

RT/JFN/2410/2023



RELATÓRIO FINAL DO PLANO MUNICIPAL DE DRENAGEM URBANA DE PALMAS/TO

Outubro de 2023

Data/ Edição	Autoria	Aprovação
15.09.23 – ver 01	JFN	Engº Tiago Sodré (SEISP)
24.10.23 – ver 02	JFN	Equipe INFRA

IDENTIFICAÇÃO DA CONTRATANTE

Razão Social: SECRETARIA MUNICIPAL DE INFRAESTRUTURA E SERVIÇOS PÚBLICOS

CNPJ: 24.851.511/0013-19

Inscrição Estadual: Não Possui

Endereço completo: Quadra 1212 Sul, Av. LO-27, esquina com Av. NS-10, Centro, Palmas-TO

E-mail: gabinete.seisp2022@gmail.com

Telefone: (63) 3212-7400

Fax: Não Possui

Caixa Postal: Não Possui

Atividade do empreendimento/objeto do contrato: Revisão do Plano Municipal de Drenagem Urbana - 2022

Representante Legal: Antônio Trabulsi Sobrinho, RG 1382245 SSP/TO e CPF 288.332.953-20

IDENTIFICAÇÃO DA CONTRATADA

Razão Social: INFRA ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA

CNPJ: 58.558.750/0001-63

Endereço completo: Rua Clodomiro Amazonas, 1422, cj. 22, CEP 04537-002, São Paulo/SP

E-mail: infraengenharia@uol.com.br // Telefone: (11) 3045-1590

Representante Legal: Aluizio de Barros Fagundes; RG 2.983.997 SSP/SP; CPF 019.346.788-72; residente e domiciliado na Rua Escobar Ortiz, 441, ap. 41, CEP 04512-051; (11) 3045-1590; infraengenharia@uol.com.br

Fax: Não Possui

Caixa Postal: Não Possui

Atividade do empreendimento/objeto do contrato: Revisão do Plano Municipal de Drenagem Urbana - 2022

Técnico(s) responsável(is) pelo estudo: (i) Aluizio de Barros Fagundes, Engenheiro Civil, CREA-SP nº 0600212854, residente e domiciliado à Rua Escobar Ortiz 441, ap. 41, CEP 04512-051, São Paulo – SP, (11) 93461-5451, infraengenharia@uol.com.br; (ii) Mariana de Barros Fagundes, Engenheira Civil, CREA-SP nº 5069817708, residente e domiciliada à Rua Pindauva 31, CEP 04630-040, São Paulo – SP, (11) 98555-7387, infraengenharia@uol.com.br; (iii) Julio Fagundes Neves, Engenheiro Civil, CREA-SP nº 5062455882, residente e domiciliado à Rua Piauí 215, ap.21, CEP 01241-001, São Paulo - SP, (11) 99181-1785, infraengenharia@uol.com.br; (iv) Aluizio de Barros Fagundes Junior, Geógrafo, CREA-SP nº 5070911600, residente e domiciliado à Rua Marcelo Campos Marques 08, CEP 04548-010, São Paulo – SP, (11) 98278-9590, infraengenharia@uol.com.br.

CND Municipal: vide na página a seguir



**PREFEITURA DE
SÃO PAULO**
FAZENDA

SECRETARIA MUNICIPAL DA FAZENDA

Certidão Conjunta de Débitos de Tributos Mobiliários

Certidão Número: 0708628 - 2023

CPF/CNPJ Raiz: 58.558.750/

Contribuinte: INFRA ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA

Liberação: 13/07/2023

Validade: 09/01/2024

Tributos Abrangidos: Imposto Sobre Serviços - ISS
Taxa de Fiscalização de Localização, Instalação e Funcionamento
Taxa de Fiscalização de Anúncio - TFA
Taxa de Fiscalização de Estabelecimento - TFE
Taxa de Resíduos Sólidos de Serviços de Saúde - TRSS (incidência a partir de Jan/2011)
Imposto Sobre Transmissão de Bens Imóveis - ITBI

Unidades Tributárias:

CCM 9.488.059-0- Início atv :02/02/1988 (R CLODOMIRO AMAZONAS, 1422 - CEP: 04537-002)

Ressalvado o direito de a Fazenda Municipal cobrar e inscrever quaisquer dívidas de responsabilidade do sujeito passivo que vierem a ser apuradas ou que se verifiquem a qualquer tempo, inclusive em relação ao período contido neste documento, relativas a tributos administrados pela Secretaria Municipal da Fazenda e a inscrições em Dívida Ativa Municipal, junto à Procuradoria Geral do Município é certificado que a Situação Fiscal do Contribuinte supra, referente aos créditos tributários inscritos e não inscritos na Dívida Ativa abrangidos por esta certidão, até a presente data é: **REGULAR.**

A aceitação desta certidão está condicionada à verificação de sua autenticidade na Internet, no endereço <http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/fazenda/>.
Qualquer rasura invalidará este documento.

Certidão expedida com base na Portaria Conjunta SF/PGM nº 4, de 12 de abril de 2017, Instrução Normativa SF/SUREM nº 3, de 6 de abril de 2015, Decreto 50.691, de 29 de junho de 2009, Decreto 51.714, de 13 de agosto de 2010; Portaria SF nº 268, de 11 de outubro de 2019 e Portaria SF nº 182, de 04 de agosto de 2021.

Certidão emitida às 09:46:03 horas do dia 22/07/2023 (hora e data de Brasília).

Código de Autenticidade: A93B9D4B

A autenticidade desta certidão deverá ser confirmada na página da Secretaria Municipal da Fazenda <http://www.prefeitura.sp.gov.br/sf>

ÍNDICE GERAL DO CONTEÚDO

A APRESENTAÇÃO.....	12
A.1. Objetivo.....	12
A.2. Conceituação.....	12
A.3. Embasamento legal.....	13
A.4. Escopo de trabalho	13
1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS	14
1.1 Premissas Teóricas.....	14
1.2 Características Determinantes	15
2 DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO ENCONTRADA – Atualização 2022	16
2.1 Gestão de Drenagem Urbana no município de Palmas	17
2.1.1 Indicadores Demográficos e Informações sobre Saneamento.....	18
2.1.1.1 Indicadores sanitários, epidemiológicos e socioeconômicos.....	18
2.1.1.2 Indicadores do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS-AP)	19
2.2 Condições Hidrometeorológicas Locais	20
2.2.1 Clima em Palmas	20
2.2.2 Temperatura média em Palmas.....	21
2.2.3 Precipitação.....	22
2.3 Estudo de chuvas intensas	23
2.4 Caracterização das bacias de drenagem urbanas	27
2.4.1 Ribeirão Água Fria.....	31
2.4.2 Ribeirão Taquaruçu Grande	31
2.4.3 Córrego Machado.....	33
2.4.4 Córrego Prata.....	33
2.4.5 Córrego Brejo Comprido.....	34
2.4.5.1 Lago Cesamar	34
2.4.6 Córrego Sussuapara	35
2.4.7 Córrego Taquari	37
2.4.8 Córrego Cipó e Pé Do Morro	37
2.4.9 Ribeirão São João.....	38
2.4.10 Parâmetros Morfométricos	38
2.4.11 Determinação das vazões para as principais bacias urbanas.....	39
2.4.12 Modelagem Chuva-Vazão	40
2.5 Áreas de Preservação Permanente e Arcabouço Legal para a Drenagem Urbana e Manejo de Águas Pluviais.....	42
2.6 Situação Atualizada da Drenagem Urbana do Município de Palmas.....	47
2.6.1 Abrangência da Rede de Drenagem.....	48
2.6.2 Índices de cobertura por rede de drenagem	49
2.7 Pontos Críticos e áreas de risco para análise técnica.....	50
2.7.1 Locais com eventos registrados – Monitoramento e Mapeamento da Defesa Civil.....	51
2.7.2 Locais Vistoriados – INFRA Engenharia e Consultoria	53
2.7.2.1 Principais e mais comuns problemas encontrados	53
2.7.2.1.1 Erosão e Assoreamento.....	53
2.7.2.1.2 Acessos, Sinalização e Manutenção	56
2.7.2.1.3 Tubulações, Galerias, Bueiros, Bocas-de-lobo e sarjetas.....	57
2.7.2.1.4 Alagamentos, Inundações e Enxurradas.....	60
2.7.3 Ações de manutenção das redes	61

2.8 Verificação, avaliação técnica e atualização dos programas, projetos e ações propostos no vol. 3 Drenagem Urbana do PMSB – 2014.....	61
2.8.1 Programa de Fortalecimento, Estruturação Técnica e Gerencial do Serviço Público de Drenagem Urbana	62
2.8.2 Programa de Estudos e Projetos de Drenagem Urbana	63
2.8.3 Programa de Implementação das Obras do Sistema de Drenagem Urbana.....	64
2.8.4 Programa de Proteção e Revitalização dos Corpos D'água	67
2.8.5 Programa de Monitoramento/Manutenção Corretiva	69
2.8.6 Programa de Educação Ambiental em Drenagem Urbana	72
2.8.7 Programa de Atendimento de Normativas Legais.....	73
2.9 Consulta e Audiência Públicas	74
3 PROGNÓSTICO PARA O SISTEMA DE DRENAGEM URBANA	75
3.1 Avaliação da evolução do Sistema de Drenagem nas áreas atendidas e não atendidas, índice de cobertura de rede e extensão de redes instaladas	75
3.2 Avaliação das ações e medidas identificadas na versão inicial (2014) do PMDU	76
3.3 Avaliação da evolução dos indicadores.....	78
3.3.1 Indicadores Populacionais.....	78
3.3.2 Indicadores socioeconômicos.....	78
3.3.3 Indicadores sanitários, relativos à Drenagem	79
3.4 Pontos de lançamentos dos sistemas de drenagem vistoriados pela INFRA Engenharia com respectivas alternativas, recomendações, custos e prazos estimados.....	81
3.5 Soluções consagradas de drenagem como alternativas tecnológicas indicadas para adoção em Palmas	91
3.5.1 Conceitos	91
3.5.1.1 Medidas Estruturais	91
3.5.1.1.1 Convencionais	91
3.5.1.1.2 Compensatórias.....	91
3.5.1.2 Medidas Não-estruturais.....	92
3.5.1.2.1 Emergenciais	92
3.5.1.2.2 Temporárias.....	93
3.5.1.2.3 Definitivas	93
3.5.2 Alternativas tecnológicas compatíveis com a realidade de Palmas	93
3.5.2.1 Reservatórios de retenção.....	93
3.5.2.2 Bacias de detenção secas	94
3.5.2.3 Bacias de detenção alagadas	95
3.5.2.4 Poços de infiltração	96
3.5.2.5 Alagadiços	97
3.5.2.6 Jardins de Chuva / Trincheiras de infiltração	98
3.5.2.7 Dissipadores de Energia.....	99
3.5.2.8 Conservação do leito alagável do rio	100
3.5.2.9 Desassoreamento.....	101
3.5.2.10 Prevenção de lançamento de resíduos nas redes de drenagem.....	101
3.5.2.10.1 Bocas de Lobo	101
3.5.2.10.2 Grelhas	102
3.5.2.11 Cenário Futuro.....	104
3.5.3 Revisão das alternativas para universalização dos serviços de drenagem – consideradas as projeções, objetivos, metas e necessidades para horizonte de 20 anos (até 2042)	105
3.5.3.1 Revisão das Projeções	105
3.5.3.2 Revisão das Metas e necessidades para horizonte de 20 anos (até 2042).....	105
3.5.3.3 Análise dos impactos da urbanização no sistema de drenagem	105
3.5.3.4 Medidas propostas para intervenções estruturais e não-estruturais	106

3.6 Revisão, avaliação, atualização e recomendações para os programas, projetos e ações propostos no vol. 3 drenagem urbana do PMSB – 2014 107

4 BALANÇO E REVISÃO PORMENORIZADA DOS PROGRAMAS E AÇÕES REALIZADAS PELA PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS, COM RECOMENDAÇÕES E EXPECTATIVAS 114

4.1. Programa de Fortalecimento, Estruturação Técnica e Gerencial do Serviço Público e Drenagem Urbana 114

4.1.1 Análise 114

4.1.2 Justificativas e Recomendações..... 114

4.2 Programa de Estudos e Projetos de Drenagem Urbana..... 116

4.2.1 Análise 116

4.2.2 Justificativas e Recomendações..... 117

4.3 Programa de Implementação das Obras do Sistema de Drenagem Urbana 119

4.3.1 Análise 119

4.3.2 Justificativas e Recomendações..... 120

4.4 Programa de Proteção e Revitalização dos Corpos D'água..... 123

4.4.1 Análise 124

4.4.2 Justificativas e Recomendações..... 124

4.5 Programa de Monitoramento/Manutenção Corretiva..... 126

4.5.1 Análise 127

4.5.2 Justificativas e Recomendações..... 128

4.6 Programa de Educação Ambiental em Drenagem Urbana 133

4.6.1 Análise 133

4.6.2 Justificativas e Recomendações..... 133

4.7 Programa de Atendimento de Normativas Legais 135

4.7.1 Análise 135

4.8. Ações para Emergências, Contingências e Monitoramento 135

4.8.1. Emergências na Drenagem Urbana..... 136

4.8.2. Contingências..... 136

4.8.3. Monitoramento 138

4.9. Planos para Atendimento à demandas permanentes e temporárias 138

4.9.1. Diretrizes para intervenções em casos de erosão nos canais e corpos hídricos..... 139

5 REVISÃO DOS MECANISMOS E PROCEDIMENTOS DE CONTROLE SOCIAL, INSTRUMENTOS E INDICADORES PARA AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA, EFICÁCIA E EFETIVIDADE DAS AÇÕES PROGRAMADAS..... 140

