



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO DE MANAUS – PMSBM

**DIAGNÓSTICO SITUACIONAL E PROGNÓSTICO DOS SERVIÇOS DE
DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS**

PRODUTO 2.4 e 3.4

Amazonas, AM
Dezembro de 2025

SUMÁRIO

1 DIAGNÓSTICO SITUACIONAL DE PRESTAÇÃO DE PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS DE DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS	1
1.1 INTRODUÇÃO	1
1.2 OBJETIVO.....	2
1.3 DIRETRIZES GERAIS ADOTADAS	3
1.4 METODOLOGIA UTILIZADA NA REALIZAÇÃO DO DIAGNÓSTICO	3
1.5 HISTÓRICO DA DRENAGEM URBANA EM MANAUS	5
1.6 PLANOS MUNICIPAIS	9
1.6.1 PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO DE MANAUS (2015).....	9
1.6.2 PLANO DIRETOR DE DRENAGEM URBANA DO MUNICÍPIO DE MANAUS (2015) – PDDU.....	10
1.7 LEGISLAÇÃO VIGENTE	17
1.8 ARRANJO INSTITUCIONAL E ADMINISTRATIVO	25
1.9 ESTUDO HIDROLÓGICO	42
1.9.1 RISCO E SEGURANÇA DAS OBRAS HIDRÁULICAS	48
1.9.2 RELAÇÃO IDF EM MANAUS	50
1.9.3 BANCO DE DADOS PLUVIOMÉTRICOS DE MANAUS	52
1.9.3.1 Construção da série histórica de Manaus	53
1.9.4 RELAÇÃO INTENSIDADE, DURAÇÃO E FREQUÊNCIA (IDF)	60
1.9.4.1 Altura máxima provável de um dia	60
1.9.5 EVENTOS DE INUNDAÇÃO	71
1.9.5.1 Inundações causadas pelo Rio Negro	71
1.9.5.2 Eventos de inundação causada pelo Escoamento Superficial Direto (Precipitações Pluviométrica)	81
1.9.5.3 Dados de vazões para bacias e sub bacias	93
1.9.5.3.1 <i>Rede fluviométrica</i>	93
1.9.5.3.2 <i>Banco de dados existentes</i>	93
1.9.5.3.3 <i>Vazão Média de Longa Duração (Q_{MLT}) e Vazões Mínimas de Referência (Q_{7,10}, Q_{90%} e Q_{95%})</i>	102
1.10 SERVIÇO DE DRENAGEM URBANA.....	108
1.10.1 SISTEMA DE MICRODRENAGEM	108

1.10.1.1 Pavimentação.....	108
1.10.1.2 Meios-fios e Calçadas	112
1.10.1.3 Sarjetas	116
1.10.1.4 Bocas de lobo.....	118
1.10.1.5 Redes de Drenagem e Caixas de Ligação	122
1.10.1.6 Exutório para a macrodrenagem	128
1.10.1.7 Sistema de Operação e Manutenção da Rede de Drenagem	132
1.10.2 SISTEMA DE MACRODRENAGEM.....	133
1.11 DEFICIÊNCIAS DE ESTRUTURA DE DRENAGEM URBANA	178
1.12 ÁREAS DE RISCO GEOTÉCNICO.....	179
1.12.1 ÁREAS DE RISCO DE HIDROLÓGICO.....	179
1.13 RECEITAS E INVESTIMENTOS.....	179
1.13.1 PLANO PLURIANUAL (PPA)	179
1.13.2 RECEITAS PREVISTAS	185
1.13.3 INVESTIMENTOS	187
1.14 MEDIDAS NÃO-CONVENCIONAIS	190
1.15. INTERFACES COM AS INFRAESTRUTURAS IMPLANTADAS	193
1.15.1 INTERFACE DO SISTEMA COM O MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	193
1.15.2 INTERFACE DO SISTEMA COM O ESGOTAMENTO SANITÁRIO	198
1.16 INFORMAÇÕES SOBRE QUALIDADE DA ÁGUA E SAÚDE	201
1.16.1 QUALIDADE DOS CORPOS RECEPTORES	201
1.16.2 INDICADORES EPIDEMIOLÓGICOS ASSOCIADOS À DRENAGEM URBANA	221
1.17 PROGRAMAS EXISTENTES	222
1.17.1 PROGRAMA SOCIAL E AMBIENTAL DE MANAUS (PROSAMIM) .	222
1.17.2 TRATA BEM MANAUS.....	223
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	224
2 PROGNÓSTICO SISTEMA DE MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS E DRENAGEM	238
2.1 SINTESE DIAGNÓSTICA E ESTRATÉGICA.....	238
2.2 ENQUADRAMENTO	243

2.3 VISÃO E OBJETIVOS ESTRATÉGICOS	252
2.3.1 INTRODUÇÃO.....	252
2.3.2 VISÃO.....	253
2.3.3 EIXO 1 – GOVERNANÇA E INTEGRAÇÃO INSTITUCIONAL.....	254
2.3.4 EIXO 2 – CONCEPÇÃO, EXPANSÃO E MELHORIA DOS SERVIÇOS DE DRENAGEM	255
2.3.5 EIXO 3 – OTIMIZAÇÃO E GESTÃO EFICIENTE DOS RECURSOS	256
2.3.6 EIXO 4 – SUSTENTABILIDADE ECONÓMICO- FINANCEIRA E SOCIAL	256
2.3.7 EIXO 5 CONDIÇÕES BÁSICAS E TRANSVERSAIS	257
2.4 OBJETIVOS OPERACIONAIS	258
2.4.1 INTRODUÇÃO.....	258
2.4.2 OBJETIVO OPERACIONAL 1.1 ESTRUTURAÇÃO DO MODELO DE GOVERNANÇA DA DRENAGEM URBANA.....	262
2.4.3 OBJETIVO OPERACIONAL 1.2 ELABORAÇÃO E INSTITUCIONALIZAÇÃO DO PLANO DIRETOR DE DRENAGEM URBANA (PDDU)	265
2.4.4 OBJETIVO OPERACIONAL 2.1 REABILITAÇÃO E AMPLIAÇÃO DAS INFRAESTRUTURAS DE MICRO E MACRODRENAGEM.....	268
2.4.5 OBJETIVO OPERACIONAL 2.2 – IMPLEMENTAÇÃO DE SOLUÇÕES SUSTENTÁVEIS E CONTROLE DE CAUDAIS NA ORIGEM	272
2.4.6 OBJETIVO OPERACIONAL 2.3 – FORTALECIMENTO DO CONTROLE DE CHEIAS E PROTEÇÃO DE INFRAESTRUTURAS CRÍTICAS	275
2.4.7 OBJETIVO OPERACIONAL 3.1 – IMPLANTAR O SISTEMA MUNICIPAL DE INFORMAÇÃO E MONITORAMENTO DA DRENAGEM (SIM-DREN)	279
2.4.8 OBJETIVO OPERACIONAL 3.2 – IMPLEMENTAR O PROGRAMA PERMANENTE DE MANUTENÇÃO E REABILITAÇÃO DA DRENAGEM URBANA (PPMR-DU).....	282
2.4.9 OBJETIVO OPERACIONAL 4.1 – CRIAÇÃO E OPERACIONALIZAÇÃO DO FUNDO MUNICIPAL DE DRENAGEM URBANA.....	286

2.4.10 OBJETIVO OPERACIONAL 4.2 – PROMOVER EDUCAÇÃO AMBIENTAL E ENGAJAMENTO COMUNITÁRIO	290
2.4.10 OBJETIVO OPERACIONAL 5.1 IMPLEMENTAÇÃO DO ZONEAMENTO HIDROLÓGICO MUNICIPAL.....	294
2.4.11 OBJETIVO OPERACIONAL 5.2 – FORTALECIMENTO DA ADAPTAÇÃO CLIMÁTICA E DA GESTÃO DE RISCOS.....	298
2.5 INDICADORES E METAS.....	302
2.5.1 EIXO 1 – GOVERNANÇA E INTEGRAÇÃO INSTITUCIONAL.....	303
2.5.2 EIXO 2 – CONCEPÇÃO, EXPANSÃO E MELHORIA DOS SERVIÇOS DE DRENAGEM	303
2.5.3 EIXO 3 – CONCEPÇÃO, EXPANSÃO E MELHORIA DOS SERVIÇOS DE DRENAGEM	304
2.5.4 EIXO 4 – CONCEPÇÃO, EXPANSÃO E MELHORIA DOS SERVIÇOS DE DRENAGEM	305
2.5.5 EIXO 5 – CONCEPÇÃO, EXPANSÃO E MELHORIA DOS SERVIÇOS DE DRENAGEM	305
2.5.6 METODOLOGIA DE MONITORAMENTO	306
2.6 PLANO DE AÇÃO	307
2.6.1 MEDIDAS E AÇÕES.....	308
2.6.1.1 Medidas e Ações do Eixo 1	308
2.6.1.2 Medidas e Ações do Eixo 2	312
2.6.1.3 Medidas e Ações do Eixo 3	315
2.6.1.4 Medidas e Ações do Eixo 4	317
2.6.1.5 Medidas e Ações do Eixo 5	319
2.6.2 PROJETOS PRIORITÁRIOS E PROJETOS ÂNCORA.....	330
2.6.2.1 Projetos prioritários/urgentes	330
2.6.2.2 Projetos Âncora – 2029 a 2040	334
2.7 INVESTIMENTOS	336
2.7.1 DIRETRIZES GERAIS DE INVESTIMENTO	337
2.7.1.1 Prioridade para a redução de risco à população	338
2.7.1.2 Valorização e recuperação dos ativos existentes antes da expansão	338

2.7.1.3 Integração entre drenagem, uso do solo e habitação	339
2.7.1.4 Sustentabilidade econômico-financeira de longo prazo	340
2.7.1.5 Sequenciamento temporal e escalonamento de risco.....	341
2.7.1.6 Drenagem como infraestrutura de saúde pública e de justiça territorial	342
2.7.1.7 Transparência, controle social e rastreabilidade do investimento	343
2.7.1.8 Integração entre manutenção e investimento	343
2.7.1.9 Estrutura e Estimativa de Investimentos (2025–2040).....	344
2.7.1.10 Principais Projetos e Custos Estimados.....	345
2.7.1.11 Fontes de Financiamento.....	347
2.7.2 MECANISMOS DE GESTÃO E MONITORAMENTO FINANCEIRO .	348
2.8 SÍNTESE E RECOMENDAÇÕES	351
2.8.1 PRINCIPAIS RESULTADOS ESPERADOS ATÉ 2040	352
2.8.2 DIRETRIZES ESTRATÉGICAS DE IMPLEMENTAÇÃO	353
2.8.3 EFEITOS ESPERADOS SOBRE A SAÚDE PÚBLICA E O MEIO AMBIENTE	354
2.8.4 COMPROMISSO INSTITUCIONAL E DE CONTINUIDADE	355
2.8.5 VISÃO 2040 – MANAUS RESILIENTE E SUSTENTÁVEL.....	355
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	357
3 PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES, E DEFINIÇÃO DAS AÇÕES PARA EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA – PRODUTO 4	362
3.1 INTRODUÇÃO	362
3.2 PLANO DE AÇÃO	368
3.2.1 Projetos Prioritários e Projetos Âncora	368
3.2.2 Projetos prioritários/urgentes (2025 – 2027).....	369
3.2.3 Projetos Âncora (2026 – 2040).....	377
3.2.4 Síntese Integrada dos Projetos e Eixos	382
3.2.5 Matriz de responsabilidade – projetos prioritários e âncora.....	383
3.2.5.1 Prefeitura Municipal de Manaus (PMM)	384
3.2.5.2 Agência Reguladora (AGEMAN)	384
3.2.5.3 Concessionária Águas de Manaus.....	385
3.2.5.4 UGPM-Água / Unidade Gestora do Programa	386

3.2.5.5 Secretaria Municipal de Infraestrutura (SEMINF).....	386
3.2.5.6 Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Sustentabilidade (SEMMAS)	387
3.2.5.7 Secretaria Municipal de Habitação (SEHAB)	387
3.2.5.8 Instituto Municipal de Planejamento Urbano (IMPLURB).....	387
3.2.5.9 Defesa Civil Municipal	388
3.2.5.10 PROSAMIM / Governo do Estado	388
3.3 AÇÕES PARA EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA NO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE MANAUS	390
3.3.1 Caracterização Geral das Situações de Emergência	392
3.3.1.1 Falhas Hidráulicas e Estruturais.....	392
3.3.1.2 Comprometimento de Infraestruturas de Drenagem	393
3.3.1.3 Eventos Climáticos Extremos e Cheias Severas.....	394
3.3.1.4 Interferências Externas, Atos Vandalismo e Ocupações Irregulares	394
3.3.2 Estrutura de Gestão da Crise e Fluxo Institucional	395
3.3.3 Contingências Relacionadas a Chuvas Intensas e Cheias	396
3.3.4 Falhas Generalizadas de Energia e Sistemas de Monitorização	398
3.3.5 Rompimentos de Galerias, Canais e Infraestruturas Críticas	399
3.3.6 Contingências Operacionais em Estruturas e Dispositivos de Drenagem	400
3.3.7 Ações de Recuperação Pós-Evento	401
3.4 SIMULACROS E EXERCÍCIOS DE TREINAMENTO	402
3.4.1 Periodicidade e Tipos de Simulacros.....	404
3.4.1.1 Simulacro operacional de grande escala – a cada dois anos	404
3.4.1.2 Simulacros de mesa (“tabletop exercises”) – semestrais	404
3.4.1.3 Simulações integradas com o sistema de esgotamento e resíduos sólidos	404
3.4.1.4 Impactos esperados dos simulacros	405
3.4.2 Fases dos Simulacros.....	405
3.4.3 Responsabilidades Institucionais nos Simulacros	406
3.4.4 Testes de Comunicação e Sala de Situação	408

4 MECANISMOS E PROCEDIMENTOS PARA A AVALIAÇÃO SISTEMÁTICA DA EFICIÊNCIA, EFICÁCIA E EFETIVIDADE DAS AÇÕES PROGRAMADAS	
- PRODUTO 5	410
4.1 INTRODUÇÃO	410
4.2 METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO SISTEMÁTICA DA EFICIÊNCIA, EFICÁCIA E EFETIVIDADE DAS AÇÕES PROGRAMADAS	416
4.2.1 Dimensões de Avaliação	416
4.2.1.1 Eficiência – “como os recursos foram utilizados?”	416
4.2.1.2 Eficácia – “o que foi entregue?”	417
4.2.1.3 Efetividade – “que impacto real foi produzido?”	418
4.2.2 Estrutura Metodológica Integrada (Mensal, Semestral e Anual).....	419
4.2.2.1 Avaliação Operacional (Mensal) — Concessionária	419
4.2.2.2 Avaliação Regulatória (Semestral) — AGEMAN	420
4.2.2.3 Avaliação Estratégica (Anual) — Comitê Gestor Interinstitucional	420
4.2.3 Ferramentas de Avaliação	421
4.2.4 Integração com Indicadores e Metas por Projeto	421
4.2.5 Análise de Desvios e Revisão Contínua	424
4.2.5.1 AM-DREN	424
4.2.5.2 AGEMAN.....	425
4.2.5.3 CGIDRU	425
4.2.6 Revisão Quadrienal do Plano	426
4.3 INDICADORES E METAS.....	427
4.3.1 Monitoramento por Eixo Estratégico	428
4.3.1.1 Eixo 1 – Governança e Integração Institucional	428
4.3.2.2 Eixo 2 – Melhoria da Qualidade dos Serviços Prestados	430
4.3.2.3 Eixo 3 – Otimização e Gestão Eficiente dos Recursos	430
4.3.2.4 Eixo 4 – Sustentabilidade Económico-Financeira e Social.....	431
4.3.2.5 Eixo 5 – Condições Básicas e Transversais	432
4.3.2.6 Monitoramento por Projeto	433

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Drenagem urbana em Manaus no final do século XIX e início do XX.	
(a) Planta da rede de esgotos e águas pluviais de Manaus.	(b)
Construção do bueiro da Rua Santa Izabel	8
Figura 2 – Planta e cortes de Projeto de Canalização do Igarapé dos Remédios	
(Aterro) elaborada pela Comissão de Saneamento de Manaus em	
1906.....	9
Figura 3 – Organograma da estrutura organizacional da UGPE	28
Figura 4 – Organograma da estrutura organizacional da SEMINF em relação aos	
serviços de drenagem pluvial	31
Figura 5 – Pessoal Próprio e Terceirizado	39
Figura 6 – Organograma da estrutura organizacional da SEMMAS em relação	
aos serviços de drenagem pluvial.....	41
Figura 7 – Efeitos Globais do El Niño no trimestre dezembro a fevereiro	44
Figura 8 – Efeitos Globais do El Niño no trimestre junho a agosto.....	44
Figura 9 – Efeitos Globais da La Niña no trimestre dezembro a fevereiro	45
Figura 10 – Efeitos Globais da La Niña no trimestre junho a agosto.....	45
Figura 11 – Projeções de mudanças de temperatura e chuvas na região tropical	
da América do Sul.....	47
Figura 12 – Projeções de mudanças de temperatura para a Amazônia	47
Figura 13 – Representação gráfica da precipitação para Manaus-AM, com a	
numeração	44
	51
Figura 14 – Altura máximas anuais. Séries máximas anuais	55
Figura 15 – Ajuste na Distribuição Normal	58
Figura 16 – Ajuste na Distribuição Log Normal	59
Figura 17 – Ajuste na Distribuição Gumbel	59
Figura 18 – Curvas IDF para Manaus – Distribuição Normal	69
Figura 19 – Curvas IDF para Manaus – Distribuição LogNormal	69
Figura 20 – Curvas IDF para Manaus – Distribuição Gumbel	70
Figura 21 – Curvas IDF para Manaus – Distribuição Gumbel – PDDU 2015 ..	70

Figura 22 – Centro de Manaus durante a cheia nos meses de maio e junho de 2021	73
Figura 23 – Áreas próximas a igarapés em Manaus durante a cheia no mês de junho de 2021	74
Figura 24 – Cotas máximas anuais do Rio Negro no Porto de Manaus-AM ...	76
Figura 25 – Cotas máximas anuais em relação as cotas de inundação do Rio Negro no Porto de Manaus-AM.....	76
Figura 26 – Ajuste da amostra com a distribuição normal	78
Figura 27 – Cotas máximas anuais em relação ao período de retorno – Porto de Manaus	79
Figura 28 – Cotas máximas anuais em relação às cotas de inundação – Porto de Manaus	80
Figura 29 – Expansão da mancha de inundação na área urbana da cidade de Manaus	81
Figura 30 – Inundação causada pela chuva nos anos de 2020, 2021, 2022, 2023, 2024	82
Figura 31 – Áreas de risco de inundação e deslizamento da cidade de Manaus	83
Figura 32 – Áreas de risco de inundação e deslizamento da cidade de Manaus	84
Figura 33 – Áreas de risco da cidade de Manaus hidrológico e geológico. (A) Visualização por satélite. (b) Representação cartográfica	84
Figura 34 – Áreas de risco da cidade de Manaus hidrológico e geológico – informações complementares	86
Figura 35 – Áreas da zona leste com elevada suscetibilidade a processos hidrológicos e geodinâmicos adversos	87
Figura 36 – Áreas com elevada suscetibilidade a processos hidrológicos e geodinâmicos adversos – bairros Jorge Teixeira e adjacências ..	88
Figura 37 – Áreas com elevada suscetibilidade à ocorrência de deslizamentos – zona norte de Manaus	89
Figura 38 – Hidrógrafas do ano 2000 (dados incompletos).....	94
Figura 39 – Hidrógrafas do ano 2001	95

Figura 40 – Hidrógrafas do ano 2002	95
Figura 41 – Hidrógrafas do ano 2003	96
Figura 42 – Hidrógrafas do ano 2004	96
Figura 43 – Hidrógrafas do ano 2005	97
Figura 44 – Hidrógrafas do ano 2006	97
Figura 45 – Hidrógrafas do ano 2007	98
Figura 46 – Hidrógrafas do ano 2008	98
Figura 47 – Hidrógrafas do ano 2009	99
Figura 48 – Hidrógrafas do ano 2010	99
Figura 49 – Hidrógrafas do ano 2011	100
Figura 50 – Hidrógrafas do ano 2012	100
Figura 51 – Hidrógrafas do ano 2013	101
Figura 52 – Hidrógrafas do ano 2014 (dados incompletos)	101
Figura 53 – Resultado gráfico dos modelos de distribuição	106
Figura 54 – Curva de permanência com indicação das vazões Q_{90%} e Q_{95%}	107
Figura 55 – Patologias no revestimento em vias urbanas de Manaus-AM	110
Figura 56 – Patologias no revestimento em via periférica de Manaus-AM	111
Figura 57 – Problemas na drenagem urbana decorrentes das patologias no revestimento das vias	111
Figura 58 – Meios-fios nas vias de Manaus-AM.....	113
Figura 59 – Calçadas de Manaus-AM	115
Figura 60 – Sarjetas de Manaus-AM	117
Figura 61 – Sarjetas de Manaus-AM	117
Figura 62 – Condições das bocas de lobo na Avenida Rodrigo Otávio – INPA até colégio Djalma Batista.....	118
Figura 63 – Condições das bocas de lobo na Avenida Rodrigo Otávio – INPA até colégio Djalma Batista – Continuação.....	119
Figura 64 – Condições das bocas de lobo na Avenida Rodrigo Otávio – INPA até colégio Djalma Batista – Continuação.....	120
Figura 65 – Estado funcional das bocas de lobo	121
Figura 66 – Rede de drenagem implantada no centro de Manaus	123
Figura 67 – Vias urbanas com rede de drenagem	127

Figura 68 – Exutórios na comunidade Santa Marta no bairro Rio Piorini na zona Norte	130
Figura 69 – Recuperação e instalação de tubulação do exutório	130
Figura 70 – Instalação de exutórios.....	131
Figura 71 – Exutórios instalados às margens dos cursos d’água.....	131
Figura 72 – Exutórios instalados às margens dos cursos d’água – Continuação	132
Figura 73 – Manutenção de meio-fio, sarjeta e vias públicas de Manaus-AM	133
Figura 74 – Principais sistemas de drenagem de Manaus	136
Figura 75 – Sistema do igarapé do Educandos.....	137
Figura 76 – Igarapé do Quarenta e principais tributários.....	140
Figura 77 – Localização do Igarapé Bittencourt	141
Figura 78 – Planta esquemática de bacias do Igarapé Manaus	142
Figura 79 – Planta esquemática de bacias do Igarapé Mestre Chico.....	143
Figura 80 – Galerias no centro de Manaus construídas pelos ingleses	146
Figura 81 – Igarapé da Vovó no cruzamento da Av. Rodrigo Otávio e foz no igarapé do Quarenta, respectivamente	147
Figura 82 – Bacia hidrográfica do Igarapé São Raimundo: bairros abrangidos	148
Figura 83 – Represa da Cachoeira Grande em cartão postal do início do século passado	151
Figura 84 – Sub-bacias de Manaus-AM	160
Figura 85 – Áreas abaixo da cota 30m e cursos d’água.....	161
Figura 86 – Limpeza da rede de drenagem.....	170
Figura 87 – Recuperação do sistema de drenagem	171
Figura 88 – Desobstrução de caixas coletoras.....	172
Figura 89 – Anelamento da tubulação	173
Figura 90 – Anelamento e substituição de trechos da rede de drenagem.....	174
Figura 91 – Manutenção da rede de drenagem.....	175
Figura 92 – Intervenção estrutural.....	176
Figura 93 – Limpeza do igarapé do Mindú	178
Figura 94 – Programa Igarapés de Manaus	181

Figura 95 – Programa de Rede de Micro e Macrodrrenagem	182
Figura 96 – Programa de Desenvolvimento Urbano e Inclusão Socioambiental de Manaus.....	183
Figura 97 – Programa Defesa Civil Atuante	184
Figura 98 – Incidência de cobrança pelos serviços de drenagem e manejo das águas pluviais urbanas	185
Figura 99 – Receita (R\$/habitante.ano)	186
Figura 100 – Despesa (R\$/habitante.ano).....	186
Figura 101 – Investimentos	189
Figura 102 – Área urbanizada (%) e Vias urbanizadas (%).....	192
Figura 103 – Medidas compensatórias.....	193
Figura 104 – Limpeza de Igarapés Urbanos de Manaus (A)	195
Figura 105 – Limpeza de Igarapés Urbanos de Manaus (B)	195
Figura 106 – Gráfico de investimento e coleta de lixo em igarapés de Manaus-AM	196
Figura 107 – Igarapé São Francisco – Bairro Petrópolis Zona Sul da cidade	197
Figura 108 – Igarapé do Mindú, no Centro-Sul da cidade	197
Figura 109 – Igarapé dos Franceses.....	198
Figura 110 – Lançamento de esgoto no sistema de drenagem em Manaus-AM	199
Figura 111 – Problemas com a drenagem em decorrência de chuvas intensas	200
Figura 112 – ISA geral da bacia PRÓ-ÁGUAS – 15 pontos de monitoramento	203
Figura 113 – Ponto 1 – Igarapé Tabatinga	204
Figura 114 – Ponto 2 – Igarapé Tarumã Açu.....	204
Figura 115 – Ponto 3 – Igarapé Tarumã Açu.....	205
Figura 116 – Ponto 4 – Igarapé Tarumã Açu.....	205
Figura 117 – Ponto 5 – Igarapé do Mindú	206
Figura 118 – Ponto 6 – Igarapé dos Franceses.....	206
Figura 119 – Ponto 7 – Igarapé do Bindá.....	207
Figura 120 – Ponto 8 – Igarapé da Redenção.....	207

Figura 121 – Ponto 9 – Igarapé do Mindú	208
Figura 122 – Ponto 10 – Igarapé do Quarenta	208
Figura 123 – Ponto 11 – Igarapé do Quarenta	209
Figura 124 – Ponto 12 – Puraquequara	209
Figura 125 – Ponto 13 – Ramal do Ipiranga.....	210
Figura 126 – Ponto 14 – Puraquequara	210
Figura 127 – Ponto 15 – Igarapé da Colônia Antônio Aleixo	211
Figura 128 – Pontos na bacia do Puraquequara	212
Figura 129 – Ponto1 – Missão Nova Tribo do Brás	212
Figura 130 – Ponto 2 – Missão Nova Tribo do Brás	213
Figura 131 – Ponto 3 – Missão Nova Tribo do Brás	213
Figura 132 – Ponto 4 – Missão Nova Tribo do Brás	214
Figura 133 – Ponto 5 – Puraquequara	214
Figura 134 – Ponto 6 – Puraquequara	215
Figura 135 – Ponto 7 – Puraquequara	215
Figura 136 – Ponto 8 – Puraquequara	216
Figura 137 – Ponto 9 – Puraquequara	216
Figura 138 – Ponto 10 – Puraquequara	217
Figura 139 – Ponto 11 – Puraquequara	217
Figura 140 – Ponto 12 – Puraquequara	218
Figura 141 – Ponto 13 – Puraquequara	218
Figura 142 – Ponto 14	219
Figura 143 – Ponto 15	219
Figura 144 – Ponto 1 – Igarapé Tarumã Açu.....	220
Figura 145 – Bacia Hidrográfica da Área de Intervenção de Obras e Projetos – PROSAMIM II.....	223
Figura 146 – Variação de Níveis de Água (N.A.) no Rio Negro em 2021	323
Figura 147 – Lâmina d'água na região simulada no dia 16/06/2021 que representa os maiores N.A. de inundações.....	325
Figura 148 – Lâmina d'água na região do Igarapé São Raimundo, no dia 16/06/2021, que representa os maiores N.A. de inundações...	326

Figura 149 – Lâmina d'água no Igarapé Educandos, simulada no dia 16/06/2021, que representa os maiores N.A. de inundações.....	327
Figura 150 – Relógio Municipal e Porto de Manaus como pontos de calibração	328
Figura 151 – Projetos Prioritários / Urgentes (2025 – 2027)	369
Figura 152 – Projeto Prioritário 1 - Criação e Estruturação da Autoridade Municipal de Drenagem e Águas Pluviais (AM-DREN)	370
Figura 153 – Igarapé não requalificado com esgotos não tratados em Manaus	370
Figura 154 – Projeto Prioritário 2 – Elaboração e Aprovação do Plano Diretor de Drenagem Urbana (PDDU)	371
Figura 155 – Ligações de esgotos em zona de casas de palafitas	371
Figura 156 – Projeto Prioritário 3 –Implantação do Sistema Municipal de Informação e Monitoramento da Drenagem (SIM-DREN).....	372
Figura 157 – Problemas com a drenagem em decorrência de chuvas intensas	372
Figura 158 – Projeto Prioritário 4 – Criação do Fundo Municipal de Drenagem Urbana (FMDU).....	373
Figura 159 – Igarapé urbano requalificado com esgotos não tratados	373
Figura 160 – Projeto Prioritário 5 – Ampliação e Modernização das Ecobarreiras e Ações Integradas de Limpeza Urbana	374
Figura 161 – Igarapé dos Franceses.....	374
Figura 162 – Projeto Prioritário 6 – Programa Municipal de Educação Ambiental para a Drenagem Urbana (PEADU-Manaus)	375
Figura 163 – Exemplo de comunicação do selo “Este Igarapé é Top – Pela Vida das Nossas Crianças”	376
Figura 164 – Projeto Prioritário 7 – Elaboração do Zoneamento Hidrológico Municipal (ZHM)	377
Figura 165 – Projetos Âncora (2026-2040)	377
Figura 166 – Projeto Âncora 1 – Programa Municipal de Adaptação Climática e Resiliência Urbana (PMACRU)	378

Figura 167 – ISA geral da bacia PRÓ-ÁGUAS – Ponto 2 de monitoramento – Igarapé Tarumã Açu.....	379
Figura 168 – Projeto Âncora 2 – Programa de Reabilitação e Ampliação da Drenagem Urbana (PRADU) – Fase II	379
Figura 169 – Projeto Âncora 3 – Expansão das Soluções Baseadas na Natureza (SBN) – PMDS	380
Figura 170 – Exemplo de coordenação de Gestão Integrada do Saneamento, Drenagem e Controle Territorial	380
Figura 171 – Projeto Âncora 4 – Programa de Controle de Cheias e Proteção de Infraestruturas Críticas (PMCC-Manaus)	381
Figura 172 – Simulação de cheia com base no Relógio Municipal e Porto de Manaus como pontos de calibração	381
Figura 173 – Variação dos níveis máximos do rio Negro desde 1905.....	392
Figura 174 – Evento Cheia do Rio Negro	397
Figura 175 – Manutenção da rede eléctrica	399
Figura 176 – Tubulação rompe na Avenida Pedro Teixeira, em Manaus	400
Figura 177 – Rios e igarapés de Manaus são depósitos de lixo durante todo o ano	402

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Quadro de colaboradores da SEMINF em junho de 2025 relacionados diretamente e indiretamente com drenagem	34
Tabela 2 – Tempos de recorrência recomendados pela Prefeitura do Rio de Janeiro.....	48
Tabela 3 – Tempos de recorrência recomendados por Tucci, Porto e Barros .	49
Tabela 4 – Tempos de recorrência recomendados pelo DNIT	49
Tabela 5 – Risco (%), em função do tempo de recorrência / vida útil da obra .	50
Tabela 6 – Série histórica de máxima anual para a cidade de Manaus – 1970 a 2024.....	53
Tabela 7 – Análise descritiva para precipitações máximas anuais diárias (1970 a 2024).....	57
Tabela 8 – Teste Kolmogorov Smirnov para a precipitação máxima anual diária da série de 50 anos com $\alpha = 5\%$	58
Tabela 9 – Precipitação de 1 dia para diferentes tempos de retorno, conforme a distribuição de probabilidade	61
Tabela 10 – Coeficientes de desagregação da chuva de 24h de duração	62
Tabela 11 – Precipitação máxima provável (mm)	62
Tabela 12 – Intensidade máxima provável (mm/min)	63
Tabela 13 – Precipitação máxima provável (mm)	63
Tabela 14 – Intensidade máxima provável (mm/min)	63
Tabela 15 – Precipitação máxima provável (mm)	64
Tabela 16 – Intensidade máxima provável (mm/min)	64
Tabela 17 – Valores de intensidade de chuva (mm.h^{-1}) – Método Normal	65
Tabela 18 – Valores de intensidade de chuva (mm.h^{-1}) – Método Log Normal	65
Tabela 19 – Valores de intensidade de chuva (mm.h^{-1}) – Método Gumbel	65
Tabela 20 – Quadrados das diferenças entre os valores estimados pela Distribuição Normal e observados	66
Tabela 21 – Quadrados das diferenças entre os valores estimados na Distribuição LogNormal e observados	66

Tabela 22 – Quadrados das diferenças entre os valores estimados na Distribuição Gumbel e observados	67
Tabela 23 – Soma da matriz objetivo para cada modelo probabilístico	67
Tabela 24 – Parâmetros da equação IDF, para I (mm/min), TR (anos) e T (min)	
.....	68
Tabela 25 – Parâmetros da equação IDF, para I (mm/h), TR (anos) e T (min).....	68
Tabela 26 – Parâmetros da equação IDF, para I (mm/h), TR (anos) e T (min).....	68
Tabela 27 – Maiores cotas do Rio Negro no Porto Manaus	72
Tabela 28 – Cotas Máximas do Rio Negro	75
Tabela 29 – Estatística descritiva	77
Tabela 30 – Período de Retorno e Probabilidade das Cotas Máximas.....	78
Tabela 31 – Probabilidade das cotas de inundação e inundação severa	79
Tabela 32 – Vazões médias anuais da Estação nº 1498000, período 2001- 2013.	
.....	104
Tabela 33 – Resultado da análise estatística para o cálculo da Q₇	105
Tabela 34 – Resultado dos valores das vazões Q_{90%} e Q_{95%}.....	107
Tabela 35 – Características Físicas e Morfométricas das Bacias (Parte 1)...	157
Tabela 36 – Características Físicas e Morfométricas das Bacias (Parte 2)...	158
Tabela 37– Características Físicas e Morfométricas das Bacias (Parte 3)....	159
Tabela 38 – Localização geográfica dos pontos de amostragem	203
Tabela 39 – Níveis máximos atingidos pelo Rio Negro por ano.....	321
Tabela 40 – Projetos Urgentes/Prioritários (PP) e Projetos Âncora (A): Impactos Esperados.....	382
Tabela 41 – Matriz de Responsabilidade por Projeto Prioritário (2025–2027)389	
Tabela 42 – Matriz de Responsabilidade por Projeto Âncora (2026–2040)...	390
Tabela 43 – Indicadores de Eficiência, Eficácia e Efetividade	423
Tabela 44 – Metas e Indicadores do Eixo estratégico 1	429
Tabela 45 – Metas e Indicadores do Eixo estratégico 2	430
Tabela 46 – Metas e Indicadores do Eixo estratégico 3	431
Tabela 47 – Metas e Indicadores do Eixo estratégico 4	432

Tabela 48 – Metas e Indicadores do Eixo estratégico 5 433

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Dados empregados para análise da precipitação.....	52
Quadro 2 – Distribuições de probabilidades e suas respectivas funções	
densidade de probabilidade	56
Quadro 3 – Resumo de apresentação das vazões.....	103
Quadro 4 – Região da Bacia do Rio Tarumã-Açu	162
Quadro 5 – Região da Bacia do Igarapé de São Raimundo.....	163
Quadro 6 – Região da Bacia do Igarapé de Educandos	164
Quadro 7 – Região da Orla do Rio Negro	165
Quadro 8 – Região da Puraquequara.....	166
Quadro 9 – Outras Região Hidrológica de Manaus	167

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1	45
Equação 2	46
Equação 3	47
Equação 4	47
Equação 5	47
Equação 6	56
Equação 7	56
Equação 8	56
Equação 9	57
Equação 10	62

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AAUQ	Areia Asfalto Usina a Quente
AM-DREN	Autoridade Municipal de Drenagem e Águas Pluviais
ANA	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
ARSEPAM-AM	Agência Reguladora dos Serviços Públicos Delegados e Contratados do Estado do Amazonas
BID	Banco Interamericano de Desenvolvimento
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
CAF	Banco de Desenvolvimento da América Latina
CAUQ	Concreto Asfáltico Usinado a Quente
CBHTA	Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Tarumã-Açu
CCPA	Centro Cultural dos Povos da Amazônia
CERH	Conselho Estadual de Recursos Hídricos
CFIS	Comitê de Financiamento e Investimentos do Saneamento
CGIRDRU	Comitê Gestor Interinstitucional de Drenagem e Resiliência Urbana
CMMH	Centro Municipal de Monitoramento Hidrometeorológico
CONCREMAT	Concremat Engenharia e Tecnologia S.A
COSAMA	Companhia de Saneamento do Amazonas
DMAPU	Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas
FDP	Funções Densidade de Probabilidade
FINATEC	Fundação de Empreendimentos Científicos e Tecnológicos
FMDU	Fundo Municipal de Drenagem Urbana
GCF	<i>Green Climate Fund</i> (Fundo Verde para o Clima)
GEV	Generalizada de Eventos Extremos
GP QAT	Grupo de Pesquisa Química Aplicada à Tecnologia
GPRH	Grupo de Pesquisa em Recursos Hídricos
IDD	Instituto Durango Duarte
IDF	Intensidade-duração-frequência
IMPLURB	Instituto Municipal de Planejamento Urbano
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia

INPA	Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia
IPCCO	Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas
IPAAM	Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas
IQA	Índice de Qualidade da Água
KS	Kolmogorov-Smirnov
LI	Linha de Instabilidade
MCID	Ministério das Cidades
MMA	Ministério do Meio Ambiente e Mudanças do Clima
MRSB	Microrregião de Saneamento Básico
NCDR	Núcleos Comunitários de Drenagem e Resiliência
OMM	Organização Meteorológica Mundial
PAC	Programa de Aceleração do Crescimento
PCS	Plano de Cargos e Salários
PDAI-D	Painel Digital de Acompanhamento de Investimentos em Drenagem
PDDU	Plano Diretor de Drenagem Urbana
PDR	Plano Diretor de Reassentamento
PDUA	Plano Diretor Urbano e Ambiental
PEAD	Polietileno de Alta Densidade
PIHI	Plano de Intervenção Hidráulica Integrada
PIM	Polo Industrial de Manaus
PLACON	Plano de Contingência Municipal
PMACRU	Programa Municipal de Adaptação Climática e Resiliência Urbana
PMCC-Manaus	Programa de Controle de Cheias e Proteção de Infraestruturas Críticas
PMDS	Programa Municipal de Drenagem Sustentável
PMP	Precipitação Máxima Provável
PMSB	Plano Municipal de Saneamento Básico
PMSBM	Plano Municipal de Saneamento Básico de Manaus
PPA	Plano Plurianual

PRADU	Programa de Reabilitação e Ampliação da Drenagem Urbana
PRO-ÁGUAS	Programa de Tratamento e Uso Racional das Águas nas Edificações
PROSAMIM	Programa Social e Ambiental dos Igarapés de Manaus
ProQAS/AM	Programa de Qualidade da Água e Saneamento do Amazonas
RMM	Região Metropolitana de Manaus
SbN	Soluções Baseadas na Natureza
SEDURB	Secretaria de Estado de Desenvolvimento Urbano e Metropolitano
SEMINF	Secretaria Municipal de Infraestrutura
SEMMAS	Secretaria Estadual de Meio Ambiente
SEMOSBH	Secretaria Municipal de Obras, Serviço Básicos e Habitação
SEMULSP	Secretaria Municipal de Limpeza Pública
SGB	Serviço Geológico Brasileiro
SIG	Sistema de Informações Geográficas
SIM-DREN	Sistema Municipal de Informação e Monitoramento da Drenagem
SMIIS-D	Sistema Municipal Integrado de Informações sobre Saneamento e Drenagem
SINISA	Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico
SNIRH	Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento Básico
TR	Tempo de Retorno
UEA	Universidade do Estado do Amazonas
UFV	Universidade Federal de Viçosa
UGP-PROSAMIM	Unidade Gerenciadora do Projeto Social e Ambiental dos Igarapés de Manaus
UGPE	Unidade Gestora de Projetos Especiais
ZCIT	Zona de Convergência Intertropical

ZCAS

Zona de Convergência do Atlântico

ZHM

Zoneamento Hidrológico Municipal

1 DIAGNÓSTICO SITUACIONAL DE PRESTAÇÃO DE PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS DE DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS

1.1 INTRODUÇÃO

O Plano Diretor de Drenagem Urbana de uma cidade como Manaus é o instrumento de planejamento urbano que tem como objetivo prevenir inundações e alagamentos, auxiliando na segurança da população e das infraestruturas urbanas, além de auxiliar na preservação da qualidade da água da cidade.

Contudo, para a elaboração ou atualização deste plano é necessário a realização do diagnóstico situacional do sistema de drenagem urbana e manejo das águas pluviais, considerando a necessária melhoria dos serviços de drenagem das águas pluviais. O Plano é instrumento norteador para operação e manutenção das obras existentes e planejamento da reforma dessas obras, bem como a construção de novas que são demandadas frente ao contínuo crescimento da cidade e os aspectos ambientais dos corpos receptores.

Pautado na Lei 11.445, de 05 de maio de 2007, que estabeleceu as Diretrizes Nacionais para o Saneamento Básico que, por sua vez, foi atualizada pela redação dada pela Lei Federal nº 14.026, de 15 de julho de 2020, a qual atualiza o marco legal do Saneamento Básico, tem-se o conceito de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas interligado ao de saneamento básico, sendo constituídos pelas atividades, pela infraestrutura e pelas instalações operacionais de drenagem de águas pluviais, transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas, contempladas a limpeza e a fiscalização preventiva das redes (BRASIL, 2020).

Assim, em setembro de 2024, foi celebrado o contrato com a Fundação de Empreendimentos Científicos e Tecnológicos (FINATEC) para revisão com atualização do Plano Municipal de Saneamento Básico de Manaus (PMSBM),

abrangendo os serviços de abastecimento de água, de esgotamento sanitário, de manejo de resíduos sólidos, limpeza urbana e de manejo de águas pluviais.

De acordo com o respectivo Plano de Trabalho, os diagnósticos são a base orientadora dos prognósticos do Plano, e devem consolidar informações sobre: cobertura, déficit e condições dos serviços de saneamento básico e condições de salubridade ambiental, considerando dados atuais e projeções.

Atendendo ao Plano de Trabalho, o diagnóstico do Sistema de Manejo de Águas Pluviais e Drenagem de Manaus (Produto 2.4), engloba as zonas urbana e rural, e toma por base as informações bibliográficas, as inspeções de campo, e os dados secundários coletados nos órgãos públicos que trabalham com o assunto sobre as localidades inseridas na área de estudo.

No diagnóstico são previstas as condições dos serviços de drenagem relacionadas com as condições de salubridade ambiental, com o quadro epidemiológico e de saúde, com indicadores socioeconômicos e ambientais e o desempenho na prestação de serviços. Destaca-se que sua elaboração se deu a partir de uma abordagem sistêmica, em que foram cruzadas informações socioeconômicas, ambientais e institucionais, de modo a caracterizar e registrar, com a maior precisão, a situação antes da implementação dos planos. No diagnóstico também foram abordados os prestadores dos serviços públicos de drenagem urbana, bem como os demais órgãos e entidades integrantes da estrutura administrativa do município.

1.2 OBJETIVO

Elaborar o diagnóstico situacional da Prestação dos Serviços de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas da cidade de Manaus-AM, com base na análise de dados secundários, visando subsidiar a elaboração do Plano Diretor de Drenagem Urbana (PDDU) do município para compor o Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB).

1.3 DIRETRIZES GERAIS ADOTADAS

- Delimitação da Área de Estudo
- Levantamento de dados Hidrológicos e Hidráulicos
- Caracterização da Infraestrutura Existente
- Análise do Uso e Ocupação do Solo
- Diagnóstico Ambiental e Sanitário
- Avaliação Institucional e Programática

1.4 METODOLOGIA UTILIZADA NA REALIZAÇÃO DO DIAGNÓSTICO

Para a elaboração do diagnóstico foi adotada uma abordagem sistêmica, cruzando informações socioeconômicas, ambientais e institucionais, de modo a caracterizar e registrar, com a maior precisão possível, a situação da Prestação dos Serviços de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas. As atividades foram desenvolvidas em conformidade com as diretrizes estabelecidas, conforme descrito a seguir:

1. Delimitação da Área de Estudo

- Identificação e mapeamento das bacias e sub-bacias hidrográficas urbanas;
- Definição dos limites urbanos da cidade;
- Identificação das áreas críticas com histórico de alagamentos ou vulnerabilidade socioambiental;
- Localização os pontos recorrentes de alagamento e inundação.

2. Levantamento de dados Hidrológicos e Hidráulicos

- Levantamento de informações sobre precipitação, intensidade, duração e frequência (IDF);
- Levantamento de dados de vazão, nível do curso d'água do rio Negro.

3. Caracterização da Infraestrutura Existente

- Levantamento dos componentes do sistema de drenagem pluvial: galerias, bocas de lobo, poços de visita, canais e reservatórios;
- Avaliação do estado de conservação e funcionalidade dos dispositivos;
- Identificação de pontos de obstrução, extravasamento ou ausência de cobertura.

4. Análise do Uso e Ocupação do Solo

- Avaliação do impacto da urbanização sobre o escoamento superficial;
- Identificação das áreas de risco e ocupações irregulares em zonas de várzea ou margens de igarapés;

5. Diagnóstico Ambiental e Sanitário

- Levantamento de parâmetros da qualidade da água nos corpos receptores (igarapés, rios);
- Identificação fontes de poluição difusa e lançamento indevido de esgoto na rede de drenagem;
- Verificação de impactos sobre a saúde pública, como proliferação de vetores e doenças relacionadas;

6. Avaliação Institucional e Programática

- Levantamento de programas existentes relacionados à drenagem urbana;
- Identificar responsabilidades institucionais e capacidade operacional dos órgãos envolvidos;
- Verificar sinergias com planos diretores, PDDU, planos de saneamento e gestão ambiental;
- Análise do PDDU (2015);

- Levantamento de relatórios técnicos sobre drenagem urbana;
- Levantamento da legislação relacionada direta ou indiretamente com a drenagem urbana.

1.5 HISTÓRICO DA DRENAGEM URBANA EM MANAUS

O município de Manaus, capital do Estado do Amazonas, localiza-se na região norte do país, na parte central da Amazônia Brasileira, na foz do Rio Negro afluente do Rio Amazonas. A história de Manaus remonta a 1669, com a construção do Forte de São José do Rio Negro, com destaque para dois momentos de acentuada importância econômica e social: o primeiro, com o ciclo da borracha, entre a última década do século XIX e a primeira do século XX (MANAUS, 2015), se tornado um importante centro econômico e o segundo, a partir de 1967, com a criação da Zona Franca de Manaus (MANAUS, 2015) que impulsionou um novo ciclo de desenvolvimento.

Localizada na mesorregião do Centro Amazonense (IBGE, 2021), Manaus possui população estimada em mais de 2 milhões de habitantes (IBGE, 2024), se mantendo na sétima posição no ranking das cidades mais populosas do Brasil. Sua porção urbana está localizada entre as coordenadas de latitude Sul 3°6' e Longitude Oeste 60°1'. Sua área territorial total é de aproximadamente de 11.401 km² (IBGE, 2023), dos quais 277,09 km² (2,43% do total) (IBGE, 2019) são considerados áreas urbanizadas.

Limitando-se ao Sul, Oeste e Leste pela hidrografia regional do rio Negro, do igarapé Tarumã-Açú e do rio Puraquequara respectivamente, abrangendo cinco bacias hidrográficas integrantes da bacia do rio Negro, sendo elas: Educandos, São Raimundo, Tarumã, Puraquequara e Rio Negro, totalizando aproximadamente 412,2 km² de superfície e 70 km de igarapés (MANAUS, 2015).

Seu clima é equatorial úmido, com temperatura média anual de 26,7°C, com variações médias de 23,3°C a 31,4°C. A umidade relativa do ar fica em torno de 80% e a média de precipitação anual é de 2.286 mm. O clima da região possui duas épocas distintas: chuvosa (inverno) de dezembro a maio, período em que a temperatura é mais amena e chove quase diariamente, e seca ou menos chuvosa (verão) de junho a novembro, com períodos de sol intenso e temperatura elevada, em torno de 38°C, chegando a atingir, no mês de setembro, cerca de 40°C (MANAUS, 2015).

Desde o início do processo de urbanização a cidade de Manaus vem passando por diversas intervenções no meio ambiente, como a necessidade de serviços de drenagem e manejo das águas pluviais, que são constituídos pelas atividades de drenagem de águas pluviais, transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas (BACELAR, 2022). Esses serviços estão intimamente interligados e interferem diretamente na qualidade de vida da população e na qualidade do ambiente em que se vive.

O serviço de drenagem em Manaus iniciou ainda no ciclo da borracha, com a contratação de grandes construtoras inglesas que fizeram o Roadway (porto flutuante) e toda a drenagem profunda, as galerias e as redes de esgoto e abastecimento de água, do centro da cidade (GARCIA, 2008).

A partir de 1870, com o crescimento da exploração da borracha, período de grande riqueza econômica que influenciou e modificou de fato a imagem e estrutura física da cidade, deu início de uma série de obras de saneamento, das quais o processo de canalização e tubulação de seus igarapés (MARTINS JÚNIOR, 2018). Nessa época os principais bairros eram República, São Vicente, Espírito Santo e Remédios, e eram “cortados” por igarapés, que eram vistos como impeditivos do desenvolvimento da cidade e então a cidade passaria por um processo intenso de modificação.

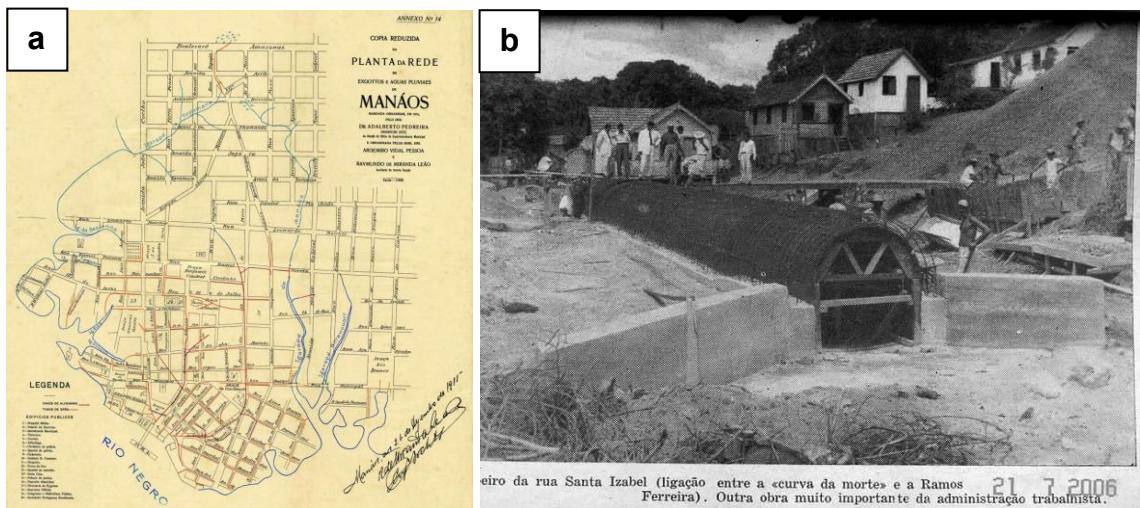
Pautados nessa necessidade de modificação, iniciou-se o processo de intervenção urbanística, e para isso, em 1881, foi necessário realizar o processo

de aterros e desaterros por conta da necessidade de nivelamento da cidade para a instalação dos equipamentos e da infraestrutura necessária. Além do nivelamento do solo, os igarapés também foram aterrados. O primeiro deles foi o Igarapé da Ribeira, que ficava na região onde a cidade iniciou a sua ocupação, próximo ao Forte de São José (GROBE, 2014).

Segundo Silva Filho (2013) inúmeros igarapés e pântanos foram aterrados, além dos que foram surgindo por conta desse processo que acontecia em desordem e sem projeto definido. Situação que tornou inviável o escoamento das águas pluviais e que impedia o desaguamento no rio, com isso, começaram a surgir políticas de intervenções, para evitar a piora do desequilíbrio ambiental que estava acontecendo.

Então em 1906 foi introduzido o Separate System de esgoto sanitário e drenagem pluvial, por ser considerado o mais apropriado às condições topográficas de Manaus, além de ser mais econômico, porque a cidade já contava com uma rede de galerias que exige apenas uma ampliação e retificação, de acordo com a nova drenagem (MELO, 1991). A Figura 1 (A e B) mostram a planta da rede de esgotos e águas pluviais de Manáos, em 1915 e o bueiro da rua Santa Isabel, respectivamente.

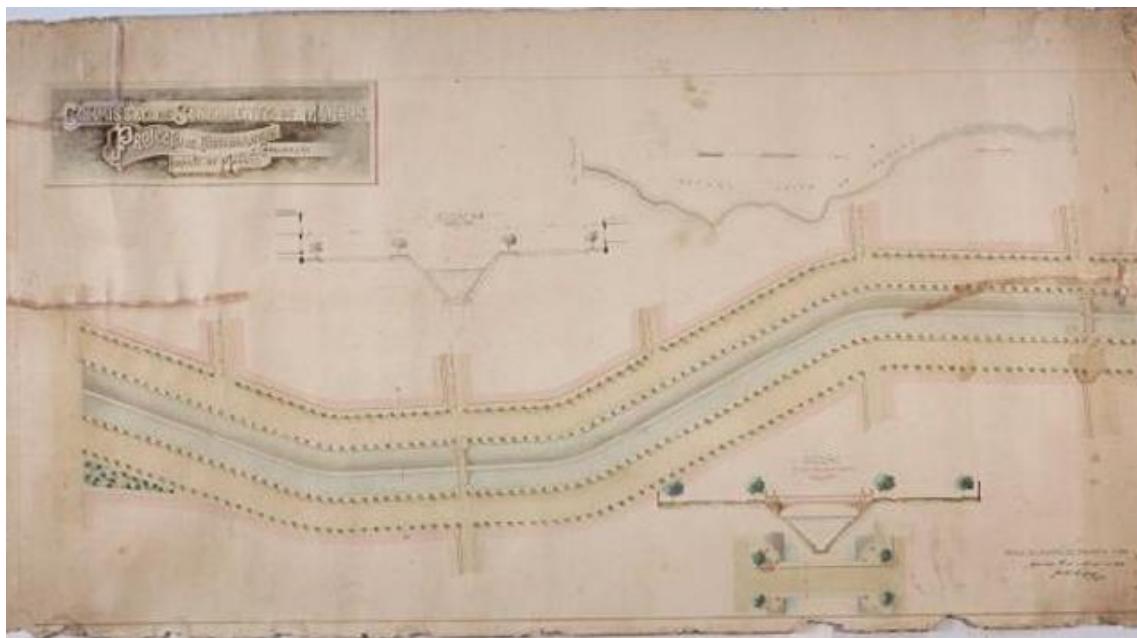
Figura 1 – Drenagem urbana em Manaus no final do século XIX e início do XX.
 (a) Planta da rede de esgotos e águas pluviais de Manaus. (b) Construção do bueiro da Rua Santa Izabel



Fonte: Instituto Durango Duarte (IDD), 1915. Acervo iconográfico da Biblioteca Samuel Benchimol.

Inseridas nesse contexto de intensa modificações, estão as galerias que se estendem em frente à Igreja da Matriz, indo a partir do Complexo Boothline, na Travessa Vivaldo Lima, seguindo pela Avenida Eduardo Ribeiro. Ali ocorreu o aterro do igarapé Espírito Santo (Eduardo Ribeiro) e a Ribeira das Naus (onde encontram-se os armazéns do Porto Flutuante). Também foi realizado o aterro do Igarapé dos Remédios, a Figura 2 apresenta o projeto de canalização do igarapé (CUNHA, 2023), que compreende a Avenida Getúlio Vargas e a Floriano Peixoto. E o aterro do igarapé de São Vicente, que ficava, onde hoje é a rua São Vicente.

Figura 2 – Planta e cortes de Projeto de Canalização do Igarapé dos Remédios (Aterro) elaborada pela Comissão de Saneamento de Manaus em 1906



Fonte: Centro Cultural dos Povos da Amazônia (CCPA), 2020 *apud* Cunha (2023).

Diante desse contexto, observa-se que diversos igarapés foram aterrados, leitos modificados e relevo alterado, desde o início da formação do núcleo urbana da cidade de Manaus, cenário que se perpetua até os dias atuais, como a exemplo o Programa Social e Ambiental dos Igarapés de Manaus, o PROSAMIM, que nasce em pleno século XXI, com justificativas e consequências muito similares às apresentadas pelas intervenções no século XIX, determinando modificações na paisagem da cidade, na vida dos igarapés (CUNHA, 2023) e assim no sistema de escoamento natural das águas pluviais na cidade de Manaus.

1.6 PLANOS MUNICIPAIS

1.6.1 PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO DE MANAUS (2015)

Segundo a Lei 11445/2007, atualizada pela Lei nº 14.026/2020 que institui a Política Nacional de Saneamento Básico, os Planos Municipais de Saneamento são instrumentos de planejamento e orientação da ação do poder

público municipal no que diz respeito aos quatro eixos do saneamento básico: manejo de resíduos sólidos e limpeza urbana; abastecimento de água; esgotamento sanitário e drenagem e manejo de águas pluviais. Bem como definem as funções do Poder Público local no exercício da titularidade dos serviços destinados a atender a demanda deste setor.

No caso do município de Manaus, em 2015 foi aprovado o Plano Municipal de Saneamento de Manaus, que contemplou os serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário, portanto, deixou de contemplar os serviços de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas. Outro aspecto do Plano Municipal de Saneamento de Manaus – 2015, é que não alcança as questões relativas ao saneamento rural.

Na verdade, os aspectos da drenagem urbana não foram esquecidos, mas sim houve a opção de tratar essa componente do saneamento básico em um plano a parte, que foi o Plano Diretor de Drenagem Urbana do Município de Manaus (2015) – PDDU, mas que conforme será detalhado mais adiante, não se tornou oficial, pois não foi submetido ao processo de aprovação do Legislativo Municipal.

Considerando o transcurso do tempo entre 2015 e 2025, período onde Manaus se desenvolveu consideravelmente, é necessário fazer uma revisão e atualização do Plano Municipal de Saneamento Básico de Manaus. Essa é uma oportunidade para ampliar o escopo do Plano de tal forma que passe a contemplar a componente drenagem e o manejo de águas pluviais urbanas, bem como aspectos do saneamento rural.

1.6.2 PLANO DIRETOR DE DRENAGEM URBANA DO MUNICÍPIO DE MANAUS (2015) – PDDU

O Plano de Drenagem Urbana é referenciado como um instrumento de gestão para a organização do espaço urbano no Plano Diretor Urbano e Ambiental do município de Manaus, dado pela Lei Complementar nº 14, de 17

de janeiro de 2019 que altera a Lei Complementar nº 2, de 14 de janeiro de 2014. Desse modo, foi firmado o Contrato nº 15/2011 entre a Secretaria Municipal de Infraestrutura (SEMINF) e a Concremat Engenharia e Tecnologia S. A. (CONCREMAT) para a elaboração do PDDU com as principais finalidades:

- 1) Definir as diretrizes institucionais com o objetivo de estabelecer condições de sustentabilidade para as políticas de drenagem urbana;
- 2) Caracterizar as condições de funcionamento hidráulico das tubulações, galerias, canais a céu aberto, canais naturais, dispositivos de captação e conexão entre redes e de dissipação de energia, bueiros e pontes; e
- 3) Propor, em nível de gestão, obras de curto, médio e longo prazos necessários ao equacionamento dos problemas encontrados na drenagem urbana de Manaus.

Embora o contrato tenha sido firmado no ano de 2011, somente em 2015 o Relatório Final foi entregue. Esse Relatório corresponde ao Volume 36, composto de dez tomos, a saber:

- Tomo I: Apresenta os aspectos gerais; a caracterização e análise de dados básicos; a descrição da infraestrutura urbana instalada em Manaus e a sua caracterização institucional.
- Tomo II: Neste documento são apresentadas as características hidrometeorológicas; o diagnóstico qualitativo do sistema de drenagem atual e a caracterização e análise integral das bacias hidrográficas.
- Tomo III: Este trata dos problemas relacionados à erosão, estabilidade de encostas e áreas inundáveis; da qualidade das águas pluviais; do carreamento de resíduos sólidos para o sistema de drenagem urbana; dos problemas de saúde pública relacionados à drenagem urbana; e da geração e lançamento de esgoto na rede de drenagem.
- Tomo IV: Neste volume são apresentadas as modelagens dos sistemas para a seleção das intervenções; o sistema de drenagem Tarumã – igarapé do

Passarinho, da Bolívia e do Gigante e o sistema de drenagem São Raimundo – Igarapé do Aleixo, Acariquara.

- Tomo V: É dada a continuação da apresentação do sistema de drenagem para São Raimundo, incorporando os igarapés Beira Rio, Goiabinha, dos Franceses e Bindá.
- Tomo VI: Neste volume continua a apresentação do sistema de drenagem São Raimundo, sendo avaliados os igarapés do Mindu, do Franco e da Vovô.
- Tomo VII: Este volume trata especificamente do sistema de drenagem Educandos, abordando os igarapés do Quarenta, da Raiz e da Cachoeirinha.
- Tomo VIII: Neste volume são apresentadas as medidas estruturais e não estruturais para a drenagem urbana, as medidas de para controle de inundações ribeirinhas para a cidade de Manaus, as medidas não estruturais para controle da drenagem urbana de Manaus, a gestão integrada das águas urbanas e as propostas de medidas não estruturais para drenagem urbana de Manaus.
- Tomo IX: Este volume trata especificamente das propostas de medidas estruturais para a drenagem urbana de Manaus e as medidas estruturais para os sistemas de drenagem urbana a saber: Tarumã – igarapés da Bolívia, do Passarinho e do Gigante; São Raimundo – igarapés do Aleixo, Acariquara, Beira Rio, Goiabinha, dos Franceses e Bindá, do Franco, Mindu; Educandos – igarapés da Vovó, Raiz, Quarenta e Cachoeirinha.
- Tomo X: Este apresenta o plano de ações para implementação das medidas propostas, a equipe técnica e os anexos.

O Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano (PDDU) delineou intervenções estruturais e não estruturais com distribuição temporal escalonada, em conformidade com a tipologia dos problemas diagnosticados, a capacidade institucional vigente e, principalmente, a viabilidade orçamentária do ente municipal. As proposições foram segmentadas em três horizontes de planejamento: ações emergenciais (curto prazo), ações estratégicas (médio

prazo) e ações estruturantes (longo prazo). Ressalta-se que o PDDU 2015 não foi formalmente submetido ao processo de deliberação legislativa, de modo que sua aplicação não configura imposição normativa ao Poder Executivo, mas sim diretriz de planejamento facultativa.

Medidas Emergenciais – Curto prazo

Foi prevista a criação de um Conselho de Implementação do Plano Diretor de Drenagem Urbana, composto por titulares dos serviços; órgãos governamentais relacionados ao setor de saneamento básico; prestadores de serviços públicos de saneamento básico; usuários de serviços de saneamento básico; entidades técnicas; organizações da sociedade civil e defesa do consumidor relacionadas ao setor de saneamento básico. Esse conselho não foi criado, embora seja importante para a implementação das etapas iniciais do plano.

Outra medida prevista foi a regulamentação do Programa de Tratamento e Uso Racional das Águas nas Edificações (PRO-ÁGUAS). O PRO-ÁGUAS Municipal, por meio de normativa da SEMINF ou Decreto Municipal ou Lei Municipal da legislação prevista no Plano sobre Drenagem Pluvial Urbana. Neste aspecto o município realizou uma audiência pública, para em seguida submeter a aprovação na Câmara Municipal de Manaus, mas o processo ainda não foi iniciado.

Também foram previstas a elaboração de um Plano de Captação de Recursos e Financiamento para a implementação das etapas iniciais do Plano, que não foi elaborado. Outra medida proposta foi a previsão mediante legislação municipal a destinação/preservação de áreas para reservatórios e áreas de preservação de margens como área de interesse especial e devendo essas áreas serem cercadas ou ocupadas de alguma forma para que não sejam ocupadas indevidamente, e que no futuro fossem realizadas as seguintes melhorias:

- Igarapé Bolívia e Passarinho: ampliação da rede de drenagem, implementação de reservatórios de detenção e ampliação das seções e/ou revestimento dos taludes e fundo.
- Igarapé do Gigante: ampliação das seções e/ou revestimento dos taludes e fundo e Reservatório tipo off-line para volumes excedentes.
- Igarapé do Aleixo, Acariquara, Beira Rio, Goiabinha, Franceses, Bindá, São Raimundo, Franco, Mindu, Vovó, Raiz, Quarenta e Cachoeirinha: ampliação das seções e/ou revestimento dos taludes e fundo Melhorias nas seções transversais dos canais, combinadas com reservação dos volumes excedentes (reservatório tipo off-line).

No contexto dessa abordagem foram realizadas intervenções pontuais como segue:

- Igarapé dos Franceses: ampliação e construção de novas pontes no cruzamento com a Av. Loris Clododvil e com a Av. Senador Raimundo Parente.
- Igarapé do Bindá: recuperação do revestimento do canal em gabião no trecho entre Av. Constantino Nery – Av. Djalma Batista que está em andamento, e substituição e ampliação da travessia na Av. Djalma Batista e na Av. Mário Ypiranga (Substituição de tubo Armco pela galeria celular de concreto).
- Igarapé do Mindu: Foi realizada uma obra de implantação de um reservatório de contenção e obras de preservação de margens e revestimento do canal no trecho entre a Av. Autaz Mirim – Av. Mário Ypiranga.
- Igarapé da Vovó: (aguardando informação – UGPE).
- Igarapé da Raiz: (aguardando informação – UGPE).
- Igarapé do Quarenta: ocorreram intervenções do Governo do Estado através do Prosamim, desde sua nascente no Bairro Armando Mendes até sua foz no bairro do Educandos. Houve melhoria nas suas seções transversais, revestimento de canal em trechos específicos e

desapropriações para manutenção e preservação das margens (Av. Manaus 2000 – Av. Silves).

- Igarapé da Cachoeirinha: recebeu intervenções do Governo do Estado para melhorias em sua seção transversal e revestimento do canal da sua Foz no Bairro da Raiz até a Rua Alfredo Paes Barreto na divisa do Bairro de São Francisco com o Bairro Petrópolis.

Também foram previstas áreas para reservatórios de detenção ou de preservação de margens como área de interesse especial, mediante legislação municipal e que deveriam ser cercadas ou ocupadas de alguma forma, bem como a substituição de pontes específicas como a Av. Compensa no Igarapé do Franco. Além dessas medidas, também foi prevista a criação do Programa de treinamento, dada a sua importância para a implementação de um plano de drenagem urbana. Ambas medidas não foram executadas.

Medidas a longo prazo – 1 a 2 anos

No PDDU 2015, foram previstas medidas a longo prazo, ou seja, para serem realizadas no período de um a dois anos. Essas medidas caracterizam-se por estratégias de gestão que visam a sustentabilidade e a adaptação à mudança climática, priorizando a preservação do ciclo hidrológico natural e a redução de impactos negativos. Foram previstas 12 medidas, que não foram implementadas. Essas medidas consistem em:

1. Elaboração de projetos executivos para as bacias que já tenham captado recursos?
2. Levantamento topográfico e cadastral das sub-bacias?
3. Locais de alagamento georreferenciados? (Aguardando informação – Defesa Civil).
4. Locais de inundação georreferenciados? (Aguardando informação – Defesa Civil).

5. Estudo de alternativas para controle dos alagamentos para o risco e cenário
6. Com base nos locais de inundação, realização de estudos com alternativas para controle com base na simulação de toda a bacia.
7. Avaliação econômica da alternativa escolhida (análise benefício x custo da alternativa escolhida).
8. Avaliação ambiental da alternativa, com estudo do efeito das soluções na mitigação também dos problemas erosivos e de qualidade da água.
9. Preparar a Defesa Civil para examinar os cenários para as soluções estabelecidas em projeto, identificando condições de emergências.
10. Detalhamento dos projetos das obras de controle de modo que permita a licitação.
11. Captação de recursos para implementar os projetos para as demais bacias.
12. Implementação dos Programas listados no Plano.

Medidas de longo prazo superior a 2 anos

As medidas de drenagem urbana de longo prazo, ou seja, com efeito superior a 2 anos, caracterizam-se pela abordagem sistêmica, focada na gestão integral da água pluvial e na prevenção de problemas a longo prazo. Elas envolvem o controle e orientação do curso das águas, a não transferência de impactos para jusante, a não ampliação de cheias naturais, a gestão integrada da bacia, o controle do uso do solo e áreas de risco, e a competência técnico-administrativa dos órgãos públicos, além da educação ambiental. Com base nesse preceito, foram previstas nove medidas, como segue:

1. Implementação das medidas estruturais realizadas a partir dos projetos executivos indicados para serem elaborados na etapa anterior, ou seja, nas medidas de médio prazo;
2. Revisão do Plano a cada 4 anos;

3. Estímulo a medidas estruturais para inundações urbanas, como o preparo do solo, incorporação de matéria orgânica derivada de compostagem ou húmus;
4. Estímulo para o controle na fonte no planejamento de empreendimentos com minimização de práticas artificiais de manejo de águas pluviais e o incentivo à manutenção de processos hidrológicos;
5. Estímulos de medidas de controle na microdrenagem que consistam no manejo de águas pluviais provenientes de loteamentos ou conjunto de lotes;
6. Estímulos de medidas para a macrodrenagem;
7. Emprego de medidas não estruturais para o controle das inundações ribeirinhas;
8. Emprego de medidas não estruturais para o controle da drenagem urbana de Manaus;
9. Criação de agência reguladora.

Das nove medidas previstas, apenas uma foi implementada, a que corresponde ao estímulo de medidas estruturais para inundações urbanas, que na fase de aprovação de projetos particulares de captação de águas pluviais, é exigida a implantação de tanques de retenção, para minimizar os riscos com inundações.

1.7 LEGISLAÇÃO VIGENTE

A drenagem urbana é um tema de grande importância para o município de Manaus, pois é essencial para prevenir inundações, preservar a qualidade da água e garantir a segurança da população. No município a legislação empregada para o setor é composta por leis, resoluções, normas, portarias e decretos correlatas com o tema, essa legislação estabelece os princípios, objetivos e diretrizes para o planejamento, nas esferas federal, estadual e municipal, como apresentadas a seguir:

Legislação Federal:

A Lei nº 11.445/2007 (Lei do Saneamento Básico), alterada pela Lei nº 14.026/2020 é um marco importante para a política de saneamento no Brasil, estabelecendo as bases para a organização e regulamentação do setor, com o objetivo de garantir o acesso universal aos serviços de saneamento básico e a melhoria da qualidade de vida da população, além de outorgar os municípios como entes responsáveis pela prestação dos serviços de saneamento básico.

Um aspecto importante da lei é que ela estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico, incluindo o manejo de águas pluviais urbanas, como disposto nos artigos no Art. 2º - Inciso IV que prevê a disponibilidade, nas áreas urbanas, bem como o tratamento, limpeza e fiscalização preventiva das redes em consonância com a saúde pública, à proteção do meio ambiente e à segurança da vida e do patrimônio público e privado. Da mesma forma, o Art. 3º no inciso IV é referenciado o tratamento e disposição final de águas pluviais urbanas. Enquanto no Art. 18, o inciso II prevê a existência de consórcios intermunicipais de saneamento básico terão como objetivo, exclusivamente, o financiamento das iniciativas de implantação de medidas estruturais de drenagem e manejo de águas pluviais, além dos demais serviços de saneamento básico, dentre outras normativas. O Art. 29 trata da sustentabilidade econômico-financeira pela cobrança dos serviços, mas veda a cobrança em duplicidade de custos administrativos ou gerenciais a serem pagos pelo usuário.

A Lei nº 13.308, de 06 de julho de 2016 é importante porque altera a Lei nº 11.445/2007 (Lei de Diretrizes Nacionais do Saneamento Básico) para incluir a drenagem e manejo das águas pluviais, a limpeza e fiscalização preventiva das redes de drenagem urbana como serviços de saneamento básico. Esta alteração reforça a responsabilidade do poder público em garantir a manutenção das infraestruturas de drenagem, prevenindo inundações e protegendo a saúde pública e a segurança da população.

Resolução ANA nº 245, de 17 de março de 2025 aprova a Norma de Referência nº 12/2025 que dispõe sobre a estruturação dos serviços públicos de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas e estabelece as diretrizes para a estruturação dos serviços públicos de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas (DMAPU). Esta norma visa melhorar a gestão de águas pluviais nas cidades, contribuindo para a redução de inundações e outros problemas causados por eventos climáticos extremos, além de promover a sustentabilidade e a adaptação às mudanças climáticas

A Norma de Referência da ANA nº 12/2025 define os serviços, atividades e infraestruturas dos serviços públicos de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas. Essa norma estabelece conceitos claros sobre o que constitui os serviços de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas, como também trata da qualificação técnica dos atores envolvidos na gestão e no planejamento da prestação desses serviços. Além de incentivar a inovação e a troca de informações sobre os serviços, atividades e infraestruturas de drenagem urbana.

Um aspecto importante da norma é a proposição de uma mudança de paradigma no dimensionamento da infraestrutura, priorizando soluções que se integram com os sistemas naturais e a paisagem urbana, em linha com as diretrizes dos Ministérios do Meio Ambiente e Mudança do Clima (MMA) e das Cidades (MCID). Assim como o detalhamento dos componentes dos serviços de drenagem e manejo de águas pluviais, incluindo drenagem, transporte, detenção/retenção, tratamento e disposição final das águas pluviais, além da limpeza e fiscalização.

Outro ato inovador na norma é a definição das responsabilidades das entidades reguladoras infracionais (municipais, intermunicipais, estaduais e distrital), dos titulares dos serviços, de seus prestadores e dos usuários, tendo essas entidades até 20 de agosto de 2028 para comprovar a publicação de seus próprios regulamentos para os serviços de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas, bem como a relação de municípios prioritários para a regulação desses serviços em suas áreas de atuação.

A norma ainda prevê a elaboração e atualização do Plano Diretor de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Parágrafo único e recomenda a articulação com os respectivos comitês de bacias hidrográficas.

Legislação Estadual (Amazonas):

A Constituição do Estado do Amazonas nº 1, de 5 de outubro de 1989 não trata de forma evidente a drenagem urbana, ela se relaciona ao tema no que cerne os cursos d'água, especificamente a ocupação de suas margens, com o estabelecimento de programas habitacionais como refere o Art. 261. O Estado e os Municípios darão prioridade aos programas habitacionais, notadamente àqueles que visem à erradicação das submoradias, principalmente as localizadas em baixadas, margens de igarapés, zonas alagadas e outras situações de miséria absoluta.

A promulgação da Lei nº 3.060, de 26 de maio de 2006 teve por objetivo instituir na organização administrativa do poder executivo, a Unidade Gerenciadora do Projeto Social e Ambiental dos Igarapés de Manaus (UGP – PROSAMIM) sob execução da Secretaria de Estado de Infraestrutura (SEMINF), em consonância ao previsto na Constituição Estadual.

A Lei nº 3.167, de 27 de agosto de 2007, que institui a Política Estadual de Recursos Hídricos do Amazonas (PERH/AM), define diretrizes para uma gestão integrada e sustentável dos recursos hídricos no estado. Seu principal objetivo é preservar e recuperar a qualidade das águas em rios, lagos e aquíferos, tendo como instrumento central o Plano Estadual de Recursos Hídricos.

O Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Amazonas (PERH-AM) é um instrumento de gestão fundamental para a drenagem urbana, pois estabelece as diretrizes para a gestão dos recursos hídricos, incluindo a prevenção e o combate a eventos hidrológicos críticos, que afetam a qualidade e a disponibilidade da água, e consequentemente, a drenagem urbana. O PERH-AM busca garantir a qualidade das águas para uso em diversas atividades,

incluindo a urbana, e orienta a implementação de soluções para melhorar a drenagem em áreas urbanas. Como a meta 4 – “Incentivo ao desenvolvimento de ações para a preservação da quantidade e da qualidade da água”, mencionando especificamente a contaminação dos igarapés que atravessam a área urbana de Manaus, bem como menciona a limpeza dos igarapés municipais.

A legislação também estabelece os critérios para a concessão do direito de uso dos recursos hídricos, abrangendo tanto águas superficiais quanto subterrâneas. Além disso, define os procedimentos para a obtenção dessa outorga e regulamenta a cobrança pelo uso da água.

O Decreto nº 28.678, de 16 de junho de 2009 é importante para a gestão dos recursos hídricos no estado, por regulamentar a Lei nº 3.167/2007, que reformula as normas da Política Estadual de Recursos Hídricos e do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Ele estabelece no Art. 52. À outorga do uso de recursos hídricos (b) Serviços diversos em rios, igarapés e igapós.

A Lei nº 3.804, de 29 de agosto de 2012 é fundamental para a regularização fundiária das terras dominiais do estado, com o objetivo de regularizar ocupações, estimular o desenvolvimento econômico e proteger comunidades tradicionais. Ela visa garantir o uso racional e econômico das terras públicas, promovendo o acesso à propriedade de forma socialmente justa e sustentável. Além de alterar a Lei nº 2.754, de 29 de outubro de 2002. A Lei nº 3.804/2012 prevê os serviços de saneamento, mas não faz referência direta aos serviços de drenagem pluvial, apenas o retorno das águas servidas tratadas ao meio ambiente, como curso d’água, rios, igarapés, lagos e baías.

O Decreto nº 44.256, de 23 de julho de 2021 altera, na forma que especifica o Decreto nº 24.800, de 04 de janeiro de 2005 no que diz respeito à Subcomissão Especial junto a Comissão Geral de Licitação do Poder Executivo, com a finalidade de proceder às licitações de obras e serviços inerentes ao Programa Social e Ambiental dos Igarapés de Manaus (PROSAMIM).

A Lei nº 6.875, de 10 de maio de 2024 reside na instituição do Dia Estadual de Conscientização sobre a Limpeza dos Igarapés, sendo o dia 22 de março o dia oficial.

A Lei complementar nº 272, de 9 de janeiro de 2025 institui a Microrregião de Saneamento Básico (MRSB) no estado do Amazonas, revogou a legislação anterior, de 2021, e busca adequar a gestão do saneamento básico às mudanças na legislação nacional, com o objetivo de regionalizar os serviços e garantir a universalização do acesso, conforme previsto no Plano Nacional de Saneamento Básico.

Legislação Municipal (Manaus):

O Decreto Municipal nº 93, de 28 de agosto de 1969 restringe a construção de edificações abaixo da cota 30, que se refere ao nível do rio Negro no ponto de referência do Porto de Manaus. O Porto de Manaus é um porto fluvial e um ponto de referência para a legislação urbanística da cidade.

A Lei nº 605, de 24 de julho de 2001, institui e regulamenta o Código Ambiental do município de Manaus. Ela estabelece diretrizes normativas para a proteção, conservação e defesa do meio ambiente urbano, atribuindo responsabilidades tanto ao poder público quanto aos cidadãos no que diz respeito à promoção da qualidade de vida.

Um aspecto importante dessa lei é que ela prevê as atividades efetivas ou potencialmente poluidoras deverão implantar bacias de acumulação ou outro sistema com capacidade para as águas de drenagem, de forma a assegurar o seu tratamento adequado e aplica-se às águas de drenagem correspondente à precipitação de um período inicial de chuvas a ser definido em função das concentrações e das cargas poluentes.

Também é previsto a execução de serviços de limpeza das redes de drenagem pluvial. É considerada infração grave, a deposição de resíduos da limpeza de galerias de drenagem em local não permitido, o lançamento de

esgotos “in natura” em corpos d’água ou na rede de drenagem pluvial, provenientes de edificações com até 10 pessoas, assim como de edificações com 10 a 100 pessoas.

Em 2007 foi criado o Programa de Tratamento e uso racional das águas nas edificações (PRO-ÁGUAS) por meio da Lei nº 1192, de 31 de dezembro de 2007. A lei trata no âmbito da drenagem a obrigatoriedade da apresentação bimestral dos laudos dos efluentes; autoriza os empreendimentos devidamente legalizados a lançar seus efluentes tratados na rede de drenagem de águas pluviais; torna obrigatório a implantação de reservatórios que retardem o escoamento das águas pluviais para rede de drenagem para os novos empreendimentos ou que tenham área impermeabilizada superior a quinhentos metros quadrados, podendo os reservatórios serem abertos ou fechados, com ou sem revestimentos dependendo da altura do lençol freático do local, sendo que a água contida pelo reservatório deverá de acordo com os atos normativos e outras exigências legais sem lançada na rede de drenagem ou ser conduzida para outro reservatório para ser utilizada para finalidades não potáveis, conforme o art. 14 desta Lei.

Embora não faça referência direta ao sistema de drenagem urbana o Decreto nº 28.678, de 16 de junho de 2009 que regulamenta a Lei nº 3.167/2007, é importante por ter implicações indiretas para a drenagem urbana, especialmente no que se refere à: outorga de uso da água (captação ou lançamento de águas pluviais em corpos hídricos), qualidade da água (lançamento de águas pluviais) e a cobrança pelo uso da água, especialmente o uso da água para fins de drenagem, como sistemas de retenção com posterior lançamento. Esse decreto visa detalhar e operacionalizar os instrumentos e diretrizes estabelecidos na Lei nº 3.167/2007 para a gestão dos recursos hídricos no estado do Amazonas.

Nesse mesmo contexto de instrumento normativo e de gestão, tem-se a Lei Complementar nº 003/2014, que institui o código de Obras e Edificações do Município de Manaus e dá outras providências. Essa Lei institui em consonância

com a Lei nº 672/2002 a existência de áreas verdes condominiais para o equilíbrio climático e favorecimento do serviço de drenagem de águas pluviais (Art. 4, Inciso XXI); além da proibição do lançamento de águas pluviais provenientes de espaço aéreo dos lotes, inclusive de beira-litorânea, diretamente nos logradouros públicos e nos imóveis vizinhos, devendo estas serem conduzidas por meio de dutos próprios à rede pública de drenagem ou servidões oficiais internas dos quarteirões, quando existirem (Art. 83, Inciso II); e a existência de área mínima permeável do terreno para drenagem natural.

Ainda prevendo somente o contexto da drenagem urbana e afins tem-se a Lei nº 1.838, de 16 de janeiro de 2014 – Normas de Uso e Ocupação do Solo: essa lei foi alterada pelas leis nº 2.154, de 25 de julho de 2016 e nº 2.402, de 16 de janeiro de 2019, faz reiterar a Lei nº 672/2002 e faz referência a taxa de permeabilização do solo.

A Lei Complementar nº 14, de 17 de janeiro de 2019 regulamenta o Plano Diretor Urbano e Ambiental, estabelece diretrizes para o desenvolvimento da Cidade de Manaus e dá outras providências relativas ao planejamento e à gestão do território do Município. Esta lei menciona a exigência de um Plano de Drenagem Urbana para Manaus.

Considerando como áreas de utilidade pública tem-se o Decretos nº 5.175, de 21 de outubro de 2021 que declarou terreno como de utilidade pública para instituir faixa de Servidão Administrativa, a área de rede de drenagem situada no Lote 7^a (desmembrado), localizado na Avenida Comendador José Cruz, Bairro Lago Azul e o Decreto nº 5.610, de 23 de junho de 2023: esse decreto foi específico para atender a uma necessidade de projeto de implantação de rede de drenagem, especificamente a faixa imóvel localizada nesta cidade na Rua da Avença, s/n, Bairro da Paz.

O desenvolvimento urbano da cidade de Manaus é orientado pela Lei nº 672/2022 que institui Normas de Uso e Ocupação do Solo, definindo as diretrizes e parâmetros que regulam o crescimento das áreas urbanas, garantindo que a utilização do solo seja feita de forma planejada e em conformidade com as

necessidades da população e do meio ambiente, dessa forma a Lei prevê no Art. 81 a taxa de permeabilização, sendo aquelas dotadas de vegetação de forma a contribuir para o equilíbrio climático e favorecer o serviço de drenagem natural de águas pluviais.

Conforme exposto, observa-se a ausência de instrumentos normativos específicos ao tema que forneçam subsídios para o planejamento, execução e manutenção da drenagem urbana, a gestão dos cursos d'água e de suas respectivas bacias hidrográficas.

1.8 ARRANJO INSTITUCIONAL E ADMINISTRATIVO

O arranjo institucional administrativo da drenagem urbana em Manaus se refere à forma como as responsabilidades e a gestão desse serviço público estão organizadas dentro da estrutura governamental, abrangendo os diferentes níveis de governo.

É importante frisar que as competências de cada ente federativo em relação ao saneamento, especificamente a drenagem urbana, a Constituição Federal e a legislação infraconstitucional, neste caso, a Lei do Saneamento Básico, definem que os municípios são os principais responsáveis pela prestação desse serviço em suas áreas urbanas.

Com base nessa premissa, a seguir é apresentado o arranjo institucional administrativo do serviço de drenagem urbana na cidade de Manaus considerando os três níveis governamentais, como segue:

Âmbito Federal:

- Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA)**

O órgão regulador federal é responsável por estabelecer normas de referência para a prestação dos serviços de saneamento básico, incluindo a

drenagem urbana. A ANA também monitora a conformidade com essas normas e com os decretos governamentais.

- **Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR)**

Define políticas e programas federais relacionados ao saneamento básico e à drenagem urbana, além de disponibilizar recursos financeiros para projetos no setor.

- **Ministério das Cidades (MCID)**

O órgão é responsável pelo financiamento de projetos, apoio técnico, promoção da sustentabilidade, prevenção de desastres naturais, monitoramento e avaliação, bem como promove a articulação com outros órgãos.

Âmbito Estadual:

- **Companhia de Saneamento do Amazonas (COSAMA)**

Atua somente com os serviços de abastecimento de água, porém o município de Manaus não integra o rol de municípios atendidos pela Companhia.

- **Agência Reguladora dos Serviços Públicos Delegados e Contratados do Estado do Amazonas (ARSEPAM-AM)**

Responsável por regular e fiscalizar os serviços de saneamento, mas ainda não atua no setor de drenagem.

- **Instituto Municipal de Planejamento e Administração Ambiental**

Atua na gestão e regulamentação das áreas de drenagem, na fiscalização e licenciamento de projetos que interagem com elas, e no apoio à conscientização sobre a importância da drenagem para o meio ambiente.

- **Secretaria Estadual de Meio Ambiente (SEMMAS)**

A secretaria tem atuação na gestão e monitoramento dos recursos hídricos e na implementação de políticas para garantir a qualidade ambiental, contribuindo assim para a prevenção e mitigação de inundações e impactos negativos.

- **Defesa Civil Estadual**

Embora não tenha responsabilidade direta pela gestão da drenagem urbana de Manaus, contribui na prevenção e resposta a desastres, incluindo aqueles que afetam a drenagem, como inundações. Também atua de forma complementar à Defesa Civil Municipal, coordenando ações em casos de grande magnitude e fornecendo suporte técnico e financeiro.

- **Microrregião de Saneamento Básico do Amazonas (MRSB)**

Consiste numa autarquia intergovernamental que atua no planejamento, regulação, fiscalização e prestação de serviços de saneamento básico.

- **Unidade Gestora de Projetos Especiais (UGPE)**

Criada a partir da Lei Complementar nº. 4.163, de 9 de março de 2015 foi instituída a Região Metropolitana de Manaus (RMM), vinculando a gestão metropolitana ao Governo do Estado Posteriormente, com a Lei nº 6.225, de 27

de abril de 2023, resultado de reforma administrativa, a Unidade Gestora de Projetos Especiais (UGPE) foi incorporada à Secretaria de Estado de Desenvolvimento Urbano e Metropolitano (SEDURB), passando a contar com autonomia administrativa, operacional, orçamentária e financeira.

A UGPE é responsável pelos Programas e Projetos Especiais da Unidade Gestora, dentre outras finalidades, que têm por objetivo promover a melhoria da qualidade de vida da população do Estado do Amazonas por meio do desenvolvimento econômico; modernização administrativa; desenvolvimento ambiental; social; urbanístico e de infraestrutura. Os projetos se dão em maior parte por financiamento internacional, por meio do Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), especialmente referentes às áreas socioambientais. A Figura 3 mostra o organograma da Unidade Gestora.

Figura 3 – Organograma da estrutura organizacional da UGPE



Fonte: AMAZONAS. Decreto nº 44.593/2021.

Segundo Plano Diretor de Reassentamento – PDR (AMAZONAS, 2021), os programas e projetos especiais compreendem a obras de infraestrutura urbana, saneamento básico, e reassentamento de famílias e atividades econômicas, além de ações para promover o desenvolvimento socioambiental sustentável das comunidades e da população afetada pelas obras, em particular, a residente em áreas de risco, que se encontram em situação de vulnerabilidade e, que serão removidas e reassentadas. Os principais componentes são:

macrodrenagem e microdrenagem; obras viárias; abastecimento de água; esgotamento sanitário; limpeza urbana; urbanização e infraestrutura; energia elétrica e iluminação pública; proteção, contenção e estabilização do solo; unidades habitacionais de interesse social; equipamentos urbanos comunitários; recuperação de áreas degradadas e reassentamento e desenvolvimento social.

- **Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH)**

Órgão colegiado, deliberativo e normativo responsável por criar instrumentos de gestão integrada e participativa das águas subterrâneas e superficiais no Estado.

- **Comitê de Bacia Hidrográfica**

No âmbito dos comitês de Bacias hidrográficas, tem-se apenas duas no contexto estadual, o Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Tarumã-Açu (CBHTA) criado pelo Decreto n.º 29.249, de 19 de outubro de 2009 e está atuante, enquanto o Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Puraquequara foi instituído pelo Decreto nº 37.412, de 25 de novembro de 2016, mas não está atuante.

Âmbito Municipal:

- **Secretaria Municipal de Infraestrutura (SEMINF)**

Como o planejamento, a execução e a fiscalização das obras de drenagem urbana estão sob titularidade da Prefeitura Municipal de Manaus. De acordo com a Lei nº 1, de 31 de julho de 2013, que dispõe sobre o funcionamento e a estrutura organizacional do Poder Executivo, define os órgãos e entidades que o integram, fixa suas finalidades, objetivos e competências e dá outras providências, a Secretaria Municipal de Infraestrutura (SEMINF) é um ente de cooperação.

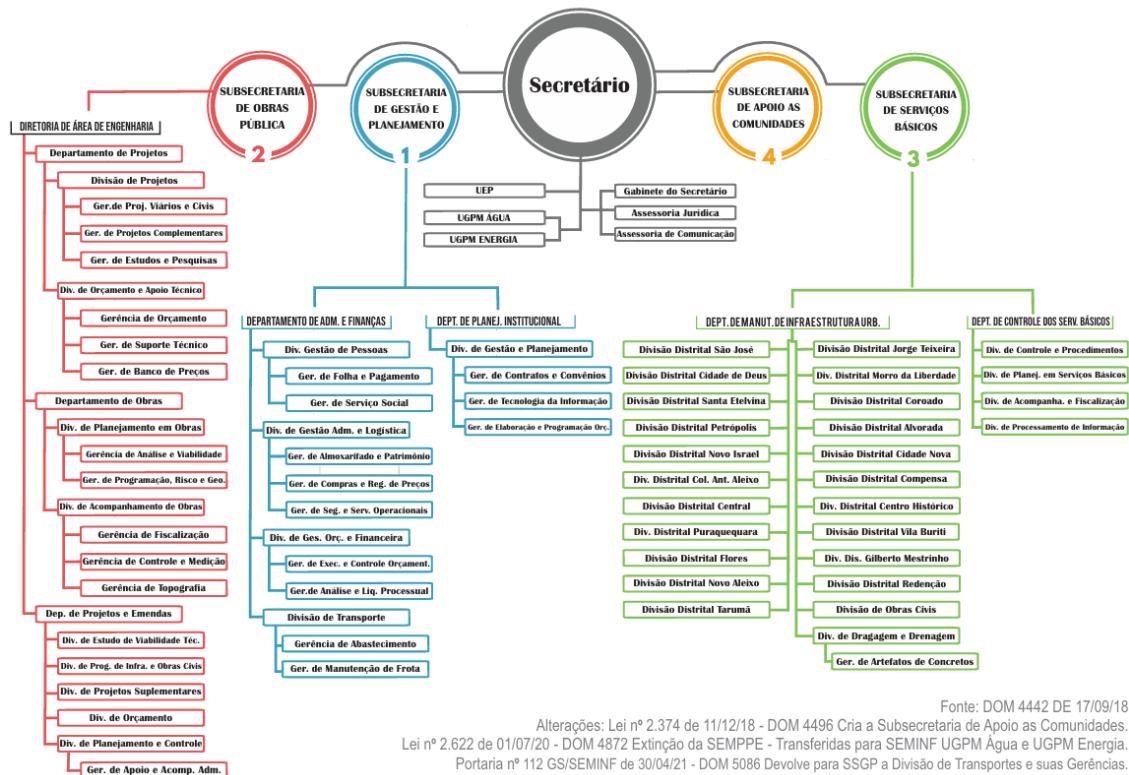
A SEMINF foi criada pelo Decreto Municipal nº 0147, de 05 de junho de 2009, em substituição da extinta Secretaria Municipal de Obras, Serviços Básicos e Habitação (SEMOSBH), pela sua vez objeto da Lei nº 936, de 20 de janeiro de 2006.

A estrutura organizacional da Secretaria Municipal de Infraestrutura (SEMINF) está definida pela Lei nº 2340, de 17 de setembro de 2018, que estabelece seu arcabouço institucional e demais disposições correlatas. Conforme o Artigo 1º, a finalidade da secretaria compreende, entre outros aspectos:

- I – a elaboração de Planos Estratégicos voltados à implementação de políticas de infraestrutura nas áreas de saneamento básico, drenagem, obras públicas e projetos correlatos, com definição de prioridades e mecanismos de execução, monitoramento e avaliação;
- II – a promoção da articulação entre órgãos públicos e entidades privadas em suas áreas de competência;
- III – a supervisão, fiscalização e recebimento de obras e serviços de engenharia relevantes para a administração pública direta e indireta.

Nesse contexto, a estrutura organizacional da SEMINF é ilustrada na Figura 4, acompanhada da descrição das atribuições de cada unidade administrativa.

Figura 4 – Organograma da estrutura organizacional da SEMINF em relação aos serviços de drenagem pluvial



Fonte: SEMINF, 2025.

1. Subsecretaria de Obras Públicas

A Subsecretaria é composta por diretorias, departamentos, gerências e divisões, das quais apresenta-se as que desenvolvem atividades vinculadas a drenagem urbana, como:

- **Diretoria de Área de Engenharia:** aprovar projetos, laudos e pareceres técnicos referentes a drenagem, esgotamento sanitário, infraestrutura e obras públicas; dirigir, controlar e coordenar os trabalhos e ações necessárias à elaboração do Plano de Saneamento e Drenagem do Município;
- **Departamento de Projetos compete:** planejar e coordenar a elaboração de projetos de intervenção de arquitetura e desenho urbano, visando à

abertura, pavimentação e conservação de vias, drenagem pluvial, saneamento básico, construção e conservação de estradas, construção de parques, jardins e hortos florestais, construção e conservação de estradas vicinais;

- **Gerência de Projetos Especiais, Drenagem e Saneamento:** elaborar, supervisionar e acompanhar planos, programas e projeto de obras de arte e especiais, pontes, drenagem e de saneamento de interesse direto do Município; participar e colaborar nos trabalhos e ações necessárias à elaboração do Plano de Saneamento e Drenagem do Município;
- **Departamento de Obras:** gerir a fiscalização das obras e serviços de engenharia relativos à implantação, manutenção e conservação de vias, drenagem pluvial, saneamento básico, construção e conservação de estradas e vicinais, parques, jardins, edificação e conservação de prédios públicos municipais a serem executados de forma direta ou com a iniciativa privada;
- **Gerência de Análise e Viabilidade:** analisar e aprovar os planos, programas e projetos referentes à organização territorial, sistema viário, meio ambiente, saneamento, drenagem e infraestrutura urbana submetidos à Secretaria;
- **Divisão de Acompanhamento de Obras compete:** realizar inspeções, vistorias técnicas e emitir laudos, pareceres, atestados e relatórios de atividades relativos à implantação, manutenção e conservação de vias, drenagem pluvial, saneamento básico, construção e edificação e conservação de prédios públicos;

2. Subsecretaria de Serviços Básicos

Na sua estrutura estão o Departamento de Manutenção de Infraestrutura Urbana, Divisão de Dragagem e Drenagem Divisão de Processamento de Informações, que desenvolvem atividades vinculadas a drenagem urbana, como segue:

- **Departamento de Manutenção de Infraestrutura Urbana:** coordenar, supervisionar e acompanhar a execução das atividades de abertura, pavimentação e conservação de vias, drenagem pluvial e saneamento básico, construção e conservação de estradas, construção de parques, jardins e hortos florestais, construção e conservação de estradas vicinais, edificação e conservação de prédios públicos municipais; coordenar a manutenção e a conservação do sistema de micro e macro drenagem, mantendo seu controle cadastral; coordenar atividades de pavimentação, terraplanagem, dragagem, drenagem, artefatos de concreto e material betuminoso;
- **Divisão de Dragagem e Drenagem:** realizar o desenvolvimento de detalhes de projetos de micro e macrodrenagem; realizar o desenvolvimento de projetos de ampliação ou reforma da rede de drenagem;
- **Divisão de Processamento de Informações:** realizar o mapeamento e georreferenciamento dos sistemas de drenagem, viário e serviços executados pela Secretaria;

A SEMINF executa serviços de drenagem urbana por meio de uma equipe técnica multidisciplinar, composta por profissionais como engenheiros, topógrafos, técnicos, agentes administrativos, estagiários e trabalhadores terceirizados, dentre outros profissionais. Esses profissionais devem atuar em diversas frentes, garantindo a operação, manutenção e expansão do sistema de drenagem da cidade.

No mês de junho de 2025, a SEMINF registrou um total de 1.764 servidores distribuídos entre seus diversos setores operacionais. Do total, uma parcela está vinculada, direta ou indiretamente, aos serviços de drenagem, conforme demonstrado na Tabela 1. Dentre esses, destaca-se a atuação da Divisão de Dragagem e Drenagem e da área de Projetos de Drenagem, que somam, em conjunto, 106 profissionais envolvidos.

Tabela 1 – Quadro de colaboradores da SEMINF em junho de 2025
relacionados diretamente e indiretamente com drenagem

Setor	Cargos ou função	Quantidade
	Aux. De Serv. Municipais Pedreiro	2
	Aux. De Serv. Municipais Servente	18
	Aux. De atividade Administrativa	1
	Chefe de divisão	1
Divisão de Dragagem e Drenagem 99 Colaboradores	Auxiliar de Serv. Municipais	71
	Tec. Municipal I – Assistente Administrativo	1
	Tec. Municipal I – Tec. Em Saneamento	1
	Tec. Municipal II – Mot. De carro pesado	3
	Tec. Municipal III – Pedreiro	1
Projetos de Drenagem 7 colaboradores	Analista Municipal I – Tecnólogo	1
	Analista Municipal II – Engenharia Civil	1
	Assessor I	1
	Assessor II	1
	Assessor Técnico III	1
	Consultor de Sistema	1
	Téc. Municipal I – Téc. Em Edificações	1
Apoio 5 colaboradores	Auxiliar de serviços Municipais	2
	Técnico Municipal III – Aux. Serv. Gerais	1
	Analista Municipal I – Tecnólogo	1
	Analista Municipal II – Engenharia Civil	1
Assessoria Técnica 11 colaboradores	Assessor I	1
	Assessor II	2
	Assessor Técnico I	1
	Assessor Técnico II	4
	Assessor Técnico III	3
Departamento de Obras 1 colaborador	Diretor de Departamento	1
	Anal Munic II – Arquitetura	1
	Anal Munic II – Engenharia Civil	1
	Assessor III	1
Departamento de Projetos 14 colaboradores	Assessor Técnico II	1
	Assistente Técnico	1
	Chefe de Divisão	2
	Diretor de Departamento	1
	Gerente	1
	Auxiliar de Serviços Municipais	3
	Tec. Municipal II – Aux. De Serv. Gerais	1
Departamento de Construção e Serviços Básicos 42 Colaboradores	Auxiliar Administrativo	3
	Chefe de Divisão	1
	Diretor de Departamento	1
	Auxiliar de Serviços Municipais	34
	Tec. Municipal/Assist. Administração	1
	Tec. Municipal I – Desenhista	1
	Tec. Municipal II – Aux. De Serv. Munic.	1
Departamento de Manutenção de Infraestrutura Urbana 4 Colaboradores	Diretor de Departamento	1
	Auxiliar de atividades distritais	1
	Sux. Serv. Municipais	2
Departamento de Planejamento Institucional 14 Colaboradores	Assessor I	2
	Assessor II	1
	Assessor Técnico II	1
	Assessor Técnico III	4
	Chefe de Divisão	2
	Diretor de Departamento	2

Setor	Cargos ou função	Quantidade
	Gerente	1
	Aux. Serv. Municipais	1
Diretorias de Área Engenharia	Diretor	1
3 colaboradores	Aux. Serv. Municipais	2
Distrito Santa Etelvina	Tec. Munic. III – Aux. Serv. Gerais	1
2 colaboradores	Tecn Municipal III – Pedreiro	1
Divisão de Acompanhamento e Fiscalização	Chefe de divisão	1
Gerência de Fiscalização	Gerente	1
2 colaboradores		
	Analista Municipal I – Tecnólogo	2
Divisão de Acompanhamento de Obras	Analista Municipal II – Engenharia Civil	4
13 colaboradores	Assessor Técnico II	2
	Chefe de Divisão	2
	Aux. De Serv. Municipais	1
	Tecn. Municipal I – Ass. Administrativo	2
	Aux. Ser. Munic. Pedreiro	6
Div. Col. Antônio Aleixo	Aux. Ser. Munic. Servente	6
46 colaboradores	Aux. De atividades	2
	Chefe de divisão	1
	Aux. Serviços Municipais	30
	Tec. Munc. III – Aux. De Ser. Gerais	1
	Aux. Ser. Munic. Pedreiro	2
	Aux. Ser. Munic. Servente	7
	Aux. De atividades	2
Div. Distrital Centro Histórico	Técnico Municipal Admistração	1
37 colaboradores	Aux. Serviços Municipais	23
	Tec. Municipal II – Agen. Administrativo	1
	Téc. Municipal III – Aux. Serv. Gerais	1
	Aux. Ser. Munic. Pedreiro	8
	Aux. Ser. Munic. Servente	14
	Aux. De atividades	3
Div. Distrital Cidade de Deus	Aux. Serviços Municipais	38
68 colaboradores	Assessor II	1
	Chefe de Divisão	1
	Téc. Municipal II – Operador de Máquinas	1
	Téc. Municipal III – Aux. Serv. Gerais	2
	Aux. Ser. Munic. Pedreiro	7
	Aux. Ser. Munic. Servente	15
Div. Distrital Jorge Teixeira	Aux. De atividades	3
81 colaboradores	Aux. Serviços Municipais	53
	Téc. Municipal II – Agen. Administrativo	1
	Téc. Municipal I – Ass. Administrativo	1
	Téc. Municipal III – Pedreiro	1
	Aux. Ser. Munic. Pedreiro	5
Div. Distrital M. da Liberdade	Aux. Ser. Munic. Servente	7
58 colaboradores	Aux. De atividades	5
	Téc. Municipal III – Motorista carro leve	1
	Aux. Serviços Municipais	40
	Aux. Ser. Munic. Pedreiro	3
Div. Distrital Santa Etelvina	Aux. Ser. Munic. Servente	16
45 colaboradores	Aux. De atividades	4
	Aux. Serviços Municipais	22
	Aux. Ser. Munic. Pedreiro	9
Div. De Obras Civis	Aux. Ser. Munic. Servente	10
82 colaboradores	Aux. De atividades distritais	3
	Aux. Serviços Municipais	45

Setor	Cargos ou função	Quantidade
	Téc. Municipal I – Ass. Administrativo	1
	Téc. Municipal I – Desenhista	1
	Téc. Municipal I – Tec. Contabilidade	1
	Téc. Municipal I – Topografia	1
	Téc. Municipal II – Age. Administrativo	1
	Téc. Municipal III - Aux. De Serv. Gerais	1
	Téc. Municipal III – Aux. De Serv.	2
	Téc. Municipal III – Bombeiro Hidráulico	1
	Téc. Municipal III – Carpinteiro	2
	Téc. Municipal III – Marceneiro	2
	Téc. Municipal III – Pintor	2
	Aux. Ser. Munic. Pedreiro	1
	Aux. Ser. Munic. Servente	21
	Aux. De atividades distritais	6
	Aux. Serviços Municipais	51
Div. Distr. Central 88 colaboradores	Téc. Municipal I – Ass. Administrativo	1
	Chefe de Divisão	1
	Téc. Municipal I – Téc. Administração	1
	Téc. Municipal II – Agen. Administrativo	2
	Téc. Municipal II – Operador de Máquina	2
	Téc. Municipal III – Aux. De Serviços	1
	Téc. Municipal II – Pedreiro	1
	Aux. Ser. Munic. Pedreiro	6
	Aux. Ser. Munic. Servente	9
	Aux. De atividades distritais	5
Div. Distr. Cidade Nova 83 colaboradores	Aux. Serviços Municipais	59
	Téc. Municipal III – Motorista carro leve	1
	Chefe de Divisão	1
	Téc. Municipal II – Pedreiro	1
	Téc. Municipal II – Agen. Administrativo	1
	Aux. Ser. Munic. Pedreiro	1
	Aux. Ser. Munic. Servente	12
Div. Distr. Da Compensa 45 colaboradores	Aux. De atividades distritais	8
	Aux. Serviços Municipais	22
	Téc. Municipal III – Aux. Serv. Erais	1
	Chefe de Divisão	1
	Aux. Ser. Munic. Pedreiro	5
	Aux. Ser. Munic. Servente	7
Div. Distr. Do Alvorada 58 colaboradores	Aux. De atividades distritais	6
	Aux. Serviços Municipais	38
	Téc. Municipal I – Ass. Administrativo	1
	Chefe de Divisão	1
	Aux. Ser. Munic. Pedreiro	7
	Aux. Ser. Munic. Servente	10
Div. Distr. Do Coroado 55 colaboradores	Aux. De atividades distritais	4
	Aux. Serviços Municipais	32
	Téc. Municipal II – Agen. Administrativo	1
	Chefe de Divisão	1
	Aux. Ser. Munic. Pedreiro	3
	Aux. Ser. Munic. Servente	8
Div. Distr. Do São José 65 Colaboradores	Aux. Serviços Municipais	50
	Téc. Municipal II – Agen. Administrativo	2
	Chefe de Divisão	1
	Téc. Municipal III – Aux. Serv. Gerais	1
Div. Distr. De Flores 45 colaboradores	Aux. Ser. Munic. Pedreiro	2
	Aux. Ser. Munic. Servente	19

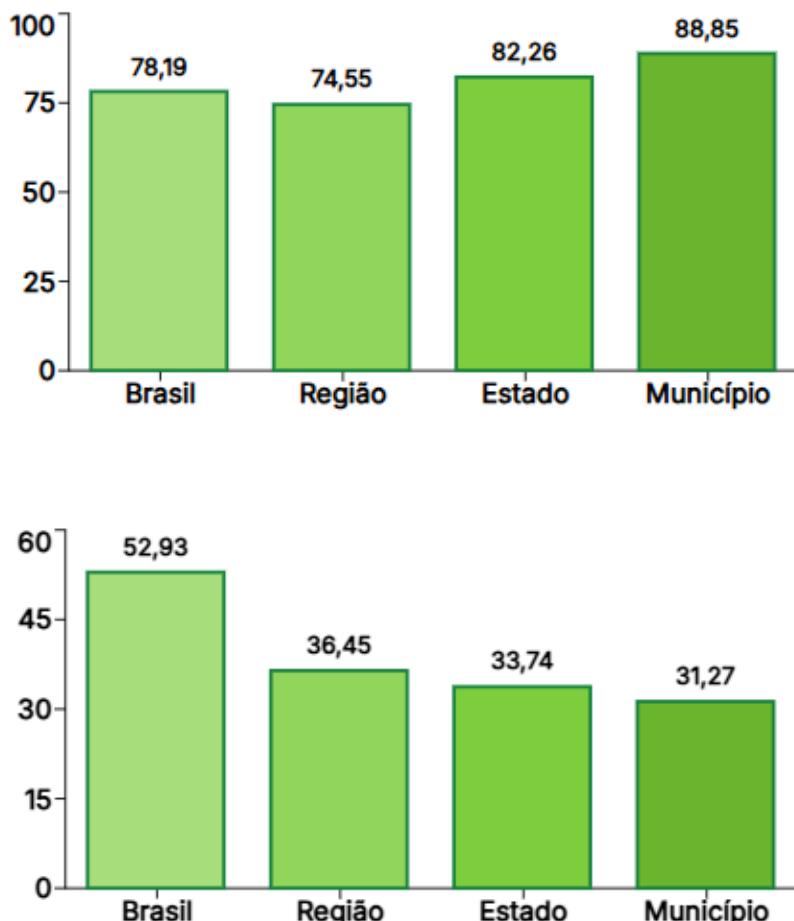
Setor	Cargos ou função	Quantidade
	Aux. Serviços Municipais	23
	Téc. Municipal II – Agen. Administrativo	1
	Aux. Ser. Munic. Pedreiro	8
	Aux. Ser. Munic. Servente	13
	Aux. De atividades distritais	6
Div. Distr. Novo Israel	Aux. Serviços Municipais	38
69 Colaboradores	Téc. Municipal II – Agen. Administrativo	1
	Chefe de Divisão	1
	Téc. Municipal III – Pedreiro	1
	Téc. Municipal II – Operador de Máquina	1
	Aux. Ser. Munic. Pedreiro	3
	Aux. Ser. Munic. Servente	10
Div. Distr. De Petrópolis	Analista Municipal I – Tecnólogo	1
52 colaboradores	Aux. Serviços Municipais	35
	Téc. Municipal II – Agen. Administrativo	1
	Chefe de Divisão	1
	Téc. Municipal III – Pedreiro	1
	Assessor I	1
	Aux. Ser. Munic. Pedreiro	3
	Aux. Ser. Munic. Servente	6
	Aux. De atividades distritais	2
Ger. De Artefatos de Concreto	Aux. Serviços Municipais	42
61 colaboradores	Téc. Municipal I – Tec. Em Contabilidade	1
	Téc. Municipal II – Oper. De máquinas	1
	Téc. Municipal III – Aux. De Serviços	1
	Téc. Municipal III – Carpinteiro	1
	Téc. Municipal III – Pedreiro	3
	Aux. Ser. Munic. Pedreiro	8
	Aux. Ser. Munic. Servente	33
Ger. De SeG. e Serv.	Aux. De atividades distritais	2
Operacionais	Aux. Serviços Municipais	38
84 colaboradores	Gerente	1
	Téc. Municipal III – Aux. De Serviços	1
	Téc. Municipal III – Eletricista	1
	Analista Municipal I – Química	1
	Aux. Ser. Munic. Pedreiro	1
	Aux. Serviços Municipais	7
Ger. De Topografia	Téc. Municipal I – Desenhista	1
17 colaboradores	Téc. Municipal I – Topografia	2
	Téc. Municipal II – Agen. Administrativo	2
	Téc. Municipal II – Aux. De Topografia	2
	Téc. Municipal III – Aux. De Ser. Munic.	1
	Assessor I	2
	Assessor II	3
	Assessor III	2
UEP	Assessor Técnico II	4
25 colaboradores	Assessor Técnico III	2
	Aux. De Atividades Distritais	3
	Gerente	1
	Aux. De Serviços Municipais	6
	Superintendente	1
	Téc. Municipal II – Agen. Administrativo	1
	Téc. Municipal I – Fiscal de Postura	1
UGPM – ÁGUA	Assessor Técnico I	1
6 Colaboradores	Téc. Municipal I – Administrativo	1
	Gerente	2

Setor	Cargos ou função	Quantidade
	Superintendente	1
	Assessor Técnico I	1
	Assessor Técnico II	1
	Chefe de Divisão	1
Sub. Sec. De Obras Públicas 18 colaboradores	Diretor de Departamento	1
	Aux. De Serviços Municipais	9
	Subsecretário do Município	1
	Téc. Municipal I – Fiscalização	1
	Téc. Municipal I – Tec. Em Secretariado	1
	Téc. Municipal II – Aux. De Topografia	1
Subsecret. De Serviços Básicos 5 colaboradores	Assessor Técnico II	1
	Subsecretário do Município	1
	Téc. Municipal I – Assit. Administrativo	1
	Téc. Municipal III – Aux. De Serv. Gerais	1
	Chefe de Divisão	1
Divisões Distr. Redenção Puraquequara e Tarumã 3 colaboradores	Chefe de Divisão	3

Fonte: Adaptado do Portal da Transparência da Prefeitura de Manaus, 2025.

