

# Estudo Nacional de Mobilidade Urbana



## Relatório de Diagnóstico Volume 3

### Região de Desenvolvimento Integrado da Grande Teresina

Junho de 2025

Elaborado com a colaboração das equipes do BNDES, do Ministério das Cidades e de diversas instituições públicas e privadas do setor de mobilidade urbana

O “**Estudo Nacional de Mobilidade Urbana**: Desenvolvimento do Transporte Público de Média e Alta Capacidades nas principais Regiões Metropolitanas do país” (**ENMU**) é uma iniciativa conjunta do BNDES e do Ministério das Cidades, no âmbito do Acordo de Cooperação Técnica nº 01-2023 / D-121.2.0027.23, de 24/10/2023.



MINISTÉRIO DAS  
CIDADES



Este trabalho foi realizado com recursos do Fundo de Estruturação de Projetos do BNDES (BNDES FEP), no âmbito da RFP nº 16/2023. A atuação do Consórcio de Consultores foi objeto do contrato de prestação de serviços OCS nº 151/2024, celebrado com o BNDES em 10/05/2024, sob a liderança dos seguintes profissionais:

---

**Diagnóstico, Rede Estrutural Necessária e Banco de Projetos**

**Logit**

Wagner Colombini Martins, Fernando Howat Rodrigues, Thiago Affonso Meira  
Diogo Barreto Martins, Renata Cruz Rabello

**Oficina Consultores**

Arlindo Fernandes, Antônio Luiz Mourão Santana, Andrea Aparecida Azevedo Brisida, Felício Hissaaki Sakamoto

**TYLin**

Gabriel Feriancic, Victor Frazão Barreto Alves, Claudia Cosme Mascarenhas, Luiz Marcelo Teixeira Alves, Larissa Deborah Alves Teixeira dos Santos

---

**Coordenação do PMO e desenvolvimento dos Insumos da Estratégia Nacional**

**Bain & Company**

Rodrigo Más, Wagner Costa

**Assessoria Jurídica**

**Machado Meyer**

Rafael Vanzella, José Virgílio Lopes Enei, Débora Boucinhas Leal, Rafael de Lima Andrade e Pedro Inglez Mazzarella

**Sistema de Informações Geográficas (SIG)**

**Logit**

Patrícia Tozzi, Débora Gonçalves

**Geológica**

Cássio Fernando Rossetto

**Consultores**

Orlando Strambi, Claudia Martinelli

As entregas do ENMU foram realizadas de forma colaborativa com as equipes do BNDES, do Ministério das Cidades e de diversas instituições públicas e privadas do setor de mobilidade urbana. Os profissionais das referidas instituições fizeram parte do Comitê Técnico do ENMU e tiveram a oportunidade de oferecer comentários e contribuições em versões intermediárias dos relatórios, conforme previsto no Termo de Especificações Técnicas do ENMU. Maiores detalhes podem ser obtidos em <https://www.bndes.gov.br>.

## Equipe Técnica

### Diagnóstico, Rede Estrutural Necessária e Banco de Projetos

#### Logit

Caio Pieroni, Cláudia Machado,  
Daniel Souza, Fábio Rossetti Delospital,  
Gabriel Mendes Bergamaschi, Gil Andrade,  
Heitor Seidi Osako, Isabela Cruz,  
Lorena Oliveira, Lucas Melo, Paulo Góes,  
Paulo Júnio Rosa, Priscila Damasio,  
Rafael Caetano Ramos, Rafael Sanabria,  
Rasiele dos Santos Rasia, Roberto Torquato,  
Rodrigo Cintra Pires, Victor Zamith

#### Oficina Consultores

Alexander André Silva, Bruno Lora Martin,  
Daniela Cardone Del Monte Leão,  
Edilberto de Aguiar Júnior, Esnel Minetti,  
José Carlos Xavier, Lorétti Portofé de Mello,  
Luis Fernando Di Pierro,  
Marcelo Massayuki Nakazaki,  
Marcos Pimentel Bicalho,  
Otávio Ferreira Mourão Santana,  
Paulo Sussumu Hatada, Rafael Simonato

#### TYLin

Ana Paula Felipe, Ayrton de Sousa Pinto,  
Carol Bueno de Freitas,  
Fábio Cretella Vaz Conn,  
Geraldo Camargo de Carvalho Jr.,  
Jane Aoki Alberto, Leonardo Palermo Gentile,  
Leticia Bispo Marques, Luciano Peron,  
Luis Fernando Kyono,  
Luiza Maciel Costa da Silva,  
Maria Manuela Pose Guerra,  
Sérgio Oda Kokuta, Sílvia Vitali Santos Mauad,  
Vinicius Dorta Molina Hernandez,  
Vinícius Martinez Ramim

### Assessoria Jurídica

#### Machado Meyer

Ana Clara Gemeinder de Mendonça,  
Beatriz Simões da Silva,  
Estevam Pallazzi Sartal,  
Gabriel Brasileiro Nagle de Oliveira,  
Gabriel Rapoport Furtado,  
Guilherme de Faria Nicastro,  
Jéssica Suruagy Borges Galhardo,  
Juliana Mucinic, Lucas Nunes Martorelli,  
Maria Gabriela Figueiredo Parreira de Moura,  
Rafaela Pereira Falavina

- O conteúdo desta publicação não reflete, necessariamente, o posicionamento institucional do BNDES e do Ministério das Cidades. É permitida a reprodução total ou parcial dos artigos desta publicação, desde que citada a fonte.
- O material e as análises contidos neste documento foram elaborados com o objetivo de fornecer uma visão estratégica abrangente sobre a mobilidade urbana nas principais Regiões Metropolitanas do Brasil, sendo os trabalhos realizados em um período de tempo limitado e dentro das possibilidades e limitações das informações disponíveis.
- O ENMU foi conduzido com base em pesquisas secundárias de mercado, análise de informações públicas disponíveis ou fornecidas ao Consórcio de Consultores pelas diversas instituições que contribuíram na elaboração do estudo, bem como por meio de diversas entrevistas com especialistas do setor. Os membros do Consórcio, de forma independente, não verificaram as informações mencionadas nem conduziram pesquisas primárias ou qualquer forma de *due diligence*, e, portanto, não fazem qualquer afirmação ou garantia, expressa ou implícita, quanto à precisão, completude ou exaustividade dessas informações. As projeções de mercado, análises financeiras, estimativas e conclusões aqui apresentadas são baseadas nas informações mencionadas acima e no melhor julgamento de cada membro do Consórcio e das equipes do BNDES e integrantes do Comitê Técnico, e, por isso, não devem ser interpretadas como recomendações específicas, nem como previsões ou garantias de desempenho ou resultados futuros.
- O objetivo do ENMU é oferecer insumos para a elaboração de uma Estratégia Nacional de Mobilidade Urbana, visando orientar a atuação da União junto aos entes subnacionais para coordenação de esforços interfederativos que viabilizem a articulação de políticas públicas e o fomento à implantação de projetos de Transporte Público Coletivo de Média e Alta Capacidades. O ENMU não envolve a elaboração de planos de mobilidade urbana, estudos de viabilidade econômico-financeira ou projetos com detalhamento suficiente para subsidiar contratações públicas ou decisões privadas de investimento. Caberá às instituições interessadas, públicas ou privadas, realizar os estudos adicionais e análises aprofundadas pertinentes para avançar com os projetos às etapas seguintes de implantação ou fundamentar suas decisões de investimento.

# Índice

Índice .....	4
Lista de Tabelas .....	6
Lista de Figuras .....	8
1 Introdução .....	11
2 Apêndice III – Aspectos Urbanísticos e Socioeconômicos .....	12
2.1 Área de estudo .....	12
2.2 Restrições Físicas .....	14
2.2.1 Relevo .....	14
2.2.2 Recursos Hídricos .....	20
2.3 Restrições Legais .....	25
2.3.1 Unidades de Conservação.....	25
2.3.1.1 Unidades de Conservação na RIDE GT .....	27
2.3.2 Patrimônio Histórico, Arquitetônico e Cultural .....	32
2.3.2.2 Bens tombados e sítios arqueológicos na área de estudo .....	34
2.3.3 Macrozoneamento do Uso do Solo.....	38
2.4 Dados Socioeconômicos .....	43
2.4.1 Uso do solo.....	43
2.4.2 População .....	46
2.4.3 População, Renda e Educação.....	54
2.4.4 Indicadores de Vulnerabilidade Social .....	59
2.4.5 Intervenções Urbanas.....	62
2.4.6 Crescimento e projeções populacionais.....	62
3 Apêndice IV – Aspectos Ambiental e Climático .....	64
3.1 Planos de Mitigação às Mudanças Climáticas .....	64
3.1.1 Aderência à metodologia sugerida no C-40 Cities .....	64
3.1.2 Eixos Estratégicos do PAC .....	68
3.1.3 Plano de Ações do PAC de Teresina.....	69
3.1.4 Detalhamento das Ações relacionadas com mobilidade .....	70

3.1.5	Compatibilidade do PAC de Teresina com as diretrizes propostas pelo C-40 Cities para o setor de transporte e mobilidade .....	72
3.1.6	Compatibilidade do PAC de Teresina com as diretrizes propostas no Plano Setorial de Transporte e de Mobilidade Urbana para Mitigação e Adaptação à Mudança do Clima (PSTM)	73
3.2	Áreas de proteção dos meios físico e biótico.....	74
3.2.1	Introdução .....	74
3.2.2	Procedimentos metodológicos.....	78
3.2.3	Resultados do Mapeamento: Categorias temáticas encontradas nos Eixos de Transportes Propostos e em sua AID .....	90
3.2.4	Discussão e conclusões .....	99
3.2.4.1	Sobre Unidades de Conservação (UC) e o licenciamento ambiental dos futuros empreendimentos .....	100
3.3	Desastres naturais.....	102
3.3.1	Desastres Naturais nos Estados do Piauí e Maranhão .....	104
3.3.2	Ocorrências de Desastres nos Municípios de Interesse: RIDE GT .....	113
3.3.3	Risco de Desastres Geo-Hidrológicos .....	115
3.3.4	Plano de Ação Climática de Teresina.....	117
3.3.5	Defesa Civil – Estado do Piauí e município de Teresina .....	121
3.4	Projeções de temperaturas e precipitações.....	125
3.4.1	Introdução .....	125
3.4.2	Dados do Climate-Data .....	125
3.4.3	Dados da Plataforma Meteoblue.....	126
3.4.4	Projeções de temperatura e precipitações.....	127
3.5	Emissões atmosféricas.....	131
3.5.1	Introdução .....	131
3.5.2	Aspectos Metodológicos de Inventários de Emissões de GEE .....	131
3.5.3	Informações do inventário de emissões GEE de Teresina .....	131
3.5.4	Informações do Sistema de Estimativa de Emissão de Gases de Efeito Estufa (SEEG)	132

## Lista de Tabelas

Tabela 1: Formas de relevo na RIDE GT .....	14
Tabela 2: Classes de declividade e restrições.....	18
Tabela 3: Percentuais de áreas de ocorrências de cada faixa de declividade em relação à área total do município .....	20
Tabela 4: Unidades de Conservação localizadas nos municípios de interesse dos projetos TPC-MAC.....	29
Tabela 5: População dos municípios da área de estudo e participação percentual em 2022. ....	46
Tabela 6: Populações de 2022 segundo o sexo nos municípios da RM Grande Teresina .....	48
Tabela 7: População segundo faixas de idade na área de estudo da RIDE GT.....	49
Tabela 8: Dados de correlações entre número de habitantes e domicílios na área de estudo da RIDE GT .....	51
Tabela 9: População de cada município segundo a raça.....	52
Tabela 10: Participação de cada raça na população de cada município.....	52
Tabela 11: IDH-M por município da área de estudo da RM GRANDE TERESINA entre 1991 e 2010 .....	54
Tabela 12: Quadro de classificação do IDH-M por município da RM Grande Teresina entre 1991 e 2010.....	54
Tabela 13: População segundo faixa de renda.....	54
Tabela 14: Percentuais da população total segundo faixas de renda .....	54
Tabela 15: Totais de empregos e matrículas escolares para a RIDE GT. ....	57
Tabela 16: Percentuais por setor de atividade dos empregos por município da Área de Estudo ...	58
Tabela 17: População em aglomerados subnormais por município .....	59
Tabela 18: IVS por município e por dimensão em 2010 .....	60
Tabela 19: Faixa de vulnerabilidade por município e por dimensão em 2010.....	61
Tabela 20: Porcentagem de pessoas que vivem em domicílios com renda per capita inferior a meio salário-mínimo (de 2010) e que gastam mais de uma hora até o trabalho por município .....	61
Tabela 21: Evolução da população de 2000 a 2022 na RIDE GT.....	62
Tabela 22: Projeção da população por município entre 2010 e 2055 .....	63
Tabela 23: Quadro analítico de aderência do PAC de Teresina com a metodologia para Planos de Ação Climática do C-40 Cities.....	65
Tabela 24: Eixos estratégicos do PAC de Teresina.....	68

Tabela 25: Quadro Síntese da Ação 13. Promover o uso de bicicletas e mobilidade ativa .....	70
Tabela 26: Quadro Síntese da Ação 14. Melhorar o transporte público local.....	71
Tabela 27: Quadro Síntese da Ação 15. Otimizar o tráfego urbano.....	71
Tabela 28: Quadro de associação das recomendações do C-40 Cities com as ações do eixo de visão de baixo carbono para o setor de transporte e mobilidade do PAC de Teresina.....	72
Tabela 29: Quadro de associação das diretrizes do PSTM com as ações do eixo de visão de baixo carbono para o setor de transporte e mobilidade do PAC de Teresina .....	73
Tabela 30: Feições na AID dos Eixos de Transportes Propostos.....	98
Tabela 31: Registros de desastres naturais nos municípios da área de interesse (Teresina-PI e Timon – MA) no período de 1991 a 2012.....	113
Tabela 32: Ocorrências – Estado do Piauí Período: 2010-2024 .....	114
Tabela 33: Ocorrências – Estado do Maranhão Período: 2010-2024 .....	114
Tabela 34: Número de ocorrências nos municípios de interesse no período 2010-2024 .....	115
Tabela 35: Índice de Risco de desastres geo-hidrológicos .....	116
Tabela 36: Dados climatológicos de Teresina.....	126
Tabela 37: Quadro de seleção de itens condicionantes das projeções de modelos climáticas do Portal PROJEÇÕES CLIMÁTICAS NO BRASIL ( <a href="http://pclima.inpe.br/">http://pclima.inpe.br/</a> ).....	128
Tabela 38: Projeções de Temperaturas de Teresina, em °C, no período 2006- 2040.....	128
Tabela 39: Projeções de precipitações de Teresina, em mm, no período 2016- 2040. ....	130
Tabela 40: Valores do PAG para cada GEE .....	131
Tabela 41: Resultados dos inventários de emissões de GEE de Teresina.....	132
Tabela 42: Indicadores de intensidade das emissões de GEE de Teresina .....	132
Tabela 43: Emissões de GEE por município em ktCO <sub>2</sub> e no ano 2022.....	132
Tabela 44: Emissões de GEE por município e setor em ktCO <sub>2</sub> e no ano 2022 .....	134
Tabela 45: Emissões de GEE por município do setor de transporte em tCO <sub>2</sub> e no ano 2022 .....	135

## Lista de Figuras

Figura 1: Área de Estudo da RIDE Grande Teresina .....	12
Figura 2: Zoneamento da área de estudo da RM Grande Teresina .....	13
Figura 3: Mapa Geral do Relevo da RM da Grande Teresina .....	16
Figura 4: Mapa de declividade no município de Teresina .....	17
Figura 5: Mapa Clinográfico da RIDE GT .....	19
Figura 6: Mapa de Recursos Hídricos da RIDE Grande Teresina.....	22
Figura 7: Localização da transposição do Rio Poti – Eixo proposto de TPC MAC da Linha 01 – Sudeste - Revitalização, Modernização e Melhoria.....	23
Figura 8: Localização da transposição do Rio Poti – Eixo proposto de TPC MAC do BRT – Avenida Frei Serafim .....	23
Figura 9: Localização da transposição do Rio Parnaíba - Eixo TPC MAC proposto do da Linha 05 – Noroeste (Ligação: Teresina / Timon):.....	24
Figura 10: Mapa de Unidades de Conservação Federais, Estaduais e Municipais da RIDE GT ...	28
Figura 11: Mapa de Patrimônio Histórico, Arquitetônico e Cultural da RIDE GT .....	35
Figura 12: Mapa de Patrimônio Histórico, Arquitetônico e Cultural - Teresina .....	36
Figura 13: Mapa de Patrimônio Histórico, Arquitetônico e Cultural - Timon .....	37
Figura 14: Macrozoneamento do Município de Teresina .....	41
Figura 15: Zoneamento do Município de Teresina.....	45
Figura 16: Distribuição espacial da população de 2022 nos municípios da área de estudo da RM Grande Teresina, por zona de tráfego, segundo faixas de população .....	46
Figura 17: Mapa da população segundo faixas nas zonas de tráfego (2010 e 2022) .....	47
Figura 18: Mapa de densidade populacional nas zonas de tráfego (2022).....	47
Figura 19: Mapa de densidade populacional nas zonas de tráfego (2010 e 2022) .....	48
Figura 20: Participação de mulheres em cada zona de tráfego segundo faixas de percentuais ....	49
Figura 21: Mapa de distribuição da população com idade entre 15 e 65 anos .....	50
Figura 22: Porcentagens de população até 14 e acima de 65 anos por zona de tráfego (população com menor mobilidade).....	50
Figura 23: Distribuição espacial dos domicílios por zona de tráfego .....	51
Figura 24: Evolução do número de domicílios de 2010 a 2022 segundo zonas de tráfego .....	52
Figura 25: Histograma de distribuição de população de cada município segundo a raça.....	53
Figura 26: Classificação do IDH-M por faixas .....	53

Figura 27: Histograma de percentuais da população de cada município da área de estudo da RM Grande Teresina segundo faixa de renda.....	55
Figura 28: Histograma de percentuais da população total da área de estudo da RM Grande Teresina segundo limites de renda .....	56
Figura 29: Renda média domiciliar e população do ano de 2010 por zonas de tráfego.....	56
Figura 30: Distribuição das atividades econômicas na RIDE GT (2024) .....	58
Figura 31: Faixas do IVS.....	60
Figura 32: IVS geral por Índice de Vulnerabilidade Social por zona de tráfego .....	61
Figura 33: Porcentagem de pessoas que vivem em domicílios com renda per capita inferior a meio salário-mínimo (de 2010) e que gastam mais de uma hora até o trabalho por UDH em cada zona de tráfego. ....	62
Figura 34: Projeção da população por município entre 2010 e 2055.....	63
Figura 35: Mapa da Rede Existente - TPC-MAC da RIDE GT.....	76
Figura 36: Mapa de localização da rede proposta- TPC-MAC da RIDE GT .....	77
Figura 37: Mapa de feições ambientais (meio físico e biótico) 1/7 .....	91
Figura 38: Mapa de feições ambientais (meio físico e biótico) 2/7 .....	92
Figura 39: Mapa de feições ambientais (meio físico e biótico) 3/7 .....	92
Figura 40: Mapa de feições ambientais (meio físico e biótico) 4/7 .....	93
Figura 41: Mapa de feições ambientais (meio físico e biótico) 5/7 .....	95
Figura 42: Mapa de feições ambientais (meio físico e biótico) 6/7 .....	96
Figura 43: Mapa de feições ambientais (meio físico e biótico) 7/7 .....	97
Figura 44: Municípios e Mesorregiões do Estado do Piauí.....	105
Figura 45: Enxurradas na Macrorregião Centro-Norte Piauiense de 1991 a 2012.....	106
Figura 46: Inundações na Macrorregião Centro-Norte Piauiense de 1991 a 2012 .....	107
Figura 47: Movimentos de massa na Macrorregião Centro-Norte Piauiense de 1991 a 2012 .....	109
Figura 48: Municípios e Mesorregiões do Estado do Maranhão.....	110
Figura 49: Enxurradas na Mesorregião Leste Maranhense de 1991 a 2012 .....	111
Figura 50: Inundações na Mesorregião Leste Maranhense de 1991 a 2012 .....	112
Figura 51: Risco de inundação 2070 - Município de Teresina .....	118
Figura 52: Risco de alagamento 2070 - Município de Teresina .....	119
Figura 53: Mapa de ameaça a deslizamentos na cidade de Teresina .....	120
Figura 54: Horizontes de implementação do PAC .....	123
Figura 55: Temperatura média e precipitações mensais em Teresina em 2022.....	126

Figura 56: Gráfico de temperatura e precipitações médias .....	127
Figura 57: Gráfico de Projeções de Temperaturas de Teresina, em °C, no período 2006- 2040..	128
Figura 58: Gráfico de Projeções de precipitações de Teresina, em mm, no período 2006- 2040.	129
Figura 59: Evolução histórica das emissões de GEE de Teresina e Timon por setor de atividade desde 2002.....	135
Figura 60: Emissões de GEE do Setor de Transportes em 2022 (tCO2e/ano) .....	136

# 1 Introdução

Este Caderno de Apêndices é integrante do relatório D1 – Relatório de Diagnóstico da Região Integrada de Desenvolvimento da Grande Teresina – RIDE GT (Volume 3) feito no âmbito do Estudo Nacional de Mobilidade Urbana (ENMU) e é constituído de dois apêndices.

No Apêndice III foram abordados os fatores caracterizam a RIDE GT segundo as dimensões urbanas e socioeconômicas, embasando a elaboração do capítulo 3.2 do Relatório de Diagnóstico.

O Apêndice IV apresenta o conjunto de informações e análises feitas para elaboração do diagnóstico do aspecto ambiental e climático da RIDE GT, constante no capítulo 3.3 do Relatório de Diagnóstico.

## 2 Apêndice III – Aspectos Urbanísticos e Socioeconômicos

Neste item são abordados os fatores que influenciam e caracterizam a RM segundo as dimensões urbanas e socioeconômicas.

Foram consideradas as particularidades da Região Integrada de Desenvolvimento da Grande Teresina (RIDE GT), por meio de informações e dados atualizados, e levando em conta a perspectiva histórica, para entender as transformações e tendências ao longo do tempo.

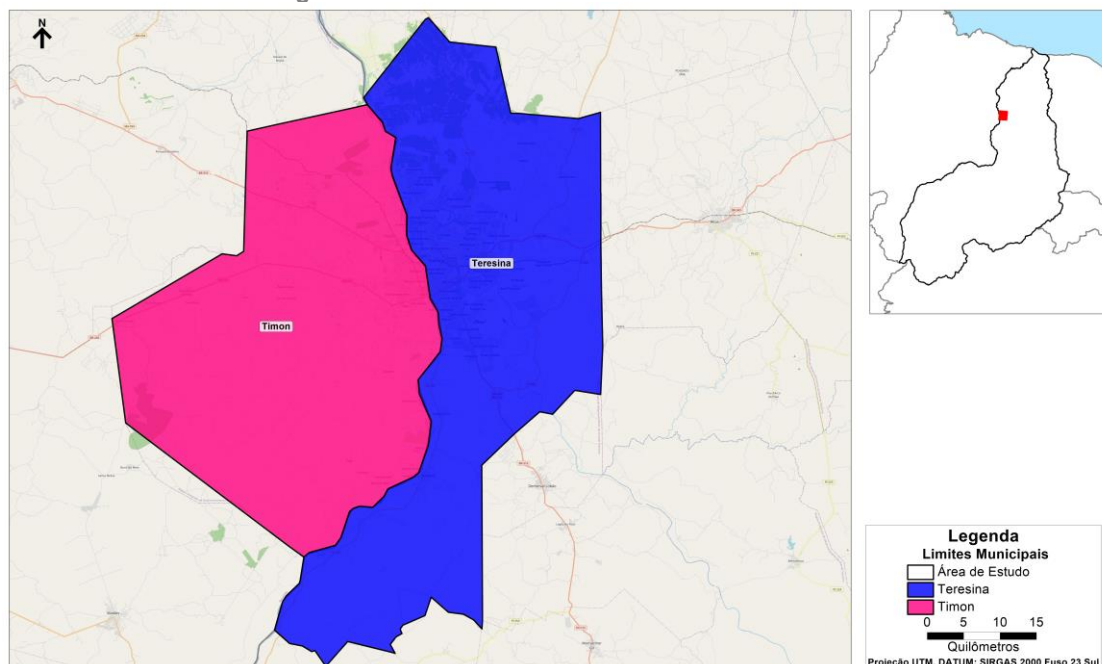
As informações são particularmente úteis para o estudo dos eixos estruturais que possam ser propostos e ou avaliados, haja vista a necessidade de consideração das características físico-territoriais da Área de Estudo na formulação de traçados e das soluções tecnológicas aplicáveis, bem como para a identificação de regiões potencialmente mais dependentes do TPC, com especial atenção para as de maior vulnerabilidade social, e as características da sua população.

Os dados socioeconômicos também serão importantes para os estudos de demanda na etapa de estudo da rede de eixos estruturais, dada a sua relação com as projeções para o ano horizonte (2054).

### 2.1 Área de estudo

De acordo com o TET, a área de estudo da Região de Desenvolvimento Integrado da Grande Teresina, para o ENMU, é formada pelos municípios Teresina/PI e Timon/MA.

Figura 1: Área de Estudo da RIDE Grande Teresina

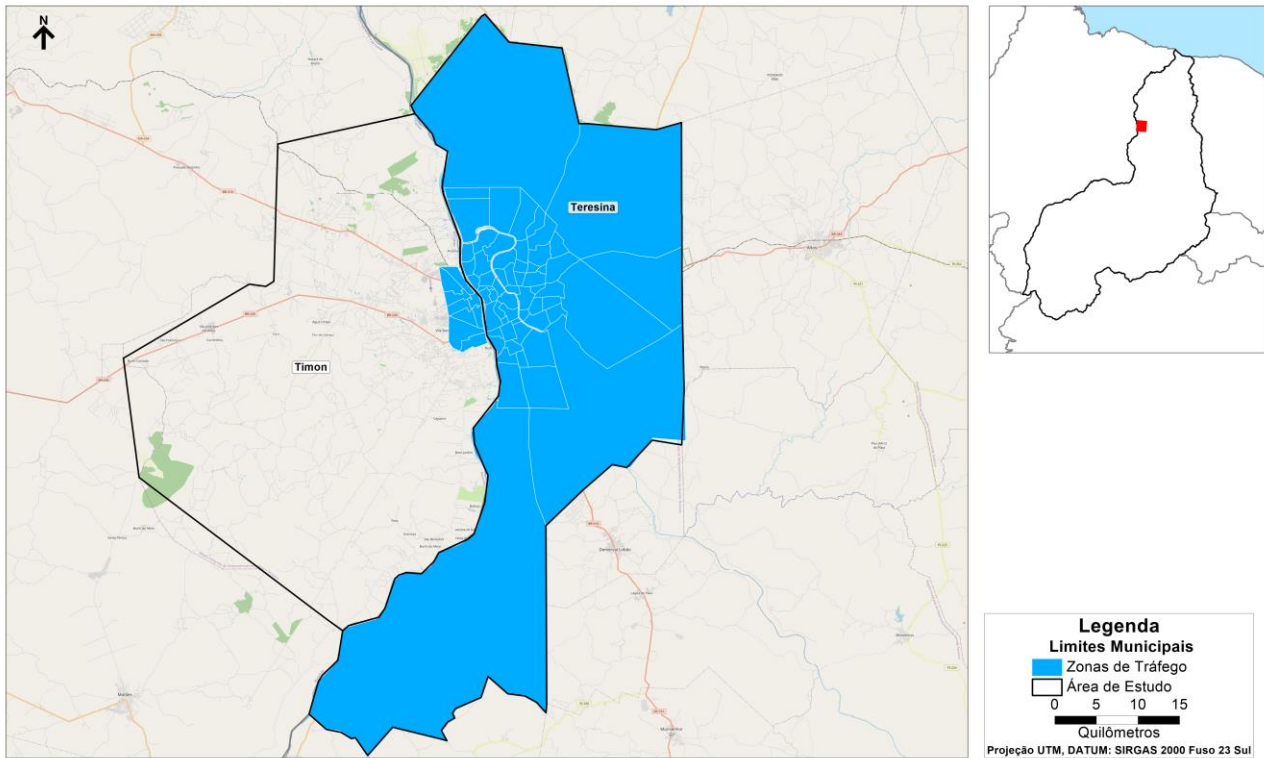


Fonte: Elaboração própria

As figuras com mapas de informações socioeconômicas são apresentadas indicando faixas (por exemplo, de população, de percentuais de sexo etc.) por zona e tráfego, ou seja, segundo as

unidades espaciais de representação da área de estudo para efeito de modelagem de transportes. Para a leitura dos mapas temáticos apresentados neste item é apresentada, a seguir, a figura do mapa de zoneamento da área de estudo da RIDE GT.

Figura 2: Zoneamento da área de estudo da RM Grande Teresina



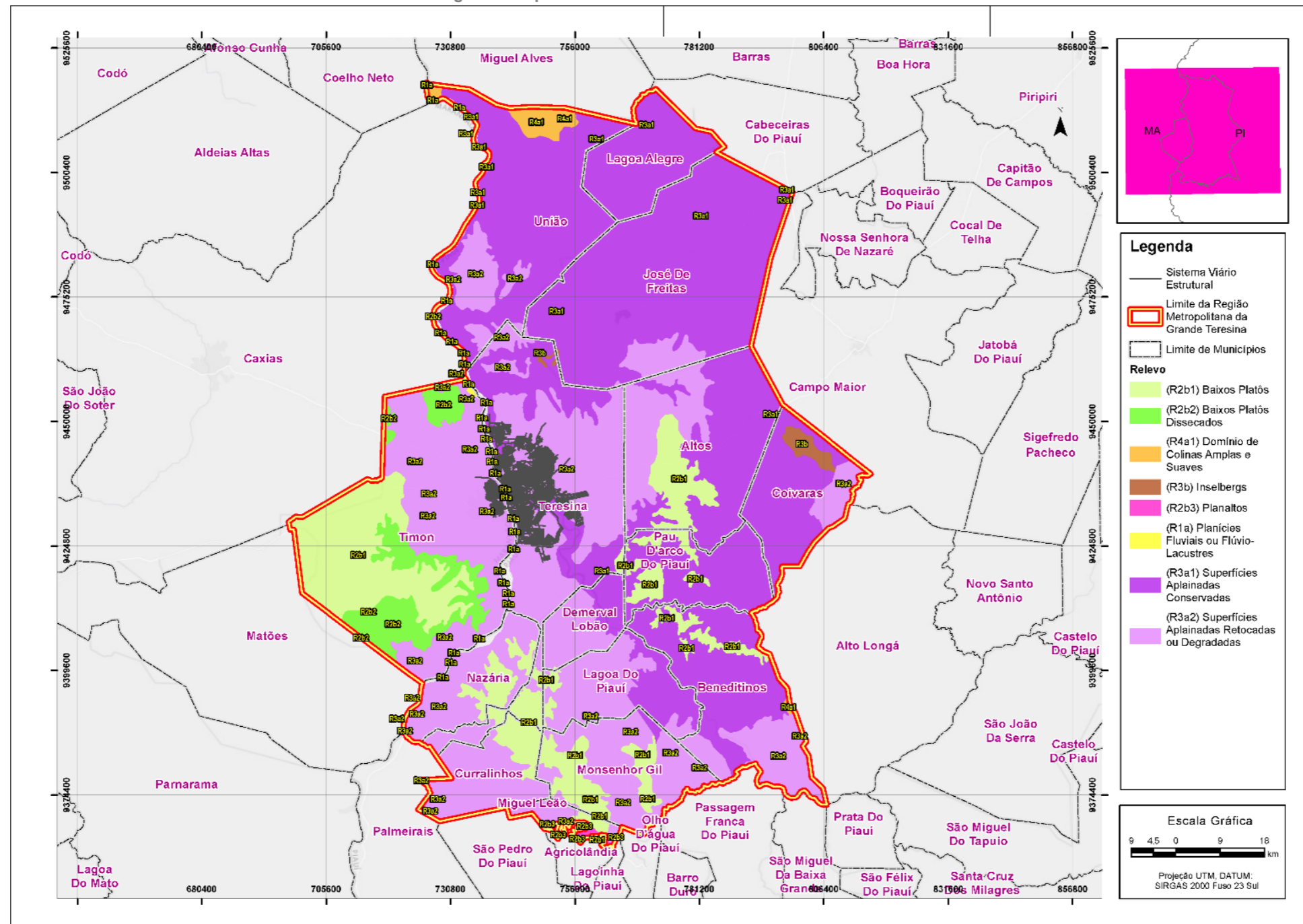
Fonte: Elaboração própria



*rede de drenagem incipiente. Inserem-se, também, no contexto das grandes depressões interplanálticas do território brasileiro.*

*Caracteriza-se por extenso e monótono relevo suave ondulado sem, contudo, caracterizar ambiente colinoso, devido a suas amplitudes de relevo muito baixas e longas rampas de muito baixa declividade (PFALTZGRAFF et al, 2010).*

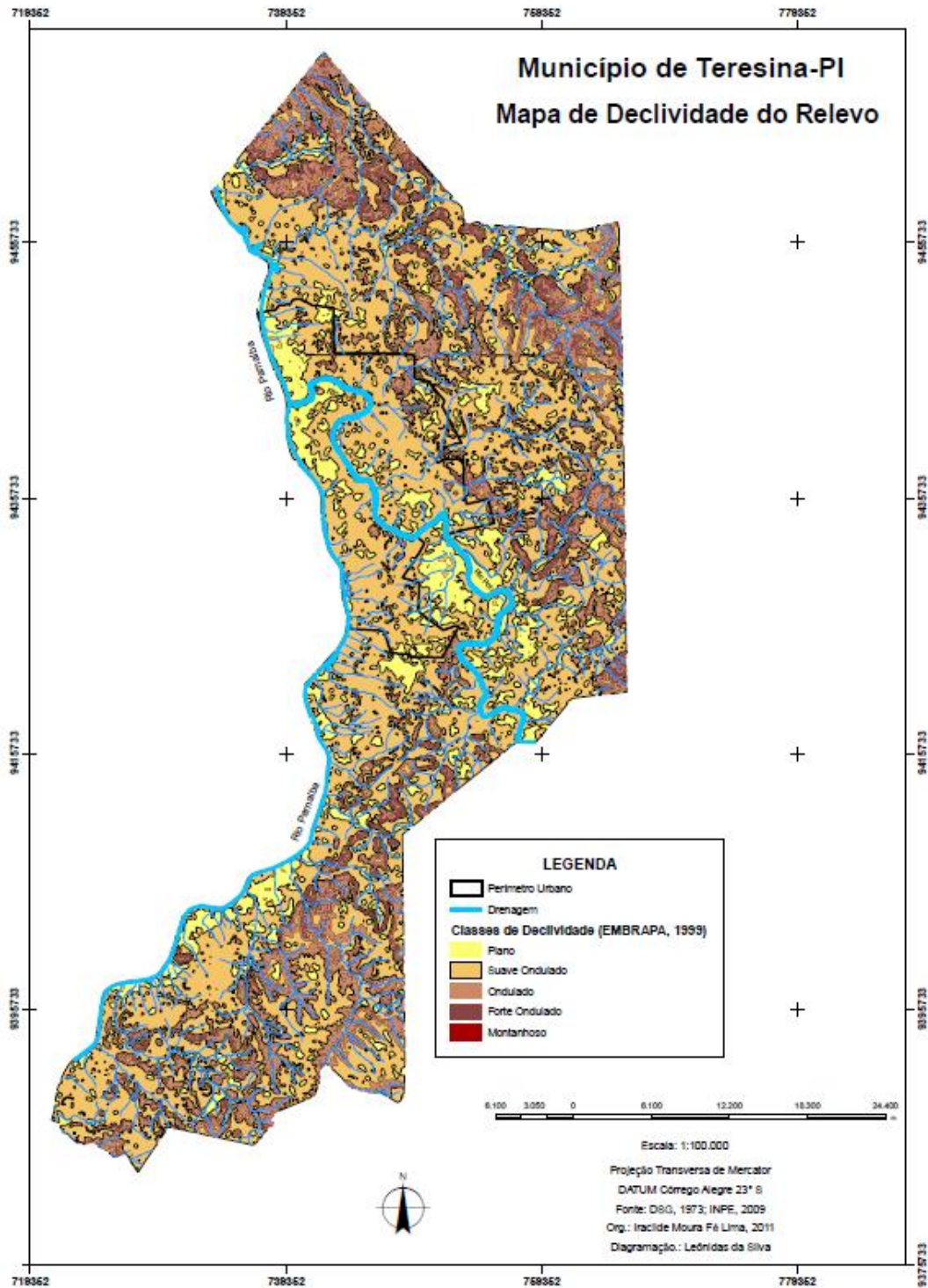
Figura 3: Mapa Geral do Relevo da RM da Grande Teresina



Fontes: SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (SGB). Mapas de Geodiversidade Estaduais. Mapa de Geodiversidade do Estado do Piauí. Relevo. Escala 1:250.000. Disponível em: <https://geosgb.sgb.gov.br/geosgb/downloads.html>; SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (SGB). Mapas de Geodiversidade Estaduais. Mapa de Geodiversidade do Estado do Maranhão. Relevo. Escala 1:250.000. Disponível em: <https://geosgb.sgb.gov.br/geosgb/downloads.html>

O mapa da figura a seguir apresenta as declividades do município de Teresina indicando presença predominante de terrenos planos, suave ondulado e ondulado

Figura 4: Mapa de declividade no município de Teresina



Fonte: [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://4d2ba87ac0.cbaul-cdnwnd.com/7e62a08a2f2ba1aa9c77e5c68468a3ee/200000032-4db834eb4b/Mapa%20declividade.pdf](https://chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://4d2ba87ac0.cbaul-cdnwnd.com/7e62a08a2f2ba1aa9c77e5c68468a3ee/200000032-4db834eb4b/Mapa%20declividade.pdf)

Para a caracterização das restrições físicas à implantação dos eixos de transporte TPC-MAC de superfície na RIDE GT optou-se por analisar as classes de declividade que oferecem impedimentos, restrições ou dificuldades a cada modalidade de TPC-MAC, conforme segue:

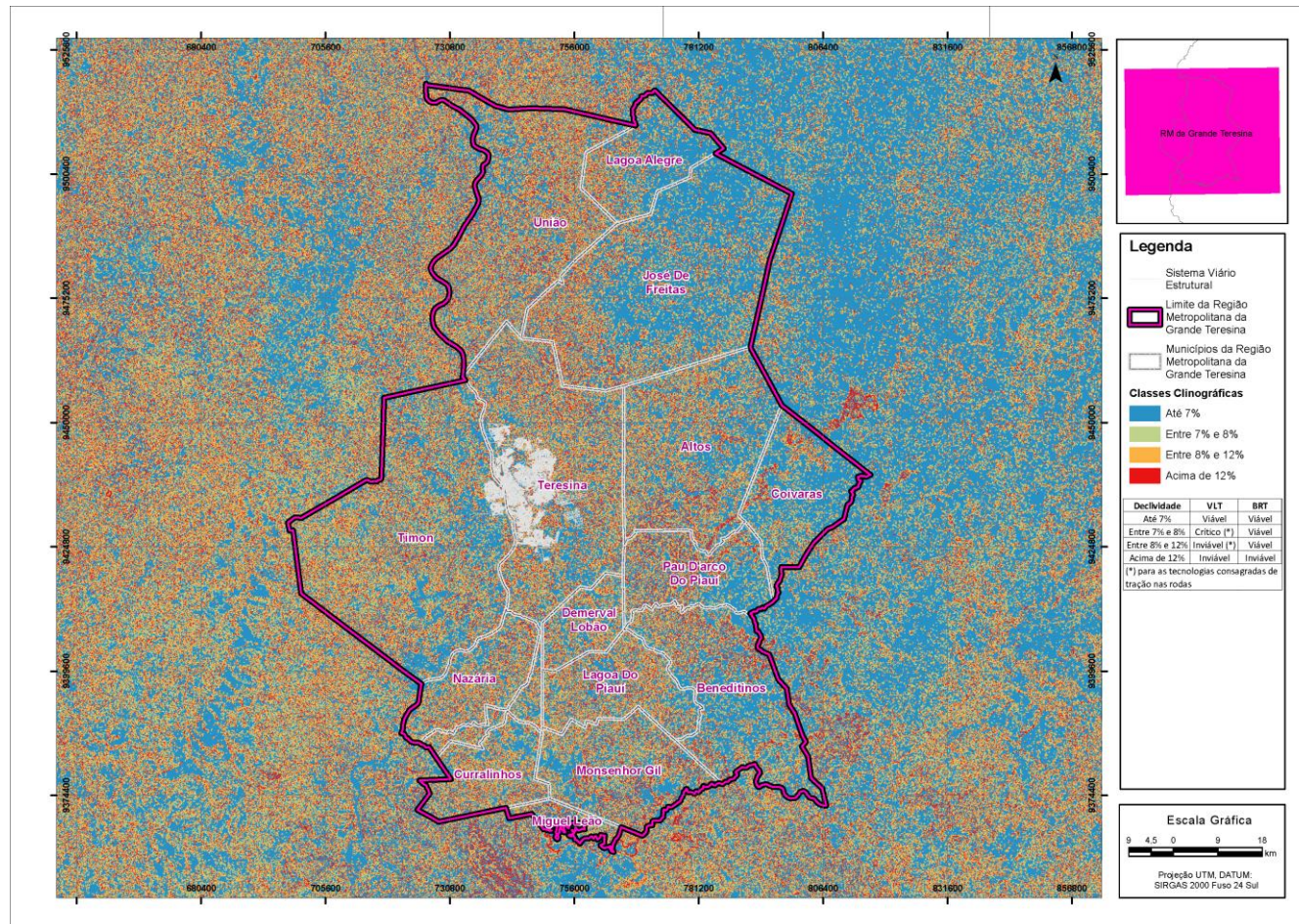
Tabela 2: Classes de declividade e restrições

Declividade	Modalidade TPC-MAC de Superfície	
	VLT	BRT
Até 7%	Viável	Viável
Entre 7 %e 8%	Crítico (*)	Viável
Entre 8% e 12%	Inviável (*)	Viável
Acima de 12%	Inviável	Inviável
(*) para as tecnologias consagradas de tração nas rodas		

Fonte: Elaboração própria

Utilizando-se as citadas classes foi produzido o Mapa Clinográfico, apresentado a seguir, no qual também consta a rede viária estrutural existente.

Figura 5: Mapa Clinográfico da RIDE GT



Fonte: Elaboração própria. Curvas de Nível obtidas pelo Modelo Digital de Elevação da Missão Copérnico (Agência Espacial Europeia – ESO). Disponível em: <https://spacedata.copernicus.eu/web/cscda/copernicus-users/access-rights>. Classes Clinográficas geradas em ambiente ArcGIS Pro a partir de intervalos definidos pela Oficina Consultores (2024).

A Tabela a seguir apresenta a porcentagem das áreas de ocorrência de cada faixa de declividade em relação às áreas totais (urbanizadas ou não) de cada município.

Tabela 3: Percentuais de áreas de ocorrências de cada faixa de declividade em relação à área total do município

Município	Ocorrências por município (em % da área)			
	Declividade até 7%	Declividade entre 7% e 8%	Declividade entre 8% e 12%	Declividade acima de 12%
Teresina	58,56	4,34	14,27	22,83
Timon	63,84	5,43	14,52	16,21

Fonte: Elaboração própria

Observa-se que em Teresina e Timon, municípios onde estão programados eixos de TPC-MAC, 22,8% do território apresenta declividades acima de 12%.

