

Estudo Nacional de Mobilidade Urbana



Relatório de Diagnóstico Volume 3

Região Metropolitana de Manaus

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,
Luís 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	5
Lista de Figuras	8
Lista de Tabelas	11
1 Introdução	13
2 Apêndice III – Aspectos Urbanísticos e Socioeconômicos	14
2.1. Área de Estudo	15
2.2. Restrições físicas	17
2.2.1. Relevo	17
2.2.2. Recursos Hídricos	21
2.3. Restrições legais	26
2.3.1. Unidades de conservação	26
2.3.1.1. Unidades de Conservação na Região Metropolitana de Manaus (RMM).....	28
2.3.1.2. Discussão e conclusões	34
2.3.2. Patrimônio Histórico, Arquitetônico e Cultural	35
2.3.2.1. Base legal.....	35
2.3.2.2. Bens tombados e sítios arqueológicos na área de estudo	37
2.3.2.3. Discussão.....	40
2.3.3. Macrozoneamento do Uso do Solo	40
2.4. Dados socioeconômicos.....	42
2.4.1. Uso do solo.....	42
2.4.2. População	47
2.4.2.1. População	47
2.4.3. População, Renda e Educação	54

2.4.3.1.	Renda.....	54
2.4.3.2.	Atividade Econômica.....	56
2.4.4.	Indicadores de vulnerabilidade social.....	59
2.4.5.	Intervenções Urbanas	63
2.4.6.	Crescimento e projeções populacionais.....	63
2.4.6.1.	Evolução da população da RMM.....	63
2.4.6.2.	Projeções da população	64
3	Apêndice IV – Aspectos Ambiental e Climático.....	66
3.1.	Planos de mitigação às mudanças climáticas	66
3.2.	Áreas de Proteção do meio físico e biótico	67
3.2.1.	Introdução	67
3.2.2.	Procedimentos metodológicos.....	70
3.2.3.	Resultados do Mapeamento: Categorias temáticas encontradas nos Eixos de Transportes Propostos e em sua AID.....	78
3.2.4.	Discussão e conclusões	86
3.2.4.1.	Sobre Unidades de Conservação (UC) e o licenciamento ambiental dos futuros empreendimentos.....	86
3.2.4.2.	Sobre a Reserva da Biosfera da Amazônia Central – RBAC	90
3.2.4.3.	Sobre APP e supressão de vegetação	90
3.3.	Desastres naturais.....	92
3.3.1.	Desastres Naturais no Estado do Amazonas	94
3.3.2.	Ocorrências de Desastres no Município de Interesse: Manaus	100
3.3.3.	Risco de Desastres Geo-Hidrológicos.....	101
3.3.4.	Projeções de temperaturas e precipitações	103
3.3.4.1.	Introdução	103

3.3.4.2.	Dados do Climate-Data	103
3.3.4.3.	Dados da Plataforma Meteoblue	104
3.3.4.4.	Projeções de temperatura e precipitações	105
3.4.	Emissões Atmosféricas	109
3.4.1.	Introdução	109
3.4.2.	Aspectos Metodológicos de Inventários de Emissões de GEE	109
3.4.3.	Informações do Sistema de Estimativa de Emissão de Gases de Efeito Estufa (SEEG).....	109
3.4.4.	Análise do Setor de Transporte:	111

Lista de Figuras

Figura 1: Área de Estudo da Região Metropolitana de Manaus	15
Figura 2: Zoneamento da área de estudo da RMM	16
Figura 3: Mapa Geral do Relevo da RM de Manaus	18
Figura 4: Mapa Clinográfico da RM de Manaus	20
Figura 5: Hidrografia da Região Metropolitana de Manaus	23
Figura 6: Hidrografia do município de Manaus.....	24
Figura 7: BRT Extremo Norte -Traçado por vias existentes	25
Figura 8: BRT – Extremo Sul, o traçado passa pela marginal do Igarapé do Quarenta.....	25
Figura 9: BRT – Norte – Leste - Traçado por vias existentes	26
Figura 10: Mapa de Unidades de Conservação Federais, Estaduais e Municipais da RM de Manaus	29
Figura 11: Mapa de Unidades de Conservação no município de Manaus.....	31
Figura 12: Mapa de Unidades de Conservação na Área do Sistema Viário Estrutural	32
Figura 13: Mapa de Patrimônio Histórico, Arquitetônico e Cultural da RM de Manaus.....	38
Figura 14: Mapa de Patrimônio Histórico, Arquitetônico e Cultural – Município de Manaus	39
Figura 15: Mapa dos Setores Urbanos de Manaus	45
Figura 16: Mapa dos Corredores Urbanos e Segmentos	46
Figura 17: Distribuição espacial da população de 2022 na área de estudo da RMM, por zona de tráfego, segundo faixas de população.....	47
Figura 18: Mapa da população segundo faixas nas zonas de tráfego (2010 e 2022)	48
Figura 19: Mapa de densidade populacional nas zonas de tráfego (2022).....	48
Figura 20: Mapa de densidade populacional nas zonas de tráfego (2010 e 2022)	49
Figura 21: Participação de mulheres em cada zona de tráfego segundo faixas de percentuais	50
Figura 22: Mapa de distribuição da população com idade entre 15 e 65 anos	51
Figura 23: Distribuição espacial dos domicílios por zona de tráfego	52
Figura 24: Evolução do número de domicílios de 2010 a 2022 segundo zonas de tráfego	52
Figura 25: Histograma de distribuição de população de Manaus segundo a raça.....	53

Figura 26: Classificação do IDH-M por faixas	54
Figura 27: Histograma de percentuais da população da RMM segundo faixa de renda	55
Figura 28: Renda média domiciliar e população da RMM no ano de 2010 por zonas de tráfego ..	56
Figura 29: Distribuição dos empregos em Manaus (2024)	58
Figura 30: Localização da população em favelas e comunidades urbanas	60
Figura 31: Faixas do IVS.....	61
Figura 32: IVS geral por Índice de Vulnerabilidade Social por zona de tráfego	62
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.	63
Figura 34: Projeção da população da RMM 2010-2055	64
Figura 35: Crescimento percentual anual da população de Manaus 2010-2055	65
Figura 36: Mapa da Rede Existente - TPC-MAC da RM de Manaus.....	68
Figura 37: Mapa de localização da rede proposta- TPC-MAC da RM de Manaus.....	69
Figura 38: Mapa de feições ambientais (meio físico e biótico) 1/6	79
Figura 39: Mapa de feições ambientais (meio físico e biótico) 2/6	80
Figura 40: Mapa de feições ambientais (meio físico e biótico) 3/6	80
Figura 41: Mapa de feições ambientais (meio físico e biótico) 4/6	81
Figura 42: Mapa de feições ambientais (meio físico e biótico) 5/6	83
Figura 43: Mapa de feições ambientais (meio físico e biótico) 6/6	84
Figura 44: Municípios e Mesorregiões do Estado do Amazonas	95
Figura 45: Enxurradas na Mesorregião Centro Amazonense de 1991 a 2012	96
Figura 46: Inundações na Mesorregião Centro Amazonense de 1991 a 2012	98
Figura 47: Movimentos de massa na Mesorregião Centro Amazonense de 1991 a 2012	99
Figura 48: Temperatura média e precipitações mensais em Manaus em 2022	104
Figura 49: Gráfico de temperatura e precipitações médias	105
Figura 50: Gráfico de Projeções de Temperaturas de Manaus, em 0C, no período 2006- 2040.	106
Figura 51: Gráfico de Projeções de precipitações de Manaus, em mm, no período 2006- 2040.	107

Figura 52: Evolução histórica das emissões de GEE de Manaus por setor de atividade desde 2002
..... 111

Lista de Tabelas

Tabela 1: Formas de relevo na RMM.....	17
Tabela 2: Quadro de classes de declividade e restrições.....	19
Tabela 3: Percentuais de áreas de ocorrências de cada faixa de declividade em relação à área do município	21
Tabela 4: Unidades de Conservação localizadas no município de Manaus	33
Tabela 5: População dos municípios da área de estudo e participação percentual em 2022.	47
Tabela 6: Populações de 2022 segundo o sexo nos municípios da RMM.....	49
Tabela 7: População segundo faixas de idade na área de estudo da RMM	50
Tabela 8: Dados de correlações entre número de habitantes e domicílios na área de estudo da RMM	51
Tabela 9: População de Manaus segundo a raça	53
Tabela 10: Participação de cada raça na população de Manaus	53
Tabela 11: IDH-M da RMM entre 1991 e 2010.....	54
Tabela 12: Quadro de classificação do IDH-M da RMM entre 1991 e 2010	54
Tabela 13: População segundo faixa de renda na RMM.....	54
Tabela 14: Totais de empregos e matrículas escolares para o município de Manaus.....	57
Tabela 15: Percentuais por setor de atividade dos empregos de Manaus	58
Tabela 16: População em favelas e comunidades urbanas em Manaus	59
Tabela 17: IVS de Manaus e por dimensão em 2010.....	61
Tabela 18: Evolução da população de 2000 a 2022 na RMM	63
Tabela 19: Projeção da população da RMM entre 2010 e 2055.....	64
Tabela 20: Projeções das taxas de crescimento anual da população da RMM	64
Tabela 21: Feições na AID dos Eixos de Transportes Propostos.....	85
Tabela 22: Registros de desastres naturais no município de Manaus no período de 1991 a 2012 99	
Tabela 23: Ocorrências – Estado do Amazonas Período: 2010-2024	101
Tabela 24: Número de ocorrências no município de Manaus no período 2010-2024.....	101
Tabela 25: Índice de Risco de desastres geo-hidrológicos.....	103

Tabela 26: Dados climatológicos de Manaus	104
Tabela 27: Quadro de seleção de itens condicionantes das projeções de modelos climáticas do Portal PROJEÇÕES CLIMÁTICAS NO BRASIL (http://pclima.inpe.br/)	106
Tabela 28: Projeções de Temperaturas de Manaus, em 0C, no período 2006- 2040.....	106
Tabela 29: Projeções de precipitações de Manaus, em mm, no período 2016- 2040.....	107
Tabela 30: Valores do PAG para cada GEE	109
Tabela 31: Emissões de GEE por setor em milhões de tCO2e no ano 2022.....	110
Tabela 32: Emissões de GEE por município do setor de transporte em tCO2e no ano 2022.....	111

1 Introdução

Este Caderno de Apêndices é integrante do relatório D1 – Relatório de Diagnóstico da Região Metropolitana de Manaus – RMM (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 RMM 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 RMM, 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 as RMs segundo as dimensões urbanas e socioeconômicas.

Foram consideradas as particularidades da RMM, através de informações e dados atualizados, e levando em conta a perspectiva histórica, para entender as transformações e tendências ao longo do tempo.

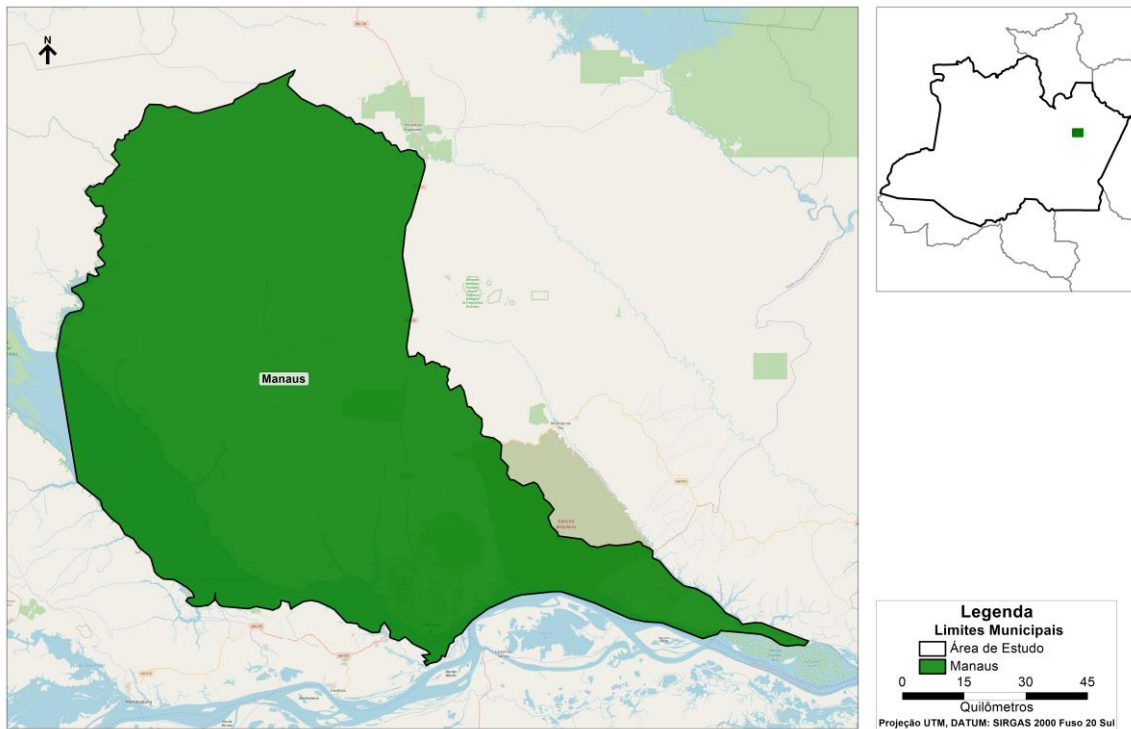
As informações são particularmente úteis para o estudo dos eixos estruturais que possam ser propostos e ou avaliados, haja vista a necessidade de consideração das características físico-territoriais da Área de Estudo na formulação de traçados e das soluções tecnológicas aplicáveis, bem como para a identificação 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 Metropolitana de Manaus, RMM, para o ENMU.

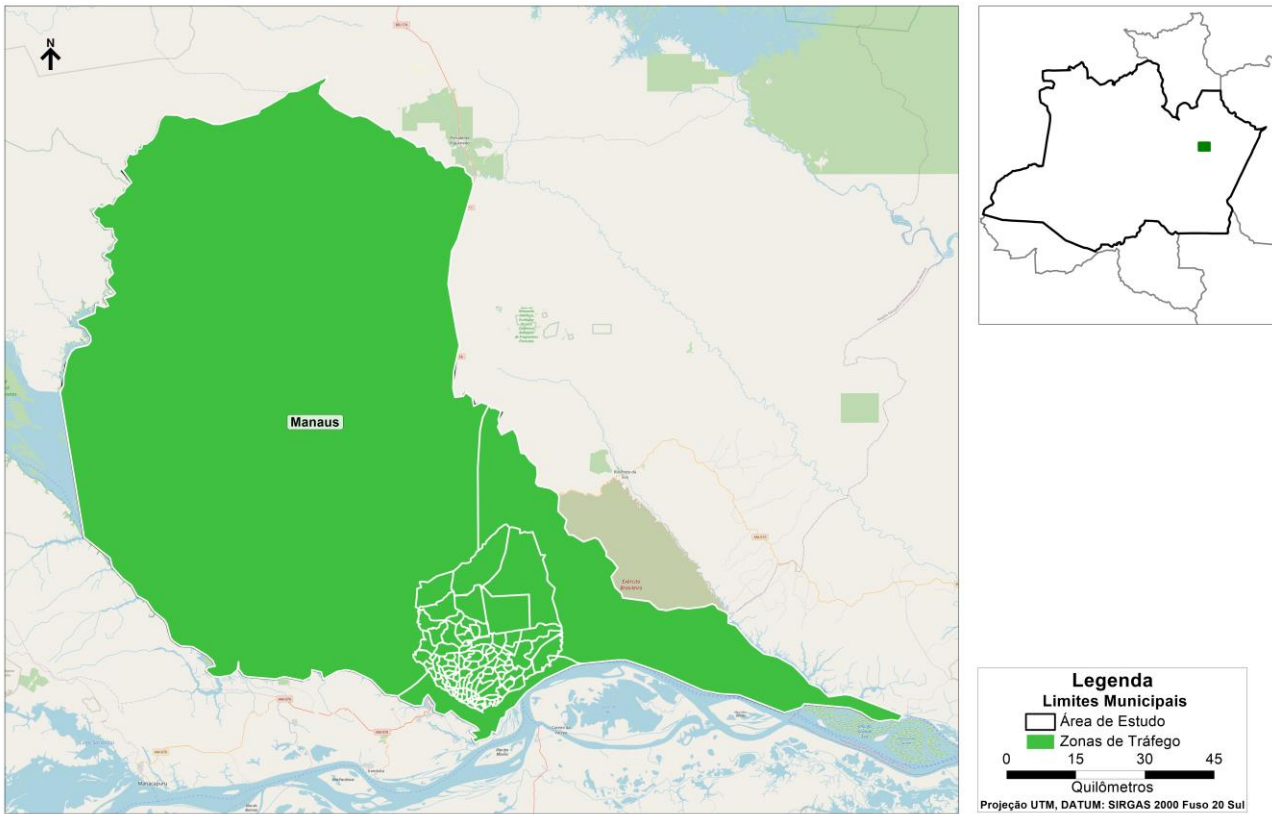
Figura 1: Área de Estudo da Região Metropolitana de Manaus



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 RMM.

Figura 2: Zoneamento da área de estudo da RMM



Fonte: Elaboração própria

2.2. Restrições físicas

Apresentam-se, a seguir, os aspectos do meio físico existentes na RMM que podem impor restrições à implantação dos projetos de TPC-MAC.

2.2.1. Relevo

Para a caracterização do relevo da Região Metropolitana de Manaus foi utilizado o Mapa Geodiversidade do Estado de São Paulo, contido no estudo conduzido pela CPRM (MAIA, 2010)¹, que agrupa conjuntos estratigráficos de comportamento semelhante frente ao uso e ocupação dos terrenos. Essa opção metodológica é aderente ao propósito do presente trabalho, pois o referido estudo defende que o conhecimento da geodiversidade implica o conhecimento do meio físico no tocante às suas limitações e potencialidades, possibilitando a planejadores e administradores melhor visão do tipo de aproveitamento e do uso mais adequado para determinada área ou região.

Na RMM existem 14 formas de relevo, caracterizadas no quadro abaixo e apresentadas na figura adiante.

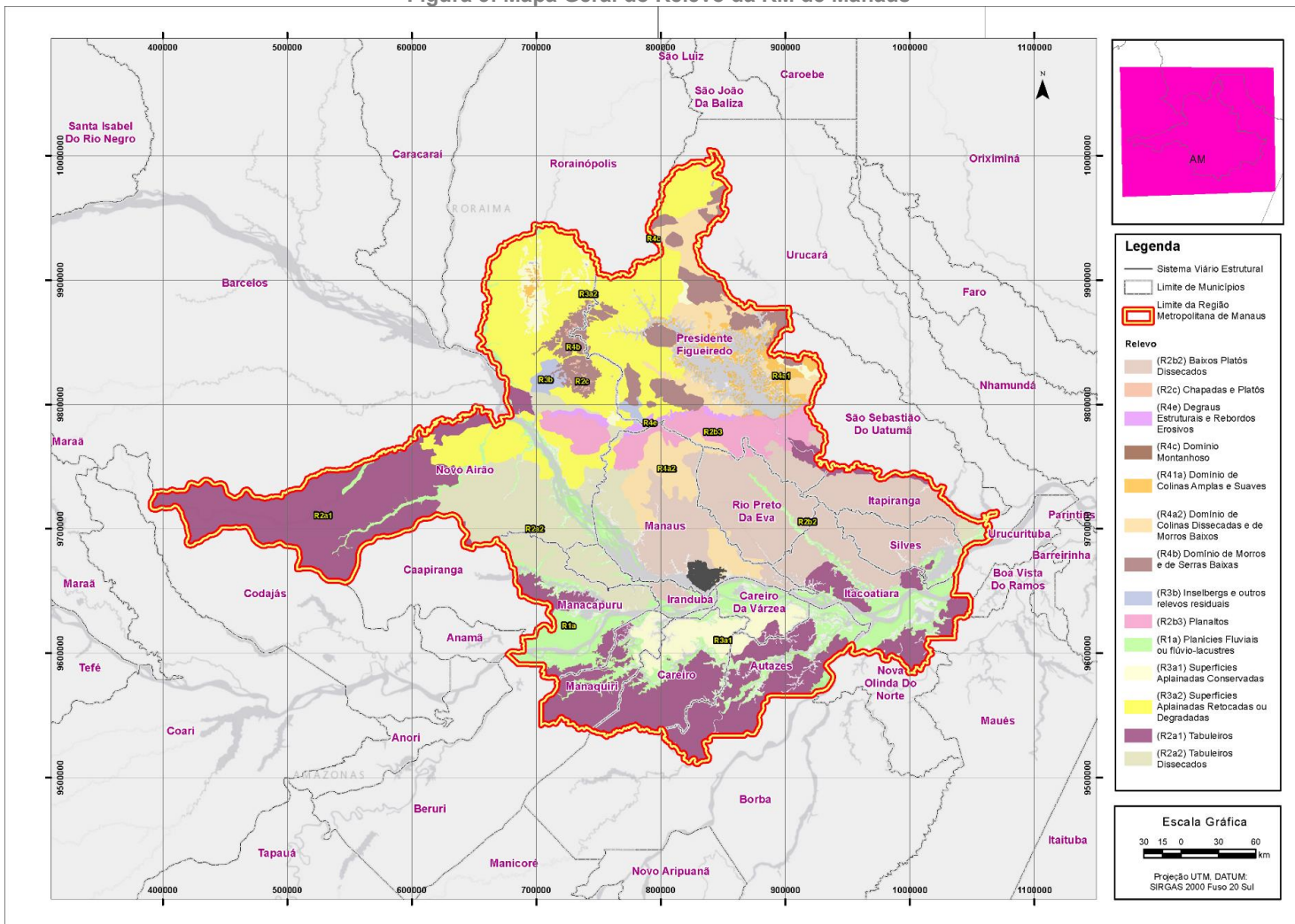
Tabela 1: Formas de relevo na RMM

Código	Formas de Relevo	Declividade (graus)	Amplitude topográfica (m)
R1a	Planícies Fluviais ou flúvio-lacustres	0 a 3	zero
R2a1	Tabuleiros	0 a 3	20 a 50
R2a2	Tabuleiros Dissecados	0 a 3	20 a 50
R2b2	Baixos Platôs Dissecados	0 a 5	20 a 50
R2b3	Planaltos	0 a 5	20 a 50
R2c	Chapadas e Platôs	0 a 5	0 a 20
R3a1	Superfícies Aplainadas Conservadas	0 a 5	0 a 10
R3a2	Superfícies Aplainadas Retocadas ou Degradadas	0 a 5	10 a 30
R3b	Inselbergs e outros relevos residuais	25 a 60	50 a 500
R4a1	Domínio de Colinas Amplas e Suaves	3 a 10	20 a 50
R4a2	Domínio de Colinas Dissecadas e de Morros Baixos	5 a 20	30 a 80
R4b	Domínio de Morros e de Serras Baixas	15 a 35	80 a 200
R4c	Domínio Montanhoso	25 a 60	300 a 2000
R4e	Degraus Estruturais e Rebordos Erosivos	10 a 45	50 a 200

Fonte: MAIA (2010) - Elaboração própria

¹ MAIA, M. A. M.. **Geodiversidade do estado do Amazonas**. / Organização Maria Adelaide Mansini Maia [e] José Luiz Marmos. Manaus, CPRM, 2010. 275 p.; 30 cm + 1 DVD.

Figura 3: Mapa Geral do Relevo da RM de Manaus



Fonte: MAIA, 2010.

Observa-se que predomina o relevo R2b2 – Baixos Platôs Dissecados, cujas características são:

Relevo de degradação em rochas sedimentares. Superfícies ligeiramente mais elevadas que os terrenos adjacentes, francamente dissecadas em forma de colinas tabulares. Sistema de drenagem constituído por uma rede de canais com alta densidade de drenagem, que gera um relevo dissecado em vertentes retilíneas e declivosas nos vales encaixados, resultantes da dissecção fluvial recente. Deposição de planícies aluviais restritas em vales fechados. Equilíbrio entre processos de pedogênese e morfogênese (formação de solos espessos e bem drenados, com moderada suscetibilidade à erosão). Eventual atuação de processos de laterização. Ocorrências esporádicas, restritas a processos de erosão laminar ou linear acelerada (ravinas e voçorocas) (MAIA, 2010).

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

Tabela 2: Quadro de classes de declividade e restrições

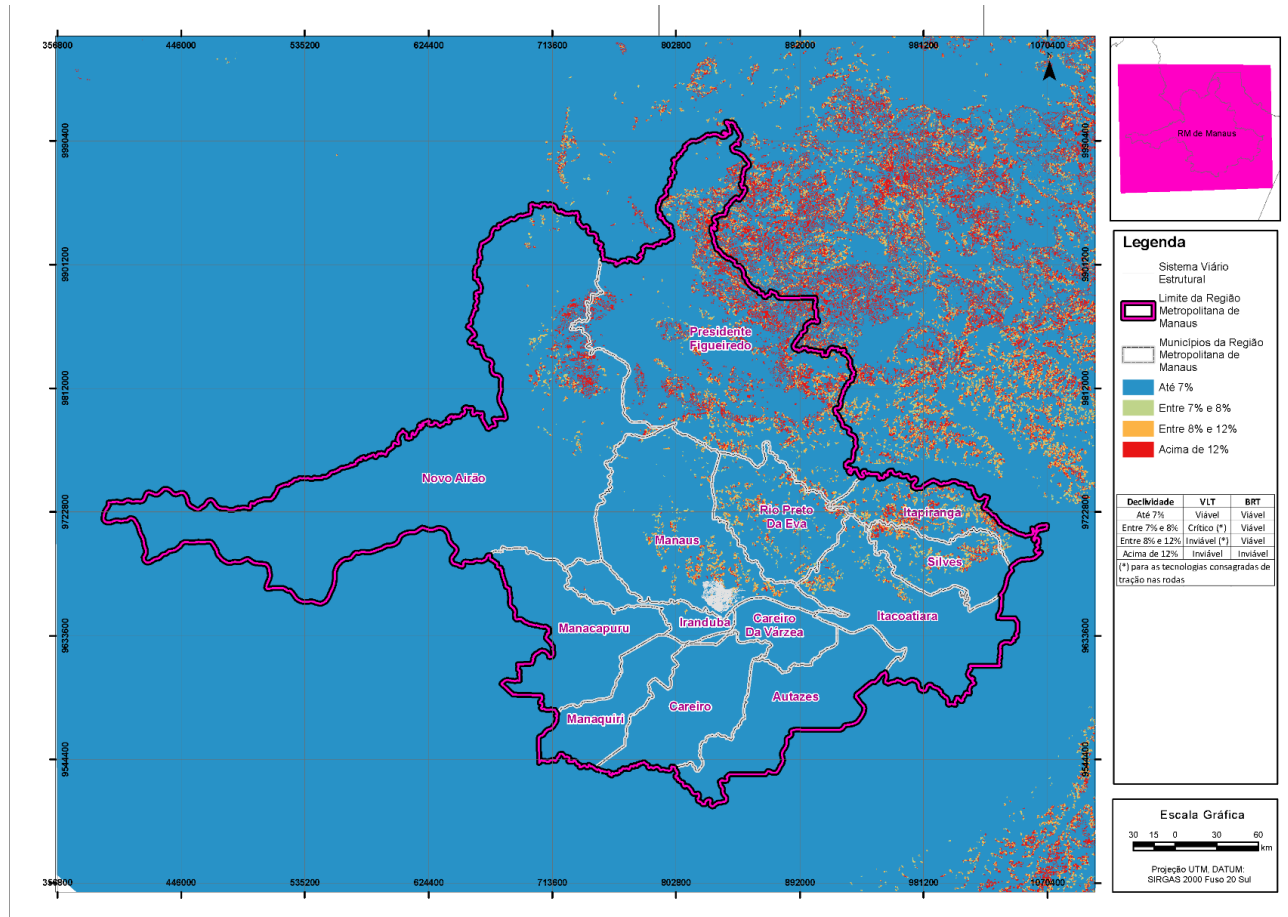
Declividade	Modalidade TPC-MAC de Superfície	
	VLT	BRT
Até 7%	Viável	Viável
Entre 7 %e 8%	Crítico (*)	Viável
Entre 8% e 12%	Inviável (*)	Viável
Acima de 12%	Inviável	Inviável

(*) 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 4: Mapa Clinográfico da RM de Manaus



Fonte: Elaboração própria

Curvas de Nível obtidas pelo Modelo Digital de Elevação da Missão Copérnico (Agência Espacial Européia – 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 à área do município. Quase a totalidade da área da RMM tem configuração plana com declividade abaixo de 7% em 97% da área de forma que o relevo não é determinante para localização de sistemas de TPC – MAC.

Tabela 3: Percentuais de áreas de ocorrências de cada faixa de declividade em relação à área 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%
Manaus	96,98	0,82	1,57	0,64

Fonte: Elaboração própria

2.2.2. Recursos Hídricos

Segundo CARMO FILHO, FORTES & ALBUQUERQUE (2024)

A cidade de Manaus possui cerca de vinte e uma Bacias Hidrográficas Urbanas presentes no perímetro da área urbana, dispostas em 4 seções representando a direção da drenagem aos rios de maior compartimentação: o Rio Tarumã-Açu, o Rio Negro, o Rio Solimões/Amazonas e o Rio Puraquequara.

Para análise dos recursos hídricos da Região Metropolitana de Manaus (RMM) 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 Região Metropolitana de Manaus (RMM) e, por consequência, dos projetos de TPC-MAC em superfície.

