secundária na área da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru, Maranhão.



Fonte: Registro da Pesquisa (2022).

Figura 173 – Vegetação secundária com palmeiras, povoado Barriguda, Caxias - MA (Coordenadas geográficas: -05° 01' 01,8" S; -43° 23' 27,8" W; 68 m de altitude).



Fonte: Registro da Pesquisa (2021).

Figura 174 – Vegetação Secundária com palmeiras, município de Aldeias Altas, MA (-04° 39' 10,1" S, - 43° 09' 44,6" W, 128 m de altitude).



Fonte: Registro da Pesquisa (2021).

Figura 175 – Vegetação secundária com palmeiras, município de Itapecuru Mirim, MA (-03° 28' 38,6" S, -44° 21' 24,6" W, 17 m de altitude).



Fonte: Registro da Pesquisa (2021).

Figura 176 – Vegetação secundária com palmeira babaçu e savana florestada secundária, Parnarama - MA (Coordenadas geográficas: -05°42'27,5" S; -43°08'39,8" W; 112 m de altitude).



Fonte: Registro da Pesquisa (2021).

Figura 177 – Pastagem e vegetação secundária com babaçu, Buriti Bravo - MA (Coordenadas geográficas: -05°33'38,4" S; -43°47'09,2" W; 103 m de altitude).



Fonte: Registro da Pesquisa (2021).

Figura 178 – Vegetação secundária com babaçal, Povoado Centro do Bastinho, Governador Luiz Rocha – MA (Coordenadas geográficas: -05°30'18,6" S; -44°02'49,9" W; 136 m de altitude).



Fonte: Registro da Pesquisa (2021).

Figura 179 – Vegetação secundária de Floresta estacional semidecidual submontana e Pastagem com palmeiras, Povoado Canudo, Governador Eugênio Barros – MA (Coordenadas geográficas: - 05°23'54,2" S; -43°56'35,1" W; 121 m, de altitude).



Fonte: Registro da Pesquisa (2021).

Tabela 20 – Usos associado a tipos de vegetação na área da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru, Maranhão.

N.	Classes	Sigla	Área (km ²)	Percentual da área total da bacia (%)
1	Pastagem	Ap	6082,79	11,43
2	Pastagem+Vegetação Secundária com palmeiras	Ap+Vsp	5658,32	10,63
3	Agricultura com Culturas Cíclicas	Acc	2963,08	5,57
4	Pastagem+Vegetação Secundária com palmeiras+Floresta Estacional Semidecidual Submontana	Ap+Vsp+Fs	1459,97	2,74
5	Savana Arborizada sem floresta-de-galeria+Pastagem	Sas+Ap	1442,24	2,71
6	Vegetação Secundária com palmeiras+Pastagem	Vsp+Ap	549,01	1,03
7	Influência Urbana	Iu	233,67	0,44
8	Vegetação Secundária com palmeiras+Agricultura com Culturas Cíclicas	Vsp+Acc	217,94	0,41
9	Floresta Ombrófila Densa Aluvial+Vegetação Secundária com palmeiras+Agricultura com Culturas Cíclicas	Da+Vsp+Acc	177,23	0,33
10	Vegetação Secundária+Agropecuária	Vs+Ag	158,70	0,30
11	Vegetação Secundária com	Vsp+Acc	75,06	0,14

N.	Classes	Sigla	Área (km ²)	Percentual da área total da bacia (%)
	palmeiras+Agricultura com Culturas Cíclicas+Savana Arborizada sem floresta-de-galeria	+Sas		
12	Agricultura com Culturas Cíclicas+Reflorestamento+Vegetação Secundária sem palmeiras	Acc+Re+Vss	57,66	0,11
13	Outros (Mineração)	Outros	35,43	0,07
14	Pastagem+Reflorestamento	Ap+Re	4,23	0,01
15	Savana Arborizada com floresta-de-galeria+Savana Arborizada sem floresta-de-galeria+Pastagem	Saf+Sas+Ap	3,02	0,01
TOTAL			19118,35	35,93

Fonte: Registro da Pesquisa (2022).

Figura 180 – Área de pasto, Fernando Falcão – MA (Coordenadas 06° 10' 12.7" S, 44° 51' 52.6" W, 218m de altitude).



Fonte: Registro da Pesquisa (2020).

Figura 181 – Registro de áreas de pasto, Mirador – MA. (Coordenadas: 06° 23' 18,0" S; 44° 19' 03,7" W; 193 m de altitude).



Fonte: Registro da Pesquisa (2020).

Figura 182 – Pastagem, município de Codó, MA (S -04° 31' 50,6", W -43° 56' 47,9", 53 m de altitude).



Fonte: Registro da Pesquisa (2020).

Figura 183 – Pastagem, Povoado Vão Grande, Lagoa do Mato - MA (Coordenadas Geográficas: - 06°09'38,2" S; -43°23'57,1" W; 252 m de altitude).



Fonte: Registro da Pesquisa (2020).

Figura 184 – Pastagem sob babaçual, São Francisco do Maranhão - MA (Coordenadas geográficas: - 06°17'01,1"S; -43°07'16,9"W; 183 m de altitude).



Fonte: Registro da Pesquisa (2020).

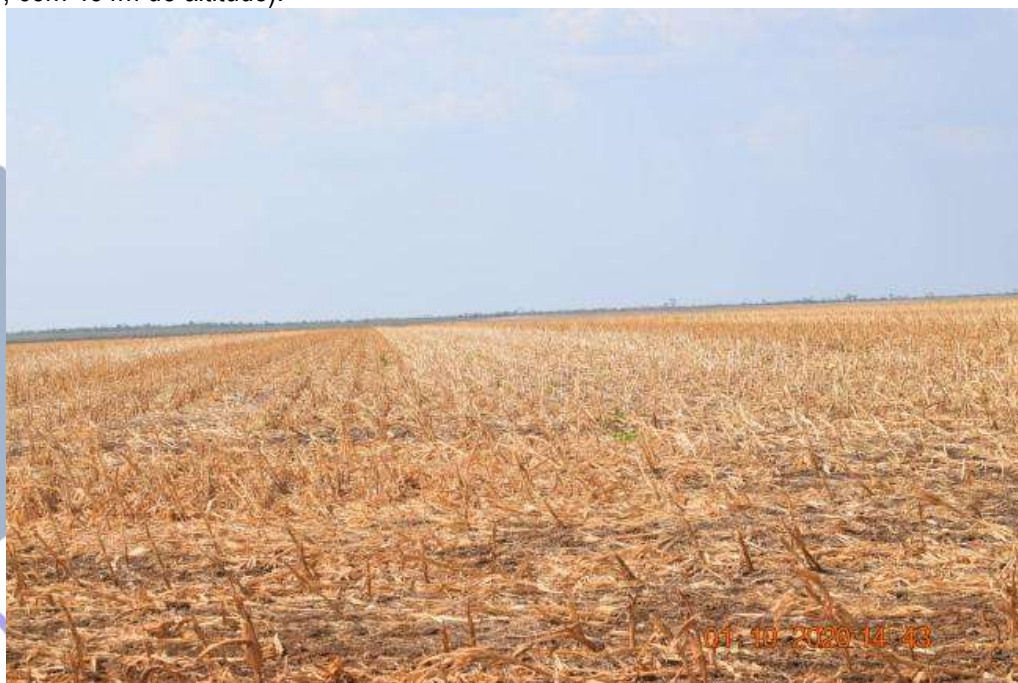
Outros usos identificados no território foram Agricultura com Culturas Cíclicas, Influência Urbana, Agropecuária, Reflorestamento e Mineração. Áreas associadas ao uso perfizeram 19,118,35 km² (35,93% da área da bacia) (Figura 22 a 27).

Figura 185 – Registro de plantio de grãos, São Raimundo das Mangabeiras – MA (Coordenadas: 07° 13' 37,5" S, 45° 52' 31,6" W, 338m de altitude).



Fonte: Registro da Pesquisa (2020).

Figura 186 – Área para plantio de grãos, Fernando Falcão – MA (Coordenadas: 06° 18' 49,3" S, 45° 29' 37,0" W, com 484m de altitude).



Fonte: Registro da Pesquisa (2020).

Figura 187 – Registro de área de plantio, com elementos arbóreos isolados, Mirador – MA (Coordenadas: 06° 25' 26,7" S, 44° 12' 52,1" W, 462m de altitude).



Fonte: Registro da Pesquisa (2020).

Figura 188 – Área de plantio de grãos, Sucupira do Norte – MA (06° 35' 02,6" S, 44° 07' 34,7" W, 439m de altitude).



Fonte: Registro da Pesquisa (2020).

Figura 189 – Registro do plantio de eucalipto, Loreto – MA (Coordenadas: 06° 51' 42,2" S, 45° 12' 23,5" W, 349m de altitude).



Fonte: Registro da Pesquisa (2020).

Figura 190 – Mineração na MA-034, entre Caxias e Buriti Bravo - MA (Coordenadas geográficas: - 05°13'41,1" S; -43°26'58,9" W; 103 m de altitude).



Fonte: Registro da Pesquisa (2020).

No território de abrangência da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru há registro de duas Unidades de Conservação (Tabela 21), o Parque Estadual de Mirador e Área de Proteção Ambiental de Upaon-Açu / Miritiba / Alto Preguiças.

Tabela 21 – Unidades de Conservação na área da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru, MA.

Unidade de Conservação	Categoria	Grupo	Ano criação	Ato criação	Ref. Área	Área (ha)	Área (km ²)
APA de Upaon-Açu / Miritiba / Alto Preguiças	Área de Proteção Ambiental	Uso Sustentável	1992	Decreto Estadual n.º 12.428, de 05 de junho de 1992	Decreto Estadual n.º 12.428, de 05 de junho de 1992	1.535.310	15.707,61
Parque Estadual de Mirador	Parque Estadual	Proteção Integral	1980	Decreto Estadual n.º 7.641, de 04 de junho de 1980	Lei Estadual n.º 8.958 de 08 de maio de 2009	700.000	5.078,31

Fonte: Registro da Pesquisa (2022).

Por meio do Decreto 7641 de 04 de junho de 1980 foi criado o Parque Estadual de Mirador (Figura 191), com área de 700.000 hectares, com delimitação da área inicial a partir da desembocadura do riacho Boi Morto no rio Itapecuru até as suas nascentes. Deste ponto, segue pelos limites municipais de Grajaú e Mirador até o rio Alpercatas, seguindo no sentido de jusante até a foz do rio Chuveiro, até às suas nascentes. A partir daí, segue por uma reta no sentido sul até às nascentes do riacho Boi Morto e deste ponto, desce o rio até encontrar sua foz, no rio Itapecuru.

Figura 191 – Floresta de galeria na área do Parque estadual de Mirador, Mirador – MA (Coordenadas: 06° 48' 33,3" S, 45° 06' 34,5" W, 280 m de altitude).

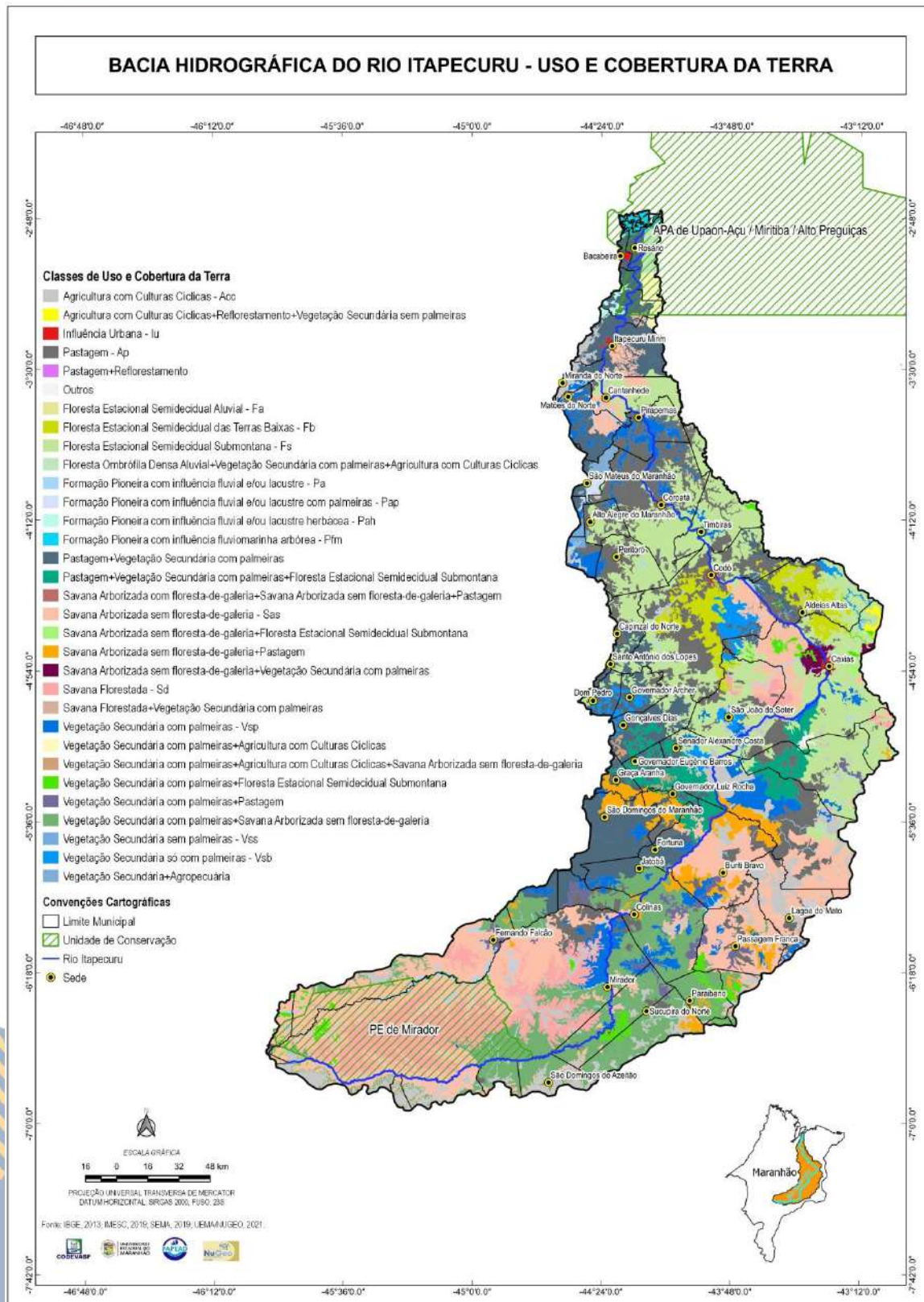




Fonte: Registro da Pesquisa (2020).

A Área de Proteção Ambiental de Upaon-Açú/ Miritiba/ Alto Preguiças teve seus limites definidos pelo Decreto 12.428 de 05 de junho de 1992, definindo em 1.535.310 hectares, situada entre o litoral leste da ilha de São Luís e o município de Barreirinhas, acompanhando o limite sul do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses, nascente do Rio Preguiças, região do Baixo Munin e Foz do Rio Itapecuru (Figura 192). Na região da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru foram identificadas duas Terras Indígenas, Kanela e Krenyê (Figura 193), com áreas de 1.255,77 km² e 80,35 km², respectivamente.

Figura 192 – Localização das Unidades de Conservação na Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru, MA.



Fonte: Registro da Pesquisa (2022).

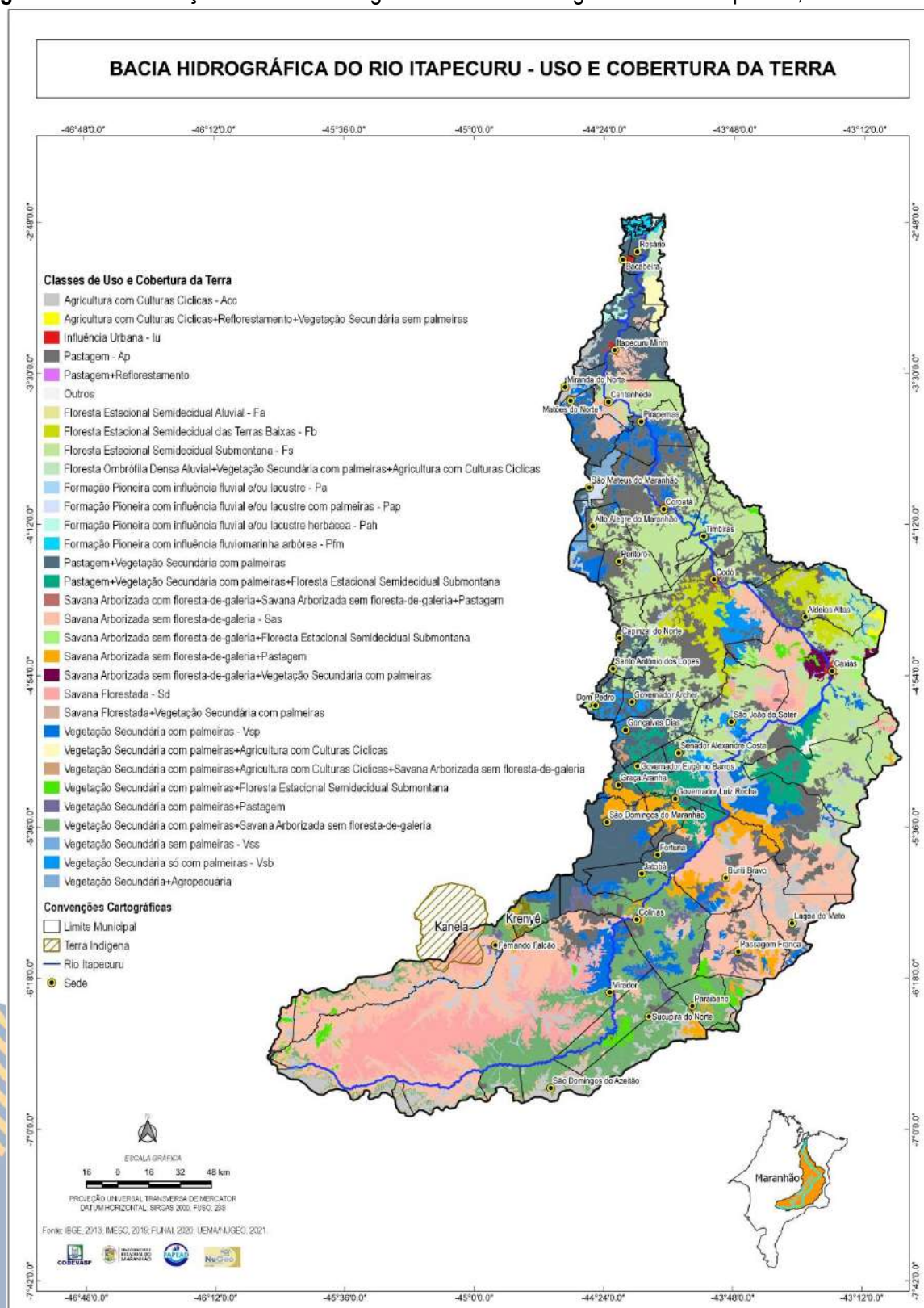
Tabela 22 – Terras Indígenas na área da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru, MA.



Nome	Etnia	Município	Superfície	Situação	Modalidade	Área (km²)
Kanela	Kanela	Fernando Falcão e Barra do Corda	125212,1625	Regularizada	Tradicionalmente ocupada	1255,77
Krenyê	Timbira, Krenyê	Vitorino Freire e Barra do Corda	8035,675	Regularizada	Reserva Indígena	80,35

Fonte: Registro da Pesquisa (2022).

Figura 193 – Localização das Terras Indígenas na Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru, MA.



Fonte: Registro da Pesquisa (2022).

3.3 Divisão do uso e cobertura por curso da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru

A bacia abrange 56 municípios maranhenses (Quadro 2; Quadro 3), com população na ordem de 1.062.595 habitantes, 15,39% da população do Maranhão. A população urbana é formada por 667.813 (62,85%) pessoas, enquanto a população rural é de apenas 394.782 habitantes, representando aproximadamente 37,15% da população total da bacia, onde a densidade demográfica fica em torno de 19,16 hab./km², equivalendo-se à densidade demográfica estadual (IBGE, 2015). A bacia do Itapecuru está subdividida em 3 cursos ou trechos (Figura 194): Alto, Médio e Baixo.

Quadro 2 – Relação Municipal por Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru, MA.

ALTO CURSO		BAIXO CURSO	
1	Colinas	1	Aldeias Altas
2	Fernando Falcão	2	Alto Alegre do Maranhão
3	Formosa da Serra Negra	3	Axixá
4	Fortaleza dos Nogueiras	4	Bacabal
5	Jatobá	5	Bacabeira
6	Loreto	6	Cantanhede
7	Mirador	7	Capinzal do Norte
8	Paraibano	8	Caxias
9	Passagem Franca	9	Codó
10	Pastos Bons	10	Coroatá
11	Sambaíba	11	Itapecuru Mirim
12	São Domingos do Azeitão	12	Lima Campos
13	São Félix de Balsas	13	Matões do Norte
14	São João dos Patos	14	Miranda do Norte
15	São Raimundo das Mangabeiras	15	Peritoró
16	Sucupira do Norte	16	Pirapemas
17	Tuntum	17	Rosário
MÉDIO CURSO		18	Santa Rita
1	Buriti Bravo	19	Santo Antônio dos Lopes
2	Dom Pedro	20	São Luís Gonzaga do Maranhão
3	Fortuna	21	São Mateus do Maranhão
4	Gonçalves Dias	22	Timbiras
5	Governador Archer	23	Vargem Grande
6	Governador Eugênio Barros	Total: 56 Municípios	
7	Governador Luiz Rocha		
8	Graça Aranha		
9	Lagoa do Mato		
10	Matões		
11	Parnarama		
12	São Domingos do Maranhão		
13	São Francisco do Maranhão		
14	São João do Soter		
15	Senador Alexandre Costa		
16	Timon		

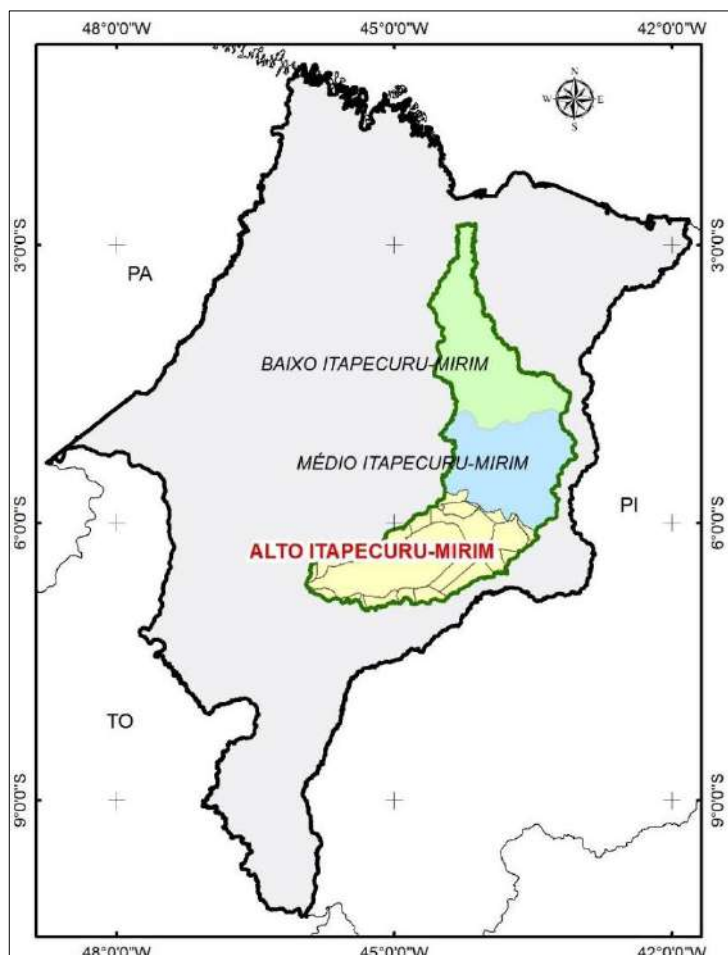
Fonte: IBGE/IMESC (2017), UEMA/NUGEO (2011 e 2019).

Quadro 3 – Descrição do alto, médio e baixo curso da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru, MA.

CURSO	DESCRIÇÃO
Alto Itapecuru (da nascente a Colinas)	Geomorfologicamente nesta região há uma predominância de chapadões, chapadas e cuestas, apresentado um relevo forte ondulado compondo as partes mais elevadas (350 metros) da baía com as serras de Itapecuru, Alpercatas, Croeira e Boa Vista. Nas áreas de chapada é predominante a ocorrência de Latossolos Amarelos e Latossolos Vermelho-amarelo; profundos, bem drenados, de textura média e argilosa, originários de sedimentos areno-argiloso do Grupo Barreiras (Terciário), da Formação Itapecuru (Cretáceo) e da Formação Pedra do Fogo (Permiano) (UEMA/NUGEO, 2016).
Médio Itapecuru (de Colinas a Caxias)	Apresenta morfologia denominada de morros testemunhos, onde predomina o relevo de chapadas baixas e uma superfície suave ondulado a forte ondulado, com uma diferença de altitude de cerca de 60 metros. Os solos são predominantemente do tipo Podzólicos Vermelho-amarelo, originários principalmente de sedimentos da Formação Pedra do Fogo (Permiano), sendo utilizados em culturas de subsistência, extrativismo do coco babaçu e pecuária extensiva (UEMA/NUGEO, 2016).
Baixo Itapecuru (de Caxias à foz)	Geomorfologicamente esta área é caracterizada pela presença de tabuleiros e planície costeira, sob o domínio das Formações Pioneiras comportando a Planície Flúvio-Marinha, que corresponde à superfície plana, situada em altitudes inferiores a 10 m, resultantes da acumulação flúvio-marinha, onde ocorrem os manguezais. Há presença de morros testemunhos ao longo desta área. Na foz do Itapecuru a geomorfologia é caracterizada pelo rebaixamento do relevo, em que se encontra assentado o Golfão Maranhense (UEMA/NUGEO, 2016).

Fonte: Registro da Pesquisa (2022).

Figura 194 – Subdivisão por curso da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru nos cursos Alto, Médio e Baixo, Maranhão.



Fonte: NUGEO (2020).

a) Baixo Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru

Dentro da área do Baixo curso na bacia há 21 classes (Tabela 23, Figura 195) as com maior proporção de áreas são: Floresta Estacional Semidecidual Submontana (5079,70 km², correspondente a 30,37% da área do baixo curso), seguida de Pastagem (3790,40 km², 22,66%), Pastagem associada à Vegetação Secundária com palmeiras (2279,68 km², 13,63%), Floresta Estacional Semidecidual das Terras Baixas (1361,12 km², 8,14%), Savana Arborizada sem floresta-degaleria (1084,41 km², 6,48%) e Vegetação Secundária com palmeiras (884,01 km², 5,29%) (Figura 196;

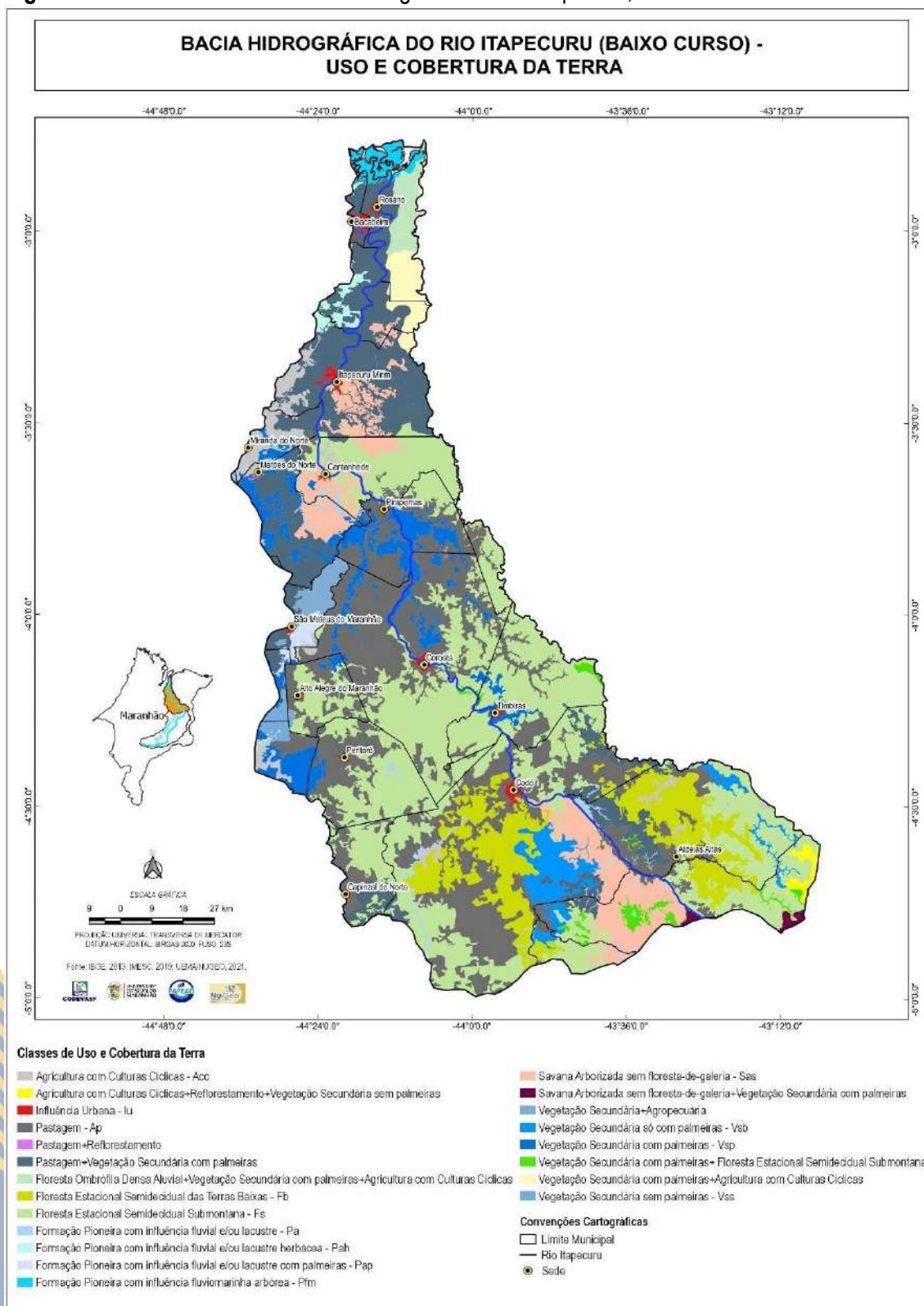
Figura 199).

Tabela 23 – Descrição das classes de uso e cobertura da área do baixo curso da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru, MA.

N	Classes	Siglas	Área (km ²)	Percentual do Baixo Curso (%)
1	Floresta Estacional Semidecidual Submontana	Fs	5079,70	30,37
2	Pastagem	Ap	3790,40	22,66
3	Pastagem+Vegetação Secundária com palmeiras	Ap+Vsp	2279,68	13,63
4	Floresta Estacional Semidecidual das Terras Baixas	Fb	1361,12	8,14
5	Savana Arborizada sem floresta-de-galeria	Sas	1084,41	6,48
6	Vegetação Secundária com palmeiras	Vsp	884,01	5,29
7	Vegetação Secundária só com palmeiras	Vsb	402,49	2,41
8	Agricultura com Culturas Cíclicas	Acc	381,86	2,28
9	Vegetação Secundária com palmeiras+Agricultura com Culturas Cíclicas	Vsp+Acc	218,77	1,31
10	Floresta Ombrófila Densa Aluvial+Vegetação Secundária com palmeiras+Agricultura com Culturas Cíclicas	Da+Vsp+Acc	177,90	1,06
11	Formação Pioneira com influência fluvial e/ou lacustre	Pa	173,03	1,03
12	Vegetação Secundária+Agropecuária	Vs+Ag	159,30	0,95
13	Formação Pioneira com influência fluviomarinha arbórea	Pfm	141,68	0,85
14	Influência Urbana	Iu	135,93	0,81
15	Vegetação Secundária com palmeiras+Floresta Estacional Semidecidual Submontana	Vsp+Fs	128,45	0,77
16	Formação Pioneira com influência fluvial e/ou lacustre herbácea	Pah	86,38	0,52
17	Vegetação Secundária sem palmeiras	Vss	71,53	0,43
18	Formação Pioneira com influência fluvial e/ou lacustre com palmeiras	Pap	70,62	0,42
19	Agricultura com Culturas Cíclicas+Reflorestamento+Vegetação Secundária sem palmeiras	Acc+Re+Vss	57,88	0,35
20	Savana Arborizada sem floresta-de-galeria+Vegetação Secundária com palmeiras	Sas+Vsp	36,65	0,22
21	Pastagem+Reflorestamento	Ap+Re	4,25	0,03
TOTAL			16726,05	100,00

Fonte: Registro da Pesquisa (2022).

Figura 195 – Baixo Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru, MA.



Fonte: Registro da Pesquisa (2022).

Figura 196 – Área com Agricultura Culturas Cíclicas, município de Caxias, MA (Coordenada: -04° 38' 04,6" S, -43° 06' 47" W, 134 m de altitude)



Fonte: Registro da Pesquisa (2021).

Figura 197 – Vegetação Secundária com palmeiras, município de Codó, MA (-04° 25' 49,9" S, -44° 12' 30,1" W, 78 m de altitude)



Fonte: Registro da Pesquisa (2021).

Figura 198 – Vegetação com influência fluvial e/ou lacustre arbustiva com palmeiras, município de Caxias, MA (-04° 52' 03,5" S, -43° 21' 48,7" W, 57 m de altitude)



Fonte: Registro da Pesquisa (2021).

Figura 199 – Vegetação Secundária com palmeiras, município de Rosário, MA (-03° 01' 26,2" S, -44° 18' 56,5" W, 29 m de altitude)



Fonte: Registro da Pesquisa (2021).

b) Médio Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru

Na área do Médio curso da bacia há 21 classes (Tabela 24, Figura 200) as com maior proporção de áreas são: Floresta Estacional Semidecidual Submontana (3756,89 km²) correspondente a 24,21% da área do baixo curso), seguida de Pastagem associada à Vegetação Secundária com palmeiras (2443,80 km², 15,75%), Savana Arborizada sem floresta-de-galeria (2053,68 km², 13,23%), Pastagem (1521,07 km², 9,80%), Pastagem associada à Vegetação Secundária com palmeiras associada à Floresta Estacional Semidecidual Submontana (1461,51 km², 9,42%) e Agricultura com Culturas Cíclicas (1256,53 km², 8,10%) (Figura 201 Figura 205).

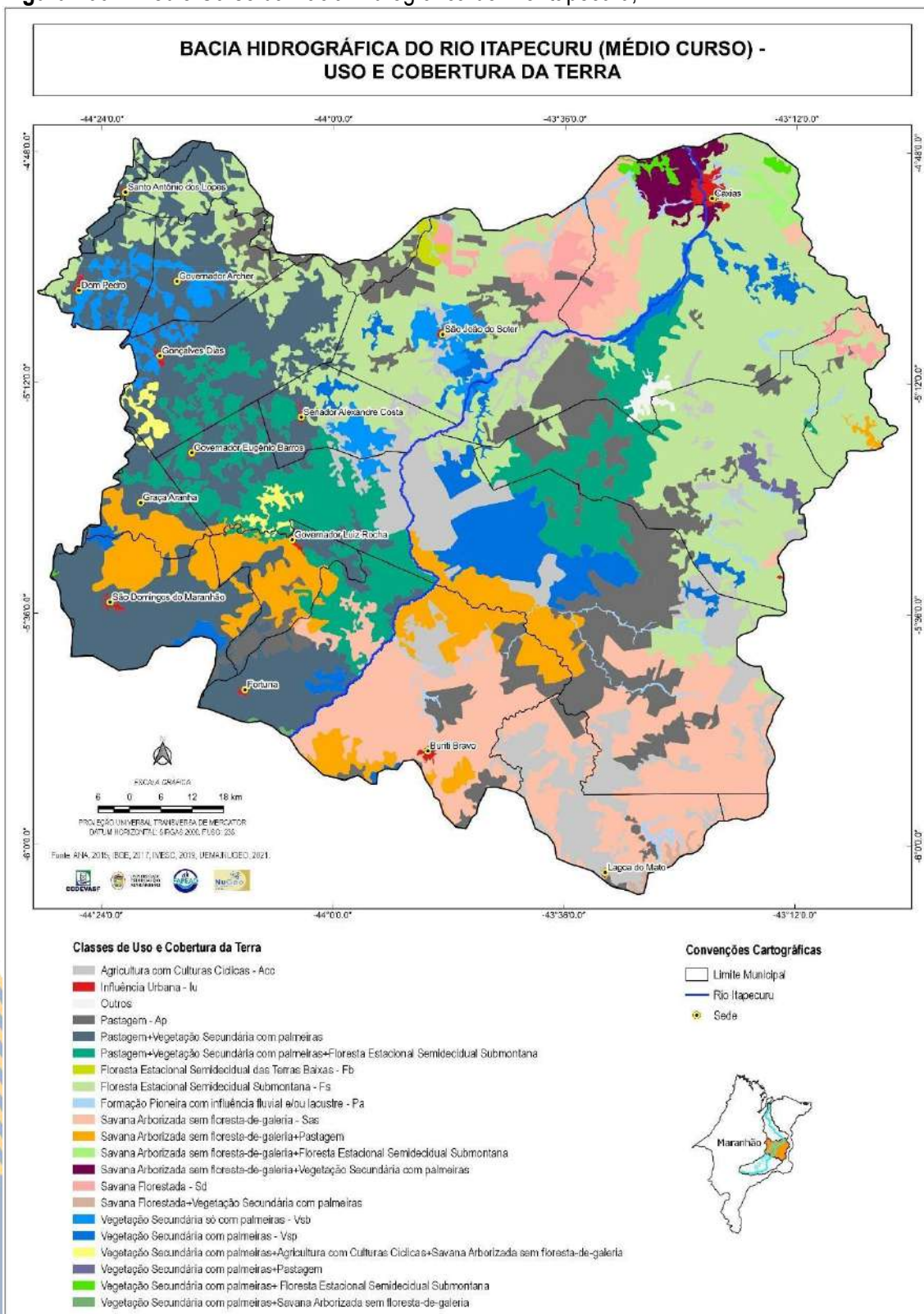
Tabela 24 – Descrição das classes de uso e cobertura da área do médio curso da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru, MA

N	Classes	Siglas	Área (km ²)	Percentual do Médio Curso (%)
1	Floresta Estacional Semidecidual Submontana	Fs	3756,89	24,21
2	Pastagem+Vegetação Secundária com palmeiras	Ap+Vsp	2443,80	15,75
3	Savana Arborizada sem floresta-de-galeria	Sas	2053,68	13,23
4	Pastagem	Ap	1521,07	9,80
5	Pastagem+Vegetação Secundária com palmeiras+Floresta Estacional Semidecidual Submontana	Ap+Vsp+Fs	1461,51	9,42
6	Agricultura com Culturas Cíclicas	Acc	1256,53	8,10
7	Savana Arborizada sem floresta-de-galeria+Pastagem	Sas+Ap	991,14	6,39
8	Vegetação Secundária com palmeiras	Vsp	715,75	4,61
9	Vegetação Secundária só com palmeiras	Vsb	377,84	2,43
10	Savana Florestada	Sd	246,13	1,59
11	Formação Pioneira com influência fluvial e/ou lacustre	Pa	189,52	1,22
12	Savana Arborizada sem floresta-de-galeria+Vegetação Secundária com palmeiras	Sas+Vsp	136,26	0,88
13	Vegetação Secundária com palmeiras+Agricultura com Culturas Cíclicas+Savana Arborizada sem floresta-de-galeria	Vsp+Acc+Sas	75,12	0,48
14	Influência Urbana	Iu	72,39	0,47
15	Savana Arborizada sem floresta-de-galeria+Floresta Estacional Semidecidual Submontana	Sas+Fs	44,38	0,29
16	Vegetação Secundária com palmeiras+Pastagem	Vsp+Ap	43,42	0,28

N	Classes	Siglas	Área (km ²)	Percentual do Médio Curso (%)
17	Vegetação Secundária com palmeiras+Floresta Estacional Semidecidual Submontana	Vsp+Fs	36,18	0,23
18	Outros	----	35,48	0,23
19	Floresta Estacional Semidecidual das Terras Baixas	Fb	33,27	0,21
20	Savana Florestada+Vegetação Secundária com palmeiras	Sd+Vsp	22,89	0,15
21	Vegetação Secundária com palmeiras+Savana Arborizada sem floresta- de-galeria	Vsp+Sas	4,79	0,03
TOTAL			15518,03	100,00

Fonte: Registro da Pesquisa (2022).

Figura 200 – Médio Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru, MA.



Fonte: Registro da Pesquisa (2022).

Figura 201 – Pastagem sob babaçual, São Francisco do Maranhão - MA (Coordenadas geográficas: -06°17'01,1"S; -43°07'16,9"W; 183 m de altitude).