### 2.2.2 Recursos Hídricos

*A área central de Teresina está situada entre os rios Parnaíba e Poti, pertencentes à Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba. Inclui como principal referência geográfica a confluência do rio Poti com o rio Parnaíba no médio curso deste. O município está assentado na planície sedimentar do Parnaíba, onde as elevações são inferiores a 180 m de altitude e as declividades inferiores a 15%. Dentro do município o Parnaíba percorre cerca de 90 km. O sítio urbano é cortado pelos dois grandes cursos d'água anteriormente mencionados, os quais cruzam todo o estado do Piauí: o Parnaíba (S-N) e o Poti (E-W). Esses canais fluviais imprimem o principal arranjo espacial observado na capital, onde o Parnaíba constitui leito de largura variável de 200-250 metros. Porém, na confluência com o Poti, alcançam os 750 metros (...).*

*O rio Poti, um dos principais tributários da margem esquerda do rio Parnaíba e formador de importante sub-bacia hidrográfica do espaço piauiense, também destaca sua importância na cidade, pois atravessa boa parte da malha urbana até a sua descarga no rio Parnaíba, uma área que concentra diversas lagoas. Nasce em região semiárida do Ceará alcançando 450 km de extensão, dentre os quais, 59 km dentro da área de Teresina. O traçado do Poti (...) no perímetro urbano de Teresina é mais acidentado, apresentando pelo menos sete curvas com ângulos de 90°, localizadas na confluência com o rio Parnaíba (local conhecido como Encontro dos Rios) e em trechos intermediários à montante do sistema. A largura da calha do Poti ao longo da área urbana de Teresina varia entre 150m-170m, aproximadamente. Seu regime torrencial conjugado ao achatamento do leito e aos meandros que antecedem sua*

*confluência resulta em extensas inundações por ocasião das enchentes* (FEITOSA, SILVA NETO & NUNES, 2021<sup>3</sup>).

Para análise dos recursos hídricos da RIDE GT produziu-se um Mapa de Recursos Hídricos, no qual foi inserida a rede viária, apresentado a seguir. A sua elaboração utilizou como base de informações a Base de Hidrográfica do IBGE ao Milionésimo (BCIM), disponível em:

<https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/bases-cartograficas-continuas/15759-brasil.html>

Escolheu-se uma base com menor detalhamento espacial a fim de selecionar a visualização dos rios de maior porte na área analisada. Isto permite indicar as travessias de maior extensão, pelo sistema viário da RIDE GT e, por consequência, dos projetos de TPC-MAC em superfície.

O arquivo vetorial de hidrografia do IBGE foi recortado para o limite da RIDE GT, procedendo-se, na sequência, ao uso de imagem de satélite de alta resolução (Google Earth) para aferir a largura média dos cursos d'água considerados. Criou-se uma coluna no banco de dados resultante da hidrografia recortada para a RIDE GT e mediu-se, em pontos diferentes de cada um desses cursos d'água, a largura de margem a margem, definindo-se a largura média final, que foi inserida na coluna referente à largura.

Com o banco de dados preenchidos, utilizaram-se intervalos de 5 classes, optando-se por intervalo de quebras naturais (*natural breaks*), em virtude da grande diferença de larguras encontradas. Após a criação das classes, utilizou-se simbologia de espessuras e tons de azuis diferenciados, de forma a ressaltar os rios com maior largura com tons de azul mais fortes e com maior espessura, aplicando-se o princípio oposto para os rios com menor largura.

---

<sup>3</sup> FEITOSA, M. S. S.; SILVA NETO, J. A.; NUNES, H. K. B. Notícias de jornal como procedimento metodológico para análise episódica (1985, 1995 e 2009) de enchentes do rio Poti em Teresina – Piauí. **Revista Brasileira de Geografia Física** v.14, n.02 (2021) 507-521.

Disponível em: [Noticias de jornal como procedimento metodologico .pdf](#). Acesso em Out/2024



Como já citado, para os propósitos de diagnóstico visando à implantação de sistemas de TPC-MAC, o Mapa de Recursos Hídricos apresenta, também, a rede viária estrutural, de forma a permitir identificar as transposições de recursos hídricos pelo sistema viário.

Com relação às interferências dos eixos de TPC-MAC propostos, a localização de interferências nos recursos hídricos são as seguintes:

- **Linha 01 – Sudeste** - Revitalização, Modernização e Melhoria:

Linha já existente que transpõe o Rio Poti em ponte ferroviária paralela à Ponte Wall Ferraz (Av. Higino Cunha)

Figura 7: Localização da transposição do Rio Poti – Eixo proposto de TPC MAC da Linha 01 – Sudeste - Revitalização, Modernização e Melhoria

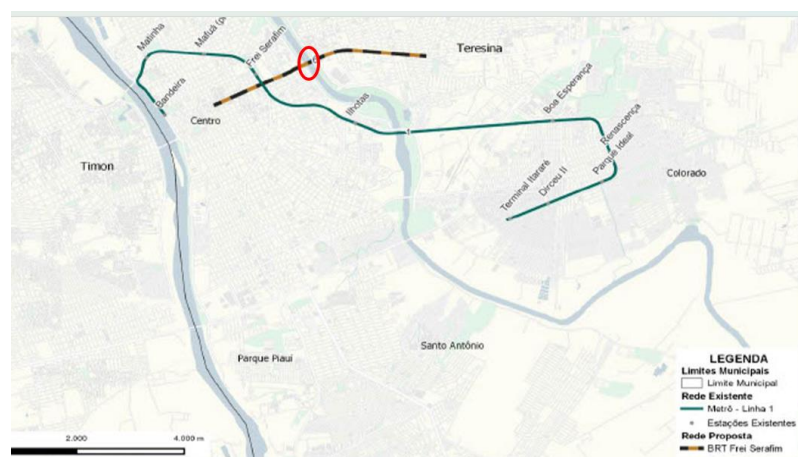


Fonte: Elaboração própria

- **BRT – Avenida Frei Serafim**:

Conversão de sistema BRS em sistema BRT que transpõe o Rio Poti sobre a Ponte Juscelino Kubitschek.

Figura 8: Localização da transposição do Rio Poti – Eixo proposto de TPC MAC do BRT – Avenida Frei Serafim

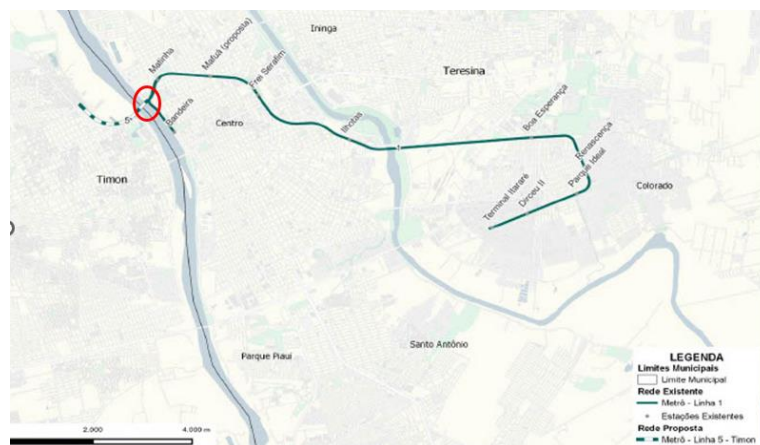


Fonte: Elaboração própria

- **Projeto da Linha 05 – Noroeste** (Ligação: Teresina / Timon):

Utiliza a Ponte Ferroviária para transposição do Rio Parnaíba

Figura 9: Localização da transposição do Rio Parnaíba - Eixo TPC MAC proposto do da Linha 05 – Noroeste (Ligação: Teresina / Timon):



Fonte: Elaboração própria

## 2.3 Restrições Legais

Apresentam-se, a seguir, restrições legais existentes na RIDE GT que podem impor restrições à implantação dos projetos de TPC-MAC.

### 2.3.1 Unidades de Conservação

Neste item, aborda-se a existência, na área de estudo (locais na RIDE GT, potencialmente sujeitos à implantação de projetos de TPC-MAC), de territórios com características naturais relevantes, as chamadas “Unidades de Conservação” (UC) instituídas pelo Poder Público para garantir a proteção e conservação dessas características naturais.

O arcabouço legal que suporta essas Unidades de Conservação e as potenciais restrições legais por ele imposto são consideradas ao longo do texto.

Inicialmente, cita-se:

*A criação de Unidades de Conservação pelo Poder Público, enquanto espaço especialmente protegido, tem respaldo na Constituição Federal (artigo 225, parágrafo 1º, inciso III), na lei 6.938 de 31/08/1981 (inciso VI) e ainda é objeto de uma lei específica: a Lei 9.985 de 18/07/2000, dita Lei do Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC, regulamentada pelo Decreto 4.340 de 22/08/2002. Fonte: Ministério do Meio Ambiente*

A Lei 9.985/2.000, que estabelece o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) contém a seguinte definição:

*I - unidade de conservação: espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção;*

As unidades de conservação integrantes do SNUC dividem-se em dois grupos, com características específicas:

**I - Unidades de Proteção Integral**, cujo objetivo básico é preservar a natureza, sendo admitido apenas o uso indireto dos seus recursos naturais, com exceção dos casos previstos em Lei.

Pertencem a este grupo as seguintes categorias de Unidades de Conservação: I - Estação Ecológica; II - Reserva Biológica; III - Parque Nacional; IV - Monumento Natural; V - Refúgio de Vida Silvestre.

**II - Unidades de Uso Sustentável**, sendo o seu objetivo básico compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável de parcela dos seus recursos naturais. Nesta categoria estão: I - Área de Proteção Ambiental (APA); II - Área de Relevante Interesse Ecológico; III - Floresta Nacional; IV - Reserva Extrativista; V - Reserva de Fauna; VI – Reserva de Desenvolvimento Sustentável; e VII - Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN).

As Unidades de Conservação (UC) podem ser criadas por iniciativa do governo federal, dos estaduais ou dos municipais. A existência de uma Unidade de Conservação em um território impõe restrições e/ou obrigações diversas, conforme a categoria da UC, bem como do conteúdo de seu ato de criação e do que consta em seu Plano de Manejo.

Apresentam-se, a seguir, as UC existentes na RMGT criadas e administradas pelas três esferas de poder (federal, estadual e municipais), As fontes de informação sobre essas UC são: Governo Federal (Instituto Chico Mendes de Biodiversidade - ICMBio)<sup>4</sup>, Governo do Estado do Piauí (SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS - SEMARH)<sup>5</sup> e prefeituras municipais.

O objetivo é apontar a presença de UC que possam impor algum tipo de restrição à implantação dos futuros projetos de TPC-MAC, ou que venham a demandar procedimentos específicos quando do seu licenciamento ambiental.

---

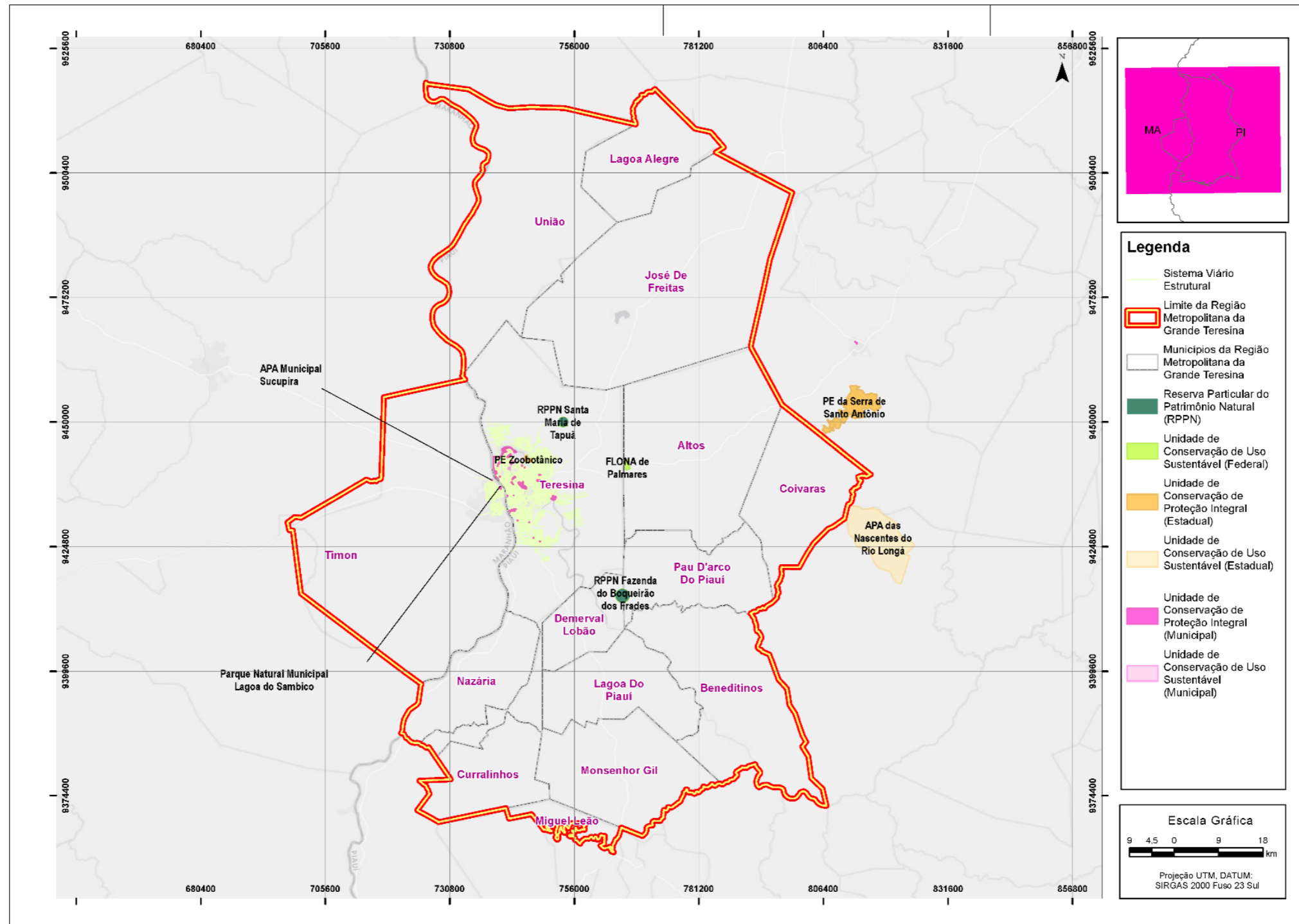
<sup>4</sup> GOVERNO FEDERAL. Instituto Chico Mendes de Biodiversidade. **Cadastro Nacional de Unidades de Conservação**. Disponível em: <http://mapas.mma.gov.br/i3geo/datadownload.htm>

<sup>5</sup> GOVERNO DO ESTADO DO PIAUÍ. SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS - SEMARH. **Sistema Integrado de Gestão Ambiental e Recursos Hídricos**. Disponível em: [SIGA-Sistema Integrado de Gestão Ambiental e Recursos Hídricos \(semarh.pi.gov.br\)](http://semarh.pi.gov.br). Acesso em out/2024.

### **2.3.1.1 Unidades de Conservação na RIDE GT**

A localização das Unidades de Conservação (federais, estaduais e municipais) presentes na RIDE GT está contida no **Mapa de Unidades de Conservação Federais, Estaduais e Municipais**, apresentado a seguir.

Figura 10: Mapa de Unidades de Conservação Federais, Estaduais e Municipais da RIDE GT



Fonte: Elaboração própria

O Mapa possibilita verificar que duas UC pertencem à categoria de “Unidades de Conservação de Proteção Integral”: o Parque Estadual Zoobotânico, em Teresina, e o Parque Natural Municipal Lagoa do Sambico, em Timon. As demais UC presentes são de Uso Sustentável, como mostra o quadro a seguir, no qual são indicados o seu âmbito (federal, estadual ou municipal) e sua categoria (de Proteção Integral ou de Uso Sustentável).

Tabela 4: Unidades de Conservação localizadas nos municípios de interesse dos projetos TPC-MAC

Município	Unidade de Conservação	Esfera			Categoria	
		F	E	M	PI	US
Teresina	FLONA de Palmares	•				•
	RPPN Fazenda Boqueirão dos Frades	•				•
	RPPN Fazenda Santa Maria de Tapuã	•				•
	Parque Estadual Zoobotânico		•		•	
Timon	APA municipal Sucupira			•		•
	Parque Natural Municipal Lagoa do Sambico			•	•	

Abreviações: F: federal E: estadual M: municipal PI: Proteção Integral US: Uso Sustentável

APA: Área de Proteção Ambiental RPPN: Reserva Particular do Patrimônio Natural

A seguir, apresenta-se uma breve descrição de cada UC, indicando a localização, área e sua importância, conforme consta na base de dados das instituições gestoras.

➤ **Unidades de Conservação Federais**<sup>6</sup>

**FLONA de Palmares**

Localização e área

*A Floresta Nacional (Flona) de Palmares é uma unidade de conservação (UC) federal de uso sustentável criada em fevereiro de 2005. Com área de 170 hectares, localizada no município de Altos, é a primeira e única unidade de conservação de uso sustentável na categoria de Floresta Nacional.*

Importância da FLONA

*A Flona de Palmares está inserida em uma zona de transição entre os biomas Caatinga e Cerrado, e ou Caatinga e Matas dos Cocais, caracterizada como área de tensão ecológica sob forma de enclave ecótono (...)*

*É uma floresta estacional semi-decidual, formada por vegetação típica do Cerrado com espécies botânicas da Caatinga, Mata Atlântica e Amazônia onde já foram identificadas 87 espécies diferentes de árvores. A Flona possui também uma rica e variada fauna, que abriga diversas espécies de animais silvestres, entre mamíferos, répteis e aves, constituindo-se em*

✓ <sup>6</sup> INSTITUTO CHICO MENDES DE BIODIVERSIDADE (ICMBio). **Cadastro Nacional de Unidades de Conservação**. Disponível em: <https://cnuc.mma.gov.br/map>

uma das mais representativas desses ecossistemas. E segundo alguns estudiosos a fitossociologia da Flona aponta para o como será a Floresta Amazônica amanhã. A UC abriga espécies raras e exóticas de avifauna, como a rara Araponga do Nordeste. (Fonte: [Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade](#))

## **Reservas do Patrimônio Particular Natural - RPPN**

A RPPN é uma Unidade de Conservação pertencente ao Grupo das Unidades de Uso Sustentável.

*Art. 21. A Reserva Particular do Patrimônio Natural é uma área privada, gravada com perpetuidade, com o objetivo de conservar a diversidade biológica.* (Fonte: SNUC)

Na RIDE GT existem as seguintes RPPN:

- ✓ RPPN Fazenda Boqueirão dos Frades – localizada no município de Pau d'Arco do Piauí, tem área de 579,78 ha.
- ✓ RPPN Fazenda Santa Maria de Tapuã – localizada no município de Teresina, tem área de 238,00 ha.

Não há, na base de dados do ICMBio, outras informações (justificativa, características da área, etc.) sobre estas RPPN.

### ➤ **Unidades de Conservação Estaduais (Piauí)**

## **Parque Estadual Zoobotânico**

Localização e área

O **Parque Estadual Zoobotânico** localiza-se no município de Teresina e sua área é de 108.890.

Importância do Parque

*O Parque apresenta uma área de 109,21 ha (cento e nove hectares e vinte e um ares), que se caracterizam por apresentar mosaicos vegetacionais com particularidades fitofisionômicas e florísticas da Amazônia, Cerrado e Caatinga, que juntos compõem uma mata remanescente de Floresta Estacional Semidecídua, atuando na preservação da biodiversidade local. A flora do Parque é composta principalmente por Floresta Estacional Semidecidual, dependente da sazonalidade climática, que tem como característica principal a queda parcial das folhas durante a estação seca (CORRÊA, 2020). O Decreto nº 17.430 de 18 de outubro de 2017 estabeleceu como objetivos do Parque Estadual Zoobotânico: preservação da porção de Floresta Urbana de Teresina, dos abrigos de fauna e da manutenção do microclima; o desenvolvimento de pesquisas científicas e de educação ambiental; bem como atividades de interpretação ambiental e turismo ecológico.*

(...)

*O Parque Estadual do Zoobotânico abriga uma rica diversidade de aves, para uma área verde inserida na zona urbana da cidade de Teresina, contando inclusive com a presença de espécies endêmicas da Caatinga. O Parque abriga aves que utilizam ambientes aquáticos e florestais, além de importantes dispersores de sementes, desempenhando um importante papel enquanto área verde protegida. O Parque Estadual Zoobotânico é uma UC*

*de proteção integral, sendo uma área de extrema importância para a conservação da biodiversidade de aves da região, garantindo um importante ambiente para alimentação, reprodução e abrigo de espécies da avifauna (DA SILVA et al., 2022<sup>7</sup>).*

### **Unidades de Conservação Municipais**

O município de Teresina conta com vários parques municipais:

- ✓ Parque Ambiental Encontro dos Rios
- ✓ Parque Macaúba
- ✓ Parque Mocambinho
- ✓ Parque Matias Matos
- ✓ Parque Ambiental Espaço Cidadania
- ✓ Parque Floresta Fóssil
- ✓ Parque Porto Alegre
- ✓ Parque Sete Estrelas
- ✓ Parque Boa Vista
- ✓ Parque São João
- ✓ Parque Haroldo Vaz
- ✓ Parque São Paulo
- ✓ Parque Frei Damião
- ✓ Parque Caneleiro I
- ✓ Parque Caneleiro II
- ✓ Parque Marina
- ✓ Parque Beira Rio
- ✓ Parque Ambiental Vila do Porto
- ✓ Parque São Pedro
- ✓ Parque Lagoas do Norte
- ✓ APA Prefeito João Mendes Olímpio (“Parque da Cidade”)
- ✓ Parque do Poty I
- ✓ Parque do Acarape
- ✓ Parque Ambiental da Prainha

**No município de Timon, há duas UC:**

- ✓ APA municipal Sucupira
- ✓ Parque Natural Municipal Lagoa do Sambico

---

<sup>7</sup> DA SILVA, M. B., SOARES, L. M. S., TERESA RAQUEL BRITO SOUSA, T. R. B., RAMOS, V. G. A & OLIVEIRA FILHO, R. C. Avifauna do Parque Estadual Zoobotânico, Município de Teresina, Piauí. **XIII Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental**. Teresina/Piauí, 2022. Disponível em: [VI-006.pdf \(ibeas.org.br\)](#). Acesso em out/2024.

### **2.3.1.2 Discussão e conclusões**

Conforme observado no Mapa de Unidades de Conservação Federais, Estaduais e Municipais e no Quadro Unidades de Conservação, há um pequeno número de Unidades de Conservação federais e estaduais nos municípios da RIDE GT de interesse para implantação de projetos TPC-MAC. Dessas, apenas uma pertence à categoria de Proteção Integral: é o Parque Estadual Zoobotânico, em Teresina. Nessas categorias, não são permitidas intervenções para implantação de projetos de TPC-MAC pois, conforme a Lei federal Nº 9.985/2000 (SNUC):

*Art. 11. O Parque Nacional tem como objetivo básico a preservação de ecossistemas naturais de grande relevância ecológica e beleza cênica, possibilitando a realização de pesquisas científicas e o desenvolvimento de atividades de educação e interpretação ambiental, de recreação em contato com a natureza e de turismo ecológico.*

*§ 4º As unidades dessa categoria, quando criadas pelo Estado ou Município, serão denominadas, respectivamente, Parque Estadual e Parque Natural Municipal.*

Também existem UC de Uso Sustentável: a FLONA de Palmares (federal) e as RPPN, todas situadas distantes do centro da cidade de Teresina, não constituindo, portanto, fatores restritivos à implantação de projetos de TPC-MAC.

No caso de implantação de projetos de TPC-MAC que eventualmente incidam sobre Unidades de Conservação em âmbito municipal (urbanos), as Secretarias municipais responsáveis pela sua gestão deverão ser consultadas.

### **2.3.2 Patrimônio Histórico, Arquitetônico e Cultural**

#### **2.3.2.1 Base legal**

Neste item, aborda-se a existência, na RIDE GT, de elementos do patrimônio histórico, arquitetônico e cultural cuja preservação e valorização devem ser inseridas no seu planejamento e desenvolvimento.

A base para a realização desse levantamento e mapeamento consiste na legislação, especialmente em nível federal, que determina a preservação e valorização dos bens históricos, culturais e arqueológicos no território nacional, abaixo relacionada:

- ✓ Constituição Federal/1988 - Artigo 225, parágrafo IV e artigo 216<sup>a</sup> – define o conceito de patrimônio cultural brasileiro, garantindo sua guarda e proteção.
- ✓ Lei Federal Nº 3.924/1961 - proíbe a destruição ou mutilação das jazidas arqueológicas.
- ✓ Decreto-Lei Nº 25/1937 - organiza a proteção do patrimônio histórico e artístico nacional.
- ✓ Portaria SPHAN/MinC Nº 07/1988 - normatiza e legaliza as ações de intervenção junto ao patrimônio arqueológico nacional.

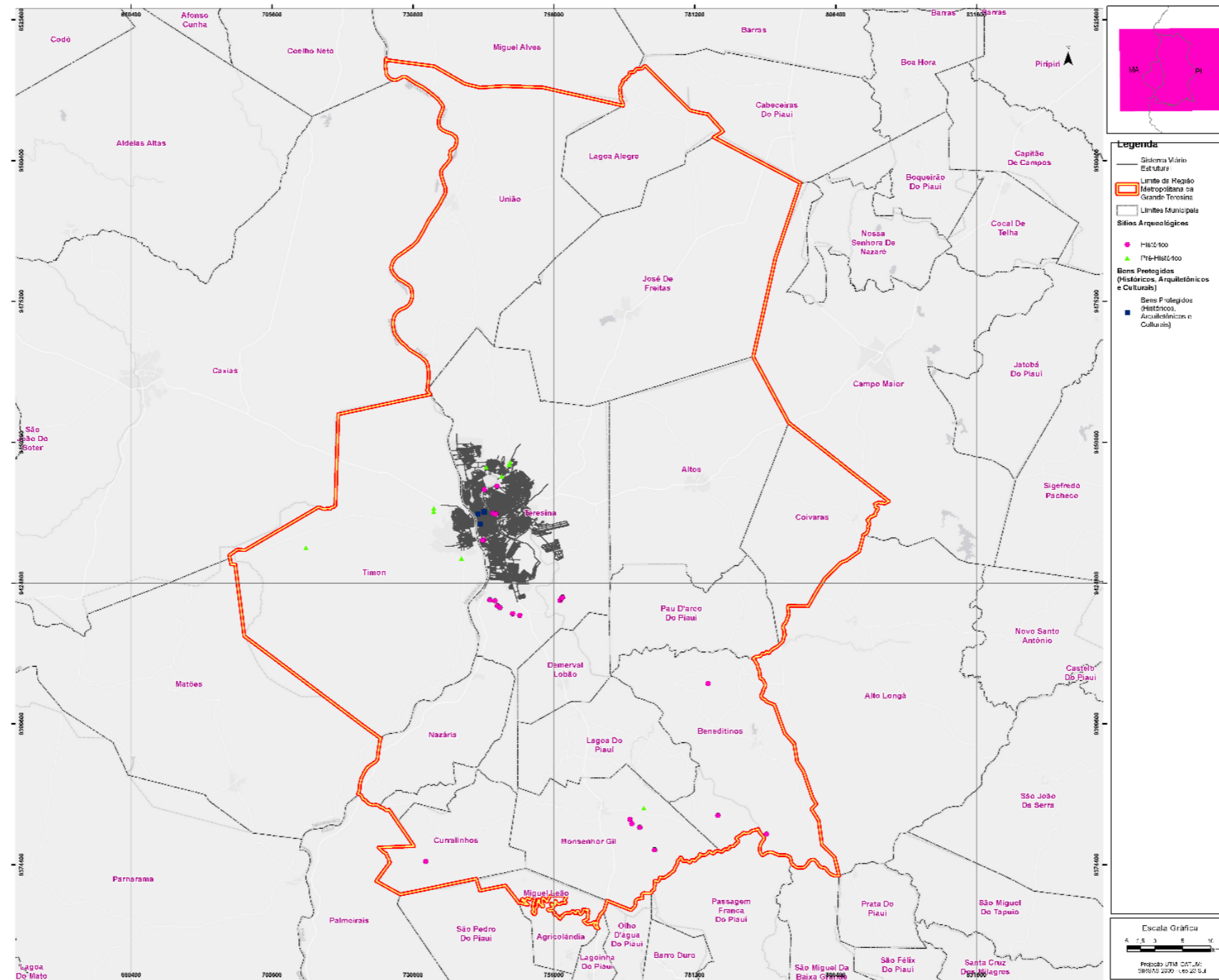
- ✓ Decreto Nº 3.551/2.000 - institui o Registro de Bens Culturais de Natureza Imaterial que constituem patrimônio cultural brasileiro, cria o Programa Nacional do Patrimônio Imaterial e dá outras providências.
- ✓ Portaria IPHAN/MinC Nº 230/2002 - define os procedimentos necessários à compatibilização de licenças ambientais com estudos preventivos de arqueologia.
- ✓ Portaria IPHAN Nº 407/2010 - dispõe sobre o estabelecimento dos parâmetros de valoração e procedimento de inscrição na Lista do Patrimônio Cultural Ferroviário, visando à proteção da memória ferroviária, em conformidade com o art. 9º da Lei N.º 11.483/2007.
- ✓ Portaria INTERMINISTERIAL Nº 419/2011 - regulamenta a atuação dos órgãos e entidades da Administração Pública Federal envolvidos no licenciamento ambiental.
- ✓ Instrução Normativa IPHAN Nº 001/2015 - estabelece procedimentos administrativos a serem observados pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional nos processos de licenciamento ambiental dos quais participe.
- ✓ Portaria IPHAN Nº 137/2016 - estabelece diretrizes de Educação Patrimonial no âmbito do Iphan e das Casas do Patrimônio.
- ✓ Portaria IPHAN Nº 160/2016 - dispõe sobre os instrumentos de Inventários do Patrimônio Cultural no âmbito do IPHAN.
- ✓ Portaria IPHAN Nº 195/2016 - dispõe sobre procedimentos para solicitação de movimentação de bens arqueológicos em território nacional.
- ✓ Portaria IPHAN Nº 196/2016 - dispõe sobre a conservação de bens arqueológicos móveis, cria o Cadastro Nacional de Instituições de Guarda e Pesquisa, o Termo de Recebimento de Coleções Arqueológicas e a Ficha de Cadastro de Bem Arqueológico Móvel.

### **2.3.2.2 Bens tombados e sítios arqueológicos na área de estudo**

Para identificar os bens tombados e os sítios arqueológicos foram consultadas as bases existentes no Banco de Dados do Patrimônio Arqueológico do IPHAN. O resultado desse levantamento está apresentado nos mapas a seguir.

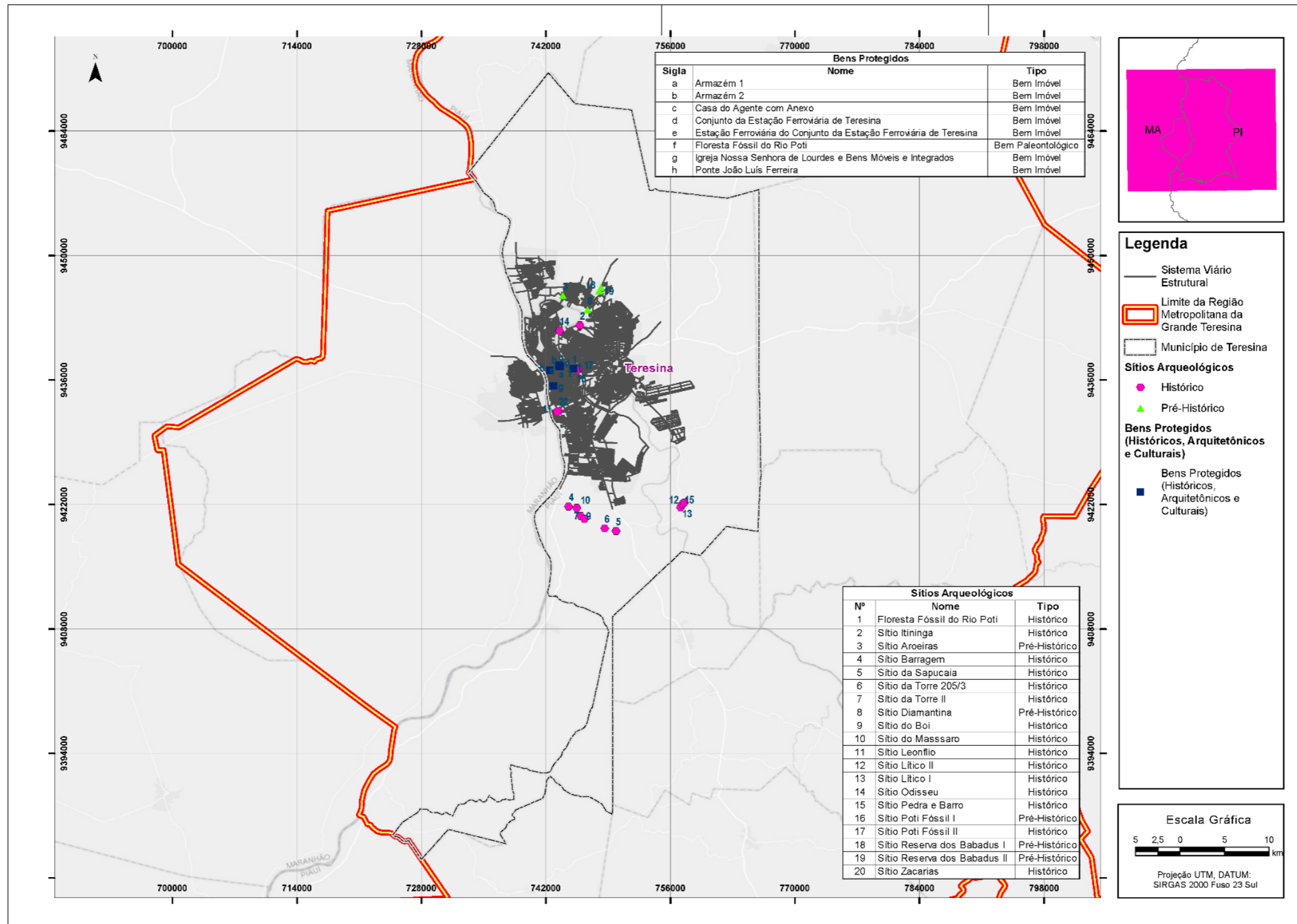
Inicialmente, em âmbito mais abrangente, apresenta-se o Mapa de Patrimônio Histórico, Arquitetônico e Cultural da RIDE GT, que mostra o conjunto dos bens existentes na RIDE GT, indicando a localização dos Bens Protegidos (Históricos, Arquitetônicos e Culturais), assim como dos Sítios Arqueológicos (Históricos e Pré-Históricos), dispersos pelos territórios dos municípios. Os mapas seguintes mostram a localização e os nomes dos sítios arqueológicos e/ou dos bens tombados existentes em Teresina e Timon, respectivamente.

Figura 11: Mapa de Patrimônio Histórico, Arquitetônico e Cultural da RIDE GT



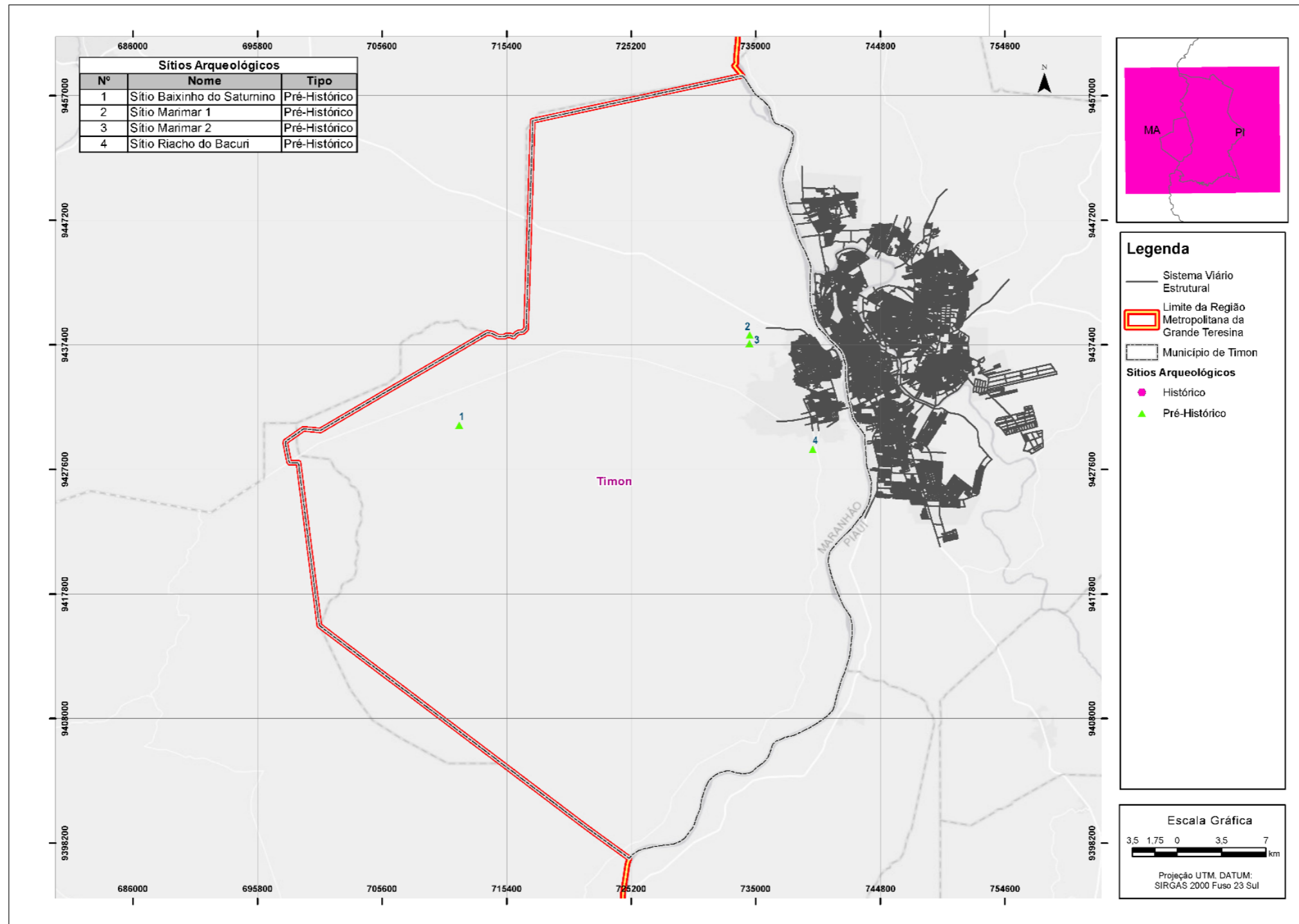
Fonte: IPHAN.

Figura 12: Mapa de Patrimônio Histórico, Arquitetônico e Cultural - Teresina



Fonte: IPHAN.

Figura 13: Mapa de Patrimônio Histórico, Arquitetônico e Cultural - Timon



Fonte: IPHAN.

Observa-se que a maior parte do patrimônio encontra-se no município de Teresina, sendo o constituída por bens imóveis (históricos) e, também, por sítios arqueológicos, sendo, a maioria do tipo histórico. Há um bem paleontológico, a Floresta Fóssil do rio Poti, constituída por um sítio natural da era paleozoica, no qual os troncos foram permineralizados em posição vertical.

### **2.3.2.3 Discussão**

As listagens com evidências de existência de bens protegidos e/ou de sítios arqueológicos são dinâmicas, podendo se alterar ao longo do tempo.

As pesquisas arqueológicas e os levantamentos de bens culturais realizados por ocasião de licenciamentos ambientais de empreendimentos, por vezes revelam a existência de bens que não haviam sido anteriormente identificados ou registrados. Assim, as listas apresentadas nos mapas não são exaustivas, podendo ser complementadas ao longo do tempo. No contexto do presente trabalho, elas servem para fornecer indicações de locais com maiores potencialidades de ocorrência de bens patrimoniais, cuja preservação deve ser considerada nos projetos de TPC-MAC.

Os bens históricos determinam impedimentos para intervenções em infraestruturas, confirmando a importância de considerá-los nas fases iniciais de concepção dos projetos de TPC-MAC.

### **2.3.3 Macrozoneamento do Uso do Solo**

Neste item são abordados planos e diretrizes para o uso e ocupação do solo nos municípios de Teresina-PI e Timon-MA, com o objetivo de identificar restrições, limitações e vetores de expansão e adensamento para a elaboração de cenários de projeção de demanda. Para tanto, buscou-se a legislação que define o uso e ocupação do território para cada município, e que estabelece a delimitação de macrozonas, zonas e demais unidades de planejamento, bem como suas características e diretrizes. Os principais instrumentos consultados foram Planos Diretores Municipais e leis de uso e ocupação do solo e seus respectivos mapas, apresentados a seguir.

#### **2.3.3.1 Município de Teresina**

O Plano Diretor de Ordenamento Territorial<sup>8</sup> e a Lei de zoneamento e uso do solo urbano<sup>9</sup> de Teresina determinam a divisão de seu território em quatro macrozonas urbanas e oito zonas de uso

---

<sup>8</sup> TERESINA (PI). **Lei Complementar nº 5.481 de 20 de dezembro de 2019**. Dispõe sobre o Plano Diretor de Teresina, denominado “Plano Diretor de Ordenamento Territorial - PDOT”, e dá outras providências. Disponível em: <https://semplan.teresina.pi.gov.br/wp-content/uploads/sites/39/2020/07/Lei-n%C2%BA-5.481-2019-29-06-2020.pdf>. Acesso em: 22 out. 24.

<sup>9</sup> TERESINA (PI). **Lei Complementar nº 5.807 de 18 de outubro de 2022**. Institui o Código de Zoneamento, Parcelamento e Uso do Solo Urbano do Município de Teresina, e dá outras providências. Disponível em: <file:///C:/Users/flora/Downloads/dom3381-25102022-assinado.pdf>. Acesso em: 22 out. 24.

do solo, além de cinco classes de zonas especiais. Suas características e diretrizes são descritas a seguir.