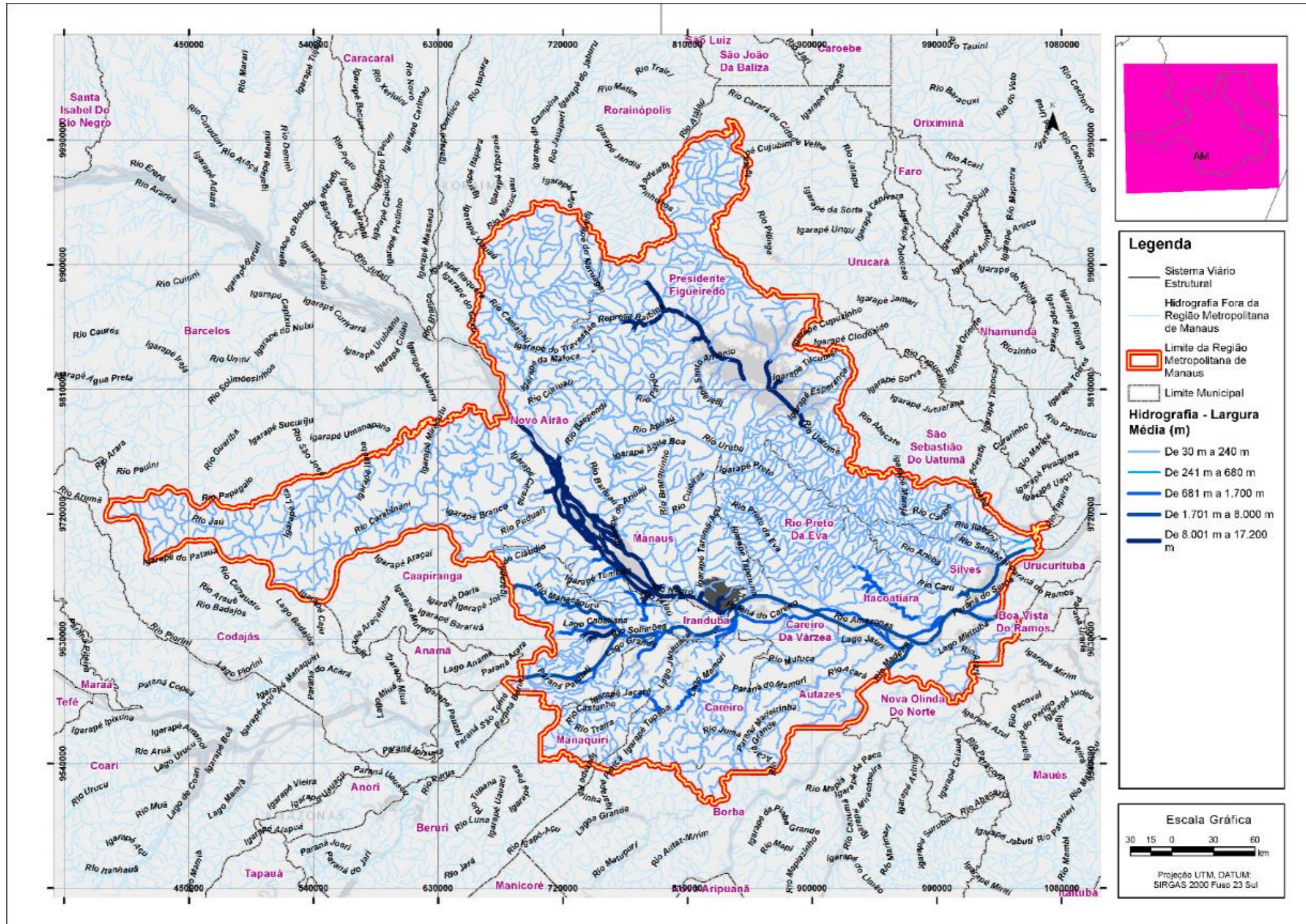
O arquivo vetorial de hidrografia do IBGE foi recortado para o limite da RMM, procedendo-se, na sequência, ao uso de imagem de satélite de alta resolução (Google Earth) para aferir a largura média dos cursos d'água considerados. Criou-se uma coluna no banco de dados resultante da hidrografia recortada para a RMM 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.

As propostas de sistemas BRT apresentadas no Relatório D2 não interferem de forma relevante nos recursos hídricos por utilizarem vias existentes, com exceção do BRT – Extremo Sul, cujo traçado passa pela marginal do Igarapé do Quarenta sem interferir no Igarapé.

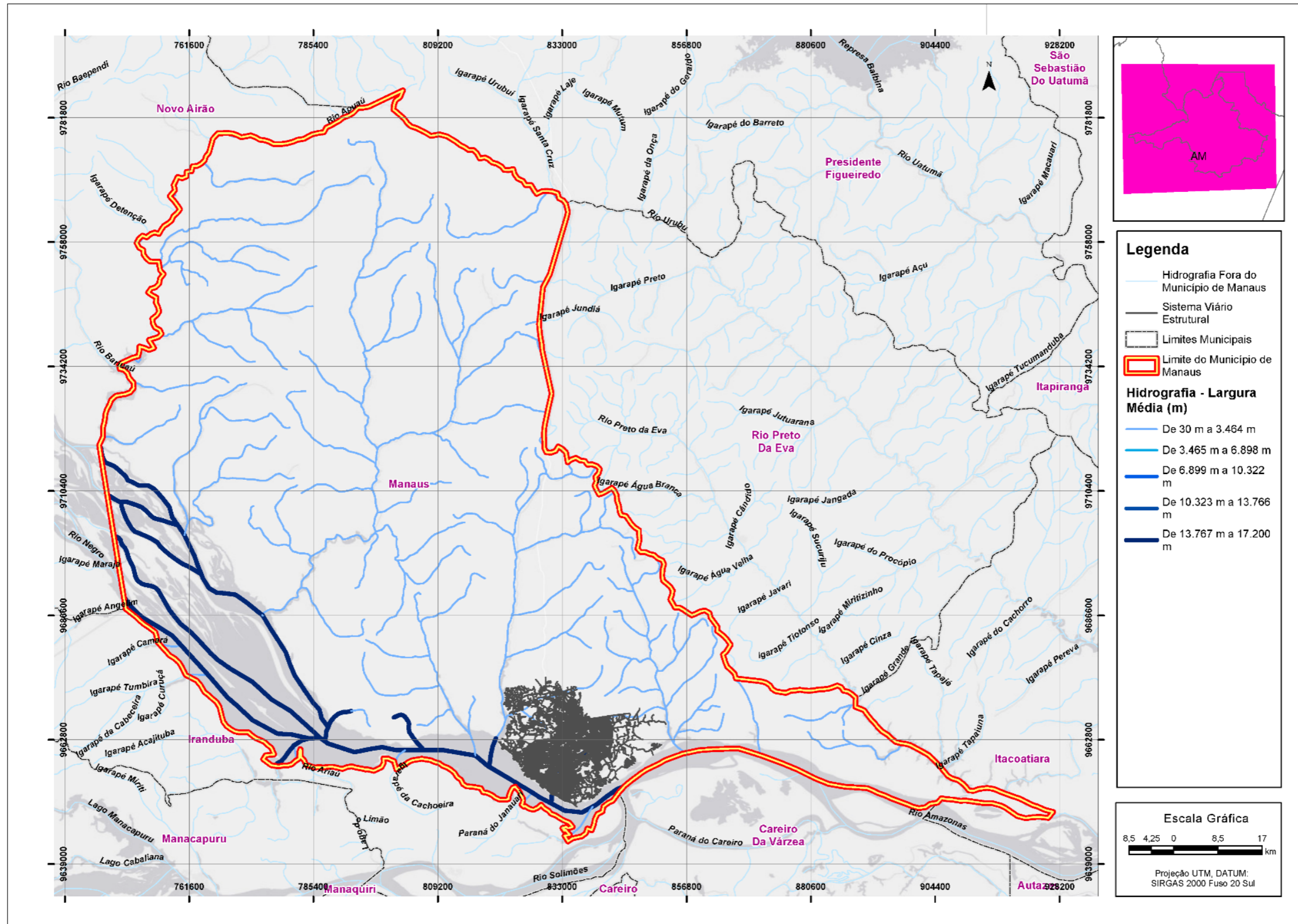
A seguir são apresentadas Figuras dos mapas de hidrografia da Região Metropolitana de Manaus; do município de Manaus e os croquis dos projetos de BRT.

Figura 5: Hidrografia da Região Metropolitana de Manaus



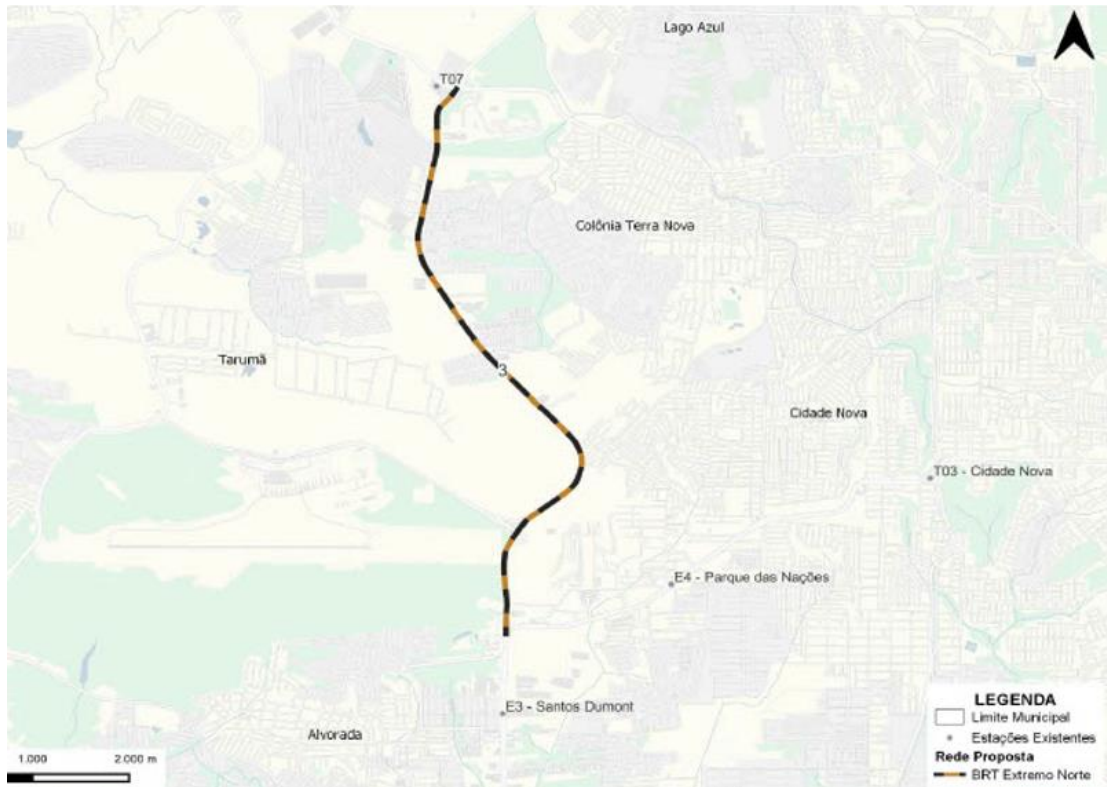
Fonte: Elaboração própria

Figura 6: Hidrografia do município de Manaus



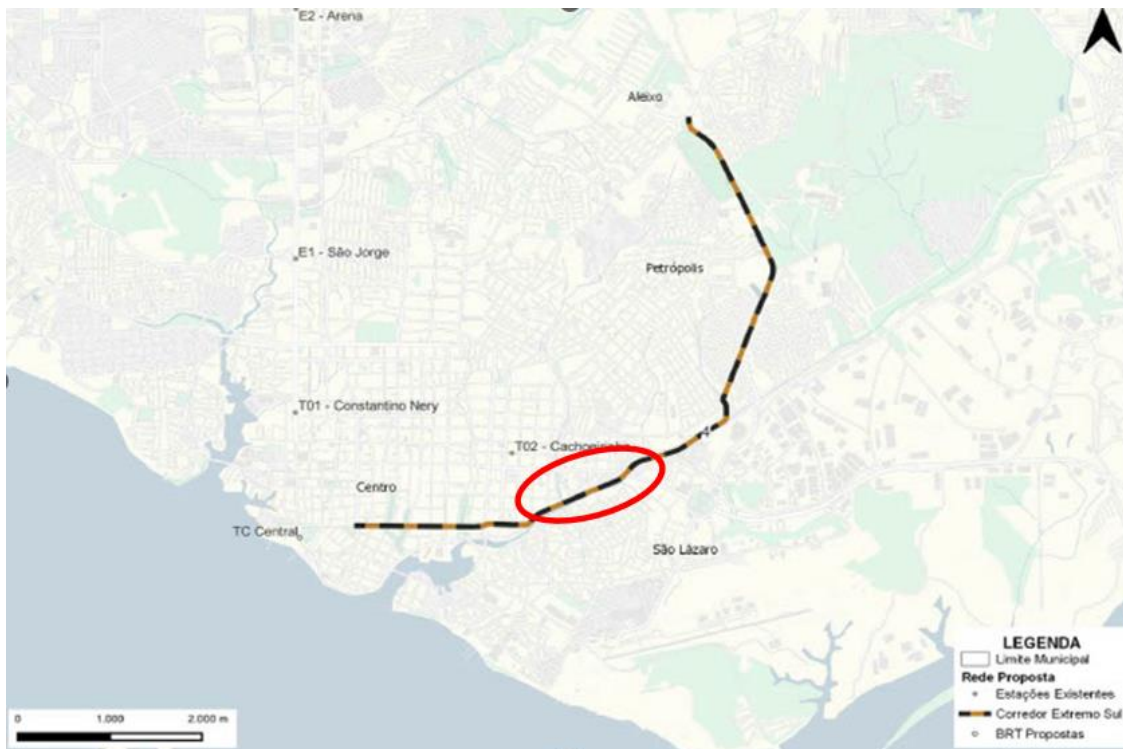
Fonte: Elaboração própria

Figura 7: BRT Extremo Norte -Traçado por vias existentes



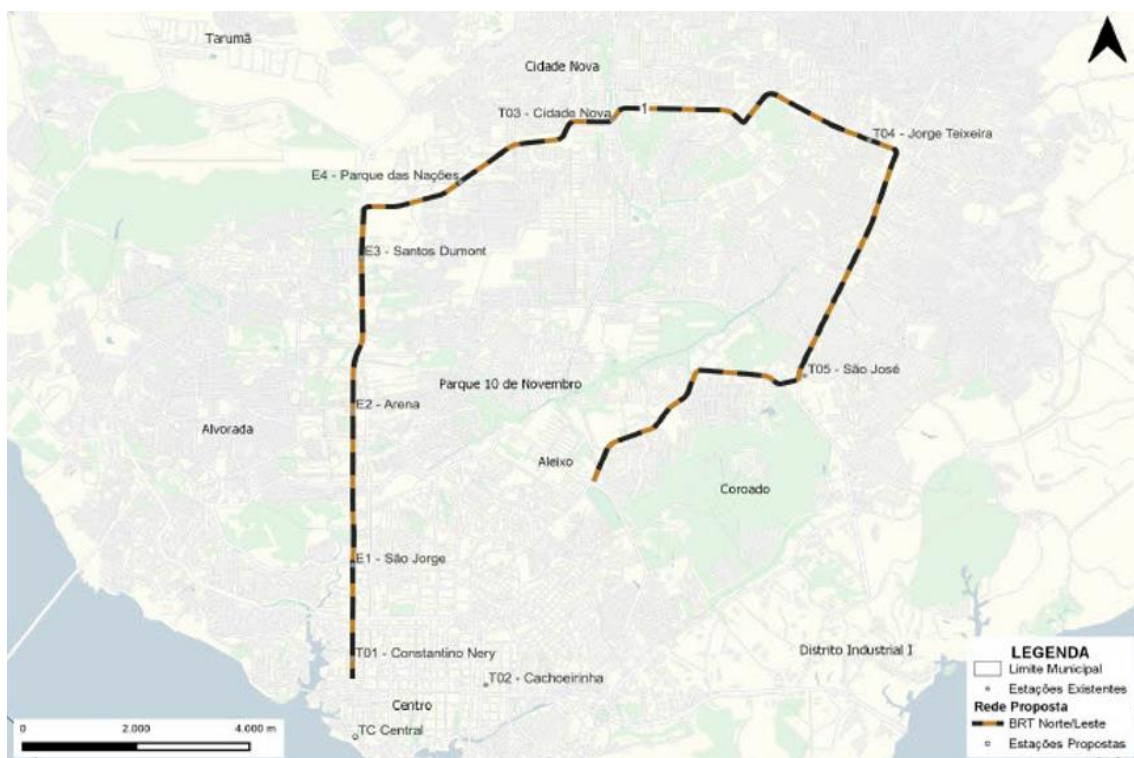
Fonte: Elaboração própria

Figura 8: BRT – Extremo Sul, o traçado passa pela marginal do Igarapé do Quarenta



Fonte: Elaboração própria

Figura 9: BRT – Norte – Leste - Traçado por vias existentes



Fonte: Elaboração própria

2.3. Restrições legais

Apresentam-se, a seguir, restrições legais existentes na RMM 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 RMM, 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 (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.

A Lei 9.985/2.000 (SNUC) determina que:

Art. 36. Nos casos de licenciamento ambiental de empreendimentos de significativo impacto ambiental, assim considerado pelo órgão ambiental competente, com fundamento em estudo de impacto ambiental e respectivo relatório - EIA/RIMA, o empreendedor é obrigado a apoiar a implantação e manutenção de unidade de conservação do Grupo de Proteção Integral, de acordo com o disposto neste artigo e no regulamento desta Lei. (artigo regulamentado pelo Decreto 4340/2002).

§ 3º Quando o empreendimento afetar unidade de conservação específica ou sua zona de amortecimento, o licenciamento a que se refere o caput deste artigo só poderá ser concedido

mediante autorização do órgão responsável por sua administração, e a unidade afetada, mesmo que não pertencente ao Grupo de Proteção Integral, deverá ser uma das beneficiárias da compensação definida neste artigo.

Apresentam-se, a seguir, as UC existentes na RMM 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)², Governo do Estado do Amazonas (Secretaria de Estado do Meio Ambiente – SEMA)³ e Prefeitura Municipal de Manaus (SEMMAS CLIMA).

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.

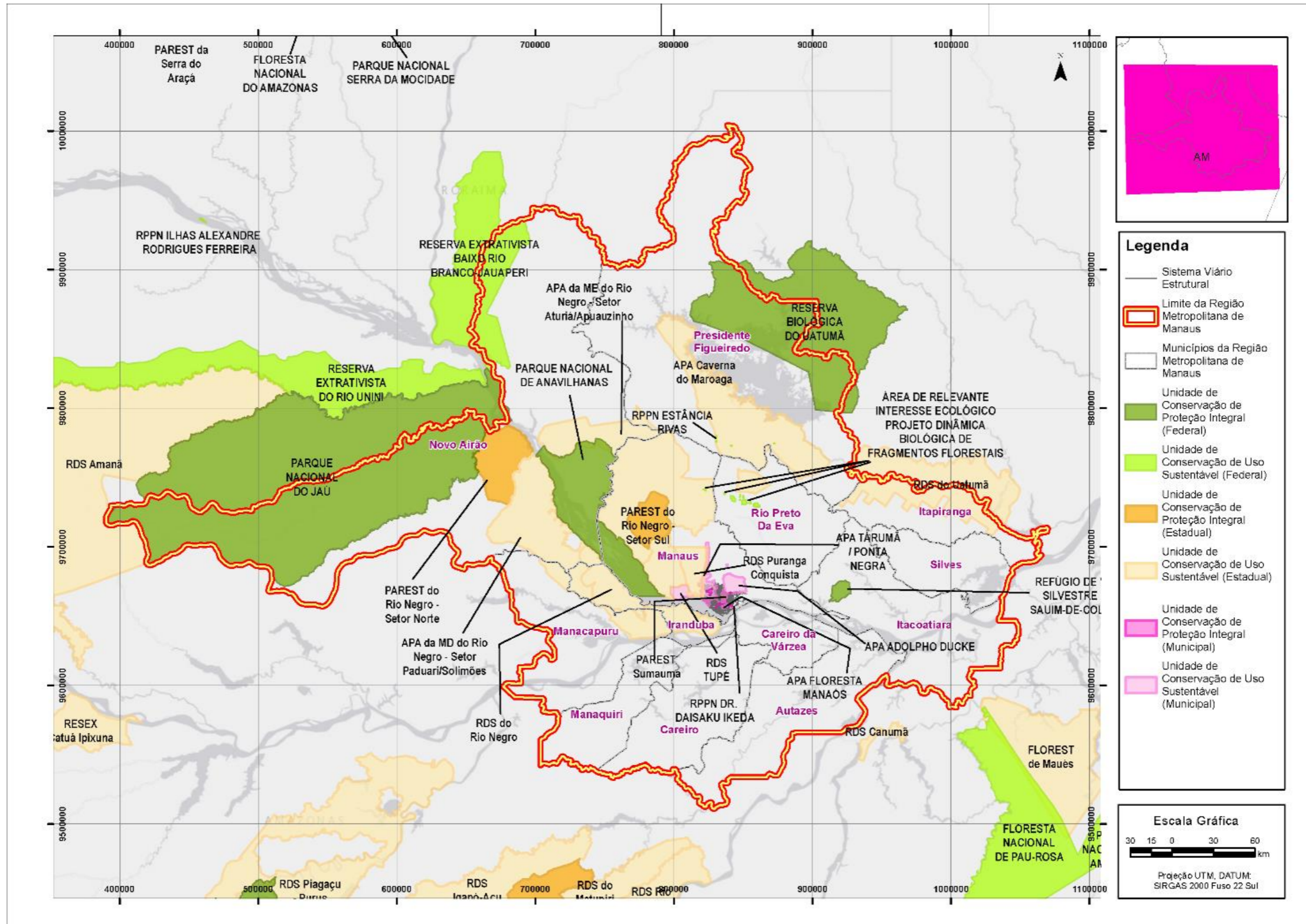
2.3.1.1. Unidades de Conservação na Região Metropolitana de Manaus (RMM)

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

² GOVERNO FEDERAL. Instituto Chico Mendes de Biodiversidade. **Cadastro Nacional de Unidades de Conservação**. Disponível em: <http://mapas.mma.gov.br/i3geo/datadownload.htm>

³ GOVERNO DO ESTADO DO AMAZONAS. Secretaria de Estado do Meio Ambiente. **Unidades de Conservação**. Disponível em: [Unidades de Conservação - SEMA](#)

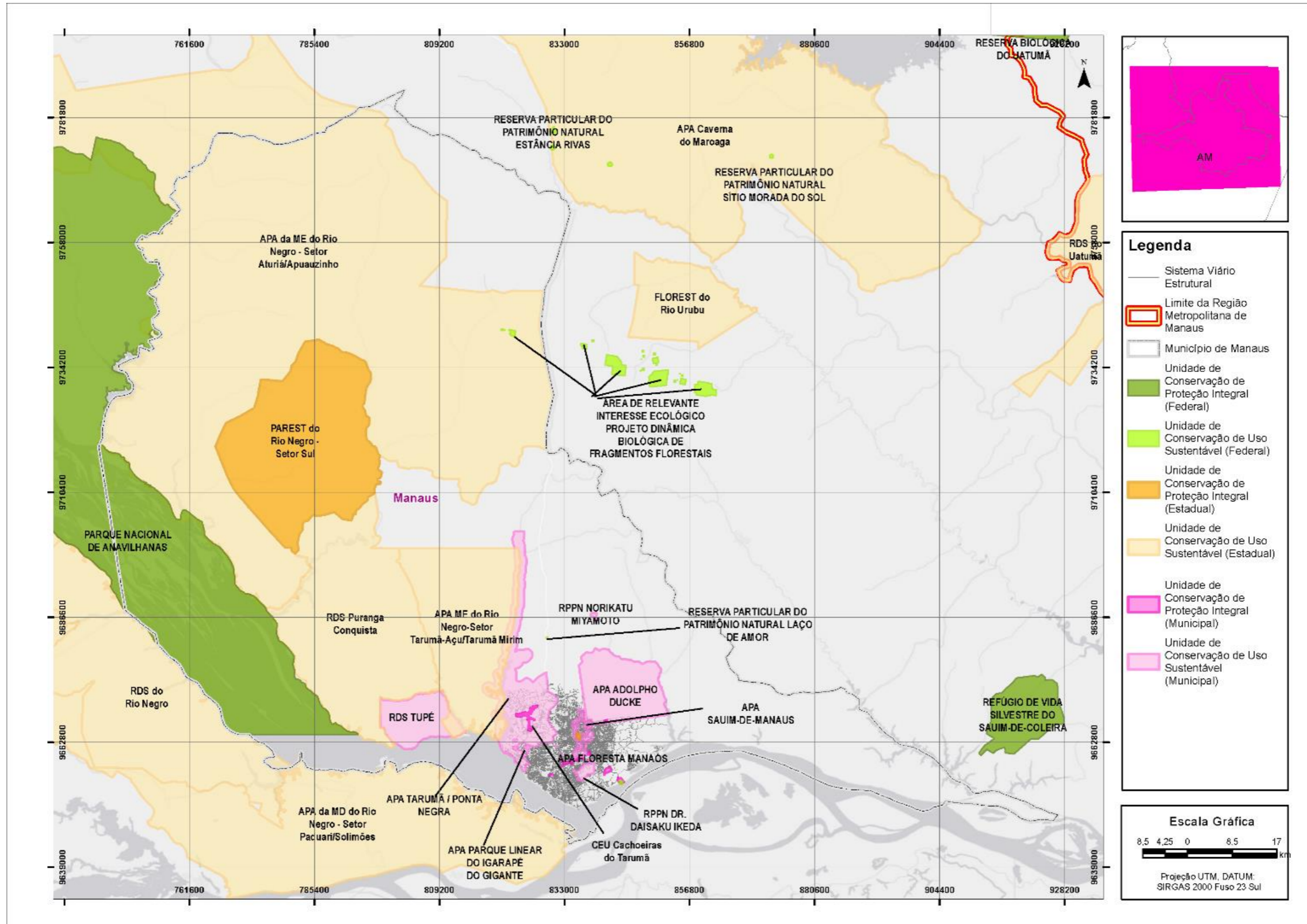
Figura 10: Mapa de Unidades de Conservação Federais, Estaduais e Municipais da RM de Manaus



Fonte: Elaboração própria

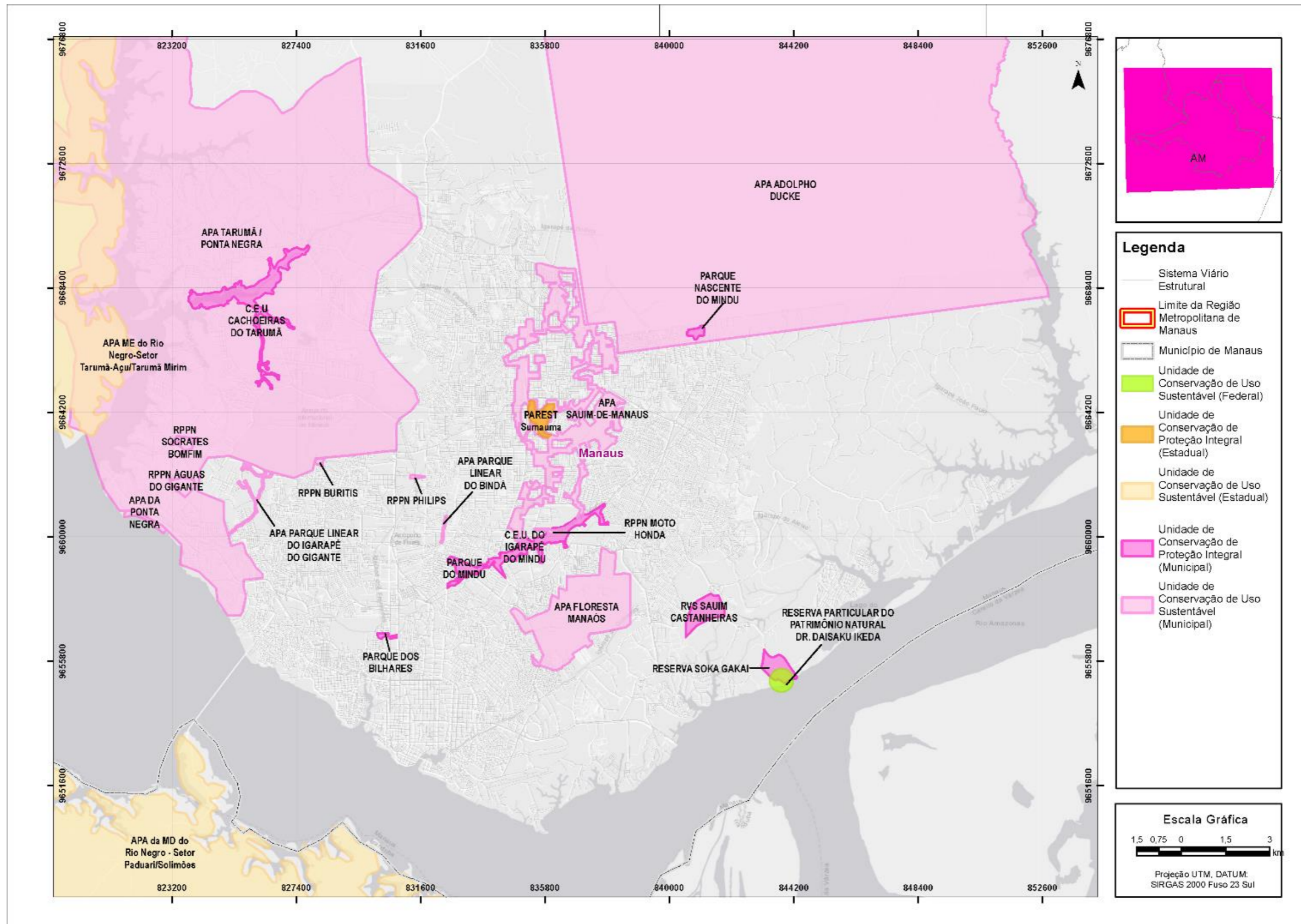
As Figuras seguintes mostram, respectivamente, as Unidades de Conservação situadas no município de Manaus, e as que são incidentes sobre o Sistema Viário Estrutural existente.

Figura 11: Mapa de Unidades de Conservação no município de Manaus



Fonte: Elaboração própria

Figura 12: Mapa de Unidades de Conservação na Área do Sistema Viário Estrutural



Fonte: Elaboração própria

A tabela a seguir apresenta as UC no município de Manaus, indicando aquelas incidentes sobre o Sistema Viário Estrutural existente, onde há interesse para implantação de projetos de TPC-MAC.

Tabela 4: Unidades de Conservação localizadas no município de Manaus

Unidade de Conservação	Esfera			Categoria	
	F	E	M	PI	US
Parque Nacional de Anavilhanas	.			.	
Parque Estadual do Rio Negro Setor Sul		.		.	
Parque Estadual Sumauma		.		.	
Reserva da Vida Silvestre Sauim Castanheiras			.	.	
Área de Relevante Interesse Ecológico Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais	.				.
APA da ME do Rio Negro - Setor Aturiá/Apuauzinho		.			.
APA da ME do Rio Negro-Setor Tarumã-Açu/Tarumã Mirim		.			.
APA da ME do Rio Negro - Setor Paduari/Solimões		.			.
APA Tarumã / Ponta Negra			.		.
APA Adolpho Ducke			.		.
APA Floresta Manaós			.		.
APA Parque Linear do Bindá			.		.
APA Parque Linear do Igarapé do Gigante			.		.
APA Sauim-de-Manaus			.		.
APA da Ponta Negra			.		.
Corredor Ecológico Urbano Cachoeiras do Tarumã			.	.	
Corredor Ecológico Urbano do Igarapé do Mindu			.	.	
Parque do Mindu			.	.	
Parque dos Bilhares			.	.	
Parque Nascentes do Mindu			.	.	
Reserva Soka Gakai			.	.	
RDS do Rio Negro		.			.
RDS Puranga Conquista		.			.
RDS Tupé			.		.
RPPN Dr. Daisaku Ikeda	.				.
RPPN Laço de Amor	.				.
RPPN Morikatu Miyamoto			.		.
RPPN Águas do Gigante			.		.
RPPN Buritis			.		.
RPPN Moto Honda			.		.
RPPN Phillips			.		.
RPPN Sócrates Bonfim			.		.

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

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

Fonte: Elaboração própria

No território do município de Manaus há Unidades de Conservação, criadas em âmbito federal, estadual ou municipal. A maior parte dessas UC pertence à categoria de Uso Sustentável (as APA,

a ARIE, as RDS e as RPPN), mas também há diversas na categoria de Proteção Integral (os Parques, os Corredores Ecológicos Urbanos e as Reservas).