De acordo com os dados disponibilizados pelo Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico (SINISA), e apresentados na Figura 5, o município de Manaus conta com 88,85% de participação do pessoal próprio nos serviços de drenagem e manejo das águas pluviais urbanas, percentual superior à média nacional (78,20%) e à média da Região Norte (82,26%), e consequentemente o menor percentual de terceirizados 31,27%, enquanto a média nacional foi de 52,93%.

Figura 5 – Pessoal Próprio e Terceirizado



Fonte: SINISA, 2024.

Quanto ao plano de capacitação, é fundamental o órgão ter um plano de capacitação em drenagem urbana para garantir que os profissionais da área possuam o conhecimento e as habilidades necessárias para projetar, implementar, manter e gerenciar sistemas de drenagem eficientes e sustentáveis.

Considerando a natureza técnica e operacional dos serviços prestados pela SEMINF, é previsto que o órgão disponha de um plano estruturado de capacitação voltado ao aperfeiçoamento contínuo de suas equipes. Essa iniciativa visa garantir a eficiência na execução de obras, a conformidade com

normas ambientais e urbanísticas, além da valorização dos profissionais que atuam nos diversos setores da secretaria.

Entretanto, apesar da expectativa de existência de tal plano, ainda permanece no aguardo de informações por parte da SEMINF a respeito de sua implementação ou do conteúdo programático destinado à formação técnica dos servidores. A ausência de transparência sobre o tema compromete a possibilidade de avaliação pública quanto à efetividade das ações de qualificação profissional e à priorização estratégica da capacitação como instrumento de gestão.

O Plano de Cargos e Salários (PCS) é reconhecido como um importante instrumento de gestão de recursos humanos, responsável por organizar formalmente os cargos existentes na estrutura administrativa da instituição, bem como definir as faixas salariais correspondentes a cada função. Essa ferramenta contribui para a valorização profissional, a transparência nas progressões de carreira e a eficiência na alocação de pessoal.

Aguardando retorno da secretaria sobre a existência, aplicação ou conteúdo do PCS. A ausência de dados públicos sobre essa ferramenta limita a possibilidade de análise da política de valorização dos servidores e da estrutura organizacional vigente, dificultando a promoção da gestão estratégica de pessoas na administração pública.

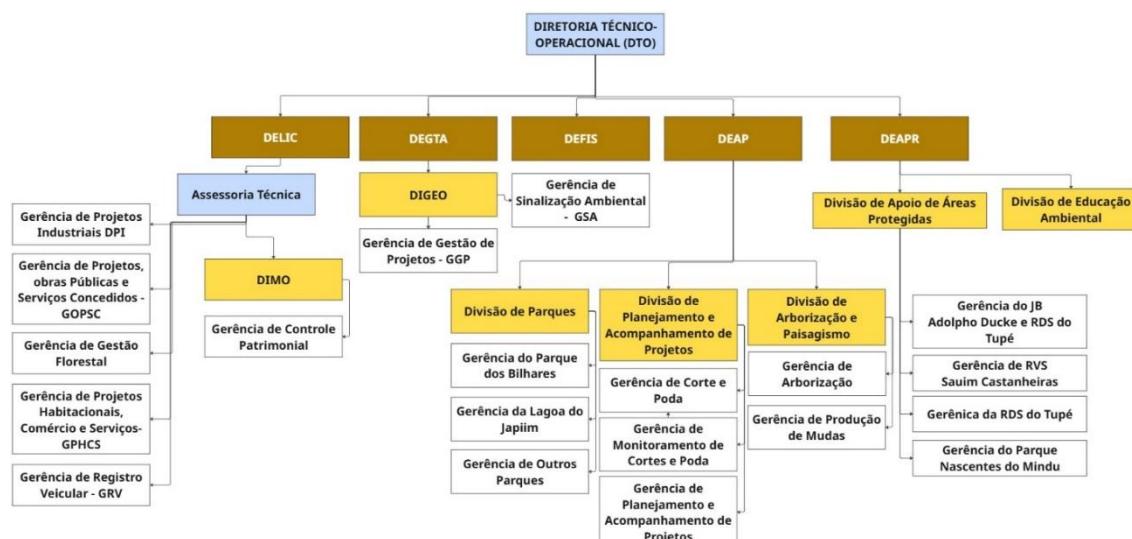
- **Secretaria Municipal do Meio Ambiente e Sustentabilidade (SEMMAS)**

Assim como a Secretaria Municipal de Infraestrutura (SEMINF), a Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Sustentabilidade (SEMMAS) integra a estrutura administrativa do Poder Executivo municipal como ente de cooperação. Sua finalidade e estrutura organizacional estão definidas na Lei nº 2.456, de 06 de junho de 2019. De acordo com o Art. 1º dessa lei, cabe à SEMMAS: I – formular e implementar a Política Municipal do Meio Ambiente, em consonância

com as diretrizes estabelecidas pela Política Nacional do setor; e II – propor e avaliar políticas e normas, além de definir estratégias voltadas à preservação ambiental e à qualidade de vida, assegurando condições para o desenvolvimento socioeconômico sustentável do município de Manaus. O Art. 2º complementa essas atribuições, consolidando seu papel dentro da administração municipal.

Por ser o órgão que trata da gestão e planejamento do meio ambiente com foco na sustentabilidade no âmbito municipal, a secretaria desempenha importante papel atuando em diversas frentes para garantir a sustentabilidade e a resistência da cidade em relação às águas pluviais, integrando suas ações com as do planejamento urbana, licenciando as obras e fiscalizando a manutenção de sistemas de drenagem, o controle de lançamento irregular de resíduos nas redes pluviais e a prevenção de atividades que possam comprometer a capacidade de drenagem da cidade. A Figura 6 mostra a estrutura organizacional da secretaria.

Figura 6 – Organograma da estrutura organizacional da SEMMAS em relação aos serviços de drenagem pluvial



Fonte: Adaptado da SEMMAS, 2025.

- **Secretaria Municipal de Limpeza Pública (SEMULSP)**

A Secretaria foi criada pela Lei Delegada nº 19, de 19 de fevereiro de 2013, com uma estrutura organizacional, a qual inclui uma Gerência de Limpeza de Igarapés, que possui atribuições na área de drenagem urbana, como especificado no Art. 22: compete, dentre outras atividades correlatas, planejar e executar limpeza dos córregos, igarapés e rios circunscritos à cidade de Manaus e sua orla, utilizando equipamentos de proteção individual e materiais adequados a esta atividade, observando normas e procedimentos técnico-operacionais sanitária e ambientalmente adequados.

- **Defesa Civil Municipal**

Outro órgão atuante é a Defesa Civil Municipal, subordinada à Secretaria Executiva de Proteção e Defesa Civil da Casa Militar pelo Decreto nº 1.525, de 13 de abril de 2012 e pela Lei Delegada nº 1, de 31 de julho de 2013. Sua responsabilidade é garantir a segurança da população e a primeira resposta em situações de emergência ou desastres na cidade. Sua estrutura é voltada para atender as necessidades específicas da capital amazonense e se dedica a atividades de prevenção, mitigação, resposta e recuperação de desastres que afetam a população e as infraestruturas locais.

- **Órgão regulador dos serviços de drenagem urbana**

Quanto à regulação dos serviços de drenagem urbana, não há um órgão ou entidade para a regulação e fiscalização dos serviços prestados pelo Poder Público Municipal de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas.

1.9 ESTUDO HIDROLÓGICO

O estudo hidrológico consiste numa das etapas mais importante para a elaboração do PDDU, na medida em que auxilia no processo de identificação de

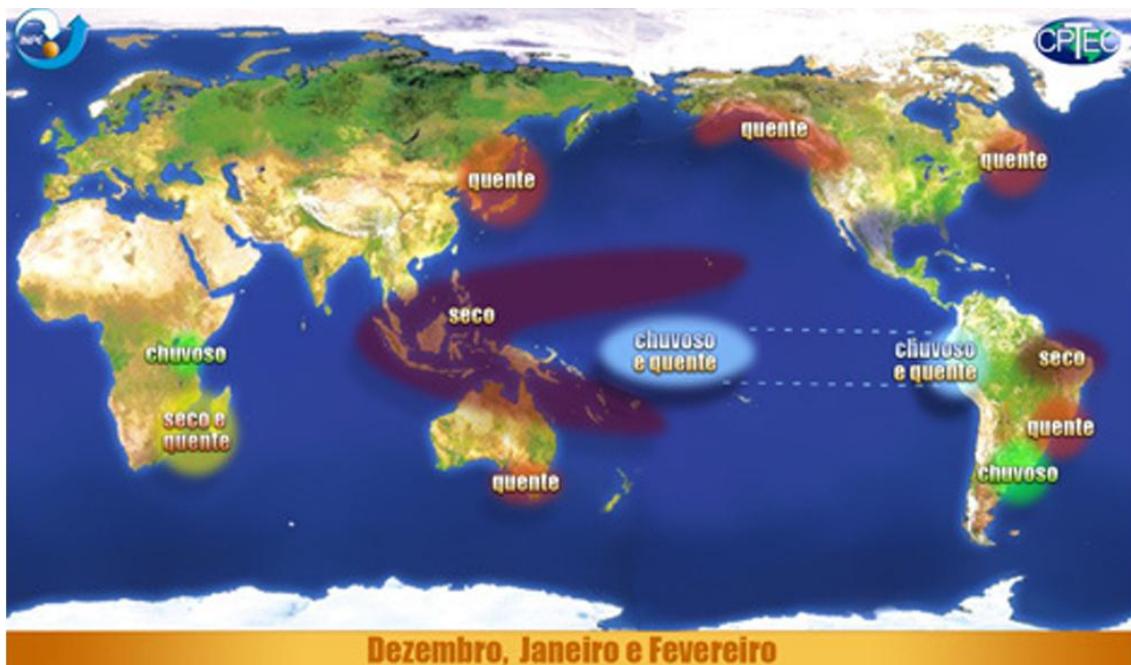
falhas ou de pontos problemáticos no sistema de drenagem urbana e análise do mesmo. Do mais o PDDU precisa considerar dados climáticos como a quantidade, intensidade e frequência das chuvas, bem como a sua distribuição ao longo do ano. No escopo do estudo hidrológico, tem-se:

Uma vez que a variabilidade climatológica na Amazônia pode ser influenciada simultaneamente ou não pela Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), Alta da Bolívia e Linhas de Instabilidades (Lis). A ZCIT e a ZCAS são sistemas de grande escala que influenciam a precipitação, enquanto a Alta da Bolívia e as Linhas de Instabilidade são sistemas de menor escala que podem intensificar ou alterar a distribuição da precipitação (BRAGA; AMBRIZZI, 2022).

As zonas ZCIT e ZCAS, a Alta da Bolívia,² e a Lis configuram os principais sistemas meteorológicos de produção de chuvas na Amazônia, durante a estação chuvosa, caracterizando o inverno amazônico, conforme observado por Molion (1987) ao analisar as configurações da circulação troposférica sobre a bacia amazônica e sua relação com a distribuição de precipitação.

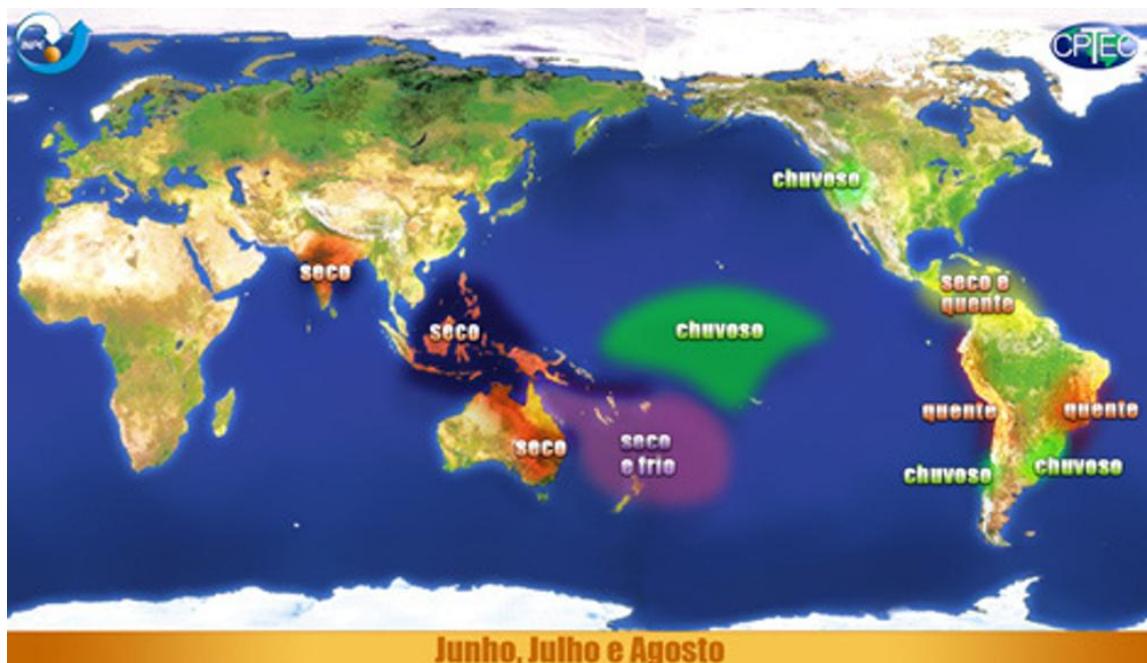
Dada a importância desses fenômenos climáticos, El Niño e La Niña por terem impactos globais significativos, em especial, na modulação do clima da Amazônia, pois durante o El Niño, a região sofre com condições mais secas devido à elevação das temperaturas no oceano Pacífico, resultando em menor disponibilidade de água, aumento de incêndios florestais e escassez de alimentos e água para as comunidades locais (Figura 7 e Figura 8), conforme apresentado pelo Observatório Regional Amazônico (ORA, 2023).

Figura 7 – Efeitos Globais do El Niño no trimestre dezembro a fevereiro



Fonte: ORA, 2023.

Figura 8 – Efeitos Globais do El Niño no trimestre junho a agosto

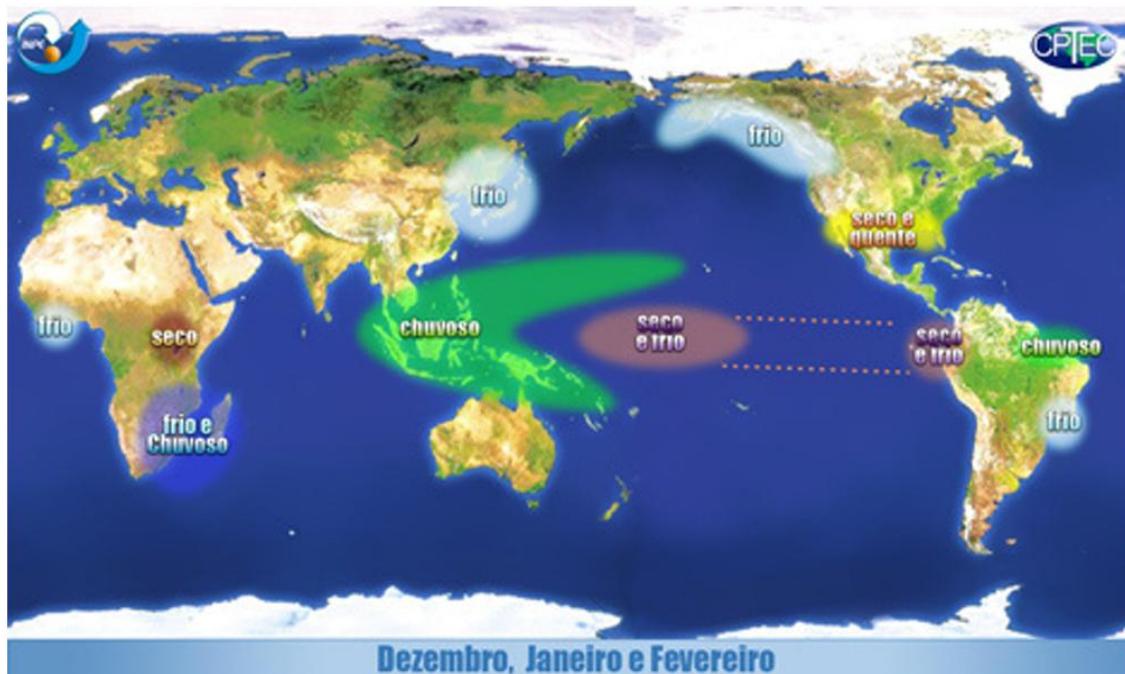


Fonte: ORA, 2023.

De modo inverso o La Niña provoca chuvas intensas, resultando em inundações e perturbando os ecossistemas e comunidades ribeirinhas. Essas flutuações climáticas também afetam a biodiversidade a longo prazo,

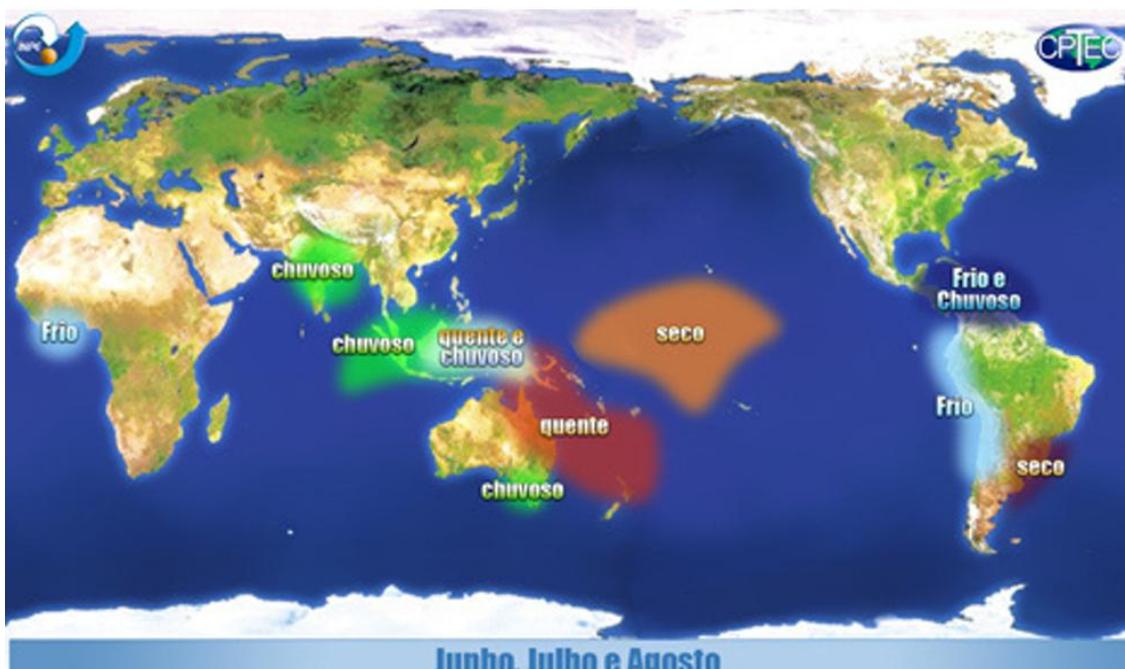
enfatizando a importância do monitoramento e preparação para os desafios climáticos na região amazônica (Figura 9 e Figura 10).

Figura 9 – Efeitos Globais da La Niña no trimestre dezembro a fevereiro



Fonte: ORA, 2023.

Figura 10 – Efeitos Globais do La Niña no trimestre junho a agosto



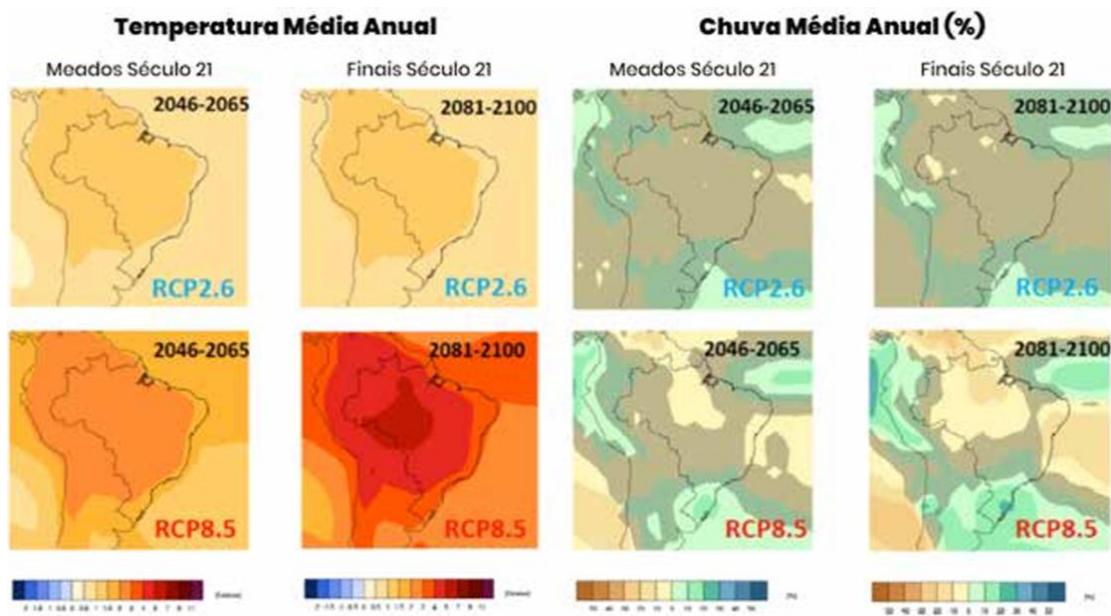
Fonte: ORA, 2023.

Quanto aos mecanismos físicos relacionados com a variabilidade interanual da precipitação na Amazônia podem ser classificados em cinco escalas espaciais: continental, sinótica, subsinótica, mesoescala e microescala (MOLION; DALLAROSA, 1990).

Os fatores geográficos que influenciam a precipitação na região amazônica estão associados à temperatura da superfície do mar, a posição da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e a umidade trazida pelo Oceano Atlântico (FU; POVEDA, 2009).

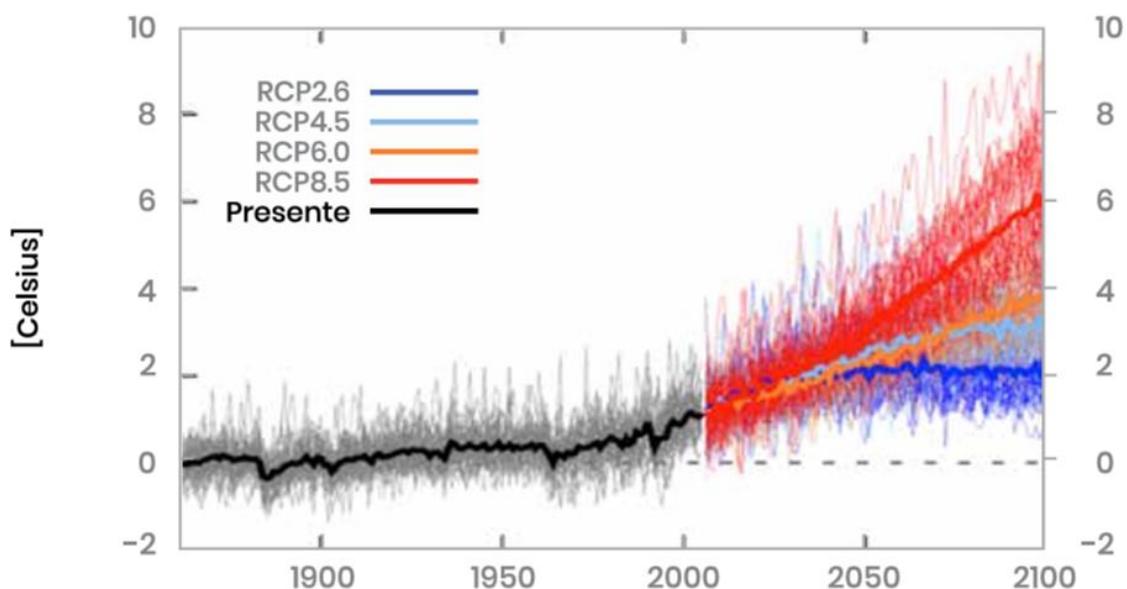
De acordo com Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCCO) os cenários de mudanças climáticas para a Amazônia, projetados por modelos climáticos complexos, apontam para um aumento na temperatura média do ar projetado até o final do século XXI bem acima de 4°C e redução nas chuvas de até 40% na Amazônia. A Figura 11 mostra as projeções de temperatura e chuvas na região tropical da América do Sul produzidas pelo conjunto de modelos do IPCC AR5 para 2046-2065 e 2081-2100 com cenários de baixas emissões (RCP2.6) e altas e emissões (RCP8.5), relativos ao período de 1981-20105. Enquanto a Figura 12 mostra as projeções de mudanças de temperatura até 2100 para os vários cenários de emissão do IPCC A5 para a Amazônia.

Figura 11 – Projeções de mudanças de temperatura e chuvas na região tropical da América do Sul



Fonte: MARENGO; SOUZA JÚNIOR, 2018.

Figura 12 – Projeções de mudanças de temperatura para a Amazônia



Fonte: MARENGO; SOUZA JÚNIOR, 2018.

1.9.1 RISCO E SEGURANÇA DAS OBRAS HIDRÁULICAS

A análise hidrológica voltada para projetos hidráulicos busca compreender o comportamento da água na região, avaliando a possibilidade de eventos extremos, como enchentes e períodos de seca, e seus impactos na segurança e eficiência das estruturas.

Para as obras de engenharia, a segurança e a durabilidade estão frequentemente relacionadas ao período de recorrência ou de retorno (TR), que representa o intervalo de tempo, em anos, no qual um fenômeno de grande magnitude tem alta probabilidade de ocorrer pelo menos uma vez (BRASIL, 2005). Considerando os dispositivos de drenagem, esse período refere-se às enchentes de projeto, fundamentais para o dimensionamento, garantindo que a estrutura projetada suporte tais eventos sem risco de ser ultrapassada (BRASIL, 2005).

Dessa forma, o TR recomendado para obras hidráulicas pode variar dependendo da importância da obra, da área de drenagem, do tipo de estrutura e das condições locais. Nas Tabela 2, Tabela 3 e Tabela 4 são apresentados tempos de retorno recomendados.

Tabela 2 – Tempos de recorrência recomendados pela Prefeitura do Rio de Janeiro

Tipo de Dispositivo de Drenagem	Tempo de Recorrência – TR (anos)
Microdrenagem – dispositivos de drenagem superficial, galerias de águas pluviais	10
Aproveitamento de rede existente – Microdrenagem	5
Canais de macrodrenagem não revestidos	10
Canais de macrodrenagem revestidos, com verificação para TR 50 anos, sem considerar borda livre	25

Fonte: Rio de Janeiro, 2019.

Tabela 3 – Tempos de recorrência recomendados por Tucci, Porto e Barros

Tipo de obras	Ocupação do solo	Tempo de Recorrência -TR (anos)
Microdrenagem	Residencial	2
	Comercial	5
	Edifícios públicos	5
	Aeroportos	2 a 5
Macrodrenagem	Comercial, artéria de tráfego	5 a 10
	Áreas comerciais e residenciais	50 a 100
	Área sem importância específica	500

Fonte: TUCCI; PORTO; BARROS, 2015.

Tabela 4 – Tempos de recorrência recomendados pelo DNIT

Tipos de obra	Tempo de recorrência TR (anos)
Obras de arte especiais (ponte)	100
Obras de arte corrente (bueiros – Escoamento livre)	25
Obras de arte corrente (bueiros – Considerando-se afogamento e sobre elevação de até um metro)	50
Obras de drenagem superficial	10

Fonte: DNIT, 2015.

Complementarmente, é importante analisar o risco, que pode ser entendido como o produto da probabilidade de ocorrência de um evento adverso por consequência desse evento (USBR, 2003), ou seja, o risco pode ser compreendido como a probabilidade de uma obra apresentar falhas ao menos uma vez durante sua vida útil. Esse conceito considera que uma obra, projetada para um determinado período de recorrência (TR), está sujeita a uma probabilidade anual de falha equivalente a 1/TR.

Enquanto o risco hidrológico consiste na probabilidade da ocorrência de pelo menos um evento de superação de um nível d'água extremo, da qual poderia resultar a falha de uma estrutura hidráulica, ao longo de sua vida útil (LIMA, 2014), de modo que ao longo de sua existência, a obra enfrenta um risco acumulado de falha superior à relação 1/TR, especialmente se tais falhas ocorrerem repetidamente. Vale ressaltar que essas falhas tendem a ser causadas por chuvas excedendo os parâmetros do projeto, resultando em possíveis inundações na área onde a obra foi implantada. A Tabela 5 mostra o risco em função do tempo de recorrência e vida útil da obra.

Tabela 5 – Risco (%), em função do tempo de recorrência / vida útil da obra

TR (anos)	Vida Útil da Obra (Anos)				
	2	5	25	50	100
2	74	97	99,9	99,9	99,9
5	36	67	99,9	99,9	99,9
10	19	41	93	99	99,9
25	25	18	64	87,8	98
50	40	10	40	64	87
100	2	5	22	39	63
500	0,4	1	5	9	18

Fonte: TUCCI; PORTO; BARROS, 2015.

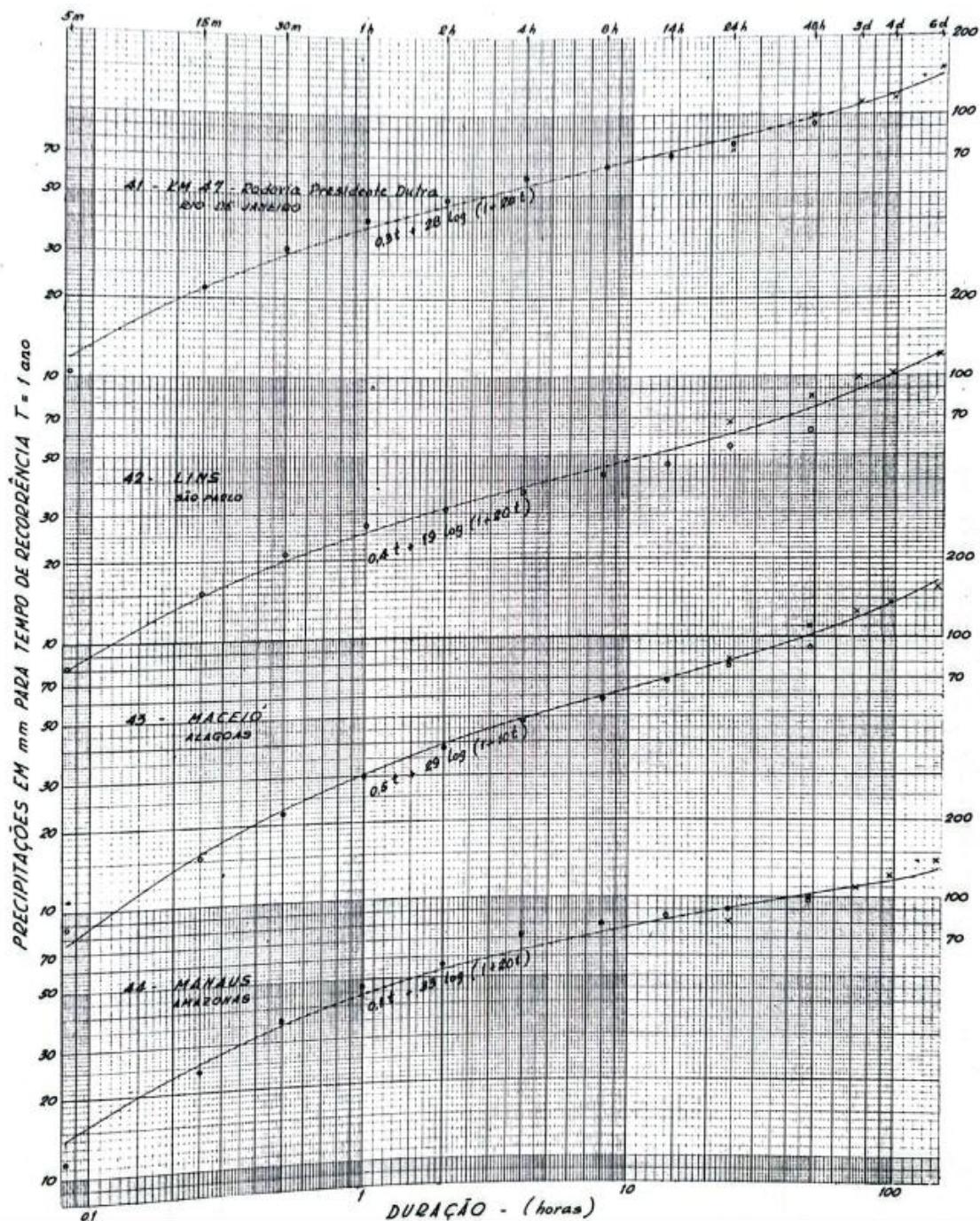
1.9.2 RELAÇÃO IDF EM MANAUS

A relação intensidade-duração-frequência (IDF) é um componente fundamental no PDDU. Essa relação é apresentada por curvas e equações que fornecem informações essenciais para o dimensionamento adequado das infraestruturas de drenagem e para a gestão dos riscos de inundações na área urbana devido a deficiência do sistema de drenagem. De modo que as curvas IDF, fornecem normalmente os elementos básicos para cálculo de chuvas de projeto da drenagem urbana. Conforme os levantamentos bibliográficos realizados foram identificados a Equação 1, Equação 2, Equação 3, Equação 4 e Equação 5 para Manaus.

- Denardin e Pfafstetter (1982): $i = \frac{(1387,98 * TR)^{0,1}}{(12+t)^{0,78}}$ Equação 1
i: mm/h
Tr: anos
t: min
- Pfafstetter (1982): $i = 0,1t + 33\log(1 + 20t)$ Equação 2
i: mm
Tr: ano
t: min

A Equação 1 foi desenvolvida com base na representação gráfica apresentada na Figura 13, correspondente ao posto situado nas coordenadas geográficas 3°08' de latitude sul e 60°01' de longitude oeste de Greenwich. Essa formulação considera séries históricas de dados com períodos de observação de 24,783 anos para o pluviógrafo e 7,000 anos para o pluviômetro.

Figura 13 – Representação gráfica da precipitação para Manaus-AM, com a numeração 44



Fonte: DENARDIN; PFAFSTETTER, 1982.

- Assayag (1998): $i = \frac{(19,4272547 * TR)^{0,1151}}{(10,643 + t)^{0,747593413}}$ Equação 3
 i: mm/min
 Tr: anos
 t: min
 Período: 1974 a 1977

Estação: INMET

- CONCREMAT (PDDU, 2015): $i = \frac{(1280,038*TR)^{0,18177}}{(t+11)^{0,7703}}$ Equação 4
 i: mm/h
 Tr: anos
 t: min
 Período: 1974 a 1977
 Estação: INMET
- Monteiro e Braga (2018): $i = \frac{(1102,276*TR)^{0,115066}}{(9,786324+t)^{0,724259}}$ Equação 5
 i: mm/h
 Tr: anos
 t: min

1.9.3 BANCO DE DADOS PLUVIOMÉTRICOS DE MANAUS

No estudo hidrológico, a composição do banco de dados pluviométricos consiste na principal ferramenta para a seleção das estações pluviométricas e construção das séries temporais. No relatório final do PDDU elaborado pela CONCREMAT em 2015, foram usadas as estações que constam no quadro 1. Enquanto neste diagnóstico, optou-se por utilizar apenas a estação 82331 convencional operada pelo INMET, porém o período considerado foi de 1970 a 2024, o que corresponde a 55 anos.

Quadro 1 – Dados empregados para análise da precipitação

Código – Estação	Nome da Estação	Coordenadas Geográficas.		Cota (m)	Parâmetro	Período
		Latitude	Longitude			
82331 (Convencional)	Manaus – INMET	3°07'45"	59°56'54"	70	Precipitação diária	2004 – 2011
82331(A101) (Automática)	Manaus – INMET	3°06'13"	60°00'59"	61,25	Precipitação horária	
00359006	ANA/ANEEL	-	-	70	Precipitação diária	1927 – 2011
00359006	INMET – Concremat	-	-	70	Precipitação (pluviógrafo)	1997- 2003
(?)	Pfafstetter (?)	-	-	70	Precipitação	Até 1956

Fonte: CONCREMAT, 2015. Relatório final do PDDU.

1.9.3.1 Construção da série histórica de Manaus

A construção da série histórica de chuvas para Manaus é uma etapa importante do estudo hidrológico para o PDDU, por permitir a determinação da relação IDF das chuvas, que são essenciais para o dimensionamento das obras de drenagem e a avaliação dos riscos de inundação. De modo que, para obter dados das máximas anuais (total diário) da precipitação pluviométrica (mm) da cidade de Manaus, foram analisados dados das alturas máximas anuais da série histórica da estação Código 82331 – INMET, no período de janeiro de 1970 a dezembro de 2024, totalizando uma série com 54 anos de registros diários de chuva, atendendo o que é definido pela Organização Meteorológica Mundial (OMM), períodos de no mínimo 30 anos, como apresentado na Tabela 6.

Tabela 6 – Série histórica de máxima anual para a cidade de Manaus – 1970 a 2024

Máxima Anual (Total Diário)			
ANO	h (mm)	ANO	h (mm)
1970	110,3	1998	69,2
1971	112,6	1999	133,2
1972	75,0	2000	154,4
1973	103,0	2001	96,9
1974	105,0	2002	90,8
1975	64,2	2003	138,8
1976	114,0	2004	116,5
1977	66,8	2005	71,2
1978	150,8	2006	97,4
1979	135,2	2007	76,1
1980	82,7	2008	84,2
1981	90,4	2009	72,0
1982	93,0	2010	132,5
1983	151,0	2011	116,2
1984	87,4	2012	85,2
1985	87,2	2013	140,0
1986	131,8	2014	137,0
1987	80,6	2015	110,4
1988	145,6	2016	117,8
1989	107,2	2017	142,0
1990	71,0	2018	83,7
1991	104,5	2019	143,2
1992	106,5	2020	160,8
1993	105,2	2021	82,0

Máxima Anual (Total Diário)			
ANO	h (mm)	ANO	h (mm)
1994	106,7	2022	120,8
1995	96,2	2023	91,2
1996	155,0	2024	104,0

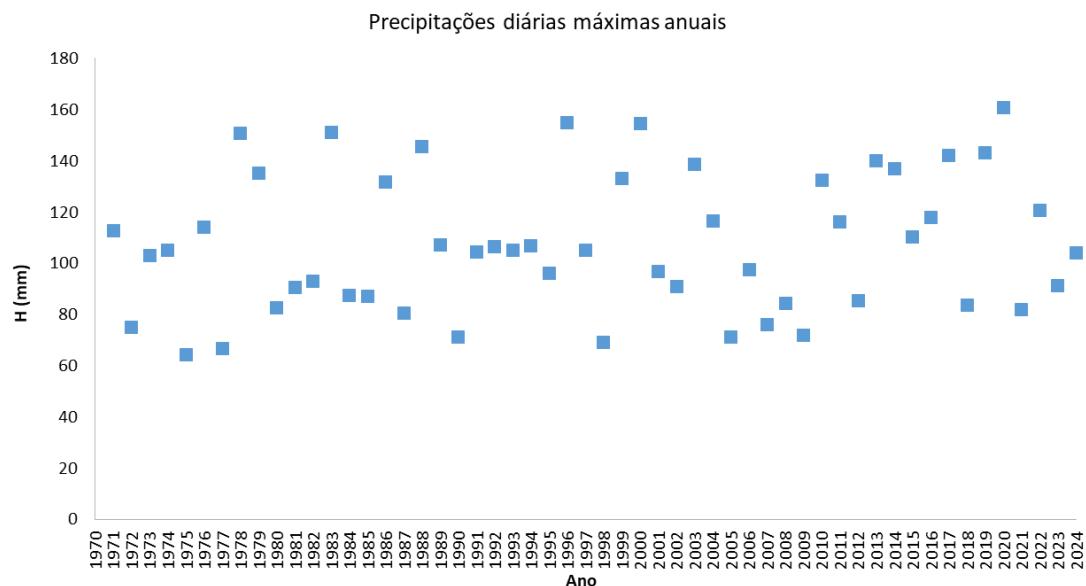
Fonte: Autores, 2025.

A precipitação é uma das principais variáveis climáticas na região tropical, não só por influenciar no comportamento de outras variáveis atmosféricas, como, umidade relativa do ar, temperatura do ar, mas é a que melhor caracteriza as variabilidades climáticas da região (DE SOUSA, *et al.*, 2015).

Desse modo, a variabilidade sazonal e interanual da precipitação na Amazônia tem sido objeto de estudo por vários autores, como Obregon e Nobre (1990), Marengo (1992), Souza *et al.* (2000), Rocha (2001), Reboita *et al.* (2010) e Amanajás e Braga (2012). Assim, diversos fatores podem interferir nos máximos anuais diários de chuva, que podem ser atribuídos a fatores climáticos e geográficos.

A Figura 14 mostra a variação desses totais para a cidade de Manaus, nela observa-se que os valores de precipitação pluviométrica variaram entre 64,2 mm em 1975 a 160,8 mm em 2004.

Figura 14 – Altura máximas anuais. Séries máximas anuais



Fonte: Autores, 2025.

5.4 TESTE DE ADERÊNCIA AS FUNÇÕES DE PROBABILIDADE (NORMAL, LOG-NORMAL E GUMBEL)

Diante do crescimento urbano das cidades, as chuvas intensas são responsáveis por problemas de alagamentos, inundações e podem causar deslizamento de terra, logo conhecer e avaliar o risco de ocorrência desses eventos é fundamental para o estabelecimento de políticas públicas e de medidas mitigadoras, principalmente para o dimensionamento de medidas estruturais como canais de drenagem, bueiros, reservatórios, dado que o dimensionamento dessas obras requer dados de chuvas máximas associadas à níveis de probabilidade, ou como normalmente usados, chuvas com um período de retorno definido para cada tipo de projeto (SEIDEL *et al.*, 2023).

Segundo Zeng *et al.* (2015) a análise de frequência de eventos hidrológicos envolve basicamente a determinação de funções densidade de probabilidade (FDP) a serem testadas; a estimativa dos parâmetros dessas distribuições; a escolha da FDP mais adequada através de testes de aderência; e a verificação das incertezas que o modelo proporciona.

Assim inúmeros são os modelos de distribuição de probabilidades aplicados a variáveis aleatórias contínuas, como é o caso de chuvas máximas diárias anuais, dentre os diversos modelos, os mais recomendados para o ajuste de valores extremos máximos, são: as distribuições Generalizada de Eventos Extremos (GEV), Gumbel (GUM), Log-normal a 2 parâmetros (LN2), Log-normal a 3 parâmetros, Pearson a 3 parâmetros, Exponencial, Normal, Generalizada Logística, Gamma, Weibull e Log-Pearson a 3 parâmetros (VALVERDE *et al.*, 2004). Seguindo essas recomendações, as séries de dados de precipitação máxima anual diária foram ajustadas com as distribuições de probabilidade: Normal (Equação 6), Log-normal (Equação 7) e Gumbel (Equação 8), apresentadas no Quadro 2, enquanto no Relatório Final do PDDU (2015) foi usada somente a distribuição de probabilidade normal.

Quadro 2 – Distribuições de probabilidades e suas respectivas funções densidade de probabilidade

Distribuição de Probabilidade	Função Densidade de Probabilidade	Equação
Normal (μ, σ^2)	$\frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2}, -\infty < x < \infty; -\infty < \mu < \infty; \sigma^2 > 0$	Equação 6
Log-Normal (μ, σ)	$\frac{1}{x\sigma\sqrt{2\pi}} e^{\frac{(ln(x)-\mu)^2}{2\sigma^2}}, x > 0; -\infty < \mu < \infty, \sigma > 0$	Equação 7
Gumbel (α, β)	$\frac{1}{\alpha} e^{-\left(\frac{x-\alpha}{\beta}\right)} - e^{\left(\frac{x-\alpha}{\beta}\right)}, -\infty < x < \infty; \alpha \in R, \beta > 0$	Equação 8

Fonte: Autores, 2025.

Em seguida foi realizada a análise descritiva com o emprego do teste estatístico para indicar se os dados provêm ou não da distribuição em análise. Assim os dados de precipitação foram submetidos a análise descritiva, sendo determinadas as medidas estatísticas, tais como: maior e menor valor, média, desvio padrão, mediana, variância, coeficientes de variação e de assimetria. Os resultados da análise descritiva são apresentados na Tabela 7, sendo que nessa análise foram processados os 50 anos mais recentes, em que se observa os valores dos coeficientes de variação e assimetria próximos a zero indicando que

a distribuição tem uma leve assimetria positiva (a média é ligeiramente maior que a mediana) e uma variabilidade moderada. A assimetria positiva sugere que a cauda da distribuição é maior para valores mais altos, enquanto a variabilidade moderada indica que os dados não estão muito dispersos em relação à média.

Tabela 7 – Análise descritiva para precipitações máximas anuais diárias (1970 a 2024)

Variáveis	Valores	Unidade
Tamanho da amostra	50	dados
Maior valor	160,8	mm
Menor valor	64,2	mm
Intervalo (Maior-Menor)	96,6	mm
Média	108,11	mm
Desvio Padrão	27,38	mm
Mediana	105,1	mm
Variância	749,62	mm
Coef. De Variação	0,2533	-
Coef. De Assimetria	0,2705	-

Fonte: Autores, 2025.

Para verificar o ajuste por meio da comparação da amostra com a distribuição de referência foi utilizado o teste de aderência de Kolmogorov-Smirnov (KS), que consiste num teste não paramétrico, cuja estatística de teste tem como base a diferença máxima entre as funções de probabilidades acumuladas – empírica e teórica – de variáveis aleatórias contínuas (FINKLER *et al.*, 2015) e corresponde, portanto, a maior diferença entre as funções teórica (ou de referência) e observada, ao nível de significância de 5%. A estatística do teste KS é dada pela Equação 9.

$$D_{abs} = \text{Max}|F(x) - S(x)| \quad \text{Equação 9}$$

onde: F(x) e S(x) são as funções teórica (ou de referência) e observada, respectivamente.

Na Tabela 8 são mostrados os resultados do teste KS para as três distribuições, em que se observa os valores de Maior D observado que Máximo D aceitável que foi de 0,192333 para as três distribuições, indicando ser pequena a magnitude da diferença entre a amostra e a distribuição, ou seja, deve-se aceitar a hipótese nula, pois a distribuição ajusta-se bem aos seus valores.

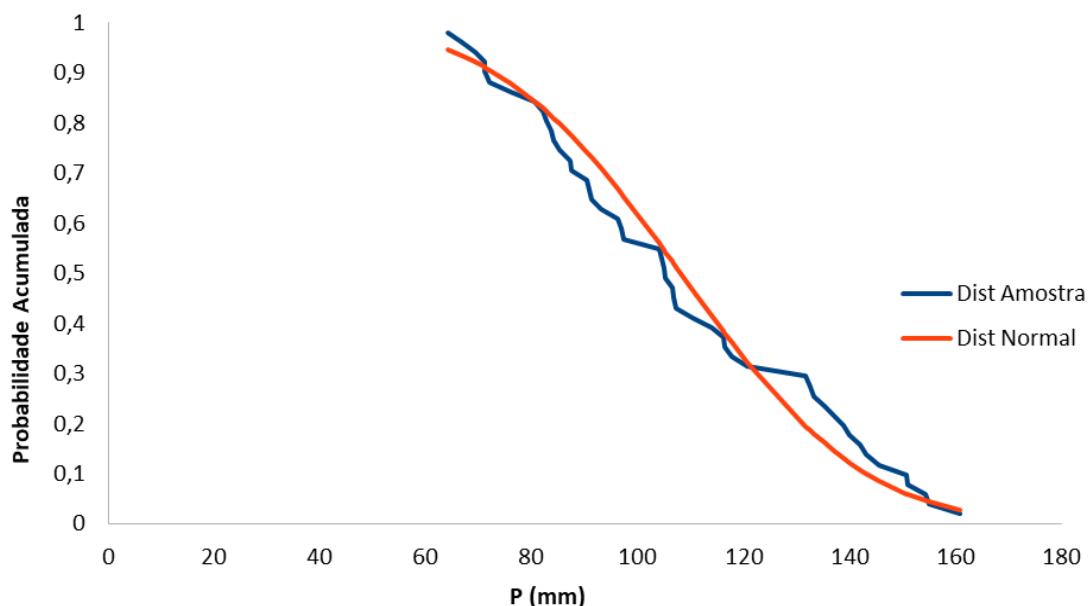
Tabela 8 – Teste Kolmogorov Smirnov para a precipitação máxima anual diária da série de 50 anos com $\alpha = 5\%$

Distribuição de Probabilidade	Maior D observado	Máximo D aceitável
Normal	0,100669	0,192333
Log normal	0,109024	0,192333
Gumbel	0,125141	0,192333

Fonte: Autores, 2025.

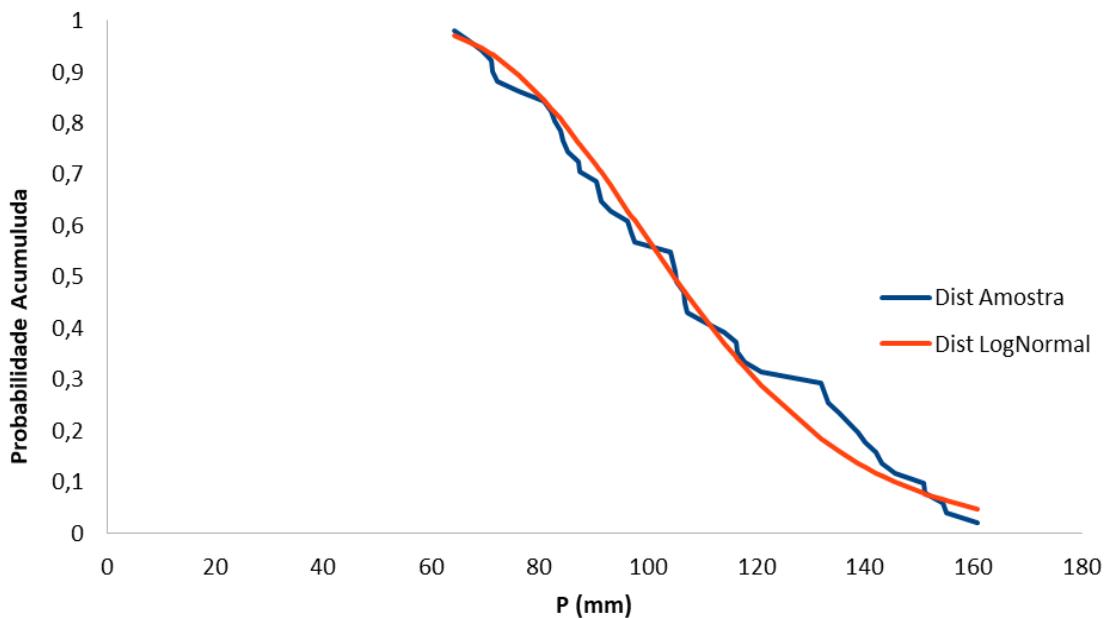
As três distribuições de probabilidade analisadas apresentaram desempenho satisfatório, optou-se, portanto, por manter as três distribuições como referência, com o intuito de subsidiar pesquisas e aplicações futuras. A Figura 15, Figura 16 e Figura 17 ilustram os ajustes dos modelos probabilísticos à série de precipitação máxima diária anual para a cidade de Manaus.

Figura 15 – Ajuste na Distribuição Normal



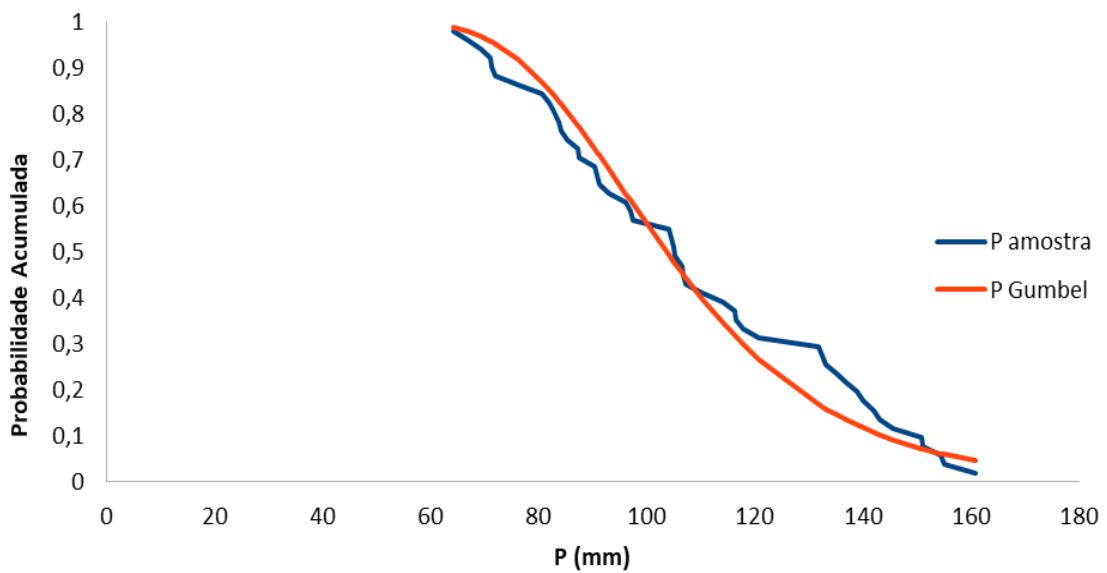
Fonte: Autores, 2025.

Figura 16 – Ajuste na Distribuição Log Normal



Fonte: Autores, 2025.

Figura 17 – Ajuste na Distribuição Gumbel



Fonte: Autores, 2025.

Os testes foram realizados utilizando o algoritmo DEPS Evolutionary Algorithm para resolver a regressão via método dos mínimos quadrados. Esse método tem como objetivo encontrar a curva que melhor se ajusta aos dados observados, minimizando a soma dos quadrados das diferenças entre os valores observados e os valores estimados pela curva ajustada.

1.9.4 RELAÇÃO INTENSIDADE, DURAÇÃO E FREQUÊNCIA (IDF)

1.9.4.1 Altura máxima provável de um dia

A Organização Meteorológica Mundial (OMM) caracteriza a Precipitação Máxima Provável (PMP) como a maior quantidade de chuva, em termos teóricos, que pode ocorrer sobre uma área de drenagem em um determinado período. Essa precipitação, correspondente a uma duração específica, representa o limite físico máximo da chuva possível para uma bacia hidrográfica em uma certa época do ano (PINTO, 1996; WMO, 2009).

Logo, a precipitação máxima provável (PMP) para um dia, ou seja, a maior quantidade de chuva que pode cair em um local em um período de 24 horas, pode variar bastante dependendo da região e das condições meteorológicas. Dados pluviométricos e meteorológicos são utilizados para definir a chuva de projeto, e as peculiaridades da bacia hidrográfica são interpretadas na forma de um modelo de transformação de precipitação em escoamento (SILVA NETO et al., 2018).

Considerando-se a relação entre a PMP e o Período de Retorno, em que PMP é um valor absoluto, enquanto o período de retorno é uma medida de probabilidade, tem-se que a PMP não está diretamente relacionada a um período de retorno específico, mas sim representa o limite máximo de chuva para uma determinada duração, e para projetos de engenharia e planejamento, é comum utilizar a PMP associada a um período de retorno adequado, dependendo da importância da obra e do risco aceitável. Dessa forma, tem-se na Tabela 9, a

precipitação para diferentes tempos de retorno para a cidade de Manaus, considerando a série histórica já apresentada anteriormente.

Tabela 9 – Precipitação de 1 dia para diferentes tempos de retorno, conforme a distribuição de probabilidade

Distribuição de Probabilidade					
Normal		Log-Normal		Gumbel	
Tr (anos)	P (mm)	Tr (anos)	P (mm)	Tr (anos)	P (mm)
2	108,11	2	104,71	2	128,25
5	131,15	5	129,97	5	152,45
10	143,20	10	145,51	10	168,47
20	153,14	20	159,73	20	183,84
50	164,34	50	177,41	50	203,73
100	171,80	100	190,27	100	218,63

Fonte: Autores (2025).

Dessa análise, tem-se dois importantes parâmetros, intensidade e duração de uma chuva, que podem estar estatisticamente relacionados com a sua frequência de ocorrência, sendo a sua representação gráfica resultante denominada curva ou equação Intensidade – Duração – Frequência (IDF), pois sua formulação é comumente necessária para o planejamento e projeto de recursos hídricos (BATISTA, 2018).

Neste estudo foram usados três modelos probabilísticos Normal, Log Normal e Gumbel para determinar as magnitudes dos tempos de retorno (TR) – 2, 5, 10, 20, 50 e 100 anos dos eventos de precipitações máximas anuais diárias, apesar da indicação do modelo de distribuição de probabilidade ter sido Log normal, para o estudo das curvas IDF.

A curva IDF de uma dada localidade pode determinar a caracterização de eventos extremos de chuva, possibilitando previsão a longo prazo e auxiliando nas escolhas por melhores alternativas na construção de obras de engenharia (DAMÉ *et al.*, 2006). Enquanto a duração, é mais complexa de estimação, pois como a maioria dos dados de precipitação obtidos em estações de monitoramento ou dados satélites estão acumulados em duração de 24 horas, é necessário o uso de técnicas de disagregação, sendo está feita usando os

coeficientes constantes no Relatório Final do PDDU 2015 pela CONCREMAT e apresentados na Tabela 10.

Tabela 10 – Coeficientes de desagregação da chuva de 24h de duração

De	Para	Multiplicar por
1 dia	24 h	1,03
24 h	12 h	0,95
24 h	6 h	0,9
24 h	5 h	0,87
24h	4 h	0,84
24 h	3 h	0,78
24 h	2 h	0,69
24 h	1 h	0,52
24 h	50 min	0,442
24 h	40 min	0,407
24 h	30 min	0,364
24 h	20 min	0,304
24 h	10 min	0,21

Fonte: CONCREMAT, 2025; Relatório Final PDDU 2015.

De posse dos valores dos coeficientes de desagregação foram obtidas as precipitações máximas prováveis e as intensidades máximas prováveis para cada modelo probabilístico, conforme apresentadas nas Tabela 11 e Tabela 12 – Normal, Tabela 13 e Tabela 14 – Log normal e Tabela 15 e Tabela 16 – Gumbel.

Tabela 11 – Precipitação máxima provável (mm)

Duração (min)	Período de Retorno					
	2 anos	5 anos	10 anos	20 anos	50 anos	100 anos
10 min	23,3842	28,3684	30,9737	33,1252	35,5467	37,1611
20 min	33,8514	41,0666	44,8381	47,9527	51,4581	53,7951
30 min	40,5326	49,1718	53,6877	57,4170	61,6143	64,4125
40 min	45,3208	54,9806	60,0299	64,1998	68,8929	72,0217
50 min	49,2182	59,7087	65,1922	69,7207	74,8174	78,2152
1 h	57,9037	70,2455	76,6967	82,0243	88,0205	92,0179
2 h	76,8338	93,2103	101,7707	108,8399	116,7964	122,1007
3h	86,8556	105,3682	115,0451	123,0365	132,0307	138,0269
4 h	93,5368	113,4735	123,8947	132,5008	142,1869	148,6443
5 h	96,8774	117,5261	128,3195	137,2330	147,2650	153,9531
6 h	100,2180	121,5787	132,7444	141,9651	152,3431	159,2618
12 h	105,7856	128,3331	140,1190	149,8521	160,8066	168,1097
24 h	111,3533	135,0875	147,4937	157,7390	169,2701	176,9575

Fonte: Autores, 2025.

Tabela 12 – Intensidade máxima provável (mm/min)

Duração (min)	Período de Retorno (anos)					
	2	5	10	20	50	100
10	2,3384	2,8368	3,0974	3,3125	3,5547	3,7161
20	1,6926	2,0533	2,2419	2,3976	2,5729	2,6898
30	1,3511	1,6391	1,7896	1,9139	2,0538	2,1471
40	1,1330	1,3745	1,5007	1,6050	1,7223	1,8005
50	0,9844	1,1942	1,3038	1,3944	1,4963	1,5643
60	0,9651	1,1708	1,2783	1,3671	1,4670	1,5336
120	0,6403	0,7768	0,8481	0,9070	0,9733	1,0175
180	0,4825	0,5854	0,6391	0,6835	0,7335	0,7668
240	0,3897	0,4728	0,5162	0,5521	0,5924	0,6194
300	0,3229	0,3918	0,4277	0,4574	0,4909	0,5132
360	0,2784	0,3377	0,3687	0,3943	0,4232	0,4424
720	0,1469	0,1782	0,1946	0,2081	0,2233	0,2335
1440	0,0773	0,0938	0,1024	0,1095	0,1175	0,1229

Fonte: Autores, 2025.

Tabela 13 – Precipitação máxima provável (mm)

Duração (min)	Período de Retorno					
	2 anos	5 anos	10 anos	20 anos	50 anos	100 anos
10 min	22,6498	28,1123	31,4734	34,5499	38,3738	41,1554
20 min	32,7883	40,6958	45,5614	50,0152	55,5506	59,5773
30 min	39,2596	48,7279	54,5538	59,8866	66,5146	71,3360
40 min	43,8975	54,4842	60,9984	66,9611	74,3721	79,7630
50 min	47,6724	59,1696	66,2439	72,7194	80,7677	86,6223
1 h	56,0852	69,6113	77,9341	85,5523	95,0208	101,9085
2 h	74,4208	92,3689	103,4125	113,5213	126,0853	135,2248
3h	84,1278	104,4170	116,9011	128,3284	142,5312	152,8628
4 h	90,5992	112,4491	125,8935	138,1998	153,4952	164,6215
5 h	93,8349	116,4651	130,3897	143,1355	158,9771	170,5008
6 h	97,0706	120,4811	134,8859	148,0712	164,4591	176,3802
12 h	102,4634	127,1745	142,3795	156,2974	173,5957	186,1791
24 h	107,8562	133,8679	149,8732	164,5236	182,7323	195,9780

Fonte: Autores, 2025.

Tabela 14 – Intensidade máxima provável (mm/min)

Duração (min)	Período de Retorno (anos)					
	2	5	10	20	50	100
10	2,2650	2,8112	3,1473	3,4550	3,8374	4,1155
20	1,6394	2,0348	2,2781	2,5008	2,7775	2,9789
30	1,3087	1,6243	1,8185	1,9962	2,2172	2,3779
40	1,0974	1,3621	1,5250	1,6740	1,8593	1,9941
50	0,9534	1,1834	1,3249	1,4544	1,6154	1,7324
60	0,9348	1,1602	1,2989	1,4259	1,5837	1,6985
120	0,6202	0,7697	0,8618	0,9460	1,0507	1,1269
180	0,4674	0,5801	0,6495	0,7129	0,7918	0,8492
240	0,3775	0,4685	0,5246	0,5758	0,6396	0,6859
300	0,3128	0,3882	0,4346	0,4771	0,5299	0,5683
360	0,2696	0,3347	0,3747	0,4113	0,4568	0,4899
720	0,1423	0,1766	0,1977	0,2171	0,2411	0,2586
1440	0,0749	0,0930	0,1041	0,1143	0,1269	0,1361

Fonte: Autores, 2025.

Tabela 15 – Precipitação máxima provável (mm)

Duração (min)	Período de Retorno					
	2 anos	5 anos	10 anos	20 anos	50 anos	100 anos
10 min	27,7415	32,9751	36,4401	39,7639	44,0662	47,2902
20 min	40,1591	47,7353	52,7514	57,5630	63,7911	68,4582
30 min	48,0853	57,1568	63,1629	68,9241	76,3815	81,9697
40 min	53,7657	63,9088	70,6245	77,0663	85,4045	91,6529
50 min	58,3893	69,4047	76,6978	83,6936	92,7489	99,5346
1 h	68,6933	81,6526	90,2327	98,4631	109,1164	117,0995
2 h	91,1507	108,3467	119,7319	130,6529	144,7890	155,3821
3 h	103,0399	122,4788	135,3491	147,6946	163,6746	175,6493
4 h	110,9660	131,9003	145,7606	159,0557	176,2649	189,1608
5 h	114,9291	136,6110	150,9663	164,7363	182,5601	195,9165
6 h	118,8922	141,3217	156,1721	170,4168	188,8553	202,6723
12 h	125,4973	149,1729	164,8483	179,8844	199,3472	213,9318
24 h	132,1024	157,0241	173,5245	189,3520	209,8392	225,1914

Fonte: Autores, 2025.

Tabela 16 – Intensidade máxima provável (mm/min)

Duração (min)	Período de Retorno (anos)					
	2	5	10	20	50	100
10	2,7742	3,2975	3,6440	3,9764	4,4066	4,7290
20	2,0080	2,3868	2,6376	2,8782	3,1896	3,4229
30	1,6028	1,9052	2,1054	2,2975	2,5460	2,7323
40	1,3441	1,5977	1,7656	1,9267	2,1351	2,2913
50	1,1678	1,3881	1,5340	1,6739	1,8550	1,9907
60	1,1449	1,3609	1,5039	1,6411	1,8186	1,9517
120	0,7596	0,9029	0,9978	1,0888	1,2066	1,2949
180	0,5724	0,6804	0,7519	0,8205	0,9093	0,9758
240	0,4624	0,5496	0,6073	0,6627	0,7344	0,7882
300	0,3831	0,4554	0,5032	0,5491	0,6085	0,6531
360	0,3303	0,3926	0,4338	0,4734	0,5246	0,5630
720	0,1743	0,2072	0,2290	0,2498	0,2769	0,2971
1440	0,0917	0,1090	0,1205	0,1315	0,1457	0,1564

Fonte: Autores, 2025.

Na etapa seguinte, foram estimados os valores de intensidade pluviométrica para diferentes tempos de duração (em minutos) e períodos de retorno (TR, em anos), conforme os resultados obtidos para cada modelo probabilístico, apresentados nas Tabela 17, Tabela 18 e Tabela 19.

Tabela 17 – Valores de intensidade de chuva (mm.h⁻¹) – Método Normal

Duração (min)	Tr = 2 anos	Tr=5 anos	Tr= 10 anos	Tr = 20 anos	Tr= 50 anos	Tr= 100 anos
10	2,51	2,77	2,98	3,21	3,54	3,81
20	1,82	2,01	2,16	2,33	2,57	2,76
30	1,47	1,62	1,74	1,88	2,07	2,23
40	1,25	1,38	1,48	1,60	1,76	1,89
50	1,10	1,21	1,30	1,40	1,54	1,66
60	0,98	1,08	1,17	1,26	1,38	1,49
120	0,64	0,71	0,76	0,82	0,90	0,97
180	0,49	0,54	0,59	0,63	0,70	0,75
240	0,41	0,45	0,49	0,52	0,58	0,62
300	0,36	0,39	0,42	0,45	0,50	0,54
360	0,32	0,35	0,37	0,40	0,44	0,48
720	0,20	0,22	0,24	0,26	0,28	0,30
1440	0,13	0,14	0,15	0,16	0,18	0,19

Fonte: Autores, 2025.

Tabela 18 – Valores de intensidade de chuva (mm.h⁻¹) – Método Log Normal

Duração (min)	Tr = 2 anos	Tr=5 anos	Tr= 10 anos	Tr = 20 anos	Tr= 50 anos	Tr= 100 anos
10	2,43	2,76	3,04	3,35	3,81	4,20
20	1,76	2,00	2,21	2,43	2,76	3,05
30	1,42	1,61	1,78	1,96	2,23	2,46
40	1,21	1,37	1,51	1,67	1,89	2,09
50	1,06	1,20	1,33	1,46	1,66	1,83
60	0,95	1,08	1,19	1,31	1,49	1,64
120	0,62	0,70	0,78	0,85	0,97	1,07
180	0,48	0,54	0,60	0,66	0,75	0,83
240	0,40	0,45	0,50	0,55	0,62	0,69
300	0,34	0,39	0,43	0,47	0,54	0,59
360	0,30	0,35	0,38	0,42	0,48	0,53
720	0,19	0,22	0,24	0,27	0,30	0,33
1440	0,12	0,14	0,15	0,17	0,19	0,21

Fonte: Autores, 2025.

Tabela 19 – Valores de intensidade de chuva (mm.h⁻¹) – Método Gumbel

Duração (min)	Tr = 2 anos	Tr=5 anos	Tr= 10 anos	Tr = 20 anos	Tr= 50 anos	Tr= 100 anos
10	2,89	3,26	3,56	3,89	4,38	4,79
20	2,10	2,36	2,58	2,83	3,18	3,48
30	1,69	1,90	2,08	2,28	2,56	2,80
40	1,44	1,62	1,77	1,94	2,18	2,38
50	1,26	1,42	1,55	1,70	1,91	2,09
60	1,13	1,27	1,39	1,52	1,71	1,88
120	0,74	0,83	0,91	0,99	1,12	1,22
180	0,57	0,64	0,70	0,77	0,86	0,94
240	0,47	0,53	0,58	0,64	0,72	0,78
300	0,41	0,46	0,50	0,55	0,62	0,68
360	0,36	0,41	0,45	0,49	0,55	0,60
720	0,23	0,26	0,28	0,31	0,35	0,38
1440	0,15	0,16	0,18	0,20	0,22	0,24

Fonte: Autores, 2025.

No contexto das curvas IDF, o método dos mínimos quadrados é empregado para estimar os parâmetros dos modelos matemáticos que descrevem a relação entre a intensidade da chuva, sua duração e a frequência de ocorrência. A soma dos quadrados dos objetivos refere-se ao total das diferenças elevadas ao quadrado entre os valores observados da intensidade pluviométrica (valores-alvo) e aqueles previstos pelo modelo, para distintas combinações de duração e período de retorno. As Tabela 20, Tabela 21 e Tabela 22 apresentam os valores objetivo utilizados nos testes de ajuste de distribuição.

Tabela 20 – Quadrados das diferenças entre os valores estimados pela Distribuição Normal e observados

0,0303	0,0046	0,0135	0,0108	0,0003	0,0083
0,0170	0,0019	0,0062	0,0048	0,0000	0,0053
0,0140	0,0004	0,0021	0,0014	0,0002	0,0064
0,0135	0,0000	0,0003	0,0001	0,0013	0,0086
0,0126	0,0002	0,0000	0,0000	0,0022	0,0095
0,0003	0,0076	0,0125	0,0124	0,0069	0,0019
0,0000	0,0051	0,0078	0,0080	0,0052	0,0023
0,0001	0,0016	0,0028	0,0027	0,0014	0,0003
0,0004	0,0004	0,0009	0,0008	0,0002	0,0000
0,0010	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0006
0,0014	0,0001	0,0000	0,0001	0,0004	0,0012
0,0028	0,0018	0,0018	0,0022	0,0034	0,0048
0,0024	0,0021	0,0023	0,0027	0,0037	0,0047

Fonte: Autores, 2025.

Tabela 21 – Quadrados das diferenças entre os valores estimados na Distribuição LogNormal e observados

0,0267	0,0026	0,0111	0,0106	0,0007	0,0070
0,0150	0,0010	0,0050	0,0047	0,0002	0,0046
0,0125	0,0001	0,0015	0,0013	0,0001	0,0061
0,0121	0,0001	0,0002	0,0001	0,0013	0,0088
0,0113	0,0005	0,0000	0,0001	0,0023	0,0100
0,0002	0,0064	0,0117	0,0130	0,0085	0,0030
0,0000	0,0044	0,0075	0,0084	0,0064	0,0032
0,0001	0,0014	0,0026	0,0029	0,0018	0,0005
0,0004	0,0003	0,0008	0,0008	0,0003	0,0000
0,0009	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0006
0,0012	0,0001	0,0000	0,0001	0,0005	0,0014
0,0026	0,0019	0,0020	0,0025	0,0039	0,0057
0,0022	0,0021	0,0024	0,0030	0,0042	0,0057

Fonte: Autores, 2025.

Tabela 22 – Quadrados das diferenças entre os valores estimados na Distribuição Gumbel e observados

0,0143	0,0017	0,0069	0,0069	0,0006	0,0039
0,0084	0,0006	0,0029	0,0028	0,0001	0,0028
0,0081	0,0000	0,0005	0,0004	0,0003	0,0049
0,0090	0,0005	0,0000	0,0001	0,0019	0,0083
0,0090	0,0011	0,0004	0,0006	0,0033	0,0101
0,0002	0,0075	0,0122	0,0137	0,0108	0,0059
0,0005	0,0053	0,0082	0,0093	0,0081	0,0055
0,0000	0,0016	0,0026	0,0030	0,0022	0,0011
0,0001	0,0003	0,0007	0,0007	0,0003	0,0000
0,0007	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0006
0,0011	0,0003	0,0002	0,0002	0,0006	0,0015
0,0031	0,0027	0,0030	0,0036	0,0052	0,0071
0,0029	0,0030	0,0035	0,0042	0,0056	0,0072

Fonte: Autores, 2025.

A Tabela 23 e Tabela 24 presentam os valores das matrizes objetivo correspondentes a cada modelo probabilístico aplicado à cidade de Manaus, as quais definem os parâmetros k , m , t e n utilizados na equação IDF (Equação). Por sua vez, as Tabela 25 e Tabela 26 trazem os valores desses parâmetros, obtidos por meio de calibração com o uso da ferramenta Solver da planilha Excel (referenciada na Tabela 18).

$$i = \frac{kTr^m}{(to+t)^n} \quad \text{Equação 10}$$

Tabela 23 – Soma da matriz objetivo para cada modelo probabilístico

Modelo Probabilístico	Valores
Normal	0,2973
Log Normal	0,2853
Gumbel	0,2666

Fonte: Autores, 2025.

Tabela 24 – Parâmetros da equação IDF, para I (mm/min), TR (anos) e T (min)

Modelo Probabilístico	k	m	t	n
Normal	14,80825	0,106252	6,117987	0,664615
Log Normal	14,80825	0,106252	6,117987	0,664615
Gumbel	16,78436	0,128896	6,114662	0,664542

Fonte: Autores, 2025.

Tabela 25 – Parâmetros da equação IDF, para I (mm/h), TR (anos) e T (min)

Modelo Probabilístico	K	m	n	to
Distribuição Normal	888,4951	0,1063	0,6646	6,1180
Distribuição LN Normal	838,6594	0,1400	0,6646	6,1159
Distribuição de Gumbel	1007,0617	0,1289	0,6645	6,1147

Fonte: Autores, 2025.

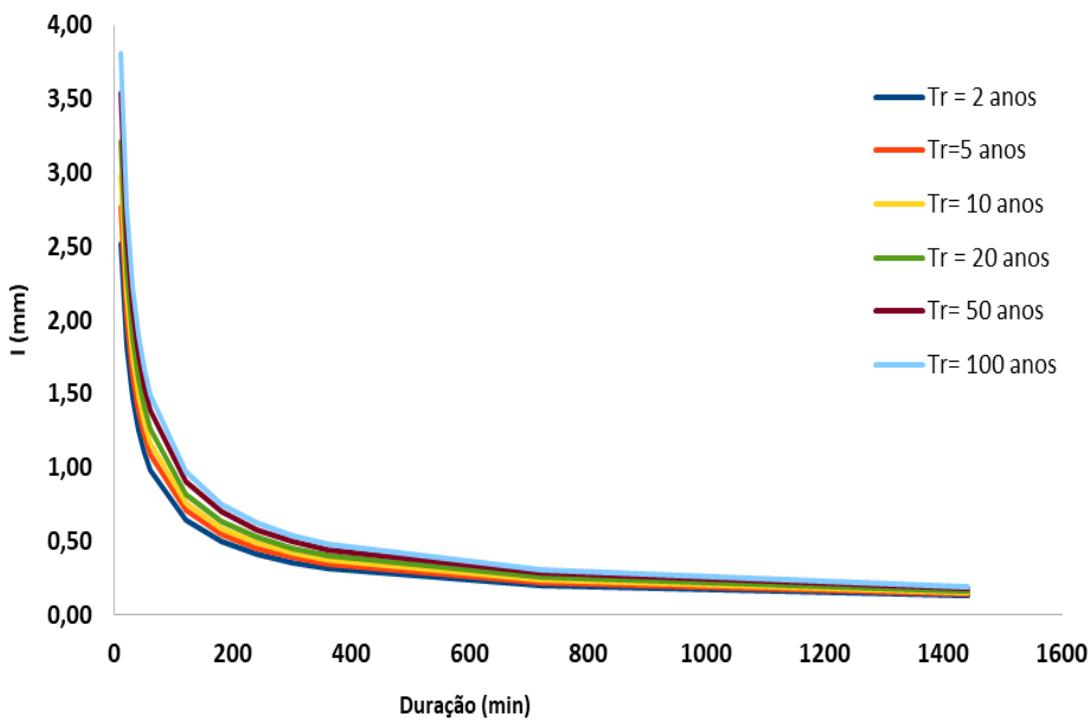
Tabela 26 – Parâmetros da equação IDF, para I (mm/h), TR (anos) e T (min)

Modelo Probabilístico	K	m	n	to
Gumbel	1280,038	0,18177	0,7703	11

Fonte: PDDU, 2015.

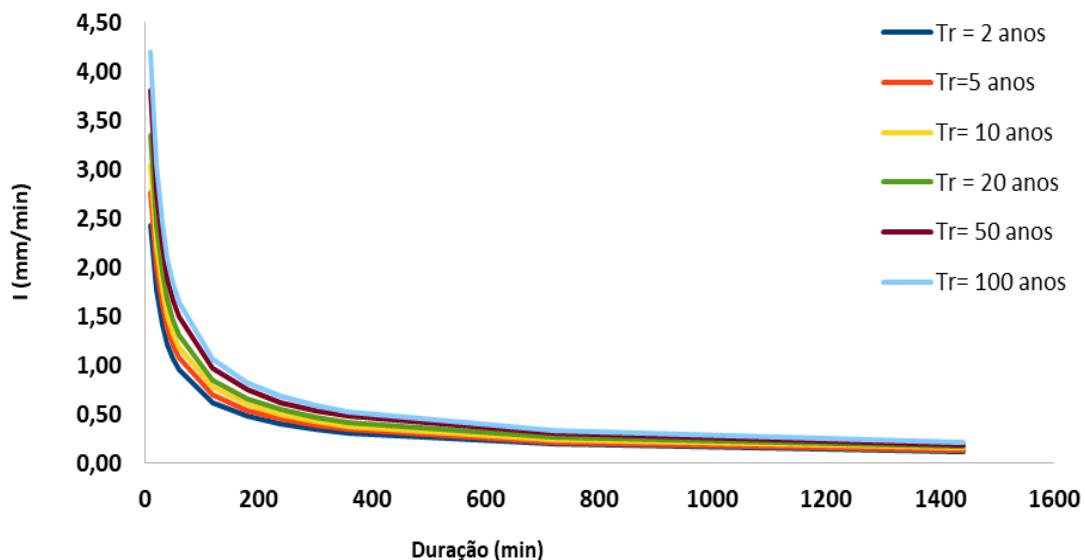
A partir dos resultados obtidos, foram construídas as curvas IDF para a cidade de Manaus. A Figura 18, Figura 19 e Figura 20 representam as curvas IDF geradas com base nos diferentes modelos probabilísticos considerados. Essas figuras permitem visualizar a relação de proporcionalidade inversa entre a intensidade da chuva e sua duração, esta relação exprime que quanto menor a duração da chuva maior será sua intensidade. Por sua vez, a Figura 21 exibe as curvas IDF formuladas de acordo com os parâmetros definidos no PDDU 2015.

Figura 18 – Curvas IDF para Manaus – Distribuição Normal



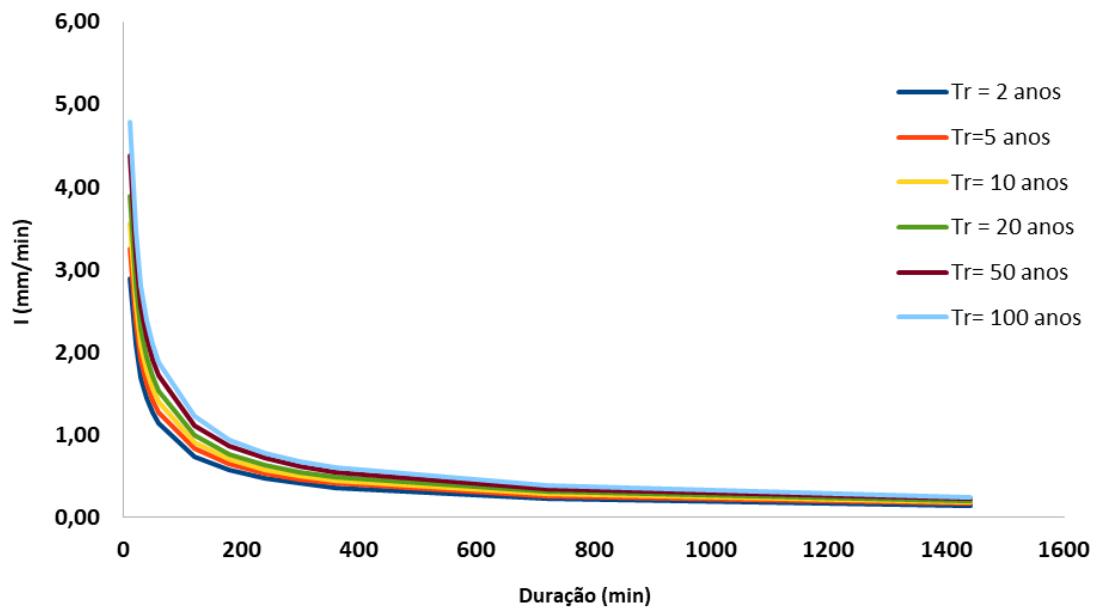
Fonte: Autores, 2025.

Figura 19 – Curvas IDF para Manaus – Distribuição LogNormal



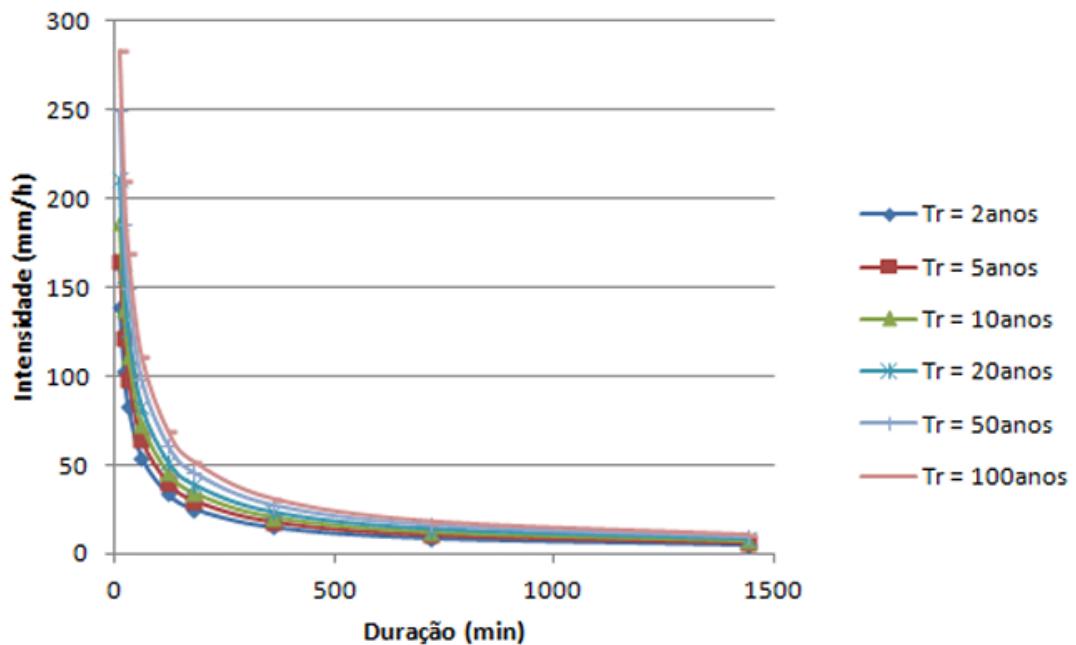
Fonte: Autores, 2025.

Figura 20 – Curvas IDF para Manaus – Distribuição Gumbel



Fonte: Autores, 2025.

Figura 21 – Curvas IDF para Manaus – Distribuição Gumbel – PDDU 2015



Fonte: Autores, 2015.

1.9.5 EVENTOS DE INUNDAÇÃO

1.9.5.1 Inundações causadas pelo Rio Negro

O regime fluvial é determinado pela disponibilidade de água superficial e subsuperficial ao longo das diferentes estações do ano. Durante períodos de maior volume hídrico, é comum que o rio, ao receber vazões elevadas de seus afluentes, ultrapasse os limites do leito principal e ocupe a planície de inundação (GROTZINGER; JORDAN, 2013). Esse comportamento, natural e sazonal, está diretamente relacionado às características fisiográficas e hidrológicas da bacia hidrográfica correspondente (SCOTTI, 2024).

As cheias sazonais do rio Negro, assim como os alagamentos e inundações dos igarapés em Manaus, provocados por chuvas intensas e pelo assoreamento dos vales, configuram fenômenos hidrológicos de natureza tanto natural quanto antrópica. Esses eventos impactam de forma significativa as populações em situação de vulnerabilidade social que habitam as margens dos cursos d'água (CPRM, 2021).

Como efeito direto dos eventos de cheia, diversos bairros da cidade de Manaus encontram-se expostos a riscos geológicos associados a processos hidrológicos recorrentes. A capital amazonense apresenta uma longa trajetória de registros de cheias, com medições sistematizadas no Porto de Manaus desde 1902. Dentre os eventos de maior relevância, destaca-se a cheia de 2021, considerada a mais severa já registrada, alcançando o nível de 30,02 metros superando o recorde anterior de 29,97 metros, ocorrido em 2012 (CPRM, 2021).

A Tabela 27 apresenta o histórico dos principais eventos extremos (máximas e mínimas) do rio Negro ocorridas em Manaus, com base nos dados da estação fluviométrica Roadway (Porto de Manaus), conforme compilado pelo CPRM (2021) e SGB (2024).

Tabela 27 – Maiores cotas do Rio Negro no Porto Manaus

Ordem	Ano	Máximas (m)
1	2021	30,02
2	2012	29,97
3	2009	29,77
4	1953	29,69
5	2015	29,66
6	1976	29,61
7	2014	29,50
8	1989	29,42
9	2019	29,42
10	1922	29,35
11	1999	29,30
12	1909	29,17
13	1971	29,12
14	1975	29,11

Fonte: Adaptado de CPRM, 2021.

A ocorrência de cheias excepcionais tem se tornado cada vez mais frequente, e, a depender de sua intensidade e duração, pode acarretar prejuízos significativos em diversas áreas. Os impactos abrangem desde a mobilidade de pessoas e mercadorias, até prejuízos nos setores da educação, comércio, prestação de serviços, habitação e, de forma particularmente crítica, na saúde pública.

A Figura 22 apresenta uma imagem do centro de Manaus durante o período de inundação do rio Negro em 2021, enquanto a Figura 23 retrata áreas próximas a igarapés que foram igualmente afetadas por esse evento extremo.

Figura 22 – Centro de Manaus durante a cheia nos meses de maio e junho de 2021



Fonte: G1-AM, 2021.

Figura 23 – Áreas próximas a igarapés em Manaus durante a cheia no mês de junho de 2021



Fonte: O GLOBO, 2021.

Diante da recorrência dos eventos de cheia, torna-se imprescindível a determinação dos períodos de retorno e dos riscos associados a esses fenômenos. Nesse contexto, Souza (2021) realizou a estimativa dos períodos de retorno e dos respectivos riscos, com base nas cotas máximas prováveis. Consideraram-se, ainda, os períodos de retorno comumente utilizados em

projetos de engenharia hidráulica (5, 10, 20, 50 e 100 anos), obtendo-se assim as cotas associadas a esses intervalos, conhecidas como cotas de projeto.

A Tabela 28 apresenta a série histórica das cotas máximas registradas pela estação fluviométrica convencional 1499000, mantida pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), abrangendo o período de 1990 a 2014. Para os anos de 2015 a 2024, incluem-se os dados das cotas máximas observadas, bem como os níveis de referência para situações de inundação e inundação severa da estação localizada no Porto de Manaus. As cotas mencionadas estão ilustradas na Figura 24, enquanto a Figura 25 relaciona as cotas máximas anuais aos limiares de inundação estabelecidos para o Porto de Manaus-AM.

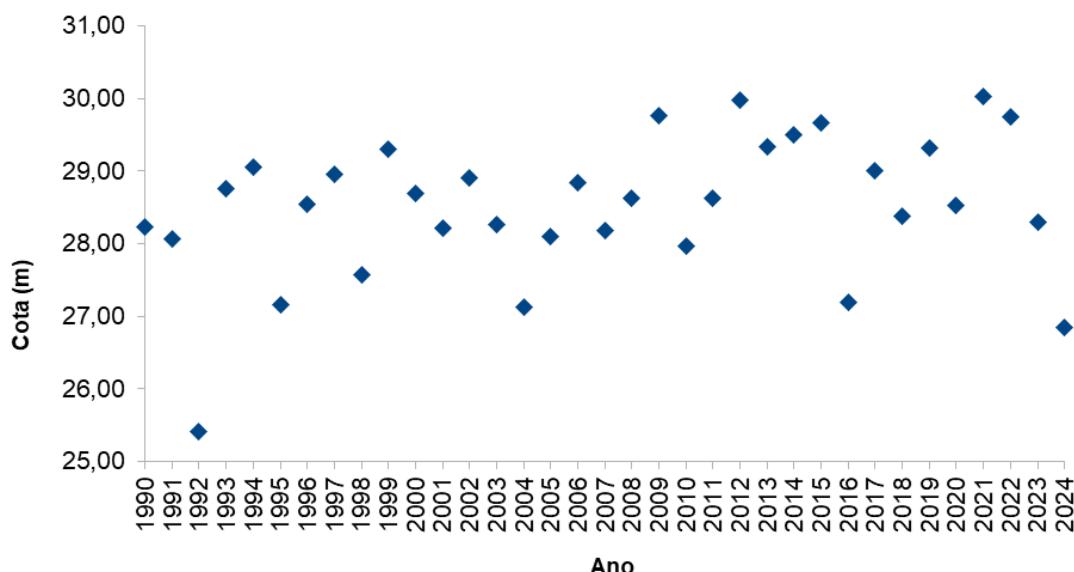
Tabela 28 – Cotas Máximas do Rio Negro

Ano	Cota (m)	Inundação (27,50 m)	Inundação Severa (29,00 m)
2024	26,85	não	não
2023	28,30	sim	não
2022	29,75	sim	não
2021	30,02	sim	sim
2020	28,52	sim	não
2019	29,31	sim	sim
2018	28,38	não	não
2017	29,00	sim	não
2016	27,19	não	não
2015	29,66	sim	sim
2014	29,50	sim	sim
2013	29,33	sim	sim
2012	29,97	sim	sim
2011	28,62	sim	não
2010	27,96	sim	não
2009	29,77	sim	sim
2008	28,62	sim	não
2007	28,18	sim	não
2006	28,84	sim	não
2005	28,10	sim	não
2004	27,13	não	não
2003	28,27	sim	não
2002	28,91	sim	não
2001	28,21	sim	não
2000	28,69	sim	não
1999	29,30	sim	sim
1998	27,58	sim	não
1997	28,96	sim	não
1996	28,54	sim	não
1995	27,16	não	não
1994	29,05	sim	sim
1993	28,76	sim	não

Ano	Cota (m)	Inundação (27,50 m)	Inundação Severa (29,00 m)
1992	25,42	não	não
1991	28,06	sim	não
1990	28,23	sim	não

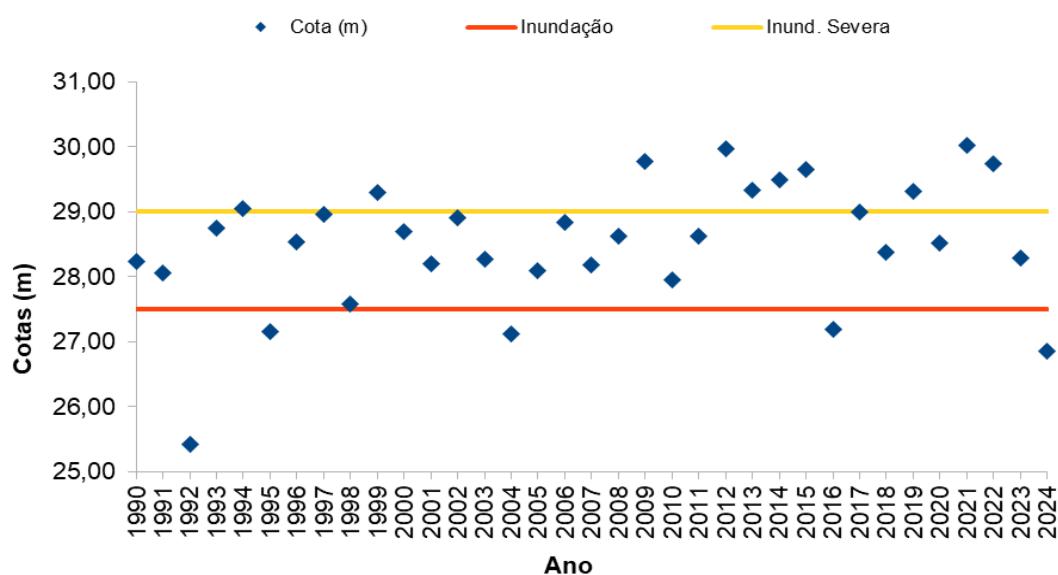
Fonte: Autores, 2025.

Figura 24 – Cotas máximas anuais do Rio Negro no Porto de Manaus-AM



Fonte: Autores, 2025.

Figura 25 – Cotas máximas anuais em relação as cotas de inundação do Rio Negro no Porto de Manaus-AM



Fonte: Autores, 2025.

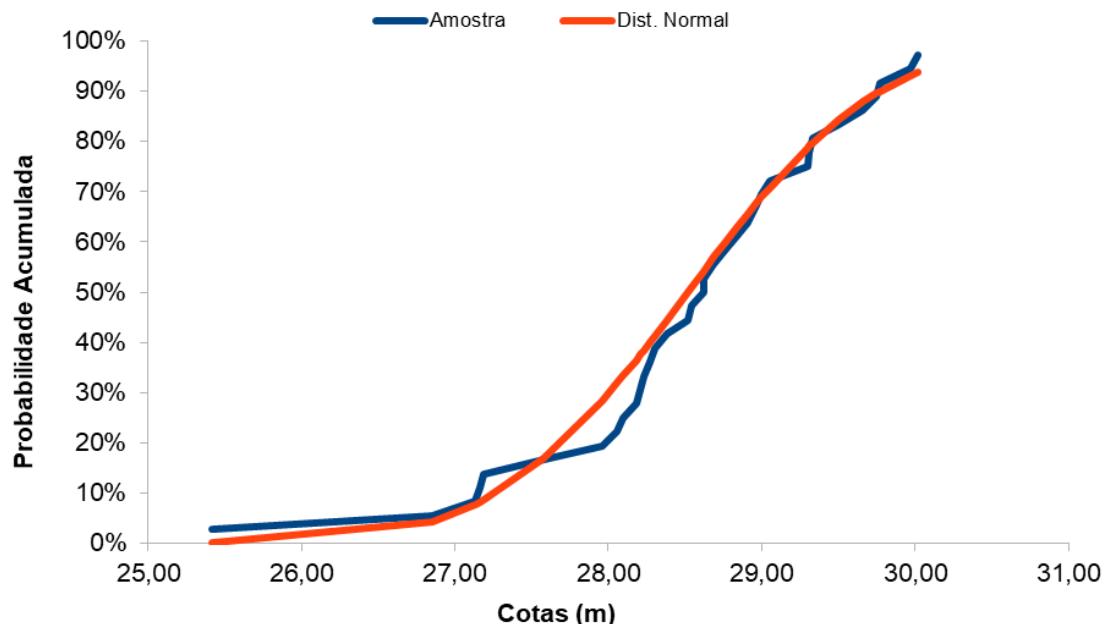
A Tabela 29 apresenta a estatística descritiva da série de cotas máximas anuais registradas entre os anos de 1990 e 2024, fornecendo informações essenciais sobre a tendência central, dispersão e distribuição dos dados. Complementarmente, a Figura 26 ilustra o grau de aderência da amostra à distribuição normal, permitindo avaliar a representatividade dos dados em estudos inferenciais.

Tabela 29 – Estatística descritiva

Estatística Descritiva	
Média	28,5182857
Erro padrão	0,16552361
Modo	28,62
Mediana	28,62
Primeiro quartil	28,14
Terceiro quartil	29,175
Variância	0,95893227
Desvio padrão	0,97925087
Curtose	1,65546895
Inclinação	-0,94734595
Intervalo	4,6
Mínimo	25,42
Máximo	30,02
Soma	998,14
Contagem	35

Fonte: Autores, 2025.

Figura 26 – Ajuste da amostra com a distribuição normal



Fonte: Autores, 2025.

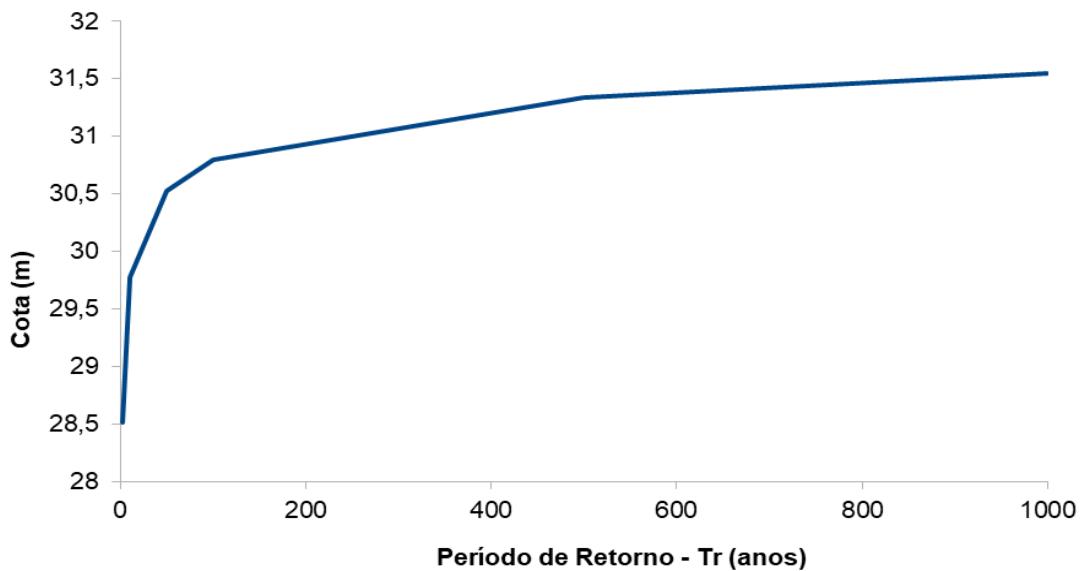
A Tabela 30 apresenta os resultados da modelagem estatística das cotas máximas anuais utilizando a distribuição normal, com estimativas associadas aos diferentes períodos de retorno e suas respectivas probabilidades. Esses resultados estão ilustrados na Figura 27, que complementa a análise visual dos valores extremos e suas frequências esperadas.

Tabela 30 – Período de Retorno e Probabilidade das Cotas Máximas

Tr (anos)	Cota h (m)	P(\leq h) %	P(\geq h) %
2	28,52	50	50
5	29,34	80	20
10	29,77	90	10
25	30,23	96	4
50	30,53	98	2
100	30,80	99	1
500	31,34	99,8	0,2
1000	31,54	99,9	0,1

Fonte: Autores, 2025.

Figura 27 – Cotas máximas anuais em relação ao período de retorno – Porto de Manaus



Fonte: Autores (2025).

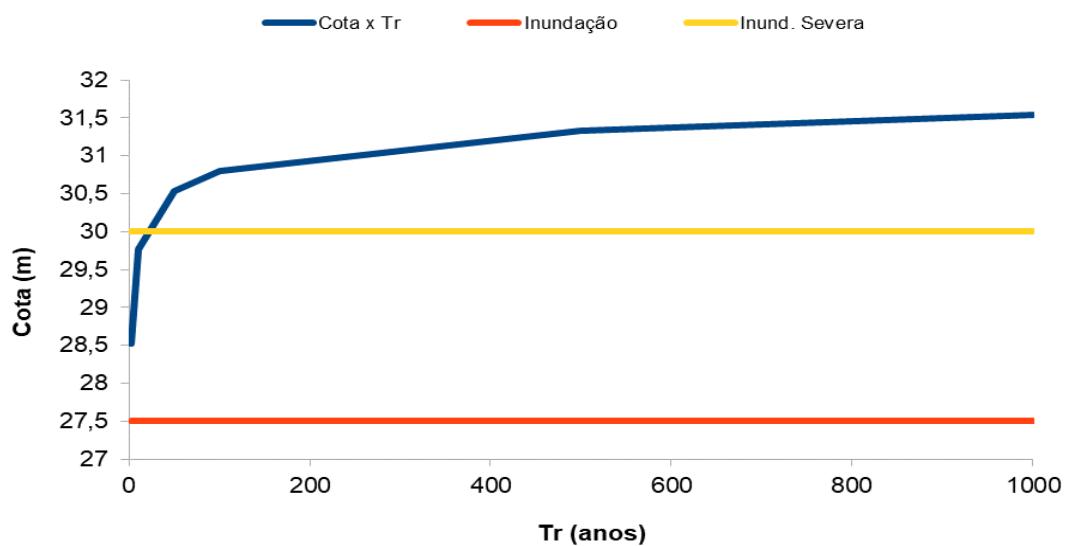
A Tabela 31 apresenta os resultados da modelagem estatística aplicada às cotas de inundação. Esses dados são ilustrados graficamente na Figura 28, permitindo uma melhor visualização dos eventos extremos e suas frequências associadas.

Tabela 31 – Probabilidade das cotas de inundação e inundação severa

	Cota (m)	Tr (anos)	P($\leq h$) %	P($\geq h$) %
Inundação	27,50	1,18	14,92	85,08
Inundação Severa	29,00	3,21	68,86	31,14

Fonte: Autores, 2025.

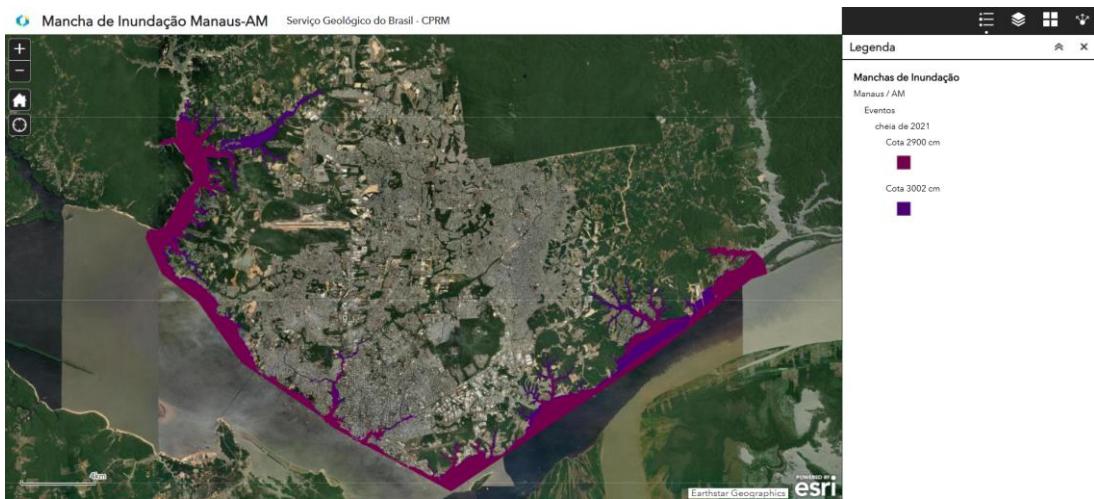
Figura 28 – Cotas máximas anuais em relação às cotas de inundação – Porto de Manaus



Fonte: Autores, 2025.

A representação espacial das zonas urbanas mais suscetíveis à inundação provocada pelo Rio Negro encontra-se ilustrada na Figura 19, a qual detalha a extensão das manchas de alagamento registradas nos anos de 2021 e 2022. Essa cartografia constitui um instrumento importante para a análise integrada da vulnerabilidade territorial, permitindo identificar padrões de risco hidrológico e áreas de maior exposição socioambiental. Tais informações fornecem subsídios técnicos relevantes para o planejamento urbano resiliente e para a formulação de estratégias eficazes de intervenção preventiva e adaptativa frente aos eventos extremos associados ao ciclo hidrológico amazônico.

Figura 29 – Expansão da mancha de inundação na área urbana da cidade de Manaus



Fonte: SGB, 2025.

1.9.5.2 Eventos de inundação causada pelo Escoamento Superficial Direto (Precipitações Pluviométrica)

A cidade de Manaus, enfrenta desafios recorrentes relacionados às inundações causadas pelas chuvas com durações que superam o tempo de concentração das bacias, principalmente entre dezembro e maio. O clima equatorial úmido da região contribui para a ocorrência de volumes pluviométricos elevados, os quais, combinados aos efeitos da diminuição das áreas permeáveis, devido à urbanização, mais a aceleração do escoamento para regiões mais baixas da bacia, intensificam os impactos desses eventos. Esse cenário exige uma eficiência do sistema de drenagem pluvial urbana que em muitos casos Manaus não consegue entregar, como evidenciado no mosaico de fotos da Figura 30.