- Macrozoneamento do Município de Teresina

As macrozonas delimitadas pelo Plano Diretor para o Município de Teresina são:

#### I - Macrozona de Desenvolvimento – MZD

*é a parcela do território urbano de Teresina que se apresenta majoritariamente ocupada, com poucos vazios urbanos, com maior disponibilidade de infraestrutura e serviços urbanos, concentração de comércio, equipamentos públicos e institucionais e malha viária completa.*

#### II - Macrozona de Ocupação Moderada – MZOM

*tem uso majoritariamente residencial, apresentando-se parcialmente consolidada e com as seguintes características:*

- *Infraestrutura incompleta e significativa presença de vazios urbanos em alguns setores, com potencial para densificação através da ocupação destes vazios;*
- *Oferta de comércio, serviços e de equipamentos públicos em menor proporção do que a Macrozona de Desenvolvimento;*
- *Grande incidência de residências unifamiliares;*
- *Presença significativa de núcleos urbanos informais.*

*(...)*

*A Macrozona de Ocupação Moderada é prioritária para investimentos em complementação de infraestrutura e implantação de equipamentos públicos, bem como para ações de regularização fundiária.*

#### III - Macrozona de Interesse Ambiental – MZIA

*caracteriza-se principalmente pela sua suscetibilidade aos alagamentos e inundações e, conseqüentemente, pela sua importância para o sistema de drenagem do município, contemplando as áreas identificadas pelo Plano Municipal de Drenagem Urbana.*

*(...)*

*A MZIA é prioritária para investimentos em infraestrutura de drenagem que atendam às diretrizes do Plano Diretor de Drenagem Urbana.*

#### IV - Macrozona de Ocupação Condicionada – MZOC

*caracteriza-se pela presença de terrenos ainda sem ocupação, baixa densidade urbana, pouca ou nenhuma oferta de infraestrutura e serviços urbanos, pouca oferta de comércio e serviços, não sendo prioritária à ocupação por estar distante de áreas mais urbanizadas, devendo somente ser adensada após ocupação das outras macrozonas.*

*(...)*

*Na Macrozona de Ocupação Condicionada devem ser mantidas as características de ocupação com baixa densidade, constituindo-se como área de reserva para adensamento posterior à Macrozona de Ocupação Moderada.*

O mapa a seguir apresenta a distribuição espacial das Macrozonas de Teresina e de suas zonas especiais.



### 2.3.3.2 Município de Timon

- O ordenamento territorial do Município de Timon é estabelecido pelo Plano Diretor Participativo<sup>10</sup>, publicado em 2006 e atualmente em processo de revisão. O novo texto da lei, ainda em fase de consulta pública, propõe unidades territoriais de planejamento (macrozonas e zonas de uso e ocupação do solo) diferentes daquelas estabelecidas pela lei em vigor (setores), aprofundando seu detalhamento e definindo de fato seus limites espaciais, ausentes no PD vigente.
- A lei de 2006 determina a divisão do município em Área Urbana, composta por seis setores, e Área Rural, composta por nove setores. Não há, no entanto, mais informações sobre os setores, como sua denominação, características ou localização.
- Em relação ao zoneamento, o município não dispõe de legislação específica. Embora o Plano Diretor determinasse a elaboração futura de instrumentos normativos a ele complementares, como a Lei de uso de o solo e a Lei de ocupação do solo, tais instrumentos não foram publicados. Em relação a zonas especiais, Timon conta com a Lei Municipal n° 1.578/2009<sup>11</sup>, destinada a regulamentar Zonas de Especial Interesse Social para políticas de habitação. A lei não fornece informações sobre a delimitação espacial de tais zonas.

---

<sup>10</sup> TIMON (MA). **Lei Municipal n° 1.384 de 10 de outubro de 2006**. Dispõe sobre o Plano Diretor Participativo de Timon e dá outras providências. Disponível em: [http://timon.ma.gov.br/semgov/leis/Plano\\_Diretor\\_Municipal.pdf](http://timon.ma.gov.br/semgov/leis/Plano_Diretor_Municipal.pdf). Acesso em: 22 out. 24.

<sup>11</sup> TIMON (MA). **Lei Municipal n° 1.578 de 03 de setembro de 2009**. Cria Zonas de Especial Interesse Social e Plano Habitacional de Interesse Social. Disponível em: [http://timon.ma.gov.br/semgov/leis/Lei\\_Municipal\\_1578.pdf](http://timon.ma.gov.br/semgov/leis/Lei_Municipal_1578.pdf). Acesso em: 22 out. 24.

## 2.4 Dados Socioeconômicos

Este item apresenta uma caracterização da área de estudo da RM GRANDE TERESINA quanto aos seus aspectos de uso do solo, macrozoneamento urbano, população, emprego e renda, áreas de vulnerabilidade social assim como perspectivas existentes de projetos relevantes e de crescimento populacional, que possam interferir nos condicionantes de demanda por TPC-MAC.

### 2.4.1 Uso do solo

O zoneamento proposto para o Município de Teresina contempla oito zonas de uso do solo, definidas segundo as características expostas a seguir.

#### I - Zona de Desenvolvimento Centro

*local prioritário para densificação através do aproveitamento da infraestrutura instalada e da mescla de usos - institucional, residencial e comércio de pequeno porte - compatibilizados com a preservação do patrimônio cultural.*

#### II - Zona de Desenvolvimento Leste

*caracteriza-se pela oferta de infraestrutura urbana, uso residencial, comercial e de serviço estimulando-se a sua miscigenação por usos diversificados compatíveis com a moradia.*

#### III - Zonas de Desenvolvimento de Corredor

*caracterizam-se por serem os territórios que estão sob a influência direta dos corredores de transporte coletivo e pela oferta de infraestrutura urbana, (...) estimula a densificação e a implantação de atividades diversificadas compatíveis com a moradia.*

São delimitadas seis Zonas de Desenvolvimento de Corredor:

- a) Zona de Desenvolvimento de Corredor Leste;
- b) Zona de Desenvolvimento de Corredor Norte;
- c) Zona de Desenvolvimento de Corredor Sudeste;
- d) Zona de Desenvolvimento de Corredor Sul 1;
- e) Zona de Desenvolvimento de Corredor Sul 2;
- f) Zona de Desenvolvimento de Corredor de Manejo Sustentável.

#### IV - Zonas de Ocupação Moderada

#### V - Zona de Reestruturação

#### VI - Zonas de Serviço

VII - Zona de Ocupação Condicionada 1

VIII - Zona de Ocupação Condicionada 2

O Plano Diretor estabelece também as Zonas Especiais, parcelas do território que apresentam características peculiares e que necessitam de regras específicas de ordenamento e uso do solo.

São delimitados cinco tipos de Zonas Especiais:

I - Zonas Especiais de Interesse Social

II - Zonas Especiais de Uso Sustentável e das Áreas de Preservação Permanente

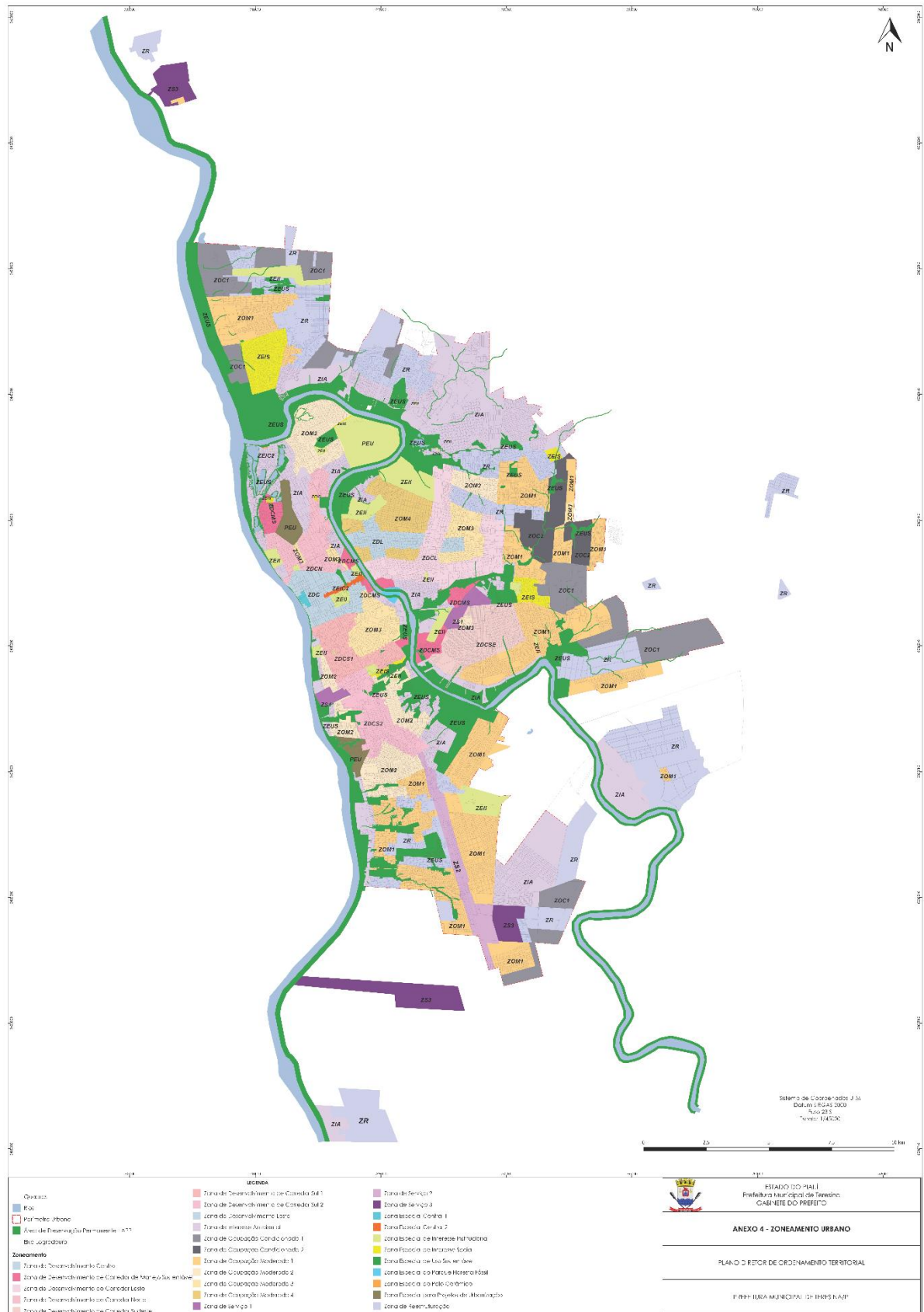
III - Zonas Especiais de Interesse Cultural

IV - Zonas Especiais de Interesse Institucional

V - Zonas Especiais para Projetos de Urbanização

A delimitação das zonas de uso e ocupação do solo do Município de Teresina é exposta no mapa a seguir.

Figura 15: Zoneamento do Município de Teresina



Fonte: Teresina, 2019.

## 2.4.2 População

Neste item são apresentados aspectos demográficos da RIDE GT.

### (i) População

De acordo com dados do Censo do IBGE a população dos municípios da área de estudo, em 2022, totaliza 1,04 milhões de habitantes, dos quais 83,2% residem em Teresina.

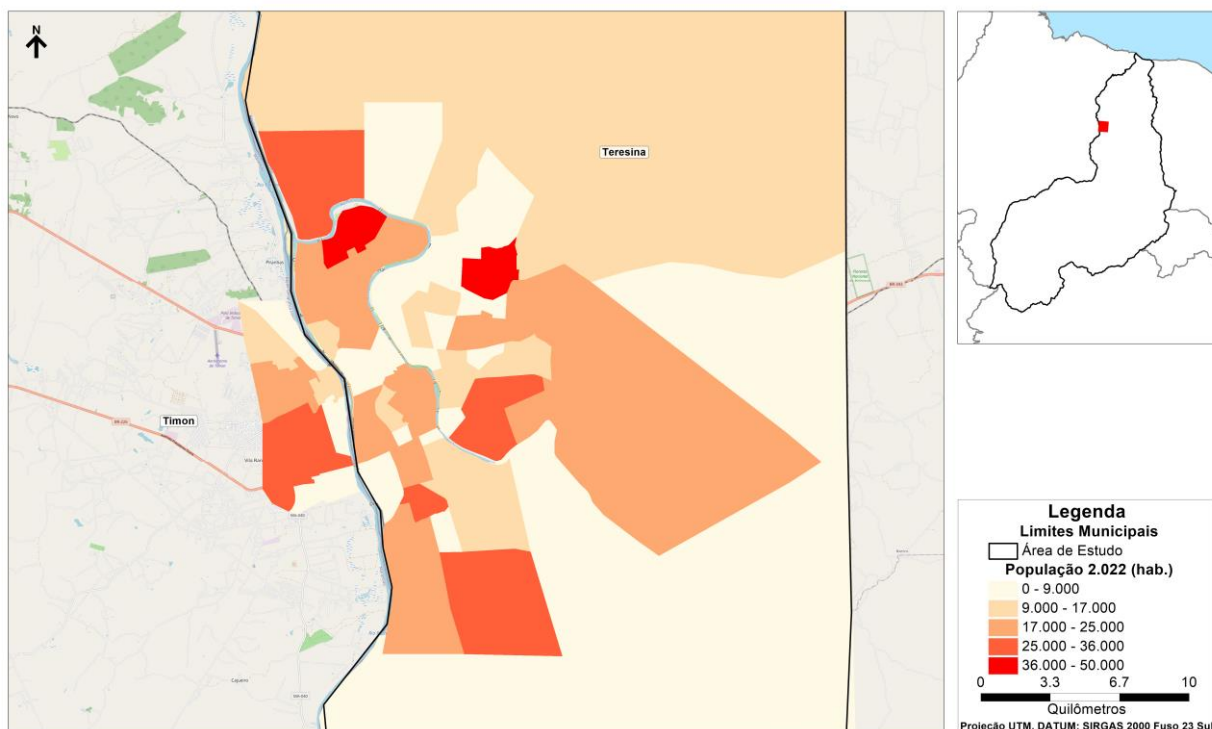
Tabela 5: População dos municípios da área de estudo e participação percentual em 2022.

Município	População 2022	% População	Área (km <sup>2</sup> )	% Área
Teresina	866.300	83,2%	1.391,29	44,1%
Timon	174.465	16,8%	1.763,22	55,9%
<b>Total</b>	<b>1.040.765</b>	<b>100,0%</b>	<b>3.154,51</b>	<b>100,0%</b>

Fonte: Censos IBGE 2022

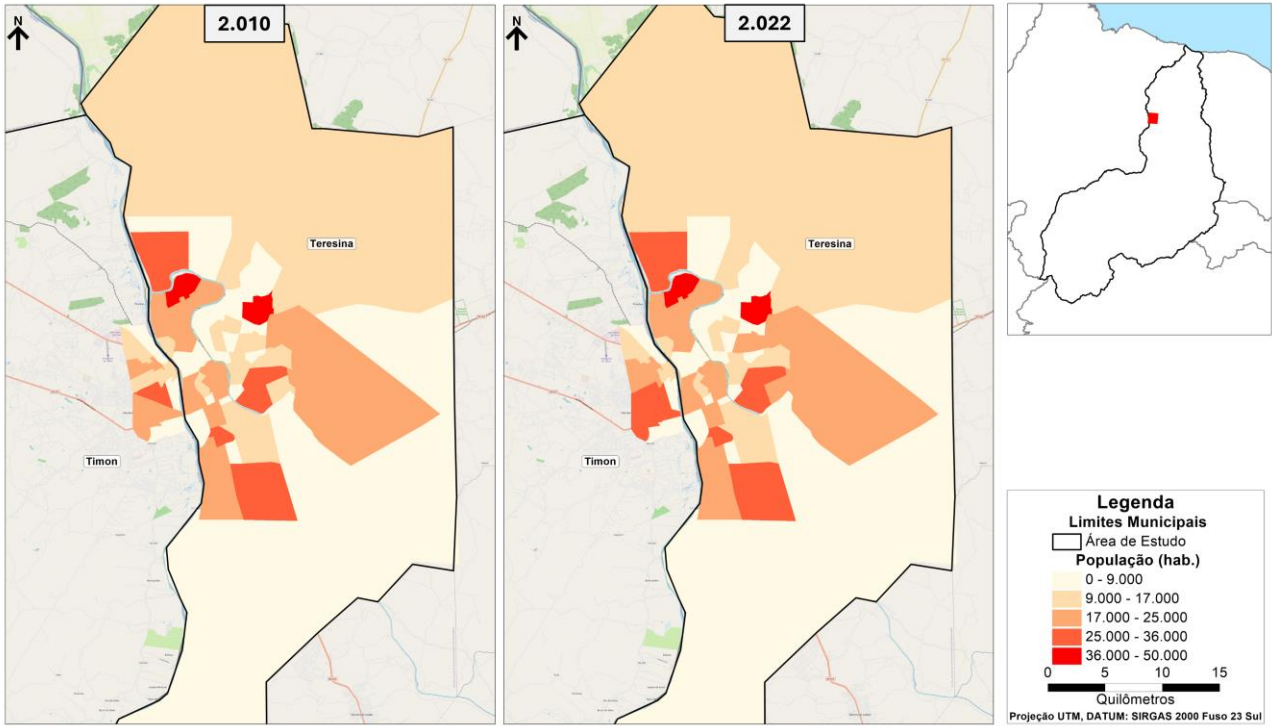
A Figura a seguir apresenta o mapa de distribuição espacial da população de 2022 nos municípios da área de estudo, por zona de tráfego, segundo faixas de população.

Figura 16: Distribuição espacial da população de 2022 nos municípios da área de estudo da RM Grande Teresina, por zona de tráfego, segundo faixas de população



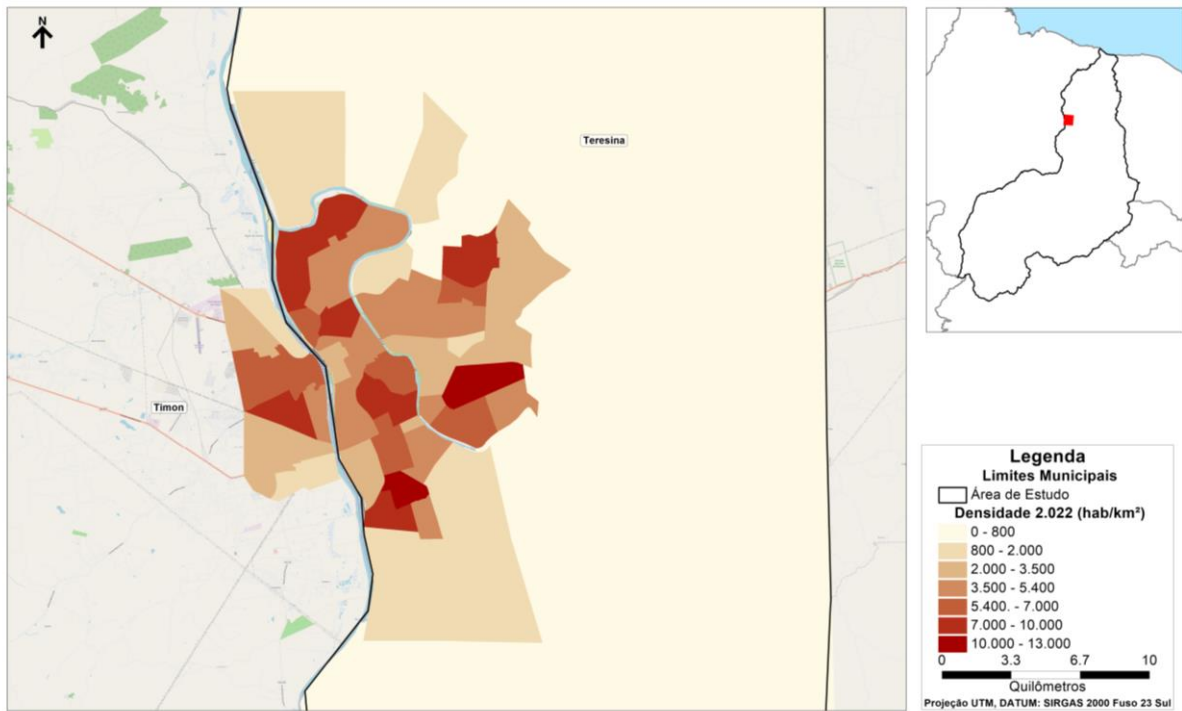
A figura a seguir ilustra as áreas onde ocorreram maiores crescimentos de população na área de estudo.

Figura 17: Mapa da população segundo faixas nas zonas de tráfego (2010 e 2022)



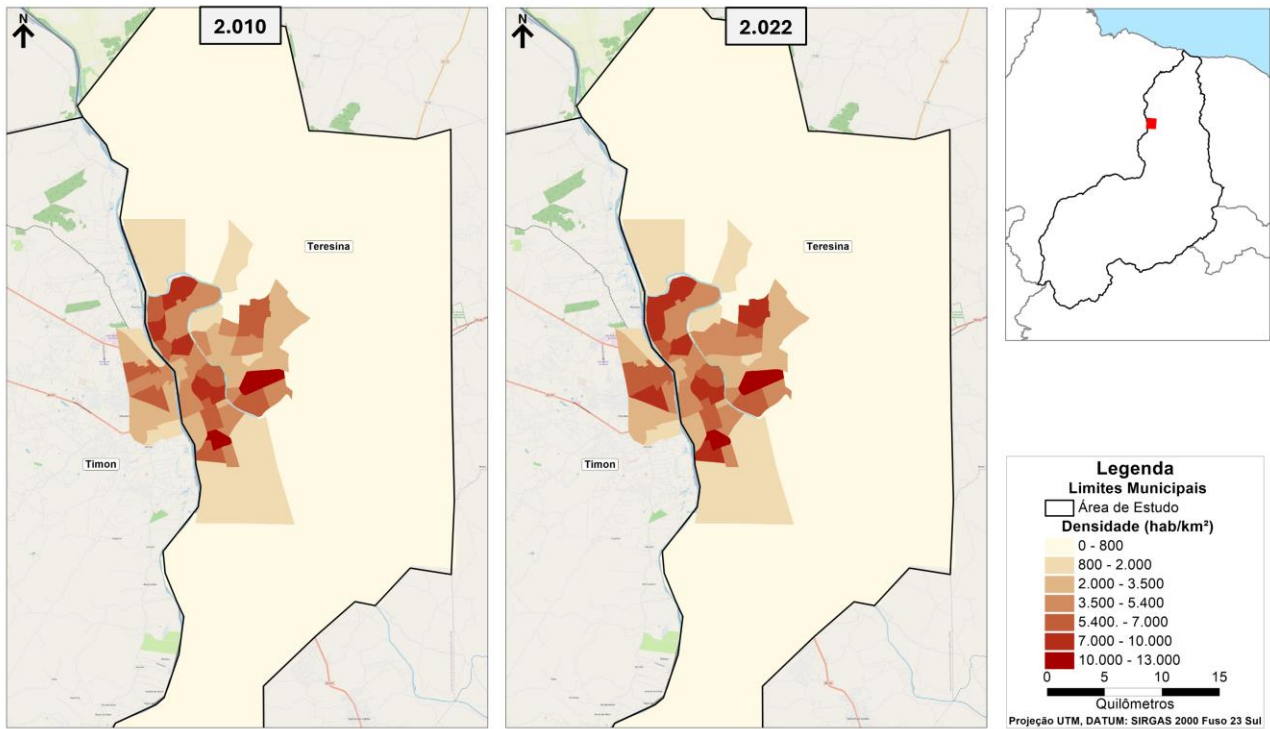
Fonte: Elaboração própria

Figura 18: Mapa de densidade populacional nas zonas de tráfego (2022)



Fonte: Elaboração própria

Figura 19: Mapa de densidade populacional nas zonas de tráfego (2010 e 2022)



Fonte: Elaboração própria

## (ii) População segundo o sexo

A tabela a seguir apresenta a população de 2022 segundo o sexo. Nos dois municípios da RIDE GT a população feminina é maior que a masculina, com média de 52,9% em 2022, percentual maior que a média nacional de 51,5% de mulheres.

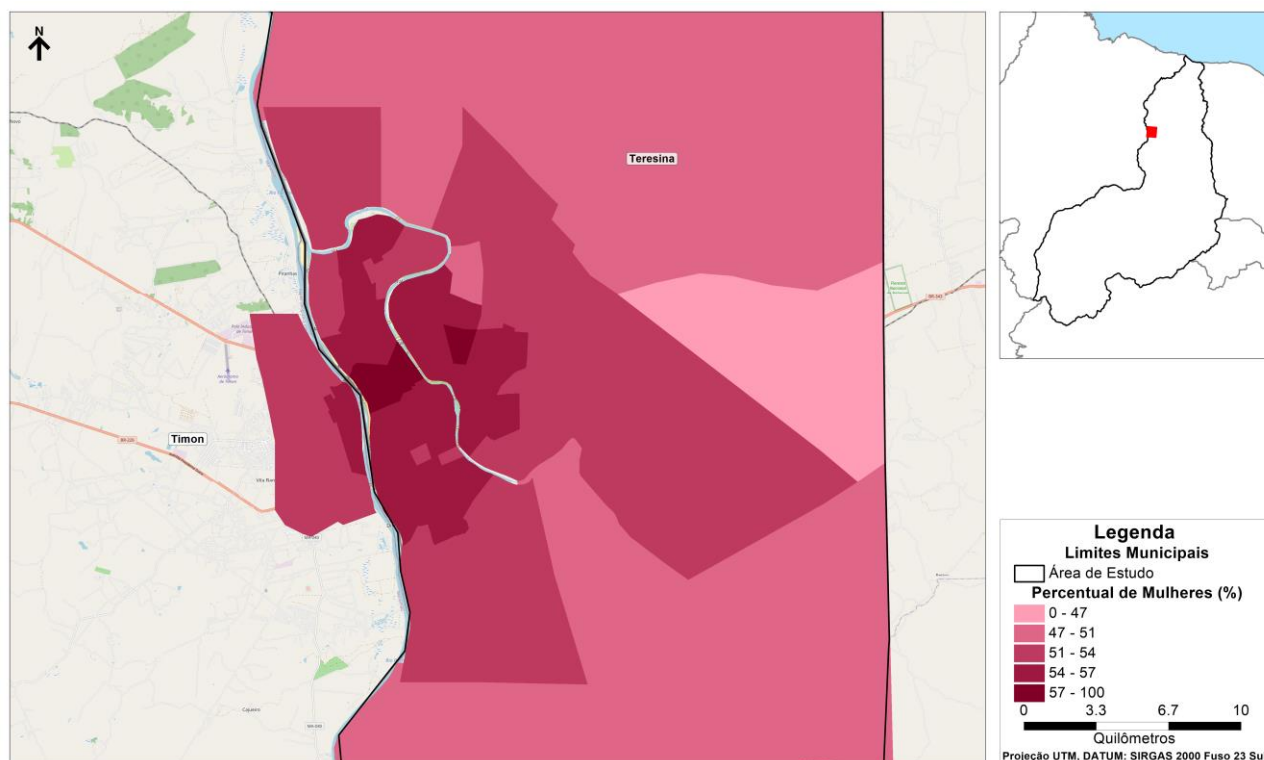
Tabela 6: Populações de 2022 segundo o sexo nos municípios da RM Grande Teresina

Município/Área	População 2022	Homens	Mulheres	% mulheres
Teresina	866.300	404.952	461.348	53,3%
Timon	174.465	84.798	89.667	51,4%
Total	1.040.765	489.750	551.015	52,9%

Fonte: Censos IBGE 2022

O mapa da figura abaixo ilustra o percentual de mulheres em cada zona de tráfego em 2022.

Figura 20: Participação de mulheres em cada zona de tráfego segundo faixas de percentuais



Fonte: Elaboração própria

### (iii) População segundo faixas etárias

Para a análise da distribuição da população segundo faixas etárias foram consideradas as faixas de idade com menor índice de mobilidade (pessoas com idade até 14 anos e acima de 65 anos). Considera-se que as populações entre 15 e 64 anos de idade têm maior índice de mobilidade.

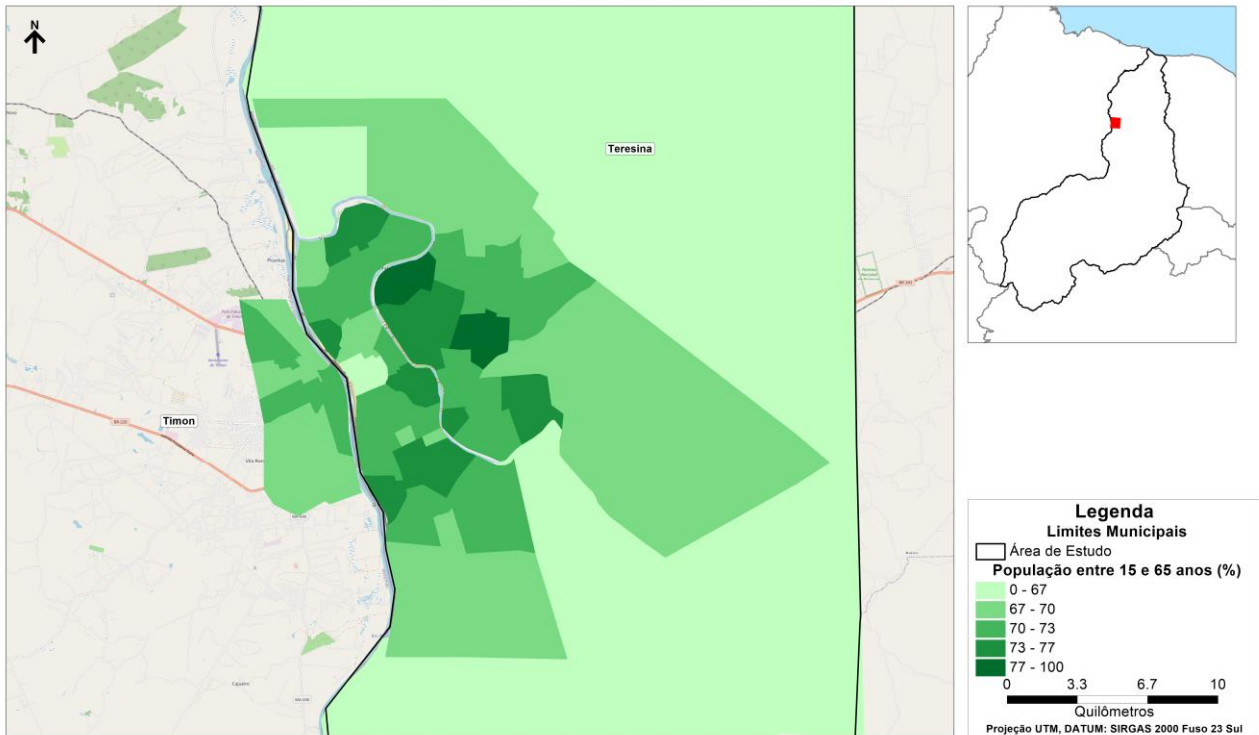
Essa população com idades que, teoricamente, têm maior mobilidade representa 70,5% da população total da área de estudo da RIDE GT. A tabela a seguir apresenta a população segundo essas faixas de idade.

Tabela 7: População segundo faixas de idade na área de estudo da RIDE GT

Município/Área	Pop. 2022	Pop. entre 0 e 14 anos	Pop. Entre 15 e 64 anos	Pop. maior que 65 anos	% entre 15 e 64 anos
Teresina	866.300	171.224	614.279	79.741	70,9%
Timon	174.465	41.436	119.409	13.585	68,4%
Total	1.040.765	212.660	733.689	93.326	70,5%

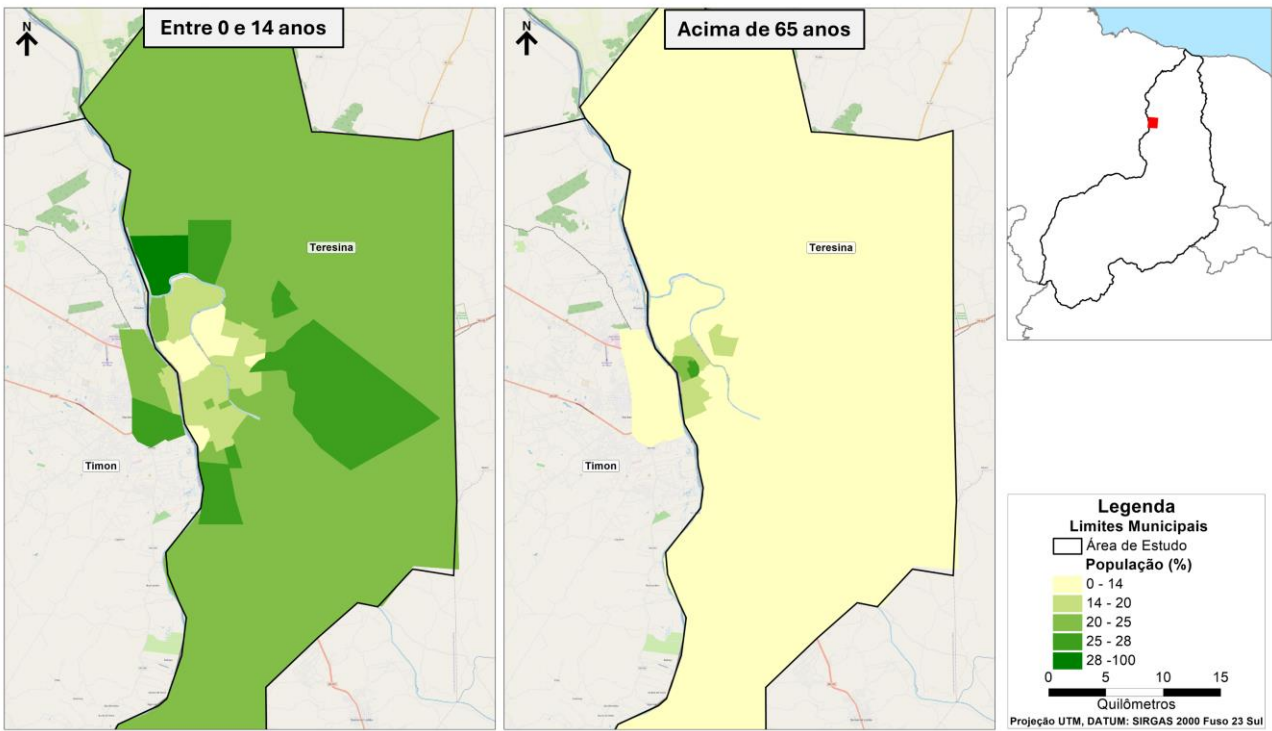
Fonte: Elaboração própria com dados do Censo IBGE 2022

Figura 21: Mapa de distribuição da população com idade entre 15 e 65 anos



Fonte: Elaboração própria com dados do Censo IBGE

Figura 22: Porcentagens de população até 14 e acima de 65 anos por zona de tráfego (população com menor mobilidade)



Fonte: Elaboração própria

#### (iv) População e Domicílios

A tabela a seguir apresenta a população e os domicílios de cada município da área de estudo da RM Grande Teresina. O número médio de habitantes por domicílio é 2,5 hab./domicílio, pouco menor do que a média brasileira em 2022 (2,79 hab./dom.).

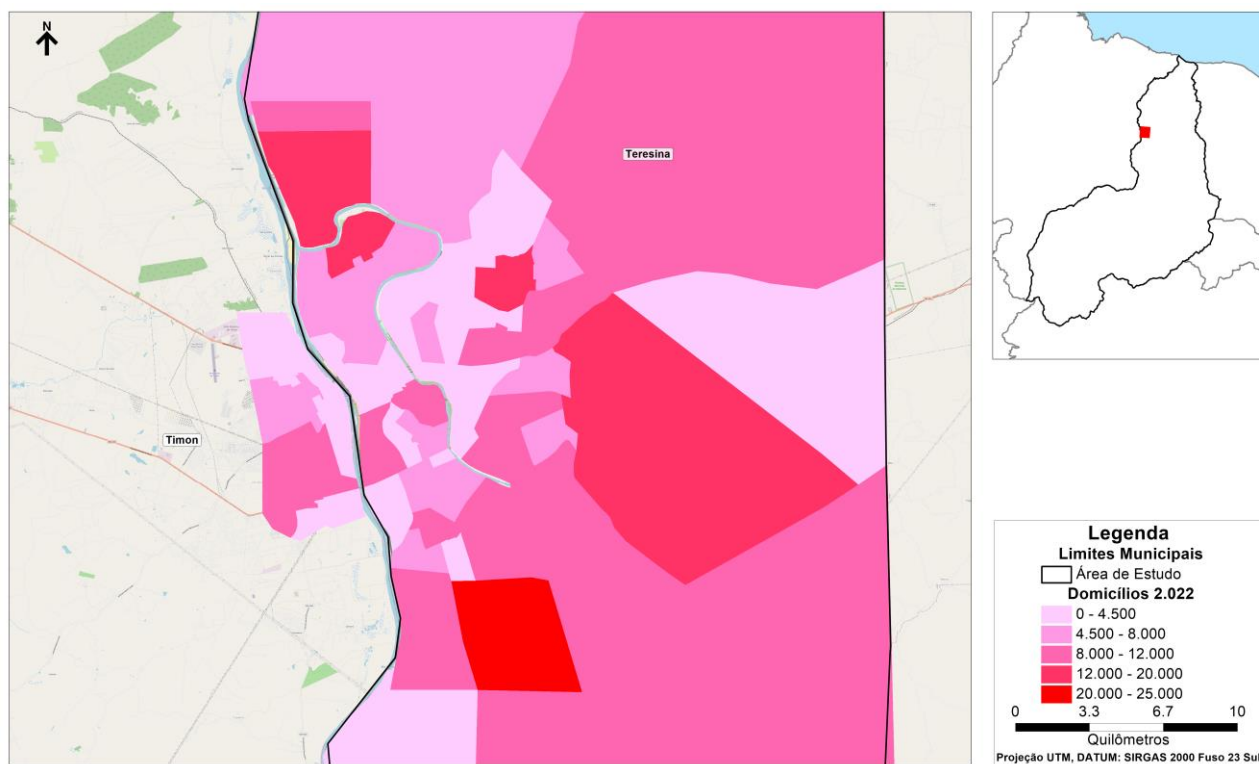
Tabela 8: Dados de correlações entre número de habitantes e domicílios na área de estudo da RIDE GT

Município	População 2022	Domicílios 2022	% Pop.	% Domicílio	Hab./dom.
Teresina	866.300	355.470	83,2%	83,9%	2,4
Timon	174.465	68.052	16,8%	16,1%	2,6
<b>Total</b>	<b>1.040.765</b>	<b>423.522</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	<b>2,5</b>

Fonte: Elaboração própria com dados do Censo IBGE

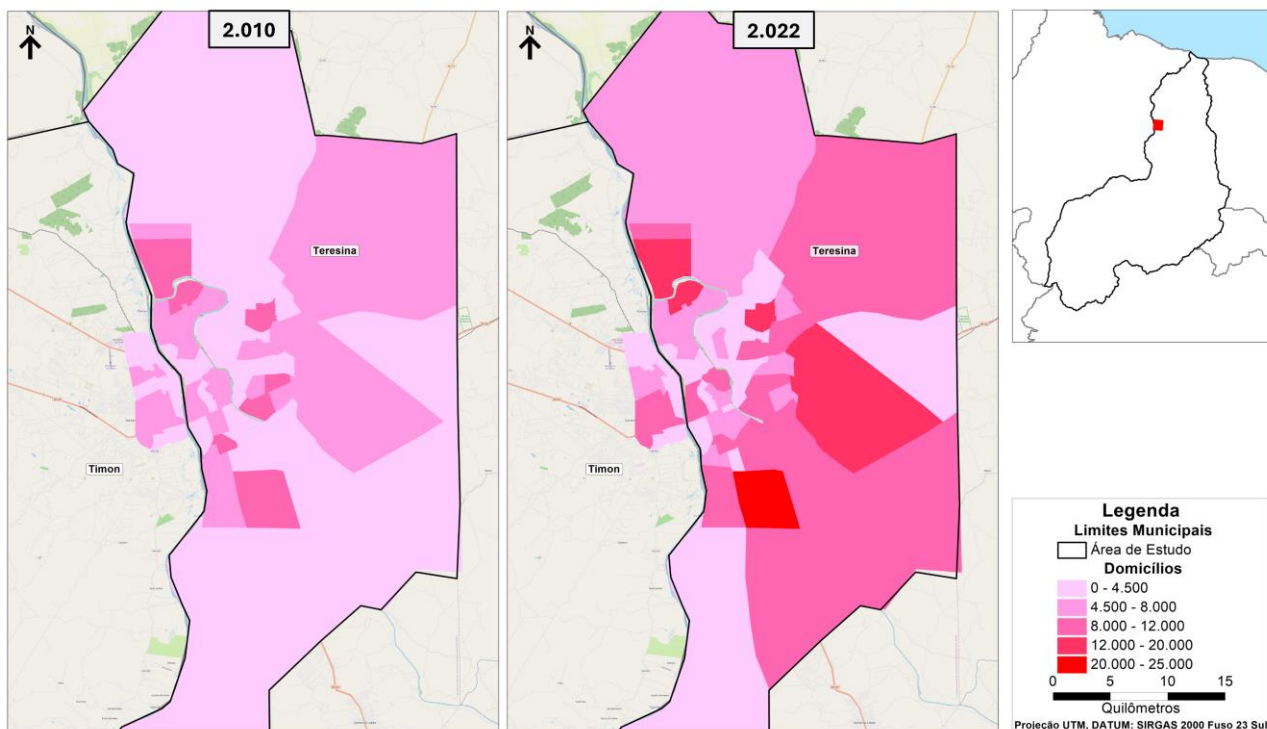
O mapa das figuras a seguir apresentam respectivamente, a distribuição espacial dos domicílios por zona de tráfego, e a evolução do número de domicílios por zona de tráfego entre 2010 e 2022.

Figura 23: Distribuição espacial dos domicílios por zona de tráfego



Fonte: Elaboração própria com dados do Censo IBGE

Figura 24: Evolução do número de domicílios de 2010 a 2022 segundo zonas de tráfego



#### (v) População segundo a Raça

A população da área de estudo da RIDE GT é predominantemente parda, com participação de 61,55%. Pretos e pardos totalizam 72,77% da população. As tabelas e o histograma da figura a seguir indicam as populações por raça e as participações percentuais de cada raça em cada município e na RIDE GT.

Tabela 9: População de cada município segundo a raça

Município	Branca	Preta	Amarela	Parda	Indígena	Total
Teresina	227.520	96.929	22.168	518.264	1.419	866.300
Timon	28.656	19.840	3.502	122.287	181	174.465
Total	256.176	116.768	25.670	640.551	1.600	1.040.765

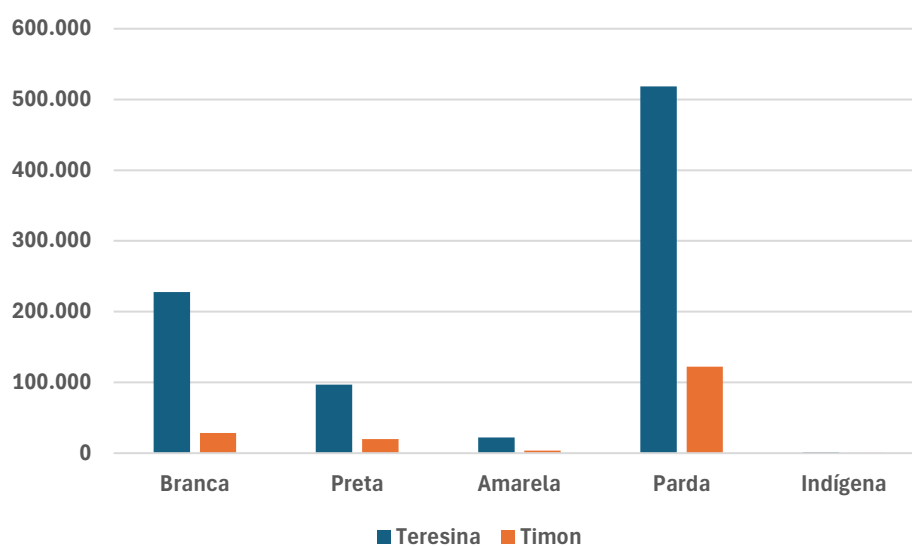
Fonte: Elaboração própria com dados do Censo IBGE

Tabela 10: Participação de cada raça na população de cada município

Município	Branca	Preta	Amarela	Parda	Indígena	Total
Teresina	26,26%	11,19%	2,56%	59,82%	0,16%	100,00%
Timon	16,42%	11,37%	2,01%	70,09%	0,10%	100,00%
Total	24,61%	11,22%	2,47%	61,55%	0,15%	100,00%

Fonte: Elaboração própria com dados do Censo IBGE

Figura 25: Histograma de distribuição de população de cada município segundo a raça



Fonte: Elaboração própria com dados do Censo IBGE

### (vi) Desenvolvimento social

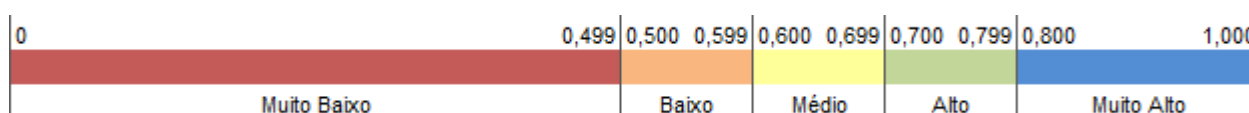
Com relação ao desenvolvimento social de cada município, este item apresenta o Índice de Desenvolvimento Humano – IDH, indicador calculado para diversos níveis territoriais, tais como países, estados, Regiões Metropolitanas e municípios. Desenvolvido pela PNUD - Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento, o IDH é composto por três grandes eixos – renda, saúde/longevidade e educação. As dimensões que constituem o IDH são:

- Renda: Padrão de vida medido pela Renda Nacional Bruta per capita.
- Saúde/Longevidade: Vida saudável e longa medida pela expectativa de vida e
- Educação: Acesso ao conhecimento medido pela média de anos de educação de adultos e expectativa de anos de escolaridade para crianças na idade de iniciar a vida escolar.