Na área mais central do município, onde se localiza o Sistema Viário Estrutural, há quatro Parques (um estadual e três municipais); duas Reservas (municipais) e dois corredores Ecológicos Urbanos (municipais), todos de Proteção Integral.

Quanto às de Uso Sustentável, são: as APA, em número de oito, sendo uma estadual e sete, municipais, e as RPPN, em número de seis, sendo uma federal e cinco, municipais.

2.3.1.2. Discussão e conclusões

Conforme observado na Figura 10 e na Tabela 04, há um grande número de Unidades de Conservação nos municípios da RMM, ressaltando-se a presença das UC de Proteção Integral e suas respectivas zonas de amortecimento: o Parque Estadual Sumaúma, os Parques municipais do Mindu, dos Bilhares, das Nascentes do Mindu; a Reserva de Vida Silvestre Sauim Castanheiras, a Reserva Soka Gakai, e os Corredores Ecológicos Urbanos Cachoeiras do Tarumã e do Igarapé do Mindu. Nessas Unidades, não são permitidas intervenções para implantação de projetos de TPC-MAC.

Também existem UC de Uso Sustentável, como as APA e as RPPN.

De acordo com a Lei Nº 9985/2000,

Art. 15. A Área de Proteção Ambiental é uma área em geral extensa, com um certo grau de ocupação humana, dotada de atributos abióticos, bióticos, estéticos ou culturais especialmente importantes para a qualidade de vida e o bem-estar das populações humanas, e tem como objetivos básicos proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais.

§ 1º A Área de Proteção Ambiental é constituída por terras públicas ou privadas.

§ 2º Respeitados os limites constitucionais, podem ser estabelecidas normas e restrições para a utilização de uma propriedade privada localizada em uma Área de Proteção Ambiental.

§ 3º As condições para a realização de pesquisa científica e visitação pública nas áreas sob domínio público serão estabelecidas pelo órgão gestor da unidade.

§ 4º Nas áreas sob propriedade privada, cabe ao proprietário estabelecer as condições para pesquisa e visitação pelo público, observadas as exigências e restrições legais.

§ 5º A Área de Proteção Ambiental disporá de um Conselho presidido pelo órgão responsável por sua administração e constituído por representantes dos órgãos públicos, de organizações da sociedade civil e da população residente, conforme se dispuser no regulamento desta Lei.

No âmbito do presente documento, destaca-se, dessa Lei, o § 5º, que determina, em cada APA, a existência de um Conselho Administrador.

Desta forma, para os fins a que se destina o presente estudo, isto é, para orientar e subsidiar a futura implantação de projetos de TPC-MAC na RMM, cabe ressaltar que os licenciamentos desses empreendimentos demandarão consulta (e respectiva anuência) dos órgãos responsáveis pela administração (Conselho Gestor) dessas APA, ou, no caso das RPPN, do órgão responsável pela sua criação.

Especificamente no caso de UC de Uso Sustentável, as mencionadas restrições e/ou demandas de procedimentos como submissão de apreciação e anuência de órgãos gestores, impostas pelas possíveis intervenções de projetos de TPC-MAC, apesar de implicarem em maior complexidade nos processos de licenciamento ambiental, não configuram impedimentos legais para a implantação de tais projetos. Cabe, no contexto de gerenciamento de projetos, ponderar essas complexidades nas fases iniciais de concepção.

Já, no que se refere aos projetos de TPC-MAC que impliquem em intervenções nos territórios de UC de Proteção Integral não se prevê aprovação das mesmas por parte dos órgãos gestores.

2.3.2. Patrimônio Histórico, Arquitetônico e Cultural

2.3.2.1. Base legal

Neste item, aborda-se a existência, na Região Metropolitana de Manaus, 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^a – 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.

Em nível estadual, no estado do Amazonas, a principal legislação consiste em:

- ✓ Constituição do Estado do Amazonas
- ✓ Lei N.º 3.585/2010 – institui o Fundo Estadual de Cultura – FEC.
- ✓ Lei N.º 1.529/ 1982 – dispõe sobre a proteção do Patrimônio Histórico e Artístico do Estado do Amazonas, CRIA o Conselho Estadual de Defesa do Patrimônio Histórico e Artístico do Amazonas, e dá outras providências.
- ✓ Lei N.º 1.496/1981- dispõe sobre a Lei Orgânica dos Municípios do Estado do Amazonas.
- ✓ Lei N.º 1.199/1976 - dispõe sobre a proteção do Patrimônio Histórico e Artístico do Estado do Amazonas.

2.3.2.2. Bens tombados e sítios arqueológicos na área de estudo⁴

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.

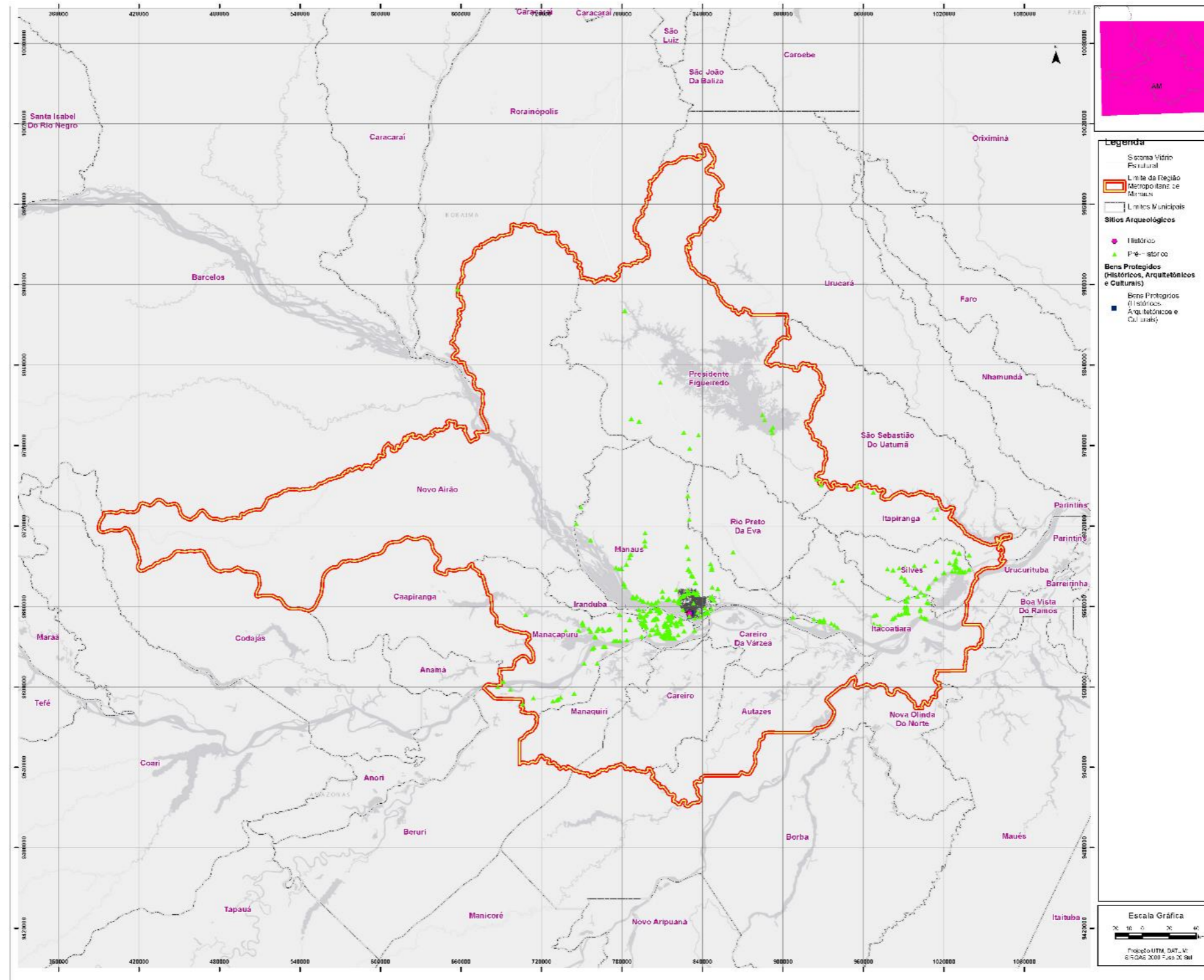
Inicialmente, em âmbito mais abrangente, apresenta-se o mapa Figura 13 - Mapa de Patrimônio Histórico, Arquitetônico e Cultural da RM de Manaus, que mostra o conjunto dos bens existentes, indicando a localização dos Bens Protegidos (Históricos, Arquitetônicos e Culturais), assim como dos Sítios Arqueológicos (Históricos e Pré-Históricos).

Nesse Mapa, fica evidente o grande número de bens e sítios, predominantemente situados nos municípios de Manaus, Iranduba, Silves e Manacapuru, e com menor número de ocorrências nos demais municípios. Os sítios arqueológicos, muito numerosos, são, em sua maior parte, Pré-Históricos. Há, também, quatro bens protegidos.

Assim, para dar ênfase na área de interesse (Manaus, potencialmente sujeito à implantação de projetos de TPC-MAC) e possibilitar melhor visualização dos bens existentes nesse município, foi produzido um mapa específico, Figura 14 - Mapa de Patrimônio Histórico, Arquitetônico e Cultural – Município de Manaus, apresentado na sequência. Observa-se que os sítios arqueológicos, predominantemente pré-históricos, situam-se sobretudo ao longo dos rios. E os bens protegidos são: o Mercado Municipal, o Porto de Manaus, o Reservatório de Mocó na Praça do Chile, e o Teatro Amazonas.

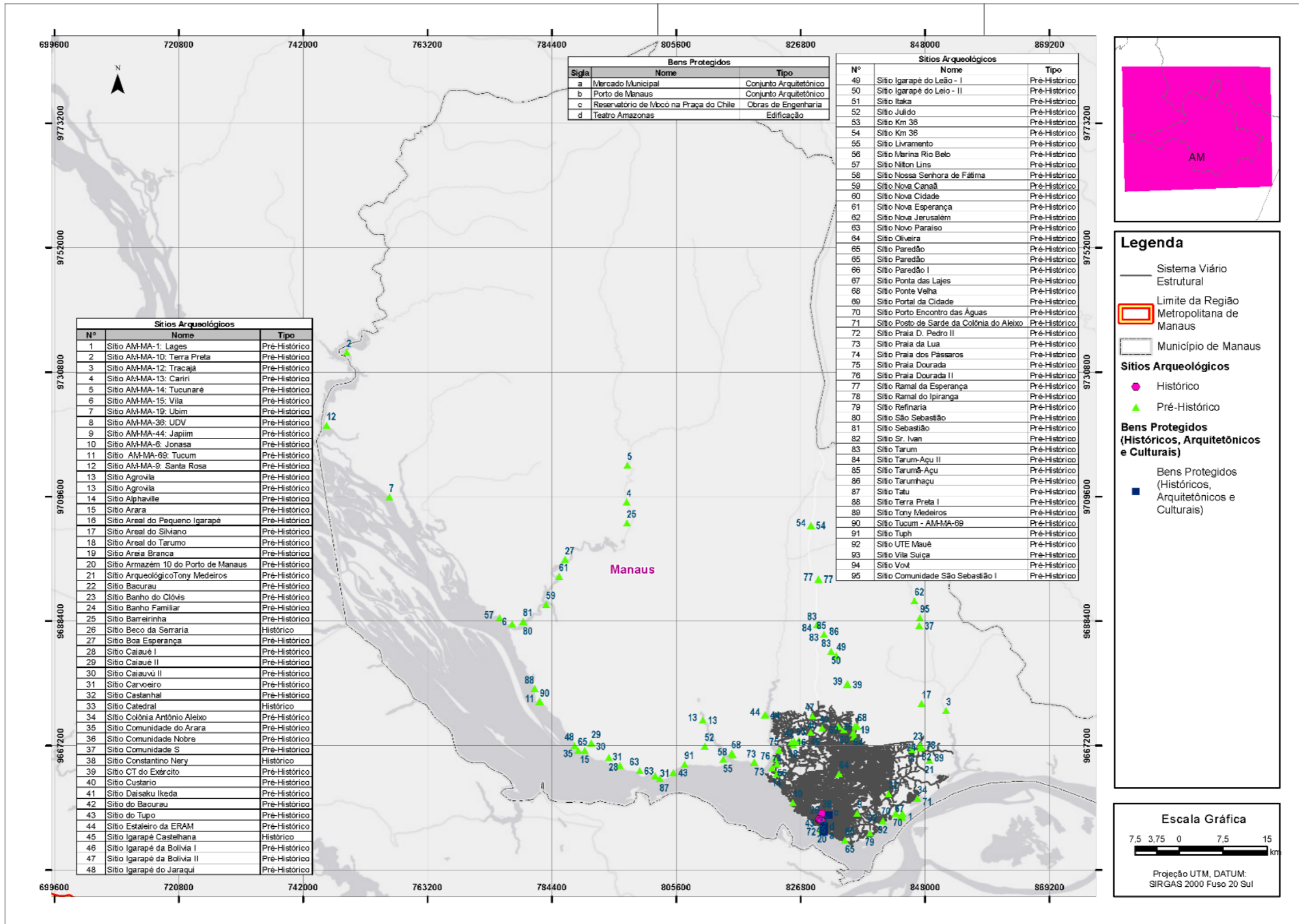
⁴ A área de estudo da RMM para o ENMU é o município de Manaus

Figura 13: Mapa de Patrimônio Histórico, Arquitetônico e Cultural da RM de Manaus



Fonte: IPHAN.

Figura 14: Mapa de Patrimônio Histórico, Arquitetônico e Cultural – Município de Manaus



Fonte: IPHAN.

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.

Diferentemente do que ocorre com as Unidades de Conservação existentes nos municípios de interesse deste trabalho, 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 no Município de Manaus. Buscou-se a legislação que define o uso e ocupação do território para o 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 o Plano Diretor Municipal e a Lei de uso e ocupação do solo e seus respectivos mapas, apresentados a seguir.

O ordenamento territorial do município de Manaus é estabelecido por meio de dois instrumentos: o Plano Diretor Urbano e Ambiental⁵ e a Lei de uso e ocupação do solo⁶, ambos publicados em 2014 e posteriormente alterados por legislação complementar.

O Macrozoneamento do Município de Manaus “visa garantir a ocupação equilibrada do território municipal e o desenvolvimento não predatório das atividades”, e tem as seguintes diretrizes:

- proteção das paisagens notáveis e os recursos naturais do território;

⁵ MANAUS (AM). **Lei Complementar nº 2 de 16 de janeiro de 2014**. Dispõe sobre o Plano Diretor Urbano e Ambiental do Município de Manaus e dá outras providências. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/plano-diretor-manaus-am>. Acesso em: 11 nov. 24.

⁶ MANAUS (AM). **Lei Complementar nº 1.838 de 16 de janeiro de 2014**. Dispõe sobre as normas de Uso e Ocupação do Solo no Município de Manaus e dá outras providências. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/plano-de-zoneamento-uso-e-ocupacao-do-solo-manaus-am>. Acesso em: 11 nov. 24.

- direcionamento do uso e da ocupação do território de modo a preservar a natureza;
- otimização das redes de circulação intramunicipal e intermunicipal, permitindo integrar o território e facilitar a articulação regional.

Ainda de acordo com o Plano Diretor, os pressupostos do Macrozoneamento de Manaus são:

- a restrição à ocupação nas áreas das unidades de conservação federais, estaduais e municipais de proteção integral, nas áreas de preservação permanente, particularmente nas faixas marginais aos rios e igarapés e nas encostas, conforme estabelecido na legislação federal, estadual e municipal específica;
- a ampliação das unidades de conservação de âmbito municipal;
- a inibição da expansão da malha urbana nas direções norte e leste, mediante a indução do adensamento na área urbana consolidada, visando melhor aproveitamento da infraestrutura instalada;
- o aproveitamento sustentável das áreas localizadas fora das unidades de conservação, com potencial para o desenvolvimento de atividades agroflorestais e de ecoturismo;
- o favorecimento ao escoamento da produção e aos fluxos produtivos;
- o incremento do transporte fluvial de cargas e passageiros.

São estabelecidas quatro Macroáreas para o território municipal, caracterizadas como:

I - área urbana

é a área territorial do Município destinada ao desenvolvimento de usos e atividades urbanos, delimitada de modo a conter a expansão horizontal da cidade, visando otimizar a utilização da infraestrutura existente e atender às diretrizes de zoneamento do Município.

A Área Urbana é dividida em Zonas Urbanas, subdivididas em Setores Urbanos, Subsetores e Corredores Urbanos, unidades descritas no item 2.4.1 Uso do solo.

II - área de transição

é a faixa do território municipal que contorna os limites da área urbana, incluindo a Reserva Florestal Adolpho Ducke, podendo abrigar atividades agrícolas, usos e atividades urbanas de baixo impacto, em que são incentivadas atividades ecoturísticas e industriais até Tipo 3.

III - unidades de conservação

correspondem às categorias definidas no Sistema Nacional de Unidade de Conservação (SNUC).

Dividem-se em três grupos segundo a tutela, sendo uma de tutela federal (Parque Nacional de Anavilhanas), quatro de tutela estadual (Área de Proteção Ambiental - APA Estadual da Margem

Esquerda do Rio Negro - Setor Tarumã-Açu/Tarumã Mirim; Área de Proteção Ambiental - APA Estadual da Margem Esquerda do Rio Negro - Setor Aturiá/Apuzinho; Parque Estadual Sumaúma; e Parque Estadual do Rio Negro Setor Sul), dez de tutela municipal (Parque Municipal do Mindu; Parque Municipal das Nascentes do Mindu; Refúgio de Vida Silvestre Sauim Castanheira; Reserva de Desenvolvimento Sustentável - RDS do Tupé; Área de Proteção Ambiental - APA do Tarumã/Ponta Negra; Área de Proteção Ambiental - APA Adolpho Ducke; Área de Proteção Ambiental - APA Ufam, Inpa, Ulbra, Elisa Miranda, Lagoa do Japiim e Acariquara; Área de Proteção Ambiental - APA Parque Ponta Negra; Área de Proteção Ambiental - APA Parque Linear do Bindá; e Área de Proteção Ambiental - APA Parque Linear do Gigante) e sete de tutela privada (Reserva Particular do Patrimônio Natural - RPPN Reserva Honda; Reserva Particular do Patrimônio Natural - RPPN Reserva dos Buritis; Reserva Particular do Patrimônio Natural - RPPN Reserva Águas do Gigante; Reserva Particular do Patrimônio Natural - RPPN Reserva Norikatsu Miyamoto; Reserva Particular do Patrimônio Natural - RPPN Reserva Bons Amigos; Reserva Particular do Patrimônio Natural - RPPN Reserva Nazaré das Lages; e Reserva Particular do Patrimônio Natural - RPPN Reserva Sócrates Bonfim).

IV - áreas de interesse agroflorestal, mineral e turístico.

são as áreas no Município não abrangidas por áreas de preservação permanente ou por unidades de conservação, ressalvadas as determinações constantes dos respectivos planos de gestão, destinadas a um aproveitamento sustentável pelo desenvolvimento de atividades agrícolas, florestais, minerais e turísticas.

2.4. Dados socioeconômicos

Este item apresenta uma caracterização da área de estudo da RMM 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 de uso do solo do Município de Manaus é estabelecido pela Lei de uso e ocupação do solo⁷, que incide sobre a Área Urbana e a Área de Transição do município, definidas pelo Plano

⁷ MANAUS (AM). **Lei Complementar nº 1.838 de 16 de janeiro de 2014**. Dispõe sobre as normas de Uso e Ocupação do Solo no Município de Manaus e dá outras providências. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/plano-de-zoneamento-uso-e-ocupacao-do-solo-manaus-am>. Acesso em: 11 nov. 24.

Diretor. É proposta a divisão dessas áreas em Setores, Subsetores, Eixos de Atividades e Corredores Urbanos, em razão dos usos predominantes e da densidade de ocupação do solo. A Lei define 18 Setores Urbanos e 39 Corredores Urbanos e Segmentos, delimitados nos mapas adiante.

A Área Urbana é dividida em Setores Urbanos, por sua vez subdivididos em Subsetores (correspondentes a bairros e regiões) e em Eixos de Atividades (correspondentes a vias específicas). Os Setores são brevemente caracterizados a seguir:

I - Setor Urbano 01: unidade de concentração de comércio e serviços, de verticalização média, predominância dos usos comerciais, de serviços e incentivo ao uso residencial.

II - Setor Urbano 02: unidade de uso diversificado, de verticalização baixa e densidade baixa, manutenção das atividades existentes, integração de atividades comerciais, de serviços e industriais, compatíveis com o uso residencial.

III - Setor Urbano 03: unidade de uso diversificado, de verticalização média e densidade alta, manutenção das atividades existentes, integração de atividades comerciais, de serviços e industriais, compatíveis com o uso residencial.

IV - Setor Urbano 04: unidade de uso diversificado, de verticalização baixa e densidade baixa, integração de atividades comerciais, de serviços e industriais compatíveis com o uso residencial.

V - Setor Urbano 05: unidade de uso diversificado, de verticalização baixa e densidade média, manutenção das atividades existentes, integração de atividades comerciais, de serviços e industriais, compatíveis com o uso residencial.

VI - Setor Urbano 06: unidade de uso diversificado, de ocupação horizontal e densidade baixa, atividades compatíveis com o uso industrial, agroindustrial, agrícola, agricultura familiar, de serviços, apoio ao turismo, lazer e a significativa presença de áreas de fragilidade ambiental.

VII - Setor Urbano 07: unidade de uso diversificado, de ocupação horizontal e densidade baixa, manutenção das atividades existentes, inclusive as portuárias e institucionais, predominância de atividades comerciais, de serviços e industriais.

VIII - Setor Urbano 08: unidade de uso diversificado, de ocupação horizontal e densidade baixa, compatível com o relevo acidentado e a significativa presença de áreas de proteção ambiental e de habitação de interesse social.

IX - Setor Urbano 09: unidade de uso diversificado, com verticalização baixa e densidade média, manutenção das atividades existentes, integração de atividades comerciais, de serviços e industriais, compatíveis com o uso residencial.

X - Setor Urbano 10: unidade de uso diversificado com verticalização baixa e densidade média, integração de atividades comerciais, de serviços e industriais compatíveis com o uso residencial.

XI - Setor Urbano 11: unidade de uso diversificado, com verticalização média e densidade alta, integração de atividades comerciais, de serviços e industriais compatíveis com o uso residencial.

XII - Setor Urbano 12: unidade de uso diversificado, com verticalização alta e densidade alta, integração de atividades comerciais, de serviços e industriais, compatíveis com o uso residencial.

XIII - Setor Urbano 13: unidade de uso diversificado, com verticalização média e densidade alta, integração de atividades comerciais, de serviços e industriais compatíveis com o uso residencial.

XIV - Setor Urbano 14: unidade de uso diversificado, com verticalização baixa e densidade média, integração de atividades comerciais, de serviços e industriais, compatíveis com o uso residencial.

XV - Setor Urbano 15: unidade de uso diversificado, com verticalização baixa e densidade média, manutenção das atividades existentes, integração de atividades comerciais, de serviços e industriais, compatíveis com o uso residencial, condicionados à preservação dos recursos naturais.

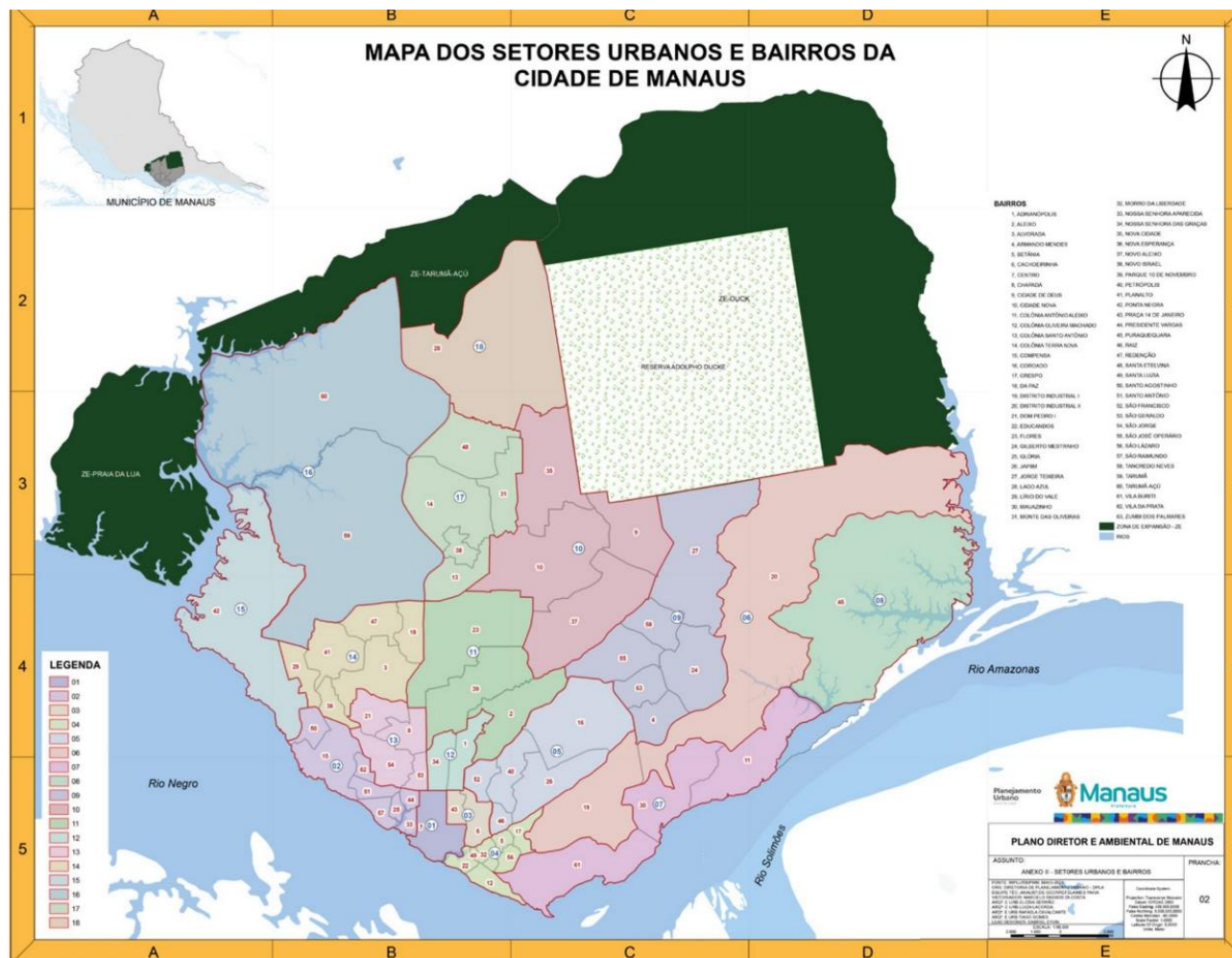
XV - Setor Urbano 15: unidade de uso diversificado, com verticalização baixa e densidade média, manutenção das atividades existentes, integração de atividades comerciais, de serviços e industriais, compatíveis com o uso residencial, condicionados à preservação dos recursos naturais, (...) e, ainda, serviços especialmente voltados à atividade de marinas ou outras atividades de turismo, recreação e lazer, de mesma natureza e apoio ao transporte fluvial.

XVI - Setor Urbano 16: unidade de uso diversificado, de ocupação horizontal e densidade baixa, manutenção das atividades existentes, de turismo e lazer, integração de atividades comerciais, de serviços e industriais, compatíveis com o uso residencial, condicionados à preservação dos recursos naturais.

XVII - Setor Urbano 17: unidade de uso diversificado, de ocupação horizontal e densidade baixa, atividades compatíveis com o uso residencial e proteção dos recursos naturais;

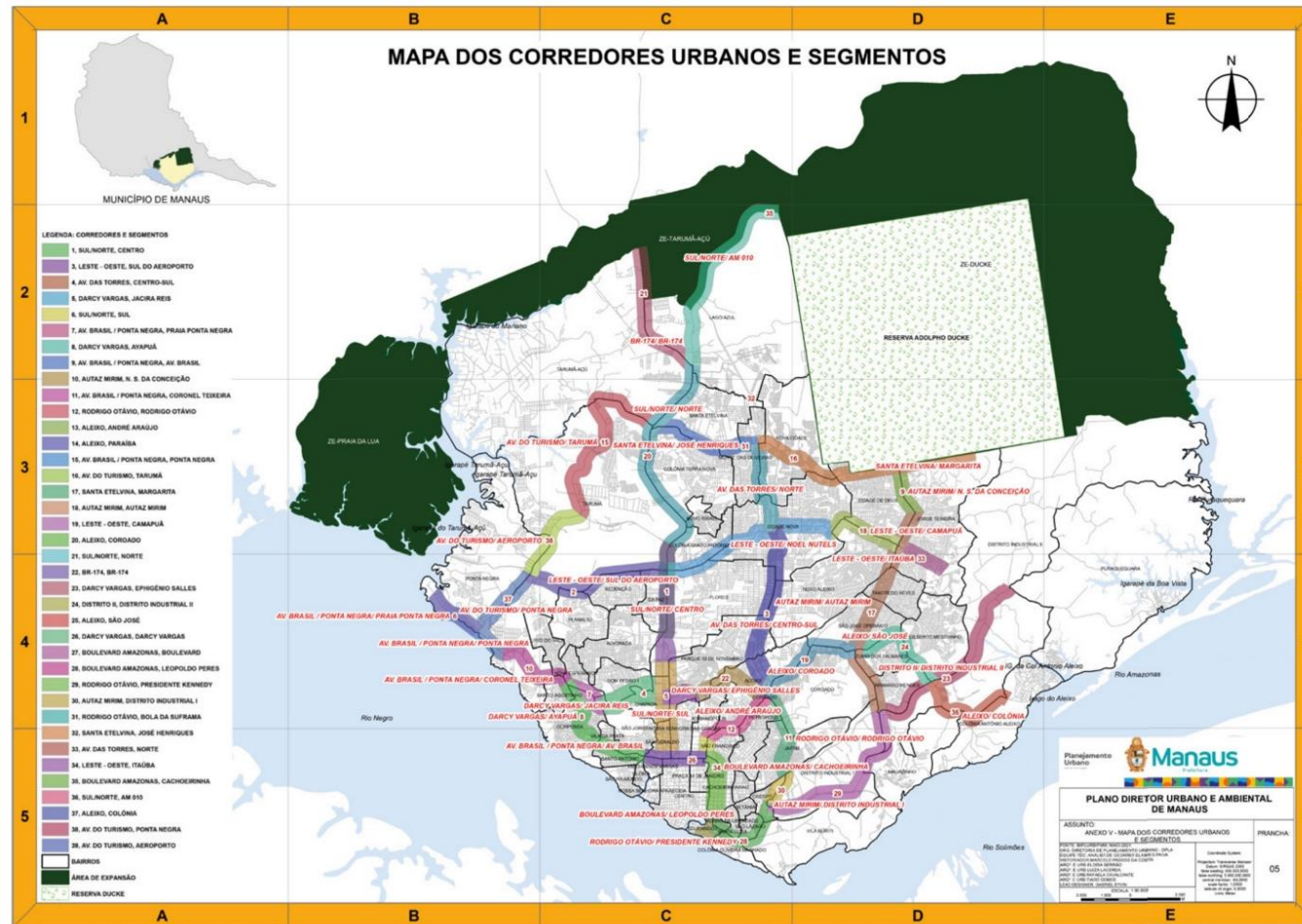
XVIII - Setor Urbano 18: unidade de uso diversificado de ocupação horizontal e densidade baixa, atividades compatíveis com o uso residencial e com a proteção dos recursos naturais.