Fonte: Registro da Pesquisa (2021).

Figura 202 – Desmatamento para ampliação de pastagem, Lagoa do Mato - MA (Coordenadas Geográficas: -05°54'37,7"S; -43°18'31,7"W; 234 m de altitude).



Fonte: Registro da Pesquisa (2022).

Figura 203 – Pastagem, no município de Matões - MA (Coordenadas geográficas: -05°34'30,1" S; -43°19'23,9" W; 231 m de altitude).



Fonte: Registro da Pesquisa (2022).

Figura 204 – Brejo com buritizal, BR-226, Timon - MA (Coordenadas geográficas: -05°05'48,5"S; -42°57'49,7"W; 102 m de altitude).



Fonte: Registro da Pesquisa (2022).

Figura 205 – Mata ciliar acompanhando o Rio Corrente e pasto com babaçu subindo o morro, Povoado Pau D'arco, Buriti Bravo - MA (Coordenadas geográficas: -05°34'19,0"S; -43°46'23,6"W; 92 m de altitude).



Fonte: Registro da Pesquisa (2022).

c) Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru

Na área do Alto curso na bacia há 21 classes (Tabela 25; Figura 206) as com maior proporção de áreas são: Savana Arborizada sem floresta-de-galeria (5989,31 km², correspondente a 28,56% da área do alto curso), seguida de Vegetação Secundária com palmeiras associada à Savana Arborizada sem floresta-de-galeria (5703,93 km², 27,20%), Savana Florestada (3244,35 km², 15,47%) e Agricultura com Culturas Cíclicas (1328,19 km², 6,33%) (

Figura 207; Figura 212).

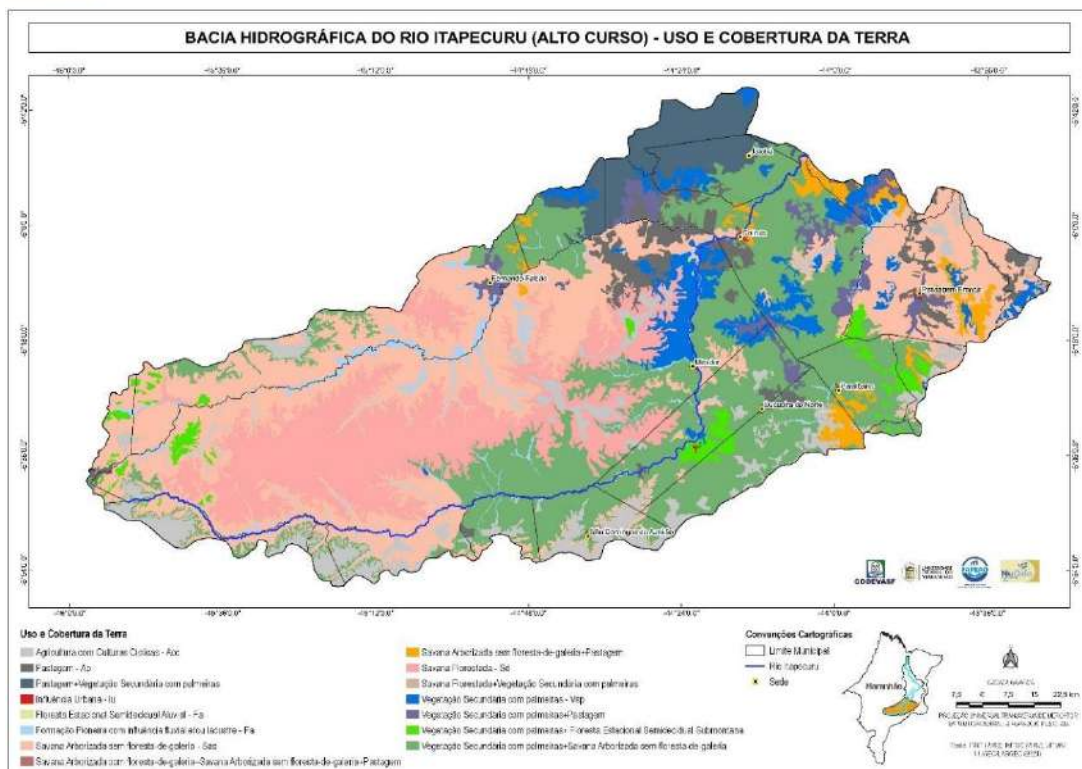
Tabela 25 – Descrição das classes de uso e cobertura da área do alto curso da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru, MA

N	Classes	Siglas	Área (km ²)	Percentual do Alto Curso (%)
1	Savana Arborizada sem floresta-de-galeria	Sas	5989,31	28,56
2	Vegetação Secundária com	Vsp+Sas	5703,93	27,20

N	Classes	Siglas	Área (km ²)	Percentual do Alto Curso (%)
	palmeiras+Savana Arborizada sem floresta-de-galeria			
3	Savana Florestada	Sd	3244,35	15,47
4	Agricultura com Culturas Cíclicas	Acc	1328,19	6,33
5	Vegetação Secundária com palmeiras	Vsp	981,34	4,68
6	Pastagem+Vegetação Secundária com palmeiras	Ap+Vsp	945,82	4,51
7	Pastagem	Ap	787,87	3,76
8	Formação Pioneira com influência fluvial e/ou lacustre	Pa	572,49	2,73
9	Vegetação Secundária com palmeiras+Pastagem	Vsp+Ap	505,92	2,41
10	Savana Arborizada sem floresta-de-galeria+Pastagem	Sas+Ap	452,33	2,16
11	Vegetação Secundária com palmeiras+ Floresta Estacional Semidecidual Submontana	Vsp+Fs	403,03	1,92
12	Influência Urbana	Iu	25,96	0,12
13	Savana Florestada+Vegetação Secundária com palmeiras	Sd+Vsp	20,63	0,10
14	Floresta Estacional Semidecidual Aluvial	Fa	8,58	0,04
15	Savana Arborizada com floresta-de-galeria+Savana Arborizada sem floresta-de-galeria+Pastagem	Saf+Sas+Ap	3,01	0,01
TOTAL			20972,76	100,00

Fonte: Registro da Pesquisa (2022).

Figura 206 – Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru, MA.



Fonte: Registro da Pesquisa (2022).

Figura 207 – Registro do pasto e ao fundo Sas nos topos dos morros e no entorno, Passagem Franca – MA (Coordenadas: 06° 10' 31,0" S, 43° 41' 44,0" W, 291 m de altitude).



Fonte: Registro da Pesquisa (2020).

Figura 208 – Savana Arborizada alterado com registro de babaçu e área com vegetação derrubada e queimada, Passagem Franca – MA (Coordenadas: 06° 10' 48,6" S, 43° 43' 28,7" W, 298 m de altitude).



Fonte: Registro da Pesquisa (2020).

Figura 209 – Registro da área utilizada para pasto com vegetação de Savana Arborizada no entorno, São João dos Patos – MA (Coordenadas: 06° 20' 40,8" S, 43° 46' 09,8" W, 334 m de altitude).



Fonte: Registro da Pesquisa (2020).

Figura 210 – Vegetação secundária com palmeiras, registro de babaçu em toda área, Paraibano – MA (Coordenadas: 06° 15' 35,0" S, 43° 58' 43,9" W, 126 m de altitude).



Fonte: Registro da Pesquisa (2020).

Figura 211 – Registro do cultivo de abacaxi, São Domingos do Maranhão – MA (Coordenadas: 05° 38' 01.8" S, 44° 21' 52,5" W, 227 m de altitude).



Fonte: Registro da Pesquisa (2020).

Figura 212 – Vegetação secundária com palmeiras e áreas de pasto, Presidente Dutra – MA (Coordenadas: 05° 21' 16,9" S, 44° 28' 19,3" W, 137 m de altitude).



Fonte: Registro da Pesquisa (2020).

DIAGNÓSTICO SOCIOECONÔMICO, POLÍTICO E CULTURAL DA BACIA DO RIO ITAPECURU

*Jucivan Ribeiro Lopes
Arkley Marques Bandeira*



1. INTRODUÇÃO

As informações reunidas neste documento são fruto de pesquisa bibliográfica em fontes primárias e secundárias, consulta a órgãos públicos e organizações não governamentais sobre a temática deste relatório, cujo diagnóstico versa sobre a Bacia do Itapecuru, composto por 56 (cinquenta e seis) municípios.

Os produtos gerados pelos inventários são de grande valia para a construção de mapas históricos e culturais ou para fornecerem subsídios para elaboração de políticas culturais para salvaguarda, proteção e divulgação desses bens, favorecendo uma visão mais abrangente do Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru, cujo enfoque são as expressões históricas e culturais das populações que viveram e vivem ao longo deste rio.

No âmbito da pesquisa, a aplicação do Inventário ocorre nos municípios que compõem a referida bacia, região que apresenta grande potencial para a pesquisa histórica e cultural, sendo que alguns municípios são caracterizados pela falta de conhecimento dos gestores sobre os processos formadores dessas regiões.

2. PERSPECTIVA TEÓRICO-METODOLÓGICA

As categorias abordadas neste Diagnóstico possuem amparo legal no Decreto-Lei n.º 25, de 30 de novembro de 1937, que estabeleceu como patrimônio nacional o "conjunto de bens móveis e imóveis existentes no país e cuja conservação é de interesse público, quer por sua vinculação a fatos memoráveis da história do Brasil, quer por seu excepcional valor arqueológico ou etnográfico, bibliográfico ou artístico" (BRASIL, 2000). O decreto estabeleceu, ainda, a criação dos quatro livros de tomo que servem para registro dos bens protegidos: o Livro do Tombo das Belas Artes; o Livro do Tombo Histórico; o Livro do Tombo das Artes Aplicadas e o Livro do Tombo Arqueológico, Etnográfico e Paisagístico.

No Brasil, estas temáticas ganham espaço na macro política com a promulgação da Constituição Federal, de 1988, sobretudo, o artigo 216 que considera como patrimônio cultural os bens de natureza material e imaterial, tomados individualmente ou em conjunto, portadores de referência à identidade, à ação, à memória dos diferentes grupos formadores da sociedade brasileira, sendo constituído por:

- I - formas de expressão;
- II - modos de criar, fazer e viver;
- III - criações científicas, artísticas e tecnológicas;
- IV - obras, objetos, documentos, edificações e demais espaços destinados às manifestações artístico-culturais;
- V - conjuntos urbanos e sítios de valor histórico, paisagístico, artístico, arqueológico, paleontológico, ecológico e científico.

Nas últimas décadas, a antiga dicotomia observada entre os bens culturais de natureza material e imaterial foi superada com a promulgação do Decreto 3.551, de 2000, que em seu Art. 1º, § 1º estabeleceu quatro livros de registro para o patrimônio cultural imaterial: dos Saberes; das Celebrações; Formas de Expressão e dos Lugares (BRASIL, 2000).

Estas quatro dimensões do patrimônio imaterial envolvem os saberes, as celebrações, as formas de expressão e os lugares expressivos, que representam as diferentes identidades conformadoras da diversidade cultural do país. Além disso, foram criados os instrumentos de identificação, proteção e salvaguarda para esse patrimônio imaterial, a exemplo do Registro nos Livros do Patrimônio Imaterial, o Inventário Nacional de Referências Culturais (INRC), o Programa de Patrimônio Imaterial, os quais deram fôlego para criação do Departamento de Patrimônio Imaterial, na estrutura do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN).

Entre os povos e as comunidades tradicionais do Brasil classificamos para fins deste relatório os grupos caracterizados como indígenas, quilombolas, ciganos, matriz africana, seringueiros, castanheiros, quebradeiras de coco-de-babaçu, comunidades de fundo de pasto, faxinalenses, pescadores artesanais, marisqueiras, ribeirinhos, varjeiros, caiçaras, praieiros, sertanejos, jangadeiros, açorianos, campeiros, varzanteiros, pantaneiros, caatingueiros, entre outros.

Logo, o *Diagnóstico do Quadro Histórico e Cultural do Alto Curso da Bacia do Itapecuru* insere-se no âmbito das políticas públicas derivadas dos processos de ampliação e constituição de novos olhares sobre o patrimônio cultural no Brasil. Com a instrumentalização destes mecanismos de pesquisa tem-se a oportunidade de construir uma rede de informações sobre os espaços de construção das identidades culturais em determinados contextos sociais, isto, em relação às identidades, ao espaço, às práticas culturais e às vinculações com os aspectos históricos envolvidos.

As temáticas sobre patrimônio histórico e cultural ficaram por muitas décadas relegadas aos trabalhos realizados pelos órgãos de preservação e fiscalização, sendo consideradas nos anos de Ditadura uma temática quase que totalmente estatal. Os reflexos dessa conduta ainda estão fortemente arraigados entre os gestores culturais atuantes no poder público, com condutas policialescas, nada inclusivas e com decisões verticais e que quase não envolvem a sociedade civil. Não é de estranhar que a sociedade se torna cada vez mais apartada de suas referências, agindo como mera espectadora ou produtora cultural sem voz e ressonância, quando são pensadas as políticas públicas para a cultura, pois raros são os casos em que os anseios da sociedade civil são levados em consideração.

No caso do Maranhão, a gestão do patrimônio histórico e cultural encontra-se concentrada no poder público, especialmente na Superintendência do IPHAN do Maranhão e na Superintendência de Patrimônio Cultural do Governo do Maranhão, sendo que São Luís ainda conta com a Fundação Municipal do Patrimônio Histórico. Logo, a linha de atuação do poder público na gestão da cultura encontra-se em tempos de crise brasileira basicamente focada na fiscalização dos centros históricos tombados sobre sua jurisdição, no restauro ou contenção de edificações que correm riscos de desabamentos, na manutenção das reuniões dos conselhos gestores dos bens imateriais, a exemplo do Tambor de Crioula e Bumba Meu Boi ou na organização dos calendários festivos já consagrados.

Soma-se a isso, uma atuação fortemente concentrada na capital do Estado, São Luís, ou em cidades com características coloniais a exemplo de Alcântara e Caxias. Em casos nos quais os poderes públicos municipais não possuem estrutura administrativa para lidar com seus bens históricos e culturais importantes - suportes de histórias, memórias, identidades e territorialidades - estão se perdendo, desaparecendo ou sendo abandonados.

2.1 Metodologia aplicada

A partir dos anos 2000, uma nova perspectiva para os estudos dos bens históricos e culturais surgiu com adoção do conceito de *referência cultural*. Essa nova categoria, até então utilizada apenas para os bens imateriais, promoveu importantes reflexões na prática preservacionista em curso. Neste contexto, se consolidou a ideia de que a construção dos patrimônios históricos e culturais deve “fazer sentido” e “ter valor” para outros sujeitos sociais, especialmente os que produzem ou mantêm esses bens, conferindo a eles critérios de significado, pertencimento e ação (SANT’ANNA, 2006). Não obstante, para Oosterbeek (2004) esse valor não teria uma precificação de mercado, mas seria um suporte ao qual recorreremos, como já faziam os nossos antepassados para nos posicionarmos no fio do tempo. Logo, é no conjunto das realidades materiais e imateriais, cuja gestação nos precedeu, que surgem mapas orientadores nos quais nos situamos enquanto sujeitos históricos e culturais.

Contudo, a organização dos bens culturais no Brasil ainda demonstra dicotomia em relação à categorização do patrimônio cultural material referenciada no Art. 4º, do Decreto-Lei n.º 25, de 1937, que estabeleceu os 4 Livros do Tombo: arqueológico, paisagístico e etnográfico; histórico; belas artes; e das artes aplicadas, sendo exemplificado pelos conjuntos urbanos; bens edificados; sítios arqueológicos, paisagísticos e paleontológicos; bens ferroviários, industriais e rurais; bens móveis, a exemplo das obras de arte, coleções arqueológicas, acervos museológicos, documentais, bibliográficos, arquivísticos, videográficos, fotográficos e cinematográficos. Ao passo que o patrimônio imaterial é abordado pelo Decreto 3.551, de 2000, que em seu Art. 1º, § 1º, são estabelecidos os 4 livros de registro para o patrimônio cultural imaterial, sendo constituídos pelo Livro dos Saberes; Livro das Celebrações; Livro das Formas de Expressão e Livro dos Lugares (BRASIL, 2000).

Mais recentemente, o Maranhão sancionou a Lei n.º 10.514, de 2016, que *Dispõe sobre a Proteção de Bens Culturais de Natureza Imaterial, e dá outras providências*. Trata-se de uma adaptação do Decreto 3.551 para a esfera estadual. A partir de então, além da proteção federal, o patrimônio cultural imaterial maranhense conta com dispositivos regionais de salvaguarda, considerando práticas, representações, expressões, comportamentos e técnicas, bem como instrumentos, objetos, artefatos e lugares que lhes são associados, portadores de referência à identidade, à ação e à memória dos diferentes grupos formadores da sociedade maranhense, criando o Departamento de Patrimônio Imaterial-DPI, vinculado à Secretaria de Estado da Cultura e Turismo.

Com base nestes estatutos jurídicos, este diagnóstico foca nos sítios de interesse histórico e cultural, como também nas práticas e domínios da vida social que se manifestam em saberes, ofícios e modos de fazer; celebrações; formas de expressão cênicas, plásticas, musicais ou lúdicas; e nos lugares (como mercados, feiras e santuários que abrigam práticas culturais coletivas).

2.2 Fontes de coleta de dados

Conforme abordado, os dados relacionados a comunidades tradicionais foram coletados na base de dados do IBGE, IPHAN, FUNAI, Fundação Cultural Palmares, Governo do Estado e IMESC. Ao passo que para o patrimônio cultural foram acessados os seguintes bancos de dados:

Sistema Nacional de Informações e Indicadores Culturais SNIIC – MINC - Governo Federal para averiguação dos dados culturais do Brasil:

Disponível em: <http://sniic.cultura.gov.br/>

Lista dos bens materiais tombados – IPHAN - Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional – Governo Federal para averiguação da existência de bens materiais tombados em âmbito federal nos municípios da Bacia do Rio Itapecuru.

Disponível em:

http://portal.iphan.gov.br/uploads/ckfinder/arquivos/Lista_bens_tombados_processos_andamento_2018

CNSA – IPHAN – Cadastro Nacional de Sítios Arqueológicos – Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional – Governo Federal - para averiguação da existência de sítios arqueológicos nos municípios da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru.

Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/sgpa/?consulta=cnsa>

Banco de Dados de Bens Culturais Imateriais Registrados – IPHAN - Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional – Governo Federal - para averiguação da existência de bens imateriais registrados em âmbito federal nos municípios da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru.

Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/228>

Lista do Patrimônio Cultural Ferroviário - IPHAN - Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional – Governo Federal para averiguação da existência de bens relacionados ao patrimônio ferroviário nos municípios da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru.

Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/127>

Lista do Conjuntos Urbanos Tombados (Cidades Históricas) - IPHAN - Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional – Governo Federal para averiguação da existência centros históricos tombados em âmbito federal nos municípios da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru.

Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/99>

Lista de Embarcações Tombadas IPHAN - Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional – Governo Federal para averiguação da existência

Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/413/>

Lista do Patrimônio Mundial Cultural no Brasil – UNESCO

Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/29>

Lista do Patrimônio Mundial Natural – UNESCO

Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/29>

Lista Representativa do Patrimônio Cultural Imaterial da Humanidade no Brasil – UNESCO

Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/71>

Relação de bens tombados pelo Governo do Estado do Maranhão

Disponível na Divisão de Estudos, Pesquisas e Referências do DPHAP – Governo do Estado do Maranhão.

3. RESULTADOS

3.1 Histórico das ocupações humanas da Bacia do rio Itapecuru

No Maranhão, os primeiros ocupantes chegaram ao território 10 mil anos atrás, justamente na área dos atuais municípios de Bacabeira e Rosário. Eles viviam próximos aos grandes rios, principalmente o Itapecuru e Mearim e podem ter chegado a essa região navegando ou caminhando pelas suas margens. A formação histórica e cultural do Maranhão, sobretudo, da porção que corresponde ao Baixo e Médio Curso da Bacia do Itapecuru tem fortes relações com a história de São Luís (BANDEIRA, 2010).

Já em 1503, o Maranhão estava integrado ao sistema de Capitânicas Hereditárias, como assinala João de Lisboa no Livro de Marinha. Em 1535, os portugueses Ayres da Cunha, Fernão Álvares de Andrade e João de Barros, primeiro donatário da Capitania do Maranhão, naufragaram na costa próxima à Ilha de São Luís. Em 1554 e depois em 1573, Luís de Melo da Silva, então donatário do Maranhão, não logra êxito em ocupar a região, a partir na navegação.

A cartografia histórica ilustra São Luís cercada por rios, inclusive o Itapecuru, que desemboca a nordeste da Ilha do Maranhão, à época da colonização, denominada de Upaon Açu ou Ilha Grande (Figura 213).

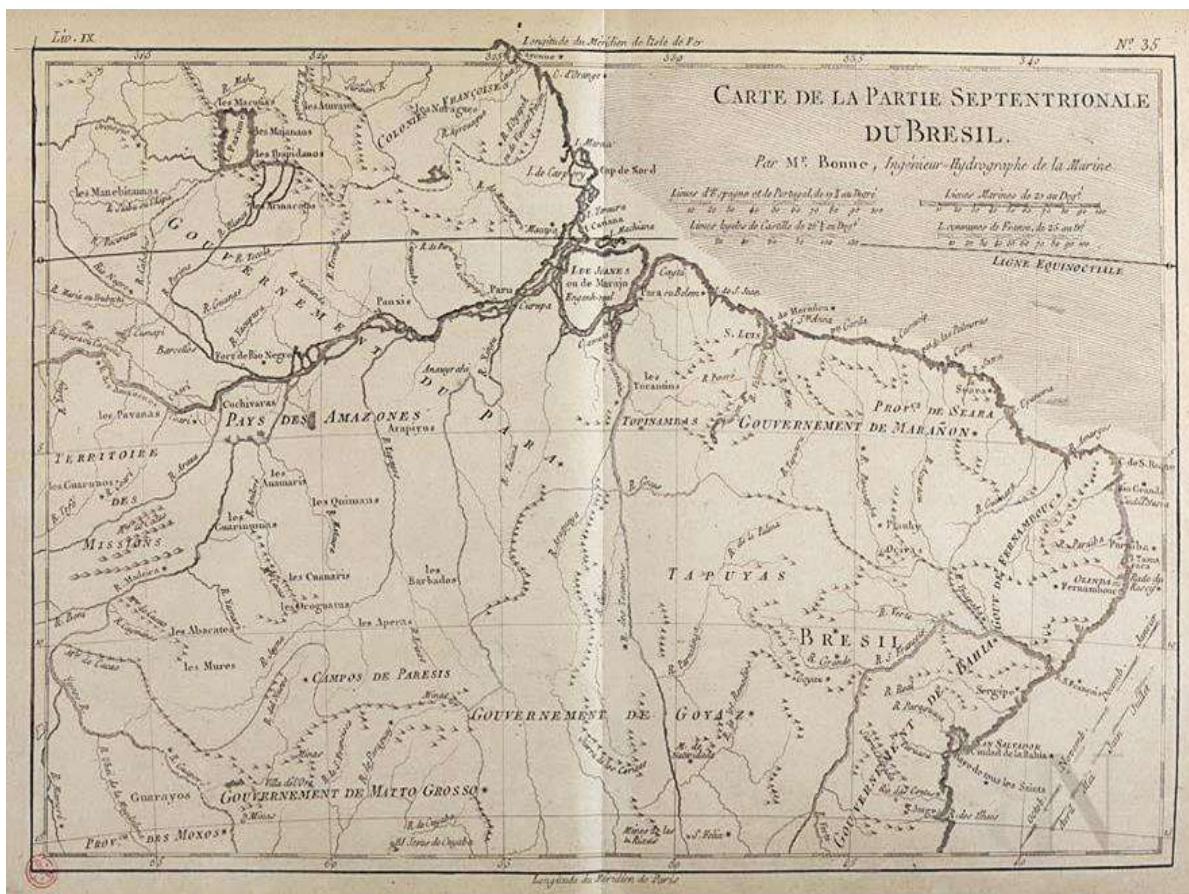
Esta situação indicava as dificuldades de navegação e de ancoragem nas baías do seu entorno. As fracassadas tentativas de colonizar o Maranhão, chegando por São Luís, demonstravam a incapacidade da Coroa Portuguesa de integrar essa grande região ao seu domínio e ao restante da colônia brasileira. E as incursões por terra, a partir dos domínios já estabelecidos em outras regiões do Nordeste eram freadas pelas aguerridas tribos indígenas que povoavam as matas e sertões interiores.

Em 1614, o Governador Geral do Brasil ordenou o envio de uma expedição militar saída de Pernambuco sob o comando do português Jerônimo de Albuquerque, com o objetivo de expulsar os

franceses do Forte. Após três e quatro meses depois, em 1615, se deu a reconquista do Maranhão pelos portugueses, na Batalha de Guaxenduba.

Neste feito, as Coroas Ibéricas lutaram contra os franceses e seus aliados indígenas, vencendo-os em 4 de novembro de 1615. Para garantir o domínio português, Jerônimo de Albuquerque, primeiro governador do Maranhão, determinou a organização administrativa de São Luís, quando, entre outras medidas, o Engenheiro-Mor Francisco Frias de Mesquita executou, para o desenvolvimento da futura cidade, um plano de arruamento que deveria orientar o seu crescimento e que foi deixado na colônia como norma (SÃO LUÍS, 2008).

Figura 213 – BONNE, Rigobert, 1727-1795. Carte de la partie Septentrionale du Bresil / par M.r Bonne, Ingénieur-Hydrographe de la Marine. - Escala [ca. 1:11 000 000]. Fonte: Atlas de toutes les parties connues du globe terrestre, dressé pour l'Histoire Philosophique ET Polemique dès Établissements ET du Commerce dès Européens dans les deux Indes. - [S.l. : s.n., 1775]. - [Mapa] nº 35.



No primeiro momento, entre a Colônia e o Império, a oferta de lotes foi o meio utilizado para incentivar o adensamento populacional no que hoje é o setor mais antigo do centro de São Luís. Essa área da cidade, até meados do seiscentos, funcionava como acampamento militar estratégico para manter a região, mas sem funções econômicas significativas para a Coroa Portuguesa (SÃO LUÍS, 2008).

Além disso, as fontes de água, conventos e igrejas funcionavam como polos de atração de atração, cujos loteamentos eram feitos através de cartas de datas que beneficiavam indiscriminadamente os solicitantes. Regido, desde 1866, pelo Código de Posturas do Senado da Câmara, a produção do espaço urbano de São Luís foi, inevitavelmente, afetada pelas novas relações econômicas e políticas dominantes a partir das primeiras décadas do século XX.

3.2 O vale do Rio Itapecuru

No vale do rio Itapecuru, as pesquisas atuais demonstram que os primeiros povoadores podem ter chegado do interior do Piauí ou Tocantins, cerca de 10 mil anos atrás, onde existem sítios arqueológicos mais antigos e se fixado em uma área rica em alimentos e água até finalmente ocuparem toda a região estuarina e a Ilha de São Luís.

Os povos pré-históricos brasileiros não possuíam um sistema de escrita. As histórias, memórias, lendas e costumes eram passados dos indivíduos mais idosos para os mais jovens, por meio da comunicação oral, em conversas diárias, no cotidiano das tarefas domésticas, em festas e rituais.

No período Pré-Histórico ou Pré-Colonial, toda a região era habitada por povos nativos, que eram chamados pelos europeus de índios. Os povos indígenas viviam em sociedade, alimentando-se de caça, coleta, pesca e cultivo de vegetais. Habitavam em áreas próximas a rios e praias, construindo suas aldeias em terras livres de alagamento, mas próximas a cursos d'água, pois o deslocamento para grandes distâncias era feito em canoas.

Essas aldeias eram habitadas por diversos povos indígenas, a exemplo dos Tupinambá (1560), Guaxina (séc.XVII), Tobajaras (séc. XVII), Barbados (séc. XVIII), Cahicahi (sécs.XVII-XVIII), Guaná (1694), Igaruana (1648), Uruati ((1648), Coroatá (Sem data), Cururi (séc. XVIII), Aranhí (1716-1734), Guanáre (1726) e Gamelas (1715-1854).

Contudo, antes desses grupos indígenas ocuparem os vales do Itapecuru, outros povos já habitavam essas terras milhares de anos antes da chegada dos portugueses. Os antigos locais de moradias e os objetos dessas sociedades mais antigas ainda existem por toda a região, tanto o Baixo, Média e Alto cursos da bacia. Chamados de sítios arqueológicos, constituem o que é denominado pela Constituição Brasileira, de patrimônio arqueológico, um dos componentes dos bens culturais que formam a nação brasileira (BRASIL, 1998).

Os tempos arqueológicos pré-coloniais foram abordados em várias pesquisas arqueológicas ao longo da Bacia do Itapecuru, a exemplo de estudos que resultaram na descoberta dos sítios Rabo de Porco 1 e 2, Mangueiras, Poraquêô, Salvaterras 1, 2, 3 e 4 e Mãe Benta 1, 2 e 3, Pequi e Itapiracó, Caverna Élida, Casa de Pedra, Pedra Marcada, Lajeado do Inscrição, Pedra da Letra, Casa dos Índios, dentre outros.

3.2.1 Os sítios de arte rupestre

Para a área da bacia do rio Itapecuru há poucas referências sobre sítios arqueológicos e cavidades foram encontradas, o que revela pouco conhecimento da bacia do Itapecuru em seu Alto curso, corroborando com a ausência de informações oficiais junto ao órgão de preservação do patrimônio arqueológico brasileiro. Não obstante, pesquisas com interface entre a espeleologia e arqueologia estão mais estruturadas para o alto curso da bacia do Parnaíba, na altura dos municípios de Tasso Fragoso e Alto Parnaíba, na margem maranhense (BANDEIRA, 2017; CAINO et al., 2014).

Dentre as informações coletadas, algumas foram registradas ainda no século passado, principalmente nos boletins das associações científicas, como os institutos históricos e geográficos, além de algumas notícias dispersas que foram publicadas em blogs e jornais que informam sobre a presença de sítios com registros rupestres na região estudada.

Uma das referências mais antigas foi publicada pelo geógrafo Olímpio Fialho, em 1956. Denominado de “*A Casa de Pedra*”, o artigo relatou as atividades de engenharia realizadas pelo autor em 1934, na antiga cidade de Picos, atualmente, Colinas. Naquele momento, ele é informado pelos moradores sobre a existência de muitas formações rochosas e cavernas desconhecidas da literatura da época. Em uma dessas cavidades situada no povoado de Sabonete, pertencente atualmente ao município de São Domingos do Maranhão, ele visitou o sítio arqueológico Casa de Pedra.

Correia Lima batizou seus novos achados de Caverna Élide, situada no Centro do Cardosos e Caverna Correia Lima, descoberta no Cocal dos Pioizeiros, ambas localizadas no povoado de Bacupari e, por fim, a Caverna Olímpio Fialho referenciada na região da Lagoa da Serra, no povoado de Sabonete (LIMA, 1986).

Entretanto, apesar do referido professor tentar filiar os registros rupestres de São Domingos do Maranhão aos índios Jê, mais precisamente os Timbira, baseado apenas em analogias etnográficas e na ausência de artefatos cerâmicos em escavações realizadas por ele no local, acreditamos que os dados coletados não são suficientes para estabelecer uma associação segura entre esses registros rupestres e os povos indígenas citados, pois a inexistência de pesquisas arqueológicas sistemáticas e de datações para os registros rupestres dessa região dificultam a interpretação da evidência rupestre.

Para o jornalista, “o Lajeiro do Escrivão é ainda o único sítio do Maranhão até agora conhecido que apresenta vestígios de pintura nos sulcos das gravuras tornando a importância de sua preservação uma necessidade dos poderes públicos municipal, estadual e federal” (SABÁ, 2013, p. 2)(Figura 214; Figura 215).

Figura 214 – Paredão que forma o sítio

Figura 215 – Composições gravadas do sítio

Lajeiro do Escrivão, em São João do Soter.



Foto: Claudio Sabá (2013).

Lajeiro do Escrivão, em São João do Soter.



Foto: Claudio Sabá (2013).

As atividades de pesquisa mais sistemáticas realizadas nessa região ocorreram entre os municípios de São Domingos do Maranhão e Colinas, com a pesquisa monográfica de Bandeira (2003), que registrou a evidência rupestre nas cavernas desses municípios. Sobre a Caverna Traqueira (Figura 216), ela situa-se no Baixão da Lagoa, no povoado Traqueira, localizada em terras pertencentes ao Senhor Waldemiro Lopes de Oliveira com o acesso pela rodovia que liga São Domingos do Maranhão ao município de Colinas.

Figura 216 – Entrada da Caverna Traqueira, São Domingos do Maranhão.



Foto: Arkley Bandeira (2003).

Trata-se de um abrigo com três entradas distintas, parcialmente destruídas pelo desmoronamento de alguns blocos do teto, a ação de abelhas e cupins, além da atuação depredatória por inúmeros riscos e assinaturas nas paredes, inclusive uma assinatura datada de 1700. A caverna

apresenta dois compartimentos: o primeiro foi o único possível de realizar pesquisa, dada à luminosidade natural; já o segundo, os enormes blocos caídos inviabilizavam o acesso ao seu interior. Com relação aos registros rupestres, foram encontradas apenas gravuras com motivos geométricos espalhadas em blocos caídos logo na entrada do abrigo e em algumas partes do teto e da parede. Visualizaram-se cinco conjuntos de gravuras, entre bastonetes, sinais e traços geométricos (BANDEIRA, 2003).

Sobre esses registros, observou-se uma sequência de pinturas com vários tons de vermelho constituindo um grande painel (Figura 217). As tonalidades de vermelho foram alcançadas, provavelmente, pela utilização de pigmentos minerais como o óxido de ferro associado a outros elementos minerais ou naturais, o que levou, inclusive, alguns moradores da região a pensar que tais pinturas teriam sido feitas com sangue. Dentre os motivos pictóricos, destacam-se três tipos de representações rupestres: as pinturas antropomorfas, zoomorfas e geométricas, não sendo localizados registros gravados (BANDEIRA, 2003).

Figura 217 – Pinturas rupestres representadas por antropomorfos e zoomorfos na Caverna Élida.

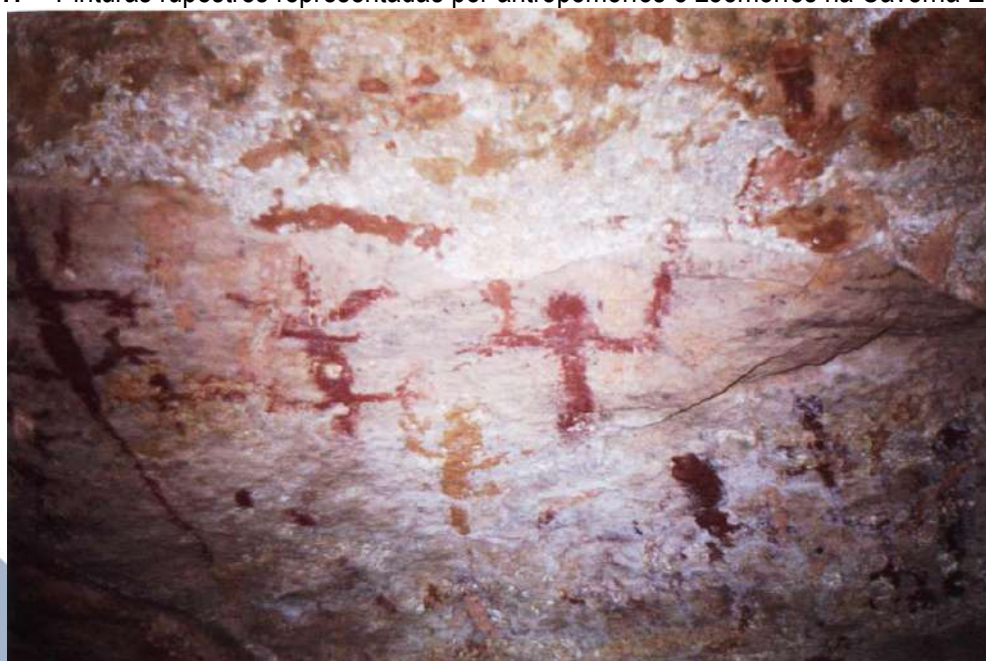


Foto: Arkley Bandeira (2003).

Com relação ao motivo antropomorfo encontrado na Caverna Élida destaca-se apenas uma figura humana em um conjunto numérico bastante superior de zoomorfos e geométricos. O próprio Correia Lima, após inúmeras incursões a esta caverna, não descreveu em suas publicações a ocorrência de antropomorfos. Sobre as pinturas deste sítio rupestres escreveu o pesquisador: “na subcaverna encontram-se as melhores inscrições rupestres do Distrito. São em número de 20

desenhos que podem ser classificados em dois tipos: petropinturas (répteis), petrogrifos (riscos)” (LIMA, 1985, p. 67).

Sobre os zoomorfos, estes representam quase a totalidade dos registros encontrados, sendo notável a presença de répteis como lagartos, teiús e camaleões, além destes, identificou-se, provavelmente, a representação de uma ave, um papagaio ou arara. Também uma representação semelhante a uma libélula, além de composições incompletas ou sobrepostas de répteis e, por fim, a composição de uma pintura rupestre semelhante a um primata (BANDEIRA, 2003).

O tamanho dessas pinturas varia entre 5 a 30 centímetros de comprimento. Entretanto, a descamação natural e a salinização do suporte rochoso não permitiram a visualização das pinturas em sua totalidade. Por fim, visitou-se a Caverna Casa de Pedra (**Figura 218**), a mais conhecida da região, pois foi a primeira a ser referenciada na literatura sobre a região. Ela localiza-se no povoado de Sabonete, pertencente ao município de São Domingo do Maranhão, distante seis quilômetros de Bacupari, em terras de propriedade do senhor Francisco Pereira dos Santos.

A caverna se divide em dois compartimentos internos e situa-se em uma porção mais elevada do terreno. No entorno da caverna há grande quantidade de pedras roladas de seu interior, tanto que logo na entrada grandes blocos soltos do teto dificultavam a observação dos registros rupestres daquele sítio.

Desde 1985, Correia Lima já alertava para a destruição daquele abrigo, pois na primeira vez que visitou a Casa de Pedra, ela “[...] estava entulhada quase totalmente por desabamentos interioranos, que segundo nosso guia, senhor Joaquim Lopes, eram recentes” (LIMA, 1985, p. 68). Atualmente, a degradação natural deste abrigo é superior às indicações feitas por Correia Lima. Tanto que não se observou nem nos blocos desprendidos do teto e nem nas paredes os registros rupestres apontados por este professor: duas gravuras, uma com motivo geométrico, representando círculos concêntricos, e a outra com motivo zoomorfo, representando um veado.

Acredita-se que, atualmente, tais registros encontram-se nos blocos rolados pelo chão, sendo que o suporte em que a gravura se fixava provavelmente deve estar voltado para o solo. O segundo salão não nos permitiu a visita devido à ausência de luz em seu interior (BANDEIRA, 2003).

Figura 218 – Interior da caverna Casa de Pedra – São Domingos do Maranhão.



Foto: Arkley Bandeira (2003).

3.2.2 Povos caçadores-coletores

Os primeiros povos a habitar o Baixo Itapecuru e Mearim chegaram a essas terras há, pelo menos, 10 mil anos. Eles eram nômades e não fixavam residência por muito tempo na mesma região, ou seja, viviam constantemente se mudando e caminhando longas distâncias, montando seus acampamentos com as matérias-primas existentes no local.

Recentemente, Bandeira (2011a) identificou assentamentos de caçadores-coletores e horticultores-ceramistas, no vale do Baixo Itapecuru, que resultou em datação de 10 mil anos A.P. Para a região do Baixo Itapecuru foi realizado resgate arqueológico nos sítios Rabo de Porco 1 e Mangueiras, o primeiro à margem esquerda e o segundo à margem direita do igarapé Rabo de Porco, distantes cerca de 2 km do rio Itapecuru, no município de Bacabeira, a 60 km de São Luís.

O Rabo de Porco 1 foi considerado a ocupação pré-histórica mais antiga do Estado do Maranhão, com 9.200 anos de idade. Este sítio foi caracterizado como multicomponencial a céu aberto, em uma área de 950 m² (Figura 219 a Figura 222).

A cronologia existente para os sítios mais antigos do Estado, distribuídos pelo norte, centro e sul maranhense, nas bacias do Itapecuru, Mearim e Tocantins permitiu identificar os primeiros momentos de ocupação humana do Maranhão, com os sítios arqueológicos situados entre o litoral e o Brasil Central, com datas bastante próximas e intervalos temporais que não chegaram a 600 anos, indo de 10 mil anos A.P até 8.680 anos A.P.

Figura 219 – Instrumento lítico lascado

Figura 220 – Instrumento lítico lascado

encontrado no Sítio Rabo de Porco 1, associado ao período de ocupação mais antigo.



Foto: PBA de Arqueologia (2011a).

Figura 221 – Instrumento lítico lascado encontrado no Sítio Rabo de Porco 1. Foto: PBA de Arqueologia, 2011a.