No Brasil a fonte de dados desagregados no nível por município, o que é denominado IDH-M, é o Atlas do Desenvolvimento Urbano, de onde os dados apresentados a seguir foram extraídos. O PNUD considera as seguintes faixas de IDH-M:

- IDH muito baixo: IDH abaixo de 0,500.
- IDH baixo: IDH entre 0,500 e 0,599.
- IDH médio: IDH entre 0,600 e 0,699.
- IDH alto: IDH entre 0,700 e 0,799.
- IDH muito alto: IDH igual ou acima de 0,800.

Figura 26: Classificação do IDH-M por faixas



Fonte: <https://atlassocioeconomico.rs.gov.br/indice-de-desenvolvimento-humano-idh-e-idhm>

A tabela a seguir apresenta os IDH-M da área de estudo da RM Grande Teresina para os anos 1991, 2000 e 2010. Os municípios da RM GRANDE TERESINA apresentaram melhoras no IDH-M no período 1991 a 2010.

Tabela 11: IDH-M por município da área de estudo da RM GRANDE TERESINA entre 1991 e 2010

Territorialidades	IDH-M 1991	IDH-M 2000	IDH-M 2010
Teresina	0,509	0,620	0,751
Timon	0,362	0,479	0,649

Fonte: Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil. Pnud Brasil, Ipea e FJP, 2022.

Tabela 12: Quadro de classificação do IDH-M por município da RM Grande Teresina entre 1991 e 2010

Territorialidades	IDH-M 1991	IDH-M 2000	IDH-M 2010
Teresina	Baixo	Médio	Alto
Timon	Muito Baixo	Muito Baixo	Médio

Fonte: Elaboração própria

## 2.4.3 População, Renda e Educação

### 2.4.3.1 Renda

A tabela a seguir apresenta as populações dos municípios da área de estudo da RM Grande Teresina segundo faixas de renda com dados do IBGE. Na RM Grande Teresina, 82,7% da população tem renda de até cinco salários-mínimos, e 95,20% têm renda de até dez salários-mínimos.

Tabela 13: População segundo faixa de renda

Faixa de renda	Teresina	Timon	Total
Até 1 s.m.	4.602	4.947	9.549
1 S.M. - 2 S.M.	115.212	117.225	232.437
2 S.M. - 5 S.M.	290.427	328.840	619.267
5 S.M. - 10 S.M.	57.818	72.679	130.498
10 S.M. - 15 S.M.	13.953	17.379	31.331
15 S.M. - 20 S.M.	7.739	9.944	17.683
Acima de 20 S.M.	-	-	-
Total	489.750	551.015	1.040.765

Fonte: Censo IBGE 2010

Tabela 14: Percentuais da população total segundo faixas de renda

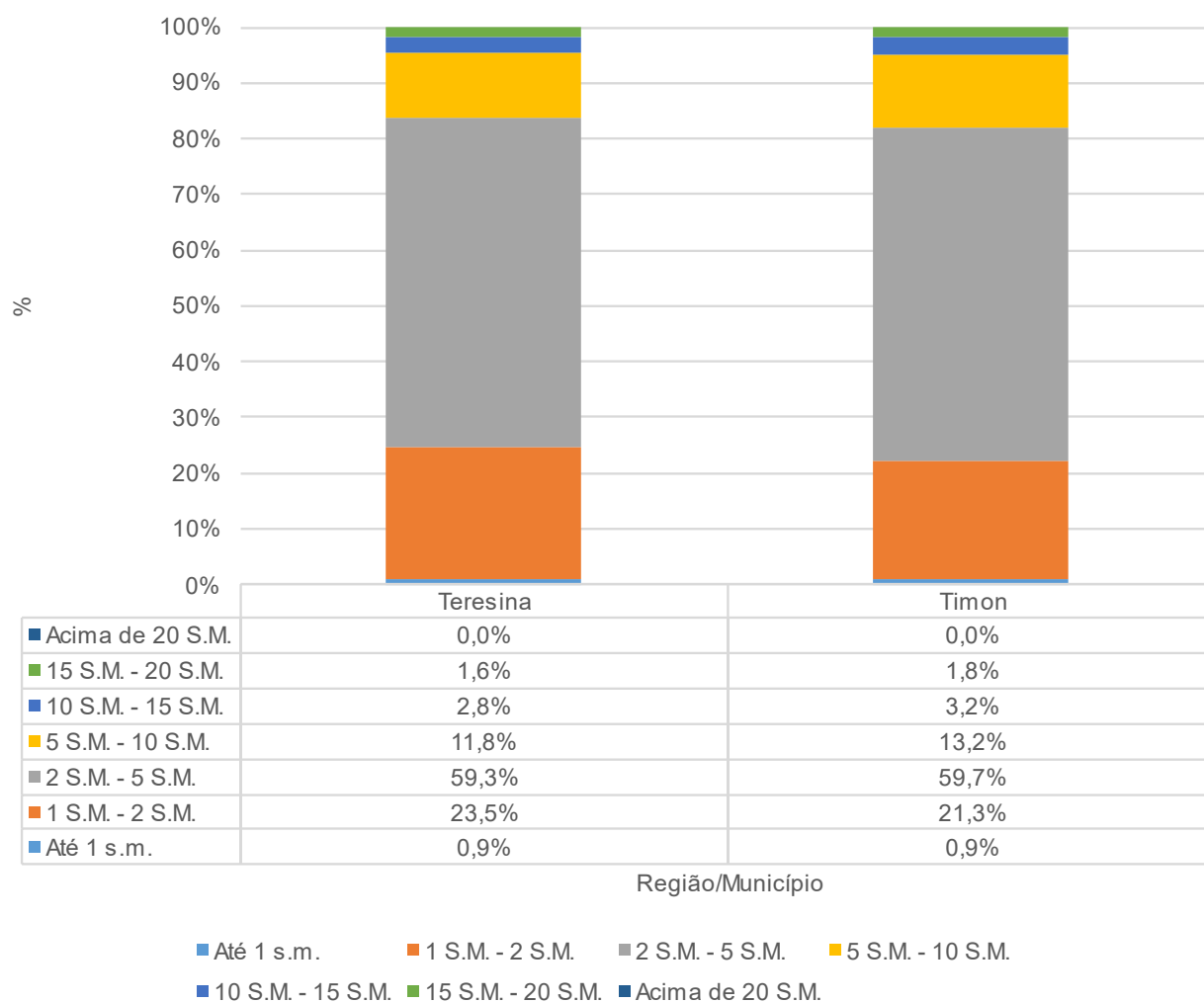
Faixa de renda	Teresina	Timon	Total	Acumulado
Até 1 s.m.	0,9%	0,9%	0,9%	0,90%
1 S.M. - 2 S.M.	23,5%	21,3%	22,3%	23,20%
2 S.M. - 5 S.M.	59,3%	59,7%	59,5%	82,70%
5 S.M. - 10 S.M.	11,8%	13,2%	12,5%	95,20%
10 S.M. - 15 S.M.	2,8%	3,2%	3,0%	98,20%
15 S.M. - 20 S.M.	1,6%	1,8%	1,7%	99,90%

Faixa de renda	Teresina	Timon	Total	Acumulado
Acima de 20 S.M.	0,0%	0,0%	0,0%	
Total	100,0%	100,0%	100,0%	

Fonte: Censo IBGE 2010

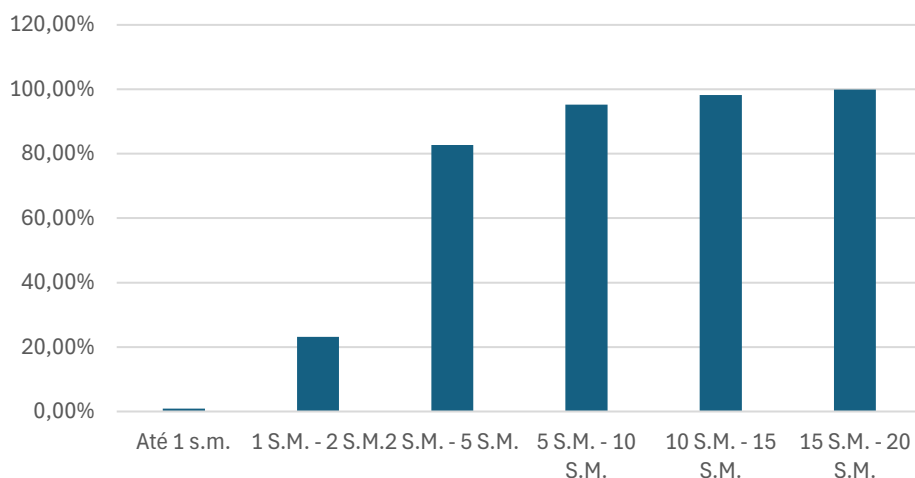
Os histogramas das figuras a seguir ilustram a distribuição da população de cada município segundo as faixas de renda.

Figura 27: Histograma de percentuais da população de cada município da área de estudo da RM Grande Teresina segundo faixa de renda



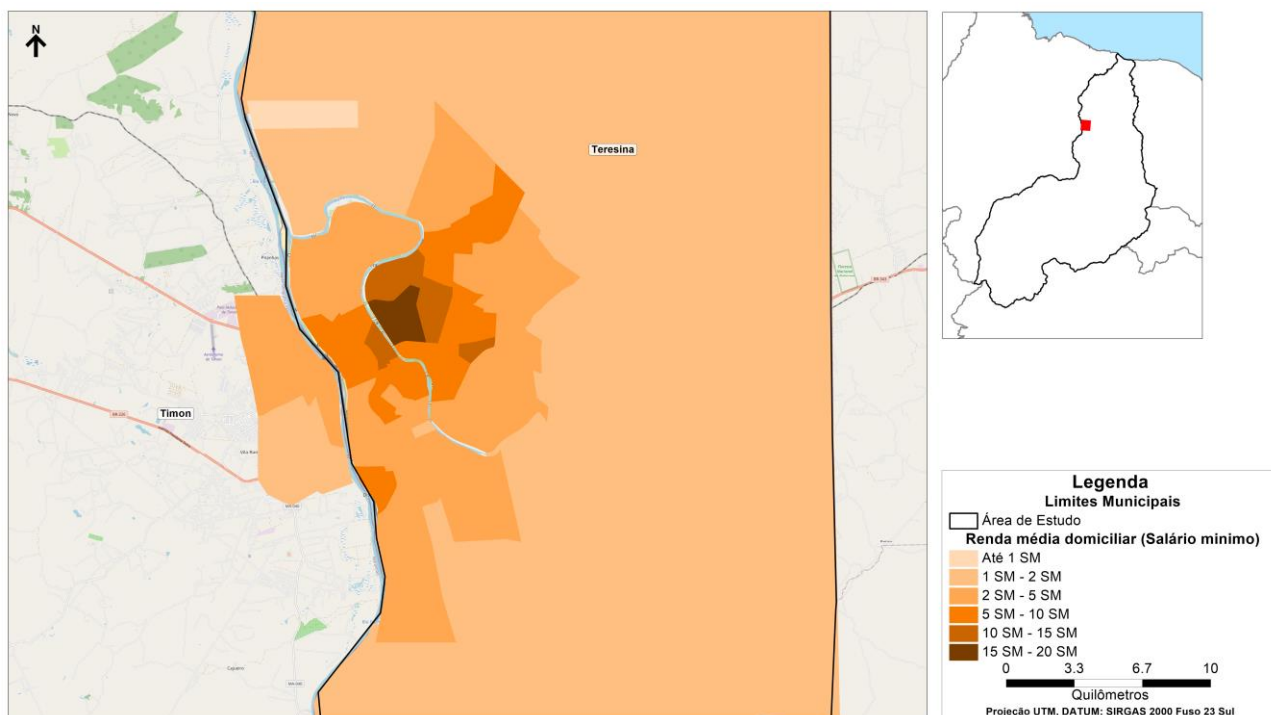
Fonte: Elaboração própria com dados do Censo IBGE 2010

**Figura 28: Histograma de percentuais da população total da área de estudo da RM Grande Teresina segundo limites de renda**



Fonte: Elaboração própria com dados do Censo IBGE 2010

**Figura 29: Renda média domiciliar e população do ano de 2010 por zonas de tráfego**



Fonte: Censo IBGE 2010

### 2.4.3.2 Atividade Econômica

As fontes de informações sobre empregos são diversificadas quanto ao conteúdo. A RAIS - Relação Anual de Informações Sociais, do Ministério do Trabalho e Emprego trata de informações sobre empregos formais, enquanto o CEMPRES - Estatísticas do Cadastro Central de Empresas trata de informações sobre empregos registrados e autônomos entre outros.

Ambos carecem de informações quanto à especialização dos postos de trabalho. A RAIS tem indicações da localização dos empregos, porém tem muitas restrições quanto à real localização deles, tendo em vista que estão concentrados nas sedes das empresas, e não nas unidades locais.

Considerando essas limitações, e visando a utilizar uma base de dados para a estimativa da especialização das atividades econômicas, foram utilizadas bases de dados de telefonia celular que, após o devido tratamento, permitiu realizar estimativas das viagens da RIDE GT. Esta base possibilitou a distribuição das atividades econômicas por zona de trabalho (emprego + matrículas escolares) mediante as propriedades descritas a seguir:

- A base de dados de telefonia celular fornece a distribuição das viagens entre pares de zonas de tráfego por faixa horária.
- Fornece, também, a provável zona de residência do usuário do telefone celular.
- Normalmente as viagens realizadas no período da manhã, e que saem da residência, têm como destino majoritariamente o trabalho ou a escola.

Com o processamento dessa base e tendo como critério a seleção das viagens que coincidem com a zona de residência no período mencionado, os destinos são computados como zona onde se localizam as atividades econômicas.

Alguns comentários podem ser acrescentados aos dados assim obtidos:

- Trata-se de uma base de dados que tem amostra maior que as pesquisas domiciliares de origem e destino.
- Em termos de estudo de mobilidade, é bastante relevante, porque são atividades que efetivamente se desdobram em viagens.
- Não estão computadas aquelas atividades que não geram viagens regulares como trabalho e estudo à distância, trabalhos ocasionais entre outros.
- As estatísticas oficiais, nesse sentido, costumam apresentar números maiores, incluindo todos os tipos de trabalho e matrículas que não geram necessariamente viagens.

A tabela a seguir apresenta a estimativa de atividade econômica (emprego e matrícula escolar) para o ano base de 2024 para o município de Teresina.

Tabela 15: Totais de empregos e matrículas escolares para a RIDE GT.

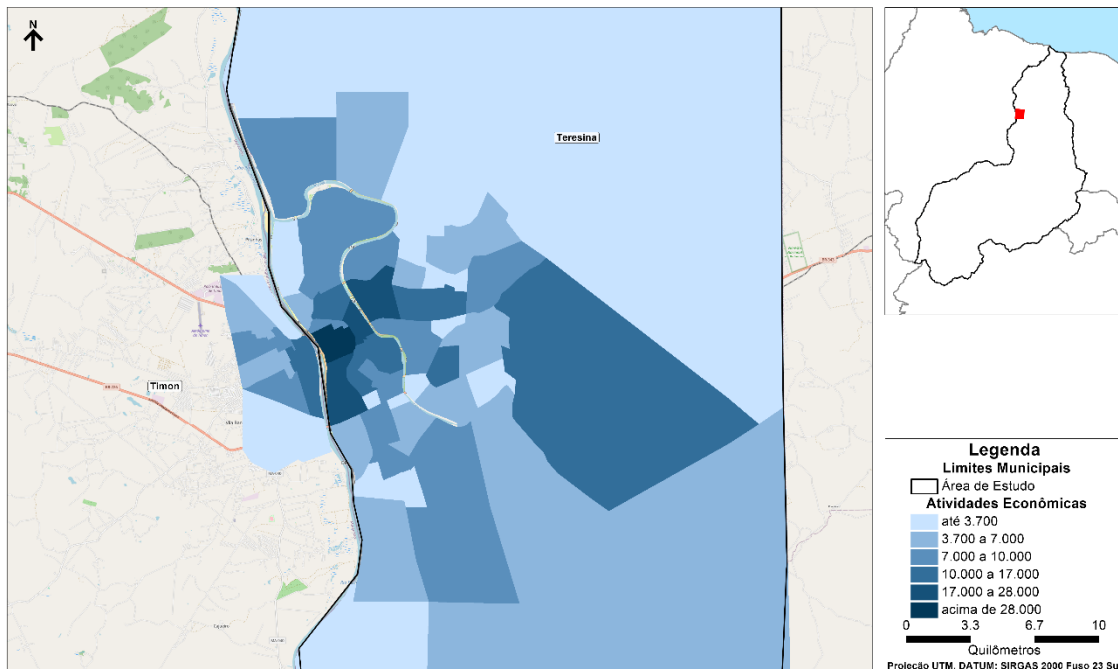
Município	Emprego	Matrícula	Atividade Econômica
Teresina	289.423	180.446	469.869
Timon	18.026	37.394	55.420
Total	307.449	217.840	525.289

Fonte: – CEMPRE, CNEFE, INEPE, Consórcio

De acordo com essas fontes, existem na RIDE GT 307.000 postos de trabalho, lembrando que este volume se refere aos empregos registrados e autônomos cadastrados junto aos empregadores e 217.000 matrículas escolares.

O mapa da Figura **Error! Not a valid bookmark self-reference.** a seguir mostra a distribuição das atividades econômicas por zona de tráfego da RIDE GT, estimada a partir dos dados de telefonia celular, conforme mencionado anteriormente.

Figura 30: Distribuição das atividades econômicas na RIDE GT (2024)



Fonte: Fonte: – CEMPRE, INEPE, Telefonia Celular

Com relação à composição dos empregos por setor de atividade, a tabela a seguir mostra os percentuais dos municípios, tendo como fonte o CEMPRE.

Tabela 16: Percentuais por setor de atividade dos empregos por município da Área de Estudo

Setor de Atividade	Timon Participação	Teresina Participação
A Agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura	0,58%	0,19%
B Indústrias extrativas	0,08%	0,08%
C Indústrias de transformação	11,17%	5,46%
D Eletricidade e gás	0,00%	0,34%
E Água, esgoto, atividades de gestão de resíduos e descontaminação	0,81%	0,87%
F Construção	2,62%	6,45%
G Comércio; reparação de veículos automotores e motocicletas	29,29%	20,80%
H Transporte, armazenagem e correio	2,64%	2,57%
I Alojamento e alimentação	1,64%	3,31%
J Informação e comunicação	1,63%	1,77%
K Atividades financeiras, de seguros e serviços relacionados	0,48%	1,33%
L Atividades imobiliárias	0,10%	0,53%
M Atividades profissionais, científicas e técnicas	0,76%	2,29%
N Atividades administrativas e serviços complementares	4,80%	13,10%
O Administração pública, defesa e seguridade social	9,23%	13,18%
P Educação	16,78%	12,51%

Setor de Atividade	Timon Participação	Teresina Participação
Q Saúde humana e serviços sociais	14,78%	12,62%
R Artes, cultura, esporte e recreação	0,40%	0,46%
S Outras atividades de serviços	2,21%	2,13%
Total	100,00%	100,00%

Fonte: CEMPRE - Estatísticas do Cadastro Central de Empresas (2021)

A principal atividade em Timon é o comércio, com 29%, seguido das atividades de educação, com cerca de 17%, e saúde humana e serviços sociais, com cerca de 5%.

Em Teresina a atividade de comércio emprega o maior percentual, com cerca de 21%, seguida das atividades administrativas, administração pública, educação e saúde humana e serviços sociais, todas com cerca de 13% de participação.

#### 2.4.4 Indicadores de Vulnerabilidade Social

Para uma análise dos aspectos relacionados à vulnerabilidade social foram levantados os seguintes indicadores para cada município da área de estudo da RM Grande Teresina: (i) População em aglomerados subnormais por município (IBGE); (ii) índice de vulnerabilidade social (IPEA); (iii) pessoas que vivem em domicílios com renda per capita inferior a meio salário-mínimo (de 2010) e que gastam mais de uma hora até o trabalho (IPEA). Os dados do IPEA foram obtidos do Atlas de Vulnerabilidade Social.

##### (i) População em favelas

O IBGE disponibiliza esta informação para o Censo 2010, sendo aqui apresentados em forma de tabela e espacialmente a seguir. Segundo o Censo, vivendo em favelas em 2010, havia 131.000 pessoas em Teresina, correspondendo a 16,1% da população do município, e 23.000 pessoas em Timon, correspondendo a 14,8% da população do município.

Tabela 17: População em aglomerados subnormais por município

Município	População em favelas	População Total IBGE 2010	%
Teresina	131.451	814.230	16,1%
Timon	22.935	155.460	14,8%

Fonte: Censo IBGE 2010

##### (ii) Índice de Vulnerabilidade Social – IVS

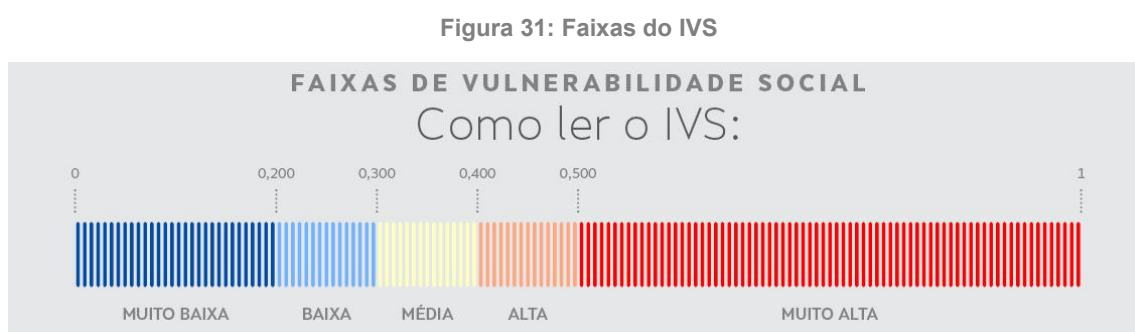
O índice que quantifica e localiza áreas de vulnerabilidade social dentro de um território é o Índice de Vulnerabilidade Social – IVS, elaborado pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, IPEA, a partir de dados do Atlas da Vulnerabilidade Social do Brasil (<http://ivs.ipea.gov.br/>).

O índice IVS é composto por três dimensões, sendo elas:

- Dimensão Infraestrutura Urbana:
  - Coleta de lixo
  - Água e esgoto inadequado

- Empo de deslocamento casa-trabalho
- Dimensão Capital Humano:
  - Mortalidade infantil
  - Crianças de 0 a 5 anos fora da escola
  - Não estudam não trabalham e baixa renda
  - Crianças de 6 a 14 anos fora da escola
  - Mães jovens (10 a 17 anos)
  - Mães sem fundamental e filhos até 15 anos
  - Analfabetismo
  - Crianças em domicílio onde ninguém em fundamental completo
- Dimensão Renda e Trabalho:
  - Renda menor ou igual a R\$ 255
  - Baixa renda e dependente de idoso
  - Desocupação
  - Trabalho infantil
  - Ocupação informal sem ensino fundamental

O IVS possui graduação entre 0 e 1, sendo 1 a vulnerabilidade mais alta. Ela é dividida em cinco faixas, de acordo com a Figura 31:a seguir.



Fonte: IPEA - <http://ivs.ipea.gov.br/> (acesso agosto 2024)

A tabela a seguir apresenta o IVS geral e o das três dimensões por município da área de estudo da RIDE GT para o ano de 2010. Os números em vermelho indicam aqueles com IVS maior que 0,400 (vulnerabilidade alta ou muito alta).

**Tabela 18: IVS por município e por dimensão em 2010**

Município	IVS	Vulnerabilidade geral	IVS Infraestrutura Urbana	IVS Capital Humano	IVS Renda e Trabalho
Teresina	0,288	Baixa	0,227	0,311	0,325
Timon	0,390	Média	0,309	0,466	0,394

Fonte: IPEA - <http://ivs.ipea.gov.br/> (acesso agosto 2024)

Teresina apresenta vulnerabilidade social baixa, e os demais municípios da área de estudo da RIDE GT apresentam vulnerabilidade social média.

A tabela a seguir apresenta o enquadramento do IVS de cada município segundo as faixas de vulnerabilidade social definidas no Atlas do IPEA.

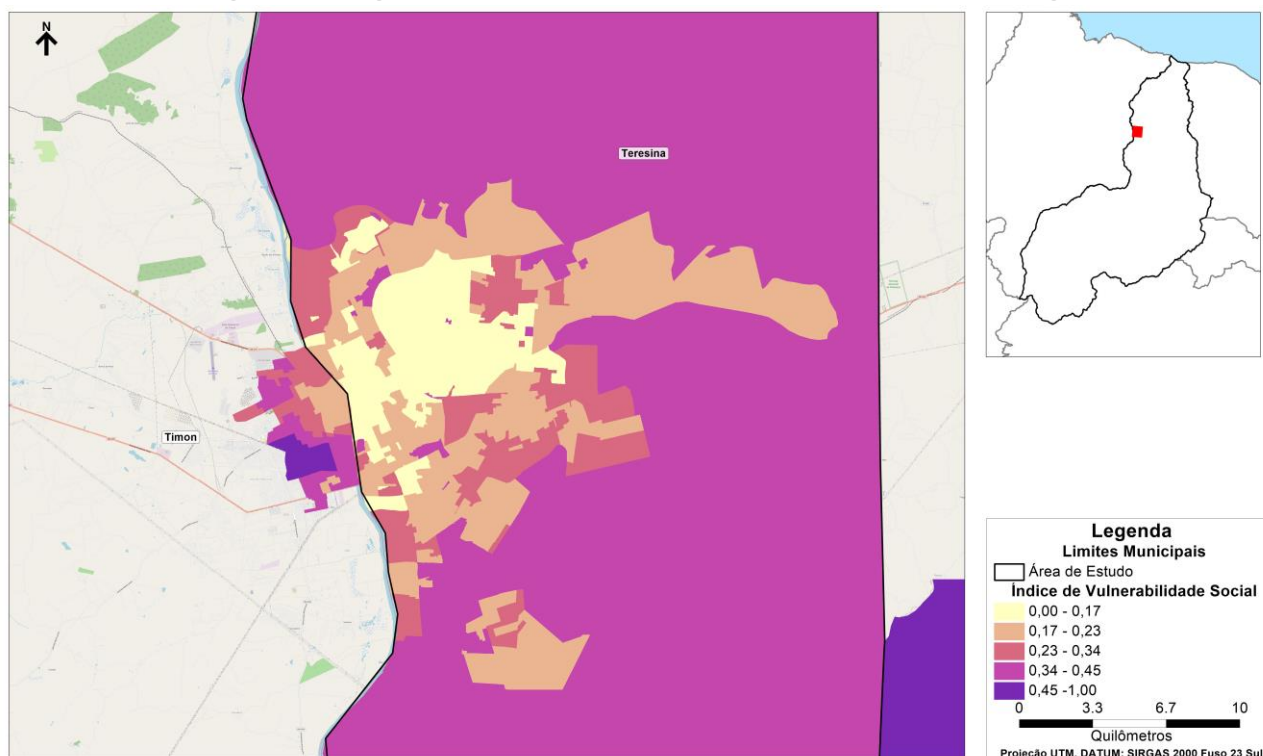
Tabela 19: Faixa de vulnerabilidade por município e por dimensão em 2010

Município	IVS	IVS Infraestrutura Urbana	IVS Capital Humano	IVS Renda e Trabalho
Teresina	Baixa	Baixa	Média	Média
Timon	Média	Média	Alta	Média

Fonte: IPEA - <http://ivs.ipea.gov.br/> (acesso agosto 2024)

O mapa da figura a seguir ilustra os resultados das faixas de vulnerabilidade social segundo as zonas de tráfego.

Figura 32: IVS geral por Índice de Vulnerabilidade Social por zona de tráfego



Fonte: Elaboração própria com dados do IPEA - <http://ivs.ipea.gov.br/> (acesso agosto 2024)

### (iii) Porcentagem de pessoas que vivem em domicílios com renda per capita inferior a meio salário-mínimo (de 2010) e que gastam mais de uma hora até o trabalho por município

Um dos indicadores elaborados pelo IPEA, e que compõe o IVS, diz respeito à porcentagem de pessoas que vivem em domicílios com renda per capita menor que meio salário-mínimo do ano de 2010 e que gastam mais de uma hora até o trabalho. Os percentuais são apresentados na tabela a seguir.

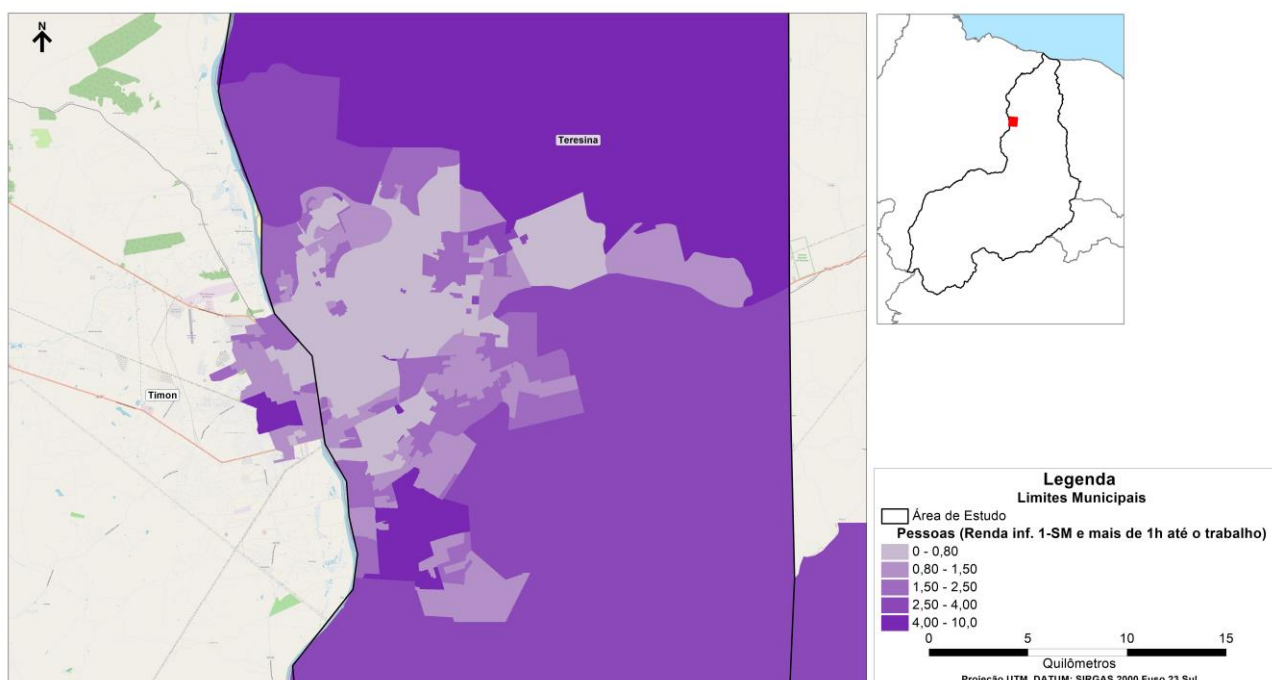
Tabela 20: Porcentagem de pessoas que vivem em domicílios com renda per capita inferior a meio salário-mínimo (de 2010) e que gastam mais de uma hora até o trabalho por município

Município	% de pessoas que vivem em domicílios com renda per capita inferior a meio salário-mínimo (de 2010) e que gastam mais de uma hora até o trabalho
Teresina	8,14
Timon	5,34

Fonte: IPEA - <http://ivs.ipea.gov.br/> (acesso agosto 2024)

O mapa da figura a seguir ilustra a distribuição espacial segundo cada zona de tráfego da área de estudo.

Figura 33: Porcentagem de pessoas que vivem em domicílios com renda per capita inferior a meio salário-mínimo (de 2010) e que gastam mais de uma hora até o trabalho por UDH em cada zona de tráfego.



Fonte: Elaboração própria com dados do IPEA - <http://ivs.ipea.gov.br/> (acesso agosto 2024)

### 2.4.5 Intervenções Urbanas

Não foram identificados planos de intervenções urbanas relevantes que poderiam implicar em novos polos de geração de viagens e alterações nos padrões de demanda de transportes.

### 2.4.6 Crescimento e projeções populacionais

Neste item são apresentados dados históricos de evolução da população da área de estudo, assim como projeções para um período de 30 anos.

#### 2.4.6.1 Evolução da população da RM Grande Teresina

A tabela a seguir apresenta a evolução da população de cada município da área de estudo (RIDE GT) no período de 2010 a 2022. Os dois municípios da área de estudo da RIDE GT tiveram crescimento populacional nesse período.

Tabela 21: Evolução da população de 2000 a 2022 na RIDE GT

Município	População 2010	População 2022	Var. Pop. 2010-2022 (%)
Teresina	814.230	866.300	6,4%
Timon	155.460	174.465	12,2%
Total	969.690	1.040.765	7,3%

Fonte: Censos IBGE 2010 e 2022 e Mobilidades

## 2.4.6.2 Projeções da população

As projeções de população foram realizadas a partir de metodologia a ser detalhada nos relatórios R2. Em síntese, além do comportamento histórico de evolução da população, a metodologia adota um fator de intensificação ou desaceleração de crescimento nas diferentes áreas estudadas. Esse fator é guiado pela inflexão da tendência histórica e pelos vetores de crescimento levantados, mas não se limita a apenas essa informação, sendo consideradas outras características, como a disponibilidade de áreas ou saturação do potencial construtivo, atratividade imobiliária e outros aspectos do conhecimento local que suportem mudanças de comportamento de médio ou longo prazo.

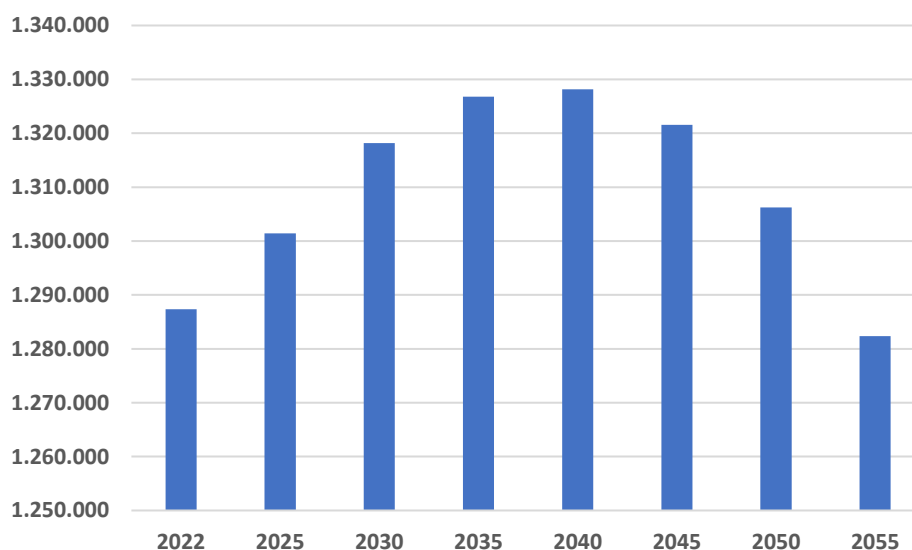
A seguir são apresentadas as projeções de população da RIDE GT até o ano 2055. Observa-se que, a partir de 2040, passa a haver uma diminuição relevante da população total.

Tabela 22: Projeção da população por município entre 2010 e 2055

	2022	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055
RIDE GT	1.287.339	1.301.422	1.318.185	1.326.781	1.328.173	1.321.551	1.306.227	1.282.338

Fonte: Censo IBGE 2010 e 2022, projeções de elaboração própria entre 2022 e 2055

Figura 34: Projeção da população por município entre 2010 e 2055



Fonte: Censo IBGE 2010 e 2022, projeções de elaboração própria entre 2022 e 2055

## 3 Apêndice IV – Aspectos Ambiental e Climático

### 3.1 Planos de Mitigação às Mudanças Climáticas

A Prefeitura Municipal de Teresina elaborou em 2023 o Plano de Ação Climática (PAC) da cidade no âmbito do Programa “Teresina rumo ao carbono neutro”.

O plano foi elaborado com suporte técnico de duas outras publicações: (i) PRODUTO 2: Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE); e (ii) PRODUTO 3: Análise de Vulnerabilidade à Mudança do Clima; e de processos de workshops, debates e análises.

#### **Elaboração:**

Prefeitura de Teresina com apoio do Consórcio Codex/I Care em 2023.

#### **Horizontes de implementação do PAC:**

Curto prazo (2027); médio prazo (2032); longo prazo (2050)

#### **Riscos climáticos considerados no PAC Teresina:**

- Ondas de calor
- Arboviroses
- Alagamentos/inundações
- Deslizamentos de terra e
- Secas.

#### **Setores de mitigação:**

- Energia estacionária
- Transportes
- Resíduos e efluentes
- Agricultura, florestas e outros usos da terra (AFOLU).

#### **3.1.1 Aderência à metodologia sugerida no C-40 Cities**

O Cities Climate Leadership Group (C40 Cities) é uma rede que reúne representantes das maiores cidades globais com compromissos relacionados ao enfrentamento das mudanças do clima e à redução de seus impactos.

O quadro a seguir apresenta a sequência geral de atividades do escopo sugerido pelo C-40 Cities, apresentado no link do hub do C-40 Cities<sup>12</sup> e as correspondências com o que é apresentado no

---

<sup>12</sup>

(<https://www.c40knowledgehub.org/s/guide-navigation?guideArticleRecordId=a3s1Q000001iaiQQAQ&guideRecordId=a3t1Q0000007IEWQAY>)

PAC de Teresina. De acordo com o quadro, o PAC de Teresina apresenta compatibilidade com as recomendações do C-40 Cities no desenvolvimento de planos de ação climática.