Figura 15: Mapa dos Setores Urbanos de Manaus



Fonte: MANAUS, Plano Diretor.

Figura 16: Mapa dos Corredores Urbanos e Segmentos



Fonte: MANAUS, Plano Diretor.

2.4.2. População

Neste item são apresentados aspectos demográficos da RMM.

2.4.2.1. População

De acordo com dados do Censo do IBGE a população dos municípios da área de estudo, em 2022, totaliza 2,06 milhões de habitantes.

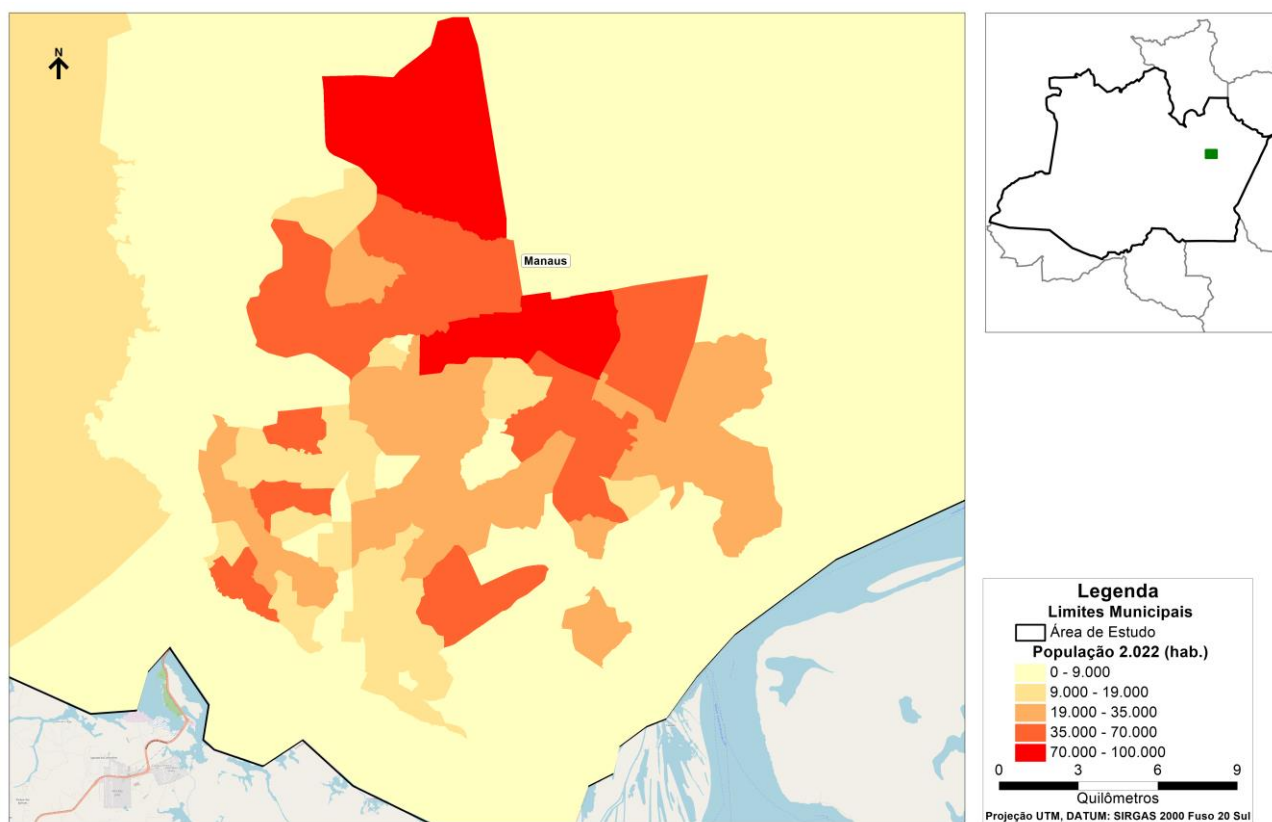
Tabela 5: População dos municípios da área de estudo e participação percentual em 2022.

População 2022	Área (km ²)
2.063.689	11.401,09

Fonte: Censos IBGE 2022

A Figura a seguir apresenta o mapa de distribuição espacial da população de 2022 na área de estudo, por zona de tráfego, segundo faixas de população. O histograma da figura seguinte ilustra as populações de cada município.

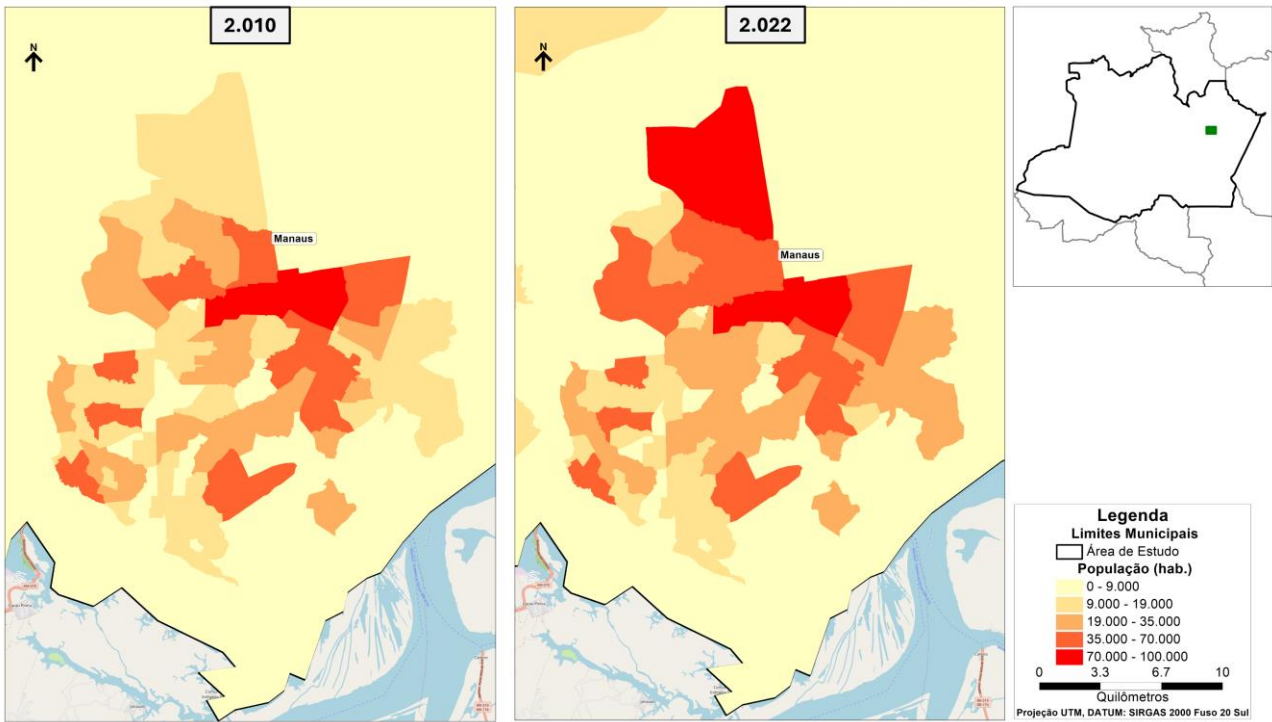
Figura 17: Distribuição espacial da população de 2022 na área de estudo da RMM, por zona de tráfego, segundo faixas de população



Fonte: Elaboração própria com dados do Censo IBGE 2022

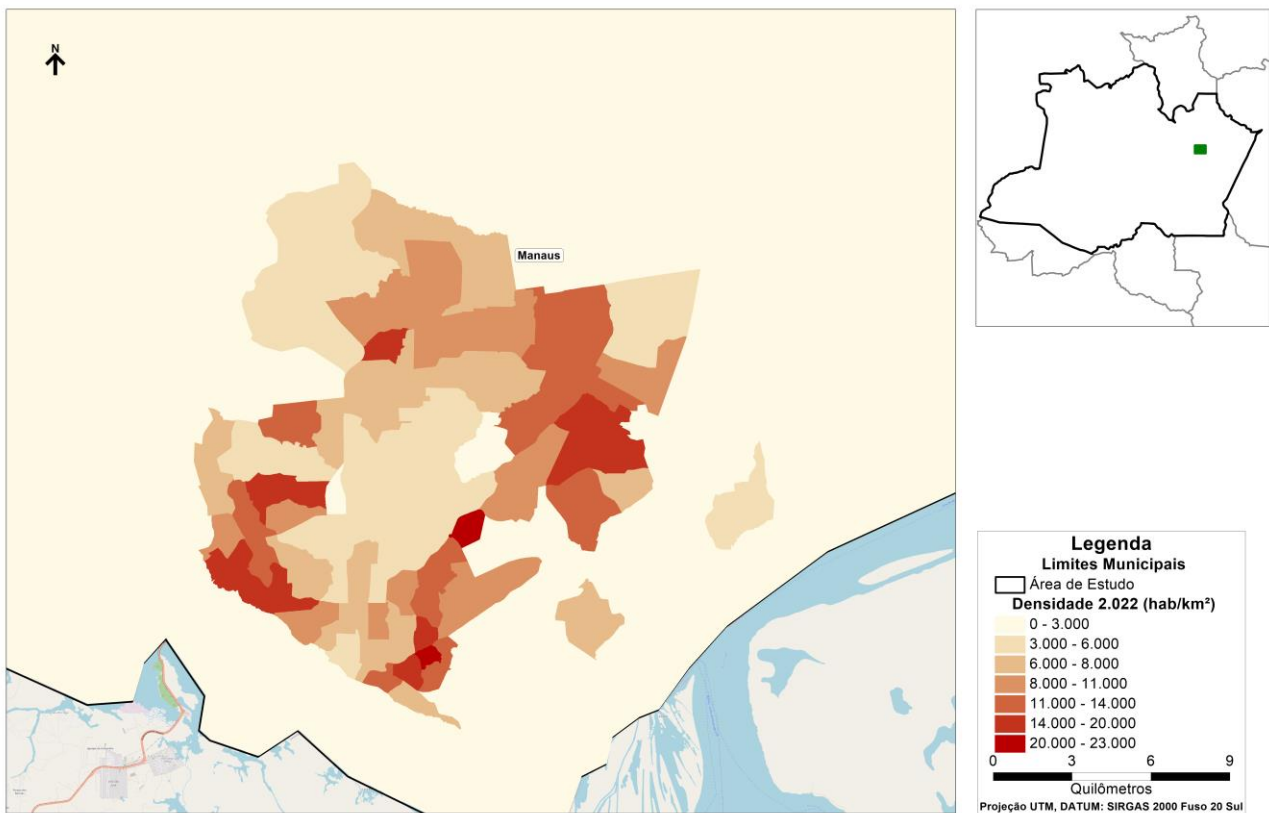
A figura a seguir ilustra as áreas onde ocorreram maiores crescimentos de população na área de estudo.

Figura 18: Mapa da população segundo faixas nas zonas de tráfego (2010 e 2022)



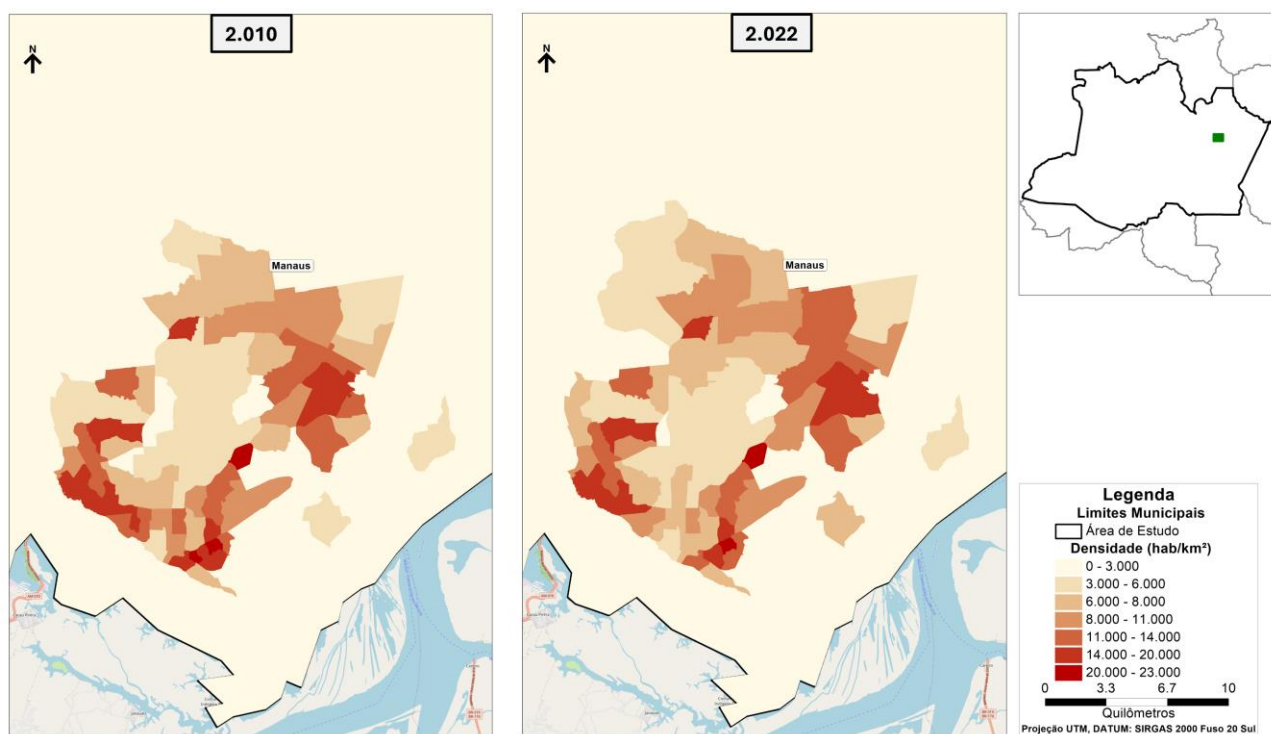
Fonte: Elaboração própria

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



Fonte: Elaboração própria

Figura 20: Mapa de densidade populacional nas zonas de tráfego (2010 e 2022)



Fonte: Elaboração própria

(i) População segundo o sexo

A tabela a seguir apresenta a população de 2022 segundo o sexo. Em Manaus a população feminina é maior que a masculina com média de 51,2% em 2022, percentual próximo da média nacional de 51,5% de mulheres.

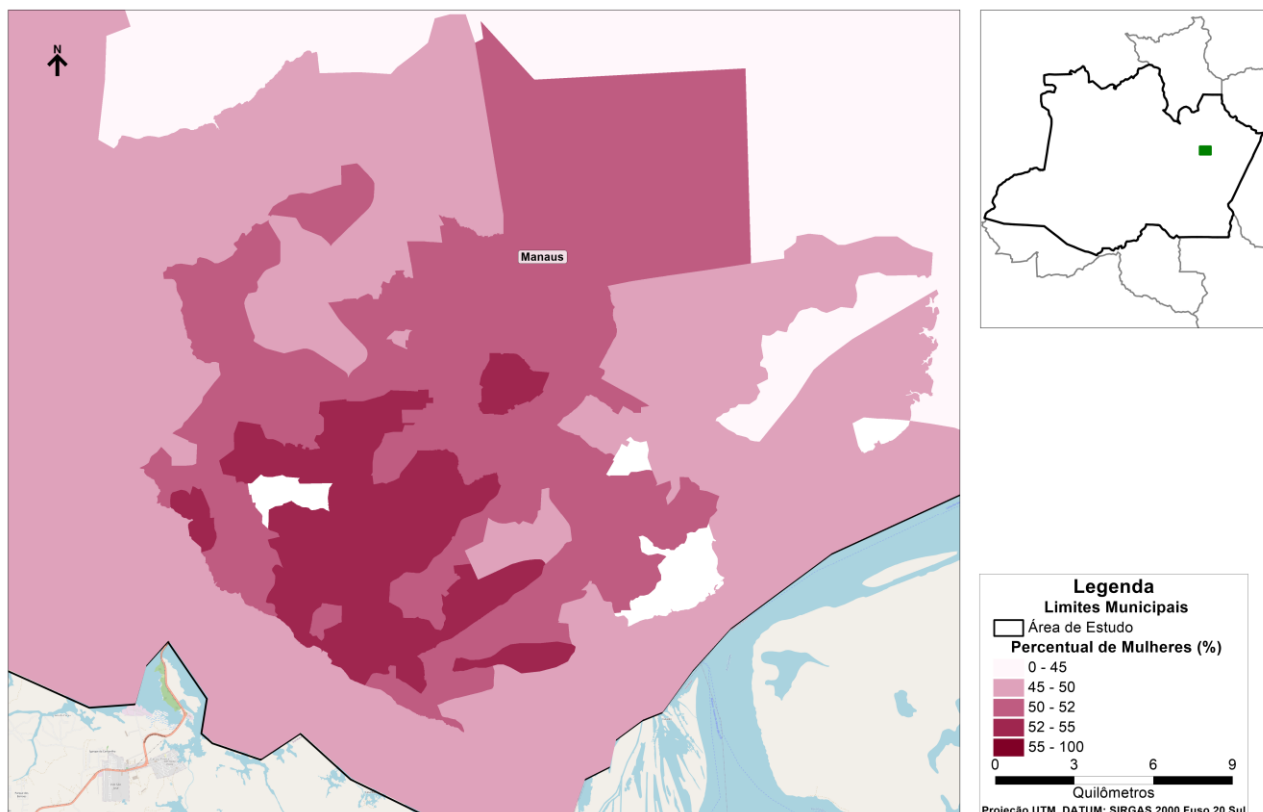
Tabela 6: Populações de 2022 segundo o sexo nos municípios da RMM

População 2022	Homens	Mulheres	% mulheres
2.063.689	1.007.492	1.056.197	51,2%

Fonte: Censos IBGE 2022

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

Figura 21: Participação de mulheres em cada zona de tráfego segundo faixas de percentuais



Fonte: Elaboração própria

(ii) População segundo faixas etárias

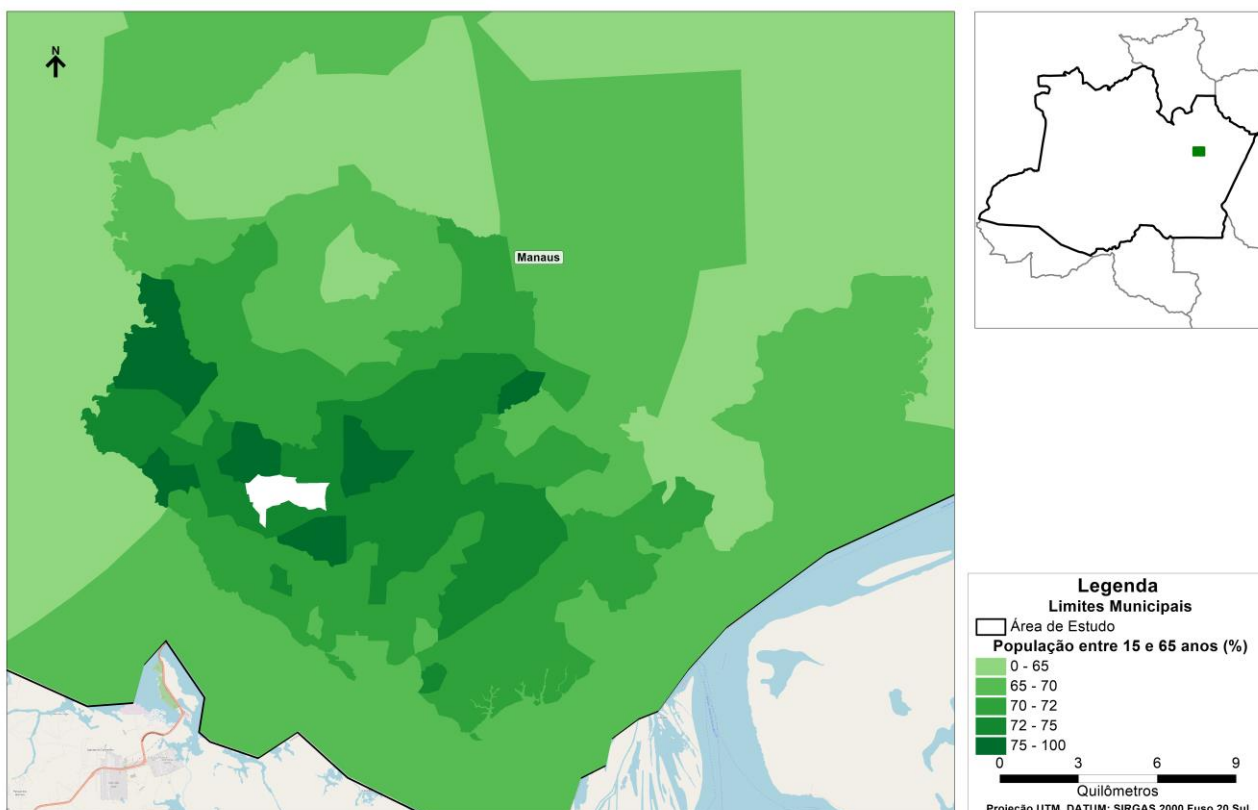
Para a análise da distribuição da população segundo faixas etárias, foram consideradas as faixas de idade com menor índice de mobilidade (pessoas com idade até 14 anos e acima de 65 anos). Considera-se que as populações entre 15 e 64 anos de idade têm maior índice de mobilidade. Em Manaus essa população corresponde a 70,1% da população total.

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

Pop. 2022	Pop. entre 0 e 14 anos	Pop. Entre 15 e 64 anos	Pop. maior que 65 anos	% entre 15 e 64 anos
2.063.689	487.595	1.447.409	126.465	70,1%

Fonte: Elaboração própria com dados do Censo IBGE 2022

Figura 22: Mapa de distribuição da população com idade entre 15 e 65 anos



Fonte: Elaboração própria com dados do Censo IBGE

(iii) População e Domicílios

A tabela a seguir apresenta a população e os domicílios de cada município da área de estudo da RMM. O número médio de habitantes por domicílio é 2,80 hab./domicílio, compatível com a média brasileira em 2022 (2,79 hab./dom.).

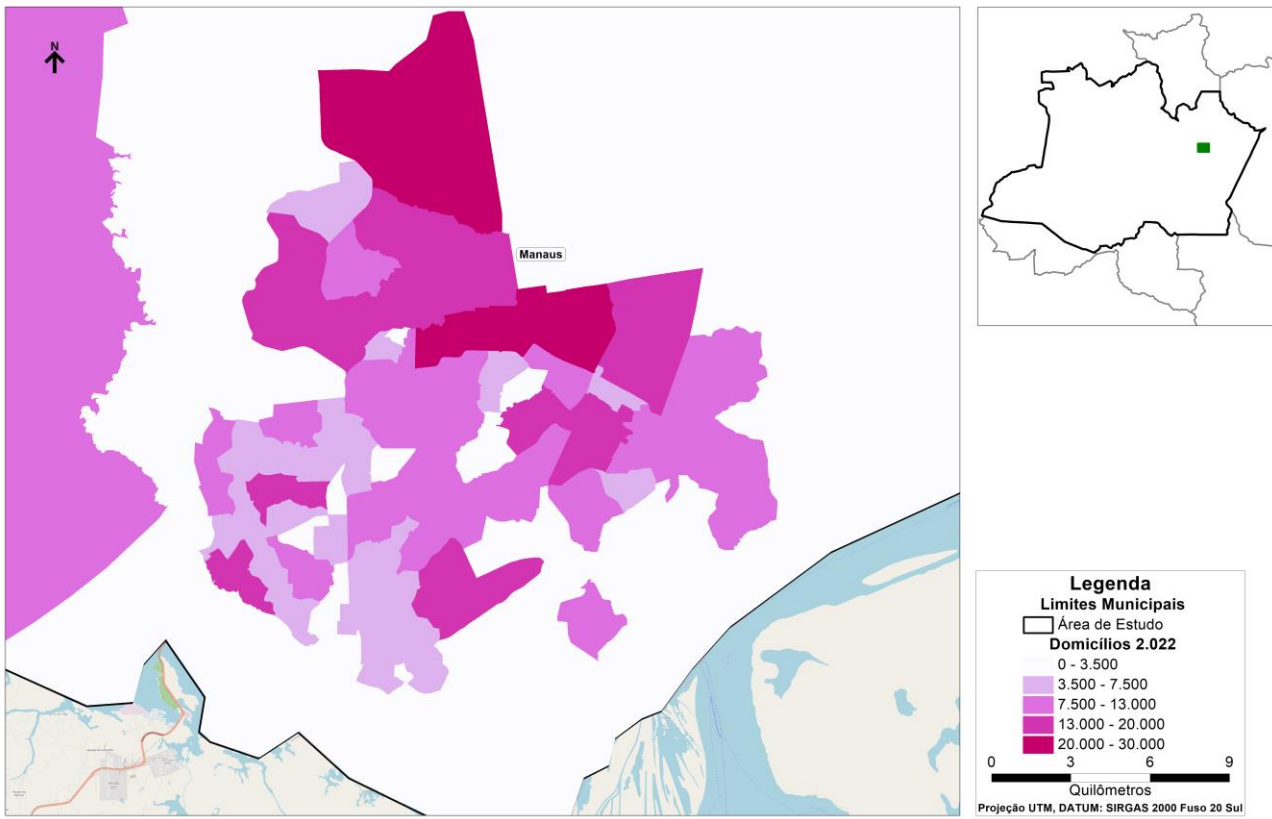
Tabela 8: Dados de correlações entre número de habitantes e domicílios na área de estudo da RMM

Hab./domicílio 2010	Hab./domicílio 2022	Variação 2010-2022 (%)
3,49	2,80	-19,99%

Fonte: Elaboração própria com dados do Censo IBGE

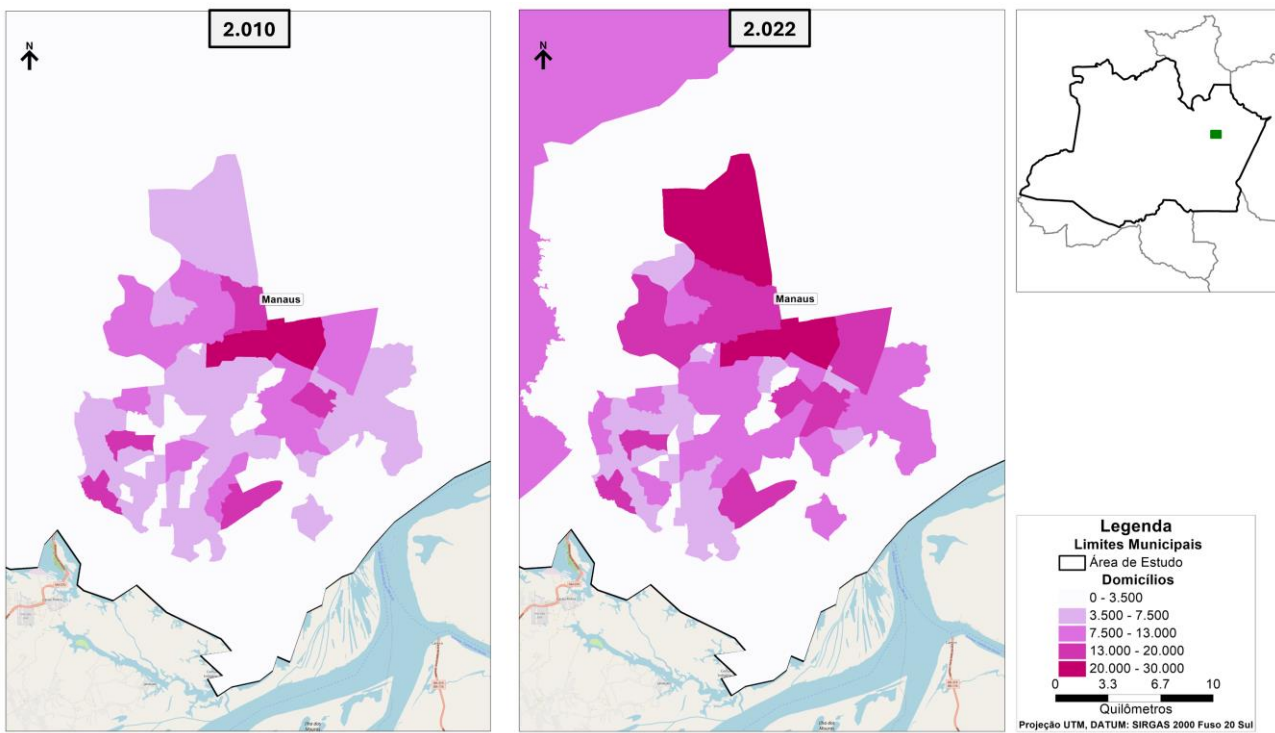
O mapa das figuras a seguir apresentam respectivamente, a distribuição espacial dos domicílios por zona de tráfego, e a evolução do número de domicílios por zona de tráfego entre 2010 e 2022.

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



Fonte: Elaboração própria com dados do Censo IBGE

(iv) População segundo a Raça

A população da área de estudo da RMM é predominantemente parda com participação de 67,83%. Pretos e pardos totalizam 72,03% 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 RMM.

Tabela 9: População de Manaus segundo a raça (2010)

Branca	Preta	Amarela	Parda	Indígena	Total
478.279	75.548	20.637	1.219.508	4.034	1.798.006

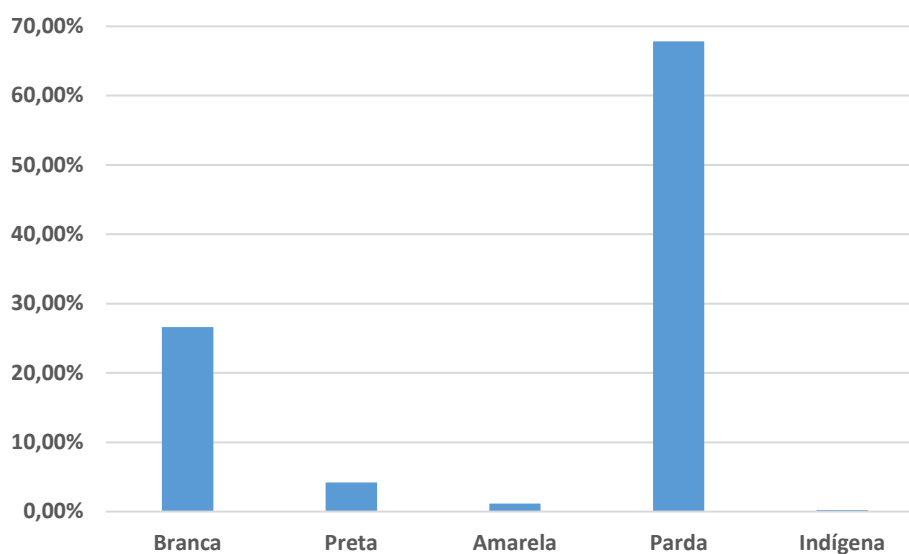
Fonte: Elaboração própria com dados do Censo IBGE

Tabela 10: Participação de cada raça na população de Manaus

Branca	Preta	Amarela	Parda	Indígena	Total
26,60%	4,20%	1,15%	67,83%	0,22%	100,00%

Fonte: Elaboração própria com dados do Censo IBGE

Figura 25: Histograma de distribuição de população de Manaus segundo a raça



Fonte: Elaboração própria com dados do Censo IBGE

(v) Desenvolvimento social

Com relação ao desenvolvimento social, 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:

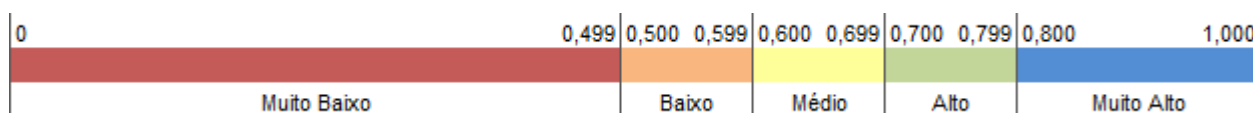
- Renda: Padrão de vida medido pela Renda Nacional Bruta per capita;

- 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 RMM para os anos 1991, 2000 e 2010. Houve uma evolução de Baixo para Alto no IDH-M no período 1991 a 2010.