Figura 30 – Inundação causada pela chuva nos anos de 2020, 2021, 2022, 2023, 2024

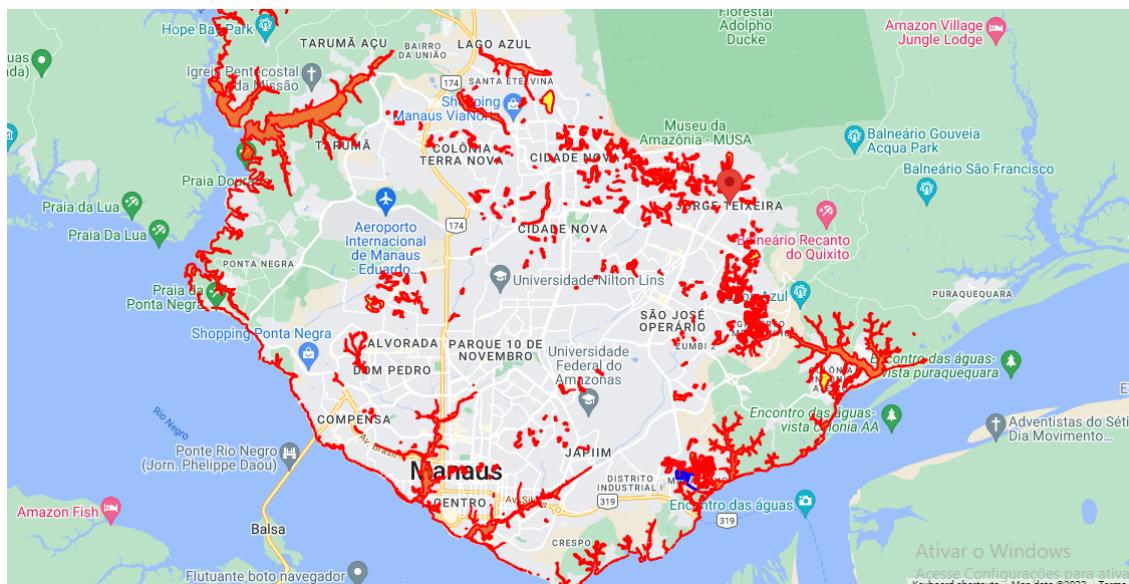


Fonte: G1-AM, 2020-2024. Registro de inundações.

Neste contexto, compreender os padrões pluviométricos, os fatores que contribuem para a ocorrência dessas inundações, bem como avaliar medidas de mitigação e planejamento urbano sustentável, torna-se essencial para garantir a resiliência da cidade. Somam-se a isso os efeitos climáticos cada vez mais presentes na região amazônica. A Figura 31 apresenta o mapeamento das áreas suscetíveis a eventos de inundação e deslizamento na cidade de Manaus para o ano de 2023, conforme levantamento realizado pelo Serviço Geológico do Brasil (SGB), em parceria com a Defesa Civil do Estado do Amazonas e disponibilizado pela plataforma Realtime1. A representação dos diferentes níveis

de risco é feita por meio de uma escala cromática padronizada, composta pelas seguintes categorias: vermelho para risco muito alto, laranja para risco alto, amarelo para risco médio e verde para risco baixo. Essa sistematização permite a leitura objetiva dos dados geoespaciais e subsidia estratégias de prevenção e resposta no âmbito da gestão de desastres urbanos.

Figura 31 – Áreas de risco de inundação e deslizamento da cidade de Manaus

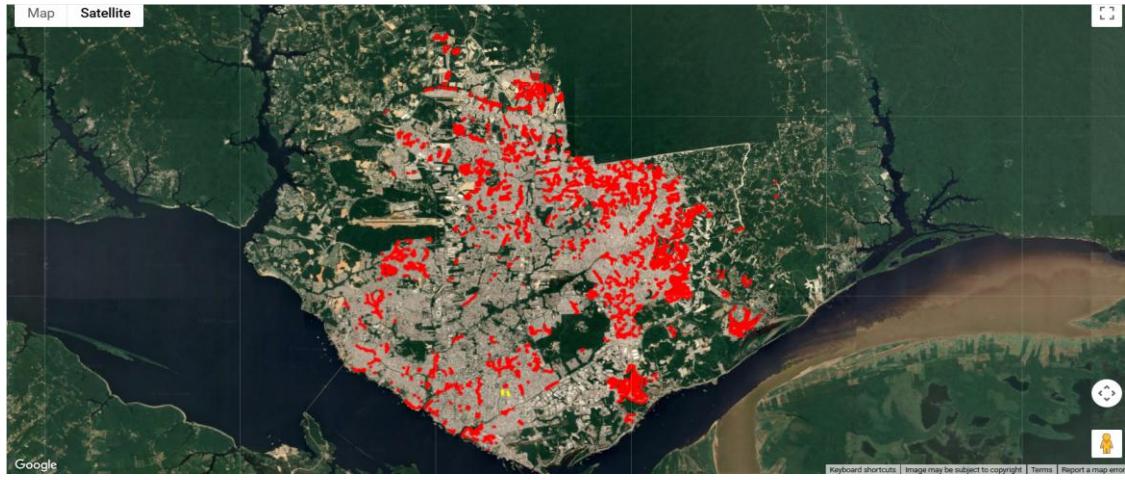


Fonte: REALTIME1, 2025.

As áreas de risco mapeadas no levantamento realizado em 2023 mantêm-se como zonas críticas e, adicionalmente, novas regiões passaram a apresentar vulnerabilidades nos dois anos subsequentes. Esse cenário evidencia a ausência de políticas públicas efetivas voltadas à mitigação dos impactos causados pelas inundações associadas às chuvas intensas, cuja recorrência impõe sobrecarga ao sistema de drenagem pluvial da cidade infraestrutura que, por sua vez, já se demonstra insuficiente frente às demandas hidráulicas crescentes.

A Figura 32 ilustra a espacialização dessas áreas críticas com base no mapa elaborado pelo Serviço Geológico do Brasil (SGB), disponibilizado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), destacando os setores urbanos mais expostos.

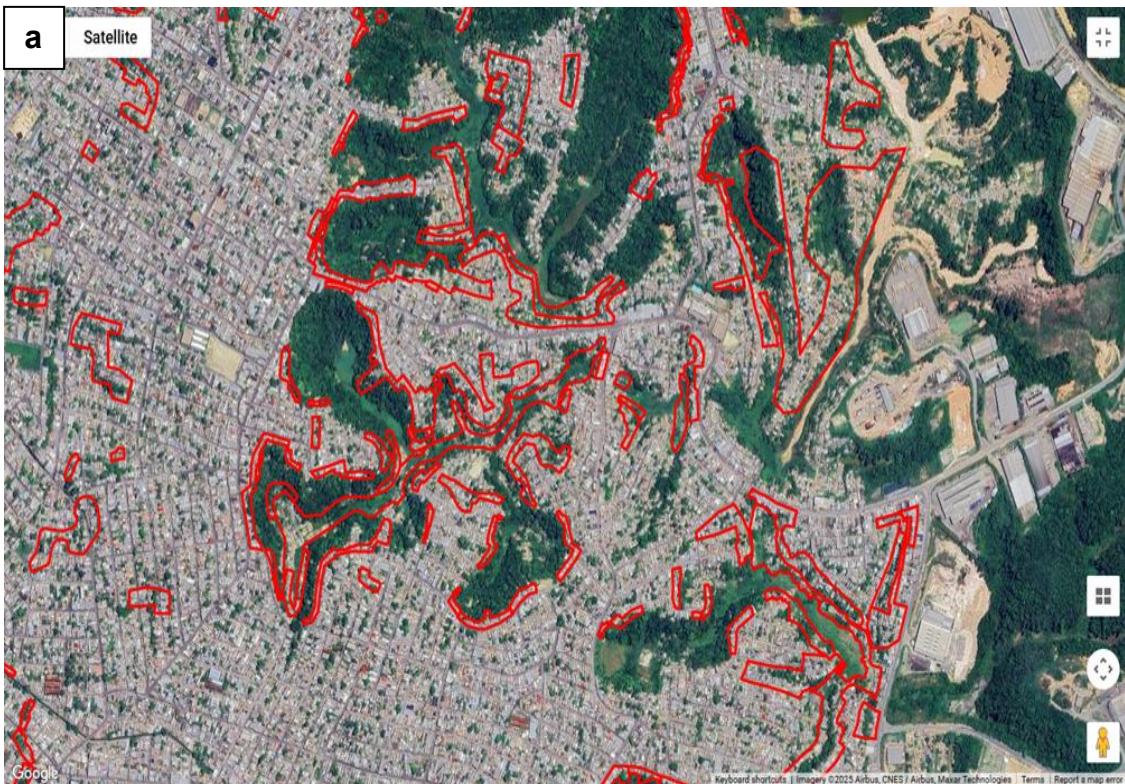
Figura 32 – Áreas de risco de inundação e deslizamento da cidade de Manaus



Fonte: Defesa Civil do Amazonas, 2025.

A partir da Figura 33 (A e B), torna-se possível identificar as áreas de risco, tanto nas imagens de satélite quanto nas representações cartográficas.

Figura 33 – Áreas de risco da cidade de Manaus hidrológico e geológico. (A) Visualização por satélite. (b) Representação cartográfica

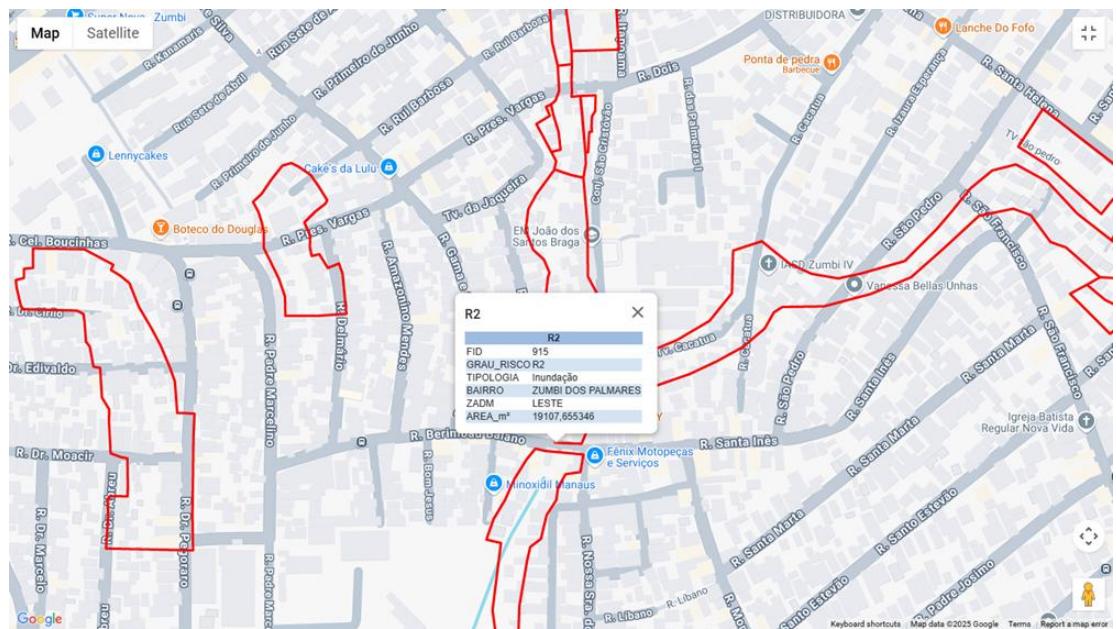




Fonte: Defesa Civil do Amazonas (2025).

A Figura 34 oferece informações complementares que viabilizam a análise detalhada do grau de risco, da distribuição espacial das áreas suscetíveis e da classificação dos eventos adversos, como alagamentos e deslizamentos. Além disso, observa-se uma associação direta entre os fatores de risco e os índices pluviométricos, sendo a precipitação um agente indutor de processos erosivos que funcionam como mecanismo desencadeante de movimentos de massa, especialmente os deslizamentos.

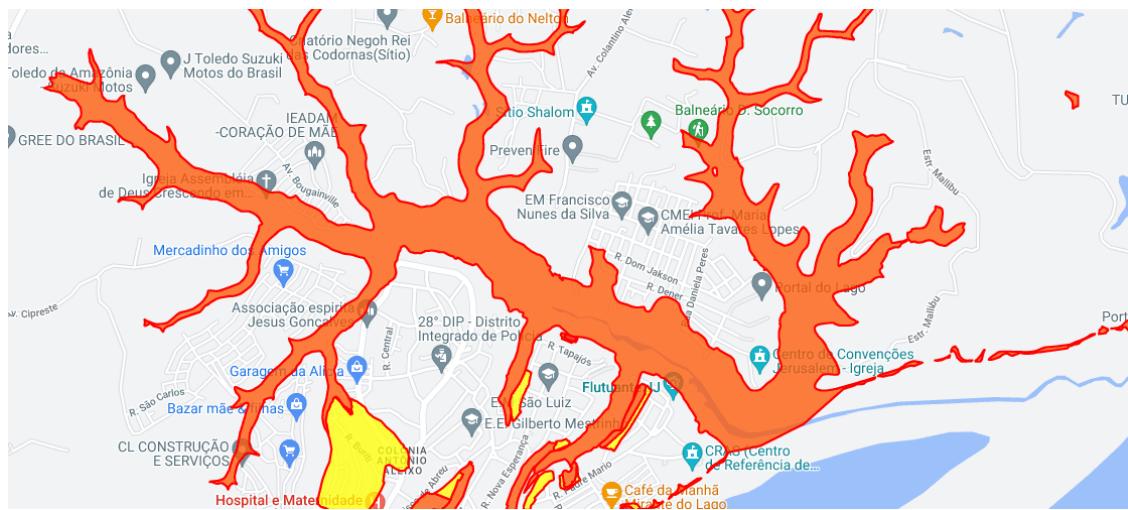
Figura 34 – Áreas de risco da cidade de Manaus hidrológico e geológico – informações complementares



Fonte: Defesa Civil, 2025.

Verifica-se que a zona leste de Manaus apresenta elevada suscetibilidade a processos hidrológicos e geodinâmicos adversos. Destacam-se, nesse contexto, as áreas adjacentes aos bairros Colônia Antônio Aleixo e Puraquequara, classificadas com risco médio para deslizamentos e risco alto para inundações, conforme os parâmetros estabelecidos pela escala de perigosidade representada na Figura 35. Essa delimitação das zonas críticas evidencia a importância de ações sistemáticas de monitoramento e da adoção de estratégias preventivas que visem à redução da vulnerabilidade socioambiental, especialmente nas áreas mais expostas a eventos extremos.

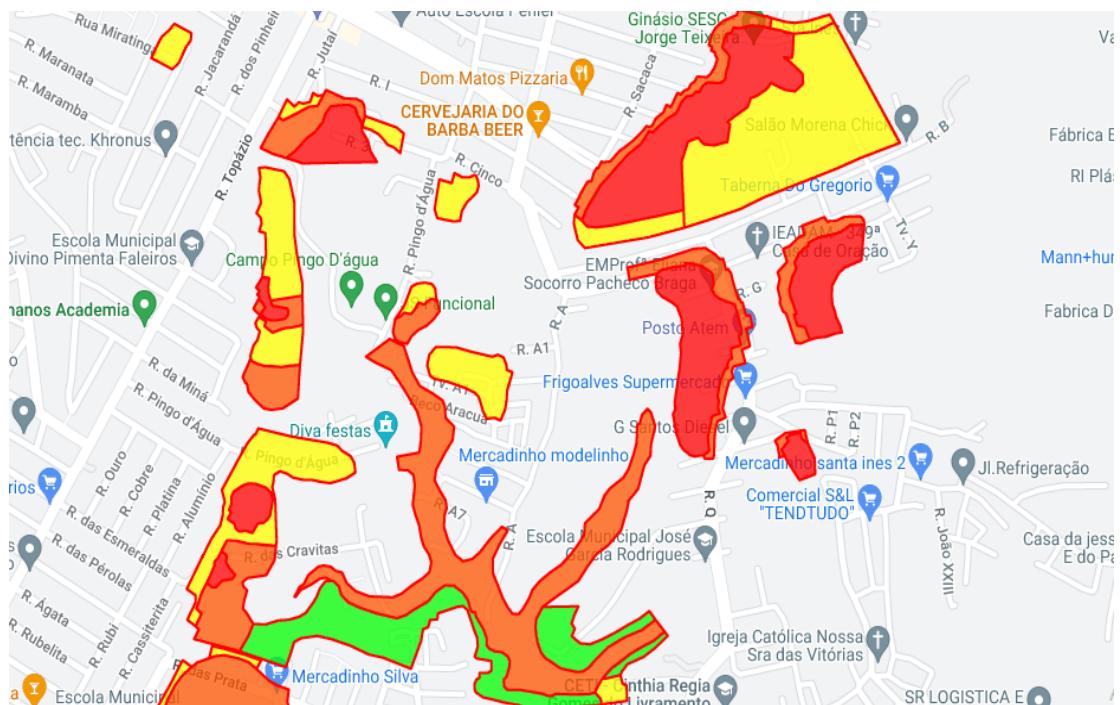
Figura 35 – Áreas da zona leste com elevada suscetibilidade a processos hidrológicos e geodinâmicos adversos



Fonte: REALTIME1, 2025.

Em razão da elevada vulnerabilidade da zona leste de Manaus aos processos hidrológicos e geodinâmicos críticos, notadamente inundações e movimentos de massa, verifica-se que essa suscetibilidade é resultado de uma combinação de fatores condicionantes, tais como a morfologia do terreno, o padrão de ocupação desordenada e a limitada eficiência dos sistemas de drenagem urbana. Esses elementos contribuem para a intensificação dos riscos associados à dinâmica natural e antrópica. No caso específico do bairro Jorge Teixeira e áreas circunvizinhas, observa-se uma concentração de setores classificados com níveis de risco variando entre baixo e muito alto, conforme ilustrado na Figura 36. Essa caracterização evidencia a necessidade de estratégias integradas de gestão territorial voltadas à redução da exposição socioambiental nas zonas mais críticas.

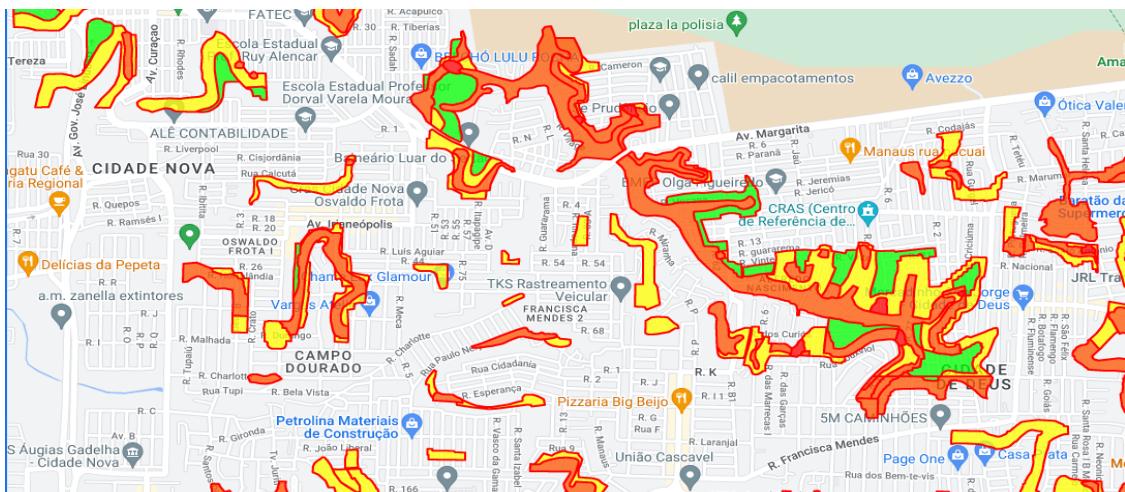
Figura 36 – Áreas com elevada suscetibilidade a processos hidrológicos e geodinâmicos adversos – bairros Jorge Teixeira e adjacências



Fonte: REALTIME1, 2025.

Assim como ocorre na zona leste, a zona norte de Manaus também se caracteriza pela elevada incidência de áreas suscetíveis à ocorrência de deslizamentos. Os setores mais críticos situam-se nas proximidades dos bairros Cidade Nova e Cidade de Deus, os quais apresentam condições geotécnicas e ocupacionais que favorecem a instabilidade dos terrenos. A distribuição espacial dessas zonas de risco é representada na Figura 37, evidenciando a necessidade de ações preventivas voltadas ao controle de ocupações irregulares e ao fortalecimento dos sistemas de drenagem e contenção.

Figura 37 – Áreas com elevada suscetibilidade à ocorrência de deslizamentos – zona norte de Manaus



Fonte: REALTIME1, 2025.

Nas ocorrências de inundações na cidade de Manaus, é fundamental considerar os efeitos de remanso causados pelas cheias do rio Negro sobre os corpos hídricos que compõem o sistema de macrodrenagem urbana, como os igarapés. O fenômeno de barramento hidráulico caracteriza-se pela interferência no escoamento de um rio de menor vazão ocasionada pelo represamento de água proveniente de um corpo hídrico de maior volume (MEADE *et al.*, 1991). Esse processo resulta na diminuição da velocidade do fluxo e na modificação dos níveis hidrométricos dos cursos d'água afetados. Tal dinâmica é recorrente na bacia Amazônica, destacando-se no rio Negro, nas imediações de Manaus, cujo nível é condicionado não apenas pela sua vazão própria, mas também pelas oscilações do nível do rio Solimões (FILIZOLA *et al.*, 2009; MEADE *et al.*, 1991).

A elevação da cota do rio Negro, especialmente durante o período de cheia, exerce influência direta sobre a infraestrutura urbana de Manaus, afetando de forma significativa o sistema de esgotamento sanitário e o manejo de resíduos sólidos. Durante as cheias, o aumento do nível do rio pode gerar refluxo nos coletores e estações elevatórias, dificultando o escoamento adequado dos efluentes. Esse fenômeno compromete a eficiência do sistema, resultando em extravasamentos e, em alguns casos, na contaminação de corpos hídricos superficiais e áreas habitadas. A baixa declividade natural da cidade e a

proximidade dos igarapés intensificam esse problema, evidenciando a necessidade de sistemas com maior capacidade de amortecimento hidráulico e válvulas antirretorno.

O acúmulo de água nas vias urbanas e áreas alagadas limita o acesso dos serviços de coleta, provocando o acúmulo de resíduos domiciliares e o descarte inadequado. Além disso, os resíduos transportados pelas águas podem obstruir canaletas e redes de drenagem, agravando os alagamentos e aumentando riscos sanitários à população. As cheias também dificultam o monitoramento e operação dos locais de transbordo e disposição final dos resíduos. A seguir, apresenta-se uma linha do tempo com os eventos de alagamento.

- **Linha do Tempo de Alagamentos em Manaus – 2024**

Abril

- 12/04 – Rompimento de bueiro (Zona Norte)
Desabamento (Zona Leste)
Alagamento na Av. Brasil (Zona Oeste)
Carro quase caiu em igarapé (Armando Mendes)

Abril

- 12/04 – Chuva intensa causou:
Rompimento de bueiro na Zona Norte.
Desabamento na Zona Leste.
Alagamento na Avenida Brasil (Compensa, Zona Oeste).
Carro quase caiu em igarapé na Rua Gregório (Armando Mendes, Zona Leste).

Julho

- 10/07 – Temporal alagou ruas do Centro
Passageiros ilhados em paradas de ônibus

Julho

- 10/07 – Temporal provocou alagamentos no Centro de Manaus:

Ruas como Saldanha Marinho ficaram inundadas.
Passageiros ficaram ilhados em paradas de ônibus.

Novembro

- 06/11 – Casas alagadas na Rua São Pedro (Compensa I)
Queda de árvore na Av. Brasil
Fiação elétrica danificada (Amazonino Mendes II)
Esgoto transbordando (Cidade Nova)
Darcy Vargas inundada (Chapada)

Novembro

- 06/11 – Forte chuva causou alagamentos em várias zonas:
Rua São Pedro (Compensa I, Zona Oeste): casas completamente alagadas.
Avenida Brasil: queda de árvore e congestionamento.
Beco Francisco (Amazonino Mendes II, Zona Leste): árvore tombou sobre fiação elétrica.
Núcleo 16 (Cidade Nova, Zona Norte): esgotos não deram vazão.
Avenida Darcy Vargas (Chapada, Zona Centro-Sul): passagem de nível inundada.

Dezembro

- 13/12 – Ruas alagadas em Colônia Antônio Aleixo,
Gilberto Mestrinho e União
Rompimento de bueiro e queda de árvores
- 13/12 – Chuva intensa causou:
Colônia Antônio Aleixo e Gilberto Mestrinho (Zona Leste).
Bairro da União (Zona Centro-Sul): acumulado de 51,84 mm de chuva.
Ocorrências de rompimento de bueiro, drenagem de esgoto e queda de árvores.

- **Eventos de Alagamento em Manaus – 2025**

Janeiro

- 19/01 – Chuva forte deixou 15 bairros sem energia e várias ruas alagadas:

- | Destaques: Cachoeirinha, Educandos, Ponta Negra, Cidade de Deus, Nossa Senhora de Fátima.
- |
 - 24/01 – Um temporal causou alagamentos em diversas zonas da cidade:
 - Zona Norte: Avenida Alphaville (Novo Aleixo), Comunidade Nossa Senhora de Fátima 1, Gustavo Nascimento (Cidade de Deus), Rua 7 (Cidade Nova).
 - Zona Sul: Rua Raquel de Souza (Petrópolis), Terminal de Integração
 - 2 |
 - Zona Leste e Oeste: Ocorrências de deslizamentos e riscos de desabamento.

Abril

- |
 - 27/04 – Madrugada de chuva intensa provocou alagamentos em:
 - Avenida Brasil (Compensa), Avenida Coronel Teixeira (Ponta Negra), bairro Chapada, bairro Redenção.
 - Houve também queda de muro e casas inundadas.

Julho

- |
 - 02/07 – O Rio Negro atingiu a cota de inundação severa (29,02m):
 - Centro de Manaus: Rua dos Barés e travessa Tabelião Lessa, próximas ao Mercado Municipal Adolpho Lisboa, ficaram submersas.
 - Zona Sul: Bairro Educandos teve ruas e até campo de futebol inundados.
 - |
 - 11/07 – Início da vazante do Rio Negro, mas ruas do Centro e da Zona Sul continuaram alagadas, dificultando a locomoção.

Diante desse cenário, torna-se essencial adequar os projetos de drenagem e a gestão dos serviços restados, priorizando soluções resilientes à variabilidade hidrológica da Amazônia. A integração entre planejamento urbano, monitoramento hidrológico e ações de contingência é fundamental para mitigar os impactos da cheia sobre a saúde pública e a qualidade ambiental da cidade.

1.9.5.3 Dados de vazões para bacias e sub bacias

1.9.5.3.1 Rede fluviométrica

A rede fluviométrica constitui o conjunto de estações de monitoramento responsáveis pela coleta sistemática de dados sobre o nível e a vazão dos cursos d'água ao longo do tempo. Operada por instituições como a ANA e órgãos ambientais estaduais, essa rede fornece informações essenciais para a caracterização hidrológica das bacias hidrográficas brasileiras.

Os dados fluviométricos são registrados em diferentes escalas temporais (diária, mensal, anual) e permitem a elaboração de séries históricas que subsidiam diversos estudos técnicos, tais como: planejamento e gestão dos recursos hídricos; modelagem hidrológica; dimensionamento de obras hidráulicas e avaliação da disponibilidade hídrica para outorga.

1.9.5.3.2 Banco de dados existentes

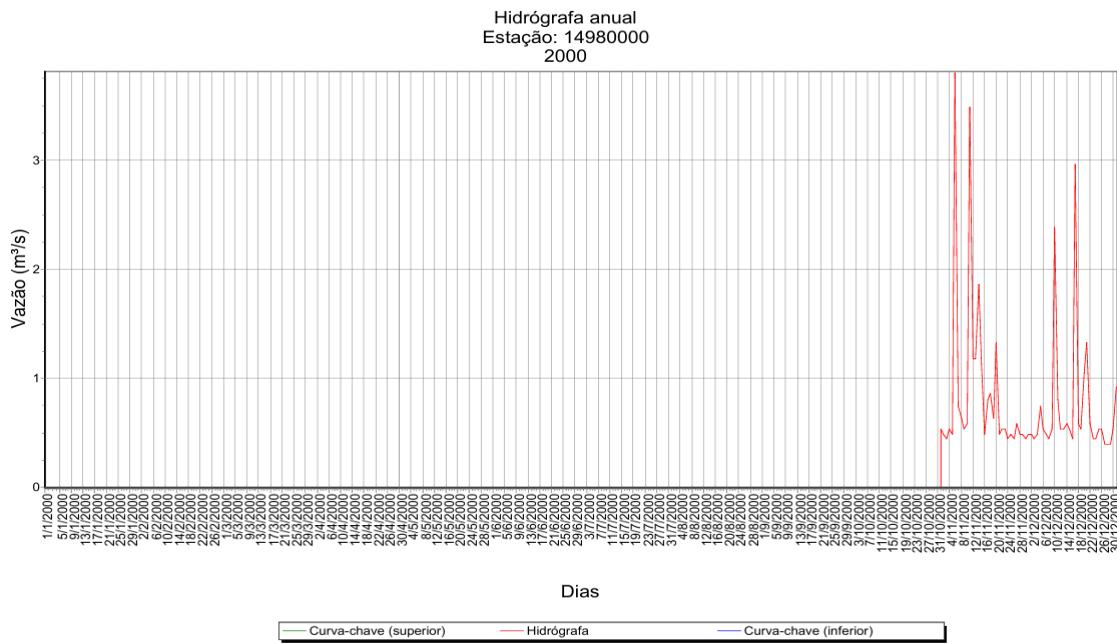
Os dados fluviométricos integrados ao banco de informações foram obtidos junto à ANA, mediante acesso ao sistema HidroWeb (ANA, 2025). No total, foram identificadas 86 estações fluviométricas sob gestão da ANA, localizadas no município de Manaus. O banco de dados foi estruturado com a finalidade de consolidar, classificar e arquivar informações referentes à vazão média de longa duração e vazões mínimas, com foco em subsidiar análises hidrológicas e modelagens futuras.

Vale destacar que os dados provenientes das estações fluviométricas não passaram por processos sistemáticos de consistência, uma vez que no escopo dos dados oriundos da ANA, observam-se dois níveis de consistência: dados brutos (sem tratamento) e dados consistidos (submetidos a validações preliminares).

Do total de estações catalogadas, apenas uma apresentou série com dados o suficiente para a realização das estimativas dos indicadores hidrológicos como vazão média de longo período, vazão específica, vazão Q_{7, 10} e curvas de permanência (Q_{90%} e Q_{95%}), que foi a Estação 1498000 – Manaus 2000, inserida na bacia hidrográfica do Igarapé do Quarenta, situada nas coordenadas geográficas de latitude -3,115° e longitude -59,9711° e área de drenagem 9,7 km². Esta estação disponibiliza dados diários de vazão compreendidos entre 01/11/2000 e 25/02/2014.

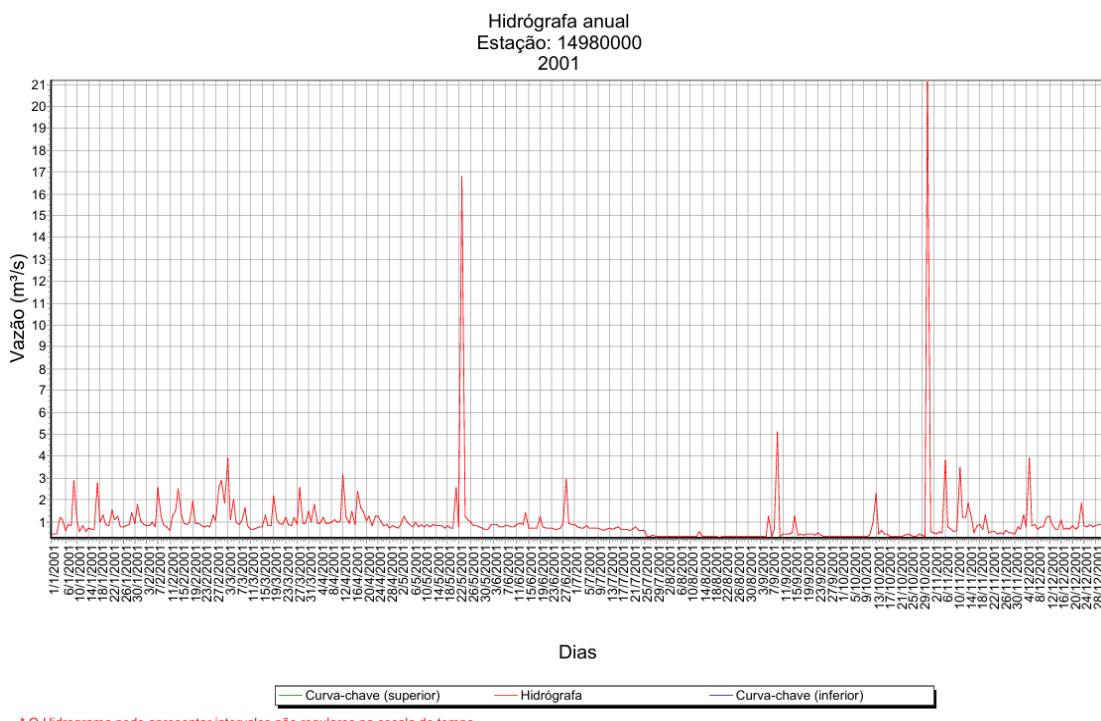
Apesar das limitações relacionadas à interrupção de medições e à disparidade entre séries históricas (GERALDI, 2017), as estações disponíveis oferecem subsídios para consultas pontuais. A Figura 38, Figura 39, Figura 40, Figura 41, Figura 42, Figura 43, Figura 44, Figura 45, Figura 46, Figura 47, Figura 48, Figura 49, Figura 50, Figura 51 e Figura 52 apresentam as hidrógrafas correspondentes ao período registrado.

Figura 38 – Hidrógrafas do ano 2000 (dados incompletos)



Fonte: Autores, 2025.

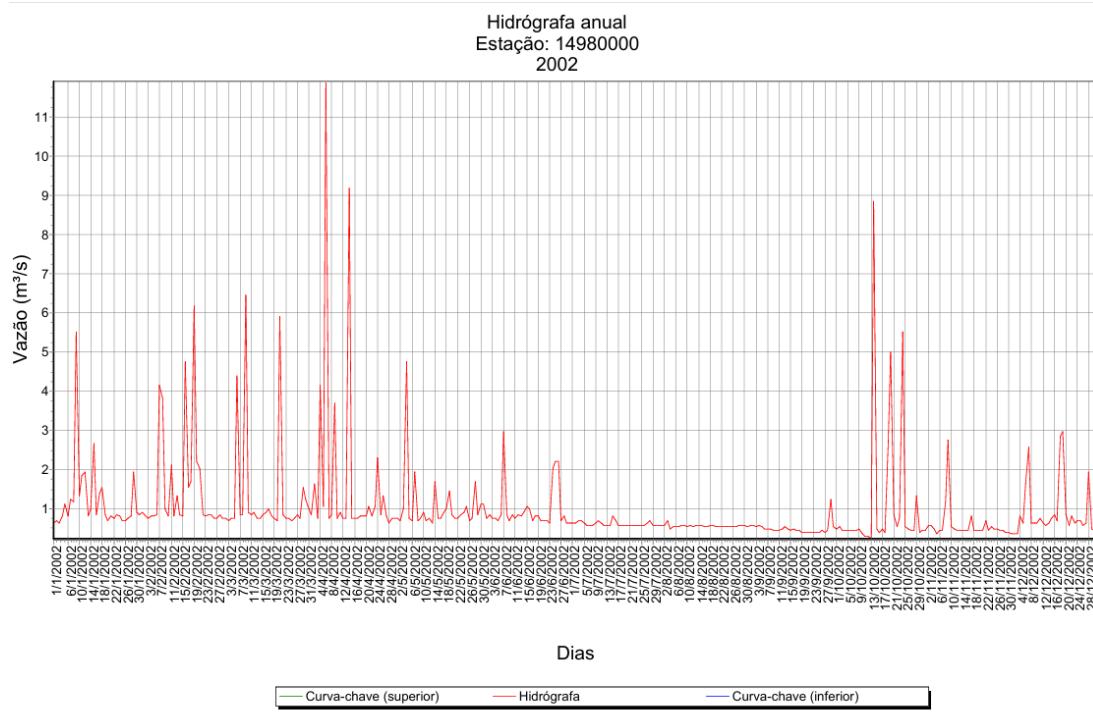
Figura 39 – Hidrógrafas do ano 2001



* O Hidrograma pode apresentar intervalos não regulares na escala de tempo.

Fonte: Autores, 2025.

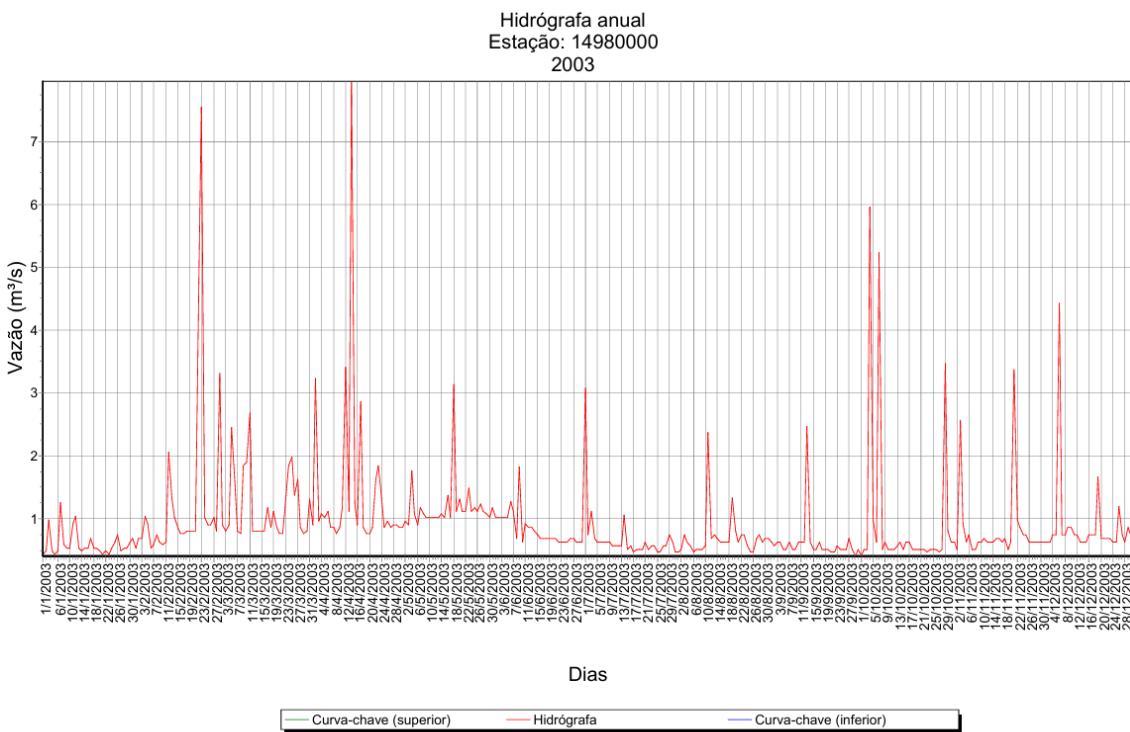
Figura 40 – Hidrógrafas do ano 2002



* O Hidrograma pode apresentar intervalos não regulares na escala de tempo.

Fonte: Autores, 2025.

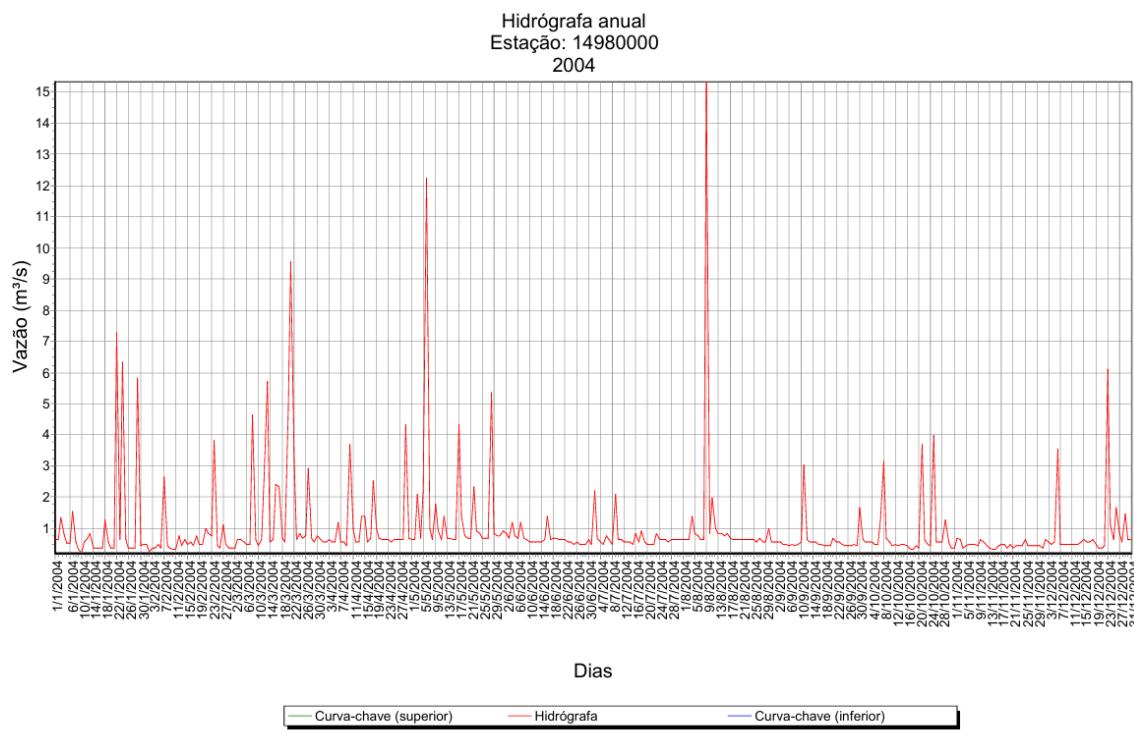
Figura 41 – Hidrógrafas do ano 2003



* O Hidrograma pode apresentar intervalos não regulares na escala de tempo.

Fonte: Autores, 2025.

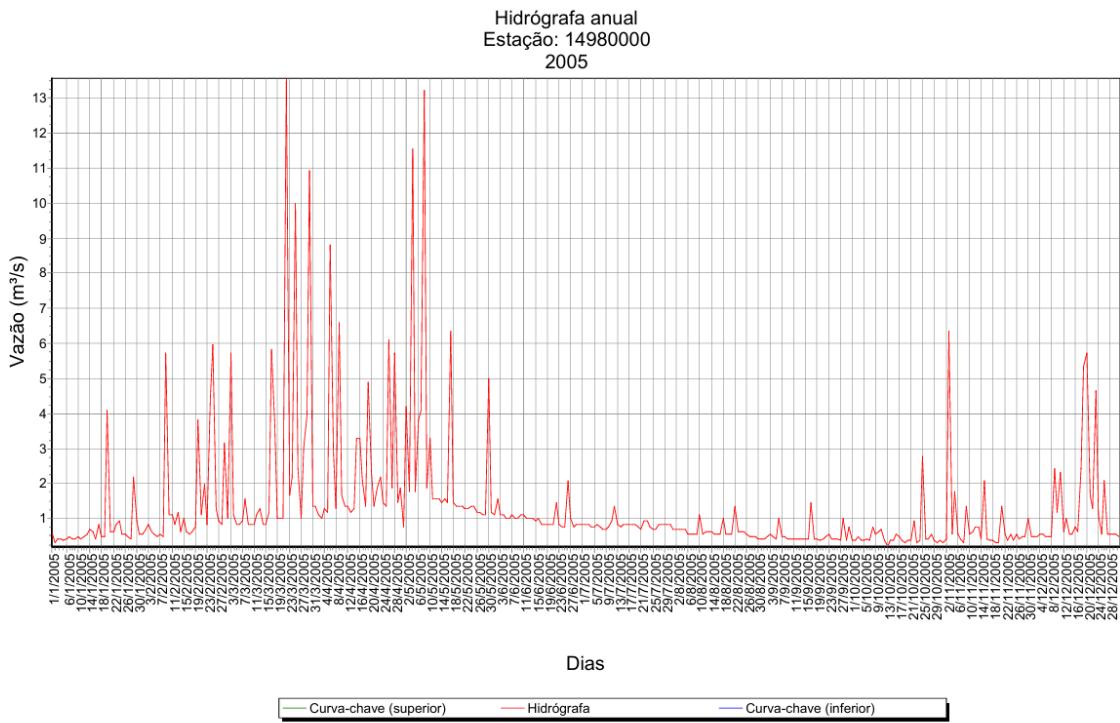
Figura 42 – Hidrógrafas do ano 2004



* O Hidrograma pode apresentar intervalos não regulares na escala de tempo.

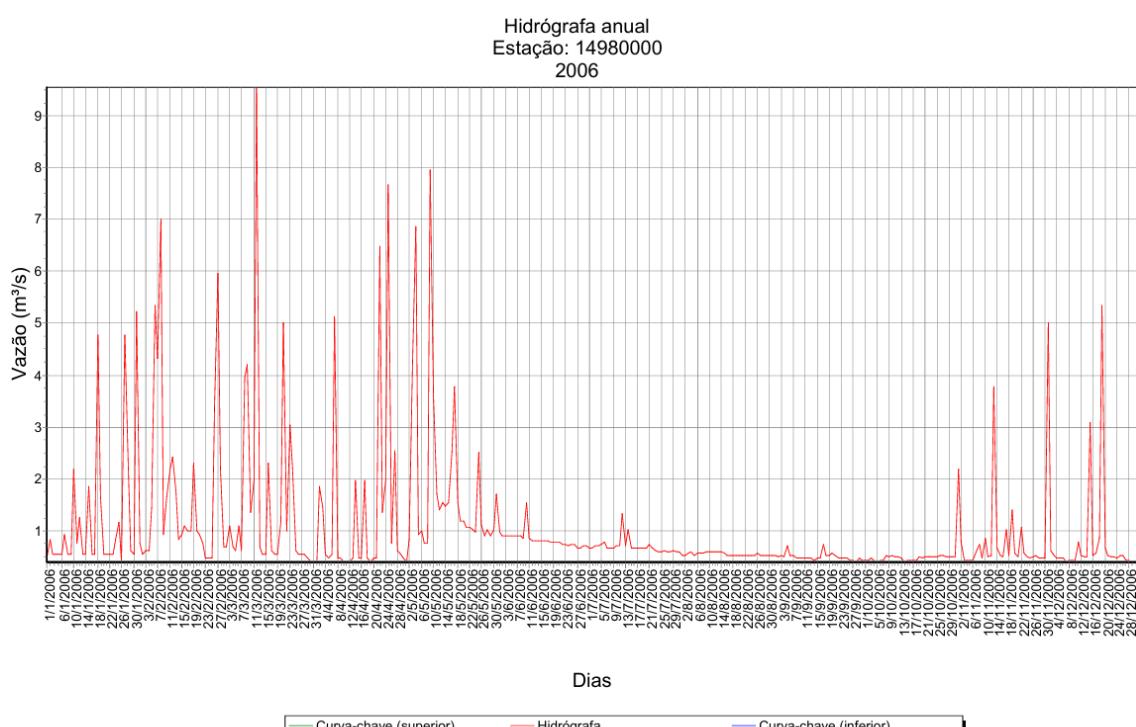
Fonte: Autores, 2025.

Figura 43 – Hidrógrafas do ano 2005



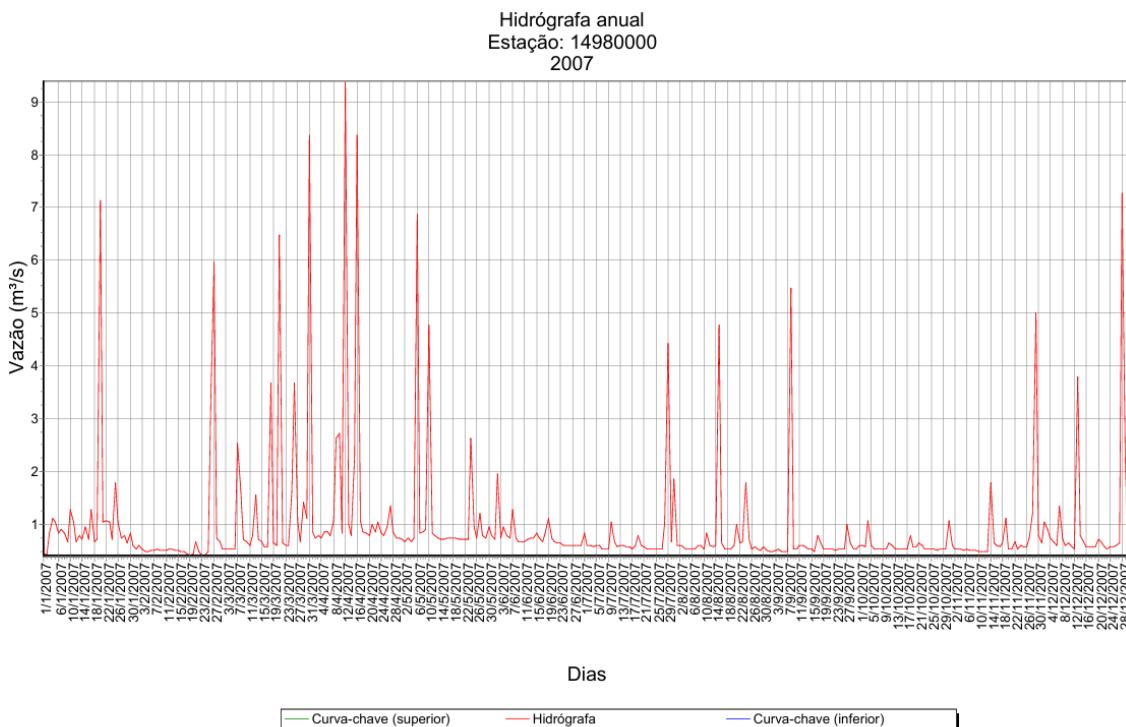
Fonte: Autores, 2025.

Figura 44 – Hidrógrafas do ano 2006



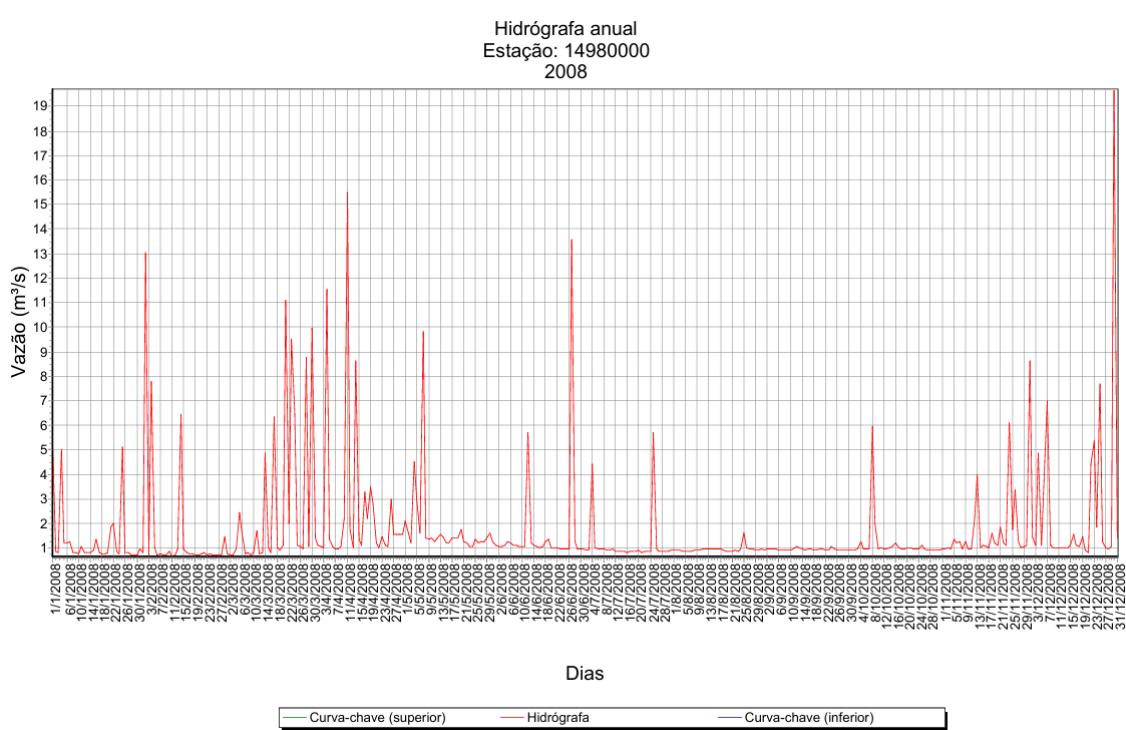
Fonte: Autores, 2025.

Figura 45 – Hidrógrafas do ano 2007



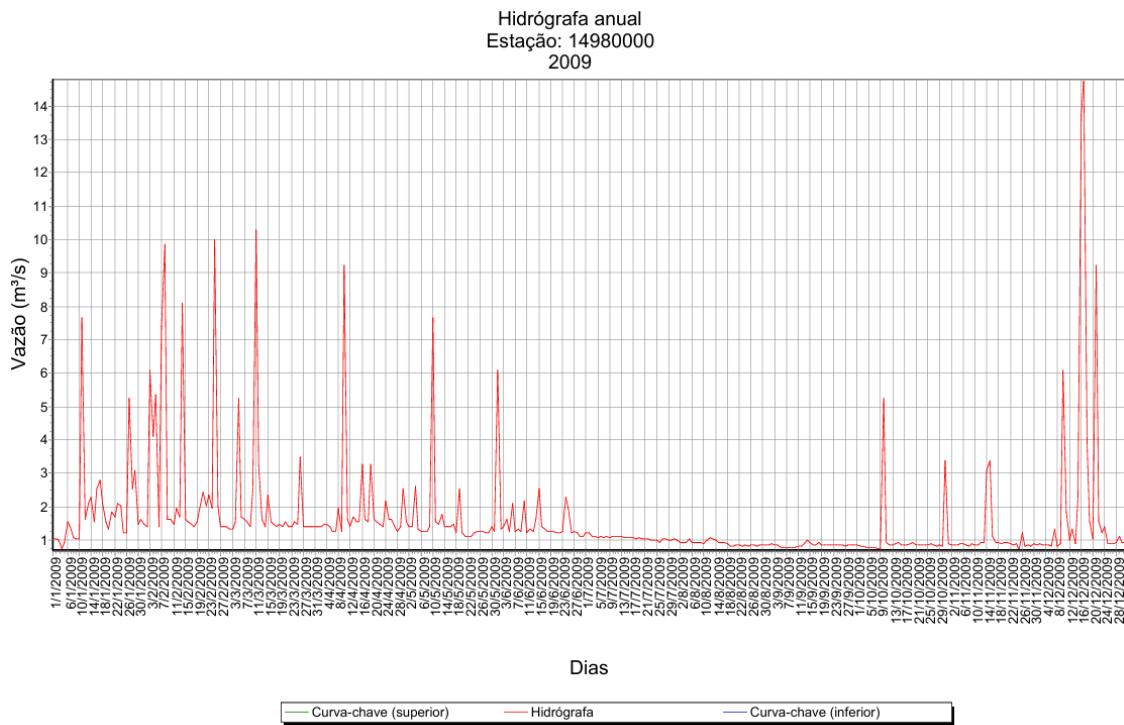
Fonte: Autores, 2025.

Figura 46 – Hidrógrafas do ano 2008



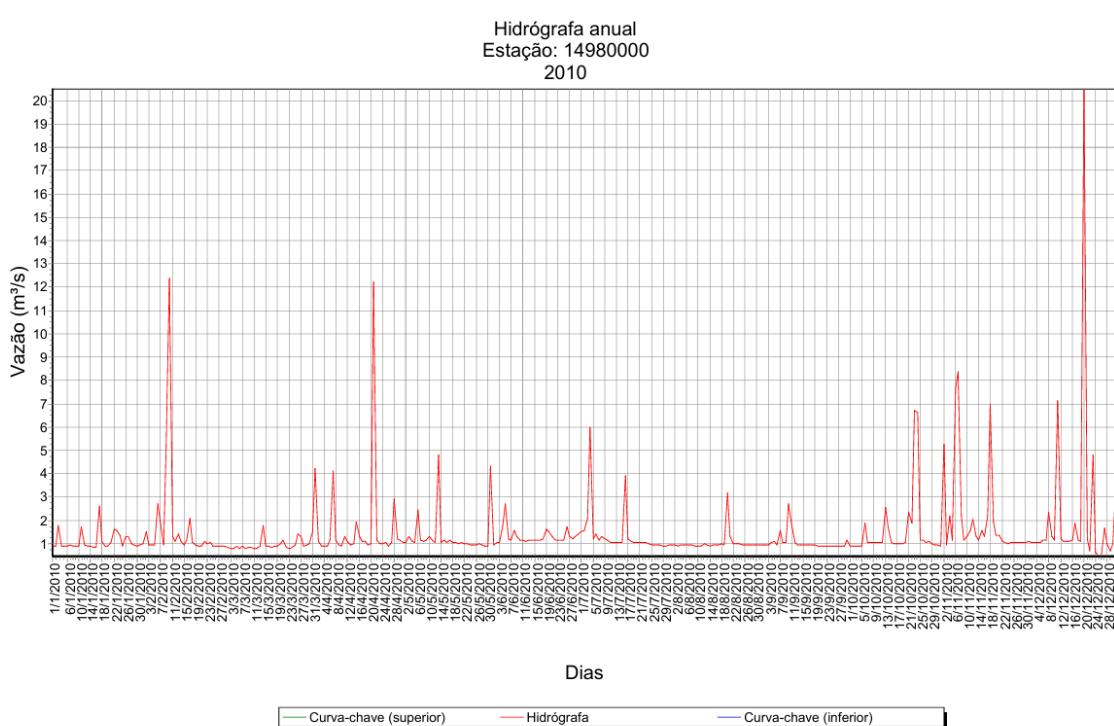
Fonte: Autores, 2025.

Figura 47 – Hidrógrafas do ano 2009



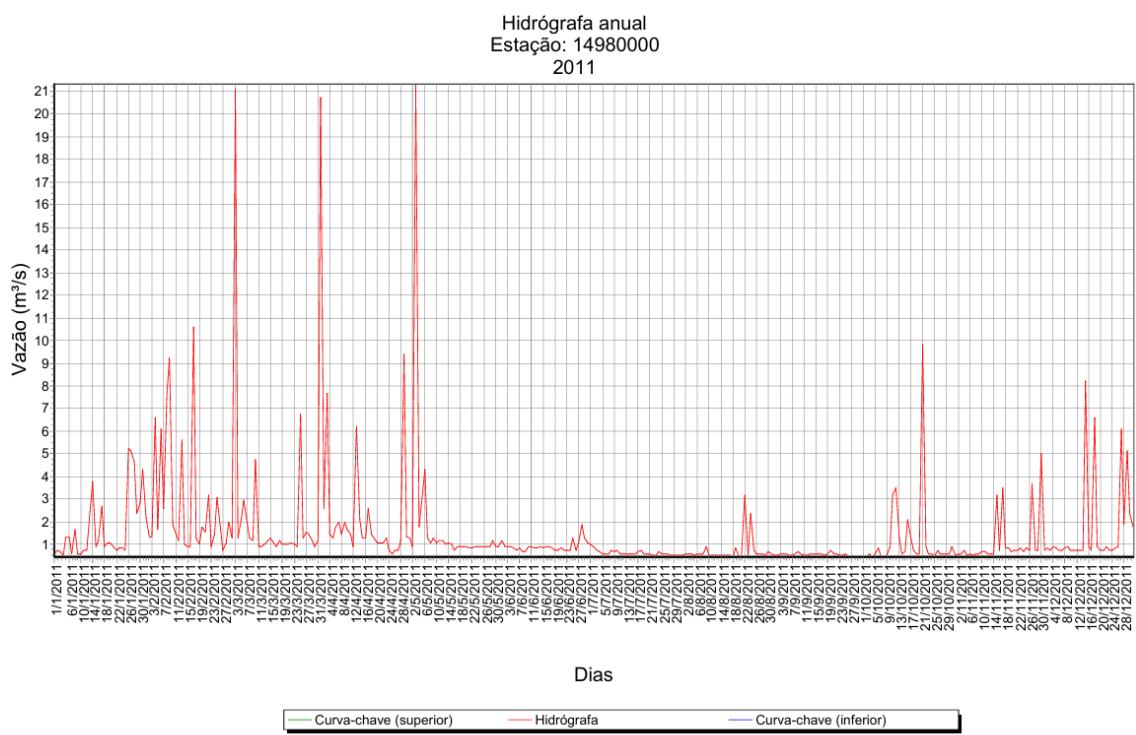
Fonte: Autores, 2025.

Figura 48 – Hidrógrafas do ano 2010



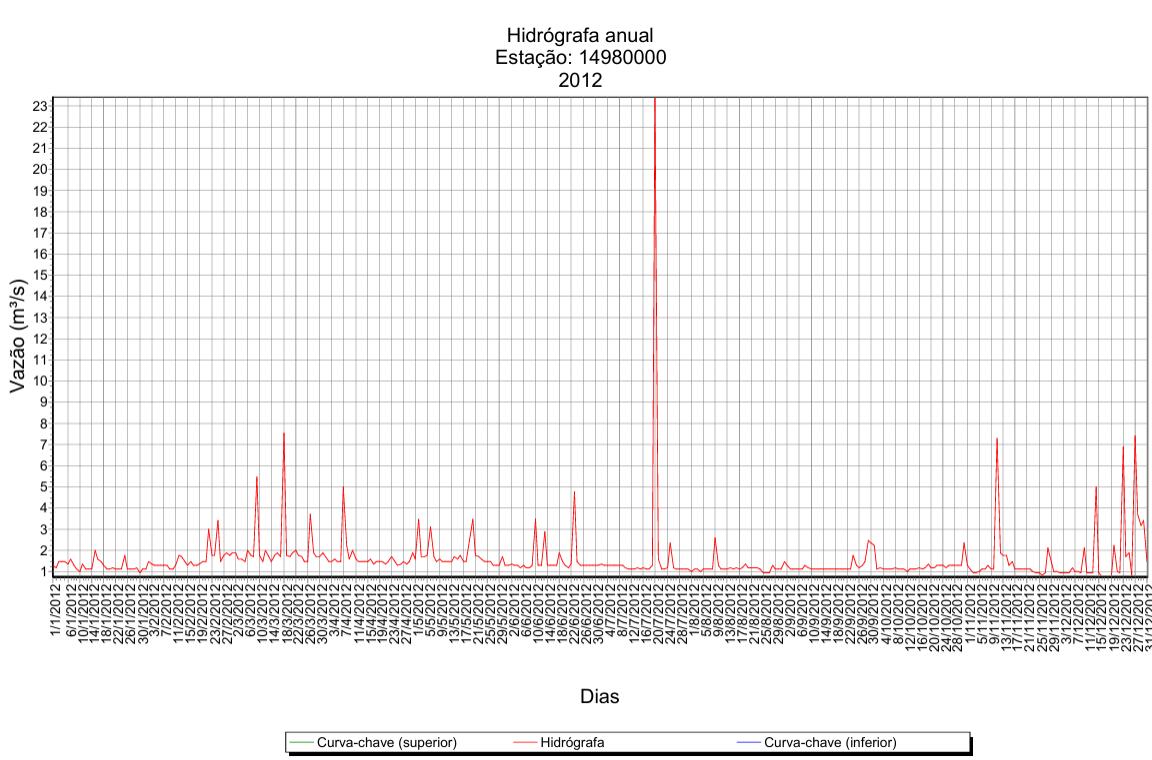
Fonte: Autores, 2025.

Figura 49 – Hidrógrafas do ano 2011



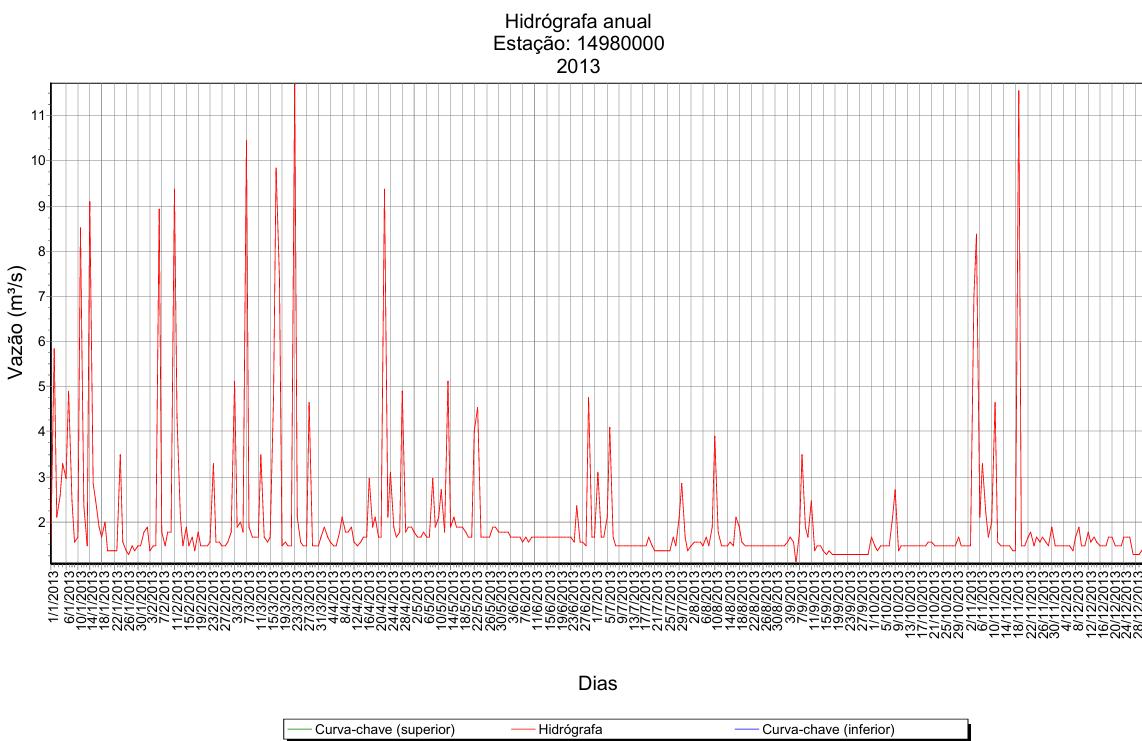
Fonte: Autores, 2025.

Figura 50 – Hidrógrafas do ano 2012



Fonte: Autores, 2025.

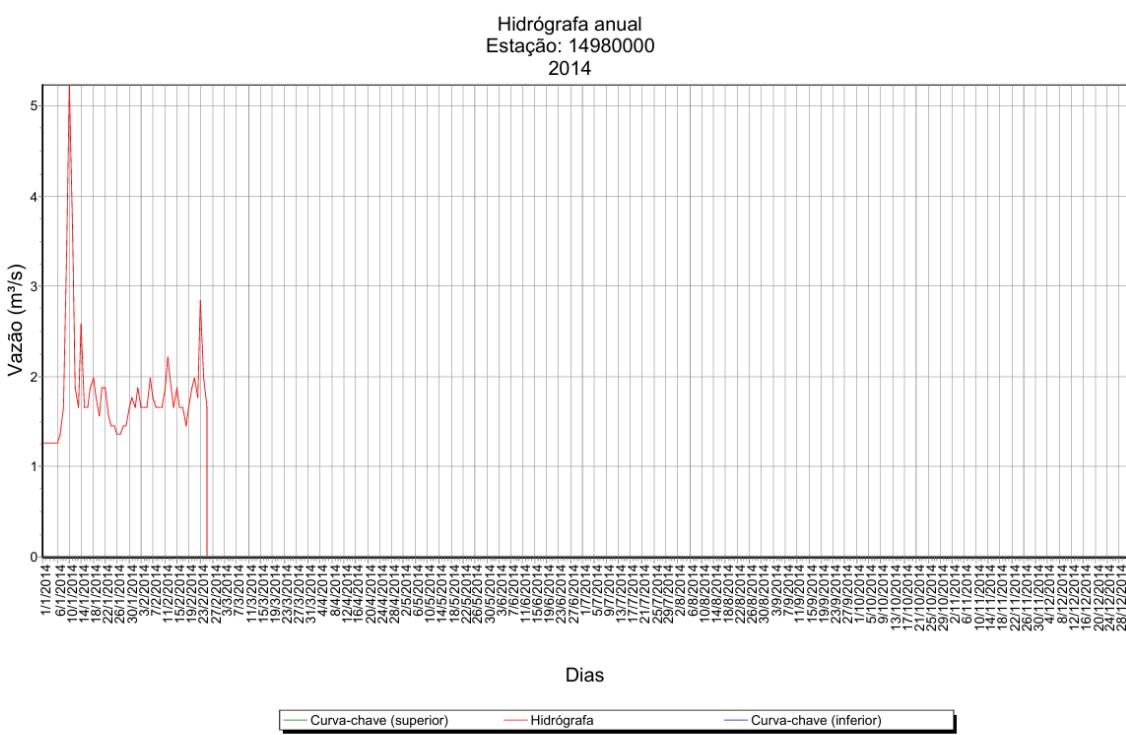
Figura 51 – Hidrógrafas do ano 2013



* O Hidrograma pode apresentar intervalos não regulares na escala de tempo.

Fonte: Autores, 2025.

Figura 52 – Hidrógrafas do ano 2014 (dados incompletos)



* O Hidrograma pode apresentar intervalos não regulares na escala de tempo.

** Valores iguais a zero podem corresponder à inexistência de dados na série original.

Fonte: Autores, 2025.

1.9.5.3.3 Vazão Média de Longa Duração (Q_{MLT}) e Vazões Mínimas de Referência ($Q_{7,10}$, $Q_{90\%}$ e $Q_{95\%}$)

A avaliação de parâmetros de vazão é etapa essencial em estudos hidrológicos aplicados à gestão dos recursos hídricos, exigindo séries históricas consistentes obtidas em estações fluviométricas. A confiabilidade dos resultados depende da qualidade dos dados e da adequação dos métodos estatísticos aplicados. A seguir, são descritas as metodologias de cálculo adotadas e a respectiva fundamentação normativa que orienta o processo de análise hidrológica. Em sequência, apresenta-se o Quadro 3, contendo o comparativo entre os parâmetros de vazão considerados no estudo.

- Q_{MLT} (Vazão Média de Longo Término): Calculada pela média aritmética das vazões diárias registradas em série histórica contínua, com pelo menos 20 anos de dados, conforme recomendação da ANA.
- $Q_{7,10}$ (Vazão Mínima de 7 dias e 10 anos de retorno): Determinada pela aplicação da distribuição estatística adequada, geralmente Log Pearson Tipo III, para identificar o menor valor médio de vazão com duração de sete dias, associado à probabilidade de ocorrência de uma vez a cada 10 anos.
- $Q_{90\%}$ (Vazão excedida em 90% do tempo): Obtida por meio da análise da curva de permanência, calculada a partir da ordenação decrescente das vazões diárias. Este valor representa o ponto em que 90% das vazões são superiores.
- $Q_{95\%}$ (Vazão excedida em 95% do tempo): Obtida por meio da análise da curva de permanência, calculada a partir da ordenação decrescente das vazões diárias. Este valor representa o ponto em que 95% das vazões são superiores.
- Resolução CONAMA nº 357/2005: Estabelece diretrizes para enquadramento e classificação dos corpos d'água, sendo o $Q_{90\%}$ um parâmetro importante para caracterização da vazão de referência em cada classe de uso.

- Manual de Estudos Hidrológicos da ANA: Documento técnico que detalha os métodos estatísticos e requisitos mínimos para confiabilidade dos estudos de vazões.
- Resolução CERH n.º 01, de 19 de julho de 2016: Art. 24: “II. A vazão adotada como referência para a outorga do direito de uso das águas superficiais é a vazão com garantia de permanência num certo período de tempo em que 95% (noventa e cinco por cento) do volume da mesma for igual ou superior à vazão solicitada, levando em consideração a bacia de contribuição no ponto de captação”.

Quadro 3 – Resumo de apresentação das vazões

Parâmetro	Significado	Método de Estimativa	Aplicação
QMLT	Média de longo prazo	Média aritmética	Planejamento hídrico
Q _{7,10}	Mínimo de 7 dias, 10 anos	Log Pearson III	Resistência ambiental
Q _{90%}	Vazão de referência	Curva de permanência	Licenciamento ambiental
Q _{95%}	Vazão de referência	Curva de permanência	Outorga

Fonte: Autores, 2025.

Para a estimativa das vazões médias anuais, foram utilizados dados da Estação Fluviométrica nº 1498000, com base no período compreendido entre 2001 e 2013. Os anos de 2000 e 2014 foram excluídos da análise, em virtude da falta de dados, ou seja, estavam incompletos, o que poderia comprometer a representatividade estatística. Os resultados consolidados encontram-se apresentados na Tabela 32.

Tabela 32 – Vazões médias anuais da Estação nº 1498000, período 2001-2013.

Ano	Vazão Média (m ³ /s)	% de dados válidos
2001	0,95	100%
2002	1,02	100%
2003	0,94	100%
2004	0,96	100%
2005	1,32	100%
2006	1,06	100%
2007	0,98	100%
2008	1,71	100%
2009	1,64	100%
2010	1,44	100%
2011	1,50	100%
2012	1,55	100%
2013	2,03	100%

Fonte: Autores, 2025.

Dada a limitação da abrangência da série histórica, com menos de 20 anos de dados disponíveis, o presente estudo foi classificado como uma análise com base em série reduzida. Não foi possível identificar um posto fluviométrico doador compatível para aplicação dos métodos de ajuste climático, vazão específica ou vazão específica incremental.

A estimativa da Vazão Média de Longa Duração (Q_{MLT}) para o ponto de interesse, obtida com base nos dados disponíveis e nas limitações da série, resultou em 1,3154 m³/s.

Com base na aplicação de técnicas estatísticas, o intervalo de confiança de 90% da estimativa apresenta limite inferior de -24% e limite superior de +32%, evidenciando a magnitude da incerteza associada.

A área de drenagem associada ao ponto de captação é de 19,7 km², resultando em uma vazão específica de 66,77 L/s/km², valor calculado pela razão entre a vazão média estimada e a área contributiva da bacia.

Para a estimativa dos parâmetros hidrológicos Q_{7,10}, bem como das vazões de permanência Q_{95%} e Q_{90%}, foi empregado o Sistema Computacional para Análises Hidrológicas – SisCAH 1.0. Esse software foi desenvolvido pelo Grupo de Pesquisa em Recursos Hídricos (GPRH) da Universidade Federal de Viçosa (UFV) e está disponível para acesso público por meio do endereço eletrônico: www.ufv.br/dea/gprh. Em sequência, foi realizada a análise estatística da série de vazões mínimas de sete dias (Q₇), conforme apresentado na Tabela 33. O sistema procedeu ao ajuste das distribuições de probabilidade disponíveis à série de dados, considerando os seguintes modelos estatísticos: Weibull, Pearson Tipo III, Log-Pearson Tipo III, Log Normal de dois parâmetros e Lognormal de três parâmetros.

Tabela 33 – Resultado da análise estatística para o cálculo da Q₇

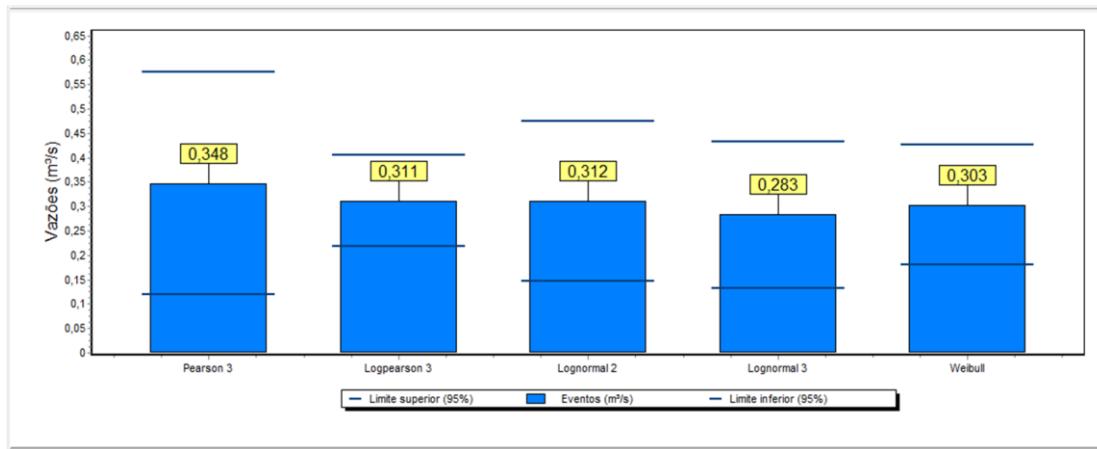
Parâmetros Estatísticos	Distribuição				
	Weibull	Pearson 3	Log Pearson 3	Lognormal 2	Lognormal 3
Interv. Conf. Sup. (95%)	0,4257	0,5756	0,4050	0,4756	0,4337
Q_{7,10} (m³/s)	0,3029	0,3475	0,3115	0,3117	0,2834
Interv. Conf. Inf. (95%)	0,1802	0,1195	0,2180	0,1479	0,1331
Erro padrão	0,0626	0,1163	0,0477	0,0836	0,0767
Alfa	1,5358	0,2736	-0,0675		
Beta	0,6522	1,0681	45,5289		
Gama	0,1980	0,3147	2,4765		
Média	0,6069	0,6069	-0,5988	0,6069	0,6069
Variância	0,0738	0,0800	0,2077	0,0800	0,0800
Assimetria	1,0305	1,9352	0,2964	0,9139	0,9139
Nº de eventos	13	13	13	13	13
Desvio padrão	0,2717	0,2828	0,4558	0,2828	0,2828
Período de retorno	10	10	10	10	10
Duração	7	7	7	7	7
A					7,89
Amplitude do Intervalo de confiança	0,2456	0,4561	0,1871	0,3277	0,3006

Parâmetros Estatísticos	Distribuição				
	Weibull	Pearson 3	Log Pearson	Lognormal	Lognormal 3
Erro	0	0	0	3	2

Fonte: Autores, 2025.

Conforme ilustrado na Figura 53, o modelo que demonstrou melhor desempenho estatístico para representação das vazões mínimas foi o Log-Pearson Tipo III, resultando na estimativa da vazão com duração de sete dias e período de retorno de 10 anos ($Q_{7,10}$) igual a $0,3115 \text{ m}^3/\text{s}$.

Figura 53 – Resultado gráfico dos modelos de distribuição



Fonte: Autores, 2025.

Para o cálculo das vazões de permanência, o software gerou automaticamente o gráfico da curva de permanência, além da análise de frequências associadas. Os resultados incluem os valores estimados para os parâmetros $Q_{90\%}$ e $Q_{95\%}$. A curva de permanência para obtenção das vazões foi calculada pelo método da série completa de dados, a qual utiliza todos os anos disponíveis na série de dados, que, segundo Cruz e Tucci (2008), possibilita a obtenção da curva de permanência empírica total. Essas frequências são acumuladas e assim, com a obtenção da curva de permanência, é extraído o valor da vazão com $Q_{90\%}$ e $Q_{95\%}$ de permanência. Na Tabela 34 estão apresentados os resultados dos valores das vazões $Q_{90\%}$ e $Q_{95\%}$. Enquanto a Figura 54 mostra a curva de permanência com indicação das vazões $Q_{90\%}$ e

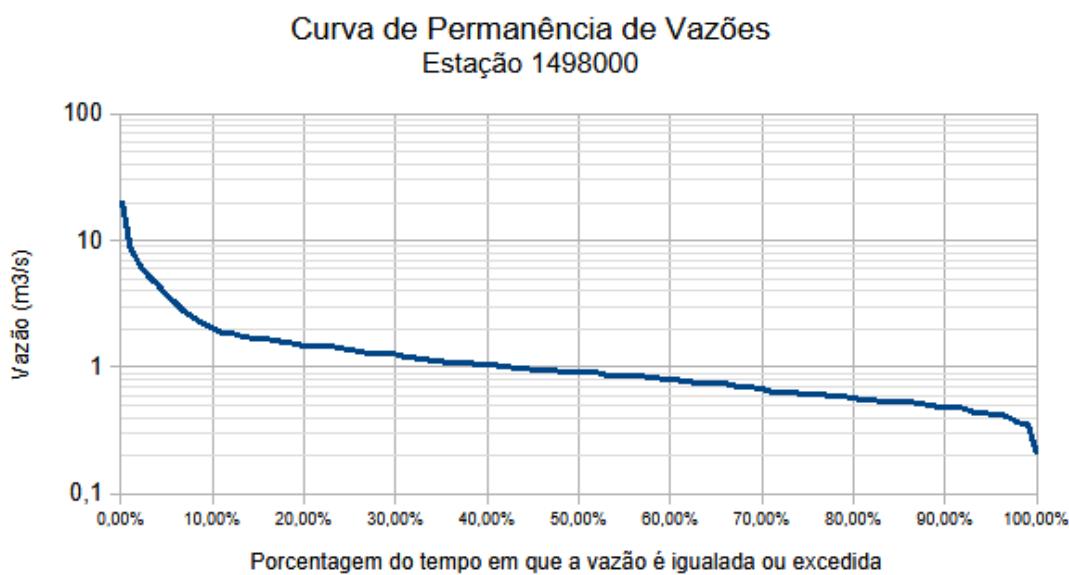
$Q_{95\%}$. Esses valores foram calculados com uma série considerada de pouco dados (série < 20 anos). Com o intervalo de confiança de 90%, a incerteza dessa estimativa no limite inferior é < 30% e no limite superior é <55%.

Tabela 34 – Resultado dos valores das vazões $Q_{90\%}$ e $Q_{95\%}$.

Permanência %	Vazão (m^3/s)
95	0,4236
90	0,4864
85	0,5365
80	0,5695
75	0,6213
70	0,6738
65	0,7473
60	0,8044
55	0,8633
50	0,9057

Fonte: Autores, 2025.

Figura 54 – Curva de permanência com indicação das vazões $Q_{90\%}$ e $Q_{95\%}$



Fonte: Autores, 2025.

1.10 SERVIÇO DE DRENAGEM URBANA

1.10.1 SISTEMA DE MICRODRENAGEM

O sistema de microdrenagem desempenha papel fundamental no gerenciamento das águas pluviais em áreas urbanas, atuando no escoamento superficial e conduzindo o fluxo até estruturas de macrodrenagem. Sua função principal é mitigar impactos causados por chuvas intensas, como alagamentos, erosões e comprometimento da infraestrutura urbana. A eficiência desse sistema depende da integração adequada entre seus componentes, que incluem desde superfícies pavimentadas até estruturas subterrâneas.

1.10.1.1 Pavimentação

A pavimentação viária deve ser projetada com declividade adequada, de modo a favorecer o escoamento superficial das águas pluviais até as estruturas coletores. Dessa forma a eficiência do sistema de drenagem pluvial urbana está diretamente vinculada às características dos revestimentos viários, uma vez que estes influenciam o escoamento superficial, a permeabilidade do solo e o tempo de concentração das águas pluviais.

Em Manaus, os materiais utilizados na pavimentação refletem não apenas aspectos econômicos e logísticos regionais, como também impactam a capacidade de resposta da infraestrutura urbana frente aos eventos hidrológicos intensos. Complementarmente os revestimentos viários predominantes refletem as condições geotécnicas locais, a disponibilidade de materiais e os desafios climáticos da região amazônica.

Dessa forma, na cidade de Manaus, o revestimento das vias urbanas permanece predominantemente constituído por Concreto Asfáltico Usinado a Quente (CAUQ), conforme levantamento realizado por Pinto Filho (2013) e Simas *et al.* (2013). Em virtude da escassez de jazidas locais de agregados pétreos, com exceção do seixo rolado proveniente dos cursos fluviais, as ações

de reabilitação asfáltica são executadas, majoritariamente, com a utilização de mistura areia-asfalto. Essa alternativa se justifica pela expressiva oferta de areia lavada, extraída das margens dos rios e de depósitos situados em áreas de terra firme (areais). Além disso, o revestimento tipo Areia Asfalto Usinada a Quente (AAUQ) é frequentemente adotado em intervenções de recapeamento, como solução técnica complementar (PINTO FILHO, 2013).

Adicionalmente, em conformidade com a Lei Municipal nº 746, de 22 de dezembro de 2003, encontra-se regulamentado o emprego de asfalto ecológico nos projetos de pavimentação urbana em Manaus. De acordo com o artigo 1º, parágrafo único da mencionada legislação, esse material é caracterizado por incorporar borracha reciclada proveniente de pneus inservíveis, o que contribui para o aprimoramento das práticas de engenharia sustentável e para a mitigação de impactos ambientais decorrentes da atividade viária.

Apesar das diretrizes estabelecidas para melhoria da infraestrutura urbana, as vias urbanas da cidade apresentam, historicamente, sinais de deterioração precoce, conforme apontado por D'Antona e Frota (2011). As autoras destacam diversas patologias recorrentes, entre as quais se sobressaem: afundamento plástico em trilhas de roda, deformações permanentes, escorregamento do revestimento superficial, depressões e trincas estruturais. Tais manifestações patológicas podem ser atribuídas, principalmente, às elevadas temperaturas registradas na região frequentemente superiores a 30 °C, que afetam o desempenho dos pavimentos, mesmo em áreas submetidas a intervenção. As imagens apresentadas na Figura 55, Figura 56 e Figura 57 mostram alguns desses problemas.

Figura 55 – Patologias no revestimento em vias urbanas de Manaus-AM



Fonte: OLIVEIRA *et al.*, 2024.

Figura 56 – Patologias no revestimento em via periférica de Manaus-AM



Fonte: GOOGLE EARTH, 2025.

Figura 57 – Problemas na drenagem urbana decorrentes das patologias no revestimento das vias



Fonte: G1 AM, 2025.

1.10.1.2 Meios-fios e Calçadas

Os meios-fios funcionam como elementos de contenção física, responsáveis por demarcar lateralmente o leito carroçável e direcionar o escoamento superficial das águas pluviais para as sarjetas. A fabricação e o assentamento dessas estruturas seguem especificações técnicas estabelecidas pela administração municipal e executadas por empresas locais especializadas em artefatos de concreto.

Em Manaus, os meios-fios são geralmente produzidos em concreto pré-moldado, com dimensões padronizadas por tipo: Urbano medindo 09×25×01 m para vias locais e calçadas e rodoviário medindo 0,12×0,30×1,00 m para Avenidas e vias de tráfego intenso, conforme as exigências normativas definidas pela prefeitura (INCAM, 2025). Geralmente, esse dispositivo recebe pintura a base de cal. Conforme a Cartilha Calçada Legal em entrada de garagem deve-se utilizar o meio fio deitado, projetando uma inclinação de rampa, com a largura da faixa de serviço adequada a calçada.

Apesar da recorrente implantação de meios-fios em várias vias da cidade, especialmente nas zonas Leste e Norte, ainda persistem problemas significativos associados a esse dispositivo. Tais questões extrapolam a dimensão estética urbana e revelam deficiências estruturais e de gestão que impactam diretamente a segurança viária, a mobilidade dos cidadãos e a qualidade de vida da população de Manaus.

Diversos registros na mídia destacam a ausência ou inadequação desse elemento nas vias públicas, contribuindo para o acúmulo de água e lama, dificultando o deslocamento dos moradores e ampliando os riscos de acidentes.

Conforme ilustrado na Figura 58, observa-se que, em determinados trechos, o meio-fio tornou-se praticamente imperceptível ou inexistente, devido a intervenções como recapeamento da pavimentação, construção de calçadas, rebaixamentos em entradas de garagens, entre outros fatores que eliminaram suas características físicas visíveis.

Figura 58 – Meios-fios nas vias de Manaus-AM



Fonte: GOOGLE EARTH, 2025.

Quanto às calçadas, estas devem possuir acabamento compatível com a drenagem urbana, evitando empoçamentos e garantindo acessibilidade. Essas estruturas são fundamentais para o funcionamento da microdrenagem urbana, contribuindo para o direcionamento adequado das águas pluviais e para a segurança dos usuários das vias.

A construção de calçadas no município de Manaus é regulamentada por dispositivos legais e normativos específicos, com destaque para a Lei Ordinária nº 673, de 04 de novembro de 2002, que institui o Código de Obras e Edificações

da cidade, e pela Cartilha “Calçada Legal”, elaborada pelo Instituto Municipal de Planejamento Urbano (IMPLURB).

O Código de Obras estabelece as diretrizes gerais para o planejamento, licenciamento, execução e manutenção das edificações, incluindo os passeios públicos, com foco na segurança, acessibilidade e salubridade dos espaços urbanos. Complementarmente, a Cartilha “Calçada Legal” apresenta orientações práticas sobre os padrões construtivos exigidos, os materiais recomendados, as dimensões mínimas, e os critérios de acessibilidade, visando garantir a circulação segura e contínua de pedestres, especialmente daqueles com mobilidade reduzida. Esses instrumentos normativos reforçam a responsabilidade dos proprietários de imóveis quanto à construção e conservação das calçadas, promovendo a integração entre infraestrutura urbana e mobilidade sustentável.

Conforme a Cartilha as dimensões da calçada devem obedecer ao Plano Diretor de Manaus (Lei 002/2014) e ao Código de Posturas do Município (Lei 005/2014). A inclinação da calçada do início do lote ao meio fio é de 3% no máximo. Sendo que as rampas de acessibilidade devem estar prioritariamente próximas às esquinas e em pontos estratégicos, obedecendo a inclinação de 8,33% em relação ao nível da rua (NBR 9050/2004). Em casos de rua inclinada, apesar da declividade, deve evitar a criação de degraus de uma residência a outra. A faixa livre deve obedecer ao desnível da rua, acompanhando o meio fio.

Mesmo existindo as normativas, em Manaus ainda predominam as calçadas em concreto, enquanto a adoção do modelo conhecido como “calçada verde” permanece limitada. Esse tipo de calçamento integra elementos naturais, como jardins, gramados e arborização, em substituição ao uso exclusivo de materiais impermeáveis. A proposta central dessa solução é ampliar a permeabilidade do solo, favorecendo a absorção da água da chuva, o que contribui para a mitigação de alagamentos e a melhoria da qualidade do ar e do ambiente urbano.

Outro aspecto relevante diz respeito à ausência de calçadas equipadas com guias táteis destinadas às pessoas com deficiência visual, evidenciando a falta de acessibilidade no espaço urbano. Soma-se a esse problema a intensa prática de ocupação irregular das calçadas, muitas vezes agravada por construções inadequadas.

O mosaico de imagens apresentado na Figura 59 evidencia a condição das calçadas em diferentes trechos da cidade, revelando variações significativas no estado de conservação, acessibilidade e conformidade com as normas urbanas.

Figura 59 – Calçadas de Manaus-AM





Fonte: Google Earth, 2025.

1.10.1.3 Sarjetas

As sarjetas constituem elementos lineares do sistema viário, cuja função é coletar e conduzir o escoamento superficial das águas pluviais ao longo das vias, direcionando-o de maneira eficiente aos dispositivos de captação, como as bocas-de-lobo. Embora o Código de Obras e Edificações do Município de Manaus (Lei Ordinária nº 673/2002) não apresente regulamentação específica voltada exclusivamente às sarjetas, o instrumento normativo estabelece diretrizes gerais para a infraestrutura urbana, abrangendo componentes do sistema de microdrenagem, incluindo meios-fios, calçadas e demais dispositivos destinados ao escoamento e controle das águas pluviais. As imagens ilustradas na Figura 60 e Figura 61 evidenciam que o referido dispositivo não pode mais ser identificado em algumas vias, em razão das intervenções de recapeamento realizadas na plataforma viária, construções de calçadas, rebaixamento em porta de garagem e presença de resíduos sólidos.

Figura 60 – Sarjetas de Manaus-AM



Fonte: GOOGLE EARTH, 2025.

Figura 61 – Sarjetas de Manaus-AM



Fonte: GOOGLE EARTH, 2025.

1.10.1.4 Bocas de lobo

As bocas de lobo são dispositivos de infraestrutura urbana destinados à captação inicial das águas pluviais, sendo geralmente instalados nas margens das vias públicas e interligados à rede subterrânea de drenagem. No município de Manaus, foram identificadas diversas tipologias desses elementos, tais como: simples, com grelha frontal, combinadas, tipo leão e múltiplas.

Entretanto, parte desses dispositivos apresenta não conformidades técnicas, incluindo falhas de projeto (mau dimensionamento ou localização inadequada), execução construtiva e deficiências na manutenção periódica, comprometendo sua eficiência hidráulica como alagamentos localizados; deterioração do pavimento urbano; risco à segurança viária e à saúde pública; comprometimento da durabilidade da rede de drenagem.

O conjunto dessas irregularidades pode ser observado no mosaico de imagens apresentadas na Figura 62, Figura 63 e Figura 64 que ilustram exemplos representativos dos problemas identificados no trecho da Avenida Rodrigo Otávio compreendido entre o INPA e o colégio Djalma Batista em frente a Universidade Federal do Amazonas.

Figura 62 – Condições das bocas de lobo na Avenida Rodrigo Otávio – INPA até colégio Djalma Batista





Fonte: GOOGLE EARTH PRO, 2025.

Figura 63 – Condições das bocas de lobo na Avenida Rodrigo Otávio – INPA até colégio Djalma Batista – Continuação





Fonte: GOOGLE EARTH PRO, 2025.

Figura 64 – Condições das bocas de lobo na Avenida Rodrigo Otávio – INPA até colégio Djalma Batista – Continuação



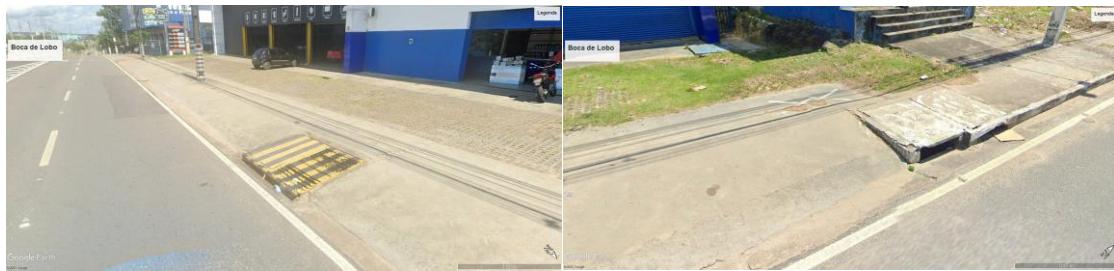


Fonte: GOOGLE EARTH PRO, 2025.

As imagens apresentadas na Figura 65 ilustram o estado funcional do dispositivo em diferentes regiões da cidade, evidenciando variações nas condições de localização, estruturais, operacionais e de manutenção.

Figura 65 – Estado funcional das bocas de lobo





Fonte: GOOGLE EARTH PRO, 2025.

1.10.1.5 Redes de Drenagem e Caixas de Ligação

As galerias pluviais integram o sistema de drenagem urbana e são constituídas por canalizações subterrâneas destinadas à coleta e condução das águas provenientes do escoamento superficial. A interceptação dessas águas é realizada por meio de dispositivos de captação, como bocas de lobo, que as direcionam ao longo da rede até os exutórios finais ou corpos receptores naturais, tais como rios e igarapés, elementos comuns na cidade de Manaus.

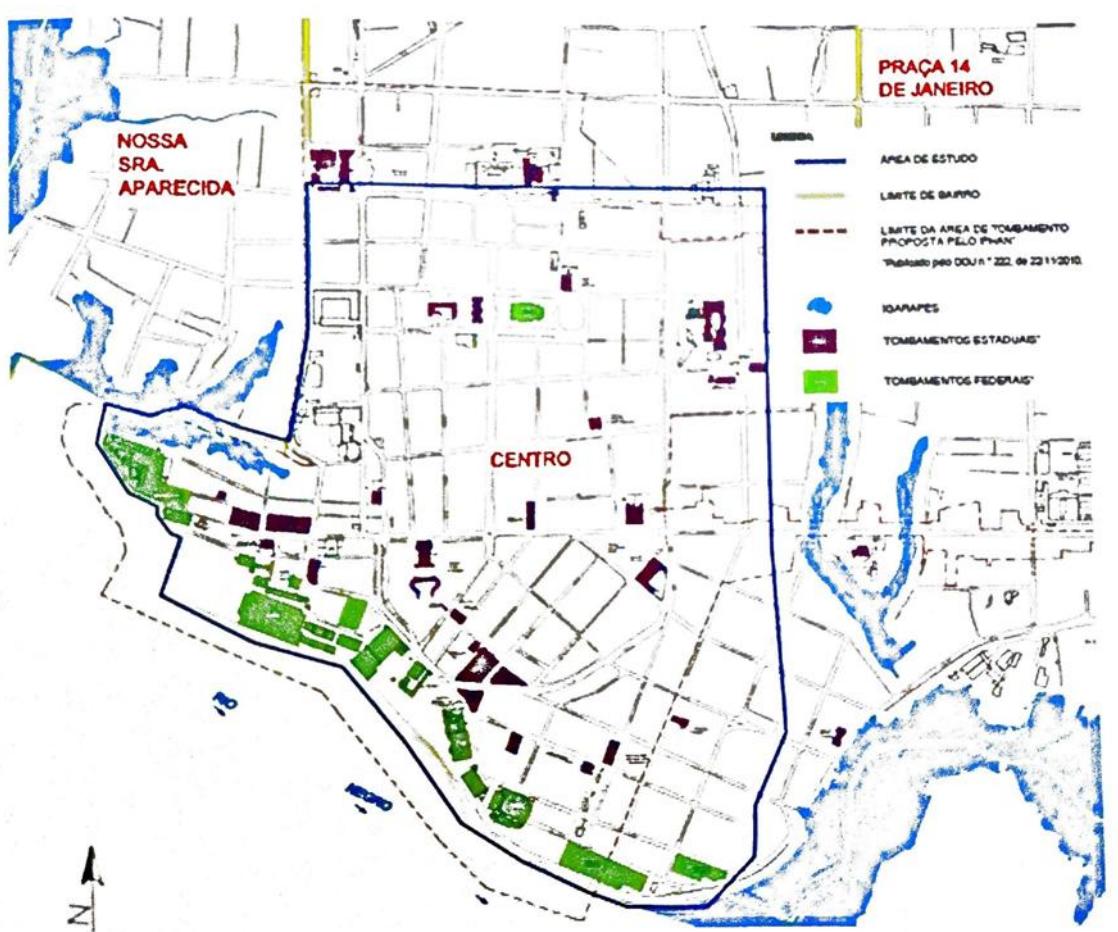
Grande parte da infraestrutura de drenagem pluvial da cidade de Manaus é composta por tubulações em concreto armado, sendo que em alguns trechos utilizam-se tubos corrugados de polietileno de alta densidade (PEAD), conforme critérios técnicos e condições locais de implantação.

A Secretaria Municipal de Infraestrutura (SEMINF) conta um cadastro da rede de drenagem pluvial de Manaus. Esse cadastro é formado por partes independentes, com muitas peças isoladas, que lamentavelmente não se comunicam para formar um sistema, e por isso não é possível avaliar quanto da rede tem informações e quanto não tem, mas sabe-se que existem muitas informações, e que no futuro podem ser organizadas e digitalmente processadas para gerar um Sistema de Informações Geográficas (SIG).

A rede de drenagem pluvial da região do centro de Manaus está muito bem documentada. O levantamento foi elaborado em 2013 e registra com precisão as redes e seus elementos. Isso se encontra na publicação “Relatório Final: Elaboração de estudos de concepção para gestão de água pluviais de parte do centro de Manaus”. A área desse levantamento, com 155 hectares, tem

como limites ao Norte a Rua Ramos Ferreira, ao sul com o Rio Negro, a Leste com a Av. Joaquim Nabuco e a Oeste com a Rua Bernardo Ramos / Av. 7 de Setembro / Rua Luiz Antony, como mostra a Figura 66.

Figura 66 – Rede de drenagem implantada no centro de Manaus



Fonte: LAGHI, 2013.

Para outras partes da área urbana, existem arquivos das obras projetadas e/ou executadas pela SEMINF. Esses documentos não estão sistematizados e parte deles estão em meio digital e parte não. A terceira parte do acervo são os projetos de drenagem elaborados por particulares e aprovados na SEMINF. Esse acervo contempla as seguintes informações:

1. Para Projetos de drenagem em geral:

- PROJETO COMPLETO DE DRENAGEM – Seguindo o Art. 20, do Código de Obras e Edificações do Município – Lei nº 003/2014; Lei nº 1.192/2007 – PRÓ-ÁGUAS; NBR 10.844/1989; Lei nº 12.526/2007 – Lei das Piscinhas; Lei nº 2154/2016 – Taxa de Permeabilidade e NBR 6.492/1994, ATA nº10/2007, ATA nº01/2018, entre outras.
- MEMORIAL DESCRIPTIVO: Cálculos com volume de águas produzidas nos espaços; cálculo para achar o diâmetro das redes principais e secundárias; soluções mitigadoras adotadas; fundamentações técnicas das coberturas, áreas verdes e pisos impermeáveis; descrição do lançamento final; literatura utilizada.
- LEVANTAMENTO PLANIALTIMÉTRICO: Mostra as curvas de nível do terreno e suas cotas. IMPLANTAÇÃO GERAL: Mostra as cotas de nível; tubulações (diâmetro, material, cota e inclinação); caixas de drenagens (numeração, tipo, medidas, cotas); cursos d'água existentes; e corpo receptor.
- PLANTA DE COBERTURA: mostra as áreas, cotas e águas; inclinação; tubo de queda; calhas, material, ralo.
- PLANTA DE SITUAÇÃO: Mostra o entorno e identifica o empreendimento sobre foto do google.
- PLANTA DE LOCAÇÃO: Mostra as edificações; logradouros ao entorno; e suas cotas.
- PLANTA DE DETALHES: Planta baixa e cortes da caixa de retenção, boca de lobo, PV, caixas, dissipador (identificando cotas, diâmetros e materiais).
- MAPA DE ÁREAS: Em formato A3 colorido mostrando Área de todos os telhados; Área Permeável; Área impermeável; e, Área Total (conforme Registro do Imóvel, projeto e ART/RRT) identificado em metro quadrado no desenho cada área.

2. Projetos de drenagem com área inferior a 500 metros quadrados:

- PROJETO COMPLETO DE DRENAGEM – Seguindo o Art. 20, do Código de Obras e Edificações do Município – Lei nº 003/2014; Lei nº 1.192/2007 – PRÓ-ÁGUAS; NBR 10.844/1989; Lei nº 2154/2016 – Taxa de Permeabilidade e NBR 6.492/1994, ATA nº10/2007, ATA nº01/2018, entre outras.
- MEMORIAL DESCRIPTIVO: Cálculos com volume de águas produzidas nos espaços; cálculo para achar o diâmetro das redes principais e secundárias; soluções mitigadoras adotadas; fundamentações técnicas das coberturas, áreas verdes e pisos impermeáveis; descrição do lançamento final; literatura utilizada.
- LEVANTAMENTO PLANIALTIMÉTRICO: Mostra as curvas de nível do terreno e suas cotas.
- IMPLANTAÇÃO GERAL: Mostra as cotas de nível; tubulações (diâmetro, material, cota e inclinação); caixas de drenagens (numeração, tipo, medidas, cotas); cursos d’água existentes; e corpo receptor.
- PLANTA DE COBERTURA: mostrando áreas, cotas e águas; inclinação; tubo de queda; calhas, material, ralo.
- PLANTA DE SITUAÇÃO: Mostra o entorno e identificando o empreendimento sobre foto do google.
- PLANTA DE LOCAÇÃO: Mostra as edificações; logradouros ao entorno; e suas cotas.
- PLANTA DE DETALHES: Planta baixa e cortes da boca de lobo, PV, caixas, dissipador (identificando cotas, diâmetros e materiais).
- MAPA DE ÁREAS: Em formato A3 colorido mostrando Área de todos os telhados; Área Permeável; Área impermeável; e, Área Total (conforme Registro do Imóvel, projeto e ART/RRT) identificado em metro quadrado no desenho cada área.

3. Projetos de drenagem anteriores a Lei nº. 1.192/2007:

- HABITE-SE: habite-se total emitido pelo IMPLURB informando a área e a data de emissão antes da data 31/12/2007, sem nenhuma alteração no projeto feita posterior a esta data.
- PLANTA DO IMPLURB: Planta de Implantação Geral aprovada pelo IMPLURB.
- PROJETO DE DRENAGEM: projeto de drenagem de águas pluviais conforme procedimentos para aprovação de projeto, isentando-se dos itens sobre a caixa de retenção;
- MEMORIAL DESCRIPTIVO: Cálculos com volume de águas produzidas nos espaços; cálculo para achar o diâmetro das redes principais e secundárias; soluções mitigadoras adotadas; fundamentações técnicas das coberturas, áreas verdes e pisos impermeáveis; descrição do lançamento final; literatura utilizada.

4. Projetos que envolvem obras de drenagem em via pública:

- PROJETO DE DRENAGEM: planta de Implantação Geral do projeto de drenagem de águas pluviais aprovado mostrando o trecho de interligação.
- LEVANTAMENTO PLANIMÉTRICO: Contendo as informações da drenagem e da interligação.
- MEMORIAL DESCRIPTIVO: Descrevendo as informações da interligação a ser liberada, de cálculo, dimensões e materiais do projeto de drenagem.

5. Projeto de Caixa Separadora de Água e Óleo

- PROJETO DE DRENAGEM: projeto de drenagem de águas pluviais (prancha de Implantação Geral), contendo a caixa separadora de água e óleo e documentações pertinentes;
- MEMORIAL DESCRIPTIVO: Descrevendo as informações de cálculo, dimensões, material e procedimento realizado pela caixa separadora de água e óleo.

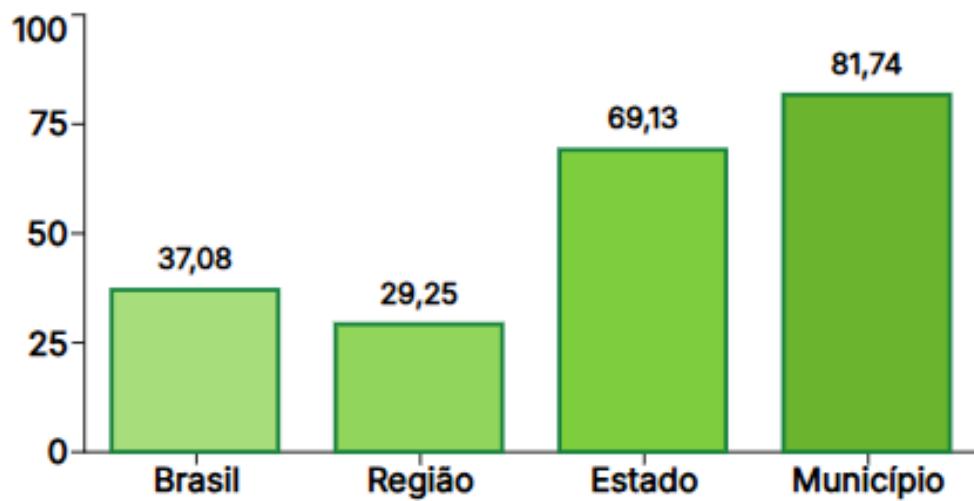
6. Projetos com lançamento de efluentes de ETE:

- PRANCHAS DA ÁGUAS DE MANAUS: Contendo aprovação do projeto e pranchas carimbadas (caso já exista um projeto aprovado), referente somente a ETE.
- PROJETO DE DRENAGEM APROVADO: Para que seja incluso a ETE no referido projeto já aprovado.
- PROJETO DA ETE: Mostra os cortes e detalhes da rede de ETE, mostrando a implantação de um PV após a caixa de retenção, suas respectivas ligações.

A reunião desse grande conjunto de informações em um SIG é algo muito desejável, mas ainda não existente e nem está nos georreferenciamento de curto e médio prazo da SEMINF.

De acordo com os dados mais recentes do SINISA, com ano de referência 2023, Manaus apresenta avanços significativos na infraestrutura de drenagem urbana, como pode ser visualizado na Figura 67.

Figura 67 – Vias urbanas com rede de drenagem



Fonte: SINISA, 2024.

As caixas de ligação são elementos fundamentais no sistema de drenagem urbana, atuando como pontos de conexão hidráulica entre os dispositivos de captação superficial, como as bocas de lobo e as galerias pluviais. Além de viabilizar o direcionamento adequado do fluxo de águas pluviais, essas estruturas permitem o acesso à rede subterrânea, facilitando atividades de inspeção e manutenção.

Entretanto, devido à sua implantação em subsuperfície e ausência de elementos visíveis na superfície, torna-se inviável verificar sua presença por observação direta no contexto da malha de drenagem da cidade de Manaus. Adicionalmente, o órgão gestor responsável não forneceu informações técnicas que comprovem a existência ou distribuição dessas estruturas no sistema pluvial municipal, o que limita o diagnóstico preciso da infraestrutura existente.

1.10.1.6 Exutório para a macrodrenagem

O exutório no contexto da macrodrenagem corresponde ao ponto terminal ou estrutura de descarga da rede de drenagem pluvial, onde o volume acumulado de águas pluviais é lançado em corpos receptores naturais ou artificiais. Na cidade de Manaus, esses exutórios normalmente se conectam a rios, igarapés e canais de retenção, considerando a expressiva rede hidrográfica local.