5.1. Considerações Preliminares 140

5.2. Procedimentos e Indicadores..... 141

5.2.1. Procedimentos para a realização de monitoramento e avaliação contínua dos objetivos e metas..... 141

5.2.2. Indicadores de Desempenho para avaliação da prestação dos serviços de drenagem urbana e manejo das águas pluviais em Palmas 142

5.2.2.1. Operacional 143

5.2.2.2. Grau de Impermeabilização do Solo 144

5.2.2.3. Gestão da drenagem urbana 144

5.2.2.4. Abrangência do sistema de drenagem..... 144

5.2.2.5. Avaliação do serviço de drenagem pluvial 145

5.2.2.6. Gestão de eventos hidrológicos extremos..... 146

5.2.2.7. Interferência à eficácia do sistema de drenagem 147

5.2.3. Indicadores de impactos na qualidade de vida, na saúde, nos recursos naturais e salubridade ambiental..... 148

5.2.3.1. Qualidade de Vida	148
5.2.3.2. Saúde Humana e Salubridade Ambiental.....	148
5.2.3.3. Recursos Naturais	149
5.3. Objetivos, Metas E Índices	151
5.3.1. Objetivos	151
5.3.2. Metas	151
5.3.2.1. Apreciação ampla da prestação do serviço público	151
5.3.2.2. Metas prognosticadas para evolução do sistema.....	152
5.3.3. Índices para análise da SEISP que podem ser adotados futuramente.....	153
5.4. Apresentação dos Recursos Humanos, Materiais, Tecnológicos e Administrativos Necessários à Execução, Avaliação, Fiscalização e Monitoramento do Plano	154
5.4.1. Recursos Humanos	154
5.4.2. Recursos Materiais.....	154
5.4.3. Recursos Tecnológicos	154
5.4.4. Recursos Administrativos	155
5.5. Apresentação dos Mecanismos para a Comunicação Social e Divulgação do Plano, seus Objetivos e Metas, visando garantir seu pleno conhecimento pela população	155
5.6. Apresentação dos Mecanismos de Representação da Sociedade para o acompanhamento, Monitoramento e Avaliação Contínua do PMDU.....	156
5.7. Apresentação de Diretrizes para o processo de Revisão do Plano.....	157
6 REFERÊNCIAS	158

ÍNDICE DE TABELAS E FIGURAS

TABELAS

1-I Causas e Efeitos da Urbanização sobre as Inundações Urbanas.....	15
2-I Listagem das Estações Pluviométricas	24
2-II Precipitações máximas anuais para o município de Palmas	25
2-III Precipitações máximas para os períodos de retorno escolhidos	25
2-IV Relações entre duração de chuvas para intervalos menores que um dia.....	25
2-V Parâmetros Morfométricos das principais bacias urbanas de Palmas, Sede e região Sul, Novos Dt e Dd	39
2-VI CN estimados para a situação atual.....	40
2-VII Dados de entrada para estimativa dos hidrogramas nas bacias urbanas de Palmas	40
2-VIII Valores de CN médios calculados para as bacias urbanas de Palmas	40
2-IX Vazões máximas estimadas para as bacias urbanas na condição atual	41
2-X Coeficiente de Escoamento, Bacias Urbanas de Palmas, TR 15 anos.....	42
2-XI Novos Nomes das Unidades de conservação da Área Urbana de Palmas.....	42
2-XII Córregos urbanos da região do município de Palmas.....	48
2-XIII ICR estimados das bacias hidrográfica urbanas	50
3-I Parâmetros Morfométricos das principais bacias urbanas de Palmas – Sede e região Sul – Evolução Dt, Dd e ICR.....	75

3-II Prognóstico de Incremento Populacional em Palmas	75
3-III Indicadores Populacionais de Palmas/TO	78
3-IV Indicadores Econômicos de Palmas/TO	79
3-V Indicadores Sanitários de Palmas/TO	79
3-VI Situação dos pontos de lançamento dos sistemas de drenagem de Palmas/TO, com tendências, alternativas, custos e prazos	84
3-VII Tipos de Dissipadores de Energia e Proteções das Estruturas de Drenagem Urbana	99
5-I Indicadores de Desempenho propostos	143
5-II Parâmetros de Qualidade da Água do IQA e respectivo peso	149
5-III Metas prognosticadas correlacionadas com os Indicadores Propostos	152
5-IV Cronograma e estimativas de custos das metas - 2022-2042	153

FIGURAS

A-I Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável	12
1-I Localização e Planejamento Inicial do Sítio Urbano de Palmas	15
2-I Macro Zoneamento de Palmas/TO (Plano Diretor 2018) com Malha Urbana sobreposta	16
2-II Organograma da SEISP em 2022	17
2-III Propaganda Institucional Obras	17
2-IV Caracterização do Clima ao longo do ano em Palmas	21
2-V Temperaturas Diárias, máximas e mínimas, ao longo do ano em Palmas	21
2-VI Caracterização compacta das temperaturas médias horárias em Palmas	22
2-VII Caracterização dos períodos pluviométricos em Palmas	23
2-VIII Caracterização das precipitações e chuva acumulada mês-a-mês em Palmas	23
2-IX Normais de Precipitação Acumulada (1991-2020)	24
2-X Curvas idf ajustadas	26
2-XI Curvas pdf ajustadas	26
2-XII Vista aérea da UHE Lajeado	27
2-XIII Mapa da Rede Hidrográfica de Palmas, TO	28
2-XIV Bacias Hidrográficas do Município de Palmas, TO	29
2-XV Mapa do Sistema Municipal de Infraestrutura Verde de Palmas, TO	29
2-XVI Bacias Hidrográficas Urbanas de Palmas com Malha Viária atual sobreposta	30
2-XVII Captação Superficial no Ribeirão Água Fria	31
2-XVIII Comparativo visual de desenvolvimento nos trechos urbanos do Ribeirão Água Fria	31
2-XIX 'Área de Atenção' para fiscalização em cumprimento da legislação municipal	32
2-XX Visão Geral do Ribeirão Taquaruçu Grande (e localização da APP Tiúba)	32
2-XXI Córrego Machado inserido em ambiente urbano	33

2-XXII Erosões na Bacia do Prata	33
2-XXIII Assoreamento na Bacia do Prata	34
2-XXIV Visão Geral do Lago Cesamar	34
2-XXV Principais Descargas de Drenagem no entorno do Lago Cesamar	35
2-XXVI Bueiro Celular sob a NS-10 (Entrada e Saída)	35
2-XXVII Córrego Sussuapara, com marcação dos locais da nascente e da foz	36
2-XXVIII Obras de Drenagem Urbana, Anexo 144 do Plano Diretor 2018	36
2-XXIX Áreas a serem monitoradas com o desenvolvimento urbano no Córrego Taquari	37
2-XXX Foto Satélite – maio/2022 – observa-se forte tendência ao desenvolvimento urbano na bacia do Taquari	37
2-XXXI Mapa de Riscos de Enchentes e Inundações na Bacia Córrego Cipó	38
2-XXXII Agora AVU's, antigas Unidades de Conservação da área urbana de Palmas	43
2-XXXIII Redes de Drenagem Executadas e Planejadas (2014)	48
2-XXXIV Atualização das Redes de Drenagem Existentes e Projetadas (2018)	49
2-XXXV Mobilidade comprometida - a.NS-08; b.LO-19 x Av Teot. Seg.	51
2-XXXVI Mapeamento e Monitoramento da Defesa Civil (2022)	52
2-XXXVII Pontos definidos pela SEISP para inspeção da INFRA Engenharia	53
2-XXXVIII Processos erosivos por escoamento superficial (a. Machado, b. Taquari, c. Taquaruçu Grande) ocasionados por ausência, ou funcionamento inadequado, de estruturas e dispositivos de drenagem	54
2-XXXIX Processos erosivos por entalhamento do terreno, à jusante de estruturas de drenagem (Sussuapara)	54
2-XL Assoreamento em bacias distintas (a. Sussuapara, b. Brejo Comprido)	54
2-XLI Problemas Jd.Aureni III - a. Av. MQ 54,18 – b. R.48 Q83, 7	55
2-XLII a, b, c Problemas recorrentes na Região Sul da cidade de Palmas	55
2-XLIII Remoção do acúmulo de sedimentos no Lago Cesamar	56
2-XLIV Comparativo situacional na mesma estrutura, após 12 anos	57
2-XLV Exemplos de Bocas-de-Lobo obstruídas	58
2-XLVI Tubulações de passagem com seção reduzida, com comprometimento quase total do funcionamento	58
2-XLVII Secção-tipo de sarjeta em via pública	58
2-XLVIII Modelo 'combinado', dispositivo comum de coleta de águas pluviais dos logradouros em Palmas	59
2-XLIX Bocas de lobo em Palmas necessitam constante manutenção	59
2-L Grelhas quebradas devido às cargas do tráfego sobre elas	59
2-LI Flagrantes de Enxurradas e Alagamentos (março 2022)	60
2-LII Supressão da vegetação (roçagem) e desobstrução de bocas de lobo	61
2-LIII Estrutura Organizacional da SEISP	62
2-LIV Chamada publicitária para participação na Consulta Pública do PMDU2022	74

3-I Exemplo de comunicação, com conceitos e orientações para os munícipes	78
3-II Instruções para Inspeção de Rotina no Sistema de Drenagem Urbana.....	82
3-III Organograma funcional sugerido pelo Manual de Drenagem Urbana de SP	83
3-IV Esquema das Cidades-Esponja	91
3-V Detenções e Infiltrações em canteiros centrais de avenidas	94
3-VI Detenções e Infiltrações em praças e rotatórias.....	94
3-VII Porto Alegre, Detenção planejada em forma de praça esportiva.....	94
3-VIII São Paulo, Detenção planejada em forma de praça esportiva	94
3-IX São Paulo, “piscinão”	94
3-X Esquema-tipo de bacia de retenção seca.....	95
3-XI Esquema-tipo de bacia de retenção alagada	96
3-XII Exemplo de reservatório de retenção alagado (Colorado, EUA)	96
3-XIII Esquema-tipo de poço de infiltração	97
3-XIV Implantação em rotatória	97
3-XV Esquema-tipo de alagadiços.....	98
3-XVI Jardim de Chuva	98
3-XVII Trincheira de Infiltração	98
3-XVIII Exemplos de rampas dentadas.....	100
3-XIX Exemplos de degraus e escadas de dissipação	100
3-XX Exemplos de proteção de margens e escada de dissipação.....	100
3-XXI Esquema de resultado da ocupação de áreas de inundação dos cursos d’água	101
3-XXII Tipos de Boca de Lobo usuais.....	102
3-XXIII Grelha robusta em Santos/SP	102
3-XXIV Tubulação de descarga na Boca de Lobo e Grelhas de ferro fundido	103
3-XXV Sinalização viária restringindo fluxo sobre a sarjeta	103
3-XXVI Grelha robusta, pintada com “arte urbana”	104
3-XXVII Bocas de lobo de Guia combinadas	104
3-XXVIII Esquema-tipo utilizado em Nova York, EUA.....	104
3-XXIX Organograma da SEISP, definido pelo Decreto 1,325 de 2017	108
4-I Recomendações de atuação em situações de emergência provocada por chuvas	137
5-I Balanço hídrico afetado pela urbanização.....	150

ANEXOS

- Anexo I** – Mapeamento e Monitoramento da Defesa Civil de Palmas (04 páginas)
- Anexo II** – Laudos de Vistoria - 28 e 29 de março de 2022 (39 páginas)
- Anexo III** – Laudos de Vistoria - 06 e 07 de junho de 2022 (76 páginas)
- Anexo IV** – Serviços e Atividades da SEISP relativos ao Serviço de Drenagem Urbana (13 páginas)
- Anexo V** – Exposição apresentada na Audiência Pública de Diagnóstico (16 páginas)
- Anexo VI** – Ata da Audiência Pública de Diagnóstico (04 páginas)
- Anexo VII** – Informações concernentes à Consulta Pública (02 páginas)
- Anexo VIII** – Resultados da Consulta Pública (15 páginas)
- Anexo IX** – Planta: Problemas existentes / Áreas de risco (01 desenho)
- Anexo X** – Planta: Atualização Redes de Drenagem (01 desenho)

A) APRESENTAÇÃO

A.1. Objetivo

Este relatório tem a finalidade de apresentar os resultados dos estudos realizados na consecução do PLANO MUNICIPAL DE DRENAGEM URBANA DE PALMAS, objeto do contrato de prestação de serviço nº092/2021, conduzido sob a fiscalização da Secretaria Municipal de Infraestrutura e Serviços Públicos – SEISP de Palmas/TO.

A conceituação, embasamento legal e o escopo dos trabalhos contratados obedecem ao termo de referência do Edital da Concorrência nº 003/2021 da licitação efetuada na modalidade Preço Global, empreitada por Preço Global, constante do Processo Administrativo 2020023961 da Prefeitura Municipal de Palmas/TO.