Tabela 11: IDH-M da RMM entre 1991 e 2010

IDH-M 1991	IDH-M 2000	IDH-M 2010
0,521	0,601	0,737

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

Tabela 12: Quadro de classificação do IDH-M da RMM entre 1991 e 2010

IDH-M 1991	IDH-M 2000	IDH-M 2010
Baixo	Médio	Alto

Fonte: Elaboração própria

2.4.3. População, Renda e Educação

2.4.3.1. Renda

A tabela a seguir apresenta as populações da RMM segundo faixas de renda com dados do IBGE. Em Manaus, 83,1% da população tem renda de até cinco salários-mínimos, e 12,1% têm renda entre cinco e dez salários-mínimos, o que totaliza 95,2% da população. Tabela 13: População segundo faixa de renda na RMM

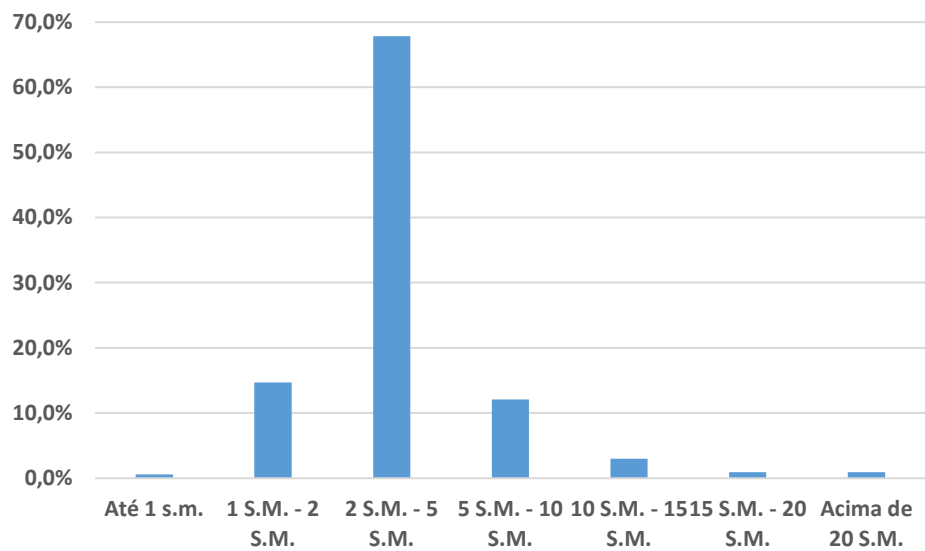
Faixa de renda	População	%	% acumulada
Até 1 s.m.	10.602	0,6%	0,6%
1 S.M. - 2 S.M.	264.965	14,7%	15,3%

Faixa de renda	População	%	% acumulada
2 S.M. - 5 S.M.	1.222.057	67,8%	83,1%
5 S.M. - 10 S.M.	217.496	12,1%	95,2%
10 S.M. - 15 S.M.	54.103	3,0%	98,2%
15 S.M. - 20 S.M.	16.326	0,9%	99,1%
Acima de 20 S.M.	16.465	0,9%	100,0%
Total	1.802.014	100,0%	

Fonte: Elaboração própria com dados do Censo IBGE 2010

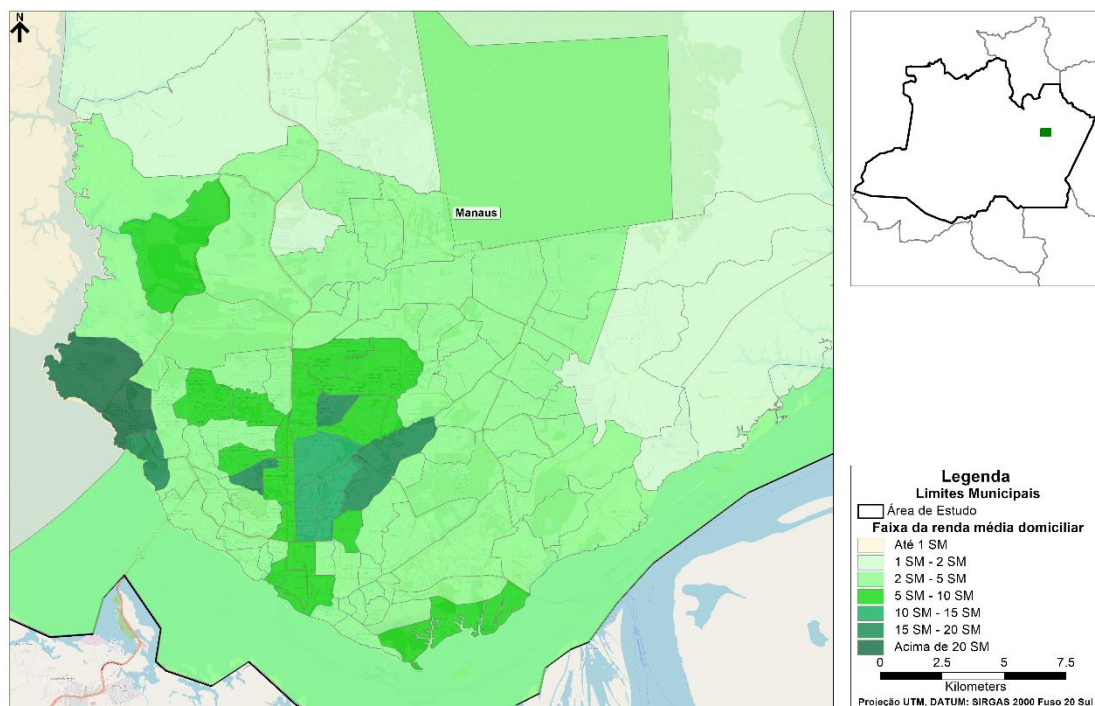
Os histogramas das figuras a seguir ilustram a distribuição da população de cada município segundo as faixas de renda.

Figura 27: Histograma de percentuais da população da RMM segundo faixa de renda



Fonte: Elaboração própria com dados do Censo IBGE 2010

Figura 28: Renda média domiciliar e população da RMM no ano de 2010 por zonas de tráfego



Fonte: Censo IBGE 2010

2.4.3.2. Atividade Econômica

As fontes de dados globais de empregos são diversificadas. Enquanto a RAIS - Relação Anual de Informações Sociais do Ministério do Trabalho e Emprego trata de empregos formais, o CEMPRE – Estatísticas do Cadastro Central de Empresas trata de informações sobre empregos registrados e autônomos entre outros.

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

Por outro lado, dados de telefonia celular poderiam ser utilizados para as estimativas de emprego e matrícula a partir do processamento das viagens com base domiciliar. No entanto para o caso de Manaus não foi possível por conta de aspectos específicos da base de dados.

Assim, para fazer a distribuição espacial dos empregos foi utilizada o cadastro do CNEFE – Cadastro Nacional de Endereços para Fins Estatísticos utilizado pelo IBGE para a realização do Censo 2022 e para a quantificação foi utilizado o CEMPRE mencionado anteriormente. Os postos de trabalho cadastrados nesse sistema se referem aos empregos com registro e autônomos, não sendo considerados os empregos informais.

Com relação às matrículas escolares foram utilizadas duas fontes de dados: o INEP – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira que faz o censo nacional de matrículas escolares e o CNEFE que fornece a localização dos estabelecimentos escolares.

Deve ser ressaltado que os procedimentos acima têm as suas restrições na medida em que são utilizados valores médios de empregos e matrículas por estabelecimentos cadastrados pelo CNEFE.

A Tabela **Error! Reference source not found.** a seguir apresenta a estimativa de atividade e econômica (emprego e matrícula escolar) para o ano base de 2024 para o município de Manaus.

Tabela 14: Totais de empregos e matrículas escolares para o município de Manaus.

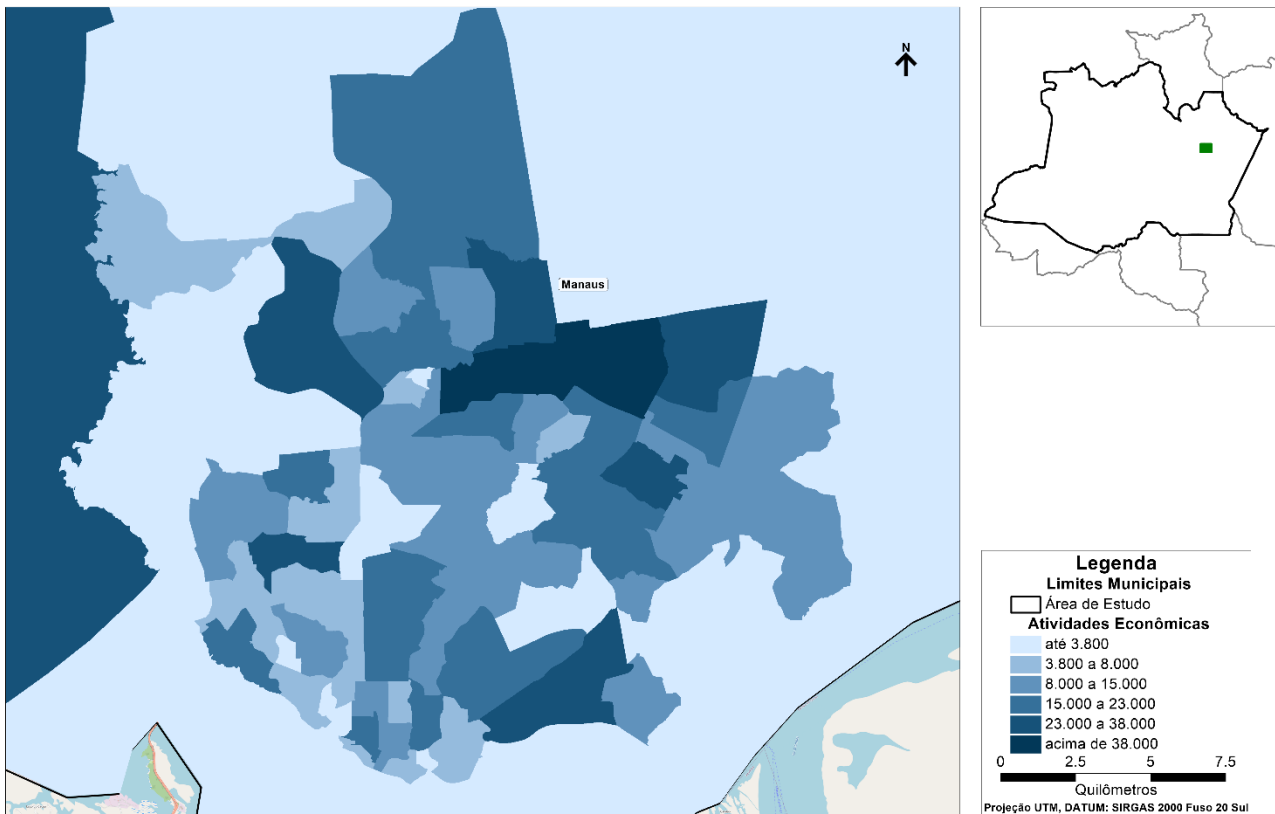
Emprego	Matrícula	Atividade Econômica
554.913	520.646	1.075.559

Fonte: – CEMPRE, CNEFE, INEPE, Consórcio

De acordo com essas fontes, existem 555 mil postos de trabalho, lembrando que este volume se refere aos empregos registrados e autônomos cadastrados junto aos empregadores e 521 mil matrículas escolares.

O mapa da Figura **Error! Reference source not found.** a seguir mostra a distribuição das atividades econômicas por zona de tráfego de Manaus.

Figura 29: Distribuição dos empregos em Manaus (2024)



Fonte: Fonte: – CEMPRE, CNEFE, INEPE, Consórcio

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

Tabela 15: Percentuais por setor de atividade dos empregos de Manaus

Setor de Atividade	Participação
A Agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura	0,01%
B Indústrias extrativas	0,09%
C Indústrias de transformação	18,34%
D Eletricidade e gás	0,30%
E Água, esgoto, atividades de gestão de resíduos e descontaminação	0,81%
F Construção	4,21%
G Comércio; reparação de veículos automotores e motocicletas	18,00%
H Transporte, armazenagem e correio	5,96%
I Alojamento e alimentação	3,21%
J Informação e comunicação	1,30%
K Atividades financeiras, de seguros e serviços relacionados	1,01%
L Atividades imobiliárias	0,28%
M Atividades profissionais, científicas e técnicas	2,57%
N Atividades administrativas e serviços complementares	11,27%
O Administração pública, defesa e seguridade social	8,90%

Setor de Atividade	Participação
P Educação	12,13%
Q Saúde humana e serviços sociais	9,58%
R Artes, cultura, esporte e recreação	0,35%
S Outras atividades de serviços	1,67%
U Organismos Internacionais	0,00%
Total	100,00%

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

A principal atividade em Manaus é a indústria de transformação, com o comércio com 18,34%, seguido das de comércio e reparação de veículos, com 18,00%. São significativas, também, as atividades de educação, com 12,13%, e administrativas e serviços complementares, com 11,27%.

2.4.4. Indicadores de vulnerabilidade social

Para uma análise dos aspectos relacionados à vulnerabilidade social foram levantados os seguintes indicadores da área de estudo da RMM: (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 e comunidades urbanas

O IBGE disponibiliza esta informação para o Censo 2010. Havia 296 mil pessoas vivendo em favelas e comunidades urbanas, correspondendo a 16,4% da população do município.

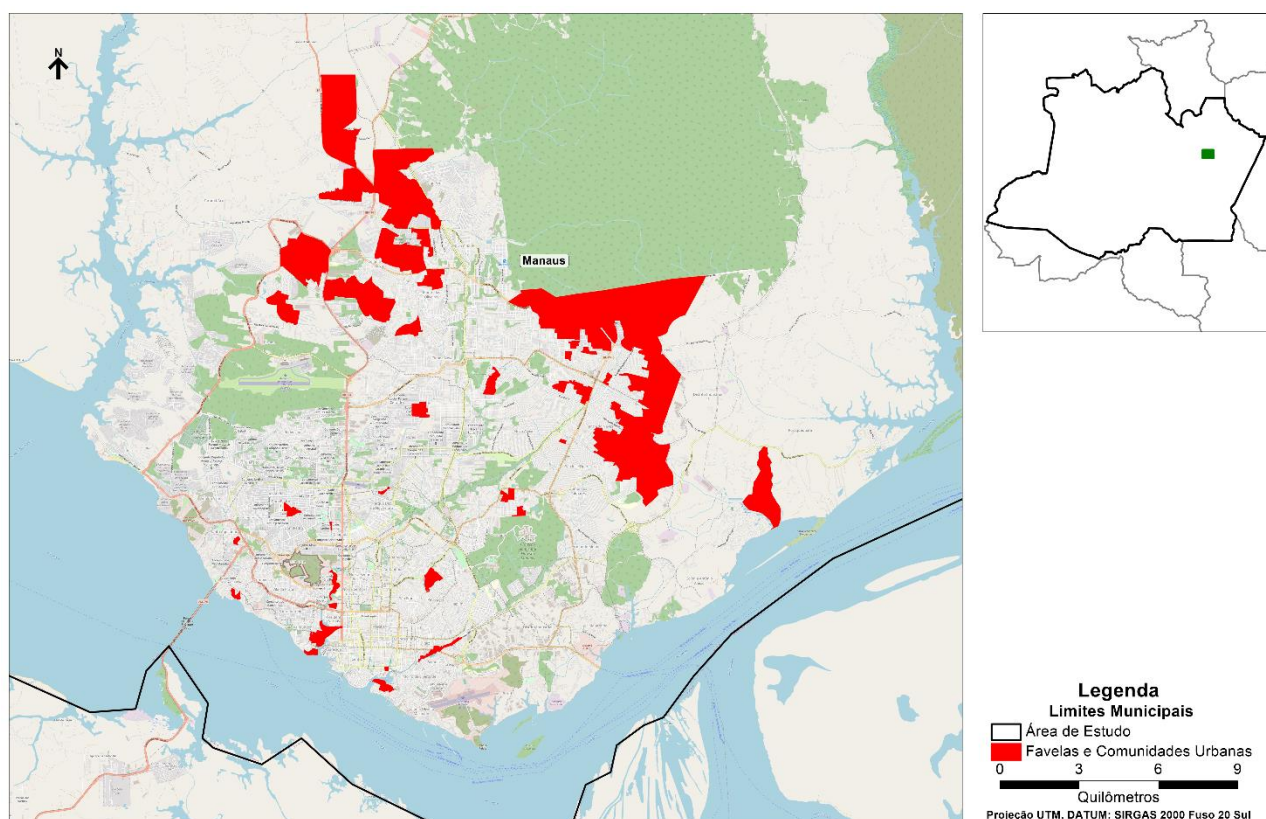
Tabela 16: População em favelas e comunidades urbanas em Manaus

População em Favelas e comunidades urbanas	População Total IBGE 2010	%
295.910	1.802.014	16,4%

Fonte: Censo IBGE 2010

O mapa da Figura 30 a seguir ilustra a distribuição espacial das favelas e comunidades urbanas.

Figura 30: Localização da população em favelas e comunidades urbanas



Fonte: Elaboração própria com dados do Censo IBGE 2010

(ii) Índice de Vulnerabilidade Social – IVS

Um 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/>).

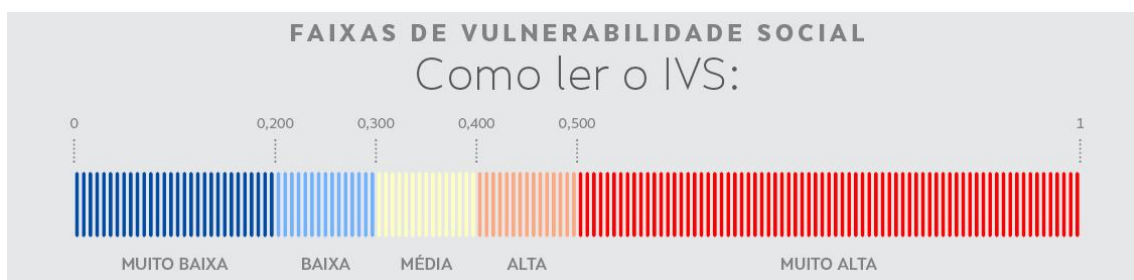
O índice IVS é composto por três dimensões, sendo elas:

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

Figura 31: Faixas do IVS



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

A tabela a seguir apresenta o IVS geral e das três dimensões da RMM para o ano de 2010. Os números em vermelho indicam aqueles com IVS maior que 0,400 (vulnerabilidade alta ou muito alta). Manaus apresenta vulnerabilidade alta para infraestrutura urbana e IVS médio para capital humano e renda e trabalho.

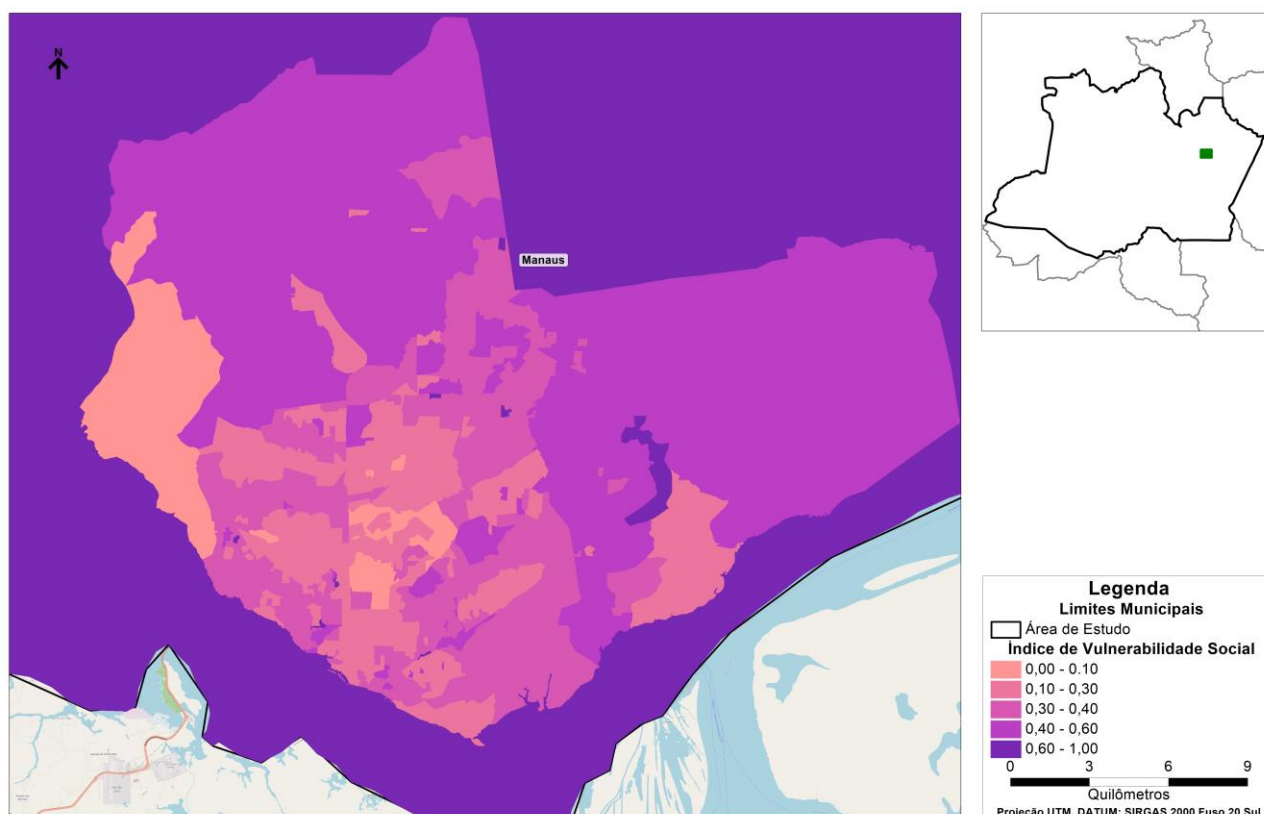
Tabela 17: IVS de Manaus e por dimensão em 2010

IVS	IVS Infraestrutura Urbana	IVS Capital Humano	IVS Renda e Trabalho
0,387	0,458	0,388	0,314

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



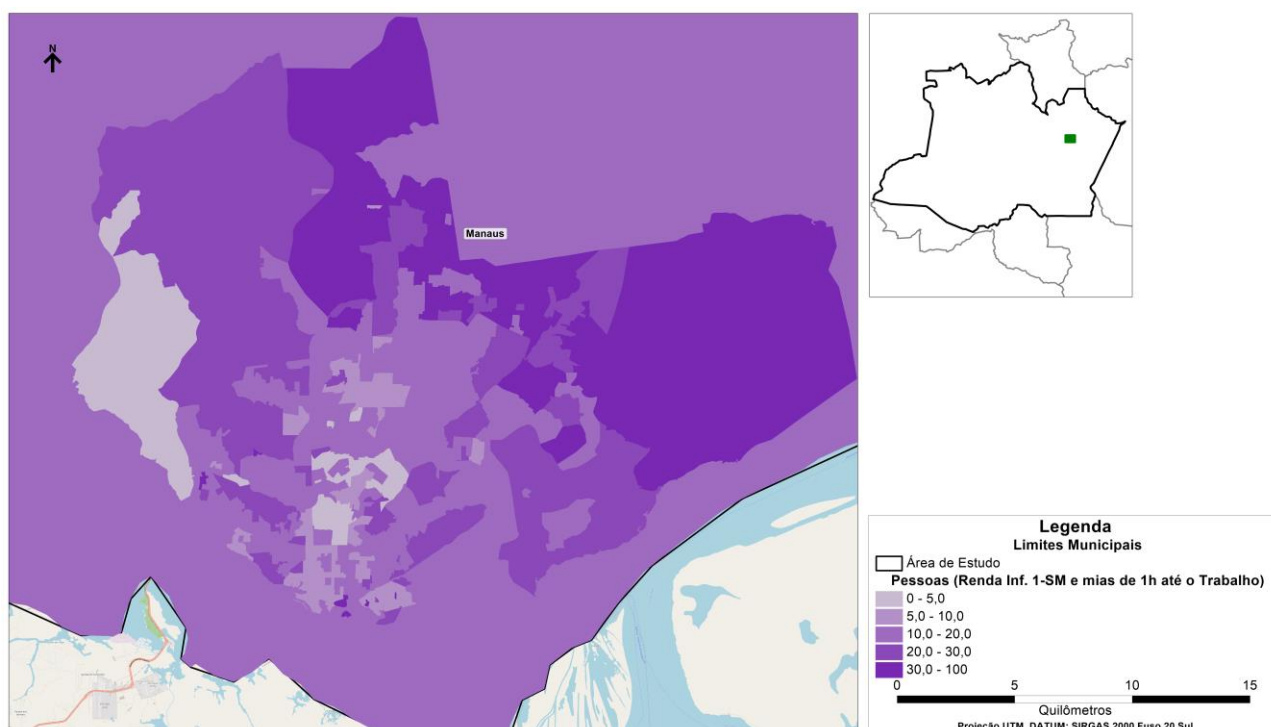
Fonte: Elaboração própria com dados do IPEA - <http://ivs.ipea.gov.br/> (acesso agosto 2024)

(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

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. No município de Manaus essa porcentagem é de 23,49.

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

Uma intervenção relevante no sistema viário de Manaus é o chamado Rapidão Rodoanel Metropolitano de Manaus, com 37,8 quilômetros de vias rápidas ligando as Zonas Leste, Norte e Oeste da capital. O primeiro trecho com 8,7km já está concluído.

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 RMM

A tabela a seguir apresenta a evolução da população de Manaus no período de 2000 a 2022. Enquanto o crescimento da população foi de 14,5%, o crescimento do número de domicílios foi de 43,1% (variação de 3,49 hab./domicílio em 2010 para 2,80 hab./domicílio em 2022).

Tabela 18: Evolução da população de 2000 a 2022 na RMM

População 2010	População 2022	Var. Pop. 2010-2022 (%)	Domicílios 2010	Domicílios 2022	Var. Domic. 2010-2022 (%)
1.802.014	2.063.689	14,5%	515.634	738.012	43,1%

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 à 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 RMM até o ano 2055.

Tabela 19: Projeção da população da RMM entre 2010 e 2055

2010	2022	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055
1.802.014	2.063.689	2.166.700	2.329.763	2.478.826	2.613.030	2.729.236	2.826.165	2.902.244

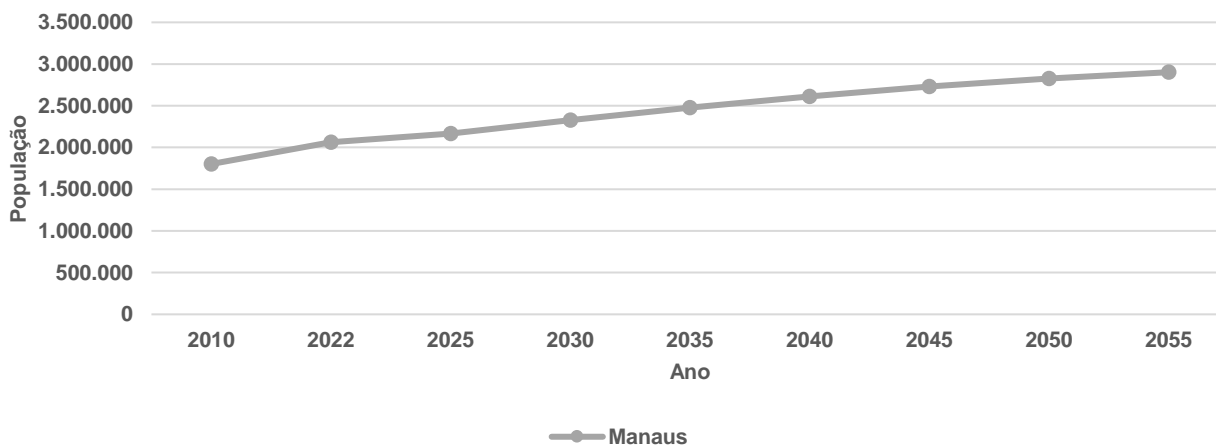
Fonte: Elaboração própria

Tabela 20: Projeções das taxas de crescimento anual da população da RMM

2010-2022	2022-2030	2031-2040	2041-2050	2051-2055
1,14%	1,53%	1,15%	0,79%	0,53%

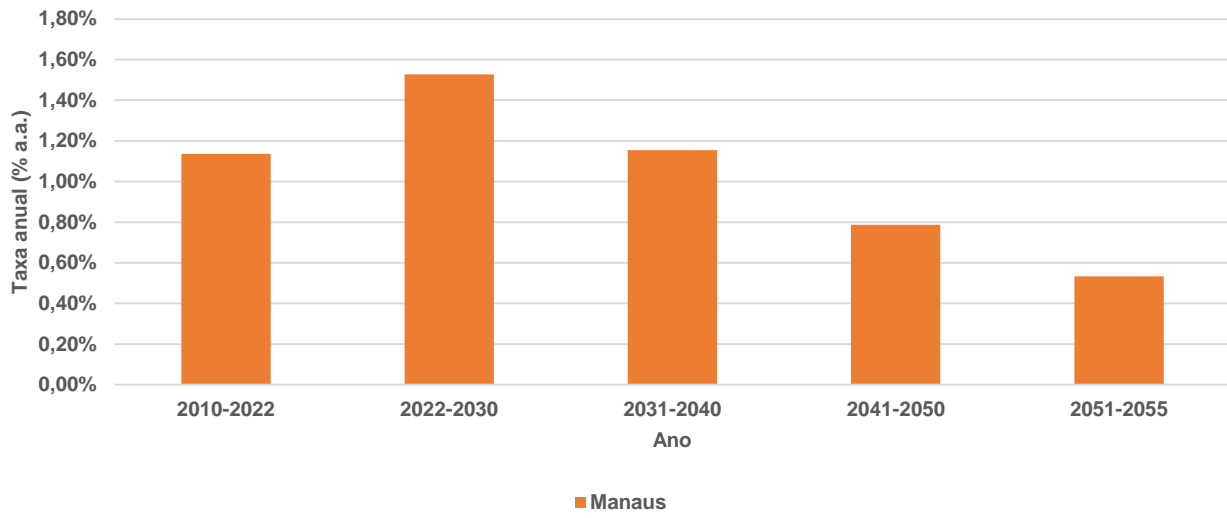
Fonte: Elaboração própria

Figura 34: Projeção da população da RMM 2010-2055



Fonte: Elaboração própria

Figura 35: Crescimento percentual anual da população de Manaus 2010-2055



Fonte: Elaboração própria

3 Apêndice IV – Aspectos Ambiental e Climático

3.1. Planos de mitigação às mudanças climáticas

Em resposta a ofício enviado em julho/2024 pelo Consórcio BAIN / LOGIT/ OFICINA /TYLin / Machado Meyer, a Prefeitura de Manaus comunicou, em 13/09/2024, por meio do Ofício N. 017/007, que a *Secretaria Municipal de Meio Ambiente, Sustentabilidade e Mudança do Clima (SEMMASCLIMA)* possui vinculado à sua Secretaria o *Comitê Municipal de Mudanças Climáticas*, órgão deliberativo que atualmente está em processo de elaboração do *Plano de Ação Climática de Manaus*, estando na fase de identificação de possíveis empresas ou organizações que tenham expertise para elaboração do mesmo.