Tabela 23: Quadro analítico de aderência do PAC de Teresina com a metodologia para Planos de Ação Climática do C-40 Cities

O QUE SUGERE O C40 Cities	O QUE FOI APRESENTADO NO PAC DE TERESINA
<p><b>RESUMO EXECUTIVO:</b></p> <p><i>Uma visão geral do PAC, destacando os principais compromissos, objetivos e estratégias, assim como uma visão geral do processo de planejamento. Às vezes, este é um documento separado destinado aos tomadores de decisão e/ou ao público em geral</i></p>	<p>APRESENTAÇÃO do PAC</p>
<p><b>PREÂMBULO E COMPROMISSOS:</b></p> <p><i>O preâmbulo muitas vezes começa com uma carta de compromisso ou endosso do prefeito, do(s) líder(es) da cidade ou do conselho municipal. Ele apresenta o plano, explicando porque a cidade desenvolveu um PAC e como ele se conecta a outras prioridades e esforços locais, bem como aos esforços regionais, nacionais e/ou globais em relação ao clima. Também reafirmará o compromisso assumido pela liderança da cidade no início do processo de planejamento da ação climática e introduzirá os compromissos da cidade estabelecidos através deste processo.</i></p>	<p>Capítulo 1 - INTRODUÇÃO</p> <p>A IMPORTÂNCIA DO PLANEJAMENTO INTEGRADO PARA O COMBATE À MUDANÇA DO CLIMA</p>
<p><b>VISÃO:</b></p> <p><i>Isto inclui a declaração de visão - o ponto de ancoragem de qualquer plano estratégico - e introduz as áreas de foco e prioridades do plano. A declaração de visão geralmente se baseará naquilo estabelecido <a href="#">no início</a> para refletir insights e prioridades que surgiram durante o curso do planejamento da ação climática. Muitas vezes, esta seção também descreve brevemente o processo de engajamento e como as contribuições dos participantes foram utilizadas para informar o PAC, que pode ser detalhada em sua própria seção ou em um anexo.</i></p>	<p>Capítulo 4.</p> <p>EIXOS ESTRATÉGICOS</p>
<p><b>CONTEXTO DA CIDADE:</b></p> <p><i>Fornecer informações básicas sobre as principais prioridades sociais, ambientais e econômicas da cidade,</i></p>	<p>Capítulo 2.</p> <p>O PERFIL DA CIDADE DE TERESINA</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Localização</li> </ul>

O QUE SUGERE O C40 Cities	O QUE FOI APRESENTADO NO PAC DE TERESINA
<p><i>informadas pela avaliação das necessidades, e quaisquer outras informações contextuais relevantes, tais como limites físicos e administrativos, limites usados para o inventário de gases de efeito estufa (GHG), ou estruturas de governança. O PAC também deve incluir um resumo das leis, regulamentos, políticas ou planos nacionais, regionais e locais relevantes, geralmente nesta seção ou num anexo.</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perfil geográfico</li> <li>• Perfil Climático</li> <li>• Perfil Demográfico</li> <li>• Perfil Socioeconômico</li> <li>• Políticas Públicas e a agenda climática</li> </ul>
<p><b>INVENTÁRIO E CENÁRIOS DE EMISSÕES DE GEE:</b></p> <p><i>Apresentar as principais fontes e atividades de emissão de GEE identificadas no inventário de emissões de GEE (emissões do ano base), bem como as trajetórias de emissões do processo de planejamento do cenário - incluindo, no mínimo, a trajetória de emissões do negócio como usual e o cenário "ambicioso".</i></p>	<p>Item 3.1.</p> <p>Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa</p> <p>PRODUTO 2: INVENTARIO DE EMISSOES</p>
<p><b>RISCOS CLIMÁTICOS:</b></p> <p>Apresentar os riscos climáticos atuais e projetados da cidade, juntamente com as vulnerabilidades infraestruturais e sociais, identificadas na <a href="#">avaliação de risco da mudança climática</a>. Idealmente, isto deveria estar ligado a características e tendências não-climáticas relevantes que possam agravar ou reduzir os riscos, tais como urbanização rápida, envelhecimento da população ou inovações tecnológicas.</p>	<p>Item 3.2.</p> <p>Levantamento e Análise de Vulnerabilidade e Riscos</p> <p>PRODUTO 3 – ANÁLISE DE VULNERABILIDADE À MUDANÇA DO CLIMA.</p>
<p><b>OBJETIVOS E METAS:</b></p> <p>Apresentar as metas de mitigação e de adaptação e explicar como elas foram escolhidas, por que são importantes e os benefícios mais amplos esperados das ações que a cidade implementará para alcançá-las. Isto também pode incluir metas e objetivos para os benefícios mais amplos. Os objetivos e metas do PAC são às vezes integrados no preâmbulo, visão e/ou roteiro de ação, em vez de serem apresentados como uma seção separada</p>	<p>Item 3.3</p> <p>Processo e métodos para a estruturação do Plano de Ação Climática</p> <p>Capítulo 4.</p> <p>EIXOS ESTRATÉGICOS</p>
<p><b>ESTABELEECER A LISTA LONGA DE AÇÕES:</b></p> <p><i>De acordo com a metodologia sugerida pelo C-40, as ações incluem qualquer política, projeto, programa,</i></p>	<p>Capítulo 5.</p> <p>AÇÕES PRIORITÁRIAS</p>

## O QUE SUGERE O C40 Cities

## O QUE FOI APRESENTADO NO PAC DE TERESINA

*estratégia, parceria, investimento ou infraestrutura que leve à redução de emissões e à resiliência climática.*

### **PRIORIZAÇÃO DAS AÇÕES:**

*Se sua cidade já possui sistemas robustos para priorizar intervenções, desenvolva sobre eles para orientar a tomada de decisões e a priorização de ações climáticas e para garantir que as considerações sobre a mudança climática sejam suficientemente integradas. Para fortalecer as abordagens existentes, ou se a cidade não tiver sistemas estabelecidos para priorizar intervenções, assegure-se de que o processo de priorização seja guiado pelos seguintes critérios:*

- Potencial de mitigação
- Potencial de adaptação
- Viabilidade
- Amplos benefícios

### **PROCESSO DE PRIORIZAÇÃO DE AÇÕES:**

*O Seleção e priorização de ações (ASAP) recursos e ferramentas podem apoiar este processo, enquanto o Adaptação e Avaliação da Interação de Mitigação (AMIA) pode ajudar na seleção de ações que proporcionem benefícios tanto de mitigação como de adaptação, bem como na identificação de potenciais conflitos de interesse. Considere também a realização de uma análise de custo-benefício para informar a lista restrita de ações.*

### **DEFINIÇÃO DA LISTA CURTA DE AÇÕES:**

*Compreender onde as ações climáticas se encaixam na agenda geral da cidade e reconhecer as prioridades concorrentes. Isto influenciará a abordagem para desenvolver um conjunto priorizado de ações climáticas - elas podem ser desenvolvidas como um conjunto autônomo de ações climáticas que entram no pipeline de projetos da cidade, ser totalmente "integradas" nos processos existentes de governança e planejamento da cidade, ou ser um híbrido das duas abordagens.*

23 Fichas de ações com o seguinte conteúdo:

- Apresentação da Ação
- Associação com o Eixo Estratégico
- Descrição de Sub Ações
- Alinhamento legal
- Instituições envolvidas
- Metas
- Prazo
- Indicadores
- Análise de equidade
- Riscos climáticos
- Setores de mitigação
- Relação com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU

O QUE SUGERE O C40 Cities	O QUE FOI APRESENTADO NO PAC DE TERESINA
<p><b>MONITORAMENTO, AVALIAÇÃO E RELATÓRIOS:</b></p> <p><i>É aqui que uma cidade comunica o processo para medir o sucesso e ajustar as prioridades ao longo do tempo. Esta seção estabelece um compromisso de informar o progresso, visitar o PAC periodicamente e publicar atualizações futuras.</i></p>	<p>Capítulo 8</p> <p>MONITORAMENTO, AVALIAÇÃO, REPORTE E REVISÃO DO PLANO</p>
<p><b>CONCLUSÃO:</b></p> <p><i>Esta breve seção fornece um breve resumo do PAC e culmina em um apelo à ação</i></p>	<p>Capítulo 9.</p> <p>CONSIDERAÇÕES FINAIS</p>

Fontes:

- (i) C40 Cities, <https://www.c40knowledgehub.org/s/topic/0TO1Q000000UAF2WAO/developing-a-climate-action-plan> (acesso em junho/2024)
- (ii) Fonte: PAC de Teresina 2023

### 3.1.2 Eixos Estratégicos do PAC

O PAC de Teresina foi estruturado em torno dos eixos estratégicos prioritários indicados na tabela a seguir.

Tabela 24: Eixos estratégicos do PAC de Teresina

Eixo	Objetivos	Foco das ações
1	Teresina Rumo ao Carbono Neutro alcançar a neutralidade em consonância com a NDC brasileira <sup>13</sup> .	<ul style="list-style-type: none"> <li>emissões geradas pelo transporte motorizado</li> <li>redução do consumo de energia nos setores residencial, comercial, institucional e industrial</li> <li>redução das emissões geradas no tratamento e disposição de resíduos,</li> <li>redução de emissões com práticas agrícolas sustentáveis;</li> <li>compensação para as emissões residuais</li> </ul>
2	Reduzindo os Riscos e Aumentando a Resiliência de Teresina adaptar a cidade às mudanças climáticas a partir de ações de infraestrutura e soluções baseadas na natureza, reduzindo a vulnerabilidade e os riscos, tornando-a mais resiliente e segura, especialmente para as populações mais vulneráveis.	<ul style="list-style-type: none"> <li>inundações, alagamentos,</li> <li>aumento da susceptibilidade às ondas de calor,</li> <li>aumento das doenças provocadas por arboviroses, etc.</li> </ul>
3	Avanços na Governança Climática de Teresina criar, manter e incentivar espaços de discussão sobre a mudança do clima e seus impactos na cidade, visando um planejamento integrado com a incorporação desses	<ul style="list-style-type: none"> <li>fóruns e comitês de ampla discussão sobre os elementos do Plano de Ação Climática</li> </ul>

<sup>13</sup> A NDC brasileira de 2015 estabelece que o Brasil deve reduzir as suas emissões em 37% até 2025 e 43% até 2030, em relação às emissões de 2005. Em 2021, o Brasil se comprometeu a ampliar sua ambição para 50% de redução até 2030 e alcançar emissões líquidas neutras até 2050.

Eixo		Objetivos	Foco das ações
		elementos nos planos setoriais e legislação local	<ul style="list-style-type: none"> <li>• monitoramento do plano, bem como a validação e construção de consenso entre os atores envolvidos.</li> <li>• Plano Diretor, Plano de Saneamento Básico e Código de Obras</li> </ul>
4	Fomento à Economia Verde de Teresina, com Participação Social e Distribuição Equitativa de Benefícios	promover projetos e ações inovadoras de baixo carbono	<ul style="list-style-type: none"> <li>• pacto sociopolítico que busca compreender a percepção da população sobre os desafios climáticos</li> </ul>
5	Promoção à Educação Ambiental e Climática	aumentar o conhecimento da população da cidade sobre os efeitos e impactos da mudança do clima.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• comunidades e servidores locais, fortalecendo-os e incentivando sua participação social</li> <li>• órgãos, como coletivos, associações, ONG, universidades etc., e instituições públicas e privadas</li> </ul>

Fonte: PAC de Teresina 2023

### 3.1.3 Plano de Ações do PAC de Teresina

As ações do PAC foram apresentadas por meio de fichas com o seguinte conteúdo:

- Apresentação da Ação
- Associação com o Eixo Estratégico
- Descrição de Sub Ações
- Alinhamento legal
- Instituições envolvidas
- Metas
- Prazo
- Indicadores
- Análise de equidade
- Riscos climáticos
- Setores de mitigação
- Relação com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU

Foram definidas e detalhadas as 23 Ações indicadas a seguir.

Ação 1: Aumentar e proteger os espaços verdes da cidade

Ação 2: Fortalecer a atuação da Defesa Civil Municipal para prevenção, mitigação e resposta a desastres e eventos adversos do clima

Ação 3 Implementar medidas de infraestrutura e soluções baseadas na natureza (SbN) com o objetivo de aumentar a permeabilidade do solo e melhorar as condições de drenagem da cidade.

Ação 4: Aprimorar a gestão de resíduos sólidos

Ação 5: Incentivar/Promover iniciativas de reciclagem e compostagem

- Ação 6: Ampliar e melhorar o serviço de esgotamento sanitário
- Ação 7: Fomentar a ampliação e manutenção de hortas urbanas
- Ação 8: Promover e capacitar multiplicadores de educação ambiental e sanitária para a sociedade
- Ação 9: Promover a melhoria da qualidade ambiental dos recursos hídricos
- Ação 10: Estabelecer uma governança climática e ambiental e uma política de enfrentamento à mudança do clima
- Ação 11: Promover a conservação e restauração de ecossistemas naturais
- Ação 12: Promover práticas agrícolas sustentáveis
- Ação 13: Promover o uso de bicicletas e mobilidade ativa
- Ação 14: Melhorar o transporte público local
- Ação 15: Otimizar o tráfego urbano
- Ação 16: Executar ações de eficiência energética nos prédios públicos e na iluminação pública
- Ação 17: Promover incentivos à geração distribuída de energia solar
- Ação 18: Fomentar o uso de dados no conceito de Dados Abertos Governamentais
- Ação 19: Fomentar o uso de Soluções Baseadas na Natureza (SbN) para desafios socioambientais
- Ação 20: Fomentar o desenvolvimento de negócios e empregos verdes
- Ação 21: Estabelecer um padrão para compras públicas sustentáveis
- Ação 22: Elaboração de novos estudos e inclusão da variável “clima” no processo de decisão
- Ação 23: Programa de Pagamento por Serviços Ambientais

### 3.1.4 Detalhamento das Ações relacionadas com mobilidade

A seguir é apresentado o quadro resumo das ações 13, 14 e 15 que são relacionadas com o setor de mobilidade urbana.

Tabela 25: Quadro Síntese da Ação 13. Promover o uso de bicicletas e mobilidade ativa

Eixo Associado à Ação: Eixo 1 - Teresina Rumo ao Carbono Neutro

Sub ação	Instituição Líder	Prazo
Expandir as ciclovias e adequação das ciclovias existentes	STRANS	Curto prazo (2023-2027)
Instalar pontos de empréstimos de bicicletas compartilhadas		Curto prazo (2023-2027)
Instalar bicicletários		Curto prazo (2023-2027)

Sub ação	Instituição Líder	Prazo
Aumentar a extensão de calçadas acessíveis para pedestres em Teresina, garantindo a conexão dos principais pontos da cidade		Médio prazo (2027-2032)
Revitalizar calçadas em más condições de uso		Médio prazo (2027-2032)
Aumentar a arborização das calçadas		Curto prazo (2023-2027)
Aumentar a luminosidade nas calçadas		Médio prazo (2027-2032)
Promover a educação no trânsito.		Curto prazo (2023-2027)

Fonte: PAC de Teresina 2023

**Tabela 26: Quadro Síntese da Ação 14. Melhorar o transporte público local**

**Eixo Associado à Ação: Eixo 1 - Teresina Rumo ao Carbono Neutro**

Sub ação	Instituição Líder	Prazo
Implementar faixas exclusivas para ônibus	STRANS	Médio prazo (2027-2032)
Aumentar a quantidade de ônibus em circulação, com horários mais frequentes e rotas mais eficientes		Curto prazo (2023-2027)
Renovar a frota de ônibus com modelos com melhor conforto térmico e eficientes em termos de consumo de combustível		Curto prazo (2023-2027)
Eletrificar a frota de ônibus com a utilização de veículos movidos a energia elétrica ou híbridos		Médio prazo (2027-2032)
Melhorar a infraestrutura das paradas de ônibus, com a inclusão de abrigos contra sol e chuva, bancos e informação em tempo real sobre horários e rotas		Médio prazo (2027-2032)
Expandir o sistema de transporte público para a zona rural, com a inclusão de linhas de ônibus que conectem as áreas rurais à cidade		Médio prazo (2027-2032)
Promover campanhas de educação no trânsito para conscientização da população sobre os impactos negativos do uso excessivo de veículos motorizados individuais e a importância do uso do transporte público para mitigar as mudanças climáticas.		Curto prazo (2023-2027)

Fonte: PAC de Teresina 2023

**Tabela 27: Quadro Síntese da Ação 15. Otimizar o tráfego urbano**

**Eixo Associado à Ação: Eixo 1 - Teresina Rumo ao Carbono Neutro**

Sub ação	Instituição Líder	Prazo
Melhorar a sinalização e das condições de tráfego em rotatórias e cruzamentos	STRANS	Curto prazo (2023-2027)
Reavaliar os tempos semafóricos em locais estratégicos		Curto prazo (2023-2027)
Investir em tecnologias de mobilidade, como aplicativos de transporte e veículos elétricos		Médio prazo (2027-2032)
Regulamentar o tráfego de veículos de carga em horários específicos, para evitar congestionamentos em horários de pico		Curto prazo (2023-2027)

Sub ação	Instituição Líder	Prazo
Melhorar a infraestrutura viária, incluindo a pavimentação de ruas e avenidas com maior tráfego, a construção de novas vias e a sinalização de rotas alternativas		Médio prazo (2027-2032)
Investir em monitoramento e análise dos dados de trânsito		Médio prazo (2027-2032)
Promover campanhas de conscientização para incentivar práticas de mobilidade mais sustentáveis em detrimento ao transporte motorizado individual.		Curto prazo (2023-2027)

Fonte: PAC de Teresina 2023

### 3.1.5 Compatibilidade do PAC de Teresina com as diretrizes propostas pelo C-40 Cities para o setor de transporte e mobilidade

Nas recomendações do C-40 Cities para elaboração de Planos de Ação Climática são apresentadas ações impactantes que as cidades podem adotar para reduzir as emissões do transporte (<https://www.c40knowledgehub.org/s/article/Six-impactful-actions-cities-can-take-to-reduce-transport-emissions>).

O quadro a seguir associa cada recomendação do C-40 Cities com as ações do eixo de mobilidade do PAC de Teresina.

**Tabela 28: Quadro de associação das recomendações do C-40 Cities com as ações do eixo de visão de baixo carbono para o setor de transporte e mobilidade do PAC de Teresina**

Recomendações do C-40 Cities para reduzir emissões do setor de transportes	Ação do PAC de Teresina para o setor de transporte e mobilidade
Atualizar as políticas de planejamento urbano para promover o desenvolvimento denso, de uso misto e orientado para o trânsito.	Não há referências no PAC de Teresina
Promover Caminhada e Ciclismo como opções de transporte com emissão zero.	Ação 13. Promover o uso de bicicletas e mobilidade ativa
Promover uma mudança modal do uso de veículos pessoais para o transporte público.	Ação 14. Melhorar o transporte público local
Efetuar uma zona de emissão baixa - ou zero - para direcionar as emissões dos veículos.	Não há referências no PAC de Teresina
Mudança de veículos para veículos elétricos.	Ação 14. Melhorar o transporte público local Sub ação: Eletrificar a frota de ônibus com a utilização de veículos movidos a energia elétrica ou híbridos
Mudar para veículos de carga mais limpos e reduzir as milhas que eles percorrem	Regulamentar o tráfego de veículos de carga em horários específicos, para evitar congestionamentos em horários de pico (Ação 15. Otimizar o tráfego urbano)
Outras não associadas ao C-40 Cities	Ação 15. Otimizar o tráfego urbano

Fonte: Elaboração Própria

### 3.1.6 Compatibilidade do PAC de Teresina com as diretrizes propostas no Plano Setorial de Transporte e de Mobilidade Urbana para Mitigação e Adaptação à Mudança do Clima (PSTM)

O PSTM foi elaborado pelo Ministério das Cidades e Ministério dos Transportes com apoio do Instituto de Energia e Meio Ambiente, IEMA, em 2011 e 2012 e publicado em 2013.

O objetivo geral do Plano Setorial de Transporte e de Mobilidade Urbana para Mitigação da Mudança do Clima é *contribuir para a mitigação das emissões de GEE no setor, por meio de iniciativas que levam à ampliação da infraestrutura de transporte de cargas e à maior utilização de modos mais eficientes energeticamente e, no setor de mobilidade urbana, ao aumento do uso de sistemas eficientes de transporte público de passageiros, contribuindo para a consecução dos compromissos assumidos voluntariamente pelo Brasil.*

No contexto do transporte urbano (transporte de passageiros) o PSTM *tem como estratégia fundamental a promoção de medidas que promovam a alteração na matriz de deslocamentos da população, por meio do aumento da participação do transporte coletivo na divisão modal verificada atualmente, principalmente nos maiores centros urbanos.*

O quadro a seguir associa cada recomendação do PSTM para o setor de transporte urbano com as ações do eixo de visão de baixo carbono para o setor de transporte e mobilidade do PAC de Teresina.

**Tabela 29: Quadro de associação das diretrizes do PSTM com as ações do eixo de visão de baixo carbono para o setor de transporte e mobilidade do PAC de Teresina**

Recomendações do PSTM para reduzir emissões do setor de transportes	Ação do PAC para o setor de transporte e mobilidade
Ações relacionadas ao planejamento urbano associado à política de mobilidade, por meio da descentralização das atividades essenciais pela cidade ou do adensamento populacional e promoção de atividades de serviço, lazer ou estudo junto aos eixos de transporte público, diminuindo a geração de viagens motorizadas ou promovendo a substituição do transporte individual pelo coletivo.	Não há referências no PAC de Teresina
Implantação de instrumentos de gestão da mobilidade urbana, por meio da adoção de instrumentos regulatórios e econômicos que promovam o transporte público e ao mesmo tempo desestimulem o uso crescente do transporte individual motorizado	Ação 13: Promover o uso de bicicletas e mobilidade ativa Ação 14: Melhorar o transporte público local Ação 15: Otimizar o tráfego urbano
Implantação de infraestrutura para a mobilidade urbana, por meio de projetos de transporte público coletivo, que possam promover o aumento de sua participação no conjunto de deslocamentos da população	Ação 13: Promover o uso de bicicletas e mobilidade ativa Ação 14: Melhorar o transporte público local Ação 15: Otimizar o tráfego urbano

Fonte: Elaboração Própria

## 3.2 Áreas de proteção dos meios físico e biótico

### 3.2.1 Introdução

Para a realização do mapeamento e análise das feições ambientais relevantes ao longo dos Eixos de Transporte Propostos, foram adotados os traçados propostos no “Produto D2 – Plano de Investimentos”. Nele, após as análises de diversos documentos de planejamento urbano e de mobilidade na área de estudo, foram selecionados os seguintes planos com propostas estratégicas e estruturantes mais recentes para os estudos de TPC-MAC da RIDE GT:

- Projeto executivo das obras de revitalização, modernização e melhorias da Linha 01 – Sudeste – Estações Alberto Silva – Itararé – CFLP (2023).
- Projetos de Expansão do Metrô de Teresina - Estudo Preliminar – CFLP (2023).
- Plano Diretor de Transportes e Mobilidade Urbana de Teresina - STRANS Teresina (2008).
- PDMUS: Plano Diretor de Mobilidade Urbana Sustentável – STRANS Teresina (2021).

A seguir, apresentam-se o **Mapa da Rede Existente - TPC-MAC da RIDE GT** e o **Mapa da Rede Proposta - TPC-MAC da RIDE GT**, conforme consta nos documentos acima citados.

Eles são constituídos por:

#### EXISTENTES:

##### **Metrô**

- Linha 01 – Sudeste

#### PROPOSTOS:

##### **Metrô**

- Linha 01 – Sudeste - Revitalização, Modernização e Melhoria

##### **VLT**

- Linha 02 – Sul
- Linha 03 – Leste
- Linha 04 – Norte
- Linha 05 – Noroeste (Ligação: Teresina / Timon)

##### **BRT**

- Avenida Frei Serafim
- Avenida Joaquim Nelson
- Avenida Dr. Manoel Ayres Neto
- Avenida Agricolândia
- Avenida Dep. Ulisses Guimarães

- Avenida Prefeito Wall Ferraz (BR-316)

Os eixos de transporte indicados nos mapas correspondem somente à diretriz de traçado do sistema TPC-MAC, não estando considerados, para efeitos de mapeamento, os demais componentes do sistema, tais como pátios, oficinas, garagens, centros de controle, terminais de integração, áreas de estacionamentos e de injeção de trens, entre outros.

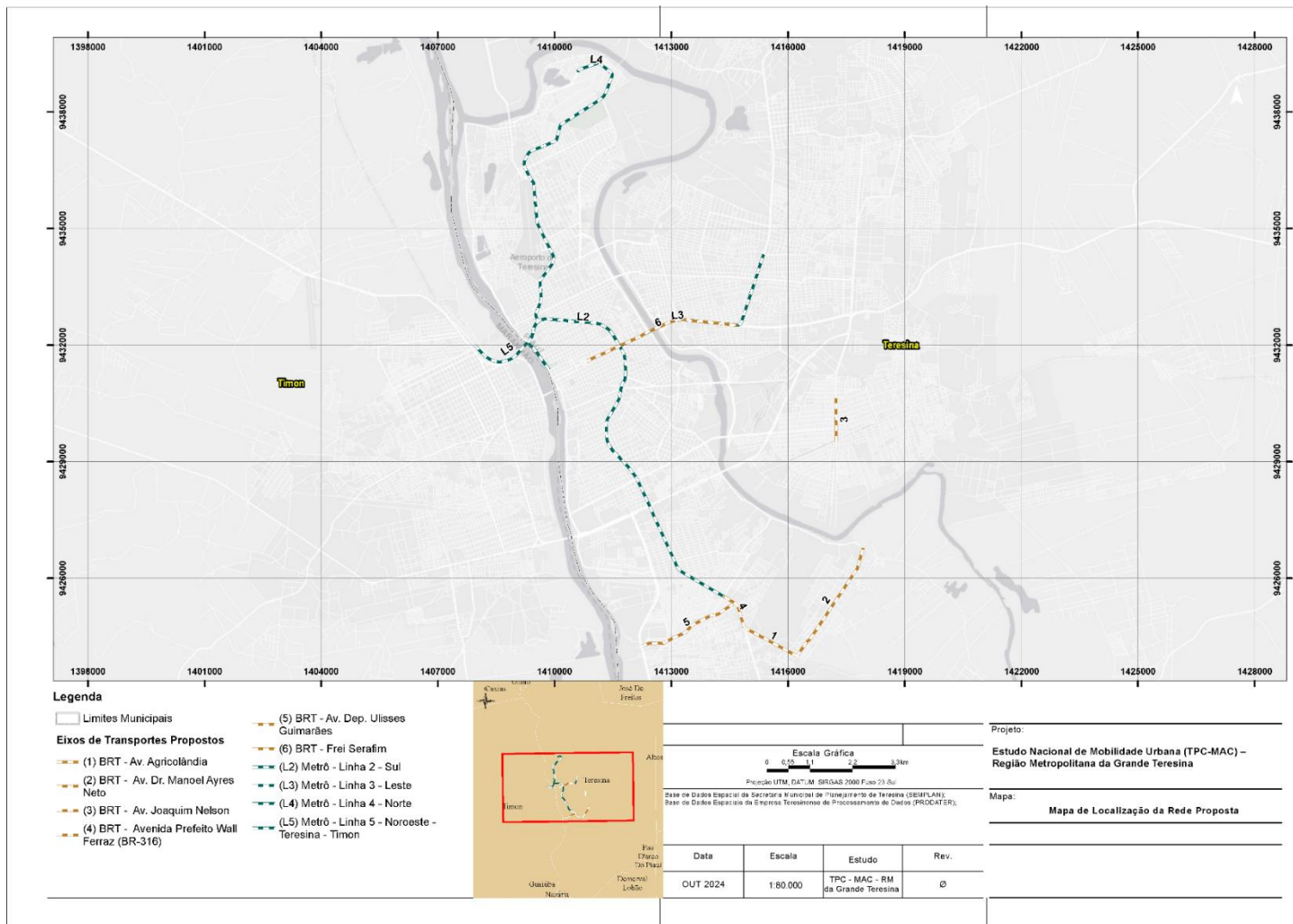
Ao longo dos eixos de transporte propostos foi delimitada uma área correspondendo a uma faixa de largura da ordem de 500 metros para cada lado do corredor, aqui denominada de Área de Influência Direta (AID). Essa área corresponde aos locais onde, potencialmente, haverá maior incidência de impactos socioambientais decorrentes das fases de implantação e de operação do sistema de transporte proposto.

Ressalta-se que a expressão Área de Influência Direta (AID), aqui adotada, não se confunde com a “Área de Influência Direta” que vier a ser delimitada nos futuros estudos ambientais (EIA-RIMA ou outros) que forem elaborados para dar suporte ao licenciamento ambiental dos empreendimentos.

Cabe destacar que os municípios contemplados nesta análise são: Teresina (PI) e Timon (MA).



Figura 36: Mapa de localização da rede proposta- TPC-MAC da RIDE GT



Fonte: Elaboração própria

### 3.2.2 Procedimentos metodológicos

As áreas dos Eixos de Transportes Propostos e sua Área de Influência Direta (AID) foram analisadas com o objetivo de identificar a existência de feições ambientais restritivas, que possam constituir fatores impeditivos e/ou que demandem processos de licenciamento de maior complexidade, que possam impactar de forma significativa no cronograma de futura implantação desses projetos.

Constituíram bases dessas informações os portais:

- Base de Dados Espaciais da Secretaria Municipal de Planejamento de Teresina (SEMPPLAN)<sup>14</sup>.
- Base de Dados Espaciais da Empresa Teresinense de Processamento de Dados (PRODATER)<sup>15</sup>.
- Base Cartográfica Contínua (Escala 1:250.000) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)<sup>16</sup>.
- Base de Dados de Setorização de Riscos Geológicos do Serviço Geológico Brasileiro (SGB)<sup>17</sup>.
- Cadastro Nacional de Unidades de Conservação (CNUC) do Instituto Chico Mendes de Biodiversidade (ICMBio)<sup>18</sup>.
- Organização das Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura (UNESCO). Programa Homem e Biosfera (MAB). Reservas da Biosfera no Brasil<sup>19</sup>.

---

<sup>14</sup> PREFEITURA MUNICIPAL DE TERESINA. SEMPLAN, Secretaria Municipal de Planejamento e Coordenação. Disponível em: [Mapas de Teresina | SEMPLAN \(pmt.pi.gov.br\)](https://pmt.pi.gov.br/Mapas-de-Teresina-SEMPLAN). Acesso em Out/2024.

<sup>15</sup> PREFEITURA MUNICIPAL DE TERESINA.PRODATER, Empresa de Processamento de Dados da Prefeitura de Teresina. Disponível em: [PRODATER | Empresa Teresinense de Processamento de Dados \(pmt.pi.gov.br\)](https://pmt.pi.gov.br/PRODATER-Empresa-Teresinense-de-Processamento-de-Dados). Acesso em Out/2024.

<sup>16</sup> INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Base Cartográfica Contínua do Brasil**. Escala: 1:250.000. Disponível em:

<https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/bases-cartograficas-continuas/15759-brasil.html?=&t=downloads>. Acesso em Out/2024.

<sup>17</sup> SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (SGB). **Setorização dos Riscos Geológicos**. Disponível em:

<https://geoportal.sgb.gov.br/portal/home/>. Acesso em Out/2024.

<sup>18</sup> INSTITUTO CHICO MENDES DE BIODIVERSIDADE (ICMBio). **Cadastro Nacional de Unidades de Conservação**. Disponível em: <https://cnuc.mma.gov.br/map>. Acesso em Out/2024.

<sup>19</sup> ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E CULTURA (UNESCO). Programa Homem e Biosfera (MAB). **Reservas da Biosfera no Brasil** Disponível em: [As RBs do Brasil – RBMA](https://asrbds.org.br/). Acesso em Out/2024.

- Base de Dados das Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade. Caatinga e Cerrado. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima (MMA)<sup>20</sup>.

Para o recorte das informações constantes nas bases de dados geoespaciais, utilizou-se o *software* ArcGis Pro, mais precisamente a ferramenta *clip*, constante no pacote de ferramentas de extração Analysis Tools.

Cada uma das categorias temáticas de restrições foi selecionada como arquivo de entrada no comando da ferramenta *clip*, utilizando-se como arquivo de recorte as feições correspondentes à AID.

Como arquivos de saída finais, obteve-se o recorte, dentro da AID, para cada uma das feições de restrições ambientais.

O resultado desse procedimento gerou sete mapas dos Eixos de Transportes Propostos e de sua Área de Influência Direta, apresentados na escala 1:20;000, nas quais foram indicadas as feições dos meios físico e biótico, considerando os seguintes atributos:

- Hidrografia
- Cobertura vegetal
- Áreas de preservação permanente (APP)
- Limites de Unidades de Conservação (UC) federais, estaduais e municipais
- Limites de Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPN) estaduais e municipais
- Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade (APCB) (terrestres)
- Limites da Reserva da Biosfera da Caatinga Atlântica e Cerrado (Biomass nos quais se insere a área estudada)
- Aterros sanitários<sup>21</sup>
- Áreas de restrição à ocupação: sujeitas a deslizamentos e áreas de alagamento.

## **Hidrografia**

A base de Hidrografia da Base Cartográfica Contínua do Brasil (escala 1:250.000), produzida pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), define a base hidrográfica utilizada no presente estudo como restituição dos elementos da categoria Hidrografia, a partir de imagens de satélite de

---

<sup>20</sup> MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE E MUDANÇA DO CLIMA (MMA). Segunda Atualização das Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade (APCB). Disponível em:

<https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade-e-biomass/biomass-e-ecossistemas/conservacao-1/areas-prioritarias/2a-atualizacao-das-areas-prioritarias-para-conservacao-da-biodiversidade-2018>. Acesso em Out/2024.

<sup>21</sup> A informação sobre a presença de aterros sanitários foi gerada a partir da pesquisa da localização do aterro sanitário responsável pela destinação dos resíduos sólidos da RIDE GT. Após a pesquisa, promoveu-se o georreferenciamento do endereço e incorporação da informação na base de feições ambientais.

alta resolução de todo o território nacional. A geração da camada de Hidrografia, assim de como todos os elementos vetoriais da base cartográfica representa atualização a partir de imagens do ano de 2023, sendo, portanto, uma atualização em relação à versão de 2021.

A referida rede de drenagem constante nessa base de Hidrografia foi recortada, em ambiente ArcGis Pro, para a área de estudo (Eixos de Transportes Propostos e AID).

### **Cobertura Vegetal**

Corresponde ao mapeamento das diversas tipologias de cobertura vegetal, feita diretamente sobre imagens de alta resolução (imagens Google Earth Pro) para toda a região da AID. A vetorização das feições de vegetação foi realizada em escala 1:1.000, e incluiu desde regiões representativas de maciços florestais, acompanhamento viário, e até mesmo a vegetação arbórea existente em terrenos vagos.

A partir do arquivo *shapefile* da referida base de dados, selecionou-se o atributo referente às áreas de cobertura vegetal arbórea e arbustiva, recortando-o para a área de estudo, em ambiente ArcGis Pro.

### **Áreas de Preservação Permanente (APP)**

Conforme a Lei Federal Nº 12.651/2012 (Novo Código Florestal)

*Área de Preservação Permanente – APP consiste em área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas.*

A delimitação das APP nos Eixos de Transportes Propostos e em sua AID foi realizada de acordo com o preconizado na referida lei, para cada categoria de APP presente, que são:

#### **APP de Cursos D'água:**

*I – as faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de:*

*a) 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;*

*b) 50 (cinquenta) metros, para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;*

*c) 100 (cem) metros, para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;*

d) 200 (duzentos) metros, para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura;

e) 500 (quinhentos) metros, para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros.

As Áreas de Preservação Permanentes de cursos d'água foram geradas a partir da Base Cartográfica Contínua do IBGE (escala 1:250.000).

A partir dos cursos d'água naturais, mediu-se a largura dos rios e aplicou-se o critério estabelecido na Lei Federal Nº 12.651/2012. Não foram estabelecidas APP para canais e cursos d'água artificiais.

A feição final de Áreas de Preservação Permanente foi gerada em ambiente ArcGis Pro, por meio das ferramentas *Buffer* e *Union*, e inseridas no presente mapeamento.

#### APP de Lagos e lagoas naturais:

*II - as áreas no entorno dos lagos e lagoas naturais, em faixa com largura mínima de:*

a) 100 (cem) metros, em zonas rurais, exceto para o corpo d'água com até 20 (vinte) hectares de superfície, cuja faixa marginal será de 50 (cinquenta) metros;

b) 30 (trinta) metros, em zonas urbanas.

A referida feição não foi encontrada ao longo da AID dos eixos de transporte em estudo.

#### APP de Nascentes:

*IV - as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 (cinquenta) metros.*

A partir da categoria Hidrografia da Base Cartográfica Contínua do IBGE (escala 1:250.000), a feição "nascentes" foi gerada em ambiente ArcGis Pro, em arquivo *shapefile* criado para esse fim, a partir da criação de pontos em todos os rios de primeira ordem existentes na área de estudo. Aplicou-se a largura definida para APP de Nascentes, conforme Lei Federal Nº 12.651/2012, por meio da ferramenta *Buffer* do *software* ArcGis Pro, e incorporou-se essa restrição às restrições de APP de cursos d'água acima mencionadas.

#### Limites de Unidades de Conservação (UC) Federais

As Unidades de Conservação federais são controladas pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) do Ministério do Meio Ambiente e Mudança Climática (MMA), integrando o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), instituído pela Lei nº 9.985/2000, regulamentada pelo Decreto nº 4.340/ 2002.

Para compor uma base de informação de Unidades de Conservação para todas as esferas administrativas, procedeu-se ao *download* das Unidades de Conservação em nível Federal, Estadual e Municipal existente no Cadastro Nacional de Unidades de Conservação, administrado pelo ICMBio.

Ademais, para consistir os dados levantados na base de dados do MMA, procedeu-se à consulta das unidades de conservação estaduais da Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Piauí (SEMARH), como também da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Naturais do Maranhão (SEMA). O mesmo procedimento se repetiu em relação às unidades de conservação municipais, procedendo-se à pesquisa de UC nos sites das secretarias municipais de meio ambiente dos municípios que compõem a RIDE GT. Os mapas com as delimitações das UC foram georreferenciados, vetorizados e incorporados à base de dados de Unidades de Conservação utilizadas no mapeamento de feições ambientais do presente estudo.

Após a consistência de dados de UC em diferentes bases de informação, a categoria temática foi recortada, em ambiente ArcGis Pro para a área dos Eixos de Transportes Propostos e sua AID. Cabe destacar que a base de UC do Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima (MMA) é consistente com a escala de 1:100.000 e para as demais bases de consulta, observou-se consistência cartográfica para a escala 1:50.000.

Não foram identificadas Unidades de Conservação federais na área estudada (*buffer* de 500m ao longo dos eixos de TPC-MAC propostos).

### **Limites de Unidades de Conservação (UC) Estaduais**

Nos Estados do Piauí e Maranhão Goiás, cabem respectivamente à Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMARH) e à Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Naturais, a atribuição da delimitação das Unidades de Conservação.

O Sistema Estadual de Unidades de Conservação do Piauí é instituído pela Lei estadual Nº 7.044/2017 e prevê:

*Art. 1º Esta lei institui o Sistema Estadual de Unidades de Conservação da Natureza do Piauí – SEUC – PI e estabelece critérios e normas para a criação, implantação e gestão de unidades de conservação.*

*Art. 7º As unidades de conservação integrantes do SEUC-PI dividem-se em dois grupos, com características específicas:*

*I – Unidades de Proteção Integral;*

*II – Unidades de Uso Sustentável.*

§ 1º O objetivo básico das unidades de conservação de Proteção Integral é preservar a natureza, sendo admitido apenas o uso indireto dos seus recursos naturais, com exceção dos casos previstos nesta lei;

*§ 2º O objetivo básico das Unidades de Uso Sustentável é compatibilizar a conservação da natureza com o usos sustentável de parcela dos seus recursos naturais.*

*Art. 8º O grupo das Unidades de Proteção Integral é composto pelas seguintes categorias de unidades de conservação:*

*I – Estação Ecológica;*

*II – Reserva Biológica;*

*III – Parque Estadual;*

*IV – Monumento Natural;*

*V – Refúgio da Vida Silvestre;*

*VI – Reserva Particular do Patrimônio Natural.*

*Art. 15º Constituem o Grupo das Unidades de Usos Sustentável as seguintes categorias de unidades de conservação:*

*I – Área de Proteção Ambiental;*

*II – Área de Relevante Interesse Ecológico;*

*III – Floresta Estadual;*

*IV – Reserva Extrativista;*

*V – Reserva de Fauna;*

*VI – Reserva de Desenvolvimento Sustentável*

No caso do estado do Maranhão a Lei nº. 9.413/2011 regulamenta o art. 241 da Constituição do Estado do Maranhão, o Capítulo III, Seção VII da Lei Estadual nº. 5.405, de 08 de abril de 1992, o Capítulo II, Seção VIII do Decreto Estadual nº. 13.494, de 12 de novembro de 1993, e institui o Sistema Estadual de Unidades de Conservação da Natureza do Maranhão e dá outras providências.

No Capítulo I – das Disposições Preliminares, verifica-se:

*Art. 1º- Esta Lei institui o Sistema Estadual de Unidades de Conservação da Natureza do Maranhão - SEUC, estabelece critérios e normas para a criação, implantação e gestão das unidades de conservação.*

*Art. 2º - Para os fins previstos nesta Lei, entende-se por: I - unidade de conservação: espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção.*

#### No Capítulo IV – Das Categorias de Unidade de Conservação

*Art. 9º- As unidades de conservação integrantes do SEUC dividem-se em dois grupos, com características específicas:*

*I - Unidades de Proteção Integral: com o objetivo básico de preservar a natureza, sendo admitido apenas o uso indireto dos seus recursos naturais, com exceção dos casos previstos nesta lei;*

*II - Unidades de Uso Sustentável: com o objetivo básico de compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável de parcela dos seus recursos naturais.*

*Art. 10. O grupo das Unidades de Proteção Integral é composto pelas seguintes categorias de unidade de conservação:*

*I – Estação Ecológica;*

*II - Reserva Biológica;*

*III - Parque Estadual;*

*IV - Monumento Natural;*

*V - Refúgio de Vida Silvestre*

*Art. 16 Constituem o Grupo das Unidades de Uso Sustentável as seguintes categorias de unidade de conservação:*

*I - Área de Proteção Ambiental;*

*II - Área de Relevante Interesse Ecológico;*

*III - Floresta Estadual;*

*IV - Reserva Extrativista;*

*V - Reserva de Fauna;*

*VI - Reserva de Desenvolvimento Sustentável.*

*VII - Reserva Particular do Patrimônio Natural.*

Os estados do Piauí não dispõem de portais de dados espaciais que permitem *download* dos dados vetoriais de Unidades de Conservação estaduais, apenas mapas em formato de imagem. Esses mapas foram consultados de forma a ajudar a exibir as Unidades de Conservação estaduais disponibilizadas pelo Cadastro Nacional de Unidades de Conservação do ICMBio.

Não foram identificadas Unidades de Conservação estaduais na área estudada (*buffer* de 500m ao longo dos eixos de TPC-MAC propostos).

#### **Limites de Unidades de Conservação (UC) Municipais** (Teresina – PI e Timon - MA)

No caso do município de Teresina cabe à Secretaria de Meio Ambiente de Teresina (SEMAM), e mais precisamente, à Gerência de Parques e Jardins a atribuição da delimitação das Unidades de Conservação. Utilizou-se como fonte de informação das Unidades de Conservação municipais mapa, em formato tiff, encontrado no site da Secretaria, o qual foi posteriormente georreferenciado, vetorizado e incorporado ao arquivo *shapefile* de Unidades de Conservação dos eixos de transporte em estudo.

Em relação ao município de Timon, cabe à Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Naturais (SEMAM), mais especificamente à Superintendência de Gestão de Parques a atribuição da delimitação das Unidades de Conservação. Utilizou-se como fonte de informação das Unidades de Conservação municipais mapa, em formato tiff, encontrado no site da Secretaria, o qual foi posteriormente georreferenciado, vetorizado e incorporado ao arquivo *shapefile* de unidades de conservação dos eixos de transporte em estudo.

#### **Limites de Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPN)**

A Lei 9.985/2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza, define, em seu Art. 14:

*Constituem o Grupo das Unidades de Uso Sustentável as seguintes categorias de unidade de conservação:*

(...)

#### **VII - Reserva Particular do Patrimônio Natural.**

*Art. 21. A Reserva Particular do Patrimônio Natural é uma área privada, gravada com perpetuidade, com o objetivo de conservar a diversidade biológica.*

Em nível estadual, no caso do estado do Piauí, a Lei nº. 5.977/2010 dispõe sobre a Reserva Particular do Patrimônio Natural - RPPN, como unidade do Grupo de Proteção Integral, e institui o

Programa Estadual de Apoio às Reservas Particulares do Patrimônio Natural - RPPN, e dá outras providências.

No caso do estado do Maranhão é o Decreto nº. 36.415/2020 que *institui o Programa Estadual de Incentivo às Reservas Particulares do Patrimônio Natural - Pró-RPPN, sob a coordenação da SEMA.*

De forma a constituir uma base completa de RPPN para a RIDE GT, primeiramente procedeu-se ao download das RPPN de âmbito federal, indicadas na base de dados do [ICMBio - SIMRPPN](#)<sup>22</sup>. Foram considerados os municípios de interesse do presente trabalho (Teresina – PI e Timon - MA). De forma a completar a base de informações com as RPPN de âmbito estadual, consultaram-se os mapas disponibilizados em formato tiff constante no site das Secretarias estaduais de meio ambiente do Maranhão e Piauí, não se verificando interceptação de RPPN na área estudada (*buffer* de 500m ao longo dos eixos de TPC-MAC propostos),

Em nível metropolitano, fora das AID dos eixos de TPC-MAC propostos, observa-se a existência da RPPN Santa Maria de Tapuã e da RPPN Fazenda Boqueirão dos Frades.

### **Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade (APCB)**

*As Áreas Prioritárias para a Conservação, Utilização Sustentável e Repartição dos Benefícios da Biodiversidade são um instrumento de política pública que visa à tomada de decisão, de forma objetiva e participativa, sobre planejamento e implementação de medidas adequadas à conservação, à recuperação e ao uso sustentável de ecossistemas.*

*As regras para a identificação de tais Áreas e Ações Prioritárias foram instituídas formalmente pelo [Decreto nº 5092 de 21/05/2004](#) no âmbito das atribuições do MMA.*

*A definição de áreas prioritárias se baseia na metodologia de Planejamento Sistemático da Conservação (PSC). Nesse processo, é feita, de forma simultânea, a coleta e o processamento de informações espaciais sobre a ocorrência de espécies e ecossistemas, custos e oportunidades para a conservação. É um processo contínuo de busca de subsídios e validação de resultados, que resulta na construção do mapa das áreas e definição de ações prioritárias para conservação da biodiversidade em todos os grandes biomas e na Zona Costeira e Marinha, além de um banco de dados com informações sobre as áreas.*

Fonte: [Áreas prioritárias para Biodiversidade — Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima \(www.gov.br\)](#).