Foto: PBA de Arqueologia (2011a).

encontrado no Sítio Rabo de Porco 1, com nível datado de 9.200 anos A.P.



Foto: PBA de Arqueologia (2011a).

Figura 222 – Núcleo encontrado no Sítio Rabo de Porco 2. Foto: PBA de Arqueologia, 2011a.



Foto: PBA de Arqueologia (2011a).

As pesquisas arqueológicas informam que esses grupos vieram do interior do Brasil, possivelmente de estados vizinhos, a exemplo do Piauí e Tocantins, percorriam os vales desses rios até chegarem às desembocaduras deles, já no litoral. Nas florestas que margeavam esses rios, esses povos encontravam o seu alimento, principalmente os animais caçados, a exemplo de veados, cotias, macacos, preás, porcos do mata e jabutis. Além disso, a alimentação era complementada com o consumo de frutos, raízes e sementes.

As rochas encontradas às margens dos rios e nos afloramentos rochosos eram usadas para fabricar muitas ferramentas, as quais eram utilizadas para caçar, pescar e processar alimentos, a exemplo de pontas, facas, raspadores etc. Uma característica muito interessante dos primeiros povoadores do Itapecuru e Mearim é que produziam poucos artefatos para o seu uso diário, pois para caminhar longas distâncias era necessário carregar o menor número de objetos possível (BANDEIRA, 2012b prelo).

Os povos caçadores e coletores do baixo Itapecuru e Mearim permaneceram habitando essa região até cerca de 4 mil atrás, ou seja, viveram na região por quase 6 mil anos. É provável que o

seu desaparecimento tenha ocorrido quando da chegada de outros povos culturalmente diferentes na região. Os aspectos funcionais dos assentamentos e a tipologia da cultura material encontrada apontam para características comuns entre os sítios arqueológicos mais antigos no Maranhão, muito embora as generalizações aqui realizadas resultem das poucas informações atualmente disponíveis a respeito das análises dos materiais associados a idades mais antigas.

A cultura material das ocupações humanas maranhenses mais antigas é exemplificada no Sítio Rabo de Porco 1 pela ocorrência de refugos de lascamento, com grande concentração de estilhas e a presença de instrumentos, representados por lascas corticais, percutores de seixo, raspadores e choppers. A matéria-prima utilizada foi o arenito silicificado, sílex, calcedônia e quartzo, trabalhados em seixos obtidos às margens do rio Itapecuru e cursos menores (BANDEIRA, 2011a).

3.2.3 Povos agricultores e ceramistas

As pesquisas arqueológicas realizadas no baixo Itapecuru e Mearim indicaram que os territórios outrora ocupados pelos povos caçadores e coletores foram novamente ocupados por outros povos que já praticavam algum tipo de cultivo e fabricavam objetos cerâmicos. Essa situação pode ter levado a conflitos pelo uso da terra, resultando na expulsão dos primeiros habitantes da região. Nos sítios Rabo de Porco 1, Mangueiras e Salvaterra 1, 2 e 3 houve uma reocupação desses locais por grupos humanos que também vieram do interior do Maranhão, percorrendo os vales dos rios Itapecuru do Baixo para o Alto Curso (BANDEIRA, 2012a; 2012c).

Esses povos se diferenciavam dos caçadores-coletores por permanecerem nos mesmos locais por muito mais tempo, pois não dependiam apenas da caça e da pesca, já que produziam o seu próprio alimento e conseguiam estocá-los em panelas e potes de barro. Os alimentos mais cultivados eram a mandioca e a macaxeira. Além disso, por viverem próximos aos rios e estuários, os povos agricultores e ceramistas complementavam sua alimentação com pescados. Eles também caçavam cotias, porcos do mato e veados, coletavam coquinhos, como o buriti, a juçara, a bacaba e o tucum.

Além disso, a agricultura permitiu que esses povos vivessem por mais tempo na mesma região, até o solo ficar totalmente esgotado em razão do plantio das roças. As roças de mandioca e macaxeira eram feitas após o desmatamento, a queima e a limpeza do terreno. Após o período de chuvas, os vegetais começavam a florescer até o período da colheita.

As casas eram feitas com palhas de palmeira, que serviam para cobertura do telhado e para tapagem das paredes. A extensão das aldeias chegava a mais de 20 hectares, sendo formada por várias habitações. Ao se estudar alguns sítios arqueológicos desse período, descobriram-se muitos objetos nos antigos locais de moradia desses povos, principalmente cacos dos potes, panelas e pratos

feitos de barro. Os objetos cerâmicos eram utilizados para preparar e cozinhar os alimentos, além de servi-los nas refeições. Além disso, podiam ser utilizados para estocagem de grãos e de água.

Em torno de 720 anos atrás, no século VIII, as ocupações agricultoras e ceramistas se espalharam por toda a região, com sítios arqueológicos localizados até nas desembocaduras do Itapecuru e Mearim, sendo que a partir do ano de 1620 esses grupos começam a desaparecer, possivelmente devido à chegada dos primeiros portugueses, vindos da Ilha de São Luís.

O Sítio Mangueiras (Figura 223), dista 2.200 m ao sul do Sítio Rabo de Porco 1, na mesma bacia do Itapecuru, margem direita do igarapé Rabo de Porco. Ele foi caracterizado como multicomponencial a céu aberto, em uma área de 1.500 m², com material arqueológico depositado na superfície e em profundidade, em antigo pomar de mangueiras e outras árvores frutíferas, protegido das inundações do igarapé Rabo de Porco. O sítio encontrava-se na área mais alta da região, no topo do terraço fluvial do referido igarapé.

Figura 223 – Inserção do Sítio Mangueiras, com detalhe do pomar de mangueiras que deu nome ao assentamento.



Fotos: Arkley Bandeira(2011a).

3.2.4 A chegada dos primeiros colonizadores

O povoamento e fixação dos primeiros colonizadores europeus na região do vale do rio Itapecuru, principalmente a partir do baixo curso, adentrando pelo estuário desse rio, onde se encontra a baía de São Marcos e do Arraial, entre São José de Ribamar, Paço do Lumiar e Raposa, na Ilha de São Luís, e nas atuais cidades de Rosário, Bacabeira e Santa Rita, estão intimamente ligados às diferentes tentativas de colonização do Maranhão(Figura 224 e Figura 225), em particular, do núcleo fundacional em São Luís.

Figura 224 – Tigela em faiança fina com decoração floral associada ao período de colonização europeia no Baixo Itapecuru.



Foto: PBA de Arqueologia (2011a).

Figura 225 – Fragmento de prato em faiança fina com decoração floral associada ao período de colonização europeia no Baixo Itapecuru.

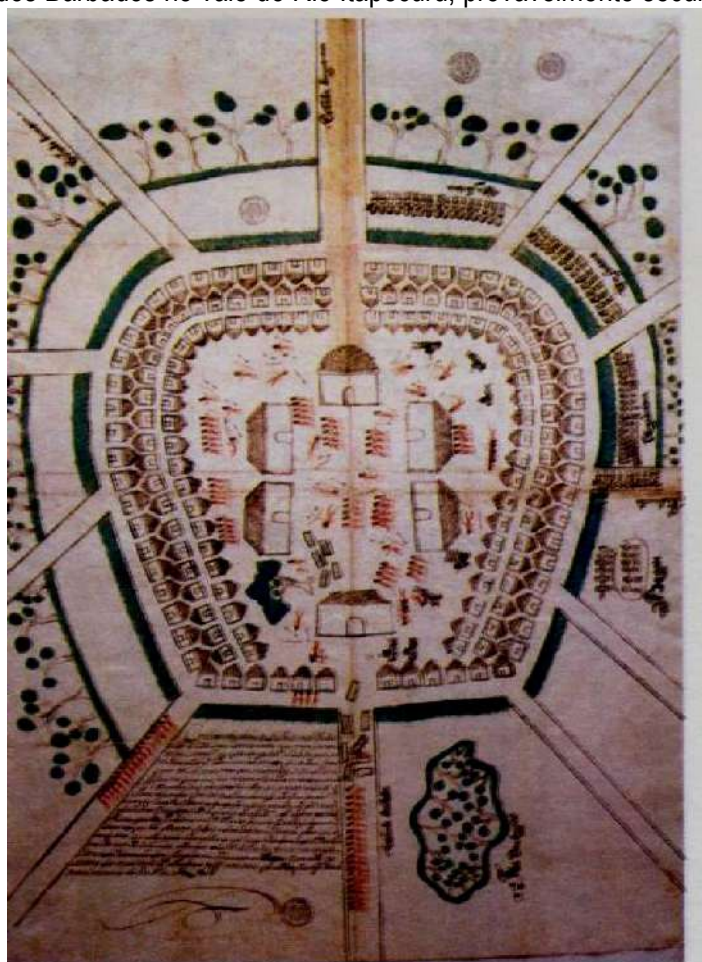


Foto: PBA de Arqueologia (2011a).

O vale do Rio Itapecuru foi o local escolhido pelos portugueses, mais precisamente o município de Rosário, para a construção de uma fortaleza denominada inicialmente de Forte de Vera Cruz e posteriormente de Forte do Calvário. Essa construção serviu para inibir a presença de invasores estrangeiros e para proteger a região dos ataques dos índios selvagens aos engenhos e às lavouras. As margens do Rio Itapecuru eram habitadas pelos índios Ubirajaras, também conhecidos por Barbados (Figura 226), e os Guanarés. Para os portugueses (colonizadores) e os missionários, essas tribos eram as mais selvagens e traiçoeiras que viviam naquela ribeira, e que impossibilitavam a ação colonizadora e catequizadora. O trabalho de povoamento se deu conjuntamente com a ação catequizadora de ordens religiosas que acompanhavam os colonizadores portugueses. Assim, desembarcaram por aqui, as seguintes ordens religiosas: os franciscanos, os capuchinhos, os carmelitas, os mercedários e os jesuítas (BANDEIRA, 2012a).

A documentação histórica que trata da fixação e ocupação de terras às margens do Itapecuru dá conta de que esse território era tradicionalmente ocupado por populações indígenas. O principal fator para implantação do Forte do Calvário foi justamente a defesa dos colonos contra o ataque das tribos que permaneciam em aldeias nas matas da região, conforme dados do Estudo de Impacto Ambiental para Implantação da Refinaria Premium I, em Bacabeira - MA (PETROBRAS).

Figura 226 – Aldeia dos Barbados no vale do Rio Itapecuru, provavelmente século XVIII.



Fonte: Biblioteca Nacional - Lisboa.

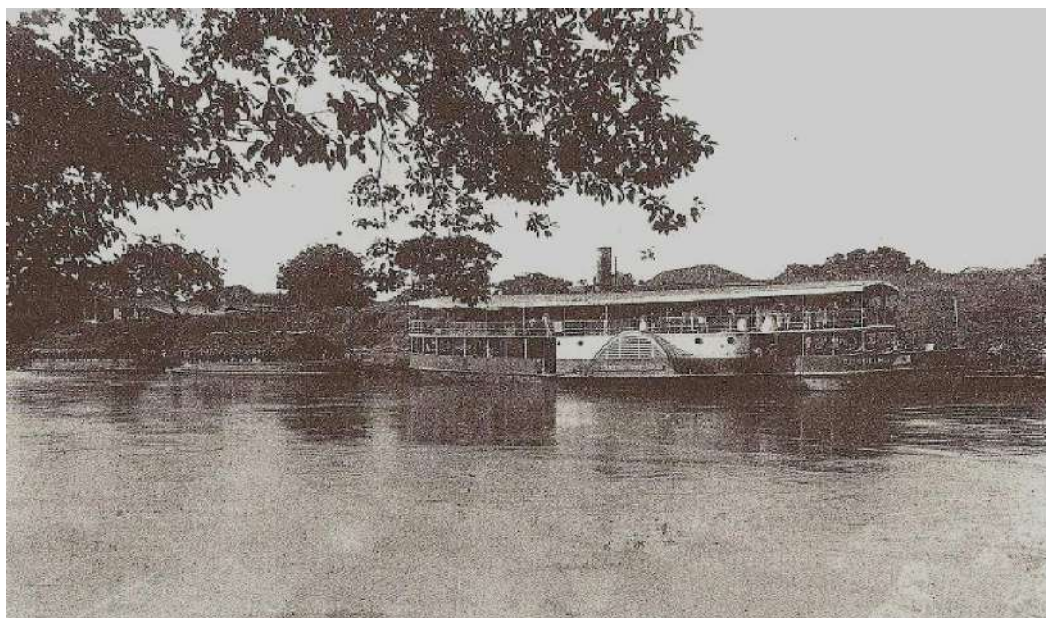
No livro de Gaspar Von Barleus (1974, p. 250), feito por encomenda do Conde Mauricio de Nassau, a invasão do Maranhão pelos holandeses é descrita em detalhes. Consta no livro que os holandeses desembarcaram em São Luís e, rumaram para o interior, mais precisamente para o vale do Itapecuru, em virtude da relevante importância que aquele vale tinha economicamente. Diante da prosperidade das suas vastas lavouras e dos seus engenhos, os holandeses utilizaram-se da cobrança de altíssimos tributos aos seus donos para apropriarem-se de seus empreendimentos. Revoltados com esta situação os senhores de engenho, juntamente com mestiços e indígenas, se organizaram para atacar os soldados holandeses. O Forte do Calvário foi o local desta disputa. Após a expulsão dos holandeses das terras do Maranhão, Maurício de Nassau e seus soldados se projetaram para as terras do Sul, para a cidade de Buenos Aires.

No final do século XIX, 1850, o processo de decadência econômica se agravou no Estado. A região conhecida como círculo do Itapecuru, que era uma das mais importantes da província e que continha maior número de fazendas, já apresentava o desaparecimento e falência de algumas, motivada pela falta de braços, pelo cansaço da terra e mesmo pela transferência da lavoura para o Alto

Mearim. As terras de Rosário e Itapecuru, que eram propícias ao plantio de cana e se favoreciam da navegação a vapor no Rio Itapecuru, também decaíam (Figura 227).

Segundo César Marques, o arraial de Rosário contava com 79 fogos e a freguesia em sua totalidade apresentava “196 fazendas, 226 sítios, 333 agricultores, 27 negociantes, 53 artistas além dos mais indivíduos brancos e forros de um e de outro sexo, tem mais de 10.179 escravos, enfim ao todo 12.174 almas” (Marques, 2009). A freguesia Rosário foi elevada a categoria de Vila através da provisão régia de 19 de abril de 1833, retificada pela lei provincial n.º 3, de 30 de março de 1835.

Figura 227 – Transporte a vapor pelo Rio Itapecuru, 1908.



Fonte: Gaudêncio Cunha, Maranhão 1908, 1987.

Em meio às transformações trazidas pela Estrada de Ferro, a região passou por outro momento importante para o seu desenvolvimento, com a construção em 1940 da BR 135, rodovia que liga até os dias atuais a ilha de São Luís ao continente. Esta rodovia fazia parte de um novo modelo político desenvolvimentista, buscando nas estradas de rodagens a forma de romper com os isolamentos de várias cidades, inclusive Rosário e Santa Rita, gerando um aumento populacional num movimento migratório, em que as pessoas foram se instalando nos municípios, construindo suas casas, a maioria de taipa coberta de palha.

Com a rodovia passando em meio aos municípios, não havia mais isolamento. Contando agora com uma malha ferroviária e rodoviária, o Maranhão ainda assim possuía um déficit em suas estradas, e por ser um território muito vasto, estas também eram insuficientes e sem estrutura funcional, o que dificultava o escoamento de produtos agrícolas e o deslocamento populacional. Para solucionar o problema, o governo Estadual criou através do “Decreto-Lei n.º 405, de 26/9/1940 o Departamento de Estradas e Rodagem, que seria o responsável pelo Plano Rodoviário do Maranhão”.

O plano ampliaria a malha rodoviária e para a realização desse projeto foi disponibilizado recursos dos cofres estaduais. Os reflexos destas transformações causados pela ferrovia e rodovia podem ser observados nos dados no álbum dos municípios do IBGE de 1950. Nele consta que o município de Rosário, apresentou um considerável crescimento populacional. Rosário já era também conhecido por fabricar excelente farinha, chamada de Farinha de Carema, que de fato era produzida em Areias.

A denominação “Carema” referia-se à estação da estrada de ferro que escoava a produção. Destacava-se ainda como importante produtor de cerâmicas, e também na fabricação de tijolos, telhas, e produtos de barro como peças decorativas. Ainda, artesanalmente, confeccionavam produtos utilizando a fibra de guarimã e do babaçu. Eram ainda produtores de redes, mantas e cobertas de cama, confeccionados com fio extraído do algodão.

Por sua vez, a história da cidade de Bacabeira está relacionada com a expansão de Rosário para além dos limites do rio Itapecuru. Registros históricos apontam que foi a expedição do Capitão da Guarda de Infantaria Raimundo Henrique Viana de Carvalho, em 1890, que deu origem ao povoado ao erigir uma capela em homenagem à Santa Rita de Cássia, de sua devoção, às margens do que futuramente seria a BR-135. Mas foi apenas em 02 de dezembro de 1961 que Santa Rita foi elevada à categoria de município, pela Lei n.º 2.159, desmembrando-se do município de Rosário, e, por atos do Poder Executivo maranhense, foi nomeado o senhor Éber Gomes Braga, em 24 de fevereiro de 1962, para exercer o cargo de prefeito do município (PETROBRAS, 2009).

Além das conexões dos trens, na década de 40 do século XX, Santa Rita foi beneficiada pela construção da BR-21, posteriormente BR-135. Essa rodovia ligou a ilha de São Luís ao continente, facilitando o movimento migratório, o que fez com que as pessoas fossem se instalando no povoado e construindo suas casas de taipa, cobertas de palhas. Com a rodovia passando no meio do povoado, não havia mais isolamento.

O município mais novo que forma o Baixo Vale do rio Itapecuru é Bacabeira, que se desmembrou de Rosário recentemente. A esse respeito, quando Bacabeira ainda era povoado de Rosário, lá foi criada uma Subdelegacia de Polícia pelo Decreto n.º 2517, de 6 de setembro de 1963.

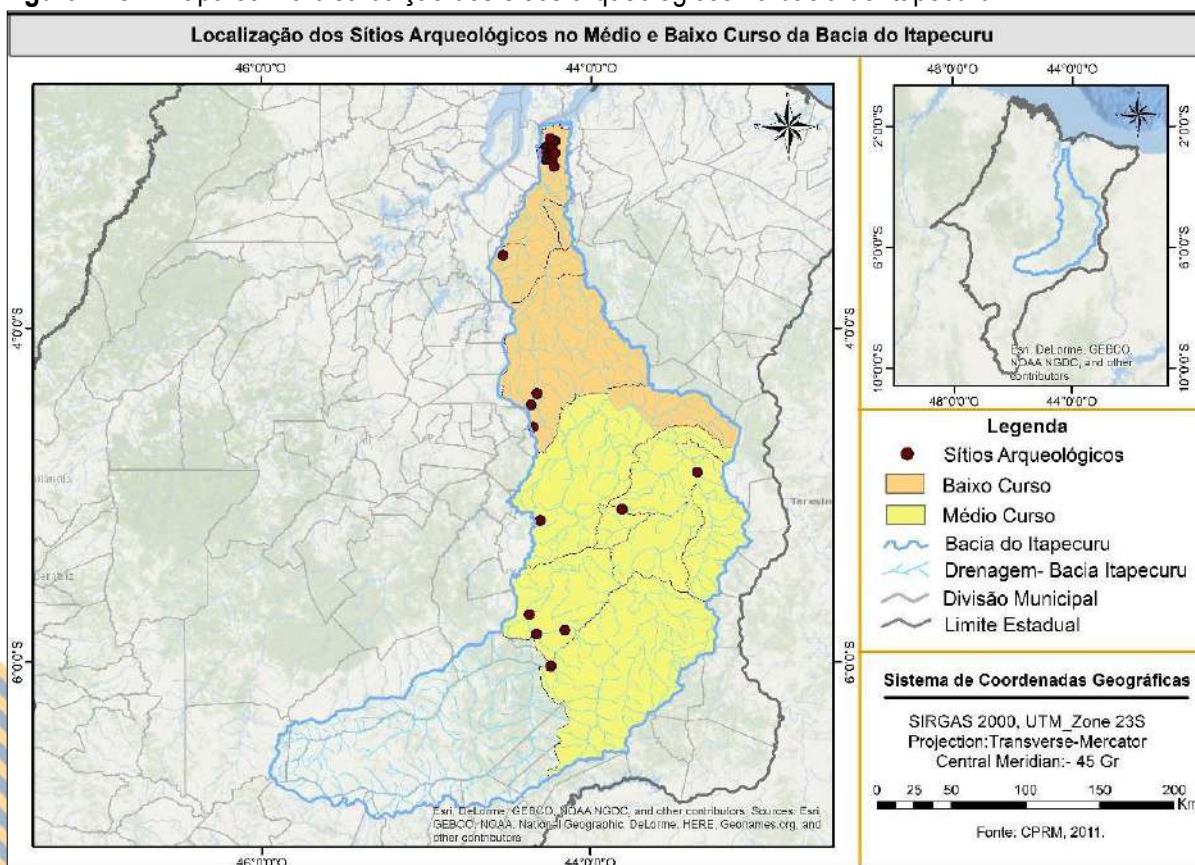
Após o desmembramento, os limites das terras do povoado ficaram assim: ao norte, com o município de São Luís; a leste, o município de Rosário; a oeste, o município de Cajapió; e, ao sul, o município de Santa Rita. Geograficamente, o município de Bacabeira está situado na foz do rio Mearim e é atravessado por outros rios. Integra a microrregião de Rosário e tem área de 650 km quadrados.

3.2.5 Distribuição espacial dos sítios arqueológicos

De acordo com o levantamento realizado no site no Cadastro Nacional de Sítios de Arqueológicos - CNSA, do IPHAN (2020) não foi indicada a existência de sítios arqueológicos distribuídos no Alto Curso da Bacia do Itapecuru (Figura 228), mas apenas nos cursos médio e baixo (IPHAN, 2020).

No caso em questão, a literatura indica a existência de um importante patrimônio arqueológico, com ênfase em sítios de arte rupestre, conforme já demonstrado no capítulo anterior. Trata-se de exemplo de defasagem dos indicadores dos órgãos públicos em relação à realidade observada.

Figura 228 – Mapa com a distribuição dos sítios arqueológicos na bacia do Itapecuru.



Fonte: Bandeira (2018).

3.3 Populações tradicionais

Em relação às comunidades tradicionais levantadas na bacia hidrográfica do rio Itapecuru, dados do IBGE, FCP, FUNAI e IMESC indicam a existência majoritária de comunidades ribeirinhas, em detrimento aos territórios tradicionais formados por povos indígenas e quilombolas. Não obstante,

apesar da existência de comunidades que vivem da prática familiar de pescadores e da agricultura de subsistência, estes não estão contabilizados de forma segura.

Em virtude disto, justifica-se um olhar diferenciado para esta categoria de comunidade tradicional que ocupa territórios ancestrais e ainda maneja os recursos de maneira sustentável.

Em relação aos grupos étnicos tradicionais, os povos indígenas estão presentes na região, distribuídos em quatro Terras Indígenas (TIs), que se situam em três municípios (Tabela 26), a saber, Fernando Falcão, Formosa da Serra Negra e Mirador, conforme dados coletados na FUNAI (2020).

Tabela 26 – Terras Indígenas na bacia hidrográfica do rio Itapecuru.

Terra Indígena	Etnia	Município	Superfície (ha)	Fase do Procedimento	Modalidade
Kanela	Kanela	Fernando Falcão	125.212,16	Regularizada	Tradicionalmente ocupada
Kanela Memortumré	Kanela	Fernando Falcão	100.221,00	Delimitada	Tradicionalmente ocupada
Porquinhos	Kanela	Fernando Falcão	79.520,25	Regularizada	Tradicionalmente ocupada
Porquinhos dos Canela-Apãnjekra	Kanela	Formosa da Serra Negra, Mirador e Fernando Falcão.	301.000,00	Declarada	Tradicionalmente ocupada

Fonte: FUNAI (2020).

Com relação aos territórios tradicionalmente ocupados por povos remanescentes de Quilombo, os dados coletados na Fundação Cultural Palmares (FCP, 2020) indicam a existência de 72 (setenta e duas) comunidades, distribuídas ao longo da baía do Itapecuru (Figura 229). Desse total de comunidades Quilombolas, 7 estão localizadas no Alto Itapecuru, 20 no Médio Itapecuru e 45 na região do Baixo Itapecuru (Tabela 27 a Tabela 30). A relação dos territórios quilombolas, segundo a FCP (2020) está listada a seguir.

Tabela 27 – Territórios Quilombolas certificadas localizados no Alto Curso da bacia do rio Itapecuru.

Município	Comunidade	ID Quilombola	N.º Processo na FCP	N.º da Portaria	Data da Portaria do DOU	Situação
Colinas	Jaguarana	507	01420.001543/2006-60	15/2006	28/07/2006	Certificada
Colinas	Taboca Do Belém	509	01420.001545/2006-59	15/2006	28/07/2006	Certificada
Colinas	Peixes	553	01420.000168/2006-31	29/2006	13/12/2006	Certificada
Colinas	Cambirimba	1.251	01420.000637/2010-06	59/2010	28/04/2010	Certificada
Fernando Falcão	Sítio dos Arrudas	1.261	01420.007034/2010-27	162/2010	27/12/2010	Certificada
Pastos Bons	Cascavel		01420.005048/2017-82	98/2018	26/04/2018	Certificada
Pastos Bons	Jacú		01420.003969/2017-19	99/2018	26/04/2018	Certificada

Fonte: FCP (2020).

Tabela 28 – Territórios Quilombolas certificadas no Médio Curso da bacia do rio Itapecuru.

Município	Comunidade	N.º processo na FCP	Data da abertura	Etapa atual processo FCP	N.º da portaria	Data da portaria no DOU
Dom Pedro	Cruzeiro	01420.014466/2011-75	28/11/2011	Certificada	211/2011	22/12/2011
Caxias	Cana Brava das Moças	01420.008658/2012-23	09/07/2012	Certificada	109/2013	30/07/2013
Caxias	Soledade	01420.006151/2012-35	11/05/2012	Certificada	109/2013	30/07/2013
Caxias	Jenipapo	01420.007344/2014-75	24/06/2014	Certificada	87/2014	31/07/2014
Caxias	Mimoso	01420.102892/2018-31	05/10/2018	Certificada	302/2018	12/11/2018
Caxias	Lavra	01420.102895/2018-75	05/10/2018	Certificada	274/2018	08/11/2018
Caxias	Lagoa dos Pretos e Centro da Lagoa	01420.102898/2018-17	05/10/2018	Certificada	266/2018	08/11/2018
Fortuna	Alta Floresta Do Povoado Caiçara	01420.101383/2019-72	18/07/2019	Certificada	176/2019	01/11/2019
Matões	Mandacaru dos Pretos	01420.000023/2002-14	18/01/2002	Certificada	23/2007	02/03/2007
Matões	Tanque da Rodagem	01420.014123/2013-72	06/11/2013	Certificada	112/2014	17/10/2014
Matões	Assuviente	01420.011781/2014-93	16/09/2014	Certificada	104/2016	20/05/2016
São João do Soter	São Zacarias II	01420.002068/2006-49	23/08/2006	Certificada	29/2006	13/12/2006
São João do Soter	Santo Antônio	01420.010775/2014-19	25/08/2014	Certificada	25/2017	17/01/2017
São João do Soter	Cipó dos Cambraia, Morada Nova e Centro Novo	01420.102896/2018-10	05/10/2018	Certificada	267/2018	08/11/2018
São João do Soter	Zé Domingos	01420.100288/2019-51	13/02/2019	Certificada	57/2019	26/03/2019
Timon	Monteiro	01420.000626/2006-31	27/03/2006	Certificada	08/2006	12/05/2006

Fonte: FCP (2021).

Tabela 29 – Território Quilombola Titulado localizado no Médio Curso da bacia do Itapecuru.

Município	N.º Processo	Proprietário	Titulação	N.º título	Povoado	Titulação
Caxias	2542/05	Associação dos Produtores Agrícola da Usina Velha - APRAUAVE	2006	1778	Usina Velha	Titulação Coletiva
Caxias	1684/2005	Grupo dos Pequenos Produtores Rurais do Povoado Olho D'água do raposo	2005	-----	Olho D'água dos Raposo	Título de Reconhecimento de Domínio
Caxias	-----	Associação dos Agricultores Familiares Quilombolas do Povoado Jenipapo	2002	078/2002	Jenipapo	Doação/ Assentamento
São João do Soter	2820/97	Associação dos Produtores Rurais do Povoado Cipó	2006	N.º título	Cipó	Título de Reconhecimento de Domínio

Fonte: ITERMA (2021).

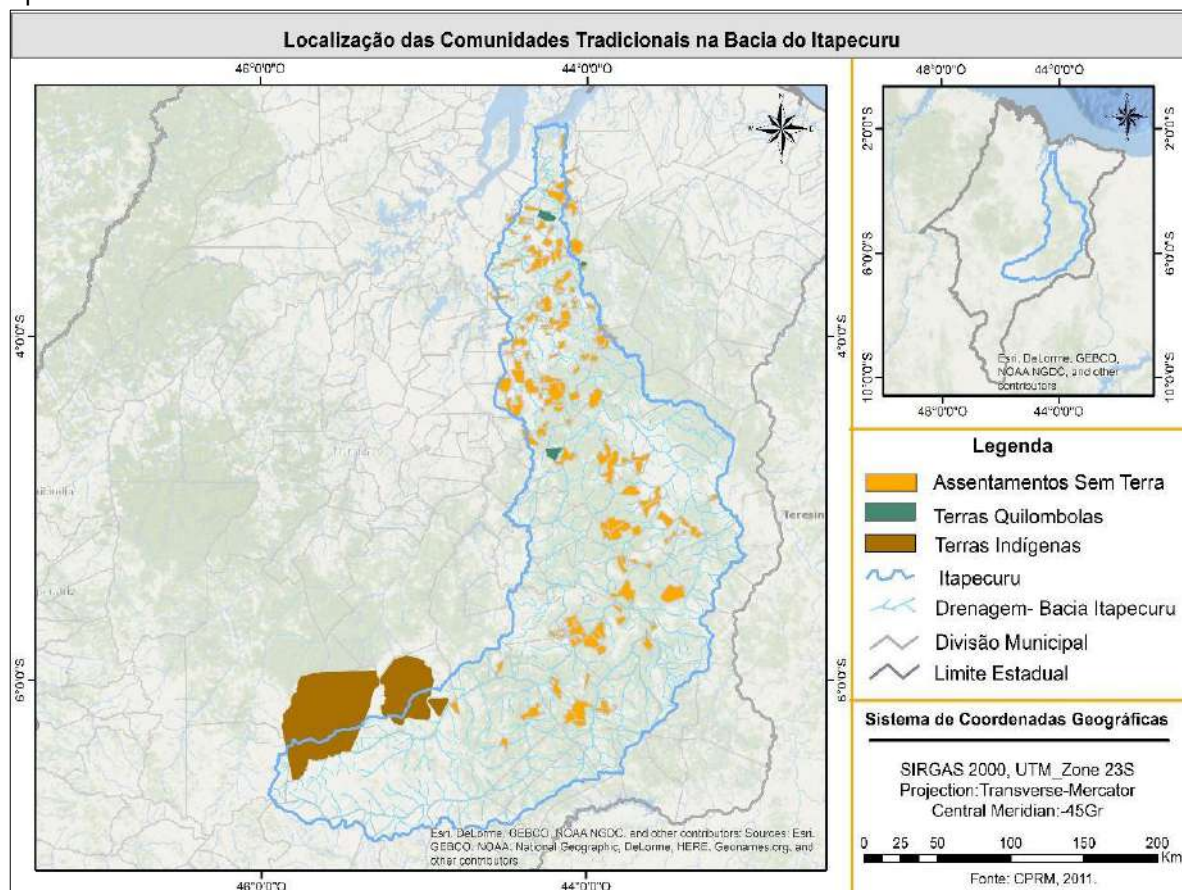
Tabela 30 – Territórios Quilombolas certificadas no Baixo Curso do Itapecuru.

Município	Comunidade Quilombola	Situação
Santa Rita	Alto da Pedra	Não Certificada
Santa Rita	Areias	Não Certificada
Santa Rita	Cajueiro	Certificada
Santa Rita	Careminha	Certificada
Santa Rita	Centro das Violas	Certificada
Santa Rita	Cariongo	Certificada
Santa Rita	Ilha das Pedras	Não Certificada
Santa Rita	Jiquin e São Raimundo	Certificada
Santa Rita	Macajuba	Não Certificada
Santa Rita	Nossa Senhora da Conceição	Certificada
Santa Rita	Pedreiras	Não Certificada
Santa Rita	Povoado de Santa Luzia	Certificada
Santa Rita	Povoado de Pedreiras	Certificada
Santa Rita	Recurso	Não Certificada
Santa Rita	Santana	Titulada Não Certificada
Santa Rita	Santa Filomena	Não Certificada
Santa Rita	Santa Luzia	Certificada
Santa Rita	Santa Rita do Vale	Titulada Certificada
Santa Rita	Sítio do Meio	Não Certificada
Santa Rita	Vila Fé em Deus	Certificada
Total	20	
Axixá	Burgus	Não Certificada
Axixá	Brejo	Identificada
Axixá	Centro Grande	Não Certificada
Axixá	Iguaperiba	Não Certificada

Município	Comunidade Quilombola	Situação
Axixá	Munin-Mirim	Certificada
Axixá	Ribeirão	Não Certificada
Axixá	Santa Maria	Não Certificada
Axixá	Santa Rosa	Não Certificada
Axixá	São Pascal	Não Certificada
Total	9	
Bacabeira	São Raimundo Nonato	Titulada Não Certificada
Total	1	
Morros	Arrudinha	Não Certificada
Morros	Fortaleza	Não Certificada
Morros	Mato Grosso	Não Certificada
Morros	Ponte	Não Certificada
Morros	São Benedito dos Pretos	Não Certificada
Total	5	
Rosário	Boa Vista	Certificada
Rosário	Humaitá de Cima	Não Certificada
Rosário	Igarapu	Certificada
Rosário	Ipiranga	Não Certificada
Rosário	Mambuaçu de Baixo	Não Certificada
Rosário	Miranda	-----
Rosário	Piranga	-----
Rosário	Povoado Paissandu e Reforma	-----
Rosário	São Miguel	-----
Rosário	Sítio Velho	-----
Total	10	
TOTAL GERAL	45	

Fonte: FCP (2021).

Figura 229 – Mapa com a distribuição espacial de territórios tradicionais ao longo da Bacia do Itapecuru.



Fonte: Bandeira (2018).

Em relação aos assentamentos rurais que apresentam características de territórios tradicionais, a bacia do rio Itapecuru apresentou 76 assentamentos (Figura 230). A listagem a seguir indica os quantitativos e os municípios que possuem assentamentos regularizados pelo Governo Federal na SR-12 (Superintendência Regional), correspondendo ao estado do Maranhão. A listagem foi organizada por curso hidrográfico (Tabela 31 a Tabela 33). Dessa forma, no Alto Itapecuru foram identificados 26 assentamentos (34,2%), no Médio Curso 42 assentamentos (55,3%) e no Baixo Curso 8 assentamentos (10,5%) de acordo com os dados do INCRA (2020 e 2021).

Tabela 31 – Assentamentos rurais tradicionais localizados no Alto Curso do Itapecuru.

Município	Código do PA	Nome do PA	SR
Colinas	MA0170000	PA Pavo/Varjão	SR 12 - Maranhão
Colinas	MA0212000	PA Jaguarana/Floresta	SR 12 - Maranhão
Colinas	MA0213000	PA Ladeira Vermelha Coco Grande	SR 12 - Maranhão
Colinas	MA0400000	PA Serra Negra I	SR 12 - Maranhão
Colinas	MA0401000	PA Serra Negra II	SR 12 - Maranhão
Colinas	MA0787000	PA Canto Bom	SR 12 - Maranhão
Fernando Falcão	MA0485000	PA Sítio Dos Arrudas	SR 12 - Maranhão
Fernando Falcão	MA0514000	PA São Francisco	SR 12 - Maranhão
Loreto	MA0264000	PA Buritirana/Mato Grosso	SR 12 - Maranhão
Mirador	MA0214000	PA Santana Morrinhos	SR 12 - Maranhão
Mirador	MA0304000	PA Regalo/São João	SR 12 - Maranhão
Mirador	MA0397000	PA Giki	SR 12 - Maranhão
Passagem Franca	MA0402000	PA Mambira Palestina	SR 12 - Maranhão
Passagem Franca	MA0505000	PA Brasil	SR 12 - Maranhão
São Domingos do Maranhão	MA0000128	PA Cocaís	SR 12 - Maranhão
São Domingos do Maranhão	MA0081000	PA Bancos	SR 12 - Maranhão
São Domingos do Maranhão	MA0652000	PA Morada Nova	SR 12 - Maranhão
São Domingos do Maranhão	MA0693000	PCA Varandado	SR 12 - Maranhão
São Raimundo das Mangabeiras	MA0739000	PE Nova Descoberta	SR 12 - Maranhão
São Raimundo das Mangabeiras	MA1005000	PAE Agroextrativista Bacuri	SR 12 - Maranhão
Tuntum	MA0015000	PA Santa Tereza	SR 12 - Maranhão
Tuntum	MA0061000	PA Coceira/Nova Alegria	SR 12 - Maranhão
Tuntum	MA0202000	PA Caxixí	SR 12 - Maranhão
Tuntum	MA0309000	PA Chapadinha	SR 12 - Maranhão
Tuntum	MA0413000	PA Bacaba	SR 12 - Maranhão
Tuntum	MA1060000	PA Brejo Do João	SR 12 - Maranhão

Fonte: INCRA (2020). PA (Projeto de Assentamento), PAE (Projeto de Assentamento Agroextrativista), PCA (Projeto Casulo de Assentamento).

Tabela 32 – Assentamentos rurais tradicionais localizados no Médio Curso do Itapecuru.