3.2. Áreas de Proteção do meio 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 Região Metropolitana de Manaus:

- Plano de Mobilidade Urbana de Manaus – PlanMob-Manaus, instituído por meio da Lei Ordinária nº 2075, de 29 de dezembro de 2015;
- Projetos inscritos junto ao Governo Federal, no âmbito do PAC – Mobilidade das Grandes e Médias Cidades.
- Consultas com “stakeholders”

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

Eles são constituídos por:

BRT

Corredor Norte/Leste
Extremo Norte
Extremo sul

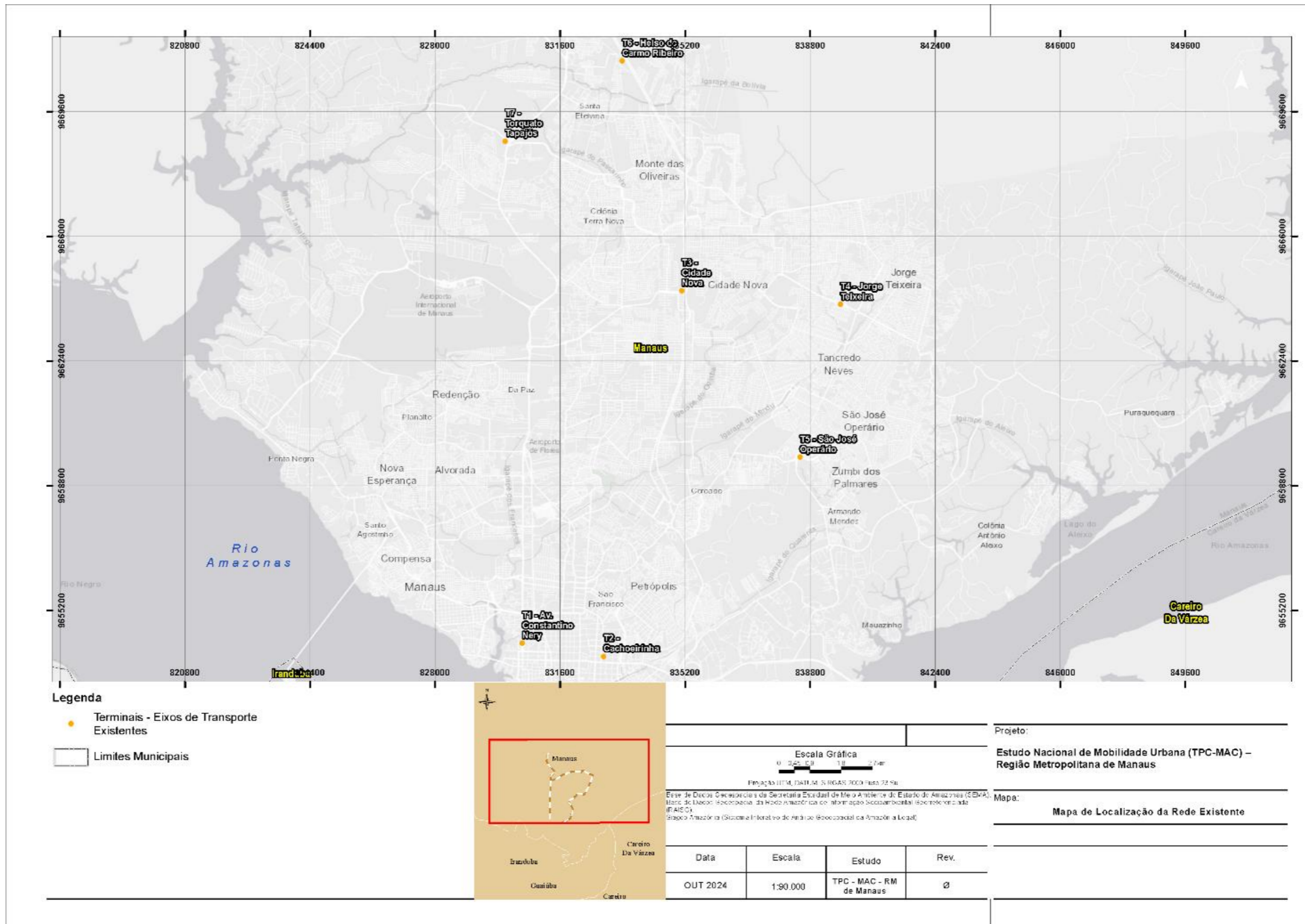
Os eixos de transporte indicados nos mapas correspondem somente à diretriz de traçado do sistema TPC-MAC, não estando considerados, para efeitos de mapeamento, os demais componentes do sistema, tais como pátios, oficinas, garagens, centros de controle, terminais de integração, áreas de estacionamentos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

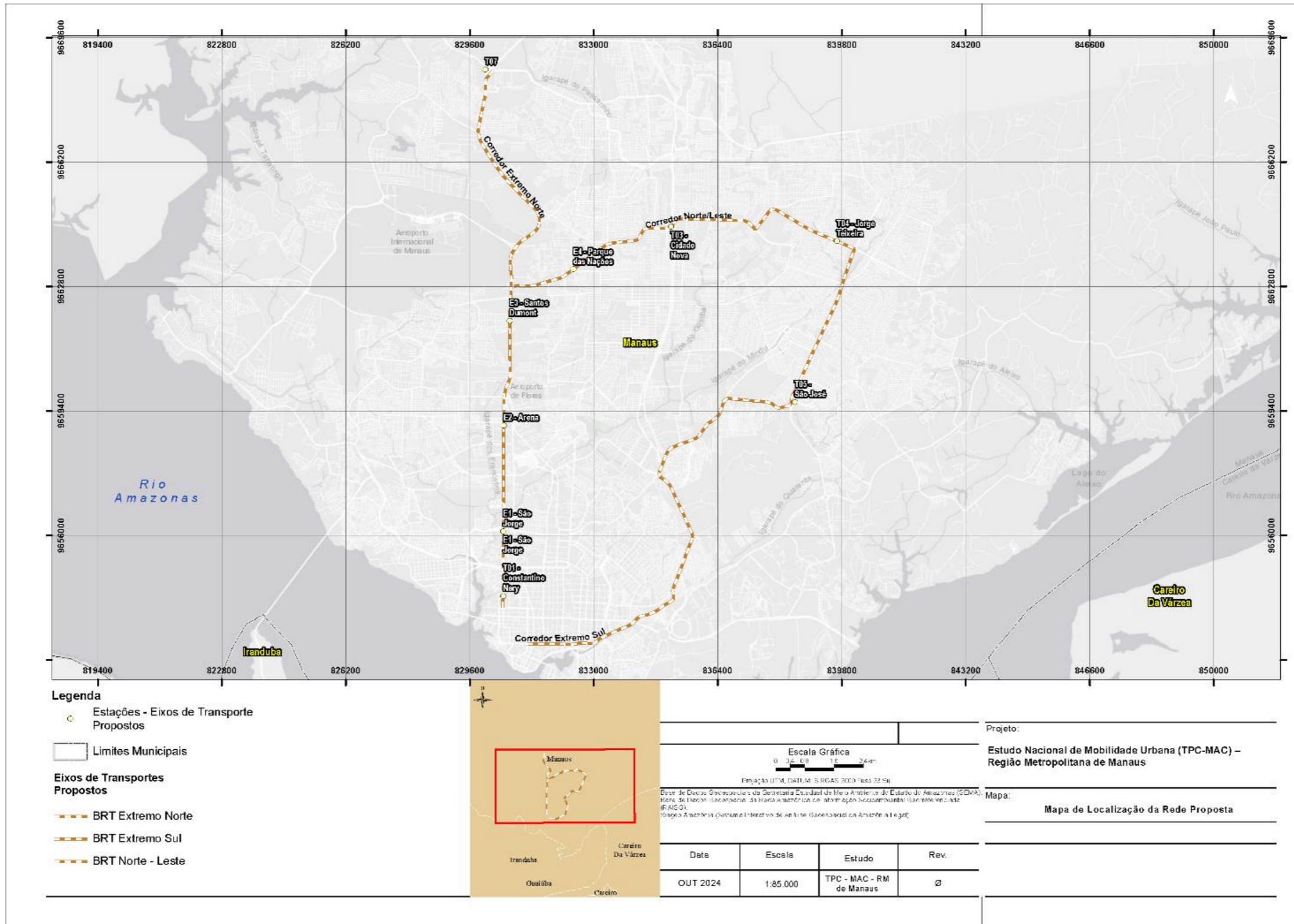
Cabe destacar que somente o município de **Manaus** está contemplado nesta análise.

Figura 36: Mapa da Rede Existente - TPC-MAC da RM de Manaus



Fonte: Elaboração própria

Figura 37: Mapa de localização da rede proposta- TPC-MAC da RM de Manaus



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:

- Sistema Interativo de Análise Geoespacial da Amazônia Legal (SIAGEO AMAZÔNIA).
- Base de Dados Geoespaciais do Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas (IPAAM) da Secretaria Estadual de Meio Ambiente do Estado do Amazonas (SEMA).
- Base de Dados Geoespaciais da Rede Amazônica de Informação Socioambiental Georreferenciada (RAISG).
- Base Cartográfica Contínua (Escala 1:250.000) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).
- Base de Dados de Setorização de Riscos Geológicos do Serviço Geológico Brasileiro (SGB).
- Cadastro Nacional de Unidades de Conservação (CNUC) do Instituto Chico Mendes de Biodiversidade (ICMBio).
- Organização das Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura (UNESCO). Programa Homem e Biosfera (MAB). Reservas da Biosfera no Brasil.
- Base de Dados das Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade. Caatinga e Cerrado. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima (MMA).

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 seis 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 Amazônia Central
- Aterros sanitários⁸
- 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 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 N° 12.651/2012 (Novo Código Florestal)

⁸ 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 Região Metropolitana de Manaus. Após a pesquisa, promoveu-se o georreferenciamento do endereço e incorporação da informação na base de feições ambientais.

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 ICMBio⁹.

Ademais, para consistir os dados levantados na base de dados do MMA, procedeu-se à consulta das Unidades de Conservação estaduais da Secretaria de Meio Ambiente do Estado do Amazonas (SEMA). O mesmo procedimento se repetiu em relação às Unidades de Conservação municipais, procedendo-se à pesquisa de UC no *site* da Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Sustentabilidade (SEMMAS) de Manaus, município de interesse para o presente estudo. Os mapas presentes no *site* 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

⁹ INSTITUTO CHICO MENDES DE BIODIVERSIDADE (ICMBio). **Cadastro Nacional de Unidades de Conservação**. Disponível em: <https://cnuc.mma.gov.br/map>

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.

Limites de Unidades de Conservação (UC) Estaduais

No estado do Amazonas cabe à Secretaria de Estado do Meio Ambiente do Amazonas (SEMA), a atribuição da delimitação das Unidades de Conservação.

O Sistema Estadual de Unidades de Conservação do Amazonas é instituído pela Lei estadual Nº 53/2017 e prevê:

Art. 1º Esta lei institui o SISTEMA ESTADUAL DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO - SEUC, estabelecendo critérios e normas para a criação, implantação e gestão das Unidades de Conservação, bem como as infrações cometidas em seu âmbito e as respectivas penalidades.

CAPÍTULO III

DAS CATEGORIAS DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO

Art. 7.º 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. 8.º O grupo das Unidades de Proteção Integral é composto pelas seguintes categorias de Unidades de Conservação: I - Estação Ecológica - ESEC; II - Reserva Biológica - REBIO; III - Parque Estadual; IV - Monumento Natural; V - Refúgio de Vida Silvestre; VI - Reserva Particular do Patrimônio Natural - RPPN.

Art. 15º. O grupo das Unidades de Uso Sustentável é composto pelas seguintes categorias de Unidade de Conservação: I - Área de Proteção Ambiental - APA; II - Área de Relevante Interesse Ecológico - ARIE; III - Floresta Estadual - FLORESTA; IV - Reserva Extrativista - RESEX; V - Reserva de Fauna; VI - Reserva de Desenvolvimento Sustentável - RDS; VII - Reserva Particular de Desenvolvimento Sustentável - RPDS; VIII - Estrada Parque; IX - Rio Cênico.

Limites de Unidades de Conservação (UC) Municipais (Manaus)

No município de Manaus cabe à Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Sustentabilidade (SEMMAS), e mais precisamente, ao Departamento de Mudanças Climáticas e Áreas Protegidas 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 SEMMAS, 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) federais e estaduais

A Lei 9.985/2.000, 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, a Lei Complementar Nº. 53/2017, que institui o Sistema Estadual de Unidades de Conservação, insere a Reserva Particular do Patrimônio Natural - RPPN como unidade do Grupo de Proteção Integral, sendo definida como *área privada, gravada com perpetuidade, com o objetivo de conservar a diversidade biológica, constando o gravame de Termo de Compromisso assinado perante o órgão ambiental, que declarará a existência de interesse público e, após a declaração da RPPN pelo órgão competente, será averbado à margem da inscrição no Registro Público de Imóveis.*

Para constituir uma base completa de RPPN para a Região Metropolitana de Manaus, primeiramente procedeu-se ao *download* das RPPN de âmbito federal, indicadas na base de dados do ICMBio - SIMRPPN¹⁰. Foi considerado o município de interesse do presente trabalho (Manaus). 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 da Secretaria Estadual de Meio Ambiente do Amazonas (SEMA), não se verificando interceptação de RPPN pela AID dos eixos de transporte em estudo¹¹.

¹⁰ INSTITUTO CHICO MENDES DE BIODIVERSIDADE (ICMBio). **Sistema Informatização de Acompanhamento de RPPN**. Disponível em: <https://sistemas.icmbio.gov.br/simrppn/publico/>

¹¹ Em nível metropolitano, observa-se a existência das RPPN Adão e Eva, Dr. Daisaku Ikeda, Estância Rivas, Laço de Amor, Morada do Sol e da Lua, Reserva dos Arqueiros, Reserva dos Quatro Elementos, Reserva Dr. Phelippe Daou, Reserva Sol Nascente, Santuário, Sítio Bela Vista e Sítio Morada do Sol.

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 \(www.gov.br\)](#).

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)¹² e posterior recorte da informação para a área de estudo, em ambiente ArcGis Pro, não tendo sido verificada incidência de APGB.

Reserva da Biosfera da Amazônia Central

A Reserva da Biosfera (RBAC) foi aprovada em 2001 e localiza-se na região central do Estado do Amazonas, compreendendo as bacias dos rios Uatumã, Negro, Solimões, Japurá, Içá e Juruá, que incluem sistemas de águas negras e brancas com uma enorme diversidade de paisagens aquáticas e terrestres com uma extraordinária biodiversidade. A leste da Reserva encontramos as bacias hidrográficas negras dos rios Uatumã e Negro, este último o maior rio de águas negras do mundo com a segunda maior diversidade de peixes do Amazonas e os 2 maiores arquipélagos fluviais do planeta, Mariuá e Anavilhanas.

A região central e ocidental da Reserva contempla ambientes de água branca, ricos em nutrientes e sedimentos, que tornam esta porção do território uma das mais ricas e produtivas para a pesca, extração de plantas e agricultura, principalmente nas várzeas. Toda esta região está dentro de um imenso sistema hidrológico e ecológico que liga a região andina da Amazônia e os sistemas a jusante ao estuário amazônico.

A Reserva inclui o conjunto de Áreas Protegidas contínuas, formado pelo Parque Nacional do Jaú, pela Estação Ecológica de Anavilhanas, pelas Reservas Ecológicas do Rio Negro, Javari- Solimões e de Juami-Japurá, pela Reserva Biológica de Uatumã, pela Floresta Nacional de Tefé e pelas Reservas de Desenvolvimento Sustentável de Mamirauá e Amanã, entre outras de menor extensão territorial. (Fonte: Reserva da Biosfera da Amazônia Central) ¹³.

Procedeu-se ao georreferenciamento e vetorização da figura, em formato tiff, dos limites da RBAC, incorporando o arquivo *shapefile* correspondente ao conjunto das feições ambientais apresentadas no presente estudo.

A RBAC abrange uma extensa faixa dentro do estado do Amazonas, que vai do extremo oeste do estado, no município de Jataí, como também a leste, já dentro dos limites da Região Metropolitana de Manaus, chegando até o município de Presidente Figueiredo. Dentro do município de Manaus,

¹² MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE E MUDANÇA DO CLIMA (MMA). **Segunda Atualização das Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade (APGB)**. 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>

¹³ [RB Amazônia Central | RBRB](#)

onde se inserem os eixos de transporte em estudo, a RBCA ocupa quase toda a superfície municipal, o que inclui, portanto, a AID desses eixos.

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)¹⁴ (<https://geoportal.sgb.gov.br/desastres/>). 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 foram identificadas áreas com riscos de deslizamento no interior da AID.

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). Não se verificou a incidência da AID em áreas sujeitas a alagamento.

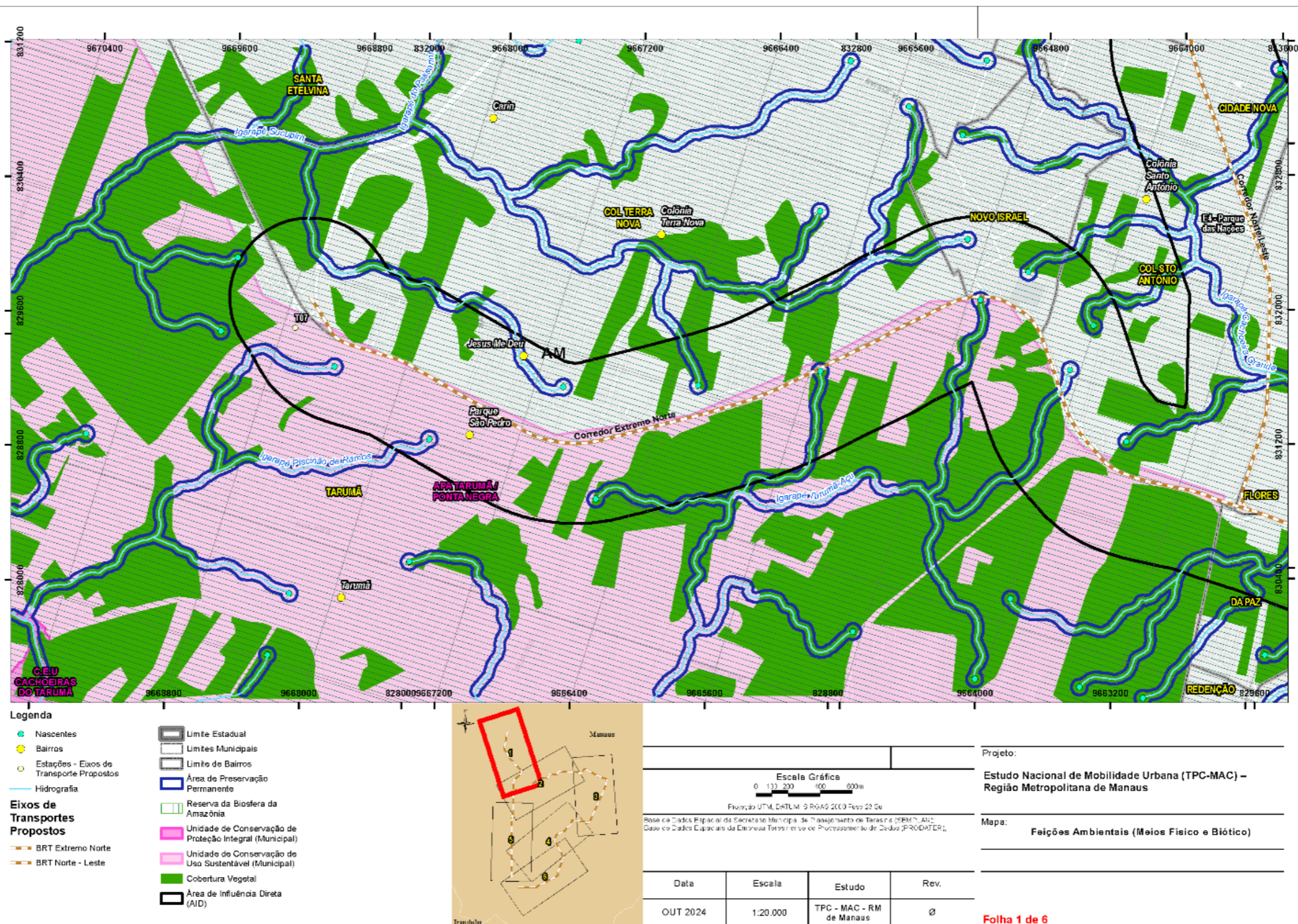
3.2.3. Resultados do Mapeamento: Categorias temáticas encontradas nos Eixos de Transportes Propostos e em sua AID

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 14, adiante.

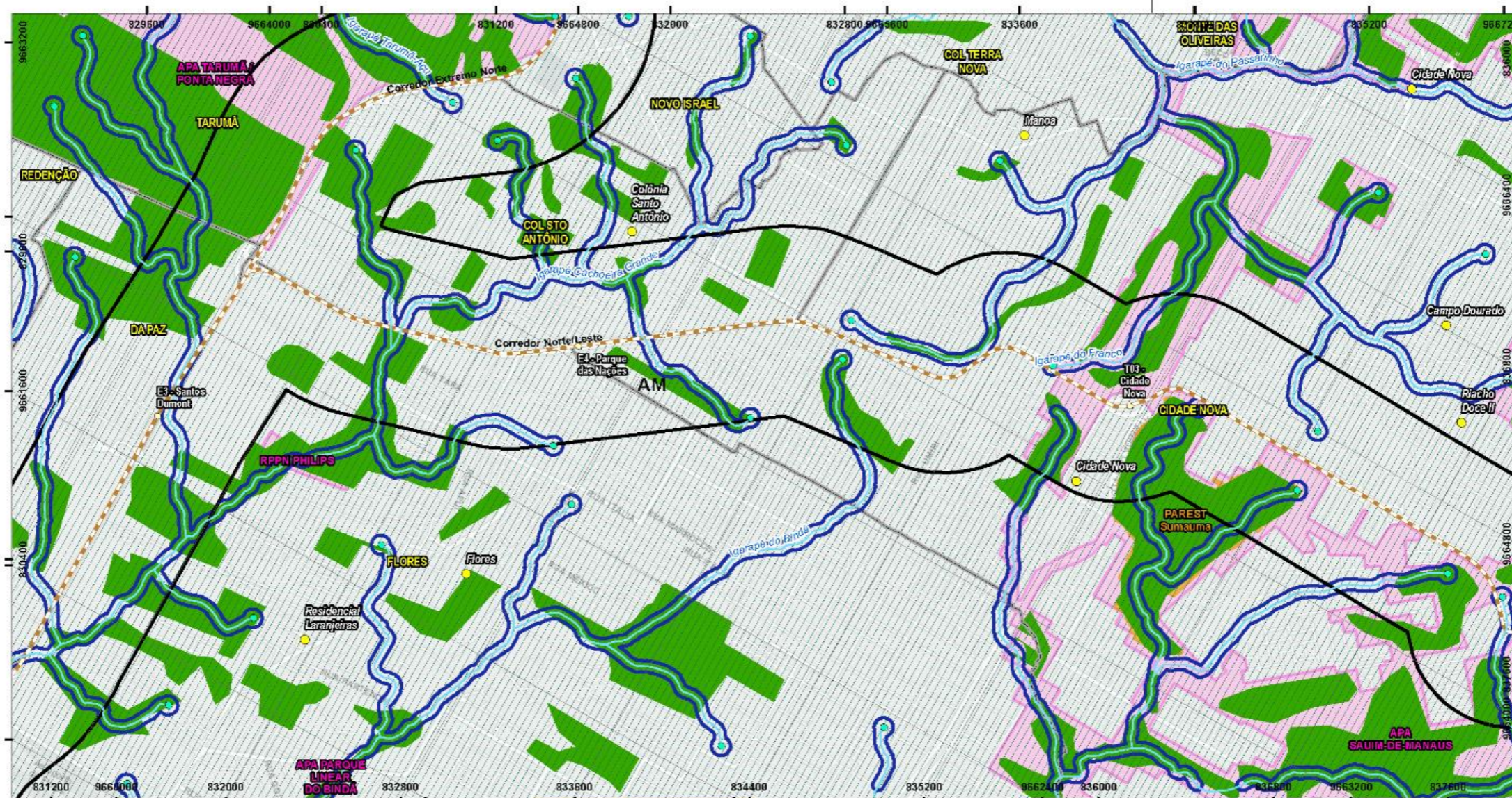
¹⁴ SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (SGB). **Setorização dos Riscos Geológicos**. Disponível em: <https://geoportal.sgb.gov.br/portal/home/>

Figura 38: Mapa de feições ambientais (meio físico e biótico) 1/6

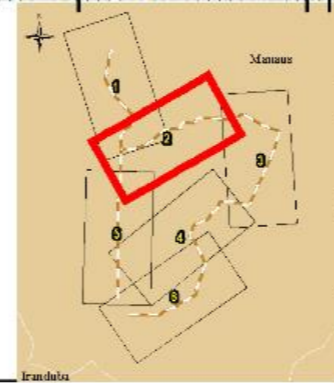


Fonte: Elaboração própria

Figura 39: Mapa de feições ambientais (meio físico e biótico) 2/6



- Legenda**
- Nascentes
 - Bairros
 - Estações - Eixos de Transporte Propostos
 - Hidrografia
 - Eixos de Transportes Propostos**
 - BRT Extremo Norte
 - BRT Norte - Leste
 - Limite Estadual
 - Limites Municipais
 - Limite de Bairros
 - Área de Preservação Permanente
 - Reserva da Biosfera da Amazônia
 - Unidade de Conservação de Proteção Integral (Estadual)
 - Unidade de Conservação de Uso Sustentável (Municipal)
 - Cobertura Vegetal
 - Área de Influência Direta (AID)



Base de Dados Espaciais da Secretaria Municipal de Planejamento de Terras e SGMPLAN; Base de Dados Espaciais do Empresa Terras e SGMPLAN (PRODATERR)

Data	Escala	Estudo	Rev.
OUT 2024	1:20.000	TPC - MAC - RM de Manaus	0

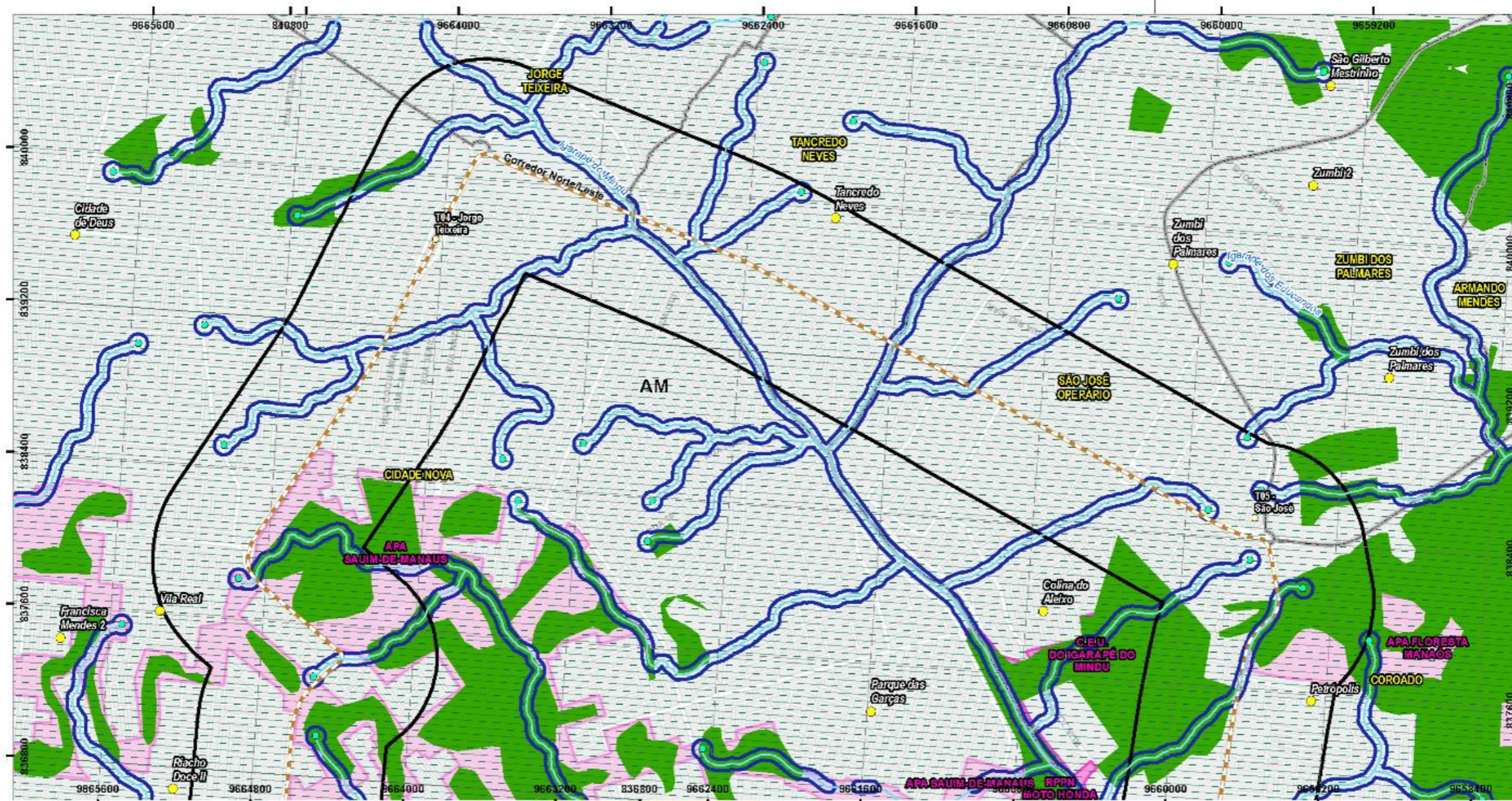
Projeto:
Estudo Nacional de Mobilidade Urbana (TPC-MAC) – Região Metropolitana de Manaus

Mapa:
Feições Ambientais (Meios Físico e Biótico)

Folha 2 de 6

Fonte: Elaboração própria

Figura 40: Mapa de feições ambientais (meio físico e biótico) 3/6



Legenda

- Nascentes
- Bairros
- Estações - Eixos de Transporte Propostos
- Hidrografia
- Eixos de Transportes Propostos**
- BRT Norte - Leste
- Limite Estadual
- Limites Municipais
- Limite de Bairros
- Área de Preservação Permanente
- Reserva da Biosfera da Amazônia
- Unidade de Conservação de Proteção Integral (Municipal)
- Unidade de Conservação de Uso Sustentável (Municipal)
- Cobertura Vegetal
- Área de Influência Direta (AID)



Escala Gráfica
0 100 200 400 600m

Projeção UTM, DATUM S. ROSS, 2000 Fuso 72 Sd.