A.2. Conceituação

A Secretaria Municipal de Infraestrutura e Serviços Públicos estabeleceu claramente a conceituação e o referencial adotados para a elaboração dos planos de Saneamento Básico, preconizados nas leis federais nº11.445/2007, e nº14.026/20 consolidando-se como marco regulatório da matéria.

Tais dispositivos explicitam os aspectos essenciais à melhoria e universalização dos serviços públicos de responsabilidade dos municípios, base para o correto atendimento à população, alinhado com a Agenda 2030 da ONU para alcançar os itens nº 06, 14 e 15 dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (**Figura A**). Saneamento Básico é um serviço público que envolve diversos temas e aspectos, dentre eles a gestão da drenagem urbana.



Figura A-1: Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável – fonte ONU, Agenda 2030

Crescimento descontrolado da população e falta de planejamento territorial das áreas ocupadas resultam impactos negativos no processo de urbanização gerando diversos problemas. Um deles, o excesso de escoamento superficial, devido a elevada impermeabilização do solo e a redução da infiltração e retenção de água, tem como consequência um volume de escoamento superficial que ultrapassa a capacidade dos dispositivos da rede drenagem e dos cursos d'água, levando à inundação urbana.

Nossa legislação reafirma a definição da Drenagem Urbana como parcela dos serviços públicos de Saneamento Básico, assim compreendida pelo conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais para o escoamento adequado das águas de chuva, nisto inclusas as obras de transporte, detenção ou retenção para amortecimento de vazões de cheias, de tratamento e de disposição final do deflúvio.

A característica do Plano de Saneamento Básico, conforme conceitos da lei 11.445/07 e lei 14.026/20, é a objetividade, em prol da eficácia esperada.

Conforme a lei, o primeiro passo é a realização de um diagnóstico da situação encontrada no segmento do serviço público examinado, através da análise das principais condicionantes que interferem na implantação das obras e na operação do sistema e sejam apontadas as deficiências e suas causas. A lei, em busca da objetividade, delimita os aspectos a serem abordados no diagnóstico e avaliação dos impactos das deficiências nas condições de vida, dando como satisfatório o emprego dos indicadores sanitários, epidemiológicos, ambientais e socioeconômicos, próprios da cidade em apreço. Portanto, o foco do planejador não é o levantamento físico dos sistemas, mas uma avaliação qualitativa do atendimento à população.

A lei 11.445/07 e lei 14.026/20, estabelece que o plano de saneamento fixe programas, indicando as matérias a serem aplicadas no âmbito da administração pública. A partir dos programas, serão indicados os projetos de engenharia para a consecução dos programas, ou seja, a previsão da documentação técnica que embasará a implantação do sistema. Finalmente, o legislador solicita que o plano enuncie as ações administrativas para que o sistema seja materializado, apresentando um elenco de serviços futuros de engenharia.

Nas duas últimas alíneas do artigo 19 da lei 11.445/07 está requerido ao planejador o apontamento de previsões das possíveis situações que exigirão a intervenção do administrador público em caráter emergencial ou contingencial, assim como a indicação de possíveis mecanismos de acompanhamento dos programas, projetos e ações futuras.

Em uma só definição, o Plano de Saneamento Básico de um município é um PLANO DE METAS, não devendo ser confundido com o tradicional plano diretor. Este conceito da lei 11.445/07, delimita a amplitude do escopo deste contrato, como adiante desenvolvido.

Dentre as tarefas a serem cumpridas pelo município, no Termo de Referência é enfático a obrigatoriedade de haver o plano de saneamento básico, para cada uma das quatro áreas que o compõem, a saber: **abastecimento de água, esgotamento sanitário, coleta e manejo de resíduos sólidos** e, também objeto deste contrato, **drenagem urbana**. A lei federal estabelece o prazo máximo de 10 anos para revisão do plano de saneamento básico.

A.3. Embasamento legal

O município de Palmas dispõe dos seguintes instrumentos e diplomas legais:

- ✓ Lei orgânica do Município de Palmas/TO – Atualizada 2016
- ✓ Lei complementar nº 400/2018 – Plano Diretor do Município de Palmas/TO
- ✓ Lei Ordinária nº 1011/2001- Dispõe sobre a política ambiental, equilíbrio ecológico, preservação e recuperação do Meio Ambiente
- ✓ Plano Municipal de Saneamento Básico de Palmas/TO - volumes I, II, III, IV
- ✓ Programa Água Viva, instituído pelo Decreto nº 1.938/2020
- ✓ Programa Palmas Mais Verde, pelo Decreto nº 1.490, de 30 de outubro de 2017

A.4. Escopo de trabalho

Para cumprir o objetivo do contrato SEISP nº 092/2021, atendendo o disposto no Termo de Referência do objeto contratado, o conteúdo do Plano Municipal de Drenagem Urbana de Palmas/TO 2022 atendeu aos preceitos fixados nas leis federais nº 11.445/07 e nº 14.026/20 que estabelecem diretrizes nacionais para o saneamento básico.

Os relatórios/produtos contratados foram os seguintes:

1. Diagnóstico da situação atual dos serviços de drenagem urbana, manejo das águas pluviais e identificação dos pontos críticos;
2. Prognóstico e avaliações da evolução para universalização dos serviços de drenagem urbana e sumário de alternativas e recomendações;
3. Revisão dos programas e ações propostas, emergenciais e contingenciais;
4. Revisão dos mecanismos e procedimentos de controle social, instrumentos e indicadores para avaliação da eficiência, eficácia e efetividade das ações programadas;
5. Relatório final do Plano de Drenagem Urbana 2022.

1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A INFRA Engenharia e Consultoria, com apoio da equipe da Superintendência de Obras Viárias da Secretaria de Infraestrutura e Serviços Públicos de Palmas, analisou o Plano Municipal de Drenagem Urbana, edição 2014, com a responsabilidade de aproveitar o máximo de informação relevante, atualizando, modificando e reeditando o documento, que deverá servir o propósito de referenciar as futuras ações do Poder Público no sentido de conciliar as demandas urbanas, exigências legais e preservação do meio-ambiente, de acordo com as particularidades e necessidades do município.

O Diagnóstico é a fase dos trabalhos em que são efetivamente considerados os fatos, ocorrências e circunstâncias reais e concretas, que serão o foco de atenção e análise, nas próximas etapas dos trabalhos, para sua mitigação ou resolução dos problemas e impactos causados pelas chuvas e escoamento das águas pluviais.

1.1 Premissas Teóricas

O acelerado processo de urbanização ocorrido nas últimas três décadas, notadamente nos países em desenvolvimento, dentre os quais o Brasil, é o principal fator responsável por inundações, alagamentos e enxurradas nas cidades, aumentando a frequência e os níveis das cheias. Essa é uma das consequências da impermeabilização crescente das bacias hidrográficas, do adensamento populacional e da ocupação inadequada em regiões ribeirinhas aos cursos d'água.

Planos Diretores de Drenagem Urbana devem ser concebidos para equacionar os problemas de drenagem sob o ponto de vista da rede hidrográfica local, com mecanismos legais e administrativos eficientes, que permitam adequada gestão das consequências do processo de urbanização, mitigando inundações urbanas que contribuem para o agravamento do problema.

Um sistema de drenagem deve ser entendido como o conjunto da infraestrutura existente em uma cidade para realizar a coleta, o transporte e o lançamento final das águas superficiais e pluviais nos cursos d'água ou reservatórios (represas).

Assim, o **sistema de drenagem** pode ser descrito e subdividido desta forma:

MICRODRENAGEM	MACRODRENAGEM
São os dispositivos que conduzem as águas do escoamento superficial para as galerias ou canais urbanos. É constituída pelas redes coletoras de águas pluviais (tubulações), poços de visita, sarjetas, bocas de lobo e meios-fios. É dimensionada para o escoamento de vazões de 2 a 10 anos de período de retorno (TR). Quando bem projetada e com manutenção adequada, <u>praticamente</u> elimina as inconveniências ou as interrupções das atividades urbanas que advêm das inundações e das interferências de enxurradas.	São as estruturas de descarga responsáveis pelo escoamento final das águas pluviais provenientes do sistema de microdrenagem urbana. É constituída pelos principais talwegues, fundos de vales, cursos d'água, independentemente da execução de obras específicas e tampouco da localização de extensas áreas urbanizadas, por ser o escoadouro natural das águas pluviais. Projetadas para vazões de 25 a 100 anos de período de retorno, do seu funcionamento adequado depende a prevenção ou minimização dos danos às propriedades e à saúde e perdas das populações atingidas, seja em consequência direta das águas ou por doenças de veiculação hídrica.

Dentro do contexto de desenvolvimento global de uma região, os programas de drenagem urbana devem ser orientados, de maneira geral, pelos seguintes objetivos principais:

- reduzir a exposição da população e das propriedades ao risco de inundações;
- reduzir sistematicamente o nível de danos causados pelas inundações;
- preservar as várzeas não urbanizadas numa condição que minimize as interferências com o escoamento das vazões de cheias, com a sua capacidade de armazenamento, com os ecossistemas aquáticos e terrestres de especial importância e com a interface entre as águas superficiais e subterrâneas;
- assegurar que as medidas corretivas sejam compatíveis com as metas e objetivos globais da região;
- minimizar os problemas de erosão e sedimentação (assoreamento);

- proteger a qualidade ambiental e o bem-estar social;
- promover a utilização das várzeas para atividades de lazer e contemplação.

CONCEITO IMPORTANTE: Um sistema de drenagem eficiente é o que facilita o escoamento das águas pluviais sem produzir impactos significativos, ou limitantes, seja em seu local de ocorrência, ou à jusante dos drenos de descarga.

Atualmente, o sistema de drenagem urbana deve zelar pela preservação dos cursos d'água, sua despoluição e a manutenção das várzeas de inundação, para minimização de obras estruturantes, reduzindo-se o impacto ambiental e os custos para o Poder Público. O viés ideal é o aproveitamento do potencial urbanístico das áreas verdes.

A **Tabela 1-I** apresenta as causas e efeitos da Urbanização sobre as Inundações Urbanas

Tabela 1-I: Causas e Efeitos da Urbanização sobre as Inundações Urbanas

CAUSAS	EFEITOS
Impermeabilização	Maiores picos de vazões
Redes de drenagem	Maiores picos a jusante
Resíduos sólidos urbanos	Entupimento de galerias e degradação da qualidade das águas
Redes de esgotos sanitários deficientes	Degradação da qualidade das águas e doenças de veiculação hídrica
Desmatamento e desenvolvimento indisciplinado	Maiores picos e volumes, maior erosão e assoreamento
Ocupação das várzeas e fundos de vale	Maiores picos de vazão, maiores prejuízos e doenças de veiculação hídrica

1.2 Características determinantes

Palmas é a capital do estado de Tocantins, situando-se nas coordenadas geográficas 10° 11' 04" sul e 48° 20' 01" oeste, sendo que o Paralelo 10 Sul e o Meridiano 48 Oeste passam por dentro do território do município. Segundo o IBGE sua área é de 2219 km² e sua altitude 260m.

O sítio urbano de Palmas localizado entre a Serra do Lajeado (leste) e o Rio Tocantins (oeste) apresenta baixas declividades, e a rede hidrográfica local, com cursos d'água que correm na direção oeste, possui fundos de vale bem caracterizados. (**Figura 1-I**)

Essas duas características representam, conjuntamente, um desafio topográfico e ambiental significativo para o atendimento dos serviços de drenagem urbana e manejo de águas pluviais. Manter em mente que a ocupação e uso do solo, a manutenção e

o monitoramento regulares dos sistemas de drenagem são, **e sempre serão**, aspectos fundamentais para a minimização dos problemas ocasionados aos munícipes nos períodos chuvosos.



Figura 1-I: Localização e Planejamento Inicial do Sítio Urbano de Palmas

2. DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO ENCONTRADA – Atualização 2022

Plano Diretor 2018

A Lei Complementar nº 400, de 02 de abril de 2018, do município de Palmas/TO é o marco fundamental para guiar este processo de revisão dos programas e planejamento de futuras ações preventivas e mitigatórias reativas à Drenagem Urbana e seus impactos. Na **Figura 2-I** a seguir observa-se que a Malha Urbana de Palmas se concentra nas Regiões Central e Sul, tendo a expansão sul da cidade sido considerável desde as duas edições anteriores do Plano Diretor.



Figura 2-I: Macrozoneamento de Palmas/TO (Plano Diretor 2018) com Malha Urbana sobreposta

Plano Municipal de Água e Esgoto 2018

O Decreto nº 1669, de 07 de dezembro de 2018 coloca em vigor o Plano Municipal de Água e Esgoto, produto da parceria entre Prefeitura de Palmas e BRK Ambiental, concessão com contrato previsto até 2032. No contexto deste documento, é importante ressaltar a importância sanitária, principalmente de 3 bacias urbanas, que contribuem para o abastecimento de água do município: Ribeirão Taquaruçu (ETA 006), Ribeirão Água Fria (ETA 003) e Córrego Taquari (UTS 002).

Programa Água Viva 2021

Este Programa, da Fundação Municipal de Meio Ambiente de Palmas (FMA), destaca o Desenvolvimento Sustentável, sugerindo ações e programas que visam a recuperação dos corpos d'água, através da despoluição e restituição de vegetação, e integração ao meio ambiente urbano, como a criação de parques lineares.