Na engenharia hidráulica, os exutórios devem ser projetados para assegurar eficiência no escoamento, evitar erosões no entorno e garantir compatibilidade com o regime hidrológico do corpo receptor. Eles podem incluir obras complementares como dissipadores de energia, estruturas de controle de vazão e barreiras de contenção de sedimentos, em conformidade com as diretrizes da NBR 12218 (ABNT, 2017).

Sendo os exutórios de drenagem pluvial, responsáveis por escoar a água da chuva para os corpos hídricos, tornam-se pontos críticos em períodos de intensa precipitação. Com o crescimento urbano acelerado e o elevado índice

pluviométrico, a cidade de Manaus enfrenta dificuldades para drenar adequadamente o volume de água, especialmente em áreas próximas aos rios e igarapés.

A localização de muitos desses exutórios em zonas suscetíveis a inundações, como margens dos igarapés, contribui significativamente para a recorrência de alagamentos, sobretudo quando há saturação da rede de drenagem.

O referido dispositivo encontra-se instalado em diversos pontos da malha urbana, apresentando diferentes estados de conservação. Em alguns locais, observa-se deterioração estrutural e funcional, enquanto em outros permanece em condições adequadas de operação. Essa variação pode ser constatada por meio da Figura 68, Figura 69, Figura 70, Figura 71 e Figura 72 que ilustram os distintos níveis de preservação observados ao longo da cidade.

Figura 68 – Exutórios na comunidade Santa Marta no bairro Rio Piorini na zona Norte



Fonte: PORTAL DO HOLANDA, 2025.

Figura 69 – Recuperação e instalação de tubulação do exutório



Fonte: AMAZONAS.COM, 2025.

Figura 70 – Instalação de exutórios



Fonte: FATO AMAZÔNICO, 2025.

Figura 71 – Exutórios instalados às margens dos cursos d’água



Fonte: GOOGLE EARTH PRO, 2025.

Figura 72 – Exutórios instalados às margens dos cursos d’água – Continuação



Fonte: GOOGLE EARTH PRO, 2025.

1.10.1.7 Sistema de Operação e Manutenção da Rede de Drenagem

O sistema de operação e manutenção da rede de microdrenagem urbana abrange rotinas padronizadas de inspeção, limpeza preventiva e monitoramento das estruturas hidráulicas, com vistas à preservação da capacidade funcional do sistema e à mitigação de obstruções, extravasamentos e falhas operacionais.

Essas atividades são intensificadas na cidade nos períodos de maior pluviosidade, característicos do regime climático da região, porém não são implementadas de forma homogênea em todas as áreas do município. As

imagens apresentadas nos itens anteriores evidenciam essa limitação, demonstrando que, embora haja atuação do poder público, a cobertura das ações não é efetiva nem sistemática, o que contribui para a reincidência de problemas como acúmulo de resíduos, alagamentos e degradação das estruturas de drenagem. As imagens da Figura 73 ilustram serviços de manutenção realizados pela SEMINF.

Figura 73 – Manutenção de meio-fio, sarjeta e vias públicas de Manaus-AM



Fonte: PREFEITURA DE MANAUS, 2025.

1.10.2 SISTEMA DE MACRODRENAGEM

1.10.2.1 Bacias e Sub-bacias Hidrográficas

No capítulo 2.2.7 Diagnóstico Socioambiental deste Plano Municipal de Saneamento Básico, se encontra uma proposta para Manaus que consiste na delimitação de bacias e microbacias hidrográficas a partir de igarapés de

relevância histórica e ecológica para a cidade. São propostas para Manaus 24 Bacias Hidrográficas Urbanas, que constam do Quadro 3 do referido Diagnóstico Socioambiental.

No entanto, para o saneamento e mais especificamente para o sistema de macrodrenagem, o planejamento precisa ampliar essa visão introduzindo outros conceitos, sendo o principal deles o conceito de região hidrográfica. A região hidrográfica é entendida como o espaço de uma ou mais bacias hidrográficas adjacentes que apresentam semelhanças em suas características. O planejamento que considera o conceito de região hidrográfica permite uma gestão mais eficaz dos recursos hídricos. Da mesma forma, a ANA (2025), conceitua as regiões hidrográficas como bacias, grupo de bacias ou sub-bacias hidrográficas próximas, com características naturais, sociais e econômicas similares. Esse critério de divisão das regiões visa orientar o planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos em todo o país.

Desse modo, em Manaus, principalmente vislumbrando as inundações, o planejamento deve considerar cinco regiões hidrográficas, que são:

- Região Hidrográfica 1 – Bacia do Igarapé de Educandos.
- Região Hidrográfica II – Bacia do Igarapé São Raimundo.
- Região Hidrográfica III – Bacia do Rio Tarumã-Açu.
- Região Hidrográfica IV – Bacia do Rio Puraquequara.
- Região Hidrográfica V – Orla do Rio Negro.

A Região Hidrográfica do Igarapé de Educandos com as seguintes sub-bacias:

- Igarapé do Quarenta
- Igarapé de Manaus
- Igarapé Bittencourt
- Igarapé Mestre Chico
- Igarapé da Cachoeirinha

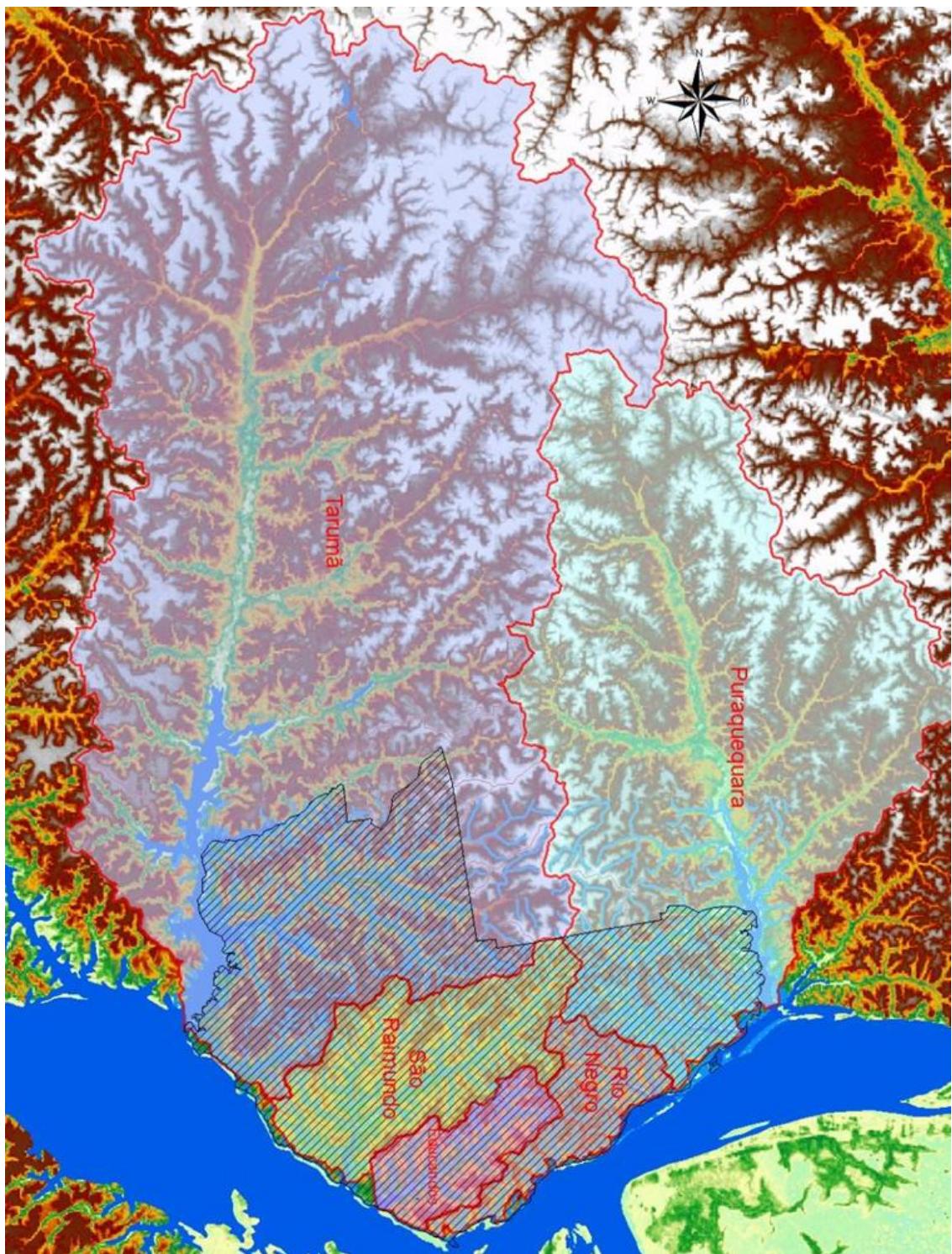
- Igarapé da Freira
- Igarapé das Nações
- Igarapé da Raiz e Petrópolis
- Igarapé do Cajual
- Igarapé do Moro da Liberdade
- Igarapé da Betânia
- Igarapés do Centro da cidade
- Igarapé da Vovó
- Igarapé de Educandos

Por sua vez, as sub-bacias da Região hidrográfica da Bacia de São Raimundo, são:

- Igarapé Mindu
- Igarapé dos Franceses
- Igarapé do Bindá
- Igarapé Sapolândia
- Igarapé do Franco
- Igarapé Cachoeira Grande
- Igarapé São Raimundo

Ocorre que essa divisão, de forma muito semelhante se encontrada no PDDU 2015, no tomo II, páginas 206 e 207, que diz: “Independentemente de sua origem na impermeabilização, na área urbana de Manaus, as enchentes urbanas também são influenciadas fortemente pela hidrografia regional do rio Negro, do igarapé Tarumã-Açú e do rio Puraquequara. Para fins de análise, as bacias de Manaus se agrupam em cinco grandes sistemas integrantes da bacia do rio Negro, a saber: Educandos, São Raimundo, Tarumã, Puraquequara e Rio Negro, totalizando aproximadamente 412,2 km² de superfície e 70 km de igarapés” (PDDU, 2015). A Figura 74 mostra os principais sistemas de drenagem na área urbana de Manaus.

Figura 74 – Principais sistemas de drenagem de Manaus



Areas de contribuição de cada bacia dentro do limite urbano, valores aproximados

Tarumã	169,3 km ²	Puraquequara	39,6 km ²
Rio Negro	43,9 km ²	Educandos	44,6 km ²
São Raimundo	114,8		

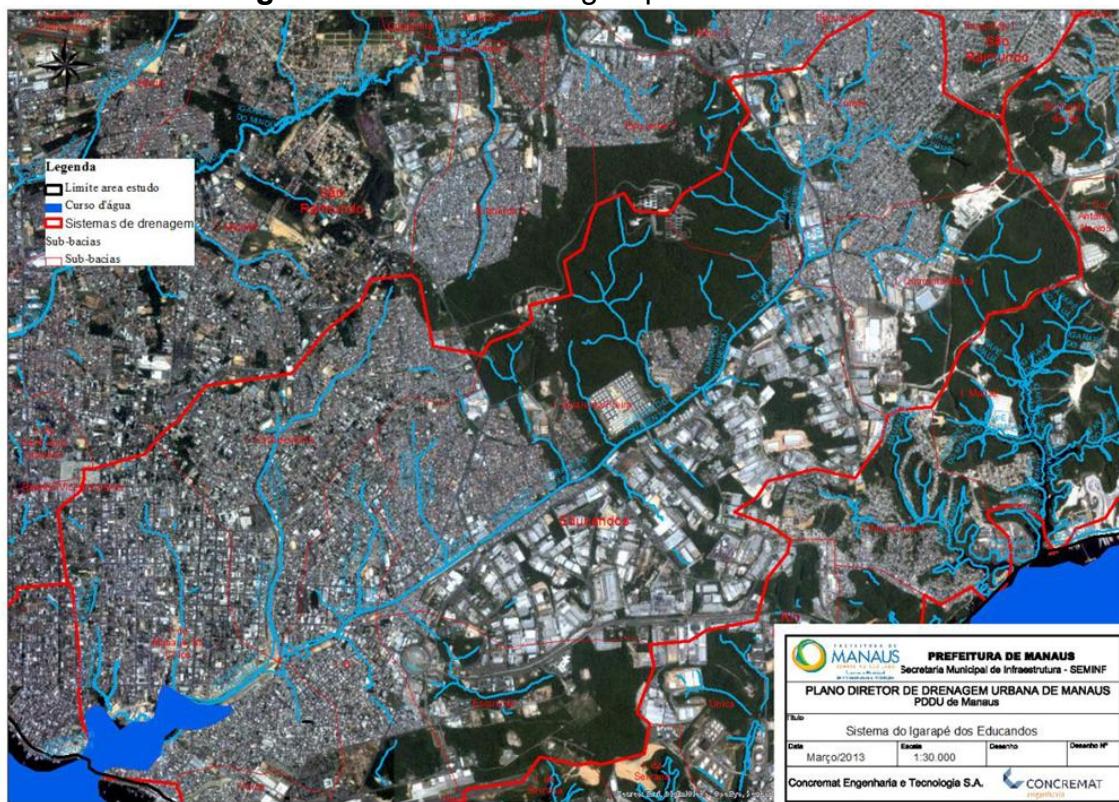
Fonte: Adaptado do PDDU, 2015.

Ainda resgatando o PDDU 2015, a seguir, nos próximos parágrafos são apresentadas diversas informações importantes, que embora tenham sido levantadas em 2015, são válidas para 2025.

Bacia Hidrográfica do Igarapé do Educandos:

A bacia hidrográfica do Igarapé do Educandos, localizada na porção sudeste da cidade, engloba parte do centro da cidade e os bairros Praça 14 de Janeiro, Cachoeirinha, São Francisco, Petrópolis, Raiz, Adrianópolis, Japiim, Coroados, Educandos, Colônia Oliveira Machado, Santa Luzia, Morro da Liberdade, São Lázaro, Betânia, Crespo, Armando Mendes, Zumbi dos Palmares e cerca de 80% do Distrito Industrial de Manaus, abrangendo uma área aproximada de 44,6 km², tendo como principal formador o igarapé do Quarenta (Figura 75).

Figura 75 – Sistema do igarapé do Educandos.



Fonte: PDDU, 2015.

A área da bacia é entrecortada por uma vasta rede de drenagem. Os canais dos principais igarapés, como o do Quarenta, Mestre Chico, Bittencourt, Manaus e Cachoeirinha drenam para o rio Negro com a direção predominante N-NE. Pequenas bacias de drenagem, como as dos igarapés da Serraria, do Raimundinho e Mauazinho, de direção preferencial NW, complementam o quadro hidrográfico local.

Igarapé do Quarenta

O Igarapé do Quarenta é o principal tributário da bacia do Educandos e suas nascentes estão localizadas nos bairros Armando Mendes e Zumbi dos Palmares, na Zona Leste da cidade. Percorre áreas urbanas ocupadas, como o Distrito Industrial da SUFRAMA e os bairros do Coroado e Japiim.

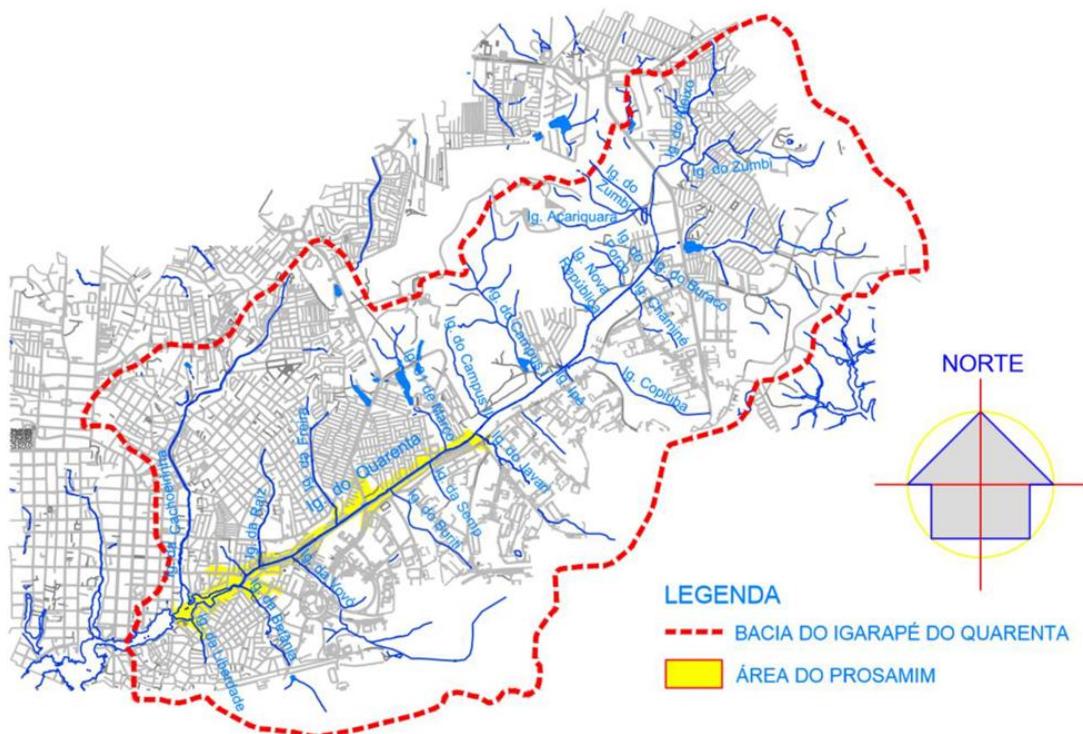
Os processos erosivos atuantes nos igarapés vêm definindo as formas dos leitos maiores e menores desses cursos d'água. O leito maior é resultante da erosão provocada pelo transbordamento dos igarapés e o leito menor é o de escoamento quando o regime hídrico dos igarapés retorna às vazões normais e se mantém dentro das seções atuais de drenagem. Os igarapés mostram, normalmente, nos seus baixos cursos, leitos amplos em relação à largura que possuem nas cabeceiras e médios cursos. Esse fato faz com que as águas do baixo curso fiquem praticamente paradas, tornando os vales próximos às margens alagados. O Igarapé do Quarenta tem o vale aberto de fundo chato ao longo de toda sua extensão.

Na cabeceira do Igarapé do Quarenta, as margens são limitadas por encostas com desníveis topográficos da ordem de 20 m, com gradientes baixos a médios. O leito é ocupado por várzea constituída por material areno-argiloso (fácies areno-argilosa da Formação Alter do Chão). O leito maior apresenta largura variando entre 180 e 250 m. O curso do Igarapé do Quarenta está condicionado a um alinhamento estrutural (fratura ou falha) de direção N45E. A vulnerabilidade é considerada moderada e estável.

No trecho intermediário entre a cabeceira e a foz, as margens são limitadas por encostas com desníveis entre 20 e 25 m de gradientes médios. O leito maior é ocupado por várzea constituída por fácies argilosa e arenosa da Formação Alter do Chão, com largura variando entre 150 e 250 m. O curso do igarapé está condicionado à mesma direção estrutural do trecho final, descrito anteriormente (N55-60E). O trecho final do Igarapé do Quarenta, tem as margens limitadas por encostas com desníveis topográficos da ordem de 20 m, com gradientes médios. O leito maior desse segmento é ocupado por várzea constituída por aluviões areno-siltosos, localmente argilosos, com largura variando entre 250 e 300 m. Nesse trecho, o curso do igarapé está condicionado a um alinhamento estrutural de direção N55-60E. A vulnerabilidade é considerada média estável.

Tem como principais afluentes os igarapés da Cachoeira, Raiz, Freira, Japiim, 31 de Março e Petrópolis pela margem direita e pela esquerda destacam-se Liberdade, Betânia, Vovó, Buriti, Javari, e Lagoa Verde. Estima-se uma extensão de canal do Igarapé do Quarenta por cerca de 13 km vencendo um desnível da ordem de 30 m desde seu divisor de águas até sua foz no Rio Negro (Figura 76). Como já mencionado, o Igarapé do Quarenta é formado pela contribuição de dois tributários principais. O primeiro deles tem algumas nascentes que minam suas águas em fontes encravadas no bairro de Zumbi dos Palmares. Esta área se encontra totalmente ocupada por população de baixa renda, instalada sem nenhum planejamento de serviços urbanos e é justamente um dos locais com maior incidência de enchentes na bacia.

Figura 76 – Igarapé do Quarenta e principais tributários



Fonte: PDDU, 2025.

O outro formador do Quarenta nasce em área de Proteção Ambiental sob a responsabilidade da Escola Agrotécnica Federal do Amazonas. A confluência dos dois formadores acontece pouco a montante do cruzamento do Igarapé do Quarenta com a Grande Circular (Avenida Autaz Mirim).

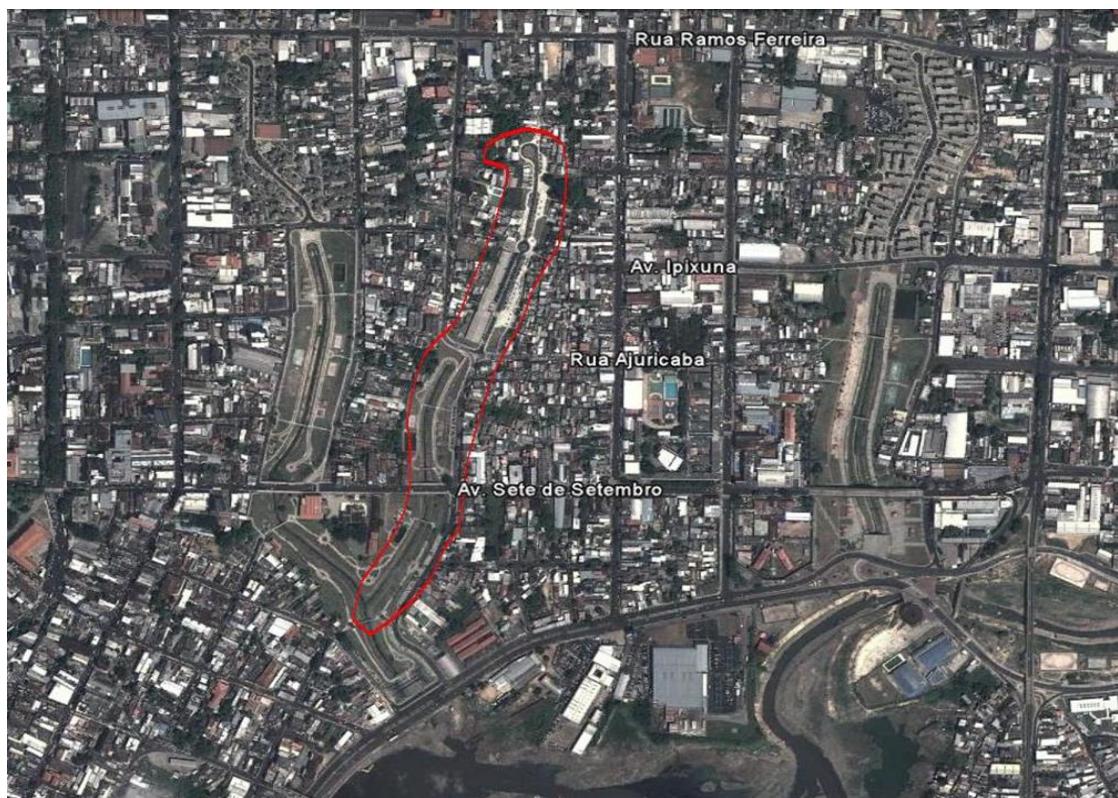
O trecho inicial que atravessa a APA da Escola Agrotécnica é o único trecho onde o córrego formador do Educandos mantém praticamente suas condições naturais em uma extensão de aproximadamente 1 km. Mesmo assim foi criado um pequeno lago com o barramento de seu curso a cerca de 600 m a jusante da linha de cumeada da bacia, onde está sendo projetado na área um parque para a preservação da cabeceira do Igarapé do Quarenta.

Como na maioria dos Igarapés de Manaus, os problemas de alagamentos da bacia ocorrem a montante das obras de transposição do Igarapé pela rede viária e são decorrentes, principalmente, da redução da seção hidráulica nos estrangulamentos dos talvegues naturais, pela urbanização desordenada e falta de manutenção dos talvegues naturais.

Igarapé Bittencourt

O igarapé Bittencourt tem suas nascentes entre a rua Ipixuna e a rua Ramos Ferreira, seguindo no sentido preferencial sul em direção ao igarapé do Manaus, onde desemboca (Figura 77). A extensão total do igarapé Bittencourt é de 870m com área de drenagem de 0,25km².

Figura 77 – Localização do Igarapé Bittencourt

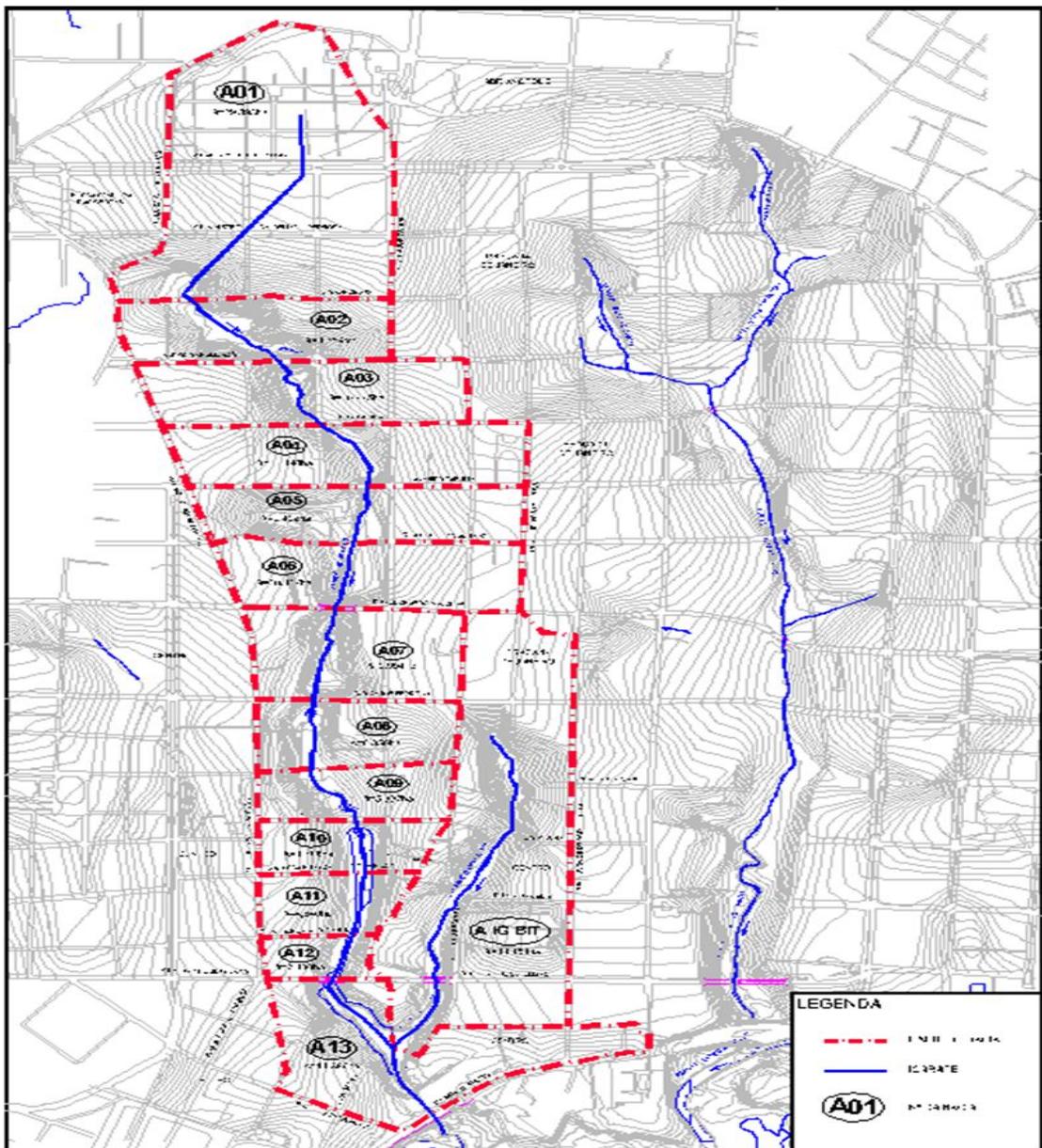


Fonte: PDDU, 2015.

Igarapé Manaus

O igarapé Manaus tem suas nascentes entre a rua Barcelos e a avenida Ayrão (Figura 78). A partir da rua Barcelos segue no sentido preferencial sul em direção ao igarapé do Educandos, onde desemboca, recebendo em seu curso o igarapé Bittencourt, a aproximadamente 200 m da foz. A extensão total do igarapé Manaus é de 2.300m, com área de drenagem de 1,25km².

Figura 78 – Planta esquemática de bacias do Igarapé Manaus

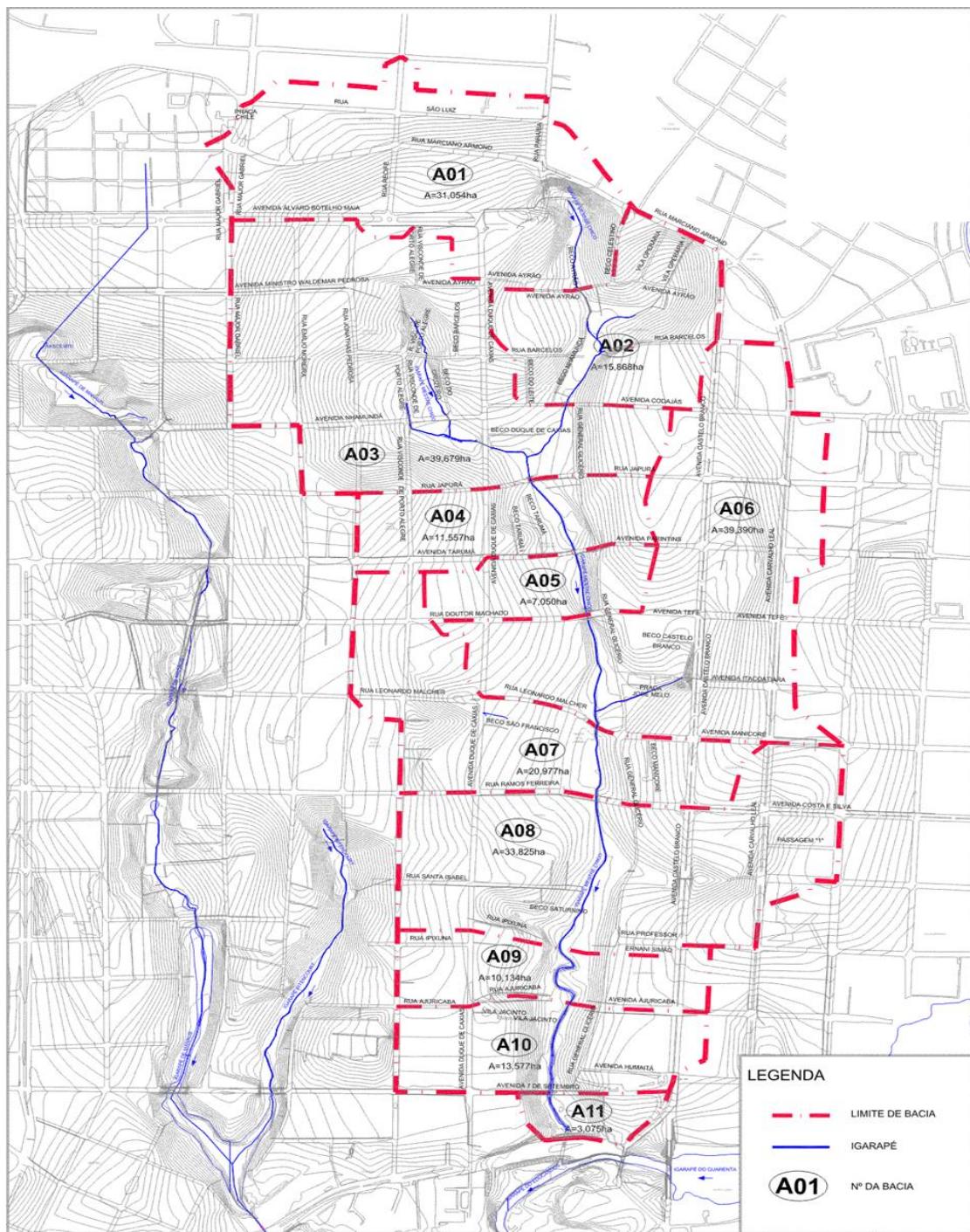


Fonte: PDDU, 2015.

Igarapé Mestre Chico.

O igarapé Mestre Chico tem suas nascentes próximas à Rua Marciano Armond seguindo no sentido preferencial sul em direção ao igarapé do Educandos, onde desemboca. A extensão total do igarapé Mestre Chico é de 2.430m com área de drenagem de 2,27km². A Figura 79 ilustra as sub-bacias do igarapé Mestre Chico.

Figura 79 – Planta esquemática de bacias do Igarapé Mestre Chico



Fonte: PDDU, 2015.

Igarapé Cachoeirinha

O igarapé da Cachoeirinha tem sua nascente no bairro Petrópolis, nas imediações do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), seguindo

inicialmente 2.500 metros no sentido nordeste e depois mais 2.200 metros para o sul, em direção ao igarapé do Quarenta, onde desemboca, abrangendo uma área de drenagem de 5,62km².

Igarapé da Freira

O igarapé da Freira se inicia nas proximidades do beco 1º de Maio, no bairro do Japiim, seguindo no sentido preferencial sul em direção ao seu desemboque no igarapé do Quarenta. A extensão total é de 1.550m com área de drenagem de 1,27km².

Igarapé das Nações

O igarapé das Nações é um pequeno fundo de vale, com área de drenagem de 0,4km² 500 metros de extensão, na sua totalidade passando por debaixo de edificações e desembocando no igarapé Quarenta, imediatamente a montante da ponte da avenida Costa e Silva.

Igarapé da Raiz também conhecido como Igarapé de Petrópolis

A bacia hidrográfica do igarapé da Raiz se inicia nas proximidades da Rua Benjamim Constant, no bairro Petrópolis e possui uma área de drenagem de 1,05km² sendo que em algumas publicações ela é também chamada de bacia do Igarapé de Petrópolis. Desde o seu início até a Rua João de Mendonça tem seu traçado assentado sob edificações.

Igarapé do Cajual

A bacia hidrográfica do igarapé do Cajual se inicia nas imediações da Vila Militar no Bairro Morro da Liberdade e possui área de drenagem de 0,32km². O igarapé se encontra canalizado com tubulação de 1200mm de diâmetro até a avenida São Pedro, quando se espalha e passava por intensa área de palafitas até o desemboque no igarapé Educandos.

Igarapé da Liberdade

A bacia hidrográfica do igarapé da Liberdade tem área de drenagem de 5,6km². O trecho canalizado do igarapé se estendia desde a rua São Vicente até a Avenida Adalberto Vale, em canal de gabião e rip-rap. A partir daí até o igarapé do Quarenta, onde desemboca, encontrava-se parcialmente em um rip-rap ladeado de edificações.

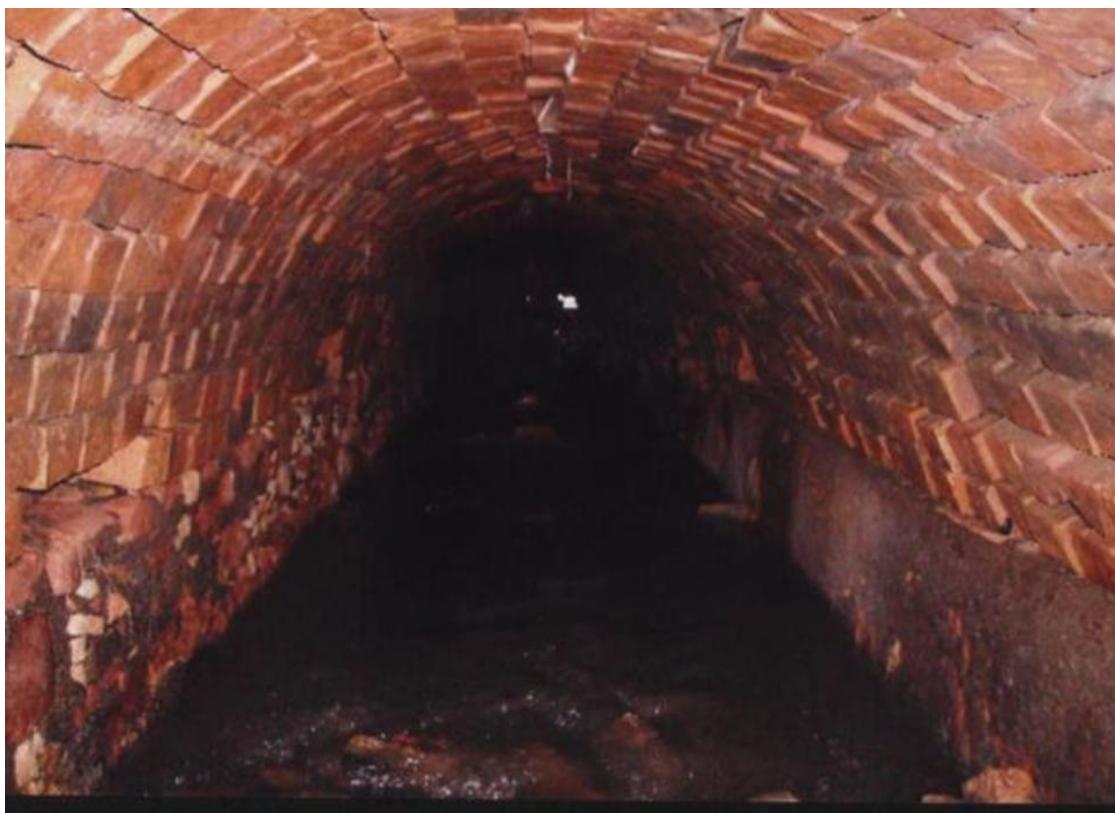
Igarapé da Betânia

A bacia hidrográfica do igarapé da Betânia, que engloba o trecho do igarapé Magalhães Barata, possui área de drenagem total de 1,67km². Esse igarapé foi canalizado através da construção de gabiões e rip-rap, desde a Rua 31 de Março até a sua foz.

Igarapés do Centro da Cidade

Os igarapés do Centro da Cidade foram canalizados pelos ingleses no final do século XIX e início do século XX e não há cadastro dos mesmos. De maneira geral foram construídos na forma de abóbadas em alvenaria e/ou pedras (Figura 80). Nesta área central existem poucos dispositivos de interceptação de fluxo (bocas de lobo e bocas de leão), razão de alagações em período chuvoso.

Figura 80 – Galerias no centro de Manaus construídas pelos ingleses



Fonte: PDDU, 2015.

Igarapé da Vovó

A bacia hidrográfica do Igarapé da Vovó possui uma extensão total de 1,7 km. Apesar de ter as nascentes relativamente bem preservadas, a partir da Av. Rodrigo Otávio e o igarapé da Vovó escoa entre becos e habitações até sua foz no Igarapé do Quarenta. As imagens na Figura 81 ilustram esses dois locais.

Figura 81 – Igarapé da Vovó no cruzamento da Av. Rodrigo Otávio e foz no igarapé do Quarenta, respectivamente



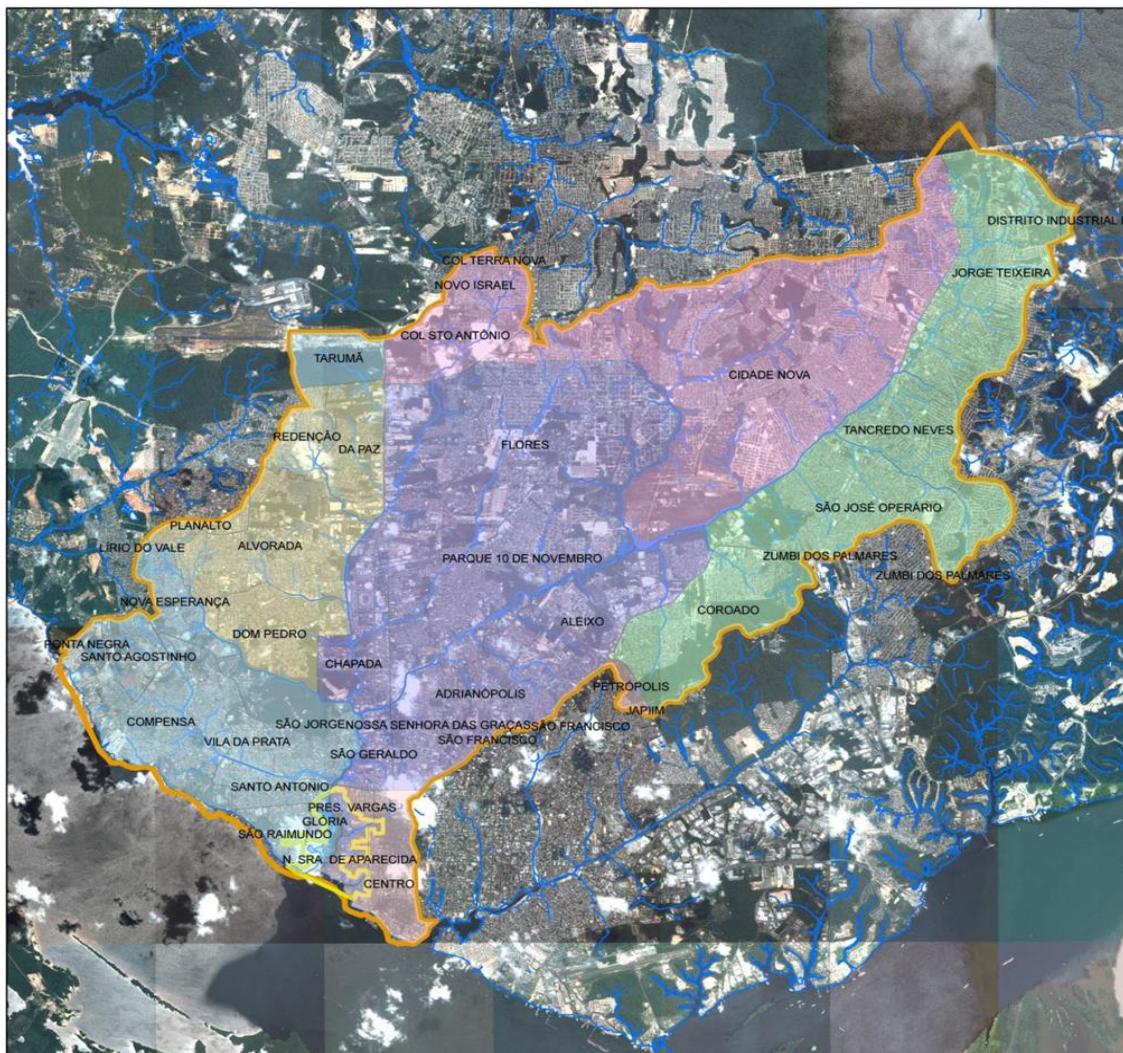
Fonte: PDDU, 2015.

Bacia Hidrográfica do São Raimundo

A bacia hidrográfica do igarapé do São Raimundo engloba os bairros (Figura 82) de: Adrianópolis (Centro Sul), Aleixo (Centro Sul), Alvorada (Centro Oeste), N. Sra. Aparecida (Sul), Centro, Chapada (Centro Sul), Cidade Nova (Norte), Colônia Santo Antônio (Norte), Compensa (Norte), Coroado (Leste), da Paz (Centro Oeste), Dom Pedro I (Centro Oeste), Gloria (Norte), Flores (Centro Sul), Jorge Teixeira (Leste), N. Sra. Das Graças (Centro Sul), Nova Esperança (Norte), Novo Israel (Norte), Parque 10 de Novembro (Centro Sul), Presidente Vargas (Sul), Redenção (Centro Oeste), Santo Agostinho (Norte), São Geraldo (Centro Sul), São Jorge (Norte), São José (Leste), São Raimundo (Norte), Tancredo Neves (Leste) e Vila da Prata (Norte).

Está totalmente inserida na área urbana de Manaus, percorrendo vários bairros (Figura 82). A área da bacia abrange uma área aproximada de 114,8 km² e é entrecortada por uma vasta rede de drenagem, sendo que os maiores tributários são os igarapés Mindu, Franceses, Cachoeira Grande, Hiléia, Bindá, Goiabinha, Aleixo e Franco (Figura 82) que se descrevem sucintamente a seguir.

Figura 82 – Bacia hidrográfica do Igarapé São Raimundo: bairros abrangidos



Fonte: PDDU, 2015.

Igarapé do Mindu

O Igarapé do Mindu é o principal igarapé urbano de Manaus. Ele nasce nas proximidades da Reserva Adolpho Ducke, no bairro Jorge Teixeira, corta toda a zona leste, passa pelas Avenidas Paraíba, Recife, Djalma Batista, Constantino Nery, junta-se ao Igarapé dos Franceses para formar o da Cachoeira Grande, para mais a frente juntar-se com o Igarapé do Franco formando o Igarapé São Raimundo e desaguando no Rio Negro. Da nascente à foz, cerca de 17 quilômetros.

À medida que cruza a cidade no sentido nordeste/sudoeste, recebe significativa carga poluidora por contribuição dos esgotos domésticos, lixos entre outros ao longo do caminho e delimitando inúmeros bairros, como Jorge Teixeira, Tancredo Neves, Cidade Nova, Aleixo, Parque 10 de Novembro, N. S. das Graças e S. Geraldo.

Face à sua grande extensão e área de abrangência, o Igarapé do Mindu apresenta, em seus diversos trechos, todos os problemas que os demais igarapés da cidade, ou seja: assoreamento, erosão, grande quantidade de resíduos sólidos, descargas de esgotos, trechos de alagação, construções nas margens e falta de manutenção.

Igarapé dos Franceses

Localizado na Zona Centro-Oeste, é um dos principais contribuintes da bacia junto com o Igarapé Mindu e o Igarapé Cachoeira Grande. Após um percurso de aproximadamente 9,7 km, desemboca na margem esquerda do igarapé Cachoeira Grande, recebendo no seu trajeto o Igarapé do Bindá.

Igarapé do Bindá

Nasce na Zona Norte e percorre os bairros de Cidade Nova, Parque Dez e União e deságua na margem esquerda do igarapé dos Franceses após um percurso de aproximadamente 8,2 km, onde se identificou uma predominância de ocupação residencial, contrastando entre residências de luxo e assentamentos urbanos precários que ocupam de forma desordenada às margens do igarapé e, em alguns casos, o próprio leito.

Igarapé Sapolândia

Nasce no bairro de Alvorada e percorre pelo bairro Dom Pedro na zona Centro-Oeste. Foi objeto de obras do Prosamim, em um trecho de 2.060m, onde foram construídos 1.000 metros de canal aberto revestido nas margens, em concreto e grama, além de 1.060 metros de canal do tipo “bolsacreto”.

Igarapé do Franco

Percorre pelos bairros Ponta Negra, Santo Agostinho, Compensa, Vila da Prata e Santo Antônio na Zona Oeste de Manaus, com descarga final no igarapé São Raimundo, após trajeto de 5,5 Km. Encontra-se totalmente canalizado no seu trecho final de 1.200m, em seção trapezoidal de concreto e grama, desde a avenida Kako Caminha até a avenida Brasil.

Igarapé da Cachoeira Grande

O Igarapé Cachoeira Grande é formado pela união do igarapé do Mindu e Igarapé dos Franceses, é divisor entre as Zonas Oeste e Centro Sul e deságua no igarapé São Raimundo e possui extensão total de 5,2km. Deságua por lá vários igarapés, sendo principais os dois citados acima e, outrora, todos serviam de balneários para os manauenses se refrescarem nas tardes quentes de verão amazônico.

Este igarapé não foge à realidade de Manaus, sendo encontrado lixo e esgoto em grandes quantidades. No entanto, a situação foi bem diferente no passado, quando foi inaugurado no local em 1888 a Barragem da Cachoeira Grande, uma represa de 105 metros de comprimento – a água era cristalina e potável (Figura 83).

Figura 83 – Represa da Cachoeira Grande em cartão postal do início do século passado



Fonte: PDDU, 2015.

A origem da represa remonta à necessidade de Manaus de contar com água para abastecimento em quantidade e qualidade. O rio Negro, em frente à cidade, nunca foi considerado uma boa fonte potável pelo cheiro forte e tonalidade escura cor de mel.

Procurou-se uma solução para abastecer de água nas nascentes dos igarapés de Manaus, Castelhana, Cachoeirinha e, por fim, foi escolhido o da Cachoeira Grande, por apresentar as seguintes características: estar próximo a Manaus três quilômetros, ter vazão na estação das chuvas de 80 milhões de litros de água e 8 milhões no tempo da estiagem, dissolver bem o sabão, cozer os legumes e não apresentar vestígios sensíveis de matérias orgânicas ou terrosas em dissolução.

Nesta sub-bacia, todas as galerias existentes recebem a vazão dos esgotos produzidos pela população local (ainda não beneficiada com rede

pública de coleta) e também significativo aporte de lixo, por vezes obstruindo totalmente a seção de escoamento, e em consequência, transbordamento na época de chuvas mais intensas. O lançamento de resíduos nos Igarapés e a ocupação de suas calhas com a construção de palafitas resultam em graves problemas nas condições de drenagem da área.

Nesta região a bacia do Igarapé de São Raimundo sofre forte influência dos níveis do Rio Negro. Este fenômeno natural que caracteriza o regime de cheias, sofre agravamento pelo acúmulo de dejetos lançados nos igarapés por moradores e transeuntes locais. Esta situação submete a população residente a eminentes riscos de desabamento; expõe-na às múltiplas doenças de veiculação hídrica e/ou transmissíveis por pragas urbanas; ao ataque por animais peçonhentos e às dificuldades de acesso aos serviços públicos essenciais (de saúde, segurança e defesa, limpeza, abastecimento).

Igarapé São Raimundo

É formado pela confluência dos igarapés Cachoeira Grande e Franco e após 1,9 km desemboca no rio Negro. Neste trecho, o rio alarga-se de tal forma que nos períodos de cheia do rio Negro forma um grande estuário com os consequentes problemas de alagação. Sua margem direita percorre os bairros Santo Antônio, Glória e São Raimundo e sua margem esquerda percorre os bairros de Presidente Vargas, Aparecida e Centro.

Bacia Hidrográfica do Rio Puraquequara

De acordo com Forte (2006) o rio Puraquequara (rio de águas pretas), situado a jusante da cidade de Manaus, é um dos tributários da margem esquerda do rio Amazonas (rio de águas brancas) e configura, na confluência, uma planície de acumulação aluvial de origem tectônica. Possui uma bacia hidrográfica de quase 40 km².

Regionalmente, quando um curso d'água tem a foz barrada por aluviões forma lagos de terra firme ou de barragem. Neste sentido, como o rio

Puraquequara tem a embocadura preenchida por sedimentos conhecidas como restingas arqueadas, antigos diques marginais, em grande parte provenientes do rio Amazonas, que desenvolve, no baixo curso, o Lago Puraquequara, caracterizado pela foz afogada.

Ainda de acordo com Fortes (2006) os estudos efetuados na foz do rio Puraquequara evidenciaram a inter-relação entre a estruturação neotectônica e a geomorfologia neste trecho do canal. A planície deposicional holocênica em forma de meia lua ocupa, aproximadamente, uma área de 8 km², e apresenta lagos alongados e arqueados, como os do Padre e Comprido.

Os padrões de drenagem são anelar-colinear, que se caracteriza por uma série de canais estreitos e semicirculares, convexos para o Lago Puraquequara, e paralelo-retilíneos separados do rio Amazonas por restingas, e que estão dispostos ao longo do mesmo.

Ressalta-se, que as definições destes padrões não se ajustam às configurações pré-estabelecidas na bibliografia, pois não ocorrem domos e/ou rios intermitentes, mas blocos rebaixados (lagos) separados por estreita faixa de família de falhas (restingas).

As direções principais (N65E e N20W) são constituídas de falhas predominantemente curvas, estreitas e muito longas – os cinturões argilosos da várzea ou bancos – que ocorrem sobre o substrato da Formação Alter do Chão (Cretáceo Superior). O relevo, com desníveis locais de até um metro de altura, apresenta topos convexo-fechados com vertentes muito baixas, que são proeminentes somente na vazante, e é suscetível a erosão e deposição fluvial e/ou lacustre, por estar sujeito às inundações sazonais do rio Amazonas.

A análise da bacia do Puraquequara se mistura com a história do bairro. Segundo o Portal da Amazônia (2014) é possível recuperar informações importantes. A comunidade de Puraquequara surgiu na primeira década do século XX, formada inicialmente por 23 famílias ribeirinhas que se instalaram nas margens do rio Amazonas, vindas das calhas dos rios Madeira, Purus e Juruá. A principal atividade dos moradores na época era a pesca, o corte de madeira e

a agricultura de subsistência. A primeira vila veio se formar inicialmente na margem do rio Amazonas, com o aumento de moradores, na maioria em busca de atividades alternativas de sobrevivência após o declínio do comércio da borracha, por volta de 1918.

Com o crescimento da comunidade, a atividade econômica principal passou a ser a produção de farinha de mandioca e carvão vegetal, além da pesca de subsistência. Os primeiros habitantes que chegaram ao local foram os das famílias Barroso e Matos.

O nome Puraquequara vem de um peixe chamado poraqué, também chamado de enguia-de-água-doce. Para se alimentar, o peixe dá pequenos choques elétricos nas árvores, e come os frutos que caem delas. Literalmente, Puraquequara significa Morada do Poraqué.

O leito do rio Amazonas passou a ser morada dos habitantes de Puraquequara durante as quatro décadas seguintes. A ligação com a cidade de Manaus era feita somente através de barco, onde os moradores iam para vender sua produção de carvão e farinha. No entanto, o local não era uma região muito segura para se habitar, devido às enchentes regulares do rio e o consequente fenômeno da terra-caída, que destruía as margens onde a vila estava assentada. Crianças foram levadas pela correnteza, e a situação se tornou insustentável na enchente de 1953, quando a alta das águas do Amazonas destruiu casas e arruinou boa parte da vila.

A partir daquele ano, as 50 famílias que habitavam a comunidade de Puraquequara foram obrigadas a se mudar da margem do rio Amazonas para uma terra segura, dentro do lago, distante cerca de um quilômetro da antiga vila. Lá, os moradores permanecem até hoje. As terras da várzea foram utilizadas somente para o plantio da mandioca, frutas e hortaliças.

O progresso de Puraquequara começa a se impulsionar a partir de 1968, com a chegada da irmã Gabriele, nascida da Bélgica e personalidade histórica da comunidade. Graças à missionária foi erguida na vila atual, no início da década de 1970, em regime de mutirão, o Centro Social Comunitário. O centro

já existia na região da várzea, mas sua localização mudou para a atual devido à enchente do ano de 1972.

O ambulatório médico, que fez os primeiros atendimentos à saúde dos moradores, também foi obra da irmã Gabriele, contribuindo muito para a melhoria da qualidade de vida dos moradores. Assim como a primeira igreja, batizada de igreja Maria Mãe dos Pobres. Antes da construção da igreja, as missas eram realizadas na sede do centro social, que guarda ainda hoje documentos históricos, como certidões de batismo e casamentos dos moradores da comunidade.

A irmã lutou por melhoria ao Puraquequara e foi a principal responsável pela abertura da estrada que liga ao restante da cidade. Na década 1990, a comunidade cresceu novamente, com a implantação pela prefeitura de um assentamento onde foram instaladas 300 novas famílias. As obras de pavimentação começaram em 28 de agosto de 1990 e foram concluídas no mesmo ano. A partir de então, a comunidade ganhou o reconhecimento de bairro e está registrada na Lei nº 671/2002 do Plano Diretor do Município, em seu artigo 44. Puraquequara também se elevou à categoria de Área de Preservação Ambiental, com lei específica contra a ação de desmatamento. Em reconhecimento ao esforço da religiosa e dos moradores, a prefeitura iniciou no dia 16 de setembro de 1996 o asfaltamento da estrada, que facilitou o acesso ao local e aumentou consideravelmente a população do bairro. No ano seguinte, em 1997, o bairro entra no processo de urbanização, com asfaltamento de várias ruas, entre elas as ruas São Sebastião, Santa Maria e da Paz.

De acordo com os resultados apresentados por da Silva Costa e outros (2013), bem como relatos da sua população, a bacia do Puraquequara é considerada de pouca tendência a enchentes urbanas, sendo os principais problemas registrados na região originários de enchentes ribeirinhas.

Bacia Hidrográfica do Rio Tarumã-Açu

A área da bacia hidrográfica do Tarumã-Açu está localizada nas zonas Norte e Oeste do Município de Manaus. O igarapé do Tarumã-Açu, que em seu trecho inferior corresponde ao limite ocidental da área urbana, apresenta diversos afluentes de sua margem esquerda nascendo na Reserva Ducke.

A descrição desta bacia aqui apresentada segue as informações contidas em Costa (2011). O principal curso d'água é o Rio Tarumã-Açu, que é um tributário pela margem esquerda do Rio Negro e possui uma área total de 133.756,40 hectares, o que corresponde a 16% da área territorial do município de Manaus. Além disso, esta bacia hidrográfica tem a peculiaridade de estar localizada totalmente dentro do território do município.

De acordo com Buhring (2010) a bacia hidrográfica do Rio Tarumã-Açu apresenta uma boa drenagem com a existência de várias sub-bacias. Os tributários do Rio Tarumã-Açu pela margem esquerda, localizados dentro da área urbana, são:

- Igarapé Leão: nasce ao norte da Reserva Ducke e seu percurso corresponde a um trecho do limite setentrional da Área de Transição, definida pelo novo perímetro urbano de Manaus;
- Igarapé do Mariano: tem algumas de suas nascentes localizadas dentro da Reserva Ducke e seu talvegue, entre a Reserva e sua embocadura, constitui o limite Norte da Área Urbana e do Bairro do Tarumã;
- Igarapé do Bolívia: nasce dentro da Reserva Ducke, cruza a Rodovia AM-10 e corta áreas em processo de ocupação na Zona Norte da cidade, assim como o Bairro do Tarumã;
- Igarapé do Tarumãzinho: integralmente localizado dentro do Bairro do Tarumã. Esta bacia é estratégica para o município de Manaus visto que atualmente faz parte do plano de resíduos sólidos, expansão do gasoduto, pólo industrial, turismo ecológico, abastecimento público de água e da nova fronteira habitacional. No entanto, estudos realizados pelos

pesquisadores Santana e Barroncas (2007), Buhring (2010) afirmam que parte dos afluentes do Rio Tarumã-Açu se encontram com algum tipo de contaminação, seja pelo chorume produzido no aterro sanitário da cidade que está localizado dentro dos limites da bacia, mais especificamente no Km 19 da Rodovia AM 010, seja pelo lixo doméstico produzido nos bairros do entorno e lançados nos igarapés.

Dentro desta bacia, o principal curso d'água dentro da cidade de Manaus é o Igarapé da Bolívia, que, por sua vez, tem como afluente o Igarapé do Passarinho. Nestas bacias está acontecendo um forte crescimento da cidade, inclusive com a implantação de diversos condomínios do programa Minha Casa Minha Vida, sem os cuidados com a não ampliação da cheia natural, o que está impactando significativamente nas margens dos igarapés, causando erosão e destruição em diversos locais.

Finalizada a incorporação das informações extraídas do PDDU, apresentam-se, de forma complementar, nas Tabela 35, Tabela 36 e Tabela 37, os dados relativos às características morfológicas e aos índices físicos das bacias hidrográficas definidas no âmbito do Diagnóstico Socioambiental.

Tabela 35 – Características Físicas e Morfométricas das Bacias (Parte 1)

Bacias	Perímetro (km)	Comprimento Axial (km)	L Axial (km)	Talvegue(km)
Água Branca	77,48	62,80	?	8,31
Orla Rio Negro I	3,57	10,27	?	0,95
Orla Rio Negro II	7,40	26,46	?	0,75
Solimões I	483	13,88	?	0,68
Solimões II	3,10	7,69	?	1,49
Bela Vista	29,22	42,31	?	11,99
Bolívia	180,25	109,21	?	20,88
Ceasa	1,48	5,56	?	0,78
Educandos sem Quarenta	44,66	51,56	?	11,99
Gigante	21,40	38,30	?	8,14
Ipiranga/Brasileirinho	41,30	36,70	?	8,07
João Paulo	10,07	14,65	?	4,80
Lago do Aleixo	25,42	33,16	?	9,69
Mariano	67,83	86,67	?	19,76
Mauá	5,66	9,58	?	1,78
Mauzinho	2,92	8,30	?	1,03

Bacias	Perímetro (km)	Comprimento Axial (km)	L Axial (km)	Talvegue(km)
Ponta Pelada	2,00	6,54	?	2,10
Puraquequara	415,71	140,22	?	31,48
Refinaria	3,38	2,50	?	2,50
Reserva	23,16	36,44	?	8,18
São Raimundo/Mindú	116,69	93,60	?	19,14
Siderama	1,47	5,96	?	1,21
Tarumã-Açu	1,098	225,93	?	43,24
Vila Buriti	2,10	7,01	?	1,59

Fonte: Diagnóstico Sócio Ambiental, 2025.

Tabela 36 – Características Físicas e Morfométricas das Bacias (Parte 2)

Bacias	Comprimento total dos cursos d'água (km)	Comprimento do curso d'água principal (km)	Declividade Terreno %	Uso e Ocupação do solo	Tipo de Solo
Água Branca	175,45	16,64	35,02	?	?
Orla Rio Negro I	4,87	1,05	33,30	?	?
Orla Rio Negro II	7,86	0,79	28,13	?	?
Solimões I	5,54	0,69	42,70	?	?
Solimões II	4,69	2,31	28,96	?	?
Bela Vista	44,16	10,67	24,48	?	?
Bolívia	246,68	22,94	32,98	?	?
Ceasa	2,80	0,89	36,80	?	?
Educandos sem Quarenta	63,57	13,01	24,48	?	?
Gigante	30,34	11,91	23,98	?	?
Ipiranga/Brasileirinho	95,55	9,83	30,52	?	?
João Paulo	16,61	5,32	27,43	?	?
Lago do Aleixo	34,81	8,22	31,45	?	?
Mariano	103,30	23,51	36,01	?	?
Mauá	12,51	1,91	34,65	?	?
Mauzinho	4,15	1,77	36,28	?	?
Ponta Pelada	5,48	2,19	34,21	?	?
Puraquequara	969,28	41,54	33,85	?	?
Refinaria	7,84	3,07	31,42	?	?
Reserva	31,96	8,90	27,25	?	?
São Raimundo/Mindú	161,91	21,69	25,71	?	?
Siderama	1,64	1,40	35,83	?	?
Tarumã-Açu	3,74	1,62	32,42	?	?
Vila Buriti	3,74	1,62	32,42	?	?

Fonte: Diagnóstico Sócio Ambiental, 2025.

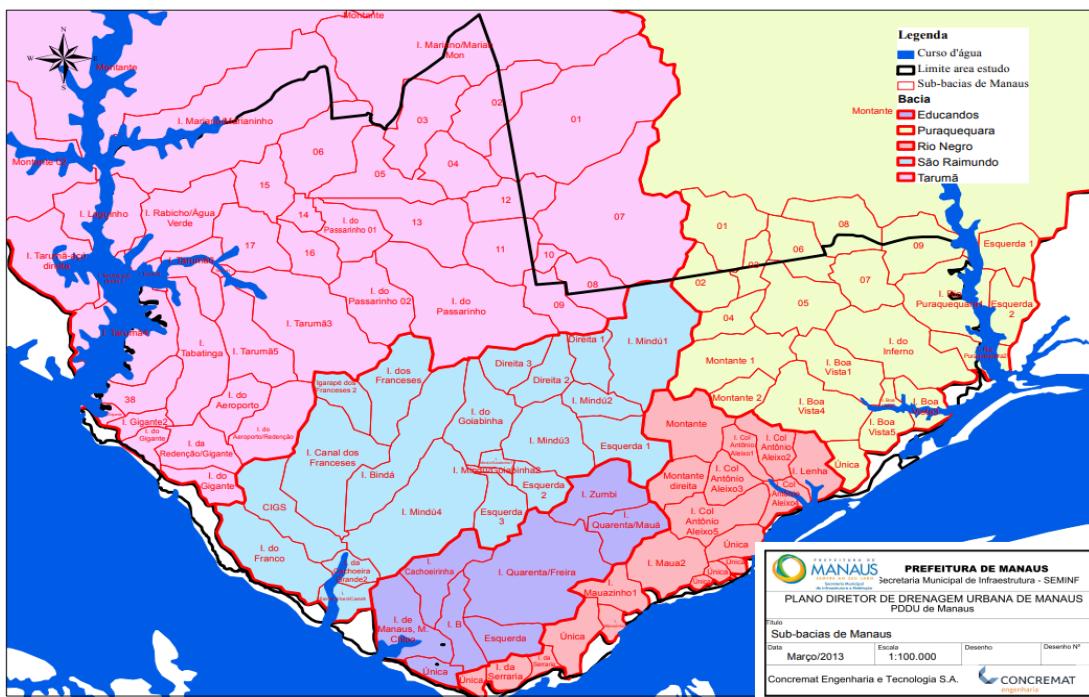
Tabela 37– Características Físicas e Morfométricas das Bacias (Parte 3)

Bacias	Coeficiente de Compacidad e (Kc)	Fator de Form a (Kf)	Índice de Conformaçã o (IC)	Densidad e de Drenagem (Dd) (km/km ²)	Sinuosidad e	Tempo Concentraçã o (h)
Água Branca	2,00	0,67	0,25	2,32	1,40	?
Orla Rio Negro I	1,52	0,18	0,42	1,36	1,10	?
Orla Rio Negro II	2,79	0,07	0,13	1,12	1,06	?
Solimões I	1,77	0,12	0,32	1,15	1,02	?
Solimões II	1,22	0,41	0,66	1,51	1,55	?
Bela Vista	2,19	0,26	0,21	1,51	0,89	?
Bolívia	2,28	0,34	0,19	1,37	1,10	?
Ceasa	1,28	0,46	0,60	1,89	1,14	?
Educandos sem Quarenta	2,16	0,26	0,21	1,42	1,09	?
Gigante	2,32	0,15	0,18	1,42	1,46	?
Ipiranga/Brasileirinho	1,60	0,76	0,39	2,31	1,22	?
João Paulo	1,29	0,31	0,59	1,65	1,11	?
Lago do Aleixo	1,84	0,38	0,29	1,37	0,85	?
Mariano	2,95	0,12	11,00	1,52	1,19	?
Mauá	1,13	0,54	0,77	2,21	1,07	?
Mauzinho	1,36	0,39	0,53	1,42	1,72	?
Ponta Pelada	1,29	0,41	0,59	2,74	1,04	?
Puraquequara	1,93	0,28	0,27	2,33	1,32	?
Refinaria	1,44	0,32	0,47	2,32	1,23	?
Reserva	2,12	0,29	0,22	1,38	1,09	?
São	2,43	0,25	0,17	1,39	1,13	?
Raimundo/Mindú						
Siderama	1,38	0,25	0,52	1,12	1,16	?
Tarumã-Açu	1,91	0,41	0,27	2,34	1,22	?
Vila Buriti	1,35	0,34	0,54	1,78	1,01	?

Fonte: Diagnóstico Sócio Ambiental, 2025.

Mantendo o mesmo enfoque, ressalta-se a relevância das sub-bacias que integram as principais bacias hidrográficas urbanas da cidade de Manaus. Sua importância está relacionada à influência direta sobre a qualidade e a quantidade da água que alimenta o curso principal, além de constituírem unidades essenciais para a gestão ambiental e dos recursos hídricos. Essas sub-bacias exercem papel estratégico no ciclo hidrológico, interferindo na dinâmica hídrica da bacia e na integridade dos ecossistemas associados. A Figura 84 ilustra essas sub-bacias urbanas.

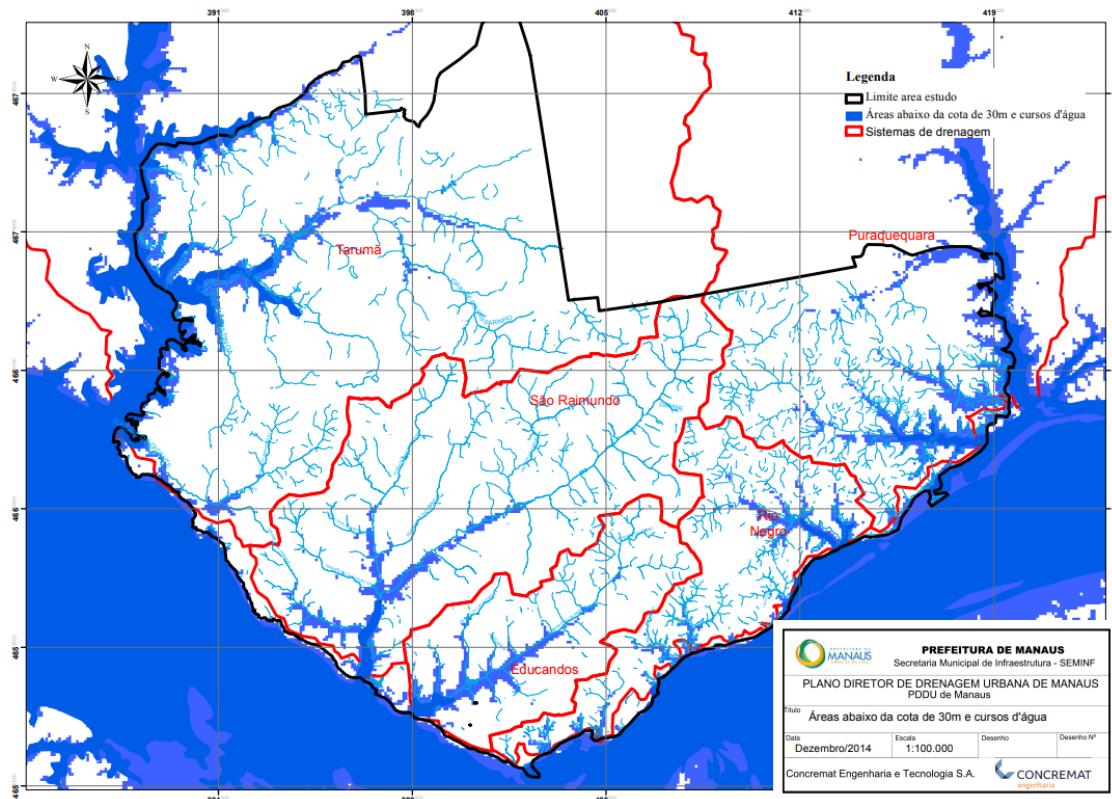
Figura 84 – Sub-bacias de Manaus-AM



Fonte: PDDU, 2015.

Ainda no contexto da análise das sub-bacias hidrográficas, ressaltam-se os impactos associados às inundações provocadas pelo Rio Negro, especialmente nas áreas localizadas abaixo da cota de inundaçao de 30 metros. Nessas zonas, a elevação do nível do rio frequentemente resulta no extravasamento dos igarapés, causando alagamentos em áreas urbanas e implicando perdas significativas à infraestrutura e à população local. As regiões afetadas encontram-se representadas na Figura 85.

Figura 85 – Áreas abaixo da cota 30m e cursos d’água



Fonte: PDDU, 2015.

É importante destacar a relevância do Sistema Nacional de Monitoramento de Estações Fluviométricas, o qual consiste em uma rede integrada de coleta, transmissão e análise de dados hidrológicos, com foco no monitoramento contínuo dos níveis e vazões dos cursos d'água. No contexto do município de Manaus, essa infraestrutura é fundamental para o acompanhamento do comportamento hidrodinâmico dos rios da região, especialmente diante da relevância do Rio Negro e seus afluentes para a dinâmica urbana, ambiental e econômica local.

Com base na coleta de dados realizada entre 08 e 11 de julho de 2025, por meio da plataforma HidroWeb, integrante do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH) e acessível pelo portal da ANA, foram identificadas 86 estações fluviométricas. O Quadro 4, Quadro 5, Quadro 6, Quadro 7, Quadro 8 e Quadro 9 apresentam um recorte das estações disponíveis conforme bacia hidrográfica.

Quadro 4 – Região da Bacia do Rio Tarumã-Açu

Nome	Código	Localização	Dados
Igarapé do Passarinho (Av. Tem. Roxamna)	1494009 0	Latitude-3.0172 Longitude- 59.9914	Qualidade da água Amostras em 05/02/24 25/09/23 23/02/23
Rio Tarumã (Jusante)	1494010 0	Latitude-3.0369 Longitude- 60.1081	Qualidade da água Amostras em 23/05/24 23/02/24 06/11/23 09/08/23 04/05/23 03/02/23 24/11/22 24/08/22 23/05/22 22/02/22 14/11/21 16/08/21 19/11/20 19/08/20
Rio Tarumã (Montante)	1494005 0	Latitude-2.9153 Longitude- 60.0994	Qualidade da água Amostras em 23/05/24 23/02/24 06/11/23 09/08/23 04/05/23 03/02/23 24/11/22 24/08/22 23/05/22 22/02/22 14/11/21 16/08/21 19/11/20 19/08/20
Rio Tarumã-Açu (Próxima Vivenda Mãe Maia)	1494005 2	Latitude-2.9358 Longitude- 60.1069	Não possui dados disponíveis.
Rio Tarumã-Açu (próximo Estaleiro Eram)	1494005 4	Latitude-2.9586 Longitude- 60.1108	Não possui dados disponíveis.
Rio Tarumã-Açu (próximo Flutuante Peixe Boi)	1494005 6	Latitude-2.9881 Longitude- 60.1083	Não possui dados disponíveis.
Rio Tarumã-Açu (próxima Praia Dourada)	1494005 8	Latitude-3.0169 Longitude- 60.0969	Não possui dados disponíveis.
Igarapé da Bolívia (Ponte Torquato)	1494006 0	Latitude-2.9736 Longitude- 60.0156	Qualidade da água Amostras em 26/02/24 18/09/23 23/02/23
Montante Foz Tarumã	1491500 0	Latitude-3.0269 Longitude- 60.1719	Não possui dados disponíveis.

Fonte: Adaptado de SNIRH, 2025.

Quadro 5 – Região da Bacia do Igarapé de São Raimundo

Nome	Código	Localização	Dados
Igarapé do Franco (Montante)	14279050	Latitude-3.1133 Longitude-60.0356	Qualidade da água, com falhas Amostras em 19/08/20, 19/11/20, 17/8/21, 15/11/21, 21/02/22, 24/05/22, 22/08/22, 23/11/22, 24/02/22, 23/11/22, 24/02/23, 25/05/23, 28/09/23, 16/11/23, 27/02/24 e 27/05/24.
Igarapé do Franco (Jusante)	14279050	Latitude-3.1133 Longitude-60.0356	Qualidade da água com falhas Amostras em 19/08/20, 19/11/20, 17/8/21, 15/11/21, 21/02/22, 24/05/22, 22/08/22, 23/11/22, 24/02/22, 23/11/22, 24/02/23, 25/05/23, 28/09/23, 16/11/23, 27/02/24 e 27/05/24.
Igarapé do Mindu	14970000	Latitude-3.0994 Longitude-59.9994	Dados de cotas no período de 13/10/2008 a 30/04/2015, com muitas falhas.
Igarapé do Mindu (Hiper DB)	14970100	Latitude-3.0975 Longitude-60.0219	Qualidade da água Amostras em 27/05/24 27/02/24 16/11/23 28/09/23 25/05/23 24/02/23 23/11/22 22/08/22 24/05/22 21/02/22 15/11/21 17/08/21 19/11/20 19/08/20 ;
Igarapé do Mindu (Prox. Parque das Nascentes)	14940080	Latitude-3.0108 Longitude-59.9339	Qualidade da água. Amostras em 26/02/24 25/09/23 27/02/23
Igarapé do Mindu (Prox. Ao Parque)	14910930	Latitude-3.0789 Longitude-59.9936	Qualidade da água. Amostras em 26/02/24 26/09/23 27/02/23
Igarapé do São Raimundo	15261600	Latitude-3.128207 Longitude-60.033271	Qualidade da água. Amostras em 23/05/24 23/02/24 06/11/23 09/08/23 04/05/23 03/02/23 24/11/22 24/08/22 23/05/22 22/02/22 15/11/21 17/08/21 19/11/20 19/08/20
Igarapé da Sapolândia (Rua Alvaro Maia)	14910932	Latitude-3.0831 Longitude-60.0358	Qualidade da água. Amostras em 05/02/24, 26/09/23 e 24/02/23
Igarapé do Binda (Av. Mario Ipiranga)	14910935	Latitude-3.0861 Longitude-60.07	Qualidade da água. Amostras em 05/02/24, 28/09/23 e 28/02/23
Igarapé do Mindu (Novo Aleixo)	14910925	Latitude-3.0619 Longitude-59.9611	Qualidade da água. Amostras em 26/02/24, 26/09/23 e 27/02/23
Igarapé dos Franceses (Raimundo Parente)	14910920	Latitude-3.0689 Longitude-60.0258	Qualidade da água. Amostras em 26/02/24 26/09/23 24/02/23
Igarapé do Sesc	14910931	Latitude-3.0717 Longitude-60.035	Qualidade da água. Amostras em 26/09/23 e 24/02/23

Nome	Código	Localização	Dados
Igarapé Goiabinha (Prox. E.T.E. Timbiras)	14910928	Latitude-3.0483 Longitude-59.9797	Qualidade da água. Amostras em 05/02/24, 25/09/23 e 27/02/23
Igarapé Acaríquara (Cosme Ferreira)	14910929	Latitude-3.0747 Longitude-59.9722	Qualidade da água. Amostras em 05/02/24, 25/09/23 e 27/02/23.

Fonte: Adaptado de SNIRH, 2025.

Quadro 6 – Região da Bacia do Igarapé de Educandos

Nome	Código	Localização	Dados
Igarapé Branco (Av. José Lindoso)	14265500	Latitude-2.9664 Longitude-60.0022	Qualidade da água Amostras em 05/02/2024, 18/09/2023 e 23/02/2023.
Igarapé Cachoeirinha (Prox. CMPM)	14980060	Latitude-3.1194 Longitude-60.0006	Qualidade da água Amostras em 28/02/23, 28/09/23 e 27/02/24.
Igarapé do Quarenta (WM Extintores)	14980200	Latitude-3.1253 Longitude-59.9869	Não possui dados disponíveis
Igarapé Educandos (ponte de Educandos)	14980700	Latitude-3.1394 Longitude-60.0164	Qualidade da água Amostras em 03/02/2023, 09/08/2023 e 23/02/2024.
Igarapé Mestre Chico (ponte 7 de setembro)	14980800	Latitude-3.1344 Longitude-60.0103	Qualidade da água Amostras em 28/02/2023, 29/09/2023 e 27/02/2024.
Igarapé do Quarenta (PAC)	14981000	Latitude-3.1369 Longitude-60.0083	Dados de qualidade da água Amostras em 27/05/24 27/02/24 16/11/23 28/09/23 25/05/23 24/02/23 23/11/22 22/08/22 24/05/22 21/02/22 15/11/21 17/08/21 19/11/20 19/08/20
Igarapé do Quarenta (Próxima a nascente)	14979400	Latitude-3.0758 Longitude-59.9444	Não possui dados disponíveis.
Igarapé do Quarenta (Uniplast Descartáveis)	14979600	Latitude-3.0928 Longitude-59.9508	Não possui dados disponíveis.
Igarapé do Quarenta (Eliza Miranda)	14979800	Latitude-3.11 Longitude-59.965	Não possui dados disponíveis.
Manaus 2000	14980000	Latitude-3.115 Longitude-59.9711	Cotas diárias no período de 04/05/2000 a 25/01/2014, apresenta poucas falhas.
Manaus 2000	14980000	Latitude-3.115 Longitude-59.9711	Curva de descarga (curva chave) com cotas nos dias 10/05/06 06/06/03 07/01/04 07/01/04 06/06/03 10/05/06 21/12/10 21/12/10 06/06/03 12/02/03

Nome	Código	Localização	Dados
			01/11/00
Manaus 2000	14980000	Latitude-3.115 Longitude-59.9711	Qualidade da água Amostras em 05/04/12, 03/01/12, 16/09/11, 09/06/11, 14/02/11, 20/09/10, 11/08/09, 25/03/09, 15/10/08, 10/07/08, 10/09/07, 01/06/07 e 25/07/05.
Manaus 2000	14980000	Latitude-3.115 Longitude-59.9711	Dados de cota e vazão medidos em diversos intervalos de tempo nas datas de 05/04/12 03/01/12 16/09/11 09/06/11 14/02/11 20/09/10 29/06/10 24/03/10 04/11/09 11/08/09 25/03/09 15/10/08 10/07/08 13/12/07 13/12/07 04/10/07 10/09/07 01/06/07 10/08/06 04/11/05 25/07/05 03/12/04 05/10/04 18/06/04 23/03/04 07/08/03 31/07/03 23/07/03 10/07/03 04/07/03 26/06/03 18/06/03 13/06/03 06/06/03 28/05/03 29/04/03 07/04/03 02/04/03 09/10/02 09/10/02 09/02/02 06/11/01 07/06/01 14/02/01 27/10/00 01/06/00 03/05/00
Manaus 2000	14980000	Latitude-3.115 Longitude-59.9711	Vazões máximas, mínimas, médias, diária, medidas no período de 01/11/2000 a 25/01/2014.

Fonte: Adaptado de SNIRH, 2025.

Quadro 7 – Região da Orla do Rio Negro

Nome	Código	Localização	Dados
Manaus	14990000	Latitude-3.1383 Longitude-60.0272	Cotas diárias do Rio Negro de 01/09/02 a 30/12/2014, com falhas de 24 a 28 de agosto de 2014.
Manaus	14990000	Latitude-3.1383 Longitude-60.0272	Apresenta dados de qualidade da água em datas específicas no período de 15/09/93 a 10/03/25:
Manaus	14990000	Latitude-3.1383 Longitude-60.0272	Medição de Descarga Líquida, em datas específicas de vão de 14/04/08 a 18/03/2025.
Manaus	14990004	Latitude-3.1367 Longitude-60.0269	Cotas diárias do rio Negro no período de 15/09/1902 a 31/07/1967, com poucas falhas.
Rio Negro (Captação de Água)	14990100	Latitude-3.115 Longitude-60.0611	Dados de qualidade da água em datas específicas que vão de 19/08/20 a 23/0524.
Ponta das Lajes (Captação)	14980020	Latitude-3.1147 Longitude-59.8997	Dados de 3 amostras de qualidade da água (03/02/23, 09/08/23 e 23/02/24).

Nome	Código	Localização	Dados
Manaus (14990000)	30659600	Latitude-3.1383 Longitude-60.0272	Cotas diárias no período de 31/05/2005 a 10/07/2025
Rio Negro (Ponta Negra)	14910900	Latitude-3.0656 Longitude-60.1025	Qualidade da água. Amostras em 23/05/24 23/02/24 06/11/23 09/08/23 04/05/23 03/02/23 24/11/22 24/08/22 23/05/22 22/02/22 14/11/21 16/08/21 19/11/20 19/08/20

Fonte: Adaptado de SNIRH, 2025.

Quadro 8 – Região da Puraquequara

Nome	Código	Localização	Dados
Rio Puraquequara (AM-010)	15220000	Latitude-2.7461 Longitude-59.8975	Não possui dados disponíveis.
Rio Puraquequara (próximo Escola São Luiz)	15220600	Latitude-2.9786 Longitude-59.8306	Não possui dados disponíveis.
Rio Puraquequara (após Bim Bar)	15220700	Latitude-2.9931 Longitude-59.8253	Não possui dados disponíveis.
Rio Puraquequara (após Estaleiro Amazônia)	15220800	Latitude-3.0111 Longitude-59.8253	Não possui dados disponíveis.
Rio Puraquequara	15221000	Latitude-3.0203 Longitude-59.8228	Qualidade da água. Amostras em 23/05/24 23/02/24 06/11/23 09/08/23 04/05/23 03/02/23 24/11/22 24/08/22 23/05/22 22/02/22 14/11/21 16/08/21 19/11/20 19/08/20
Rio Puraquequara (próx. Matadouro Amazonboi)	15221100	Latitude-3.0281 Longitude-59.8208	Não possui dados disponíveis.
Rio Puraquequara (jusante Rio Amazonas)	15221300	Latitude-3.0436 Longitude-59.8164	Não possui dados disponíveis.

Fonte: Adaptado de SNIRH, 2025.

Quadro 9 – Outras Região Hidrológica de Manaus

Nome	Código	Localização	Dados
Rio Puraquequara (AM-010)	15220000	Latitude-2.7461 Longitude-59.8975	Não possui dados disponíveis.
Rio Puraquequara (próximo Escola São Luiz)	15220600	Latitude-2.9786 Longitude-59.8306	Não possui dados disponíveis.
Rio Puraquequara (após Bim Bar)	15220700	Latitude-2.9931 Longitude-59.8253	Não possui dados disponíveis.
Rio Puraquequara (após Estaleiro Amazônia)	15220800	Latitude-3.0111 Longitude-59.8253	Não possui dados disponíveis.
Rio Puraquequara	15221000	Latitude-3.0203 Longitude-59.8228	Qualidade da água. Amostras em 23/05/24 23/02/24 06/11/23 09/08/23 04/05/23 03/02/23 24/11/22 24/08/22 23/05/22 22/02/22 14/11/21 16/08/21 19/11/20 19/08/20
Rio Puraquequara (próx. Matadouro Amazonboi)	15221100	Latitude-3.0281 Longitude-59.8208	Não possui dados disponíveis.
Rio Puraquequara (jusante Rio Amazonas)	15221300	Latitude-3.0436 Longitude-59.8164	Não possui dados disponíveis.
Nome	Código	Localização	Dados
Fazenda Bom Jardim	14200000	Latitude-3.1833 Longitude-59.9	Cota no período de janeiro de 2008 a fevereiro de 2009, com falhas em dezembro de 2008.
Xiboreninha	14210000	Latitude-3.2167 Longitude-59.9167	Não possui dados disponíveis.
Estação de Montante	14900100	Latitude-3.0244 Longitude-60.2661	Não possui dados disponíveis.
Comunidade Nova Esperança	14941100	Latitude-2.7497 Longitude-60.4311	Qualidade da água. Amostras em 28/02/24, 25/08/23 e 24/02/23.
Rio Cuiéiras (antes da com. Nova Esperança)	14941120	Latitude-2.7675 Longitude-60.4469	Não possui dados disponíveis.
Rio Culeiras (comunidade Canaã)	14941140	Latitude-2.7886 Longitude-60.4525	Não possui dados disponíveis.
Comunidade São Sebastião	14941200	Latitude-2.8203 Longitude-60.4839	Qualidade da água. Amostras em 28/02/24, 25/08/23 e 24/02/23.
Rio Cuiéiras (Comunidade Três Rios)	14941230	Latitude-2.8231 Longitude-60.5058	Não possui dados disponíveis.
Riu Cuiéiras	14941000	Latitude-2.6647 Longitude-60.3261	Cotas diárias. Período de 17/02/2004 a 28/02/2025. Apresenta diversas falhas.
Riu Cuiéiras	14941000	Latitude-2.6647 Longitude-60.3261	Vazão medida em 11/12/2004.
Rio Cuiéiras (Antes da Fazenda Gonçalves)	14941080	Latitude-2.7219 Longitude-60.4208	Não possui dados disponíveis.

Nome	Código	Localização	Dados
Rio Cuieiras (após com. Nova Esperança)	14941090	Latitude-2.735 Longitude-60.4383	Não possui dados disponíveis.
Tatu Paricatuba	14911000	Latitude-3.0594 Longitude-60.2653	Cotas diárias. Período de 01/10/2014 a 28/02/2025. Apresenta diversas falhas.
Tatu Paricatuba	14911000	Latitude-3.0594Longitude-60.2653	Qualidade da água. Amostras em 08/06/2019 e 13/02/2020.
Tatu Paricatuba	14911000	Latitude-3.0594Longitude-60.2653	Cota e Vazão, 66 medições, em 11/03/25 23/11/24 08/11/24 02/09/24 02/03/24 18/10/23 20/06/23 07/04/23 09/11/22 19/08/22 10/04/22 04/12/21 16/07/21 16/06/21 27/05/21 13/02/20 07/11/19 14/10/19 08/06/19 07/05/19 06/04/19 16/02/19 02/11/18 11/08/18 12/06/18 01/05/18 21/03/18 04/02/18 04/02/18 11/11/17 11/11/17 11/11/17 08/10/17 08/10/17 13/06/17 12/04/17 07/02/17 30/11/16 11/09/16 25/07/16 13/05/16 13/05/16 13/04/16 21/03/16 25/02/16 27/01/16 19/12/15 20/10/15 18/09/15 31/08/15 24/07/15 25/06/15 26/05/15 27/04/15 15/04/15 16/03/15 29/01/15 15/12/14 15/12/14 20/11/14 13/10/14 19/09/14 17/08/14 24/07/14 17/06/14 25/05/14 25/04/14 14/03/14 06/02/14 28/01/14.
Rio Negro (Praia da Lua)	14910950	Latitude-3.0342 Longitude-60.1336	Não possui dados disponíveis.
Estação Intermediária	14900150	Latitude-3.0361 Longitude-60.2636	Não possui dados disponíveis.
Paricatuba	14910000	Latitude-3.0811 Longitude-60.2333	Cota x Vazão, 213 medições no período de 05/03/1995 e 25/07/2011.
Jatuarana	15030000	Latitude-3.0633 Longitude-59.6478	Cotas diárias, medidas no período de 26/08/1977 a 31/01/2025. Apresenta algumas falhas.
Jatuarana	15030000	Latitude-3.0633 Longitude-59.6478	Curva de descarga (curva chave). Períodos validos entre 02/07/2015 e 31/12/2025.
Jatuarana	15030000	Latitude-3.0633 Longitude-59.6478	Qualidade da água. Apenas alguns parâmetros. 18 medições entre 11/02/1980 e 10/09/2022.
Jatuarana	15030000	Latitude-3.0633 Longitude-59.6478	Medições de Cota x Vazão em diversas datas entre 02/10/1977 e 28/02/2025.
Jatuarana	15030000	Latitude-3.0633 Longitude-59.6478	Vazões diárias. Período entre 26/08/1977 2025. Poucas falhas.
Jatuarana	15030100	Latitude-3.0592 Longitude-59.6628	Não possui dados disponíveis.
Comunidade Bom Sucesso	1503100	Latitude-3.1306	Cotas diárias no período de 01/11/2014 a

Nome	Código	Localização	Dados
	0	Longitude-59.4392	31/01/2025.

Fonte: Adaptado de SNIRH, 2025.

1.10.3 PROCESSOS E PROCEDIMENTOS E MANUTENÇÃO DOS SISTEMAS DE DRENAGEM

No que se refere aos processos e procedimentos de manutenção e limpeza das estruturas de drenagem natural, tais como a extensão de cursos d’água desassoreados ou dragados e a limpeza das margens de corpos hídricos e artificiais, incluindo bocas de lobo, galerias, poços de visita, lagoas de detenção, entre outros, observa-se que tais serviços são executados com frequência variável, conforme a demanda e as condições climáticas de cada período. Conforme informações publicadas no site da prefeitura neste ano 2025 já foram realizados os seguintes serviços:

- Limpeza da rede de drenagem de dentro do igarapé, obstruída por resíduos sólidos, impedindo a passagem do fluxo das águas na Rua Bernardo Cabral, no bairro Tancredo Neves (Figura 86).

Figura 86 – Limpeza da rede de drenagem



Fonte: Prefeitura Municipal de Manaus, 2015.

- Obra de recuperação do sistema de drenagem localizado na rua Rio Real, no conjunto Augusto Montenegro, no bairro Lírio do Vale, zona Oeste da cidade – rompimento da rede, devido uma ligação irregular que sobrecregou a tubulação antiga e comprometeu o escoamento da água da chuva na região (Figura 87).

Figura 87 – Recuperação do sistema de drenagem



Fonte: Prefeitura Municipal de Manaus, 2015.

- Desobstrução de duas caixas coletoras no centro histórico de Manaus – acúmulo de resíduos, comprometendo o sistema de drenagem da via (Figura 88).

Figura 88 – Desobstrução de caixas coletoras



Fonte: Prefeitura Municipal de Manaus, 2015.

- A intervenção foi realizada em um trecho de aproximadamente 4 metros, com anelamento da tubulação (Figura 89).

Figura 89 – Anelamento da tubulação



Fonte: Prefeitura Municipal de Manaus, 2015.

- Intervenção no sistema de drenagem profunda da avenida Presidente Dutra, no bairro São Raimundo, zona Oeste da capital, com anelamento de oito metros de rede e a substituição de tubos danificados por novos (Figura 90).

Figura 90 – Anelamento e substituição de trechos da rede de drenagem



Fonte: Prefeitura Municipal de Manaus, 2015.

- Manutenção de uma rede de drenagem profunda na avenida Américo Antony, antiga avenida Penetração 3, no bairro Japiim, zona Sul da capital (Figura 91).

Figura 91 – Manutenção da rede de drenagem



Fonte: Prefeitura Municipal de Manaus, 2015.

- Intervenção estrutural na rua Henrique Jobim, no conjunto Hileia, bairro Redenção, zona Centro-Oeste (Figura 92).

Figura 92 – Intervenção estrutural



Fonte: Prefeitura Municipal de Manaus, 2015.

No entanto, segundo informações repassadas pela SEMINF, o órgão não dispõe de controle sistematizado ou levantamento específico do volume de material removido durante os serviços de dragagem nos igarapés.

Quando esse material é analisado e constatada a baixa presença de matéria orgânica, ele é reaproveitado em serviços de reaterro de tubulações de drenagem. Caso o reaproveitamento não seja possível, o resíduo é encaminhado adequadamente para bota-fora, conforme as normas ambientais vigentes.

Em relação aos valores financeiros aplicados nas atividades de disposição de resíduos provenientes das dragagens, a SEMINF informa que não possui controle detalhado dos gastos realizados com a manutenção e dragagem dos igarapés nos últimos cinco exercícios.

Quanto a limpeza de canais e igarapés é realizada pela Secretaria Municipal de Limpeza Pública (SEMULSP). O serviço consiste na remoção de resíduos sólidos presentes na superfície da água e nas margens dos igarapés e orlas, bem como na retirada de vegetação aquática, com o objetivo de promover o adequado escoamento dos cursos d'água.

A coleta é realizada mediante o emprego de duas balsas, dois empuradores, duas escavadeiras hidráulicas, uma embarcação autopropulsora tipo carga geral e cinco botes equipados com motores de popa. As atividades são executadas exclusivamente no período diurno, envolvendo um contingente de 65 servidores, entre funcionários próprios e terceirizados. A operação também contempla a retirada de resíduos em outros igarapés da cidade, como os do Mestre Chico, Franco, Mindú, Igarapé do 40, Igarapés da Avenida Brasil, Passarinho, Alvorada, entre outros. Devido à estreita largura desses cursos d'água, o uso de balsas é inviável. Nessas áreas, os garis atuam tanto na faixa terrestre quanto diretamente na água, realizando a coleta por meio de barreiras de contenção, que direcionam os resíduos até as margens. Posteriormente, os materiais são recolhidos por caçambas e transportados para o Aterro Municipal, conforme os protocolos ambientais vigentes.

Mutirão de limpeza no igarapé do Mindú, no Parque Municipal do Mindú, localizado na rua Domingos José Martins, bairro Parque 10 de Novembro. Quase meia tonelada de resíduos foi recolhida (Figura 93).

Figura 93 – Limpeza do igarapé do Mindú



Fonte: SEMULSP, 2015.

1.11 DEFICIÊNCIAS DE ESTRUTURA DE DRENAGEM URBANA

A prestação dos serviços relacionados à drenagem urbana no município de Manaus é caracterizada por sua execução de forma não planejada e não programada, o que resulta em déficit de cobertura, sobretudo nas áreas periféricas da cidade. Quando realizada, a intervenção não contempla integralmente os componentes da microdrenagem, com destaque para a rede de coleta, que frequentemente não é incorporada de forma adequada ao sistema.

Adicionalmente, verifica-se a execução de obras de pavimentação antes da implantação da microdrenagem, o que compromete a funcionalidade do sistema e provoca danos na camada asfáltica, além de dificultar intervenções posteriores.

Conforme apresentado em seções anteriores, o sistema de drenagem atualmente implantado não possui capacidade adequada de escoamento,

situação atribuída a fatores como subdimensionamento dos projetos, antiguidade da infraestrutura e ausência de manutenção contínua. O sistema existente apresenta uma série de anomalias estruturais, incluindo:

- Tampas de bocas de lobo danificadas;
- Sarjetas encobertas por massa asfáltica;
- Meio-fio fora dos padrões técnicos;
- Poços de visita sem tampas;
- Redes rompidas;
- Dispositivos obstruídos por resíduos sólidos, vegetação e acúmulo de areia.

De maneira geral, os órgãos municipais responsáveis pela implantação e manutenção da drenagem urbana não dispõem de estrutura técnico-administrativa específica, o que compromete a capacidade de gestão, controle e monitoramento das ações executadas. Essa lacuna também inviabiliza o registro histórico das intervenções, dificultando a formulação de políticas públicas, além de planos e programas voltados ao manejo sustentável das águas pluviais.

1.12 ÁREAS DE RISCO GEOTÉCNICO

1.12.1 ÁREAS DE RISCO DE HIDROLÓGICO

1.13 RECEITAS E INVESTIMENTOS

1.13.1 PLANO PLURIANUAL (PPA)

O Plano Pluriannual (PPA) constitui o principal instrumento de planejamento governamental, sendo responsável por definir, de forma regionalizada, os objetivos, metas e diretrizes da administração pública ao longo de um ciclo de quatro anos.

No eixo de infraestrutura urbana, o PPA contempla ações estratégicas voltadas à melhoria do sistema de drenagem pluvial, com enfoque na redução dos impactos causados por alagamentos, enchentes e processos de degradação ambiental em áreas urbanas vulneráveis.

A alocação dos recursos é feita com base em critérios técnicos e demandas territoriais mapeadas por órgãos competentes, como a SEMINF, Instituto Municipal de Planejamento Urbano e Secretaria Municipal de Segurança Pública e Defesa Social, visando garantir maior eficiência na prevenção de riscos e na promoção da resiliência urbana. No âmbito do PPA 2022 – 2025 da Prefeitura Municipal de Manaus, destaca-se:

- Eixo: Infraestrutura e Mobilidade – Programa Igarapés de Manaus, dispõe de recursos superiores a R\$ 28 milhões, sob responsabilidade da SEMINF. Esse investimento encontra-se detalhado na Figura 94, que apresenta o panorama orçamentário previsto para o referido programa;
- Eixo: Infraestrutura e Mobilidade – Programa de Rede de Micro e Macrodrrenagem, dispõe de recursos superiores a R\$ 113 milhões, sob responsabilidade da SEMINF. Esse investimento encontra-se detalhado na Figura 95, que apresenta o panorama orçamentário previsto para o referido programa;
- Eixo: Infraestrutura e Mobilidade – Programa de Desenvolvimento Urbano e Inclusão e Inclusão Socioambiental de Manaus, dispõe de recursos superiores a R\$ 10 mil, sob responsabilidade do Instituto Municipal de Planejamento Urbano. Esse investimento encontra-se detalhado na Figura 96, que apresenta o panorama orçamentário previsto para o referido programa;
- Eixo: Desenvolvimento social – Programa Defesa Civil Atuante, dispõe de recursos R\$ 49 mil, sob responsabilidade da Secretaria Municipal de Segurança Pública e Defesa Social para a implantação de mapeamento e georeferenciamento, R\$ 173 mil para prevenção a desastres e mais de R\$ 1 milhão para respostas a desastres. Esse investimento encontra-se

detalhado na Figura 97, que apresenta o panorama orçamentário previsto para o referido programa.

Figura 94 – Programa Igarapés de Manaus

Manaus, segunda-feira, 30 de dezembro de 2024

 **PREFEITURA DE MANAUS**
PLANO PLURIANUAL 2022 - 2025 - 3.ª REVISÃO (2025 - 2025)
ANEXO I - PROGRAMAS DE GOVERNO

TIPO DE PROGRAMA: FINALÍSTICO
EIXO ESTRATÉGICO: INFRAESTRUTURA E MOBILIDADE
OBJETIVO ESTRATÉGICO: PLANEJAR E EXECUTAR OBRAS DE INFRAESTRUTURA E SANEAMENTO BÁSICO ADEQUADOS À DEMANDA DO MUNICÍPIO. / PLANEJAR, ESTRUTURAR E AMPLIAR A MOBILIDADE URBANA.

PROGRAMA: 0017 | IGARAPÉS DE MANAUS

ÓRGÃO RESPONSÁVEL:
27000 | SECRETARIA MUNICIPAL DE INFRAESTRUTURA

UOS PARTICIPANTES:
SEMINF, UEP

OBJETIVO:
CONSERVAR OS IGARAPÉS DE MANAUS COM O INTUITO DE PRESERVAR LEITOS, MARGENS E AFLUENTES, COM A CONSTRUÇÃO E MANUTENÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONTENÇÃO, DRAGAGEM, LIMPEZAS E DESASSOREAMENTOS.

PÚBLICO-ALVO:
CIDADÃOS DE MANAUS.

INDICADORES:
PERCENTUAL DE CURSO D'ÁGUA SANEADO

UNIDADE DE MEDIDA	REFERÊNCIA	ÍNDICE PREVISTO
Percentual	55,00	2025 : 60,0

RECURSOS: **R\$ 1,00**

ORIGEM	DESPESAS CORRENTES	DESPESAS DE CAPITAL	TOTAL
Orcamento Fiscal e da Seguridade Social	220.000,00	28.543.000,00	28.763.000,00

AÇÕES ORÇAMENTÁRIAS:

SANEAMENTO DE IGARAPÉS DE MANAUS	28.763.000,00		
Produto (Unidade)	Meta	Meta 2025	Meta 2025
Igarapé Sanado (Quilômetro)	FIS	20,50	20,50
	FIN	28.763.000,00	28.763.000,00

Fonte: Prefeitura de Manaus. PPA (2022 - 2025).

Figura 95 – Programa de Rede de Micro e Macrodrrenagem

Manaus, segunda-feira, 30 de dezembro de 2024



PREFEITURA DE MANAUS
PLANO PLURIANUAL 2022 - 2025 - 3.ª REVISÃO (2025 - 2025)
ANEXO I - PROGRAMAS DE GOVERNO

TIPO DE PROGRAMA: FINALÍSTICO
EIXO ESTRATÉGICO: INFRAESTRUTURA E MOBILIDADE
OBJETIVO ESTRATÉGICO: PLANEJAR E EXECUTAR OBRAS DE INFRAESTRUTURA E SANEAMENTO BÁSICO ADEQUADOS À DEMANDA DO MUNICÍPIO. / PLANEJAR, ESTRUTURAR E AMPLIAR A MOBILIDADE URBANA.

PROGRAMA: 0014 | REDE DE MICRO E MACRO DRENAGEM

ÓRGÃO RESPONSÁVEL:
 27000 | SECRETARIA MUNICIPAL DE INFRAESTRUTURA

UOS PARTICIPANTES:
 SEMINF, UEP

OBJETIVO:
 GARANTIR REDES DE MICRO E MACRO DRENAGEM EFICIENTES PARA O ESCOAMENTO DAS ÁGUAS PLUVIAIS E CONSERVAÇÃO DOS IGARAPÉS, O QUE RESULTARÁ EM QUALIDADE DE VIDA PARA A POPULAÇÃO MANAUARA.

PÚBLICO-ALVO:
 CIDADÃOS DE MANAUS.

INDICADORES:

ÍNDICE DE COBERTURA DA REDE DE DRENAGEM

UNIDADE DE MEDIDA	REFERÊNCIA	ÍNDICE PREVISTO
Percentual	10,00	2025: 15,0

RECURSOS: R\$ 1,00

ORIGEM	DESPESAS CORRENTES	DESPESAS DE CAPITAL	TOTAL
Orçamento Fiscal e da Seguridade Social	0,00	113.675.000,00	113.675.000,00

AÇÕES ORÇAMENTÁRIAS:

CONSTRUÇÃO DE DRENAGEM		31.824.000,00
Produto (Unidade)	Meta	Meta 2025
Drenagem Construída (Metro)	FIS	24.587,00
	FIN	31.824.000,00
CONSTRUÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONTENÇÃO		58.851.000,00
Produto (Unidade)	Meta	Meta 2025
Área Degradada Construída (Metro Cúbico)	FIS	31.330,00
	FIN	58.851.000,00
MANUTENÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONTENÇÃO		3.000.000,00
Produto (Unidade)	Meta	Meta 2025
Área Degradada Recuperada (Metro Cúbico)	FIS	18.800,00
	FIN	3.000.000,00
REFORMA DE DRENAGEM		20.000.000,00
Produto (Unidade)	Meta	Meta 2025
Drenagem Reformada (Metro)	FIS	23.500,00
	FIN	20.000.000,00

REDE DE MICRO E MACRO DRENAGEM **INFRAESTRUTURA E MOBILIDADE**

DOM 5978 | Edição Extra II – PPA (3.ª Revisão 2025-2025) | Página 61

Fonte: Prefeitura de Manaus. PPA (2022 - 2025).

Figura 96 – Programa de Desenvolvimento Urbano e Inclusão e Inclusão Socioambiental de Manaus

Manaus, segunda-feira, 30 de dezembro de 2024

 **PREFEITURA DE MANAUS**
PLANO PLURIANUAL 2022 - 2025 - 3.ª REVISÃO (2025 - 2025)
ANEXO I - PROGRAMAS DE GOVERNO

TIPO DE PROGRAMA: FINALÍSTICO
EIXO ESTRATÉGICO: INFRAESTRUTURA E MOBILIDADE
OBJETIVO ESTRATÉGICO: GARANTIR O PLANEJAMENTO, CONTROLE E ORDENAMENTO URBANO. / PLANEJAR, ESTRUTURAR E AMPLIAR A MOBILIDADE URBANA.

PROGRAMA: 0146 | PROGRAMA DE DESENVOLVIMENTO URBANO E INCLUSÃO SOCIOAMBIENTAL DE MANAUS

ÓRGÃO RESPONSÁVEL:
56000 | INSTITUTO MUNICIPAL DE PLANEJAMENTO URBANO

USOS PARTICIPANTES:
IMPLURB

OBJETIVO:
PROMOVER A RECUPERAÇÃO, O DESENVOLVIMENTO URBANO PLANEJADO E A INCLUSÃO SOCIOAMBIENTAL E SUSTENTÁVEL NA CIDADE DE MANAUS COM A IMPLANTAÇÃO DE MELHORIAS EM INFRAESTRUTURA (VIÁRIA, DRENAGEM, ESGOTO E CONTENÇÕES) E PROMOÇÃO DE INCLUSÃO SOCIOAMBIENTAL COM A CONSTRUÇÃO DE EQUIPAMENTOS SOCIAIS PÚBLICOS E PRAÇAS.

PÚBLICO-ALVO:
POPULAÇÃO URBANA DA CIDADE DE MANAUS.