Base de Dados Espaciais da Secretaria Municipal de Planejamento de Transportes (SMP-PLAN); Base de Dados Espaciais do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE/IBRATUR).

Data	Escala	Estudo	Rev.
OUT 2024	1:20.000	TPC - MAC - RM de Manaus	0

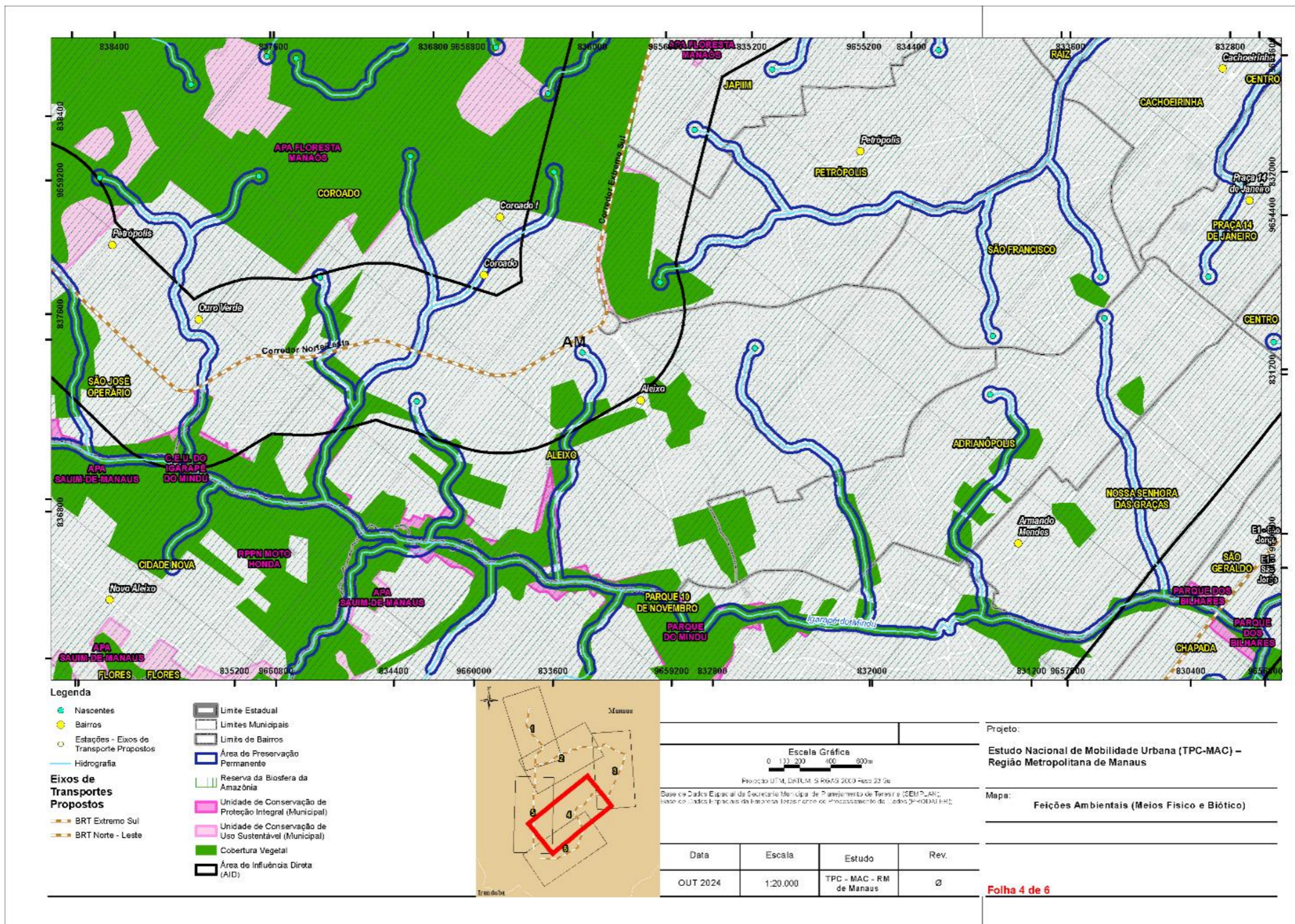
Projeto:
Estudo Nacional de Mobilidade Urbana (TPC-MAC) – Região Metropolitana de Manaus

Mapa:
Feições Ambientais (Meios Físico e Biótico)

Folha 3 de 6

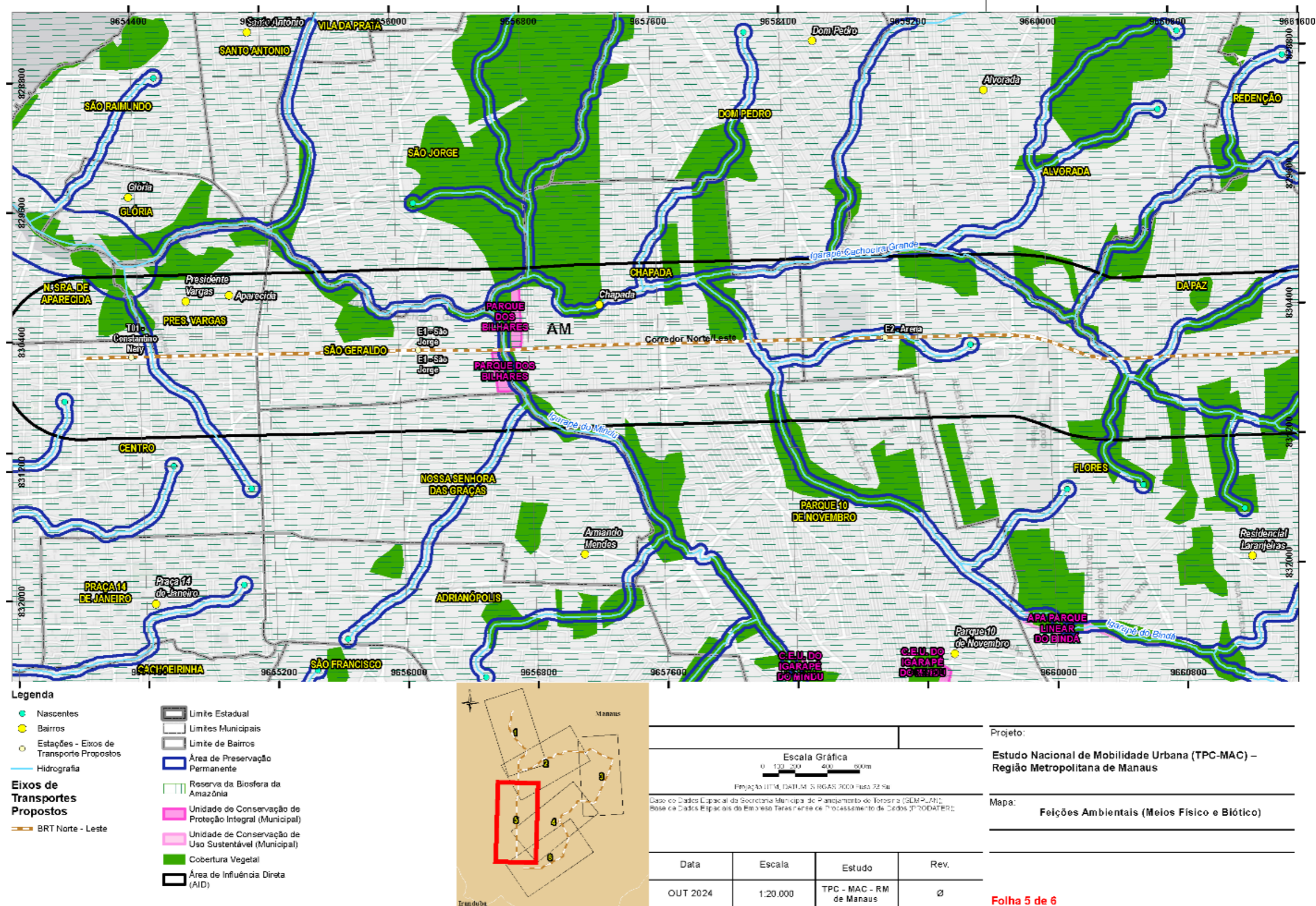
Fonte: Elaboração própria

Figura 41: Mapa de feições ambientais (meio físico e biótico) 4/6



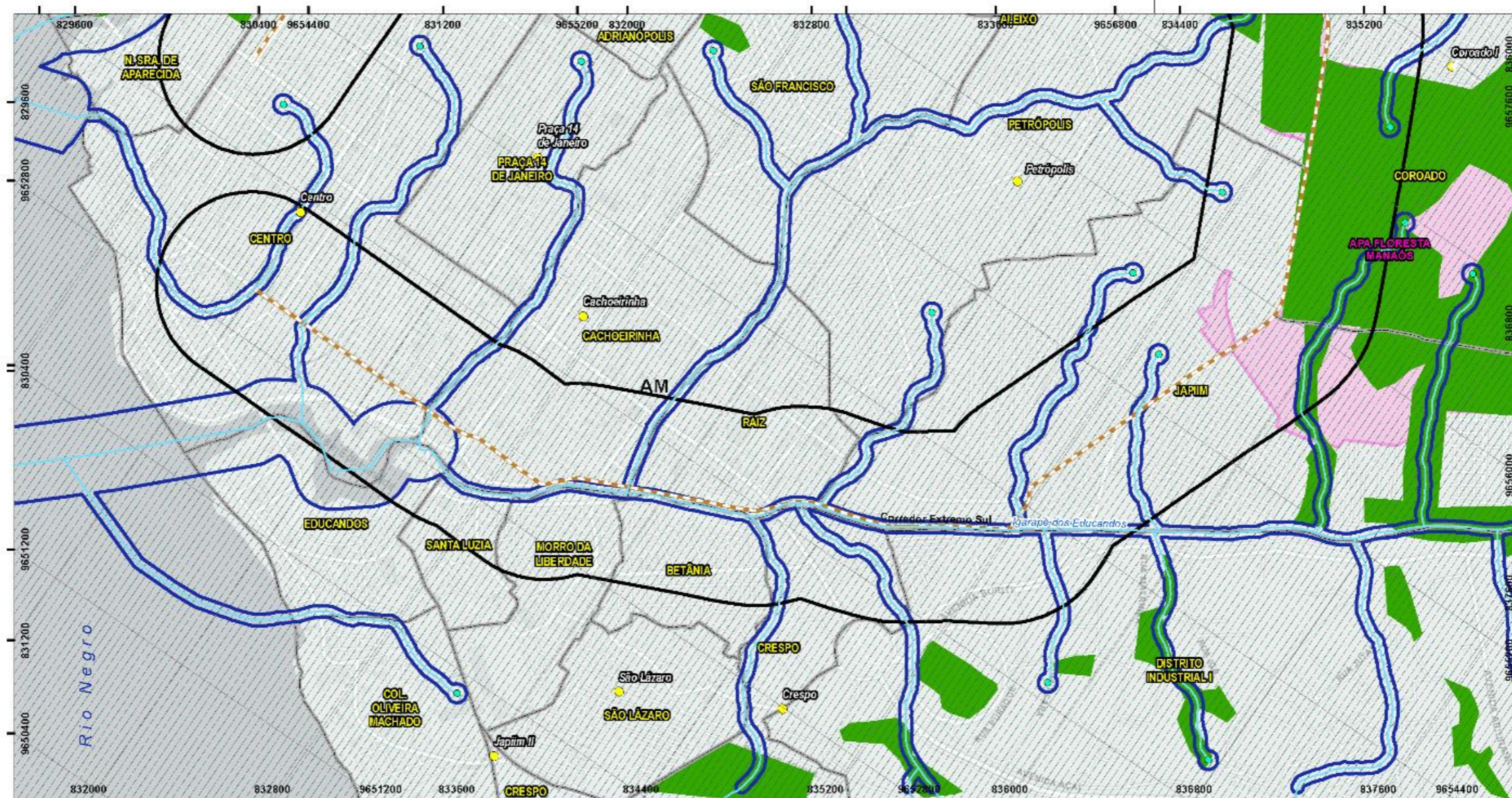
Fonte: Elaboração própria

Figura 42: Mapa de feições ambientais (meio físico e biótico) 5/6

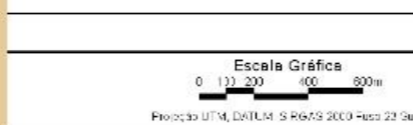
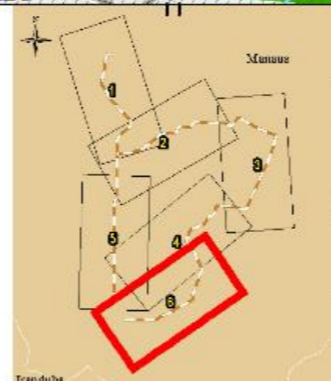


Fonte: Elaboração própria

Figura 43: Mapa de feições ambientais (meio físico e biótico) 6/6



- Legenda**
- Nascentes
 - Bairros
 - Estações - Eixos de Transporte Propostos
 - Hidrografia
 - Eixos de Transportes Propostos**
 - BRT Extremo Sul
 - BRT Norte - Leste
 - Limite Estadual
 - Limites Municipais
 - Limite de Bairros
 - Área de Preservação Permanente
 - Reserva da Biosfera da Amazônia
 - Unidade de Conservação de Uso Sustentável (Municipal)
 - Cobertura Vegetal
 - Área de Influência Direta (AID)



Base de Dados Espaciais da Secretaria Municipal de Planejamento de Transportes (SEMP-AN);
 Base de Dados Espaciais da Empresa Brasileira de Processamento de Dados (PRODA/IBR)

Projeto:
Estudo Nacional de Mobilidade Urbana (TPC-MAC) – Região Metropolitana de Manaus

Mapa:
Feições Ambientais (Meios Físico e Biótico)

Data	Escala	Estudo	Rev.
OUT 2024	1:20.000	TPC - MAC - RM de Manaus	0

Folha 6 de 6

Fonte: Elaboração própria

Tabela 21: 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	RBAC	APP			Vegetação	Áreas Contaminadas	Aterro Sanitário	Risco de deslizamento	Áreas de alagamento
								Nascente	Curso d'água	Lago/Lagoa					
1	BRT - Norte - Leste	-	-	-	-	-	•	-	•	-	•	-	-	-	-
1	BRT - Extremo Norte	-	-	*2	-	-	•	•	•	-	•	-	-	-	-
2	BRT - Extremo Norte	-	-	*2	-	-	•	-	•	-	•	-	-	-	-
2	BRT - Norte - Leste	-	*1	*3	-	-	•	-	•	-	•	-	-	-	-
3	BRT - Norte - Leste	-	-	*3 *4	-	-	•	•	•	-	•	-	-	-	-
4	BRT - Extremo Sul	-	-	*4	-	-	•	-	-	-	•	-	-	-	-
4	BRT - Norte - Leste	-	-	*4 *5	-	-	•	-	•	-	•	-	-	-	-
5	BRT - Norte - Leste	-	-	*6	-	-	•	-	•	-	•	-	-	-	-
6	BRT - Extremo Sul	-	-	*4	-	-	•	•	•	-	•	-	-	-	-
6	BRT - Norte - Leste	-	-	-	-	-	•	•	•	-	•	-	-	-	-

Fonte: Elaboração própria

Unidades de Conservação			
*1	Parque Estadual Sumaúma	*4	APA Municipal Floresta Manaós
*2	APA Municipal Tarumã - Ponta Negra	*5	Corredor Ecológico Urbano (C.E.U.) Igarapé do Mindu
*3	APA Municipal Sauim de Manaus	*6	Parque dos Bilhares

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.

Observa-se que todos os Eixos de Transporte Propostos encontram-se em áreas de ocupação urbana consolidada, com distintos sistemas viários em operação.

Como mostram os mapas e o Quadro 14, os traçados desses Eixos incidem sobre diferentes feições ambientais, tais como: terrenos situados em Unidades de Conservação municipais e estaduais, na Reserva da Biosfera da Amazônia Central (RBAM), em Áreas de Preservação Permanente (APP), entre as principais. 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 (maciços florestais, vegetação arbórea em terrenos vagos e vegetação de acompanhamento viário). 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. Há uma UC estadual e várias municipais, comentadas a seguir:

- Unidade de Conservação (UC) Estadual

Nas Áreas de Influência Direta (AID) dos Eixos de Transporte Propostos há uma Unidade de Conservação estadual: o Parque Estadual Sumaúma.

Parque Estadual Sumaúma

Localização e área

O Parque situa-se no município de Manaus e abrange área de 52,62 ha.

Importância do Parque

O Parque é primeira Unidade de Conservação do Estado localizada em área urbana.

O Parque foi criado, principalmente, pela mobilização dos moradores do entorno e pelo grupo de voluntários dos fragmentos urbanos, numa tentativa de proteger um dos remanescentes de floresta urbana do bairro Cidade Nova, da cidade de Manaus/AM.

O PAREST Sumaúma apresenta grande relevância ao SEUC por contribuir para a manutenção da biodiversidade e dos recursos genéticos, por proteger e evitar ameaças às espécies endêmicas e ameaçadas de extinção, por contribuir para a preservação e a restauração de ecossistemas, por proporcionar meios e incentivos para atividades de pesquisa científica, estudos e monitoramento ambiental, por favorecer condições e promover a educação e a interpretação ambiental, a recreação em contato com a natureza e o turismo sustentável.

O benefício social desta área para o município é relevante, pois melhora e equilibra o microclima urbano, minimiza a poluição atmosférica, sonora e visual, além de proporcionar o contato com a natureza através da pesquisa, do turismo, da recreação e da educação.

O Parque é um refúgio para a flora e a fauna. É uma das poucas áreas preservadas para refúgio do primata sauíim-de-coleira, espécie endêmica da região e criticamente ameaçada de extinção. A importância da área para a avifauna deve ser destacada, pois de acordo com dados do diagnóstico biológico foram descritas a presença de 89 espécies.

O Parque cumpre um importante papel para a formação do Corredor Ecológico do Mindu, que é uma área destinada à preservação dentre as estratégias de planejamento público municipal. O igarapé de seu interior compõe a Bacia do Rio Negro, que pertence a Bacia do Amazonas, maior bacia hidrográfica do mundo.

Contribui, principalmente, para a preservação de duas nascentes, para o fluxo gênico de espécies vegetais e ainda para a mobilidade da fauna, com ênfase às espécies de aves. (GOVERNO DO ESTADO DO AMAZONAS, s/d)¹⁵

O Parque Estadual Sumaúma foi criado por meio do Decreto Estadual Nº 23.721/2003, e possui Plano de Gestão, aprovado por meio da Portaria SDS/GS Nº 029/2009, no qual

foram definidas cinco zonas diferentes, segundo gradações de intensidade da intervenção (mínima, pequena, moderada e alta) e do tipo de atividade que será desenvolvida. São elas: Zona de Uso Restrito, Zona de Uso Extensivo ou Moderado e Zona de Uso Intensivo. Foram também definidas a Zona de Amortecimento, com o objetivo de reduzir o impacto de intervenção do entorno sobre a Unidade e a Zona de Uso Conflitivo ou Zona de Servidão, por onde passam os encanamentos de água da empresa Águas do Amazonas e a rede elétrica de alta tensão da Manaus Energia.

A responsabilidade pela gestão do Parque Estadual Sumaúma desde o ano de 2007 é do Centro Estadual de Unidades de Conservação (Ceuc), órgão vinculado à Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SDS) do Governo do Estado do Amazonas.

Por se tratar de Unidade de Conservação de Proteção Integral, intervenções no Parque Estadual Sumaúma ou em sua Zona de Amortecimento, em princípio, não serão aprovadas. Assim, projetos de TPC-MAC que potencialmente afetem esses locais deverão levar em conta as restrições impostas pela existência dessa Unidade de Conservação.

As outras Unidades de Conservação presentes na AID são municipais, e suas características estão citadas no *site* da Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Sustentabilidade (SEMMAS)¹⁶, conforme segue:

Unidades de Conservação municipal

Parque dos Bilhares

O Parque dos Bilhares é um parque urbano localizado em Manaus, às margens do igarapé do Mindu, tendo como limites as avenidas Djalma Batista e Constantino Nery e os igarapés do Mindu e da Cachoeira. Foi inaugurado no dia 24 de outubro de 2006, pela Prefeitura de

¹⁵ GOVERNO DO ESTADO DO AMAZONAS. **Plano de Gestão do Parque Estadual Sumaúma**. Manaus, s/d. Disponível em: [Sumaúma parte 1 e 2.indd | PDF Host](#). Acesso em Out/2024.

¹⁶ Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Sustentabilidade. Disponível em: [Parques Urbanos - SEMMAS CLIMA](#). Acesso em Outubro/2024.

Manaus, data de aniversário da cidade, com o objetivo de oferecer lazer à população e, ao mesmo tempo, preservando o meio ambiente ([Parques Urbanos - SEMMAS CLIMA](#)).

Corredor Ecológico Urbano (C.E.U.) Igarapé do Mindu

O Conceito de Corredor Ecológico Urbano nasceu pela necessidade de se conectar fragmentos florestais urbanos (Áreas Verdes dos Conjuntos Residenciais, Áreas de Preservação Permanente, Unidades de Conservação) possibilitando o fluxo gênico e o movimento da biota entre estas áreas.

Nestes espaços, só é permitida a realização de obras e infraestrutura para implantação de áreas de lazer, compatíveis com a preservação ambiental, desde que devidamente licenciadas pelo órgão ambiental municipal.

O Corredor Ecológico Urbano do Mindu (Decreto Nº 9.329/07) tem seu início na zona leste, no Parque das Nascentes, segue o curso do igarapé do Mindu e chega até o Parque dos Bilhares, na zona centro sul da cidade. Neste Percurso, conecta outras duas Unidades de Conservação (Parque Municipal do Mindu e RPPN Reserva Honda), além de áreas verdes dos conjuntos habitacionais por onde passa ([Parques Urbanos - SEMMAS CLIMA](#)).

APA Municipal Tarumã - Ponta Negra

Criada pelo Decreto Nº 9.556/2008 abrange área de 22.698,84 ha, distribuída em área urbana, área de transição e área rural (Plano Diretor, 2014), na parte oeste de Manaus, para onde o processo de ocupação da cidade tem migrado. Os limites da APA foram traçados em função da bacia do igarapé do Tarumã-Açu, que representa um importante contribuinte do Rio Negro. Os benefícios da conservação dos seus recursos naturais abrangem a cidade como um todo, uma vez que contribuem para a melhoria da qualidade ambiental do município de Manaus, prejudicada pelas fortes intervenções antrópicas, como desmatamento, impermeabilização do solo, queimadas, supressão de mata ciliar e perda de biodiversidade ([Parques Urbanos - SEMMAS CLIMA](#)).

APA Municipal Sauim de Manaus

Criada pelo Decreto Nº 4.094, de 6 de junho de 2018, a Área de Proteção Ambiental (APA) Sauim-de Manaus abrange área de aproximadamente 1.015 hectares, entre as Áreas de Preservação Permanente, Áreas Verdes e de particulares. A APA Sauim-de-Manaus nasceu pela necessidade da interligação entre o Corredor Ecológico e Urbano do igarapé do Mindu e a Reserva Adolpho Ducke. Tem seu início no Corredor Ecológico e Urbano do Igarapé do Mindu, Zona Centro-Sul, seguindo no sentido norte até a Reserva Ducke. Abrange os bairros: Parque 10, Novo Aleixo, Cidade Nova, Nova Cidade e Cidade de Deus.

Objetivo geral – Aumento da conectividade de habitats naturais e conservação dos já existentes para dispersão da fauna e flora silvestres, com a requalificação urbana e socioambiental da área proposta e a participação da sociedade, promovendo melhoria da qualidade de vida na cidade de Manaus ([Parques Urbanos - SEMMAS CLIMA](#)).

APA Municipal Floresta Manaós

A Área de Proteção Ambiental Floresta Manaós foi criada pelo Decreto Nº 4.515 de 26/07/2019, está localizada na zona Centro-sul da cidade de Manaus. Abrange 759,15 ha e é formada pelos fragmentos florestais do INPA, UFAM, ULBRA, Parque Lagoa do Japiim e área verde do Conjunto Acariquara. A APA é cercada por diversos bairros, que têm ocupação datada da década de 70, provenientes, na sua maioria de ocupações desordenadas ([Parques Urbanos - SEMMAS CLIMA](#)).

Os projetos TPC-MAC que incidem sobre o Parque dos Bilhares e o Corredor Ecológico Urbano Igarapé do Mundaú em princípio, não serão aprovados, uma vez que constituem Unidades de Conservação municipais de Proteção Integral.

Já, os eixos incidentes sobre as APA (Unidades de Conservação de Uso Sustentável) deverão, na fase de licenciamento ambiental de seus projetos, ser submetidos à apreciação do órgão gestor (SEMMAS – CLIMA) a fim de obter a anuência do mesmo, obedecendo às restrições impostas pelos seus Planos de Manejo, se existentes.

3.2.4.2. Sobre a Reserva da Biosfera da Amazônia Central – RBAC

O mapa de delimitação da Reserva da Biosfera da Amazônia Central mostra que a Área de Influência Direta (AID) incide integralmente sobre ela, que ocupa quase toda a superfície do município de Manaus. Sendo assim, a definição dos traçados dos futuros projetos situados nos Eixos de Transporte Propostos deverá considerar os remanescentes de vegetação existentes pois, por ocasião do seu licenciamento ambiental, a eventual necessidade de supressão desses remanescentes demandará a submissão aos procedimentos determinados pelo órgão licenciador, com base na legislação vigente, e a correspondente adoção de medidas compensatórias.

3.2.4.3. Sobre APP e supressão de vegetação

Nas AID de todos os eixos de TPC-MAC propostos é notável a existência de inúmeras APP de nascentes e de cursos d'água, devendo, estas, ser consideradas como condicionantes de projeto, desde suas etapas iniciais.

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.

3.3. 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 1850¹⁷. 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.

¹⁷ 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, 2014a¹⁸ 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 no município de Manaus 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 Amazonas (UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, 2013 a)¹⁹; o Atlas Digital de Desastres no Brasil (BRASIL, 2024)²⁰; o Sistema de Informações e Análises sobre Impactos das Mudanças Climáticas (ADAPTA BRASIL MCTI)²¹.

¹⁸ 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.

¹⁹ UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. **Atlas Brasileiro de Desastres Naturais 1991 a 2010. Volume Amazonas**. Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres. Florianópolis, CEPED. UFSC, 2013, 104p., il. 2ª edição revisada e ampliada. [CEPED \(ufsc.br\)](http://ceped.ufsc.br) Acesso em setembro/2024.

²⁰ 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.

²¹ 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.

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 no Estado do Amazonas

O Atlas Brasileiro de Desastres Naturais (UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, 2011) 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 Amazonas, o site do Atlas ([CEPED \(ufsc.br\)](http://CEPED.ufsc.br)) apresenta o Volume Amazonas²².

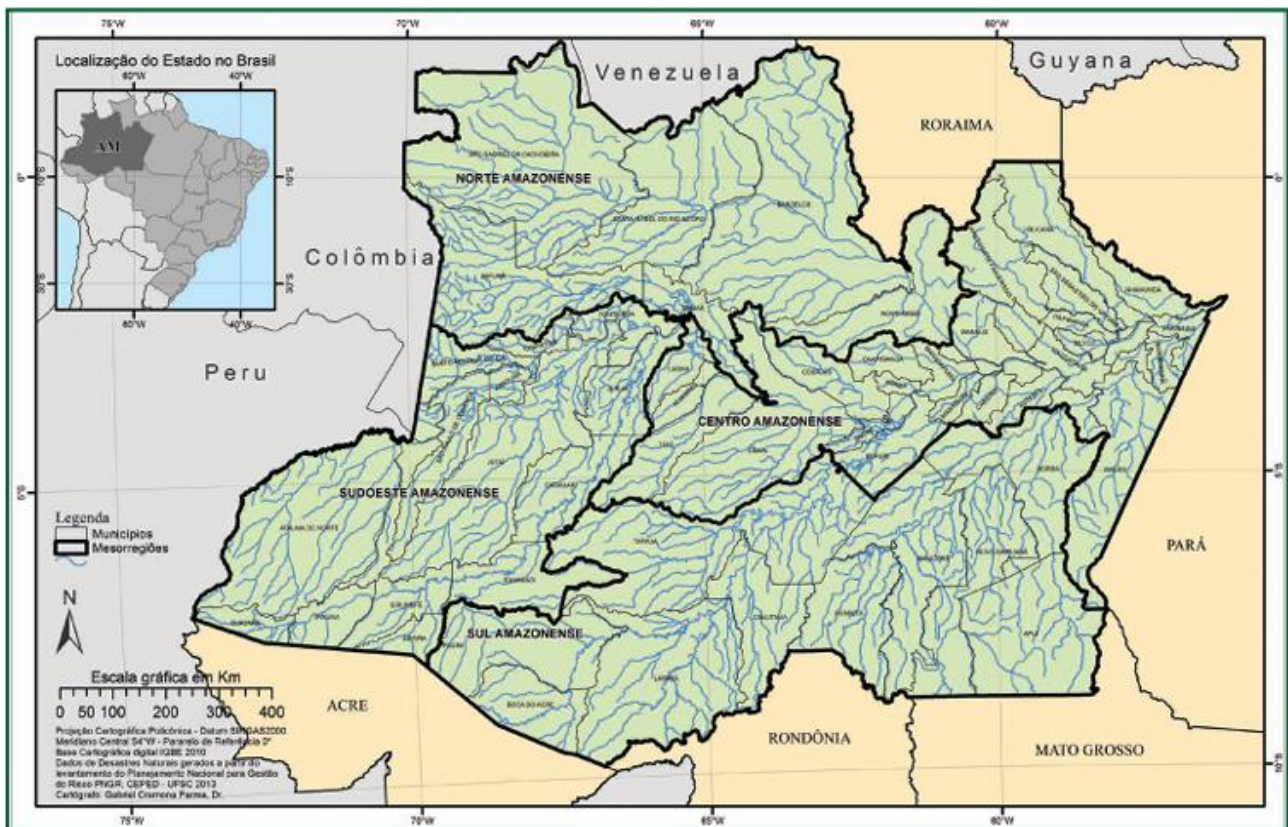
Segundo o Atlas, O Estado do Amazonas é o maior do País e tem seu território dividido em 62 municípios; é dividido em quatro mesorregiões: Norte Amazonense, Centro Amazonense, Sudoeste Amazonense e Sul Amazonense. A sua capital é Manaus, situada às margens do rio Negro localizada na mesorregião Centro Norte²³.