Promove o reconhecimento dos rios como patrimônio coletivo, tendo a bacia hidrográfica como unidade representativa da realidade vivida pela comunidade palmense. Oportuniza a construção de conhecimentos sobre aspectos biofísicos e antrópicos e o fomento da participação em ações de conservação e recuperação dos cursos d'água do Município.

2.1.1 Indicadores Demográficos e Informações sobre Saneamento

A análise regular, em ciclos pré-determinados, de certos indicadores demográficos auxilia a função de monitoramento dos aspectos determinantes para que a administração municipal possa fazer inferências nas atividades e ações programadas, em qualquer área, conforme haja necessidade configurada pelos próprios municípios e/ou cotidiano urbano ao longo do ano.

Nesse contexto, seguem os dados mais relevantes ao serviço de drenagem urbana e manejo de águas pluviais.

2.1.1.1 Indicadores sanitários, epidemiológicos e socioeconômicos

a. Indicadores sanitários

A síntese dos últimos indicadores sanitários (2021), registrada pelo SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento para Palmas é a seguinte:

Indicador de Atendimento	Ano	Município	Estado	País
Abastecimento de Água	2021	98,66 %	86,74 %	83,96 %
Esgoto Sanitário	2021	86,92 %	57,00 %	66,04 %
Coleta de Lixo	2021	100,00 %	83,94 %	90,54 %

Os indicadores apresentados referem-se tão somente à quantidade de imóveis ligados às redes públicas de abastecimento de água e de coleta de esgotos. Nada indica quanto à qualidade dos serviços e nem à existência de estações de tratamento de água e estações de tratamento de esgotos.

No que se refere aos serviços de coleta e manejo de resíduos sólidos, restringe-se ao lixo doméstico sem referência aos resíduos de podas de vegetação e entulhos de demolições e, mesmo assim, não levanta a adequação de tratamento dos resíduos em sua disposição final.

b. Indicadores epidemiológicos e de saúde pública

Os indicadores, atualizados até os anos assinalados, são apresentados a seguir (IBGE).

ESTATÍSTICAS VITAIS E DE SAÚDE	Ano	Município
Taxa de Natalidade (por mil habitantes)	2020	21,50
Taxa Mortalidade Infantil (p/mil nascidos vivos)	2020	12,13
Taxa Mortalidade até 14 a. (p/mil nascidos vivos)	2020	16,37
Taxa Mortal. 15 a 29 anos (p/100 mil na faixa)	2020	158,88
Taxa Mortal. 30 a 59 anos (p/100 mil na faixa)	2020	504,26
Taxa Mortal. 60 anos e mais (p/100 mil na faixa)	2020	7.466,43

c. Indicadores socioeconômicos

(i) Produto interno bruto global e per capita

Para os efeitos deste trabalho, a INFRA levantou junto ao IBGE os indicadores econômicos mais atualizados, como segue:

Indicadores Econômicos	ANO	MUNICÍPIO
PIB (R\$ 1 milhão)	2020	9.940,09
PIB per capita (R\$ 1,00)	2020	32.452,56
Participação da Agropecuária (R\$ 1 milhão)	2020	125,46
Participação da Indústria (R\$ 1 milhão)	2020	1.022,96
Participação dos Serviços (R\$ 1 milhão)	2020	7.524,50
Impostos sobre produtos (R\$ 1 milhão)	2020	1.267,17

(ii) Condições de vida

O Perfil do Município de Palmas é assim apresentado pelo IBGE:

Indicadores	Ano	Município	Estado	País
Índice de Desenvolvimento Humano Municipal - IDHM	2020	0,788 (*)	0,699	0,723
Renda per capita (RPC) – Média Mensal – (R\$ 1,00)	2020	1.929,92	1.273,16	1.475,37
Domicílios com rendimento mensal de até 1/2 Salário Mínimo	2020	4,37 %	11,50 %	8,64 %
Domicílios com rendimento mensal de 1/2 até 1 Salário Mínimos	2020	6,79 %	14,26 %	10,52 %
Domicílios com rendimento mensal de 1 a 2 Salários Mínimos	2020	17,86 %	26,27 %	21,46 %
Domicílios com rendimento mensal de 2 a 5 Salários Mínimos	2020	34,37 %	29,98 %	34,27 %
Domicílios com rendimento mensal de 5 a 10 Salários Mínimos	2020	19,85 %	11,26 %	15,37 %
Domicílios com rendimento mensal de 10 a 20 Salários Mínimos	2020	10,47 %	4,52 %	6,38 %
Domicílios com rendimento mensal acima de 20 Salários Mínimos	2020	6,29 %	2,21 %	3,36 %

(*) Boa classificação – superior ao IDH do Estado

Os números indicam que as condições de vida de Palmas são muito superiores às condições de vida do Estado e do País, apresentando média de renda e IDH satisfatoriamente altos.

Em 2020, o salário médio mensal era de 3.9 salários mínimos. A proporção de pessoas ocupadas em relação à população total era de 43.9%. Na comparação com os outros municípios do estado, ocupava as posições 1 de 139 e 2 de 139, respectivamente. Já na comparação com cidades do país todo, ficava na posição 32 de 5570 e 114 de 5570, respectivamente. Considerando domicílios com rendimentos mensais de até meio salário mínimo por pessoa, tinha 30% da população nessas condições, o que o colocava na posição 139 de 139 dentre as cidades do estado e na posição 4669 de 5570 dentre as cidades do Brasil.

(iii) Educação

Segundo a Fundação IBGE, os últimos indicadores publicados para educação em Palmas foram:

Indicadores	Ano	Município
Taxa de escolarização até os 14 anos de idade	2020	98,00 %
Estabelecimentos de Ensino Fundamental	2021	99
Estabelecimentos de Ensino Médio	2021	37

Considera-se que tais indicadores são excelentes como base para o desenvolvimento local.

2.1.1.2 Indicadores do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS-AP)

a. GERAIS (2021)

Parcela da área urbana em relação à área total	10,20 %
Densidade demográfica na área urbana	134,82 pessoas/ha
Densidade de domicílios na área urbana	60,56 domicílios/ha

b. ECONÔMICO-FINANCEIROS E ADMINISTRATIVOS (2021)

Participação do pessoal próprio sobre o total de pessoal alocado nos serviços de drenagem e manejo das águas pluviais urbanas	33 %
Despesa média praticada para os serviços de drenagem e manejo das águas pluviais urbanas	R\$ 8,01/imóvel ano
Despesa per capita com serviços de drenagem e manejo das águas pluviais urbanas	R\$ 3,61/habitante ano
Investimento per capita em drenagem e manejo de águas pluviais urbanas	R\$ 47,51/habitante ano
Desembolso de investimentos per capita	R\$ 47,51/habitante ano

c. INFRAESTRUTURA (2021)

Taxa de cobertura de pavimentação e meio-fio na área urbana	100,0 %
Taxa de cobertura de vias públicas com redes ou canais pluviais subterrâneos na área urbana	44,0 %
Parcela de cursos d'água naturais perenes em área urbana com parques lineares	19,8%
Parcela de cursos d'água naturais perenes com canalização aberta	0,0 %
Parcela de cursos d'água naturais perenes com canalização fechada	0,0 %
Parcela de cursos d'água naturais perenes com diques	0,0 %
Densidade de captações de águas pluviais na área urbana	192 un/km2
Total de vias públicas com redes ou canais de águas pluviais subterrâneos	550 km
Total dos cursos d'água naturais perenes	28,75 km
Quantidade de bocas de lobo existentes	18.000
Quantidade de bocas de leão ou bocas de lobo múltiplas	3.600
Quantidade de poços de visita (PV) existentes	4.500

d. GESTÃO DE RISCOS (2021)

Parcela de domicílios em situação de risco de inundação	0,0 %
Parcela da população impactada por eventos hidrológicos	0,0 %
Índice de óbitos	0 óbitos
Habitantes realocados em decorrência de eventos hidrológicos	0 hab.
Quantidade de enxurradas nos últimos 5 anos, registradas no S2ID (Sistema Integrado de Informações Sobre Desastres)	0
Quantidade de enxurradas nos últimos 5 anos não registradas no S2ID (Sistema Integrado de Informações Sobre Desastres)	1
Quantidade de alagamentos nos últimos 5 anos, registradas no S2ID (Sistema Integrado de Informações Sobre Desastres)	0
Quantidade de alagamentos nos últimos 5 anos, não registradas no S2ID (Sistema Integrado de Informações Sobre Desastres)	2
Quantidade de inundações nos últimos 5 anos, registradas no S2ID (Sistema Integrado de Informações Sobre Desastres)	1
Quantidade de inundações nos últimos 5 anos, não registradas no S2ID (Sistema Integrado de Informações Sobre Desastres)	0
Quantidade de desabrigados ou desalojados decorrentes de eventos hidrológicos impactantes nos últimos 5 anos, registradas no S2ID (Sistema Integrado de Informações Sobre Desastres)	36
Quantidade de desabrigados ou desalojados decorrentes de eventos hidrológicos impactantes nos últimos 5 anos, não registradas no S2ID (Sistema Integrado de Informações Sobre Desastres)	0
Quantidade de óbitos decorrentes de eventos hidrológicos impactantes nos últimos 5 anos, registradas no S2ID (Sistema Integrado de Informações Sobre Desastres)	0
Quantidade de óbitos decorrentes de eventos hidrológicos impactantes nos últimos 5 anos, não registradas no S2ID (Sistema Integrado de Informações Sobre Desastres)	0
Número de imóveis urbanos atingidos por eventos hidrológicos impactantes, nos últimos 5 anos	21

2.2 Condições Hidrometeorológicas Locais

A avaliação hidrológica preliminar para quantificar as chuvas intensas e o escoamento superficial das principais bacias urbanas de Palmas foi fundamentada nos dados básicos coletados pela INFRA Engenharia e Consultoria Ltda. para os estudos aqui apresentados.

2.2.1 Clima em Palmas

Em Palmas, a estação com precipitação é opressiva e de céu encoberto; a estação seca é de céu parcialmente encoberto. Durante o ano inteiro, o clima é quente. Ao longo do ano, em geral a temperatura varia de 20 °C a 35 °C e raramente é inferior a 18 °C ou superior a 37 °C.

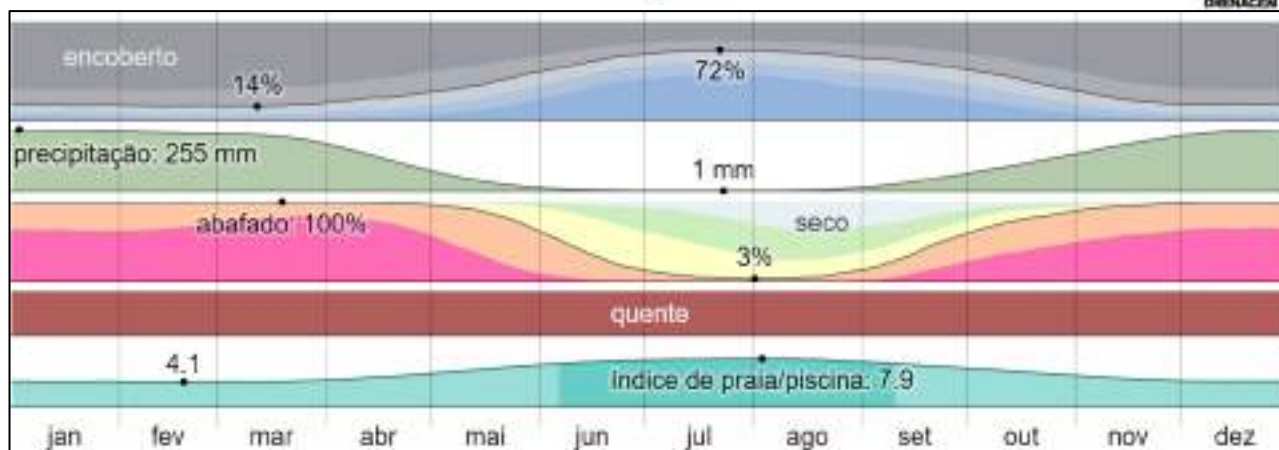


Figura 2-IV: Caracterização do Clima ao longo do ano em Palmas

2.2.2 Temperatura média em Palmas

A estação quente permanece por cerca de 2 meses, de agosto a outubro, com temperatura máxima média diária acima de 34 °C. O mês mais quente do ano em Palmas é setembro, com a máxima de 34 °C e mínima de 24 °C, em média.

A estação fresca permanece por aproximadamente 5 meses, do início de novembro até o final de março, com temperatura máxima diária em média abaixo de 31 °C. O mês mais frio do ano em Palmas é janeiro, com a máxima de 23 °C e mínima de 30 °C, em média.