Municípios	Código PA	Nome PA	SR
Buriti Bravo	MA0442000	Castanha	SR 12 - Maranhão
Buriti Bravo	MA0451000	Lagoa do Gado	SR 12 - Maranhão
Buriti Bravo	MA0529000	Formoso	SR 12 - Maranhão
Buriti Bravo	MA0571000	Angical	SR 12 - Maranhão
Buriti Bravo	MA0863000	Lagoa do Frio	SR 12 - Maranhão
Buriti Bravo	MA0938000	João Leocádio	SR 12 - Maranhão
Caxias	MA0007000	Pedro/Boavista	SR 12 - Maranhão
Caxias	MA0080000	Bom Jardim	SR 12 - Maranhão
Caxias	MA0148000	Conceição Mocambo	SR 12 - Maranhão
Caxias	MA0150000	Buriti do Meio	SR 12 - Maranhão
Caxias	MA0152000	São João dos Poleiros	SR 12 - Maranhão
Caxias	MA0252000	Olho D'água do Raposo	SR 12 - Maranhão
Caxias	MA0434000	Buenos Aires	SR 12 - Maranhão
Caxias	MA0455000	Água Preta	SR 12 - Maranhão
Caxias	MA0545000	Centro da Santa Rita	SR 12 - Maranhão

Municípios	Código PA	Nome PA	SR
Caxias	MA0556000	São Manoel	SR 12 - Maranhão
Caxias	MA0558000	Porto do Paiol	SR 12 - Maranhão
Caxias	MA0575000	Caximbu	SR 12 - Maranhão
Caxias	MA0578000	Monte Valeriano	SR 12 - Maranhão
Caxias	MA0734000	Jenipapo	SR 12 - Maranhão
Caxias	MA0738000	Engenho D'água	SR 12 - Maranhão
Caxias	MA0920000	Uzina Velha	SR 12 - Maranhão
Fortuna	MA0399000	Fortuna	SR 12 - Maranhão
Fortuna	MA0574000	Lagoa da Fortuna	SR 12 - Maranhão
Matões	MA0044000	Floresta	SR 12 - Maranhão
Parnarama	MA0082000	São José / São Domingos	SR 12 - Maranhão
Parnarama	MA0169000	Brejo/São Félix	SR 12 - Maranhão
Parnarama	MA0321000	Rio Claro	SR 12 - Maranhão
Parnarama	MA0403000	Brejo do São Félix II	SR 12 - Maranhão
Parnarama	MA0425000	Mendes	SR 12 - Maranhão
São Domingos do Maranhão	MA0000128	Cocais	SR 12 - Maranhão
São Domingos do Maranhão	MA0081000	Bancos	SR 12 - Maranhão
São Domingos do Maranhão	MA0652000	Morada Nova	SR 12 - Maranhão
São Domingos do Maranhão	MA0693000	Varandado	SR 12 - Maranhão
São Domingos do Maranhão	MA0056000	Santa Filomena/Taboca	SR 12 - Maranhão
São João do Soter	MA0103000	Pedras/Mocambo	SR 12 - Maranhão
São João do Soter	MA0132000	São José dos Perdidos	SR 12 - Maranhão
São João do Soter	MA0690000	PCA Vila Planalto	SR 12 - Maranhão
São João do Soter	MA0854000	Bacabinha	SR 12 - Maranhão
São João do Soter	MA0923000	Comunidade Quilombola Cipó	SR 12 - Maranhão
Timon	MA0168000	Humaitá	SR 12 - Maranhão
Timon	MA0338000	São Benedito/Lagoa dos Marcos	SR 12 - Maranhão

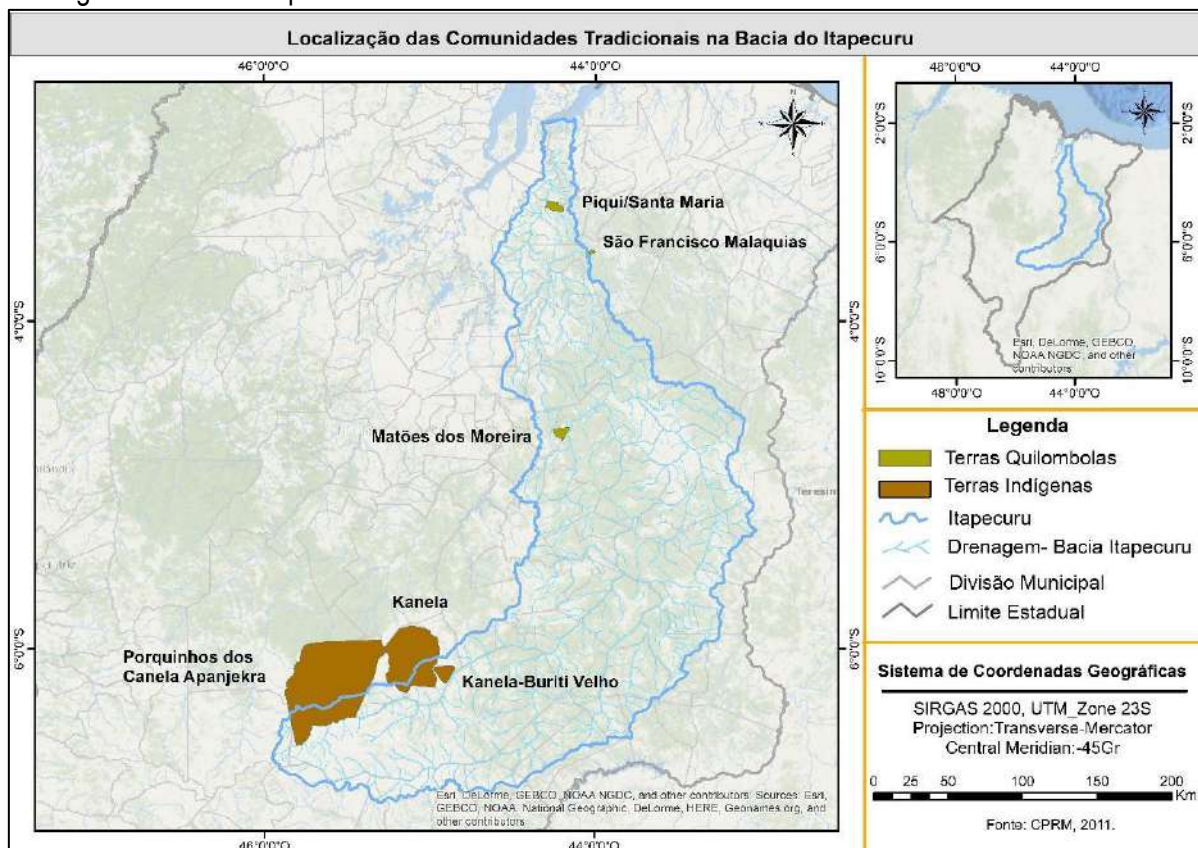
Fonte: INCRA (2021).

Tabela 33 – Assentamentos rurais tradicionais localizados no Baixo Curso do Itapecuru.

Assentamento	Município
São João do Rosário	Rosário
Renascer	Rosário
Bom Jesus	Rosário
Rio Pirangui	Morros
Lagoa da Bananeira	Morros
Santo Sefans Carema	Santa Rita
Tauá/ Santa Terezinha	Santa Rita
São Benedito	Itapecuru Mirim
Total	8

Fonte: INCRA (2021).

Figura 230 – Mapa com a distribuição espacial de Terras Indígenas e Territórios Quilombolas tituladas ao longo da Bacia do Itapecuru.



Fonte: Bandeira (2018).

4. PATRIMÔNIO HISTÓRICO E CULTURAL

Na bacia do rio Itapecuru foram identificados bens culturais patrimonializados com diferentes níveis de proteção, seja na esfera mundial, federal, estadual e municipal. Contudo, a maioria dos municípios não apresenta componentes do patrimônio cultural protegido em nenhum desses níveis administrativos. A este respeito foram listados componentes materiais e imateriais acautelados pela UNESCO, IPHAN, Governo do Estado do Maranhão e Prefeitura Municipal de Caxias, conforme descrito a seguir.

4.1 Lista dos bens culturais materiais tombados pela UNESCO

Nenhum dos municípios que compõem a Bacia do Itapecuru apresenta qualquer tipo de bem cultural tombado como patrimônio mundial pela UNESCO, não obstante, alguns municípios possuem núcleos históricos ainda preservados, como é o caso de São João dos Patos (Alto Curso), Caxias (Médio Curso) e Rosário (Baixo Curso).

4.2 Lista Representativa do Patrimônio Cultural Imaterial da Humanidade registrado no Brasil - UNESCO

Na lista do Patrimônio Cultural Imaterial da Humanidade, o Brasil possui seis representantes, sendo que o Maranhão foi agraciado com o Complexo Cultural do Bumba meu boi do Maranhão (IPHAN, 2020), além de compor o conjunto de Estados que possui a expressão da Roda de Capoeira, inscrita no Livro de Registro das Formas de Expressão, em 2008. Em 2014, em Paris, a Roda de Capoeira foi reconhecida como Patrimônio Cultural Imaterial da Humanidade (IPHAN, 2020).

O processo com o Complexo Cultural do Bumba meu boi do Maranhão foi bastante semelhante. Primeiramente ele foi registrado como patrimônio cultural do Brasil, foi inscrito no Livro de Registro de Celebrações, em 2011. Em 2019, a celebração recebeu da UNESCO o título de Patrimônio Cultural Imaterial da Humanidade (IPHAN, 2020).

Isto quer dizer que todos os municípios do Alto Itapecuru que possuírem manifestações culturais associadas à Roda de Capoeira ou Bumba meu Boi, também estarão contemplados no âmbito do reconhecimento mundial destes bens imateriais.

4.3 Lista de registro dos Sítios Arqueológicos protegidos pelo Governo Federal – IPHAN

Em relação aos bens protegidos pelo Governo Federal sob a responsabilidade do IPHAN, o levantamento realizado indicou a existência de bens culturais materiais acautelados por medidas de tombamento e reconhecimento. No âmbito do tombamento foram identificados os seguintes registros (Quadro 4; Quadro 10):

Quadro 4 – Bem material tombado pelo IPHAN no Médio Curso do Itapecuru.

Município	Medida de Acautelamento	Processo	Livro
Timon	Tombamento da Ponte João Luis Ferreira, que liga Teresina, no Estado do Piauí, a Timon, no Estado do Maranhão	1300-T-89	Livro Histórico N.º inscr.: 592; Vol. 2; F. 097; Data: 03/03/2011; Liv. Arq./Etn./Psg. N.º inscr.: 147; Vol. 2; F. 056; Data: 03/03/2011.

Fonte: IPHAN (2021).

Quadro 5 – Listagem de bens protegidos pelo Governo Federal no Médio Curso do Itapecuru.

Item	Município	Bem	Marco Protetivo	Fonte
01	Caxias	Estação Iacina	Lei 11.483, em 2007	Inventário do Patrimônio Ferroviário do Maranhão
02	Caxias	Armazém Iacina	Lei 11.483, em 2007	Inventário do Patrimônio Ferroviário do Maranhão
03	Caxias	Caixa D'água Iacina	Lei 11.483, em 2007	Inventário do Patrimônio Ferroviário do Maranhão
04	Caxias	Estação Riachão	Lei 11.483, em 2007	Inventário do Patrimônio Ferroviário do Maranhão
03	Caxias	Armazém Riachão	Lei 11.483, em 2007	Inventário do Patrimônio Ferroviário do Maranhão
06	Caxias	Vila Riachão	Lei 11.483, em 2007	Inventário do Patrimônio Ferroviário do Maranhão
07	Caxias	Estação Caxias	Lei 11.483, em 2007	Inventário do Patrimônio Ferroviário do Maranhão
08	Caxias	Armazém Caxias	Lei 11.483, em 2007	Inventário do Patrimônio Ferroviário do Maranhão
09	Caxias	Escola Caxias	Lei 11.483, em 2007	Inventário do Patrimônio Ferroviário do Maranhão
10	Caxias	Vila Caxias	Lei 11.483, em 2007	Inventário do Patrimônio Ferroviário do Maranhão
11	Caxias	Vila Caxias	Lei 11.483, em 2007	Inventário do Patrimônio Ferroviário do Maranhão
12	Caxias	Oficina Caxias	Lei 11.483, em 2007	Inventário do Patrimônio Ferroviário do Maranhão
13	Caxias	Estação Cristiano Cruz	Lei 11.483, em 2007	Inventário do Patrimônio Ferroviário do Maranhão
14	Caxias	Vila Cristiano Cruz	Lei 11.483, em 2007	Inventário do Patrimônio Ferroviário do Maranhão
15	Caxias	Estação Arão Reis	Lei 11.483, em 2007	Inventário do Patrimônio Ferroviário do Maranhão
16	Caxias	Ponto Rio Itapecuru	Lei 11.483, em 2007	Inventário do Patrimônio Ferroviário do Maranhão
17	Timon	Estação Senador Furtado	Lei 11.483, em 2007	Inventário do Patrimônio Ferroviário do Maranhão
18	Timon	Ponto Rio Parnaíba	Lei 11.483, em 2007	Inventário do Patrimônio Ferroviário do Maranhão

Fonte: IPHAN (2021).

Quadro 6 – Levantamento dos sítios arqueológicos no Médio Curso do Itapecuru.

Item	Município	Sítios Arqueológicos	Categoria	Zona	X	Y	Evidência	Conhecido
01	Parnarama	Complexo Arqueológico de Parnarama	Unicomponência	-----	----	----	Lítico	IPHAN CNSA MA00012
02	São Francisco do Maranhão	Sítio do Pilão II	Unicomponência	-----	----	----	Lítico	IPHAN CNSA MA00076
19	São Francisco do Maranhão	Sítio da Tapera	Unicomponência	-----	----	----	Lítico	IPHAN CNSA MA00077

Fonte: IPHAN (2021).

Quadro 7 – Bens tombados pelo Governo do Maranhão no Médio Curso do Itapecuru.

Município	Medida de Acautelamento	Processo	Livro	Descrição
Caxias	Tombamento da Fábrica da União Têxtil Caxiense S.A.	Decreto 7.666, de 23/06/1980.	Livro de Tombo N.º inscr. 01, fls. 04 em 13/08/1980.	Localização: Praça do Panteon. A Companhia da União Têxtil Caxiense S. A. foi fundada em 1889, por vários sócios, que a denominou Manufatura Gonçalves Dias S.A. Chegou a movimentar 220 teares, produzindo cerca de um milhão de metros de tecido cru e empregando mais de 350 pessoas. Após o declínio da indústria têxtil maranhense, a fábrica foi desativada e em seu lugar foi criado o Centro Cultural Acadêmico José Sarney.
Caxias	Tombamento do Centro Histórico, Arquitetônico e Paisagístico de Caxias	Decreto 11.681, de 29/11/1990 e Lei Estadual nº 5.082, 20/12/1990.	Livro de Tombo N.º inscr. 059, fls. 13 em 04/12/1990.	Compreende o núcleo inicial originador da cidade início do século XVIII, bem como os espaços adjacentes da expansão urbana, ocorrido a partir do final do século XIX. O centro histórico de Caxias concentra uma significativa quantidade de elementos arquitetônicos sobreviventes, dado o seu caráter singular, isto é, construções em que a melhor qualidade dos materiais utilizados lhes permitiu resistir às intempéries – da natureza e do homem.

Fonte: IPHAN (2021).

Quadro 8 – Bem material tombado pelo IPHAN no Baixo Curso do Itapecuru.

Município	Monumento	Medida de Acautelamento	Processo	Livro
Rosário	Forte do Calvário ou Vera Cruz de Rosário	Lista indicativa dos fortes e fortalezas a serem protegidos no Brasil	-----	-----

Fonte: IPHAN (2021).

Quadro 9 – Listagem de bens protegidos pelo Governo Federal no Baixo Curso do Itapecuru.

Item	Município	Marco Protetivo	Bem	Fonte
01	Santa Rita	Lei 11.483, em 2007	Pátio Ferroviário	31/12/2008
02	Santa Rita	Lei 11.483, em 2007	Estação Ferroviária de Recurso	31/12/2008
03	Santa Rita	Lei 11.483, em 2007	Pátio Ferroviário de Carema	31/12/2008
04	Santa Rita	Lei 11.483, em 2007	Estação Ferroviária de Carema	31/12/2008
03	Santa Rita	Lei 11.483, em 2007	Armazém isolado (oficina mecânica)	31/12/2008
06	Rosário	Lei 11.483, em 2007	Edificação denominada Carpintaria da Estação de Rosário.	22/10/2010
07	Rosário	Lei 11.483, em 2007	Edificação denominada Serralheria (Ferraria) da Estação de Rosário,	22/10/2010
08	Rosário	Lei 11.483, em 2007	Edificação denominada oficina do Carmo (Manutenção de Vagões e Locomotivas).	22/10/2010
09	Rosário	Lei 11.483, em 2007	Edificação denominada Armazém da Estação de Rosário,	22/10/2010
10	Rosário	Lei 11.483, em 2007	Terreno comercial	22/10/2010
12	Codó	Lei 11.483, em 2007	Armazém	12/04/2013
12	Codó	Lei 11.483, em 2007	Estação de Passageiros de Codó	12/04/2013

Fonte: IPHAN (2021).

Quadro 10 – Bens tombados pelo Governo do Maranhão no Baixo Curso do Itapecuru.

Município	Medida de Acautelamento	Processo	Livro	Descrição
Itapecuru-Mirim	Tombamento da Cadeia Pública Itapecuru - imóvel colonial	Número do Decreto 7.664, de 23/06/1980	015 no Livro de Tombo, folha 03 em 13/11/1980	Localização Praça Cosmo Proprietário Prefeitura Municipal de Itapecuru
Itapecuru-Mirim	Tombamento do Sítio Paleontológico do Rio Itapecuru	Número do Decreto 12.955, de 12/02/1993	064 no Livro de Tombo, folha 14 em 12/03/1993	Localização: margens do rio Itapecuru
Rosário	Tombamento do Forte do Calvário	Número do Decreto 11.588, de 12/10/1990	047 no Livro de Tombo, folha 10 em 29/11/1990	Localização Cachoeira de Rosário Proprietário Prefeitura Municipal

Fonte: DPHAP – MA (2021).

Relacionado à arqueologia, oficialmente não estão registrados bens arqueológicos no Alto Itapecuru, de banco de dados de sítios arqueológicos do IPHAN, denominado de Cadastro Nacional de Sítios de Arqueológicos – CNSA, ou seja, não foi catalogada a existência de sítios arqueológicos distribuídos nessa região da bacia do rio Itapecuru (IPHAN, 2020).

5. POPULAÇÃO

5.1. População total, densidade demográfica e taxa geométrica de crescimento populacional

De acordo com os Censos Demográficos (IBGE, 2000 e 2010) a população residente na bacia hidrográfica do rio Itapecuru, em 2000, era de 1.403.938 habitantes, conferindo à bacia uma densidade demográfica da ordem de 26,4 hab./km². Em 2010 esse valor populacional passou para 1.620.308, representando nesse ano, uma densidade demográfica de cerca de 30,4 hab./km². Havendo, portanto, um crescimento populacional da ordem de 15% nesse período.

5.2. População Urbana e Rural

O Estado do Maranhão apresenta características urbanas, e a bacia do rio Itapecuru nesse aspecto, espelha o que ocorre no Maranhão. Em 2010 a população total da bacia do rio Itapecuru foi da ordem de 1.620.308 habitantes (Figura 231), desse total 1.022.669 habitantes viviam na zona urbana (63,12%), enquanto o restante, 597.639 habitantes residiam na zona rural (36,88%). A Tabela 34; Tabela 35 e Tabela 36 resumem a situação da população da bacia do rio Itapecuru, especificam as informações em relação ao Estado, à bacia do Itapecuru e para os municípios que compõem o Alto, o Médio e o Baixo Cursos dessa bacia.

Tabela 34 – População residente, taxa de crescimento, populações urbana e rural e densidade demográfica para os municípios do alto curso da bacia do rio Itapecuru.

Municípios	População residente		Taxa (%) Geométrica de Crescimento Populacional	Urbana (2010)	%	Rural (2010)	%	Densidade demográfica
	2000	2010						Hab/km ²
Colinas	35.803	39.132	0,89	25.575	65,36	13.557	34,64	20,15
Fernando Falcão	4.823	9.241	6,72	1.506	16,30	7.735	83,70	1,82
Formosa da Serra Negra	13.781	17.757	2,57	5.915	33,31	11.842	66,69	4,81
Fortaleza dos Nogueiras	11.301	11.646	0,30	7.019	60,27	4.627	39,73	3,16
Jatobá	5.055	8.526	5,37	3.740	43,87	4.786	56,13	14,43
Loreto	10.024	11.390	1,29	6.360	55,84	5.030	44,16	3,17
Mirador	19.906	20.452	0,27	9.373	45,83	11.079	54,17	25,76
Paraibano	17.854	20.103	1,19	15.746	78,33	4.357	21,67	37,91
Passagem Franca	14.817	17.562	1,71	10.464	59,58	7.098	40,42	12,93
Pastos Bons	15.460	18.067	1,57	12.307	68,12	5.760	31,88	11,05
Sambaíba	5.261	5.487	0,42	2.836	51,69	2.651	48,31	2,22
São Domingo do Azeitão	6.289	6.983	1,05	4.961	71,04	2.022	28,96	7,27
São Félix de Balsas	5.144	4.702	-0,89	1.628	34,62	3.074	65,38	2,32
São João dos Patos	23.182	24.928	0,73	20.567	82,51	4.361	17,49	16,82
São Rdo das Mangabeiras	14.870	17.474	1,63	12.533	71,72	4.941	28,28	4,97

Municípios	População residente		Taxa (%) Geométrica de Crescimento Populacional	Urbana (2010)	%	Rural (2010)	%	Densidade demográfica Hab/km²
	2000	2010						
Sucupira do Norte	10.378	10.444	0,06	4.944	47,34	5.500	52,66	9,73
Tuntum	35.411	39.183	1,02	17.927	45,75	21.256	54,25	11,64
Total Alto Curso	249.359	283.077	1,28	163.401	57,72	119.676	42,28	7,49
Total Bacia Hidrográfica	1.403.938	1.620.308	1,44	1.022.669	63,12	597.639	36,88	17,38
Total Estado Maranhão	5.651.475	6.574.789	1,52	4.147.149	63,08	2.427.640	36,92	19,93

Fonte: Censos Demográficos (IBGE, 2000 e 2010).

Na bacia do rio Itapecuru, segundo IBGE (2010), reside uma população masculina total da ordem de 803.694 habitantes (49,60%) e, feminino de 816.614 habitantes (50,40%), existindo, portanto, uma ligeira diferença para mais, no número de mulheres em relação aos homens.

Tabela 35 – População Total, urbana, rural, taxa geométrica da população, área e densidade demográfica para os municípios do Médio Curso da bacia do rio Itapecuru.

Municípios	População residente		Taxa (%) Geométrica de Crescimento Populacional	Urbana (2010)	%	Rural (2010)	%	Densidade demográfica Hab/Km²
	2000	2010						
Buriti Bravo	21.446	22.899	0,66	17.014	74,30	5.885	25,70	14,48
Caxias	139.756	155.129	1,05	118.534	76,41	36.595	23,59	29,85
Dom Pedro	21.956	22.681	0,33	15.261	67,29	7.420	32,71	63,31
Fortuna	14.596	15.098	0,34	9.504	62,95	5.594	37,05	21,74
Gonçalves Dias	16.790	17.482	0,40	7.770	44,45	9.712	55,55	19,80
Governador Archer	9.100	10.205	1,15	6.630	64,97	3.575	35,03	22,90
Governador Eugênio Barros	14.629	15.991	0,89	4.690	29,33	11.301	70,67	19,58
Governador Luiz Rocha	6.513	7.337	1,20	5.187	70,70	2.150	29,30	19,67
Graça Aranha	6.080	6.140	0,10	2.912	47,43	3.228	52,57	22,63
Lagoa do Mato	9.446	10.934	1,47	4.453	40,73	6.481	59,27	7,23
Matões	26.433	31.015	1,61	13.635	43,96	17.380	56,04	14,72
Pamarama	32.469	34.586	0,63	13.530	39,12	21.056	60,88	10,67
Santo Antônio dos Lopes	14.253	14.288	0,02	5.732	40,12	8.556	59,88	18,55
São Domingos do Maranhão	33.049	33.607	0,17	17.313	51,52	16.294	48,48	29,19
São Francisco do Maranhão	12.854	12.146	-0,56	4.104	33,79	8.042	66,21	5,33
São João do Soter	14.834	17.238	1,51	6.646	38,55	10.592	61,45	11,99
Senador Alexandre Costa	8.571	10.256	1,81	6.164	60,10	4.092	39,90	24,06
Timon	129.692	155.460	1,83	135.133	86,92	20.327	13,08	88,06
Total Médio Curso	532.467	592.492	1,07	394.212	66,53	198.280	33,47	23,41
Total Bacia Hidrográfica	1.403.938	1.620.308	1,44	1.022.669	63,12	597.639	36,88	17,38
Total Estado Maranhão	5.651.475	6.574.789	1,52	4.147.149	63,08	2.427.640	36,92	19,93

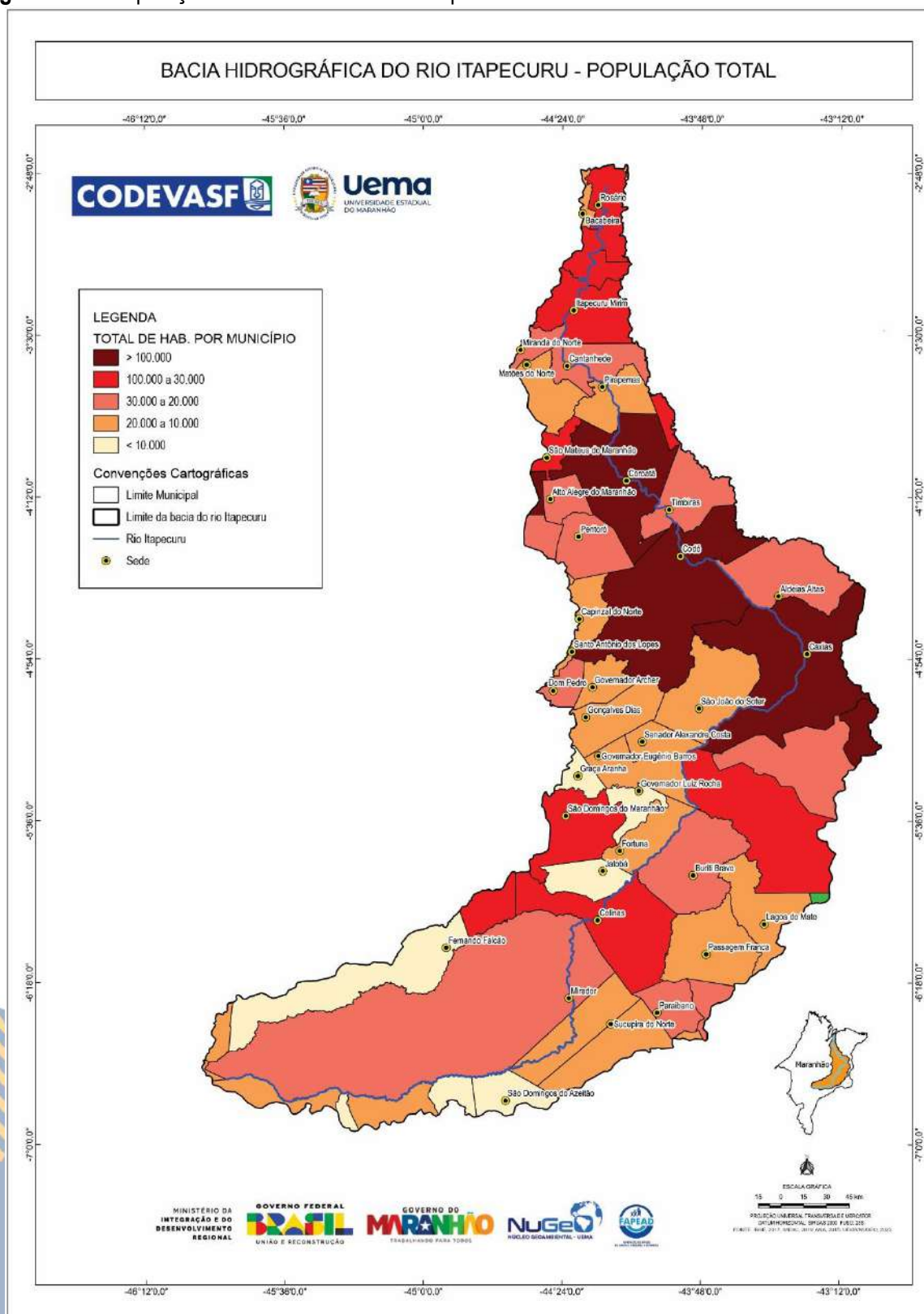
Fonte: Censos Demográficos (IBGE, 2000 e 2010).

Tabela 36 – População Total, urbana, rural, taxa geométrica da população, área e densidade demográfica para os municípios do Baixo Curso da bacia Hidrográfica do rio Itapecuru.

Municípios	População residente		Taxa (%) Geométrica de Crescimento Populacional	Urbana (2010)	%	Rural (2010)	%	Densidade demográfica Hab/Km²
	2000	2010						
Aldeias Altas	18.827	23952	2,44	13.634	56,92	10.318	43,08	12,33
Alto Alegre do Maranhão	20.162	24599	2,01	19.374	78,76	5.225	21,24	64,22
Axixá	10.142	11.407	1,18	4.703	41,23	6.704	58,77	76,40
Bacabal	91.823	100.014	0,86	77.860	77,85	22.154	22,15	59,47
Bacabeira	10.516	14.925	3,56	3.324	22,27	11.601	77,73	28,47
Cantanhede	17.713	20.448	1,45	12.959	68,38	7.489	36,62	26,47
Capinzal do Norte	10.543	10.698	0,15	5.610	52,44	5.088	47,56	18,13
Codó	111.146	118.038	0,60	81.045	68,66	36.993	31,34	27,08
Coroatá	55.676	61.725	1,04	43.057	69,76	18.668	30,24	27,28
Itapecuru Mirim	42.772	62.110	3,80	34.668	55,82	27.442	44,18	42,24
Lima Campos	10.749	11.423	0,61	6.793	59,47	4.630	40,53	35,51
Matões do Norte	7.435	13.794	6,38	4.679	33,92	9.115	66,08	17,37
Miranda do Norte	16.123	24.427	4,24	19.519	79,91	4.908	20,09	2,87
Peritoró	17.336	21.201	2,03	7.752	36,56	13.449	63,44	25,72
Pirapemas	15.124	17.381	1,40	11.146	64,13	6.235	35,87	25,25
Rosário	33.685	39.576	1,63	23.252	58,75	16.324	41,25	65,65
Santa Rita	24.922	32.366	2,65	14.915	46,08	17.451	53,92	46,90
São Luiz Gonzaga do Maranhão	22.772	20.153	-1,21	7.896	39,18	12.257	60,82	22,18
São Mateus do Maranhão	34.859	39093	1,15	28.712	73,45	10.381	26,55	49,95
Timbiras	26.401	27.997	0,59	17.471	52,40	10.526	37,60	18,84
Vargem Grande	34.707	49412	3,60	26.687	54,01	22.725	45,99	25,25
Total Baixo Curso	633.413	744.739	1,60	465.056	62,45	279.683	37,55	23,49
Total Bacia Hidrográfica	1.403.938	1.620.308	1,44	1.022.669	63,12	597.639	36,88	17,50
Total Estado Maranhão	5.651.475	6.574.789	1,52	4.147.149	63,08	2.427.640	36,92	19,93

Fonte: Censos Demográficos (IBGE, 2000 e 2010).

Figura 231 – População Total da Bacia do Rio Itapecuru.



Fonte: Registros da Pesquisa (2022).

6. SANEAMENTO BÁSICO (2000 e 2010)

6.1 Abastecimento de água

As informações contidas nos Censos Demográficos (IBGE, 2000 e 2010) demonstram que o total de domicílio no Maranhão em 2000 era de 1.235.496, desses 654.220 possuíam água encanada, equivalente a 52,95% dos domicílios. No ano de 2010, no estado havia 1.653.701 domicílios e desses 1.089.506 (55,15%) com abastecimento de água por ligação na rede geral de água.

Na bacia do rio Itapecuru, em 2000, havia um total de 317.310 domicílios, dos quais 172.753 (54,44%) encontravam-se ligados à rede geral de água (Figura 232). No Alto Curso da bacia esse número foi de 54.582 domicílios, o equivalente a 17,20% do total de domicílios da bacia do rio Itapecuru, sendo que 48,40% (26.418 domicílios) tinham abastecimento de água por ligação na rede geral de água. No ano de 2010, essa bacia apresentou 408.107 domicílios, dos quais 288.396 (70,67%) encontravam-se ligados à rede geral de água.

A Tabela 36 a Tabela 39 expressam a situação do abastecimento de água para os anos de 2000 e 2010, com referência para a bacia do rio Itapecuru e para os municípios que a compõem no Alto, Médio e Baixo Cursos.

Tabela 37 – Ligações da rede geral de água em relação ao total de domicílios e ranking municipal para o Alto Curso da bacia do rio Itapecuru, período: 2000 e 2010.

Ranking (A%) de 2010	Municípios	Total de domicílios ligados à rede geral de esgoto ou pluvial							
		2010			2000			2010 vs 2000	
		N.º Dom.	A	A%	N.º Dom.	A	A%	N.º Dom.	%
1	Jatobá	2.138	1.981	92,66	1.079	857	79,43	1.124	131,16
2	São João dos Patos	7.013	6.357	90,65	5.580	4.353	78,01	2.004	46,04
3	Tuntum	10.433	8.590	82,33	7.967	4.827	60,59	3.763	77,96
4	Passagem Franca	4.568	3.688	80,74	3.415	1.589	46,53	2.099	132,10
5	Pastos Bons	4.688	3.741	79,80	3.452	1.887	54,66	1.854	98,25
6	São Raimundo das Mangabeiras	4.438	3.103	69,92	3.180	1.709	53,74	1.394	81,57
7	Paraibano	5.288	3.604	68,15	4.097	3.096	75,57	508	16,41
8	Sucupira do Norte	2.700	1.831	67,81	2.311	835	36,13	996	119,28
9	Colinas	9.873	5.828	59,03	8.050	2.471	30,7	3.357	135,86
10	Loreto	2.670	1.565	58,61	2.036	786	38,61	779	99,11
11	São Domingos do	1.679	936	55,75	1.296	545	42,05	391	71,74

Ranking (A%) de 2010	Municípios	Total de domicílios ligados à rede geral de esgoto ou pluvial							
		2010			2000			2010 vs 2000	
		N.º Dom.	A	A%	N.º Dom.	A	A%	N.º Dom.	%
	Azeitão								
12	Fortaleza dos Nogueiras	2.850	1.528	53,61	2.190	936	42,74	592	63,25
13	Mirador	4.897	2.124	43,37	4.268	1.640	38,43	484	29,51
14	Fernando Falcão	1.881	809	43,01	968	1	0,10	808	80800
15	Sambaíba	1.369	550	40,18	1.055	410	38,86	140	34,15
16	Formosa da Serra Negra	3.880	1.555	40,08	2.535	239	9,43	1.316	550,63
17	São Félix de Balsas	1.212	89	7,34	1.103	237	21,49	-148	-62,45
ALTO CURSO		71.577	47.879	66,89	54.582	26.418	48,40	21.461	81,24
BACIA DO RIO ITAPECURU		408.107	288.396	70,67	317.310	172.753	54,44	115.643	66,94
%		17,54	16,60	94,65	17,20	15,29	88,91	18,56	121,36

Obs.: TOTAL de domicílios; A - Domicílios ligados à rede geral de água; A% - Percentual deste serviço em relação a todas as formas de abastecimentos. Formas de abastecimento de água:

Fonte: Censos Demográficos (IBGE, 2000 e 2010).

Tabela 38 – Ligações da rede geral de água em relação ao total de domicílios e ranking municipal para o Médio Curso da bacia do rio Itapecuru, período: 2000 e 2010.

Ranking (A%) de 2010	Municípios	Total de domicílios ligados à rede geral de água							
		2010			2000			2010 vs 2000	
		N.º Dom.	A	A%	N.º Dom.	A	A%	N.º Dom.	%
1	Governador Luiz Rocha	1.892	1.746	92,28	1.413	981	69,43	479	33,9
2	Graça Aranha	1.698	1.548	91,17	1.451	706	48,66	247	17,02
3	Governador Eugênio Barros	4.096	3.602	87,94	3.445	1.812	52,6	651	18,9
4	Dom Pedro	6.204	5.441	87,7	5.221	2.640	50,57	983	18,83
5	São Domingos do MA	8.864	7.707	86,95	7.395	5.536	74,86	1.469	19,86
6	Timon	40.487	35.137	86,79	29.399	23.904	81,31	11.088	37,72
7	Governador Archer	2.577	2.175	84,4	2.111	1.023	48,46	466	22,07
8	Gonçalves Dias	4.559	3.600	78,96	3.939	1.764	44,78	620	15,74
9	Caxias	40.155	30.196	75,2	31.880	21.263	66,7	8.275	25,96
10	Lagoa do Mato	2.684	2.012	74,96	2.065	370	17,92	619	29,98
11	São João do Soter	4.260	3.075	72,18	3.372	603	17,88	888	26,33

Ranking (A%) de 2010	Municípios	Total de domicílios ligados à rede geral de água							
		2010			2000			2010 vs 2000	
		N.º Dom.	A	A%	N.º Dom.	A	A%	N.º Dom.	%
12	Fortuna	3.926	2.784	70,91	3.311	2.195	66,29	615	18,57
13	Buriti Bravo	5.709	3.877	67,91	4.802	2.333	48,58	907	18,89
14	Parnarama	8.647	5.866	67,84	7.096	2.567	36,18	1.551	21,86
15	Santo Antônio dos Lopes	3.712	2.413	65,01	3.235	1.131	34,96	477	14,74
16	Matões	7.591	4.899	64,54	5.757	1.911	33,19	1.834	31,86
17	Senador Alexandre Costa	2.581	1.240	48,04	1.995	244	12,23	586	29,37
18	São Francisco do MA	3.287	1.245	37,88	3.041	823	27,06	246	8,09
MÉDIO CURSO		152.929	118.563	77,53	120.928	71.806	59,38	32.001	26,46
BACIA DO RIO ITAPECURU		408.107	288.396	70,67	317.310	172.753	54,44	90.797	28,61
%		37,47	41,11	109,71	38,11	41,57	109,07	35,24	92,49

Obs.: TOTAL de domicílios; A - Domicílios ligados à rede geral de água; A% - Percentual deste serviço em relação a todas as formas de abastecimentos. Formas de abastecimento de água.

Fonte: Censos Demográficos (IBGE, 2000 e 2010).

Tabela 39 – Ligações da rede geral de água em relação ao total de domicílios e ranking municipal para o Baixo Curso da bacia do rio Itapecuru, período: 2000 e 2010.

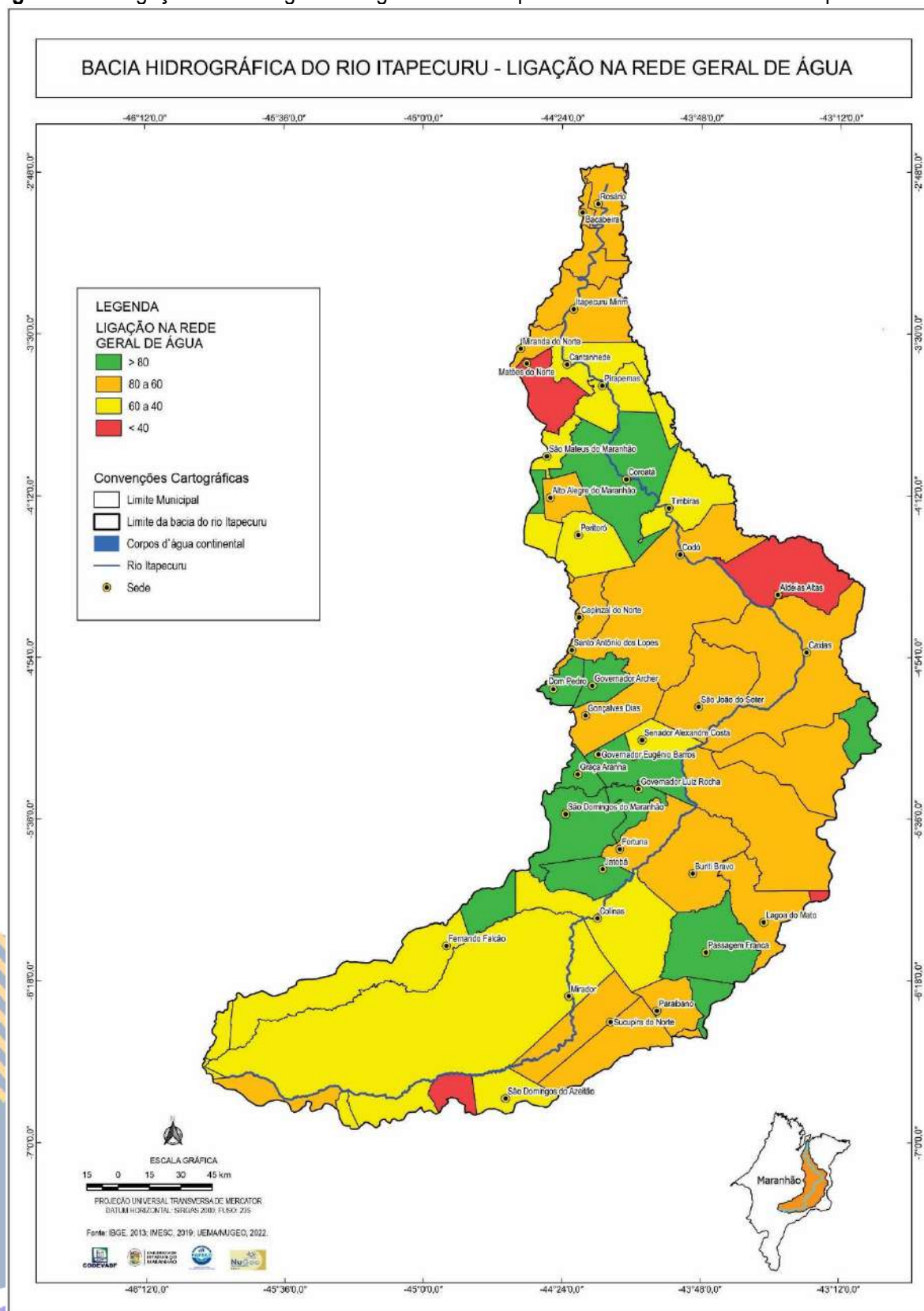
Ranking (A%) de 2010	Municípios	Total de domicílios ligados à rede geral de água							
		2010			2000			2010 vs 2000	
		N.º Dom.	A	A%	N.º Dom.	A	A%	N.º Dom.	%
1	Bacabal	26.246	22.468	85,61	21.173	14.073	66,47	5.073	23,96
2	Coroatá	15.929	12.760	80,11	13.083	7.701	58,86	2.846	21,75
3	Codó	29.571	22.947	77,60	25.078	16.760	66,83	4.493	17,92
4	Lima Campos	3.188	2.455	77,01	2.648	1.399	52,83	540	20,39
5	Capinzal do Norte	2.880	2.169	75,31	2.504	1.190	47,52	376	15,02
6	Alto Alegre do MA	5.849	4.383	74,94	4.405	1.699	38,57	1.444	32,78
7	Miranda do Norte	5.195	3.891	74,90	3.600	2.213	61,47	1.595	44,31
8	Bacabeira	3.657	2.444	66,83	2.249	1.139	50,64	1.408	62,61
9	Axixá	2.545	1.649	64,79	1.944	319	16,41	601	30,92
10	Itapecuru Mirim	15.703	9.571	60,95	9.459	5.012	52,99	6.244	66,01
11	Santa Rita	7.919	4.822	60,89	5.474	2.494	45,56	2.445	44,67
12	Rosário	9.456	5.722	60,51	7.087	4.740	66,88	2.369	33,43
13	São Luís Gonzaga do MA	5.228	3.096	59,22	5.126	1.312	25,6	102	1,99

Ranking (A%) de 2010	Municípios	Total de domicílios ligados à rede geral de água							
		2010			2000			2010 vs 2000	
		N.º Dom.	A	A%	N.º Dom.	A	A%	N.º Dom.	%
14	Cantanhede	4.713	2.691	57,10	3.693	1.811	49,04	1.020	27,62
15	Pirapemas	4.165	2.277	54,67	3.363	1.701	50,58	802	23,85
16	Timbiras	6.541	3.325	50,83	5.800	2.328	40,14	741	12,78
17	São Mateus do MA	9.814	4.815	49,06	7.768	3.213	41,36	2.046	26,34
18	Peritoró	5.591	2.724	48,72	4.093	1.188	29,03	1.498	36,6
19	Vargem Grande	11.096	4.585	41,32	7.486	2.924	39,06	3.610	48,22
20	Matões do Norte	2.529	980	38,75	1.603	408	25,45	926	57,77
21	Aldeias Altas	5.786	2.180	37,68	4.164	905	21,73	1.622	38,95
BAIXO CURSO		183.601	121.954	66,42	141.800	74.529	52,56	41.801	29,48
BACIA DO RIO ITAPECURU		408.107	288.396	70,67	317.310	172.753	54,44	90.797	28,61
%		44,99	42,29	93,99	44,69	43,14	96,55	46,04	103,04

Obs.: **TOTAL** de domicílios; **A** - Domicílios ligados à rede geral de água; **A%** - Percentual deste serviço em relação a todas as formas de abastecimentos. Formas de abastecimento de água:

Fonte: Censos Demográficos (IBGE, 2000 e 2010).