---

<sup>22</sup> INSTITUTO CHICO MENDES DE BIODIVERSIDADE (ICMBio). **Sistema Informatização de Acompanhamento de RPPN**. Disponível em: <https://sistemas.icmbio.gov.br/simrppn/publico/>. Acesso em: out/2024.

O mapeamento, compatível com a escala 1:1.000.000, apresenta 900 áreas prioritárias para conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade brasileira resultantes de cinco projetos que avaliaram os Biomas brasileiros: Mata Atlântica e Campos Sulinos; Amazônia; Caatinga; Zona Costeira e Marinha; Cerrado e Pantanal.

As áreas identificadas foram classificadas como tendo prioridade: extremamente alta (1); muito alta (2); alta (3); insuficientemente conhecida; e novas áreas identificadas pelos grupos regionais, para todo o Brasil.

A iniciativa integra o conjunto de projetos e os resultados dos seminários de consulta regionais promovidos pelo MMA por meio do Programa Nacional de Diversidade Biológica, visando a subsidiar as ações necessárias ao cumprimento das obrigações do país junto à Convenção sobre Diversidade Biológica, firmada durante a RIO-92 e a Estratégia Nacional da Biodiversidade.

Seus objetivos foram avaliar a situação da biodiversidade dos vários Biomas, analisando-a de maneira a identificar seus condicionantes ambientais, sociais e econômicos, e estabelecer propostas para a sua conservação, utilização sustentável e a repartição dos benefícios decorrentes de seu uso.

Para o mapeamento das APCB na área dos Eixos de Transportes Propostos e sua AID procedeu-se ao *download* da referida categoria temática no *site* do Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima (MMA)<sup>23</sup> e posterior recorte da informação para a área de estudo, em ambiente ArcGis Pro.

Não foram identificadas APCB na AID dos projetos TPC-MAC.

### **Reserva da Biosfera da Caatinga (RBCA)**

*Há quatorze anos, a Reserva da Biosfera da Caatinga (RBCA) teve seu início a partir da constituição de um conjunto de unidades de conservação de proteção integral e uso sustentável. Elas compõem as zonas núcleo, de amortecimento e transição da RBCA. Localizada principalmente na região Nordeste do Brasil, a Reserva possui 63,3% dos municípios no espaço geográfico do semiárido, dentro do bioma Caatinga.*

*Nessa região vivem cerca de 28 milhões de pessoas, sendo a maioria carente e dependente de recursos do bioma para sobreviver. Este tem imenso potencial para a conservação de serviços ambientais, uso sustentável e bioprospecção. Afinal, há muito que preservar, pois*

---

<sup>23</sup> MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE E MUDANÇA DO CLIMA (MMA). Segunda Atualização das Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade (APCB). Disponível em:

<https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade-e-biomas/biomas-e-ecossistemas/conservacao-1/areas-prioritarias/2a-atualizacao-das-areas-prioritarias-para-conservacao-da-biodiversidade-2018>. Acesso em Out/2024.

*novos estudos aumentaram a lista de espécies de diversos grupos da região, demonstrando a importância do bioma Caatinga como zona de endemismo de vários grupos (Fonte: <https://reservasdabiosfera.org.br/reserva/rb-caatinga/>).*

Contudo, apesar de sua importância, segundo estimativas, cerca de 70% do bioma se encontra alterado pelo homem. Somente 7,6% de sua área está protegida por unidades de conservação. A RBCA possui cerca de 15 milhões de habitantes, cuja maioria é extremamente pobre economicamente e, muitas vezes, socialmente alijada de processos de desenvolvimento. Assim, implantar a RBCA tem sido uma contribuição de extrema importância, no sentido de agregar instituições e, por conseguinte, políticas públicas que tragam maiores benefícios ambientais, sociais e econômicos para a região.

Procedeu-se ao georreferenciamento e vetorização da figura, em formato tiff, dos limites da RBCA<sup>24</sup>, incorporando o arquivo shapefile correspondente ao conjunto das feições ambientais apresentadas no presente estudo.

Nos estado do Piauí, a Reserva da Biosfera da Caatinga - RBCA ocupa as porções norte, central e sudeste, ocorrendo, dentro dos limites da RIDE GT, em seu limite leste, entre os municípios de José de Freitas, Atos, Coivaras e Pau D'Arco do Piauí.

A área estudada (*buffer* de 500m ao longo dos eixos de TPC-MAC propostos) não incide dentro dos limites da RBCA.

### **Reserva da Biosfera do Cerrado (RBC)**

*A Reserva da Biosfera do Cerrado (RBC), engloba regiões do Distrito Federal e dos estados de Goiás, Tocantins, Maranhão e Piauí, totalizando aproximadamente 300.000 km<sup>2</sup>. O esforço da RBC compreende a conservação dos remanescentes ainda intocados de cerrado, a recuperação das áreas alteradas e de corredores ecológicos fortemente degradados (Fonte: Comissão Brasileira do Programa Homem e Biosfera – COBRAMAB).*

Considerado o cerrado de maior biodiversidade do mundo, o Cerrado brasileiro também é conhecido como “berço das águas”, pois nele se encontram as nascentes das três maiores bacias hidrográficas da América do Sul: Amazônica-Tocantins, São Francisco e do Prata; o que resulta em um alto potencial aquífero e favorece sua biodiversidade.

Segundo maior bioma da América do Sul, ocupando uma área de aproximadamente 22% do território do Brasil e considerado um dos *hotspots* de biodiversidade do mundo, o Cerrado apresenta

---

<sup>24</sup> ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E CULTURA (UNESCO). Programa Homem e Biosfera (MAB). **Reservas da Biosfera no Brasil** Disponível em: [As RBs do Brasil – RBMA. Acesso em Out/2024.](#)

extrema abundância de espécies endêmicas e sofre excepcional perda de habitat. Este bioma abriga cerca de um terço das plantas brasileiras, dentre essas, espécies endêmicas com grande potencial econômico, podendo ser utilizadas tanto na bioquímica quanto na medicina.

As estimativas apontam para a existência de mais de 11.600 espécies de plantas nativas já catalogadas e mais de 800 espécies de aves, além de uma grande diversidade de peixes, répteis e anfíbios, todos com altos índices de endemismo.

Devido a essa excepcional riqueza biológica, o Cerrado é considerado uma das áreas de alta sensibilidade ecológica em todo o mundo. Várias comunidades tradicionais habitam o Cerrado, como quilombolas, indígenas e geraizeiros, entre outras, que possuem amplo conhecimento do território, seus recursos, sua fauna e flora e que, durante séculos, conservaram e administraram sua riqueza biológica e a sua paisagem deslumbrante.

Procedeu-se ao *download* dessa categoria temática no site da Reserva da Biosfera do Cerrado (<https://reservasdabiosfera.org.br/reserva/rb-cerrado/>) e posterior recorte, em ambiente ArcGis Pro, da informação para os Eixos de Transportes Propostos e sua AID. Não há interceptação da RBC pela AID dos eixos de TPC-MAC propostos.

### **Áreas de restrição à ocupação (risco de deslizamento)**

Constituem os locais com registro de riscos geológicos, mapeados para todo o território nacional pelo Serviço Geológico Brasileiro (SGB)<sup>25</sup>. Foi realizado *download* do referido banco de dados, procedendo-se ao recorte das áreas com risco de deslizamento na área de estudo (Eixos de Transportes Propostos e sua AID). Não se verificou a interceptação da AID dos eixos de transporte em estudo em áreas com risco de deslizamento.

### **Áreas de alagamento**

Constituem os locais com registro de riscos geológicos, mapeados para todo o território nacional pelo Serviço Geológico Brasileiro (SGB) (<https://geoportal.sgb.gov.br/desastres/>). Foi realizado *download* do referido banco de dados, procedendo-se ao recorte das áreas de alagamento na área de estudo (Eixos de Transportes Propostos e em sua AID).

As áreas de alagamento encontradas situam-se no bairro Parque União, no município de Timon, e nos bairros Cabral, Jóquei e Frei Serafim, no município de Teresina, fora da AID dos eixos propostos.

---

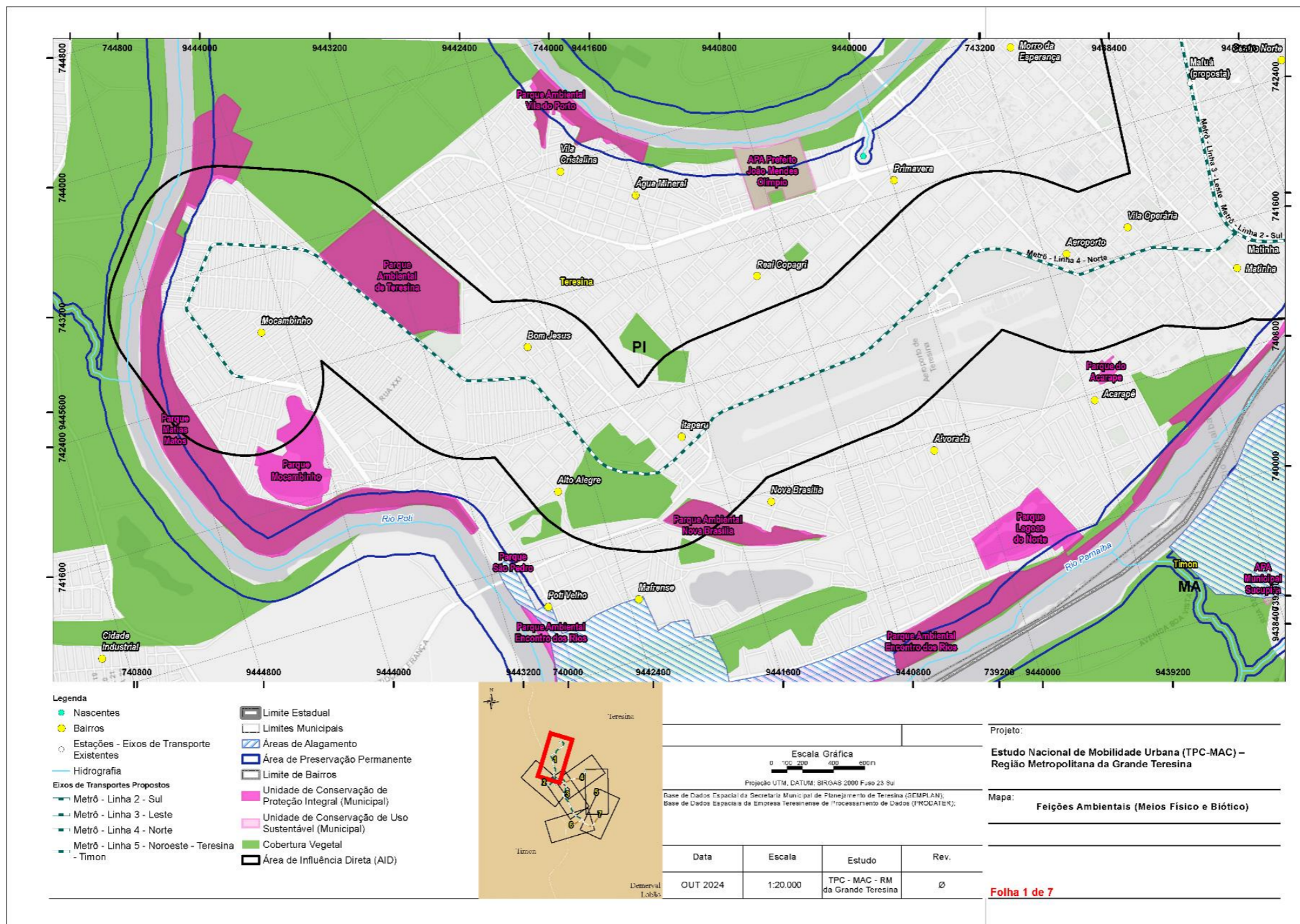
<sup>25</sup> SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (SGB). **Setorização dos Riscos Geológicos**. Disponível em: <https://geoportal.sgb.gov.br/portal/home/>. Acesso em Out/2024.

### **3.2.3 Resultados do Mapeamento: Categorias temáticas encontradas nos Eixos de Transportes Propostos e em sua AID**

Com base no mapeamento realizado, foi possível verificar a existência das seguintes feições do meio físico e biótico nos Eixos de Transportes Propostos e em sua AID, que, potencialmente, imporiam restrições à implantação do empreendimento, ou que demandariam procedimentos mais complexos e demorados ao longo do processo de licenciamento ambiental futuro.

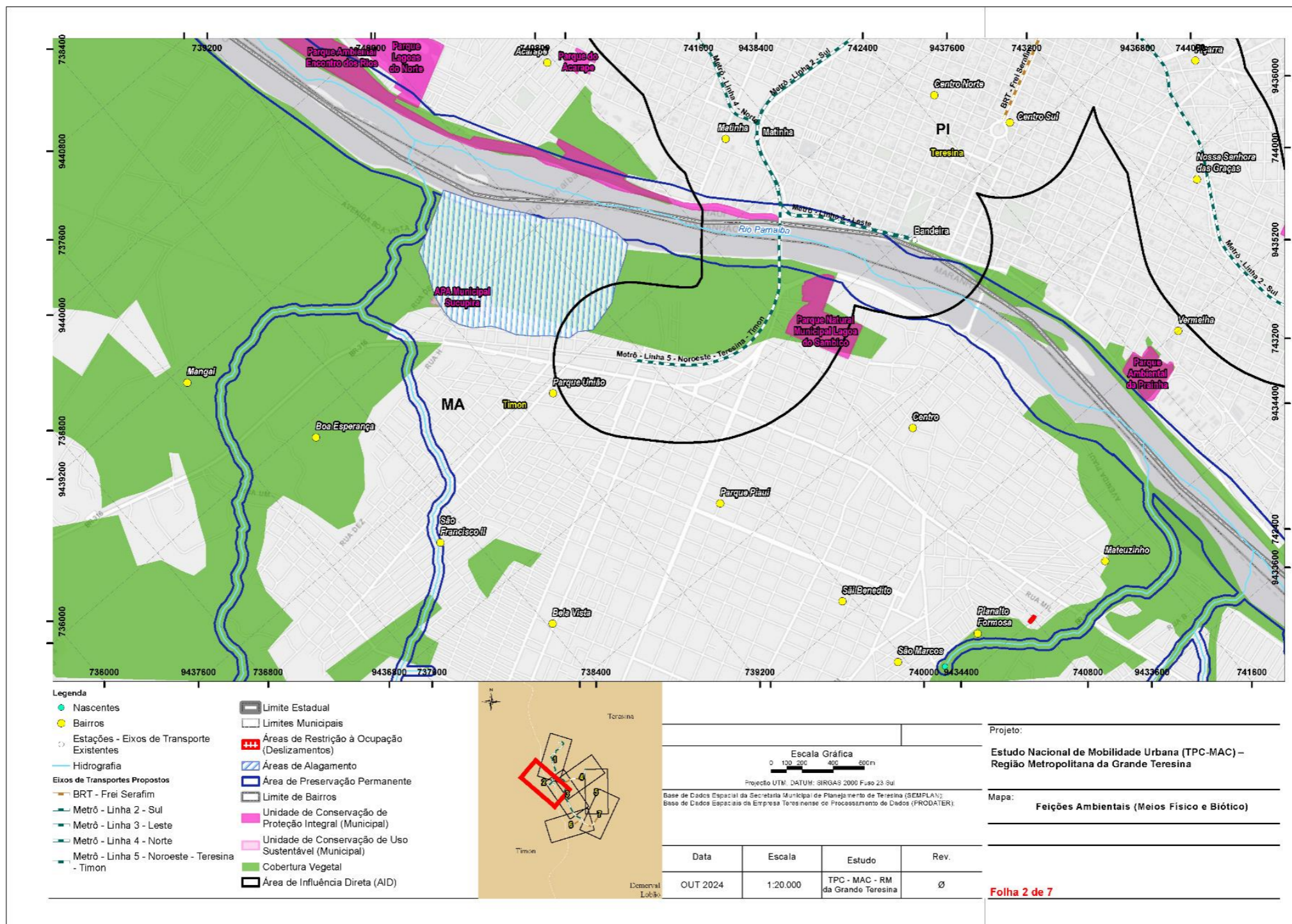
Essas feições estão indicadas nos mapas apresentados a seguir e resumidas na Tabela de Feições na AID dos Eixos de Transportes Propostos adiante.

Figura 37: Mapa de feições ambientais (meio físico e biótico) 1/7



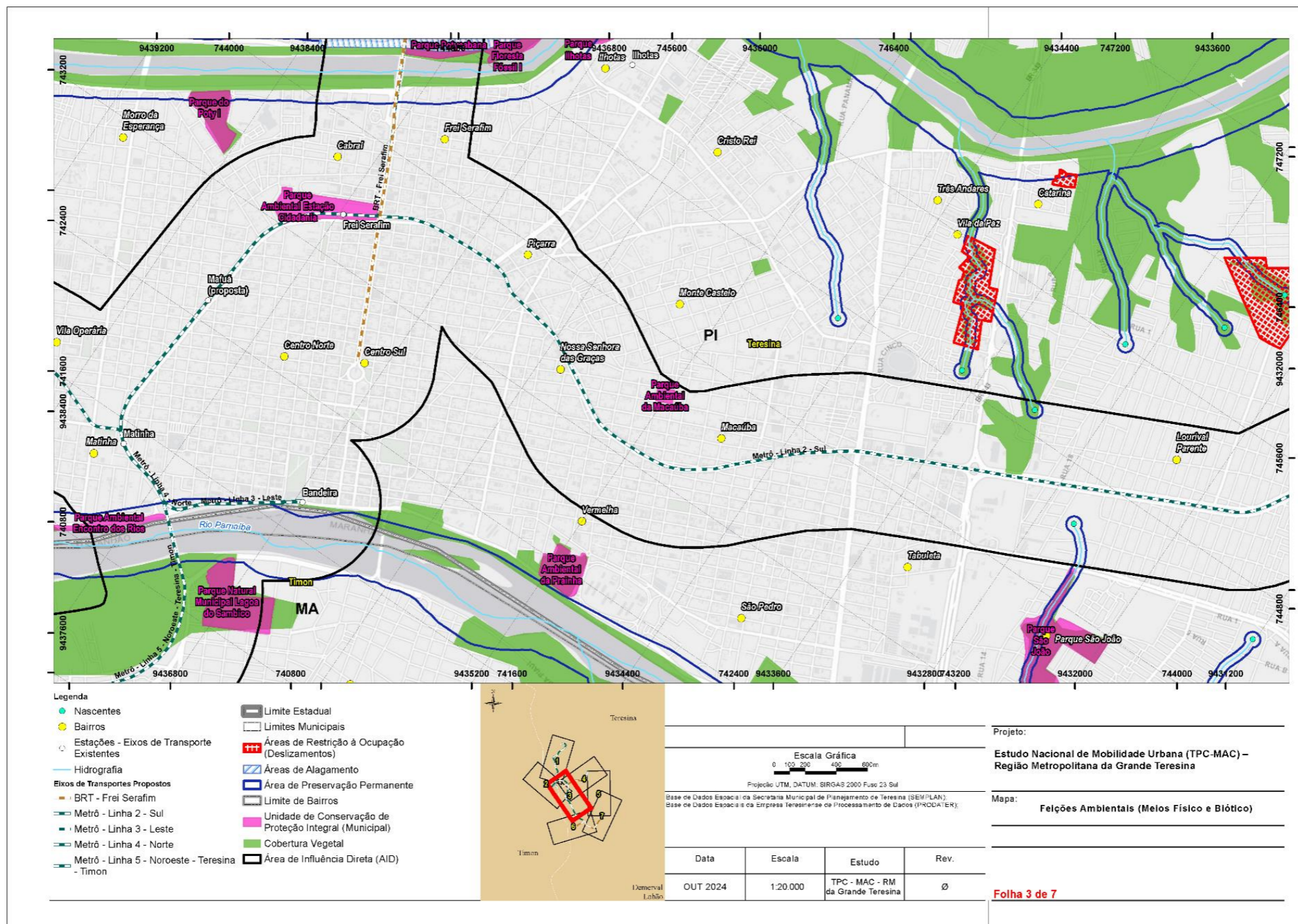
Fonte: Elaboração própria

Figura 38: Mapa de feições ambientais (meio físico e biótico) 2/7



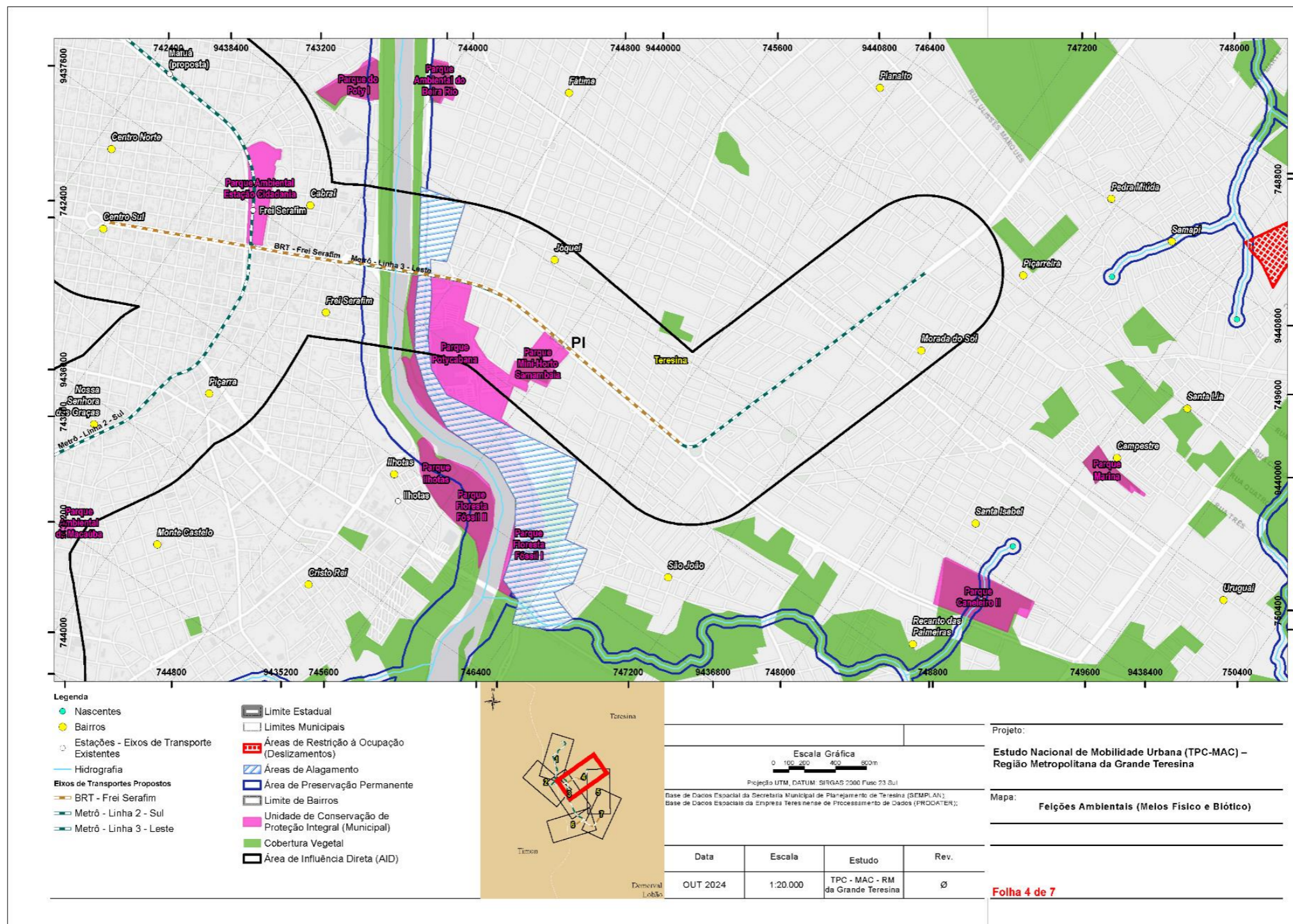
Fonte: Elaboração própria

Figura 39: Mapa de feições ambientais (meio físico e biótico) 3/7



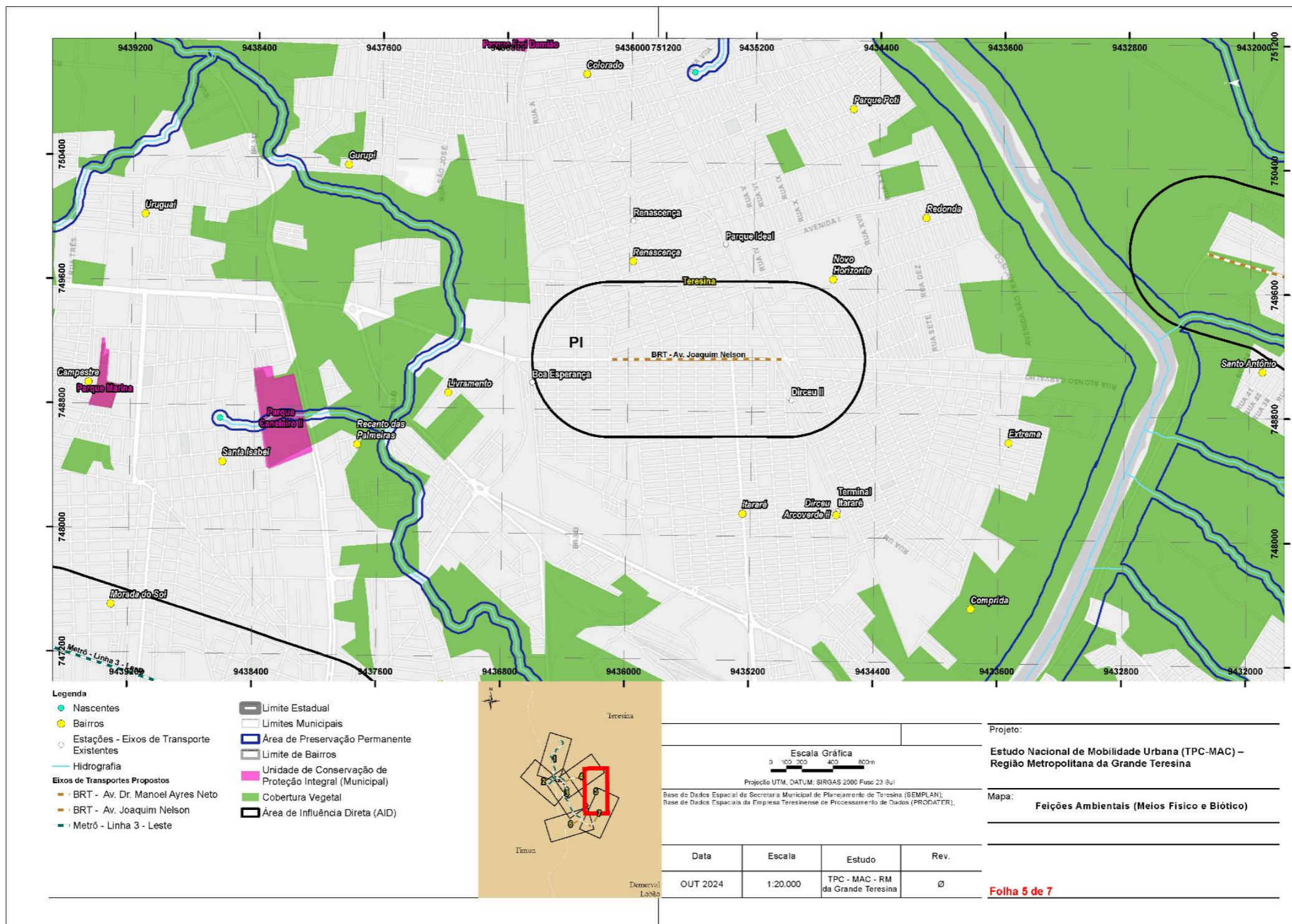
Fonte: Elaboração própria

Figura 40: Mapa de feições ambientais (meio físico e biótico) 4/7



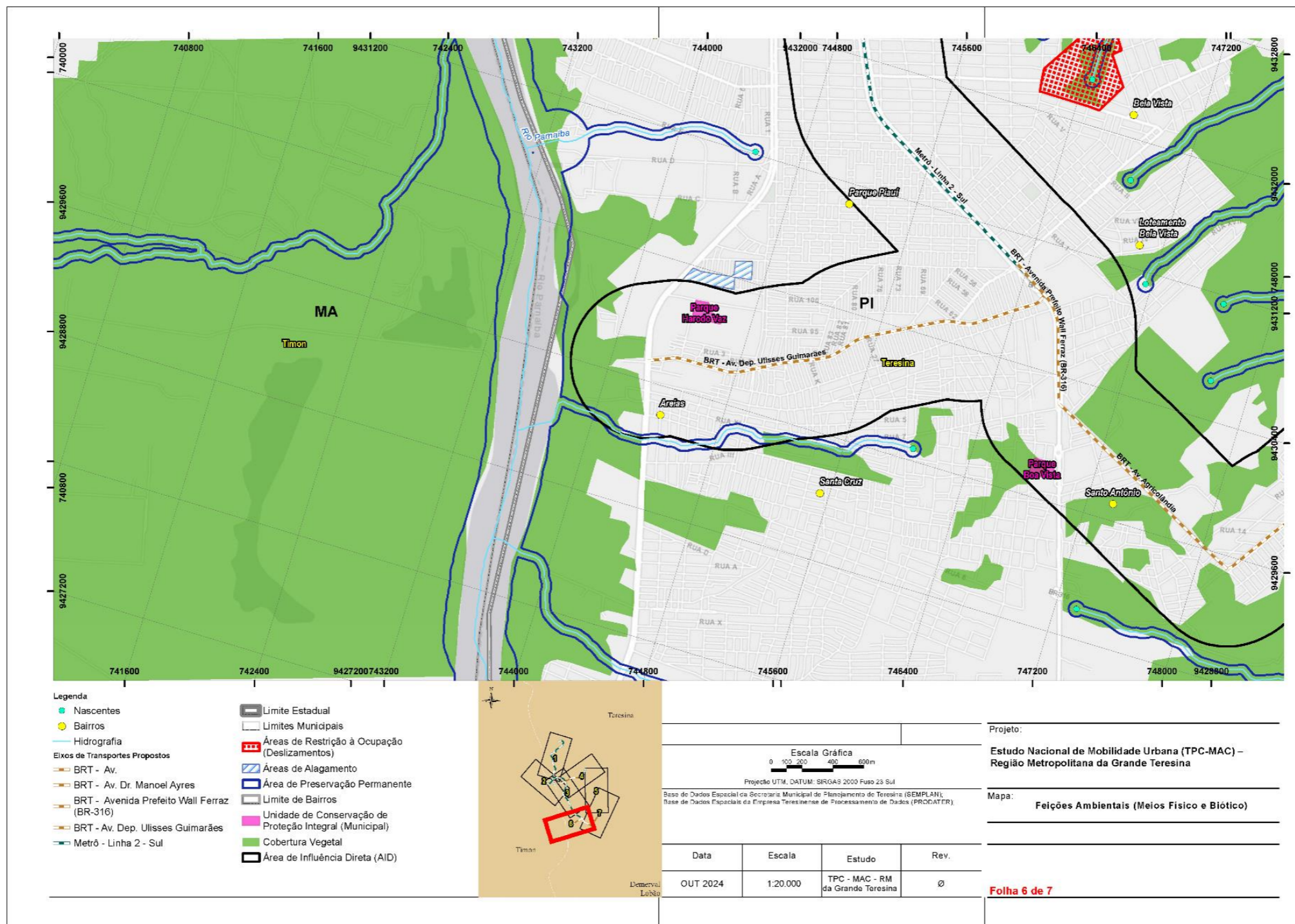
Fonte: Elaboração própria

Figura 41: Mapa de feições ambientais (meio físico e biótico) 5/7



Fonte: Elaboração própria

Figura 42: Mapa de feições ambientais (meio físico e biótico) 6/7



Fonte: Elaboração própria



Tabela 30: Feições na AID dos Eixos de Transportes Propostos

Folha	Eixo	Feição na Área de Influência Direta ADA (buffer de 500m em cada lado dos eixos)															
		UC Federal	UC Estadual	UC Municipal	RPPN	APCB	RBMA	RBCE	APP			Vegetação	Área Contaminada	Aterro Sanitário	Risco de deslizamento	Área de alagamento	
									Nascente	Curso d'água	Lago/Lagoa						
1	Metrô - Linha 2 - Sul	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	X	-	-	-	-
	Metrô - Linha 4 - Norte	-	-	*1 *2 *3 *4	-	-	-	-	-	-	X	-	X	-	-	-	-
	Metrô - Linha 5 - Noroeste - Teresina - Timon	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	X	-	-	-	-
2	Metrô - Linha 2 - Sul	-	-	*7	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
	Metrô - Linha 3 - Leste	-	-	*6	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
	Metrô - Linha 4 - Norte	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	X	-	-	-	-
	Metrô - Linha 5 - Noroeste - Teresina - Timon	-	-	*5 *6	-	-	-	-	-	-	X	-	X	-	-	-	X
3	Metrô - Linha 2 - Sul	-	-	*7 *8	-	-	-	-	X	X	-	X	-	-	-	-	-
	Metrô - Linha 3 - Leste	-	-	*6	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-
	Metrô - Linha 4 - Norte	-	-	*5	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-
	Metrô - Linha 5 - Noroeste - Teresina - Timon	-	-	*5 *6	-	-	-	-	-	X	-	X	-	-	-	-	-
	BRT - Frei Serafim	-	-	*9	-	-	-	-	-	-	X	-	X	-	-	-	-
4	Metrô - Linha 2 - Sul	-	-	*7 *8	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-
	Metrô - Linha 3 - Leste	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	X	-	-	-	-	X
	BRT - Frei Serafim	-	-	*9 *10	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	X
5	BRT - Av. Dr. Manoel Ayres Neto	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-	X	-	-	-	-	-
	BRT - Av. Joaquim Nelson	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	Metrô - Linha 2 - Sul	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-
	BRT - Av. Dep. Ulisses Guimarães	-	-	*11	-	-	-	-	-	-	X	-	X	-	-	-	-
	BRT - Av. Agricolândia	-	-	*12	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-
	BRT - Av. Prefeito Wall Ferraz (BR-316)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	BRT - Av. Joaquim Nelson	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-
	BRT - Av. Agricolândia	-	-	*12	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-
	BRT - Av. Prefeito Wall Ferraz (BR-316)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	BRT - Av. Dr. Manoel Ayres Neto	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-	-	-	-	-	-	-

Parques municipais	
*1	Parque Natural Municipal (PM) Matias Matos
*2	Parque Municipal (PM) Mocambinho
*3	Parque Ambiental de Teresina
*4	Parque Ambiental Nova Brasília
*5	Parque Ambiental Encontro dos Rios
*6	Parque Natural Municipal Lagoa do Sambico
*7	Parque Ambiental da Macaúba
*8	Parque Ambiental Estação Cidadania
*9	Parque Ambiental Potycabana
*10	Parque Mini-Horto Samambaia
*11	Parque Haroldo Braz
*12	Parque Boa Vista

### 3.2.4 Discussão e conclusões

O mapeamento das feições do meio físico e biótico existentes ao longo dos Eixos de Transportes Propostos objetivou identificar e localizar aspectos que poderão constituir empecilhos ou trazer dificuldades para o futuro processo de licenciamento dos empreendimentos a serem neles projetados.

Neste documento, optou-se por definir a abrangência da Área de Influência Direta (AID) em um *buffer* de 500 metros de cada lado dos Eixos de Transportes Propostos, largura suficiente para acomodar, além dos possíveis traçados dos empreendimentos, os locais de implantação de canteiros de obras, pátios, subestações de energia, obras de arte especiais, etc., cuja delimitação definitiva ocorrerá em fases futuras.

Nessa AID foram mapeadas e analisadas as características do meio físico e biótico mais relevantes, objetivando garantir que os atributos importantes tenham sido devidamente considerados ainda fase de planejamento dos Eixos, e evitando que feições impeditivas ou aspectos de grande complexidade sejam negligenciados.

Inicialmente, observa-se que todos os eixos propostos BRT e Metrô encontram-se totalmente inseridos em áreas de ocupação urbana consolidada, com sistemas viários em operação. Nas AID desses projetos, não há ocorrência de Unidades de Conservação federais ou estaduais, nem Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPN), nem Áreas Prioritárias para a conservação da Biodiversidade (APCB), nem Reservas da Biosfera da Catinga (RBCA) ou do Cerrado (RBC).

Como mostram os mapas e o Tabela de Feições na AID dos Eixos de Transportes Propostos, os traçados dos Eixos de Transporte Propostos incidem sobre algumas feições ambientais, tais como em Áreas de Preservação Permanente (APP) de nascentes e de cursos d'água. Também ocorrem, no *buffer* de 500 metros de cada lado dos eixos (denominado de AID no presente documento), locais em que há presença de vegetação significativa. A seguir, apresentam-se algumas considerações acerca dessas características.

### **3.2.4.1 Sobre Unidades de Conservação (UC) e o licenciamento ambiental dos futuros empreendimentos**

Inicialmente, cabe destacar que não há, no interior da AID dos Eixos de Transporte Propostos, Unidades de Conservação federais nem estaduais. Há UC municipais, comentadas a seguir:

- Unidades de Conservação municipais

No mapeamento realizado, identificou-se a existência de 11 parques municipais nas AID dos projetos propostos.

Os eixos de transporte propostos incidem sobre muito pequenas porções desses Parques urbanos, tangenciando seus limites. Isto não configura um impacto significativo, dado que, em sua maioria, os traçados dos BRT, propriamente ditos, não chegam a afetar diretamente os Parques.

As exceções são:

- a) o Metrô Linha 5-Noroeste-Teresinha-Timon, do qual um pequeno segmento do eixo incide sobre o Parque Ambiental Encontro dos Rios (neste trecho, situado na APP do rio Parnaíba); em outro segmento, esse Metrô incide sobre o Parque Ambiental Estação Cidadania;
- b) o BRT-Frei Serafim Leste atravessa uma pequena área do Parque Potycabana;
- c) o Metrô Linha3-Leste atravessa uma pequena área do Parque Potycabana e, também, tangencia o Parque Mini-Horto Samambaia.

Nesses casos, por ocasião do licenciamento ambiental do empreendimento, deverá ser realizada consulta ao órgão da Prefeitura Municipal de Teresina gestora dos Parques para obtenção da anuência correspondente, podendo ser determinadas medidas compensatórias.

### **3.2.4.2 Sobre APP e supressão de vegetação**

Nas AID de todos os eixos de TPC-MAC propostos existem APP de cursos d'água (com exceção dos eixos do BRT Joaquim Nelson e do BRT Agricolândia).

Quanto às APP de nascentes, os eixos dos BRT - Av. Dr. Manoel Ayres Neto e do Metrô - Linha 2 – Sul também incidem sobre elas.

Nesses casos, as interferências em APP deverão ser consideradas na concepção dos projetos e no âmbito do licenciamento dos empreendimentos.

Por ocasião do licenciamento ambiental desses projetos, as intervenções sobre essas APP e a eventual necessidade de supressão de vegetação deverão submeter-se aos procedimentos a serem determinados pelo órgão licenciador, e a adoção de medidas compensatórias, de acordo com a legislação vigente.

### **3.2.4.3 Sobre áreas contaminadas e terrenos com risco de deslizamentos e sujeitos a alagamentos**

No mapeamento realizado não foram apontadas áreas contaminadas, aterros sanitários e/ou terrenos sujeitos a deslizamentos nas AID dos projetos de TPC-MAC estudados.

Quanto aos locais sujeitos a alagamentos, há um pequeno trecho do BRT - Frei Serafim Metrô – Linha 3-Leste, junto ao Parque Potycabana, em que o traçado incide sobre a APP do rio Poti, em margem sujeita a inundação. Esta feição deverá ser considerada na fase de concepção dos projetos de TPC-MAC nessas áreas.

### 3.3 Desastres naturais

O Relatório **Adaptação para Mudança Climática** publicado pelo Instituto de Políticas de Transporte & Desenvolvimento - ITDP (ITDP, s/d) cita que

*O processo de mudança do clima já está impactando os sistemas de mobilidade no Brasil e no mundo; inúmeros estudos indicam que esses efeitos deverão se agravar no futuro. Alagamentos, enxurradas, desabamentos e ondas de calor podem ocorrer com maior assiduidade, trazendo sérios danos físicos para as cidades e paralisando populações.*

*No mundo, as últimas três décadas apresentaram temperaturas médias crescentes, superando todas as registradas desde 1850<sup>26</sup>. A média de temperatura global registrada entre 1880 e 2012 subiu 0,85° C. No Brasil, o incremento médio nos últimos 50 anos foi de 0,7° C – a média relativa aos meses de inverno teve uma variação maior, de 1° Celsius.*

*No Brasil, os dados analisados entre 1950 e 2005 mostram que as chuvas intensas têm se tornado mais frequentes nas regiões Sudeste e Sul do Brasil, embora o total anual de precipitação não tenha ainda sofrido alteração perceptível. O século 21 trouxe ainda um aumento no número de inundações e ondas de calor. A frequência total de desastres naturais no país entre 2001 e 2010 se multiplicou de forma alarmante: 270%, em relação à década anterior.*

*A cada tempestade, a população sofre – e os sistemas de mobilidade, também. Os mais afetados pelas interrupções nos serviços são, quase sempre, os mais pobres, que dependem mais do transporte público, precisam viajar mais tempo para chegar ao trabalho ou estudo e vivem em áreas de urbanização mais precária.*

*Os dias com temperaturas extremas aumentam o desconforto de quem usa os sistemas de mobilidade e de seus funcionários. Há menor tolerância ao tempo de espera, eventos de quebra ou engarrafamentos. (...), há mais episódios de reações extremas dos usuários, com danos ao patrimônio. Os grupos mais vulneráveis (idosos, pessoas com doenças crônicas, gestantes e crianças) tendem a enfrentar dificuldades maiores. (...) pode haver maior número de emergências médicas com usuários de grupos vulneráveis. A subida dos termômetros pode ter efeitos diretos e indiretos no sistema de mobilidade urbana, por ocasionar superaquecimento dos materiais das vias, das estações, dos equipamentos e dos sistemas elétricos e dos veículos.*

---

<sup>26</sup> Segundo relatório de avaliação do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC AR5)

*As análises do INPE têm mostrado um aumento da temperatura média ao longo do século em todo o país. Ao fim do século XXI, as máximas de aquecimento médio ficariam entre 1,5° Celsius e 6° Celsius.*

*Entre outros pontos, também aparecem como tendência a ampliação de temperatura das diferenças entre os máximos e mínimos dentro de um único ano e o aumento do nível do mar. Algumas localidades devem experimentar variações de 20 a 30 cm de aumento até meados do século XXI (Fonte: PBMC, 2014a<sup>27</sup> apud ITDP, s/d).*

*As regiões costeiras apresentam vulnerabilidades específicas aos efeitos das mudanças climáticas. Uma delas é o processo de erosão do litoral, acelerado pela elevação do nível do mar, combinada ao efeito das ondas e correntes, e ao aumento da amplitude das marés.*

*(...) sabe-se que os efeitos da erosão impactarão mais as praias expostas, voltadas para o mar aberto, do que aquelas mais protegidas, em lagunas e baías. No caso das praias expostas, as praias menos urbanizadas têm maior capacidade de ajustar-se às novas condições, pelo recuo do terreno. Já as praias expostas urbanas estão, geralmente, limitadas por muros, vias de transporte ou construções, e tendem a perder areia. Outro efeito negativo, talvez mais importante para as cidades, será o bloqueio do escoamento de rios e canais de baixadas, gerando enchentes em condições de chuvas fortes (ITDP, s/d).*

Neste item são apresentados os registros históricos de desastres naturais nos municípios da RIDE GT (Teresina e Timon, no Maranhão) constantes em produtos (sites, relatórios, atlas e mapeamentos) resultantes de levantamento realizados por distintas instituições. Foram pesquisados e utilizados: o Atlas Brasileiro de Desastres Naturais - Volume Piauí (UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, 2013 a)<sup>28</sup>; o Atlas Digital de Desastres no Brasil – Volume Maranhão (UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, 2013 b)<sup>29</sup>; o Atlas Digital de Desastres no Brasil – (BRASIL, 2024)<sup>30</sup>; o Sistema de Informações e Análises sobre Impactos das

---

<sup>27</sup> PBMC. **Base científica das mudanças climáticas**. Contribuição do Grupo de Trabalho 1 do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas ao Primeiro Relatório da Avaliação Nacional sobre Mudanças Climáticas. (T. AMBRIZZI & M. ARAÚJO, Org.). s/l, COPPE – Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2014a.