INDICADORES:
PERCENTUAL DE PROJETOS URBANOS E ARQUITETÔNICOS PARA OBRAS DE INFRAESTRUTURA INTEGRADA

UNIDADE DE MEDIDA	REFERÊNCIA	ÍNDICE PREVISTO	2025 :	17,0
Percentual	10,00			

RECURSOS: R\$ 1,00

ORIGEM	DESPESAS CORRENTES	DESPESAS DE CAPITAL	TOTAL
Orçamento Fiscal e da Seguridade Social	10.000,00		10.000,00

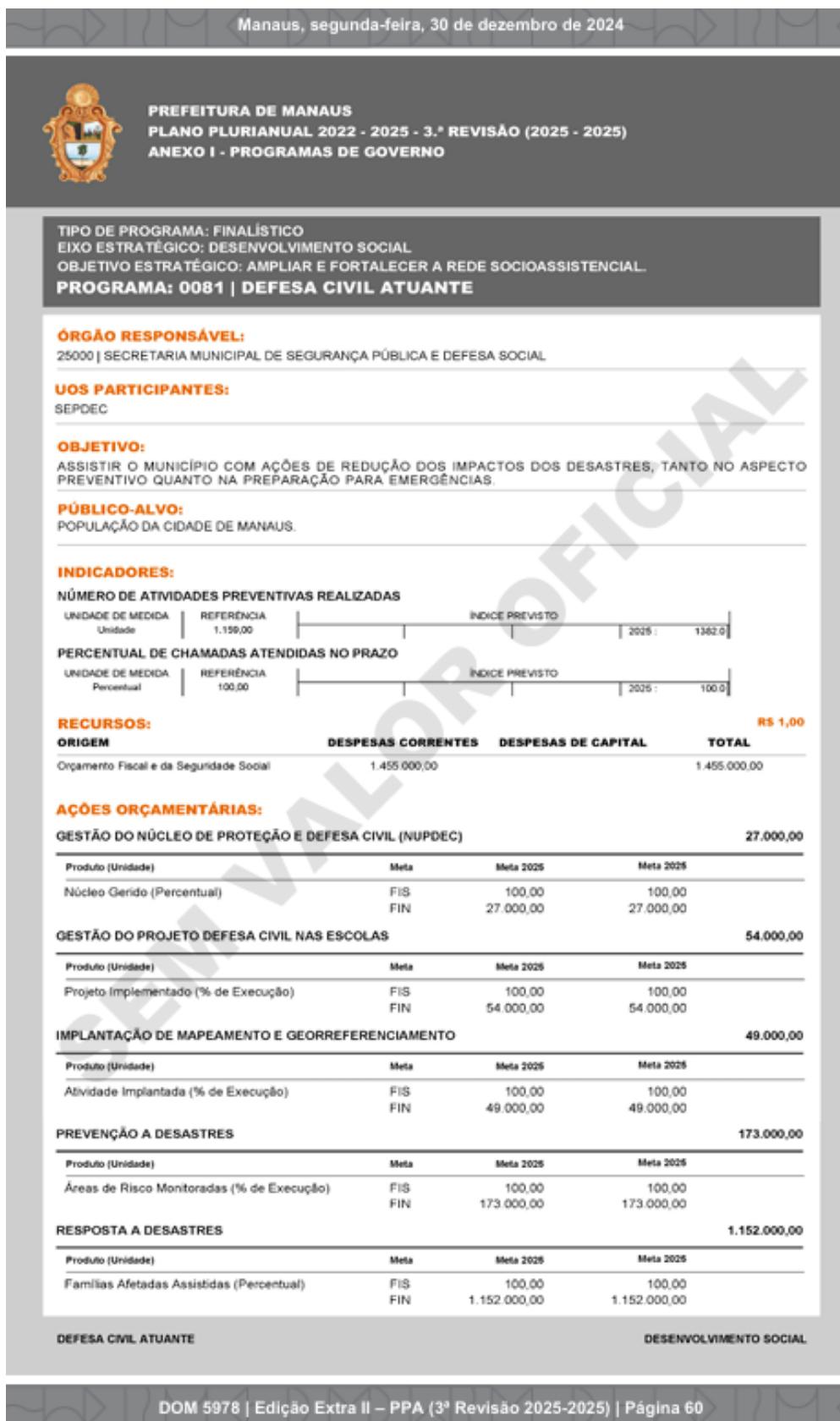
AÇÕES ORÇAMENTÁRIAS:

PLANOS E PROJETOS PARA OBRAS DE DESENVOLVIMENTO URBANO E INCLUSÃO SOCIOAMBIENTAL DE MANAUS		10.000,00	
Produto (Unidade)	Meta	Meta 2025	
Área Recuperada, Infraestruturada, Requalificada Urbanisticamente e Ambientalmente (% de Execução)	FIS FIN	100,00 10.000,00	100,00 10.000,00

PROGRAMA DE DESENVOLVIMENTO URBANO E INCLUSÃO SOCIOAMBIENTAL DE MANAUS

INFRAESTRUTURA E MOBILIDADE

Figura 97 – Programa Defesa Civil Atuante

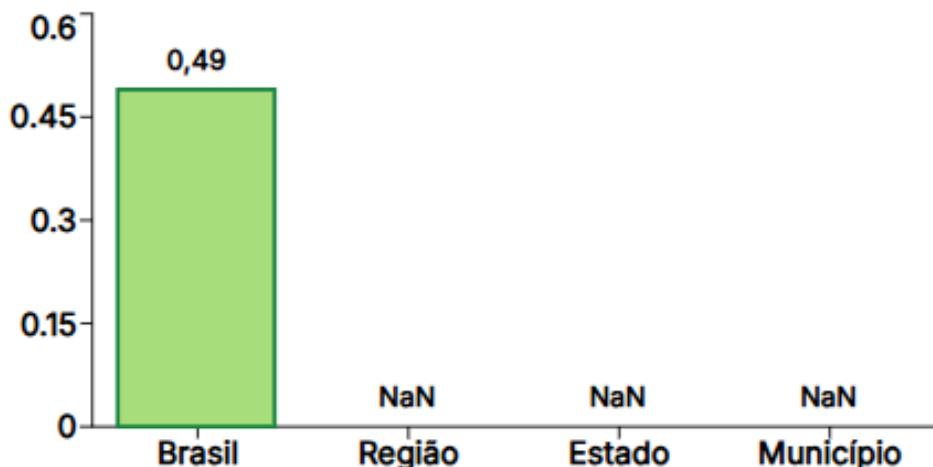


Fonte: Prefeitura de Manaus. PPA (2022 - 2025).

1.13.2 RECEITAS PREVISTAS

Na cidade de Manaus, a prestação dos serviços relacionados à drenagem urbana é realizada de forma não remunerada, inexistindo até o momento uma estrutura tarifária que regulamente a cobrança pelos serviços prestados. Da mesma forma, não há políticas de subsídios implementadas para o setor. A Figura 98 apresenta, em termos percentuais, a incidência de cobrança pelos serviços de drenagem e manejo das águas pluviais urbanas nos imóveis localizados na cidade de Manaus. Os dados evidenciam que essa cobrança ainda não é uma prática comum no país, já que menos de 0,5 dos municípios realiza a tarifação pela oferta desses serviços.

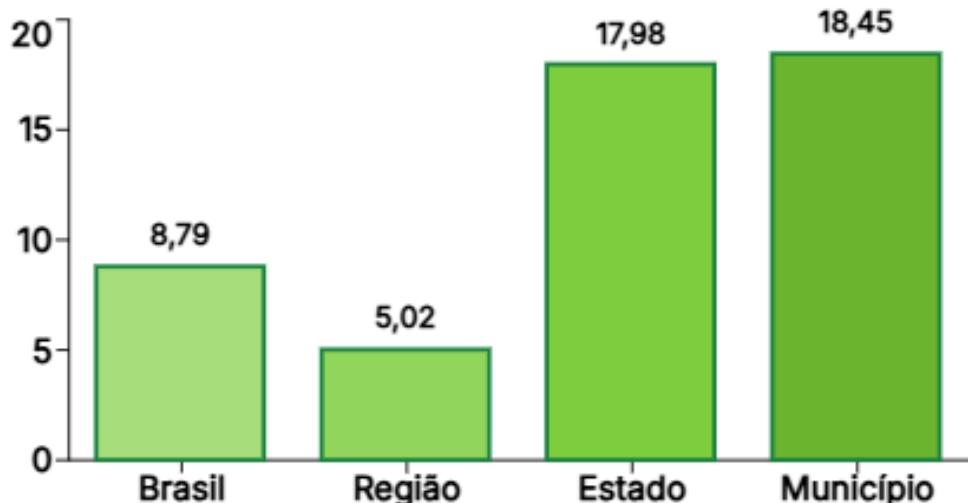
Figura 98 – Incidência de cobrança pelos serviços de drenagem e manejo das águas pluviais urbanas



Fonte: SINISA, 2024.

Além disso, não foram disponibilizadas informações relativas às receitas operacionais, sejam diretas ou indiretas, tampouco às receitas não operacionais vinculadas à atividade. Contudo, conforme dados disponibilizados no SINISA (2024) e apresentados na Figura 99, observa-se que o município de Manaus está acima da média nacional (8,79 R\$/habitante.ano) e da regional (5,02 R\$/habitante.ano).

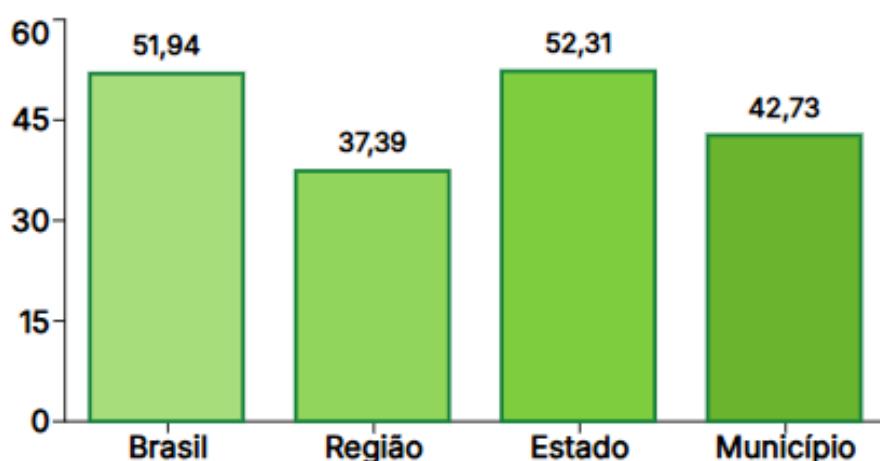
Figura 99 – Receita (R\$/habitante.ano)



Fonte: SINISA, 2024.

No que se refere às despesas de exploração, não há registros consolidados quanto aos gastos com pessoal, energia elétrica, produtos químicos, materiais diversos, contratação de serviços de terceiros, serviços gerais e obrigações fiscais. A Figura 100 apresenta, as despesas total média per capita do município em comparação com as médias nacional, regional e estadual. Observa-se que o município gastou 42,73 R\$/habitante.ano, enquanto a média nacional foi de 51,94 R\$/habitante.ano, porém superou a média da Região Norte que foi de 37,39 R\$/habitante.ano.

Figura 100 – Despesa (R\$/habitante.ano)



Fonte: SINISA, 2024.

Adicionalmente, não existe histórico estruturado do serviço da dívida, incluindo dados sobre amortizações, encargos financeiros e identificação dos respectivos agentes financiadores, o que representa uma limitação significativa ao acompanhamento contábil e à transparência fiscal dos investimentos no setor.

1.13.3 INVESTIMENTOS

Para viabilizar investimentos em obras e serviços voltados à drenagem urbana, a Prefeitura de Manaus, por intermédio da Secretaria Municipal de Infraestrutura (SEMINF), utiliza diversas fontes de financiamento. Entre as principais, destacam-se:

7. **Recursos próprios do município:** Parte significativa das obras é financiada com orçamento municipal, proveniente de arrecadação de impostos como IPTU, ISS e repasses federais e estaduais. No total, em 2024, o orçamento municipal foi de R\$ 9,088 bilhões. Desse montante, estimasse que R\$ 426 milhões foram gastos em drenagem e terraplenagem (O PODER, 2024).

Para 2025, o orçamento do município é de R\$ 10,5 bilhões, conforme aprovado pela Câmara Municipal na Lei Orçamentária Anual (LOA). Desse valor, R\$81,7 são previstos para investimento em saneamento.

8. **Transferências da União para o Município:** Em 2024, a Prefeitura de Manaus recebeu diversas transferências de recursos da União, que incluem recursos constitucionais, legais voluntários e emendas parlamentares. As emendas parlamentares são recursos do orçamento federal, que Senadores e Deputados destinam para o município aplicar em obras estruturantes, incluindo drenagem, contenção de erosões e desassoreamento de igarapés. Da mesma forma, existem as emendas parlamentares dos Deputados Estaduais para transferência de recursos do Estado para o município (AMAZONAS ATUAL, 2024).

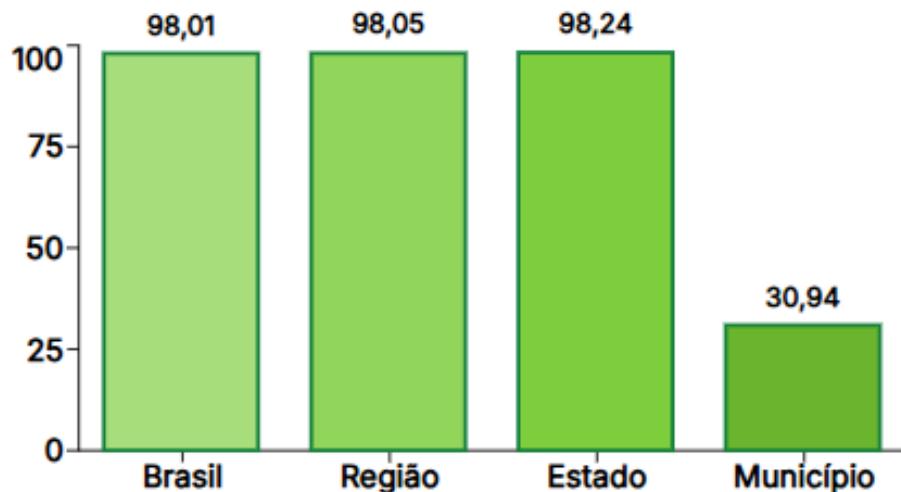
9. **Recursos provenientes de empréstimos em instituições financeiras:** O Projeto de Lei nº 118/2025, referente ao empréstimo de R\$ 2,5 bilhões, estabelece que a prefeitura poderá realizar empréstimos “ao longo da gestão”, entre 2025 e 2028, até o limite previsto. Desse montante, se encontra em avançado estágio uma operação no valor de R\$500 milhões junto ao Banco do Brasil para ser investido em obras de drenagem, contenção de erosões, desassoreamento de igarapés, infraestrutura urbana. Em 03 de julho de 2025, o Amazonas Atual informou que “A Secretaria do Tesouro Nacional, vinculada ao Ministério da Fazenda, deu parecer técnico favorável à concessão de garantia da União para que a Prefeitura de Manaus tome empréstimo de R\$ 500 milhões do Banco do Brasil. Para ser efetivada, a operação deverá ter aval do ministro Fernando Haddad e do Senado Federal. O parecer técnico foi dado nesta quarta-feira (2)”. (AMAZONAS ATUAL, 2024).

10. **Outros investimentos:** Em 2024, o setor de drenagem recebeu investimentos com recursos provenientes de programas e parcerias, como:

- **PROSAMIN+:** Programa Social e Ambiental de Manaus e Interior, coordenado pelo Governo do Amazonas, com investimento de R\$ 836 milhões em saneamento e drenagem.
- **Trata Bem Manaus:** Parceria com a concessionária Águas de Manaus para universalizar o saneamento até 2033, incluindo drenagem urbana.

Analisando o cenário nacional tem-se pela Figura 101 que Manaus está abaixo da média de investimento total médio per capita tanto nacional (99,01 R\$/habitante.ano) como regional (98,05 R\$/habitante.ano), como apenas 30,94 R\$/habitante.ano.

Figura 101 – Investimentos



Fonte: SINISA, 2024.

Dessa forma, a análise da sustentabilidade econômica dos serviços de drenagem urbana e manejo de águas pluviais no município de Manaus apresenta-se, no momento, como inviável, em razão da ausência de informações mais consolidadas que possibilitem a sistematização de dados operacionais e financeiros.

Da mesma forma, não foi possível realizar uma avaliação concreta sobre a necessidade de alocação de recursos orçamentários municipais para garantir a adequada prestação e manutenção dos serviços, uma vez que não foram identificados planos de viabilidade técnica e econômica, tampouco um banco de dados georreferenciado dos sistemas implantados na cidade. A inexistência desse mapeamento impede a identificação precisa das zonas urbanas que demandam implantação ou aprimoramento das estruturas de drenagem.

Os levantamentos disponíveis são pontuais e desarticulados, o que limita a capacidade de diagnóstico e planejamento. No entanto, esses registros evidenciam a necessidade constante de intervenções no sistema de drenagem, tanto para expansão quanto para manutenção, especialmente em áreas suscetíveis a alagamentos e degradação ambiental.

1.14 MEDIDAS NÃO-CONVENCIONAIS

A infraestrutura de drenagem urbana implantada na cidade de Manaus apresenta características técnicas que, em grande parte, não refletem as práticas atualizadas e os pressupostos contemporâneos de manejo sustentável das águas pluviais. O sistema predominante ainda se fundamenta em concepções convencionais, orientadas pelo rápido escoamento das águas para fora das áreas urbanas, o que gera consequências como sobrecarga em pontos de escoamento, erosão, assoreamento e recorrentes alagamentos, como apresentado nas sessões anteriores.

Atualmente as técnicas utilizadas são soluções que ainda seguem o modelo de infraestrutura convencional com galerias, bocas de lobo, canais de concreto, com baixa integração às abordagens sustentáveis, como infraestrutura verde e técnicas de retenção e infiltração.

Esse cenário revela a ausência de modernização tecnológica, como a implantação de sensores, telemetria, automação e monitoramento em tempo real, limitando a eficiência na operação e manutenção dos sistemas. Especialmente, devido a parte significativa das redes implantadas não terem sido projetada considerando o atual padrão pluviométrico e a expansão urbana desordenada, comprometendo a capacidade de escoamento.

Da mesma forma a inexistência de integração com o pavimento urbano, em que a pavimentação frequentemente precede a implantação dos sistemas de drenagem, causando danos à infraestrutura recém-executada. E não diferentemente a ausência de planejamento urbano articulado, uma vez que as obras são pontuais, sem articulação com planos de mobilidade, ocupação do solo e gestão de risco.

Segundo as recomendações da ANA, bem como práticas internacionais (ex.: *Low Impact Development, Nature-Based Solutions*), observa-se que que práticas sustentáveis não foram incorporadas, como: jardins de chuva, bacias de

detenção, pavimentos permeáveis e telhados verdes ainda não fazem parte das soluções sistemáticas aplicadas em Manaus.

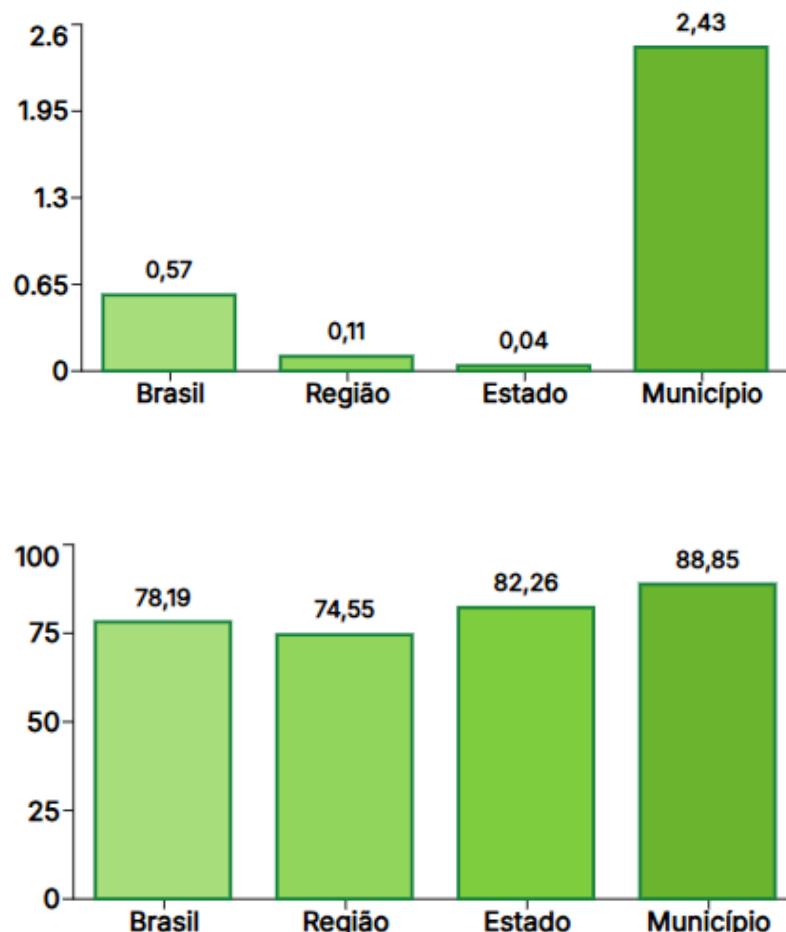
Observa-se que, no município de Manaus, ainda não são adotadas estratégias de reaproveitamento ou de contenção local das águas pluviais, como o reuso ou a infiltração controlada, que poderiam contribuir para a redução do volume de escoamento superficial e para a recarga do lençol freático.

Essa lacuna evidencia que os sistemas de drenagem urbana carecem de atualização técnica e modernização tecnológica, assim como de maior alinhamento com os princípios da drenagem sustentável. Nesse contexto, torna-se fundamental a estruturação de um Plano Diretor de Drenagem Urbana, sustentado por um diagnóstico técnico preciso e por modelagens hidrológicas que orientem decisões estratégicas.

Adicionalmente, é recomendável a formulação de um planejamento institucional voltado à criação de uma unidade técnica especializada, vinculada à administração municipal, responsável pelo planejamento, operação e avaliação integrada dos sistemas de drenagem. Paralelamente, deve-se considerar a implantação gradual de soluções baseadas na natureza (SbN) e tecnologias limpas, como parte de uma estratégia de sustentabilidade urbana.

Por fim, ressalta-se a importância do fortalecimento da base de dados técnica e histórica, com registros sistematizados das intervenções e desempenho dos sistemas, de forma a subsidiar a elaboração de políticas públicas, programas setoriais e instrumentos de gestão voltados ao manejo eficiente das águas pluviais. Adicionalmente, conforme indicado pelo SINISA (2024) na Figura 102, observa-se que o percentual de área urbanizada do município é relativamente baixo. No entanto, esse índice é superior às médias nacional e regional. Por outro lado, a cidade de Manaus apresenta 88,85% de vias urbanizadas, considerando o total das áreas da sede e das demais localidades do município.

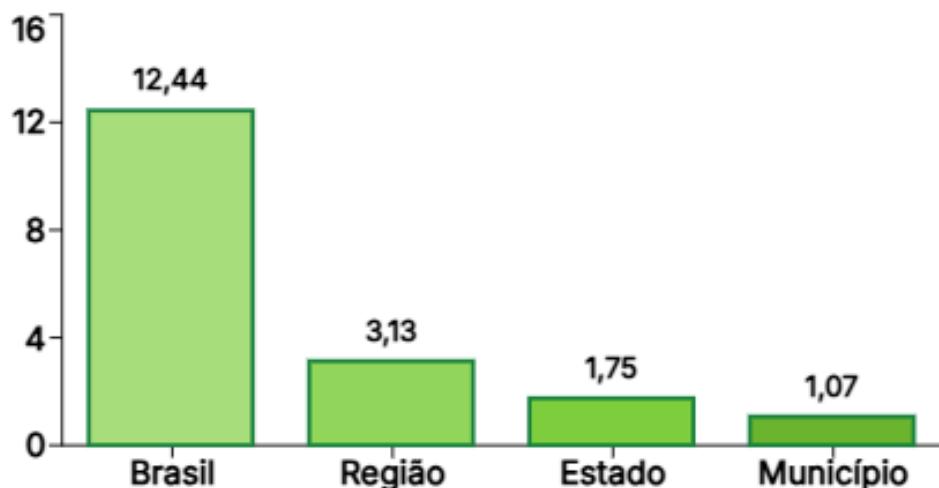
Figura 102 – Área urbanizada (%) e Vias urbanizadas (%)



Fonte: SINISA, 2024.

Ainda de acordo com o SINISA, como ilustrado na Figura 103, Manaus possui um baixo percentual de implementação de parques lineares em áreas urbanas, quando comparado às médias nacional e regional.

Figura 103 – Medidas compensatórias



Fonte: SINISA, 2024.

1.15. INTERFACES COM AS INFRAESTRUTURAS IMPLANTADAS

1.15.1 INTERFACE DO SISTEMA COM O MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

O carreamento e descarte irregular de resíduos sólidos nos igarapés de cidade representa um dos principais desafios ambientais e de infraestrutura da cidade, pois configuram uma problemática ambiental complexa, com implicações diretas sobre a qualidade dos recursos hídricos, a infraestrutura urbana e a saúde pública. A situação é agravada por fatores sociais, técnicos e institucionais que dificultam o controle efetivo desses impactos. Essa prática compromete não apenas os ecossistemas aquáticos, mas também reduz a eficiência operacional das estruturas de drenagem pluvial, especialmente em áreas críticas suscetíveis a alagamentos e inundações.

Segundo dados da SEMULSP no Relatório Circunstancial de Atividades ano 2023, no período compreendido entre janeiro a dezembro, foram realizadas 1.320 ações de limpeza em mais de 100 igarapés, córregos, orlas e praias de Manaus, resultando na coleta total de 10.733 toneladas de resíduos, com uma média diária de 29,4 toneladas.

Durante a execução do serviço mecanizado, foram empregadas duas balsas para a remoção de resíduos sólidos dos igarapés urbanos, resultando na coleta de 5.175 toneladas, com uma média de 431 toneladas por operação. Em complemento, por meio da remoção manual, foram coletadas 5.558 toneladas de resíduos, demonstrando o esforço combinado entre métodos mecanizados e manuais na limpeza dos cursos d'água.

As ações abrangeram uma extensão linear de 398 quilômetros, com uma área total de intervenção de 78,5 km². As densidades operacionais observadas foram de: 24,5 toneladas por quilômetro linear e 124,1 toneladas por quilômetro quadrado.

O custo total da operação, incluindo mão de obra, locação das balsas, coleta e destinação final dos resíduos, totalizou R\$ 19.311.935,76. Com base no volume total coletado, o custo unitário por tonelada foi de aproximadamente R\$ 1.799,28.

Essas ações estão ilustradas na Figura 104 e Figura 105 a partir da qual é possível compreender a magnitude da problemática associada ao carreamento e à presença de resíduos sólidos nos igarapés urbanos de Manaus.

Figura 104 – Limpeza de Igarapés Urbanos de Manaus (A)



Fonte: SEMULSP, 2023.

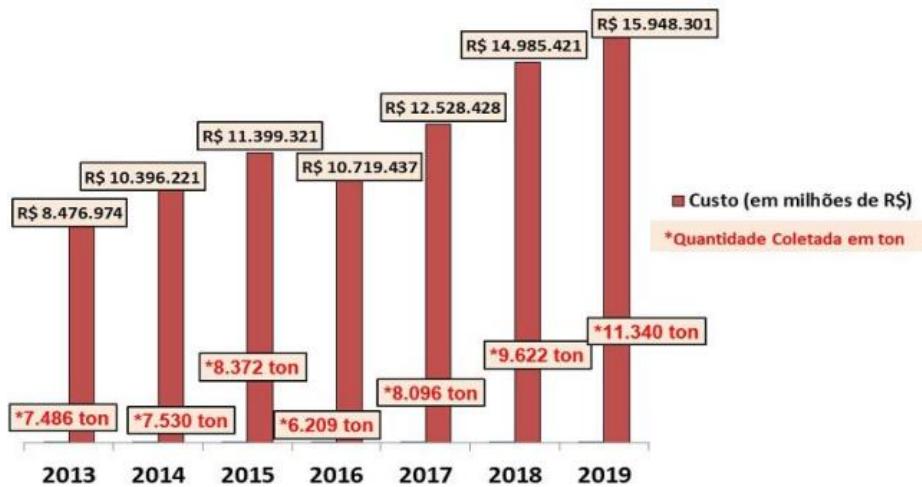
Figura 105 – Limpeza de Igarapés Urbanos de Manaus (B)



Fonte: SEMULSP, 2023.

Complementarmente, Souza Filho *et al.* (2021) apresenta na Figura 106 um gráfico que demonstra a evolução dos investimentos aplicados na atividade de coleta de resíduos sólidos dos igarapés de Manaus, evidenciando os esforços progressivos de mitigação, embora ainda insuficientes frente à complexidade dos problemas identificados.

Figura 106 – Gráfico de investimento e coleta de lixo em igarapés de Manaus-AM



Fonte: Souza Filho *et al.* (2021).

A SEMULSP implementou uma nova abordagem para o controle de resíduos sólidos nos igarapés urbanos de Manaus, por meio da instalação de ecobarreiras estratégicas. Essa iniciativa foi embasada em um mapeamento georreferenciado das áreas com maior incidência de descarte irregular de lixo, permitindo uma atuação mais eficiente e direcionada. Já foram implantadas 10 unidades, distribuídas em trechos críticos dos seguintes igarapés e localidades: igarapés do Franco, do 40 e do Passarinho; Avenida do Samba, Coroadinho, Mindú, Alvorada, São Francisco, Parque dos Gigantes e bairro da União. A Figura 107, Figura 108 e Figura 109 mostram esse dispositivo instalados em alguns igarapés da cidade.

Figura 107 – Igarapé São Francisco – Bairro Petrópolis Zona Sul da cidade



Fonte: Portal do Holanda, 2024.

Figura 108 – Igarapé do Mindú, no Centro-Sul da cidade



Fonte: AM NEWS, 2024.

Figura 109 – Igarapé dos Franceses



Fonte: NOTÍCIAS NA MEDIDA, 2024.

1.15.2 INTERFACE DO SISTEMA COM O ESGOTAMENTO SANITÁRIO

Segundo as diretrizes técnicas das normas ABNT NBR 9649 e NBR 12218, os sistemas de esgotamento sanitário devem operar sob o princípio do separador absoluto, ou seja, de forma isolada dos sistemas pluviais. No entanto, observa-se em Manaus a ocorrência de conexões clandestinas de esgoto sanitário à rede de drenagem pluvial, bem como o lançamento direto na sarjeta, caracterizando infrações às normas estabelecidas.

Esses lançamentos indevidos comprometem a integridade hidráulica dos condutos, provocando obstruções por sedimentos e resíduos, induzindo sobre pressões internas e, em casos extremos, rompimentos estruturais. Como consequência, há uma redução significativa na eficiência de escoamento da rede, potencializando episódios de alagamento em áreas urbanas sensíveis, especialmente durante períodos de precipitação intensa, típicos da região.

O panorama relatado é ilustrado pelas imagens constantes nas Figura 110 e Figura 111, que evidenciam os impactos provocados pelas conexões irregulares no sistema de drenagem pluvial da cidade.

Figura 110 – Lançamento de esgoto no sistema de drenagem em Manaus-AM



Fonte: GOOGLE EARTH, 2025.

Figura 111 – Problemas com a drenagem em decorrência de chuvas intensas



Fonte: GOOGLE EARTH, 2025.

Apesar dessa orientação técnica, verifica-se que os igarapés da cidade continuam recebendo, de forma recorrente, esgoto doméstico não tratado, efluentes industriais e resíduos com carga de metais pesados, sobretudo oriundos do Polo Industrial de Manaus (PIM) (SANTANA *et al.*, 2014; SOUZA FILHO *et al.*, 2018).

Como consequência, os igarapés tornam-se vetores de processos críticos, como: inundações e alagamentos em áreas de baixa capacidade de drenagem; instabilidade geotécnica e suscetibilidade ao desabamento de margens devido à erosão; riscos à saúde pública, com o aumento da incidência de doenças de veiculação hídrica e a proliferação de vetores urbanos, como roedores e mosquitos.

As transformações da paisagem urbana de Manaus, associadas à expansão desordenada e ausência de controle ambiental, impactaram diretamente os corpos hídricos. As alterações incluem: aterramento e retificação de trechos de igarapés; desmatamento e destruição de nascentes e margens

naturais; assoreamento de leitos e bloqueio do fluxo hídrico; diluição de efluentes industriais e domésticos, combinados ao descarte inadequado de lixo. Tais fatores alteraram drasticamente o perfil ambiental e hidrológico dos igarapés urbanos, comprometendo sua funcionalidade como drenantes naturais e afetando sua biodiversidade (SOUZA FILHO *et al.*, 2020a; 2020b).

1.16 INFORMAÇÕES SOBRE QUALIDADE DA ÁGUA E SAÚDE

1.16.1 QUALIDADE DOS CORPOS RECEPTORES

A qualidade dos corpos receptores de água em Manaus, como rios e igarapés, é afetada por diversos fatores, incluindo o lançamento de esgoto sem tratamento adequado, o descarte irregular de resíduos, o lançamento da drenagem superficial e o crescimento urbano desordenado.

O Decreto nº 28.678/2009 define os corpos receptores como os recursos hídricos superficiais ou subterrâneos que recebem efluentes líquidos provenientes de atividades humanas. A caracterização dessas condições é essencial para garantir que o lançamento de efluentes não comprometa a qualidade da água, a saúde pública e o equilíbrio dos ecossistemas aquáticos. Essa regulamentação representa um marco importante na gestão sustentável da água, reconhecendo-a como um bem público, limitado e de valor econômico.

Um dos aspectos importantes abordados, é que o decreto estabelece normas específicas para o lançamento da drenagem superficial e dos efluentes sanitários, com o objetivo de proteger os corpos hídricos e garantir o uso múltiplo e racional da água.

A drenagem superficial, proveniente de chuvas e escoamentos urbanos, deve ser manejada de forma a evitar a contaminação dos recursos hídricos. O decreto determina que qualquer sistema de drenagem que interfira nos corpos d'água deve ser previamente licenciado pelo IPAAM, respeitando critérios técnicos e ambientais.

Dessa forma, o lançamento de efluentes sanitários é tratado com rigor. O decreto exige que esses despejos sejam submetidos a tratamento adequado antes de serem lançados nos corpos hídricos, de modo a atender aos padrões de qualidade estabelecidos por normas ambientais. O IPAAM é responsável por fiscalizar, licenciar e monitorar essas atividades, garantindo que não haja prejuízo à saúde pública nem ao equilíbrio ecológico.

De modo que os corpos receptores sejam avaliados considerando os seguintes parâmetros de qualidade: Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) que indica a carga orgânica presente; sólidos sedimentáveis e flutuantes por afetarem a estética e a vida aquática; a presença de patógenos, como coliformes fecais, que representam risco sanitário; os nutrientes (nitrogênio e fósforo) que em excesso, causam eutrofização; e óleos, graxas e metais pesados, que são contaminantes tóxicos que afetam a biota. Quanto a classificação dos corpos d'água, essa deve seguir os critérios da Resolução CONAMA nº 357/2005, que define usos possíveis (abastecimento, recreação, preservação, etc.) e os padrões de qualidade exigidos para cada classe.

Apresenta-se, a seguir, uma síntese dos resultados obtidos em 2024 pelo Grupo de Pesquisa Química Aplicada à Tecnologia (GP QAT), vinculado à Universidade do Estado do Amazonas (UEA), que realizou o monitoramento de 55 pontos amostrais nas bacias hidrográficas da cidade de Manaus.

O estudo integra o programa ProQAS/AM, com foco na caracterização físico-química e microbiológica dos corpos hídricos e na avaliação do cumprimento do Decreto nº 28.678/2009 e da Lei nº 3.167/2007. Foram analisados mais de 160 parâmetros físico-químicos e microbiológicos, incluindo: coliformes fecais, pH, turbidez e oxigênio dissolvido, metais pesados; nutrientes como nitrogênio e fósforo. As figuras apresentam os resultados obtidos para as bacias Pró-Estado, Puraquequara, Tarumã Açu e Tarumã Mirim, respectivamente.

A Tabela 38 mostra a localização geográfica dos pontos de amostragem. As Figuras 112, Figura 113, Figura 114, Figura 115, Figura 116,

Figura 117, Figura 118, Figura 119, Figura 120, Figura 121, Figura 122, Figura 123, Figura 124, Figura 125, Figura 126 e Figura 127 apresenta o Índice de Qualidade da Água (IQA), juntamente com os resultados dos parâmetros analisados dos 15 pontos de monitoramento dos cursos d'água da bacia Pró-Estado, abrangendo o período de 2021 a maio de 2024.

Tabela 38 – Localização geográfica dos pontos de amostragem

Ponto	Latitude Grau Decimal	Longitude Grau Decimal	Ponto	Latitude Grau Decimal	Longitude Grau Decimal
1	-3,13	-60,00	9	-3,05	-59,85
2	-3,11	-59,97	10	-3,01	-60,09
3	-3,10	-60,02	11	-3,01	-60,08
4	-3,08	-60,02	12	-3,00	-59,82
5	-3,08	-60,03	13	-3,00	-60,08
6	-3,08	-59,89	14	-2,99	-60,10
7	-3,07	-60,08	15	-2,99	-59,84
8	-3,05	-59,95			

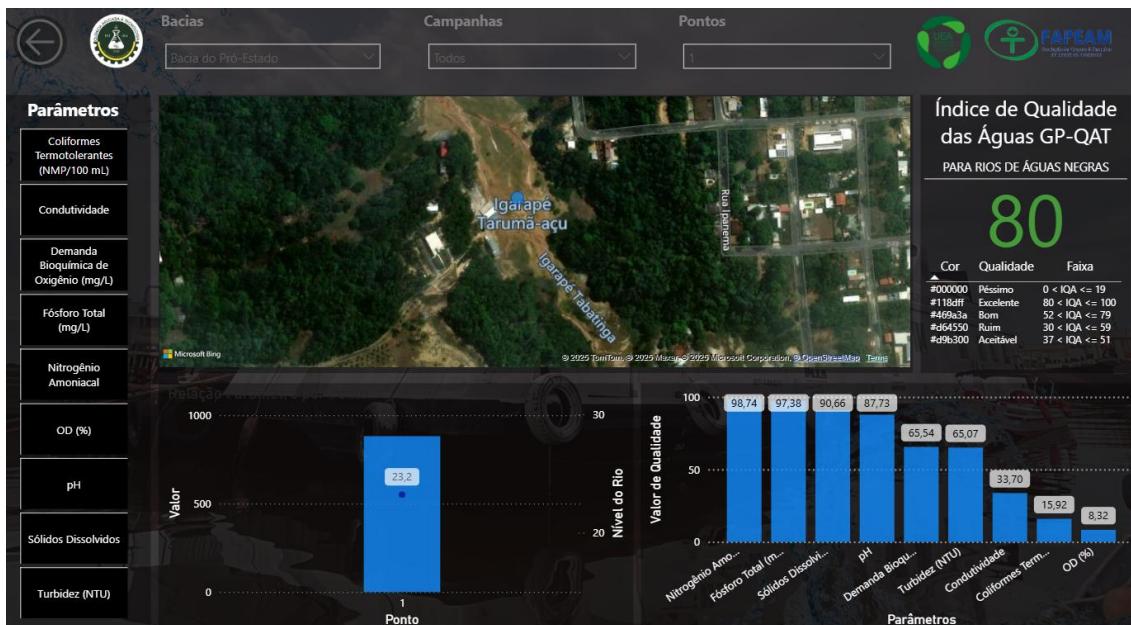
Fonte: GP QAT, 2024.

Figura 112 – ISA geral da bacia PRÓ-ÁGUAS – 15 pontos de monitoramento



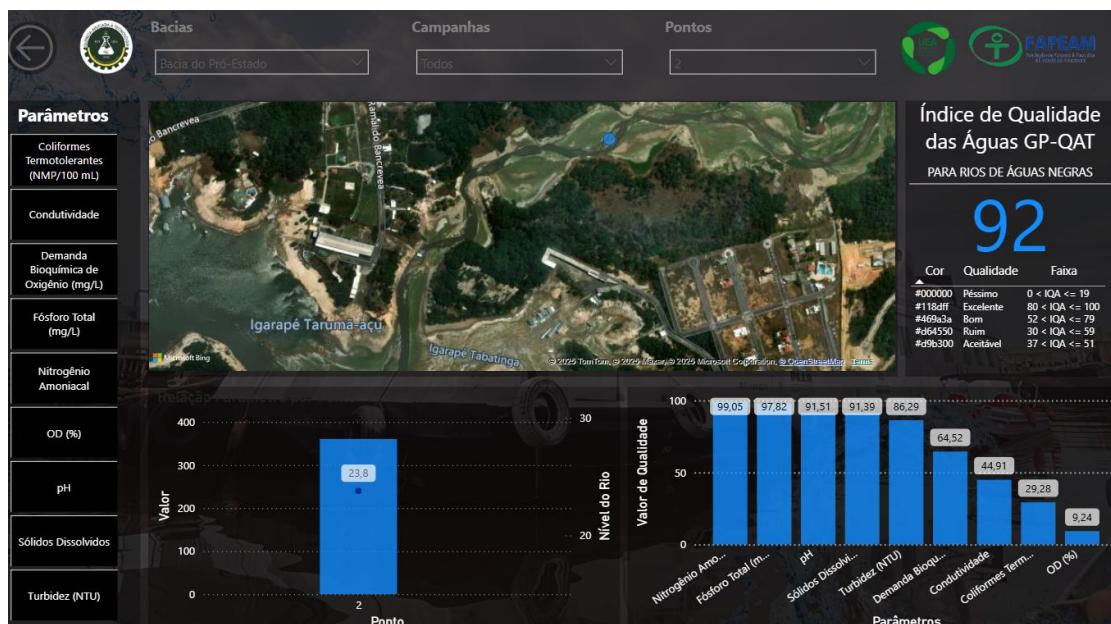
Fonte: GP QAT, 2024.

Figura 113 – Ponto 1 – Igarapé Tabatinga



Fonte: GP QAT, 2024.

Figura 114 – Ponto 2 – Igarapé Tarumã Açu



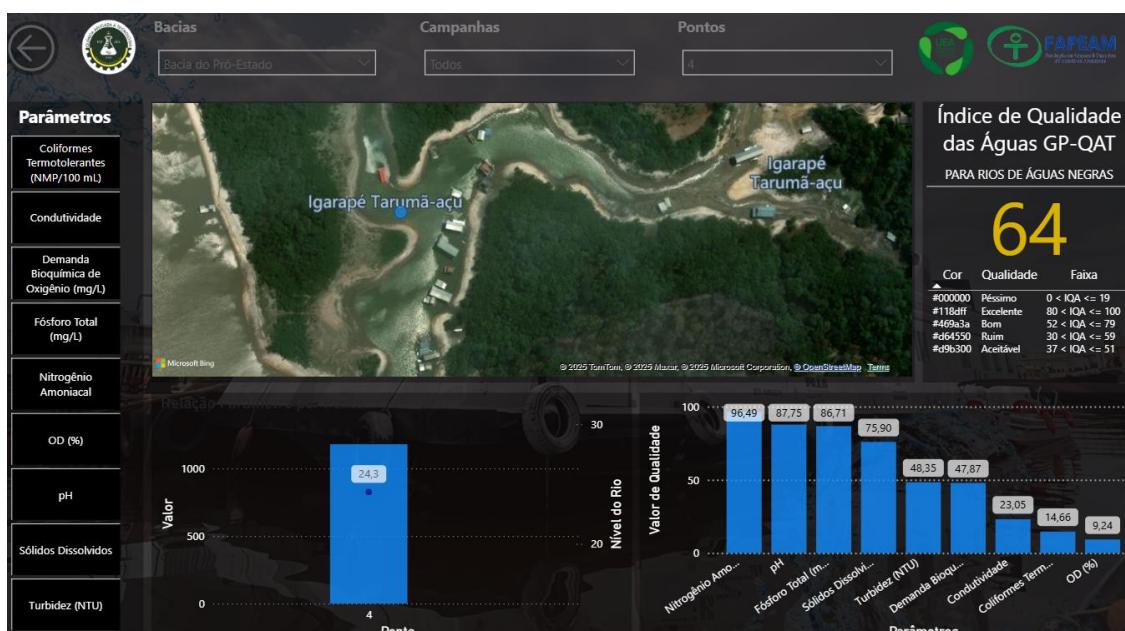
Fonte: GP QAT, 2024.

Figura 115 – Ponto 3 – Igarapé Tarumã Açu



Fonte: GP QAT, 2024.

Figura 116 – Ponto 4 – Igarapé Tarumã Açu



Fonte: GP QAT, 2024.

Figura 117 – Ponto 5 – Igarapé do Mindú



Fonte: GP QAT, 2024.

Figura 118 – Ponto 6 – Igarapé dos Franceses



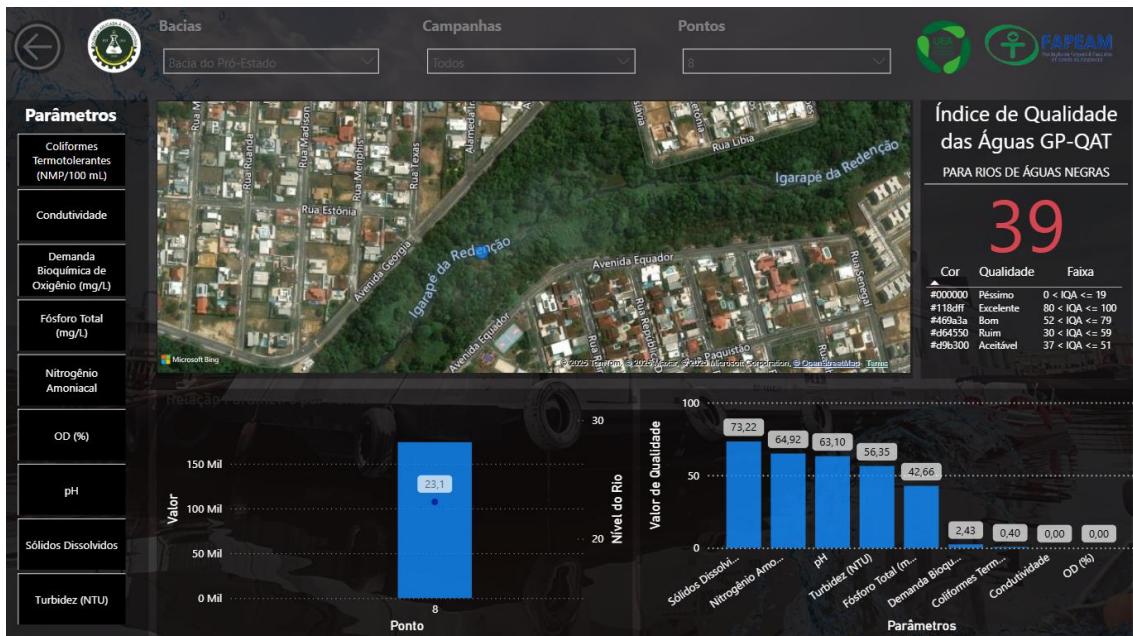
Fonte: GP QAT, 2024.

Figura 119 – Ponto 7 – Igarapé do Bindá



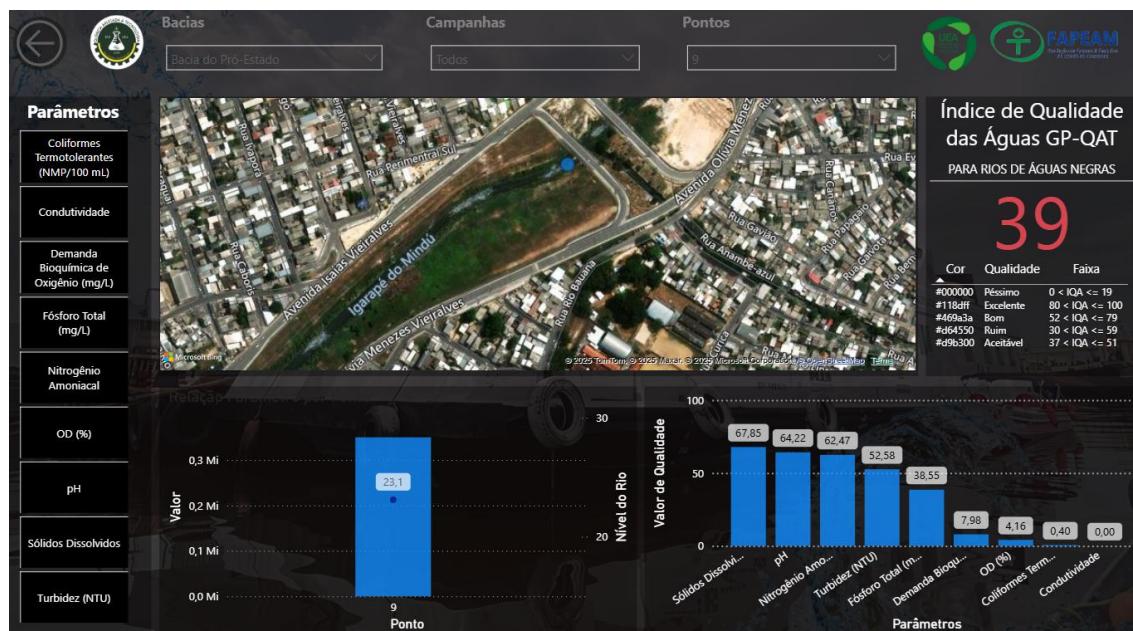
Fonte: GP QAT, 2024.

Figura 120 – Ponto 8 – Igarapé da Redenção



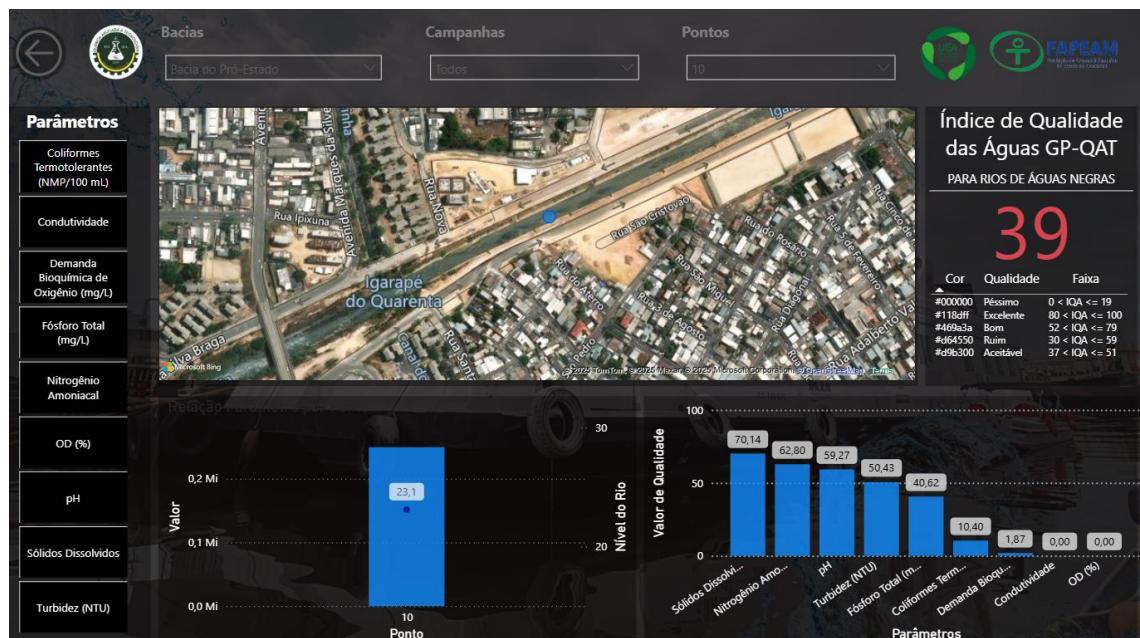
Fonte: GP QAT, 2024.

Figura 121 – Ponto 9 – Igarapé do Mindú



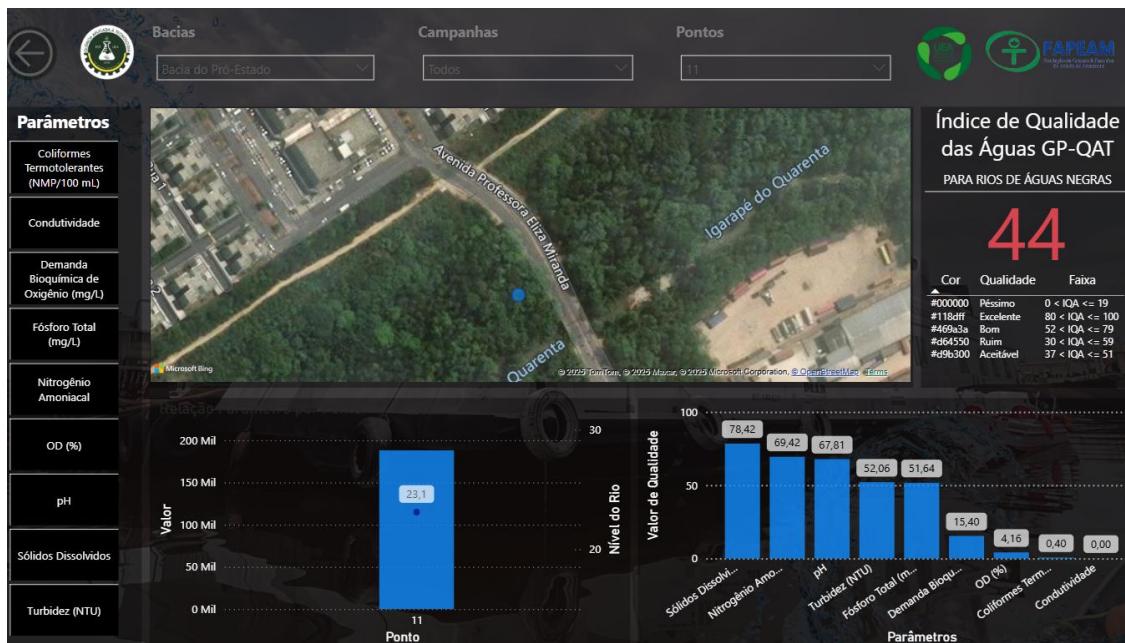
Fonte: GP QAT, 2024.

Figura 122 – Ponto 10 – Igarapé do Quarenta



Fonte: GP QAT, 2024.

Figura 123 – Ponto 11 – Igarapé do Quarenta



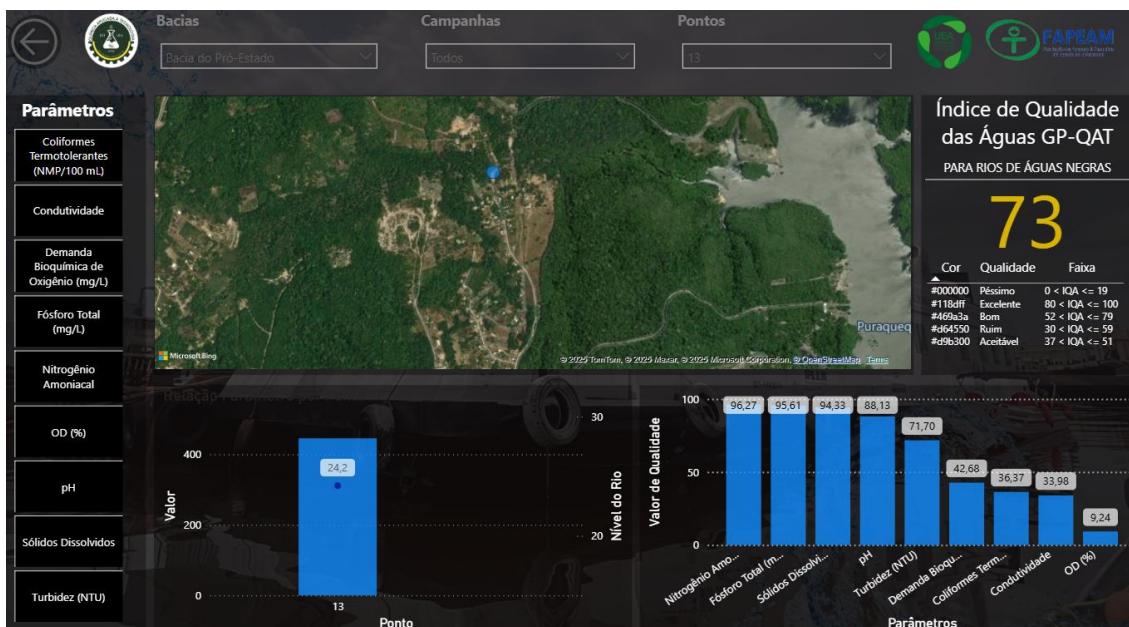
Fonte: GP QAT, 2024.

Figura 124 – Ponto 12 – Puraquequara



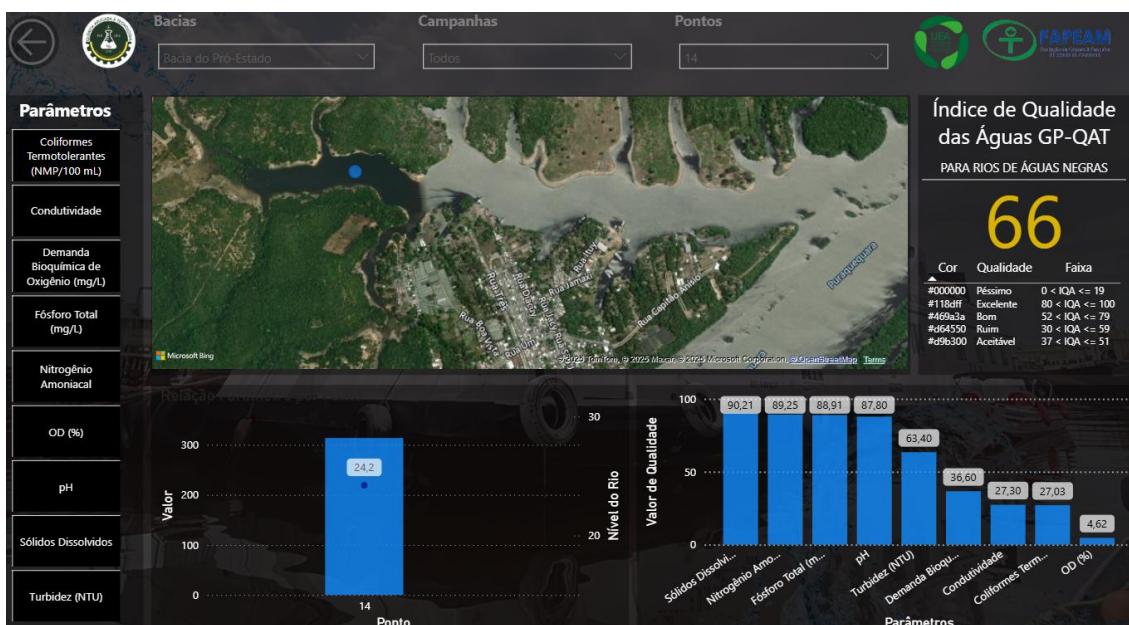
Fonte: GP QAT, 2024.

Figura 125 – Ponto 13 – Ramal do Ipiranga



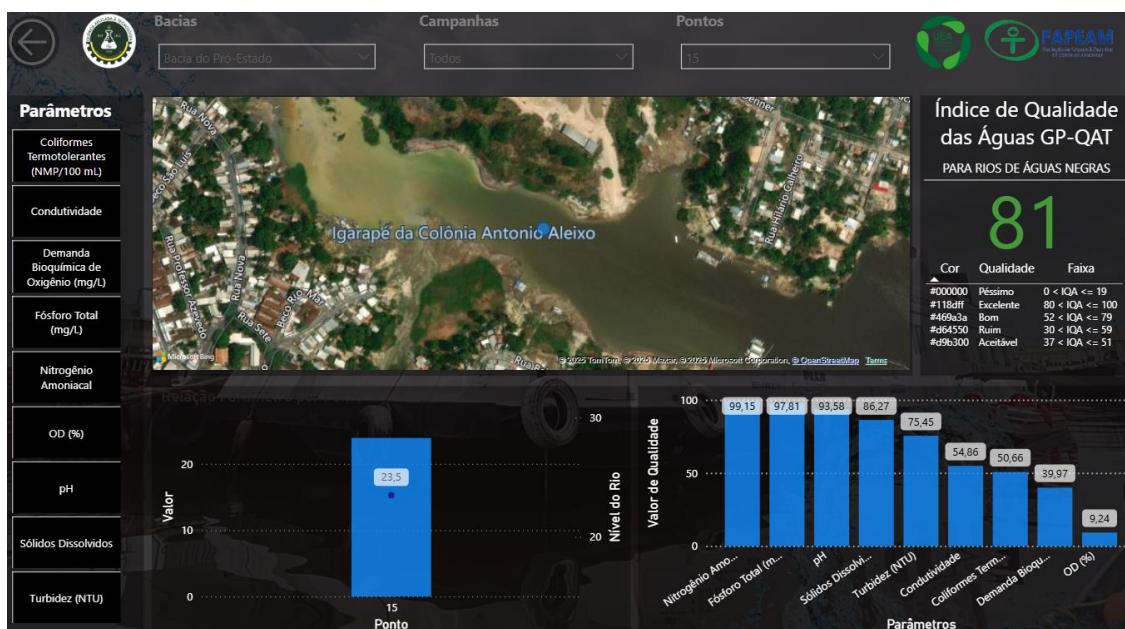
Fonte: GP QAT, 2024.

Figura 126 – Ponto 14 – Puraquequara



Fonte: GP QAT, 2024.

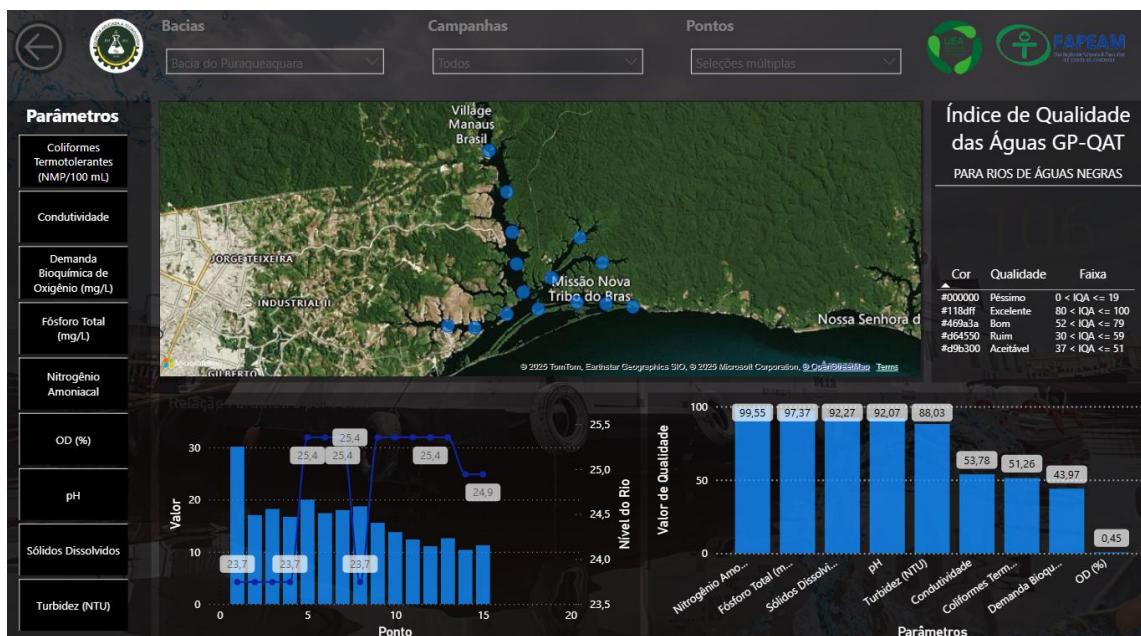
Figura 127 – Ponto 15 – Igarapé da Colônia Antônio Aleixo



Fonte: GP QAT, 2024.

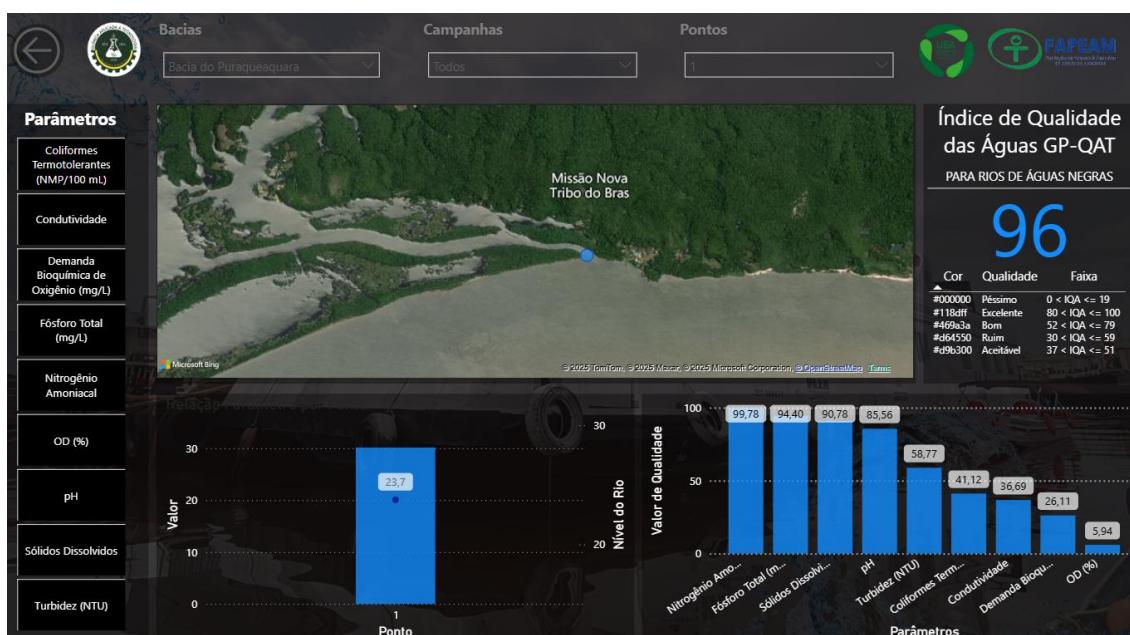
A Figura 128, Figura 129, Figura 130, Figura 131, Figura 132, Figura 133, Figura 134, Figura 135, Figura 136, Figura 137, Figura 138, Figura 139, Figura 140, Figura 141, Figura 142 e Figura 143 mostram os resultados obtidos para os 15 pontos de monitoramento na bacia do Puraquequara.

Figura 128 – Pontos na bacia do Puraquequara



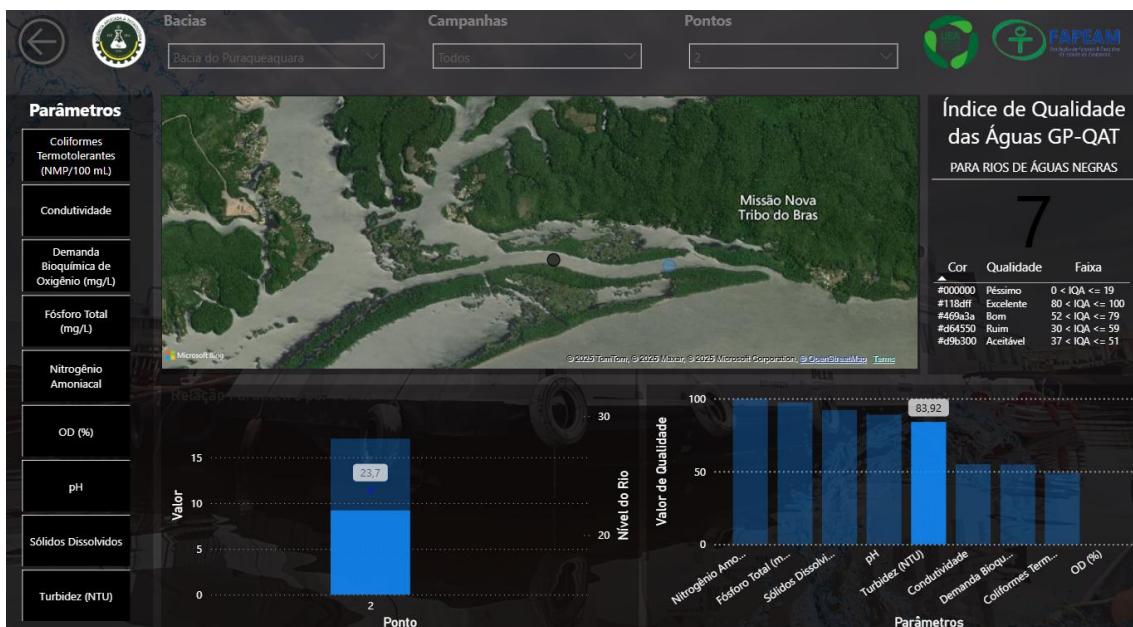
Fonte: GP QAT, 2024.

Figura 129 – Ponto1 – Missão Nova Tribo do Brás



Fonte: GP QAT, 2024.

Figura 130 – Ponto 2 – Missão Nova Tribo do Brás



Fonte: GP QAT, 2024.

Figura 131 – Ponto 3 – Missão Nova Tribo do Brás



Fonte: GP QAT, 2024.

Figura 132 – Ponto 4 – Missão Nova Tribo do Brás

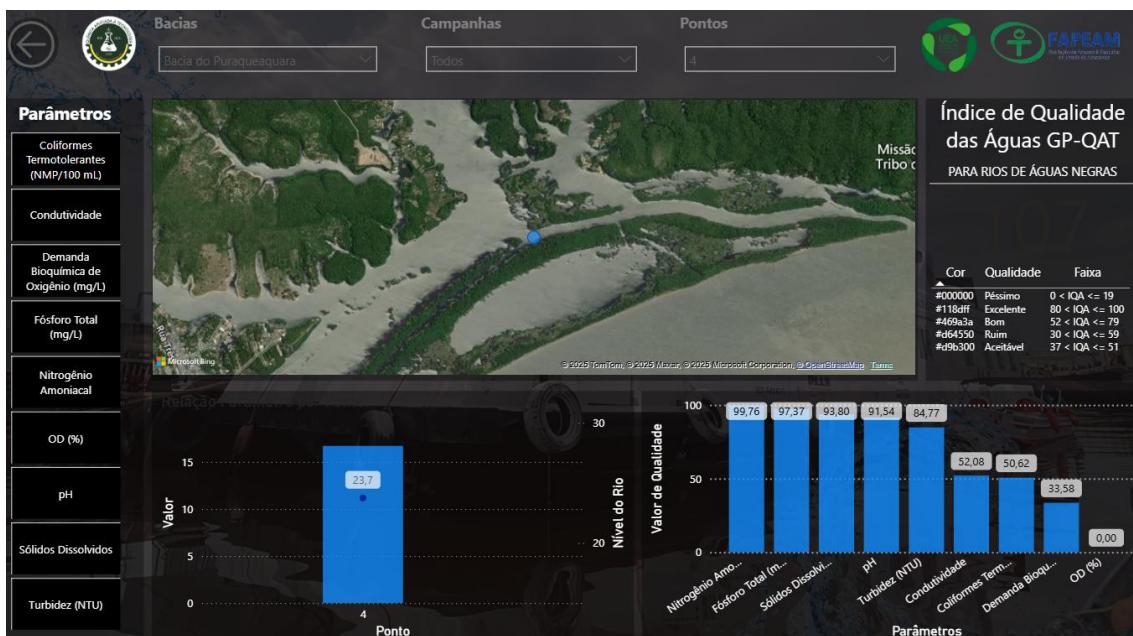


Figura 133 – Ponto 5 – Puraquequara

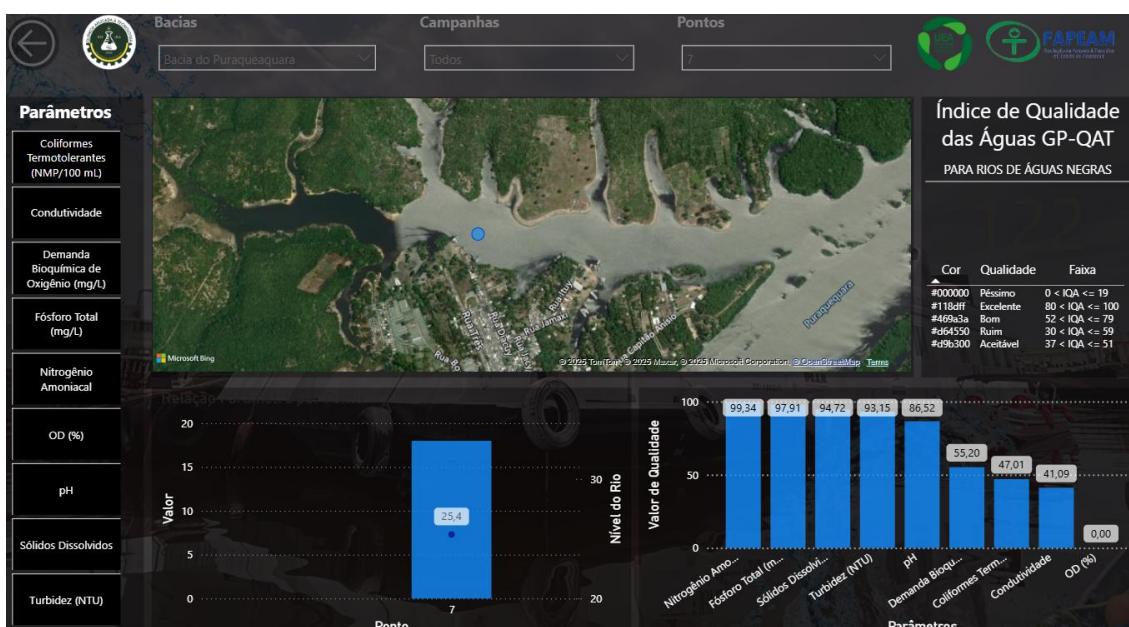


Figura 134 – Ponto 6 – Puraquequara



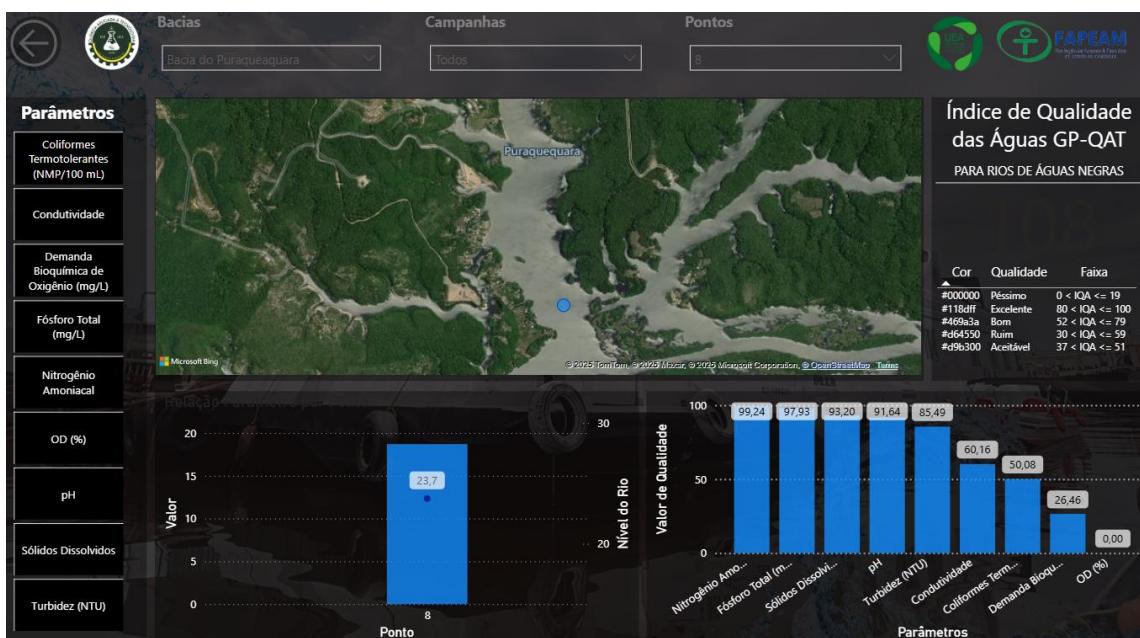
Fonte: GP QAT, 2024.

Figura 135 – Ponto 7 – Puraquequara



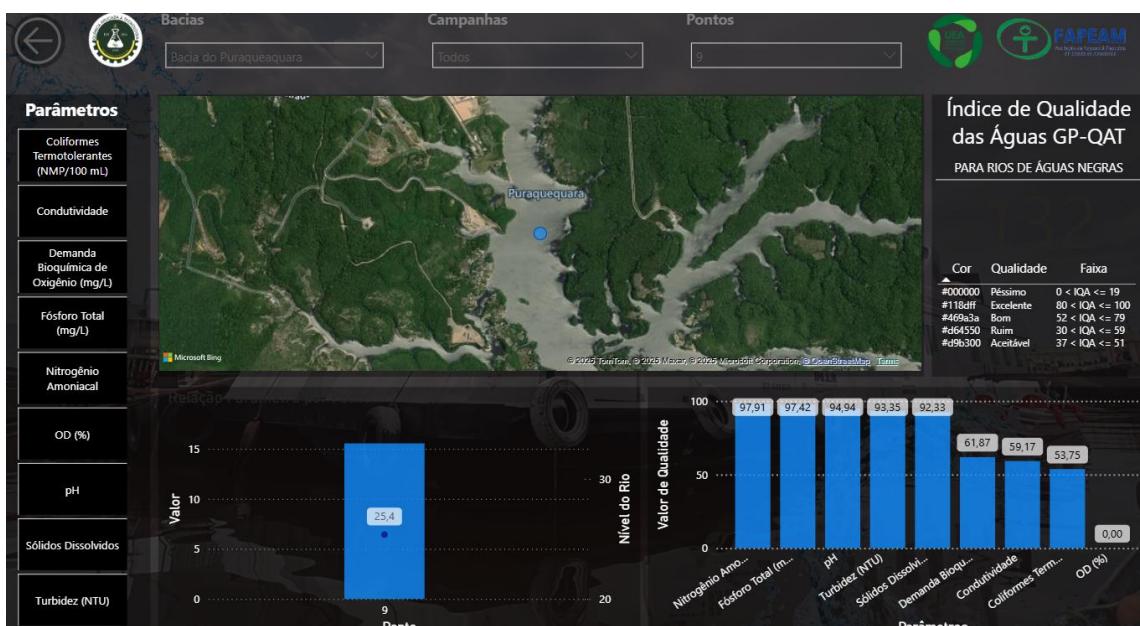
Fonte: GP QAT, 2024.

Figura 136 – Ponto 8 – Puraquequara



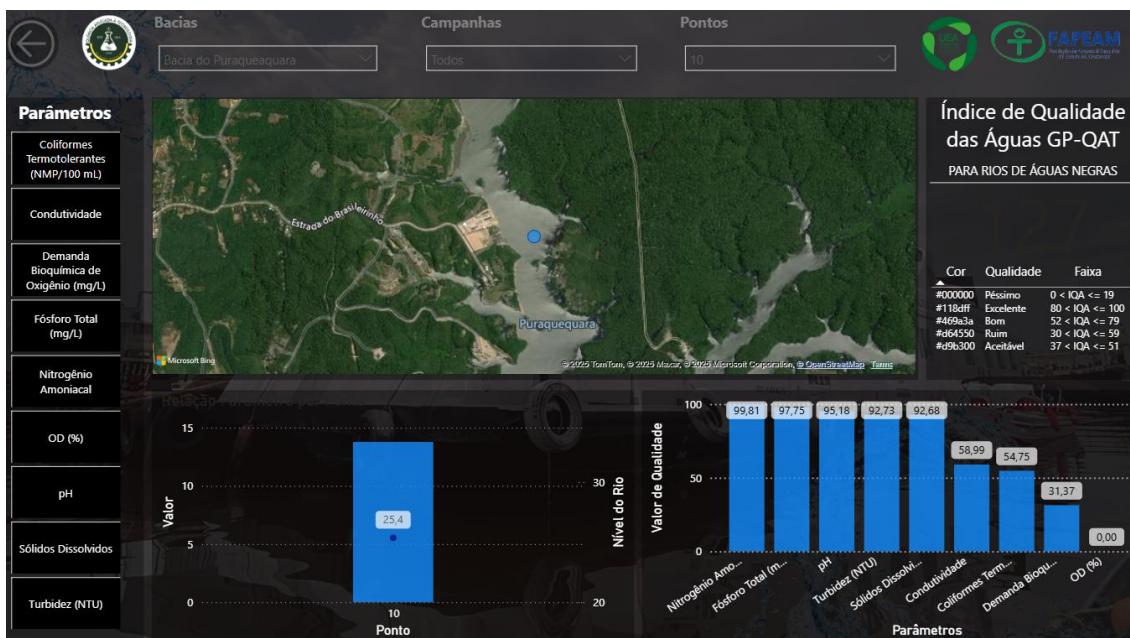
Fonte: GP QAT, 2024.

Figura 137 – Ponto 9 – Puraquequara



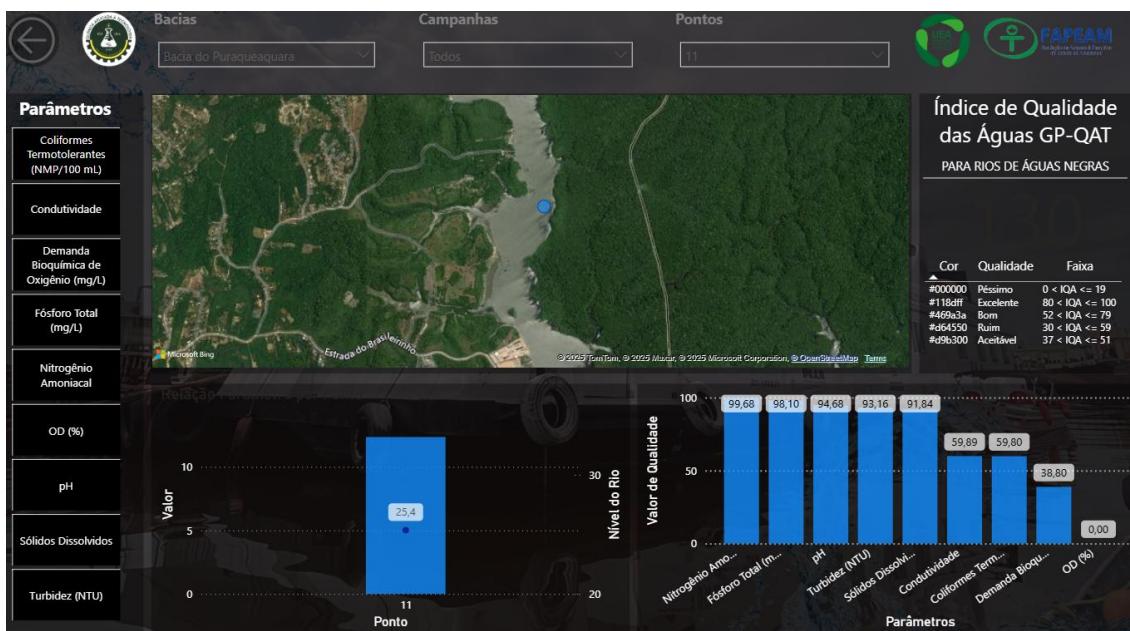
Fonte: GP QAT, 2024.

Figura 138 – Ponto 10 – Puraquequara



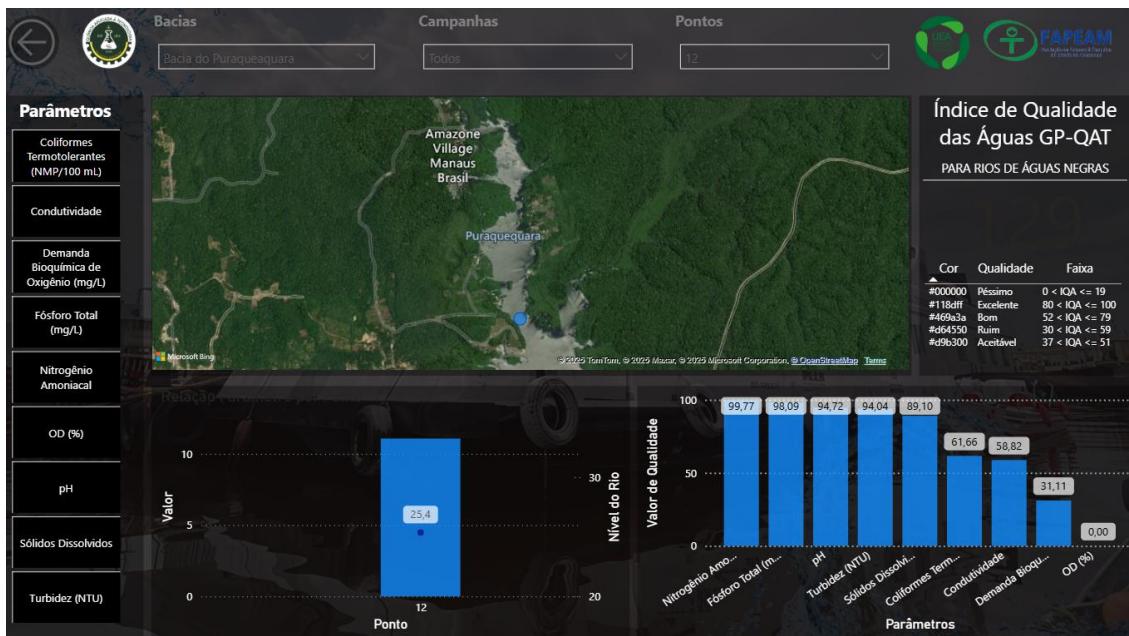
Fonte: GP QAT, 2024.

Figura 139 – Ponto 11 – Puraquequara



Fonte: GP QAT, 2024.

Figura 140 – Ponto 12 – Puraquequara



Fonte: GP QAT, 2024.

Figura 141 – Ponto 13 – Puraquequara



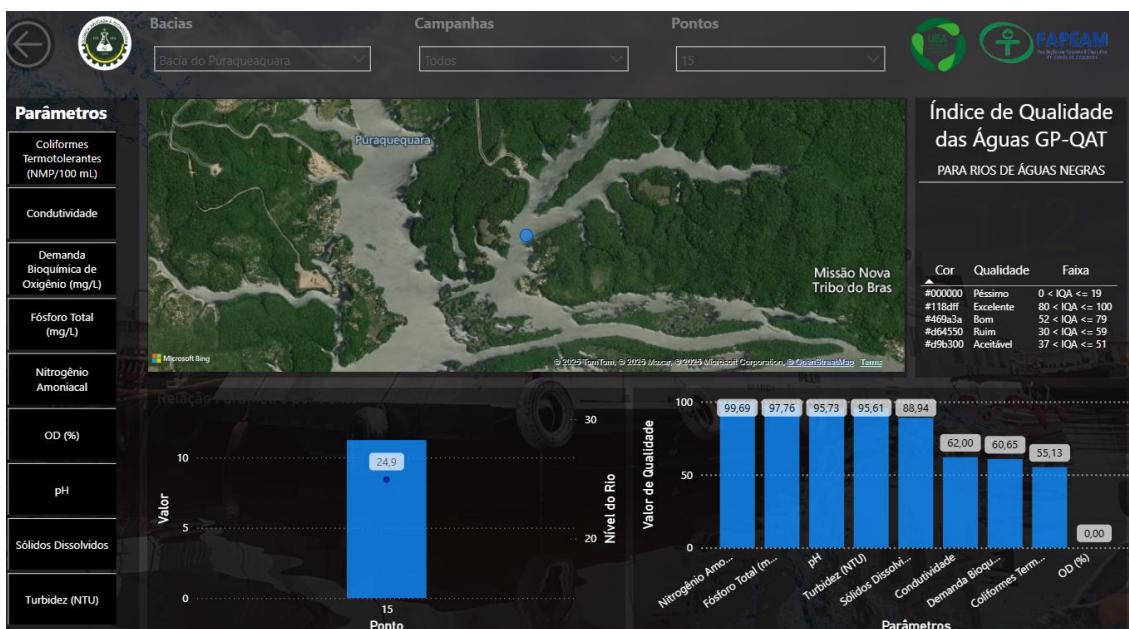
Fonte: GP QAT, 2024.

Figura 142 – Ponto 14



Fonte: GP QAT, 2024.

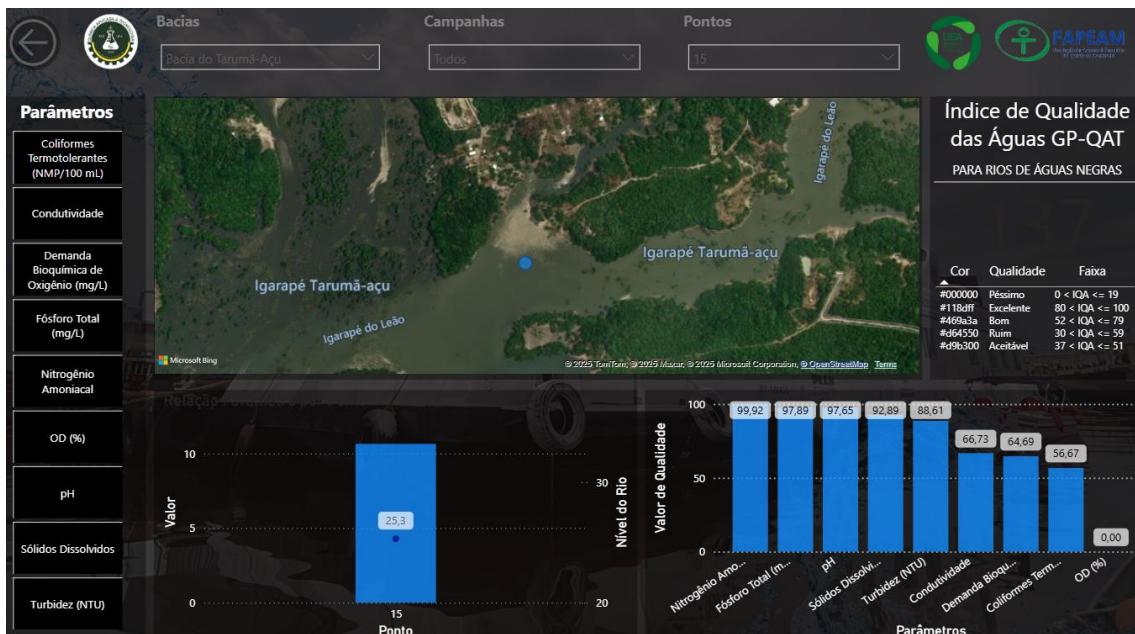
Figura 143 – Ponto 15



Fonte: GP QAT, 2024.

A Figura 144 apresenta o painel da qualidade da água do igarapé Tarumã Açu.

Figura 144 – Ponto 1 – Igarapé Tarumã Açu



Fonte: GP QAT, 2024.

Esses indicadores permitiram classificar os corpos hídricos segundo os critérios da Resolução CONAMA nº 357/2005, revelando um cenário de contrastes entre as bacias hidrográficas:

- Tarumã-Mirim e Puraquequara: Apresentaram índices de qualidade considerados saudáveis, com trechos classificados como “boa” ou “aceitável”.
- São Raimundo e Educandos: Estão em estado crítico de degradação, com presença elevada de esgoto doméstico e baixa oxigenação.
- Tarumã-Açu: Embora ainda dentro dos padrões legais, apresenta sinais de piora progressiva, especialmente devido à ocupação desordenada por flutuantes.

Esse processo de degradação ambiental e sanitário, é atribuído a má gestão dos efluentes sanitários e da drenagem superficial tem causado entre outros aspectos, a contaminação microbiológica dos igarapés urbanos; risco à saúde pública por exposição a patógenos; eutrofização em trechos com excesso de nutrientes e perda de biodiversidade aquática.

1.16.2 INDICADORES EPIDEMIOLÓGICOS ASSOCIADOS À DRENAGEM URBANA

A cidade de Manaus é marcada por intensa pluviosidade e complexa rede hidrográfica, enfrenta desafios significativos no manejo das águas pluviais. A ausência ou insuficiência de sistemas de drenagem urbana contribui diretamente para a ocorrência de agravos à saúde pública, especialmente em áreas periféricas e de ocupação irregular.

Segundo dados do Instituto Água e Saneamento, cerca de 7,6% dos domicílios em Manaus estão sujeitos a inundações, e 81,78% da população é atendida com drenagem de águas pluviais, embora de forma desigual. A deficiência na infraestrutura de drenagem favorece o acúmulo de águas contaminadas, criando ambientes propícios à proliferação de vetores e à disseminação de doenças.

Com base em estudos epidemiológicos recentes e dados do DATASUS e SINAN, os principais agravos à saúde associados à má gestão das águas pluviais em Manaus incluem:

- Dengue: 6.063 casos registrados entre 2020 e 2022, sendo o agravo mais prevalente.
- Leptospirose: 76 casos no mesmo período, com alta correlação com enchentes e contato com águas contaminadas.
- Doenças diarreicas agudas (DDA): associadas à ingestão de água contaminada durante alagamentos.
- Hepatite A e E, febre tifoide e cólera: doenças de veiculação hídrica com surtos em períodos de cheia e vazante.
- Intoxicações exógenas: causadas por ingestão de água ou alimentos contaminados por substâncias químicas presentes em águas urbanas.

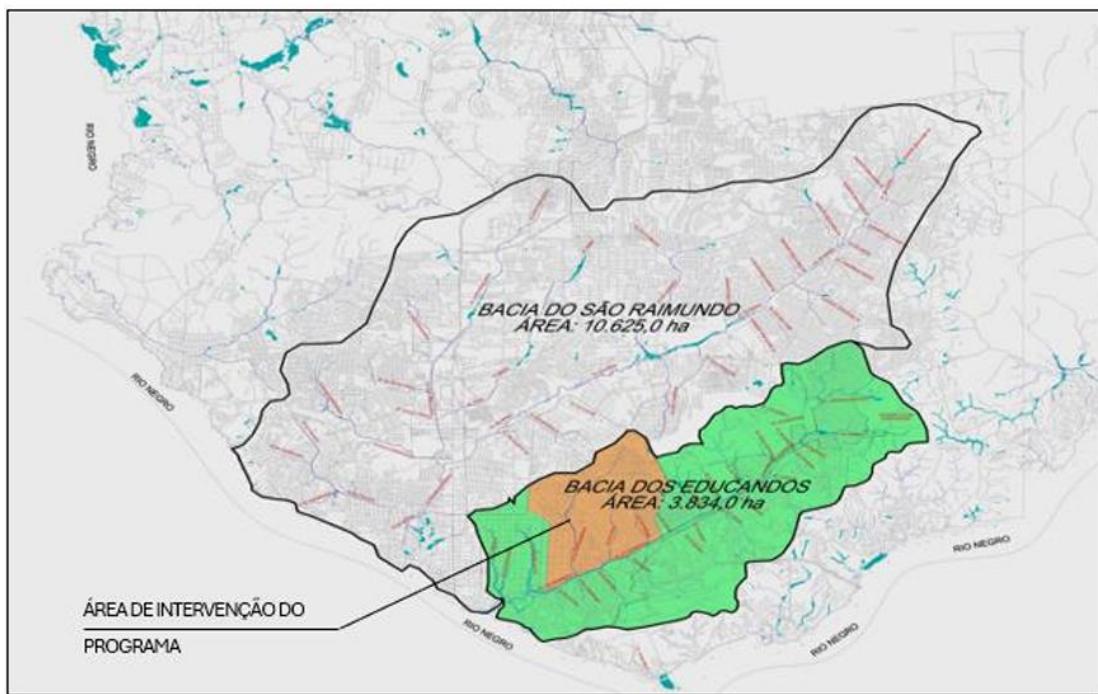
1.17 PROGRAMAS EXISTENTES

1.17.1 PROGRAMA SOCIAL E AMBIENTAL DE MANAUS (PROSAMIM)

O Programa Social e Ambiental dos Igarapés de Manaus (PROSAMIM), no âmbito estadual, foi projetado para dar um novo cenário urbano para áreas de igarapés por meio da drenagem, retificação e revestimentos dos canais, criando condições mais favoráveis para a autodepuração das águas dessas microbacias hidrográficas urbanas (UGPE, 2004).

A execução do Programa de responsabilidade da Unidade Gestora de Projetos Especiais (UGPE), o PROSAMIM iniciou no ano de 2000 com o lançamento do PROSAMIM I, voltado para a revitalização de igarapés, urbanização das margens e realocação de famílias em situação de risco (CORDEIRO, 2023). Em 2008, foi lançado o PROSAMIM II abrangendo outras áreas da cidade e incluindo melhorias na infraestrutura urbana, construção de novas habitações, vias de acesso e espaços de lazer. O PROSAMIM III foi lançado em 2013, o com o objetivo de resolver problemas ambientais, urbanos e sociais em Manaus, principalmente para a população que vivia as margens da Bacia do Igarapé São Raimundo, visando proporcionar melhores condições de vida. As áreas iniciais de intervenção do Programa abrangeram a Bacia do Educandos e o Igarapé Quarenta, conforme Figura 145.

Figura 145 – Bacia Hidrográfica da Área de Intervenção de Obras e Projetos – PROSAMIM II



Fonte: UGPE, 2013 *apud* CORDEIRO, 2023.

1.17.2 TRATA BEM MANAUS

Aguardando informações

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). **HidroWeb: Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos – dados coletados entre 08 e 11 de julho de 2025.** Brasília: ANA, 2025. Disponível em: <https://www.snh.gov.br/hidroweb>. Acesso em: 02 ago. 2025.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). **Norma de Referência nº 12, de 17 de março de 2025.** Define os serviços, atividades e infraestruturas dos serviços públicos de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas. Brasília, DF: ANA, 2025.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Panorama das águas: regiões hidrográficas.** Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/gestao-das-aguas/panorama-das-aguas/regioes-hidrograficas>. Acesso em: 2 ago. 2025.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). **Resolução nº 245, de 17 de março de 2025.** Aprova a Norma de Referência nº 12/2025, que dispõe sobre a estruturação dos serviços públicos de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas e estabelece as diretrizes para a estruturação dos serviços públicos de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas (DMAPU). Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 18 mar. 2025.

AMANAJÁS, J. C.; BRAGA, C. C. Padrões espaço-temporais pluviométricos na Amazônia oriental utilizando análise multivariada. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 27, p. 423-434, 2012.

AM NEWS. **Ecobarreiras de Manaus combatem lixo nos igarapés e protegem o Rio Negro.** AM News, 2024. Disponível em: <https://amnews.com.br/ecobarreiras-de-manaus-combatem-lixo-nos-igarapes-e-protegem-o-rio-negro/>. Acesso em: 2 ago. 2025.

AMAZONAS ATUAL. **Tesouro Nacional dá parecer favorável a empréstimo de R\$ 500 milhões para Prefeitura de Manaus.** Manaus, 3 jul. 2024. Disponível em: <https://amazonasatual.com.br/tesouro-nacional-da-parecer-favoravel-a-emprestimo-de-r-500-milhoes-para-prefeitura-de-manaus/>. Acesso em: 2 ago. 2025.

AMAZONAS.COM. **Recuperação e instalação de tubulação do exutório.** Amazonas.com, 2025. Disponível em: <https://portaldoamazonas.com/prefeitura-de-manaus-recupera-drenagem-profunda-e-realiza-contencao-com-rip-rap-na-comunidade-vale-do-sinai/> Acesso em: 2 ago 2025.

AMAZONAS. **Constituição do Estado do Amazonas nº 1, de 5 de outubro de 1989.** Dispõe sobre a organização político-administrativa do Estado do Amazonas. Diário Oficial do Estado do Amazonas, Manaus, 5 out. 1989.

AMAZONAS. Decreto nº 28.678, de 16 de junho de 2009. Regulamenta a Lei nº 3.167/2007, que dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Diário Oficial do Estado do Amazonas, Manaus, 16 jun. 2009.

AMAZONAS. Decreto nº 29.249, de 19 de outubro de 2009. Cria o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Tarumã-Açu – CBHTA e dá outras providências. Diário Oficial do Estado do Amazonas, Manaus, 19 out. 2009.

AMAZONAS. Decreto nº 37.412, de 25 de novembro de 2016. Cria o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Puraquequara e dá outras providências. Diário Oficial do Estado do Amazonas, Manaus, 25 nov. 2016.

AMAZONAS. Decreto nº 44.256, de 23 de julho de 2021. Altera, na forma que especifica, o Decreto nº 24.800, de 4 de janeiro de 2005, referente à Subcomissão Especial da Comissão Geral de Licitação do Poder Executivo, responsável pelas licitações de obras e serviços do Programa Social e Ambiental dos Igarapés de Manaus – PROSAMIM. Diário Oficial do Estado do Amazonas, Manaus, 23 jul. 2021.

AMAZONAS. Decreto nº 44.593, de 6 de dezembro de 2021. Dispõe sobre a estrutura organizacional da Unidade Gestora de Projetos Especiais (UGPE), no âmbito do Governo do Estado do Amazonas. Diário Oficial do Estado do Amazonas, Manaus, 6 dez. 2021.

AMAZONAS. Lei Complementar nº 4.163, de 9 de março de 2015. Institui a Região Metropolitana de Manaus e dá outras providências. Diário Oficial do Estado do Amazonas, Manaus, 9 mar. 2015.

AMAZONAS. Lei Complementar nº 272, de 9 de janeiro de 2025. Institui a Microrregião de Saneamento Básico – MRSB no Estado do Amazonas, revoga legislação anterior e dispõe sobre a regionalização e gestão dos serviços de saneamento básico. Diário Oficial do Estado do Amazonas, Manaus, 9 jan. 2025.

AMAZONAS. Lei nº 3.060, de 26 de maio de 2006. Institui, na organização administrativa do Poder Executivo, a Unidade Gerenciadora do Projeto Social e Ambiental dos Igarapés de Manaus – UGP/PROSAMIM, sob execução da Secretaria de Estado de Infraestrutura – SEMINF. Diário Oficial do Estado do Amazonas, Manaus, 26 maio 2006.

AMAZONAS. Lei nº 3.167, de 27 de agosto de 2007. Institui a Política Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Amazonas – PERH/AM e dá outras providências. Diário Oficial do Estado do Amazonas, Manaus, 27 ago. 2007.

AMAZONAS. Lei nº 3.804, de 29 de agosto de 2012. Dispõe sobre a regularização fundiária das terras dominiais do Estado do Amazonas e altera a Lei nº 2.754, de 29 de outubro de 2002. Diário Oficial do Estado do Amazonas, Manaus, 29 ago. 2012.

AMAZONAS. **Lei nº 6.225, de 27 de abril de 2023.** Dispõe sobre a reforma administrativa do Poder Executivo Estadual, incorporando a Unidade Gestora de Projetos Especiais (UGPE) à Secretaria de Estado de Desenvolvimento Urbano e Metropolitano (SEDURB), e dá outras providências. Diário Oficial do Estado do Amazonas, 27 abr. 2023.

AMAZONAS. **Lei nº 6.875, de 10 de maio de 2024.** Institui o Dia Estadual de Conscientização sobre a Limpeza dos Igarapés, a ser celebrado anualmente em 22 de março. Diário Oficial do Estado do Amazonas, 10 maio 2024.

AMAZONAS. **Plano Diretor de Reassentamento – PDR.** Manaus: Unidade Gestora de Projetos Especiais – UGPE, Governo do Estado do Amazonas, 2021.

AMAZONAS. Unidade Gestora de Projetos Especiais (UGPE). **Bacia hidrográfica da área de intervenção de obras e projetos – PROSAMIM II.** Manaus: Governo do Estado do Amazonas, 2013.

AMAZONAS. Unidade Gestora de Projetos Especiais (UGPE). **Programa Social e Ambiental dos Igarapés de Manaus – PROSAMIM.** Manaus: Governo do Estado do Amazonas, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 9649: projeto de redes coletoras de esgoto sanitário.** Rio de Janeiro: ABNT, 1986.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 10844: Drenagem pluvial urbana – Procedimento.** Rio de Janeiro, 1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 6492: Representação de projetos de arquitetura.** Rio de Janeiro, 1994.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 9050: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos.** Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 12218: Projeto de barragens de gravidade de concreto – Procedimento.** Rio de Janeiro, 2017

BACELAR, L. **História do saneamento em Manaus.** Manaus: Governo do Estado do Amazonas, 2022..

ASSAYAG, E. S. **Anais do II Congresso Sul-Americano de Alternativas de Desenvolvimento.** Manaus: Instituto Luterano de Ensino Superior de Manaus (ULBRA), 1998. p. 51.

BATISTA, T. L. **Geração de equações IDF dos municípios cearenses pelo método de desagregação por isozonas implementado em um programa computacional.** 2018. 94 f.: Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do

Ceará, Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Recursos Hídricos, Fortaleza, 2018.

BRAGA, H. A.; AMBRIZZI, T. A variabilidade intrassazonal e interanual do acoplamento entre a Zona de Convergência do Atlântico Sul e o Vórtice Ciclônico de Altos Níveis. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 37, n. 3, p. 305–311, 2022.

BRASIL. Departamento de Infraestrutura e Transportes (DNIT). **ISF-208 – Estudos Hidrológicos**. Brasília: DNIT, 2015.

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisas. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Manual de hidrologia básica para estruturas de drenagem**. 2. ed. Rio de Janeiro: DNIT, 2005.

BRASIL. **Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007**. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico e dá outras providências. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 8 jan. 2007.

BRASIL. **Lei nº 13.308, de 6 de julho de 2016**. Altera a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, para incluir a drenagem e o manejo das águas pluviais, a limpeza e a fiscalização preventiva das redes de drenagem urbana entre os serviços públicos de saneamento básico. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 7 jul. 2016.

BRASIL. **Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020**. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera as Leis nº 9.984, de 17 de julho de 2000, nº 10.768, de 19 de novembro de 2003, nº 11.107, de 6 de abril de 2005, nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, e nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 16 jul. 2020.

BRASIL. **Ministério das Cidades. Projeto de obras de drenagem urbana: critérios e procedimentos**. Brasília: Ministério das Cidades, 2005.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SINISA). Dados de pessoal em serviços de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas. 2024**. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/saneamento/sinisa>. Acesso em: 22 jul. 2025.

BUHRING, K. A. **Avaliação da qualidade da água superficial do Igarapé do Tarumã-Açu, Manaus (AM)**. 2010. Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2010.

CENTRO CULTURAL DOS POVOS DA AMAZÔNIA (CCPA). Planta e corte de Projeto de Canalização do Igarapé dos Remédios. 2020. In: CUNHA, J. A. C.

Alternativas para o sistema de drenagem em zona de inundação localizada no centro da cidade de Manaus, no estado do Amazonas. 2023.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS (CPRM). **Monitoramento hidrológico e cheias do rio Negro em Manaus: relatórios e dados históricos.** Manaus. 2021.

CONCREMAT ENGENHARIA E TECNOLOGIA S.A (CONCREMAT). **Relatório Parcial da Etapa 2.** Plano Diretor de Drenagem Urbana do Município de Manaus. v. 21. Outubro de 2014.

CORDEIRO, J. S. **Aplicação do índice de pobreza multidimensional na avaliação da efetividade de programas habitacionais de interesse social na Amazônia: Residencial Cachoeirinha-Manaus-AM.** Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2023.

COSTA, F. S. **Diagnóstico ambiental da bacia hidrográfica do Tarumã-Açu, Manaus – AM.** 2011. Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2011

CRUZ, J. C.; TUCCI, C. E. M. Estimativa da disponibilidade hídrica através da curva de permanência. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 13, n. 1, p. 111–124, 2008.

CUNHA, J. A. C. **Alternativas para o sistema de drenagem em zona de inundação localizada no centro da cidade de Manaus, no estado do Amazonas.** 2023. 460 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos – ProfÁgua), Universidade do Estado do Amazonas, Manaus, 2023.

DAMÉ, R. C. F.; TEIXEIRA, C. F. A.; TEIXEIRA, E. C. Comparação entre curvas intensidade-duração-frequência de ocorrência de precipitação obtidas a partir de dados pluviográficos com aquelas estimadas por técnicas de desagregação de chuva diária. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 12, n. 4, p. 505–509, 2006.

D'ANTONA, D. M. G.; FROTA, C. A. da. Estudo de misturas asfálticas com ligante modificado pelo polímero EVA para pavimentos urbanos de Manaus - AM. **Polímeros**, v. 21, n. 1, p. 13–18, 2011.

DE SOUSA, A. M. L.; ROCHA, E. J. P.; VITORINO, M. I.; PONTES DE SOUZA, P. J. O.; BOTELHO, M. N. **Variabilidade espaço-temporal da precipitação na Amazônia durante eventos ENOS.** *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 8, n. 1, p. 13-24, 2015.

DEFESA CIVIL DO AMAZONAS. **Mapas públicos de áreas de risco.** Disponível em: http://sispdec.defesacivil.am.gov.br/mapas/publico/areas_risco_cprm. Acesso em: 2 ago. 2025.

DENARDIN, J. E.; FREITAS, P. L. de. **Características fundamentais da chuva no Brasil.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 17, n. 10, p. 1409-1416, out. 1982.

FATO AMAZÔNICO. **Instalação de exutórios.** Fato Amazônico, Manaus, 2025. Disponível em: <https://fatoamazonico.com.br/>. Acesso em: 2 ago. 2025.

FILIZOLA, N.; SPÍNOLA, N.; ARRUDA, W.; SEYLER, F.; CALMANT, S.; SILVA, J. The Rio Negro and Rio Solimões confluence point hydrometric observations during the 2006/2007 cycle. In: VIONNET, C.; GARCIA, M. H.; LATRUBESSE, E. M.; PERILLO, G. M. E. (Eds.). **River, Coastal and Estuarine Morphodynamics: RCEM.** 1. ed. London: CRC Press, 2009. p. 1003-1006.

FINKLER, N. R., BORTOLIN, T. A., COCCONI, J., MENDES, L. A.; SCHNEIDER, V. E. Avaliação espaço-temporal da qualidade da água utilizando técnicas estatísticas multivariada. **Revista Ciência e Natura**, v.38, n.2. 2016.

FORTES, L. T. G. **Estudo geomorfológico e neotectônico da foz do rio Purquequara, Manaus – AM.** 2006. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2006.

GARCIA, E. **Manaus Referências da História.** Manaus: Norma, 2005.

GRUPO DE PESQUISA QUÍMICA APLICADA À TECNOLOGIA (GP QAT). **Pontos de monitoramento da bacia PRO-ÁGUAS.** Manaus: GP QAT, 2024.

GERALDI, M. S. **Influência do tamanho de séries temporais de precipitação em simulações de sistemas de aproveitamento de água pluvial em edificações.** 132 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.

GROBE, C. M. P. **Manaus e seus igarapés: a construção da cidade e suas representações (1880-1915).** 2014. 149 f. Dissertação (Mestrado em História). Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2014.

GROTZINGER, J.; JORDAN, T. H. **Para entender a Terra.** Porto Alegre: Bookman, 2013.

G1 AM. **Centro de Manaus durante a cheia nos meses de maio e junho de 2021.** G1, 2021. Disponível em: <https://g1.globo.com/am/amazonas/noticia/2025/07/02/ruas-do-centro-de-manaus-ficam-alagadas-apos-rio-negro-atingir-cota-de-inundacao-severa-e-afeta-trabalhadores.ghtml>. Acesso em: 02 ago 2025.

G1 AM. Registro de inundações. G1, 2020-2024. Disponível em: <https://g1.globo.com/am/amazonas/noticia/2025/07/11/rio-negro-baixa-seis-centimetros-em-uma-sem-ana-e-inicia-processo-de-vazante-em-manaus-diz-sgb.ghtml>. Acesso em: 02 ago.2025.