Figura 232 – Ligações da rede geral de água nos municípios inseridos na Bacia do Rio Itapecuru.



Fonte: Registros da Pesquisa (2022).

6.2 Instalações Sanitárias

As informações contidas nos Censos Demográficos (IBGE, 2000 e 2010) demonstram que o total de domicílio no Maranhão em 2000 era de 1.235.496, desse total, 113.766 possuíam esgoto ligado à rede geral, um percentual de 9,21% dos domicílios. No ano de 2010, o Maranhão apresentou 1.653.701 domicílios e, desse total, 192.625 tinham esgoto ligado à rede geral - 11,65% dos domicílios.

A bacia do rio Itapecuru apresentou no ano de 2000 um total de 317.310 domicílios, dos quais 3.607 (1,14%) encontravam-se ligados à rede geral de água. No Alto Curso da bacia do rio Itapecuru, nesse mesmo ano, havia 54.582 (17,20%) dos domicílios da bacia do rio Itapecuru, sendo que desses, 119 domicílios (0,22%) apresentaram esgoto ligado à rede geral. No ano de 2010, a bacia do rio Itapecuru apresentou 408.107 domicílios, dos quais 14.139 (3,46%) encontravam-se ligados à rede geral de esgoto.

A Tabela 40 a Tabela 42 expressam a situação das instalações sanitárias para os anos de 2000 e 2010, com referência para a bacia do rio Itapecuru e para os municípios que compõem o Alto, o Médio e o Baixo Cursos dessa bacia.

Tabela 40 – Rede Geral de esgoto ou pluvial em relação ao total de domicílios e ranking municipal para o Alto Curso da bacia do rio Itapecuru, período: 2000 e 2010.

Ranking (A%) de 2010	Municípios	Total de domicílios ligados à rede geral de esgoto ou pluvial							
		2010			2000			2010 vs 2000	
		N.º Dom.	A	A%	N.º Dom.	A	A%	N.º Dom.	%
1	Tuntum	10.433	550	5,27	7.967	99	1,24	451	455,56
2	Jatobá	2.138	68	3,18	1.079	1	0,09	67	6700
3	Loreto	2.670	31	1,16	2.036	0	0,00	31	0,00
4	Paraibano	5.288	57	1,08	4.097	1	0,02	56	5600
5	Mirador	4.897	46	0,94	4.268	2	0,05	44	2200
6	Passagem Franca	4.568	31	0,68	3.415	0	0,00	31	0,00
7	Fortaleza dos Nogueiras	2.850	13	0,46	2.190	3	0,14	10	333,33
8	São Domingos do Azeitão	1.679	7	0,42	1.296	0	0,00	7	0,00
9	Pastos Bons	4.688	17	0,36	3.452	3	0,09	14	466,67
10	Colinas	9.873	32	0,32	8.050	1	0,01	31	3100
11	São João dos Patos	7.013	19	0,27	5.580	6	0,11	13	216,67
12	São Rdo das Mangabeiras	4.438	5	0,11	3.180	2	0,06	3	150

Ranking (A%) de 2010	Municípios	Total de domicílios ligados à rede geral de esgoto ou pluvial							
		2010			2000			2010 vs 2000	
		N.º Dom.	A	A%	N.º Dom.	A	A%	N.º Dom.	%
13	Sucupira do Norte	2.700	3	0,11	2.311	0	0,00	3	0,00
14	Formosa da Serra Negra	3.880	2	0,05	2.535	0	0,00	2	0,00
15	Fernando Falcão	1.881	0	0	968	0	0,00	0	0,00
16	Sambaíba	1.369	0	0	1.055	0	0,00	0	0,00
17	São Félix de Balsas	1.212	0	0	1.103	1	0,09	-1	-100,00
ALTO CURSO		71.577	881	1,23	54.582	119	0,22	762	640,34
BACIA DO RIO ITAPECURU		408.107	14.139	3,46	317.310	3.607	1,14	10.532	291,99
%		17,54	6,23	35,52	17,20	3,30	19,30	7,24	219,30

Obs.: TOTAL de domicílios; A - Domicílios ligados à rede geral de esgoto ou pluvial; A% - Percentual deste serviço sobre todos os serviços de esgoto. Formas de esgotamento sanitário:

Fonte: Censos Demográficos (IBGE, 2000 e 2010).

Tabela 41 – Rede Geral de esgoto ou pluvial em relação ao total de domicílios e ranking municipal para o Médio Curso da bacia do rio Itapecuru, período: 2000 e 2010.

Ranking (A%) de 2010	Municípios	Total de domicílios ligados à rede geral de esgoto ou pluvial							
		2010			2000			2010 vs 2000	
		N.º Dom.	A	A%	N.º Dom.	A	A%	N.º Dom.	%
1	Timon	40.487	2.482	6,13	29.399	81	0,28	11.088	37,72
2	Caxias	40.155	1.985	4,94	31.880	665	2,09	8.275	25,96
3	Dom Pedro	6.204	274	4,42	5.221	2	0,04	983	18,83
4	Governador Archer	2.577	60	2,33	2.111	0	0,00	466	22,07
5	São Domingos do MA	8.864	132	1,49	7.395	13	0,18	1.469	19,86
6	Santo Antônio dos Lopes	3.712	41	1,1	3.235	3	0,09	477	14,74
7	Graça Aranha	1.698	13	0,77	1.451	0	0,00	247	17,02
8	Fortuna	3.926	25	0,64	3.311	2	0,06	615	18,57
9	Gonçalves Dias	4.559	25	0,55	3.939	10	0,25	620	15,74
10	Gov. Eugênio Barros	4.096	22	0,54	3.445	2	0,06	651	18,9
11	Parnarama	8.647	40	0,46	7.096	2	0,03	1.551	21,86
12	Matões	7.591	34	0,45	5.757	3	0,05	1.834	31,86
13	São Francisco do MA	3.287	12	0,37	3.041	0	0,00	246	8,09
14	Governador Luiz	1.892	5	0,26	1.413	0	0,00	479	33,9

Ranking (A%) de 2010	Municípios	Total de domicílios ligados à rede geral de esgoto ou pluvial							
		2010			2000			2010 vs 2000	
		N.º Dom.	A	A%	N.º Dom.	A	A%	N.º Dom.	%
	Rocha								
15	Lagoa do Mato	2.684	7	0,26	2.065	0	0,00	619	29,98
16	Buriti bravo	5.709	11	0,19	4.802	3	0,06	907	18,89
17	Sen. Alexandre Costa	2.581	2	0,08	1.995	0	0,00	586	29,37
18	São João do Soter	4.260	3	0,07	3.372	1	0,03	888	26,33
MÉDIO CURSO		152.929	5.173	3,38	120.928	787	0,65	32.001	26,46
BACIA DO RIO ITAPECURU		408.107	14.139	3,46	317.310	3.607	1,14	90.797	28,61
%		37,47	36,59	97,69	38,11	21,82	57,02	35,24	92,49

Obs.: TOTAL de domicílios; A - Domicílios ligados à rede geral de esgoto ou pluvial; A% - Percentual deste serviço sobre todos os serviços de esgoto. Formas de esgotamento sanitário:

Fonte: Censos Demográficos (IBGE, 2000 e 2010).

Tabela 42 – Rede Geral de esgoto ou pluvial em relação ao total de domicílios e ranking municipal para o Baixo Curso da bacia do rio Itapecuru, período: 2000 e 2010.

Ranking (A%) de 2010	Municípios	Total de domicílios ligados à rede geral de esgoto ou pluvial							
		2010			2000			2010 vs 2000	
		N.º Dom.	A	A%	N.º Dom.	A	A%	N.º Dom.	%
1	Bacabal	26.246	2.600	9,91	21.173	1.285	6,07	5.073	23,96
2	Codó	29.571	2.882	9,75	25.078	1.193	4,76	4.493	17,92
3	Lima Campos	3.188	259	8,12	2.648	48	1,81	540	20,39
4	Vargem Grande	11.096	564	5,08	7.486	5	0,07	3.610	48,22
5	Coroatá	15.929	618	3,88	13.083	47	0,36	2.846	21,75
6	Capinzal do Norte	2.880	66	2,29	2.504	0	0,00	376	15,02
7	Itapecuru Mirim	15.703	360	2,29	9.459	19	0,20	6.244	66,01
8	Rosário	9.456	190	2,01	7.087	36	0,51	2.369	33,43
9	Alto Alegre do MA	5.849	80	1,37	4.405	4	0,09	1.444	32,78
10	São Luís Gonzaga do MA	5.228	70	1,34	5.126	24	0,47	102	1,99
11	Peritoró	5.591	74	1,32	4.093	4	0,10	1.498	36,6
12	Aldeias Altas	5.786	61	1,05	4.164	3	0,07	1.622	38,95
13	Miranda do Norte	5.195	47	0,90	3.600	4	0,11	1.595	44,31
14	Cantanhede	4.713	38	0,81	3.693	4	0,11	1.020	27,62

Ranking (A%) de 2010	Municípios	Total de domicílios ligados à rede geral de esgoto ou pluvial							
		2010			2000			2010 vs 2000	
		N.º Dom.	A	A%	N.º Dom.	A	A%	N.º Dom.	%
15	Matões do Norte	2.529	18	0,71	1.603	0	0,00	926	57,77
16	Bacabeira	3.657	25	0,68	2.249	1	0,04	1.408	62,61
17	Pirapemas	4.165	26	0,62	3.363	0	0,00	802	23,85
18	São Mateus do MA	9.814	59	0,60	7.768	14	0,18	2.046	26,34
19	Axixá	2.545	15	0,59	1.944	0	0,00	601	30,92
20	Timbiras	6.541	17	0,26	5.800	9	0,16	741	12,78
21	Santa Rita	7.919	16	0,20	5.474	1	0,02	2.445	44,67
BAIXO CURSO		183.601	8.085	4,40	141.800	2.701	1,90	41.801	29,48
BACIA DO RIO ITAPECURU		408.107	14.139	3,46	317.310	3.607	1,14	90.797	28,61
%		44,99	57,18	127,17	44,69	74,88	166,67	46,04	103,04

Obs.: TOTAL de domicílios; A - Domicílios ligados à rede geral de esgoto ou pluvial; A% - Percentual deste serviço sobre todos os serviços de esgoto. Formas de esgotamento sanitário:

Fonte: Censos Demográficos (IBGE, 2000 e 2010).

6.3 Coleta de lixo

As informações contidas nos Censos Demográficos (IBGE, 2000 e 2010) mostram que havia no Maranhão, em 2000, 1.235.496 domicílios e, desses, 379.379 possuíam coleta de lixo, cerca de 30,71% do total. No ano de 2010, esse número aumentou para 1.653.701 e, desses, 775.080 possuíam coleta de lixo, cerca de 46,87% de domicílios.

Na bacia do rio Itapecuru, no ano de 2000, havia 317.310 domicílios, dos quais 80.323 (25,31%) possuíam coleta de lixo (

Figura 233). O Alto Curso da bacia do rio Itapecuru, nesse ano, apresentou 54.582 domicílios, cerca de 17,20% do total da bacia, sendo 7.015 (12,85%) dos domicílios com coleta de lixo. No ano de 2010, essa bacia apresentou um total de 408.107 domicílios, dos quais 154.660 (37,90%) apresentavam coleta de lixo.

A Tabela 43 a Tabela 45 expressam a situação da coleta de lixo para os anos de 2000 e 2010, com referência para a bacia do rio Itapecuru e para os municípios que compõem o Alto, o Médio e o Baixo Cursos dessa bacia.

Tabela 43 – Coleta de lixo em relação ao total de domicílios e ranking municipal para o Alto Curso da bacia do rio Itapecuru, período: 2000 e 2010.

Ranking (A%) de 2010	Municípios	Total de domicílios com coleta por serviço de limpeza							
		2010			2000			2010 vs 2000	
		N.º Dom.	A	A%	N.º Dom.	A	A%	N.º Dom.	%
1	Paraibano	5.288	3.443	65,11	4.097	1.147	28,00	2.296	200,17
2	São Raimundo das Mangabeiras	4.438	2.762	62,24	3.180	221	6,95	2.541	1149,77
3	São João dos Patos	7.013	4.309	61,44	5.580	661	11,85	3.648	551,89
4	Loreto	2.670	1.551	58,09	2.036	424	20,83	1.127	265,8
5	São Domingos do Azeitão	1.679	816	48,60	1.296	93	7,18	723	777,42
6	Pastos Bons	4.688	2.210	47,14	3.452	1.255	36,36	955	76,10
7	Tuntum	10.433	4.107	39,37	7.967	1.496	18,78	2.611	174,53
8	Colinas	9.873	3.169	32,1	8.050	875	10,87	2.294	262,17
9	Passagem Franca	4.568	1.212	26,53	3.415	33	0,97	1.179	3572,73
10	Formosa da Serra Negra	3.880	975	25,13	2.535	37	1,46	938	2535,14
11	Fortaleza dos Nogueiras	2.850	680	23,86	2.190	238	10,87	442	185,71
12	Sambaíba	1.369	323	23,59	1.055	2	0,19	321	16050,0
13	Mirador	4.897	921	18,81	4.268	531	12,44	390	73,45
14	São Félix de Balsas	1.212	106	8,75	1.103	1	0,09	105	10500,0
15	Sucupira do Norte	2.700	176	6,52	2.311	1	0,04	175	17500,0
16	Fernando Falcão	1.881	115	6,11	968	0	0,00	115	-----
17	Jatobá	2.138	72	3,37	1.079	0	0,00	72	-----
ALTO CURSO		71.577	26.947	37,65	54.582	7.015	12,85	19.932	284,13
BACIA DO RIO ITAPECURU		408.107	154.660	37,90	317.310	80.323	25,31	74.337	92,55
%		17,54	17,42	99,32	17,20	8,73	50,77	26,81	307,00

Obs.: TOTAL de domicílios; A - Domicílios com coleta por serviço de limpeza pública;

A% - Percentual deste serviço sobre todos os serviços de limpeza pública. Formas de limpeza:

Fonte: Censos Demográficos (IBGE, 2000 e 2010).

Tabela 44 – Coleta de lixo em relação ao total de domicílios e ranking municipal para o Médio Curso da bacia do rio Itapecuru, período: 2000 e 2010.

Ranking (A%) de 2010	Municípios	Total de domicílios com coleta por serviço de limpeza							
		2010			2000			2010 vs 2000	
		N.º Dom.	A	A%	N.º Dom.	A	A%	N.º Dom.	%
1	Timon	40.487	23.785	58,75	29.399	14.428	49,08	11.088	37,72
2	Governador Archer	2.577	1.478	57,35	2.111	91	4,31	466	22,07
3	Dom Pedro	6.204	3.001	48,37	5.221	1.715	32,85	983	18,83
4	Caxias	40.155	16.131	40,17	31.880	12.821	40,22	8.275	25,96
5	Santo Antônio dos Lopes	3.712	1.395	37,58	3.235	990	30,6	477	14,74
6	Fortuna	3.926	1.402	35,71	3.311	644	19,45	615	18,57
7	Gov. Eugênio Barros	4.096	1.445	35,28	3.445	339	9,84	651	18,9
8	São Domingos do MA	8.864	3.079	34,74	7.395	1.309	17,7	1.469	19,86
9	Gonçalves Dias	4.559	1.537	33,71	3.939	448	11,37	620	15,74
10	Lagoa do Mato	2.684	870	32,41	2.065	0	0	619	29,98
11	Parnarama	8.647	2.301	26,61	7.096	685	9,65	1.551	21,86
12	São Francisco do MA	3.287	556	16,92	3.041	0	0	246	8,09
13	Governador Luiz Rocha	1.892	285	15,06	1.413	1	0,07	479	33,9
14	Burití Bravo	5.709	806	14,12	4.802	197	4,1	907	18,89
15	Matões	7.591	939	12,37	5.757	137	2,38	1.834	31,86
16	Sen. Alexandre Costa	2.581	286	11,08	1.995	79	3,96	586	29,37
17	Graça Aranha	1.698	137	8,07	1.451	19	1,31	247	17,02
18	São João do Soter	4.260	134	3,15	3.372	1	0,03	888	26,33
MÉDIO CURSO		152.929	59.567	38,95	120.928	33.904	28,04	32.001	26,46
BACIA DO RIO ITAPECURU		408.107	154.660	37,90	317.310	80.323	25,31	90.797	28,61
%		37,47	38,51	102,77	38,11	42,21	110,79	35,24	92,49

Obs.: TOTAL de domicílios; A - Domicílios com coleta por serviço de limpeza pública;

A% - Percentual deste serviço sobre todos os serviços de limpeza pública. Formas de limpeza:

Fonte: Censos Demográficos (IBGE, 2000 e 2010).

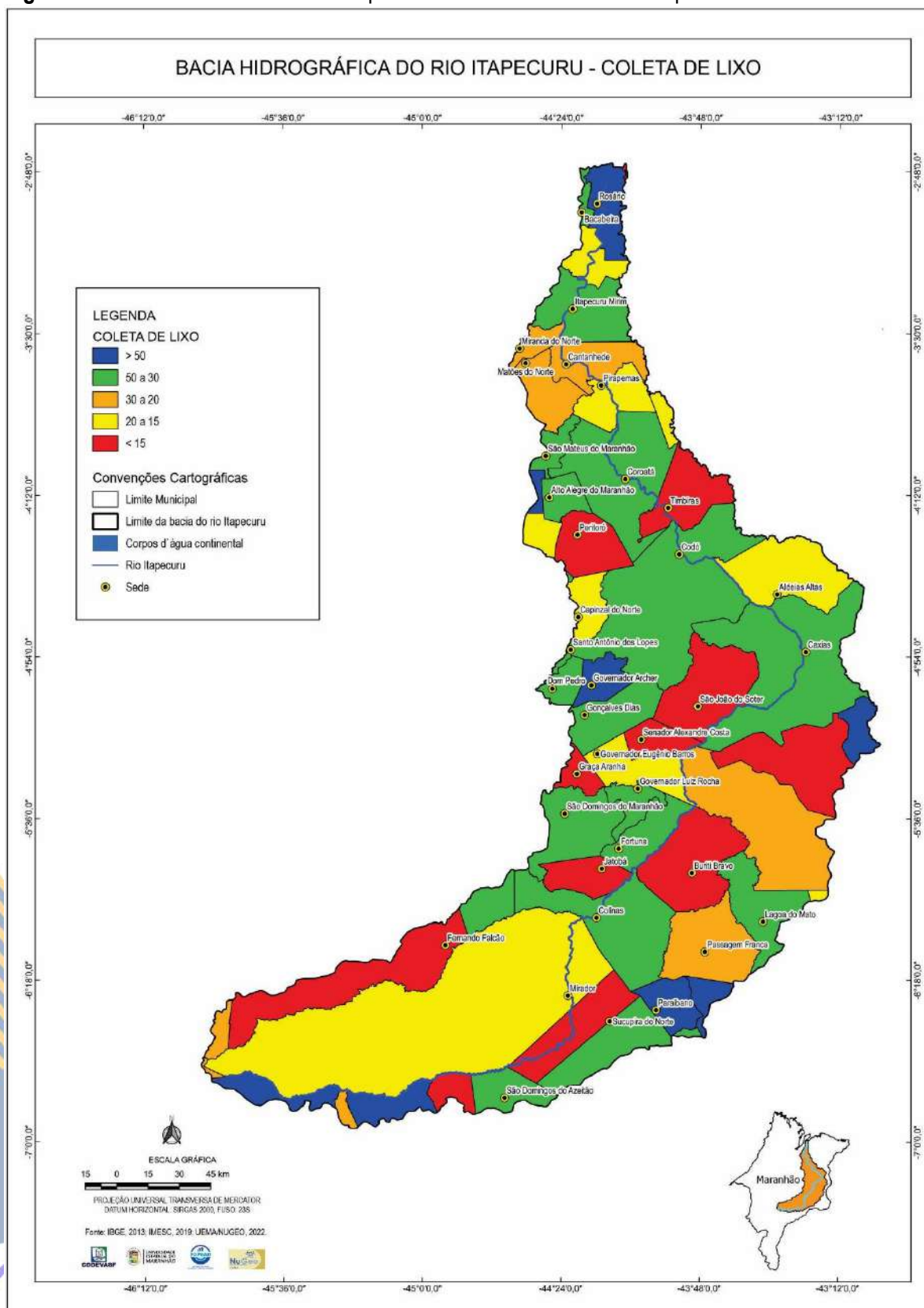
Tabela 45 – Coleta de lixo em relação ao total de domicílios e ranking municipal para o Baixo Curso da bacia do rio Itapecuru, período: 2000 e 2010.

Ranking (A%) de 2010	Municípios	Total de domicílios com coleta por serviço de limpeza							
		2010			2000			2010 vs 2000	
		N.º Dom.	A	A%	N.º Dom.	A	A%	N.º Dom.	%
1	Bacabal	26.246	17.129	65,26	21.173	12.738	60,16	5.073	23,96
2	Rosário	9.456	5.049	53,39	7.087	2.240	31,61	2.369	33,43
3	Codó	29.571	15.671	52,99	25.078	12.577	50,15	4.493	17,92
4	São Mateus do MA	9.814	4.728	48,18	7.768	3.254	41,89	2.046	26,34
5	Bacabeira	3.657	1.544	42,22	2.249	3	0,13	1.408	62,61
6	Lima Campos	3.188	1.254	39,34	2.648	53	2,00	540	20,39
7	Alto Alegre do MA	5.849	2.166	37,03	4.405	39	0,89	1.444	32,78
8	Coroatá	15.929	5.600	35,16	13.083	3.545	27,1	2.846	21,75
9	Itapecuru Mirim	15.703	4.975	31,68	9.459	2.097	22,17	6.244	66,01
10	Cantanhede	4.713	1.275	27,05	3.693	432	11,7	1.020	27,62
11	Miranda do Norte	5.195	1.089	20,96	3.600	290	8,06	1.595	44,31
12	Matões do Norte	2.529	527	20,84	1.603	0	0,00	926	57,77
13	Aldeias Altas	5.786	1.059	18,30	4.164	416	9,99	1.622	38,95
14	Pirapemas	4.165	748	17,96	3.363	66	1,96	802	23,85
15	Santa Rita	7.919	1.358	17,15	5.474	58	1,06	2.445	44,67
16	São Luís Gonzaga do MA	5.228	896	17,14	5.126	390	7,61	102	1,99
17	Capinzal do Norte	2.880	465	16,15	2.504	167	6,67	376	15,02
18	Vargem Grande	11.096	1.750	15,77	7.486	202	2,70	3.610	48,22
19	Timbiras	6.541	636	9,72	5.800	785	13,53	741	12,78
20	Peritoró	5.591	198	3,54	4.093	52	1,27	1.498	36,6
21	Axixá	2.545	29	1,14	1.944	0	0,00	601	30,92
BAIXO CURSO		183.601	68.146	37,12	141.800	39404	27,79	41.801	29,48
BACIA DO RIO ITAPECURU		408.107	154.660	37,90	317.310	80.323	25,31	90.797	28,61
%		44,99	44,06	97,94	44,69	49,06	109,80	46,04	103,04

Obs.: TOTAL de domicílios; **A** - Domicílios com coleta por serviço de limpeza pública;
A% - Percentual deste serviço sobre todos os serviços de limpeza pública. Formas de limpeza:

Fonte: Censos Demográficos (IBGE, 2000 e 2010).

Figura 233 – Coleta de Lixo nos municípios inseridos na Bacia do Rio Itapecuru.



Fonte: Registros da Pesquisa (2022).

7. ÍNDICE DE ENVELHECIMENTO (IE)

O Índice de Envelhecimento (IE) é a relação entre o número de idosos (60 anos ou mais) multiplicado por 100, sobre o número de jovens (0 a 14 anos). Esse índice tem como principal objetivo, avaliar o segmento da população idosa em uma determinada região, e, sobretudo observar o ritmo de envelhecimento da população em áreas geográficas e também em grupos sociais.

Conforme os dados do IBGE (2010) o Índice de Envelhecimento do estado do Maranhão é de (27,96%), enquanto para a bacia do rio Itapecuru o IE foi da ordem de 30,50% (

Figura 234).

Da Tabela 46 a Tabela 48 é apresentado o Índice de Envelhecimento para o ano de 2010, com referência à bacia do rio Itapecuru e os municípios que a compõem no Alto, o Médio e o Baixo Cursos.

Tabela 46 – Índice de Envelhecimento (IE): Maranhão, bacia do rio Itapecuru e municípios do Alto Curso.

MUNICÍPIOS	POPULAÇÃO		Índice de Envelhecimento (IE) %
	0 a 14 anos	60 anos e mais	
Colinas	12.646	3.376	26,70
Fernando Falcão	3.527	643	18,23
Formosa da Serra Negra	5.956	1.251	21,00
Fortaleza dos Nogueiras	3.699	969	26,20
Jatobá	2.962	724	24,44
Loreto	3.494	1.064	30,45
Mirador	6.976	1.844	26,43
Paraibano	5.879	2.228	37,90
Passagem Franca	5.634	1.798	31,91
Pastos Bons	5.718	1.884	32,95
Sambaíba	1.813	580	31,99
São Domingos do Azeitão	2.348	617	26,28
São Félix de Balsas	1.387	498	35,90
São João dos Patos	6.839	3.048	44,57
São Raimundo das Mangabeiras	5.537	1.779	32,13
Sucupira do Norte	3.262	1.108	33,97
Tuntum	12.398	3.886	31,34
ALTO CURSO	90.075	27.297	30,30
BACIA DO RIO ITAPECURU	511.951	156.123	30,50

MARANHÃO	2.034.076	568.681	27,96
-----------------	------------------	----------------	--------------

Fonte: Censo Demográfico (IBGE, 2010).

Tabela 47 – Índice de Envelhecimento (IE): Maranhão, bacia do rio Itapecuru e municípios do Médio Curso.

MUNICÍPIOS	POPULAÇÃO		Índice de Envelhecimento (IE) %
	0 a 14 anos	60 anos e mais	
Buriti Bravo	7.568	2.464	32,56
Caxias	46.256	16.291	35,22
Dom Pedro	6.683	2.354	35,22
Fortuna	4.976	1.642	33,00
Gonçalves Dias	5.408	1.920	35,50
Governador Archer	3.117	1.109	35,58
Governador Eugênio Barros	5.299	1.677	31,65
Governador Luiz Rocha	2.401	735	30,61
Graça Aranha	1.755	735	41,88
Lagoa do Mato	3.311	1.028	31,05
Matões	10.907	3.173	29,09
Parnarama	11.593	3.460	29,85
Santo Antônio dos Lopes	4.222	1.479	35,03
São Domingos do Maranhão	10.702	3.251	30,38
São Francisco do Maranhão	3.677	1.457	39,62
São João do Soter	6.237	1.800	28,86
Senador Alexandre Costa	3.449	1.024	29,69
Timon	45.023	13.256	29,44
MÉDIO CURSO	182.584	58.955	32,29
BACIA DO RIO ITAPECURU	511.951	156.123	30,50
MARANHÃO	2.034.076	568.681	27,96

Fonte: Censo Demográfico (IBGE, 2010).

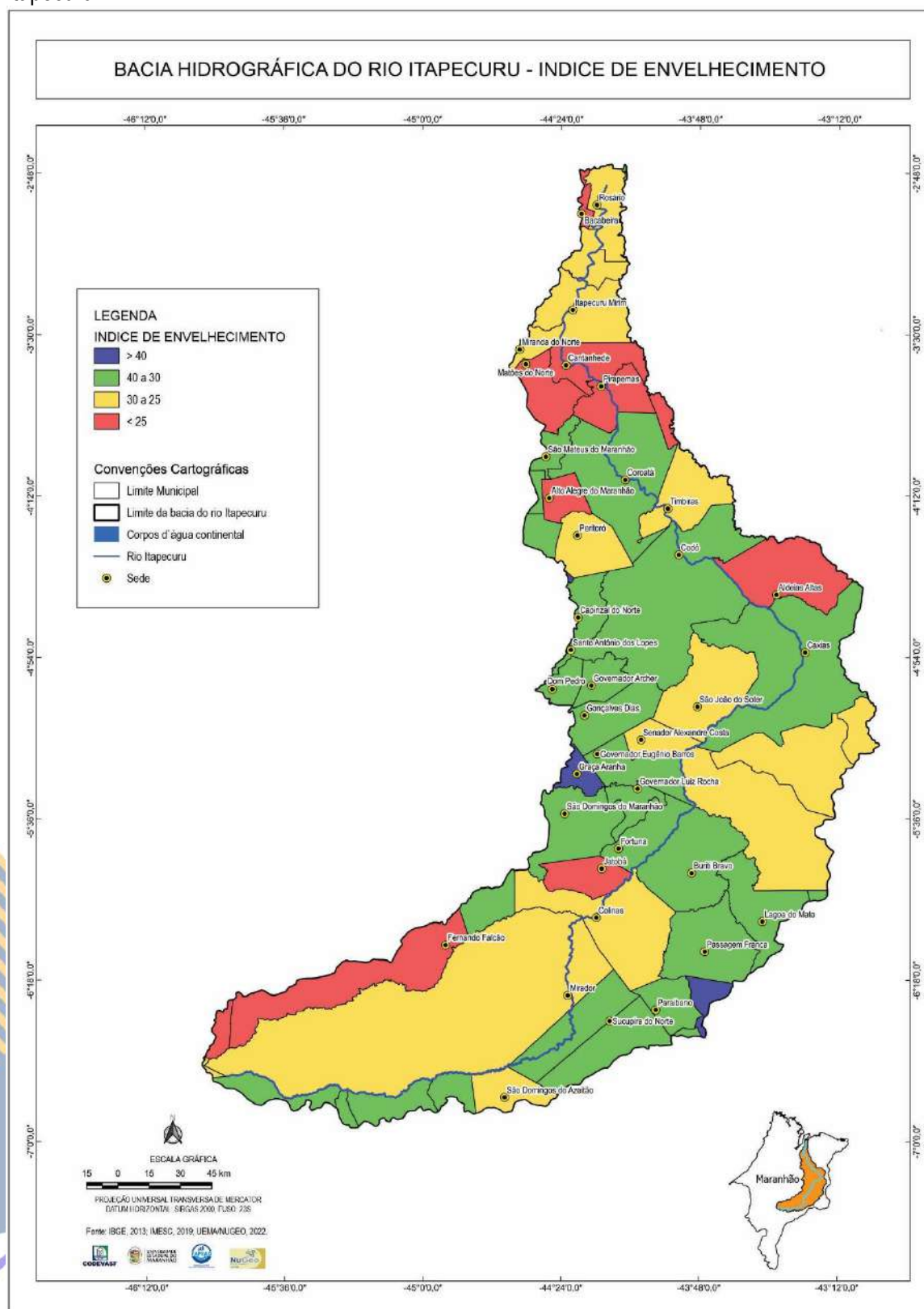
Tabela 48 – Índice de Envelhecimento (IE): Maranhão, bacia do rio Itapecuru e municípios do Baixo Curso.

MUNICÍPIOS	POPULAÇÃO		Índice de Envelhecimento (IE) %
	0 a 14 anos	60 anos e mais	
Aldeias Altas	8.632	1.936	22,43
Alto Alegre do Maranhão	8.057	2.013	24,98
Axixá	3.620	1.131	31,24
Bacabal	29.600	9.804	33,12
Bacabeira	4.801	1.121	23,35
Cantanhede	6.922	1.615	23,31
Capinzal do Norte	3.186	1.239	38,89
Codó	37.666	12.636	33,55

MUNICÍPIOS	POPULAÇÃO		Índice de Envelhecimento (IE) %
	0 a 14 anos	60 anos e mais	
Coroatá	20.025	6.134	30,63
Itapecuru Mirim	20.475	5.501	26,87
Lima Campos	3.245	1.382	42,59
Matões do Norte	4.682	1.002	21,40
Miranda do Norte	7.097	1.968	27,73
Peritoró	7.194	1.978	27,50
Pirapemas	6.232	1.518	24,36
Rosário	12.193	3.541	29,04
Santa Rita	9.793	2.930	29,92
São Luiz Gonzaga do Maranhão	6.555	1.973	30,10
São Mateus do Maranhão	12.541	3.965	31,62
Timbiras	9.421	2.603	27,63
Vargem Grande	17.295	4.019	23,24
BAIXO CURSO	239.232	70.009	29,26
BACIA DO RIO ITAPECURU	511.951	156.123	30,50
MARANHÃO	2.034.076	568.681	27,96

Fonte: Censo Demográfico (IBGE, 2010).

Figura 234 – Índice de envelhecimento da população dos municípios inseridos na Bacia do Rio Itapecuru.



Fonte: Registros da Pesquisa (2022).

8. MORTALIDADE INFANTIL

A mortalidade infantil é um indicador de saúde que revela o número de óbitos de menores de um ano de idade, por mil nascidos vivos, para determinado espaço geográfico e período. De acordo com dados do IBGE (2017) o estado do Maranhão apresentou uma taxa de mortalidade infantil da ordem de 17,04‰, enquanto para a bacia do rio Itapecuru essa taxa foi da ordem de 17,48‰.

A Tabela 49 a Tabela 51 e a Figura 235 apresentam os valores de mortalidade infantil para o ano de 2017, com referência para o Maranhão, a bacia do rio Itapecuru e para os municípios que a compõem no Alto, Médio e Baixo Cursos (Figura 236).

Tabela 49 – Taxas de mortalidade infantil para os municípios do Alto Curso da bacia do rio Itapecuru.

Ranking	Municípios	%	Ranking	Municípios	%
1	São Félix de Balsas	68,18	11	Jatobá	15,27
2	São Domingos do Azeitão	29,85	12	Sambaíba	15,15
3	Pastos Bons	24,69	13	Formosa da Serra Negra	11,72
4	Loreto	24,24	14	Passagem Franca	10,87
5	São João dos Patos	21,79	15	Mirador	9,17
6	Fortaleza dos Nogueiras	19,38	16	Sucupira do Norte	8,06
7	São Rdo das Mangabeiras	18,75	17	Colinas	7,46
8	Tuntum	16,85	ALTO CURSO		19,58
9	Fernando Falcão	16,06	BACIA DO RIO ITAPECURU		17,48
10	Paraibano	15,29	MARANHÃO		17,04

Fonte: (IBGE, 2017).

Tabela 50 – Taxas de mortalidade infantil para os municípios do Médio Curso da bacia do rio Itapecuru.

Ranking	Municípios	%	Ranking	Municípios	%
1	Graça Aranha	57,69	12	Caxias	9,60
2	Governador Luiz Rocha	35,71	13	São Dom. do Maranhão	9,36
3	Parnarama	28,96	14	Fortuna	8,85
4	Gonçalves Dias	26,42	15	Gov. Eugênio Barros	7,07
5	São João do Soter	19,84	16	Lagoa do Mato	6,80
6	Matões	17,93	17	São Francisco do Maranhão	6,06
7	Timon	14,59	18	Santo Antônio dos Lopes	4,26
8	Senador Alexandre Costa	14,56	MÉDIO CURSO		17,01
9	Dom Pedro	14,45	BACIA DO RIO ITAPECURU		17,48
10	Buriti Bravo	12,05	MARANHÃO		17,04
11	Governador Archer	11,98			

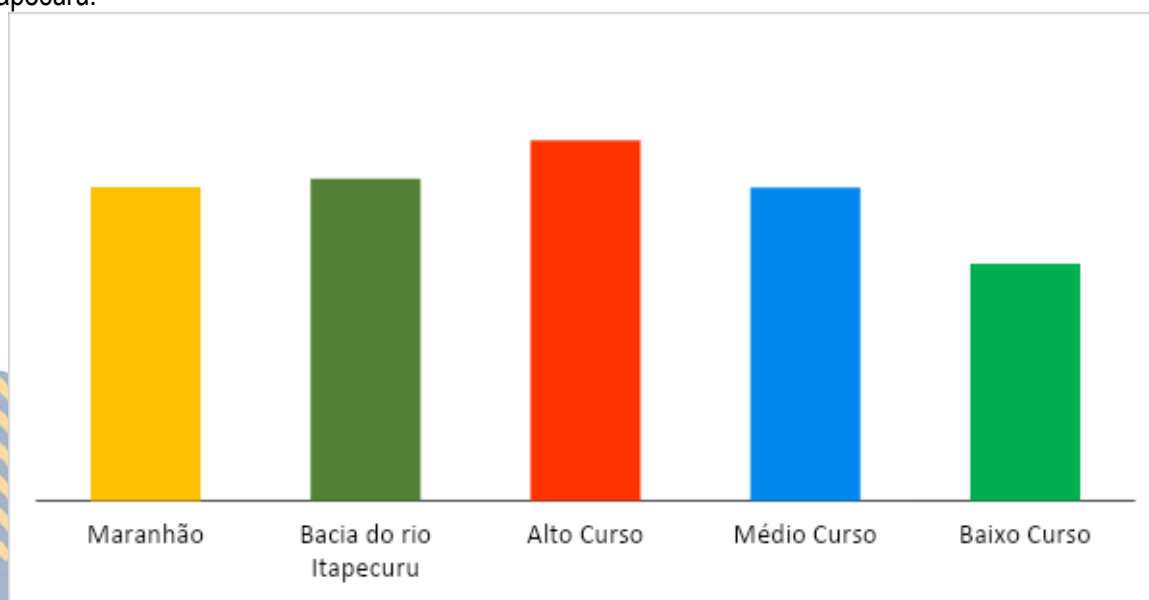
Fonte: (IBGE, 2017).

Tabela 51 – Taxas de mortalidade infantil para os municípios do Baixo Curso da bacia do rio Itapecuru.