<sup>28</sup> UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. **Atlas Brasileiro de Desastres Naturais 1991 a 2010. Volume Piauí**. Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres. Florianópolis, CEPED. UFSC, 2013 a. 115p., il.2ª edição revisada e ampliada. [CEPED \(ufsc.br\)](http://CEPED.ufsc.br) Acesso em setembro/2024.

<sup>29</sup> UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. **Atlas Brasileiro de Desastres Naturais 1991 a 2010. Volume Maranhão**. Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres. Florianópolis, CEPED. UFSC, 2013 b. 107p., il.2ª edição revisada e ampliada. [CEPED \(ufsc.br\)](http://CEPED.ufsc.br) Acesso em setembro/2024.

<sup>30</sup> BRASIL. Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional. Secretaria de Proteção e Defesa Civil. Universidade Federal de Santa Catarina. Centro de Estudos e Pesquisas em Engenharia e Defesa Civil. **Atlas Digital de Desastres no Brasil**. Brasília, MIDR, 2024.

Mudanças Climáticas (Adapta Brasil MCTI)<sup>31</sup>; o Plano de Ação Climática da cidade de Teresina (CONSÓRCIO CODEX/I CARE & PREFEITURA DE TERESINA, 2023 a)<sup>32</sup>; o documento Plano de Ação Climática. Produto 3 – Análise de Vulnerabilidade à Mudança do Clima (CONSÓRCIO CODEX/I CARE & PREFEITURA DE TERESINA, 2023 b)<sup>33</sup>.

Por padrão, para a apresentação dos resultados desses levantamentos optou-se pela abordagem *top down*, iniciando-se sempre pelo recorte geográfico de maior abrangência (Estado) e, conforme a disponibilidade, a desagregação dos dados para os níveis inferiores (Macrorregião e municípios).

Também convém ressaltar que, dentre os diversos eventos de desastres naturais citados nos produtos analisados, foram selecionados os “alagamentos”, as “inundações” e os “movimentos de massa”, por constituírem aqueles que impõem maiores danos e restrições à infraestrutura viária e aos projetos de mobilidade.

### 3.3.1 Desastres Naturais nos Estados do Piauí e Maranhão

Os municípios da RIDE GT que são objeto do presente trabalho são constituídos por Teresina (no Piauí) e Timon (localizado no Maranhão).

O Atlas Brasileiro de Desastres Naturais (UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, 2013) é um produto de pesquisa resultante do acordo de cooperação entre a Secretaria Nacional de Defesa Civil e o Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres da Universidade Federal de Santa Catarina. A pesquisa compilou e disponibilizou informações sobre os registros de desastres ocorridos em todo o território nacional nos últimos 20 anos (1991 a 2010), por meio da publicação de 26 volumes Estaduais e um Volume Brasil. Para o Estado do Piauí, o site do Atlas ([CEPED \(ufsc.br\)](http://CEPED.ufsc.br)) apresenta o Volume Piauí<sup>34</sup>, e para o Estado do Maranhão, o Volume Maranhão<sup>35</sup>.

---

<sup>31</sup> ADAPTABRASIL MCTI. **Sistema de Informações e Análises sobre Impactos das Mudanças do Clima**. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. <https://sistema.adaptabrasil.mcti.gov.br/> Acesso em: setembro/2024.

<sup>32</sup> CONSÓRCIO CODEX/I CARE & PREFEITURA DE TERESINA. **Plano de Ação Climática. Produto 4 – Plano de Ação Climática da cidade de Teresina**. Teresina, 2023.

<sup>33</sup> CONSÓRCIO CODEX/I CARE & PREFEITURA DE TERESINA. **Plano de Ação Climática. Produto 3 – Análise de Vulnerabilidade à Mudança do Clima**. Teresina, 2023 b.

<sup>34</sup> UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. **Atlas Brasileiro de Desastres Naturais 1991 a 2010. Volume Piauí**. Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres. Florianópolis, CEPED. UFSC, 2013a. 115p., il.2ª edição revisada e ampliada. [CEPED \(ufsc.br\)](http://CEPED.ufsc.br) Acesso em setembro/2024.

<sup>35</sup> UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. **Atlas Brasileiro de Desastres Naturais 1991 a 2010. Volume Maranhão**. Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres. Florianópolis, CEPED. UFSC, 2013b. 107p., il.2ª edição revisada e ampliada. [CEPED \(ufsc.br\)](http://CEPED.ufsc.br) Acesso em setembro/2024.

Segundo o Atlas, O Estado do Piauí é dividido em quatro mesorregiões: Norte Piauiense, Centro Norte Piauiense, Sudeste Piauiense e Sudoeste Piauiense. É composto por 224 municípios, sendo a capital do estado o município de Teresina, localizada na mesorregião Centro Norte.

A figura a seguir mostra o estado do Piauí e a distribuição dos municípios nas quatro mesorregiões: Norte Piauiense, Centro-Norte Piauiense, Sudoeste Piauiense e Sudeste Piauiense. Teresina está situada na Mesorregião Centro-Norte Piauiense.

Figura 44: Municípios e Mesorregiões do Estado do Piauí



Fonte: UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA (2013a) ([CEPED \(ufsc.br\)](http://CEPED.ufsc.br))

O relatório Volume Piauí contém os seguintes mapas temáticos: Estiagem e Seca, Enxurrada, Inundação, Alagamento, Vendaval, Granizo, Movimento de Massa, Incêndio Florestal com a distribuição desses eventos em cada Mesorregião do Estado no período entre 1991 e 2012. Por fim, há um mapa mostrando todos os temas.

Abordam-se, a seguir, os temas considerados de interesse para o presente trabalho, conforme opção metodológica adotada pelo Consórcio: “alagamentos”, “inundações” e “movimentos de massa”, por constituírem aqueles que impõem maiores danos e restrições à infraestrutura viária e aos projetos de mobilidade. Neste caso, tendo em vista a disponibilidade de informações, inclui-se, também, o tema “enxurradas”.

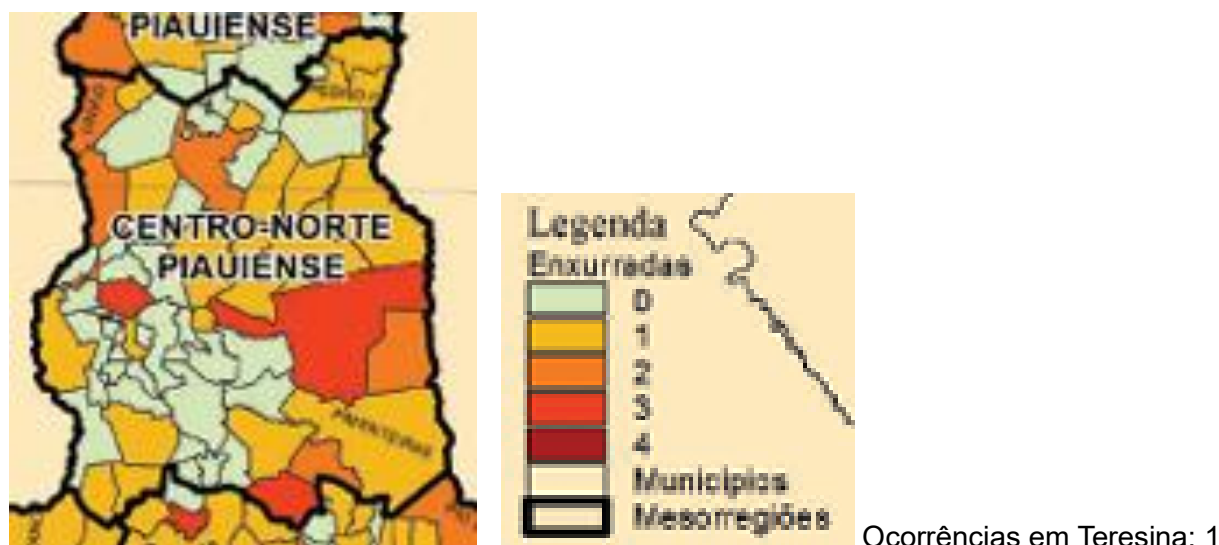
Os textos grafados em *itálico* e as figuras correspondentes são transcrições da fonte bibliográfica: UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA (2013a) ([CEPED \(ufsc.br\)](http://CEPED.ufsc.br)). [Produziu-se um recorte referente à Macrorregião Centro-Norte Piauiense](#), onde se situa o município de Teresina.

### Enxurrada

*Segundo a Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE), proposta em 2012, as Inundações Bruscas passaram a ser denominadas Enxurradas e são definidas como: Escoamento superficial de alta velocidade e energia, provocado por chuvas intensas e concentradas, normalmente em pequenas bacias de relevo acidentado. Caracteriza-se pela elevação súbita das vazões de determinada drenagem e transbordamento brusco da calha fluvial (BRASIL, 2012, p. 73).*

*O Estado do Piauí possui 142 registros oficiais de enxurradas severas caracterizadas como desastre, entre os anos de 1991 e 2012. A mesorregião sudeste piauiense apresentou a maior quantidade de desastres, com 35% do total de registros do estado, seguida do Centro Norte Piauiense e Sudeste Piauiense, com 27% e 24%, respectivamente. Além disso, todas as mesorregiões registraram pelo menos 1 (um) evento.*

Figura 45: Enxurradas na Macrorregião Centro-Norte Piauiense de 1991 a 2012



Fonte: UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA (2013a) ([CEPED \(ufsc.br\)](http://CEPED.ufsc.br))

### Inundação

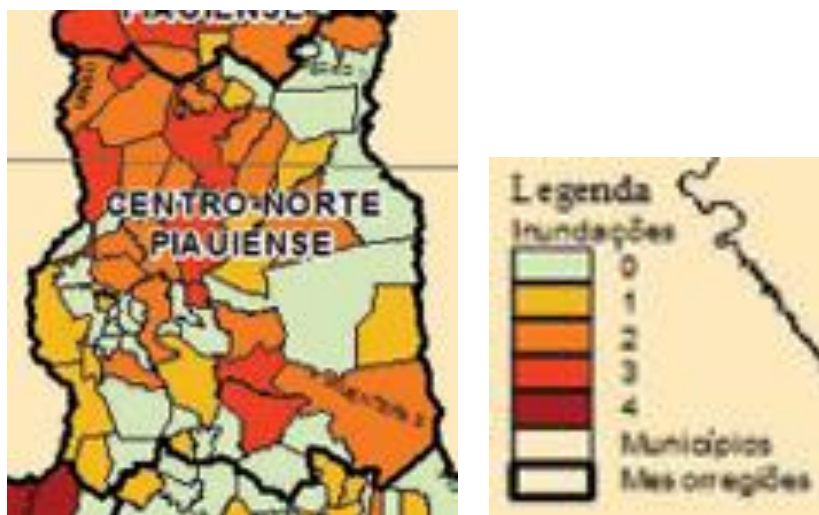
*As inundações, anteriormente denominadas como “enchentes ou inundações graduais”, compõem o grupo dos desastres naturais hidrológicos, segundo a nova Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE), e referem-se: [...] à submersão de áreas fora dos limites normais de um curso de água em zonas que normalmente não se encontram submersas. O transbordamento ocorre de modo gradual, geralmente ocasionado por chuvas prolongadas em áreas de planície. (BRASIL, 2012, p. 73) Gontijo (2007) define as enchentes*

como fenômenos temporários que correspondem à ocorrência de vazões elevadas num curso de água, com eventual inundação dos seus terrenos marginais. Assim, elas ocorrem quando o fluxo de água em um trecho do rio é superior à capacidade de drenagem de sua calha normal, e então ocorre o transbordamento do corpo hídrico e a água passa a ocupar a área do seu leito maior (TUCCI, 1993; LEOPOLD, 1994).

No Estado do Piauí foram registrados 181 registros oficiais de inundações excepcionais caracterizadas como desastre, entre os anos de 1991 e 2012. A mesorregião mais afetada é a Centro-norte piauiense, com total de 69 registros, que representa 38% das ocorrências de desastres no estado.

A capital Teresina apresenta-se como o município mais afetado com relação aos danos humanos. Na inundação de abril de 2009 registraram-se 780 desabrigados e 779.939 afetados, segundo os registros oficiais. Esse evento extremo atingiu áreas urbana e rural do município, devido às fortes chuvas ocorridas nas bacias dos rios Poti e Parnaíba. Essas chuvas provocaram o aumento da vazão dos rios do município e, como consequência, ocasionou várias inundações, que atingiram a população, de acordo com o documento oficial. Já na inundação de março de 2008 foram registradas 206.337 pessoas afetadas e um número maior de desabrigados, total de 824.

Figura 46: Inundações na Macrorregião Centro-Norte Piauiense de 1991 a 2012



Ocorrências em Teresina: 3

Fonte: UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA (2013a) ([CEPED \(ufsc.br\)](http://CEPED.ufsc.br))

### Alagamento

Segundo a Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE), proposta em 2012, os alagamentos caracterizam-se pela extrapolação da capacidade de escoamento de sistemas de drenagem urbana e consequente acúmulo de água em ruas, calçadas ou outras infraestruturas urbanas, em decorrência de precipitações intensas [...] (BRASIL, 2012, p. 73). Sua ocorrência está diretamente relacionada com os sistemas de Drenagem Urbana, que

são entendidos como o conjunto de medidas que objetivam a redução dos riscos relacionados às enchentes, bem como à redução dos prejuízos causados por elas (TUCCI et al. 2007).

O Estado do Piauí possui apenas quatro registros oficiais de alagamentos severos caracterizados como desastre, entre os anos de 1991 e 2012. (...) a maioria dos desastres ocorrendo no norte do estado. Os municípios atingidos foram Barras, Luzilândia, Piripiri e Lagoa do Barro do Piauí, este último o único município do sudeste piauiense atingido.

Não há ocorrência de alagamentos no município de Teresina no período citado.

### Movimento de Massa

Os movimentos de massa são classificados levando-se em consideração diferentes critérios como a velocidade, o tipo de material e a geometria da massa mobilizada. Dentre esses sistemas de classificação, destaca-se a proposta de Varnes (1978) sendo esta a mais utilizada e adotada pela IAEG (International Association for Engineering Geology and the Environment). Nessa classificação os movimentos de massa são divididos em quedas, tombamento, escorregamentos e corridas, expansões laterais, corridas/escoamentos e movimentos combinados.

O Estado do Piauí apresentou, no período de 1991 a 2012, apenas um registro oficial de movimento de massa caracterizado como subsidência e/ou colapso (...) refere ao desastre ocorrido na Rua Simplicio Mendes, localizada na região central da cidade de Teresina, capital do estado, caracterizando-se por um grande afundamento com comprometimento de várias edificações em uma área de 5.000 m<sup>2</sup>. A causa desse desastre está relacionada à escavação de um poço, com uma máquina perfuratriz que, ao atingir a profundidade de aproximadamente 40 (quarenta) metros, provocou o processo de subsidência e/ou colapso na região do poço e circunvizinhanças.

O município de Teresina, localizado na Mesorregião centro-norte piauiense, está inserido na Bacia Sedimentar do Parnaíba, formada por rochas sedimentares das Formações Piauí, Pedra de Fogo e sedimentos recentes. Na zona urbana da cidade de Teresina, predomina a ocorrência da Formação Pedra de Fogo constituída por arenitos, siltitos, argilitos, margas, silixitos e lentes de calcário (BARRADAS et al., 2010). Os sedimentos compostos por calcário e margas estão diretamente relacionados aos fenômenos de subsidências e colapsos ocorridos nessa cidade. As intervenções antrópicas na cidade de Teresina, relacionadas à impermeabilização do solo, à construção de edificações e à perfuração de poços, contribuem, dentre outros fatores, com a formação de cavernas no subsolo (COSTA; PIRES, 2010).

Figura 47: Movimentos de massa na Macrorregião Centro-Norte Piauiense de 1991 a 2012



Ocorrências em Teresina: 1

Fonte: UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA (2013a) ([CEPED \(ufsc.br\)](http://CEPED.ufsc.br))

Já o **estado do Maranhão** divide-se em cinco mesorregiões: Norte Maranhense, Oeste Maranhense, Centro Maranhense, Leste Maranhense e Sul Maranhense., como pode ser visto na figura a seguir. O município de Timon está localizado na mesorregião Leste Maranhense.

Figura 48: Municípios e Mesorregiões do Estado do Maranhão



Fonte: UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA (2013b) ([CEPED \(ufsc.br\)](http://CEPED.ufsc.br))

O relatório **Volume Maranhão** contém os seguintes mapas temáticos: Estiagem e Seca, Enxurrada, Inundação, Alagamento, Vendaval, Granizo, Movimento de Massa, Incêndio Florestal, com a distribuição desses eventos em cada Mesorregião do Estado no período entre 1991 e 2012. Por fim, há um mapa mostrando todos os temas.

Abordam-se aqui (conforme já mencionado para o caso do estado do Piauí) os temas (referentes ao estado do Maranhão) considerados de interesse para o presente trabalho, conforme opção metodológica adotada pelo Consórcio: “alagamentos”, “inundações” e “movimentos de massa”, por constituírem aqueles que impõem maiores danos e restrições à infraestrutura viária e aos projetos de mobilidade. Tendo em vista a disponibilidade de informações, inclui-se, também, o tema “enxurradas”.

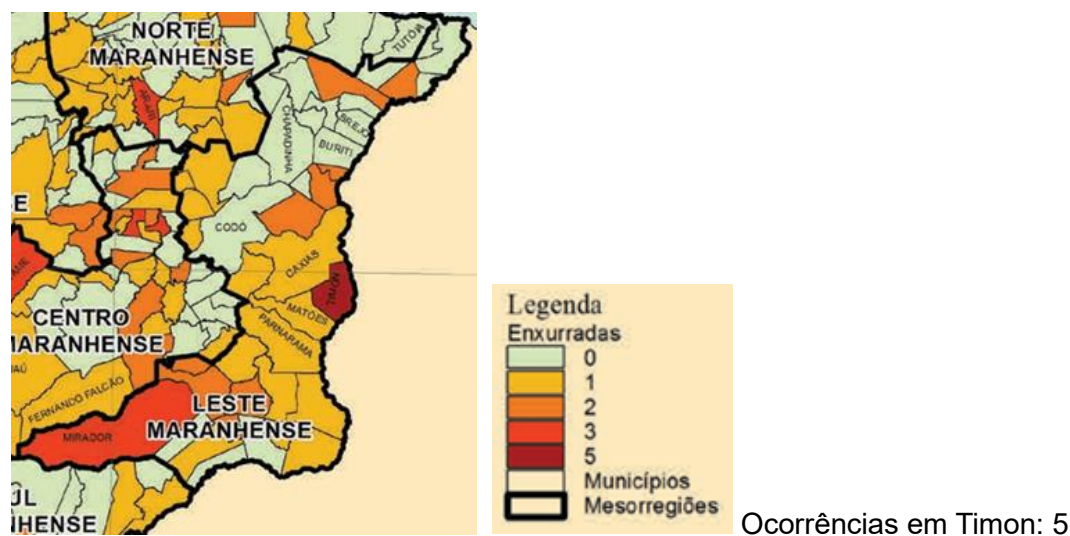
Os textos grafados em *itálico* são transcrições da fonte bibliográfica: UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA (2013b) ([CEPED \(ufsc.br\)](http://CEPED.ufsc.br). [Produziu-se um recorte referente à Mesorregião Leste Maranhense](#), onde se situa o município de Timon.

### Enxurrada

*O Estado do Maranhão possui 154 registros oficiais de enxurradas severas caracterizadas como desastre, entre os anos de 1991 e 2012. (...) todas as mesorregiões registraram pelo*

menos um evento de enxurrada severa. A mesorregião menos afetada foi a Sul Maranhense, com apenas 6% dos registros. As demais mesorregiões foram afetadas de maneira semelhante, registrando cada região, aproximadamente 22% dos desastres de enxurrada, com destaque para o Leste Maranhense, com 26%. (...) é possível notar que os municípios mais afetados estão dispersos no estado, estando os mesmos situados em regiões de diferentes regimes climáticos e hidrometeorológicos. Timon, situado na Mesorregião Leste Maranhense, apresentou a maior quantidade de registros: cinco enxurradas.

Figura 49: Enxurradas na Mesorregião Leste Maranhense de 1991 a 2012

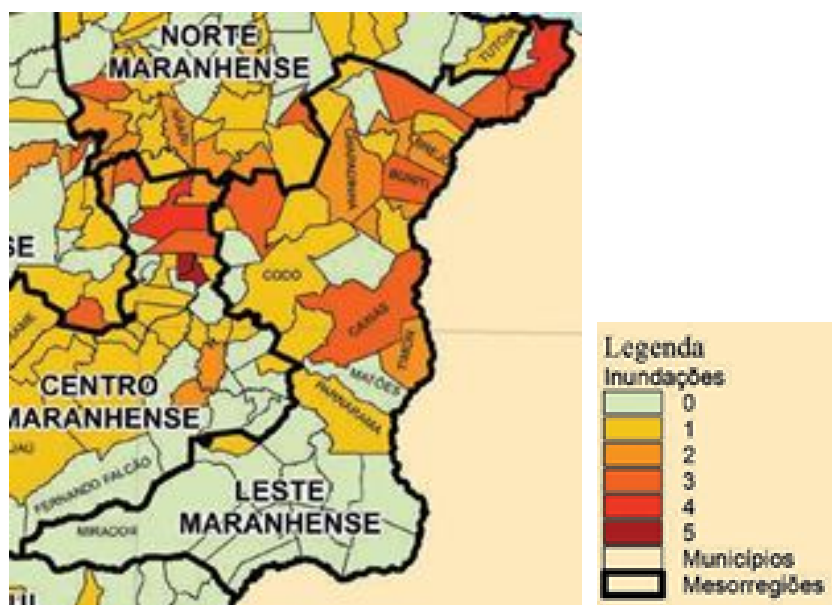


Fonte: UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA (2013b) ([CEPED \(ufsc.br\)](http://CEPED.ufsc.br))

## Inundação

No Estado do Maranhão foram registrados 180 registros oficiais de inundações excepcionais caracterizadas como desastre, entre os anos de 1991 e 2012. (...). A mesorregião mais afetada é a Norte Maranhense, que possui um total de 47 registros e representa 26% das ocorrências de desastres no estado.

Figura 50: Inundações na Mesorregião Leste Maranhense de 1991 a 2012



Ocorrências em Timon:2

Fonte: UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA (2013b) ([CEPED \(ufsc.br\)](http://CEPED.ufsc.br))

### Alagamento

*O Estado do Maranhão possui oito registros oficiais de alagamentos severos caracterizados como desastre, entre os anos de 1991 e 2012. (...) com maioria dos desastres ocorrendo no Leste Maranhense.*

O município de Timon não registrou ocorrências de alagamentos no período citado.

### Movimento de massa

*Existem apenas dois registros oficiais relacionados a movimento de massa no Estado do Maranhão, no período de 1991 a 2012. Foram atingidos os municípios de Buriticupu e Jenipapo dos Vieiras, pertencentes respectivamente às mesorregiões Oeste Maranhense e Centro Maranhense.*

Não foram registradas ocorrências de movimento de massa no município de Timon no período considerado.

### Em síntese, observa-se que, no estado do Piauí

*(...) no âmbito dos desastres naturais, uma grande problemática proveniente de eventos adversos de estiagens e secas.*

*Com menos registros, as inundações, relacionadas à cheia e ao extravasamento dos rios, que ocorrem com certa periodicidade, são o segundo tipo de desastre natural mais frequente no Estado do Piauí. O fenômeno é intensificado por variáveis climatológicas de médio e longo prazo, e relaciona-se com períodos demorados de chuvas contínuas. Foram*

registrados 181 desastres causados por inundações, correspondendo a 8% de todos os eventos naturais adversos do Piauí. As enxurradas estão geralmente relacionadas ao aumento das precipitações pluviométricas e a sua concentração em um curto período de tempo, e ainda podem desencadear outros eventos, que potencializam o efeito destruidor, aumentando os danos causados. Elas foram responsáveis por 142 registros oficiais, equivalentes a 6% do total.

Já, no estado do Maranhão,

verifica-se que grande parte dos registros referentes aos municípios citados (...) são decorrentes de eventos de inundações e enxurradas. A mesorregião mais afetada por eventos de inundações é a Norte Maranhense, que possui um total de 47 registros. Os municípios mais atingidos foram: Pedreiras e Trizidela do Vale, situados no Centro Maranhense, e Imperatriz, situado no Oeste Maranhense. Com relação às enxurradas, a mesorregião mais atingida é a Leste Maranhense, onde o município de Timon apresentou cinco registros de eventos de enxurrada.

A tabela a seguir apresenta os números de ocorrências de desastres naturais em cada município da área de interesse no período considerado nos relatórios.

Tabela 31: Registros de desastres naturais nos municípios da área de interesse (Teresina-PI e Timon – MA) no período de 1991 a 2012

Município	Teresina (PI)	Timon (MA)
Movimento de Massa	1	0
Alagamentos	0	0
Enxurradas	2	5
Inundações	3	2

Fonte: UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA (2013a; 2013b) (CEPED (ufsc.br) (elaboração própria)

### 3.3.2 Ocorrências de Desastres nos Municípios de Interesse: RIDE GT

Para caracterização das ocorrências de desastres nos municípios de interesse (Teresina -PI e Timon – MA) foi consultado o Atlas Digital de Desastres no Brasil (BRASIL, 2024)<sup>36</sup>.

Essa publicação contém um Mapa Interativo, no qual é possível selecionar:

- o período desejado: disponível de 1991 a 2024
- o recorte espacial (detalhamento máximo: nível de estado)
- o tipo de ocorrência:
  - Alagamentos
  - Enxurradas

---

<sup>36</sup> BRASIL. Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional. Secretaria de Proteção e Defesa Civil. Universidade Federal de Santa Catarina. Centro de Estudos e Pesquisas em Engenharia e Defesa Civil. **Atlas Digital de Desastres no Brasil**. Brasília, MIDR, 2024.

- Erosão
- Estiagem e Seca
- Granizo
- Incêndio Florestal
- Inundações
- Movimento de Massa
- Onda de Calor e Baixa Umidade
- Onda de Frio
- Tornado
- Vendavais e Ciclones
- Chuvas Intensas
- Outros

Selecionou-se o período de 2010 a 2024 e os seguintes tipos de ocorrência: alagamentos; inundações e movimentos de massa.

Abaixo apresentam-se os dados consolidados para os estados do Piauí e do Maranhão relativos a cada ocorrência e, na sequência, um quadro indicando a ocorrência por município da área de interesse.

**Tabela 32: Ocorrências – Estado do Piauí Período: 2010-2024**

	Alagamentos	Inundações	Movimentos de massa
Ocorrências	14	8	0
Óbitos	3	0	0
Desabrigados e desalojados	6.065	1.048	0
Total de afetados	41.231	1.676	0
Danos totais (*)	62.069.028,29	7.841.530,39	0
Prejuízos (*)	43.578.800,26	10.277.526,50	0

(\*) dados a partir de 1995 – valores corrigidos

Fonte: BRASIL, 2024 (elaboração própria).

**Tabela 33: Ocorrências – Estado do Maranhão Período: 2010-2024**

	Alagamentos	Inundações	Movimentos de massa
Ocorrências	47	91	6
Óbitos	1	8	3
Desabrigados e desalojados	15.965	60.010	1.008
Total de afetados	130.301	413.170	1.026
Danos totais (*)	206.186.701,00	295.905.601,51	7.732.864,78
Prejuízos (*)	651.212.023,63	108.472.473,48	28.028.864,15

(\*) dados a partir de 1995 – valores corrigidos

Fonte: BRASIL, 2024 (elaboração própria).

O quadro a seguir apresenta a distribuição das ocorrências acima citadas em cada município da área de interesse (Teresina e Timon):

Tabela 34: Número de ocorrências nos municípios de interesse no período 2010-2024

Município/ Tipo de Ocorrência	Alagamentos	Inundações	Movimentos de Massa
Teresina (PI)	2	0	0
Timon (MA)	0	1	0
Total	2	1	0

Fonte: BRASIL, 2024 (elaboração própria).

### 3.3.3 Risco de Desastres Geo-Hidrológicos

O Sistema de Informações e Análises sobre Impactos das Mudanças Climáticas - Adapta Brasil MCTI<sup>37</sup> possui uma Plataforma interativa, na qual é possível selecionar os desastres geo-hidrológicos em locais de interesse.

Segundo a Plataforma, os desastres são definidos como eventos extremos que acontecem em locais onde existe população exposta, vulnerabilidade social, bem como a incapacidade de responder de forma suficiente ou de lidar com consequências negativas potenciais. (UNISDR, 2009 *apud* AdaptaBrasil MCTI).

O termo geo-hidrológico é definido na Plataforma como o conjunto desastres associados à geodinâmica (movimentos de massa como deslizamentos, fluxos de detrito, queda e rolamentos de blocos) e à elevação rápida do nível de água (inundações, enxurradas e alagamentos) (GUIMARÃES *et al.*, 2008 *apud* AdaptaBrasil MCTI).

A conceituação adotada dos riscos relacionados a desastres geo-hidrológicos é a seguinte:

*São os efeitos sobre vidas, meios de subsistência, saúde, ecossistemas, economias, sociedades, culturas, serviços e infraestrutura, devido a alterações climáticas ou eventos climáticos que se dão dentro de períodos específicos de tempo, de vulnerabilidade e de exposição da sociedade ou sistema, relacionados aos desastres geo-hidrológicos. Consideram-se como desastre "séria interrupção no funcionamento de uma comunidade ou sociedade que ocasiona grande quantidade de mortes, perdas e impactos materiais, econômicos e ambientais que excedem a capacidade da comunidade ou sociedade afetada para enfrentar a situação, mediante uso de seus próprios recursos. O desastre se caracteriza por ser imediato e localizado, mas frequentemente possui efeito indireto geográfico e temporal de maiores dimensões". Os desastres geo-hidrológicos considerados são os desastres naturais de deslizamento de terra e inundações, enxurradas e alagamentos.*

<sup>37</sup> ADAPTABRASIL MCTI. **Sistema de Informações e Análises sobre Impactos das Mudanças do Clima**. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. <https://sistema.adaptabrasil.mcti.gov.br/> Acesso em: junho/2024.

Na Plataforma são representadas duas formas de risco: (i) deslizamentos de massa (denominados como “deslizamentos de terra”) e (ii) “inundações, enxurradas e alagamentos”, sendo, estes, entendidos como: *Risco de impacto das mudanças climáticas em sistemas socioecológicos, considerando a ameaça de desastre geo-hidrológico de inundações, enxurradas e alagamentos, considerando características geomorfológicas, geológicas, uso do solo e índices climáticos de chuvas intensas (precipitação total em 1 dia e em 5 dias).*

Índice de Risco para inundações, enxurradas e alagamentos:

Risco de impacto das mudanças climáticas em sistemas socioecológicos, considerando a ameaça de desastres geo-hidrológicos no evento de inundações, enxurradas e alagamentos.

Índice de Risco para deslizamento de terra:

Risco de impacto das mudanças climáticas em sistemas socioecológicos, considerando a ameaça de desastre geo-hidrológico no evento de deslizamento de terra.

Foi, então, realizada a análise da área de interesse, compreendida pelos municípios situados na RIDE GT, cujos resultados são apresentados a seguir:

São consideradas as seguintes categorias de risco de acordo com o AdaptaBrasil MCTI:

- Muito baixo: 0,00 a 0,19
- Baixo: 0,20 a 0,39
- Médio: 0,40 a 0,59
- Alto: 0,60 a 0,79
- Muito Alto: 0,80 a 1,00

O quadro a seguir apresenta o resumo dos índices de risco de desastres geo-hidrológicos em cada município da área de interesse:

Tabela 35: Índice de Risco de desastres geo-hidrológicos

Município	Índices de risco para	
	Inundações, enxurradas e alagamentos	Deslizamentos de terra
Teresina	0,64 (Alto)	0,70 (Alto)
Timon	0,70 (Alto)	0,43 (Médio)

Fonte: <https://sistema.adaptabrasil.mcti.gov.br/> (elaboração própria)

### 3.3.4 Plano de Ação Climática de Teresina

Conforme descrito no item 3.1, o “Plano de Ação Climática da cidade de Teresina (CONSÓRCIO CODEX/I CARE & PREFEITURA DE TERESINA, 2023 a)<sup>38</sup> é resultado de um processo abrangente e participativo, no qual envolveram-se atores municipais, estaduais e federais, assim como a sociedade civil. O Plano teve como bases o “Produto 2 – Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE)” e o “Produto 3 – Análise de Vulnerabilidade à Mudança do Clima”.

Nesse Plano, há um capítulo dedicado à Análise de Vulnerabilidades à Mudança, que incluiu

*um levantamento do clima histórico, a projeção do clima futuro e a avaliação da exposição, das ameaças climáticas e das vulnerabilidades da cidade para o tempo presente, além das projeções para o período próximo (2030), intermediário (2050) e distante (2070).*

*Abrangendo uma variedade de conceitos e elementos, a vulnerabilidade engloba a sensibilidade ou suscetibilidade a danos, bem como a falta de capacidade de lidar e se adaptar a esses impactos. Verifica-se, a partir dos indicadores escolhidos, maior grau de vulnerabilidade para alagamento, deslizamentos e ondas de calor na região central da área urbana da cidade, com destaque para os bairros Ininga, Horto, Jóquei, Morada do Sol, Planalto e São Cristovão.*

*A partir do compilado de informações coletadas e tratadas de vulnerabilidade, exposição e ameaças climáticas, foram elaborados os mapas de riscos climáticos para a área urbana de Teresina.*

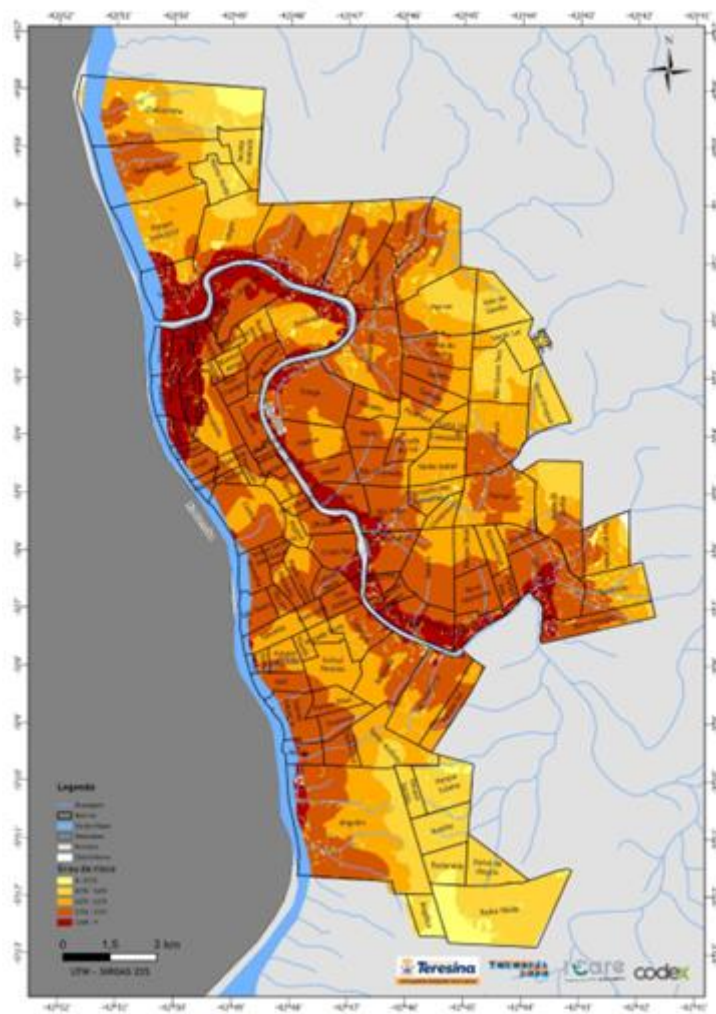
#### Risco de inundação

*Na região norte de Teresina, o risco de inundação é proeminente devido à existência de lagoas e ocupações subnormais. Além disso, observa-se que uma parte significativa da cidade possui um grau de ameaça de inundação próximo aos cursos d’água. No curto prazo, as áreas próximas ao Rio Poti destacam-se com alto risco, e à medida que o tempo passa, o risco aumenta próximo a outros cursos d’água em toda a cidade. parte significativa da cidade possui um grau de ameaça de inundação próximo aos cursos d’água. No curto prazo, as áreas próximas ao Rio Poti destacam-se com alto risco, e à medida que o tempo passa, o risco aumenta próximo a outros cursos d’água em toda a cidade. A Figura a seguir mostra o risco projetado para a cidade em 2070.*

---

<sup>38</sup> CONSÓRCIO CODEX/I CARE & PREFEITURA DE TERESINA. **Plano de Ação Climática. Produto 4 – Plano de Ação Climática da cidade de Teresina.** Teresina, 2023 (a).

Figura 51: Risco de inundação 2070 - Município de Teresina

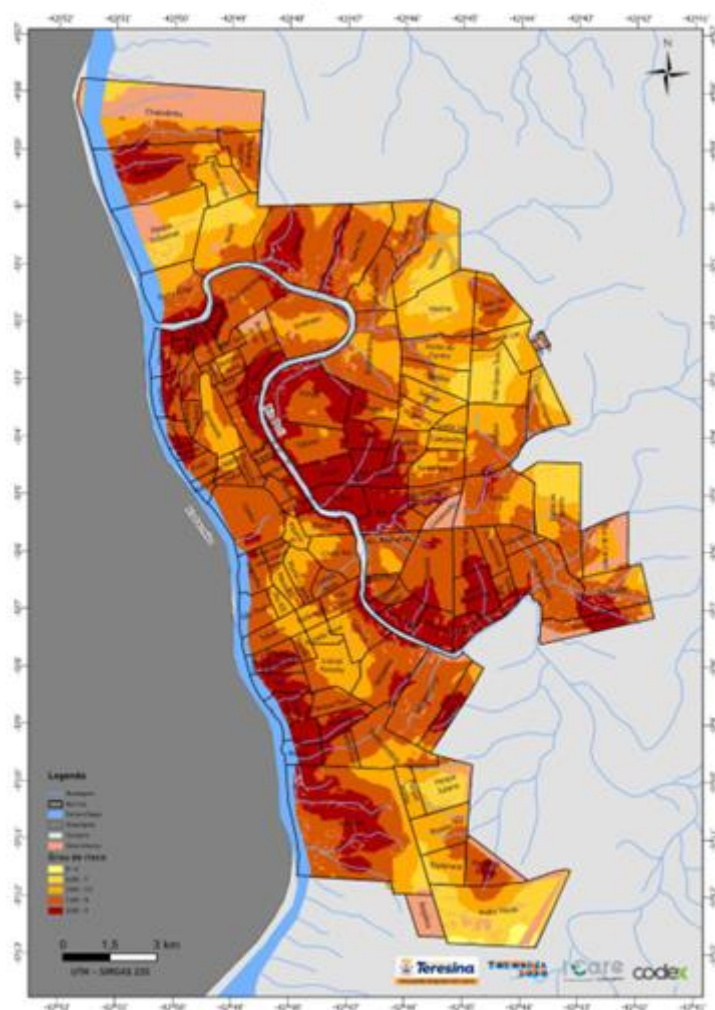


Fonte: CONSÓRCIO CODEX/I CARE & PREFEITURA DE TERESINA, 2023 (a)

### Risco de alagamento

*Dentre as principais regiões com risco de alagamento, estão os bairros ao centro da área urbana de Teresina: Fátima, Jóquei, Noivos, São Cristóvão e São João, área com maior renda per capita do município, e os bairros ao sul. Outros pontos de riscos também foram observados nos bairros da região noroeste. A região dos bairros Alto Alegre, a área próxima à Universidade Federal do Piauí e nas imediações, da Avenida Jóquei Clube, assim como na região da Praça do Renascença, bairro Comprida, e o Distrito Industrial, são os locais onde há maior evolução entre as projeções dos riscos de 2022 a 2070.*

Figura 52: Risco de alagamento 2070 - Município de Teresina

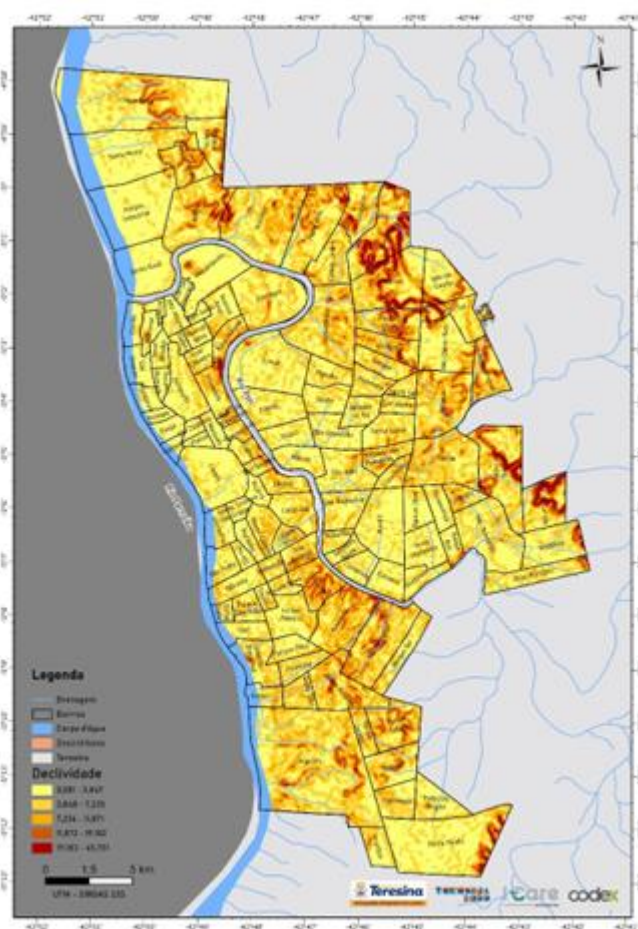


Fonte: CONSÓRCIO CODÉX/I CARE & PREFEITURA DE TERESINA, 2023 (a)

## Risco de deslizamento

*Teresina possui ameaça de deslizamento distribuída principalmente na zona periférica ao leste. (...) os bairros Jacinta Andrade, Parque Sul, Vale do Gavião, Avenida Padre Humberto e Vila da Paz são os locais com mais casos de deslizamentos. São nessas regiões que são vistas as maiores declividades da cidade. Os bairros de Areias e Água mineral, com grau moderado de risco, apresentam deslizamentos com frequência, e os bairros de Vila da Paz e Vila Jerusalém são áreas com população de baixa renda e com elevado número de deslizamentos também.*

Figura 53: Mapa de ameaça a deslizamentos na cidade de Teresina



Fonte: CONSÓRCIO CODEX/I CARE & PREFEITURA DE TERESINA, 2023 (a)

O Produto 3 – Análise de Vulnerabilidade à Mudança do Clima (CONSÓRCIO CODEX/I CARE & PREFEITURA DE TERESINA, 2023b)<sup>39</sup>, apresenta as seguintes conclusões:

*Em face da coleta de informações e dos resultados obtidos, nota-se que a área urbana de Teresina apresenta uma tendência da ocorrência de eventos extremos crescentes no período analisado (2023-2070). Destaca-se no estudo do clima histórico e futuro do município que os índices relacionados a eventos de chuva tendem a reduzir sua intensidade e volume no longo prazo, até 2070, enquanto os de temperatura tendem a aumentar.*

(...)