GOOGLE EARTH. Patologias no revestimento em via periférica de Manaus-AM. Imagem de satélite, 2025. Disponível em: <https://earth.google.com>. Acesso em: 2 ago. 2025.

PORTAL DO HOLANDA. Drenagem profunda levará qualidade de vida a moradores da Santa Marta. Disponível em: <https://www.portaldoholanda.com.br/amazonas/drenagem-profunda-levara-qualida-de-de-vida-moradores-da-santa-marta?amp=1>. Acesso em: 02 ago. 2025.

INDÚSTRIA DE ARTEFATOS DE CIMENTO DO AMAZONAS (INCAM). Meio fio de concreto para urbanização. [S. I.]: INCAM, 2025. Disponível em: <https://incam.ind.br/meio-fio/>

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Pesquisa de áreas urbanizadas do Brasil. Rio de Janeiro: IBGE, 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Divisão regional do Brasil em mesorregiões e microrregiões geográficas. Rio de Janeiro: IBGE, 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Área territorial brasileira. Rio de Janeiro: IBGE, 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Estimativas da população residente no Brasil e Unidades da Federação com data de referência em 1º de julho de 2024. Rio de Janeiro: IBGE, 2024.

INSTITUTO DURANGO DUARTE (IDD). Acervo iconográfico. Biblioteca Samuel Benchimol, 1915.

LIMA, F. N. Avaliação das probabilidades de falhas em barragens, associadas a eventos de naturezas hidráulicas e hidrológicas: estudo de caso da PCH Cajuru. 2014. 146 f. Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2014.

MANAUS. Decreto nº 93, de 28 de agosto de 1969. Restringe a construção de edificações abaixo da cota 30, correspondente ao nível do Rio Negro no ponto

de referência do Porto de Manaus. Diário Oficial do Município de Manaus, Manaus, 28 ago. 1969.

MANAUS. Decreto nº 0147, de 5 de junho de 2009. Cria a Secretaria Municipal de Infraestrutura – SEMINF e dá outras providências. Diário Oficial do Município de Manaus, Manaus, 5 jun. 2009.

MANAUS. Decreto nº 1.525, de 13 de abril de 2012. Regulamenta a estrutura e funcionamento da Secretaria Executiva de Proteção e Defesa Civil da Casa Militar do Município de Manaus. Diário Oficial do Município de Manaus, Manaus, 13 abr. 2012.

MANAUS. Decreto nº 5.175, de 21 de outubro de 2021. Declara de utilidade pública, para fins de instituição de faixa de servidão administrativa, a área de rede de drenagem situada no Lote 7A (desmembrado), localizado na Avenida Comendador José Cruz, Bairro Lago Azul. Diário Oficial do Município de Manaus, Manaus, 21 out. 2021.

MANAUS. Decreto nº 5.610, de 23 de junho de 2023. Declara de utilidade pública imóvel situado na Rua da Avença, s/n, Bairro da Paz, destinado à implantação de rede de drenagem pluvial. Diário Oficial do Município de Manaus, Manaus, 23 jun. 2023.

MANAUS. Lei Complementar nº 2, de 14 de janeiro de 2014. Institui o Plano Diretor Urbano e Ambiental do Município de Manaus e dá outras providências. Diário Oficial do Município de Manaus, Manaus, 14 jan. 2014.

MANAUS. Lei Complementar nº 003, de 24 de julho de 2014. Institui o Código de Obras e Edificações do Município de Manaus e dá outras providências. Diário Oficial do Município de Manaus, Manaus, 24 jul. 2014.

MANAUS. Lei Complementar nº 14, de 17 de janeiro de 2019. Altera dispositivos da Lei Complementar nº 2, de 14 de janeiro de 2014, que institui o Plano Diretor Urbano e Ambiental do Município de Manaus. Diário Oficial do Município de Manaus, Manaus, 17 jan. 2019.

MANAUS. Lei Delegada nº 1, de 31 de julho de 2013. Dispõe sobre as atribuições da Defesa Civil Municipal e da Secretaria Executiva de Proteção e Defesa Civil da Casa Militar. Diário Oficial do Município de Manaus, Manaus, 31 jul. 2013.

MANAUS. Lei Delegada nº 19, de 19 de fevereiro de 2013. Dispõe sobre a criação e estrutura da Secretaria Municipal de Limpeza Urbana e Sustentabilidade e suas atribuições, incluindo a Gerência de Limpeza de Igarapés. Diário Oficial do Município de Manaus, Manaus, 19 fev. 2013.

MANAUS. Lei nº 605, de 24 de julho de 2001. Institui e regulamenta o Código Ambiental do Município de Manaus, estabelecendo diretrizes para a proteção,

conservação e defesa do meio ambiente urbano. Diário Oficial do Município de Manaus, Manaus, 24 jul. 2001.

MANAUS. Lei nº 746, de 22 de dezembro de 2003. Dispõe sobre o emprego de asfalto ecológico nos projetos de pavimentação urbana no município de Manaus e dá outras providências. Diário Oficial do Município de Manaus, Manaus, 22 dez. 2003.

MANAUS. Lei nº 936, de 20 de janeiro de 2006. Dispõe sobre a criação da Secretaria Municipal de Obras, Serviços Básicos e Habitação – SEMOSBH. Diário Oficial do Município de Manaus, Manaus, 20 jan. 2006.

MANAUS. Lei nº 1.192, de 31 de dezembro de 2007. Institui o Programa de Tratamento e Uso Racional das Águas nas Edificações – PRO-ÁGUAS, e dá outras providências. Diário Oficial do Município de Manaus, Manaus, 31 dez. 2007.

MANAUS. Lei nº 1, de 31 de julho de 2013. Dispõe sobre o funcionamento e a estrutura organizacional do Poder Executivo Municipal, define os órgãos e entidades que o integram, fixa suas finalidades, objetivos e competências e dá outras providências. *Diário Oficial do Município de Manaus*, Manaus, 31 jul. 2013.

MANAUS. Lei nº 1.838, de 16 de janeiro de 2014. Institui as Normas de Uso e Ocupação do Solo do Município de Manaus. Diário Oficial do Município de Manaus, Manaus, 16 jan. 2014.

MANAUS. Lei nº 2.154, de 25 de julho de 2016. Altera dispositivos da Lei nº 1.838, de 16 de janeiro de 2014, que dispõe sobre as Normas de Uso e Ocupação do Solo. Diário Oficial do Município de Manaus, Manaus, 25 jul. 2016.

MANAUS. Lei nº 2.340, de 17 de setembro de 2018. Dispõe sobre a estrutura organizacional da Secretaria Municipal de Infraestrutura – SEMINF e dá outras providências. Diário Oficial do Município de Manaus, Manaus, 17 set. 2018.

MANAUS. Lei nº 2.402, de 16 de janeiro de 2019. Altera a Lei nº 1.838, de 16 de janeiro de 2014, que trata das Normas de Uso e Ocupação do Solo do Município de Manaus. Diário Oficial do Município de Manaus, Manaus, 16 jan. 2019.

MANAUS. Lei nº 672, de 14 de janeiro de 2022. Dispõe sobre as Normas de Uso e Ocupação do Solo do Município de Manaus e estabelece diretrizes para o desenvolvimento urbano e ambiental. *Diário Oficial do Município de Manaus*, Manaus, 14 jan. 2022.

MANAUS. Lei Ordinária nº 673, de 4 de novembro de 2002. Institui o Código de Obras e Edificações do Município de Manaus. Diário Oficial do Município, Manaus, 2002.

MANAUS. Prefeitura de Manaus. **Plano Diretor Urbano e Ambiental do Município de Manaus.** Manaus, 2015.

MANAUS. Prefeitura de Manaus. **Plano Diretor de Drenagem Urbana do Município de Manaus – PDDU.** Manaus, 2015.

MANAUS. Prefeitura de Manaus. **Plano Municipal de Saneamento Básico do Município de Manaus.** Manaus, 2015.

MANAUS. Prefeitura de Manaus. **Programa Igarapés de Manaus.** Plano Plurianual (PPA) 2022–2025. Manaus, 2022.

MANAUS. Secretaria Municipal de Infraestrutura (SEMINF). **Organograma da estrutura organizacional da SEMINF em relação aos serviços de drenagem pluvial.** Manaus, 2025. Documento institucional.

MANAUS. Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Sustentabilidade (SEMMAS). **Organograma da estrutura organizacional em relação aos serviços de drenagem pluvial.** Manaus, 2025.

MANAUS. Secretaria Municipal de Limpeza Urbana de Manaus (SEMULSP). **Relatório Circunstanciado de Atividades – Exercício de 2023.** Manaus: Secretaria Municipal de Limpeza Urbana (SEMULSP), 2023. Disponível em: https://www.manaus.am.gov.br/semulsp/wpcontent/uploads/sites/23/2024/11/Relatorio-Circunstancial-de-Atividade_2023.pdf

MARENGO, J. A.; SOUZA JUNIOR, C. **Mudanças climáticas: impactos e cenários para a Amazônia.** São Paulo: 2018.

MARTINS JÚNIOR, D. F. **Rios urbanos de Manaus: proposta teórico-metodológica para gestão e regulação de recursos hídricos com base no igarapé do Quarenta.** 2018. Dissertação (Mestrado Profissional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos – ProfÁgua) – Universidade do Estado do Amazonas, Manaus, 2018.

MEADE, R. H.; RAYOL, J. M.; CONCEIÇÃO, S. C. da; NATIVIDADE, J. R. Efeitos de águas estagnadas na bacia do Rio Amazonas, Brasil. **Environmental Geology and Water Science**, v. 18, p. 105–114, 1991.

MELO, R. **História do Abastecimento de Água de Manaus.** 1. ed. Manaus: 1989, 1617 p.

MOLION, L. C. B.; DALLAROSA, R. L. G. Pluviometria da Amazônia: são os dados confiáveis? **Climanálise - Boletim de Monitoramento e Análise Climática**, v. 5, n. 3, p. 40-42, mar. 1990.

MOLION, L. C. B. On the dynamic climatology of the Amazon Basin and associated rain producing mechanisms. In: **The geophysiology of Amazon vegetation and climate interactions**. New York: John Wiley and Sons, 1987.

MONTEIRO, M.; BRAGA, E. Análise da equação IDF de Manaus. In: **Seminário Internacional em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia**, v. 5. Manaus: EDUA, 2018.

NOTÍCIAS NA MEDIDA. **Prefeitura avança na instalação de segunda ecobarreira na cidade.** Notícias na Medida, 2024. Disponível em: <https://noticianamedida.com.br/2024/04/prefeitura-avanca-na-instalacao-de-segunda-ecobarreira-na-cidade/>. Acesso em: 2 ago. 2025.

OLIVEIRA, J. C.; MIRANDA, W. P.; PINHEIRO, E. C. N. M. Avaliação das patologias encontradas na via urbana Avenida Camapuã, localizada na zona norte da cidade de Manaus/AM: estudo de caso. **Revista FT**. v. 10, n. 2, 2024.

O PODER. **Gastos com drenagem e terraplanagem na gestão de David Almeida podem ultrapassar R\$ 426 milhões.** O Poder, 2024. Disponível em: <https://www.opoder.com/executivo/gastos-com-drenagem-e-terraplanagem-na-gestao-de-david-almeida-podem-ultrapassar-r-426-milhoes>. Acesso em: 2 ago. 2025.

PINHEIRO, K. Galerias subterrâneas de Manaus: a realidade do aterramento de igarapés. Portal Amazônia, Manaus, 18 abr. 2023. Disponível em: <https://portalamazonia.com/amazonas/galerias-subterraneas-de-manaus-a-realidade-do-aterramento-de-igarapes/>. Acesso em: 2 ago. 2025.

NOBRE, C. A., OBREGÓN, G. O., MARENGO, J. A., FU, R.; POVEDA, G. Characteristics of Amazonian climate: main features. **Amazonia and global change**, 186, 149-162. 2009.

OBREGON, G.; NOBRE, C. A. Principal component analysis applied to rainfall in Amazon. **Climanálise**, v. 5, p. 35-46, 1990.

OBSERVATÓRIO REGIONAL AMAZÔNICO (ORA). **Novembro de 2023 | ORA, OTCA, ENOS, El Niño, Amazônia.** 2023.

O GLOBO. **Áreas próximas a igarapés em Manaus durante a cheia no mês de junho de 2021.** O Globo, 2021. Disponível em: <https://g1.globo.com/am/amazonas/noticia/2024/12/13/videos-ruas-ficam-alagadas-durante-forte-chuva-que-atinge-manaus-nesta-sexta-feira.ghtml>. Acesso em: 2 ago. 2025.

PINTO, E. J. A. **Análise dos métodos da Cheia Máxima Provável e do Gradex: aplicação na Bacia Representativa de Juatuba.** Dissertação

(Mestrado). Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1996.

PINTO FILHO, W. L. **Avaliação e diagnóstico de vias urbanas expressas de Manaus: condições estruturais e funcionais.** 2013. 242 f. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2013.

REALTIME1. **Mapa mostra as áreas de risco em Manaus: zonas Norte e Leste são as mais afetadas.** Disponível em: <https://realtime1.com.br/mapa-mostra-as-areas-de-risco-em-manaus-zonas-norte-e-leste-sao-as-mais-afetadas/>. Acesso em: 2 ago. 2025.

REBOITA, M. S.; GAN, M. A.; ROCHA, R. P. da; AMBRIZZI, T. Regimes de precipitação na América do Sul: uma revisão bibliográfica. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 25, n. 2, p. 185-204, 2010.

RIO DE JANEIRO. **Instruções técnicas para elaboração de estudos hidrológicos e dimensionamento hidráulico de sistemas de drenagem urbana – Rio Águas.** 2. ed. rev. e atual. Rio de Janeiro: Prefeitura do Município, 2019. Aprovada pela Portaria O/SUB – RIO-ÁGUAS “N” nº 004/2010.

ROCHA, E. J. P. **Balanço de umidade e influência de condições de contorno superficiais sobre a precipitação da Amazônia.** 231 f. Tese (Doutorado em Meteorologia) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2001.

SANTANA, G. P.; BARRONCAS, P. S. M. Avaliação ambiental da bacia hidrográfica do Tarumã-Açu (AM): uma abordagem geoquímica e hidrológica. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 37, n. 3, p. 580–588, 2007.

SANTANA, G. P.; SANTOS, J. S.; CHAVES, E. V.; SOUZA, W. B. Propriedades físicas, químicas e mineralógicas de solos contaminados do Polo Industrial de Manaus. **Revista Scientia Amazonia**, n. 3, p. 58-64, 2014.

SCCOTTI, A. A. V.; BATEIRA, C. V. M.; ROBAINA, L. E. S.; PEREIRA, S.; TRENTIN, R. Definição das áreas propensas à inundação com uso de modelo hidráulico 2D do IBER: caso de estudo de Estrela e Lajeado/RS - Brasil. **Finisterra**, LIX (127), 2024, e35402.

SEIDEL, C.; JUSTEN, J. G. K.; BACK, A. J. Avaliação de distribuições de probabilidades para chuvas máximas de Lebon Régis-Santa Catarina. In: **XXXII Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem (CONIRD)**, 2023.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (SGB). **Expansão da mancha de inundação na área urbana da cidade de Manaus.** Brasília: SGB, 2025.

SILVA FILHO, S. R. D. **A organização do serviço sanitário em Manaus: sanitaristas e suas práticas de intervenção (1891-1920).** 2013. 155 f. Dissertação (Mestrado em História). Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2013.

SILVA NETO, V. L.; BONFIM, T. T. P. D. D.; ARAUJO, P. H. H.; CARMO, E. L. do; S. JÚNIOR, O. Mapeamento da precipitação máxima provável na bacia do rio Manuel Alves da Natividade. In: **IX Jornada Científica e Extensão**, 2018.

SIMAS, L. P. de; VALENÇA, P. M. A.; FROTA, C. A. da. Análise superficial de revestimentos do tipo areia asfalto no município de Manaus (AM). **Estudos Tecnológicos em Engenharia**, v. 9, n. 1, p. 1–10, jan./jun. 2013.

SOUZA FILHO, E. A.; ALVES, S. B. S. M.; NEVES, R. K. R. N.; BATISTA, I. H.; ALBUQUERQUE, C. C.; DAMASCENO, S. B.; NASCIMENTO, D. A. Estudo comparativo de aspectos físico-químicos entre águas da microbacia do Mindu e igarapés sob influência antrópica na cidade de Manaus-AM. **Brazilian Journal of Development**, n. 6, p. 2419–2433, 2020a.

SOUZA FILHO, E. A.; NEVES, R. K. R. N.; BATISTA, I. H.; ALBUQUERQUE, C. C. Caracterização físico-química das águas do Igarapé do Mindu nos bairros Jorge Teixeira, Conjunto Petros, e Parque-Dez em Manaus-Amazonas. **Revista Geofronter**, Campo Grande, v. 6, p. 01–20, 2020b.

SOUZA FILHO, E. A. **Diagnóstico da qualidade das águas do Igarapé do Mindu e criação de protótipo de aplicativo para disponibilização de dados em Manaus-AM.** 2018. Dissertação (Mestrado em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos) – Universidade do Estado do Amazonas (UEA), Manaus, 2018.

SOUZA, A. B. Análise dos períodos de retorno e riscos associados a eventos de cheia com base em cotas máximas prováveis. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 26, n. 3, p. 1-15, 2021.

SOUZA, E. B.; KAYANO, M. T.; TOTA, J.; PEZZI, L. P.; FISCH, G.; NOBRE, C. A. On the influences of the El Niño, La Niña and Atlantic dipole pattern on the Amazonian rainfall during 1960-1998. **Acta Amazonica**, v. 30, p. 305-318, 2000.

TUCCI, C. E. M.; PORTO, L. M.; BARROS, J. **Drenagem urbana.** Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Recursos Hídricos (ABRH), 2015.

UNITED STATES BUREAU OF RECLAMATION (USBR). **Guidelines for achieving public protection in dam safety decision making.** Denver: U.S. Department of the Interior, 2003. 21 p.

VALVERDE, A. E.; LEITE, H. G.; SILVA, D. D.; PRUSKI, F. F. Momentos-L: teoria e aplicação em hidrologia. **Revista Árvore**, v. 28, n. 6, p. 927-933, 2004.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION. **Manual on estimation of probable maximum precipitation – PMP.** Geneva: WMO, 2009. 291 p.

ZENG, X.; WANG, D.; WU, J. **Evaluating the three methods of goodness of fit test for frequency analysis.** *Journal of Risk Analysis and Crisis Response*, v. 5, n. 3, p. 178-187, 2015.

2 PROGNÓSTICO SISTEMA DE MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS E DRENAGEM

2.1 SÍNTESI DIAGNÓSTICA E ESTRATÉGICA

O Prognóstico do Sistema de Drenagem Urbana de Manaus (2025–2040) constitui o principal instrumento técnico e estratégico para o planejamento, gestão e financiamento das ações de manejo de águas pluviais no município, integrando o Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) e o Plano Diretor Urbano e Ambiental (PDUA).

O documento propõe uma visão de futuro em que Manaus consolida-se como cidade resiliente, ambientalmente sustentável e preparada para as novas condições climáticas da Amazônia, superando o histórico de alagamentos, inundações e degradação ambiental que afetam sua população há décadas.

Historicamente, a drenagem urbana de Manaus se desenvolveu de forma fragmentada, sem instrumentos integrados de planejamento, sem cadastro técnico consolidado e com escassa manutenção preventiva. O crescimento urbano desordenado, a ocupação de várzeas e encostas, a impermeabilização do solo e o lançamento de resíduos sólidos nos igarapés agravaram a vulnerabilidade hidrológica e social.

A ausência de um Plano Diretor de Drenagem Urbana (PDDU) e a falta de um órgão municipal específico para o setor resultaram na desarticulação entre os agentes públicos e privados e na baixa eficiência operacional das infraestruturas existentes.

O diagnóstico evidenciou que os principais desafios estão concentrados em quatro dimensões:

- (i) **institucional e regulatória**, marcada pela sobreposição de competências e ausência de um modelo de gestão integrado;
- (ii) **estrutural**, com redes subdimensionadas, obstruídas ou degradadas;

(iii) **ambiental**, pela ocupação irregular de áreas de inundação e a contaminação de igarapés por esgoto e resíduos; e

(iv) **financeira**, pela inexistência de fonte estável de custeio e investimento.

Essas limitações comprometem o desempenho hidráulico do sistema, ampliam os riscos à saúde pública e afetam diretamente a qualidade de vida urbana. Frente a esse quadro, o prognóstico propõe um novo modelo de drenagem urbana para Manaus, estruturado em cinco eixos estratégicos:

1. **Governança e Integração Institucional** – criação de um modelo de gestão permanente e coordenado entre Prefeitura, AGEMAN, AM-DREN, SEMINF, SEMMAS, Defesa Civil e demais órgãos;
2. **Concepção, Expansão e Melhoria dos Serviços** – reabilitação das infraestruturas existentes, implantação de soluções sustentáveis (SBN) e obras de controle de cheias;
3. **Otimização e Gestão Eficiente dos Recursos** – digitalização do cadastro técnico, manutenção preventiva e uso de tecnologia para monitoramento e operação;
4. **Sustentabilidade Econômico-Financeira e Social** – criação do Fundo Municipal de Drenagem Urbana (FMDU), fortalecimento da educação ambiental e engajamento comunitário;
5. **Condições Básicas e Transversais (Adaptação e Resiliência)** – implementação do Zoneamento Hidrológico Municipal (ZHM) e do Programa de Adaptação Climática e Resiliência Urbana (PMACRU).

Esses eixos são desdobrados em 12 medidas estruturantes, que combinam ações institucionais, estruturais, operacionais e educativas. Entre elas destacam-se: a criação da Autoridade Municipal de Drenagem e Águas Pluviais (AM-DREN), a elaboração e institucionalização do PDDU, a implantação do

Sistema Municipal de Informação e Monitoramento da Drenagem (SIM-DREN) e o Programa de Reabilitação e Ampliação da Drenagem Urbana (PRADU), que abrange as bacias críticas dos igarapés Educandos, Quarenta, São Raimundo, Tarumã e Puraquequara.

Também se incluem o Programa de Drenagem Sustentável (PMDS), baseado em Soluções Baseadas na Natureza (SBN), como jardins de chuva, pavimentos permeáveis e valas vegetadas e o Programa de Controle de Cheias e Proteção de Infraestruturas Críticas (PMCC-Manaus), voltado à mitigação de riscos em áreas de grande vulnerabilidade.

O plano estabelece 11 projetos prioritários e âncora, que traduzem as medidas em ações concretas e escalonadas.

Os projetos prioritários (curto prazo, 2025–2028) focam na estruturação institucional e na base técnica: criação da AM-DREN, aprovação do PDDU, implantação do SIM-DREN, criação do FMDU, modernização das ecobarreiras, educação ambiental e elaboração do ZHM.

Já os projetos âncora (médio e longo prazo, 2029–2040) concentram os investimentos estruturais e transformadores: PRADU (reabilitação e expansão da drenagem), PMDS (Soluções Sustentáveis), PMCC-Manaus (controle de cheias) e PMACRU (adaptação climática).

O plano prevê um investimento total estimado de R\$ 5,28 bilhões até 2040, distribuídos da seguinte forma:

- **Curto prazo (2025–2028):** R\$ 980 milhões – estruturação institucional, planejamento e obras emergenciais;
- **Médio prazo (2029–2035):** R\$ 2,6 bilhões – expansão e reabilitação das redes, implantação de SBN e controle de cheias;
- **Longo prazo (2036–2040):** R\$ 1,7 bilhão – adaptação climática, resiliência e manutenção plena.

A composição financeira baseia-se em fontes diversificadas e complementares: recursos municipais (28%), federais (32%), internacionais e multilaterais (30%) e parcerias privadas (10%).

Entre os principais instrumentos destacam-se o Fundo Municipal de Drenagem Urbana (FMDU), o PAC Cidades Sustentáveis, o Fundo Amazônia/BNDES, linhas do BID, CAF e *Green Climate Fund* (GCF) e compensações ambientais de empreendimentos urbanos.

As diretrizes gerais de investimento priorizam:

- (i) redução de risco à população e proteção de infraestruturas críticas;
- (ii) reabilitação dos ativos existentes antes da expansão;
- (iii) integração entre drenagem, habitação e uso do solo;
- (iv) sustentabilidade financeira de longo prazo;
- (v) escalonamento dos investimentos conforme maturidade institucional;
- (vi) transparência e rastreabilidade total dos recursos.

Essas diretrizes transformam a drenagem em infraestrutura de saúde pública e de justiça territorial, reforçando o papel do saneamento como direito humano e vetor de equidade urbana.

O prognóstico institui também mecanismos de gestão e monitoramento financeiro permanentes, coordenados pela AGEMAN, em articulação com a UGPM-Água, AM-DREN e Prefeitura de Manaus.

Entre os instrumentos previstos estão:

- Relatórios trimestrais de execução físico-financeira, elaborados pela AM-DREN e validados pela AGEMAN;
- o Painel Digital de Acompanhamento de Investimentos (PDAI-D), com dados georreferenciados e indicadores de desempenho;

- auditorias técnicas e financeiras independentes, com certificação anual de conformidade;
- o Comitê de Financiamento e Investimentos do Saneamento (CFIS), para governança colegiada; e
- revisões tarifárias condicionadas ao cumprimento mínimo de 90% das metas de investimento em cada ciclo.

Esses mecanismos garantem transparência, rastreabilidade e controle social sobre o uso dos recursos, fortalecendo a regulação e a credibilidade do setor perante financiadores e cidadãos.

Os resultados esperados até 2040 incluem a redução de 60% dos pontos críticos de alagamento, a reabilitação integral das redes de drenagem, a universalização da manutenção preventiva, e a integração plena da drenagem à adaptação climática e à governança urbana.

Com isso, Manaus deixará de tratar a drenagem como resposta emergencial a desastres e passará a encará-la como sistema público permanente, eficiente e previsível.

A implementação das ações propostas contribuirá diretamente para:

- melhoria da qualidade ambiental dos igarapés urbanos;
- redução de doenças de veiculação hídrica e vetorial;
- fortalecimento da resiliência urbana e climática; e
- promoção da equidade territorial e da segurança hídrica urbana.

O documento reafirma que a drenagem urbana deve ser compreendida como pilar essencial do saneamento básico e instrumento de inclusão social e sustentabilidade ambiental.

A consolidação do sistema dependerá da continuidade administrativa, da coordenação entre órgãos públicos, da regulação eficiente da AGEMAN, da manutenção preventiva e da participação social permanente.

Visão 2040

Em 2040, Manaus será uma cidade hidráulicamente segura, ambientalmente equilibrada e institucionalmente madura, com um sistema de drenagem:

- totalmente cadastrado, monitorado e georreferenciado;
- operando sob manutenção preventiva integral;
- autossustentável financeiramente pelo FMDU; e
- resiliente às mudanças climáticas e integrado às políticas de uso do solo;
- socialmente participativo, com população engajada na preservação dos igarapés e na corresponsabilidade pelo espaço urbano.

Essa é a meta central deste prognóstico: transformar a drenagem urbana de Manaus de um problema crônico em uma infraestrutura de futuro, capaz de proteger vidas, valorizar o território e garantir qualidade ambiental à capital da Amazônia.

2.2 ENQUADRAMENTO

O manejo das águas pluviais urbanas, materializado na drenagem urbana e no controle de cheias e inundações, constitui hoje um dos elementos centrais da política pública de saneamento e ordenamento do território. A drenagem não é apenas uma infraestrutura de suporte à circulação das águas de chuva: ela é fator determinante de segurança pública, proteção ambiental, integridade da infraestrutura urbana e saúde coletiva. No contexto do município de Manaus, o serviço de drenagem urbana assume caráter particularmente estratégico em razão da combinação entre elevada intensidade pluviométrica, regime hidrológico fortemente sazonal, topografia acidentada, ocupação histórica de

áreas ambientalmente frágeis e pressão urbana contínua sobre igarapés e áreas de várzea.

Manaus, inserida no centro da maior bacia hidrográfica do planeta e margeando o Rio Negro, consolidou-se como metrópole regional em um processo de urbanização acelerada e, em grande medida, desordenada. Esse processo produziu um padrão de ocupação que avançou sobre fundos de vale, margens de igarapés, encostas instáveis e planícies de inundação natural. Ao longo das últimas décadas, o crescimento populacional, a verticalização em áreas centrais e a expansão periférica em direção às zonas Norte e Leste elevaram substancialmente a impermeabilização do solo urbano, reduziram a capacidade de infiltração e aumentaram os volumes escoados superficialmente durante eventos de chuva intensa. Ao mesmo tempo, a ausência de redes de microdrenagem adequadamente dimensionadas, o assoreamento progressivo dos canais naturais e a ocupação irregular de leitos de cheia intensificaram o risco de alagamentos, escorregamentos e erosão de margens. O resultado é um sistema que opera sob estresse permanente, no limite de sua capacidade física e institucional, e que multiplica impactos urbanos, sociais e ambientais.

O Marco Legal do Saneamento Básico (Lei Federal nº 11.445/2007, atualizado pela Lei nº 14.026/2020) estabelece a drenagem e manejo de águas pluviais como um dos quatro componentes do saneamento básico, ao lado do abastecimento de água potável, do esgotamento sanitário e da limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos. A legislação nacional reforça o princípio da universalização, da eficiência operacional, da sustentabilidade econômico-financeira e da necessidade de planejamento integrado, com base em instrumentos como o Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB). Nesse contexto, a drenagem urbana deixa de ser tratada apenas como resposta emergencial a alagamentos para assumir a condição de política pública estruturada, sujeita a metas, padrões de desempenho, mecanismos de financiamento e controle social. Isso é particularmente relevante para Manaus, onde eventos hidrológicos extremos, associados tanto a chuvas concentradas quanto a cheias históricas do Rio Negro, já produzem efeitos recorrentes sobre

a vida da população, a mobilidade urbana, a salubridade ambiental e a integridade das infraestruturas urbanas.

O presente documento o Prognóstico do Sistema de Drenagem Urbana de Manaus integra o PMSB e corresponde à etapa propositiva e prospectiva do planejamento municipal de drenagem e manejo de águas pluviais. Ele se ancora nos resultados do diagnóstico técnico recentemente elaborado e projeta a evolução desejada do sistema até o horizonte de 2040, definindo diretrizes, prioridades e condicionantes estruturais. Esse prognóstico reconhece que o quadro atual é marcado por limitações históricas de planejamento, fragmentação de responsabilidades institucionais e ausência de um plano diretor de drenagem atualizado e vinculante. Ao mesmo tempo, reconhece que o município se encontra em um ponto de inflexão: manter o modelo reativo e setorializado aprofundará vulnerabilidades socioambientais; construir um modelo integrado, regulado e financeiramente sustentável permitirá reduzir riscos, proteger infraestruturas essenciais e qualificar o desenvolvimento urbano.

O diagnóstico situacional da drenagem urbana de Manaus evidenciou um conjunto de fragilidades estruturais que condicionam o desempenho do sistema e limitam sua capacidade de resposta. Destacam-se, em primeiro lugar, a desarticulação institucional e a ausência de governança unificada. As atribuições relacionadas à drenagem encontram-se distribuídas entre órgãos com mandatos distintos, obras e manutenção (SEMINF), licenciamento e controle ambiental (SEMMAS), planejamento urbano e uso do solo (IMPLURB), gestão de risco e resposta a eventos críticos (Defesa Civil), além de interfaces com habitação, regulação e resíduos sólidos. Não existe, contudo, uma autoridade municipal dedicada ao planejamento e à gestão integrada das águas pluviais urbanas, dotada de competências técnicas, orçamentárias e regulatórias claras. A inexistência dessa autoridade e de um Conselho Municipal de Drenagem com papel consultivo e deliberativo limita a definição de prioridades, dificulta a captação de recursos e impede a consolidação de rotinas permanentes de manutenção preventiva.

Em segundo lugar, observa-se a ocupação irregular de áreas de risco hidrológico, incluindo margens de igarapés e leitos de cheia. A pressão habitacional e a ausência de alternativas de moradia adequadas levaram, historicamente, à instalação de assentamentos precários sobre faixas que deveriam funcionar como zonas de amortecimento hidráulico natural. Moradias erguidas em áreas sujeitas a alagamentos periódicos reduzem a seção hidráulica dos canais, favorecem o assoreamento e aumentam o risco direto à integridade física da população exposta. Esse padrão de uso e ocupação do solo compromete o escoamento das águas pluviais, acelera processos erosivos, dificulta a implantação de infraestrutura formal de drenagem e amplia o passivo social associado ao reassentamento futuro. A drenagem urbana, neste cenário, não é apenas uma questão de engenharia, mas também de política habitacional, regularização fundiária, controle da expansão urbana e proteção ambiental de fundos de vale.

Outro aspecto crítico refere-se à ausência de cadastro técnico e sistema de monitoramento. O município não dispõe de base georreferenciada consolidada das redes e estruturas de drenagem, nem de rede própria de monitoramento hidrológico e pluviométrico. Essa lacuna compromete a capacidade de planejamento, de manutenção preventiva e de resposta em eventos críticos. O prognóstico propõe a criação do Sistema Municipal de Informação e Monitoramento da Drenagem (SIM-DREN), integrando cadastro, banco de dados e modelagem hidráulica, com operação conjunta entre SEMINF, Defesa Civil e órgãos ambientais.

A situação atual da drenagem urbana de Manaus também é marcada por um déficit histórico de manutenção preventiva e gestão sistemática de ativos. Grande parte das estruturas de micro e macrodrenagem, bocas de lobo, sarjetas, galerias, poços de visita, canais revestidos e taludes de igarapés, opera hoje em condição de degradação física, obstrução por sedimentos e resíduos sólidos, ou perda de capacidade hidráulica por assoreamento. Em muitos casos, a intervenção do poder público ocorre apenas de forma emergencial, após episódios de alagamento ou colapso estrutural localizado, o que aumenta custos,

reduz a vida útil dos dispositivos e transfere o risco diretamente para a população em áreas vulneráveis. A ausência de rotinas padronizadas de inspeção (como vídeo-inspeção, georadar e monitoramento de recalque), de planos anuais de desassoreamento e limpeza mecanizada, e de um cronograma permanente de estabilização de margens e taludes, impede que o sistema opere próximo ao seu potencial hidráulico e agrava a recorrência de pontos críticos de inundação.

Também merece destaque a contaminação cruzada entre a rede pluvial e o sistema de esgoto, que ainda ocorre em diversos pontos da cidade. A utilização indevida da drenagem como canal de descarga de efluentes domésticos e industriais agrava a degradação ambiental dos igarapés urbanos e reduz a eficiência hidráulica das galerias. Essa condição exige ações integradas com a concessionária de esgoto e com o serviço de limpeza urbana, voltadas à eliminação de ligações clandestinas e à melhoria da fiscalização.

Além dos impactos ambientais e urbanos, a precariedade do sistema de drenagem de Manaus tem consequências diretas sobre a saúde pública e a segurança sanitária da população. As inundações recorrentes, os alagamentos prolongados e o acúmulo de águas estagnadas criam condições propícias à proliferação de vetores e patógenos, ampliando a incidência de doenças como leptospirose, dengue, chikungunya, zika e hepatites virais, entre outras enfermidades de veiculação hídrica. A contaminação das águas por esgotos lançados nas redes pluviais agrava esse quadro, afetando especialmente comunidades de baixa renda localizadas em áreas de risco e com acesso precário a serviços de saúde.

Essas situações de vulnerabilidade sanitária demonstram que o manejo das águas pluviais não é apenas uma questão de engenharia, mas um determinante social da saúde, cujo controle depende de políticas públicas integradas entre as áreas de saneamento, meio ambiente, habitação e vigilância epidemiológica. A melhoria da drenagem urbana, aliada à gestão adequada dos resíduos e à despoluição dos igarapés, constitui medida estruturante de

prevenção em saúde pública, capaz de reduzir internações e custos associados a doenças relacionadas ao saneamento inadequado.

A inexistência de um Plano Diretor de Drenagem Urbana (PDDU) formalmente instituído é uma das principais lacunas estruturais do setor. O novo PDDU deverá funcionar como instrumento técnico e legal de gestão, consolidando diretrizes para zoneamento hidrológico, áreas de proteção contra cheias, normas construtivas, manutenção e financiamento do sistema.

De igual modo, a adoção de Soluções Baseadas na Natureza (SBN) é tratada neste prognóstico como estratégia obrigatória e não complementar. Jardins de chuva, pavimentos permeáveis, valas vegetadas, bacias de detenção e telhados verdes devem integrar os projetos de novos empreendimentos e de requalificação urbana, promovendo o controle de caudais na origem e a mitigação de picos de escoamento. A incorporação das SBN às normas municipais é condição para alinhar a drenagem às metas de adaptação climática e sustentabilidade ambiental.

Um dos fatores de maior impacto sobre a drenagem urbana de Manaus é a presença de resíduos sólidos nos dispositivos de microdrenagem e nos igarapés urbanos. O acúmulo de lixo descartado inadequadamente em vias públicas ou diretamente nos cursos d'água obstrui bocas de lobo, sarjetas e galerias, reduzindo a capacidade hidráulica e agravando alagamentos.

O problema estende-se aos corpos receptores: garrafas plásticas, isopor, embalagens e resíduos orgânicos são transportados pelas enxurradas e acumulam-se nos igarapés e no leito do Rio Negro, com graves impactos paisagísticos e ambientais. Como resposta, o município, por meio da SEMMAS, SEMINF e UGPE, implantou ecobarreiras flutuantes em igarapés estratégicos, como Educandos, Mindu e São Raimundo, destinadas à retenção de resíduos flutuantes e sólidos leves antes que atinjam o rio principal. Essas estruturas simples e de baixo custo têm impacto ambiental imediato, reduzindo o volume de resíduos transportados e facilitando a coleta mecanizada ou manual pela limpeza pública.

Além da função de contenção, as ecobarreiras têm caráter educativo e de monitoramento, permitindo quantificar o volume e o tipo de resíduos retidos e subsidiar campanhas de educação ambiental. O prognóstico propõe que as ecobarreiras sejam institucionalizadas como componentes permanentes do sistema de drenagem urbana, com monitoramento georreferenciado, plano de manutenção contínuo e integração ao Fundo Municipal de Drenagem Urbana.

A interação entre drenagem e resíduos é direta: quanto mais eficiente for o sistema de limpeza pública e educação ambiental, menor será a frequência de obstruções e de alagamentos. Assim, o prognóstico defende uma abordagem integrada entre drenagem, resíduos sólidos e educação ambiental como eixo estruturante da política municipal.

O enfrentamento dos condicionantes críticos exige uma nova cultura institucional e um planejamento articulado. As diretrizes centrais deste prognóstico são:

1. Instituir um modelo de governança e regulação da drenagem urbana, com autoridade gestora, plano diretor e conselho participativo;
2. Integrar drenagem, saneamento, resíduos sólidos e ordenamento territorial, assegurando coerência entre políticas e investimentos;
3. Implantar instrumentos técnicos e de monitoramento, incluindo cadastro, SIG e rede de medição;
4. Promover soluções sustentáveis e controle de caudais na origem, associadas à educação ambiental;
5. Estabelecer zonas de proteção de cheias e critérios de ocupação do solo, prevenindo desastres e reassentando gradualmente áreas de risco;
6. Criar mecanismos financeiros estáveis, com fundo setorial e previsão de manutenção de ecobarreiras e limpeza preventiva.

O horizonte de planejamento (2025–2040) compreende três fases:

- **Curto prazo (2025–2028):** estruturação institucional, elaboração do PDDU e cadastro técnico;
- **Médio prazo (2029–2035):** consolidação das redes, expansão das ecobarreiras e implantação das SBN;
- **Longo prazo (2036–2040):** integração plena com o planejamento urbano e consolidação da resiliência climática.

Essas constatações reforçam a necessidade de um planejamento integrado e prospectivo da drenagem urbana, que permita superar as fragilidades atuais e direcionar as políticas públicas para o alcance efetivo da resiliência hidrológica, da segurança ambiental e da qualidade de vida da população.

O presente Prognóstico do Sistema de Drenagem Urbana de Manaus tem como objetivo geral constituir um instrumento de suporte técnico e estratégico para a formulação de diretrizes, metas e ações voltadas à modernização, eficiência e sustentabilidade dos serviços de drenagem e manejo das águas pluviais no município.

Especificamente, pretende:

- Projetar cenários técnicos, hidrológicos e institucionais para o horizonte 2025–2040;
- Definir visão de futuro, eixos estratégicos e objetivos operacionais compatíveis com o marco regulatório e com as particularidades de Manaus;
- Estabelecer indicadores de desempenho e metas mensuráveis para o monitoramento da eficiência hidráulica e da redução de riscos;
- Identificar projetos prioritários e projetos âncora de impacto estrutural e ambiental;

- Integrar as ações de drenagem com as políticas de resíduos, habitação, meio ambiente, defesa civil e esgoto;
- Reforçar a governança institucional e a capacidade regulatória municipal.

O prognóstico assume, assim, uma função estratégica: traduzir o diagnóstico técnico e institucional em diretrizes práticas, metas e políticas estruturantes, articulando a mitigação dos riscos hidrológicos com a melhoria da qualidade ambiental e a sustentabilidade financeira do setor.

A implementação das medidas propostas promoverá não apenas a ampliação e reabilitação das infraestruturas de drenagem, mas também o fortalecimento institucional, a qualificação técnica, a modernização dos sistemas de informação e a consolidação de uma cultura de prevenção, eficiência e transparência.

O objetivo final é que, até 2040, Manaus disponha de um sistema de drenagem urbana eficiente, resiliente e ambientalmente integrado, capaz de reduzir os impactos das chuvas intensas e das cheias do Rio Negro, proteger a saúde pública e sustentar o desenvolvimento urbano de forma segura e sustentável.

Do ponto de vista metodológico, o prognóstico segue uma lógica de planejamento integrado, estruturada em cinco eixos estratégicos:

1. Governança e Integração Institucional
2. Concepção, Expansão e Melhoria dos Serviços de Drenagem
3. Otimização e Gestão Eficiente dos Recursos, Ativos e Informação
4. Sustentabilidade Econômico-Financeira e Social
5. Condições Básicas e Transversais – Adaptação Climática, Educação Ambiental e Ordenamento Territorial

Cada eixo será desdobrado em objetivos estratégicos e operacionais, com metas mensuráveis e indicadores de desempenho, permitindo o acompanhamento contínuo da execução do PMSB e a avaliação da efetividade das ações propostas.

2.3 VISÃO E OBJETIVOS ESTRATÉGICOS

2.3.1 INTRODUÇÃO

O prognóstico do sistema de drenagem urbana de Manaus está fundamentado na visão de que o manejo das águas pluviais deve evoluir de um modelo fragmentado e corretivo, baseado em intervenções pontuais, para um modelo planejado, integrado e resiliente, orientado pela prevenção de riscos, pela sustentabilidade ambiental e pela segurança hídrica e urbana.

O setor de drenagem urbana é reconhecido como componente essencial da infraestrutura municipal de saneamento básico, com impactos diretos sobre a qualidade ambiental, a mobilidade, a habitação, a saúde pública e o desenvolvimento econômico. Nesse sentido, a drenagem deve ser tratada como política pública transversal, articulada com as políticas de meio ambiente, recursos hídricos, defesa civil, habitação e planejamento urbano.

O presente capítulo define a visão de futuro e organiza os eixos estratégicos de atuação, que nortearão a implementação das ações até o horizonte de 2040. Cada eixo reflete um domínio temático de governança, infraestrutura, gestão e sustentabilidade, interligados por uma abordagem sistêmica e territorial.

Eixo 1 - Governança e Integração Institucional

Eixo 2 - Concepção, Expansão e Melhoria dos Serviços de Drenagem

Eixo 3 - Otimização e Gestão Eficiente dos Recursos, Ativos e Informação

Eixo 4 - Sustentabilidade Econômico-Financeira e Social

Eixo 5 - Condições Básicas e Transversais – Adaptação Climática, Educação Ambiental e Ordenamento Territorial

2.3.2 VISÃO

“Manaus, cidade resiliente às chuvas e cheias, com drenagem urbana sustentável, integrada ao planejamento territorial, ambientalmente segura e promotora da saúde pública e do bem-estar da população.”

Essa visão traduz a ambição de consolidar um sistema de drenagem que seja, ao mesmo tempo, eficiente, adaptado às condições amazônicas e socialmente justo, assegurando que as águas pluviais sejam manejadas como recurso ambiental e não como fator de risco.

A cidade de Manaus, até 2040, deverá contar com um sistema de drenagem urbana plenamente estruturado, com cobertura adequada, manutenção contínua, dispositivos sustentáveis de controle de caudais, gestão integrada com o saneamento e mecanismos de monitoramento e regulação eficientes.

2.3.3 EIXO 1 – GOVERNANÇA E INTEGRAÇÃO INSTITUCIONAL

O primeiro eixo estratégico refere-se à estruturação da governança do sistema de drenagem urbana e à integração institucional entre os órgãos municipais e estaduais envolvidos na gestão das águas pluviais.



Diretrizes principais

- Criação de uma Autoridade Municipal de Drenagem e Águas Pluviais (AM-DREN) ou estrutura equivalente dentro da SEMINF, com competências técnicas, financeiras e regulatórias definidas.
- Instituição do Conselho Municipal de Drenagem e Resiliência Urbana, com representação do poder público, sociedade civil, universidades e setor produtivo.
- Elaboração e aprovação do Plano Diretor de Drenagem Urbana (PDDU) como instrumento normativo e de planejamento vinculante, com atualização decenal.
- Integração entre SEMINF, SEMMAS, IMPLURB, Defesa Civil e AGEMAN, com definição clara de responsabilidades operacionais e regulatórias.
- Fortalecimento da coordenação intersetorial com as políticas de habitação, saneamento, mobilidade e meio ambiente.

2.3.4 EIXO 2 – CONCEPÇÃO, EXPANSÃO E MELHORIA DOS SERVIÇOS DE DRENAGEM

O segundo eixo trata da modernização, ampliação e reabilitação das infraestruturas de micro e macrodrenagem, priorizando áreas críticas e bacias urbanas de maior vulnerabilidade.



Diretrizes principais

- Ampliação e recuperação de redes de microdrenagem (bocas de lobo, sarjetas, galerias) em áreas de alagamento recorrente.
- Implementação de Soluções Baseadas na Natureza (SBN) — jardins de chuva, valas verdes, pavimentos permeáveis e bacias de detenção — em empreendimentos públicos e privados.
- Reabilitação dos canais principais dos igarapés Educandos, Quarenta, São Raimundo e Tarumã, integrando drenagem, revitalização ambiental e lazer urbano.
- Estabelecimento de zonas de proteção de cheias e faixas não edificáveis, com reassentamento gradual de famílias em áreas de risco.
- Expansão do programa de ecobarreiras flutuantes, articulado à limpeza urbana e monitoramento contínuo de resíduos sólidos.
- Criação de estações de detenção e amortecimento de cheias em bacias urbanas críticas.

2.3.5 EIXO 3 – OTIMIZAÇÃO E GESTÃO EFICIENTE DOS RECURSOS

Este eixo abrange a gestão da informação, o monitoramento hidrológico e o aprimoramento técnico-operacional da drenagem urbana, visando eficiência e transparência.



Diretrizes principais

- Criação do Sistema Municipal de Informação e Monitoramento da Drenagem (SIM-DREN), com cadastro técnico georreferenciado, sensores e banco de dados integrado.
- Desenvolvimento de modelos hidrológicos e hidráulicos das bacias urbanas para simulação de cenários e planejamento de obras.
- Implantação de rotinas de manutenção preventiva padronizadas, com inspeção por vídeo, georradar e drones.
- Implantação de centro de controle e alerta de alagamentos, operado em conjunto com a Defesa Civil.
- Capacitação contínua de equipes técnicas municipais e fortalecimento da capacidade de resposta a emergências hidrológicas.

2.3.6 EIXO 4 – SUSTENTABILIDADE ECONÓMICO- FINANCEIRA E SOCIAL

A sustentabilidade do sistema de drenagem depende da existência de fontes estáveis de financiamento e de mecanismos de justiça social que assegurem a manutenção contínua e a expansão das infraestruturas.



Diretrizes principais

- Criação do Fundo Municipal de Drenagem Urbana, com receitas vinculadas a percentuais do IPTU, compensações urbanísticas e ambientais e captação de recursos externos.
- Estudo de viabilidade de uma taxa de manejo de águas pluviais, proporcional à área impermeabilizada dos lotes urbanos, com progressividade social.
- Integração orçamentária entre drenagem, limpeza pública e defesa civil, garantindo sinergias financeiras e operacionais.
- Desenvolvimento de programas de educação ambiental e participação social, com foco na redução de resíduos e na prevenção de obstruções da microdrenagem.
- Inclusão da drenagem como critério de elegibilidade para financiamentos climáticos internacionais e fundos de adaptação.

2.3.7 EIXO 5 | CONDIÇÕES BÁSICAS E TRANSVERSAIS

O quinto eixo reúne as condições estruturais e transversais que sustentam a eficácia do sistema de drenagem: adaptação climática, gestão de riscos, educação ambiental e integração territorial.



Diretrizes principais

- Implementação do Programa Municipal de Adaptação Climática e Resiliência Urbana, com foco em mitigação de impactos de cheias e eventos extremos.
- Mapeamento contínuo de áreas de risco e vulnerabilidade, com planos de contingência específicos para as bacias urbanas prioritárias.
- Integração entre drenagem e planejamento urbano, com zoneamento hidrológico incorporado ao Plano Diretor Urbano e Ambiental.
- Desenvolvimento de ações de educação ambiental voltadas à redução da geração de resíduos e à preservação dos igarapés.
- Criação de programas de comunicação comunitária para alertas de chuva intensa e promoção da cultura de prevenção.
- Estabelecimento de parcerias com universidades e centros de pesquisa para inovação em tecnologias sustentáveis e soluções baseadas na natureza.

2.4 OBJETIVOS OPERACIONAIS

2.4.1 INTRODUÇÃO

Os objetivos operacionais representam o desdobramento prático das diretrizes estratégicas definidas no Capítulo 2. Eles traduzem a visão de futuro e os eixos temáticos do prognóstico em ações concretas, mensuráveis e alinhadas ao Marco Legal do Saneamento Básico (Lei Federal nº 11.445/2007, atualizada pela Lei nº 14.026/2020) e às Normas de Referência da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), em especial a NR nº 12/2025, que estabelece padrões para o planejamento e a operação dos sistemas de drenagem e manejo de águas pluviais.

Esses instrumentos reforçam os princípios da universalização do acesso, eficiência operacional, sustentabilidade econômico-financeira, segurança ambiental e controle social, fundamentos que orientam todos os eixos e objetivos do presente prognóstico.

A metodologia adotada baseia-se no planejamento integrado e orientado a resultados, articulando ações estruturantes (obras e infraestrutura) e ações institucionais (gestão, regulação, informação, educação ambiental e participação social).

Cada objetivo operacional é apresentado conforme o Eixo Estratégico correspondente, indicando:

- o enquadramento e finalidade;
- as principais medidas e programas; e
- as metas de curto, médio e longo prazo, compatíveis com o horizonte de 2040 e com as metas gerais do PMSB e dos ODS 6, 11 e 13.

Eixo 1 Governança e Integração Institucional

- Consolidar um modelo de gestão integrada, transparente e eficiente da drenagem urbana
- Autoridade Municipal de Drenagem e Águas Pluviais (AM-DREN)
- Conselho Municipal de Drenagem e Resiliência Urbana e o Comitê Gestor Interinstitucional de Drenagem (CGIDRU)
- Painel Digital de Acompanhamento de Investimentos (PDAI-D)
- Sistema Municipal Integrado de Informações sobre Saneamento e Drenagem (SMIIS-D),

Eixo 2 Concepção da recolha e tratamento de esgoto

- Planejamento técnico e metas de universalização
- Gestão integrada dos recursos hídricos urbanos
- Soluções Baseadas na Natureza (SBN)

Eixo 3 Otimização e gestão eficiente dos recursos

- Mecanismos de eficiência, transparência e monitoramento contínuo da operação
- Gestão inteligente da drenagem urbana
- Sistema Municipal de Informação e Monitoramento da Drenagem (SIM-DREN)
- Programa Permanente de Mantuano e Reabilitação

Eixo 4 Sustentabilidade econômico-financeira e social

- Fontes estáveis de financiamento
- Participação social e a educação ambiental
- Fundo Municipal de Drenagem Urbana

Eixo 5 Condições Básicas e Transversais – Adaptação Climática, Educação Ambiental e Ordenamento Territorial

- Adaptação climática e prevenção de desastres
- Plano Nacional de Adaptação às Mudanças Climáticas (PNA, 2023)
- Plano Nacional de Proteção e Defesa Civil (2020)

O Eixo 1 – Governança e Integração Institucional tem por finalidade consolidar um modelo de gestão integrada, transparente e eficiente da drenagem urbana de Manaus, em conformidade com o Marco Legal do Saneamento Básico e com as diretrizes da Lei nº 14.026/2020, que determinam a obrigatoriedade de planejamento, regulação e prestação adequada de todos os componentes do saneamento, incluindo o manejo das águas pluviais.

O fortalecimento da governança é condição essencial para que os investimentos sejam bem direcionados, os programas de reabilitação de igarapés e controle de cheias sejam executados de forma articulada e a população possa usufruir de um ambiente urbano mais seguro e resiliente.

Nesse sentido, propõe-se a criação de uma estrutura permanente de gestão a Autoridade Municipal de Drenagem e Águas Pluviais (AM-DREN) e de instâncias de coordenação e controle social, como o Conselho Municipal de Drenagem e Resiliência Urbana e o Comitê Gestor Interinstitucional de Drenagem (CGIDRU). Também se propõe o desenvolvimento de instrumentos digitais de governança, como o Painel Digital de Acompanhamento de Investimentos (PDAI-D) e o Sistema Municipal Integrado de Informações sobre Saneamento e Drenagem (SMIIS-D), assegurando transparência e eficiência administrativa.

O Eixo 2 – Concepção, Expansão e Melhorias dos Serviços de Drenagem estão alinhadas às diretrizes do Marco Legal do Saneamento, que reforçam a necessidade de planejamento técnico e metas de universalização para todos os serviços de saneamento, incluindo a drenagem urbana. Os objetivos deste eixo visam melhorar a eficiência hidráulica, ampliar a cobertura e reabilitar as infraestruturas de drenagem, priorizando as áreas de maior vulnerabilidade socioambiental e os corredores hídricos urbanos.

O eixo também incorpora o princípio da gestão integrada dos recursos hídricos urbanos, conforme as orientações da Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº 9.433/1997), articulando drenagem, controle de cheias, uso do solo e proteção ambiental. As ações propostas incluem a reabilitação das redes

existentes, o controle de caudais na origem e a adoção de Soluções Baseadas na Natureza (SBN), em conformidade com as recomendações da ANA e do Ministério das Cidades.

O Eixo 3 – Otimização e Gestão Eficiente dos Recursos está em consonância com o artigo 11-B do Marco Legal do Saneamento, que estabelece a obrigação dos prestadores de serviço de adotar mecanismos de eficiência, transparência e monitoramento contínuo da operação.

Os objetivos deste eixo buscam promover a gestão inteligente da drenagem urbana, com base em dados técnicos e tecnológicos, transformando o sistema em uma infraestrutura de informação. A criação do Sistema Municipal de Informação e Monitoramento da Drenagem (SIM-DREN) e o fortalecimento do Programa Permanente de Mantuano e Reabilitação concretizam a diretriz legal de eficiência operacional e controle de resultados, conforme a Norma de Referência nº 12/2025 da ANA.

Os objetivos do Eixo 4 estão alinhados aos arts. 10-A e 11 do Marco Legal do Saneamento, que tratam da sustentabilidade econômico-financeira dos serviços e da modicidade tarifária.

No caso da drenagem urbana, cuja receita ainda é dependente do orçamento público, torna-se indispensável instituir fontes estáveis de financiamento e promover a participação social e a educação ambiental como mecanismos complementares de sustentabilidade.

A criação do Fundo Municipal de Drenagem Urbana, a captação de recursos junto a programas nacionais e multilaterais e o incentivo à consciência ambiental são medidas que dão concretude a essas diretrizes legais, assegurando a continuidade das ações e a redução de custos emergenciais.

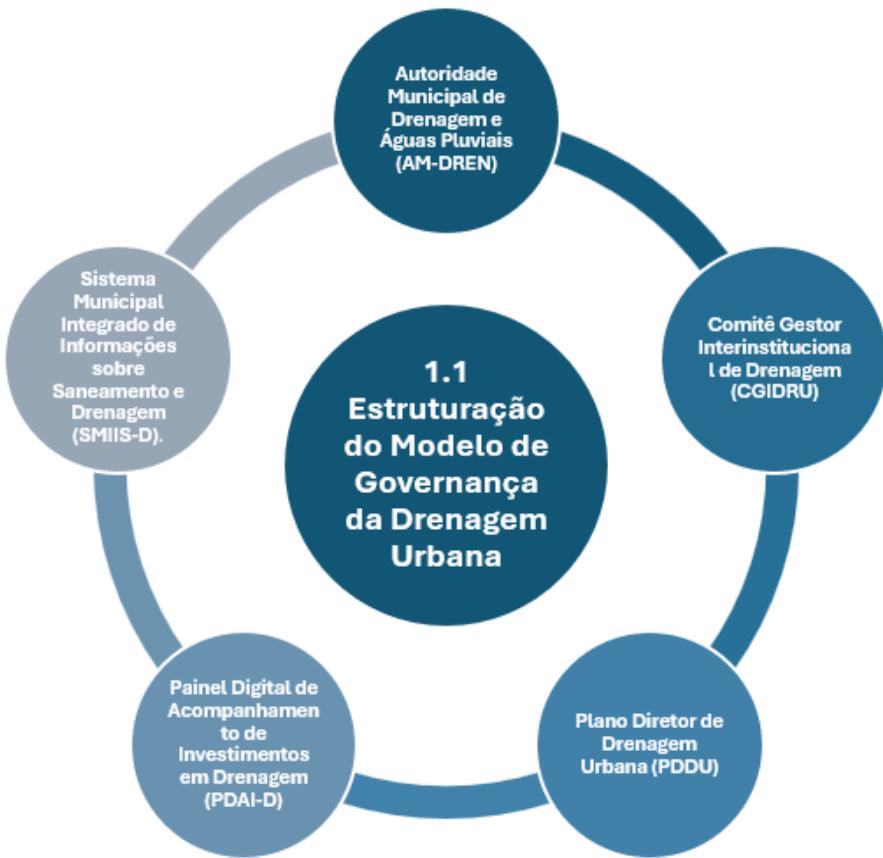
O Eixo 5 integra as políticas de drenagem às diretrizes nacionais de adaptação climática e prevenção de desastres, em consonância com o Plano Nacional de Adaptação às Mudanças Climáticas (PNA, 2023) e com o Plano Nacional de Proteção e Defesa Civil (2020). Também atende aos princípios do

Marco Legal do Saneamento, que reconhece a necessidade de adaptação e mitigação de riscos climáticos como parte da sustentabilidade dos serviços.

Os objetivos operacionais deste eixo visam consolidar uma política de drenagem urbana baseada na resiliência, incorporando o zoneamento hidrológico municipal, a gestão de risco integrada com a Defesa Civil e a educação ambiental comunitária, em conformidade com a Agenda 2030 e o ODS 13 (Ação Climática).

2.4.2 OBJETIVO OPERACIONAL | 1.1 ESTRUTURAÇÃO DO MODELO DE GOVERNANÇA DA DRENAGEM URBANA

A estruturação do modelo de governança da drenagem urbana de Manaus constitui a base institucional necessária para a implementação eficiente, transparente e sustentável de todas as ações previstas neste prognóstico. Atualmente, a gestão do sistema é fragmentada entre diferentes órgãos SEMINF, SEMMAS, IMPLURB, SEHAB e Defesa Civil, sem um ente coordenador ou autoridade técnica com competência legal e orçamentária para planejar, regular e operar o conjunto das infraestruturas de manejo das águas pluviais.



Em conformidade com as diretrizes do Marco Legal do Saneamento Básico (Lei Federal nº 11.445/2007 e Lei nº 14.026/2020) e com as Normas de Referência da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA, NR nº 12/2025), o presente objetivo operacional propõe a criação da Autoridade Municipal de Drenagem e Águas Pluviais (AM-DREN), vinculada à Secretaria Municipal de Infraestrutura (SEMINF). Essa autoridade será responsável pelo planejamento integrado, coordenação, regulação e fiscalização das ações e investimentos no setor de drenagem, assegurando a coerência técnica e institucional entre as políticas de saneamento, meio ambiente, habitação e defesa civil.

A AM-DREN deverá funcionar com estrutura técnica permanente, corpo multidisciplinar e autonomia operacional, integrando-se à Agência Reguladora dos Serviços Públicos Delegados do Município de Manaus (AGEMAN) para garantir controle de resultados e transparência na aplicação de recursos. A

governança institucional também prevê a criação do Conselho Municipal de Drenagem e Resiliência Urbana (CMDRU), com representação do poder público, sociedade civil, universidades e setor produtivo, assegurando o controle social e a participação popular.

Paralelamente, propõe-se a formação do Comitê Gestor Interinstitucional de Drenagem (CGIDRU), com função executiva e de articulação técnica entre as secretarias e autarquias envolvidas. Esse comitê será responsável por coordenar a execução do Plano Diretor de Drenagem Urbana (PDDU), supervisionar os planos anuais de manutenção e acompanhar a implementação dos projetos estruturantes.

Para apoiar a tomada de decisão e o acompanhamento público, será desenvolvido o Painel Digital de Acompanhamento de Investimentos em Drenagem (PDAI-D), integrado ao Sistema Municipal Integrado de Informações sobre Saneamento e Drenagem (SMIIS-D). Essas plataformas digitais possibilitarão a rastreabilidade dos investimentos, o monitoramento físico-financeiro das obras e a publicação em tempo real de indicadores de desempenho, atendendo aos princípios de transparência e controle social previstos na Lei nº 14.026/2020.

A nova governança permitirá que o município de Manaus disponha de um modelo de gestão moderno e integrado, capaz de articular as políticas públicas de drenagem, saneamento e meio ambiente, garantir eficiência administrativa e ampliar a capacidade de captação de recursos junto a programas federais e multilaterais.

Como resultados esperados, destacam-se:

- consolidação da Autoridade Municipal de Drenagem e Águas Pluviais (AM-DREN) até 2028;
- criação e funcionamento efetivo do Conselho Municipal de Drenagem e Resiliência Urbana (CMDRU) e do CGIDRU;

- implantação do Painel Digital de Acompanhamento de Investimentos (PDAI-D); e
- aumento da eficiência institucional e financeira do setor, com planejamento integrado e metas de desempenho anuais.

A adoção desse modelo de governança representará um marco na gestão da drenagem urbana de Manaus, promovendo a coordenação entre órgãos, a transparência pública e a sustentabilidade de longo prazo do sistema.

2.4.3 OBJETIVO OPERACIONAL | 1.2 ELABORAÇÃO E INSTITUCIONALIZAÇÃO DO PLANO DIRETOR DE DRENAGEM URBANA (PDDU)

A elaboração e institucionalização do Plano Diretor de Drenagem Urbana (PDDU) de Manaus constitui uma das ações estruturantes mais relevantes do presente prognóstico. O município carece de um instrumento técnico e legal atualizado que estabeleça diretrizes, normas, metas e responsabilidades para o manejo das águas pluviais, o controle de cheias, a manutenção de redes e a integração das ações de drenagem com o ordenamento territorial e o meio ambiente.

Atualmente, a gestão da drenagem urbana ocorre de forma fragmentada, baseada em demandas emergenciais e projetos pontuais, sem a existência de um plano diretor vigente que oriente a priorização dos investimentos, o dimensionamento das estruturas e o controle ambiental. Essa lacuna impede a previsão orçamentária de longo prazo, dificulta o monitoramento do desempenho e reduz a eficiência técnica e financeira do sistema.



Em conformidade com o Marco Legal do Saneamento Básico (Lei Federal nº 11.445/2007, atualizada pela Lei nº 14.026/2020), o PDDU deverá constituir o instrumento técnico e normativo de referência para o componente de drenagem urbana do PMSB, funcionando como base legal e operacional para o planejamento integrado e para a execução das políticas públicas do setor. O plano deverá observar também as Normas de Referência da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA, NR nº 12/2025), que estabelecem diretrizes nacionais para o planejamento, operação e monitoramento dos sistemas de drenagem e manejo de águas pluviais. O novo PDDU de Manaus deverá conter:

- o diagnóstico técnico e hidrológico detalhado das bacias urbanas, incluindo parâmetros de precipitação, vazão, capacidade hidráulica e vulnerabilidades;

- o zoneamento hidrológico municipal, definindo cotas de inundação, faixas de proteção contra cheias e áreas de risco;
- o plano de obras estruturais e não estruturais, priorizando reabilitação de redes, controle de caudais na origem e implantação de soluções baseadas na natureza (SBN);
- as normas técnicas de projeto, operação e manutenção de sistemas de micro e macrodrenagem;
- as diretrizes de financiamento e sustentabilidade econômico-financeira; e
- os indicadores e metas de desempenho para o monitoramento contínuo das ações.

O processo de elaboração do PDDU deverá ser conduzido de forma participativa, com ampla consulta pública e envolvimento do Conselho Municipal de Drenagem e Resiliência Urbana (CMDRU), garantindo transparência, legitimidade e aderência às demandas territoriais. A coordenação técnica caberá à Autoridade Municipal de Drenagem e Águas Pluviais (AM-DREN), em articulação com a SEMINF, SEMMAS, IMPLURB, Defesa Civil e AGEMAN.

O PDDU será integrado aos demais instrumentos de planejamento municipal, como o Plano Diretor Urbano e Ambiental (PDUA), o Plano de Contingência Municipal (PLANCON), o Plano de Ação Climática de Manaus (2022) e o Plano Estadual de Adaptação Climática (2023), garantindo coerência intersetorial e compatibilidade normativa.

Sua aprovação pela Câmara Municipal, sob a forma de lei específica, consolidará o plano como instrumento de Estado, assegurando sua continuidade independentemente de mudanças de gestão administrativa.

A implementação do PDDU permitirá que Manaus disponha de um sistema de drenagem urbana planejado, regulado e monitorado, capaz de reduzir riscos, priorizar investimentos e proteger os corpos hídricos urbanos.

Como resultados esperados, destacam-se:

- aprovação e institucionalização do Plano Diretor de Drenagem Urbana (PDDU) até 2028;
- definição das zonas de proteção de cheias e áreas de risco;
- inclusão da drenagem no planejamento orçamentário plurianual do município; e
- integração da drenagem às políticas de habitação, meio ambiente, mobilidade e defesa civil.

A institucionalização do PDDU representará um marco no planejamento urbano e ambiental de Manaus, viabilizando a transição de uma gestão reativa para uma gestão preventiva e integrada das águas pluviais, em conformidade com as diretrizes nacionais do saneamento e da resiliência climática.

2.4.4 OBJETIVO OPERACIONAL | 2.1 REABILITAÇÃO E AMPLIAÇÃO DAS INFRAESTRUTURAS DE MICRO E MACRODRENAGEM

A reabilitação e ampliação das infraestruturas de micro e macrodrenagem de Manaus constituem o eixo central da modernização do sistema de drenagem urbana. O diagnóstico técnico apontou que a cidade apresenta mais de 200 pontos críticos de alagamento, associados principalmente à insuficiência da rede de microdrenagem, ao assoreamento de canais e igarapés, e à ocupação irregular de fundos de vale e leitos de cheia. A precariedade estrutural de galerias, bocas de lobo, sarjetas e dispositivos de detenção, somada à ausência de manutenção sistemática, reduz a eficiência hidráulica e amplia o risco de inundações localizadas e desastres urbanos.



A reabilitação das estruturas existentes deverá seguir critérios técnicos e ambientais definidos pelo Plano Diretor de Drenagem Urbana (PDDU), em consonância com o Marco Legal do Saneamento Básico (Lei Federal nº 11.445/2007 e Lei nº 14.026/2020), que estabelece como princípios fundamentais a eficiência operacional, a sustentabilidade econômico-financeira e a segurança ambiental dos serviços públicos de saneamento. A reabilitação terá caráter preventivo e sistemático, visando restabelecer a capacidade hidráulica das redes e preservar a integridade das infraestruturas já instaladas, evitando a degradação e o colapso progressivo dos ativos públicos.

As intervenções prioritárias abrangerão as bacias urbanas críticas dos igarapés Educandos, Quarenta, São Raimundo, Tarumã e Puraquequara, que concentram grande parte das ocorrências de alagamento e apresentam significativa densidade populacional. Em cada bacia, será elaborado um Plano de Intervenção Hidráulica Integrada (PIHI), com diagnóstico estrutural das redes, modelagem hidráulica, hierarquização das obras e definição de cronogramas físico-financeiros. Esses planos deverão prever obras de reabilitação, ampliação e readequação geométrica dos canais, galerias e condutos forçados, bem como

a implantação de novos dispositivos de dissipação de energia, comportas de refluxo e poços de visita com inspeção e ventilação adequada.

No caso da microdrenagem, as ações incluirão a substituição de trechos colapsados, limpeza mecanizada de galerias, implantação de novas bocas de lobo em vias urbanas pavimentadas e correção de declividades insuficientes. A macrodrenagem envolverá o desassoreamento e revestimento seletivo de canais, a estabilização de margens, a implantação de bacias de retenção e de detenção, e a requalificação de galerias principais. Sempre que possível, as soluções deverão incorporar Soluções Baseadas na Natureza (SBN), como valas vegetadas, jardins de chuva, trincheiras de infiltração e pavimentos permeáveis, de modo a controlar os caudais na origem e reduzir o pico de escoamento.

A concepção e execução das obras deverão observar as normas da ABNT NBR 9649 (Rede de Drenagem Urbana), da NBR 12218 (Projeto de Drenagem de Águas Pluviais) e as diretrizes complementares do Manual de Drenagem Urbana do DNIT (2022), assegurando padronização técnica, durabilidade e compatibilidade entre os sistemas. Em paralelo, deverão ser adotados procedimentos de licenciamento ambiental simplificado e medidas de mitigação e compensação ambiental, conforme a legislação estadual (IPAAM/SEMMAS).

A execução das obras será conduzida pela Secretaria Municipal de Infraestrutura (SEMINF), sob coordenação técnica da Autoridade Municipal de Drenagem e Águas Pluviais (AM-DREN), com fiscalização compartilhada pela AGEMAN. Deverá ser instituído um Sistema de Gerenciamento de Obras de Drenagem (SIG-Drenagem), vinculado ao Painel Digital de Acompanhamento de Investimentos (PDAI-D), permitindo o monitoramento físico-financeiro em tempo real e a divulgação pública dos resultados.

As intervenções deverão priorizar as áreas urbanas de maior densidade populacional e vulnerabilidade social, especialmente nas zonas Norte e Leste, onde os impactos de alagamentos sobre a saúde e a mobilidade urbana são mais severos. A priorização seguirá critérios técnicos definidos no diagnóstico,

frequência de alagamentos, extensão de área afetada, densidade populacional e valor de infraestrutura pública exposta.

As ações de reabilitação e ampliação de infraestrutura deverão ser compatibilizadas com os projetos de mobilidade urbana e reurbanização em andamento, evitando interferências e promovendo a integração entre drenagem, pavimentação e transporte. Obras estruturantes como o Corredor Ecológico do Igarapé do Quarenta e o Programa de Recuperação de Igarapés (PROSAMIM+) deverão ser incorporadas como eixos complementares de intervenção hidráulica e ambiental.

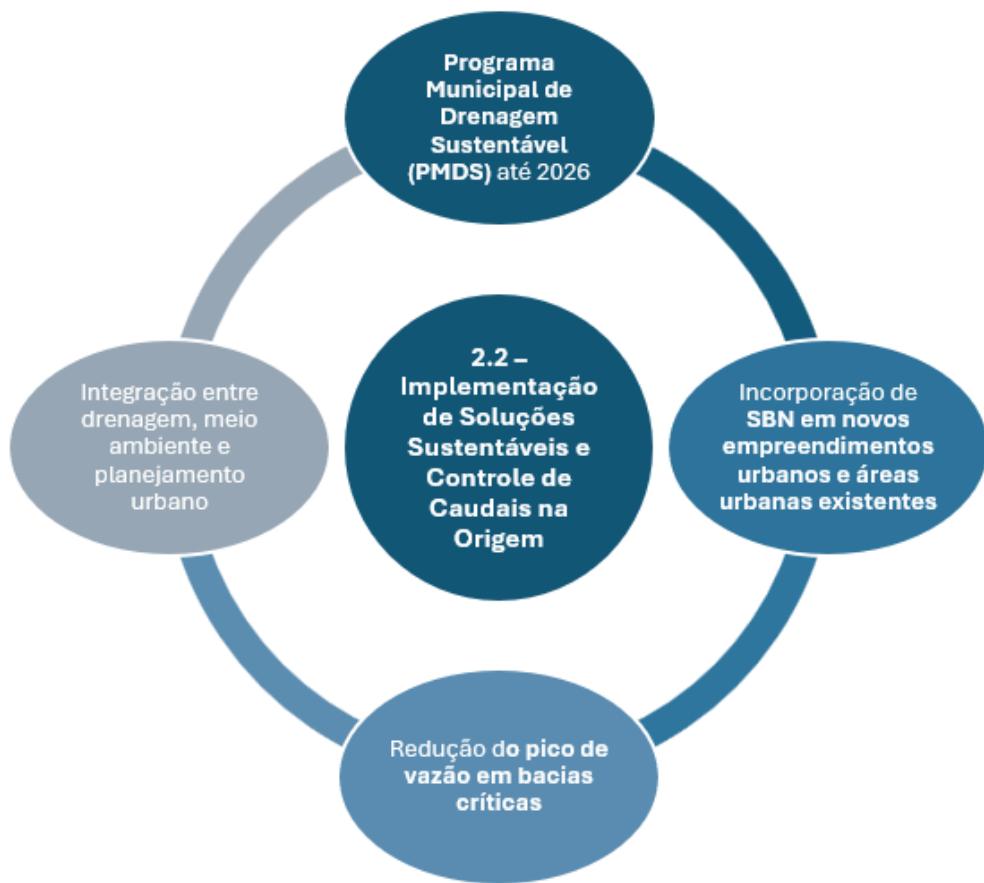
Como resultados esperados, destacam-se:

- redução de pelo menos 60% dos pontos críticos de alagamento até 2040;
- reabilitação de 100% das redes estruturais de micro e macrodrenagem nas bacias urbanas prioritárias;
- implantação de dispositivos de controle de cheias e de dissipação de energia nas áreas de risco;
- integração das infraestruturas de drenagem com os sistemas de transporte e urbanização; e
- fortalecimento da resiliência urbana frente aos eventos hidrológicos extremos e às mudanças climáticas.

A implementação desse objetivo operacional representará um salto de qualidade na eficiência hidráulica e na segurança urbana de Manaus, consolidando uma rede de drenagem funcional, sustentável e ambientalmente integrada às políticas públicas de saneamento e ordenamento do território.

2.4.5 OBJETIVO OPERACIONAL | 2.2 – IMPLEMENTAÇÃO DE SOLUÇÕES SUSTENTÁVEIS E CONTROLE DE CAUDAIS NA ORIGEM

A implementação de soluções sustentáveis e o controle de caudais na origem constituem um dos pilares técnicos e ambientais do novo modelo de drenagem urbana de Manaus. O diagnóstico indicou que o aumento da impermeabilização do solo — associado à expansão urbana, à pavimentação extensiva e à ausência de dispositivos de infiltração — tem provocado elevação dos picos de vazão e sobrecarga dos sistemas de drenagem, resultando em alagamentos, erosões e deterioração dos corpos hídricos.



Essa realidade exige a transição de um modelo tradicional de drenagem, centrado na canalização e escoamento rápido das águas pluviais, para um modelo de drenagem sustentável, que privilegie a retenção, infiltração e

evapotranspiração das águas de chuva nas próprias áreas de origem. Essa abordagem está em conformidade com o Marco Legal do Saneamento Básico (Lei Federal nº 11.445/2007, alterada pela Lei nº 14.026/2020) e com a Norma de Referência nº 12/2025 da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), que introduzem o conceito de manejo sustentável das águas pluviais urbanas, promovendo eficiência hidráulica e equilíbrio ambiental.

O controle de caudais na origem será alcançado por meio da adoção sistemática de Soluções Baseadas na Natureza (SBN), aplicáveis tanto a obras públicas quanto a empreendimentos privados. Essas soluções incluem jardins de chuva, valas vegetadas, pavimentos permeáveis, bacias de retenção e detenção, trincheiras de infiltração, reservatórios subterrâneos, áreas verdes de amortecimento e telhados verdes. Além de reduzir o volume de escoamento superficial, as SBN promovem a recarga do lençol freático, melhoram a qualidade da água e aumentam o conforto térmico urbano.

O município de Manaus deverá adotar um Programa Municipal de Drenagem Sustentável (PMDS), coordenado pela Autoridade Municipal de Drenagem e Águas Pluviais (AM-DREN), em articulação com a SEMINF, SEMMAS, IMPLURB e Defesa Civil. O programa será regulamentado por decreto municipal e estabelecerá normas técnicas, incentivos fiscais e exigências obrigatórias para novos empreendimentos e obras públicas. Projetos de urbanização, parques lineares, estacionamentos e vias pavimentadas deverão incorporar dispositivos de retenção ou infiltração de águas pluviais.

O PMDS incluirá três componentes principais:

1. **Regulatório e Normativo:** elaboração de manual técnico municipal de drenagem sustentável, com padrões de dimensionamento, manutenção e operação;
2. **Demonstrativo e Educativo:** implantação de projetos-piloto em áreas públicas (praças, escolas e parques), com função demonstrativa e educativa;

3. **Incentivo e Fiscalização:** concessão de benefícios urbanísticos (redução de outorga ou compensação ambiental) para empreendimentos que adotem SBN, acompanhada de fiscalização integrada pelo IMPLURB e SEMMAS.

As soluções sustentáveis deverão ser integradas às ações de reabilitação e expansão de drenagem (Objetivo 2.1), garantindo que cada intervenção física incorpore dispositivos de controle local de escoamento. As áreas de várzea e margens de igarapés serão tratadas como espaços multifuncionais de amortecimento de cheias, com implantação de parques de retenção, áreas verdes alagáveis e valas vegetadas, reduzindo o impacto das chuvas intensas e melhorando a qualidade paisagística e ambiental dos corredores hídricos urbanos.

A implantação das SBN e das medidas de controle na origem também contribuirá para o cumprimento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 6, 11 e 13 da Agenda 2030 da ONU, reforçando o compromisso de Manaus com a gestão integrada das águas, a resiliência climática e a sustentabilidade urbana.

Como resultados esperados, destacam-se:

- a aprovação e regulamentação do Programa Municipal de Drenagem Sustentável (PMDS) até 2026;
- a incorporação de SBN em 50% dos novos empreendimentos urbanos até 2035;
- a implantação de 150 hectares de áreas urbanas equipadas com dispositivos de controle na origem até 2040;
- a redução média de 20% no pico de vazão em bacias críticas; e
- o fortalecimento da integração entre drenagem, meio ambiente e planejamento urbano.

A adoção de soluções sustentáveis e o controle de caudais na origem representam uma mudança de paradigma na drenagem urbana de Manaus, transformando-a de um sistema meramente corretivo em uma infraestrutura verde, resiliente e regenerativa, integrada à paisagem amazônica e às políticas públicas de adaptação climática.

2.4.6 OBJETIVO OPERACIONAL | 2.3 – FORTALECIMENTO DO CONTROLE DE CHEIAS E PROTEÇÃO DE INFRAESTRUTURAS CRÍTICAS

O fortalecimento das ações de controle de cheias urbanas e da proteção de infraestruturas críticas é componente essencial da estratégia de drenagem e resiliência climática do município de Manaus. A cidade está inserida em um contexto hidrográfico singular, marcado pela influência direta do regime hidrológico do Rio Negro e pela presença de uma densa rede de igarapés urbanos, que funcionam simultaneamente como condutos naturais de drenagem e áreas de ocupação populacional. Essa condição natural, associada à intensa urbanização sobre áreas de várzea, encostas e fundos de vale, potencializa os riscos de inundação, erosão, colapso estrutural e danos materiais significativos.



O diagnóstico evidenciou que as cheias sazonais do Rio Negro e os eventos de chuvas intensas concentradas, que vêm se tornando mais frequentes e severos devido às mudanças climáticas, afetam diretamente a infraestrutura urbana — vias públicas, sistemas de transporte, unidades de saúde, escolas, estações elevatórias, redes elétricas e de abastecimento. O controle de cheias, portanto, não deve ser tratado apenas como uma ação de engenharia, mas como uma política pública transversal de segurança urbana e ambiental, articulada com as políticas de defesa civil, habitação e uso do solo.

Em conformidade com o Marco Legal do Saneamento Básico (Lei Federal nº 11.445/2007 e Lei nº 14.026/2020) e com o Plano Nacional de Adaptação Climática (PNA, 2023), este objetivo operacional busca instituir um Programa Municipal de Controle de Cheias e Proteção de Infraestruturas Críticas (PMCC-Manaus), sob coordenação da Autoridade Municipal de Drenagem e Águas

Pluviais (AM-DREN), em parceria com a Defesa Civil, SEMINF, SEMMAS e AGEMAN.

O programa terá três eixos complementares:

1. **Controle estrutural de cheias:** implantação e reabilitação de obras de engenharia hidráulica para retenção e amortecimento de picos de vazão, incluindo bacias de detenção, reservatórios de amortecimento, canais de derivação, comportas de refluxo e diques de proteção em áreas críticas. Serão priorizadas as bacias urbanas dos igarapés Educandos, Quarenta, São Raimundo e Tarumã, onde o risco hidrológico é mais elevado.
2. **Controle não estrutural:** desenvolvimento de instrumentos legais e operacionais voltados à prevenção, tais como o zoneamento hidrológico municipal, a definição de faixas de proteção de cheias e a proibição de novas ocupações em áreas de risco, integradas ao Plano Diretor Urbano e Ambiental (PDUA). Também serão implantados sistemas de alerta e comunicação precoce, com base nos dados do Sistema Municipal de Informação e Monitoramento da Drenagem (SIM-DREN), permitindo resposta rápida a eventos extremos.
3. **Proteção de infraestruturas críticas:** mapeamento e priorização de equipamentos e serviços essenciais (hospitais, ETEs, escolas, sistemas viários estratégicos) expostos a inundações. Serão implementadas medidas de proteção física, elevação de cotas, barreiras temporárias e reforço estrutural, garantindo continuidade operacional durante eventos hidrológicos severos.

O PMCC-Manaus será articulado ao Plano de Contingência Municipal (PLANCON 2024) e às ações de adaptação climática em curso, de forma a integrar a drenagem urbana ao sistema municipal de gestão de riscos. A operação das ecobarreiras flutuantes, implantadas em igarapés estratégicos, será incorporada ao programa como medida complementar de contenção de

resíduos e prevenção de obstruções hidráulicas, reduzindo a carga poluidora transportada durante os eventos de cheia e facilitando o escoamento.

Do ponto de vista ambiental, as intervenções deverão respeitar a legislação vigente e as normas da ABNT NBR 12218 (Projeto de Drenagem Urbana) e da Resolução CONAMA nº 369/2006, que regulamenta intervenções em Áreas de Preservação Permanente (APPs). Sempre que possível, as soluções deverão combinar engenharia convencional com técnicas de bioengenharia e soluções baseadas na natureza (SBN), como reflorestamento de margens, parques lineares alagáveis e valas vegetadas.

O programa incluirá também a elaboração de mapas de risco hidrológico atualizados e de protocolos operacionais padrão (POPs) para atuação em situações de emergência, articulando as equipes da AM-DREN, Defesa Civil, SEMINF e Guarda Municipal.

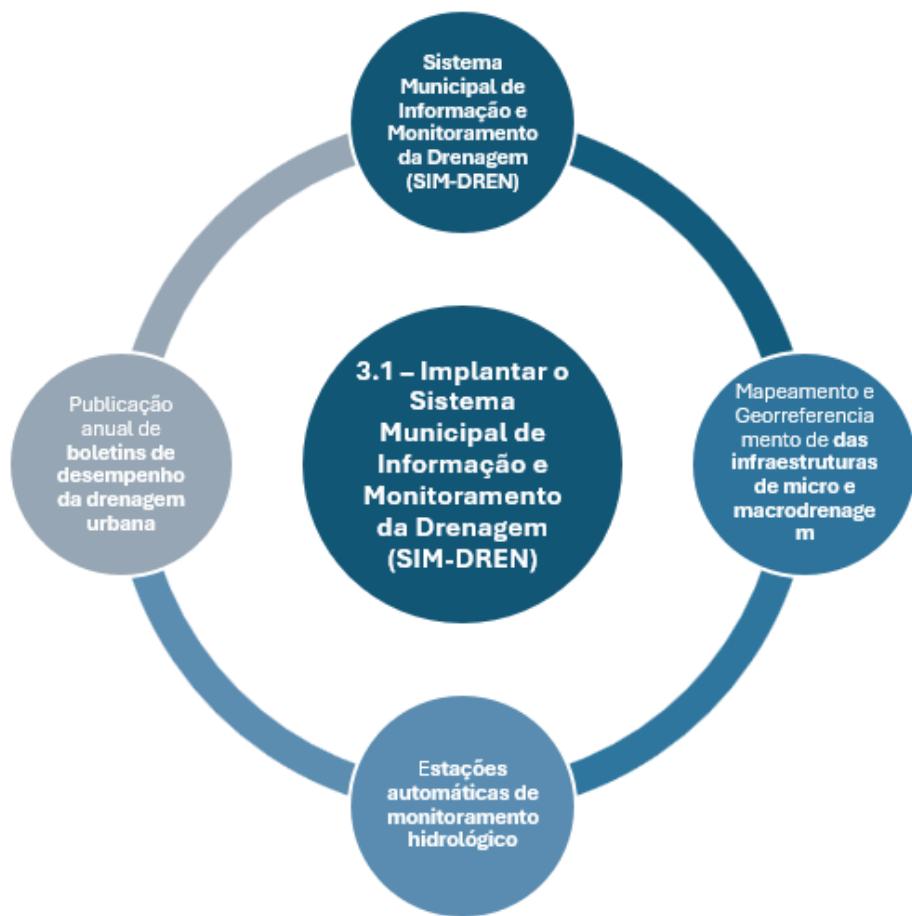
Como resultados esperados, destacam-se:

- a implantação de 10 novas estruturas de controle de cheias e reservatórios de amortecimento até 2035;
- a delimitação oficial das zonas de proteção de cheias e faixas de inundação em todo o território urbano até 2028;
- a redução de 70% das perdas econômicas e danos à infraestrutura pública provocados por inundações até 2040;
- a integração plena da drenagem urbana com o sistema municipal de defesa civil e adaptação climática; e
- a consolidação de Manaus como uma cidade resiliente, segura e adaptada aos regimes hidrológicos da Amazônia.

A execução deste objetivo operacional permitirá que o município adote uma abordagem moderna e preventiva de gestão das cheias, baseada na integração entre engenharia, planejamento urbano e proteção ambiental, transformando a drenagem urbana em um instrumento de segurança, resiliência e sustentabilidade.

2.4.7 OBJETIVO OPERACIONAL | 3.1 – IMPLANTAR O SISTEMA MUNICIPAL DE INFORMAÇÃO E MONITORAMENTO DA DRENAGEM (SIM-DREN)

A implantação do Sistema Municipal de Informação e Monitoramento da Drenagem (SIM-DREN) representa um avanço estratégico para a gestão técnica, operacional e institucional da drenagem urbana de Manaus. O diagnóstico identificou que a inexistência de um cadastro técnico georreferenciado das redes e dispositivos de drenagem, aliada à ausência de uma rede municipal de monitoramento hidrológico e pluviométrico, é um dos principais entraves à eficiência e à transparência da gestão do setor.



Hoje, as informações sobre galerias, bocas de lobo, canais e estruturas de macrodrenagem estão dispersas em diferentes secretarias, muitas vezes em formato analógico ou sem atualização, o que inviabiliza o planejamento preciso,

a priorização de investimentos e o acompanhamento do desempenho hidráulico das redes. Esse cenário resulta em duplicidade de ações, sobreposição de obras, ausência de indicadores e dependência de dados externos (INMET, ANA e CPRM), que não oferecem cobertura suficiente para as bacias urbanas de Manaus.

Em consonância com o Marco Legal do Saneamento Básico (Lei Federal nº 11.445/2007 e Lei nº 14.026/2020), que define como obrigação dos titulares e prestadores de serviços a gestão eficiente, transparente e baseada em evidências, o SIM-DREN será o instrumento central de integração de informações técnicas, geoespaciais e hidrológicas sobre o sistema de drenagem municipal. O sistema atenderá também às diretrizes da Norma de Referência nº 12/2025 da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), que estabelece padrões mínimos de planejamento, monitoramento e controle de desempenho dos serviços de drenagem e manejo de águas pluviais.

O SIM-DREN será uma plataforma digital integrada, composta por módulos de cadastro, monitoramento, modelagem e gestão. O módulo de cadastro técnico-georreferenciado reunirá informações detalhadas sobre redes, bocas de lobo, galerias, canais, poços de visita, dispositivos de retenção e áreas de risco, com dados sobre dimensões, materiais, cotas, condições estruturais e histórico de manutenção. O módulo de monitoramento hidrológico reunirá dados em tempo real de estações pluviométricas automáticas, sensores de nível em igarapés e canais urbanos e indicadores de qualidade das águas pluviais.

O sistema será hospedado em ambiente digital da Prefeitura de Manaus, com interoperabilidade com outros sistemas municipais, como o Painel Digital de Acompanhamento de Investimentos (PDAI-D) e o Sistema Municipal Integrado de Informações sobre Saneamento e Drenagem (SMIIS-D) e com órgãos externos, como a Defesa Civil, a SEMMAS, o IMPLURB e a AGEMAN. Essa integração permitirá o acompanhamento em tempo real de eventos críticos, o acionamento automático de alertas e a coordenação das equipes de campo.

A implantação do SIM-DREN será realizada em três fases:

1. **Fase I – Estruturação e Cadastro Técnico (2025–2026):** levantamento de campo, georreferenciamento e consolidação das bases de dados de drenagem existentes;
2. **Fase II – Monitoramento e Modelagem (2027–2029):** instalação de sensores e pluviômetros automáticos, modelagem hidráulica das bacias urbanas e integração com o SIM-DREN;
3. **Fase III – Operação e Transparência (2030–2040):** funcionamento pleno do sistema com atualização contínua, relatórios públicos e painéis de indicadores de desempenho.

O sistema também será a base para a gestão inteligente da drenagem urbana, permitindo que os processos de manutenção e planejamento (Objetivo 3.2) sejam guiados por dados técnicos e por indicadores de desempenho. As informações do SIM-DREN apoiarão a formulação dos Planos Anuais de Manutenção, a priorização das obras de reabilitação, o dimensionamento de novos dispositivos e a avaliação de impacto das Soluções Baseadas na Natureza (SBN) implantadas.

Do ponto de vista institucional, o SIM-DREN será gerido pela Autoridade Municipal de Drenagem e Águas Pluviais (AM-DREN), com operação técnica a cargo da SEMINF, integração ambiental com a SEMMAS e suporte tecnológico da Subsecretaria de Tecnologia da Informação (SEMEF-TI). O sistema será desenvolvido com arquitetura aberta e software compatível com os padrões do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), garantindo compatibilidade nacional e escalabilidade.

O SIM-DREN também desempenhará papel essencial na educação ambiental e transparência pública, por meio de um portal de acesso aberto que disponibilizará mapas, indicadores e boletins sobre chuvas, níveis d'água e desempenho do sistema. Essa iniciativa contribuirá para o controle social, o envolvimento comunitário e o fortalecimento da governança participativa,

conforme previsto na Política Nacional de Defesa Civil (Lei nº 12.608/2012) e na Agenda 2030 (ODS 11 e 13).

Como resultados esperados, destacam-se:

- a implantação completa do Sistema Municipal de Informação e Monitoramento da Drenagem (SIM-DREN) até 2030;
- o mapeamento e georreferenciamento de 100% das infraestruturas de micro e macrodrenagem;
- a operação de 20 estações automáticas de monitoramento hidrológico em bacias prioritárias;
- a publicação anual de boletins de desempenho da drenagem urbana; e
- o aumento da eficiência técnica e da capacidade preditiva da gestão municipal.

A criação do SIM-DREN transformará a drenagem urbana de Manaus em um sistema inteligente e orientado por dados, elevando o padrão de gestão pública, reduzindo custos operacionais e fortalecendo a segurança e a resiliência da cidade frente aos eventos climáticos extremos.

2.4.8 OBJETIVO OPERACIONAL | 3.2 – IMPLEMENTAR O PROGRAMA PERMANENTE DE MANUTENÇÃO E REABILITAÇÃO DA DRENAGEM URBANA (PPMR-DU)

A implementação de um Programa Permanente de Manutenção e Reabilitação da Drenagem Urbana constitui uma das ações mais estruturantes do presente prognóstico, visando a transição de um modelo de gestão reativa, centrado em respostas emergenciais a alagamentos, para uma gestão preventiva e sistemática das infraestruturas de drenagem.

Em articulação com o Plano Diretor de Esgotos colaborar em estreita articulação com o programa de erradicação de descargas e correção das ligações cruzadas, incluindo verificação da condição estrutural.

Atualmente, a cidade de Manaus não dispõe de um plano de manutenção contínua e de longo prazo para suas redes de micro e macrodrenagem. A limpeza e o desassoreamento de canais e galerias ocorrem de forma pontual e, em geral, apenas após eventos críticos, resultando em maior custo operacional, desgaste acelerado dos sistemas e maior vulnerabilidade urbana. Essa realidade é agravada pela ausência de cadastro técnico atualizado e de rotinas de inspeção estruturada, o que dificulta o monitoramento das condições físicas e funcionais das infraestruturas.



Em conformidade com o Marco Legal do Saneamento Básico (Lei Federal nº 11.445/2007 e Lei nº 14.026/2020), que estabelece como princípio a prestação adequada e contínua dos serviços públicos de drenagem e manejo de águas

pluviais, o programa propõe a criação de uma estrutura técnica municipal específica e permanente, responsável pela manutenção preventiva, corretiva e reabilitação física das redes e dispositivos de drenagem. Essa estrutura ficará sob a coordenação da Autoridade Municipal de Drenagem e Águas Pluviais (AM-DREN), com execução direta da SEMINF e fiscalização da AGEMAN.

O programa será implementado em ciclos anuais, definidos em um Plano Municipal de Manutenção da Drenagem Urbana (PMMDU), que deverá conter o inventário dos dispositivos existentes, a priorização técnica dos trechos críticos, o cronograma de intervenções e o orçamento anual. O PMMDU será alimentado pelo Sistema Municipal de Informação e Monitoramento da Drenagem (SIM-DREN), garantindo base de dados georreferenciada para planejamento, acompanhamento e transparência pública.

A manutenção preventiva abrangerá, no mínimo:

- inspeção periódica por vídeo e georradar em galerias, poços de visita e bocas de lobo;
- limpeza mecanizada e desobstrução de canais, condutos e caixas de captação;
- remoção de sedimentos e resíduos sólidos acumulados nas redes e nas ecobarreiras;
- reabilitação de trechos danificados ou colapsados por recalque, erosão ou corrosão; e
- estabilização de margens de igarapés e taludes críticos, com técnicas de bioengenharia sempre que possível.

As atividades serão programadas de modo a evitar interferências na operação do sistema viário e serão priorizadas as áreas com histórico de alagamentos recorrentes, maior densidade populacional e vulnerabilidade socioambiental.

O programa também deverá incorporar indicadores de desempenho, entre eles:

- percentual de redes com manutenção regular;
- tempo médio de resposta a ocorrências emergenciais;
- redução do número de pontos críticos de alagamento;
- volume de resíduos removidos anualmente; e
- índice de reabilitação estrutural de galerias.

Para garantir sustentabilidade financeira, as ações de manutenção e reabilitação serão custeadas pelo Fundo Municipal de Drenagem Urbana, complementadas por recursos orçamentários e convênios com programas federais e multilaterais, como o PAC, o BID e o Fundo Amazônia.

A execução deverá observar as normas técnicas da ABNT NBR 12218:2021 (Projeto de Drenagem Urbana), da NBR 9649:2018 (Redes de Drenagem Pluvial) e as boas práticas do Manual de Operação e Manutenção de Drenagem Urbana do Ministério das Cidades (2022).

Será importante garantir o acesso fácil e seguro de máquinas e trabalhadores.

O programa também incluirá um componente de educação ambiental e comunicação pública, articulado à SEMMAS e à SEMULSP, para conscientizar a população sobre os impactos do descarte irregular de resíduos e a importância da limpeza urbana preventiva.

A integração entre drenagem, resíduos sólidos e manutenção das ecobarreiras é essencial: cada ciclo de limpeza preventiva deverá estar sincronizado com a operação de coleta de resíduos e de remoção dos materiais retidos nas barreiras flutuantes dos igarapés, assegurando eficiência hidráulica e redução da poluição difusa.

Como resultados esperados, destacam-se:

- a institucionalização do Programa Permanente de Manutenção e Reabilitação da Drenagem Urbana (PPMR-DU) até 2026;
- a inclusão da manutenção de drenagem no orçamento municipal permanente;
- o aumento gradual da cobertura de manutenção programada até atingir 100% das redes estruturais em 2040;
- a redução de pelo menos 60% das ocorrências de alagamentos e obstruções em áreas críticas; e
- a melhoria da eficiência operacional e da vida útil das infraestruturas existentes, reduzindo custos emergenciais e impactos sobre a população.

A implantação do PPMR-DU marcará uma mudança paradigmática na gestão da drenagem urbana de Manaus, consolidando um sistema técnico e institucionalmente robusto, preventivo e financeiramente sustentável, alinhado às exigências do marco regulatório e aos princípios da gestão pública moderna de saneamento.

2.4.9 OBJETIVO OPERACIONAL | 4.1 – CRIAÇÃO E OPERACIONALIZAÇÃO DO FUNDO MUNICIPAL DE DRENAGEM URBANA

A criação e operacionalização do Fundo Municipal de Drenagem Urbana (FMDU) é condição essencial para assegurar a sustentabilidade econômico-financeira e a continuidade operacional do sistema de drenagem e manejo de águas pluviais de Manaus. Atualmente, o setor depende quase integralmente do orçamento municipal e da disponibilidade de recursos de custeio anual, o que limita a execução de programas permanentes de manutenção, reabilitação e obras estruturais. Essa dependência orçamentária restringe a capacidade de planejamento de longo prazo e torna o serviço vulnerável a contingenciamentos financeiros e mudanças de gestão.



O Marco Legal do Saneamento Básico (Lei Federal nº 11.445/2007, com alterações da Lei nº 14.026/2020) estabelece, em seu artigo 29, a obrigatoriedade de que os titulares dos serviços de saneamento assegurem sustentabilidade econômico-financeira, incluindo a drenagem e o manejo das águas pluviais. Nesse contexto, o Fundo Municipal de Drenagem Urbana deverá funcionar como instrumento financeiro permanente, voltado à arrecadação, gestão e aplicação de recursos destinados exclusivamente às ações do setor — manutenção, reabilitação, monitoramento, educação ambiental, inovação tecnológica e projetos estruturantes.

O FMDU será criado por lei municipal específica, vinculada administrativamente à Autoridade Municipal de Drenagem e Águas Pluviais (AMDREN) e supervisionada pela Secretaria Municipal de Finanças e Tecnologia da Informação (SEMEF). A gestão dos recursos será submetida a mecanismos de transparência e controle social, com acompanhamento pelo Conselho Municipal

de Drenagem e Resiliência Urbana (CMDRU) e auditoria anual da Controladoria-Geral do Município (CGM).

As principais fontes de receita do Fundo serão:

- dotações orçamentárias próprias do município e repasses estaduais e federais;
- contrapartidas de empreendimentos imobiliários e compensações urbanísticas e ambientais;
- percentuais vinculados do IPTU e do ISS de obras e serviços de engenharia;
- receitas de convênios e financiamentos de organismos nacionais e internacionais (PAC, BID, CAF, Fundo Amazônia, GCF, entre outros);
- doações, parcerias público-privadas (PPPs) e transferências voluntárias; e
- futuramente, recursos provenientes de uma eventual Taxa de Manejo de Águas Pluviais, a ser regulamentada conforme viabilidade técnica e social.

Os recursos do FMDU serão aplicados prioritariamente em:

1. manutenção preventiva e corretiva das redes de micro e macrodrenagem, em articulação com o Programa Permanente de Manutenção e Reabilitação (PPMR-DU);
2. projetos estruturantes de controle de cheias e drenagem sustentável, especialmente nas bacias críticas;
3. implantação e modernização do Sistema Municipal de Informação e Monitoramento da Drenagem (SIM-DREN);
4. programas de educação ambiental e participação comunitária; e

5. ações de inovação tecnológica e capacitação institucional, voltadas à eficiência operacional e à redução de custos.

A governança financeira do FMDU seguirá um modelo de planejamento plurianual e orçamentação por resultados, com metas anuais de aplicação e relatórios de desempenho físico-financeiro. Cada programa financiado deverá estar vinculado a um indicador de impacto (redução de pontos críticos de alagamento, extensão de redes reabilitadas, volume de resíduos removidos, etc.).

A operacionalização do Fundo permitirá a redução da dependência do Tesouro Municipal, conferindo maior autonomia financeira à drenagem urbana e viabilizando a execução de planos e projetos estruturais de forma continuada. Para garantir estabilidade de recursos, o município deverá instituir um regime de vinculação orçamentária mínima, assegurando que um percentual fixo da arrecadação municipal (por exemplo, 0,5% da receita corrente líquida) seja destinado ao FMDU.

O FMDU também atuará como mecanismo de captação de recursos externos, permitindo que Manaus participe de editais e fundos de financiamento climático e ambiental. Sua estrutura administrativa deverá prever uma unidade de captação e projetos especiais, responsável pela elaboração de propostas e acompanhamento de convênios.

Do ponto de vista institucional, o Fundo deverá dispor de regulamento próprio, definindo:

- critérios de elegibilidade dos projetos;
- procedimentos para análise técnica e aprovação de despesas;
- regras de prestação de contas e publicação de relatórios financeiros trimestrais; e
- indicadores de sustentabilidade financeira e eficiência de gasto.

O fortalecimento do FMDU permitirá, ainda, integrar o financiamento da drenagem às políticas de saneamento, mobilidade e meio ambiente, garantindo sinergia entre as fontes de recursos e evitando sobreposição de investimentos.

Como resultados esperados, destacam-se:

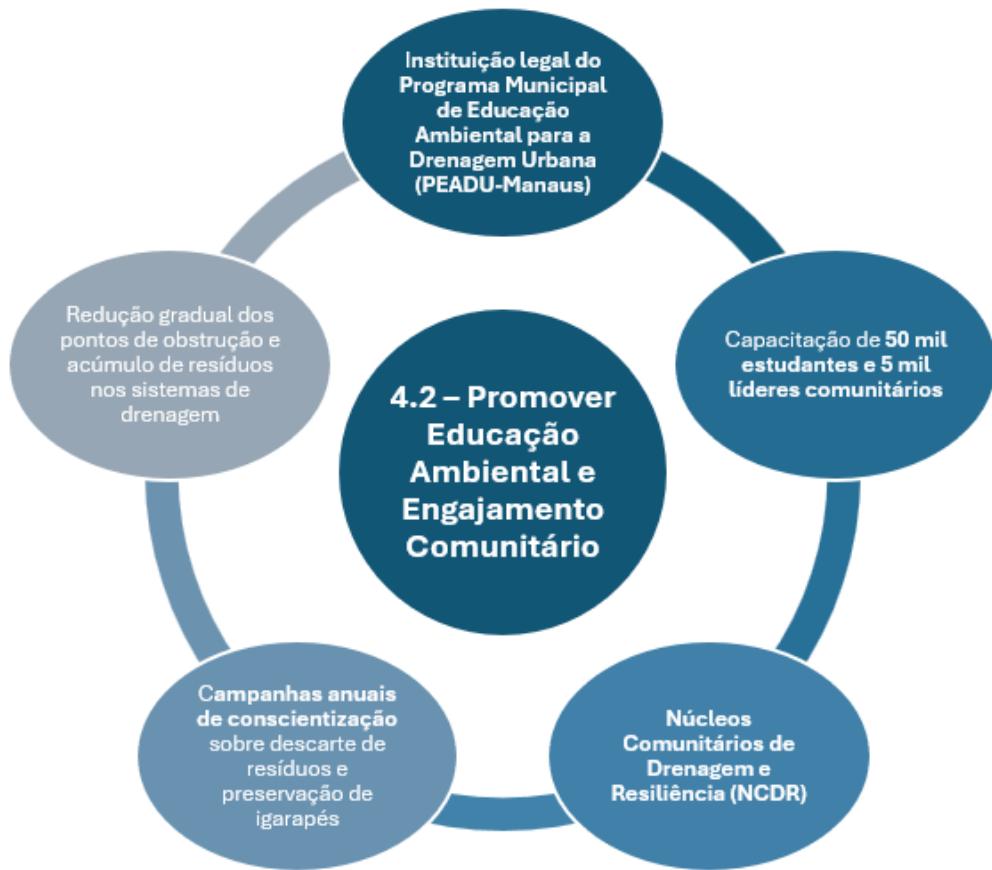
- a criação legal do Fundo Municipal de Drenagem Urbana até 2026;
- o estabelecimento de fontes permanentes de receita e regras de transparência;
- a ampliação progressiva do orçamento setorial, assegurando recursos para manutenção e obras estruturais;
- o acesso do município a linhas de crédito e financiamentos internacionais; e
- a consolidação de uma gestão financeira autônoma, eficiente e sustentável para o setor de drenagem.

A criação e operacionalização do FMDU representam um marco para o saneamento e a infraestrutura urbana de Manaus, transformando a drenagem em um serviço público dotado de base financeira sólida, previsibilidade orçamentária e capacidade de investimento contínuo, conforme preconizado pelo marco legal do saneamento e pelas boas práticas internacionais de gestão urbana sustentável.

2.4.10 OBJETIVO OPERACIONAL | 4.2 – PROMOVER EDUCAÇÃO AMBIENTAL E ENGAJAMENTO COMUNITÁRIO

A promoção da educação ambiental e do engajamento comunitário é componente fundamental da sustentabilidade do sistema de drenagem urbana, uma vez que o desempenho das redes e dispositivos depende diretamente dos hábitos e comportamentos da população. O descarte inadequado de resíduos sólidos, o entupimento de bocas de lobo e sarjetas e a ocupação irregular de margens de igarapés figuram entre as principais causas de obstruções, alagamentos e degradação ambiental em Manaus. Portanto, a conscientização

e a corresponsabilidade da sociedade são condições indispensáveis para o sucesso das políticas públicas de drenagem e saneamento.



O Marco Legal do Saneamento Básico (Lei Federal nº 11.445/2007, com alterações da Lei nº 14.026/2020) estabelece, em seu artigo 2º, inciso VI, que a educação ambiental, a participação social e o controle social são princípios orientadores da prestação dos serviços públicos de saneamento básico, incluindo o manejo de águas pluviais. Alinhado a esse princípio, o presente objetivo operacional visa consolidar uma política permanente de educação, comunicação e participação cidadã voltada à prevenção de alagamentos, à proteção dos igarapés e à valorização das infraestruturas públicas de drenagem.

Para alcançar esse propósito, será instituído o Programa Municipal de Educação Ambiental para a Drenagem Urbana (PEADU-Manaus), sob coordenação da Autoridade Municipal de Drenagem e Águas Pluviais (AM-

DREN) e da Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Sustentabilidade (SEMMAS), com apoio da SEMED, Defesa Civil, SEMINF e SEMEF. O programa será desenvolvido de forma intersetorial, articulando as dimensões técnica, social e comunicacional.

O PEADU-Manaus terá quatro componentes principais:

1. **Educação formal e continuada:** inserção de conteúdos sobre drenagem, ciclo da água, saneamento e mudanças climáticas nos currículos escolares da rede pública municipal, com apoio pedagógico da SEMED e parceria com universidades locais (UFAM, IFAM, UEA). Serão criados materiais didáticos e kits educativos adaptados à realidade amazônica, incluindo jogos, maquetes e atividades práticas sobre drenagem sustentável.
2. **Educação comunitária e comunicação social:** realização de campanhas permanentes de conscientização sobre o descarte correto de resíduos, limpeza de dispositivos pluviais e preservação dos igarapés. As campanhas utilizarão rádio, televisão, redes sociais, escolas e lideranças comunitárias, priorizando bairros das zonas Norte e Leste, mais afetados por alagamentos.
3. **Engajamento social e voluntariado:** implantação de Núcleos Comunitários de Drenagem e Resiliência (NCDR), compostos por moradores capacitados para atuar como multiplicadores de boas práticas e apoiadores das ações de manutenção preventiva. Esses núcleos serão articulados com o Programa Manaus Resiliente e com a Defesa Civil Municipal.
4. **Transparência e controle social:** ampliação dos canais de comunicação entre a população e o poder público, com criação de um portal digital de participação popular integrado ao Painel Digital de Acompanhamento de Investimentos (PDAI-D) e ao Sistema Municipal Integrado de Informações sobre Saneamento e Drenagem (SMIIS-D). Esse portal permitirá o registro de ocorrências, sugestões e denúncias sobre problemas de

drenagem, bem como o acompanhamento de obras e indicadores de desempenho.