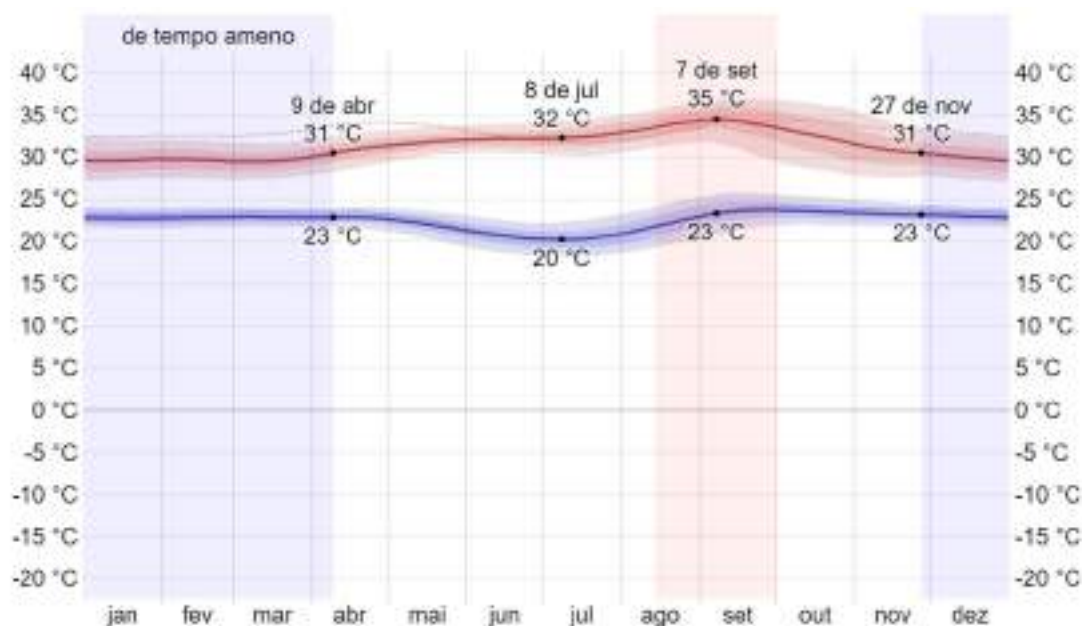


Figura 2-V: Temperaturas Diárias, máximas e mínimas, ao longo do ano em Palmas

A **Figura 2-VI** a seguir mostra uma caracterização compacta das temperaturas médias horárias para o ano inteiro. O eixo horizontal indica o dia do ano e o eixo vertical indica a hora do dia. A cor é a temperatura média para aquele horário naquele dia.

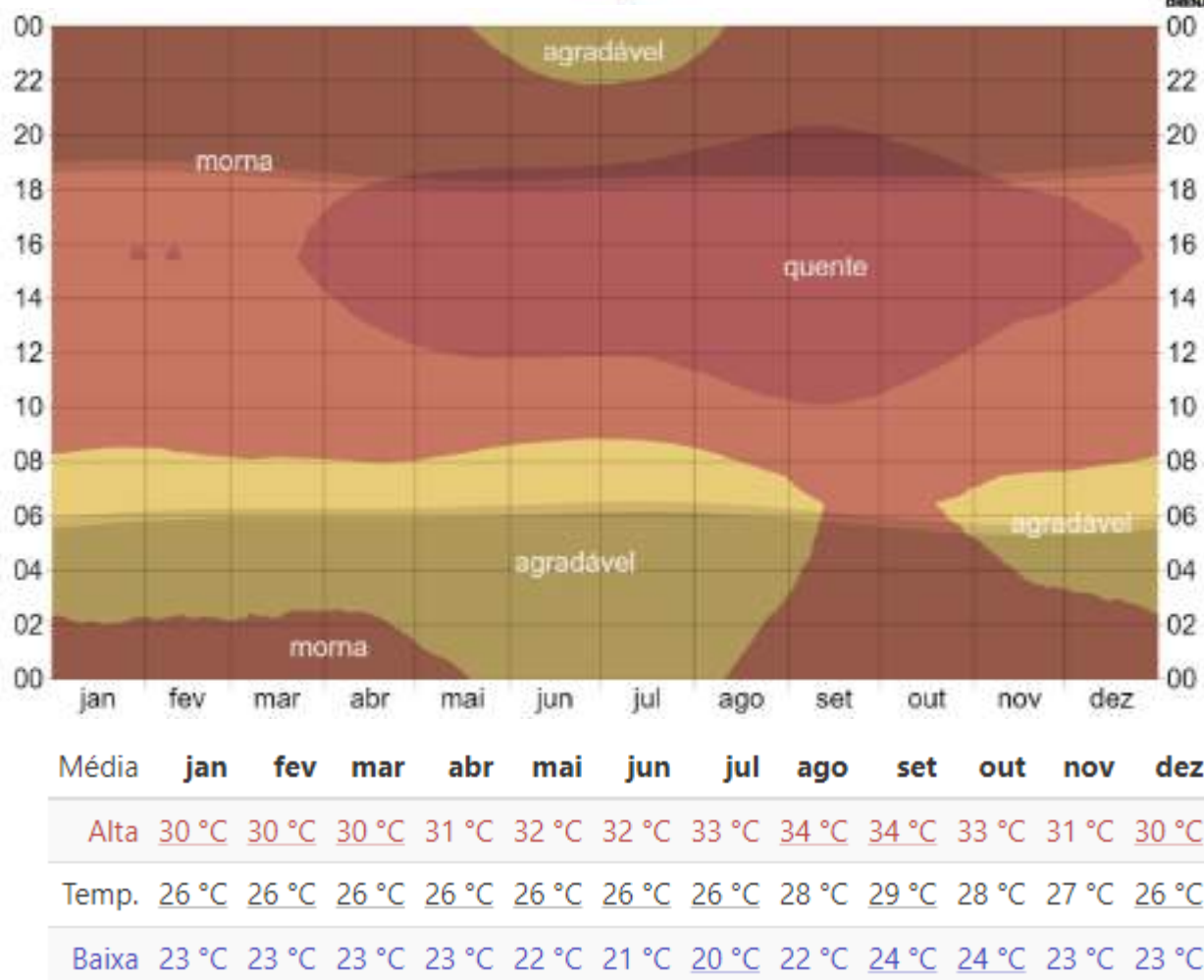


Figura 2-VI: Caracterização compacta das temperaturas médias horárias em Palmas

2.2.3 Precipitação

É considerado *dia com precipitação* aquele com precipitação mínima líquida ou equivalente a líquida de 1 milímetro. A probabilidade de dias com precipitação em Palmas varia acentuadamente ao longo do ano.

A *estação de maior precipitação* dura de 6 a 7 meses, do início de outubro ao final de abril, com probabilidade acima de 42% de que em um determinado dia tenha precipitação. O mês com maior número de dias com precipitação em Palmas é fevereiro, com média de 22,7 dias com pelo menos 1 milímetro de precipitação.

A *estação seca* dura de 5 a 6 meses, de maio a outubro. O mês com menor número de dias com precipitação em Palmas é julho, com média de 0,3 dia com pelo menos 1 milímetro de precipitação.

Dentre os dias com precipitação, distinguimos entre os que apresentam *somente chuva* ou *chuva parcial*. O mês com mais dias *somente chuva* em Palmas é fevereiro, com média de 22,7 dias. Com base nessa classificação, a forma de precipitação mais comum ao longo do ano é de *somente chuva*, com probabilidade máxima de 84% em março.

Destacamos que o ano hidrológico do município de Palmas, com base nas séries históricas de estações pluviométricas da Agência Nacional de Águas (ANA), é bem definido, caracterizado por dois períodos distintos de aproximadamente seis meses cada: o período seco e o chuvoso. A consciência dessa transição de períodos é de suma importância para a gestão e o planejamento adequado da drenagem urbana.



Figura 2-VII: Caracterização dos períodos pluviométricos em Palmas

Para demonstrar a variação entre os meses e não apenas os totais mensais, mostramos a precipitação de chuva acumulada durante um período contínuo de 31 dias ao redor de cada dia do ano. Palmas tem variação sazonal *extrema* na precipitação mensal de chuva.

O período *chuvoso* do ano dura 9,1 meses, de 29 de agosto a 2 de junho, com precipitação de chuva de 31 dias contínuos mínima de 13 milímetros. O mês mais chuvoso em Palmas é *janeiro*, com média de 254 milímetros de precipitação de chuva.

O período *sem chuva* do ano dura 2,9 meses, de 2 de junho a 29 de agosto. O mês menos chuvoso em Palmas é *julho*, com média de 1 milímetro de precipitação de chuva.

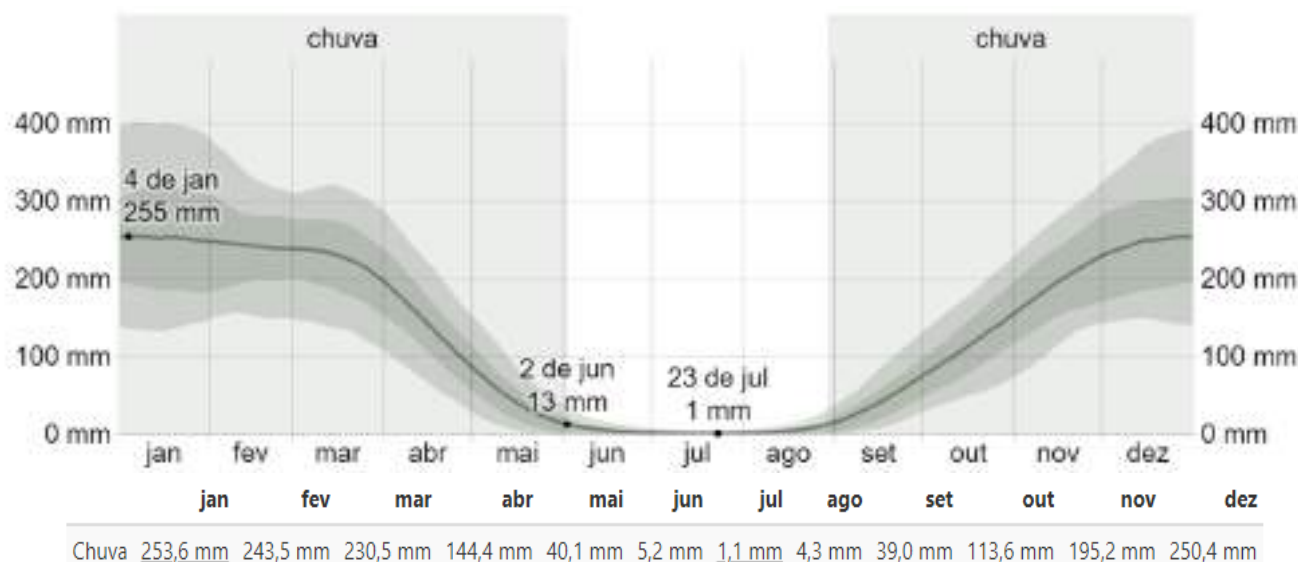


Figura 2-VIII: Caracterização das precipitações e chuva acumulada mês-a-mês em Palmas

2.3 Estudo de Chuvas Intensas

Em Palmas, o regime de chuvas é bem caracterizado com estações bem marcadas, no caso a estação chuvosa ou úmida e a estação seca ou de estiagem. No primeiro período, que vai em geral de outubro a abril, as precipitações são intensas (com normais maiores que 80mm/24 h) e sua recorrência quase que diária. O índice de precipitação total tem uma média de 1600 mm/ano, com a maior parte concentrada em 150 dias. Nos meses de abril a outubro, as chuvas são muito reduzidas, inclusive elas praticamente

inexistem entre junho e agosto. A **Figura 2-IX** exibe as Normais de Precipitação acumulada para a estação de Palmas do INMET (cód: 83033 / Latitude-10,18° /Longitude -48,3° / Altitude 280 m), que mostra a redução dos totais precipitados para os meses de verão.

As principais características das precipitações intensas são o total precipitado, sua distribuição temporal e espacial e sua frequência de ocorrência. O conhecimento dessas características é fundamental para os estudos e projetos de drenagem urbana.



Figura 2-IX: Normais de Precipitação Acumulada (1991-2020)

O banco de dados da Agência Nacional de Águas (ANA – HidroWeb, 2008) forneceu os dados de precipitação referentes ao município de Palmas. Foram localizados 7 (sete) postos pluviométricos com dados de precipitação disponíveis, próximos ao município, num raio de 100 km. Estes postos são de responsabilidade da Agência Nacional de Águas (ANA) e operados pela Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais (CPRM). Os postos estão listados na **Tabela 2-I**.

Tabela 2-I: Listagem das Estações Pluviométricas

Código	Nome	Elevação (m)	Distância de Palmas (km)	Latitude	Longitude
948000	Miracema do Tocantins	210	67,0	-09° 33' 51"	-48° 23' 15"
1047000	Jatobá (Fazenda Boa Nova)	250	96,0	-09° 59' 26"	-47° 28' 43"
1047001	Novo Acordo	300	76,3	-09° 57' 38"	-47° 40' 29"
1047002	Porto Gilândia	300	90,1	-10° 47' 08"	-47° 48' 00"
1048000	Fátima	340	90,7	-10° 45' 45"	-48° 54' 07"
1048001	Paraíso do Tocantins	390	61,4	-10° 09' 55"	-48° 53' 26"
1048005	Taquaruçu do Porto	400	25,4	-10° 18' 48"	-48° 09' 34"

A determinação das precipitações máximas anuais dos postos levou em consideração os dados consistidos de precipitação diária, considerando uma média ponderada em função do inverso da distância do posto à sede do município e o inverso do quadrado da diferença entre as cotas dos postos e a cota de Palmas (214 m). Assim, foi gerada uma série sintética com dados de precipitação máxima com 51 anos de informações (**Tabela 2-II**).