Ranking	Municípios	%	Ranking	Municípios	%
1	Matões do Norte	17,86	14	Alto Alegre do Maranhão	11,93
2	Axixá	17,54	15	Capinzal do Norte	10,81
3	Rosário	17,48	16	Peritoró	10,55
4	Santa Rita	17,09	17	Bacabal	8,44
5	Timbiras	16,92	18	Bacabeira	7,17
6	Cantanhede	16,67	19	São Luís Gonzaga do MA	6,21
7	Codó	16,26	20	Miranda do Norte	5,60
8	Aldeias Altas	16,20	21	Lima Campos	5,41
9	Pirapemas	14,93	BAIXO CURSO		12,86
10	São Mateus do Maranhão	14,47	BACIA DO RIO ITAPECURU		17,48
12	Itapecuru Mirim	13,51	MARANHÃO		17,04
13	Coroatá	12,73			

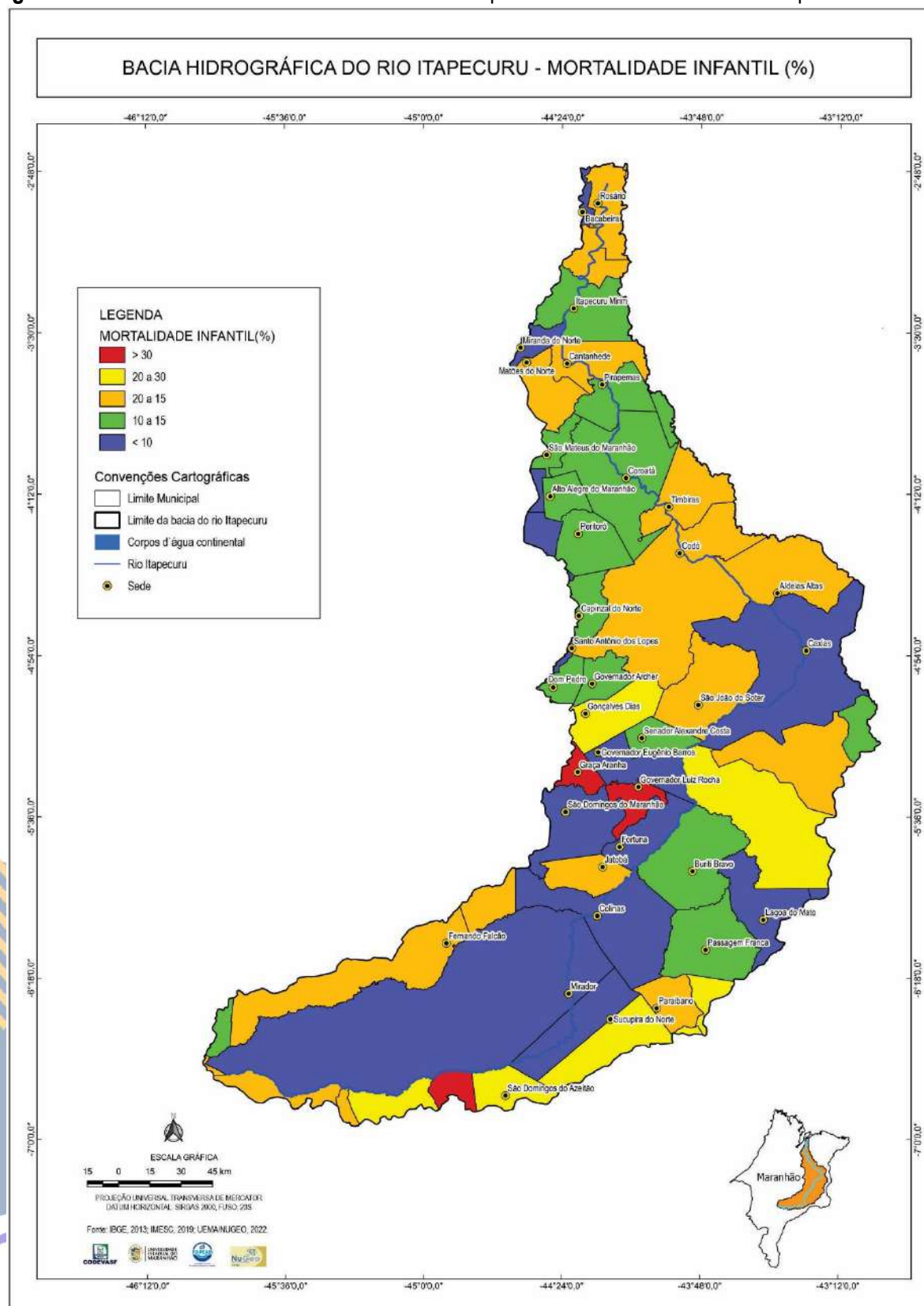
Fonte: (IBGE, 2017).

Figura 235 – Taxas de mortalidade infantil para o estado do Maranhão, bacia hidrográfica do rio Itapecuru e para os municípios que compõem o Alto, o Médio e o Baixo Cursos da bacia do rio Itapecuru.



Fonte: (IBGE, 2017).

Figura 236 – Índice de mortalidade infantil dos municípios inseridos na Bacia do Rio Itapecuru.



Fonte: Registros da Pesquisa (2022).

9. TAXA DE ANALFABETISMO DE MAIORES DE 15 ANOS DE IDADE

A taxa de analfabetismo para as pessoas maiores de 15 anos de idade, no Maranhão foi de 20,4% de acordo com o Censo Demográfico (IBGE, 2010). Segundo o MEC, para que esta taxa diminua gradativamente, foi criada uma política sistêmica denominada Brasil Alfabetizado. Este programa funciona com a colaboração entre os Estados, Distrito Federal e municípios.

A estruturação da Educação de Jovens e Adultos também foi outra medida adotada pelo governo para alcançar esta clientela que estava aquém no processo educacional, fato que aumentava a taxa de analfabetos no Maranhão. Esta modalidade educacional contempla as populações do campo, quilombolas, indígenas, e também pessoas em privação de liberdade.

A taxa de analfabetismo acima de 15 anos de idade (IBGE, 2010) no Maranhão foi de 20,4%, enquanto para a bacia do rio Itapecuru essa taxa, em 2010, ficou na ordem de 26,1%. A Tabela 52 a Tabela 54 apresentam as taxas de analfabetismo de pessoas acima de 15 anos de idade para o ano de 2010, com referência para o estado do Maranhão, a bacia do rio Itapecuru e para os municípios que compõem o Alto, o Médio e o Baixo Cursos da bacia do rio Itapecuru (Figura 237 e Figura 238).

Tabela 52 – Taxas de analfabetismo de pessoas maiores de 15 anos para os municípios do Alto Curso da bacia do rio Itapecuru.

Ranking	Municípios	%	Ranking	Municípios	%
1	Fernando Falcão	38,2	11	São João dos Patos	25,1
2	Passagem Franca	35,1	12	Pastos Bons	23,2
3	Jatobá	30,8	13	Loreto	23,1
4	Paraibano	30,2	14	Sambaíba	22,7
5	Tuntum	29,7	15	São Raimundo das Mangabeiras	18,8
6	Mirador	29,2	16	Formosa da Serra Negra	18,4
7	Colinas	28,9	17	Fortaleza dos Nogueiras	14,6
8	São Domingos do Azeitão	28,9	ALTO CURSO		26,5
9	São Félix de Balsas	27,8	BACIA DO RIO ITAPECURU		26,2
10	Sucupira do Norte	25,8	MARANHÃO		20,4

Fonte: IBGE (2010).

Tabela 53 – Taxas de analfabetismo de pessoas maiores de 15 anos para os municípios do Médio Curso da bacia do rio Itapecuru.

Ranking	Municípios	%	Ranking	Municípios	%
1	São João do Soter	38,5	12	Buriti Bravo	29,8
2	Governador Eugênio Barros	35,8	13	Fortuna	29,7
3	São Francisco do Maranhão	35,8	14	Santo Antônio dos Lopes	28,4
4	Parnarama	35,7	15	São Domingos do Maranhão	28,2

Ranking	Municípios	%	Ranking	Municípios	%
5	Matões	34,6	16	Caxias	25,4
6	Senador Alexandre Costa	34,2	17	Dom Pedro	23,0
7	Gonçalves Dias	33,5	18	Timon	16,1
8	Lagoa do Mato	32,9	MÉDIO CURSO		30,8
9	Governador Luiz Rocha	31,8	BACIA DO RIO ITAPECURU		26,2
10	Governador Archer	30,5	MARANHÃO		20,4
11	Graça Aranha	30,1			

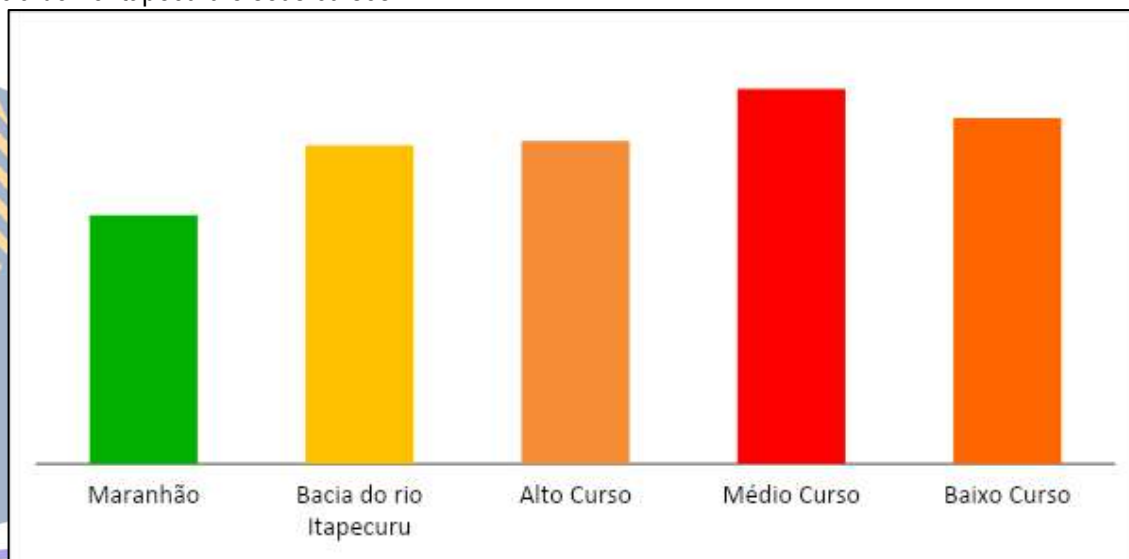
Fonte: IBGE (2010).

Tabela 54 – Taxas de analfabetismo de pessoas maiores de 15 anos para os municípios do Baixo Curso da bacia do rio Itapecuru.

Ranking	Municípios	%	Ranking	Municípios	%
1	Timbiras	37,6	14	Cantanhede	28,9
2	Peritoró	36,3	15	Itapecuru Mirim	26,7
3	Aldeias Altas	35,8	16	Santa Rita	21,5
4	São Luís Gonzaga do MA	35,6	17	Miranda do Norte	20,9
5	Matões do Norte	34,2	18	Bacabal	19,9
6	Lima Campos	32,6	19	Bacabeira	18,5
7	Capinzal do Norte	32,4	20	Rosário	17,3
8	Vargem Grande	31,8	21	Axixá	15,5
9	Coroatá	31,5	BAIXO CURSO		28,4
10	São Mateus do Maranhão	30,8	BACIA DO RIO ITAPECURU		26,2
12	Codó	29,9	MARANHÃO		20,4
13	Pirapemas	29,5			

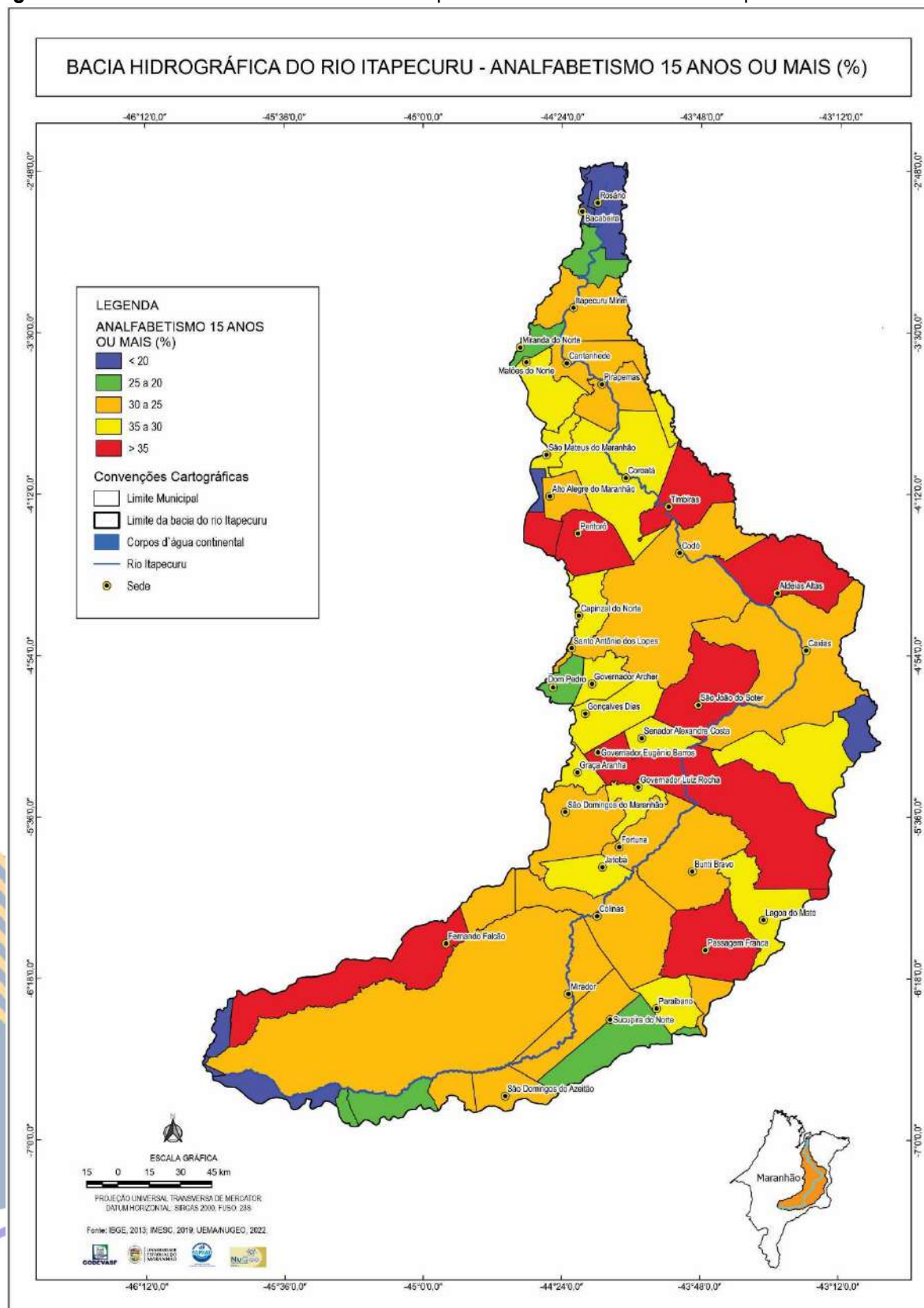
Fonte: IBGE (2010).

Figura 237 – Taxas de analfabetismo de pessoas maiores de 15 anos para o estado do Maranhão, bacia do rio Itapecuru e seus cursos.



Fonte: IBGE (2010).

Figura 238 – Taxa de analfabetismo dos municípios inseridos na Bacia do Rio Itapecuru.



10. PRODUTO INTERNO BRUTO - PIB

As informações sobre o Produto Interno Bruto foram obtidas do IBGE (2010 e 2017). Em 2010 o PIB estadual era de R\$ 46,3 bilhões, passando para R\$ 89,5 bilhões em 2017. Isso representou um crescimento de 93,23% no período. A bacia do rio Itapecuru em 2010 apresentou um PIB de R\$ 7,8 bilhões, cerca de 16,89% do PIB estadual. Para o ano de 2017 o PIB da bacia do rio Itapecuru foi da ordem de R\$ 16,6 bilhões, representando aproximadamente 18,57% do PIB estadual. O crescimento do PIB da bacia do rio Itapecuru no período foi da ordem de 112,55%.

A Tabela 54 a Tabela 57 apresentam a evolução do Produto Interno Bruto (PIB), com referência para o estado do Maranhão, bacia do rio Itapecuru e para os municípios que compõem o Alto, o Médio e o Baixo Cursos da bacia do rio Itapecuru (Figura 239), para o período 2010 a 2017.

Tabela 55 – Evolução do Produto Interno Bruto (PIB) municipal a preço corrente no período 2010 a 2017 e ranking municipal para o Alto Curso da bacia do rio Itapecuru.

Ranking	Municípios	PIB (R\$ 1.000,00)				
		2017	% (a)	2010	2017 - 2010	% (b)
1	São Rdo. das Mangabeiras	386.359,07	12,95	220.286,13	166.072,94	75,39
2	Colinas	322.630,04	10,82	155.747,55	166.882,49	107,15
3	Tuntum	277.338,77	9,30	141.341,64	135.997,13	96,22
4	São João dos Patos	263.959,88	8,85	116.421,19	147.538,69	126,73
5	Sambaíba	216.683,36	7,27	95.540,47	121.142,89	126,8
6	Loreto	192.188,22	6,44	86.917,53	105.270,69	121,12
7	Pastos Bons	190.671,35	6,39	70.835,43	119.835,92	169,18
8	Mirador	180.197,33	6,04	83.775,18	96.422,15	115,10
9	São Domingos do Azeitão	173.557,32	5,82	94.272,44	79.284,88	84,10
10	Fortaleza dos Nogueiras	142.144,37	4,77	87.270,46	54.873,91	62,88
11	Paraibano	138.697,93	4,65	70.947,64	67.750,29	95,49
12	Formosa da Serra Negra	132.155,97	4,43	75.038,27	57.117,70	76,12
13	Passagem Franca	128.391,72	4,30	63.912,78	64.478,94	100,89
14	Sucupira do Norte	74.528,88	2,50	32.482,71	42.046,17	129,44
15	Jatobá	60.055,72	2,01	29.201,35	30.854,37	105,66
16	Fernando Falcão	54.967,52	1,84	28.155,16	26.812,36	95,23
17	São Félix de Balsas	48.008,60	1,61	18.089,64	29.918,96	165,39
ALTO CURSO		2.982.536,05	100,00	1.470.235,57	1.512.300,48	102,86
BACIA DO RIO ITAPECURU		16.622.570,55	17,94	7.820.701,59	8.801.868,96	112,55
MARANHÃO		89.524.183,60	18,57	46.309.633,11	43.214.550,49	93,32

Obs.: (a) Sobre o PIB do Alto Curso da BH do Itapecuru de 2017; (b) Crescimento do PIB (2017 versus 2010).

Tabela 56 – Evolução do Produto Interno Bruto (PIB) municipal a preço corrente no período 2010 a 2017 e ranking municipal para o Médio Curso da bacia do rio Itapecuru.

Ranking	Municípios	PIB (R\$ 1.000,00)				
		2017	% (a)	2010	2017 - 2010	% (b)
1	Timon	1.802.654,04	25,97	977.152,59	825.501,45	84,48
2	Caxias	1.714.089,31	24,69	1.025.085,64	689.003,68	67,21
3	Santo Antônio dos Lopes	1.613.452,56	23,24	72.776,27	1.540.676,29	2.117,00
4	São Domingos do MA.	270.101,96	3,89	163.485,99	106.615,97	65,21
5	Dom Pedro	224.413,16	3,23	124.434,21	99.978,94	80,35
6	Parnarama	200.198,09	2,88	113.052,39	87.145,70	77,08
7	Matões	175.042,35	2,52	88.715,99	86.326,36	97,31
8	Buriti bravo	154.316,89	2,22	70.058,54	84.258,35	120,27
9	Gonçalves Dias	114.956,21	1,66	52.987,88	61.968,33	116,95
10	Fortuna	103.074,14	1,48	60.073,46	43.000,68	71,58
11	Governador Eugênio Barros	95.356,13	1,37	52.650,09	42.706,04	81,11
12	São João do Soter	94.964,59	1,37	45.479,86	49.484,73	108,81
13	Senador Alexandre Costa	74.403,72	1,07	34.140,72	40.263,00	117,93
14	Lagoa do Mato	72.297,24	1,04	35.398,45	36.898,79	104,24
15	São Francisco do Maranhão	72.235,56	1,04	31.888,33	40.347,23	126,53
16	Governador Archer	67.484,97	0,97	30.208,20	37.276,78	123,4
17	Governador Luiz Rocha	51.067,72	0,74	24.654,78	26.412,93	107,13
18	Graça Aranha	42.289,68	0,61	21.451,62	20.838,06	97,14
MÉDIO CURSO		6.942.398,32	100,00	3.023.695,00	3.918.703,30	129,60
BACIA DO RIO ITAPECURU		16.622.570,55	41,76	7.820.701,59	8.801.868,96	112,55
MARANHÃO		89.524.183,60	18,57	46.309.633,11	43.214.550,49	93,32

Obs.: (a) Sobre o PIB do Médio Curso da BH do Itapecuru de 2017; (b) Crescimento do PIB (2017 versus 2010).

Fonte: IBGE (2010 e 2017).

Tabela 57 – Evolução do Produto Interno Bruto (PIB) municipal a preço corrente no período 2010 a 2017 e ranking municipal para o Baixo Curso da bacia do rio Itapecuru.

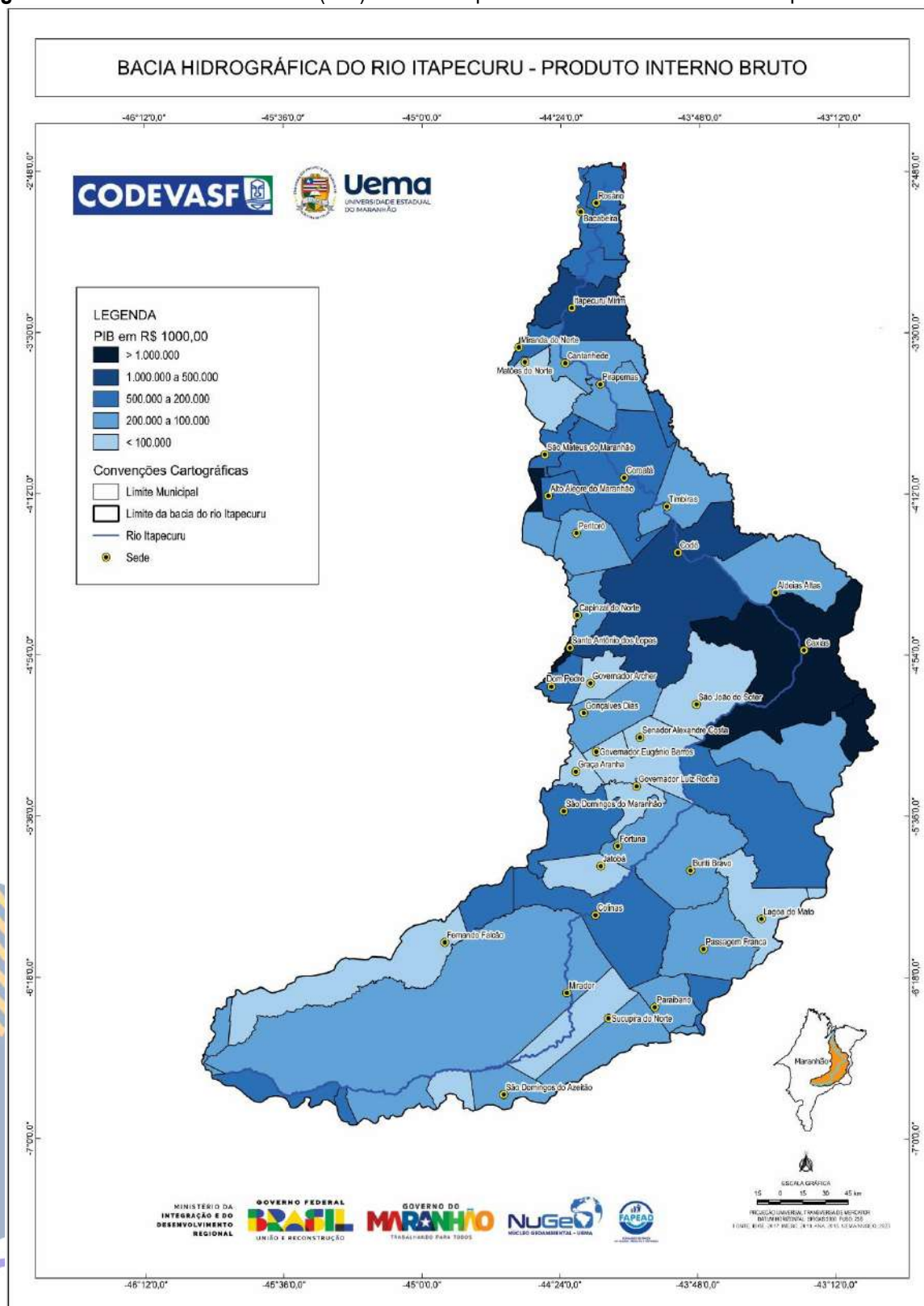
Ranking	Municípios	PIB (R\$ 1.000,00)				
		2017	% (a)	2010	2017 - 2010	% (b)
1	Bacabal	1.137.995,23	16,99	607.057,28	530937,95	87,46
2	Codó	957.335,76	14,29	593.907,85	363427,90	61,19
3	Itapecuru Mirim	595.834,98	8,90	286.118,21	309716,76	108,25
4	Miranda do Norte	488.067,80	7,29	219.999,42	268068,37	121,85
5	Coroatá	399.403,85	5,96	213.301,86	186102,00	87,25
6	São Mateus do Maranhão	371.269,19	5,54	130.918,73	240350,46	183,59
7	Bacabeira	339.836,91	5,07	166.512,85	173324,06	104,09

Ranking	Municípios	PIB (R\$ 1.000,00)				
		2017	% (a)	2010	2017 - 2010	% (b)
8	Rosário	311.893,99	4,66	159.324,99	152569,00	95,76
9	Vargem Grande	308.635,81	4,61	160.640,10	147995,70	92,13
10	Santa Rita	269.333,48	4,02	104.005,14	165328,34	158,96
11	Alto Alegre do Maranhão	220.569,55	3,29	97.104,50	123465,05	127,15
12	Peritoró	183.226,92	2,74	76.275,70	106951,22	140,22
13	Aldeias Altas	174.528,43	2,61	77.637,62	96890,81	124,80
14	Timbiras	150.806,26	2,25	69.646,40	81159,85	116,53
15	Lima Campos	150.725,35	2,25	39.256,00	111469,36	283,95
16	Capinzal do Norte	131.266,54	1,96	49.600,41	81666,13	164,65
17	São Luís Gonzaga do MA	127.312,62	1,90	82.148,76	45163,86	54,98
18	Cantanhede	120.427,91	1,80	62.812,32	57615,59	91,73
19	Pirapemas	110.708,08	1,65	56.477,49	54230,59	96,02
20	Matões do Norte	79.462,08	1,19	42.199,56	37262,52	88,30
21	Axixá	68.995,53	1,03	31.825,89	37169,65	116,79
BAIXO CURSO		6.697.636,24	100,00	3.326.771,05	3.370.865,19	101,33
BACIA DO RIO ITAPECURU		16.622.570,55	40,29	7.820.701,59	8.801.868,96	112,55
MARANHÃO		89.524.183,60	18,57	46.309.633,11	43.214.550,49	93,32

Obs.: (a) Sobre o PIB do Baixo Curso da BH do Itapecuru de 2017; (b) Crescimento do PIB (2017 versus 2010).

Fonte: IBGE (2010 e 2017).

Figura 239 – Produto Interno Bruto (PIB) dos municípios inseridos na Bacia do Rio Itapecuru.



Fonte: Registros da Pesquisa (2022).

11. ÍNDICE DE DESENVOLVIMENTO HUMANO - IDH

De acordo com o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento - PNUD (2013), com relação ao Índice de Desenvolvimento Humano - IDH, o estado do Maranhão (0,639) ocupa a penúltima posição em relação aos estados brasileiros e o Distrito Federal, ficando à frente apenas do estado de Alagoas (0,631). A bacia do rio Itapecuru apresentou o valor de IDH de 0,573.

A Tabela 58 a Tabela 60 apresentam os valores do IDH para o estado do Maranhão, bacia do rio Itapecuru e para os municípios que compõem o Alto, o Médio e o Baixo Cursos dessa, no ano de 2013. O IDH está sumarizado nas Figura 240 e Figura 241, com suas representações para o Maranhão, bacia do rio Itapecuru e seus cursos.

Tabela 58 – Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) com ranking para o Alto Curso da bacia do rio Itapecuru.

RANKING	MUNICÍPIOS	EDUCAÇÃO	RENDIA	LONGEVIDADE	IDH
1	Fortaleza dos Nogueiras	0,534	0,566	0,773	0,616
2	São João dos Patos	0,522	0,613	0,726	0,615
3	Pastos Bons	0,559	0,54	0,753	0,610
4	São Rdo das Mangabeiras	0,521	0,583	0,749	0,610
5	Colinas	0,524	0,571	0,709	0,596
6	São Domingos do Azeitão	0,486	0,576	0,732	0,59
7	Loreto	0,495	0,516	0,771	0,582
8	Paraibano	0,473	0,572	0,723	0,580
9	Sucupira do Norte	0,505	0,526	0,731	0,579
10	Tuntum	0,483	0,534	0,726	0,572
11	Sambaíba	0,456	0,542	0,728	0,565
12	Jatobá	0,481	0,522	0,702	0,561
13	São Félix de Balsas	0,43	0,517	0,778	0,557
14	Formosa da Serra Negra	0,459	0,485	0,774	0,556
15	Mirador	0,451	0,485	0,74	0,545
16	Passagem Franca	0,401	0,525	0,717	0,532
17	Fernando Falcão	0,286	0,417	0,728	0,443
ALTO CURSO		0,470	0,533	0,738	0,570
BACIA DO RIO ITAPECURU		0,478	0,534	0,738	0,573
MARANHÃO		0,562	0,612	0,757	0,639

Fonte: Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD, 2013).

Tabela 59 – Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) com ranking para o Médio Curso da bacia do rio Itapecuru.

RANKING	MUNICÍPIOS	EDUCAÇÃO	RENDIA	LONGEVIDADE	IDHM
1	Timon	0,579	0,614	0,768	0,649
2	Caxias	0,543	0,595	0,753	0,624
3	Dom Pedro	0,545	0,582	0,759	0,622
4	Buriti bravo	0,506	0,539	0,752	0,590
5	São Domingos do Maranhão	0,504	0,549	0,713	0,582
6	Fortuna	0,494	0,558	0,706	0,580
7	Governador Eugênio Barros	0,462	0,550	0,736	0,572
8	Graça Aranha	0,459	0,538	0,748	0,570
9	Gonçalves Dias	0,445	0,542	0,758	0,568
10	Lagoa do Mato	0,475	0,525	0,726	0,566
11	Santo Antônio dos Lopes	0,465	0,547	0,714	0,566
12	Governador Archer	0,481	0,545	0,687	0,565
13	Matões	0,434	0,519	0,739	0,550
14	Governador Luiz Rocha	0,459	0,508	0,692	0,544
15	Parnarama	0,416	0,504	0,758	0,542
16	Senador Alexandre Costa	0,435	0,520	0,689	0,538
17	São Francisco do Maranhão	0,400	0,503	0,733	0,528
18	São João do Soter	0,401	0,486	0,711	0,517
MÉDIO CURSO		0,470	0,539	0,730	0,570
BACIA DO RIO ITAPECURU		0,478	0,534	0,738	0,573
MARANHÃO		0,562	0,612	0,757	0,639

Fonte: Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD, 2013).

Tabela 60 – Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) com ranking para o Baixo Curso da bacia do rio Itapecuru.

RANKING	MUNICÍPIOS	EDUCAÇÃO	RENDIA	LONGEVIDADE	IDHM
1	Bacabal	0,591	0,619	0,753	0,651
2	Axixá	0,634	0,535	0,776	0,641
3	Rosário	0,592	0,566	0,752	0,632
4	Bacabeira	0,580	0,558	0,768	0,629
5	São Mateus do Maranhão	0,515	0,627	0,723	0,616
6	Miranda do Norte	0,550	0,550	0,751	0,610
7	Santa Rita	0,551	0,553	0,743	0,609
8	Itapecuru Mirim	0,539	0,534	0,747	0,599
9	Codó	0,492	0,568	0,754	0,595

RANKING	MUNICÍPIOS	EDUCAÇÃO	RENDIA	LONGEVIDADE	IDHM
10	Lima Campos	0,481	0,578	0,705	0,581
11	Coroatá	0,475	0,545	0,737	0,576
12	Pirapemas	0,514	0,501	0,741	0,576
13	Cantanhede	0,468	0,497	0,774	0,565
14	Peritoró	0,464	0,499	0,774	0,564
15	Alto Alegre do Maranhão	0,444	0,516	0,744	0,554
16	Vargem Grande	0,425	0,487	0,768	0,542
17	São Luís Gonzaga do MA	0,438	0,503	0,716	0,540
18	Capinzal do Norte	0,430	0,517	0,698	0,537
19	Timbiras	0,427	0,498	0,730	0,537
20	Matões do Norte	0,436	0,452	0,768	0,533
21	Aldeias Altas	0,374	0,500	0,720	0,513
BAIXO CURSO		0,492	0,532	0,745	0,580
BACIA DO RIO ITAPECURU		0,478	0,534	0,738	0,573
MARANHÃO		0,562	0,612	0,757	0,639

Fonte: Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD, 2013).

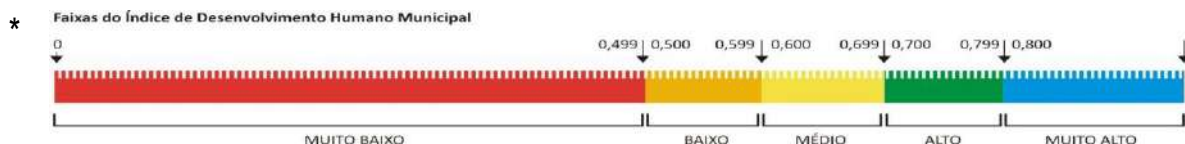
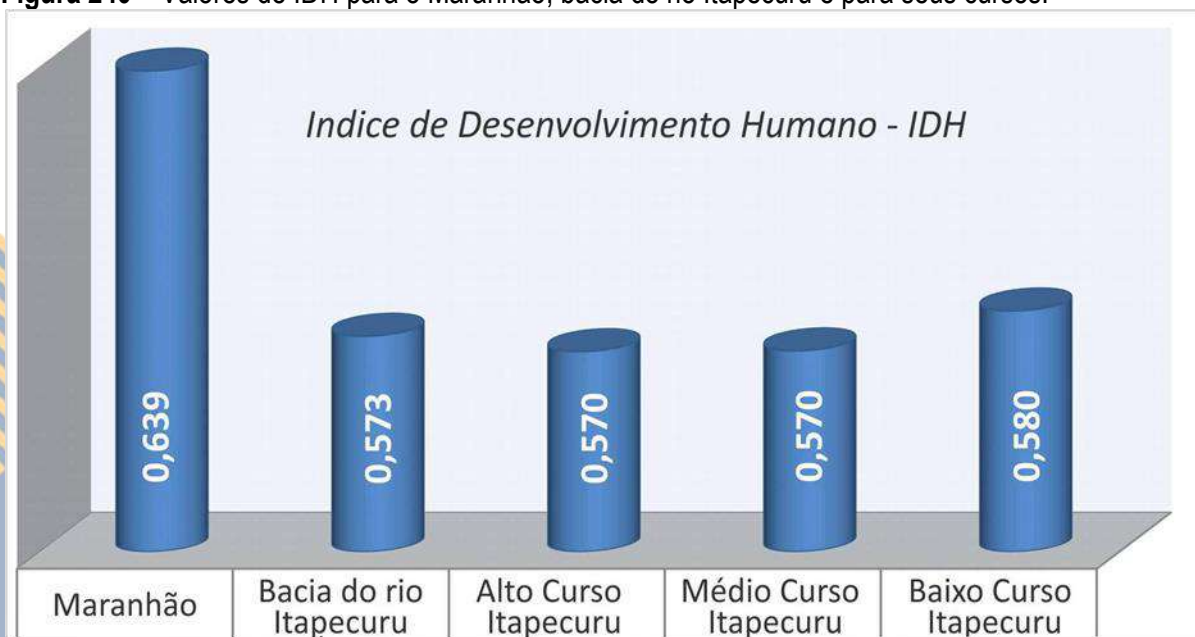
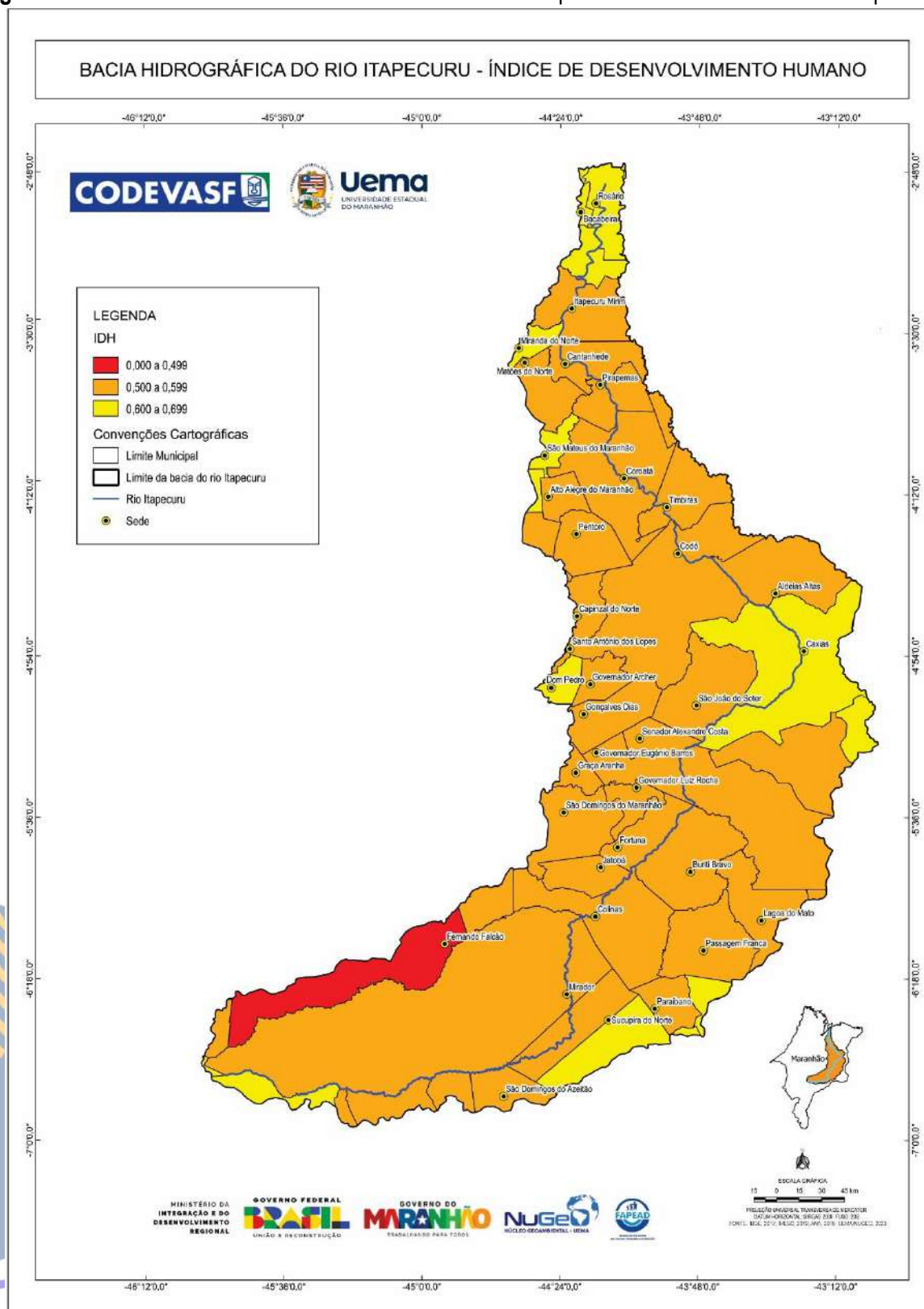


Figura 240 – Valores de IDH para o Maranhão, bacia do rio Itapecuru e para seus cursos.



Fonte: PNUD (2013).

Figura 241 – Índice de Desenvolvimento Humano dos municípios inseridos na Bacia do Rio Itapecuru.



Fonte: Registros da Pesquisa (2022).

12. ESTABELECIMENTOS AGROPECUÁRIOS E ÍNDICE DE GINI PARA CONCENTRAÇÃO DE TERRAS

12.1 Estabelecimentos Agropecuários

Estabelecimento Agropecuário é toda unidade de produção dedicada, total ou parcialmente, a atividades agropecuárias, florestais e aquícolas. Independentemente de seu tamanho, de sua forma jurídica (se pertence a um produtor, a vários produtores, a uma empresa, a um conjunto de empresas etc.) ou de sua localização (área rural ou urbana). Todo estabelecimento agropecuário tem como objetivo a produção, seja para venda (comercialização da produção) ou para subsistência (sustento do produtor ou de sua família), constituindo-se assim uma unidade recenseável (IBGE, 2017).

O índice de GINI é um coeficiente de mensuração da desigualdade que varia entre 0 e 1, utilizado principalmente em estudos sobre a distribuição de terra e renda. Este Índice assume valores de 0 a 1. O valor 0 corresponde à completa igualdade (a terra está igualmente dividida entre os imóveis); por outro lado, quanto mais próximo de 1 estiver o valor, mais desigual será a distribuição das terras.

O Índice de GINI para concentração de terras no estado do Maranhão, de acordo com os dados do IBGE (2017) é de 0,8769. Para a bacia do rio Itapecuru esse valor é da ordem de 0,8821. Considerando-se os cursos: Alto, Médio e Baixo, os valores para o índice de GINI são: 0,7947; 0,8989 e 0,9166, respectivamente. Estes valores demonstram que a terra está mais bem distribuída no Alto Curso que no restante da bacia do rio Itapecuru (Quadro 11).

O total de estabelecimentos agropecuários, total de área, área média e índice de GINI, com relação à bacia do rio Itapecuru e para os municípios que compõem o Alto, o Médio e o Baixo Cursos da bacia do rio Itapecuru, para o ano de 2017, foi representado da Tabela 61 a Tabela 63.

Tabela 61 – Número total e área dos Estabelecimentos Agropecuários, área média (ha) e Índice de GINI para os municípios do Alto Curso da bacia do rio Itapecuru.