O programa incluirá também ações de responsabilidade social corporativa e parcerias público-privadas com empresas do setor industrial e comercial, incentivando a adoção de igarapés, praças drenantes e ecobarreiras comunitárias. Essas ações terão enfoque em educação ambiental aplicada, reforçando a cultura de cuidado e pertencimento da população com os espaços urbanos e corpos hídricos.

Do ponto de vista de comunicação pública, será criado o Selo “Este Igarapé é Top — Pela Vida das Nossas Crianças”, como instrumento de reconhecimento simbólico e educativo, premiando escolas, comunidades e instituições que se destacarem em práticas de preservação e monitoramento ambiental dos igarapés urbanos. Essa iniciativa reforçará o vínculo entre drenagem, saúde pública e qualidade de vida, utilizando a redução de doenças de veiculação hídrica como indicador social de sucesso.

O PEADU-Manaus será financiado com recursos do Fundo Municipal de Drenagem Urbana (FMDU), do Fundo Municipal de Meio Ambiente (FMMA) e de convênios com programas nacionais de educação ambiental.

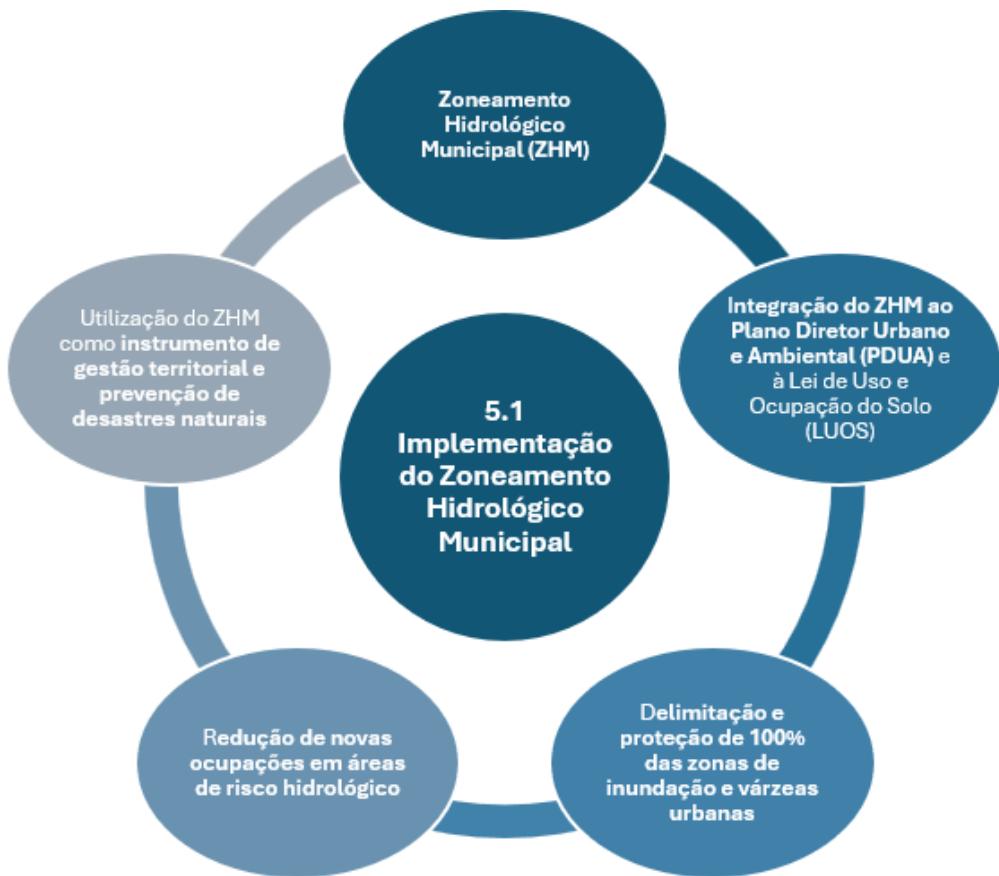
Como resultados esperados, destacam-se:

- a instituição legal do Programa Municipal de Educação Ambiental para a Drenagem Urbana (PEADU-Manaus) até 2026;
- a capacitação de 50 mil estudantes e 5 mil líderes comunitários até 2030;
- a criação de Núcleos Comunitários de Drenagem e Resiliência (NCDR) em todas as zonas administrativas;
- a realização de campanhas anuais de conscientização sobre descarte de resíduos e preservação de igarapés; e
- a redução gradual dos pontos de obstrução e acúmulo de resíduos nos sistemas de drenagem.

A consolidação da educação ambiental e do engajamento comunitário como política pública permanente permitirá transformar a relação da população com o sistema de drenagem, fortalecendo o senso de corresponsabilidade e promovendo a sustentabilidade social, ambiental e institucional da drenagem urbana de Manaus.

2.4.10 OBJETIVO OPERACIONAL | 5.1 IMPLEMENTAÇÃO DO ZONEAMENTO HIDROLÓGICO MUNICIPAL

A implementação do Zoneamento Hidrológico Municipal (ZHM) é uma medida essencial para integrar a drenagem urbana ao planejamento territorial e à gestão do risco hidrológico em Manaus. A cidade possui uma morfologia complexa, marcada pela presença de extensas áreas de várzea, encostas íngremes e fundos de vale ocupados irregularmente, o que exige uma abordagem técnica e normativa capaz de compatibilizar o crescimento urbano com a segurança hidráulica e ambiental.



O diagnóstico da drenagem evidenciou a ausência de um instrumento legal que defina, com base em estudos técnicos, as faixas de inundação, cotas de cheia, zonas de restrição de uso e áreas de amortecimento hídrico, o que tem permitido a expansão desordenada sobre regiões suscetíveis a inundações e escorregamentos. Essa lacuna resulta em ocupações em áreas inadequadas, perdas materiais recorrentes e sobrecarga do sistema de drenagem.

Em conformidade com o Marco Legal do Saneamento Básico (Lei Federal nº 11.445/2007, atualizada pela Lei nº 14.026/2020) e com as diretrizes da Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº 9.433/1997), o Zoneamento Hidrológico Municipal será elaborado como um instrumento técnico e regulatório complementar ao Plano Diretor de Drenagem Urbana (PDDU), integrando-se ao Plano Diretor Urbano e Ambiental (PDUA) e à Lei de Uso e Ocupação do Solo (LUOS).

O ZHM terá como objetivo principal identificar, classificar e delimitar espacialmente as áreas sujeitas a inundações periódicas, alagamentos, erosões e movimentos de massa associados a eventos pluviométricos e hidrológicos intensos, estabelecendo parâmetros para o uso e a ocupação do solo urbano e periurbano.

O processo de elaboração do ZHM seguirá as seguintes etapas técnicas:

1. **Garantir a existência de um levantamento topográfico e hidrológico detalhado e atualizado**, com base em dados do Sistema Municipal de Informação e Monitoramento da Drenagem (SIM-DREN), imagens LIDAR e modelagem digital de terreno (MDT) de alta resolução;
2. **Definição das bacias e sub-bacias de drenagem urbanas**, com cálculo das cotas de cheia de recorrência decenal, trintenal e centenária (Q10, Q30 e Q100);
3. **Delimitação das zonas de risco hidrológico e ambiental**, classificadas como:
 - **Zona de Proteção Permanente (ZPP)**: áreas naturalmente alagáveis, várzeas e margens de igarapés;
 - **Zona de Amortecimento Hidráulico (ZAH)**: áreas com potencial de retenção e infiltração;
 - **Zona de Risco Controlado (ZRC)**: áreas onde são permitidas intervenções mediante obras compensatórias e controle de caudais;
 - **Zona de Ocupação Segura (ZOS)**: áreas fora das cotas de inundaçāo e com drenagem adequada.
4. **Integração das informações geoespaciais em plataforma SIG municipal**, com sobreposição de dados cadastrais, fundiários e de infraestrutura.

O Zoneamento Hidrológico Municipal será formalizado por meio de decreto regulamentador e incorporado ao Sistema Municipal de Planejamento Territorial e Ambiental (SMPA), tornando-se referência obrigatória para o licenciamento de obras, empreendimentos e regularizações fundiárias. Nenhum novo parcelamento ou construção poderá ser aprovado sem a verificação de compatibilidade com as zonas definidas no ZHM.

O instrumento também servirá como base técnica para a Defesa Civil, subsidiando a elaboração de planos de contingência, mapas de risco e rotas de evacuação. A integração entre o ZHM e o SIM-DREN permitirá o monitoramento contínuo das áreas de risco e o acionamento de alertas automáticos em situações de chuvas intensas e cheias do Rio Negro.

Do ponto de vista ambiental, o ZHM viabilizará a preservação das áreas de amortecimento natural, o reflorestamento das margens dos igarapés e a criação de parques lineares drenantes, garantindo espaço para o escoamento controlado das águas pluviais. A implantação das Zonas de Proteção de Cheias (ZPCs) será acompanhada de programas de reassentamento gradual de famílias em áreas de alto risco, em articulação com a Secretaria Municipal de Habitação e Assuntos Fundiários (SEHAB) e com o PROSAMIM+.

A elaboração e implementação do ZHM serão conduzidas pela Autoridade Municipal de Drenagem e Águas Pluviais (AM-DREN), com apoio técnico da SEMINF, IMPLURB, SEMMAS, Defesa Civil e AGEMAN, e com validação do Conselho Municipal de Drenagem e Resiliência Urbana (CMDRU).

Como resultados esperados, destacam-se:

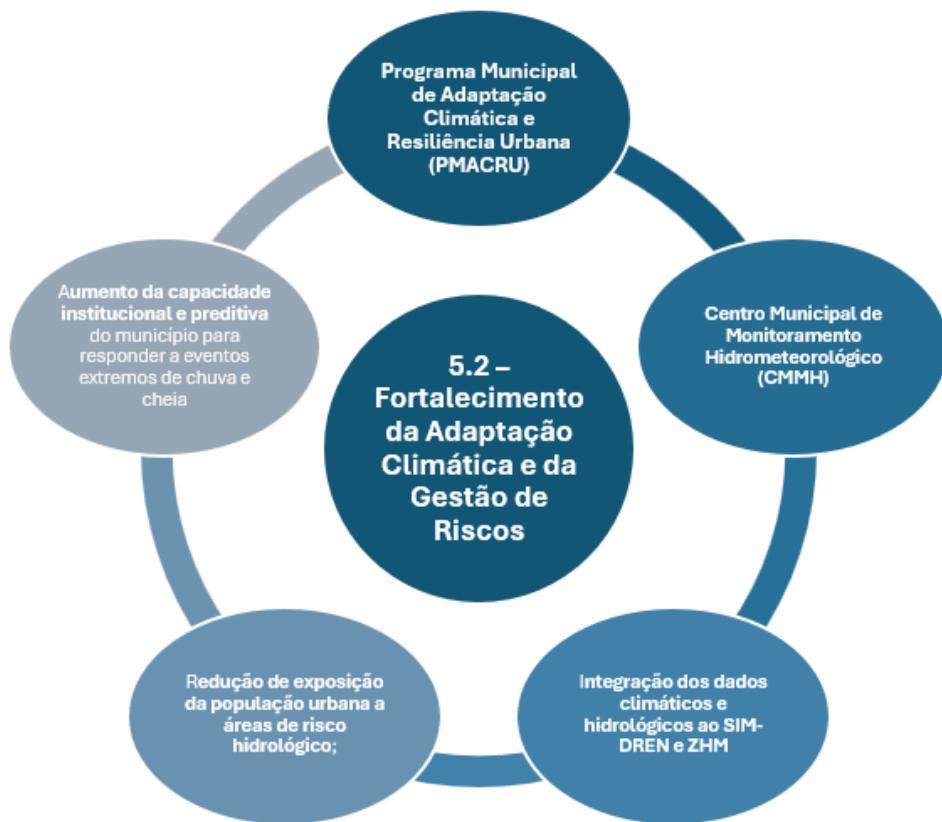
- a elaboração e aprovação do Zoneamento Hidrológico Municipal (ZHM) até 2028;
- a integração do ZHM ao Plano Diretor Urbano e Ambiental (PDUA) e à Lei de Uso e Ocupação do Solo (LUOS);
- a delimitação e proteção de 100% das zonas de inundação e várzeas urbanas até 2035;

- a redução de novas ocupações em áreas de risco hidrológico em pelo menos 80% até 2040; e
- a utilização do ZHM como instrumento de gestão territorial e prevenção de desastres naturais.

A implementação do Zoneamento Hidrológico Municipal consolidará Manaus como uma cidade que planeja o uso de seu território com base em critérios hidrológicos, ambientais e de segurança pública, promovendo um modelo de desenvolvimento urbano compatível com a dinâmica das águas amazônicas e com os princípios da resiliência climática.

2.4.11 OBJETIVO OPERACIONAL | 5.2 – FORTALECIMENTO DA ADAPTAÇÃO CLIMÁTICA E DA GESTÃO DE RISCOS

O fortalecimento da adaptação climática e da gestão de riscos hidrológicos representa um dos eixos transversais mais estratégicos da política municipal de drenagem urbana. Manaus enfrenta, de forma crescente, os impactos das mudanças climáticas globais, que se manifestam localmente na intensificação das chuvas convectivas, no aumento das cotas máximas de cheia do Rio Negro, na elevação da temperatura média e na alteração do padrão de umidade do solo. Esses fenômenos têm ampliado a frequência e a severidade de inundações, alagamentos e movimentos de massa, exigindo respostas estruturadas, preventivas e integradas do poder público.



O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2022) e o Plano Nacional de Adaptação às Mudanças Climáticas (PNA, 2023) indicam que cidades amazônicas como Manaus são especialmente vulneráveis aos extremos hidrometeorológicos, devido à combinação entre alta pluviosidade, topografia irregular e crescimento urbano desordenado. Assim, a drenagem urbana deve ser compreendida não apenas como um componente de infraestrutura, mas como infraestrutura crítica de adaptação climática, essencial para proteger vidas, patrimônios e ecossistemas.

Em conformidade com o Marco Legal do Saneamento Básico (Lei Federal nº 11.445/2007 e Lei nº 14.026/2020) e com a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (Lei nº 12.608/2012), este objetivo operacional propõe a criação do Programa Municipal de Adaptação Climática e Resiliência Urbana (PMACRU), sob coordenação conjunta da Autoridade Municipal de Drenagem e Águas Pluviais (AM-DREN) e da Defesa Civil Municipal, com participação da SEMMAS, SEMINF, IMPLURB, SEHAB e AGEMAN.

O PMACRU terá como foco principal integrar o planejamento da drenagem urbana às estratégias de adaptação climática e redução de riscos de desastres, por meio de cinco eixos operacionais:

1. **Gestão integrada de riscos hidrometeorológicos:** criação de um Centro Municipal de Monitoramento Hidrometeorológico (CMMH), interligado ao Sistema Municipal de Informação e Monitoramento da Drenagem (SIM-DREN), com estações automáticas, sensores e modelagem preditiva, permitindo antecipar eventos de chuva intensa, cheias e deslizamentos.
2. **Planejamento territorial adaptativo:** incorporação dos mapas de vulnerabilidade climática e das zonas de risco hidrológico ao Zoneamento Hidrológico Municipal (ZHM) e ao Plano Diretor Urbano e Ambiental (PDUA), assegurando que as políticas de uso do solo considerem os cenários climáticos futuros.
3. **Infraestrutura resiliente e soluções baseadas na natureza (SBN):** priorização de obras e intervenções com capacidade de amortecimento de impactos, como parques lineares alagáveis, valas verdes, bacias de detenção e corredores ecológicos drenantes. As áreas de várzea e margens de igarapés serão tratadas como zonas de adaptação natural, com reflorestamento e bioengenharia de margens.
4. **Aprimoramento institucional e capacitação técnica:** formação contínua de equipes da AM-DREN, Defesa Civil e SEMINF em gestão de risco, modelagem hidrológica, engenharia resiliente e comunicação em emergências. Serão promovidos cursos em parceria com universidades locais (UFAM, UEA, IFAM) e instituições nacionais (ANA, CEMADEN, CPRM).
5. **Educação e comunicação climática:** integração das ações do PMACRU com o Programa Municipal de Educação Ambiental para a Drenagem Urbana (PEADU-Manaus), ampliando o alcance comunitário e a cultura de prevenção. Serão realizadas campanhas sazonais sobre riscos de

alagamento, limpeza preventiva e condutas seguras em situações de cheia.

O programa deverá ainda alinhar-se às metas dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), especialmente o ODS 11 – Cidades e Comunidades Sustentáveis e o ODS 13 – Ação Climática, promovendo a incorporação de medidas de mitigação e adaptação no planejamento local.

O PMACRU será integrado ao Plano de Contingência Municipal (PLANCON 2024) e às diretrizes do Plano Estadual de Adaptação Climática (2023), garantindo coerência entre os níveis municipal e estadual de resposta e prevenção. As informações geradas alimentarão o Painel Digital de Resiliência Urbana, vinculado ao PDAI-D, permitindo à população acompanhar alertas e indicadores de segurança climática em tempo real.

A operacionalização do programa contará com financiamento do Fundo Municipal de Drenagem Urbana (FMDU), complementado por recursos de cooperação internacional (Fundo Amazônia, *Green Climate Fund*, Banco Interamericano de Desenvolvimento – BID) e convênios com instituições de pesquisa e inovação tecnológica.

Como resultados esperados, destacam-se:

- a criação e regulamentação do Programa Municipal de Adaptação Climática e Resiliência Urbana (PMACRU) até 2027;
- a instalação e operação do Centro Municipal de Monitoramento Hidrometeorológico (CMMH) até 2030;
- a integração plena dos dados climáticos e hidrológicos ao SIM-DREN e ao Zoneamento Hidrológico Municipal (ZHM);
- a redução de 50% da exposição da população urbana a áreas de risco hidrológico até 2040; e
- o aumento da capacidade institucional e preditiva do município para responder a eventos extremos de chuva e cheia.

A consolidação da adaptação climática e da gestão de riscos como componente permanente da política de drenagem urbana permitirá que Manaus evolua de uma postura reativa para **uma cultura preventiva e resiliente**, onde as infraestruturas, os ecossistemas e a população estejam preparados para enfrentar, com segurança e sustentabilidade, os desafios impostos pelo clima e pela hidrodinâmica amazônica.

2.5 INDICADORES E METAS

Os indicadores e metas definidos neste prognóstico têm como finalidade medir, acompanhar e avaliar o desempenho do sistema de drenagem urbana de Manaus ao longo do horizonte de planejamento 2025–2040. Eles permitem transformar as diretrizes estratégicas e os objetivos operacionais em resultados quantificáveis e verificáveis, apoiando a tomada de decisão, a priorização de investimentos e o controle social das políticas públicas.

A metodologia adotada segue as recomendações do Marco Legal do Saneamento Básico (Lei Federal nº 11.445/2007 e Lei nº 14.026/2020), da Norma de Referência nº 12/2025 da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) e das Diretrizes do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS – Componente Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas).

Os indicadores foram classificados em cinco dimensões correspondentes aos Eixos Estratégicos do prognóstico:

1. **Governança e Integração Institucional**
2. **Concepção, Expansão e Melhoria dos Serviços de Drenagem**
3. **Otimização e Gestão Eficiente dos Recursos**
4. **Sustentabilidade Econômico-Financeira e Social**
5. **Condições Básicas e Transversais (Adaptação, Educação e Resiliência)**

Cada indicador possui uma meta temporal, expressa em termos percentuais, quantitativos ou qualitativos, associada a marcos de curto, médio e longo prazo.

2.5.1 EIXO 1 – GOVERNANÇA E INTEGRAÇÃO INSTITUCIONAL

Indicador	Descrição / unidade de medida	Situação base (2025)	Meta 2030	Meta 2040
1.1 estrutura de governança institucional	Existência de órgão gestor exclusivo (AM-DREN) e comitê interinstitucional ativo	Inexistente	AM-DREN e CGIDRU criados e operacionais	Governança consolidada, com regulação própria e autonomia orçamentária
1.2 plano diretor de drenagem urbana (pddu)	Status do plano (fase técnica e legal)	Não existente	PDDU aprovado e em execução inicial	PDDU revisado e integrado ao PDUA e LUOS
1.3 conselho municipal de drenagem e resiliência	Existência e funcionamento	Inexistente	Conselho criado e em operação	Conselho atuante com reuniões regulares e relatórios anuais publicados

2.5.2 EIXO 2 – CONCEPÇÃO, EXPANSÃO E MELHORIA DOS SERVIÇOS DE DRENAGEM

Indicador	Descrição / unidade de medida	Situação base (2025)	Meta 2030	Meta 2040
2.1 pontos críticos de alagamento	Número total de pontos críticos mapeados	>200	Redução de 30%	Redução de 60%

2.2 cobertura de microdrenagem funcional	% de áreas urbanas com rede em boas condições	40%	65%	90%
2.3 intervenções em bacias prioritárias	% das bacias críticas reabilitadas	0%	50%	100%
2.4 áreas com sbn implantadas	Hectares urbanos equipados com soluções sustentáveis	10 ha	75 ha	150 ha
2.5 Estruturas de Controle de Cheias	Número de reservatórios e obras de amortecimento instaladas	0	5 unidades	10 unidades

2.5.3 EIXO 3 – CONCEPÇÃO, EXPANSÃO E MELHORIA DOS SERVIÇOS DE DRENAGEM

Indicador	Descrição / unidade de medida	Situação base (2025)	Meta 2030	Meta 2040
3.1 cadastro técnico de drenagem	% de redes e dispositivos cadastrados e georreferenciados	10%	70%	100%
3.2 sistema de monitoramento hidrológico	Número de estações automáticas instaladas	0	10 estações	20 estações
3.3 programa de manutenção preventiva	% das redes com manutenção regular programada	20%	70%	100%
3.4 resposta operacional a ocorrências	Tempo médio de resposta (horas)	>12 h	≤6 h	≤3 h
3.5 volume de resíduos removidos das redes	Toneladas/ano	8.000	6.000	4.000 (redução por educação ambiental e prevenção)

2.5.4 EIXO 4 – CONCEPÇÃO, EXPANSÃO E MELHORIA DOS SERVIÇOS DE DRENAGEM

Indicador	Descrição / unidade de medida	Situação		
		base (2025)	Meta 2030	Meta 2040
4.1 criação do fundo municipal de drenagem (fmdu)	Situação jurídica e operacional do Fundo	Inexistente	Fundo criado e regulamentado	Fundo autossustentável com receitas permanentes
4.2 execução financeira anual do fmdu	Valor investido (R\$/ano)	R\$ 0	R\$ 30 milhões/ano	R\$ 80 milhões/ano
4.3 programas de educação ambiental	Nº de campanhas e capacitações por ano Nº de Núcleos	2	8	12
4.4 engajamento comunitário	Comunitários de Drenagem e Resiliência (NCDR)	0	20	40
4.5 redução de resíduos nas bocas de lobo	% de redução de material coletado	—	20%	50%

2.5.5 EIXO 5 – CONCEPÇÃO, EXPANSÃO E MELHORIA DOS SERVIÇOS DE DRENAGEM

Indicador	Descrição / unidade de medida	Situação		
		base (2025)	Meta 2030	Meta 2040
5.1 zoneamento hidrológico municipal (zhm)	Grau de implantação e integração ao PDUA	Inexistente	ZHM aprovado e em vigor	ZHM revisado e incorporado a todos os instrumentos urbanísticos
5.2 programa de adaptação climática e resiliência urbana (pmacru)	Status do programa	Inexistente	Programa criado e em execução	Programa consolidado e integrado ao PLANCON

	% da população urbana exposta	12%	8%	6%
5.4 capacidade institucional de resposta	Índice de prontidão (nível Defesa Civil e AM- DREN)	Baixo	Médio	Alto
5.5 indicadores de resiliência urbana	Índice composto (0– 1)	0,40	0,65	0,85

2.5.6 METODOLOGIA DE MONITORAMENTO

O monitoramento das metas e indicadores será conduzido pela Autoridade Municipal de Drenagem e Águas Pluviais (AM-DREN), com apoio da SEMINF, SEMMAS, IMPLURB, Defesa Civil e AGEMAN, e com supervisão do Conselho Municipal de Drenagem e Resiliência Urbana (CMDRU).

O processo de acompanhamento seguirá os seguintes instrumentos e etapas:

- 1. Painel Digital de Acompanhamento de Investimentos (PDAI-D):**
Sistema online de acompanhamento físico-financeiro das ações de drenagem, com atualização trimestral de obras, contratos e metas.
- 2. Sistema Municipal de Informação e Monitoramento da Drenagem (SIM-DREN):**Base técnica georreferenciada e banco de dados hidrológicos integrados, utilizada para cálculo e atualização de indicadores operacionais e estruturais.
- 3. Relatórios Anuais de Desempenho da Drenagem Urbana (RAD-DU):**
Documento oficial elaborado pela AM-DREN e publicado anualmente, consolidando os resultados alcançados em relação às metas de cada eixo estratégico.

- 4. Revisão e Atualização das Metas:** As metas poderão ser revisadas a cada 4 anos (em sincronia com o PPA municipal), considerando novos dados técnicos, mudanças climáticas, disponibilidade financeira e evolução institucional.
- 5. Controle Social e Transparência:** O CMDRU deverá realizar audiências públicas anuais para prestação de contas, avaliação de resultados e recebimento de sugestões da sociedade civil.

O cumprimento sistemático dessas etapas permitirá à Prefeitura de Manaus acompanhar a execução das políticas públicas de drenagem com base em evidências, fortalecendo a governança, a eficiência e a credibilidade do setor perante a população e os órgãos de controle.

2.6 PLANO DE AÇÃO

O Plano de Ação do Prognóstico da Drenagem Urbana de Manaus estabelece o conjunto articulado de programas, medidas e projetos destinados a alcançar as metas definidas para o horizonte 2025–2040. Ele operacionaliza as diretrizes estratégicas e os objetivos operacionais descritos nos capítulos anteriores, organizando as ações de curto, médio e longo prazo de forma integrada, escalonada e financeiramente sustentável.

As ações aqui propostas estão alinhadas ao Marco Legal do Saneamento Básico (Leis Federais nº 11.445/2007 e nº 14.026/2020), às Normas de Referência da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA, NR nº 12/2025) e às diretrizes da Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (Lei nº 12.608/2012). Cada ação considera o contexto climático, social e ambiental da capital amazônica, buscando compatibilizar o desenvolvimento urbano com a proteção dos corpos hídricos e a segurança da população frente aos eventos hidrológicos extremos.

2.6.1 MEDIDAS E AÇÕES

O Plano de Ação foi estruturado segundo cinco princípios básicos:

1. **Integração:** articulação entre drenagem, saneamento, resíduos sólidos, habitação e meio ambiente.
2. **Prevenção:** priorização de ações estruturais e não estruturais que reduzam riscos antes que ocorram os impactos.
3. **Sustentabilidade:** adoção de soluções técnicas e financeiras permanentes e ecologicamente adequadas.
4. **Transparência:** monitoramento público via painéis digitais e relatórios anuais de desempenho.
5. **Resiliência:** adaptação contínua do sistema às mudanças climáticas e ao crescimento urbano.

2.6.1.1 Medidas e Ações do Eixo 1



Medida 1.1 – Criação e Consolidação do Comitê Gestor Interinstitucional de Drenagem Urbana (CGIDRU)

Descrição:

Implantação de um comitê permanente de coordenação técnica e estratégica voltado à governança integrada da drenagem urbana e do manejo de águas pluviais, reunindo o Poder Concedente (Prefeitura de Manaus), AGEMAN, AM-DREN, SEMINF, SEMMAS, SEHAB, IMPLURB, Defesa Civil Municipal e órgãos estaduais (IPAAM e Defesa Civil Estadual). O CGIDRU será responsável por articular políticas, harmonizar procedimentos técnicos, monitorar metas do PDDU e coordenar ações conjuntas entre drenagem, saneamento, habitação e meio ambiente.

Principais Ações:

- Formalização do CGIDRU por decreto municipal.
- Elaboração de Regimento Interno e definição de subcomitês técnicos temáticos.
- Realização de reuniões trimestrais e publicação de relatórios de acompanhamento.
- Integração com o PMSB, o PDDU, o PDUA e o PLANCON.
- Criação de calendário anual de avaliação de metas e projetos estruturantes.

Horizonte: Curto prazo (2025–2026).

Responsáveis: PMM / AGEMAN / AM-DREN / SEMINF / SEMMAS / SEHAB / IMPLURB / Defesa Civil / IPAAM.

Resultados Esperados:

Governança intersetorial consolidada, decisões colegiadas, maior coordenação entre políticas públicas e fortalecimento da regulação técnica e institucional.

Medida 1.2 – Criação da Autoridade Municipal de Drenagem e Águas Pluviais (AM-DREN)**Descrição:**

Criação de órgão executivo e regulador da política municipal de drenagem urbana, responsável pelo planejamento, gestão, manutenção, fiscalização e integração das ações de drenagem e controle de cheias, em conformidade com o Marco Legal do Saneamento (Leis nº 11.445/2007 e nº 14.026/2020).

Principais Ações:

- Elaboração e aprovação de lei municipal de criação da AM-DREN.
- Definição da estrutura administrativa, cargos técnicos e orçamento próprio.
- Integração institucional com SEMINF, AGEMAN, SEMMAS e Defesa Civil.
- Implantação de sistemas de gestão financeira e técnica da drenagem.
- Capacitação de corpo técnico e estabelecimento de parcerias institucionais.

Horizonte: Curto e médio prazo (2025–2029).

Responsáveis: PMM / SEMINF / SEMAD / AGEMAN / Câmara Municipal de Manaus.

Resultados Esperados:

Criação de estrutura técnica e administrativa permanente para o setor, com capacidade de planejamento, execução e fiscalização das políticas de drenagem urbana.

Medida 1.3 – Elaboração e Institucionalização do Plano Diretor de Drenagem Urbana (PDDU)

Descrição:

Desenvolvimento e aprovação do PDDU como instrumento técnico e legal de planejamento, contendo zoneamento hidrológico, normas técnicas de dimensionamento, diretrizes de manutenção e mecanismos de financiamento.

Principais Ações:

- Levantamento técnico das bacias e sub-bacias de drenagem.
- Diagnóstico hidráulico e hidrológico detalhado.
- Redação e aprovação do PDDU em conformidade com o PMSB.
- Realização de consulta pública e validação pelo CMDRU.
- Integração do PDDU ao PDUA e à Lei de Uso e Ocupação do Solo.

Horizonte: Curto e médio prazo (2025–2029).

Responsáveis: AM-DREN / SEMINF / IMPLURB / SEMMAS / AGEMAN.

Resultados Esperados:

Institucionalização do PDDU como instrumento normativo e técnico, integrando drenagem, planejamento urbano e gestão ambiental.

2.6.1.2 Medidas e Ações do Eixo 2



Medida 2.1 – Programa de Reabilitação e Ampliação da Drenagem Urbana (PRADU)

Descrição:

Recuperação e expansão das redes de micro e macrodrenagem existentes, priorizando bacias críticas (Educandos, Quarenta, São Raimundo, Tarumã e Puraquequara), com foco em eficiência hidráulica, redução de alagamentos e segurança das infraestruturas.

Principais Ações:

- Diagnóstico e mapeamento técnico das estruturas existentes.
- Execução de obras de ampliação e substituição de galerias.
- Reabilitação de canais, bocas de lobo e poços de visita.

- Implementação de bacias de detenção e dissipadores de energia.
- Integração das obras com projetos de mobilidade e reurbanização.

Horizonte: Curto, médio e longo prazo (2025–2040).

Responsáveis: SEMINF / AM-DREN / AGEMAN / Defesa Civil / SEMMAS.

Resultados Esperados:

Reabilitação de 100% das redes estruturais de drenagem e redução de 60% dos pontos críticos de alagamento até 2040.

Medida 2.2 – Programa Municipal de Drenagem Sustentável (PMDS)

Descrição:

Instituição de programa voltado à adoção de Soluções Baseadas na Natureza (SBN) e ao controle de caudais na origem, integrando drenagem, urbanismo e meio ambiente.

Principais Ações:

- Elaboração de manual técnico de drenagem sustentável.
- Implantação de jardins de chuva, pavimentos permeáveis, valas vegetadas e telhados verdes.
- Criação de incentivos urbanísticos e fiscais para empreendimentos sustentáveis.
- Realização de projetos-piloto em escolas, parques e praças.
- Monitoramento do desempenho hidrológico e ambiental das SBN.

Horizonte: Curto e médio prazo (2025–2035).

Responsáveis: AM-DREN / SEMINF / SEMMAS / IMPLURB / SEMED.

Resultados Esperados:

Implantação de 150 hectares de áreas drenantes sustentáveis e redução de 20% dos picos de vazão em bacias críticas.

Medida 2.3 – Programa de Controle de Cheias e Proteção de Infraestruturas Críticas (PMCC-Manaus)**Descrição:**

Implantação de medidas estruturais e não estruturais para mitigação de cheias urbanas e proteção de equipamentos públicos, combinando engenharia hidráulica e soluções de adaptação climática.

Principais Ações:

- Construção de bacias de detenção e reservatórios subterrâneos.
- Instalação de comportas de refluxo e diques de contenção.
- Delimitação de zonas de proteção de cheias e cotas de inundação.
- Reforço de margens e estabilização de taludes em igarapés.
- Integração das ações ao PLANCON e ao PMACRU.

Horizonte: Médio e longo prazo (2027–2040).

Responsáveis: AM-DREN / SEMINF / Defesa Civil / SEMMAS / SEHAB.

Resultados Esperados:

Redução de 70% dos danos por inundações e proteção integral das infraestruturas críticas até 2040.

2.6.1.3 Medidas e Ações do Eixo 3



Medida 3.1 – Implantação do Sistema Municipal de Informação e Monitoramento da Drenagem (SIM-DREN)

Descrição:

Desenvolvimento de uma plataforma digital georreferenciada para cadastro, modelagem e monitoramento das redes de drenagem e eventos hidrológicos.

Principais Ações:

- Levantamento de campo e digitalização do cadastro técnico.
- Instalação de sensores de nível e pluviômetros automáticos.
- Integração com o PDAI-D e o SIM-DREN.
- Implantação de centro de controle e alerta de alagamentos.
- Publicação de boletins e indicadores em portal público.

Horizonte: Curto e médio prazo (2025–2030).

Responsáveis: AM-DREN / SEMINF / AGEMAN / Defesa Civil / SEMEF-TI.

Resultados Esperados:

Sistema inteligente de gestão com 100% das redes cadastradas e monitoramento em tempo real até 2030.

Medida 3.2 – Programa Permanente de Manutenção e Reabilitação da Drenagem Urbana (PPMR-DU)

Descrição:

Instituição de programa contínuo de manutenção preventiva, corretiva e reabilitação de estruturas de drenagem, com calendário anual e recursos assegurados pelo Fundo Municipal de Drenagem.

Principais Ações:

- Elaboração do Plano Municipal de Manutenção da Drenagem Urbana (PMMDU).
- Limpeza mecanizada e inspeção periódica de redes.
- Desassoreamento e remoção de resíduos das ecobarreiras.
- Estabilização de margens e taludes com técnicas de bioengenharia.
- Adoção de indicadores de desempenho operacional.

Horizonte: Curto, médio e longo prazo (2025–2040).

Responsáveis: AM-DREN / SEMINF / SEMMAS / AGEMAN.

Resultados Esperados:

100% das redes sob manutenção programada e redução de 60% das ocorrências de alagamento até 2040.

2.6.1.4 Medidas e Ações do Eixo 4



Medida 4.1 – Criação e Operacionalização do Fundo Municipal de Drenagem Urbana (FMDU)

Descrição:

Criação de fundo setorial permanente, destinado ao financiamento das ações de drenagem, manutenção, educação ambiental e inovação tecnológica.

Principais Ações:

- Elaboração e aprovação de lei municipal do FMDU.

- Definição das fontes de receita e critérios de aplicação.
- Estabelecimento de conselho gestor e auditoria anual.
- Integração com o orçamento municipal e o PPA.
- Publicação de relatórios financeiros semestrais.

Horizonte: Curto e médio prazo (2025–2030).

Responsáveis: PMM / SEMEF / AM-DREN / AGEMAN / CGM.

Resultados Esperados:

Fundo criado, regulamentado e autossustentável até 2030, com recursos estáveis para manutenção e investimentos.

Medida 4.2 – Programa Municipal de Educação Ambiental e Engajamento Comunitário (PEADU-Manaus)

Descrição:

Implantação de programa permanente de educação ambiental, comunicação pública e participação comunitária para prevenção de alagamentos e conservação dos igarapés.

Principais Ações:

- Inserção de conteúdos de drenagem e saneamento nos currículos escolares.
- Realização de campanhas de conscientização e mutirões comunitários.
- Criação dos Núcleos Comunitários de Drenagem e Resiliência (NCDR).
- Implementação do selo educativo “Este Igarapé é Top – Pela Vida das Nossas Crianças”.
- Parcerias com empresas e universidades para ações de voluntariado.

Horizonte: Curto e médio prazo (2025–2032).

Responsáveis: AM-DREN / SEMMAS / SEMED / Defesa Civil / SEMINF.

Resultados Esperados:

Cultura de corresponsabilidade social consolidada, redução de resíduos nas redes e fortalecimento do controle social sobre o sistema.

2.6.1.5 Medidas e Ações do Eixo 5



Medida 5.1 – Implementação do Zoneamento Hidrológico Municipal (ZHM)

Descrição:

Criação de instrumento técnico-legal que define cotas de cheia, faixas de inundação e zonas de risco hidrológico, integrando drenagem, urbanismo e gestão de desastres.

Principais Ações:

- Levantamento topográfico e hidrológico de bacias urbanas.
- Classificação das zonas de proteção e amortecimento.
- Elaboração de mapas de risco e cotas de inundação.
- Incorporação ao Plano Diretor e à LUOS.
- Criação de decreto regulamentador e revisão decenal.

Horizonte: Curto e médio prazo (2025–2030).

Responsáveis: AM-DREN / IMPLURB / SEMINF / Defesa Civil / SEMMAS.

Resultados Preliminares:

No âmbito do presente Plano foram desenvolvidos estudos preliminares que podem subsidiar a ação de “Elaboração de mapas de risco e cotas de inundação”.

Os resultados dos estudos partem da identificação das regiões mais propensas às inundações geradas pelas cheias do Rio Negro, identificado pelo diagnóstico como principal causador dos problemas de macrodrenagem de Manaus.

Os estudos preliminares foram desenvolvidos no presente plano mediante Simulação Hidrodinâmica do Rio Negro com a utilização do modelo HEC-RAS 2D. Os resultados deste tipo de simulação permitem a avaliação das manchas de inundação em termos de amplitude, área de espalhamento e tempo de duração da inundação. Estes resultados representam o mapeamento da ameaça/perigo de inundações e para a definição de mapa de risco devem ser sobrepostos com mapas de vulnerabilidade e exposição da população e das infraestruturas urbanas.

A partir de informações obtidas do posto fluviométrico 14.990.000 pela HIDROWEB e boletins disponibilizados pelo Porto de Manaus, foi possível analisar informações de cota entre os anos 1902 - 2025 e dessa forma fazer uma avaliação de níveis para definir o cenário a ser simulado. A Tabela 39 é o resumo dos máximos avaliados, em que se definiu o ano de 2021 para simulação, uma vez que representa a maior cheia registrada na estação com Níveis de Água de 30,02 metros.

Tabela 39 – Níveis máximos atingidos pelo Rio Negro por ano

Ano	N.A. Máx (m)						
1902	22.19	1933	28.12	1964	25.91	1995	27.16
1903	27.52	1934	27.64	1965	26.58	1996	28.54
1904	28.78	1935	27.67	1966	26.41	1997	28.96
1905	26.07	1936	26.64	1967	27.91	1998	27.58
1906	26.01	1937	26.91	1968	27.13	1999	29.3
1907	27.19	1938	27.92	1969	27.4	2000	28.69
1908	28.92	1939	28.04	1970	28.31	2001	28.21
1909	29.17	1940	26.77	1971	29.12	2002	28.91
1910	27.81	1941	27.09	1972	28.7	2003	28.27
1911	27.57	1942	27.63	1973	28.57	2004	27.13
1912	24.87	1943	28.18	1974	28.46	2005	28.1
1913	28.5	1944	28.79	1975	29.11	2006	28.84
1914	28.44	1945	27.03	1976	29.61	2007	28.18
1915	27.73	1946	27.98	1977	28.45	2008	28.62
1916	26.63	1947	26.77	1978	28.11	2009	29.77
1917	26.77	1948	27.51	1979	28.23	2010	27.96
1918	28.74	1949	28.32	1980	26	2011	28.62
1919	26.36	1950	28.25	1981	26.85	2012	29.97
1920	28.57	1951	28.47	1982	28.97	2013	29.33
1921	28.97	1952	27.58	1983	26.52	2014	29.5

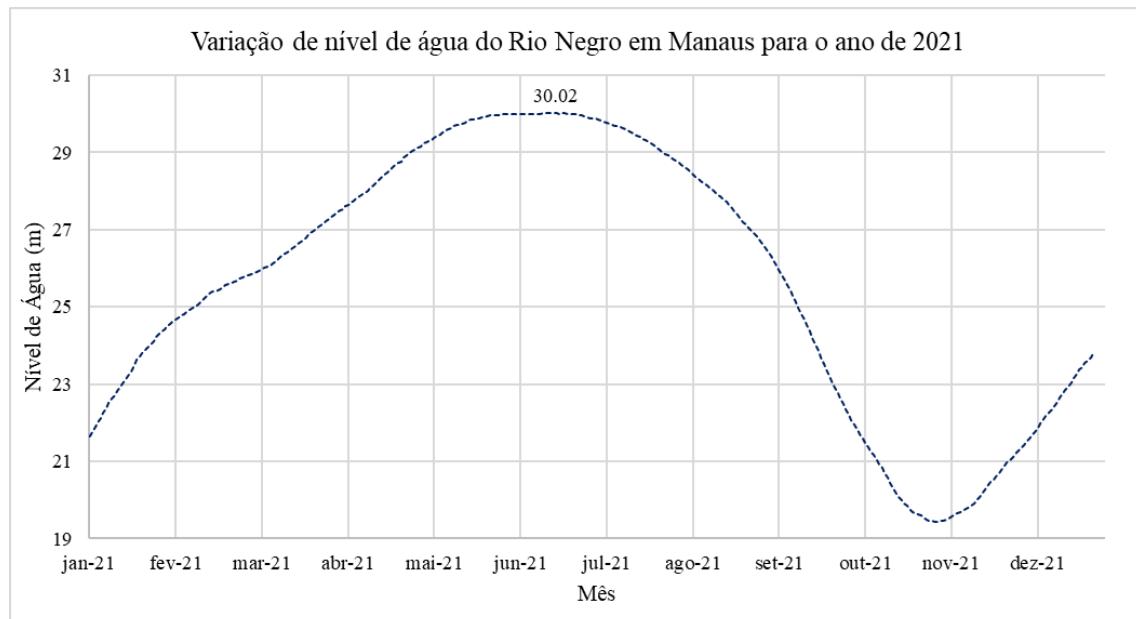
1922	29.35	1953	29.69	1984	28.03	2015	29.65
1923	28.19	1954	28.49	1985	26.27	2016	27.18
1924	26.09	1955	28.53	1986	28.14	2017	28.99
1925	28.43	1956	27.65	1987	27.91	2018	28.37
1926	21.77	1957	27.33	1988	27.78	2019	29.42
1927	27.56	1958	27.58	1989	29.42	2020	28.52
1928	28.5	1959	27.71	1990	28.23	2021	30.02
1929	28.14	1960	27.56	1991	28.06	2022	29.75
1930	27.69	1961	27.13	1992	25.42	2023	28.3
1931	26.66	1962	28.33	1993	28.76	2024	26.85
1932	27.76	1963	27.31	1994	29.05	2025	28.99

Fonte: ANA, HIDROWEB, Posto Fluviométrico 14.990.000; Porto de Manaus (boletins hidrológicos).

Para o processo de modelagem e simulação hidrodinâmica, adotou-se o sistema de referência SIRGAS 2000 / UTM Zona 20S, garantindo compatibilidade espacial entre todas as bases utilizadas. Os dados de entrada incluíram um Modelo Digital de Terreno (MDT) elaborado a partir das informações topográficas fornecidas pela Universidade Federal do Amazonas (UFAM, 2025) e da batimetria do Rio Negro, disponibilizada pela Marinha do Brasil (2010, 2012, 2013 e 2020), permitindo a representação adequada tanto das cotas terrestres quanto da geometria submersa do Rio Negro. Complementarmente, incorporou-se um *ShapeFile* de uso e ocupação do solo do MapBiomas (2025), fundamental para caracterizar o comportamento hidráulico das diferentes classes de superfície, como áreas urbanizadas, vegetação e corpos hídricos, e sua influência nas condições de escoamento. Após a organização da base de dados geoespacial, foi definido o perímetro de estudo, no qual a discretização do modelo adotou células de 50 × 50 m ao longo do Rio Negro, conferindo maior detalhamento na região de escoamento principal, enquanto as demais áreas foram representadas por células de 100 × 100 m.

Com o modelo configurado, realizou-se a simulação do evento de cheia de 2021, ano em que o Rio Negro alcançou nível histórico de 30,02 m, segundo medições diárias disponibilizadas pelo Porto de Manaus. A Figura 146 apresenta a variação de Níveis de Água (N.A.) no Rio Negro em 2021.

Figura 146 – Variação de Níveis de Água (N.A.) no Rio Negro em 2021



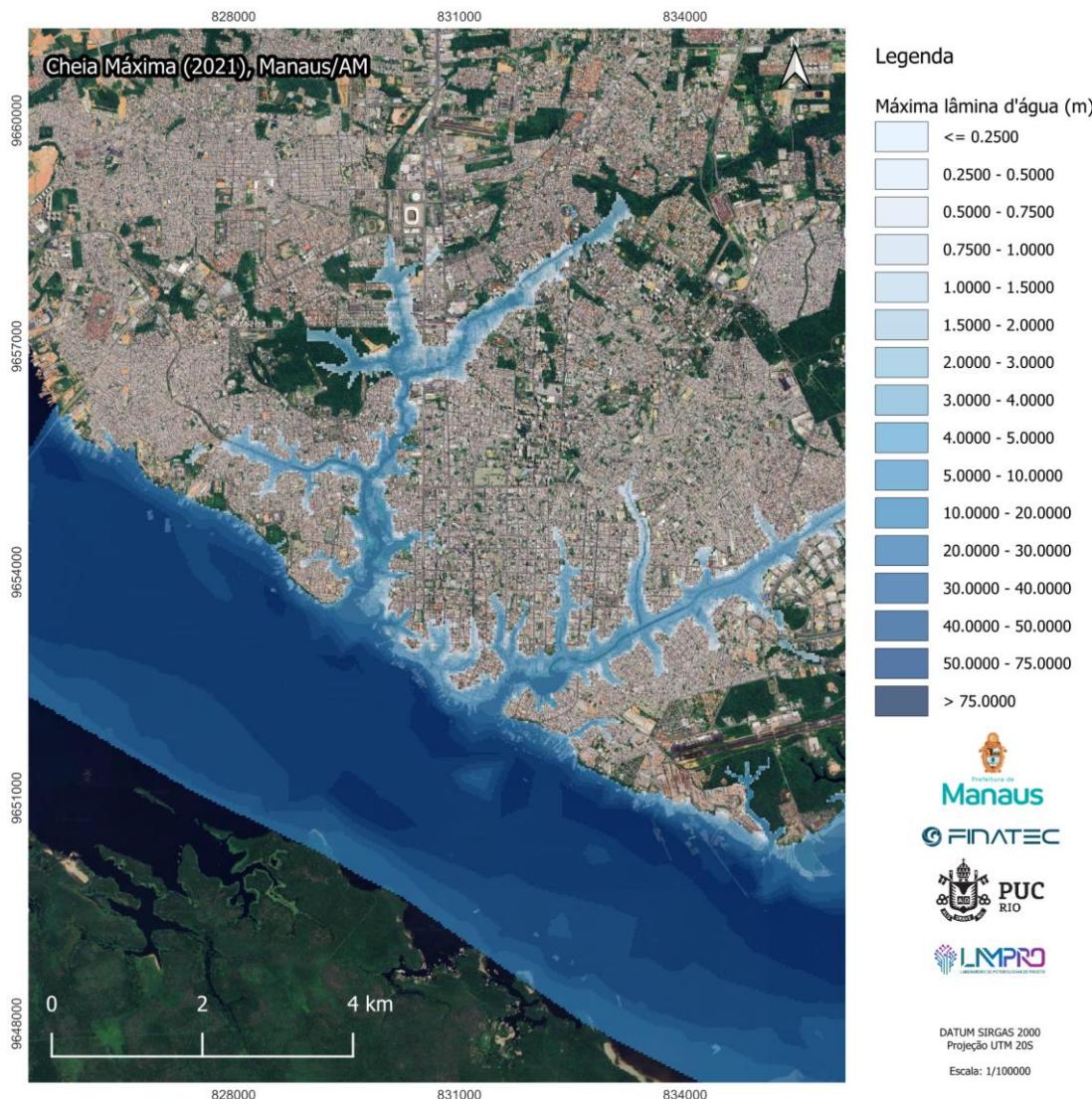
Fonte: Porto de Manaus. Boletins Hidrológicos e Medições Diárias do Nível do Rio Negro, 2021.

As Figuras 147, 148 e 149 apresentam as manchas de inundação e lâmina d'água simuladas para o dia 16 de junho de 2021, data em que o rio atingiu sua cota máxima. Essas representações foram exportadas a partir do HEC-RAS e permitiram avaliar a coerência do modelo em relação ao comportamento observado.

Os resultados de inundação simulados para o dia 16 de junho de 2021, data em que o Rio Negro atingiu sua cota máxima de 30,02 m, evidenciam a ampla extensão das áreas alagadas ao longo da calha principal e dos principais igarapés urbanos. A Figura 147 apresenta a lâmina d'água distribuída por toda a região modelada, destacando-se zonas de maior profundidade próximas ao leito do Rio Negro e a expansão da mancha de inundação sobre áreas urbanas baixas adjacentes. Na Figura 148, observa-se com maior detalhe o

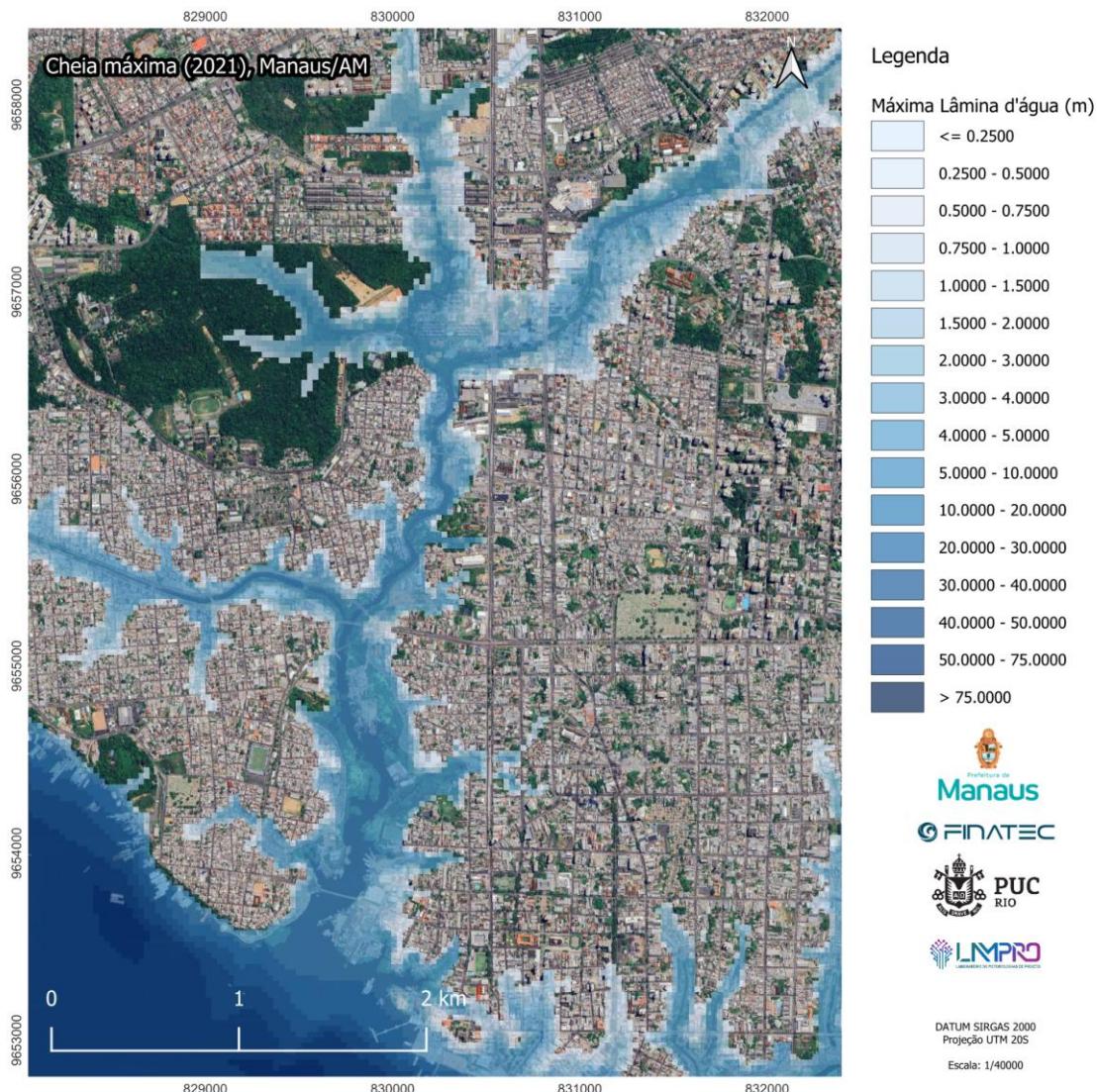
comportamento da inundação no Igarapé São Raimundo, onde a elevação dos níveis d'água provoca extravasamento para as margens, afetando diretamente áreas urbanas ocupadas e evidenciando sua propensão a eventos extremos. Já a Figura 149 foca o Igarapé Educandos, confirmando padrão semelhante onde a lâmina d'água elevada avança para além do curso d'água, inundando trechos urbanizados. Conjuntamente, as três figuras demonstram que, sob as condições extremas de 2021, os igarapés funcionam como importantes vetores de propagação da inundação para o interior da malha urbana, ampliando de forma expressiva a área afetada.

Figura 147 – Lâmina d'água na região simulada no dia 16/06/2021 que representa os maiores N.A. de inundações



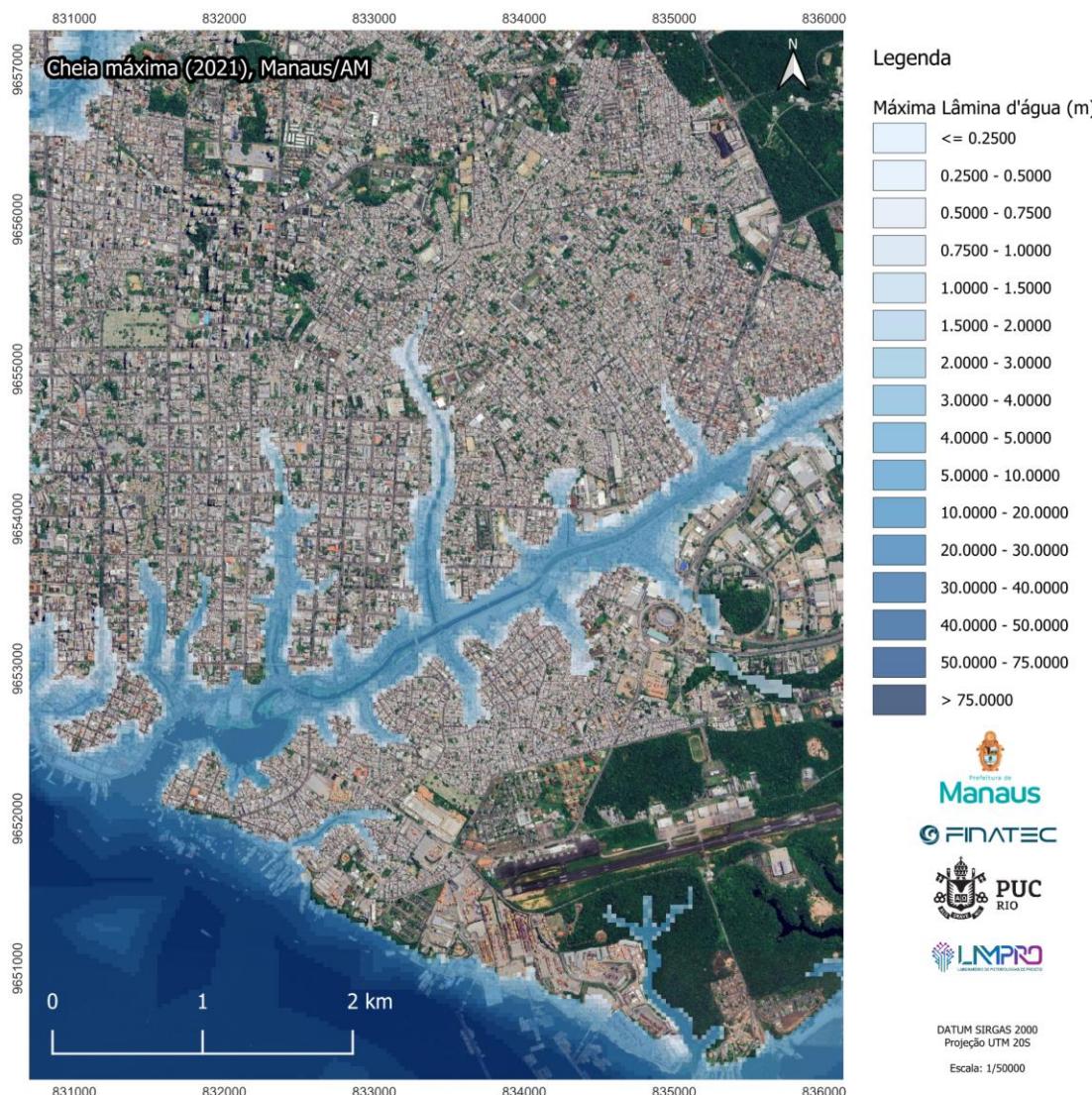
Fonte: Modelo hidrodinâmico HEC-RAS – Simulação do evento de cheia de 2021 (exportação em 16/06/2021).

Figura 148 – Lâmina d'água na região do Igarapé São Raimundo, no dia 16/06/2021, que representa os maiores N.A. de inundações



Fonte: Modelo hidrodinâmico HEC-RAS – Simulação do evento de cheia de 2021 (exportação em 16/06/2021).

Figura 149 – Lâmina d'água no Igarapé Educandos, simulada no dia 16/06/2021, que representa os maiores N.A. de inundações



Fonte: Modelo hidrodinâmico HEC-RAS – Simulação do evento de cheia de 2021 (exportação em 16/06/2021).

Para avaliar a representatividade do modelo hidrodinâmico, foi realizado um processo de calibração simplificado em virtude da disponibilidade limitada de dados, concentrando-se principalmente na reprodução dos níveis observados durante o evento extremo de 2021. A calibração garantiu que a cota simulada na réguia do Porto de Manaus atingisse precisamente 30,02 m, valor máximo registrado no período, além de utilizar pontos de verificação independentes no bairro de Educandos e no entorno do Relógio Municipal de Manaus (Figura 150),

permitindo comparar a extensão das manchas simuladas com registros de campo e observações históricas. Esse procedimento reforçou a representatividade e a coerência do modelo, demonstrando que as hipóteses de entrada e os parâmetros adotados reproduzem adequadamente o comportamento hidrodinâmico da cheia. Ainda assim, embora os resultados obtidos sejam satisfatórios, recomenda-se a incorporação de informações adicionais, como levantamentos topobatimétricos mais recentes e de maior resolução para aprimorar a precisão do modelo e ampliar sua capacidade preditiva em cenários futuros.

Figura 150 – Relógio Municipal e Porto de Manaus como pontos de calibração



Fonte: Registros de campo e observações históricas no Porto de Manaus, Educandos e Relógio Municipal (2021).

Resultados de Simulação Hidrológica-Hidrodinâmica do Igarapé Educandos com foco nas vazões resultantes no cenário atual e em cenários futuros de ocupação urbana, justificando a preservação de áreas vegetadas.

Resultados Esperados:

Além dos resultados preliminares apresentados, espera-se que o zoneamento seja aprovado e integrado ao planejamento urbano, prevenindo ocupações irregulares em áreas de risco.

Medida 5.2 – Programa Municipal de Adaptação Climática e Resiliência Urbana (PMACRU)**Descrição:**

Desenvolvimento e implementação de programa integrado de adaptação climática, monitoramento hidrometeorológico e fortalecimento institucional para resposta a eventos extremos.

Principais Ações:

- Criação do Centro Municipal de Monitoramento Hidrometeorológico (CMMH).
- Integração com o SIM-DREN e o PLANCON.
- Elaboração de protocolos de emergência e comunicação.
- Reflorestamento e criação de parques drenantes em áreas de amortecimento.
- Capacitação de equipes técnicas e campanhas de educação climática.

Horizonte: Médio e longo prazo (2027–2040).

Responsáveis: AM-DREN / Defesa Civil / SEMMAS / SEMINF / UEA / UFAM.

Resultados Esperados:

Sistema municipal de adaptação climática consolidado, com redução de 50% da exposição populacional a riscos hidrológicos até 2040.

2.6.2 PROJETOS PRIORITÁRIOS E PROJETOS ÂNCORA

Os Projetos Âncora são intervenções estruturantes e estratégicas que viabilizam o cumprimento das metas do Prognóstico de Esgotamento Sanitário de Manaus.

São iniciativas de grande escala e impacto direto sobre a universalização, a eficiência operacional e a sustentabilidade ambiental do sistema até 2040.

Sua execução requer coordenação entre o Município, a AGEMAN, a concessionária Águas de Manaus, o Estado do Amazonas e instituições federais e de pesquisa.

A priorização está alinhada às metas do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB), às metas de universalização da Lei nº 14.026/2020 (Novo Marco do Saneamento) e aos indicadores estabelecidos anteriormente.

2.6.2.1 Projetos prioritários/urgentes

Os Projetos Prioritários correspondem às intervenções imediatas, de execução obrigatória no curto prazo, destinadas a corrigir gargalos críticos, reduzir vulnerabilidades e restabelecer a regularidade e a confiabilidade do sistema.

**Projeto Prioritário 1 -
Instituição da
Autoridade Municipal de
Drenagem e Águas
Pluviais (AM-DREN)**

**Projeto Prioritário 2 -
Elaboração e aprovação
do Plano Diretor de
Drenagem Urbana
(PDDU)**

**Projeto Prioritário 3 -
Implantação do Sistema
Municipal de Informação
e Monitoramento da
Drenagem (SIM-DREN)**

**Projeto Prioritário 4 -
Programa de
Reabilitação e
Ampliação da Drenagem
Urbana (PRADU) – Fase 1**

**Projeto Prioritário 5 -
Criação do Fundo
Municipal de Drenagem
Urbana (FMDU)**

**Projeto Prioritário 6 -
Programa Municipal de
Educação Ambiental
(PEADU-Manaus)**

**Projeto Prioritário 7 -
Implantação de
ecobarreiras e limpeza
mecanizada nas bacias
críticas**

**Projeto Prioritário 8 -
Elaboração do
Zoneamento Hidrológico
Municipal (ZHM)**

Projeto Prioritário 1 – Criação e Estruturação da Autoridade Municipal de Drenagem e Águas Pluviais (AM-DREN)
Eixo 1 – Governança e Integração Institucional

Objetivo: Implantação de órgão técnico e administrativo permanente responsável pela gestão, regulação e execução das políticas municipais de drenagem urbana e manejo de águas pluviais.

Principais Ações:

- Elaboração e aprovação da lei municipal de criação da AM-DREN.
- Definição de estrutura organizacional e quadro técnico.
- Integração operacional com SEMINF, AGEMAN, SEMMAS e Defesa Civil.
- Implantação do Sistema de Gestão da Drenagem (SGD).

Horizonte: Curto prazo (2025–2026).

Responsáveis: PMM / SEMINF / AGEMAN / Câmara Municipal.

Resultados Esperados:

Governança institucional consolidada, com autonomia técnica e capacidade de coordenação intersetorial.

Projeto Prioritário 2 – Elaboração e Aprovação do Plano Diretor de Drenagem Urbana (PDDU)

Eixo Estratégico: Eixo 1 – Governança e Integração Institucional

Objetivo: Elaboração e institucionalização do PDDU como instrumento legal e técnico de referência para o planejamento e execução da drenagem urbana, integrando políticas de saneamento, habitação e meio ambiente.

Principais Ações:

- Diagnóstico técnico-hidrológico detalhado das bacias urbanas.
- Definição de zoneamento hidrológico e diretrizes de controle de cheias.
- Consulta pública e aprovação legislativa.
- Integração com o PDUA e a LUOS.

Horizonte: Curto prazo (2025–2027).

Responsáveis: AM-DREN / SEMINF / IMPLURB / AGEMAN.

Resultados Esperados:

PDDU aprovado e incorporado ao sistema de planejamento urbano e ambiental do município.

Projeto Prioritário 3 – Implantação do Sistema Municipal de Informação e Monitoramento da Drenagem (SIM-DREN)

Eixo 3 – Otimização e Gestão Eficiente dos Recursos

Objetivo: Desenvolvimento de plataforma digital georreferenciada para cadastro, modelagem e monitoramento em tempo real das redes de drenagem e eventos hidrometeorológicos.

Principais Ações:

- Levantamento de campo e digitalização do cadastro técnico.
- Instalação de sensores e pluviômetros automáticos.
- Criação de painéis de alerta e interface pública de monitoramento.
- Integração com o PDAI-D e o PLANCON.

Horizonte: Curto e médio prazo (2025–2030).

Responsáveis: AM-DREN / SEMINF / Defesa Civil / SEMEF-TI / AGEMAN.

Resultados Esperados:

- Sistema inteligente de gestão da drenagem urbana com base geoespacial integrada e monitoramento contínuo.

Projeto Prioritário 4 – Criação do Fundo Municipal de Drenagem Urbana (FMDU)**Eixo 4 – Sustentabilidade Econômico-Financeira e Social**

Objetivo: Instituição de fundo financeiro setorial para garantir receitas permanentes destinadas à manutenção, obras estruturais e programas de inovação e educação ambiental.

Principais Ações:

- Elaboração e aprovação da lei de criação do FMDU.
- Definição de fontes de receitas e critérios de aplicação.
- Implementação de sistema de gestão financeira e auditoria anual.
- Criação de unidade de captação de recursos externos.

Horizonte: Curto prazo (2025–2026).

Responsáveis: PMM / SEMEF / AM-DREN / AGEMAN / CGM.

Resultados Esperados:

Fundo autossustentável com receitas próprias e transparência financeira garantida.

Projeto Prioritário 5 – Ampliação e Modernização das Ecobarreiras e Ações Integradas de Limpeza Urbana**Eixo 2 – Concepção, Expansão e Melhoria dos Serviços**

Objetivo: Ampliação e modernização do sistema de ecobarreiras flutuantes e intensificação das ações de limpeza mecanizada das redes e canais de drenagem, em articulação com o serviço de limpeza pública.

Principais Ações:

- Instalação de novas ecobarreiras em igarapés estratégicos.
- Execução de desassoreamento e limpeza mecanizada permanente.
- Integração das ações entre AM-DREN, SEMULSP e SEMINF.
- Divulgação dos resultados e engajamento das comunidades locais.

Horizonte: Curto prazo (2025–2028).

Responsáveis: SEMINF / SEMULSP / AM-DREN / SEMMAS.

Resultados Esperados:

Melhoria da eficiência hidráulica e redução de 30% dos pontos de obstrução nas redes de drenagem.

Projeto Prioritário 6 – Programa Municipal de Educação Ambiental para a Drenagem Urbana (PEADU-Manaus)

Eixo 4 – Sustentabilidade Econômico-Financeira e Social

Objetivo: Programa permanente de educação ambiental e engajamento comunitário, voltado à prevenção de alagamentos, ao descarte adequado de resíduos e à valorização dos igarapés.

Principais Ações:

- Inserção de conteúdos sobre drenagem e meio ambiente nas escolas.
- Criação dos Núcleos Comunitários de Drenagem e Resiliência (NCDR).
- Lançamento do selo “Este Igarapé é Top – Pela Vida das Nossas Crianças”.
- Campanhas anuais de sensibilização e mutirões de limpeza.

Horizonte: Curto e médio prazo (2025–2032).

Responsáveis: AM-DREN / SEMMAS / SEMED / Defesa Civil / SEMINE.

Resultados Esperados:

Cultura cidadã de corresponsabilidade ambiental e redução de resíduos lançados nas redes.

Projeto Prioritário 7 – Elaboração do Zoneamento Hidrológico Municipal (ZHM)

Eixo 5 – Condições Básicas e Transversais (Adaptação e Resiliência)

Objetivo: Definição das cotas de cheia, faixas de inundação e zonas de risco hidrológico, integrando a drenagem às políticas de uso do solo e prevenção de desastres.

Principais Ações:

- Levantamento topográfico e modelagem hidrológica das bacias.
- Elaboração dos mapas de risco e cotas de inundação.
- Regulamentação por decreto e integração com o PDUA.
- Inclusão do ZHM no SIM-DREN e no PLANCON.

Horizonte: Curto e médio prazo (2025–2030).

Responsáveis: AM-DREN / IMPLURB / Defesa Civil / SEMMAS.

Resultados Esperados:

Zoneamento aprovado e integrado ao planejamento urbano, reduzindo novas ocupações em áreas de risco.

2.6.2.2 Projetos Âncora – 2029 a 2040

Projetos estruturantes e de impacto metropolitano, que consolidam a drenagem como infraestrutura de resiliência urbana e ambiental.

Projeto Âncora 1 – Programa Municipal de Adaptação Climática e Resiliência Urbana (PMACRU)**Eixo 5 – Condições Básicas e Transversais (Adaptação e Resiliência)**

Objetivo: Programa transversal para integrar drenagem, defesa civil e meio ambiente no enfrentamento dos impactos das mudanças climáticas e no fortalecimento da capacidade de resposta do município.

Principais Ações:

- Criação do Centro Municipal de Monitoramento Hidrometeorológico (CMMH).*
- Desenvolvimento de mapas de vulnerabilidade climática.
- Implantação de parques drenantes e corredores ecológicos.
- Capacitação técnica em adaptação e resposta a emergências.

Horizonte: Médio e longo prazo (2029–2040).

Responsáveis: AM-DREN / Defesa Civil / SEMMAS / UEA / UFAM.

Resultados Esperados:

Redução de 50% da população exposta a riscos hidrológicos e aumento da capacidade institucional de adaptação climática.

Projeto Âncora 2 – Programa de Reabilitação e Ampliação da Drenagem Urbana (PRADU) – Fase II**Eixo 2 – Concepção, Expansão e Melhoria dos Serviços**

Objetivo: Requalificação e expansão das redes estruturais de drenagem em todas as bacias urbanas, com foco em eficiência hidráulica, controle de cheias e integração urbana.

Principais Ações:

- Reabilitação e substituição de galerias deterioradas.
- Construção de reservatórios subterrâneos e bacias de detenção.
- Integração com PROSAMIM+ e projetos de mobilidade.
- Fiscalização ambiental e monitoramento de eficiência.

Horizonte: Médio e longo prazo (2029–2040).

Responsáveis: SEMINF / AM-DREN / AGEMAN / SEMMAS.

Resultados Esperados: Cobertura total da drenagem em áreas urbanas consolidadas e redução de 60% dos pontos críticos de alagamento.

Projeto Âncora 3 – Expansão das Soluções Baseadas na Natureza (SBN) – PMDS**Eixo 2 – Concepção, Expansão e Melhoria dos Serviços**

Objetivo: Ampliação das práticas de drenagem sustentável com base em Soluções Baseadas na Natureza (SBN), promovendo retenção, infiltração e evapotranspiração das águas pluviais.

Principais Ações:

- Implantação de jardins de chuva, valas vegetadas e pavimentos permeáveis.
- Criação de parques drenantes e corredores ecológicos urbanos.
- Incentivos fiscais a empreendimentos sustentáveis.
- Monitoramento do desempenho ambiental das SBN.

Horizonte: Médio prazo (2028–2035).

Responsáveis: AM-DREN / SEMINF / SEMMAS / IMPLURB.

Resultados Esperados:

Implantação de 150 hectares de áreas drenantes sustentáveis e mitigação dos picos de vazão urbana.

Projeto Âncora 4 – Programa de Controle de Cheias e Proteção de Infraestruturas Críticas (PMCC-Manaus)**Eixo 2 – Concepção, Expansão e Melhoria dos Serviços**

Objetivo: Implementação de obras estruturais e medidas preventivas de controle de cheias, proteção de áreas urbanas vulneráveis e segurança de infraestruturas críticas.

Principais Ações:

- Construção de diques, comportas e bacias de amortecimento.
- Reforço estrutural de pontes e canais principais.
- Integração com o PLANCON e protocolos de evacuação.
- Monitoramento hidrológico permanente das bacias críticas.

Horizonte: Médio e longo prazo (2030–2040).

Responsáveis: AM-DREN / Defesa Civil / SEMINF / SEMMAS.

Resultados Esperados: Redução de 70% dos danos materiais e interrupções de serviços públicos durante eventos de cheia.

2.7 INVESTIMENTOS

O conjunto de investimentos estimados para o *Prognóstico do Sistema de Drenagem Urbana de Manaus (2025–2040)* totaliza aproximadamente R\$ 5,8 bilhões, distribuídos entre obras estruturais, programas de manutenção, fortalecimento institucional, monitoramento, educação ambiental e adaptação climática.

Essa estimativa considera:

- a necessidade de reabilitar e expandir redes de micro e macrodrenagem em toda a área urbana consolidada;
- o custo médio de infraestrutura por quilômetro de rede e por hectare drenado;
- os investimentos em soluções baseadas na natureza (SBN) e em obras de controle de cheias; e
- os recursos para modernização institucional e tecnológica.

Os valores foram agrupados por Eixo Estratégico, com indicação de prioridades em três horizontes temporais:

Horizonte	Período	Foco principal
Curto prazo	2025–2028	Estruturação institucional, planejamento, manutenção inicial e PDDU
Médio prazo	2029–2035	Expansão de infraestruturas e integração das soluções sustentáveis
Longo prazo	2036–2040	Consolidação, adaptação climática e resiliência urbana

2.7.1 DIRETRIZES GERAIS DE INVESTIMENTO

A execução financeira do Prognóstico da Drenagem Urbana de Manaus deverá obedecer a um conjunto de diretrizes estratégicas que assegurem a priorização territorial adequada, a sustentabilidade econômico-financeira, a transparência no uso de recursos e a continuidade institucional ao longo de diferentes gestões municipais. Essas diretrizes orientam não apenas “quanto investir”, mas “onde”, “em que sequência” e “com que finalidade pública”.

2.7.1.1 Prioridade para a redução de risco à população

Os investimentos do setor de drenagem devem priorizar, em primeiro lugar, a proteção direta da população exposta a risco hidrológico, sanitário e social. Isso implica:

- Intervenção imediata nas bacias e sub-bacias que concentram maior frequência de alagamentos críticos, extravasamentos, deslizamentos de talude e cheias rápidas, especialmente nas zonas Norte e Leste, e em áreas de ocupação sobre leitos de cheia e fundos de vale.
- Proteção de infraestruturas críticas (unidades de saúde, escolas, vias arteriais, estações de bombeamento, equipamentos de defesa civil) para garantir continuidade de serviços públicos essenciais durante eventos extremos.
- Destinação preferencial de recursos de curto prazo (2025–2028) para obras de redução de risco imediato e mitigação de impactos sobre saúde pública, mobilidade e segurança urbana.

Em termos práticos, essa diretriz coloca como primeira camada de investimento: (i) o Programa de Controle de Cheias e Proteção de Infraestruturas Críticas (PMCC-Manaus), (ii) a estabilização de margens e taludes em igarapés urbanos e (iii) a limpeza mecanizada e remoção contínua de obstruções em pontos críticos de drenagem.

2.7.1.2 Valorização e recuperação dos ativos existentes antes da expansão

A drenagem urbana de Manaus possui um passivo relevante de infraestruturas subdimensionadas, degradadas ou assoreadas. Investir apenas em novas obras sem reabilitar o que já existe mantém o ciclo de ineficiência e gera custo operacional crescente.

Por isso, as intervenções de curto prazo devem priorizar:

- reabilitação de redes de microdrenagem e macrodrenagem existentes;
- desassoreamento, correção geométrica e recuperação estrutural de canais e galerias;
- substituição de dispositivos colapsados (bocas de lobo, poços de visita, caixas de captação);
- manutenção preventiva programada, com base no PPMR-DU.

Do ponto de vista financeiro, isso significa favorecer CAPEX que reduz OPEX futuro. Cada R\$ 1 aplicado em reabilitação e manutenção preventiva gera economia recorrente ao reduzir intervenções emergenciais, inundação recorrente e recomposição pós-desastre. Essa lógica deve ser formalizada como critério técnico de priorização no Plano Municipal de Manutenção da Drenagem Urbana (PMMU).

2.7.1.3 Integração entre drenagem, uso do solo e habitação

Os investimentos de drenagem não devem atuar de forma isolada em áreas que permanecem irregularmente ocupadas em margens de igarapés, APPs úmidas e zonas de inundação recorrente. Sugere-se um reforço das políticas públicas tendo em vista o alinhamento da drenagem à política fundiária e habitacional.

As diretrizes de investimento determinam que:

- obras estruturais de macrodrenagem em áreas de várzea e fundos de vale só serão financiadas com contrapartida urbanística e habitacional, envolvendo reassentamento gradual ou regularização integrada (SEHAB / PROSAMIM+);
- evitar obra nova de drenagem em área crítica sem ser financiada previamente à correspondente definição das Zonas de Proteção de

Cheias e Zonas de Risco Controlado, conforme o Zoneamento Hidrológico Municipal (ZHM);

- intervenções estruturantes em igarapés passam a ser consideradas investimentos de requalificação urbana e ambiental, e não apenas intervenções hidráulicas.

Essa diretriz impede que se injete recurso público em áreas que, por dinâmica de ocupação irregular, voltariam em poucos anos ao mesmo estado de colapso hidráulico e risco social.

2.7.1.4 Sustentabilidade econômico-financeira de longo prazo

A drenagem urbana passa a ser tratada como serviço público permanente e não apenas como obra pontual. Por isso, a política de investimentos está apoiada em três instrumentos financeiros que precisam caminhar juntos:

1. **Fundo Municipal de Drenagem Urbana (FMDU)** – responsável por garantir recursos estáveis e recorrentes para manutenção, operação e pequenas obras corretivas e preventivas. O FMDU deve priorizar ações do Eixo 3 (operação e manutenção), do Eixo 4 (educação e corresponsabilização social) e do Eixo 5 (monitoramento e adaptação climática).
2. **Captação externa estruturada (PAC, BID, Fundo Amazônia, cooperação climática)** – utilizada, prioritariamente, para financiar obras de grande porte dos Eixos 2 e 5: reabilitação de macrodrenagem, reservatórios de amortecimento de cheias, parques drenantes e soluções baseadas na natureza (SBN) de escala metropolitana. Esses investimentos são de médio e longo prazo (2029–2040).
3. **Contrapartidas urbanísticas e ambientais de empreendimentos privados** – condicionadas pelo Plano Diretor de Drenagem Urbana (PDDU) e pelo Zoneamento Hidrológico Municipal (ZHM). Essas

contrapartidas devem financiar infraestrutura verde e soluções de controle de caudais na origem (bacias de retenção locais, pavimentos permeáveis, jardins de chuva), reduzindo pressão futura sobre o sistema municipal e, portanto, sobre o orçamento público.

Diretriz: recursos federais e multilaterais entram para fazer grandes saltos estruturantes; recursos do FMDU entram para garantir continuidade e eficiência diária.

2.7.1.5 Sequenciamento temporal e escalonamento de risco

Os investimentos devem ser executados em uma lógica de maturidade institucional e técnica crescente:

- **Fase 1 (2025–2028)** – consolidar a capacidade institucional e regulatória do município: criação da AM-DREN, aprovação do PDDU, início do SIM-DREN, criação do FMDU, Zoneamento Hidrológico Municipal (ZHM). É a fase que organiza a casa e cria governança, inventário, regulação e fluxo financeiro. Sem esta base, etapas seguintes não são executáveis com qualidade.
- **Fase 2 (2029–2035)** – ampliar a infraestrutura física: execução maciça do PRADU (reabilitação/ampliação da micro e macrodrenagem), implementação do Programa de Drenagem Sustentável (PMDS) em larga escala, consolidação do Programa de Controle de Cheias (PMCC-Manaus). É a fase de maior CAPEX, financiada com fundos externos e convênios.
- **Fase 3 (2036–2040)** – consolidar resiliência climática e operação inteligente: implantação plena do Programa Municipal de Adaptação Climática e Resiliência Urbana (PMACRU), operação completa do Centro Municipal de Monitoramento Hidrometeorológico, manutenção 100%

programada, revisão do PDDU e atualização do ZHM. Aqui o foco é estabilidade e previsibilidade de risco.

Essa lógica evita comprometer o município com grandes obras complexas antes de existir cadastro, monitoramento, zoneamento de risco e rotina de manutenção.

2.7.1.6 Drenagem como infraestrutura de saúde pública e de justiça territorial

Os investimentos devem ser orientados para gerar ganhos diretos de saúde pública e de equidade urbana. Isso significa:

- priorizar áreas com maior incidência de doenças de veiculação hídrica e vetorial associadas a água parada, contato com águas contaminadas e extravasamentos combinados de drenagem e esgoto;
- articular drenagem às ações de limpeza urbana, recolha de resíduos sólidos e manutenção de ecobarreiras para reduzir a carga orgânica e microbiológica transportada pelos igarapés;
- priorizar, na fase 1 e 2, os territórios onde a drenagem deficiente agrava desiguais condições de habitação, mobilidade e acesso a serviços públicos.

Ou seja: a drenagem deixa de ser apenas uma obra de engenharia de macroescala e passa a ser tratada como vetor de redução de vulnerabilidade socioambiental, coerente com os ODS 6 (água e saneamento), 11 (cidades resilientes e inclusivas) e 13 (ação climática).

2.7.1.7 Transparéncia, controle social e rastreabilidade do investimento

Todos os programas financiados deverão estar associados a indicadores e metas previamente definidos no Capítulo 4 e reportados publicamente. As diretrizes estabelecem que:

- o Painel Digital de Acompanhamento de Investimentos em Drenagem (PDAI-D) deve publicar trimestralmente o andamento físico e financeiro das obras e programas;
- o Conselho Municipal de Drenagem e Resiliência Urbana (CMDRU) deve emitir parecer anual sobre a execução do Plano de Ação, incluindo avaliação de aderência das despesas às prioridades definidas neste prognóstico;
- o FMDU deve publicar relatórios financeiros semestrais, incluindo origem de cada recurso e aplicação final (manutenção, ampliação, SBN, educação ambiental, monitoramento);
- toda obra classificada como “prioritária” ou “âncora” no Capítulo 5.2 deve ter um responsável institucional claramente designado e uma meta de desempenho físico (por exemplo: km de rede reabilitada, número de pontos críticos eliminados, hectares drenantes implantados).

Isto garante rastreabilidade técnica e protege o investimento público de descontinuidade política.

2.7.1.8 Integração entre manutenção e investimento

Por norma histórica, a drenagem urbana é tratada como um problema a ser “resolvido com obras” e não como um serviço público permanente. Este prognóstico redefine esse paradigma: toda obra nova gera obrigação de manutenção futura e a obrigação de manutenção futura precisa estar coberta financeiramente antes da contratação.

Por isso, nenhuma obra de drenagem de médio e grande porte (PRADU, PMCC-Manaus, PMDS em larga escala) deve ser licitada sem:

- plano de manutenção associado e custo anual estimado;
- previsão de custeio dentro do Fundo Municipal de Drenagem Urbana (FMDU);
- cadastro completo e integração ao SIM-DREN para monitoramento pós-obra.

Essa diretriz fecha o ciclo técnico-financeiro: cada real em CAPEX vem acompanhado de um arranjo garantido de OPEX, evitando o cenário recorrente de obras que funcionam no primeiro ano e colapsam no terceiro.

2.7.1.9 Estrutura e Estimativa de Investimentos (2025–2040)

A estimativa consolidada de investimentos necessários para execução das medidas e projetos previstos foi organizada por eixo estratégico e horizonte temporal, com base em benchmarks nacionais e planos setoriais análogos.

Observação: os valores abaixo são estimativos de ordem de grandeza, em milhões de reais (R\$), considerando atualização monetária de 2025 e base técnica de custos médios por categoria de investimento no setor de abastecimento de água.

Estimativa Global de Investimentos (R\$ milhões) por Eixo Estratégico

Eixo	Curto prazo (2025– 2028)	Médio prazo (2029– 2035)	Longo prazo (2036– 2040)	Total (r\$ mi)	% total
Eixo 1 – governança e integração	70	25	10	105	1,8%
Eixo 2 – expansão e melhoria	630	2.000	1.220	3.850	66,4%
Eixo 3 – otimização e gestão	160	290	200	650	11,2%
Eixo 4 – sustentabilidade e social	40	60	20	120	2,1%
Eixo 5 – adaptação e resiliência	80	220	260	560	9,6%
Total geral	980	2.595	1.710	5.285	100%

2.7.1.10 Principais Projetos e Custos Estimados

A tabela consolida todos os projetos prioritários e âncora, organizados por eixo estratégico, horizonte temporal, custo estimado (em R\$ milhões, base 2025), e principais fontes de financiamento previstas.

Eixo Estratégico	Projeto	Horizonte Temporal	Custo Estimado (R\$ milhões)	Principais Fontes de Financiamento
Eixo 1 – Governança e Integração Institucional	Projeto Prioritário 1 – Criação e Estruturação da Autoridade Municipal de Drenagem e Águas Pluviais (AM-DREN)	Curto (2025–2026)	45	Orçamento PMM / Cooperação BID / AGEMAN
	Projeto Prioritário 2 – Elaboração e Aprovação do Plano Diretor de Drenagem Urbana (PDDU)	Curto (2025–2027)	35	PMM / FMDU / BID / Cooperação Técnica ANA
	Governança Digital e Comitê Gestor Interinstitucional de Drenagem (CGIDRU)	Curto (2025–2028)	25	PMM / AGEMAN / Recursos próprios
Subtotal Eixo 1			105	
Eixo 2 – Concepção, Expansão e Melhoria dos Serviços	Projeto Âncora 2 – Programa de Reabilitação e Ampliação da Drenagem Urbana (PRADU) – Fases I e II	Curto–Longo (2025–2040)	2.100	PAC / BID / CAF / Orçamento PMM / FMDU
	Projeto Âncora 3 – Expansão das Soluções Baseadas na Natureza (PMDS)	Médio (2028–2035)	500	Fundo Amazônia / BID / Parcerias Privadas
	Projeto Âncora 4 – Programa de Controle de Cheias e Proteção de Infraestruturas Críticas (PMCC-Manaus)	Médio–Longo (2027–2040)	1.250	PAC / Defesa Civil / BID / GCF / PMM
Subtotal Eixo 2			3.850	
Eixo 3 – Otimização e Gestão Eficiente dos Recursos	Projeto Prioritário 3 – Implantação do Sistema Municipal de Informação e Monitoramento da Drenagem (SIM-DREN)	Curto–Médio (2025–2030)	120	PMM / BID / Cooperação ANA / FMDU
	Programa Permanente de Manutenção e Reabilitação da Drenagem Urbana (PPMR-DU)	Curto–Longo (2025–2040)	530	FMDU / Orçamento PMM / BID / CAF
Subtotal Eixo 3			650	
Eixo 4 – Sustentabilidade Econômico-Financeira e Social	Projeto Prioritário 4 – Criação e Operacionalização do Fundo Municipal de Drenagem Urbana (FMDU)	Curto (2025–2026)	25	PMM / Receitas vinculadas IPTU / Compensações Ambientais

Eixo Estratégico	Projeto	Horizonte e Temporal	Custo Estimado (R\$ milhões)	Principais Fontes de Financiamento
	Projeto Prioritário 6 – Programa Municipal de Educação Ambiental e Engajamento Comunitário (PEADU-Manaus)	Curto-Médio (2025–2032)	95	FMDU / FMMA / Parcerias Privadas / Cooperação BID
Subtotal Eixo 4			120	
Eixo 5 – Condições Básicas e Transversais (Adaptação, Ordenamento e Resiliência)	Projeto Prioritário 7 – Elaboração do Zoneamento Hidrológico Municipal (ZHM)	Curto-Médio (2025–2030)	60	PMM / BID / ANA / Cooperação Técnica
	Projeto Âncora 1 – Programa Municipal de Adaptação Climática e Resiliência Urbana (PMACRU)	Médio-Longo (2029–2040)	500	Fundo Amazônia / GCF / BID / Cooperação Internacional
Subtotal Eixo 5			560	
TOTAL GERAL (2025–2040)			R\$ 5.285 milhões	—

2.7.1.11 Fontes de Financiamento

A viabilidade financeira do Plano de Drenagem Urbana de Manaus está estruturada em fontes complementares, articuladas entre recursos públicos, financiamentos e cooperação internacional.

Fonte de Financiamento	Descrição / Mecanismo de Acesso	Eixos Principais
Orçamento Municipal (SEMEF / SEMINF)	Recursos próprios do Tesouro Municipal e contrapartidas de convênios.	1, 2, 3
Fundo Municipal de Drenagem Urbana (FMDU)	Receitas de IPTU, compensações urbanísticas e transferências voluntárias.	2, 3, 4
PAC – Programa de Aceleração do Crescimento (Eixo Cidades Sustentáveis)	Financiamento federal para obras de infraestrutura e controle de cheias.	2, 5
Fundo Amazônia / BNDES	Financiamento para recuperação de igarapés e adaptação climática.	2, 5
BID / CAF / GCF (Green Climate Fund)	Linhas de crédito internacional para drenagem sustentável e SBN.	2, 5
Recursos Privados e PPPs	Parcerias com empreendimentos urbanos e industriais para compensações ambientais e projetos SBN.	2, 4
Convênios Estaduais (IPAAM / Defesa Civil AM)	Apoio técnico e financeiro em planos de contingência e monitoramento.	3, 5
Agências de Cooperação Técnica (ANA, JICA, GIZ)	Capacitação, estudos técnicos e modernização institucional.	1, 3, 5

2.7.2 MECANISMOS DE GESTÃO E MONITORAMENTO FINANCEIRO

A execução dos investimentos previstos neste Prognóstico do Sistema de Drenagem Urbana de Manaus (2025–2040) deverá ser acompanhada por um sistema permanente de monitoramento técnico, financeiro e institucional, assegurando o uso eficiente dos recursos, a transparência na aplicação orçamentária e o cumprimento dos prazos e metas estabelecidos até 2040.

A coordenação geral caberá à Agência Reguladora dos Serviços Públicos Delegados do Município de Manaus (AGEMAN), em articulação com a Prefeitura de Manaus, por meio da Unidade de Gerenciamento do Programa Municipal de Água e Esgotamento Sanitário (UGPM-Água), e com o suporte operacional e informacional da Autoridade Municipal de Drenagem e Águas Pluviais (AM-DREN), em cooperação com a concessionária Águas de Manaus.

O sistema deverá garantir transparência, rastreabilidade e controle social, permitindo a integração entre o acompanhamento físico das obras, a execução financeira e o desempenho dos indicadores de sustentabilidade e eficiência definidos neste prognóstico.

Instrumentos e Procedimentos Recomendados

- **Relatórios Trimestrais de Execução Físico-Financeira:** Elaborados pela AM-DREN e validados pela AGEMAN, deverão detalhar o andamento das obras e programas, a aplicação dos recursos e o cumprimento das metas por eixo e por projeto. Esses relatórios serão encaminhados à UGPM-Água e à Controladoria-Geral do Município (CGM), garantindo padronização de informação e acesso público.
- **Painel Digital de Acompanhamento de Investimentos (PDAI-D):** Plataforma pública hospedada no portal da AGEMAN, com dados atualizados sobre execução orçamentária, status das obras, indicadores e mapas interativos georreferenciados integrados ao **Sistema Municipal Integrado de Informações sobre Saneamento e Drenagem Urbana (SMIIS-DU)**. O painel permitirá o acompanhamento em tempo real dos investimentos e resultados, com indicadores de eficiência e de transparência.
- **Auditórias Técnicas e Financeiras Independentes:** Avaliações anuais realizadas por empresas ou instituições especializadas, certificando a conformidade dos investimentos, a adequação das despesas e a eficiência dos gastos públicos e tarifários. As auditórias deverão incluir a verificação do cumprimento de metas contratuais e dos cronogramas físico-financeiros.
- **Comitê de Financiamento e Investimentos do Saneamento (CFIS):** Instância interinstitucional permanente composta por representantes da AGEMAN, PMM, UGPM-Água, AM-DREN e Águas de Manaus, responsável por acompanhar os desembolsos, aprovar ajustes de

cronograma, validar revisões financeiras e analisar o desempenho global dos investimentos.

- **Revisões Tarifárias Extraordinárias Condicionadas:** As revisões extraordinárias de tarifa ou de rateio de custos operacionais relacionados à drenagem somente poderão ocorrer mediante comprovação formal de cumprimento das metas contratuais e execução mínima de 90% dos investimentos previstos no ciclo tarifário correspondente, conforme relatório validado pela AGEMAN.
- **Indicadores de Sustentabilidade Financeira e Desempenho Operacional:** Deverão estar vinculados ao balanço anual da AM-DREN e ao Relatório de Regulação da AGEMAN, contemplando metas de eficiência operacional, custos unitários de manutenção, receitas e retorno sobre o capital investido, bem como indicadores de resiliência e eficiência energética.

Integração com os Instrumentos de Planejamento e Controle

O monitoramento financeiro deverá estar plenamente integrado aos principais instrumentos de gestão e planejamento do setor de saneamento e drenagem urbana de Manaus, garantindo coerência entre os níveis técnico, regulatório e financeiro:

1. **Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB-Manaus):** Referência macro para metas, prioridades e horizonte de investimento integrado entre os componentes de água, esgotamento sanitário, drenagem e resíduos sólidos.
2. **Plano Diretor de Esgotamento Sanitário de Manaus (PDEMN 2023):** Base técnica e territorial das intervenções conjuntas de drenagem e esgoto, permitindo sinergia de obras e otimização de recursos públicos e privados.

- 3. Sistema Municipal Integrado de Informações sobre Saneamento e Drenagem (SMIIS-DU):** Banco de dados georreferenciado que consolida todas as informações sobre obras, contratos, custos e indicadores, permitindo rastreabilidade e transparência total na gestão dos investimentos.
- 4. Relatórios de Auditoria e Transparência da AGEMAN:** Consolidação anual dos resultados técnicos, financeiros e de regulação, com publicação de balanço de metas, execução orçamentária e grau de cumprimento dos objetivos operacionais por eixo estratégico.

2.8 SÍNTESE E RECOMENDAÇÕES

O Prognóstico do Sistema de Drenagem Urbana de Manaus representa o marco técnico e estratégico da política municipal de manejo das águas pluviais até 2040.

Elaborado com base nas evidências do diagnóstico, o documento estrutura uma visão integrada que combina planejamento territorial, infraestrutura sustentável, eficiência operacional, governança interinstitucional e resiliência climática.

O sistema de drenagem de Manaus, historicamente marcado pela fragmentação institucional, pela insuficiência de manutenção e pela expansão desordenada sobre áreas de várzea e encostas, requer uma mudança de paradigma: deixar de atuar reativamente frente aos eventos de cheia e passar a gerir a drenagem como um serviço público permanente, integrado e previsível.

O prognóstico estabelece essa transição por meio de:

- 12 medidas estruturantes, organizadas em cinco eixos estratégicos;
- 11 projetos prioritários e âncora, escalonados entre 2025 e 2040;
- metas e indicadores mensuráveis, definidos no Capítulo 4; e

- um modelo financeiro sustentável, baseado no Fundo Municipal de Drenagem Urbana (FMDU), nas parcerias interinstitucionais e na cooperação internacional.

2.8.1 PRINCIPAIS RESULTADOS ESPERADOS ATÉ 2040

A implementação plena das medidas e projetos previstos deverá consolidar uma drenagem urbana eficiente, sustentável e resiliente, com impactos positivos diretos sobre o meio ambiente, a saúde pública e a qualidade de vida da população.

Os principais resultados projetados incluem:

- **Redução de 60% dos pontos críticos de alagamento** nas bacias urbanas;
- **Reabilitação integral das redes de micro e macrodrenagem** existentes;
- **Expansão de 150 hectares de áreas drenantes sustentáveis (SBN);**
- **Controle efetivo de cheias em áreas vulneráveis**, com 10 reservatórios e bacias de amortecimento em operação;
- **Implantação plena do SIM-DREN**, com monitoramento hidrometeorológico em tempo real;
- **Manutenção preventiva e corretiva 100% programada** até 2040;
- **Zoneamento Hidrológico Municipal (ZHM)** integrado ao Plano Diretor e à LUOS;
- **Fundo Municipal de Drenagem (FMDU)** regulamentado e autossustentável;
- **Educação ambiental consolidada** por meio do programa “Este Igarapé é Top – Pela Vida das Nossas Crianças”; e

- **Plano Municipal de Adaptação Climática e Resiliência Urbana (PMACRU)** plenamente operacional, com redução de 50% da população exposta a riscos hidrológicos.

2.8.2 DIRETRIZES ESTRATÉGICAS DE IMPLEMENTAÇÃO

A execução do prognóstico deverá seguir um conjunto de diretrizes orientadoras, que traduzem os princípios de governança, sustentabilidade e eficiência do PMSB:

1. Planejar antes de expandir

Nenhuma nova obra de drenagem deve ser executada sem que estejam consolidados o PDDU, o cadastro técnico atualizado e o Zoneamento Hidrológico Municipal (ZHM). O planejamento é condição prévia à expansão.

2. Reabilitar antes de construir

A prioridade deve recair sobre a recuperação dos ativos existentes, evitando a duplicação de investimentos e assegurando eficiência hidráulica e financeira.

3. Integrar drenagem, habitação e uso do solo

As intervenções em áreas críticas deverão estar associadas a ações habitacionais e de regularização fundiária, eliminando ocupações irregulares em faixas de inundação e reduzindo a pressão sobre os sistemas.

4. Fortalecer a governança e a regulação

A criação da AM-DREN, a atuação coordenada do CGIDRU e o monitoramento pela AGEMAN formam o tripé institucional para a gestão da drenagem urbana como política pública permanente.

5. Garantir sustentabilidade financeira

A consolidação do FMDU, aliada à captação de recursos do PAC, BID, Fundo Amazônia e GCF, assegura equilíbrio entre investimento e manutenção — um dos principais desafios do setor.

6. Assegurar transparência e controle social

O Painel Digital de Acompanhamento de Investimentos (PDAI-D) e os relatórios periódicos da AGEMAN e da AM-DREN garantem rastreabilidade e participação cidadã nos processos decisórios.

7. Incorporar a adaptação climática como eixo permanente

O PMACRU e o CMMH (Centro Municipal de Monitoramento Hidrometeorológico) posicionam Manaus como cidade preparada para as novas condições hidrológicas e climáticas da Amazônia.

2.8.3 EFEITOS ESPERADOS SOBRE A SAÚDE PÚBLICA E O MEIO AMBIENTE

A consolidação de um sistema eficiente de drenagem urbana repercute diretamente sobre os indicadores de saúde, saneamento e qualidade ambiental.

A redução dos alagamentos, o controle de cheias e a eliminação de águas paradas contribuem para:

- diminuição de doenças de veiculação hídrica (leptospirose, diarreias, hepatite A e arboviroses);
- melhoria da salubridade das áreas de baixa renda e alta vulnerabilidade social;
- redução da carga de poluentes nos igarapés urbanos e no Rio Negro; e
- recuperação gradual dos ecossistemas aquáticos urbanos, especialmente nas bacias dos igarapés Educandos, Quarenta, São Raimundo e Tarumã.

Esses efeitos posicionam o programa de drenagem como instrumento de promoção da saúde pública e de justiça territorial, em alinhamento aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS 6, 11 e 13).

2.8.4 COMPROMISSO INSTITUCIONAL E DE CONTINUIDADE

O sucesso do prognóstico depende da continuidade administrativa e política da sua execução.

O Município deverá garantir a manutenção dos instrumentos estruturantes criados, especialmente:

- **Autoridade Municipal de Drenagem e Águas Pluviais (AM-DREN);**
- **Fundo Municipal de Drenagem Urbana (FMDU);**
- **Comitê Gestor Interinstitucional de Drenagem (CGIDRU); e**
- **Painel Digital de Acompanhamento de Investimentos (PDAI-D).**

Essas instâncias formam o núcleo permanente da governança da drenagem, permitindo que o plano transcenda períodos de governo e se consolide como política pública de Estado, e não apenas de gestão.

O prognóstico recomenda ainda que o PDDU seja revisado a cada dez anos, e que o SIM-DREN seja atualizado anualmente, garantindo a incorporação de novas tecnologias, dados e desafios climáticos.

2.8.5 VISÃO 2040 – MANAUS RESILIENTE E SUSTENTÁVEL

Ao final do horizonte de planejamento (2040), o Sistema de Drenagem Urbana de Manaus deverá estar:

- Totalmente cadastrado, monitorado e integrado digitalmente ao sistema municipal de saneamento;

- Operando com manutenção preventiva regular e controle automatizado de cheias;
- Sustentado financeiramente por fontes permanentes de receita e fundos externos;
- Adaptado às mudanças climáticas, com obras resilientes e zonas de proteção definidas;
- Socialmente legitimado, com ampla participação comunitária e reconhecimento público; e
- Ambientalmente equilibrado, com igarapés limpos, margens estabilizadas e ecossistemas urbanos recuperados.

Essa é a visão de futuro do Plano de Drenagem Urbana: uma cidade que convive de forma harmoniosa com suas águas, transformando vulnerabilidade em resiliência e risco em oportunidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12209:2011 – Projeto de estação de tratamento de esgotos sanitários. Rio de Janeiro: ABNT, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS. Águas Turbulentas: Manaus abastece parte da cidade com águas subterrâneas e enfrenta problemas com contaminação, poços clandestinos e rebaixamento de lençol. Revista Água e Meio Ambiente Subterrâneo. ABAS. Ano 3 - nº 18 - Outubro/Novembro 2010, 16-22p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 17076:2024 (versão corrigida:2025). Projeto de sistema de tratamento de esgoto de menor porte – Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2025. **ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 17076:2024 (versão corrigida:2025). Projeto de sistema de tratamento de esgoto de menor porte – Requisitos.** Rio de Janeiro: ABNT, 2025.

ÁGUAS DE MANAUS. Resultados: Águas de Manaus 4T24 & 2024 - Demonstrações financeiras. Disponibilizado em: 24 de julho de 2025.

ÁGUAS DE MANAUS. Plano de Controle de Qualidade de Efluentes 2024. Disponibilizado em: 24 de julho de 2025.

ÁGUAS DE MANAUS. Plano de Controle de Qualidade do Sistema de Abastecimento de Água 2024. Disponibilizado em: 24 de julho de 2025.

ÁGUAS DE MANAUS. Lista de unidades automatizadas. Disponibilizado em: 24 de julho de 2025.

ÁGUAS DE MANAUS. Volume de efluente coletado e tratado por ETE - 2024. Disponibilizado em: 24 de julho de 2025.

ÁGUAS DE MANAUS. Relatório de Ensaio 5847/5848 - ETE Timbiras. Disponibilizado em: 24 de julho de 2025.

ÁGUAS DE MANAUS. Relatório de Ensaio 11967/11968 - ETE Educandos. Disponibilizado em: 24 de julho de 2025.

ÁGUAS DE MANAUS. Contagem geral de rede de esgoto. Disponibilizado em: 24 de julho de 2025.

ÁGUAS DE MANAUS. Relação das elevatórias da rede de esgoto 2024.
Disponibilizado em: 24 de julho de 2025.

ÁGUAS DE MANAUS. Relação das estações de tratamento de esgoto 2024.
Disponibilizado em: 24 de julho de 2025.

ÁGUAS DE MANAUS. Mapa de delimitação das sub bacias por ETE, interceptor e linhas de recalque. Disponibilizado em: 24 de julho de 2025.

ÁGUAS DE MANAUS. Mapa de delimitação dos setores hidráulicos - ETA 01. Disponibilizado em: 07 de julho de 2025.

ÁGUAS DE MANAUS. Relatório de contagem de rede geral de água por sistema 2024. Disponibilizado em: 24 de julho de 2025.

ÁGUAS DE MANAUS. Relação dos reservatórios 2024. Disponibilizado em: 24 de julho de 2025.

ÁGUAS DE MANAUS. Planta geral - Macro medidores nos reservatórios.
Disponibilizado em: 24 de julho de 2025.

ÁGUAS DE MANAUS. Mapa de delimitação dos setores hidráulicos - ETA 02. Disponibilizado em: 07 de julho de 2025.

ÁGUAS DE MANAUS. Mapa de delimitação dos setores hidráulicos - ETA Mauazinho. Disponibilizado em: 07 de julho de 2025.

ÁGUAS DE MANAUS. Mapa de delimitação dos setores hidráulicos - ETA PROAMA. Disponibilizado em: 07 de julho de 2025.

ÁGUAS DE MANAUS. Mapa de delimitação dos setores hidráulicos - Sistemas isolados. Disponibilizado em: 07 de julho de 2025.

ÁGUAS DE MANAUS. Carta resposta R3.CAR.JUR.MAN.2025/000874 à AGEMAN. Disponibilizado em: 24 de julho de 2025.

ÁGUAS DE MANAUS. Relatório de informações por tipo de economia nos setores hidráulicos 2024. Disponibilizado em: 24 de julho de 2025.

ÁGUAS DE MANAUS. Resposta de solicitações – questionário.
Disponibilizado em: 24 de julho de 2025.

ÁGUAS DE MANAUS. Relatório de administração – Janeiro/2024.
Disponibilizado em: 24 de julho de 2025.

ÁGUAS DE MANAUS. Relatório de administração – Fevereiro/2024.
Disponibilizado em: 24 de julho de 2025.

ÁGUAS DE MANAUS. Relatório de administração – Março/2024.
Disponibilizado em: 24 de julho de 2025.

ÁGUAS DE MANAUS. Relatório de administração – Abril/2024.
Disponibilizado em: 24 de julho de 2025.

ÁGUAS DE MANAUS. Relatório de administração – Maio/2024.
Disponibilizado em: 24 de julho de 2025.

ÁGUAS DE MANAUS. Relatório de administração – Junho/2024.
Disponibilizado em: 24 de julho de 2025.

ÁGUAS DE MANAUS. Relatório de administração – Julho/2024.
Disponibilizado em: 24 de julho de 2025.

ÁGUAS DE MANAUS. Relatório de administração – Agosto/2024.
Disponibilizado em: 24 de julho de 2025.

ÁGUAS DE MANAUS. Relatório de administração – Setembro/2024.
Disponibilizado em: 24 de julho de 2025.

ÁGUAS DE MANAUS. Relatório de administração – Outubro/2024.
Disponibilizado em: 24 de julho de 2025.

ÁGUAS DE MANAUS. Relatório de administração – Dezembro/2024.
Disponibilizado em: 24 de julho de 2025.

ÁGUAS DE MANAUS. Relatório de administração – Janeiro/2025.
Disponibilizado em: 24 de julho de 2025.

ÁGUAS DE MANAUS. Relatório de administração – Fevereiro/2025.
Disponibilizado em: 24 de julho de 2025.

ÁGUAS DE MANAUS. Relatório de administração – Março/2025.
Disponibilizado em: 24 de julho de 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021.
Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5/GM/MS, de 28 de setembro

de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. *Diário Oficial da União: Seção 1*, [Brasília], n. 85, p. 126–136, 7 jul. 2021.

BRASIL. Presidência da República. Decreto nº 5.440, de 4 de maio de 2005. Estabelece definições e procedimentos sobre o controle de qualidade da água de sistemas de abastecimento e institui mecanismos e instrumentos para divulgação de informação ao consumidor sobre a qualidade da água para consumo humano. DOU de 05.5.2005.

BRASIL. MINISTÉRIO DAS CIDADES. Diretrizes para elaboração de projetos de sistema de esgotamento sanitário: estação de tratamento de esgoto – ETE. Brasília: Ministério das Cidades, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo demográfico 2022**: características dos domicílios e do saneamento básico. Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: <https://censo2022.ibge.gov.br>. Acesso em: [coloque a data de acesso].

INSTITUTO DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DO AMAZONAS (IPAAM). **Tabela de Outorga 2025**. 2025. Disponível em: <https://www.ipaam.am.gov.br/tabela-outorga-2025/>. Acesso em: 14 maio de 2025.

INSTITUTO DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DO AMAZONAS (IPAAM). **Tabela de Outorga 2024**. 2025. Disponível em: http://www.ipaam.am.gov.br/wp-content/uploads/2025/01/OUTORGA-E-DISPENSA_DEZ_2024.xlsx. Acesso em: 14 maio de 2025.

INSTITUTO DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DO AMAZONAS (IPAAM). **Tabela de Outorga 2023**. 2024. Disponível em: http://www.ipaam.am.gov.br/wp-content/uploads/2024/01/OUTORGA-E-DISPENSA_DEZ_2023.xlsx. Acesso em: 14 maio de 2025.