Tabela 2-II: Precipitações máximas anuais para o município de Palmas

Ano	P máx (mm)	Ano	P máx (mm)	Ano	P máx (mm)	Ano	P máx (mm)
1970	101,1	1983	93,8	1996	99,9	2009	89,4
1971	64,9	1984	77,4	1997	84,5	2010	146,6
1972	81,3	1985	77,6	1998	88,3	2011	63,2
1973	91,5	1986	87,4	1999	79,3	2012	74,6
1974	74,6	1987	83,1	2000	83,2	2013	135,2
1975	135,8	1988	92,2	2001	97,9	2014	53,0
1976	87,0	1989	110,0	2002	80,0	2015	52,0
1977	99,7	1990	75,6	2003	108,0	2016	55,4
1978	94,4	1991	82,0	2004	85,4	2017	145,0
1979	103,3	1992	123,0	2005	108,0	2018	75,8
1980	93,5	1993	107,0	2006	139,4	2019	64,6
1981	92,0	1994	91,1	2007	77,8	2020	65,6
1982	84,4	1995	111,0	2008	72,6	2021	148,2

Com base nos dados da tabela anterior, foi feito um ajuste estatístico com o método de Gumbell para a determinação da probabilidade de ocorrência das precipitações máximas anuais. Foram calculados os valores de precipitação para os tempos de retorno de 2, 5, 10, 15, 20, 25, 50 e 100 anos. Os resultados são mostrados na **Tabela 2-III**.

Tabela 2-III: Precipitações máximas para os períodos de retorno escolhidos

TR	f (P>Po)	Y	P _{máx,1 dia} (mm)
2	50%	0,37	90,12
5	20%	1,50	102,90
10	10%	2,25	111,36
15	7%	2,68	116,04
20	5%	2,97	119,47
25	4%	3,20	122,05
50	2%	3,90	129,98
100	1%	4,60	137,85

As relações entre as chuvas de 1 dia (obtidas pelos pluviômetros) e as chuvas de 24 horas (reais) são dadas por CETESB (1986), de acordo com a **Tabela 2-IV**.

Tabela 2-IV: Relações entre duração de chuvas para intervalos menores que um dia

Duração	Relação
24 h / 1 dia	1,130
12 h / 24 h	0,850
10 h / 24 h	0,820
8 h / 24 h	0,780
6 h / 24 h	0,700
4 h / 24 h	0,630
2 h / 24 h	0,510
1 h / 24 h	0,400
30 min / 1 h	0,740
25 min / 30 min	0,910
20 min / 30 min	0,810
15 min / 30 min	0,700
10 min / 30 min	0,540
5 min / 30 min	0,340

A equação acima permite o cálculo da intensidade de precipitação pontual da chuva de projeto para tempos de retorno e duração escolhidos.

As curvas idf e pdf resultantes da mesma equação podem ser vistas na **Figura 2-X** e **Figura 2-XI**, respectivamente.

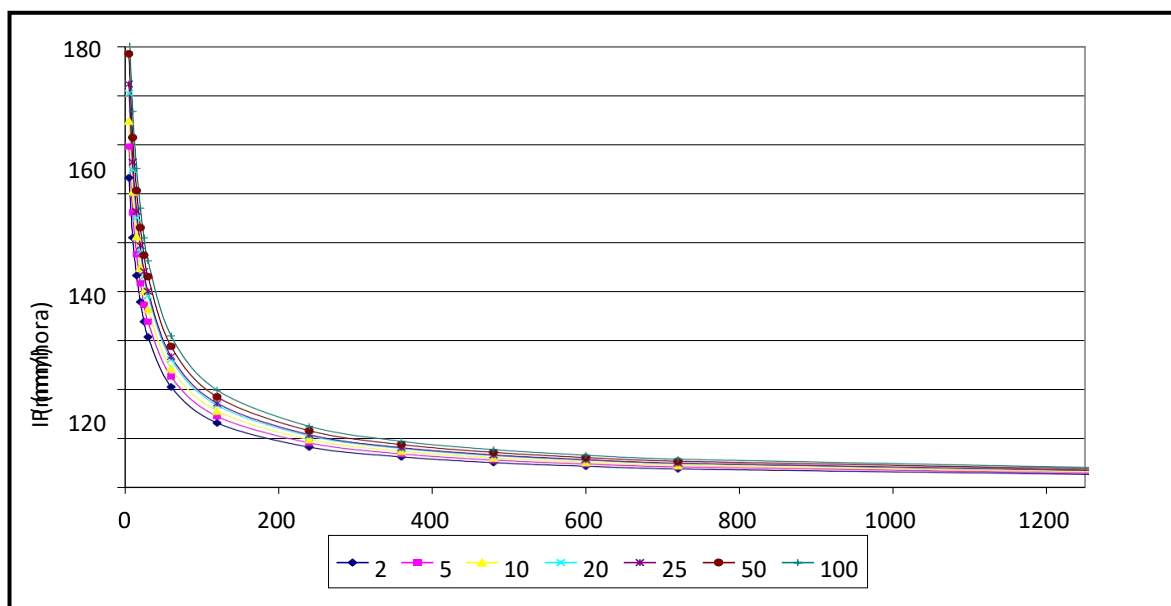


Figura 2-X: Curvas idf ajustadas

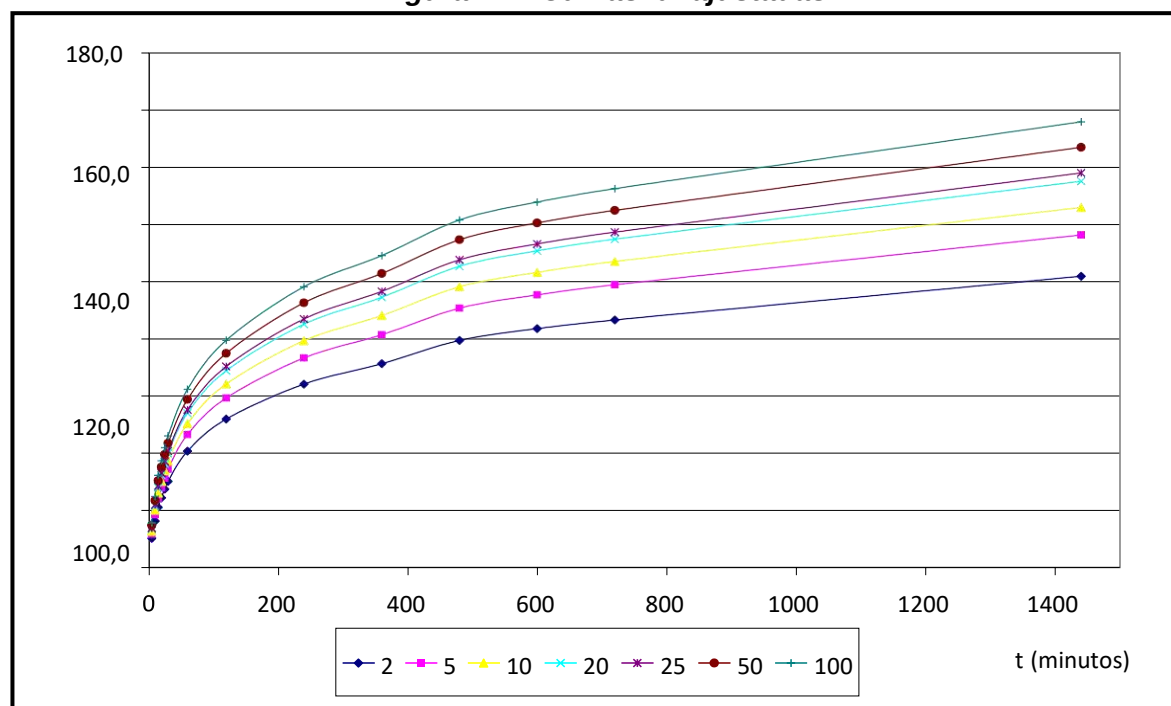


Figura 2-XI: Curvas pdf ajustadas

Constatamos que desde os últimos dados de precipitações (2006), as precipitações máximas anuais sofreram um incremento da ordem de 10% (dez por cento), de forma que os valores anteriormente calculados, assim como as curvas IDF e PDF, foram ajustadas.

Sendo assim, foi consensuado entre INFRA Engenharia e Consultoria Ltda. e SEISP que o período de retorno da precipitação a ser considerado para projetos de drenagem será de 15 anos ($TR=15$) para os estudos e projetos futuros, respaldados por este Plano. Essa determinação visa referenciar adequadamente obras de drenagem urbana necessárias para adequação dos sistemas e atendimento à demanda para escoamento das vazões calculadas.

2.4 Caracterização das bacias de drenagem urbanas

O sistema de drenagem de Palmas conta com um grande número de cursos d'água inseridos em seu espaço urbano. Grande parte deles possui sua nascente na Serra do Lajeado. Eles se tornam assim protegidos por uma densa mata ciliar bastante expressiva, no entanto, alguns trechos já mostram sinais de degradação e alteração ao adentrar na zona urbana de Palmas, seja pelo desmatamento ou por processos de degradação ambiental de suas margens.

De maneira geral, o município de Palmas é drenado por duas bacias hidrográficas:

- 1) Bacia do Rio Tocantins; e
- 2) Bacia do Rio Balsas, que também deságua a jusante no rio Tocantins.

Entretanto, os cursos d'água que drenam especificamente a zona urbana do município (região norte, sede e região sul) são afluentes diretos ao rio Tocantins. A zona urbana do município está estabelecida à margem do lago da Usina Hidroelétrica Luiz Eduardo – UHE Lajeado (**Figura 2-XII**), e os principais cursos d'água que cortam a área urbana são Córrego Água Fria, Córrego Sussuapara, Córrego Brejo Comprido, Córrego Do Prata, Taquaruçu Grande e Taquari. A região sul tem ainda os córregos Cipó e Pé do Morro que drenam 02 bairros em direção ao Ribeirão Taquaruçuzinho.



Figura 2-XII: Vista aérea da UHE Lajeado

No distrito de Taquaruçu, o Córrego Roncador corta a zona urbana como o principal curso d'água.

A relativa riqueza hídrica local, com boa disponibilidade, foi um dos fatores positivos para a escolha do local de implantação do município. Entretanto, a vulnerabilidade de sua sustentabilidade é conhecida, tanto para a drenagem urbana quanto para o abastecimento público, em decorrência das condições de estiagem e reduções de volumes de água no leito do Córrego Roncador.

Pesquisas recentes demonstram a redução das matas ciliares em diversas bacias urbanas de Palmas, com a degradação de margens por assoreamento, erosão e pela deposição de resíduos sólidos ao longo destes cursos. (LIMA et al., 2017¹ / OLIVEIRA et al., 2019²)

Além disso, desde a implantação da cidade de Palmas, seja por ocupações ou rodovias, as intervenções na área urbana levaram a significativos impactos ambientais, alterando as condições de integridade ambiental em todas as bacias que sofreram interferências com estas obras (principalmente as microbacias dos córregos Brejo Comprido e Sussuapara). As alterações mais significativas foram o desmatamento das vertentes com grandes reduções de faixas de Área de Proteção Permanente (APP), desestabilização e desmoronamentos de talvegues, erosão e assoreamento nos cursos d'água, presença de resíduos sólidos no leito e nas margens.

A **Figura 2-XIII** a seguir apresenta o mapa da Rede Hidrográfica de Palmas, formada por distintas bacias que incidem sobre a área urbana, que representam a tendência natural de drenagem de toda a região, e ainda que o foco destes estudos seja a área urbana, a compreensão do sistema de macrodrenagem como um todo é essencial para proposição de alternativas.