ALTO CURSO DA BACIA DO RIO ITAPECURU	TOTAL DE ESTABELECIMENTOS AGROPECUÁRIOS	TOTAL DE ÁREA (HA)	ÁREA MÉDIA (HA)	ÍNDICE DE GINI
Formosa da Serra Negra	1.944 (+)	165.359	85,06	0,7939
Tuntum	1.507	194.449	129,03	0,9137
Mirador	1.292	119.610	92,58	0,7691
Colinas	1.134	46.150	40,70	0,9241
Passagem Franca	1.127	49.973	44,34	0,844
Fortaleza dos Nogueiras	1.083	124.789	115,23	0,5758 (-)
Fernando Falcão	751	69.843	93,00	0,8011

ALTO CURSO DA BACIA DO RIO ITAPECURU	TOTAL DE ESTABELECIMENTOS AGROPECUÁRIOS	TOTAL DE ÁREA (HA)	ÁREA MÉDIA (HA)	ÍNDICE DE GINI
Sucupira do Norte	679	42.436	62,50	0,8681
Pastos Bons	660	69.625	105,49	0,7063
São Raimundo das Mangabeiras	589	120.497	204,58	0,8401
São Félix de Balsas	578	75.778	131,10	0,7839
Loreto	573	216.072 (+)	377,09	0,8479
Paraibano	561	25.652	45,73	0,7863
São João dos Patos	505	31.103	61,59	0,9541 (+)
Jatobá	492	12.778 (-)	25,97 (-)	0,7354
Sambaíba	492	122.134	248,24	0,9265
São Domingos do Azeitão	239 (-)	97.185	406,63 (+)	0,7728
ALTO CURSO	14.206	1.583.433	111,46	0,7947
BACIA DO RIO ITAPECURU	57.431	3.266.179	56,87	0,8821
%	24,74	48,48	195,99	-----

Fonte: Censo Agropecuário (IBGE, 2017).

Tabela 62 – Número total e área dos Estabelecimentos Agropecuários, área média (ha) e Índice de GINI para os municípios do Médio Curso da bacia do rio Itapecuru.

MÉDIO CURSO DA BACIA DO RIO ITAPECURU	TOTAL DE ESTABELECIMENTOS AGROPECUÁRIOS	TOTAL DE ÁREA (HA)	ÁREA MÉDIA (HA)	ÍNDICE DE GINI
Caxias	3.836 (+)	135.289	35,27	0,8271
Timon	2.535	59.147	23,33 (-)	0,9087
Matões	2.114	57.435	27,17	0,9496
Parnarama	1.755	167.829 (+)	95,63	0,9609
São Domingos do Maranhão	1.218	52.927	43,45	0,8916
Santo Antônio dos Lopes	1.197	50.706	42,36	0,9738 (+)
Governador Eugênio Barros	1.012	47.950	47,38	0,8714
Lagoa do Mato	988	53.632	54,28	0,8524
Burití Bravo	846	59.176	69,95	0,9009
São João do Soter	713	18.538	26,00	0,7840
São Francisco do Maranhão	624	42.543	68,18	0,7900
Gonçalves Dias	512	34.818	68,00	0,6001 (-)
Graça Aranha	333	14.316	42,99	0,6881
Fortuna	311	12.587	40,47	0,7648
Dom Pedro	309	20.925	67,72	0,8770
Senador Alexandre Costa	228	16.013	70,23	0,8205
Governador Archer	184	38.636	209,98 (+)	0,8447
Governador Luiz Rocha	179 (-)	11.181 (-)	62,46	0,7186
MÉDIO CURSO	18.894	893.648	47,30	0,8989
BACIA DO RIO ITAPECURU	57.431	3.266.179	56,87	0,8821
%	32,90	27,36	83,17	-----

Fonte: Censo Agropecuário (IBGE, 2017).

Tabela 63 – Número total e área dos Estabelecimentos Agropecuários, área média (ha) e Índice de GINI para os municípios do Baixo Curso da bacia do rio Itapecuru.

BAIXO CURSO DA BACIA DO RIO ITAPECURU	TOTAL DE ESTABELECIMENTOS AGROPECUÁRIOS	TOTAL DE ÁREA (HA)	ÁREA MÉDIA (HA)	ÍNDICE DE GINI
Codó	4.808 (+)	152.787 (+)	31,78	0,9421
Coroatá	2.826	68.464	24,23	0,7533
Itapecuru Mirim	2.131	31.963	15,00	0,9746
Bacabal	1.964	115.535	58,83	0,9918 (+)
Vargem Grande	1.813	21.602	11,92	0,7429
São Luís Gonzaga do Maranhão	1.622	56.549	34,86	0,7358
Santa Rita	1.608	15.415	9,59	0,8048
Timbiras	1.381	37.896	27,44	0,8027
Cantanhede	1.369	17.946	13,11	0,8778
Aldeias Altas	1.362	56.892	41,77	0,9723
Pirapemas	972	10.666	10,97	0,8703
Peritoró	824	29.167	35,40	0,9447
Capinzal do Norte	746	36.898	49,46	0,9537
Lima Campos	719	15.760	21,92	0,5062 (-)
Axixá	695	1.696	2,44	0,8848
Matões do Norte	595	38.709	65,06	0,8980
São Mateus do Maranhão	568	36.846	64,87	0,7295
Rosário	490	1.049 (-)	2,14 (-)	0,9787
Miranda do Norte	260	19.943	76,70	0,8193
Alto Alegre do Maranhão	209	18.266	87,40 (+)	0,8574
Bacabeira	166 (-)	5.049	30,42	0,8506
BAIXO CURSO	27.128	789.098	29,09	0,9166
BACIA DO RIO ITAPECURU	63.889	3.266.179	51,12	0,8821
%	42,46	24,16	56,91	-----

Obs.: Em parênteses encontram-se as indicações para os maiores (+) e menores (-) valores encontrados para as variáveis da Tabela.

Fonte: Censo Agropecuário (IBGE, 2017).

Quadro 11 – Classificação da concentração da terra, segundo valores do índice de GINI.

Valores do índice de GINI	Classificação
0,000 a 0,100	Concentração nula
0,101 a 0,250	Concentração nula a fraca
0,251 a 0,500	Concentração fraca a média
0,501 a 0,700	Concentração média a forte
0,701 a 0,900	Concentração forte a muito forte
0,901 a 1,000	Concentração muito forte a absoluta

Fonte: Câmara (1949).

13. PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA

13.1 Produção Pecuária

13.1.1 Rebanho bovino

Com base nos dados da Agência Estadual de Defesa Agropecuária do Maranhão (AGED-MA, 2018), o rebanho bovino maranhense é da ordem de 8.210.128 cabeças. A bacia do rio Itapecuru registrou um total de 1.824.640 cabeças, representando 22,22% do total do rebanho maranhense. A Tabela 64 a Tabela 66 apresentam o total de cabeças de bovinos e seus respectivos valores relativos, para a bacia do rio Itapecuru e para os municípios que a compõem no Alto, Médio e Baixo Cursos, para o ano de 2017 (Figura 242).

Tabela 64 – Quantitativo e ranking municipal do rebanho bovino para o Alto Curso da bacia do rio Itapecuru.

Ranking	Municípios	Número de cabeças	%	Σ %
1	Formosa da Serra Negra	130.973	17,59	17,59
2	Tuntum	126.614	17,00	34,59
3	Colinas	83.213	11,17	45,76
4	Fortaleza dos Nogueiras	78.211	10,50	56,26
5	Mirador	46.334	6,22	62,48
6	São Raimundo das Mangabeiras	35.076	4,71	67,19
7	Loreto	32.332	4,34	71,53
8	Passagem Franca	30.360	4,08	75,61
9	São João dos Patos	27.539	3,70	79,31
10	Pastos Bons	27.103	3,64	82,95
11	Jatobá	25.084	3,37	86,32
12	Sambaíba	21.008	2,82	89,14
13	Fernando Falcão	20.537	2,76	91,90
14	Paraibano	20.126	2,70	94,60
15	Sucupira do Norte	17.027	2,29	96,89
16	São Félix de Balsas	15.548	2,09	98,98
17	São Domingos do Azeitão	7.705	1,02	100,00
ALTO CURSO		744.790	100,00	---
BACIA DO RIO ITAPECURU		1.824.640	40,81	---

Fonte: Agência Estadual de Defesa Agropecuária do Maranhão (AGED-MA, 2018).

Tabela 65 – Quantitativo e ranking municipal do rebanho bovino para o Médio Curso da bacia do rio Itapecuru.

Ranking	Municípios	Número de cabeças	%	Σ %
1	Parnarama	62.181	13,07	13,07
2	São Domingos do Maranhão	56.646	11,91	24,98
3	Gonçalves Dias	37.379	7,86	32,84
4	Caxias	36.560	7,68	40,52
5	Fortuna	34.243	7,20	47,72
6	Buriti bravo	33.089	6,95	54,67
7	Governador Archer	29.884	6,28	60,95
8	Governador Eugênio Barros	26.062	5,48	66,43
9	Lagoa do Mato	21.748	4,57	71,00
10	Timon	19.438	4,09	75,09
11	Santo Antônio dos Lopes	18.805	3,95	79,04
12	São Francisco do Maranhão	18.684	3,93	82,97
13	Dom Pedro	17.443	3,67	86,64
14	São João do Soter	15.243	3,20	89,84
15	Senador Alexandre Costa	14.520	3,05	92,89
16	Matões	13.601	2,86	95,75
17	Governador Luiz Rocha	11.494	2,42	98,17
18	Graça Aranha	8.781	1,83	100,00
MÉDIO CURSO		475.801	100,00	---
BACIA DO RIO ITAPECURU		1.824.640	26,08	---

Fonte: Agência Estadual de Defesa Agropecuária do Maranhão (AGED-MA, 2018).

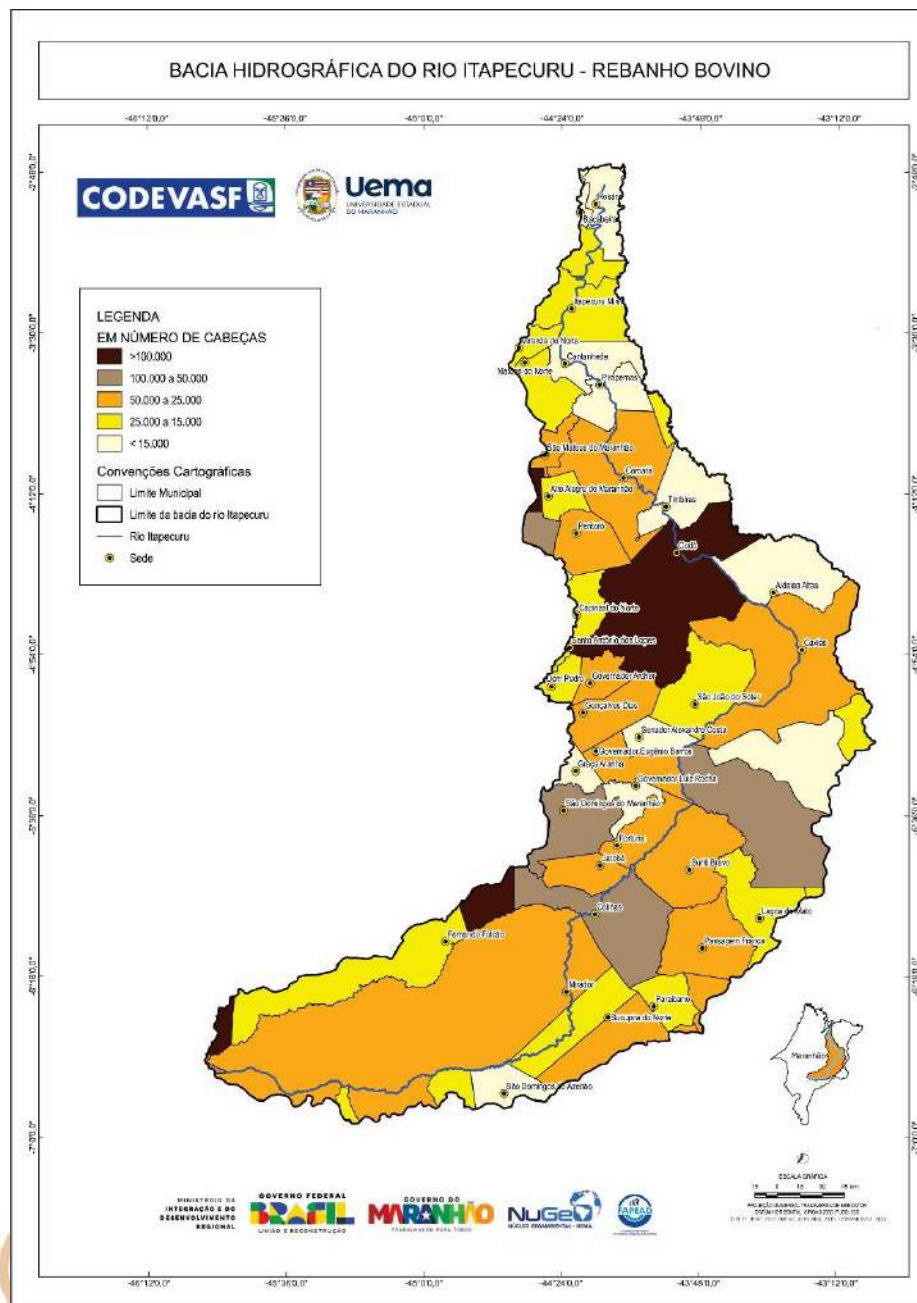
Tabela 66 – Quantitativo e ranking municipal do rebanho bovino para o Baixo Curso da bacia do rio Itapecuru.

Ranking	Municípios	Número de cabeças	%	Σ %
1	Bacabal	113.195	18,75	18,75
2	Codó	113.084	18,72	37,47
3	São Luís Gonzaga do Maranhão	72.914	12,07	49,54
4	Coroatá	45.802	7,58	57,12
5	São Mateus do Maranhão	36.819	6,10	63,22
6	Peritoró	33.781	5,59	68,81
7	Capinzal do Norte	22.641	3,75	72,56
8	Miranda do Norte	22.283	3,69	76,25
9	Vargem Grande	18.810	3,11	79,36
10	Itapecuru Mirim	18.790	3,11	82,47
11	Matões do Norte	18.199	3,01	85,48
12	Santa Rita	15.694	2,60	88,08
13	Alto Alegre do Maranhão	15.553	2,57	90,65
14	Pirapemas	13.272	2,20	92,85

Ranking	Municípios	Número de cabeças	%	Σ %
15	Lima Campos	12.676	2,10	94,95
16	Timbiras	11.975	1,98	96,93
17	Cantanhede	7.414	1,23	98,16
18	Bacabeira	5.079	0,84	99,00
19	Aldeias Altas	4.438	0,73	99,73
20	Rosário	1.164	0,19	99,92
21	Axixá	466	0,08	100,00
BAIXO CURSO		604.049	100,00	---
BACIA DO RIO ITAPECURU		1.824.640	33,11	---

Fonte: Agência Estadual de Defesa Agropecuária do Maranhão (AGED-MA, 2018).

Figura 242 – Espacialização do quantitativo de rebanho bovino nos municípios inseridos na Bacia do Rio Itapecuru.



Fonte: Registros da Pesquisa (2022).

13.1.2 Rebanho caprino

Com base nas informações do Censo Agropecuário (IBGE, 2017), o rebanho caprino estadual é da ordem de 250.657 cabeças. A bacia do rio Itapecuru registrou um total de 81.329 cabeças, representando 32,45% do Maranhão. O Alto Curso da bacia do Itapecuru totalizou 19.222 cabeças, ou seja, 23,63% da bacia do Itapecuru.

A Tabela 67 a Tabela 69 apresentam o total de cabeças de caprinos e seus respectivos valores relativos, para a bacia do rio Itapecuru e para os municípios que compõem o Alto, o Médio e o Baixo Cursos dessa bacia (Figura 243), para o ano de 2017.

Tabela 67 – Quantitativo e ranking municipal do rebanho de caprino para o Alto Curso da bacia do rio Itapecuru.

Ranking	Municípios	Número de cabeças	%	Σ %
1	São Félix de Balsas	2.930	15,24	15,24
2	Tuntum	2.747	14,29	29,53
3	Sambaíba	2.169	11,28	40,81
4	Loreto	1.785	9,29	50,10
5	Pastos Bons	1.396	7,26	57,36
6	Formosa da Serra Negra	1.238	6,44	63,80
7	Colinas	1.206	6,27	70,07
8	Sucupira do Norte	979	5,09	75,16
9	São Domingos do Azeitão	910	4,73	79,89
10	São Raimundo das Mangabeiras	842	4,38	84,27
11	São João dos Patos	707	3,68	87,95
12	Mirador	604	3,14	91,09
13	Fortaleza dos Nogueiras	603	3,14	94,23
14	Passagem Franca	363	1,89	96,12
15	Paraibano	337	1,75	97,87
16	Jatobá	250	1,31	99,18
17	Fernando Falcão	156	0,82	100,00
ALTO CURSO		19.222	100,00	---
BACIA DO RIO ITAPECURU		81.329	23,63	---

Fonte: Censo Agropecuário (IBGE, 2017).

Tabela 68 – Quantitativo e ranking municipal do rebanho caprino para o Médio Curso da bacia do rio Itapecuru.

Ranking	Municípios	Número de cabeças	%	Σ %
1	Caxias	9.617	29,83	29,83
2	Timon	7.099	22,02	51,85
3	São Francisco do Maranhão	5.348	16,59	68,44
4	Matões	1.893	5,87	74,31
5	Lagoa do Mato	1.545	4,79	79,10
6	São João do Soter	1.357	4,21	83,31
7	Parnarama	1.208	3,75	87,06
8	São Domingos do Maranhão	627	1,94	89,00

Ranking	Municípios	Número de cabeças	%	Σ %
9	Santo Antônio dos Lopes	596	1,85	90,85
10	Governador Archer	499	1,55	92,40
11	Buriti Bravo	494	1,53	93,93
12	Dom Pedro	492	1,53	95,46
13	Governador Luiz Rocha	426	1,32	96,78
14	Gonçalves Dias	409	1,27	98,05
15	Governador Eugênio Barros	407	1,26	99,31
16	Graça Aranha	121	0,38	99,68
17	Senador Alexandre Costa	102	0,32	100,00
18	Fortuna	----	0,00	100,00
MÉDIO CURSO		32.240	100,00	---
BACIA DO RIO ITAPECURU		81.329	39,64	---

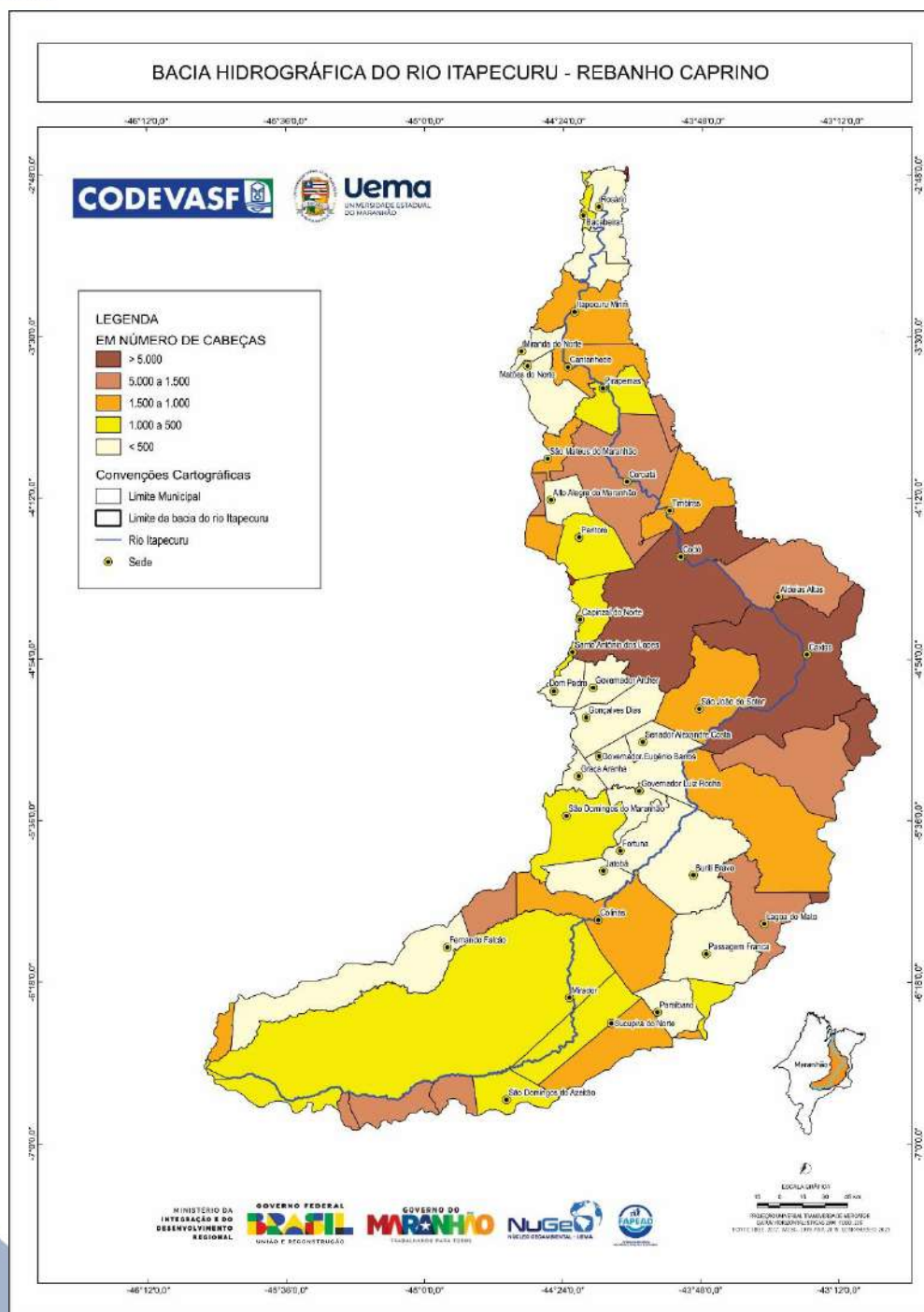
Fonte: Censo Agropecuário (IBGE, 2017).

Tabela 69 – Quantitativo e ranking municipal do rebanho caprino para o Baixo Curso da bacia do rio Itapecuru.

Ranking	Municípios	Número de cabeças	%	Σ %
1	Codó	7.949	26,61	26,61
2	Vargem Grande	4.421	14,80	41,42
3	Coroatá	3.453	11,56	52,98
4	Aldeias Altas	2.684	8,99	61,96
5	Bacabal	1.683	5,63	67,60
6	Itapecuru Mirim	1.217	4,07	71,67
7	Timbiras	1.203	4,03	75,70
8	Cantanhede	1.082	3,62	79,33
9	São Luís Gonzaga do Maranhão	1.071	3,59	82,91
10	São Mateus do Maranhão	1.027	3,44	86,35
11	Pirapemas	788	2,64	88,99
12	Bacabeira	664	2,22	91,21
13	Peritoró	575	1,93	93,14
14	Capinzal do Norte	520	1,74	94,88
15	Lima Campos	439	1,47	96,35
16	Matões do Norte	343	1,15	97,50
17	Alto Alegre do Maranhão	320	1,07	98,57
18	Santa Rita	224	0,75	99,32
19	Miranda do Norte	130	0,44	99,75
20	Rosário	74	0,25	100,00
21	Axixá	----	0,00	100,00
BAIXO CURSO		29.867	100,00	---
BACIA DO RIO ITAPECURU		81.329	36,72	---

Fonte: Censo Agropecuário (IBGE, 2017).

Figura 243 – Espacialização do quantitativo de rebanho de caprino nos municípios inseridos na Bacia do Rio Itapecuru.



Fonte: Registros da Pesquisa (2022).

13.1.3 Rebanho suíno

Com base nas informações do Censo Agropecuário (IBGE, 2017), o rebanho suíno estadual é da ordem de 622.622 cabeças. A bacia do rio Itapecuru registrou um total de 155.587 cabeças, representando 24,99% do Maranhão. A Tabela 70 a Tabela 72 apresentam o total do rebanho suíno e seus respectivos valores relativos, para a bacia do rio Itapecuru e para os municípios que a compõem no Alto, o Médio e o Baixo Cursos (Figura 244), para o ano de 2017.

Tabela 70 – Quantitativo e ranking municipal do rebanho suíno para o Alto Curso da bacia do rio Itapecuru.

Ranking	Municípios	Número de cabeças	%	Σ %
1	Formosa da Serra Negra	5.721	18,92	18,92
2	Tuntum	4.187	13,85	32,77
3	Fortaleza dos Nogueiras	3.682	12,18	44,95
4	Loreto	1.844	6,10	51,05
5	São Raimundo das Mangabeiras	1.668	5,52	56,57
6	Mirador	1.663	5,50	62,07
7	Colinas	1.652	5,46	67,53
8	Pastos Bons	1.500	4,97	72,50
9	São Félix de Balsas	1.428	4,72	77,22
10	Paraibano	1.238	4,09	81,31
11	Passagem Franca	1.198	3,96	85,27
12	Sambaíba	1.074	3,55	88,82
13	São João dos Patos	1.023	3,38	92,20
14	Jatobá	741	2,45	94,65
15	Fernando Falcão	642	2,12	96,77
16	Sucupira do Norte	585	1,94	98,71
17	São Domingos do Azeitão	391	1,29	100,00
ALTO CURSO		30.237	100,00	---
BACIA DO RIO ITAPECURU		155.587	19,43	---

Fonte: Censo Agropecuário (IBGE, 2017).

Tabela 71 – Quantitativo e ranking municipal do rebanho suíno para o Médio Curso da bacia do rio Itapecuru.

Ranking	Municípios	Número de cabeças	%	Σ %
1	Caxias	18.621	29,32	29,32
2	Timon	18.093	28,48	57,80
3	Matões	4.359	6,86	64,66
4	São Francisco do Maranhão	3.242	5,1	69,76
5	Parnarama	3.084	4,85	74,61
6	São João do Soter	2.995	4,71	79,32
7	São Domingos do Maranhão	2.107	3,32	82,64
8	Santo Antônio dos Lopes	2.064	3,25	85,89
9	Governador Eugênio Barros	1.719	2,71	88,60
10	Lagoa do Mato	1.333	2,1	90,70
11	Gonçalves Dias	1.239	1,95	92,65
12	Buriti bravo	1.133	1,78	94,43
13	Dom Pedro	1.125	1,77	96,20
14	Governador Archer	591	0,93	97,13
15	Senador Alexandre Costa	550	0,87	98,00
16	Fortuna	457	0,72	98,72
17	Graça Aranha	440	0,69	99,41

Ranking	Municípios	Número de cabeças	%	Σ %
18	Governador Luiz Rocha	374	0,59	100,00
MÉDIO CURSO		63.526	100,00	---
BACIA DO RIO ITAPECURU		155.587	40,83	---

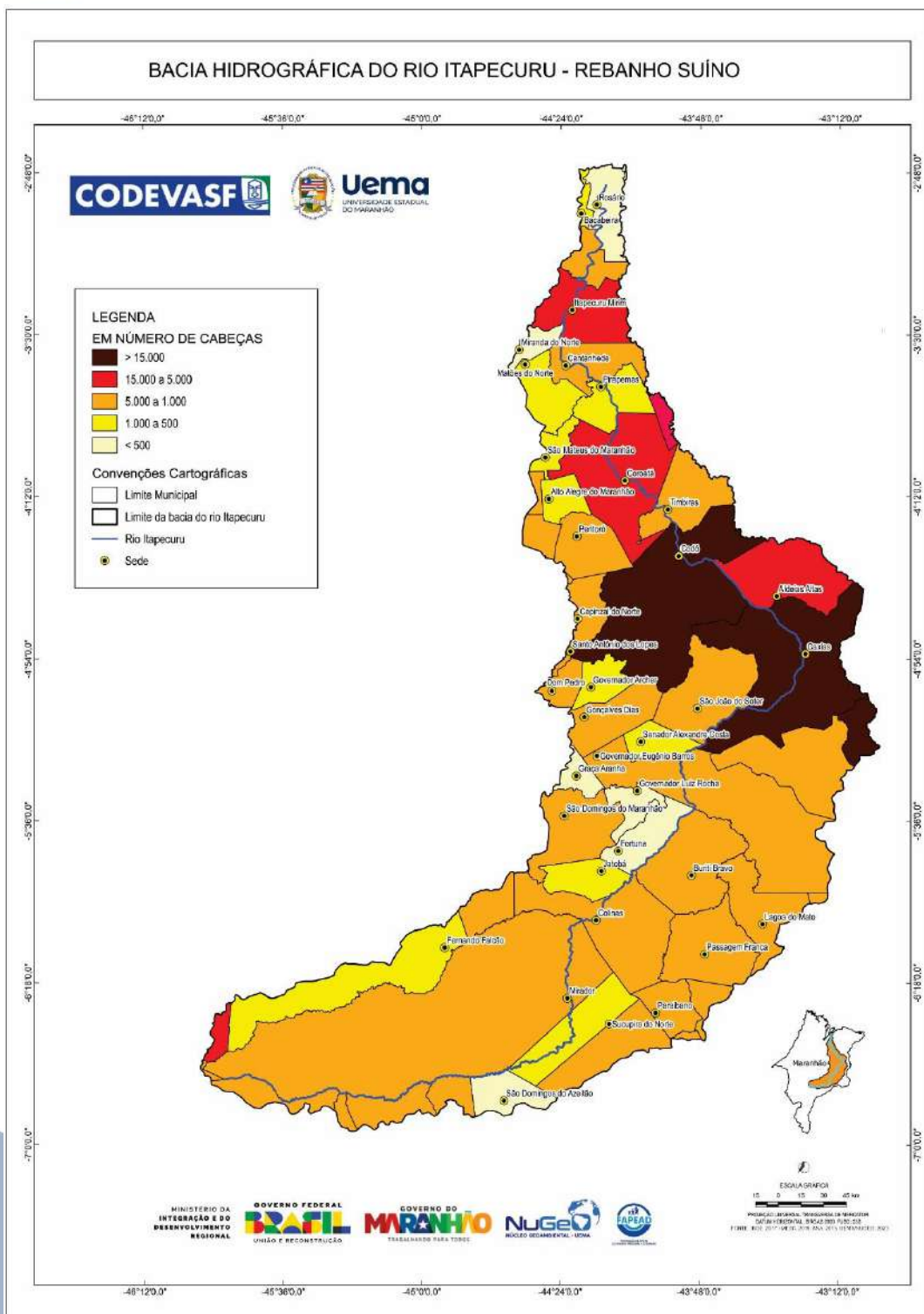
Fonte: Censo Agropecuário (IBGE, 2017).

Tabela 72 – Quantitativo e ranking municipal do rebanho suíno para o Baixo Curso da bacia do rio Itapecuru.

Ranking	Municípios	Número de cabeças	%	Σ %
1	Codó	16.728	27,06	27,06
2	Aldeias Altas	6.453	10,44	37,50
3	Coroatá	5.412	8,75	46,25
4	Itapecuru Mirim	5.252	8,50	54,74
5	Vargem Grande	5.144	8,32	63,06
6	Timbiras	3.262	5,28	68,34
7	Santa Rita	3.117	5,04	73,38
8	Bacabal	3.064	4,96	78,34
9	Peritoró	2.610	4,22	82,56
10	São Luís Gonzaga do Maranhão	2.168	3,51	86,07
11	Cantanhede	1.988	3,22	89,28
12	Capinzal do Norte	1.263	2,04	91,33
13	Lima Campos	1.177	1,90	93,23
14	Pirapemas	853	1,38	94,61
15	São Mateus do Maranhão	674	1,09	95,70
16	Bacabeira	637	1,03	96,73
17	Matões do Norte	625	1,01	97,74
18	Alto Alegre do Maranhão	579	0,94	98,68
19	Rosário	349	0,56	99,24
20	Axixá	267	0,43	99,67
21	Miranda do Norte	202	0,33	100,00
BAIXO CURSO		61.824	100,00	---
BACIA DO RIO ITAPECURU		155.587	39,74	---

Fonte: Censo Agropecuário (IBGE, 2017).

Figura 244 – Especialização do quantitativo de rebanho de suíno nos municípios inseridos na Bacia do Rio Itapecuru.



Fonte: Registros da Pesquisa (2022).

13.2 Produção Agrícola

13.2.1 Arroz em casca

Com base nas informações do Censo Agropecuário (IBGE, 2017), a produção total de arroz no Maranhão é de aproximadamente 135.327 toneladas. A bacia do rio Itapecuru apresentou um total de 65.321 toneladas, representando 48,27% da produção estadual. O Alto Curso da bacia do Itapecuru totalizou 18.279 toneladas de arroz, ou seja, 27,98% da bacia do Itapecuru.

A Tabela 73 a Tabela 75 apresentam o total da produção de arroz em casca e seus respectivos valores relativos, para a bacia do rio Itapecuru e para os municípios que compõem o Alto, o Médio e o Baixo Cursos da bacia do rio Itapecuru (Figura 245), para o ano de 2017.

Tabela 73 – Quantitativo e ranking municipal da produção de arroz em casca para o Alto Curso da bacia do rio Itapecuru.

Ranking	Municípios	Toneladas	%	Σ %
1	Formosa da Serra Negra	2.154	11,78	11,78
2	São Domingos do Azeitão	2.004	10,97	22,75
3	Mirador	1.847	10,1	32,85
4	Loreto	1.665	9,11	41,96
5	São João dos Patos	1.432	7,83	49,79
6	Fortaleza dos Nogueiras	1.249	6,84	56,63
7	Paraibano	1.124	6,15	62,78
8	Sucupira do Norte	1.114	6,09	68,87
9	São Félix de Balsas	967	5,29	74,16
10	Passagem Franca	879	4,81	78,97
11	Colinas	824	4,51	83,48
12	Tuntum	662	3,62	87,10
13	Pastos Bons	573	3,14	90,24
14	Fernando Falcão	520	2,84	93,08
15	Sambaíba	498	2,72	95,80
16	São Raimundo das Mangabeiras	473	2,59	98,39
17	Jatobá	294	1,61	100,00
ALTO CURSO		18.279	100,00	---
BACIA DO RIO ITAPECURU		65.321	27,98	---

Fonte: Censo Agropecuário (IBGE, 2017).

Tabela 74 – Quantitativo e ranking municipal da produção de arroz em casca para o Médio Curso da bacia do rio Itapecuru.

Ranking	Municípios	Toneladas	%	Σ %
1	Caxias	2.254	14,94	14,94
2	Matões	2.067	13,71	28,65
3	Parnarama	1.854	12,3	40,95
4	Timon	1.777	11,79	52,74
5	São Domingos do Maranhão	907	6,02	58,76
6	Lagoa do Mato	906	6,01	64,77
7	São João do Soter	768	5,1	69,87
8	Gonçalves Dias	753	5,00	74,87
9	Buriti bravo	731	4,85	79,72
10	Santo Antônio dos Lopes	727	4,82	84,54
11	Governador Eugênio Barros	636	4,22	88,76
12	São Francisco do Maranhão	613	4,07	92,83
13	Fortuna	249	1,65	94,48
14	Governador Archer	245	1,63	96,11
15	Graça Aranha	158	1,05	97,16
16	Senador Alexandre Costa	158	1,05	98,21
17	Dom Pedro	143	0,95	99,16
18	Governador Luiz Rocha	126	0,84	100,00
MÉDIO CURSO		15.072	100,00	---
BACIA DO RIO ITAPECURU		65.321	23,07	---

Fonte: Censo Agropecuário (IBGE, 2017).

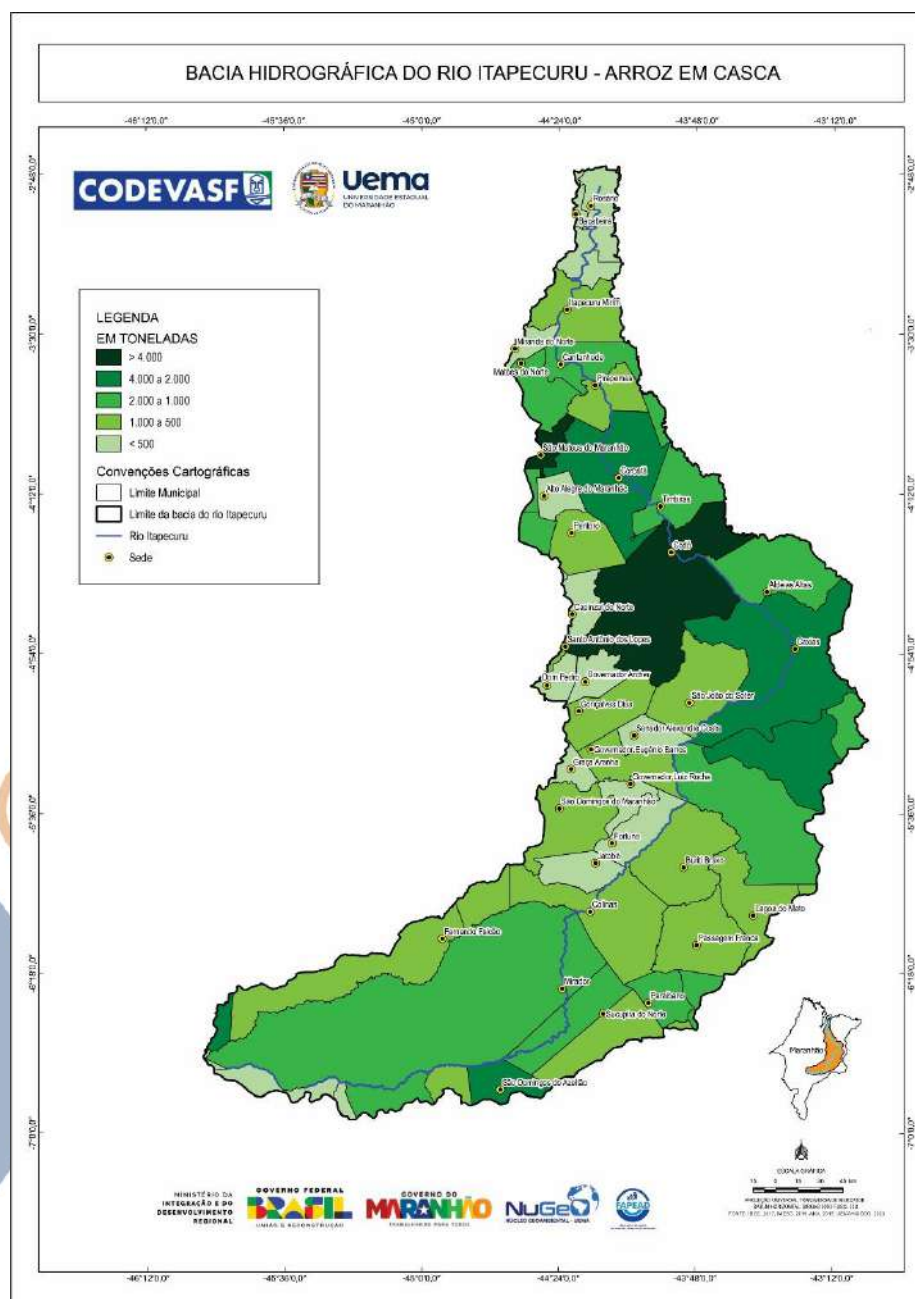
Tabela 75 – Quantitativo e ranking municipal da produção de arroz em casca para o Baixo Curso da bacia do rio Itapecuru.

Ranking	Municípios	Toneladas	%	Σ %
1	São Mateus do Maranhão	13.919	43,54	43,54
2	Codó	4.213	13,18	56,72
3	Coroatá	2.202	6,89	63,60
4	Matões do Norte	1.424	4,45	68,06
5	Bacabal	1.357	4,24	72,30
6	Timbiras	1.265	3,96	76,26
7	Aldeias Altas	1.091	3,41	79,67
8	Vargem Grande	1.036	3,24	82,91
9	São Luís Gonzaga do Maranhão	1.003	3,14	86,05
10	Cantanhede	1.001	3,13	89,18
11	Pirapemas	742	2,32	91,50
12	Peritoró	633	1,98	93,48
13	Itapecuru Mirim	584	1,83	95,31
14	Lima Campos	478	1,50	96,80
15	Capinzal do Norte	319	1,00	97,80
16	Santa Rita	284	0,89	98,69

Ranking	Municípios	Toneladas	%	Σ %
17	Miranda do Norte	163	0,51	99,20
18	Alto Alegre do Maranhão	137	0,43	99,63
19	Rosário	71	0,22	99,85
20	Axixá	43	0,13	99,98
21	Bacabeira	5	0,02	100,00
BAIXO CURSO		31.970	100,00	---
BACIA DO RIO ITAPECURU		65.321	48,94	---

Fonte: Censo Agropecuário (IBGE, 2017).

Figura 245 – Espacialização da produção de arroz em casca nos municípios inseridos na Bacia do Rio Itapecuru.



Fonte: Registros da Pesquisa (2022).

13.2.2 Milho em grão

As informações contidas no Censo Agropecuário (IBGE, 2017) mostram que a produção total de milho em grãos no Maranhão é da ordem de 1.436.472 toneladas. A bacia do rio Itapecuru apresentou um total de 319.135 toneladas, representando 22,22% da produção estadual.