INSTITUTO DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DO AMAZONAS (IPAAM). **Tabela de Outorga 2022**. 2023. Disponível em: http://www.ipaam.am.gov.br/wp-content/uploads/2025/03/OUTORGA-E-DISPENSA-DEZ_2022.xlsx. Acesso em: 14 maio de 2025.

INSTITUTO DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DO AMAZONAS (IPAAM). **Tabela de Outorga 2021**. 2022. Disponível em: <http://www.ipaam.am.gov.br/wp-content/uploads/2019/01/OUTORGA-E-DISPENSA-DEZ-2021.xlsx>. Acesso em: 14 maio de 2025.

INSTITUTO DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DO AMAZONAS (IPAAM). **Tabela de Outorga 2020**. 2021. Disponível em: <http://www.ipaam.am.gov.br/wp->

[content/uploads/2019/01/OUTORGA-E-DISPENSA-DEZ-2020.xlsx](http://www.ipaam.am.gov.br/wp-content/uploads/2019/01/OUTORGA-E-DISPENSA-DEZ-2020.xlsx). Acesso em: 14 maio de 2025.

INSTITUTO DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DO AMAZONAS (IPAAM). **Tabela de Outorga 2019**. 2020. Disponível em: <http://www.ipaam.am.gov.br/wp-content/uploads/2019/01/OUTORGA-NOV-2019.xlsx>. Acesso em: 14 maio de 2025.

INSTITUTO DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DO AMAZONAS (IPAAM). **Tabela de Outorga 2018**. 2019. Disponível em: <http://www.ipaam.am.gov.br/wp-content/uploads/2018/02/Tabela-Outorga-NOVEMBRO-2018.xlsx>. Acesso em: 14 maio de 2025.

FUNASA. **Manual de saneamento**. 5. ed. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2019.

MACIEL, Jussara Socorro Cury; MIRANDA, Janaina Simone Neves; SILVA, Priscila Sousa; LISBOA, Luana (2024). Evolução do conhecimento sobre as águas superficiais e subterrâneas da área urbana e periurbana de Manaus. In: Panorama dos recursos hídricos no Brasil. Org: Albuquerque Filho, Itabaraci Nazareno Cavalcante. São Paulo: ABGE, 2024. 97-110p.

MOTA, Francisco Suetônio Bastos; VON SPERLING, Marcos (coord.). **Nutrientes de esgoto sanitário: utilização e remoção**. Rio de Janeiro: ABES, 2009. 428 p.

SEMA: Secretaria do Meio Ambiente. Gestão de Recursos Hídricos no Amazonas. Manaus, 2019. Disponível em: <http://meioambiente.am.gov.br/wp-content/uploads/2018/03/RELATORIO-DE-GEST%C3%83O-Recursos-h%C3%ADricos-sema-2019.pdf>. Acesso em: 23 de fevereiro de 2022.

VON SPERLING, Marcos. **Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos** (Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias; vol. 1). Belo Horizonte: UFMG. 2018.

3 PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES, E DEFINIÇÃO DAS AÇÕES PARA EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA – PRODUTO 4

3.1 INTRODUÇÃO

O sistema de drenagem urbana de Manaus enfrenta um conjunto de desafios estruturais, operacionais e institucionais que afetam a eficiência do manejo das águas pluviais, a segurança da população, a integridade ambiental dos igarapés urbanos e a própria funcionalidade do espaço urbano.

A rede de drenagem existente, composta por canais, galerias e dispositivos de micro e macrodrenagem, encontra-se em grande parte subdimensionada, degradada ou obstruída, operando sem manutenção preventiva sistemática e com baixa integração entre bacias e sub-bacias.

As principais causas dessa fragilidade estão associadas à falta de planejamento integrado, à ausência de cadastro técnico completo, à insuficiência de dispositivos de retenção e amortecimento de cheias, à ocupação irregular das áreas de várzea e leito de cheia, e à carência de políticas públicas permanentes de manutenção e controle do sistema.

Além disso, a presença de resíduos sólidos nas redes de drenagem e nos igarapés, a ocupação de margens sensíveis, e a interferência do esgoto doméstico em estruturas de drenagem pluvial agravam o cenário de vulnerabilidade hidrológica e de risco sanitário.

O diagnóstico urbano-ambiental e o prognóstico 2025–2040 (Volume 03) demonstram que a reversão desse quadro depende de ações simultâneas e integradas nas dimensões de engenharia, gestão operacional, governança institucional, regulação, financiamento e ordenamento territorial.

A reabilitação e ampliação das redes de drenagem, a implantação de soluções baseadas na natureza (SBN), o controle de caudais na origem, a delimitação das zonas de proteção de cheias e o fortalecimento da regulação

municipal pela AGEMAN constituem os pilares da estratégia para alcançar um sistema de drenagem resiliente, eficiente e ambientalmente sustentável.

A expansão e modernização das infraestruturas deverão ocorrer em paralelo à:

- implantação do Plano Diretor de Drenagem Urbana (PDDU);
- criação da Autoridade Municipal de Drenagem e Águas Pluviais (AM-DREN);
- implementação do Sistema Municipal de Informação e Monitoramento da Drenagem (SIM-DREN);
- regularização e manutenção contínua das redes; e
- à integração das políticas de drenagem com habitação, resíduos sólidos e meio ambiente, promovendo uma abordagem territorial coerente e socialmente justa.

O Produto 4 apresenta, portanto, o Plano de Ações, os Projetos Prioritários e os Projetos Âncora que orientarão a execução do Prognóstico da Drenagem Urbana de Manaus até 2040. Seguindo a metodologia aplicada aos componentes de abastecimento de água e esgotamento sanitário, este documento organiza as medidas e investimentos de acordo com os cinco Eixos Estratégicos definidos no Prognóstico (Produto 3):

Estrutura Estratégica do Prognóstico

A estratégia delineada foi organizada em cinco eixos estruturantes, que orientam as ações e investimentos até 2040:

- **Eixo 1 – Governança e Integração Institucional:** Fortalecimento da coordenação institucional, regulação e governança intersetorial.

- **Eixo 2 – Concepção, Expansão e Melhoria dos Serviços de Drenagem:** Reabilitação, ampliação e modernização das redes e estruturas de controle de cheias.
- **Eixo 3 – Otimização e Gestão Eficiente dos Recursos:** Digitalização de informações, manutenção preventiva e monitoramento inteligente.
- **Eixo 4 – Sustentabilidade Econômico-Financeira e Social:** Consolidação do Fundo Municipal de Drenagem, educação ambiental e engajamento comunitário.
- **Eixo 5 – Condições Básicas e Transversais (Adaptação, Ordenamento e Resiliência):** Adaptação climática, zoneamento hidrológico e proteção das áreas de risco.

A partir dessa estrutura, o plano estabelece medidas específicas, metas, programas e projetos estruturantes para cada eixo, articulando curto, médio e longo prazo (2025–2040) e definindo responsáveis, custos estimados e fontes de financiamento.

O documento traduz o prognóstico técnico em ações concretas de política pública, direcionando Manaus para um modelo de gestão da drenagem urbana que seja eficiente, transparente, sustentável e centrado na proteção da vida e do território.

Síntese dos Objetivos e Projetos

O Plano de Ação consolida 12 Medidas Estratégicas, distribuídas pelos cinco eixos, que representam o conjunto de políticas, programas, obras e atividades estruturantes necessárias ao alcance das metas de desempenho, resiliência e segurança hidrológica estabelecidas no prognóstico.

As ações prioritárias (2025–2027) correspondem aos oito Projetos Prioritários (PP1–PP8), responsáveis por estabelecer a base institucional,

técnica e operacional indispensável à transformação do sistema de drenagem urbana. São elas:

- **PP1 – Instituição da AM-DREN:** Criação da Autoridade Municipal de Drenagem e Águas Pluviais, estrutura responsável pela gestão, operação, manutenção e planejamento integrado do sistema.
- **PP2 – Elaboração e aprovação do PDDU** (Plano Diretor de Drenagem Urbana): Instrumento normativo e técnico que orientará diretrizes, padrões de dimensionamento, priorização de obras e integração com o ordenamento territorial.
- **PP3 – Implantação do SIM-DREN** (Módulo Inicial): Cadastro técnico e inventário completo das infraestruturas de micro e macrodrenagem, levantamento georreferenciado, diagnóstico de condições estruturais e início do monitoramento hidrológico municipal.
- **PP4 – PRADU – Fase 1** (Reabilitação Emergencial da Drenagem Urbana): Intervenções urgentes nas bacias mais críticas, incluindo desassoreamento, substituição de galerias colapsadas, correções hidráulicas, estabilização de margens e reaproveitamento de estruturas existentes.
- **PP5 – Criação do Fundo Municipal de Drenagem Urbana (FMDU):** Instituição do mecanismo financeiro permanente destinado a garantir sustentabilidade econômica das ações de manutenção, operação e expansão da drenagem.
- **PP6 – PEADU-Manaus** (Educação Ambiental): Mobilização comunitária, campanhas de prevenção de resíduos nas redes, proteção dos igarapés e ações educativas em escolas, empresas e bairros.
- **PP7 – Implantação de Ecobarreiras e Limpeza Mecanizada nas Bacias Críticas:** Ampliação, modernização e operação integrada das ecobarreiras, com retenção de resíduos, redução de obstruções e mitigação de alagamentos.

- **PP8 – Elaboração do Zoneamento Hidrológico Municipal (ZHM):** Mapeamento das zonas de inundação, definição de cotas críticas, identificação de áreas de risco hidrológico e base para licenciamento, fiscalização e intervenções estruturais.

Projetos Âncora (2026–2040)

Os Projetos Âncora constituem o núcleo estrutural do Plano de Ação e configuram a transformação de longo prazo. São apenas quatro, conforme definido no Prognóstico:

- **A1 – PRADU – Fase 2** (Reabilitação e Expansão Estrutural da Drenagem Urbana): Intervenções de grande porte, incluindo macrodrenagem, reservatórios de detenção, dispositivos de controle de vazão, correção geométrica de canais, estabilização de margens e parques drenantes.
- **A2 – PMDS** – Programa Municipal de Drenagem Sustentável (SBN em escala urbana): Implantação massiva de Soluções Baseadas na Natureza—jardins de chuva, pavimentos permeáveis, valas vegetadas, corredores ecológicos e áreas verdes drenantes, com meta de ampliar significativamente a infiltração e reduzir os picos de cheia.
- **A3 – PMCC-Manaus** – Programa de Controle de Cheias e Proteção de Infraestruturas Críticas: Construção de sistemas de amortecimento de cheias, reservatórios, bacias de retenção, dispositivos de dissipação, obras de proteção de unidades estratégicas (escolas, hospitais, viadutos) e mitigação de risco hidrológico.
- **A4 – PMACRU** – Programa Municipal de Adaptação Climática e Resiliência Urbana: Integração entre drenagem, clima, defesa civil, modelagem hidrometeorológica e planejamento urbano. Inclui cenários climáticos futuros, painéis de risco, protocolos de resposta e infraestrutura resiliente.

Esses projetos são complementares e interdependentes, cobrindo desde o fortalecimento institucional até a modernização tecnológica e a sustentabilidade financeira.

A realidade de Manaus exige que o plano seja implementado em múltiplas frentes simultâneas, e não de forma sequencial:

- Frente de engenharia: Intervenções em galerias, canais, poços de visita, redes obstruídas, reservatórios de detenção, proteção de margens, SBN e parques drenantes.
- Frente operacional: Manutenção preventiva contínua, limpeza mecanizada, monitoramento, resposta emergencial e operação inteligente do SIM-DREN.
- Frente institucional: AM-DREN, CGIDRU, CMDRU, aprovação do PDDU, ZHM, integração com AGEMAN, SEMINF, SEMMAS, IMPLURB, Defesa Civil.
- Frente territorial: Controle de ocupação irregular, reassentamentos, faixas de servidão, integração com PROSAMIM+, e proteção das APPs e várzeas.
- Frente ambiental: Ecobarreiras, redução de resíduos nas bocas de lobo, reflorestamento de margens, recuperação de igarapés, monitoramento da qualidade da água.
- Frente social: Educação ambiental, comunicação climática, engajamento comunitário, participação social e corresponsabilidade da população.

A execução paralela dessas frentes é fundamental para evitar atrasos estruturais e maximizar o impacto sanitário e ambiental.

3.2 PLANO DE AÇÃO

O Plano de Ação do Prognóstico da Drenagem Urbana de Manaus estabelece o conjunto articulado de programas, medidas e projetos destinados a alcançar as metas definidas para o horizonte 2025–2040. Ele operacionaliza as diretrizes estratégicas e os objetivos operacionais descritos nos capítulos anteriores, organizando as ações de curto, médio e longo prazo de forma integrada, escalonada e financeiramente sustentável.

As ações aqui propostas estão alinhadas ao Marco Legal do Saneamento Básico (Leis Federais nº 11.445/2007 e nº 14.026/2020), às Normas de Referência da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA, NR nº 12/2025) e às diretrizes da Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (Lei nº 12.608/2012). Cada ação considera o contexto climático, social e ambiental da capital amazônica, buscando compatibilizar o desenvolvimento urbano com a proteção dos corpos hídricos e a segurança da população frente aos eventos hidrológicos extremos.

3.2.1 Projetos Prioritários e Projetos Âncora

O conjunto de projetos apresentado a seguir constitui o núcleo estruturante do Plano de Ação do sistema de Drenagem de Manaus.

Os Projetos Âncora são intervenções estruturantes e estratégicas que viabilizam o cumprimento das metas do Prognóstico de Esgotamento Sanitário de Manaus.

São iniciativas de grande escala e impacto direto sobre a universalização, a eficiência operacional e a sustentabilidade ambiental do sistema até 2040.

Sua execução requer coordenação entre o Município, a AGEMAN, a concessionária Águas de Manaus, o Estado do Amazonas e instituições federais e de pesquisa.

A priorização está alinhada às metas do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB), às metas de universalização da Lei nº 14.026/2020 (Novo Marco do Saneamento) e aos indicadores estabelecidos anteriormente.

3.2.2 Projetos prioritários/urgentes (2025 – 2027)

Os Projetos Prioritários correspondem às intervenções imediatas, de execução obrigatória no curto prazo, destinadas a corrigir gargalos críticos, reduzir vulnerabilidades e restabelecer a regularidade e a confiabilidade do sistema.

Figura 151 – Projetos Prioritários / Urgentes (2025 – 2027)



Figura 152 – Projeto Prioritário 1 - Criação e Estruturação da Autoridade Municipal de Drenagem e Águas Pluviais (AM-DREN)

Projeto Prioritário 1 – Criação e Estruturação da Autoridade Municipal de Drenagem e Águas Pluviais (AM-DREN)	
Eixo 1 – Governança e Integração Institucional	
Objetivo: Implantação de órgão técnico e administrativo permanente responsável pela gestão, regulação e execução das políticas municipais de drenagem urbana e manejo de águas pluviais.	
Principais Ações:	
<ul style="list-style-type: none">▪ Elaboração e aprovação da lei municipal de criação da AM-DREN.▪ Definição de estrutura organizacional e quadro técnico.▪ Integração operacional com SEMINF, AGEMAN, SEMMAS e Defesa Civil.▪ Implantação do Sistema de Gestão da Drenagem (SGD).	
Horizonte: Curto prazo (2025–2026).	
Responsáveis: PMM / SEMINF / AGEMAN / Câmara Municipal.	
Resultados Esperados:	
Governança institucional consolidada, com autonomia técnica e capacidade de coordenação intersetorial.	

Figura 153 – Igarapé não requalificado com esgotos não tratados em Manaus



Fonte: Autores, 2025.

Figura 154 – Projeto Prioritário 2 – Elaboração e Aprovação do Plano Diretor de Drenagem Urbana (PDDU)

Projeto Prioritário 2 – Elaboração e Aprovação do Plano Diretor de Drenagem Urbana (PDDU)

Eixo Estratégico: Eixo 1 – Governança e Integração Institucional

Objetivo: Elaboração e institucionalização do PDDU como instrumento legal e técnico de referência para o planejamento e execução da drenagem urbana, integrando políticas de saneamento, habitação e meio ambiente.

Principais Ações:

- Diagnóstico técnico-hidrológico detalhado das bacias urbanas.
- Definição de zoneamento hidrológico e diretrizes de controle de cheias.
- Consulta pública e aprovação legislativa.
- Integração com o PDUA e a LUOS.

Horizonte: Curto prazo (2025–2027).

Responsáveis: AM-DREN / SEMINF / IMPLURB / AGEMAN.

Resultados Esperados:

PDDU aprovado e incorporado ao sistema de planejamento urbano e ambiental do município.

Figura 155 – Ligações de esgotos em zona de casas de palafitas



Fonte: Autores, 2025.

Figura 156 – Projeto Prioritário 3 –Implantação do Sistema Municipal de Informação e Monitoramento da Drenagem (SIM-DREN)

Projeto Prioritário 3 – Implantação do Sistema Municipal de Informação e Monitoramento da Drenagem (SIM-DREN)
Eixo 3 – Otimização e Gestão Eficiente dos Recursos

Objetivo: Desenvolvimento de plataforma digital georreferenciada para cadastro, modelagem e monitoramento em tempo real das redes de drenagem e eventos hidrometeorológicos.

Principais Ações:

- Levantamento de campo e digitalização do cadastro técnico.
- Instalação de sensores e pluviômetros automáticos.
- Criação de painéis de alerta e interface pública de monitoramento.
- Integração com o PDAI-D e o PLANCON.

Horizonte: Curto e médio prazo (2025–2030).

Responsáveis: AM-DREN / SEMINF / Defesa Civil / SEMEF-TI / AGEMAN.

Resultados Esperados:

- Sistema inteligente de gestão da drenagem urbana com base geoespacial integrada e monitoramento contínuo.

Figura 157 – Problemas com a drenagem em decorrência de chuvas intensas



Fonte: GOOGLE EARTH, 2025.

Figura 158 – Projeto Prioritário 4 – Criação do Fundo Municipal de Drenagem Urbana (FMDU)

Projeto Prioritário 4 – Criação do Fundo Municipal de Drenagem Urbana (FMDU)	
Eixo 4 – Sustentabilidade Econômico-Financeira e Social	
Objetivo: Instituição de fundo financeiro setorial para garantir receitas permanentes destinadas à manutenção, obras estruturais e programas de inovação e educação ambiental.	
Principais Ações:	
<ul style="list-style-type: none">▪ Elaboração e aprovação da lei de criação do FMDU.▪ Definição de fontes de receitas e critérios de aplicação.▪ Implementação de sistema de gestão financeira e auditoria anual.▪ Criação de unidade de captação de recursos externos.	
Horizonte: Curto prazo (2025–2026).	
Responsáveis: PMM / SEMEF / AM-DREN / AGEMAN / CGM.	
Resultados Esperados:	
Fundo autossustentável com receitas próprias e transparência financeira garantida.	

Figura 159 – Igarapé urbano requalificado com esgotos não tratados



Fonte: Autores, 2025.

Figura 160 – Projeto Prioritário 5 – Ampliação e Modernização das Ecobarreiras e Ações Integradas de Limpeza Urbana

Projeto Prioritário 5 – Ampliação e Modernização das Ecobarreiras e Ações Integradas de Limpeza Urbana Eixo 2 – Concepção, Expansão e Melhoria dos Serviços

Objetivo: Ampliação e modernização do sistema de ecobarreiras flutuantes e intensificação das ações de limpeza mecanizada das redes e canais de drenagem, em articulação com o serviço de limpeza pública.

Principais Ações:

- Instalação de novas ecobarreiras em igarapés estratégicos.
- Execução de desassoreamento e limpeza mecanizada permanente.
- Integração das ações entre AM-DREN, SEMULSP e SEMINF.
- Divulgação dos resultados e engajamento das comunidades locais.

Horizonte: Curto prazo (2025–2028).

Responsáveis: SEMINF / SEMULSP / AM-DREN / SEMMAS.

Resultados Esperados:

Melhoria da eficiência hidráulica e redução de 30% dos pontos de obstrução nas redes de drenagem.

Figura 161 – Igarapé dos Franceses



Fonte: NOTÍCIAS NA MEDIDA, 2024.

Figura 162 – Projeto Prioritário 6 – Programa Municipal de Educação Ambiental para a Drenagem Urbana (PEADU-Manaus)

Projeto Prioritário 6 – Programa Municipal de Educação Ambiental para a Drenagem Urbana (PEADU-Manaus)

Eixo 4 – Sustentabilidade Econômico-Financeira e Social

Objetivo: Programa permanente de educação ambiental e engajamento comunitário, voltado à prevenção de alagamentos, ao descarte adequado de resíduos e à valorização dos igarapés.

Principais Ações:

- Inserção de conteúdos sobre drenagem e meio ambiente nas escolas.
- Criação dos Núcleos Comunitários de Drenagem e Resiliência (NCDR).
- Lançamento do selo “Este Igarapé é Top – Pela Vida das Nossas Crianças”.
- Campanhas anuais de sensibilização e mutirões de limpeza.

Horizonte: Curto e médio prazo (2025–2032).

Responsáveis: AM-DREN / SEMMAS / SEMED / Defesa Civil / SEMINF.

Resultados Esperados:

Cultura cidadã de corresponsabilidade ambiental e redução de resíduos lançados nas redes.

Figura 163 – Exemplo de comunicação do selo “Este Igarapé é Top – Pela Vida das Nossas Crianças”



Fonte: Autores, 2025.

Figura 164 – Projeto Prioritário 7 – Elaboração do Zoneamento Hidrológico Municipal (ZHM)

Projeto Prioritário 7 – Elaboração do Zoneamento Hidrológico Municipal (ZHM)	
Eixo 5 – Condições Básicas e Transversais (Adaptação e Resiliência)	
Objetivo: Definição das cotas de cheia, faixas de inundação e zonas de risco hidrológico, integrando a drenagem às políticas de uso do solo e prevenção de desastres.	
Principais Ações:	
<ul style="list-style-type: none">▪ Levantamento topográfico e modelagem hidrológica das bacias.▪ Elaboração dos mapas de risco e cotas de inundação.▪ Regulamentação por decreto e integração com o PDUA.▪ Inclusão do ZHM no SIM-DREN e no PLANCON.	
Horizonte: Curto e médio prazo (2025–2030).	
Responsáveis: AM-DREN / IMPLURB / Defesa Civil / SEMMAS.	
Resultados Esperados:	
Zoneamento aprovado e integrado ao planejamento urbano, reduzindo novas ocupações em áreas de risco.	

3.2.3 Projetos Âncora (2026 – 2040)

Os Projetos Âncora são as iniciativas estruturantes de médio e longo prazo, que visam transformar o sistema de abastecimento de água de Manaus em um modelo moderno, inteligente e ambientalmente sustentável.

Figura 165 – Projetos Âncora (2026-2040)

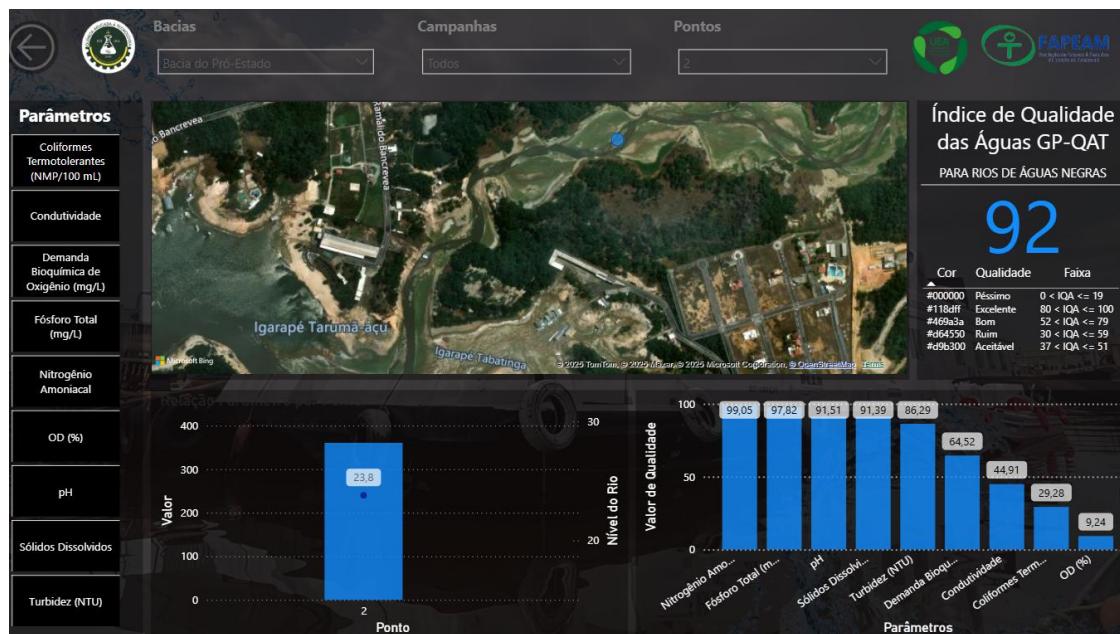


Esses projetos envolvem investimentos de maior porte, inovações tecnológicas e integração regional.

Figura 166 – Projeto Âncora 1 – Programa Municipal de Adaptação Climática e Resiliência Urbana (PMACRU)

Projeto Âncora 1 – Programa Municipal de Adaptação Climática e Resiliência Urbana (PMACRU)	
Eixo 5 – Condições Básicas e Transversais (Adaptação e Resiliência)	
Objetivo: Programa transversal para integrar drenagem, defesa civil e meio ambiente no enfrentamento dos impactos das mudanças climáticas e no fortalecimento da capacidade de resposta do município.	
Principais Ações:	
<ul style="list-style-type: none">▪ Criação do Centro Municipal de Monitoramento Hidrometeorológico (CMMH).▪ Desenvolvimento de mapas de vulnerabilidade climática.▪ Implantação de parques drenantes e corredores ecológicos.▪ Capacitação técnica em adaptação e resposta a emergências.	
Horizonte: Médio e longo prazo (2029–2040).	
Responsáveis: AM-DREN / Defesa Civil / SEMMAS / UEA / UFAM.	
Resultados Esperados:	
Redução de 50% da população exposta a riscos hidrológicos e aumento da capacidade institucional de adaptação climática.	

Figura 167 – ISA geral da bacia PRÓ-ÁGUAS – Ponto 2 de monitoramento – Igarapé Tarumã Açu



Fonte: GP QAT, 2024.

Figura 168 – Projeto Âncora 2 – Programa de Reabilitação e Ampliação da Drenagem Urbana (PRADU) – Fase II

Projeto Âncora 2 – Programa de Reabilitação e Ampliação da Drenagem Urbana (PRADU) – Fase II

Eixo 2 – Concepção, Expansão e Melhoria dos Serviços

Objetivo: Requalificação e expansão das redes estruturais de drenagem em todas as bacias urbanas, com foco em eficiência hidráulica, controle de cheias e integração urbana.

Principais Ações:

- Reabilitação e substituição de galerias deterioradas.
- Construção de reservatórios subterrâneos e bacias de detenção.
- Integração com PROSAMIM+ e projetos de mobilidade.
- Fiscalização ambiental e monitoramento de eficiência.

Horizonte: Médio e longo prazo (2029–2040).

Responsáveis: SEMINF / AM-DREN / AGEMAN / SEMMAS.

Resultados Esperados: Cobertura total da drenagem em áreas urbanas consolidadas e redução de 60% dos pontos críticos de alagamento.

Figura 169 – Projeto Âncora 3 – Expansão das Soluções Baseadas na Natureza (SBN) – PMDS

Projeto Âncora 3 – Expansão das Soluções Baseadas na Natureza (SBN) – PMDS

Eixo 2 – Concepção, Expansão e Melhoria dos Serviços

Objetivo: Ampliação das práticas de drenagem sustentável com base em Soluções Baseadas na Natureza (SBN), promovendo retenção, infiltração e evapotranspiração das águas pluviais.

Principais Ações:

- Implantação de jardins de chuva, valas vegetadas e pavimentos permeáveis.
- Criação de parques drenantes e corredores ecológicos urbanos.
- Incentivos fiscais a empreendimentos sustentáveis.
- Monitoramento do desempenho ambiental das SBN.

Horizonte: Médio prazo (2028–2035).

Responsáveis: AM-DREN / SEMINF / SEMMAS / IMPLURB.

Resultados Esperados:

Implantação de 150 hectares de áreas drenantes sustentáveis e mitigação dos picos de vazão urbana.

Figura 170 – Exemplo de coordenação de Gestão Integrada do Saneamento, Drenagem e Controle Territorial



Fonte: Autores, 2025.

Figura 171 – Projeto Âncora 4 – Programa de Controle de Cheias e Proteção de Infraestruturas Críticas (PMCC-Manaus)

Projeto Âncora 4 – Programa de Controle de Cheias e Proteção de Infraestruturas Críticas (PMCC-Manaus)
Eixo 2 – Concepção, Expansão e Melhoria dos Serviços

Objetivo: Implementação de obras estruturais e medidas preventivas de controle de cheias, proteção de áreas urbanas vulneráveis e segurança de infraestruturas críticas.

Principais Ações:

- Construção de diques, comportas e bacias de amortecimento.
- Reforço estrutural de pontes e canais principais.
- Integração com o PLANCON e protocolos de evacuação.
- Monitoramento hidrológico permanente das bacias críticas.

Horizonte: Médio e longo prazo (2030–2040).

Responsáveis: AM-DREN / Defesa Civil / SEMINF / SEMMAS.

Resultados Esperados: Redução de 70% dos danos materiais e interrupções de serviços públicos durante eventos de cheia.

Figura 172 – Simulação de cheia com base no Relógio Municipal e Porto de Manaus como pontos de calibração



Fonte: Registros de campo e observações históricas no Porto de Manaus, Educandos e Relógio Municipal (2021).

3.2.4 Síntese Integrada dos Projetos e Eixos

Na Erro! Fonte de referência não encontrada. apresentam-se Projetos Urgentes/Prioritários (PP) e Projetos Âncora (A), incluindo, os principais impactos esperados.

Tabela 40 – Projetos Urgentes/Prioritários (PP) e Projetos Âncora (A): Impactos Esperados

Eixo Estratégico	Projeto (PP / A)	Impactos Esperados
Eixo 1 – Governança e Integração Institucional	PP1 – Instituição da AM-DREN PP2 – Elaboração e aprovação do PDDU (Plano Diretor de Drenagem Urbana)	Criação de autoridade técnica especializada; governança unificada; melhoria da gestão, operação e manutenção; maior capacidade de planejamento. Define critérios, normas e diretrizes para projetos, manutenção e expansão; integra drenagem ao uso do solo; aumenta eficiência e previsibilidade de investimentos.
Eixo 2 – Concepção, Expansão e Melhoria dos Serviços de Drenagem	PP4 – PRADU – Fase 1 (Reabilitação Emergencial da reabilitação de redes; recuperação de capacidade Drenagem Urbana) PP7 – Implantação de Ecobarreiras e Limpeza Mecanizada nas Bacias Críticas	Redução imediata de alagamentos; desobstrução e (Reabilitação Emergencial da reabilitação de redes; recuperação de capacidade hidráulica; mitigação rápida de riscos). Redução de resíduos nos igarapés e galerias; diminuição Ecobarreiras e Limpeza de obstruções; melhoria do funcionamento da drenagem; Mecanizada nas Bacias Críticas melhor qualidade ambiental.
Eixo 3 – Otimização e Gestão Eficiente dos Recursos	A2 – PRADU – Fase 2 (Reabilitação e Expansão da capacidade hidráulica; estabilização de margens; Estrutural da Drenagem Urbana) A3 – PMDS – Programa Municipal de Drenagem Sustentável (SBN)	Modernização completa de bacias prioritárias; aumento (Reabilitação e Expansão da capacidade hidráulica; estabilização de margens; Estrutural da Drenagem Urbana) eliminação de pontos críticos históricos. Redução do escoamento superficial; aumento da infiltração; criação de áreas verdes drenantes; mitigação climática; valorização ambiental.
Eixo 4 – Sustabilidade Económica-Financeira e Social	PP3 – SIM-DREN – Módulo Inicial A1 – PMACRU – (Componente de monitorização, modelação e alerta) PP5 – Criação do FMDU – Fundo Municipal de Drenagem Urbana PP6 – PEADU-Manaus – Educação Ambiental e Engajamento Comunitário	Inventário técnico da drenagem; dados confiáveis para tomada de decisão; monitoramento inicial; digitalização da infraestrutura. Monitoramento hidrológico em tempo real; previsão de eventos extremos; maior capacidade de resposta; integração com Defesa Civil. Garante receitas permanentes; reduz dependência de verbas emergenciais; assegura manutenção contínua e investimentos estruturados. – Redução de resíduos lançados nas vias e galerias; maior e consciência ambiental; diminuição de obstruções; proteção dos igarapés.

Eixo Estratégico	Projeto (PP / A)	Impactos Esperados
	PP8 – Elaboração do ZHM – Zoneamento Hidrológico Municipal	Identificação de áreas de risco; base para controle territorial; prevenção de ocupações em zonas de inundações; suporte ao licenciamento urbano.
Eixo 5 – Condições Básicas, Adaptação e Resiliência Urbana	A1 – PMACRU – Programa de Adaptação Climática e Resiliência Urbana	Redução da vulnerabilidade urbana; infraestrutura adaptada ao clima futuro; protocolos de contingência; maior resiliência a cheias e extremos climáticos.
	A4 – PMCC-Manaus – Programa de Controle de Cheias e Proteção de Infraestruturas Críticas	Proteção de hospitais, escolas, vias estruturais; mitigação de cheias recorrentes; redução de danos materiais e humanos; resiliência urbana reforçada.

3.2.5 Matriz de responsabilidade – projetos prioritários e âncora

A implementação do Plano de Ação da Drenagem Urbana requer uma atuação integrada, simultânea e coordenada entre os órgãos municipais, estaduais, instâncias de regulação, unidades de gestão e equipes operacionais. Cada entidade envolvida desempenha funções específicas, complementares e interdependentes, essenciais para garantir a eficiência do sistema e a execução ordenada dos Projetos Prioritários (PP) e Projetos Âncora (A).

A Matriz de Responsabilidades tem como finalidade:

- explicitar o papel institucional de cada entidade;
- organizar a execução dos Projetos Prioritários e Âncora;
- fortalecer a governança do sistema;
- permitir rastreabilidade, responsabilização e transparência;
- garantir coerência entre planejamento, operação e regulação.

Na Tabela 41 e Tabela 42 apresenta-se a Matriz Institucional de Responsabilidades, adaptada ao contexto do Sistema Municipal de Drenagem Urbana de Manaus, seguindo o mesmo modelo metodológico utilizado para água e esgotamento sanitário.

O modelo utilizado para a definição das responsabilidades é o seguinte:

- R – Responsible (Responsável direto pela execução)
- A – Accountable (Autoridade final / quem responde pelo resultado)
- C – Consulted (Consultado / participa tecnicamente)
- I – Informed (Informado / acompanha)

Para efeitos de apresentação resumida foram consideradas as seguintes instituições (stakeholders) e respectivas atribuições.

3.2.5.1 Prefeitura Municipal de Manaus (PMM)

- Coordena a política municipal de drenagem urbana e saneamento básico.
- Assegura alinhamento entre drenagem, habitação, meio ambiente, resíduos sólidos e mobilidade.
- Edita normas, decretos e instrumentos legais, incluindo a formalização do CGIDRU e aprovação do PDDU.
- Prioriza, valida e autoriza os Projetos Prioritários e Projetos Âncora.
- Assegura recursos orçamentários e fontes complementares para obras, manutenção, fiscalização e ações de controle territorial.
- Coordena processos de articulação intersetorial com órgãos estaduais e federais.

Papel predominante: A (autoridade final), C (consultada em decisões estratégicas).

3.2.5.2 Agência Reguladora (AGEMAN)

- Regulação técnica, econômica, ambiental e contratual dos serviços de drenagem (em articulação com saneamento).

- Estabelece e fiscaliza indicadores, metas e níveis de serviço previstos no prognóstico.
- Valida planos de investimento, planos de manutenção e monitoramento hidrológico.
- Coordena auditorias de desempenho operacional e financeiro.
- Opera, junto à UGPM-Água e AM-DREN, o Painel Digital de Acompanhamento (PDAI-D).
- Lidera o monitoramento anual dos resultados e publica relatórios públicos.

Papel predominante: A (regulação), C (validação técnica), I (informada sobre execução territorial).

3.2.5.3 Concessionária Águas de Manaus

- Executar diretamente ou coordenar a execução de obras e serviços de manutenção, reabilitação e ampliação da drenagem.
- Elaborar estudos técnicos, projetos executivos e revisões de concepção hidrológica e hidráulica.
- Manter e operar redes de micro e macrodrenagem, canais, dispositivos de retenção e ecobarreiras.
- Atualizar o cadastro técnico e alimentar o SIM-DREN.
- Implementar programas operacionais como PRADU, PMDS, PPMR-DU e PMCC-Manaus.
- Fornecer dados confiáveis para regulação, fiscalização e monitoramento de riscos.

Papel predominante: R (responsável direto pela execução), A (na operação do sistema).

3.2.5.4 UGPM-Água / Unidade Gestora do Programa

- Integrar informações entre SEMINF, SEMMAS, SEHAB, Defesa Civil, AM-DREN e AGEMAN.
- Garantir aderência do Plano de Ação ao PMSB e ao Prognóstico de Drenagem (VOL_04).
- Co-coordenar o SIM-DREN, consolidando dados técnicos e indicadores de desempenho.
- Monitorar execução dos investimentos e apoiar o CGIDRU nas avaliações periódicas.
- Controlar a interdisciplinaridade entre drenagem, uso do solo e políticas de habitação.

Papel predominante: C (consultada tecnicamente), R (coordenadora de sistemas de informação).

3.2.5.5 Secretaria Municipal de Infraestrutura (SEMINF)

- Execução direta de obras estruturais de drenagem, canais, galerias, reservatórios, contenções e estabilizações.
- Articulação com AM-DREN para evitar sobreposição de obras e retrabalhos no território.
- Co-responsável pela manutenção integrada da micro e macrodrenagem.
- Disponibiliza dados técnicos ao SIM-DREN.

Papel predominante: R (execução de obras), C (coordenação de manutenção), I (informada sobre planejamento territorial).

3.2.5.6 Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Sustentabilidade (SEMMAS)

- Análise e emissão de licenças, autorizações e pareceres ambientais.
- Fiscalização de ocupações irregulares sobre APPs, margens de igarapés e faixas de inundação.
- Co-participação no monitoramento da qualidade ambiental da água e nos programas PMDS e PMCC-Manaus.
- Apoio em ações de recuperação ambiental e reflorestamento de margens.

Papel predominante: C (consultada), A (responsável ambiental), I (informada sobre execução de obras).

3.2.5.7 Secretaria Municipal de Habitação (SEHAB)

- Controle territorial e regularização fundiária em áreas críticas.
- Fiscalização de ocupações sobre faixas de servidão e zonas de proteção de cheias.
- Articulação com PROSAMIM+ e ações de reassentamento em áreas de risco hidrológico.
- Integração habitação–drenagem para evitar reocupação de áreas vulneráveis.

Papel predominante: R (controle territorial), C (apoio aos programas), I (informada sobre obras integradas).

3.2.5.8 Instituto Municipal de Planejamento Urbano (IMPLURB)

- Incorporar PDDU, ZHM e normas de drenagem às diretrizes urbanísticas.

- Autorizar empreendimentos e garantir que cumpram critérios de drenagem sustentável.
- Integrar drenagem ao zoneamento, LUOS, licenciamento e fiscalização urbana.

Papel predominante: A (normas urbanísticas), C (consultado em planejamento territorial).

3.2.5.9 Defesa Civil Municipal

- Gestão de riscos hidrológicos e resposta rápida a emergências.
- Apoio ao PMACRU e às ações de monitoramento e alerta hidrometeorológico.
- Participação no CGIDRU, articulando planos de contingência e evacuação.
- Coordenação das ações de proteção à população durante eventos extremos.

Papel predominante: R (em emergências), C (na elaboração de planos), A (na resposta operacional).

3.2.5.10 PROSAMIM / Governo do Estado

- Articular obras de drenagem com requalificação urbana e recuperação de igarapés.
- Integrar sistemas de micro e macrodrenagem às áreas de intervenção estadual.
- Promover ações de reassentamento, renaturalização de margens e controle de ocupações.

- Convergir com projetos âncora do município (PRADU, PMDS, PMCC-Manaus).

Papel predominante: C (colaborador técnico), R (em obras estaduais), I (informado sobre planejamento municipal).

Tabela 41 – Matriz de Responsabilidade por Projeto Prioritário (2025–2027)

Projeto Prioritário (PP)	R Responsável pela execução	A Autoridade final	C Consultados	I Informados
PP1 – Instituição da AM-DREN	PMM, UGPM-Água	PMM	AGEMAN, SEMINF, SEMMAS	SEHAB, IMPLURB, Defesa Civil, PROSAMIM
PP2 – Elaboração e aprovação do PDDU	UGPM-Água, AM-DREN, IMPLURB	PMM	AGEMAN, SEMINF, SEMMAS, SEHAB, Defesa Civil	PROSAMIM
PP3 – Implantação do SIM-DREN (Módulo Inicial)	AM-DREN, UGPM-Água	AGEMAN	SEMINF, IMPLURB, Defesa Civil	PMM, SEMMAS, SEHAB, PROSAMIM
PP4 – PRADU – Fase 1 (Reabilitação Emergencial da Drenagem Urbana)	AM-DREN, SEMINF	PMM	AGEMAN, SEMMAS, UGPM-Água	SEHAB, IMPLURB, Defesa Civil, PROSAMIM
PP5 – Criação do Fundo Municipal de Drenagem Urbana (FMDU)	PMM, UGPM-Água	PMM	AGEMAN, AM-DREN, SEMMAS	SEMINF, SEHAB, Defesa Civil, PROSAMIM
PP6 – PEADU-Manaus – Programa Municipal de Educação Ambiental	AM-DREN, SEMMAS	PMM	SEHAB, UGPM-Água, SEMINF	AGEMAN, Defesa Civil, PROSAMIM, IMPLURB
PP7 – Implantação de Ecobarreiras e Limpeza Mecanizada nas Bacias Críticas	AM-DREN, SEMINF, SEMMAS	PMM	UGPM-Água	AGEMAN, Defesa Civil, PROSAMIM, SEHAB, IMPLURB

Projeto Prioritário (PP)	R Responsável pela execução	A Autoridade final	C Consultados	I Informados
PP8 – Elaboração do Zoneamento Hidrológico Municipal (ZHM)	UGPM-Água, AM-DREN, IMPLURB	PMM	AGEMAN, SEMINF, SEMMAS, Defesa Civil	SEHAB, PROSAMIM

Tabela 42 – Matriz de Responsabilidade por Projeto Âncora (2026–2040)

Projeto Âncora (A)	R Responsável pela execução	A Autoridade final	C Consultados	I Informados
A1 – PMACRU – Programa Municipal de Adaptação Climática e Resiliência Urbana	AM-DREN, Defesa Civil	PMM	SEMINF, SEMMAS, UGPM-Água, IMPLURB	AGEMAN, SEHAB, PROSAMIM
A2 – PRADU – Fase 2 (Reabilitação e Expansão Estrutural da Drenagem Urbana)	AM-DREN, SEMINF	PMM	AGEMAN, SEMMAS, UGPM-Água, PROSAMIM	SEHAB, IMPLURB, Defesa Civil
A3 – PMDS – Programa Municipal de Drenagem Sustentável (SBN em escala urbana)	AM-DREN, SEMMAS	PMM	IMPLURB, SEMINF, UGPM-Água	AGEMAN, SEHAB, Defesa Civil, PROSAMIM
A4 – PMCC-Manaus – Controle de Cheias e Proteção de Infraestruturas Críticas	AM-DREN, SEMINF, Defesa Civil	PMM	AGEMAN, SEMMAS, UGPM-Água, IMPLURB, PROSAMIM	SEHAB

3.3 AÇÕES PARA EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA NO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE MANAUS

A resiliência do sistema de drenagem urbana de Manaus depende de sua capacidade de detectar, prevenir e responder rapidamente a eventos que comprometam a integridade das redes de micro e macrodrenagem, o funcionamento dos dispositivos de retenção, a estabilidade dos taludes, a fluidez

dos canais e igarapés urbanos e a segurança da população durante eventos de chuvas intensas e cheias excepcionais do Rio Negro.

Eventos críticos incluem:

- obstruções de galerias e bocas de lobo;
- assoreamento de canais e igarapés;
- erosões e rompimentos estruturais;
- colapso de taludes e margens;
- enchentes rápidas (“flash floods”);
- danos provocados por obras de terceiros;
- ocupações sobre faixas de servidão;
- aumento súbito de vazões devido a chuvas extremas;
- interferências climáticas severas (cheias históricas e estiagens extremas).

Considerando a baixa declividade natural do relevo manauara, a vulnerabilidade estrutural das bacias urbanas, a ocupação irregular das margens dos igarapés e a integração crítica entre drenagem, uso do solo e resíduos sólidos, torna-se indispensável definir um conjunto estruturado de ações de prevenção, emergência e contingência.

Figura 173 – Variação dos níveis máximos do rio Negro desde 1905



Fonte: Autores, 2025.

A resiliência do sistema de drenagem de Manaus depende de sua capacidade de prevenir, mitigar e responder de forma coordenada a situações de emergência, interrupções operacionais, eventos climáticos extremos e ocorrências que possam comprometer a continuidade e a qualidade da sua função.

3.3.1 Caracterização Geral das Situações de Emergência

As emergências que impactam o Sistema de Drenagem Urbana de Manaus de Manaus podem ser agrupadas em quatro grandes categorias:

3.3.1.1 Falhas Hidráulicas e Estruturais

Incluem:

- obstruções de bocas de lobo, ramais pluviais e galerias;

- assoreamento acentuado de canais naturais (igarapés) e canais artificiais;
- ruptura de tubulações enterradas por cargas excessivas;
- sobrecarga hidráulica durante eventos de chuva intensa.

Impactos típicos:

- alagamentos em vias e residências;
- danos patrimoniais;
- colapso parcial de pavimentos;
- contaminação ambiental por arraste de resíduos sólidos.

3.3.1.2 Comprometimento de Infraestruturas de Drenagem

Incluem:

- falha de dispositivos de retenção (bacias, valas, dissipadores);
- rompimento de gabiões e estruturas de contenção;
- deslizamentos em taludes de margens dos igarapés;
- entupimento de vertedouros e caixas coletoras;
- obstrução por resíduos sólidos e material de construção.

Impactos:

- perda de capacidade de amortecimento de cheias;
- agravamento de processos erosivos;
- instabilidade de margens e risco à população;
- cheias localizadas e aumento da velocidade de escoamento.

3.3.1.3 Eventos Climáticos Extremos e Cheias Severas

Manaus apresenta forte sensibilidade a eventos climáticos críticos. As cheias históricas do Rio Negro e as chuvas concentradas impactam diretamente:

- canais e galerias instaladas em cotas baixas;
- igarapés urbanizados e margens instáveis;
- áreas de várzea e ocupações irregulares;
- dispositivos de retenção que perdem eficiência sob nível elevado.

Eventos extremos podem:

- saturar toda a rede de microdrenagem;
- gerar refluxo para áreas urbanas;
- aumentar erosão nas margens;
- provocar deslizamentos em encostas.

3.3.1.4 Interferências Externas, Atos Vandalismo e Ocupações Irregulares

Incluem:

- rompimento de tubulações por obras terceiras;
- tampas de PV furtadas, causando queda de objetos e obstruções;
- depósitos ilegais de resíduos;
- ocupações sobre faixas de servidão impedindo acesso;
- ligações clandestinas e interligações indevidas com drenagem pluvial.

Impactos:

- aumento de obstruções e colapsos;
- risco à vida e dificuldade de acesso emergencial;
- aumento da carga de resíduos no sistema;
- agravamento das cheias e erosões.

3.3.2 Estrutura de Gestão da Crise e Fluxo Institucional

A resposta às emergências do sistema de esgotamento sanitário é organizada em três níveis operacionais e institucionais:

(i) Nível Operacional – Concessionária Águas de Manaus e SEMINF

Responsável por:

- atendimento imediato a ocorrências;
- inspeção de campo e desobstrução;
- desassoreamento emergencial;
- estabilização de margens;
- instalação de barreiras temporárias;
- operação de bacias e dispositivos de retenção;
- acionamento de limpeza mecanizada;
- comunicação direta com Defesa Civil.

(ii) Nível Tático-Regulatório – AGEMAN, SEMMAS, UGPM-Água, IMPLURB

Funções:

- coordenação intersetorial de apoio técnico;
- fiscalização ambiental e territorial;

- validação de medidas emergenciais;
- análise de impactos e conformidade ambiental;
- delimitação de áreas afetadas;
- comunicação de risco para a população.

(iii) Nível Estratégico – Comitê de Crise da Drenagem Urbana

Ativado quando a ocorrência:

- afeta múltiplas bacias ou bairros;
- coloca vidas em risco;
- compromete infraestrutura crítica;
- envolve colapso de margens ou escorregamentos;
- requer resposta integrada com Defesa Civil e órgãos ambientais.

Atribuições:

- coordenação unificada;
- priorização de recursos e equipes;
- acionamento de planos municipais de contingência;
- emissão de alertas públicos;
- articulação com mídia e comunicação oficial.

3.3.3 Contingências Relacionadas a Chuvas Intensas e Cheias

As chuvas extremas representam um dos maiores riscos para a drenagem urbana.

Impactos:

- inundação de áreas baixas;
- saturação total das galerias;
- colapso de taludes em igarapés;
- arraste maciço de resíduos;
- bloqueio de bocas de lobo e canais;
- erosões profundas e rompimento de estruturas.

Figura 174 – Evento Cheia do Rio Negro



Fonte: <https://www.wwf.org.br/?78988/Maior-cheia-da-historia-do-Rio-Negro-alaga-cidades-e-afeta-mais-de-455-mil-pessoas>.

Medidas de contingência:

1. Elevação de painéis elétricos e quadros de comando de dispositivos hidráulicos.

2. Barreiras móveis e sistemas anti-retorno em áreas críticas.
3. Desvio hidráulico temporário (by-pass).
4. Inspeção intensiva de bocas de lobo, PVs e caixas coletoras.
5. Limpeza mecanizada emergencial de canais.
6. Monitoramento contínuo via SIM-DREN dos níveis dos igarapés.

3.3.4 Falhas Generalizadas de Energia e Sistemas de Monitorização

A drenagem depende de equipamentos de:

- bombeamento local (quando existente),
- automação de comportas,
- telemetria e sensores.

Contingências:

1. Geradores de emergência para áreas críticas.
2. UPS para operação de sensores e telemetria.
3. Prioridade de restabelecimento pela concessionária de energia.
4. Monitoramento manual quando sistemas digitais estiverem indisponíveis.

Figura 175 – Manutenção da rede eléctrica



Foto: Divulgação.

3.3.5 Rompimentos de Galerias, Canais e Infraestruturas Críticas

Principais causas:

- erosão acelerada;
- recalque de solo;
- obras mal sinalizadas;
- assoreamento extremo;
- cargas indevidas de veículos pesados.

Medidas emergenciais:

1. Isolamento imediato da área.

2. Instalação de by-pass hidráulico.
3. Reparo emergencial.
4. Inspeção CCTV.
5. Contenção e estabilização de margens.
6. Reconstituição de pavimento e sinalização.

Figura 176 – Tubulação rompe na Avenida Pedro Teixeira, em Manaus



Fonte: Paulo Paixão/Rede Amazônica.

3.3.6 Contingências Operacionais em Estruturas e Dispositivos de Drenagem

Situações críticas:

- falhas de dissipadores;
- rompimento de gabiões;
- deslizamentos em margens;
- obstruções recorrentes por resíduos.

Medidas:

1. Reforço e recomposição estrutural.
2. Limpeza imediata e profunda.
3. Retirada de blocos instáveis.
4. Reforço com geotêxteis ou gabiões.
5. Ações de mitigação ambiental com SEMMAS.

3.3.7 Ações de Recuperação Pós-Evento

1. Normalização hidráulica da bacia afetada.
2. Reinspeção técnica de galerias, canais e margens.
3. Registro fotográfico e relatório de dano.
4. Atualização do SIM-DREN.
5. Reconstituição de pavimentos e passeios.
6. Revisão das medidas preventivas.
7. Registro das lições aprendidas no Plano de Contingência da Drenagem.

Figura 177 – Rios e igarapés de Manaus são depósitos de lixo durante todo o ano



Fonte: Valter Calheiros.

3.4 SIMULACROS E EXERCÍCIOS DE TREINAMENTO

A eficácia de um Plano de Contingência para o sistema de drenagem urbana não depende apenas da elaboração de protocolos e manuais, mas sobretudo da capacidade das instituições envolvidas em executar ações de resposta de maneira coordenada, tempestiva e tecnicamente adequada. Nesse sentido, a realização de simulacros e exercícios operacionais configura-se como ferramenta essencial para:

- validar os procedimentos previstos;
- treinar equipes de campo e equipes de coordenação;
- testar fluxos de comunicação e articulação interinstitucional;
- identificar fragilidades operacionais e estruturais;

- aprimorar a interoperabilidade entre AM-DREN, SEMINF, AGEMAN, Defesa Civil, SEMMAS, SEHAB e IMPLURB;
- fortalecer a governança do sistema de drenagem, sobretudo nas bacias críticas.

Os simulacros devem reproduzir, de forma controlada e realista, os cenários de risco característicos do sistema de drenagem urbana de Manaus, incluindo:

- obstruções severas de galerias, ramais e bocas de lobo;
- assoreamento súbito de canais naturais e artificiais;
- transbordamentos de igarapés durante chuvas extremas;
- erosões aceleradas e colapso de taludes;
- falhas em dispositivos de contenção e dissipação de energia;
- rompimentos de galerias ou estruturas enterradas;
- refluxo e alagamentos decorrentes do aumento rápido do nível do Rio Negro;
- bloqueios causados por resíduos sólidos, entulho e material de construção;
- ocupações irregulares que impedem acesso às faixas de servidão.

Cada exercício deve seguir um roteiro previamente definido, com:

- objetivos claros,
- etapas operacionais,
- responsabilidades institucionais,
- protocolos de notificação e comunicação, e

- indicadores de desempenho (tempo de resposta, eficácia da manobra, mitigação dos impactos, tempo para restabelecimento da normalidade).

3.4.1 Periodicidade e Tipos de Simulacros

A realização de simulacros é recomendada com a seguinte periodicidade:

3.4.1.1 Simulacro operacional de grande escala – a cada dois anos

Envolve:

AM-DREN, SEMINF, Defesa Civil, AGEMAN, SEMMAS, SEHAB e equipes de monitoramento do SIM-DREN.

Simula eventos como: alagamentos críticos, colapso de canal, deslizamentos, transbordamento de igarapés e erosão grave.

3.4.1.2 Simulacros de mesa (“tabletop exercises”) – semestrais

- Voltados a cenários complexos que afetam múltiplas bacias, como:
- ruptura de galeria estrutural,
- obstruções generalizadas,
- cheias severas,
- colapso de taludes,
- eventos de grande impacto ambiental.

3.4.1.3 Simulações integradas com o sistema de esgotamento e resíduos sólidos

Justificativa: drenagem, esgoto e resíduos são interdependentes na formação de pontos de alagamento e colapso hidráulico.

3.4.1.4 Impactos esperados dos simulacros

- fortalecimento da governança;
- redução da vulnerabilidade operacional;
- melhoria da coordenação interinstitucional;
- aumento da capacidade preditiva do SIM-DREN;
- aprimoramento dos protocolos de contingência.

3.4.2 Fases dos Simulacros

Os simulacros devem seguir três fases estruturadas:

(i) Fase de Preparação

- definição dos cenários e hipóteses de falhas estruturais e hidráulicas;
- identificação dos recursos necessários (equipes, retroescavadeiras, caminhões-vácuo, dragas, bombas, barreiras, EPI);
- definição dos papéis e responsabilidades por instituição;
- alinhamento prévio com AM-DREN, SEMINF, SEMMAS, AGEMAN, SEHAB e Defesa Civil;
- parametrização de indicadores para avaliação de desempenho.

(ii) Fase de Execução

- simulação realista do cenário crítico;
- acionamento de protocolos operacionais da AM-DREN e SEMINF;
- mobilização de equipes de campo, inspeção e monitoramento;

- validação dos fluxos de comunicação entre SIM-DREN, CGIDRU e órgãos municipais;
- avaliação em tempo real da eficácia das ações de mitigação;
- registro dos tempos de resposta e dos impactos controlados.

(iii) Fase de Análise Pós-Evento

- elaboração de relatório técnico detalhado;
- identificação das vulnerabilidades observadas;
- avaliação dos indicadores (tempo de resposta, desempenho das equipes, coordenação interinstitucional);
- revisão das rotinas operacionais e dos protocolos de acionamento;
- atualização do Plano de Contingência;
- incorporação das lições aprendidas ao SIM-DREN.

3.4.3 Responsabilidades Institucionais nos Simulacros

A definição clara das responsabilidades é fundamental.

AM-DREN (Responsável Técnico Operacional)

- coordena toda a execução operacional dos simulacros;
- mobiliza equipes de manutenção, equipamentos pesados e veículos;
- opera sistemas de inspeção, desassoreamento e monitoramento;
- registra tempos de resposta, volumes escoados e impactos evitados.

AGEMAN (Autoridade Reguladora)

- acompanha e avalia os simulacros;

- verifica conformidade com protocolos e padrões regulatórios;
- registra e analisa lições aprendidas;
- recomenda ajustes operacionais e institucionais.

Defesa Civil Municipal

- intervém quando houver risco à população;
- coordena ações em cenários de alagamento, deslizamento ou erosão crítica;
- apoia na emissão de alertas e na comunicação pública.

SEMINF

- executa intervenções estruturais simultâneas (reabilitação de galerias, estabilização de taludes, limpeza mecanizada de canais);
- responde a cenários envolvendo alagamentos em vias públicas e colapso de infraestrutura.

SEMMAS

- acompanha cenários que envolvam impactos ambientais;
- orienta ações de mitigação e remediação de margens e igarapés.

SEHAB

- atua quando simulacros envolvem áreas de ocupação irregular em zonas de risco;
- apoia o controle territorial e a remoção preventiva em situações críticas.

IMPLURB

- participa de simulações relacionadas ao uso do solo, faixas de servidão e áreas de preservação;
- avalia conformidade urbanística das ações emergenciais.

UGPM-Água

- integra dados operacionais ao SIM-DREN;
- participa da coordenação técnica e do registro pós-evento.

3.4.4 Testes de Comunicação e Sala de Situação

A comunicação é um componente crítico do Plano de Contingência.

Os simulacros devem testar:

- acionamento do SIM-DREN e da Sala de Situação da Drenagem;
- comunicação entre AM-DREN, SEMINF, AGEMAN, SEMMAS, Defesa Civil, SEHAB e IMPLURB;
- eficácia dos alertas emitidos para equipes de campo;
- fluxos de comunicação com o CGIDRU;
- protocolos de comunicação com a imprensa e com a população.

A comunicação pública deve ser testada quanto a:

- rapidez na emissão de alertas;
- clareza das mensagens;
- orientações à população em caso de risco;

- mitigação da desinformação em redes sociais.

4 MECANISMOS E PROCEDIMENTOS PARA A AVALIAÇÃO SISTEMÁTICA DA EFICIÊNCIA, EFICÁCIA E EFETIVIDADE DAS AÇÕES PROGRAMADAS

– PRODUTO 5

4.1 INTRODUÇÃO

O sistema de drenagem urbana de Manaus enfrenta um conjunto de desafios estruturais, operacionais e institucionais que afetam a eficiência do manejo das águas pluviais, a segurança da população, a integridade ambiental dos igarapés urbanos e a própria funcionalidade do espaço urbano.

A rede de drenagem existente, composta por canais, galerias e dispositivos de micro e macrodrenagem, encontra-se em grande parte subdimensionada, degradada ou obstruída, operando sem manutenção preventiva sistemática e com baixa integração entre bacias e sub-bacias.

As principais causas dessa fragilidade estão associadas à falta de planejamento integrado, à ausência de cadastro técnico completo, à insuficiência de dispositivos de retenção e amortecimento de cheias, à ocupação irregular das áreas de várzea e leito de cheia, e à carência de políticas públicas permanentes de manutenção e controle do sistema.

Além disso, a presença de resíduos sólidos nas redes de drenagem e nos igarapés, a ocupação de margens sensíveis, e a interferência do esgoto doméstico em estruturas de drenagem pluvial agravam o cenário de vulnerabilidade hidrológica e de risco sanitário.

O diagnóstico urbano-ambiental e o prognóstico 2025–2040 (Volume 03) demonstram que a reversão desse quadro depende de ações simultâneas e integradas nas dimensões de engenharia, gestão operacional, governança institucional, regulação, financiamento e ordenamento territorial.

A reabilitação e ampliação das redes de drenagem, a implantação de soluções baseadas na natureza (SBN), o controle de caudais na origem, a delimitação das zonas de proteção de cheias e o fortalecimento da regulação

municipal pela AGEMAN constituem os pilares da estratégia para alcançar um sistema de drenagem resiliente, eficiente e ambientalmente sustentável.

A expansão e modernização das infraestruturas deverão ocorrer em paralelo à:

- implantação do Plano Diretor de Drenagem Urbana (PDDU);
- criação da Autoridade Municipal de Drenagem e Águas Pluviais (AM-DREN);
- implementação do Sistema Municipal de Informação e Monitoramento da Drenagem (SIM-DREN);
- regularização e manutenção contínua das redes;
- e à integração das políticas de drenagem com habitação, resíduos sólidos e meio ambiente, promovendo uma abordagem territorial coerente e socialmente justa.
-

O Produto 5 apresenta, portanto, o Mecanismos e Procedimentos para a Avaliação Sistemática da Eficiência, Eficácia e Efetividade das Ações Programadas que Orientarão a Execução do Prognóstico da Drenagem Urbana de Manaus até 2040 (Produto 3):

Estrutura Estratégica do Prognóstico

A estratégia delineada foi organizada em cinco eixos estruturantes, que orientam as ações e investimentos até 2040:

- **Eixo 1 – Governança e Integração Institucional:** Fortalecimento da coordenação institucional, regulação e governança intersetorial.
- **Eixo 2 – Concepção, Expansão e Melhoria dos Serviços de Drenagem:** Reabilitação, ampliação e modernização das redes e estruturas de controle de cheias.

- **Eixo 3 – Otimização e Gestão Eficiente dos Recursos:** Digitalização de informações, manutenção preventiva e monitoramento inteligente.
- **Eixo 4 – Sustentabilidade Econômico-Financeira e Social:** Consolidação do Fundo Municipal de Drenagem, educação ambiental e engajamento comunitário.
- **Eixo 5 – Condições Básicas e Transversais (Adaptação, Ordenamento e Resiliência):** Adaptação climática, zoneamento hidrológico e proteção das áreas de risco.

A partir dessa estrutura, o plano estabelece medidas específicas, metas, programas e projetos estruturantes para cada eixo, articulando curto, médio e longo prazo (2025–2040) e definindo responsáveis, custos estimados e fontes de financiamento.

O documento traduz o prognóstico técnico em ações concretas de política pública, direcionando Manaus para um modelo de gestão da drenagem urbana que seja eficiente, transparente, sustentável e centrado na proteção da vida e do território.

Síntese dos Objetivos e Projetos

O Plano de Ação consolida 12 Medidas Estratégicas, distribuídas pelos cinco eixos, que representam o conjunto de políticas, programas, obras e atividades estruturantes necessárias ao alcance das metas de desempenho, resiliência e segurança hidrológica estabelecidas no prognóstico.

As ações prioritárias (2025–2027) correspondem aos oito Projetos Prioritários (PP1–PP8), responsáveis por estabelecer a base institucional, técnica e operacional indispensável à transformação do sistema de drenagem urbana. São elas:

- **PP1 – Instituição da AM-DREN:** Criação da Autoridade Municipal de Drenagem e Águas Pluviais, estrutura responsável pela gestão, operação, manutenção e planejamento integrado do sistema.
- **PP2 – Elaboração e aprovação do PDDU** (Plano Diretor de Drenagem Urbana): Instrumento normativo e técnico que orientará diretrizes, padrões de dimensionamento, priorização de obras e integração com o ordenamento territorial.
- **PP3 – Implantação do SIM-DREN** (Módulo Inicial): Cadastro técnico e inventário completo das infraestruturas de micro e macrodrenagem, levantamento georreferenciado, diagnóstico de condições estruturais e início do monitoramento hidrológico municipal.
- **PP4 – PRADU – Fase 1** (Reabilitação Emergencial da Drenagem Urbana): Intervenções urgentes nas bacias mais críticas, incluindo desassoreamento, substituição de galerias colapsadas, correções hidráulicas, estabilização de margens e reaproveitamento de estruturas existentes.
- **PP5 – Criação do Fundo Municipal de Drenagem Urbana (FMDU):** Instituição do mecanismo financeiro permanente destinado a garantir sustentabilidade econômica das ações de manutenção, operação e expansão da drenagem.
- **PP6 – PEADU-Manaus** (Educação Ambiental): Mobilização comunitária, campanhas de prevenção de resíduos nas redes, proteção dos igarapés e ações educativas em escolas, empresas e bairros.
- **PP7 – Implantação de Ecobarreiras e Limpeza Mecanizada nas Bacias Críticas:** Ampliação, modernização e operação integrada das ecobarreiras, com retenção de resíduos, redução de obstruções e mitigação de alagamentos.
- **PP8 – Elaboração do Zoneamento Hidrológico Municipal (ZHM):** Mapeamento das zonas de inundação, definição de cotas críticas,

identificação de áreas de risco hidrológico e base para licenciamento, fiscalização e intervenções estruturais.

Projetos Âncora (2026–2040)

Os Projetos Âncora constituem o núcleo estrutural do Plano de Ação e configuram a transformação de longo prazo. São apenas quatro, conforme definido no Prognóstico:

- **A1 – PRADU – Fase 2** (Reabilitação e Expansão Estrutural da Drenagem Urbana): Intervenções de grande porte, incluindo macrodrenagem, reservatórios de detenção, dispositivos de controle de vazão, correção geométrica de canais, estabilização de margens e parques drenantes.
- **A2 – PMDS** – Programa Municipal de Drenagem Sustentável (SBN em escala urbana): Implantação massiva de Soluções Baseadas na Natureza—jardins de chuva, pavimentos permeáveis, valas vegetadas, corredores ecológicos e áreas verdes drenantes, com meta de ampliar significativamente a infiltração e reduzir os picos de cheia.
- **A3 – PMCC-Manaus** – Programa de Controle de Cheias e Proteção de Infraestruturas Críticas: Construção de sistemas de amortecimento de cheias, reservatórios, bacias de retenção, dispositivos de dissipação, obras de proteção de unidades estratégicas (escolas, hospitais, viadutos) e mitigação de risco hidrológico.
- **A4 – PMACRU** – Programa Municipal de Adaptação Climática e Resiliência Urbana: Integração entre drenagem, clima, defesa civil, modelagem hidrometeorológica e planejamento urbano. Inclui cenários climáticos futuros, painéis de risco, protocolos de resposta e infraestrutura resiliente.

Esses projetos são complementares e interdependentes, cobrindo desde o fortalecimento institucional até a modernização tecnológica e a sustentabilidade financeira.

A realidade de Manaus exige que o plano seja implementado em múltiplas frentes simultâneas, e não de forma sequencial:

- Frente de engenharia: Intervenções em galerias, canais, poços de visita, redes obstruídas, reservatórios de detenção, proteção de margens, SBN e parques drenantes.
- Frente operacional: Manutenção preventiva contínua, limpeza mecanizada, monitoramento, resposta emergencial e operação inteligente do SIM-DREN.
- Frente institucional: AM-DREN, CGIDRU, CMDRU, aprovação do PDDU, ZHM, integração com AGEMAN, SEMINF, SEMMAS, IMPLURB, Defesa Civil.
- Frente territorial: Controle de ocupação irregular, reassentamentos, faixas de servidão, integração com PROSAMIM+, e proteção das APPs e várzeas.
- Frente ambiental: Ecobarreiras, redução de resíduos nas bocas de lobo, reflorestamento de margens, recuperação de igarapés, monitoramento da qualidade da água.
- Frente social: Educação ambiental, comunicação climática, engajamento comunitário, participação social e corresponsabilidade da população.

A execução paralela dessas frentes é fundamental para evitar atrasos estruturais e maximizar o impacto sanitário e ambiental.

4.2 METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO SISTEMÁTICA DA EFICIÊNCIA, EFICÁCIA E EFETIVIDADE DAS AÇÕES PROGRAMADAS

A avaliação sistemática do Plano de Ações e Projetos do Sistema de Drenagem Urbana de Manaus tem como finalidade assegurar que todas as iniciativas planejadas sejam executadas com eficiência, que cumpram as metas físicas, operacionais e ambientais estabelecidas, e que produzam impactos concretos na redução de alagamentos, na mitigação de riscos hidrológicos, na proteção dos igarapés urbanos, na qualidade ambiental e na segurança da população.

Esse processo constitui um dos pilares da governança da drenagem urbana, garantindo:

- transparência regulatória,
- rastreabilidade dos resultados,
- capacidade de detecção precoce de desvios operacionais,
- melhoria contínua da gestão,
- e fortalecimento institucional dos órgãos envolvidos.

A metodologia de avaliação está estruturada em três dimensões analíticas, eficiência, eficácia e efetividade, em consonância com boas práticas nacionais e internacionais, incluindo referenciais da ANA, IWA, SNIS, diretrizes de drenagem urbana sustentável, normas ambientais (CONAMA) e instrumentos de gestão de riscos hidrológicos.

4.2.1 Dimensões de Avaliação

4.2.1.1 Eficiência – “como os recursos foram utilizados?”

A eficiência mede a relação entre os recursos empregados e os produtos efetivamente gerados no sistema de drenagem urbana, avaliando a

produtividade das operações, a economicidade das intervenções e o desempenho operacional dos ativos. Exemplos de indicadores aplicáveis:

- custo por metro de galeria reabilitada, recuperada ou implantada;
- custo por metro de canal desassoreado;
- custo por ponto crítico eliminado;
- eficiência do uso de equipamentos (horas-máquina, rendimento por intervenção);
- tempo médio de resposta a ocorrências de alagamento;
- grau de automação e monitoramento (sensores, pluviômetros, telemetria integrada ao SIM-DREN);
- índice de manutenção preventiva executada versus programada;
- variação do custo operacional por bacia crítica;
- produtividade da limpeza mecanizada (m^3 de resíduos removidos por operação).

Os indicadores de eficiência são monitorados mensalmente pela AM-DREN e SEMINF e reportados à AGEMAN.

4.2.1.2 Eficácia – “o que foi entregue?”

A eficácia verifica se as ações previstas foram executadas conforme planejado, mensurando a execução física e a entrega operacional das intervenções de drenagem. Exemplos de indicadores:

- extensão de galerias, ramais pluviais e canais reabilitados;
- número de bocas de lobo recuperadas e desobstruídas;
- número de taludes estabilizados;
- número de ecobarreiras instaladas e em funcionamento;

- implantação de dispositivos de contenção e dissipação;
- desassoreamento executado (m^3 removidos);
- implantação e atualização do cadastro técnico (SIM-DREN);
- eliminação de pontos críticos mapeados no PDDU;
- realização de simulacros de contingência (alagamento, erosão, cheias);
- implementação de SBN (jardins de chuva, pavimentos permeáveis).

A avaliação da eficácia ocorre semestralmente, sob coordenação da AGEMAN.

4.2.1.3 Efetividade – “que impacto real foi produzido?”

A efetividade mede os resultados estruturais, permanentes e cumulativos das ações, refletindo mudanças concretas no território, na segurança da população, na resiliência climática e na qualidade ambiental dos igarapés.

Exemplos de indicadores:

- redução da frequência e duração de alagamentos por bacia;
- redução do número de pontos críticos ativos;
- melhoria do escoamento em microdrenagem (vazão restabelecida);
- redução do assoreamento recorrente;
- estabilização de margens e redução de erosões;
- melhoria do IQA dos igarapés afetados por processos erosivos;
- aumento da capacidade de retenção e amortecimento de cheias;
- redução do volume de resíduos sólidos coletados nas redes;
- integração da drenagem com o ordenamento territorial (ZHM adotado no licenciamento);

- redução de áreas de risco hidrológico mapeado;
- satisfação dos usuários nas áreas beneficiadas (percepção de alagamentos, acessibilidade, segurança).

A efetividade é avaliada anualmente, pois reflete impactos de médio e longo prazo.

4.2.2 Estrutura Metodológica Integrada (Mensal, Semestral e Anual)

A avaliação sistemática será conduzida em **três níveis complementares**, assegurando rastreabilidade e transparência. Os relatórios serão disponibilizados no portal da Prefeitura e da AGEMAN.

4.2.2.1 Avaliação Operacional (Mensal) — Concessionária

Foco: eficiência.

Instrumentos:

- SIM-DREN (dados de cadastros, ocorrências e sensores);
- indicadores operacionais (ocorrências, tempo de resposta, produtividade, recursos mobilizados);
- relatório de manutenção preventiva e corretiva;
- registros de desassoreamento, limpeza mecanizada e manejo de resíduos;
- mapeamento mensal de pontos críticos.

Produto: *Relatório Operacional Mensal da Drenagem Urbana (ROM-DREN).*

4.2.2.2 Avaliação Regulatória (Semestral) — AGEMAN

Foco: eficácia.

Instrumentos:

- auditoria dos dados cadastrados no SIM-DREN;
- inspeções de campo em canais, galerias, bocas de lobo e taludes;
- validação dos indicadores de execução física;
- monitoramento de impactos ambientais junto à SEMMAS;
- verificação do cumprimento das metas dos PP e dos Projetos Âncora.

Produto: *Relatório Técnico-Semestral de Desempenho da Drenagem Urbana (RTSD-DREN).*

4.2.2.3 Avaliação Estratégica (Anual) — Comitê Gestor Interinstitucional

Foco: efetividade.

Instrumentos:

- matrizes de risco e impacto hidrológico;
- indicadores anuais de resiliência urbana e redução de alagamentos;
- monitoramento ambiental dos igarapés;
- avaliação da implementação do ZHM e do PDDU;
- análise do cumprimento das metas 2030 e 2040.

Produto: *Relatório Anual de Efetividade da Drenagem Urbana (RAED-Manaus).*

4.2.3 Ferramentas de Avaliação

Para garantir consistência, rastreabilidade e comparabilidade dos resultados, o processo utiliza:

- Matriz Lógica (Logframe) por projeto;
- Indicadores IWA adaptados à drenagem (pontos críticos eliminados, capacidade de amortecimento, eficiência operacional);
- Matriz de Eficiência Econômica (custo por metro reabilitado, por intervenção, por ponto crítico eliminado);
- Matriz de Eficácia (metas físicas × entregas);
- Matriz de Efetividade (impactos urbanos, ambientais e climáticos);
- Painel de Governança SIM-DREN (dashboards automáticos);
- auditorias internas e externas;
- controle social via Portal do Saneamento e Conselho Municipal.

4.2.4 Integração com Indicadores e Metas por Projeto

As tabelas de metas e indicadores definidas para cada projeto prioritário e projeto âncora orientam toda a avaliação, assegurando que cada iniciativa seja monitorada com precisão técnica e verificabilidade independente.

Cada indicador é classificado conforme sua natureza:

- eficiência (uso racional de recursos);
- eficácia (entregas e execução física);
- efetividade (impacto ambiental, sanitário e operacional).

Assim, cada projeto possui um tripé avaliativo, garantindo que sua análise não se limite a obras concluídas, mas avalie a transformação estrutural do sistema, especialmente a:

- eliminação de pontos críticos;
- redução de alagamentos;
- aumento da capacidade de escoamento;
- proteção dos igarapés e das margens;
- ampliação da resiliência hídrica e climática;
- redução de resíduos sólidos na rede;
- aumento da segurança de áreas vulneráveis.

Tabela 43 – Indicadores de Eficiência, Eficácia e Efetividade

Indicador Essencial	Fórmula IWA / Técnica	Tipo	Justificativa (alinhada aos Projetos Prioritários)
1. Índice de Pontos Críticos Eliminados (IPCE)	$IPCE = (PCE / PCT) \times 100$ <i>PCE = pontos críticos eliminados PCT = total de pontos críticos mapeados</i>	Efetividade	Central para o PP4 (PRADU – Fase 1), PP8 (ZHM) e PP2 (PDDU) ; mede o impacto real das ações estruturais de drenagem.
2. Grau de Atualização do SIM-DREN (GASD)	$GASD = (\text{Cadastro Atualizados} / \text{Total de Infraestrutura}) \times 100$	Eficácia	Diretamente relacionado ao PP3 (SIM-DREN) ; base para planejamento, regulação e resposta a emergências.
3. Índice de Manutenção Preventiva Executada (IMPE)	$IMPE = (\text{Manutenção Preventiva Executada} / \text{Programada}) \times 100$	Eficiência	Essencial para PP4 (PRADU F1) e PP7 (Ecobarreiras) ; reduz colapsos, obstruções e alagamentos.
4. Tempo Médio de Resposta a Ocorrências (TMR)	$TMR = \Sigma (\text{tempo de atendimento}) / \text{nº de ocorrências}$	Eficiência	Alinhado ao PP1 (AM-DREN) ; mede eficiência operacional e capacidade de resposta a eventos emergenciais.
5. Índice de Desassoreamento Efetivo (IDE)	$IDE = (\text{m}^3 \text{ removidos} / \text{m}^3 \text{ estimados necessários}) \times 100$	Efetividade	Crítico para o PP4 (PRADU F1) e A2 (PRADU F2) ; impacta capacidade dos canais e mitigação de cheias.
6. Índice de Funcionalidade das Bocas de Lobo (IF-BL)	$IF-BL = (\text{Bocas de lobo desobstruídas} / \text{total de bocas de lobo}) \times 100$	Eficiência	Alinhado ao PP4 (PRADU F1) e PP7 (Ecobarreiras) ; reduz alagamentos localizados.
7. Índice de Resíduos Retidos por Ecobarreiras (IRR-ECO)	$IRR-ECO = \text{m}^3 \text{ de resíduos retidos por mês}$	Efetividade	Relacionado ao PP7 (Implantação de Ecobarreiras) ; indica impacto direto na redução de obstruções.
8. Índice de Estabilização de Taludes (IETAL)	$IETAL = (\text{Trechos estabilizados} / \text{trechos vulneráveis}) \times 100$	Efetividade	Derivado do PP4 (PRADU F1) e PP8 (ZHM) ; reduz risco de erosão e colapso estrutural.
9. Índice de Implementação de SBN (I-SBN)	$I-SBN = (\text{Áreas SBN implantadas} / \text{meta anual}) \times 100$	Eficácia	Essencial para A3 (PMDS – SBN) ; mede implantação de jardins de chuva, pavimentos permeáveis, bacias verdes.

Indicador Essencial	Fórmula IWA / Técnica	Tipo	Justificativa (alinhada aos Projetos Prioritários)
10. Índice de Alagamentos Reincidentes (IAR)	IAR = nº de alagamentos repetidos / mês	Efetividade	Crucial para PP4 (PRADU F1) e A2 (PRADU F2) ; sinaliza problemas persistentes ou falhas no sistema.
11. Índice de Obras Executadas vs Planejadas (IOEP)	IOEP = (Obras concluídas / previstas) × 100	Eficácia	Alinhado ao PP2 (PDDU) ; mede entrega física das intervenções estruturantes.
12. Índice de Limpeza Mecanizada Executada (ILME)	ILME = (Trechos limpos / trechos programados) × 100	Eficiência	Relacionado a PP7 (Ecobarreiras + Limpeza Mecanizada) ; reduz obstruções e assoreamento.
13. Índice de Regularização de Faixas de Servidão (IRFS)	IRFS = (Trechos desobstruídos / trechos com ocupação irregular) × 100	Efetividade	Essencial para PP8 (ZHM) e apoio ao PP4 ; garante acesso operacional às redes.
14. Índice de Monitoramento Hidrológico Ativo (IMHA)	IMHA = (sensores ativos / sensores instalados) × 100	Eficiência	Fundamental para PP3 (SIM-DREN) e A1 (PMACRU) ; base para previsões e resposta a eventos extremos.
15. Índice de Risco Hidrológico Reduzido (IRHR)	IRHR = (Áreas de risco mitigadas / áreas de risco total) × 100	Efetividade	Indicador principal do PP8 (ZHM) e A4 (PMCC-Manaus) ; mede impacto sobre a segurança da população.

4.2.5 Análise de Desvios e Revisão Contínua

Sempre que os indicadores de eficiência, eficácia ou efetividade apresentarem desvios significativos em relação às metas estabelecidas no Plano de Ação da Drenagem Urbana:

4.2.5.1 AM-DREN

A AM-DREN identifica as causas técnicas ou operacionais

A Autoridade Municipal de Drenagem realiza:

- diagnóstico preliminar do desvio;
- identificação de falhas de manutenção, operação ou dimensionamento;
- análise de limitações estruturais, assoreamento, obstruções e impactos climáticos;
- verificação da disponibilidade de recursos, equipamentos e equipes.

4.2.5.2 AGEMAN

A AGEMAN realiza análise regulatória e validação

A Agência Reguladora:

- avalia a consistência dos dados reportados;
- verifica conformidade com os indicadores e metodologias definidas;
- confirma ou reajusta a classificação do desvio (leve, moderado, crítico);
- emite recomendações técnicas e determina prazos de correção.

4.2.5.3 CGIDRU

O Comitê Gestor Interinstitucional (CGIDRU) define medidas corretivas

O Comitê delibera, de forma coordenada entre AM-DREN, SEMINF, SEMMAS, SEHAB, IMPLURB e Defesa Civil, adotando medidas como:

- reforço orçamentário para intervenções emergenciais ou estruturais;
- alterações de cronograma das obras e serviços prioritários;
- ajustes contratuais ou regulatórios, quando aplicável;
- reavaliação e substituição de tecnologias (SBN, dispositivos hidráulicos, sensores, limitações estruturais);

- revisão ou recalibração das metas, quando o cenário hidrológico ou territorial justificar.

Esses procedimentos asseguram gestão adaptativa, correção tempestiva e melhoria contínua do desempenho do sistema de drenagem urbana.

4.2.6 Revisão Quadrienal do Plano

A cada quatro anos, será realizada uma revisão geral do Plano de Ação e dos Projetos do Sistema de Drenagem Urbana de Manaus, com atualização dos seus componentes técnico-operacionais, regulatórios e estratégicos.

A revisão quadrienal incorporará:

- resultados consolidados da avaliação anual de efetividade;
- evolução da demanda urbana e expansão territorial;
- alteração no padrão de chuvas e riscos climáticos emergentes;
- atualizações do Zoneamento Hidrológico Municipal (ZHM);
- novos marcos legais, regulatórios e ambientais;
- lições aprendidas de eventos críticos e contingências;
- avanços tecnológicos aplicáveis (SBN, monitoramento inteligente, modelagem preditiva);
- necessidade de redimensionamento dos projetos estruturantes (PRADU, PMDS, PMCC-Manaus, PMACRU);
- atualização de metas, indicadores e prioridades territoriais.

A revisão quadrienal garante que o Plano permaneça atualizado, resiliente, tecnicamente coerente e alinhado ao crescimento urbano e às mudanças climáticas.

4.3 INDICADORES E METAS

A metodologia de avaliação sistemática apresentada no Capítulo 2 estabelece as bases conceituais e operacionais para medir a eficiência, a eficácia e a efetividade das ações programadas no âmbito do sistema de abastecimento de água de Manaus.

Para que essa metodologia possa ser aplicada de forma rigorosa, transparente e verificável, é indispensável dispor de um conjunto estruturado de indicadores e metas, organizados por eixo estratégico e por projeto, que permitam acompanhar a evolução das ações e mensurar os seus resultados ao longo do horizonte do Plano.

O presente capítulo consolida esses indicadores e metas, funcionando como a tradução prática da metodologia de avaliação anteriormente apresentada. Enquanto o Capítulo 2 explica *como* avaliar, definindo critérios, periodicidade, responsabilidades e dimensões avaliativas, no Capítulo 3 é apresentado *o que* será avaliado, por meio de tabelas que sintetizam:

- a situação atual (linha de base),
- as metas estabelecidas para 2030 e 2040,
- os indicadores selecionados para o monitoramento, e
- a fórmula de cálculo ou método de apuração,
- a tipologia avaliativa (eficiência, eficácia ou efetividade) a que cada indicador pertence.

Dessa forma, os quadros apresentados neste capítulo constituem o instrumento operativo central da avaliação descrita no capítulo anterior. São eles que possibilitam:

- monitorar o desempenho por eixo e por projeto;

- verificar se as ações estão sendo executadas conforme o previsto;
- identificar tendências, riscos e desvios;
- aferir impactos estruturais na prestação do serviço;
- apoiar a tomada de decisão regulatória e gerencial;
- e garantir rastreabilidade e transparência ao ciclo de gestão do Plano.

Pretende-se com a articulação da metodologia (Capítulo 2) com os instrumentos de medição (Capítulo 3), estabelecer um sistema de avaliação plenamente funcional, capaz de produzir diagnósticos contínuos, orientar correções de rumo e subsidiar a revisão quadrienal do Plano Municipal de Saneamento Básico.

A seguir são apresentadas as tabelas de indicadores e metas por eixo estratégico e, posteriormente, as tabelas de indicadores e metas por projeto estruturante, alinhadas aos objetivos definidos no Prognóstico e no Plano de Ação.

4.3.1 Monitoramento por Eixo Estratégico

4.3.1.1 Eixo 1 – Governança e Integração Institucional

O Eixo 1 visa consolidar um modelo de governança eficiente e transparente, assegurando a integração entre os órgãos municipais, estaduais e concessionárias, o fortalecimento da regulação e a participação dos stakeholders no processo decisório.

Tabela 44 – Metas e Indicadores do Eixo estratégico 1

Objetivo Operacional	Indicador	Unidade	Meta 2025	Meta 2030	Meta 2040
1.1 – Estruturação do Modelo de Governança da Drenagem Urbana	Existência da AM-DREN (Autoridade Municipal de Drenagem) e Comitê Gestor Interinstitucional (CGIDRU)	Status institucional	Inexistente	AM-DREN e CGIDRU criados e operacionais	Governança consolidada, com regulação própria e autonomia orçamentária
1.2 – Elaboração e Consolidação do Plano Diretor de Drenagem Urbana (PDDU)	Situação do PDDU	Status legal	Não existente	PDDU aprovado e em execução inicial	PDDU revisado e integrado ao PDUA e LUOS
1.3 – Instituição do Conselho Municipal de Drenagem e Resiliência Urbana	Existência e funcionamento do Conselho	Status institucional	Inexistente	Conselho criado e em funcionamento	Conselho atuante com reuniões regulares e relatórios anuais publicados
1.4 – Integração Institucional e Coordenação entre SEMINF, SEMMAS, Defesa Civil, IMPLURB e AGEMAN	Grau de integração intersetorial	% de fluxos integrados / protocolos ativos	50% dos protocolos integrados e operações conjuntas regulares	0% (não estruturado)	100% integração institucional consolidada em gestão contínua
1.5 – Implantação do Sistema Municipal Integrado de Informações sobre Saneamento e Drenagem (SMIIS-D / SIM-DREN – módulo governança)	Sistema ativo e atualizado	% de implantação	20% (inicial)	70% com integração plena entre órgãos	100% operação consolidada, dados em tempo real, interface pública
1.6 – Implementação do Painel Digital de Acompanhamento de Investimentos (PDAI-D)	Grau de operacionalização	Status do sistema	Não existente	Plataforma criada, atualizações trimestrais	Plataforma consolidada, com auditorias automáticas e integração financeira
1.7 – Fortalecimento da Regulação da Drenagem pela AGEMAN	Relatórios regulatórios publicados	Nº/ano	0	1 relatório anual publicado	1 relatório anual publicado + auditorias externas
1.8 – Criação do Conselho Municipal de Drenagem e Resiliência Urbana (CMDRU)	Instalação e funcionamento do CMDRU	Status	Inexistente	Criado e operacional	Conselho consolidado com participação social ampliada

Resultado esperado: governança integrada, com coordenação efetiva entre os órgãos, transparéncia regulatória e maior controle social sobre a execução do PMSB.

4.3.2.2 Eixo 2 – Melhoria da Qualidade dos Serviços Prestados

O Eixo 2 busca ampliar a cobertura e a eficiência do sistema de esgotamento, consolidando o modelo centralizado e garantindo o tratamento integral dos efluentes, a erradicação das descargas e a universalização dos serviços até 2040.

Tabela 45 – Metas e Indicadores do Eixo estratégico 2

Objetivo Operacional	Indicador	Unidade	Meta 2025	Meta 2030	Meta 2040
2.1 Reabilitar e ampliar a microdrenagem urbana	Extensão de redes reabilitadas/implantadas	km/ano	5 km	30 km	60 km
2.2 Reabilitar canais principais dos igarapés (Educandos, Quarenta, São Raimundo, Tarumã)	Trechos reabilitados com melhoria hidráulica	% de trechos	5%	40%	100%
2.3 Implementar Soluções Baseadas na Natureza (SBN)	Áreas drenantes com SBN implantadas	hectares	5 ha	40 ha	150 ha
2.4 Ampliar o sistema de ecobarreiras flutuantes	Ecobarreiras instaladas	nº de unidades	5	20	35
2.5 Criar zonas de proteção de cheias e áreas não edificáveis	Zonas de cheia delimitadas	% do território crítico	20%	70%	100%
2.6 Implantar estações de detenção e amortecimento de cheias	Estruturas implantadas	nº de unidades	1	6	10

Resultado esperado: sistema centralizado de coleta e tratamento plenamente operacional, com cobertura ampliada, erradicação de descargas e integração técnica com o abastecimento de água.

4.3.2.3 Eixo 3 – Otimização e Gestão Eficiente dos Recursos

O Eixo 3 tem como foco a eficiência operacional, a gestão preventiva e a otimização das infraestruturas, incluindo a criação de poços de visita, planos de manutenção e controle de caudais pluviais e infiltrações.

Tabela 46 – Metas e Indicadores do Eixo estratégico 3

Objetivo Operacional	Indicador	Unidade	Meta 2025	Meta 2030	Meta 2040
3.1 Implantar o Sistema Municipal de Informação e Monitoramento da Drenagem (SIM-DREN)	Infraestrutura cadastrada e infraestrutura integrada ao sistema	% de cadastrada	20%	70%	100%
3.2 Desenvolver modelagem hidrológica e hidráulica das bacias urbanas	Bacias modeladas	nº de bacias	2	10	20
3.3 Implantar centro de controle e alerta de alagamentos	Centro operacional em funcionamento	Status	Planejamento iniciado	Centro implantado	Operação 24/7 com previsões automáticas
3.4 Estabelecer programa de manutenção preventiva padronizada (PPMR-DU)	Execução da manutenção preventiva	% executado	30%	70%	100%
3.5 Capacitação contínua das equipes técnicas	Treinamentos realizados	nº/ano	2	6	10
3.6 Implementar inspeção avançada (CCTV, georadar, inspecionada drones)	Infraestrutura anualmente	% da rede estratégica	10%	50%	100%

Resultado esperado: sistema operacionalmente eficiente, com manutenção contínua, inspeção periódica e controle hidráulico integrado entre drenagem e esgoto.

4.3.2.4 Eixo 4 – Sustentabilidade Económico-Financeira e Social

O Eixo 4 visa garantir o equilíbrio econômico-financeiro do sistema, a modicidade tarifária e a inclusão social, assegurando a capacidade de investimento e a equidade no acesso aos serviços.

Tabela 47 – Metas e Indicadores do Eixo estratégico 4

Objetivo Operacional	Indicador	Unidade	Meta 2025	Meta 2030	Meta 2040
4.1 Criar o Fundo Municipal de Drenagem Urbana (FMDU)	Existência e operacionalização do FMDU	Status	Proposta elaborada	Fundo criado e recebendo receitas	Fundo consolidado com capacidade plena de financiamento
4.2 Estudar viabilidade da taxa de manejo de águas pluviais	Relatório técnico e decisão	Status	Estudo iniciado	Estudo concluído e proposta encaminhada	Implementação condicionada ao marco regulatório
4.3 Integrar drenagem, limpeza pública e defesa civil no orçamento	Orçamentos integrados	% de integração orçamental	20%	60%	100%
4.4 Implementar programas de educação ambiental para redução de resíduos	Ações implementadas	nº de programas/ano	2	6	12
4.5 Tornar a drenagem elegível a financiamentos climáticos	Projetos submetidos a fundos climáticos	nº de projetos	1	5	15

Resultado esperado: sistema financeiramente equilibrado, com tarifas justas, custos otimizados e investimentos sustentáveis de longo prazo.

4.3.2.5 Eixo 5 – Condições Básicas e Transversais

O Eixo 5 consolida as bases institucionais e ambientais do sistema, garantindo a proteção das infraestruturas, a integração com drenagem e habitação e a adaptação às mudanças climáticas.

Tabela 48 – Metas e Indicadores do Eixo estratégico 5

Objetivo Operacional	Indicador	Unidade	Meta 2025	Meta 2030	Meta 2040
5.1 Implementar o Programa Municipal de Adaptação Climática e Resiliência Urbana (PMACRU)	Ações de adaptação implementadas	nº de ações	3	15	40
5.2 Mapear áreas de risco hidrológico	Áreas mapeadas e classificadas	% do território crítico	30%	80%	100%
5.3 Integrar drenagem ao planejamento urbano (ZHM + PDUA)	ZHM incorporado ao PDUA	Status	Elaboração iniciada	ZHM aprovado e integrado	Revisão contínua e vinculante
5.4 Implementar programas de educação ambiental e participação social	Programas implementados	nº/ano	2	8	18
5.5 Criar mecanismos de alerta comunitário para chuvas intensas	Sistemas de alerta implementados	nº de sistemas	1	15	40
5.6 Estabelecer parcerias com universidades e centros de pesquisa	Projetos de inovação nº em drenagem	nº de projetos	1	5	12

Resultado esperado: sistema resiliente e integrado ao planejamento urbano, com infraestrutura protegida, drenagem e esgoto compatíveis e capacidade de resposta a riscos climáticos e ocupações irregulares.

4.3.2.6 Monitoramento por Projeto

As tabelas a seguir apresentam o conjunto de indicadores e metas associadas a cada projeto estruturante do Plano, organizados de forma a permitir o acompanhamento sistemático da eficiência, eficácia e efetividade das ações programadas.

Esses indicadores constituem a base operacional do processo de monitoramento e avaliação, permitindo mensurar o desempenho das iniciativas, identificar desvios e orientar ajustes estratégicos ao longo da execução.

Projetos Prioritários (Curto Prazo – 2025–2027)

Projeto Prioritário (PP)	Descrição	Impactos Esperados
PP1 – Instituição da Autoridade Municipal de manutenção, planejamento e gestão integrada da drenagem urbana. Drenagem e Águas Pluviais (AM-DREN)	Criação do órgão responsável pela coordenação, operação, manutenção, planejamento e gestão integrada da drenagem urbana. Inclui estrutura administrativa, equipes técnicas, regulamentos internos e integração com SEMINF, SEMMAS, Defesa Civil e AGEMAN.	<ul style="list-style-type: none"> • Governança centralizada e eficiente • Redução da fragmentação institucional • Aumento da capacidade de resposta • Profissionalização da gestão da drenagem • Melhoria do planejamento e monitoramento
PP2 – Elaboração e Desenvolvimento do instrumento técnico-normativo que define diretrizes, critérios de dimensionamento, padrões construtivos, áreas e planejamento urbano de risco, prioridades de intervenção, planos de manutenção e regras de integração com o uso do solo. Aprovação do Plano Diretor de Drenagem Urbana (PDDU)	• Base legal e técnica para investimentos	<ul style="list-style-type: none"> • Maior coerência entre obras • Redução de desperdícios e retrabalhos • Priorização de bacias críticas • Instrumento estruturante para 2025–2040
PP3 – Implantação do SIM-DREN (Módulo Inicial)	Criação do Sistema Municipal Integrado de Informações de Drenagem: cadastro técnico georreferenciado, inventário de redes, canais, bocas de lobo, taludes, bacias de retenção, sensores, pluviômetros e módulos de monitoramento operacional.	<ul style="list-style-type: none"> • Dados confiáveis para planejamento • Capacidade de monitoramento em tempo real • Redução de incertezas e falhas de diagnóstico • Base para modelagem hidrológica e previsão de eventos • Transparência e rastreabilidade
PP4 – PRADU – Fase 1 (Reabilitação Emergencial da Drenagem Urbana)	Intervenções emergenciais nas bacias mais críticas: desassoreamento, reposição de galerias colapsadas, estabilização de margens, ampliação de capacidade hidráulica, limpeza profunda e correções estruturais em micro e macrodrenagem.	<ul style="list-style-type: none"> • Redução imediata de alagamentos • Reestabelecimento da capacidade de escoamento • Mitigação de riscos hidrológicos • Maior segurança para a população • Base inicial para PRADU Fase 2
PP5 – Criação do Fundo Municipal de Drenagem Urbana (FMDU)	Constituição de mecanismo financeiro permanente para manutenção, operação, ampliação e modernização da drenagem urbana, com fontes vinculadas, governança financeira, critérios de priorização e regras de transparência.	<ul style="list-style-type: none"> • Sustentabilidade econômica do sistema • R

PP1 – Instituição da Autoridade Municipal de Drenagem e Águas Pluviais

Indicador	Atual	Meta 2030	Meta 2040	Fórmula / Método	Tipo	Impacto Esperado
Existência e formalização da AM-DREN	Inexistente	Criada e operacional	Estruturada, com autonomia técnica e orçamentária	Verificação legal e administrativa	Eficácia	Centralização da governança e eliminação da fragmentação institucional
Protocolos interinstitucionais estabelecidos	0	5 protocolos ativos	12 protocolos integrados	nº de protocolos formalizados	Eficiência	Maior coordenação entre SEMINF, SEMMAS, Defesa Civil e AGEMAN
Tempo médio de resposta a ocorrências	Alto (>6h)	Redução para 4h	Redução para 2h	TMR = Σ tempo / nº ocorrências	Efetividade	Redução de alagamentos e riscos urbanos

PP2 – Elaboração e aprovação do Plano Diretor de Drenagem Urbana (PDDU)

Indicador	Atual	Meta 2030	Meta 2040	Fórmula / Método	Tipo	Impacto Esperado
Situação do PDDU	Inexistente	Aprovado e implementado	Revisado e integrado ao PDUA	Análise normativa	Eficácia	Marco técnico para orientar investimentos e obras
Bacias classificadas e priorizadas	Parcial	70%	100%	% de bacias com diagnóstico concluído	Eficiência	Priorização racional de investimentos
Normas técnicas revisadas	Desatualizadas	100% atualizadas	Atualizações contínuas	Verificação normativa	Eficiência	Redução de retrabalhos e obras ineficientes

PP3 – Implantação do SIM-DREN (Módulo Inicial)

Indicador	Atual	Meta	Meta 2040	Fórmula / Método		Tipo	Impacto Esperado			
				2030			%			
Infraestrutura cadastrada	<10%	70%	100%	% de ativos cadastrados		Eficácia	Base de dados	dados confiável	para planejamento e operação	
Pontos críticos registrados	Parcial	100%	Atualização contínua	Inventário DREN	SIM- DREN	Eficiência	Melhor priorização de intervenções			
Sensores de monitoramento instalados	0	50	120	nº de sensores instalados		Eficiência	Previsão de eventos e resposta rápida			

PP4 – PRADU – Fase 1 (Reabilitação Emergencial da Drenagem Urbana)

Indicador	Atual	Meta 2030	Meta 2040	Fórmula / Método		Tipo	Impacto Esperado			
				2030			2040			
Extensão reabilitada de microdrenagem	Muito baixa	30 km	60 km	medição direta (km)			Eficácia	Redução imediata de alagamentos		
Volume desassoreado	<5% necessário	40%	80%	m³ removidos / previstos		Eficiência	Aumento da capacidade de escoamento			
Pontos críticos eliminados	Baixo	60%	100%	IPCE = PCE/PCT			Efetividade	Segurança urbana e adequação hidráulica		

PP5 – Criação do Fundo Municipal de Drenagem Urbana (FMDU)

Indicador	Atual	Meta 2030	Meta 2040	Fórmula / Método	Tipo	Impacto Esperado
Situação do Fundo	Inexistente	Criado ativo	Autossustentável	Verificação financeira	Eficácia	Sustentabilidade de longo prazo
Receitas anuais do Fundo	R\$ 0	R\$ 30 milhões	R\$ 80 milhões	análise contábil	Eficiência	Maior capacidade de investimento
% do orçamento da drenagem garantido	Instável	50%	80%	% receitas vinculadas	Efetividade	Estabilidade financeira para manutenção

PP6 – PEADU-Manaus – Programa Municipal de Educação Ambiental

Indicador	Atual	Meta 2030	Meta 2040	Fórmula / Método	Tipo	Impacto Esperado
Programas realizados por ano	0–2	8	18	nº de ações	Eficácia	Redução de resíduos que obstruem drenagem
Redução de resíduos coletados	sem medição	20%	40%	m³/mês	Eficiência	Menos obstruções, menos alagamentos
Engajamento comunitário	Baixo	Médio	Elevado	nº de participantes	Efetividade	Mudança cultural e preservação dos igarapés

PP7 – Implantação de Ecobarreiras e Limpeza Mecanizada nas Bacias Críticas

Indicador	Atual	Meta 2030	Meta 2040	Fórmula / Método	Tipo	Impacto Esperado	
Número de ecobarreiras instaladas	5	20	35	contagem direta	Eficácia	Redução de resíduos nos igarapés	
Volume anual de resíduos retidos	Não sistematizado	8.000 t/ano	15.000 t/ano	m³ ou t/ano	Eficiência	Menos obstruções e menos assoreamento	
Trechos de canais limpos mecanicamente	Parcial	60%	100%	% da malha crítica	Efetividade	Melhoria da capacidade de drenagem	

PP8 – Elaboração do Zoneamento Hidrológico Municipal (ZHM)

Indicador	Atual	Meta 2030	Meta 2040	Fórmula / Método	Tipo	Impacto Esperado
Mapeamento hidrológico	Inicial concluído	80% concluído	100% concluído	% do território mapeado	Eficácia	Base para política urbana e controle territorial
Áreas de risco classificadas	Parcial	70%	100%	nº de áreas classificadas	Eficiência	Redução de ocupações irregulares
Aplicação do ZHM no licenciamento	Inexistente	Integral	Vinculante	nº de processos com ZHM aplicado	Efetividade	Prevenção de ocupações em zonas de inundação

Projetos Âncora (Médio Prazo – 2026–2040)

Projeto Âncora (A)	Descrição	Impactos Esperados
A1 – PMACRU – Programa Municipal de Adaptação Climática e Resiliência Urbana	Programa estratégico que integra drenagem urbana, defesa civil, clima e planejamento territorial, com modelagem hidrometeorológica avançada, cenários de risco climático, protocolos de resposta, sistemas de alerta e infraestrutura resiliente. Inclui estudos climáticos, obras adaptativas e medidas de mitigação de eventos extremos.	• Aumento da resiliência urbana frente a chuvas intensas e cheias do Rio Negro. • Redução de danos materiais e riscos à vida. • Melhoria da preparação institucional para eventos extremos. • Integração entre clima, drenagem e defesa civil.
A2 – PRADU – Fase 2 (Reabilitação e Expansão Estrutural da Drenagem Urbana)	Intervenções de grande porte em micro e macrodrenagem: ampliação de capacidade hidráulica, correção geométrica de canais, estabilização de margens, dragagem profunda, bacias de detenção, dissipadores, galerias novas e substituição de estruturas colapsadas. Abrange as principais bacias críticas.	• Redução estrutural e permanente de alagamentos. • Restauração total da capacidade hidráulica das bacias. • Eliminação de pontos críticos históricos. • Diminuição do assoreamento e erosão. • Melhoria geral da segurança urbana e da circulação viária.
A3 – PMDS – Programa Municipal de Drenagem Sustentável (SBN)	Implantação em larga escala de Soluções Baseadas na Natureza: jardins de chuva, pavimentos permeáveis, valas vegetadas, corredores ecológicos drenantes, parques lineares e bacias verdes de retenção. Incorpora SBN ao PDDU e ao licenciamento urbano.	• Redução dos picos de cheias. • Aumento da infiltração e redução do escoamento superficial. • Melhoria da qualidade da água e dos igarapés. • Ampliação de áreas verdes urbanas. • Adaptação climática com soluções de baixo custo e alto impacto ambiental.
A4 – PMCC-Manaus – Programa de Controle de reservatórios	Construção de grandes estruturas de amortecimento de cheias: bacias de retenção, diques, muros de contenção, vulneráveis.	• Proteção direta de áreas essenciais e populações vulneráveis. • Redução significativa da recorrência de cheias.

Projeto Âncora (A)	Descrição	Impactos Esperados
Cheias e Proteção de canais auxiliares, requalificação de margens e proteção de escolas, alagamentos severos. Infraestruturas Críticas	Cheias e Proteção de canais auxiliares, requalificação de margens e proteção de escolas, alagamentos severos. Infraestruturas Críticas hospitalares, terminais, redes de transporte e vias estratégicas.	• Prevenção de danos estruturais a equipamentos públicos. • Maior segurança hidrológica de longo prazo. • Integração com ações emergenciais da defesa civil.

A1 – PMACRU – Programa Municipal de Adaptação Climática e Resiliência Urbana

Indicador	Atual	Meta 2030	Meta 2040	Fórmula / Método	Tipo	Impacto Esperado
Ações de adaptação climática implementadas	0	15 ações	40 ações	nº de ações executadas	Eficácia	Fortalecimento da resiliência urbana aos eventos climáticos extremos
Sistemas de alerta hidrológico instalados	0	20 unidades	50 unidades	contagem direta	Efetividade	Resposta mais rápida a alagamentos e risco hidrológico
Bacias modeladas com cenários climáticos	0	50%	100%	% de bacias com modelagem hidrológica	Eficiência	Planejamento baseado em cenários de cheias futuras
Protocolos de emergência climática integrados	Inexistentes	60% implementados	100% integrados	avaliação institucional	Eficiência	Coordenação intersetorial aprimorada
Redução de danos recorrentes por cheias	Sem controle	-20%	-50%	comparação histórica anual	Efetividade	Menor impacto social e econômico

A2 – PRADU – Fase 2 (Reabilitação e Expansão Estrutural da Drenagem Urbana)

Indicador	Atual	Meta 2030	Meta 2040	Fórmula / Método	Tipo	Impacto Esperado
Extensão total de redes estruturais ampliadas	Muito baixa	40 km	100 km	km concluídos / km projetados	Eficácia	Aumento da capacidade hidráulica da cidade
Canais principais requalificados	<5%	40%	100%	% de requalificação por bacia	Efetividade	Redução permanente dos alagamentos históricos
Estabilização de margens e taludes críticos	Pontual	50%	100%	% de trechos estabilizados	Efetividade	Mitigação de erosões e deslizamentos
Volume desassoreado acumulado	Insuficiente	50% do necessário	100% do necessário	m³ removidos / m³ estimados	Eficiência	Restabelecimento da capacidade dos igarapés
Estruturas de retenção construídas	0	5 unidades	12 unidades	nº de estruturas (bacias, reservatórios)	Eficácia	Amortecimento dos picos de cheia

A3 – PMDS – Programa Municipal de Drenagem Sustentável (SBN em grande escala)

Indicador	Atual	Meta 2030	Meta 2040	Fórmula / Método	Tipo	Impacto Esperado
Área total com SBN implantada	<1 ha	40 ha	150 ha	m ² ou ha implantados	Eficácia	Redução do escoamento superficial urbano
Número de estruturas SBN (jardins de chuva, valas etc.)	0	200	800	contagem direta	Eficácia	Ampliação da infiltração e da retenção local
Redução do pico de cheias	Não monitorado	-15%	-40%	análise hidrológica comparativa	Efetividade	Redução da pressão sobre micro e macrodrenagem
Projetos urbanísticos com SBN obrigatória	Ausente	50%	100%	% de projetos aprovados com SBN	Eficiência	Integração da drenagem ao uso do solo
Melhorias na qualidade da água	Sem dados	20% melhoria	50% melhoria	IQA em igarapés urbanos	Efetividade	Recuperação ambiental significativa

A4 – PMCC-Manaus – Programa de Controle de Cheias e Proteção de Infraestruturas Críticas

Indicador	Atual	Meta 2030	Meta 2040	Fórmula / Método	Tipo	Impacto Esperado
Infraestruturas críticas protegidas	0	20 unidades	60 unidades	nº de equipamentos protegidos	Efetividade	Redução de danos a hospitais, escolas, vias estruturais
Reservatórios e bacias de detenção construídos	0	4 unidades	10 unidades	contagem direta	Eficácia	Amortecimento dos picos de cheia
Redução da recorrência de cheias severas	Elevada	-20%	-60%	comparação histórica	Efetividade	Maior segurança urbana e redução de prejuízos
Reforço estrutural de margens e taludes	Muito limitado	40% executado	100% executado	% de trechos concluídos	Eficiência	Prevenção de erosões e colapsos
Implementação de canais auxiliares	Inexistente	3 canais	8 canais	nº de canais adicionais	Eficácia	Diversificação dos caminhos de escoamento