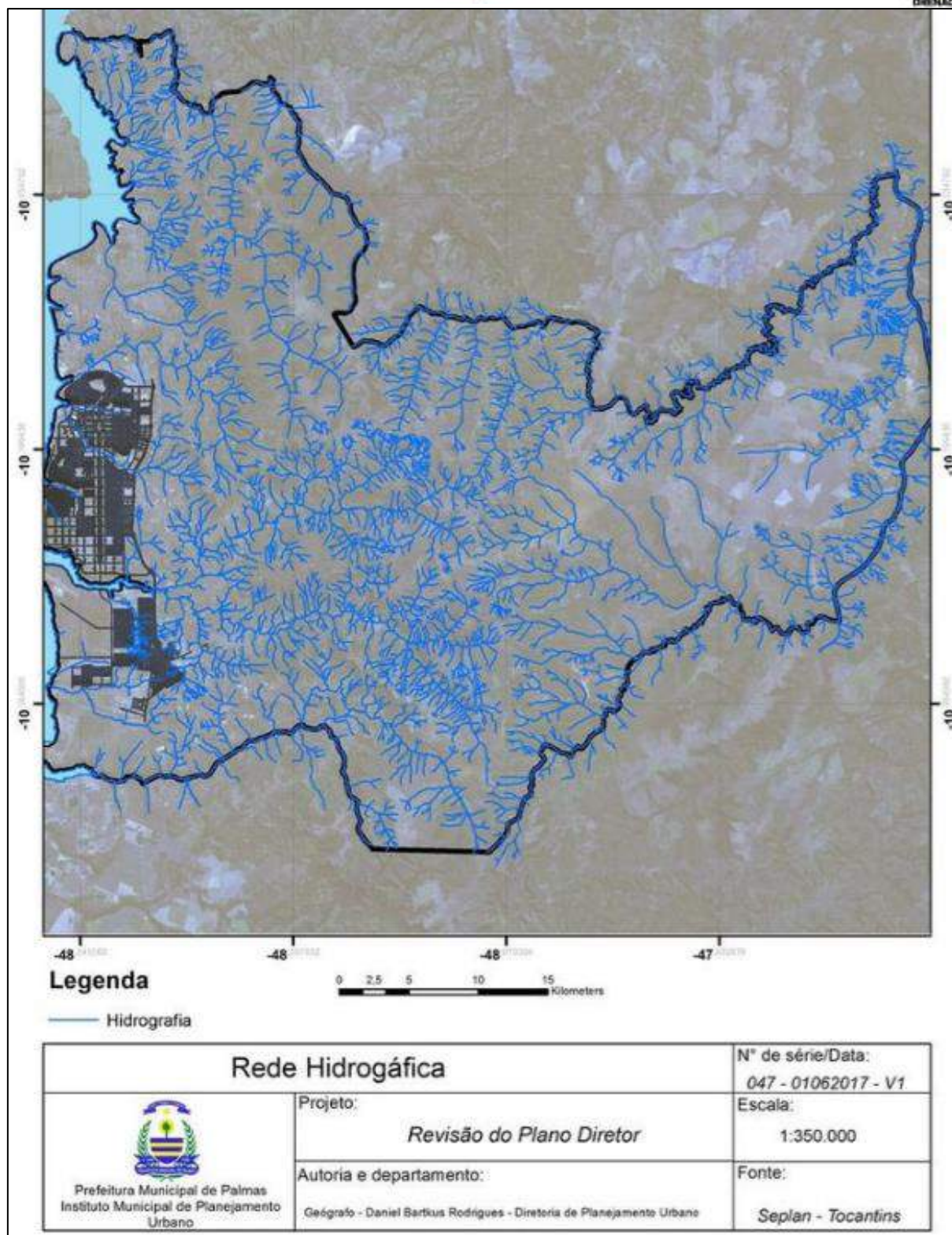


Figura 2-XIII: Mapa da Rede Hidrográfica de Palmas, TO

A próxima **Figura 2-XIV** destaca o contexto hídrico, trazendo à tona os ribeirões e córregos das bacias que influenciam e drenam Palmas como um todo, e em sua macrozona de ordenamento controlado, onde está a sede municipal, o perímetro urbano e sua malha viária.

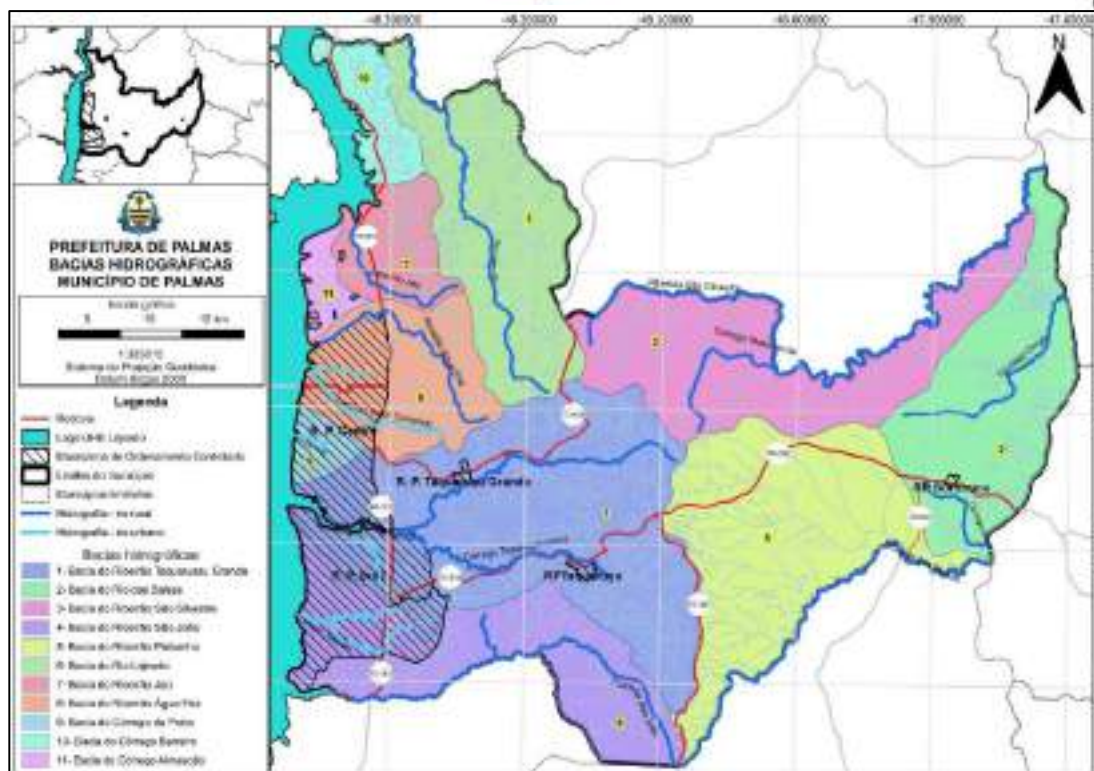


Figura 2-XIV: Bacias Hidrográficas do Município de Palmas, TO – fonte: Programa Água Viva

Ainda, o Plano Diretor 2018 institui o Sistema Municipal de Infraestrutura Verde (SisMIV), como ilustra a **Figura 2-XV** a seguir, onde os cursos d'água urbanos (dentro da Macrozona de Ordenamento Controlado), descritos em seguida, são protegidos por um perímetro delimitador de Área de Preservação Permanente (em vermelho), que por sua vez estão inseridas em Áreas Verdes Urbanas e Ambientalmente Protegidas, que tem a função de minimizar os impactos das ações antrópicas com potencial de prejudicar o sistema natural de macrodrenagem urbano.

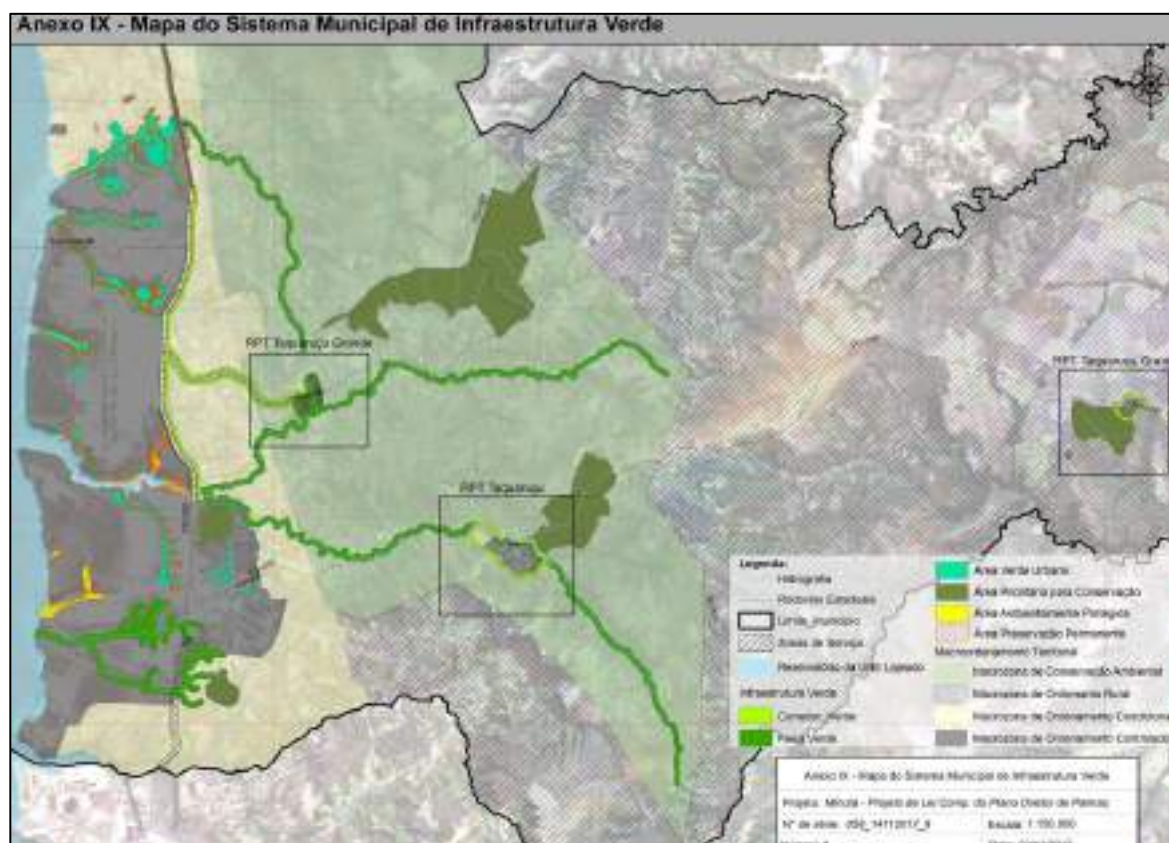


Figura 2-XV: Mapa do Sistema Municipal de Infraestrutura Verde de Palmas, TO

Seguindo na senda de preservação e regeneração ambiental, o Plano Diretor 2018 cria o Sistema Urbano de Drenagem Sustentável (SUDS), implementando novo olhar sobre o sistema existente, que desagua basicamente nos ribeirões que cortam todo o plano diretor no sentido leste-oeste e destes até o lago do Rio Tocantins. Esta concepção é lógica e eficiente devido a facilidade de implantação das galerias seguindo o traçado das grandes avenidas e de acordo com a declividade natural de cada trecho ou setor. É preciso dizer que o conceito é acertado e funcional, afinal “a água escolhe seu caminho”, apenas cabe ao homem garantir-lhe um caminho melhorado por meio de estruturas físicas que garantam o integral escoamento das contribuições e que preserve as estruturas e benfeitorias originadas da inevitável antropização.

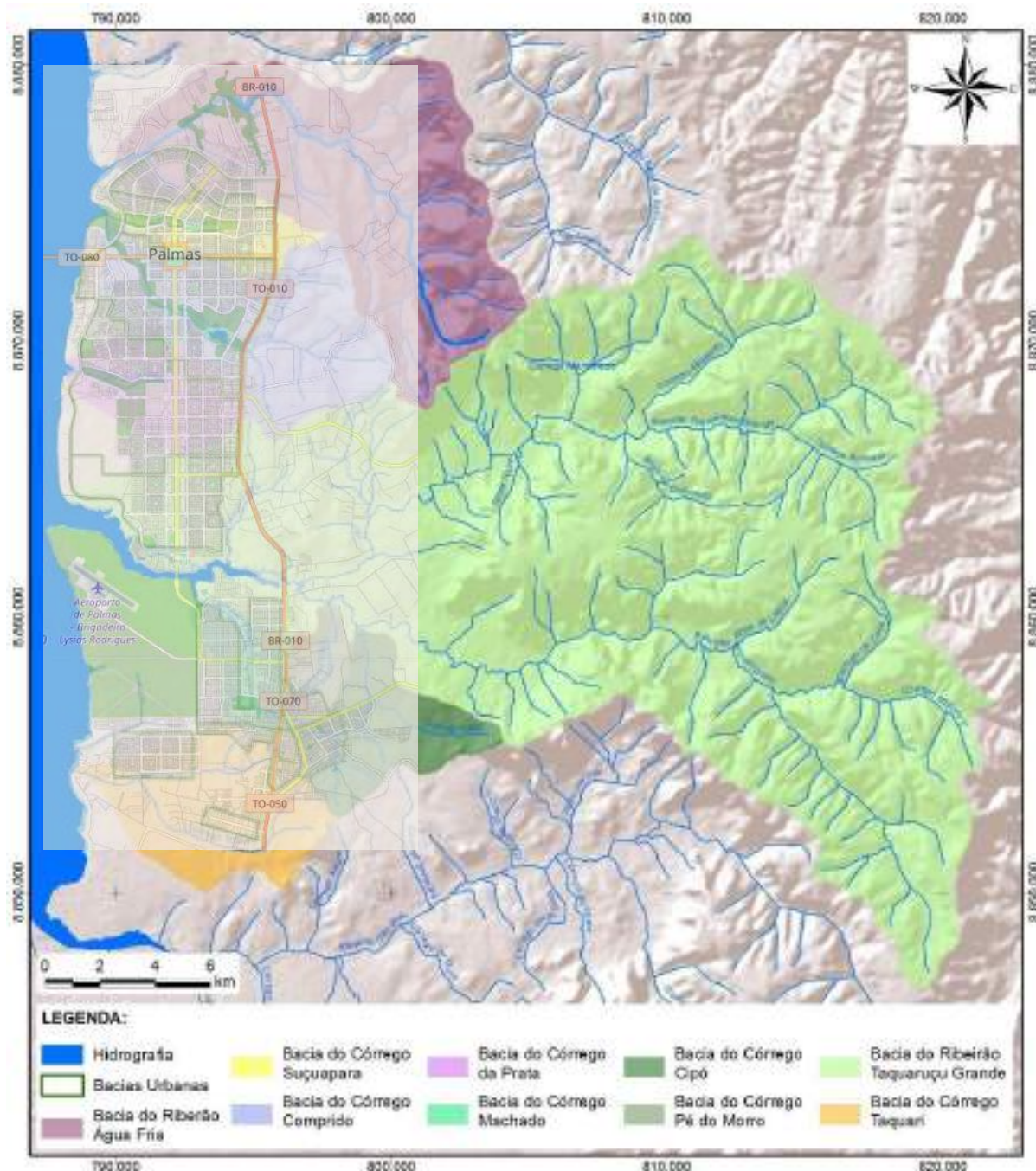


Figura 2-XVI: Bacias Hidrográficas Urbanas de Palmas com Malha Viária atual sobreposta

Neste contexto apresenta-se breve descrição atualizada dos afluentes do rio Tocantins que abrangem a região urbana de Palmas, incidindo em sua malha viária e no cotidiano dos munícipes.