A Tabela 76 a Tabela 78 apresentam o total da produção de milho em grãos e seus respectivos valores relativos, para a bacia do rio Itapecuru e para os municípios que a compõem no Alto, o Médio e o Baixo Cursos (Figura 246), para o ano de 2017.

Tabela 76 – Quantitativo e ranking municipal da produção de milho (grãos) para o Alto Curso da bacia do rio Itapecuru.

Ranking	Municípios	Toneladas	%	Σ %
1	Loreto	94.272	33,69	33,69
2	Sambaíba	59.961	21,43	55,12
3	São Raimundo das Mangabeiras	34.754	12,42	67,54
4	Fortaleza dos Nogueiras	20.134	7,19	74,73
5	São Domingos do Azeitão	16.658	5,95	80,68
6	Pastos Bons	11.221	4,01	84,69
7	Fernando Falcão	9.790	3,50	88,19
8	Sucupira do Norte	7.313	2,61	90,80
9	Tuntum	6.518	2,33	93,13
10	Mirador	5.704	2,04	95,17
11	São João dos Patos	3.246	1,16	96,33
12	Passagem Franca	2.750	0,97	97,30
13	Paraibano	2.402	0,86	98,16
14	Formosa da Serra Negra	1.872	0,67	98,83
15	Jatobá	1.500	0,54	99,37
16	Colinas	1.220	0,44	99,81
17	São Félix de Balsas	523	0,19	100,00
ALTO CURSO		279.838	100,00	---
BACIA DO RIO ITAPECURU		319.135	87,69	---

Fonte: Censo Agropecuário (IBGE, 2017).

Tabela 77 – Quantitativo e ranking municipal da produção de milho (grãos) para o Médio Curso da bacia do rio Itapecuru.

Ranking	Municípios	Toneladas	%	Σ %
1	Governador Luiz Rocha	8.008	25,43	25,43
2	Governador Eugênio Barros	4.427	14,06	39,49
3	São Domingos do Maranhão	3.606	11,45	50,94
4	Parnarama	2.784	8,84	59,78
5	Fortuna	1.929	6,13	65,91

Ranking	Municípios	Toneladas	%	Σ %
6	Senador Alexandre Costa	1.658	5,26	71,17
7	Matões	1.530	4,86	76,03
8	Caxias	1.280	4,06	80,09
9	Buriti bravo	1.156	3,67	83,76
10	Santo Antônio dos Lopes	909	2,89	86,65
11	Timon	899	2,85	89,50
12	Gonçalves Dias	826	2,62	92,12
13	Lagoa do Mato	715	2,27	94,39
14	São João do Soter	473	1,50	95,89
15	São Francisco do Maranhão	358	1,14	97,03
16	Governador Archer	333	1,06	98,09
17	Graça Aranha	319	1,01	99,10
18	Dom Pedro	283	0,90	100,00
MÉDIO CURSO		31.493	100,00	---
BACIA DO RIO ITAPECURU		319.135	9,87	---

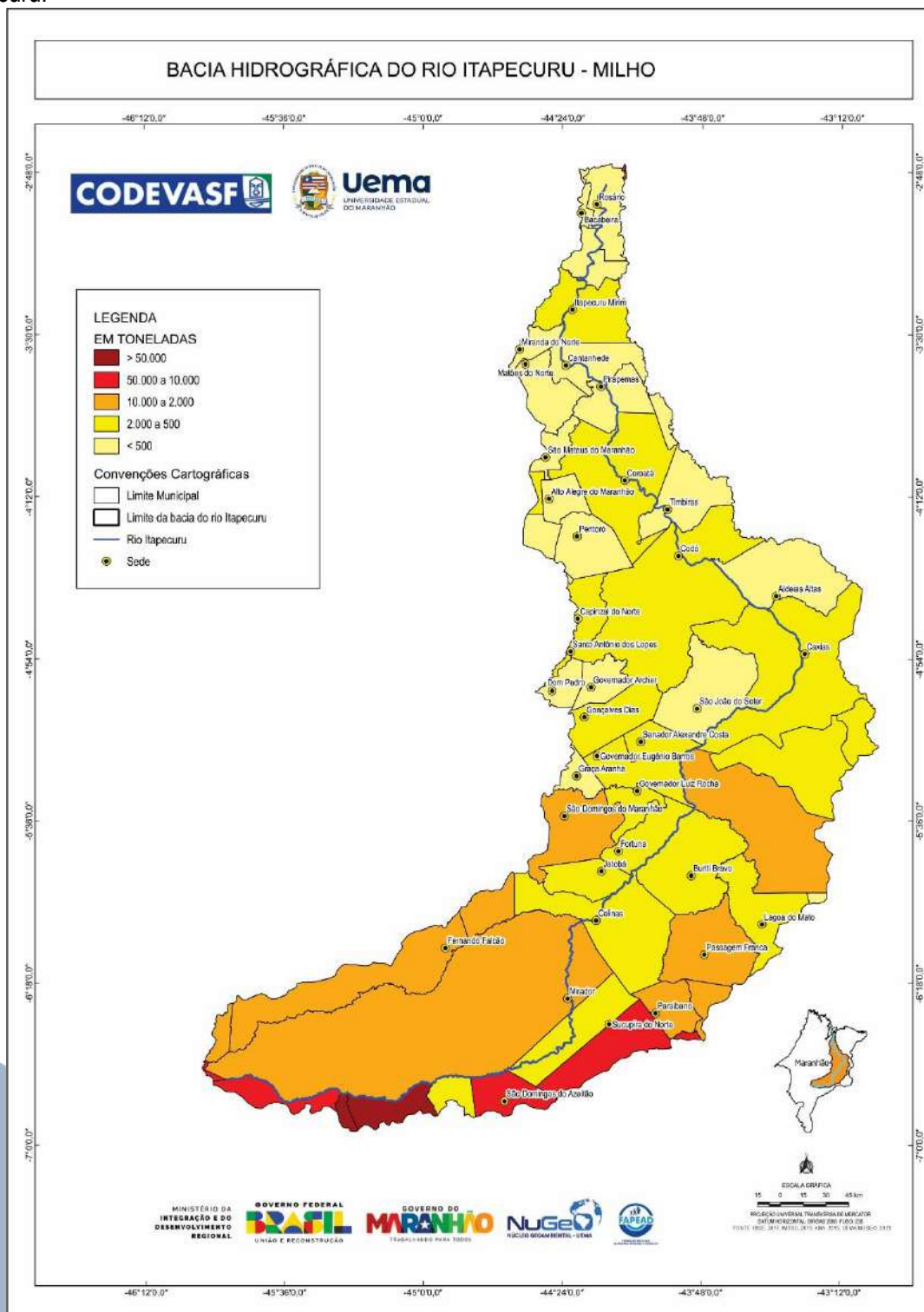
Fonte: Censo Agropecuário (IBGE, 2017).

Tabela 78 – Quantitativo e ranking municipal da produção de milho (grãos) para o Baixo Curso da bacia do rio Itapecuru.

Ranking	Municípios	Toneladas	%	Σ %
1	Codó	1.681	21,54	21,54
2	Coroatá	831	10,65	32,19
3	Bacabal	721	9,24	41,43
4	Itapecuru Mirim	586	7,51	48,94
5	Capinzal do Norte	511	6,55	55,48
6	Timbiras	479	6,14	61,62
7	São Luís Gonzaga do Maranhão	423	5,42	67,04
8	Vargem Grande	384	4,92	71,96
9	Aldeias Altas	364	4,66	76,63
10	Santa Rita	348	4,46	81,09
11	Cantanhede	302	3,87	84,96
12	Matões do Norte	265	3,40	88,35
13	Peritoró	226	2,90	91,25
14	Lima Campos	221	2,83	94,08
15	Pirapemas	171	2,19	96,27
16	São Mateus do Maranhão	93	1,19	97,46
17	Miranda do Norte	89	1,14	98,60
18	Alto Alegre do Maranhão	61	0,78	99,38
19	Rosário	24	0,31	99,69
20	Axixá	15	0,19	99,88
21	Bacabeira	9	0,12	100,00
BAIXO CURSO		7.804	100,00	---
BACIA DO RIO ITAPECURU		319.135	2,45	---

Fonte: Censo Agropecuário (IBGE, 2017).

Figura 246 – Espacialização da produção de milho em grão nos municípios inseridos na Bacia do Rio Itapecuru.



Fonte: Registros da Pesquisa (2022).

13.2.3 Soja

De acordo com informações de Dörner (2017), a produção total de soja no Maranhão é da ordem de 2.099.517 toneladas. A bacia do rio Itapecuru apresentou um total de 491.908 toneladas, representando 23,43% da produção estadual. O Alto Curso da bacia do Itapecuru totalizou 473.816 toneladas de soja, ou seja, 96,32% da bacia do Itapecuru.

A Tabela 79 e

Tabela 80 apresentam o total da produção de soja e seus respectivos valores relativos, para a bacia do rio Itapecuru e para os municípios que compõem o Alto e o Médio Cursos dessa bacia, para o ano de 2017. O Baixo Curso da Bacia do rio Itapecuru não apresentou nenhuma produção de soja em 2017.

Tabela 79 – Quantitativo e ranking municipal da produção de soja para o Alto Curso da bacia do rio Itapecuru.

Ranking	Municípios	Toneladas	%	Σ %
1	Sambaíba	152.930	32,28	32,28
2	Loreto	93.713	19,78	52,06
3	São Domingos do Azeitão	76.103	16,06	68,12
4	São Raimundo das Mangabeiras	45.244	9,55	77,67
5	Fortaleza dos Nogueiras	33.329	7,03	84,70
6	Mirador	31.000	6,54	91,24
7	Pastos Bons	13.868	2,93	94,17
8	São Félix de Balsas	9.587	2,02	96,19
9	Sucupira do Norte	7.528	1,59	97,78
10	Colinas	7.200	1,52	99,30
11	São João dos Patos	3.035	0,64	99,94
12	Passagem Franca	279	0,06	100,00
13	Fernando Falcão	0	0,00	100,00
14	Formosa da Serra Negra	0	0,00	100,00
15	Jatobá	0	0,00	100,00
16	Paraibano	0	0,00	100,00
17	Tuntum	0	0,00	100,00
ALTO CURSO		473.816	100,00	---

BACIA DO RIO ITAPECURU	491.908	96,32	---
-------------------------------	----------------	--------------	------------

Fonte: Dörner (2017).

Tabela 80 – Quantitativo e ranking municipal da produção de soja para o Médio Curso da bacia do rio Itapecuru.

Ranking	Municípios	Toneladas	%	Σ %
1	Parnarama	6.450	35,65	35,65
2	Caxias	6.394	35,34	70,99
3	Burití bravo	2.640	14,59	85,58
4	Governador Eugênio Barros	1.080	5,97	91,55
5	Governador Luiz Rocha	750	4,15	95,70
6	São Francisco do Maranhão	576	3,18	98,88
7	Senador Alexandre Costa	202	1,12	100,00
8	Dom Pedro	0	0	100,00
9	Fortuna	0	0	100,00
10	Gonçalves Dias	0	0	100,00
11	Governador Archer	0	0	100,00
12	Graça Aranha	0	0	100,00
13	Lagoa do Mato	0	0	100,00
14	Matões	0	0	100,00
15	Santo Antônio dos Lopes	0	0	100,00
16	São Domingos do Maranhão	0	0	100,00
17	São João do Soter	0	0	100,00
18	Timon	0	0	100,00
MÉDIO CURSO		18.092	100,00	---
BACIA DO RIO ITAPECURU		491.908	3,68	---

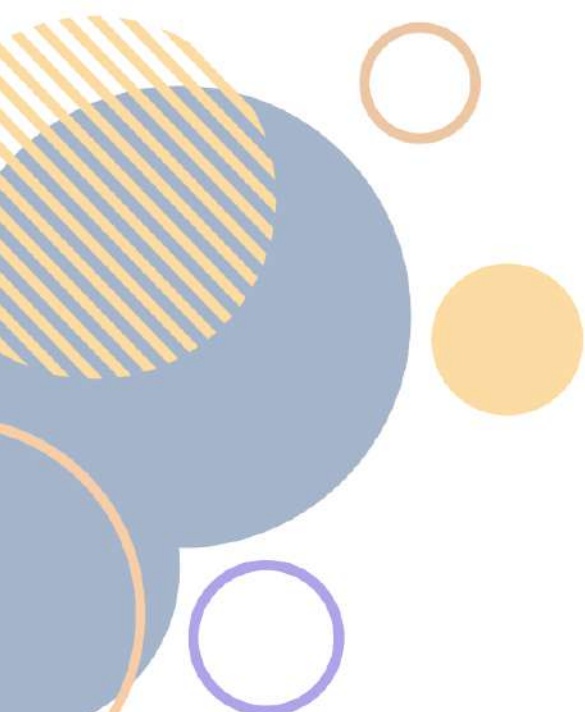
Fonte: Dörner (2017).

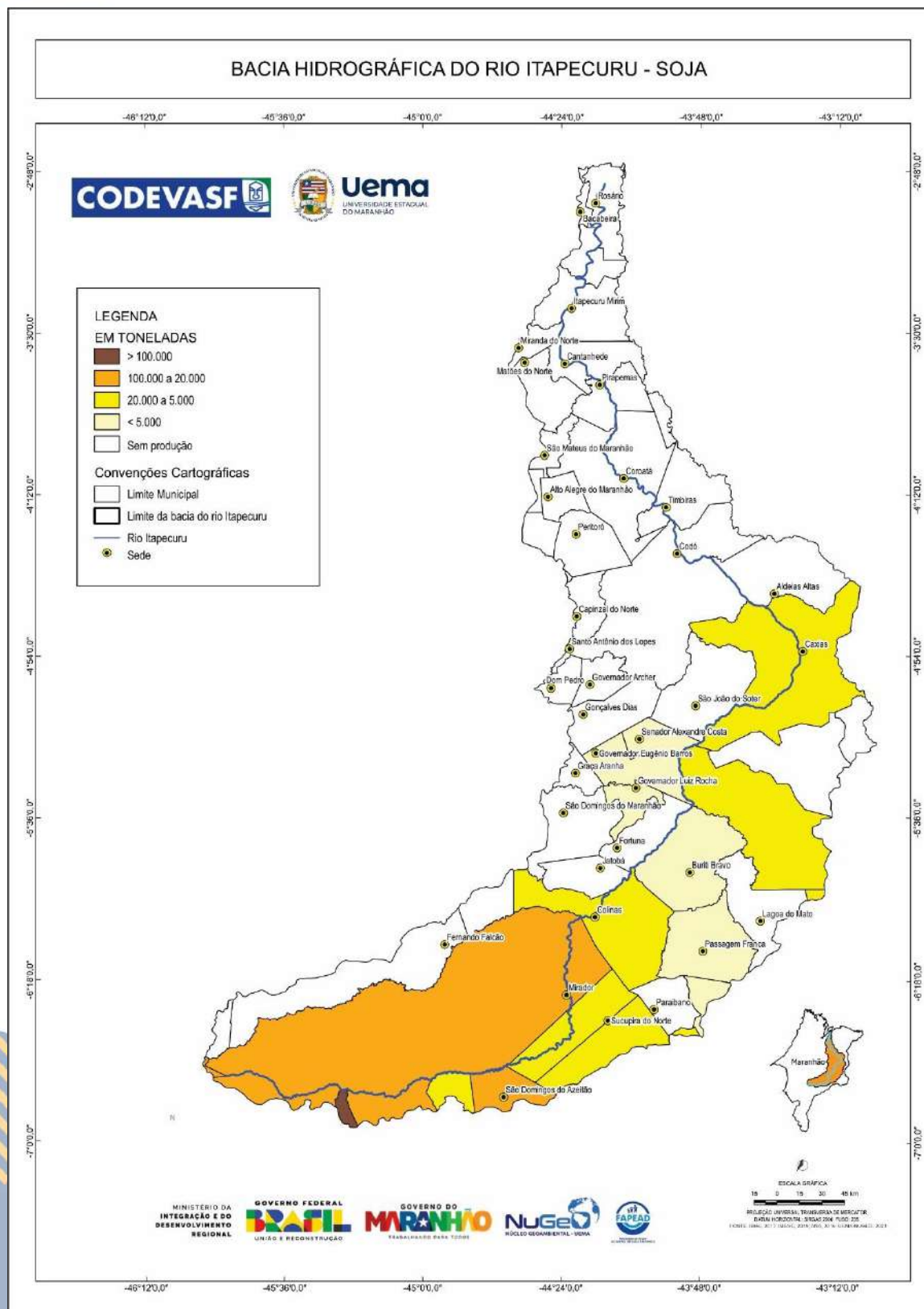


Uema
UNIVERSIDADE ESTADUAL
DO MARANHÃO



Figura 247 – Espacialização da produção de soja nos municípios inseridos na Bacia do Rio Itapecuru.





Fonte: Registros da Pesquisa (2022).

13.2.4 Cana-de-açúcar

As informações contidas no Censo Agropecuário (IBGE, 2017), mostram que a produção total de cana-de-açúcar no Maranhão é de 1.975.663 toneladas. A bacia do rio Itapecuru apresentou um total de 1.283.641 toneladas, representando 64,97% da produção estadual.

A Tabela 81 a Tabela 83 apresentam o total da produção de cana-de-açúcar e seus respectivos valores relativos, para a bacia do rio Itapecuru e para os municípios que compõem o Alto, o Médio e o Baixo Cursos dessa bacia (Figura 248), para o ano de 2017.

Tabela 81 – Quantitativo e ranking municipal da produção de cana-de-açúcar para o Alto Curso da bacia do rio Itapecuru.

Ranking	Municípios	Toneladas	%	Σ %
1	São Raimundo das Mangabeiras	702.450	90,39	90,39
2	Tuntum	60.184	7,74	98,13
3	Pastos Bons	8.182	1,05	99,18
4	Sucupira do Norte	3.177	0,41	99,59
5	Paraibano	619	0,08	99,67
6	São Domingos do Azeitão	583	0,08	99,75
7	Passagem Franca	524	0,07	99,82
8	São João dos Patos	503	0,06	99,88
9	Sambaíba	416	0,05	99,93
10	Mirador	332	0,04	99,97
11	Loreto	74	0,01	99,98
12	Formosa da Serra Negra	54	0,01	99,99
13	Fortaleza dos Nogueiras	47	0,01	100,00
14	São Félix de Balsas	28	0,00	100,00
15	Colinas	----	0,00	100,00
16	Fernando Falcão	----	0,00	100,00
17	Jatobá	----	0,00	100,00
ALTO CURSO		777.173	100,00	---
BACIA DO RIO ITAPECURU		1.283.641	60,54	---

Fonte: Censo Agropecuário (IBGE, 2017).

Tabela 82 – Quantitativo e ranking municipal da produção de cana-de-açúcar para o Médio Curso da bacia do rio Itapecuru.

Ranking	Municípios	Toneladas	%	Σ %
1	Caxias	142.244	94,72	94,72
2	Santo Antônio dos Lopes	4.164	2,77	97,49
3	Parnarama	1.891	1,26	98,75
4	Buriti Bravo	1.565	1,04	99,79
5	Timon	315	0,21	100,00
6	São João do Soter	2	0,00	100,00
7	Dom Pedro	----	0,00	100,00
8	Fortuna	----	0,00	100,00

Ranking	Municípios	Toneladas	%	Σ %
9	Gonçalves Dias	----	0,00	100,00
10	Governador Archer	----	0,00	100,00
11	Governador Eugênio Barros	----	0,00	100,00
12	Governador Luiz Rocha	----	0,00	100,00
13	Graça Aranha	----	0,00	100,00
14	Lagoa do Mato	----	0,00	100,00
15	Matões	----	0,00	100,00
16	São Domingos do Maranhão	----	0,00	100,00
17	São Francisco do Maranhão	----	0,00	100,00
18	Senador Alexandre Costa	----	0,00	100,00
MÉDIO CURSO		150.181	100,00	---
BACIA DO RIO ITAPECURU		1.283.641	11,70	---

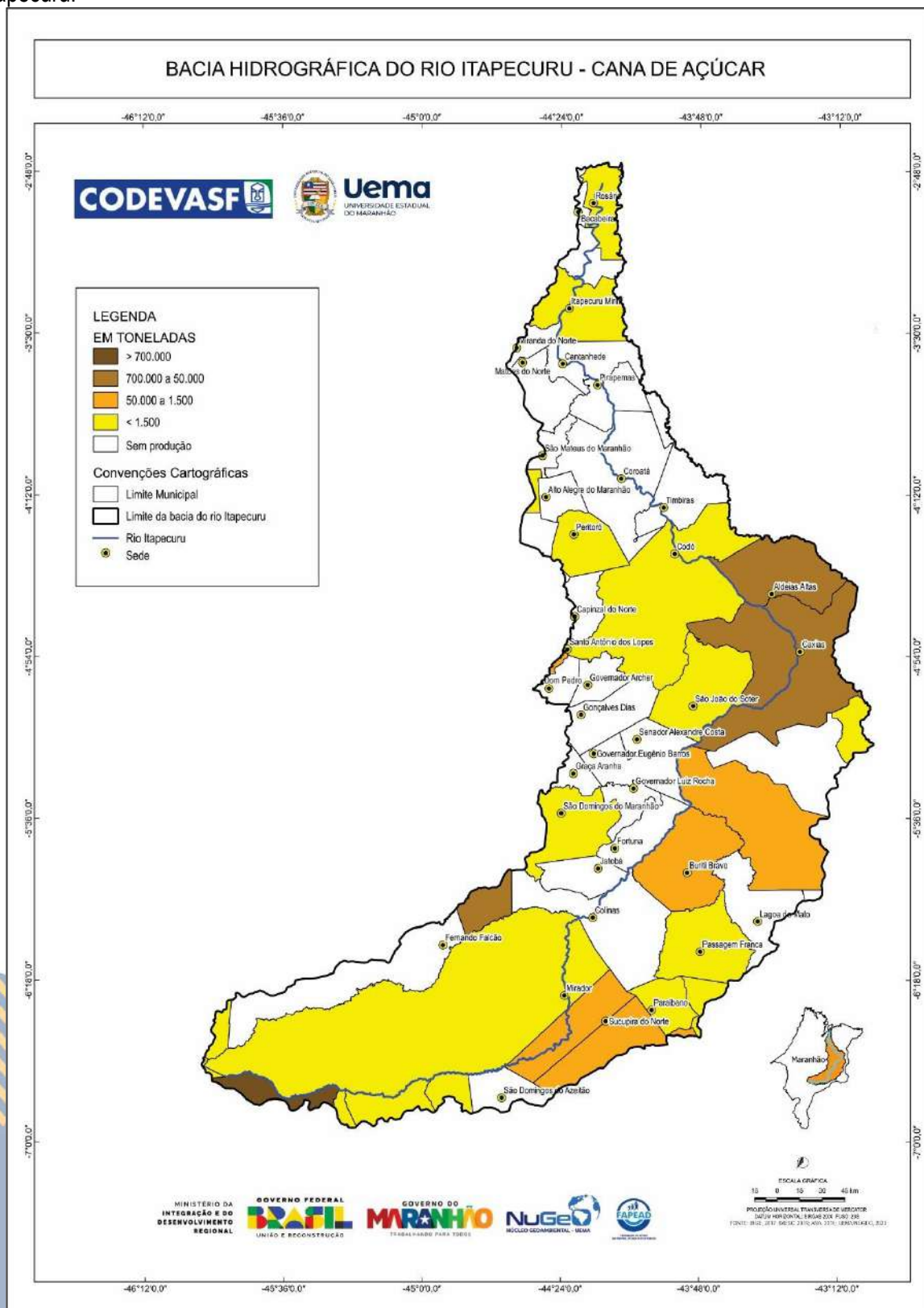
Fonte: Censo Agropecuário (IBGE, 2017).

Tabela 83 – Quantitativo e ranking municipal da produção de cana-de-açúcar para o Baixo Curso da bacia do rio Itapecuru.

Ranking	Municípios	Toneladas	%	Σ %
1	Aldeias Altas	356.135	99,96	99,96
2	Bacabal	97	0,03	99,98
3	Itapecuru Mirim	30	0,01	99,99
4	Codó	20	0,01	100,00
5	Rosário	3	0,00	100,00
6	Peritoró	2	0,00	100,00
7	Alto Alegre do Maranhão	----	0,00	100,00
8	Axixá	----	0,00	100,00
9	Bacabeira	----	0,00	100,00
10	Cantanhede	----	0,00	100,00
11	Capinzal do Norte	----	0,00	100,00
12	Coroatá	----	0,00	100,00
13	Lima Campos	----	0,00	100,00
14	Matões do Norte	----	0,00	100,00
15	Miranda do Norte	----	0,00	100,00
16	Pirapemas	----	0,00	100,00
17	Santa Rita	----	0,00	100,00
18	São Luís Gonzaga do Maranhão	----	0,00	100,00
19	São Mateus do Maranhão	----	0,00	100,00
20	Timbiras	----	0,00	100,00
21	Vargem Grande	----	0,00	100,00
BAIXO CURSO		356.287	100,00	---
BACIA DO RIO ITAPECURU		1.283.641	27,76	---

Fonte: Censo Agropecuário (IBGE, 2017).

Figura 248 – Especialização da produção de cana-de-açúcar nos municípios inseridos na Bacia do Rio Itapecuru.



Fonte: Registros da Pesquisa (2022).

14. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme apresentado, foi realizado uma sistematização dos dados relacionados ao componente histórico e cultural, com ênfase nas comunidades tradicionais e dos bens relacionados ao patrimônio cultural e material dos municípios que integram a bacia do rio do Itapecuru.

Conforme demonstrado, a bacia do rio Itapecuru possui um riquíssimo quadro histórico e cultural, formado por bens materiais e imateriais de distintas naturezas, além de vários territórios tradicionais onde residem um número expressivo de comunidades tradicionais, sobretudo, povos quilombolas, ribeirinhos, extrativistas, quebradeiras de babaçu, dentre outros grupos.

De acordo com o exposto, o Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru deve levar em consideração a potencialidade socioambiental e cultural da área e a presença de muitos povoados tradicionais que necessitam de um meio ambiente equilibrado para a manutenção de suas tradições e modos de vida.

Neste contexto, recomendamos para além das comunidades e bens inventariados um programa de conhecimento mais sistemático dos grupos tradicionais listados, bem como dos bens culturais materiais e imateriais sem proteção específica, como os sítios arqueológicos e outros bens de natureza histórica, social, econômica e ambiental.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, C. M. de. **Memória para a história do extinto Estado do Maranhão**. Rio de Janeiro, Tipografia do Comércio de Brito e Braga, 1860.

BRASIL. **Decreto-Lei n.º 25, de 30 de novembro de 1937**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del0025.htm. Acessado em 29 de setembro de 2020.

BRASIL. **Constituição Federal de 1988**. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/consti/1988/constituicao-1988-5-outubro-1988-322142-publicacaooriginal-1-pl.html>. Acessado em 29 de setembro de 2020.

BRASIL. **Decreto 3.551, de 2000**. Disponível em: http://portal.iphan.gov.br/uploads/legislacao/Decreto_n_3.551_de_04_de_agosto_de_2000.pdf. Acessado em 29 de setembro de 2020.

BRASIL. **Decreto nº 6.040, de 07 de fevereiro de 2007**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2007/Decreto/D6040.htm. Acessado em 29 de setembro de 2020.

BANDEIRA, Arkey Marques. **Um panorama sobre os registros rupestres no Estado do Maranhão**. 2003. Monografia (Licenciatura plena em História). – Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, 2003.

BANDEIRA, Arkey Marques. **1º Relatório de prospecção arqueológica – 1ª etapa – poligonal da Refinaria Premium I. Setores Área 6, Área do Canteiro Avançado da Petrobrás, Área 13- Empréstimo,**

Área de Bota Fora e Área do Canteiro do Consórcio para Terraplanagem. PBA de Arqueologia da Refinaria Premium I. Bacabeira – MA, 2010.

BANDEIRA, Arkey Marques. **1º Relatório final de resgate arqueológico dos Sítios Rabo de Porco I e Mangueiras**. PBA de Arqueologia Refinaria Premium I. Bacabeira – MA, 2011a.

BANDEIRA, Arkey Marques. **Refinaria Premium I: descobrindo a história do Maranhão**. Cartilha de Educação Patrimonial. PBA de Arqueologia Refinaria Premium I. Bacabeira – MA, 2011b.

BANDEIRA, Arkey Marques. **7º Relatório final de resgate arqueológico do Sítio Salvaterra 2**. PBA de Arqueologia Refinaria Premium I. Bacabeira – MA, 2012a.

BANDEIRA, Arkey Marques. **Arqueologia na Refinaria Premium I**. Agenda do Professor para Educação Patrimonial. PBA de Arqueologia Refinaria Premium I. Bacabeira – MA, 2012b. No prelo.

BANDEIRA, Arkey Marques. **Arqueologia na Refinaria Premium I**. Guia Temático para Educação Patrimonial. PBA de Arqueologia Refinaria Premium I. Bacabeira – MA, 2012c. No prelo.

BANDEIRA, Arkey Marques. **Relatório final de resgate arqueológico dos Sítios Mãe Benta 1, Mãe Benta 2 e Mãe Benta 3**. Projeto CTR – Rosário – MA. Rosário, 2012d.

BARLÉU, Gaspar. **História dos fatos recentemente praticados durante oito anos no Brasil**. Recife, Fundação de Cultura da Cidade do Recife, 1980.

BARLÉU, Gaspar. **O Brasil holandês sob o Conde João Maurício de Nassau**. Brasília: Senado Federal, Conselho Editorial, 2009, 2ª impressão.

BERREDO, Bernardo Pereira. **Annaes Históricas do Estado do Maranhão**. Florenç, typ. Barbera, 1905, p. 228.

BARRETO, Aníbal (Cel.). **Fortificações no Brasil** (Resumo Histórico). Rio de Janeiro: Biblioteca do Exército Editora, 1958. 368p.

BRASIL. **Decreto-Lei nº. 25, de 30 de novembro de 1937**. Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]. Organiza a proteção do patrimônio histórico e artístico nacional. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/Del0025.htm. Acesso em: 01 jan. 2018.

CAINO, Jonathan. S. et al. Perspectivas da arqueologia sulmaranhense. In: BANDEIRA, A. M., BRANDI, R. A. (Org.). **Nova luz sobre a arqueologia do Maranhão**. São Luís: Brandi & Bandeira Consultoria Cultural Ltda, p. 215-238, 2014.

CÂMARA, L. **A concentração da propriedade agrária no Brasil**. Boletim Geográfico, Rio de Janeiro, v. 7, n. 77, p. 516-528, ago., 1949.

CASTRO, A. H. F. **Forte do Itapecurú, Nossa Senhora da Conceição, Calvário, Santo Cristo ou Vera Cruz**. Rio de Janeiro, 2009.

Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao.htm>. Acesso em: 27.set.2020.

CUNHA, César Ribeiro. Ocupação e o desenvolvimento das duas formações sócio espaciais do Maranhão. Cadernos do núcleo de análises urbanos. V. 8, n. 1. 2015. P.133-152.

D'ABBEVILLE, C. **História da missão dos padres capuchinhos na Ilha do Maranhão e circunvizinhanças**. São Paulo: Siciliano, 2002.

D'ÉVREUX, Y. de. **Viagem ao norte do Brasil feita nos anos de 1613 a 1614**. São Paulo: Siciliano, 2002.

Dados Gerais da Educação no Maranhão. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/censo-escolar>>. Acesso em: 17.set.2020.

DAHER, A. **O Brasil francês** – as singularidades da França Equinocial. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2009.

Dörner, Stefan Hubertus. **Análise do sistema agroindustrial da soja e seus efeitos sobre o desenvolvimento econômico e social do Maranhão** / Stefan Hubertus Dörner. - Toledo, PR : [s. n.], 2017. Tese.

FERREIRA, Antônio José de Araújo. **Políticas territoriais e a reorganização do espaço maranhense** (Tese doutorado). São Paulo, 2008. 269p.

FIALHO, O. Casa de Pedra. **Revista do Instituto Histórico e geográfico do Maranhão**. São Luís, ano VII, n. 6, p. 47-51, 1956.

GARRIDO, Carlos Miguez. **Fortificações do Brasil**. Separata do Vol. III dos Subsídios para a História Marítima do Brasil. Rio de Janeiro: Imprensa Naval, 1940.

HERIARTE, Maurício. Descrição do estado do Maranhão, Pará, Gurupá e Rio das Amazonas. Mss. 1662. Apud VARNHAGEM, Francisco Adolfo de. **História Geral do Brasil**. vol. II T. II e IV. Belo Horizonte, Itatiaia; São Paulo, EDUSP, 1981. p. 172.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário 2017**. Disponível no site <<http://censos.ibge.gov.br/agro/2017>>.

_____. **Censo Agropecuário 2006**. Disponível no site <<http://censos.ibge.gov.br/agro/2006>>.

_____. **Malha Municipal do Estado do Maranhão**. IBGE, 2017.

_____. **Estimativa da população**. Julho de 2019.

IPHAN. **Inventário do Patrimônio Ferroviário do Maranhão: a rede ferroviária São Luís Teresina**. 3ª Superintendência no Maranhão. BRITO, S. R. S.; ALMEIDA, A. São Luís: IPHAN, 2008.

Lei 10.099/14. Disponível em <https://www.educacao.ma.gov.br/files/2016/05/suplemento_lei-10099-2014_PEE.pdf>. Acesso em 26.set.2020.

Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB-1996). Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm>. Acesso em: 25.set.2020.

LEITE FILHO, Deusdedit Carneiro; LEITE, Eliane Gaspar. Grafismos Rupestres. **Boletim [da] Comissão Maranhense de Folclore**, São Luís, n. 12, p. 8, dez. 1998.

LIMA, Olavo Correia. Província Espeleológica do Maranhão. **Revista do Instituto Histórico e Geográfico do Maranhão**. Ano LIX, n 10, São Luís-MA, p. 62-70, 1985.

LIMA, Olavo Correia. *Cultura rupestre maranhense: arqueologia, antropologia*. Ano LX, n. 11, p. 07-12, março de 1986.

LONDRES, Cecilia. **Referências culturais: base para novas políticas de patrimônio**. Inventário Nacional de Referências Culturais: manual de aplicação. Brasília: Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional, 2000.

LONDRES, Cecilia. **Patrimônio Imaterial**: o registro do patrimônio imaterial: dossiê final das atividades da Comissão e do Grupo de Trabalho Patrimônio Imaterial. Brasília: Ministério da Cultura /Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional, 4. ed, 2006.

MARANHÃO. **Decreto de nº 34.718, de 27 de março.** Disponível em www.cultura.ma.gov.br. Consultado em 29 de setembro de 2020.

MARCOS, R. Um passado a ser desvendado em Gonçalves Dias. **Blog Gonçalves Dias sob o domínio Clio.** Caxias, 15 de janeiro de 2013. Disponível em: <<https://gdclio.wordpress.com/2013/01/15/um-passado-a-ser-desvendado---em-goncalves-dias/>>.

MARQUES, César Augusto. **Dicionário Histórico Geográfico da Província do Maranhão.** São Luís: AML, 2009.

MENEZES, R. H. N. de. **Caracterização agroclimática e análise do rendimento agrícola do Estado do Maranhão,** Brasil. Campina Grande, 2009. 168f. Tese (Doutorado em Meteorologia) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais.

Metas do Plano Estadual de Educação do Estado do Maranhão – PEE/MA. Disponível em: <<https://www.educacao.ma.gov.br/files/2017/10/Relatório-PEE-MA>>. Acesso em: 24.set.2020.

MONTEIRO, Jônatas da Costa Rego. Relação dos fortes existentes no Brasil em 1829, com indicação do seu armamento. IN: **Revista Militar Brasileira**, jan.jul. 1927., op. cit. p. 218.

NIMUENDAJU, Curt. **Cartas do Sertão de Curt Nimuendaju para Carlos Estevão de Oliveira.** Apresentação e notas: HARTMANN, Lisboa: Assírio & Alvim, 2000.

NIMUENDAJU, Curt. **Mapa etnohistórico de Curt Nimuendajú.** Rio de Janeiro, 1981.

OOSTERBEEK, Luiz. Arqueologia pré-histórica: entre a cultura material e o patrimônio intangível. **Cadernos do LEPAARQ**, v. I, n.º 2. Pelotas: Editora da UFPEL, p. 41-54.

PETROBRAS. **Estudo de Impacto Ambiental/Relatório de Impacto Ambiental da Refinaria Premium I – Bacabeira – MA.** Bacabeira, 2010.

Plano de Lei nº 597/07. Número de alunos em sala de aula. Disponível em: <<https://www.camara.leg.br/>>. Acesso em: 23.set.2020.

Portaria nº 2.22/17. Tipificação de estabelecimentos de saúde. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2017/prt2022_15_08_2017_rep.html>. Acesso em 23.set.2020.

Secretaria Estadual de Saúde – SES-MA. Dados de casos confirmados de Covid-19, Disponível em: <<https://www.saude.ma.gov.br/set-2020>>. Acesso em: 28/set.2020.

RIBEIRO DO AMARAL, José. **Ephemérides maranhenses.** São Luís: Teixeira, 1923.

RODRIGUES, João Freire. O rural e o urbano no Brasil: uma proposta de metodologia de classificação dos municípios. Análise social, nº211. Lisboa, junho 2014.

SANT'ANNA, Márcia. **Avanços da política de salvaguarda do patrimônio cultural imaterial. In Patrimônio Imaterial: O Registro do Patrimônio Imaterial: dossiê final do Grupo de Trabalho Patrimônio Imaterial.** Brasília: Ministério da Cultura /Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional, 4. ed, 2006.

São Luís Ilha do Maranhão e Alcântara: guia de arquitetura e paisagem. Sevilla: Consejería de Obras Públicas y Transportes, Dirección General de Arquitectura y Vivienda, 2008.

SILVA F. O. P. **Arquitetura luso-brasileira no Maranhão.** 2ª ed. Belo Horizonte: Formato, 1998.

SILVEIRA, Simão Estácio da. **Relação sumária das coisas do Maranhão escrita por ...** dirigida aos pobres deste reino de Portugal. Lisboa, 7 de março de 1624. São Luís, UFMA/SIOGE, 1974, p. 30.

SOARES, Inês Virgínia P. **Direito ao (do) Patrimônio Cultural Brasileiro**. Belo Horizonte: Fórum, 2009.

SOUSA, Augusto Fausto de. Fortificações no Brasil. RIHGB. Rio de Janeiro: Tomo XLVIII, Parte II, 1885. p. 5-140.

SOUSA, Jane Cléa da Cunha. Antônio Vieira e a Ocupação Indígena no Maranhão (1653 – 1662). A expulsão dos jesuítas em 1661. São Luís, 2016. 61p.

SOUSA, P. M. Manifestações rupestres em cavernas do Maranhão. **Jornal Pequeno**. São Luís, 14 de agosto de 2008. Disponível em: <<https://edicao.jornalpequeno.com.br/impresso/2008/11/14/manifestacoes-rupestres-em-cavernas-do-maranhao>>.

SOUSA, Leilane Barbosa de; BARROSO, Maria Grasiela Teixeira. **Pesquisa etnográfica**: evolução e contribuição para a enfermagem. Escola Anna Nery Revista de Enfermagem, n. 12, v. 1, p. 150-155, 2008.

Taxa de Analfabetismo. Disponível em> <https://censo2010.ibge.gov.br/>. Acesso em: 25.set.2020.

UNESCO. **Convenção para a Salvaguarda do Patrimônio Cultural Imaterial**, de 17 de outubro de 2003. Brasília: Ministério das Relações Exteriores, 2006.

FONTE DE DADOS

BRASIL. INCRA. Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. Disponível em <http://www.incra.gov.br/pt/>

BRASIL. INCRA. Informações gerais sobre os assentamentos da Reforma Agrária. Disponível em: <http://painel.incra.gov.br/sistemas/index.php>

BRASIL. FCP. Fundação Cultura Palmares. Disponível em: <http://www.palmares.gov.br>

BRASIL. FCP. Lista de Certidões expedidas às comunidades remanescentes de quilombos (CRQs) atualizada até a Portaria nº 118/2020, publicada no DOU de 20/07/2020. Disponível em: http://www.palmares.gov.br/?page_id=37551

BRASIL. IPHAN. Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional. Disponível em: www.iphan.gov.br

BRASIL. IPHAN. Lista dos bens materiais tombados – IPHAN. Disponível em: http://portal.iphan.gov.br/uploads/ckfinder/arquivos/Lista_bens_tombados_processos_andamento_2018

BRASIL. IPHAN. Cadastro Nacional de Sítios Arqueológicos – CNSA. Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/sgpa/?consulta=cnsa>

BRASIL. IPHAN. Banco de Dados de Bens Culturais Imateriais Registrados. Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/228>

BRASIL. IPHAN. Lista do Patrimônio Cultural Ferroviário. Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/127>

BRASIL. IPHAN. Lista do Conjuntos Urbanos Tombados (Cidades Históricas). Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/99>.