A figura a seguir mostra o estado do Amazonas e a distribuição dos municípios nas quatro mesorregiões.

²² UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. **Atlas Brasileiro de Desastres Naturais 1991 a 2010. Volume Amazonas**. Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres. Florianópolis, CEPED. UFSC, 2013, 104p., il. 2ª edição revisada e ampliada. [CEPED \(ufsc.br\)](http://CEPED.ufsc.br) Acesso em setembro/2024.

²³ Observa-se que, a despeito de o texto mencionar que Manaus está localizada na mesorregião Centro Norte, os mapas disponíveis no Atlas inserem o município na mesorregião Centro Amazonense.

Figura 44: Municípios e Mesorregiões do Estado do Amazonas



Fonte: UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA (2013) (CEPED (ufsc.br))

O Volume Amazonas contém os seguintes mapas temáticos: Estiagem e Seca, Enxurrada, Inundação, Vendaval, Movimento de Massa, Incêndio Florestal e Erosão, com a distribuição desses eventos em cada Mesorregião do Estado no período entre 1991 e 2012.

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 específico do Volume Amazonas, o tema “alagamento” não é contemplado (como em outros Volumes do Atlas, referentes a outros Estados), sendo substituído pelo tema “enxurradas”, o qual é, então, abordado no presente documento.

Os textos grafados em *itálico* são transcrições da fonte bibliográfica: UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA (2013) ([CEPED \(ufsc.br\)](http://ufsc.br)).

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).

(...)

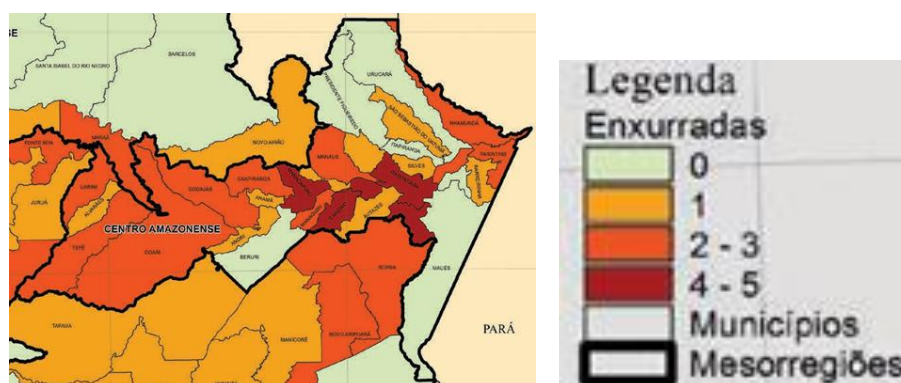
No Brasil, Pinheiro (2007) argumenta que as enchentes ocorridas em pequenas bacias são chamadas popularmente de enxurradas e, se, ocorrem em áreas urbanas, são tratadas como enchentes urbanas. Para Amaral e Gutjahr (2011), as enxurradas são definidas como “o escoamento superficial concentrado e com alta energia de transporte, que pode ou não estar associado a áreas de domínio dos processos fluviais. Autores como Nakamura e Manfredini (2007) e Reis et al. (2012) utilizam os termos escoamento superficial concentrado e enxurradas como sinônimos.

(...)

O Estado do Amazonas possui 90 registros oficiais de enxurradas excepcionais caracterizadas como desastre, entre os anos de 1991 e 2012. A região Centro Amazonense, que possui a maioria dos municípios do Estado e abriga a maior parte da população, é a mesorregião mais afetada, pois concentra 60% das ocorrências registradas.

(...) a maioria dos municípios já foi atingida pelo menos uma vez por este tipo de evento. As cidades de Careiro da Várzea e Nova Olinda do Norte foram as mais atingidas, com 5 registros de enxurradas. São seguidas pelos municípios de Careiro, Itacoatiara, Manacapuru e Tabatinga, que apresentam a frequência de 4 eventos. Careiro, Careiro da Várzea e Manacapuru estão situados nas margens do rio Solimões/Amazonas, nas proximidades de Manaus.

Figura 45: Enxurradas na Mesorregião Centro Amazonense de 1991 a 2012



Ocorrências em Manaus: 2-3

Fonte: UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA (2013) (CEPED (ufsc.br))

Inundação

As inundações, anteriormente intituladas como “enchentes ou inundações graduais” compõem o grupo dos desastres naturais hidrológicos, segundo a nova Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE). 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).

Para Castro (2003), as inundações graduais são caracterizadas pela elevação das águas de forma paulatina e previsível, mantendo-se em situação de cheia durante algum tempo para, após, escoarem-se gradual mente. São eventos naturais que ocorrem com periodicidade nos cursos d'água, sendo características das grandes bacias hidrográficas e dos rios de planície, como o Amazonas. O fenômeno evolui de forma facilmente previsível e a onda de cheia desenvolve-se de montante para jusante, guardando intervalos regulares.

(...)

O Estado do Amazonas apresentou 214 registros oficiais de inundações excepcionais caracterizadas como desastre, entre os anos de 1991 e 2012.

A mesorregião Centro Amazonense é a que concentra a maior parte das ocorrências registradas, 52,4% do total. A maioria dos municípios do Estado do Amazonas já foi afetada, ao menos uma vez, por inundações ao longo do período analisado, (...).

(...)

Manaus apresenta-se como o município mais afetado, com o total de 20.578 estabelecimentos e estruturas destruídos ou danificados. Esse total, referente à inundação de abril de 2012, mostra o quanto a capital é vulnerável frente aos eventos naturais de inundação, que se tornam desastres.

A maior parte dos municípios (...) situa-se na mesorregião Centro Amazonense, com exceção de Careiro da Várzea, situado no Sul Amazonense. O Centro Amazonense abriga

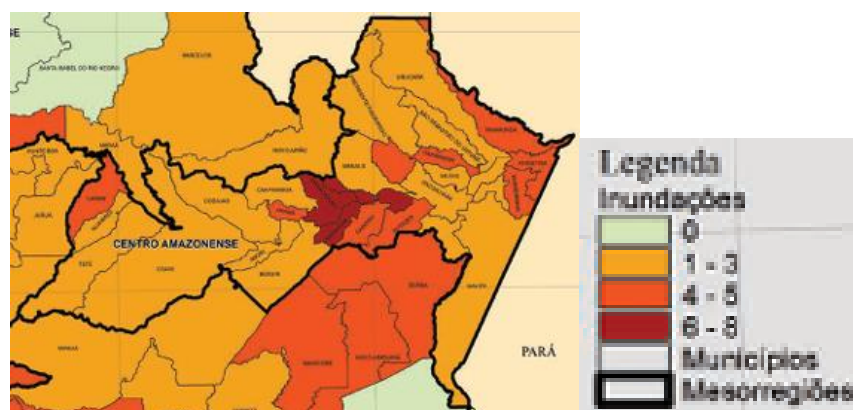
a maior parte da população do Estado, o que caracteriza cidades mais urbanizadas e propensas aos desastres.

Os episódios de inundação gradual, em geral, são recorrentes nas áreas urbanas, principalmente quando estas apresentam ocupação desordenada em áreas sujeitas à inundação. As moradias e seus habitantes passam a ser alvo dos desastres naturais relacionados com o aumento do nível dos rios.

(...)

As cheias que ocorrem em Manaus e seu entorno são devidas, em sua maior parte, às contribuições do Rio Solimões e dos seus afluentes da margem direita; e em menor grau, aos tributários da margem esquerda. São cheias que, por apresentarem um longo tempo de percurso, podem ser previstas com vários dias de antecedência (CPRM, 2009). No entanto, esta previsibilidade não faz parte de um processo de gestão do risco, e, como consequência, não reduz a vulnerabilidade das comunidades ribeirinhas aos desastres ocasionados por enchentes e inundações.

Figura 46: Inundações na Mesorregião Centro Amazonense de 1991 a 2012



Ocorrências em Manaus: 1-3

Fonte: UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA (2013) (CEPED (ufsc.br))

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.

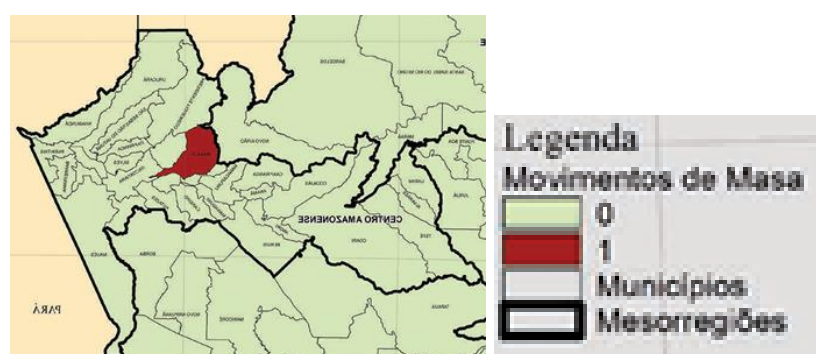
(...)

No período de 1991 a 2012, foi registrado apenas um evento correspondente a movimento de massa no Estado do Amazonas. Este desastre ocorreu em 2009 no município de Manaus e afetou residências construídas na crista e no sopé de um barranco em uma extensão de 104,18 m. Segundo os dados da Notificação Preliminar de Desastres (NOPRED), foram danificadas 26 residências, com destruição de 1 residência, sendo afetadas 167 pessoas neste evento

Em Manaus, a população mais carente ocupa as margens alagáveis dos igarapés e encostas submetidas a processos erosivos. Esta forma de ocupação é típica dos ribeirinhos amazônicos, que nestas regiões realizam todas as suas atividades cotidianas (MAGALHÕES et al., 2011). Os processos de erosão e movimentos de massa na orla de Manaus, no rio Negro, estão relacionados aos sedimentos fracamente consolidados da Formação Alter do Chão e à forma de ocupação desordenada do solo (MAIA; MARMOS, 2010).

A cidade de Manaus está inserida na Bacia Sedimentar do Amazonas e tem influência de ambientes fluviais com elevado índice pluviométrico, em diversas bacias hidrográficas, que interferem de forma diferenciada no crescimento da cidade (CASSIANO; COSTA, 2010). (...) Segundo Lima (1998), dois fatores relacionados à dinâmica fluvial deflagram os movimentos de massa. O primeiro deles está associado à fase de elevação do nível do rio, quando predominam os processos de erosão que deflagram o desbarrancamento das margens e, posterior mente, durante a fase vazante, quando ocorrem os movimentos de massa associados à ação da gravidade.

Figura 47: Movimentos de massa na Mesorregião Centro Amazonense de 1991 a 2012



Ocorrências em Manaus: 1

Fonte: UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA (2013) (CEPED (ufsc.br))

A tabela a seguir apresenta os números de ocorrências de desastres naturais no município de Manaus no período considerado no relatório.

Tabela 22: Registros de desastres naturais no município de Manaus no período de 1991 a 2012

Município	Manaus
Movimento de Massa	1
Enxurradas	3

Município	Manaus
Inundações	2

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

3.3.2. Ocorrências de Desastres no Município de Interesse: Manaus

Para caracterização das ocorrências de desastres no município de interesse (Manaus- AM) foi consultado o Atlas Digital de Desastres no Brasil (BRASIL, 2024)²⁴.

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
 - 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 o estado do Amazonas relativos a cada ocorrência e, na sequência, um quadro indicando as ocorrências no município de Manaus.

²⁴ 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.

Tabela 23: Ocorrências – Estado do Amazonas Período: 2010-2024

	Alagamentos	Inundações	Movimentos de massa
Ocorrências	40	422	26
Óbitos	1	73	3
Desabrigados e desalojados	83.425	869.800	1.718
Total de afetados	300.953	3.237.445	8.800
Danos totais (*)	93.144.605,12	2.430.271.731,33	58.984.723,88
Prejuízos (*)	91.062.19	2.875.852.024,74	5.494.921,10

(*) dados a partir de 1995 – valores corrigidos

Fonte: BRASIL, 2024 (elaboração própria).Parte superior do formulário

O quadro a seguir apresenta a distribuição das ocorrências acima citadas no município de Manaus.

Tabela 24: Número de ocorrências no município de Manaus no período 2010-2024

Município/ Tipo de Ocorrência	Alagamentos	Inundações	Movimentos de Massa
Manaus (AM)	2	9	1

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 MCTI²⁵ 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.

²⁵ 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.

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.

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 pelo município de Manaus, 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 no município de Manaus-AM:

Tabela 25: Índice de Risco de desastres geo-hidrológicos

Município	Índices de risco para	
	Inundações, enxurradas e alagamentos	Deslizamentos de terra
Manaus	0,71 Alto	0,76 Alto

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

3.3.4. Projeções de temperaturas e precipitações

3.3.4.1. Introdução

Para a apresentação de informações sobre temperatura e precipitações da área de estudo da Região Metropolitana de Manaus, foram utilizadas duas fontes de informação: (i) o site CLIMATE DATA²⁶ e (ii) o site METEOBLUE²⁷.

- 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.

3.3.4.2. Dados do Climate-Data

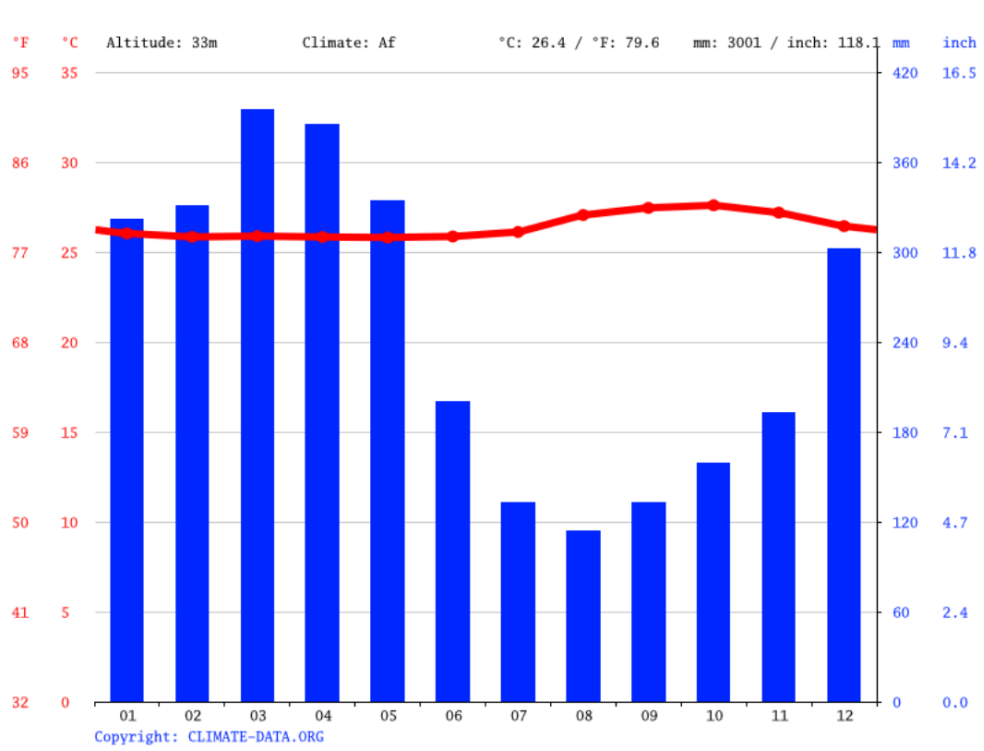
Para efeito de análise de temperatura e precipitações considerou-se como referência os dados da cidade de Manaus onde a temperatura média é 26.4 °C. A precipitação anual é de aproximadamente 3.001 mm.

O gráfico e a tabela a seguir, obtidos no site do CLIMATE-DATA, apresentam a temperatura média (em vermelho) e precipitações (em azul).

²⁶ <https://pt.climate-data.org/americas-do-sul/brasil/amazonas/manaus-1882/> (acesso setembro/2024)

²⁷ <https://www.meteoblue.com/pt/tempo/historyclimate/climatemodelled> (acesso setembro/2024)

Figura 48: Temperatura média e precipitações mensais em Manaus em 2022



Fonte: Site climate-data

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 Manaus.

Tabela 26: Dados climatológicos de Manaus

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Temperatura média (°C)	26	25.8	25.9	25.8	25.8	25.9	26.1	27.1	27.5	27.6	27.2	26.4
Temperatura mínima (°C)	24	23.9	23.9	23.9	23.8	23.5	23.5	24.1	24.5	24.8	24.8	24.3
Temperatura máxima (°C)	29.1	28.9	29	28.9	28.8	29	29.5	30.9	31.3	31.3	30.6	29.5
Chuva (mm)	322	331	395	385	334	200	133	114	133	159	193	302
Umidade(%)	87%	87%	88%	88%	89%	87%	85%	81%	80%	80%	83%	86%
Dias chuvosos (d)	20	18	21	20	21	17	15	13	14	15	17	20
Horas de sol (h)	7.8	7.7	7.6	7.2	7.0	7.9	8.6	9.2	8.9	8.9	8.6	8.1

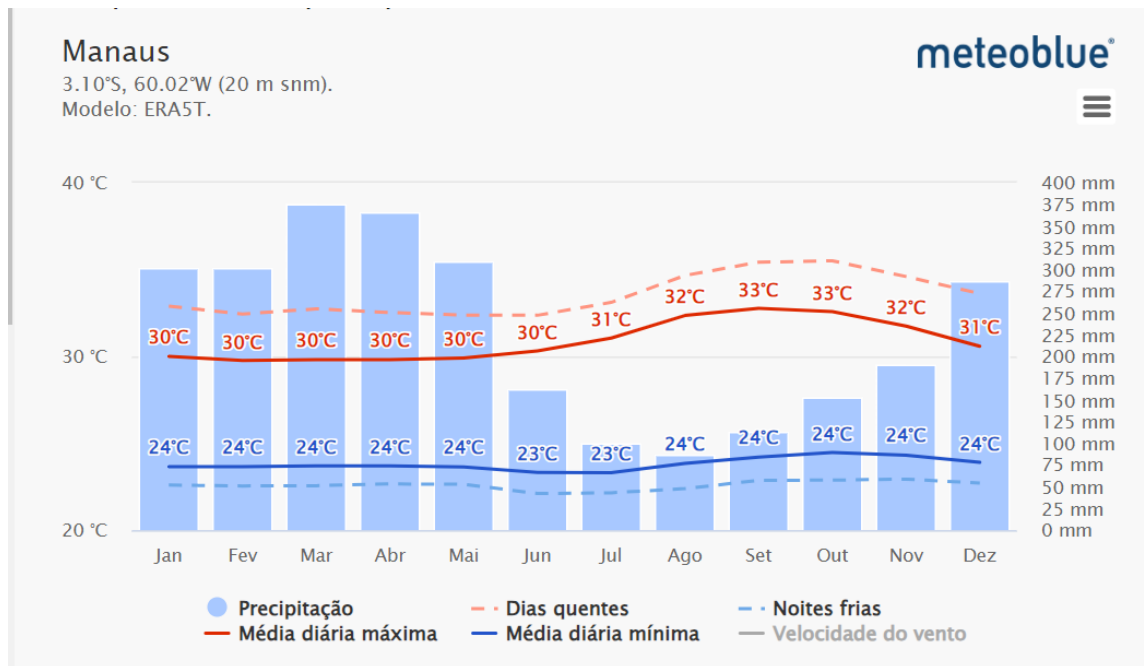
Data: 1991 - 2021 Temperatura mínima (°C), Temperatura máxima (°C), Chuva (mm), Umidade, Dias chuvosos. Data: 1999 - 2019: Horas de sol

Fonte: Site climate-data

3.3.4.3. Dados da Plataforma Meteoblue

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

Figura 49: Gráfico de temperatura e precipitações médias



3.3.4.4. 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 provenientes 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.

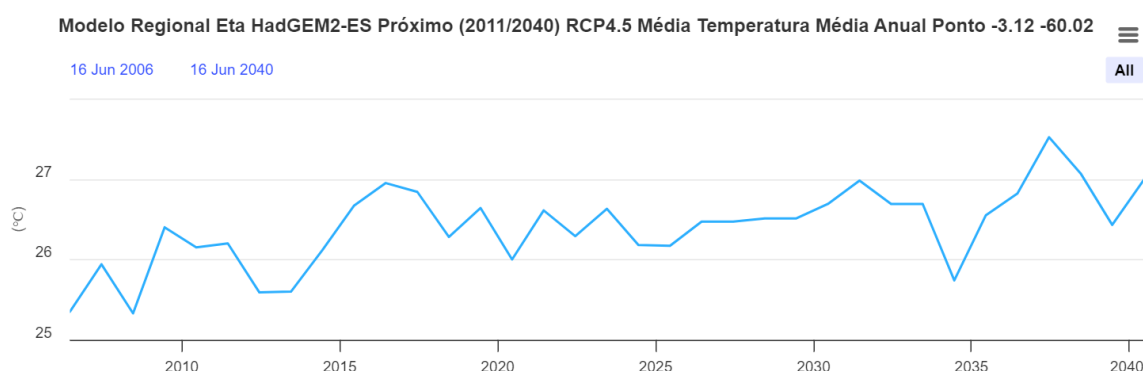
Tabela 27: Quadro de seleção de itens condicionantes das projeções de modelos climáticas do Portal PROJEÇÕES CLIMÁTICAS NO BRASIL (<http://pclima.inpe.br/>)

Item do Portal	Descrição sintética	Alternativa selecionada
Conjunto de dados	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/).	Modelo regional
Modelos climáticos	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)
Cenários	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 ² antes do ano 2100.
Período		2006 - 2040
Tipo		Média
Variáveis	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
Frequência	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 Manaus.

Figura 50: Gráfico de Projeções de Temperaturas de Manaus, em 0C, no período 2006- 2040.



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

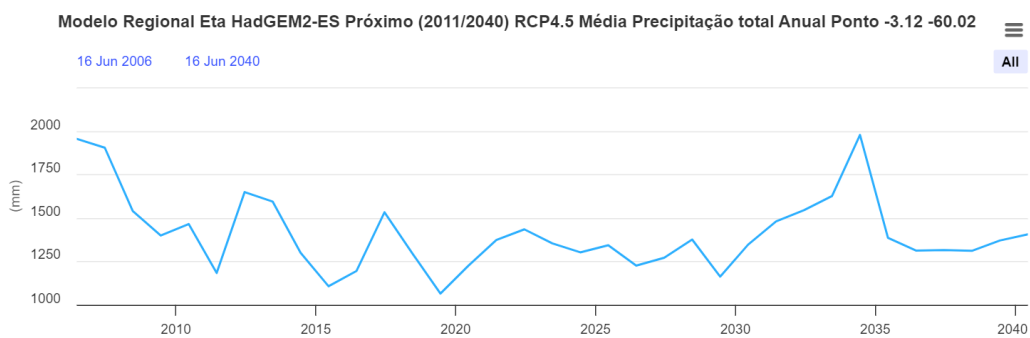
Tabela 28: Projeções de Temperaturas de Manaus, em 0C, no período 2006- 2040.

Data	°C r
16/06/2006 00:00	25,35
16/06/2007 00:00	25,94
16/06/2008 00:00	25,33
16/06/2009 00:00	26,4
16/06/2010 00:00	26,15
16/06/2011 00:00	26,2

Data	°C r
16/06/2012 00:00	25,59
16/06/2013 00:00	25,6
16/06/2014 00:00	26,12
16/06/2015 00:00	26,67
16/06/2016 00:00	26,95
16/06/2017 00:00	26,84
16/06/2018 00:00	26,28
16/06/2019 00:00	26,64
16/06/2020 00:00	26
16/06/2021 00:00	26,61
16/06/2022 00:00	26,29
16/06/2023 00:00	26,63
16/06/2024 00:00	26,18
16/06/2025 00:00	26,17
16/06/2026 00:00	26,47
16/06/2027 00:00	26,47
16/06/2028 00:00	26,51
16/06/2029 00:00	26,51
16/06/2030 00:00	26,69
16/06/2031 00:00	26,98
16/06/2032 00:00	26,69
16/06/2033 00:00	26,69
16/06/2034 00:00	25,74
16/06/2035 00:00	26,55
16/06/2036 00:00	26,82
16/06/2037 00:00	27,52
16/06/2038 00:00	27,07
16/06/2039 00:00	26,43
16/06/2040 00:00	26,99

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

Figura 51: Gráfico de Projeções de precipitações de Manaus, em mm, no período 2006- 2040.



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

Tabela 29: Projeções de precipitações de Manaus, em mm, no período 2016- 2040.

Data e Hora	Valor (mm)
16/06/2006 00:00	1954,16
16/06/2007 00:00	1903,05
16/06/2008 00:00	1539,35
16/06/2009 00:00	1398,75
16/06/2010 00:00	1464,47
16/06/2011 00:00	1183,32
16/06/2012 00:00	1648,22
16/06/2013 00:00	1593,89
16/06/2014 00:00	1299,59
16/06/2015 00:00	1107,17
16/06/2016 00:00	1195,1
16/06/2017 00:00	1532,16

Data e Hora	Valor (mm)
16/06/2018 00:00	1295,44
16/06/2019 00:00	1065,37
16/06/2020 00:00	1225,32
16/06/2021 00:00	1372,75
16/06/2022 00:00	1434,16
16/06/2023 00:00	1353,32
16/06/2024 00:00	1302,05
16/06/2025 00:00	1342,71
16/06/2026 00:00	1225,97
16/06/2027 00:00	1270,94
16/06/2028 00:00	1375,73
16/06/2029 00:00	1162,49
16/06/2030 00:00	1346,37
16/06/2031 00:00	1479,71
16/06/2032 00:00	1544,18
16/06/2033 00:00	1625,46
16/06/2034 00:00	1976,43
16/06/2035 00:00	1385,32
16/06/2036 00:00	1312,05
16/06/2037 00:00	1315,16
16/06/2038 00:00	1310,78
16/06/2039 00:00	1369,87
16/06/2040 00:00	1405,38

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

3.4. Emissões Atmosféricas

3.4.1. Introdução

Neste item são apresentados resultados de inventários de emissões de Gases do Efeito Estufa - GEE na área de estudo da RM de Manaus. Os resultados foram extraídos do Sistema de Estimativa de Emissão de Gases de Efeito Estufa (SEEG)²⁸.

3.4.2. 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 (CO₂), metano (CH₄), óxido de nitrogênio (N₂O), hidrofluorcarbono (HFCs), perfluorcarbono (PFCs), hexafluoreto de enxofre (SF₆), e trifluoreto de nitrogênio (NF₃).

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 CO₂ que, por padronização, tem PAG de valor igual a 1. O PAG é sempre expresso em termos de equivalência de CO₂ (CO₂e). A Tabela a seguir apresenta os valores do PAG de cada GEE.

Tabela 30: Valores do PAG para cada GEE

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

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

3.4.3. 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).

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.

²⁸ 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.

Neste caso foi possível obter informações sobre Manaus. As emissões totais de 2022 são as seguintes.

- Total Bruto: 7,8 Milhões de tCO₂e
- Remoções: 1,5 Milhões de tCO₂e
- Saldo: 6,3 Milhões de tCO₂e

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

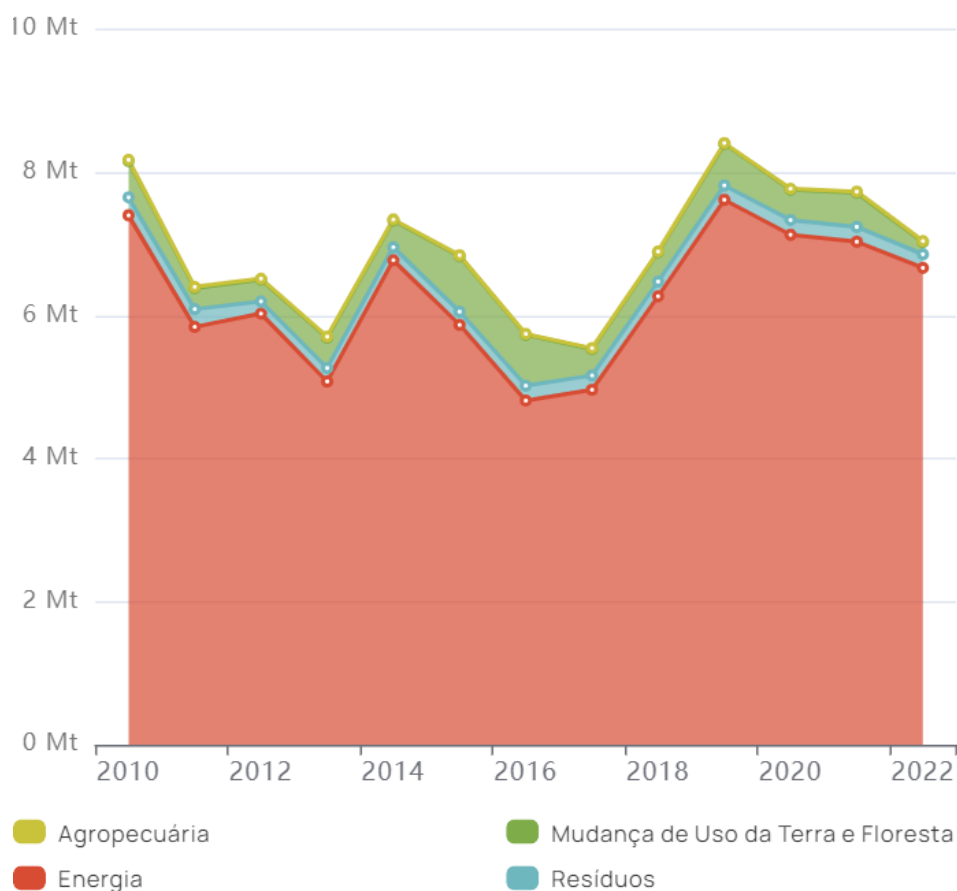
Tabela 31: Emissões de GEE por setor em milhões de tCO₂e no ano 2022

SETOR	Manaus
Mudança do uso da terra e florestas	352.302
Agropecuária	22.994
Energia:	6.534.663
Resíduos:- saneamento	955.227
Total	7.865.186

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

O gráfico de históricos do período 2012 – 2022 de emissões de Manaus fornecidos pela Plataforma SEEG, são apresentados a seguir.

Figura 52: Evolução histórica das emissões de GEE de Manaus por setor de atividade desde 2002



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

3.4.4. Análise do Setor de Transporte:

Para o setor específico de transporte, contido dentro do setor de energia, a tabela a seguir indica as emissões de Manaus.

Tabela 32: Emissões de GEE por município do setor de transporte em tCO2e no ano 2022

Setor de Transporte	Manaus
Transporte de passageiros ^[1]	864.356,42
Transporte de cargas	1.156.406,54
Total	2.020.762,96
% das emissões pelo setor de transportes em relação ao total do município	26%
% das emissões pelo setor de transporte de passageiros em relação ao total do município	11%

^[1] Desconsiderado o transporte aéreo de passageiros

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