*No território analisado, no caso das inundações e alagamentos, apesar da tendência de redução na intensidade e frequência das chuvas, se apresenta uma tendência de ocorrência de chuvas mais concentradas a cada ano, com potencial de causar danos ao município. As áreas próximas aos rios Parnaíba e Poti, e seus afluentes, representam áreas com elevada*

<sup>39</sup> CONSÓRCIO CODEX/I CARE & PREFEITURA DE TERESINA. Plano de Ação Climática. Produto 3 – Análise de Vulnerabilidade à Mudança do Clima. Teresina, 2023 (b)

*exposição a estes riscos. Além disso, a zona Norte, também se destaca devido à existência de lagoas, e ocupações subnormais, que aumentam a probabilidade de ocorrência de alagamentos e consequentes danos materiais e humanos, os quais já são recorrentes atualmente.*

*(...)*

*No que se refere aos riscos de deslizamentos, estes são mais elevados na zona central e estão majoritariamente distribuídos de forma moderada nas zonas perimetrais do limite da área urbana e rural da cidade. O grau moderado de riscos de deslizamentos nestas regiões ocorre devido a taxas mais elevadas de declividade do terreno, e reduzida cobertura vegetal.*

### **3.3.5 Defesa Civil – Estado do Piauí e município de Teresina**

Conforme consta em seu endereço na internet ([Institucional – Defesa Civil \(portal.pi.gov.br\)](http://portal.pi.gov.br)), a defesa civil no estado do Piauí está a cargo da Secretaria de Estadual de Defesa Civil, instituída por meio da Lei Complementar nº 83/2007, estabelecendo que sua competência consiste na coordenação das ações de Prevenção, Preparação, Resposta e Reconstrução nas situações de riscos no âmbito do Estado, bem como a cooperação com outras unidades federadas e municípios na resposta a essas emergências.

*A Secretaria Estadual de Defesa Civil do Piauí é o órgão da administração direta do Poder Executivo responsável por coordenar as ações de defesa civil, em todo o território Piauiense, implantando medidas permanentes que visam evitar, prevenir ou minimizar as consequências dos eventos desastrosos e a socorrer e assistir as populações atingidas, preservando seu moral, limitando os riscos de perdas materiais e restabelecendo o bem-estar social.*

*Atua antes, durante e depois de desastres por meio de ações distintas e inter-relacionadas: Prevenção; Mitigação e Recuperação. As principais competências da Defesa Civil Estadual estão relacionadas à prevenção e resposta a situações de emergência e desastres naturais, com foco na coordenação, planejamento, mobilização e capacitação de equipes e recursos, e na articulação com outros órgãos e a sociedade civil para garantir a efetividade das ações.*

A estrutura da SEDEC é constituída por

*Diretoria Administrativa Financeira*

*Diretoria de Prevenção e Mitigação é responsável por estabelecer diretrizes, acompanhar e direcionar a área de prevenção e mitigação da gestão de risco envolvendo medidas e atividades prioritárias, anteriores à ocorrência do desastre.*

*Diretoria de Resposta é Responsável por estabelecer diretrizes, acompanhar e direcionar ações imediatas de resposta ao desastre à população atingida.*

*Diretoria de Engenharia e Reconstruções atua no conjunto de ações destinadas a reparar a comunidade atingida, propiciando o seu retorno à condição de normalidade, sempre levando em conta a minimização de novos desastres.*

*Diretoria de Recursos Hídricos atua em projetos e supervisão de obras que estejam relacionadas à abastecimento de água, como adutoras, barragens, perfuração de poços, entre outros.*

Em seu site na internet, é mencionado que a *colaboração entre a Defesa Civil Estadual e a Defesa Civil Municipal é essencial para fortalecer a capacidade de preparação e resposta a desastres em nível local. Essa parceria visa aprimorar a gestão de riscos, a troca de informações, o compartilhamento de recursos e a coordenação eficiente entre os diferentes níveis de governo, visando proteger e preservar a vida e o patrimônio da população.*

A SEDEC fornece orientações aos municípios para formularem seus “Plano de contingência municipal”, para “Plano de capacitação continuada”, assim como para a criação de COMDEC (Coordenação Municipal de Defesa Civil - órgão responsável pela gestão e coordenação das ações de defesa civil em âmbito municipal) e para solicitação de recursos. Uma cartilha é disponibilizada aos municípios ([Cartilha Web \(www.gov.br\)](http://www.gov.br)).

Em Teresina, o endereço da Defesa Civil na Internet ([SEMDEF | Secretaria Municipal de Defesa Civil \(pmt.pi.gov.br\)](http://SEMDEF | Secretaria Municipal de Defesa Civil (pmt.pi.gov.br))) informa que tem por Missão:

- *Coordenar e supervisionar as ações de defesa civil.*
- *Manter atualizadas e disponíveis as informações relacionadas à defesa civil.*
- *Elaborar e implementar planos, programas e projetos de defesa civil.*
- *Manter permanente articulação com os órgãos federais e do Estado do Piauí, na área da defesa civil,*
- *Propor, ao Prefeito Municipal, a decretação de situação de emergência e de estado de calamidade pública.*

Convém lembrar que o Plano de Ação Climática (PAC) de Teresina, em seu capítulo 5, propõe 23 ações prioritárias<sup>40</sup>, considerando, como horizontes para sua implementação, os anos marco 2023, 2027, 2032 e 2050.

Figura 54: Horizontes de implementação do PAC



Fonte: (CONSÓRCIO CODEXI CARE & PREFEITURA DE TERESINA, 2023b)

---

<sup>40</sup> Ação 1: Aumentar e proteger os espaços verdes da cidade

Ação 2: Fortalecer a atuação da Defesa Civil Municipal para prevenção, mitigação e resposta a desastres e eventos adversos do clima

Ação 3: Implementar medidas de infraestrutura e soluções baseadas na natureza (SbN) com o objetivo de aumentar a permeabilidade do solo e melhorar as condições de drenagem da cidade

Ação 4: Aprimorar a gestão de resíduos sólidos

Ação 5: Incentivar/Promover iniciativas de reciclagem e compostagem

Ação 6: Ampliar e melhorar o serviço de esgotamento sanitário

Ação 7: Fomentar a ampliação e manutenção de hortas urbanas

Ação 8: Promover e capacitar multiplicadores de educação ambiental e sanitária para a sociedade

Ação 9: Promover a melhoria da qualidade ambiental dos recursos hídricos

Ação 10: Estabelecer uma governança climática e ambiental e uma política de enfrentamento à mudança do clima

Ação 11: Promover a conservação e restauração de ecossistemas naturais

Ação 12: Promover práticas agrícolas sustentáveis

Ação 13: Promover o uso de bicicletas e mobilidade ativa

Ação 14: Melhorar o transporte público local

Ação 15: Otimizar o tráfego urbano

Ação 16: Executar ações de eficiência energética nos prédios públicos e na iluminação pública

Ação 17: Promover incentivos à geração distribuída de energia solar

Ação 18: Fomentar o uso de dados no conceito de Dados Abertos Governamentais

Ação 19: Fomentar o uso de Soluções Baseadas na Natureza (SbN) para desafios socioambientais

Ação 20: Fomentar o desenvolvimento de negócios e empregos verdes

Ação 21: Estabelecer um padrão para compras públicas sustentáveis

Ação 22: Elaboração de novos estudos e inclusão da variável "clima" no processo de decisão

Ação 23: Programa de Pagamento por Serviços Ambientais

No contexto do presente tópico, interessa salientar a “Ação 2: Fortalecer a atuação da Defesa Civil Municipal para prevenção, mitigação e resposta a desastres e eventos adversos do clima” do PAC, que tem como meta: “Fortalecer a atuação da Defesa Civil até 2030, por meio da estruturação e implementação de um Sistema de detecção e alerta precoce para os riscos”, argumentando que:

*A melhor estruturação das unidades da Defesa Civil e a capacitação desses servidores quanto aos riscos climáticos irá contribuir para o planejamento e execução de ações integradas e transversais de conscientização da população sobre áreas de risco, medidas de prevenção e remediação de riscos, de maneira a reduzir a vulnerabilidade a riscos climáticos, principalmente, da população em situação de vulnerabilidade social. Além disso, desenvolver ações intersetoriais e entre secretarias municipais, como a realização de reassentamentos para moradias em áreas de baixo risco climático, criar zonas de amortecimento para alagamentos e inundações, criar postos de saúde, entre outros, irão contribuir para a redução da vulnerabilidade da população (CONSÓRCIO CODEX/I CARE & PREFEITURA DE TERESINA, 2023b, op cit).*

## 3.4 Projeções de temperaturas e precipitações

### 3.4.1 Introdução

Para a apresentação de informações sobre temperatura e precipitações da área de estudo da RIDE GT, foram utilizadas duas fontes de informação: (i) o site CLIMATE DATA<sup>41</sup> e (ii) o site METEOBLUE<sup>42</sup>.

- O CLIMATE-DATA é uma organização internacional com dados sobre clima de todos os continentes. Os dados são obtidos de duas fontes principais: (i) dados do European Centre for Medium-Range Weather Forecasts – ECMWF, coletados entre 1991 e 2021, utilizando para as peças gráficas e tabelas, a plataforma Copernicus Climate Change Service information; e (ii) o openstreetmaps.org, que consiste em uma plataforma aberta para mapeamentos.
- O METEOBLUE teve seu início começou na Universidade da Basileia, Suíça, em 2002. Os produtos meteorológicos incluem website e aplicativos voltados ao público geral, com assinaturas de prêmio destinadas para usuários especializados e para pequenas empresas. Os diagramas climáticos meteoblue são baseados em simulações de 30 anos de modelos climáticos horários e disponíveis para todos os lugares na Terra.

### 3.4.2 Dados do Climate-Data

Para efeito de análise de temperatura e precipitações considerou-se como referência os dados da cidade de Teresina onde a temperatura média é 27.9 °C. A precipitação anual é de aproximadamente 1.451 mm.

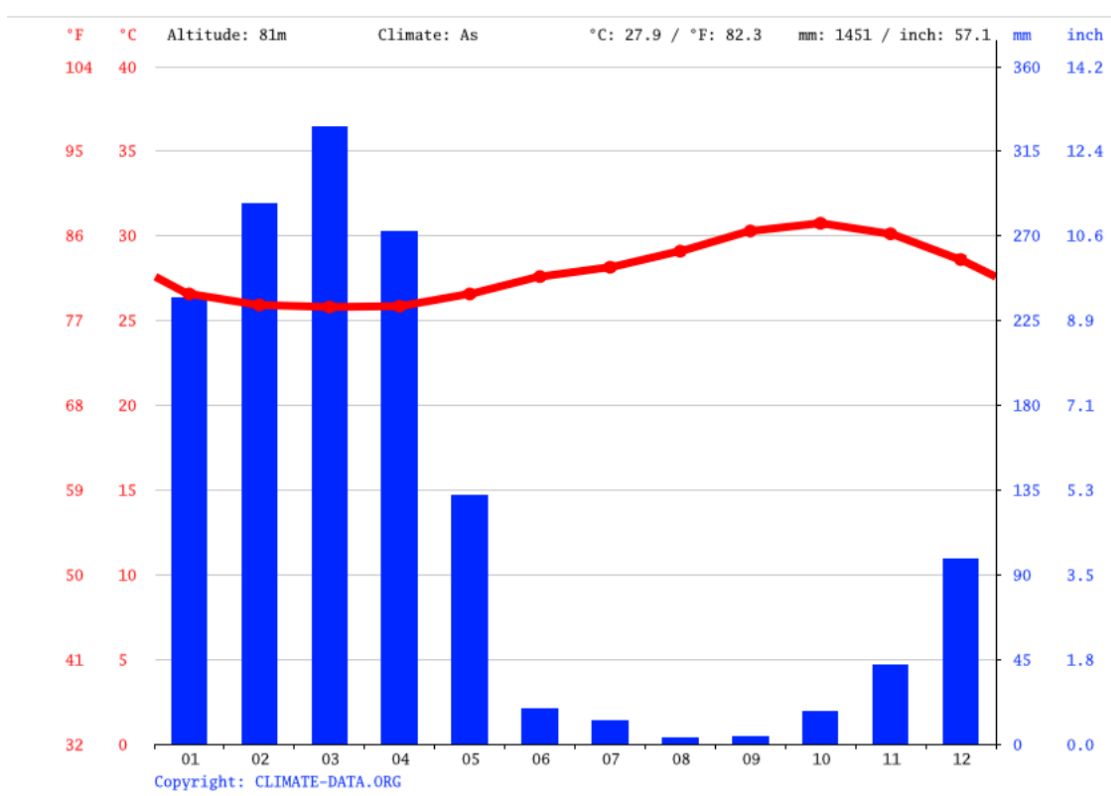
O gráfico e a tabela a seguir, obtidos no site do CLIMATE-DATA <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/piaui/teresina-3935/> (acesso em setembro/2024), apresentam a temperatura média (em vermelho) e precipitações (em azul).

---

<sup>41</sup> <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/piaui/teresina-3935/>

<sup>42</sup> <https://www.meteoblue.com/pt/tempo/historyclimate/climatemodelled>

Figura 55: Temperatura média e precipitações mensais em Teresina em 2022



Fonte: Site <https://pt.climate-data.org/americas-do-sul/brasil/piaui/teresina-3935/> (acesso em setembro/2024)

No mês de outubro, o mês mais quente do ano, a temperatura média é de 30.7 °C. A tabela a seguir apresenta os dados climatológicos de Teresina

Tabela 36: Dados climatológicos de Teresina

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novem- bro	Dezembro
Temperatura média (°C)	26.6	25.9	25.8	25.9	26.6	27.6	28.2	29.1	30.3	30.7	30.1	28.6
Temperatura mínima (°C)	23.3	23	22.9	23	23.1	23.3	23.4	23.5	24.1	24.7	24.8	24.3
Temperatura máxima (°C)	31.2	30.2	30.1	29.9	30.9	32.6	33.6	35.1	36.5	36.9	36	33.8
Chuva (mm)	237	287	328	272	132	19	12	3	4	17	42	98
Umidade(%)	79%	84%	86%	86%	78%	62%	51%	44%	43%	45%	52%	64%
Dias chuvosos (d)	16	17	19	17	10	3	1	0	1	2	5	9
Horas de sol (h)	8.0	7.0	6.6	6.6	7.7	8.8	9.5	10.2	10.2	10.2	10.0	9.4

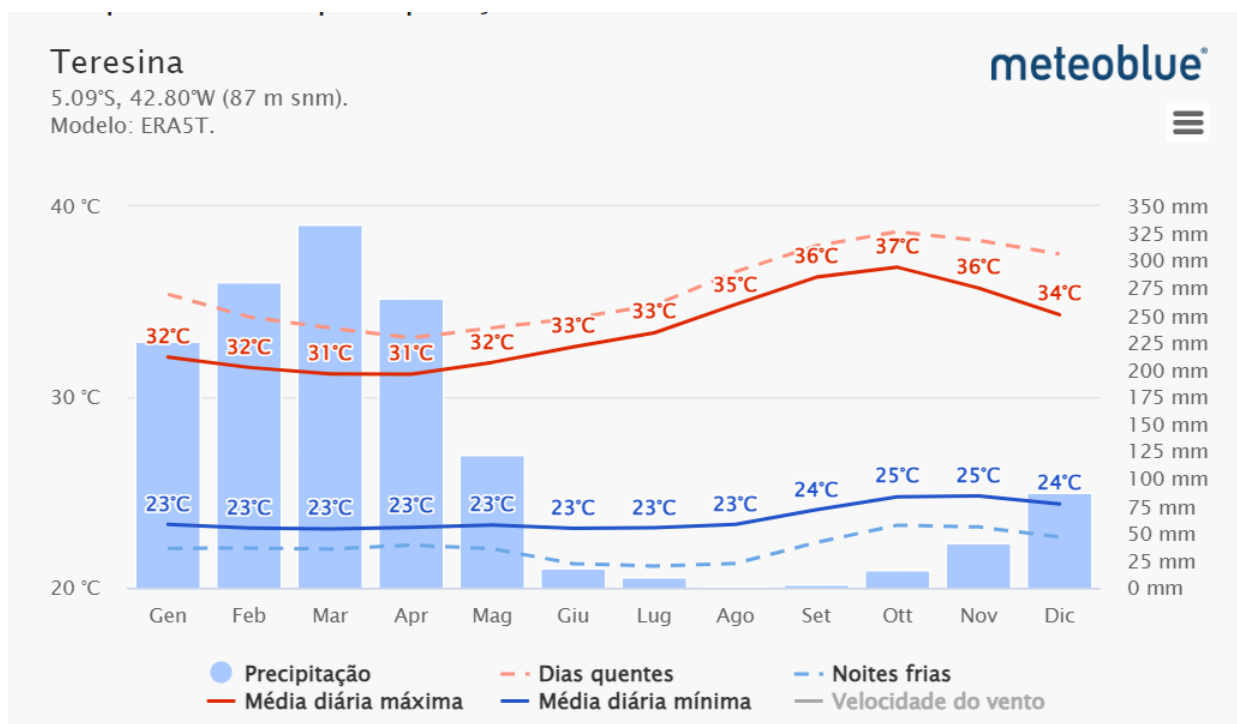
Data: 1991 - 2021 Temperatura mínima (°C), Temperatura máxima (°C), Chuva (mm), Umidade, Dias chuvosos. Data: 1999 - 2019: Horas de sol

Fonte: Site CLIMATE-<https://pt.climate-data.org/americas-do-sul/brasil/piaui/teresina-3935/> (acesso em setembro/2024)

### 3.4.3 Dados da Plataforma Meteoblue

O gráfico a seguir ilustra a variação de temperatura média e das precipitações ao longo do ano em Teresina, obtido da Plataforma Meteoblue.

Figura 56: Gráfico de temperatura e precipitações médias



Fonte: [https://www.meteoblue.com/pt/tempo/historyclimate/climatemodelled/teresina\\_brasil\\_3386496](https://www.meteoblue.com/pt/tempo/historyclimate/climatemodelled/teresina_brasil_3386496) (acesso setembro/2024)

### 3.4.4 Projeções de temperatura e precipitações

Para apresentar projeções de temperaturas e precipitações foram utilizadas informações do Portal PROJEÇÕES CLIMÁTICAS NO BRASIL (<http://pclima.inpe.br/>), uma plataforma que apresenta projeções de mudanças climáticas sobre o território brasileiro a partir de modelagens brasileiras e internacionais.

De acordo com o Portal, *uma projeção climática é a resposta simulada do sistema climático a um cenário de emissão ou concentração futura de gases de efeito estufa (GEE) e aerossóis, geralmente derivados de modelos climáticos. As projeções climáticas são diferenciadas das previsões climáticas por sua dependência a um cenário de emissão/concentração/forçamento radiativo utilizado, que por sua vez se baseia em suposições relativas, por exemplo, a futuros desenvolvimentos socioeconômicos e tecnológicos que podem ou não ser realizados.*

O conjunto de dados atualmente disponível na plataforma PCBr são proveniente de modelos climáticos globais, como do projeto de pesquisa internacional HELIX (<https://helixclimate.eu/>), e de modelos regionais como do projETA (<http://etamodel.cptec.inpe.br/>).

As projeções ora apresentadas foram obtidas a partir da seleção de itens disponíveis no Portal indicada no quadro a seguir.

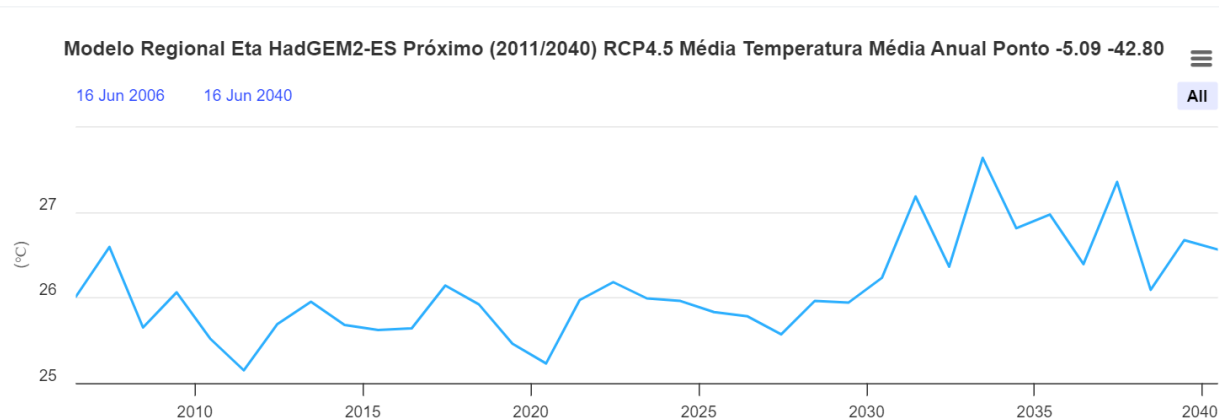
Tabela 37: Quadro de seleção de itens condicionantes das projeções de modelos climáticas do Portal PROJEÇÕES CLIMÁTICAS NO BRASIL (<http://pclima.inpe.br/>)

Item do Portal	Descrição sintética	Alternativa selecionada
<b>Conjunto de dados</b>	conjunto de dados atualmente disponível na plataforma PCBr são proveniente de modelos climáticos globais, como do projeto de pesquisa internacional HELIX ( <a href="https://helixclimate.eu/">https://helixclimate.eu/</a> ), e de modelos regionais como do projETA ( <a href="http://etamodel.cptec.inpe.br/">http://etamodel.cptec.inpe.br/</a> ).	Modelo regional
<b>Modelos climáticos</b>	São uma representação numérica do sistema climático com base nas propriedades físicas, químicas e biológicas de seus componentes (atmosfera, oceano, gelo, superfície terrestre) e suas interações. Os modelos climáticos são aplicados como uma ferramenta de análise e pesquisa para estudar e simular o clima	Conjunto de simulações oriundas do ProjETA a partir do Modelo Regional Eta do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)
<b>Cenários</b>	Para a realização de projeções futuras do clima, os modelos climáticos são forçados por um conjunto de condições de contorno, como os já citados anteriormente, e, por determinados cenários de emissões de GEE, denominados de RCPs (Representative Concentration Pathways)	RCP4.5 nesse cenário em que o CO2 atinge cerca de 650 ppm até o final do século XXI, as estratégias para reduzir as emissões de GEE fazem com que as forças radiativas se estabilizem em 4,5 W/m <sup>2</sup> antes do ano 2100.
<b>Período</b>		2006 - 2040
<b>Tipo</b>		Média
<b>Variáveis</b>	Temperatura (máxima, mínima, média), precipitação (mm), umidade relativa (%) e específica (g/kg), radiação (de onda longa e curta), componente do vento (zonal e meridional), intensidade do vento (m/s), e pressão à superfície (hPa).	Temperatura Média, e Precipitação total
<b>Frequência</b>	Anual, sazonal ou mensal	Anual

Fonte: elaboração própria a partir de informações do Portal PROJEÇÕES CLIMÁTICAS NO BRASIL (<http://pclima.inpe.br/>), acesso junho 2024.

Os gráficos e tabelas a seguir apresentam as projeções obtidas a partir do Portal PROJEÇÕES CLIMÁTICAS NO BRASIL (<http://pclima.inpe.br/>) para o município de Teresina.

Figura 57: Gráfico de Projeções de Temperaturas de Teresina, em °C, no período 2006- 2040.



Fonte: Portal PROJEÇÕES CLIMÁTICAS NO BRASIL (<http://pclima.inpe.br/>), acesso setembro 2024.

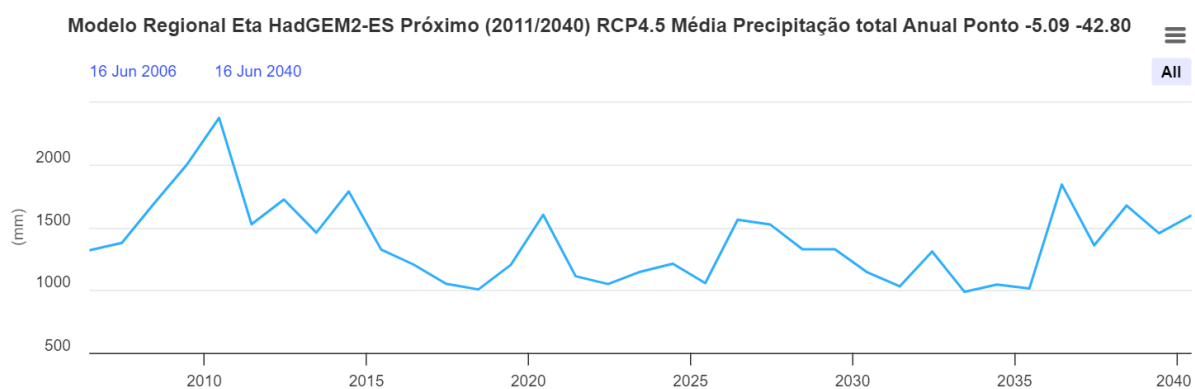
Tabela 38: Projeções de Temperaturas de Teresina, em °C, no período 2006- 2040.

Data	°C r
16/06/2006 00:00	26,01
16/06/2007 00:00	26,59
16/06/2008 00:00	25,65
16/06/2009 00:00	26,06
16/06/2010 00:00	25,52
16/06/2011 00:00	25,15

Data	°C r
16/06/2012 00:00	25,69
16/06/2013 00:00	25,95
16/06/2014 00:00	25,68
16/06/2015 00:00	25,62
16/06/2016 00:00	25,64
16/06/2017 00:00	26,14
16/06/2018 00:00	25,92
16/06/2019 00:00	25,46
16/06/2020 00:00	25,23
16/06/2021 00:00	25,97
16/06/2022 00:00	26,18
16/06/2023 00:00	25,99
16/06/2024 00:00	25,96
16/06/2025 00:00	25,83
16/06/2026 00:00	25,78
16/06/2027 00:00	25,57
16/06/2028 00:00	25,96
16/06/2029 00:00	25,94
16/06/2030 00:00	26,23
16/06/2031 00:00	27,18
16/06/2032 00:00	26,36
16/06/2033 00:00	27,63
16/06/2034 00:00	26,81
16/06/2035 00:00	26,97
16/06/2036 00:00	26,39
16/06/2037 00:00	27,35
16/06/2038 00:00	26,09
16/06/2039 00:00	26,67
16/06/2040 00:00	26,56

Fonte: Portal PROJEÇÕES CLIMÁTICAS NO BRASIL (<http://pclima.inpe.br/>), acesso setembro 2024.

**Figura 58: Gráfico de Projeções de precipitações de Teresina, em mm, no período 2006- 2040.**



Fonte: Portal PROJEÇÕES CLIMÁTICAS NO BRASIL (<http://pclima.inpe.br/>), acesso setembro 2024.

Tabela 39: Projeções de precipitações de Teresina, em mm, no período 2016- 2040.

Data e Hora	Valor (mm)
16/06/2006 00:00	1315,96
16/06/2007 00:00	1374,88
16/06/2008 00:00	1690,11
16/06/2009 00:00	1995,49
16/06/2010 00:00	2369,39
16/06/2011 00:00	1523,26
16/06/2012 00:00	1720,03
16/06/2013 00:00	1456,3
16/06/2014 00:00	1783,86
16/06/2015 00:00	1321,82
16/06/2016 00:00	1202,77
16/06/2017 00:00	1050,39
16/06/2018 00:00	1004,79
16/06/2019 00:00	1200,57
16/06/2020 00:00	1598,81
16/06/2021 00:00	1109,99
16/06/2022 00:00	1047,68
16/06/2023 00:00	1145,6
16/06/2024 00:00	1209,75
16/06/2025 00:00	1055,35
16/06/2026 00:00	1558,76
16/06/2027 00:00	1522,02
16/06/2028 00:00	1324,26
16/06/2029 00:00	1324,43
16/06/2030 00:00	1140,93
16/06/2031 00:00	1028,89
16/06/2032 00:00	1306,63
16/06/2033 00:00	985,57
16/06/2034 00:00	1044,03
16/06/2035 00:00	1012,31
16/06/2036 00:00	1839,13
16/06/2037 00:00	1355,4
16/06/2038 00:00	1672,26
16/06/2039 00:00	1451,43
16/06/2040 00:00	1593,82

Fonte: Portal PROJEÇÕES CLIMÁTICAS NO BRASIL (<http://pclima.inpe.br/>), acesso setembro 2024.

## 3.5 Emissões atmosféricas

### 3.5.1 Introdução

Neste item são apresentados resultados de inventários de emissões de Gases do Efeito Estufa - GEE na área de estudo da RM de Teresina (Teresina/PI e Timon/MA). Foram utilizadas duas fontes de informação: (i) Plano de Ação Climática; Teresina rumo ao carbono neutro (CONSÓRCIO CODEX/I CARE & PREFEITURA DE TERESINA, 2023 (a))<sup>43</sup>; Produto 2 – Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa; 2023; e (ii) Sistema de Estimativa de Emissão de Gases de Efeito Estufa (SEEG) através do link <https://plataforma.seeg.eco.br/>.

### 3.5.2 Aspectos Metodológicos de Inventários de Emissões de GEE

Os Inventários de Gases do Efeito Estufa (GEE) devem contemplar os 7 tipos de GEE que fazem parte do reporte do Protocolo de Kyoto: dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), óxido de nitrogênio (N<sub>2</sub>O), hidrofluorcarbono (HFCs), perfluorcarbono (PFCs), hexafluoreto de enxofre (SF<sub>6</sub>), e trifluoreto de nitrogênio (NF<sub>3</sub>).

Cada GEE possui um Potencial de Aquecimento Global (PAG) que consiste em um valor relativo que compara o potencial de aquecimento de uma determinada quantidade de gás com a mesma quantidade de CO<sub>2</sub> que, por padronização, tem PAG de valor igual a 1. O PAG é sempre expresso em termos de equivalência de CO<sub>2</sub> (CO<sub>2</sub>e). A Tabela as seguir apresenta os valores do PAG de cada GEE.

Tabela 40: Valores do PAG para cada GEE

GEE	PAG
Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> )	1
Metano (CH <sub>4</sub> )	25
Óxido nitroso (N <sub>2</sub> O)	298
Hexafluoreto de enxofre (SF <sub>6</sub> )	22.800
Trifluoreto de nitrogênio (NF <sub>3</sub> )	17.200
PFC	7.390 - 17.700
HFC	12 - 14.800

Fonte: Programa Brasileiro GHG Protocol (FGV, 2016).

### 3.5.3 Informações do inventário de emissões GEE de Teresina

#### Antecedentes:

De acordo com o CONSÓRCIO CODEX/I CARE & PREFEITURA DE TERESINA, 2023, Teresina apresentou em 2023 seu primeiro inventário de GEE para os anos-base 2018, 2019 e 2020. O

<sup>43</sup> CONSÓRCIO CODEX/I CARE & PREFEITURA DE TERESINA. Plano de Ação Climática. Produto 4 – Plano de Ação Climática da cidade de Teresina. Teresina, 2023 (a).

Inventário foi elaborado com base na metodologia GPC (*Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories*).

Os setores considerados foram os seguintes: os setores: (i) energia estacionária; (ii) transporte; (iii) resíduos e (iv) agricultura, floresta e outros usos da terra (AFOLU). O setor de processos industriais e uso de produtos (IPPU) não foi contabilizado por falta de dados disponíveis.

### Resultados:

A tabela a seguir indica os resultados das emissões totais e do setor de transporte de GEE de Teresina.

Tabela 41: Resultados dos inventários de emissões de GEE de Teresina

Ano do Inventário	Total de Emissões de GEE (ktCO <sub>2</sub> e/ano)	Emissões de GEE do Setor de Transporte	Participação do setor de transportes
2018	2.689	991	38%
2019	2.712	1.024	39%
2020	2.509	835	34%

Fonte: CONSÓRCIO CODEX/I CARE & PREFEITURA DE TERESINA, 2023

A tabela a seguir indica os resultados dos indicadores de intensidade das emissões de GEE.

Tabela 42: Indicadores de intensidade das emissões de GEE de Teresina

Ano do Inventário	Emissão per capita tCO <sub>2</sub> e/hab.	Emissões por unidades de área tCO <sub>2</sub> e/km <sup>2</sup> .	Emissões em razão do PIB tCO <sub>2</sub> e milhão de reais do PIB
2018	2,8	1.780	120
2019	3,1	1.950	143
2020	2,9	1.804	116

Fonte: CONSÓRCIO CODEX/I CARE & PREFEITURA DE TERESINA, 2023

### 3.5.4 Informações do Sistema de Estimativa de Emissão de Gases de Efeito Estufa (SEEG)

Neste item são apresentados dados de emissões municipais obtidos a partir do Sistema de Estimativa de Emissão de Gases de Efeito Estufa (SEEG)<sup>44</sup>.

O SEEG é uma iniciativa do Observatório do Clima que compreende a produção de estimativas anuais das emissões de gases de efeito estufa no Brasil, documentos analíticos sobre a evolução das emissões e uma plataforma digital que abriga os dados do sistema e sua metodologia.

Neste caso foi possível obter informações sobre a área de estudo da RIDE GT (Teresina e Timon). As emissões totais por município de 2022 são apresentadas na tabela a seguir.

Tabela 43: Emissões de GEE por município em ktCO<sub>2</sub>e no ano 2022

Cidade da RM de Teresina	Total Bruto ktCO <sub>2</sub> e	Remoções	Saldo
Teresina	1.420	0	1.420

<sup>44</sup> SEEG – Sistema de Estimativa de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa. Observatório do Clima – Disponível em: <https://seeg.eco.br>. Acesso em: junho/2024.

Cidade da RM de Teresina	Total Bruto ktCO <sub>2</sub> e	Remoções	Saldo
Timon	412,8	28,6	384,1
<b>Total</b>	<b>1.833</b>	<b>29</b>	<b>1.804</b>

Fonte: Sistema de Estimativa de Emissão de Gases de Efeito Estufa (SEEG)

O sistema SEEG discrimina as emissões segundo quatro setores subdivididos em subsetores conforme indicado a seguir. O setor de energia incorpora o subsetor de transportes.

### Setor de mudança do uso da terra e florestas

- Alterações de uso da terra
- Resíduos florestais
- Carbono orgânico no solo
- Remoção por mudança de uso da terra
- Remoção em áreas protegidas
- Remoção por vegetação secundária

### Setor de agropecuária

- Solos manejados
- Fermentação entérica
- Manejo de dejetos animais
- Queima de resíduos agrícolas
- Cultivo de arroz

### Setor de energia:

- Transportes
- Residencial
- Comercial
- Industrial
- Público
- Agropecuária
- Geração de eletricidade (serviço público)

## Setor de resíduos:

- Disposição Final de Resíduos Sólidos
- Tratamento de efluentes domésticos
- Incineração ou queima a céu aberto
- Efluentes Líquidos industriais
- Tratamento biológico de resíduos sólidos

De acordo com o SEEG, as emissões de 2022 para cada setor e município são as indicadas na tabela a seguir.

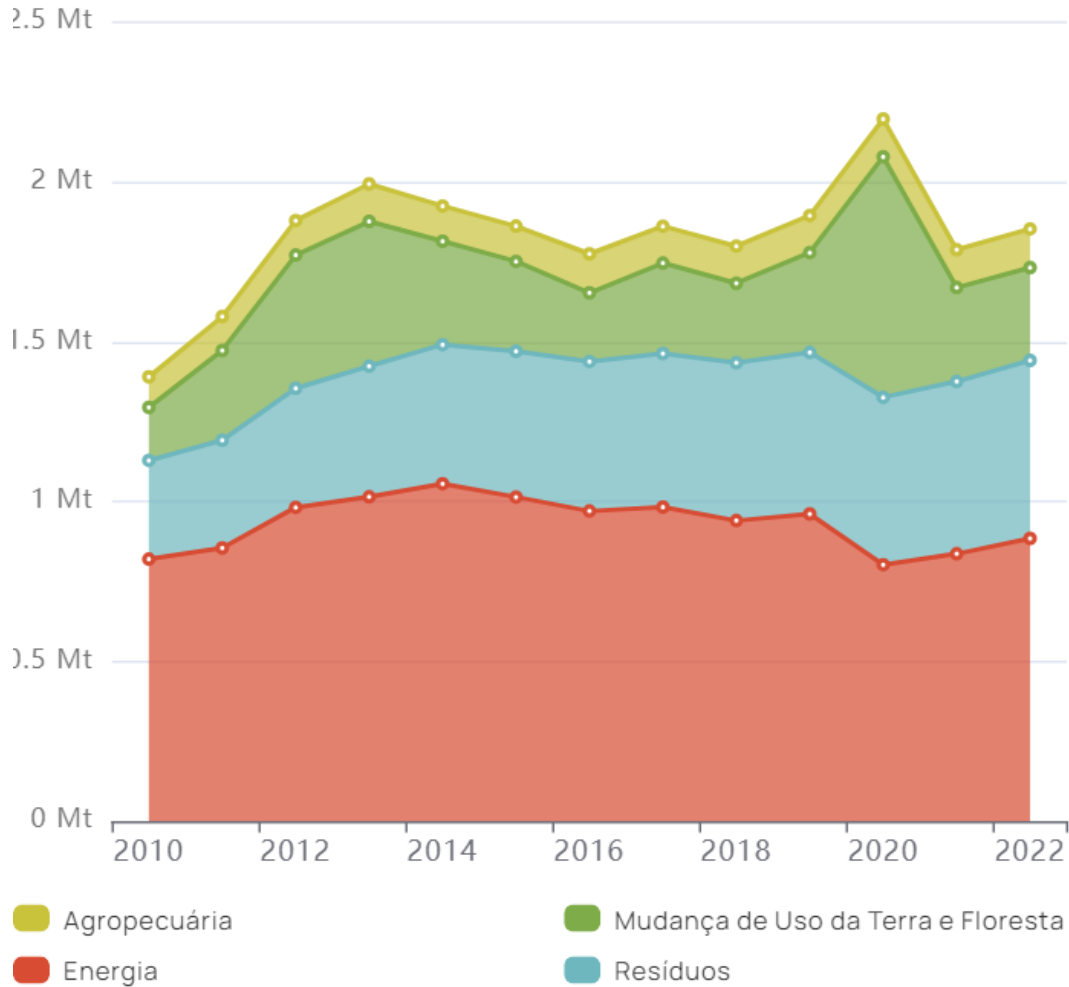
**Tabela 44: Emissões de GEE por município e setor em ktCO2e no ano 2022**

Município	Energia	Resíduos	Mudança de Uso da Terra e Floresta	Agropecuária	Total
<b>Teresina (PI)</b>	799.664	489.105	92.770	58.962	1.440.502
<b>Timon (MA)</b>	88.390	68.997	326.383	61.782	545.552
<b>Total</b>	888.054	558.102	419.154	120.744	1.986.054

Fonte: Sistema de Estimativa de Emissão de Gases de Efeito Estufa (SEEG)

O gráfico de históricos do período 2012 – 2022 de emissões dos dois municípios, Teresina e Timon, fornecidos pela Plataforma SEEG, são apresentados a seguir.

Figura 59: Evolução histórica das emissões de GEE de Teresina e Timon por setor de atividade desde 2002



Fonte: Sistema de Estimativa de Emissão de Gases de Efeito Estufa (SEEG)

### 3.5.4.1 Análise do Setor de Transporte:

Para o setor específico de transporte a tabela a seguir indica as emissões de Teresina e Timon.

Tabela 45: Emissões de GEE por município do setor de transporte em tCO<sub>2</sub>e no ano 2022

Município	Transporte de Carga	Transporte de Passageiros [1]	Total Transportes	% das emissões do setor de transportes no total das emissões	% das emissões do setor de transportes de passageiros no total das emissões
<b>Teresina (PI)</b>	290.074	368.734	658.808	46%	26%
<b>Timon (MA)</b>	31.890	43.547	75.437	14%	8%
<b>Total</b>	321.964	412.281	734.245	37%	21%

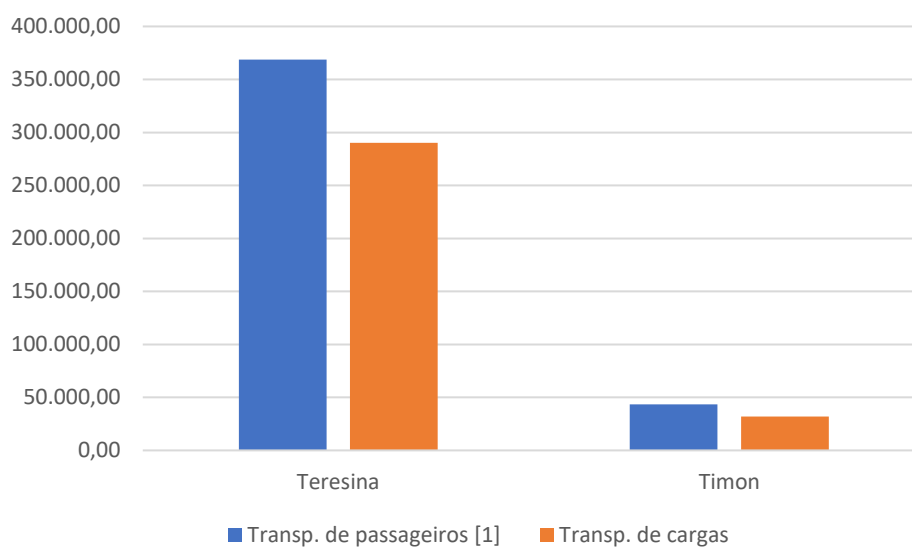
[1] Desconsiderado o transporte aéreo de passageiros

Fonte: Sistema de Estimativa de Emissão de Gases de Efeito Estufa (SEEG)

Somando ao transporte de passageiros o transporte aéreo que faz as ligações de longa distância, segundo a plataforma SEEG, o setor de transporte de passageiros emitiu 443.281,30 tCO<sub>2</sub>e.

O histograma da figura a seguir ilustra as emissões do setor de transportes de cargas e de passageiros nos municípios em 2022, de acordo com dados da Plataforma SEEG.

Figura 60: Emissões de GEE do Setor de Transportes em 2022 (tCO2e/ano)



[1] Desconsiderado o transporte aéreo de passageiros

Fonte: Elaboração própria a partir do Sistema de Estimativa de Emissão de Gases de Efeito Estufa (SEEG)