2.4.1 Ribeirão Água Fria

Localizado ao norte da cidade de Palmas, a parte urbana da bacia encontra-se em Área Verde Urbana. A microbacia do Ribeirão Água Fria ocupa uma área de 90,17 km² e distribui-se por quase 22,5 km no sentido aproximado leste-oeste, englobando a maior parte da área urbana de Palmas. Antes do enchimento do reservatório da UHE Lajeado, seus principais contribuintes eram o Córrego Brejo Comprido e o Córrego Sussuapara, ambos pela margem esquerda. Com o reservatório da UHE Lajeado em operação, esses dois córregos passaram a contribuir diretamente no lago (Tocantins), assim como o próprio Água Fria, desaguando à norte da confluência dos dois anteriores.



Figura 2-XVII: Captação Superficial no Ribeirão Água Fria – fonte PMAE 2018

Este ribeirão é o principal manancial de abastecimento do Sistema Produtor Água Fria, para Sede Municipal de Palmas, com captação superficial por meio de barragem de nível (**Figura 2-XVII**) e tomada de água bruta com escoamento por gravidade até o poço de sucção, com capacidade nominal de 100 l/s.

A **Figura 2-XVIII** reflete o desenvolvimento dos loteamentos nos trechos urbanos de influência do Ribeirão Água Fria, e denota crescimento controlado e adensamento urbano, sem aparentes impactos na Unidade de Conservação, agora área verde urbana (AVU) pela Lei Municipal complementar nº 400/2018 que instituiu o Plano Diretor vigente em Palmas.



Figura 2-XVIII: Comparativo visual de desenvolvimento nos trechos urbanos do Ribeirão Água Fria – fonte Google Earth 2022

2.4.2 Ribeirão Taquaruçu Grande

A microbacia do Ribeirão Taquaruçu Grande possui uma área de 458,16 km² e alonga-se por aproximadamente 36,9 km no sentido aproximado leste-oeste.

O Ribeirão Taquaruçu Grande nasce dentro da APA Serra do Lajeado, tendo seu percurso natural dentro de chácaras e fazendas, na região sul de Palmas. A ação antrópica é percebida pelo assoreamento que ocorre anualmente no período chuvoso, principalmente na época de plantio, pois o preparo do solo da maioria das propriedades é feito sem considerar práticas de conservação do solo.

O Ribeirão Taquaruçu Grande é um afluente direto do Tocantins na sua margem direita. Suas nascentes se encontram na Serra do Lajeado, dentro da APA (Área de Proteção Ambiental) Serra do Lajeado. É formado por duas sub-bacias: Ribeirão Taquaruçuzinho e ribeirão Taquaruçu Grande. Seus principais contribuintes pela margem esquerda são o Ribeirão Taquaruçuzinho, o Córrego Machado e o Córrego Buritizal, e pela margem direita são o Córrego Macacão e o Córrego Tiúba. Este, por sua vez, está inserido em AAP municipal, localizada no extremo sudeste do Plano Diretor de Palmas, entre a

rodovia TO-010 e a Av. NS 10, ao sul da Av. LO 31. Essa região está sob pressão imobiliária para sua expansão, **(Figura 2-XIX)** e sua ocupação poderá gerar demandas importantes para prevenir inundações nos períodos chuvosos.



Figura 2-XIX: ‘Área de Atenção’ para fiscalização em cumprimento da legislação municipal – fonte Google Earth (maio-22)

No último terço do Ribeirão Taquaruçu Grande **(Figura 2-XX)**, a urbanização se torna mais intensa. Nesta área localiza-se uma parcela da cidade de Palmas e os bairros Taquaralto e Aureny I, II e III, bem como o aeroporto de Palmas. A área ambientalmente protegida do córrego Tiúba, que ainda conserva nascentes e mata ripária em parte do curso de suas águas, mantém seu contorno nativo, com flora paludosa e fauna a serem protegidas.



Figura 2-XX: Visão Geral do Ribeirão Taquaruçu Grande (e localização da AAP Tiúba)

A captação de água é feita a jusante da união dos Ribeirões Taquaruçuzinho e Taquaruçu Grande. Segundo Neto (2011)³, esta é a principal fonte de captação de água para consumo humano do município de Palmas, sendo responsável por 66% do abastecimento público da cidade, abrangendo os bairros Taquaralto, JardinsAureny I, II, III e IV e parte da região central de Palmas. Ali também está implantada a principal estação de tratamento de água da capital (ETA-06), operada por Concessionária. Também nesta mesma bacia é realizada a diluição dos efluentes tratados da Estação de Tratamento de Esgoto da Região Sul e está localizado o distrito de Taquaruçu cujo manancial de abastecimento, o córrego Roncador, é um dos afluentes ao Ribeirão Taquaruçuzinho.

2.4.3 Córrego Machado

A Microbacia do Córrego Machado (**Figura 2-XXI**) possui uma área de 1.421,35 ha, representando 2,99% da Sub-Bacia do Taquaruçu Grande, sendo que sua extensão se distribui entre os bairros Aurenny I, II, III e IV, e desemboca no ribeirão Taquaruçu Grande. O córrego se localiza na região sul da cidade e sofre grandes influências como lançamento do efluente tratado da ETE Aurenny, lançamentos de águas pluviais oriundas do sistema de drenagem urbana e captação de água para utilização na irrigação de canteiros. Atualmente, muitos episódios de alagamentos e enxurradas têm sido registrados na época chuvosa, com atuação e registro fotográfico (ver **Anexo I**) da Defesa Civil. Importante destacar que isso ocorre em função da ocupação por moradias muito próximas aos corpos hídricos, em áreas verdes e muitas vezes dentro de APPs.



Figura 2-XXI: Córrego Machado inserido em ambiente urbano

2.4.4 Córrego Prata

Localiza-se ao norte do Ribeirão Taquaruçu Grande e tem sua bacia de contribuição dentro da zona urbana de Palmas com aproximadamente 24,3 km² de área de drenagem. Caracteriza-se como um córrego urbano que tem seu uso intenso pela micro e macrodrenagem da região Centro-Sul de Palmas. Seus principais cursos d'água são o Córrego da Prata e o Córrego Cemitério.



Figura 2-XXII: Erosões na Bacia do Prata – fonte: Plano Diretor 2018

Este curso d'água vem sendo monitorado por equipes da Prefeitura, e o principal processo erosivo na área da Bacia do Córrego Prata ocorre nas paredes do curso do córrego, alargando seu leito. Essas erosões do córrego provocam a perda de áreas da vegetação marginal, que não conseguem barrar o processo erosivo e acabam sendo levadas por este. Tal fato é causado pela alta energia das águas pluviais, direcionadas para o leito do córrego durante os períodos chuvosos. Não se observam dispositivos eficazes de dissipação de energia, que reduziria a velocidade das águas, diminuindo a incidência de erosões. Os dados de Relatórios Técnicos de Diagnóstico Ambiental da Bacia Hidrográfica do Córrego Prata, realizados em 2016/2017, sob gestão da Fundação Municipal de Meio Ambiente de Palmas-TO em parceria com a concessionária de Água e Esgoto do município, demonstram, além do relato detalhado do problema, em suas fotografias (**Figuras 2-XXII e 2-XXIII**) que o problema é conhecido e vem sendo monitorado e registrado pelo Poder Público.

O Anexo 144 do Plano Diretor de Palmas (2018) é um documento técnico que indica os principais pontos erosivos, com destaque para o grande trecho no curso superior do Córrego Prata, em que se pode observar um expressivo alargamento do leito do córrego, através da erosão das margens do canal. Os outros pontos observados são as chegadas dos canais de drenagem urbana, cujas margens também se encontram bastante erodidas.

No mesmo documento foi registrada ocorrência regular de deposição de sedimentos ao longo dos drenos que recebem o escoamento das águas superficiais. Tais drenos chegam a ter vários centímetros de espessura de sedimentos com partículas tamanho areia. Em alguns casos, os drenos são direcionados diretamente para o leito dos córregos, levando consigo grande parte dos sedimentos ora referidos.

Observou-se que são sedimentos oriundos de obras públicas e de aterros realizados a montante do córrego que, na maior parte das vezes, são carregados nos períodos chuvosos para o leito do curso, contribuindo para o processo de assoreamento.

Figura 2-XXIII:
Assoreamento na Bacia do Prata –
fonte: Plano Diretor 2018



2.4.5 Córrego Brejo Comprido

Era afluente do Córrego Água Fria até a formação do lago da UHE Lajeado. Hoje ele deságua no próprio lago. Possui 2/3 de sua extensão em zona urbana, sendo que sua bacia (AD = 46,1 km²) encontra-se praticamente tomada pela parte Central da cidade de Palmas, numa área bastante consolidada do perímetro urbano com a presença do Parque Cesamar, na sua cabeceira.

O Parque Cesamar, implantado às margens do córrego Brejo Comprido, é um dos principais cartões postais da cidade e é utilizado pela população para práticas esportivas e de recreação. Inaugurado em março de 1998, ocupa área às margens do córrego Brejo Comprido, afluente do rio Tocantins, com 6.000 m de perímetro. Possui um lago (**Figura 2-XXIV**) criado pelo represamento do Brejo Comprido, cujo volume d'água é de aproximadamente 500.000 m³.

Seus principais objetivos e finalidades são de proteger a bacia do Brejo Comprido, preservar fauna e flora, promover o desenvolvimento social e aproveitar as condições da paisagem para atividades educativas e de lazer e recreação.

2.4.5.1 Lago Cesamar



Figura 2-XXIV: Visão Geral do Lago Cesamar – Atualização 2022

O Lago Cesamar é formado por cinco afluentes cujo principal é o próprio córrego Brejo Comprido. Até a entrada do Lago, o Córrego Brejo Comprido possui extensão de 6.8 km. Ele cruza por baixo da Avenida NS-10 em 3 localidades (BC.02 / 3 galerias 3x3 / P026) conforme indicam os marcadores amarelos na **Figura 2-XXV** a seguir. Os pontos identificados BC.02, P026, P027 e P031 estão registrados e com seus respectivos relatórios nos Anexos II e III deste documento (págs. 38A-II, 9-AIII, 6-AIII, 14-AIII). O Lago recebe, além disso, descargas do P031 (rede de drenagem das quadras ARSE 24, ARSE 33 e parte da ARSE 23).

As descargas da rede mais antigas (**Figura 2-XXVI**) estão localizadas em locais onde a mata ciliar cresceu paludosamente (AAP Bejo Comprido) nos últimos anos, dificultando o acesso.



Figura 2-XXV: Principais Descargas de Drenagem no entorno do Lago Cesamar – Atualização 2022



Figura 2-XXVI: Bueiro Celular sob a NS-10 (Entrada e Saída) – fonte: PMDU 2014

Tanto no parque como ao longo do canal do córrego Brejo Comprido na zona urbana de Palmas, seu canal encontra-se margeado por vias e ocupações urbanas. Elas acarretaram a retirada de parte da cobertura vegetal, gerando problemas com relação à permeabilidade do solo, ao aumento de erosões e à presença de lixo e entulho em suas vertentes.

Na área urbana, o referido córrego é circundado por diversas quadras, sobretudo de uso residencial, comercial e de prestação de serviços, que contribuem para a impermeabilização do solo e para a descaracterização de seu entorno. Além das ocupações das quadras, existe uma rodovia e quatro avenidas que drenam suas águas para o córrego.

2.4.6 Córrego Sussuapara

Este é mais um curso d'água que vem sendo monitorado por equipes da Prefeitura, e os principais processos de degradação registrados são a erosão e o assoreamento. A alta energia e volume das águas pluviais, observadas durante os períodos chuvosos, tendem a majorar os problemas, pois o córrego recebe várias descargas da rede de drenagem urbana.

Como o Córrego Sussuapara possui toda sua extensão dentro da área urbana, da nascente até confluência com o reservatório da UHE Lajeado (**Figura 2-XXVII**), está vulnerável aos efeitos da urbanização, com ocupação da sua área de proteção permanente e despejo de resíduos sólidos de forma clandestina. Localiza-se na região norte da cidade, com uma área de aproximadamente 12,8 km² e extensão de 4,40 km. Essa região, por constituir um ambiente com ocupação humana, torna-se um local sensível às gradativas transformações antrópicas, em frequência e intensidade, como o

desmatamento, a ocupação urbana e o assoreamento (BARBOSA et al., 2005). O córrego está inserido numa região com grande crescimento populacional, cortando o perímetro urbano de Palmas no sentido leste-oeste, com grandes densidades e taxas de impermeabilizações, o que gera impacto na infraestrutura e tende a levar à degradação deste recurso hídrico.



Figura 2-XXVII: Córrego Sussuapara, com marcação dos locais da nascente e da foz – fonte (LIMA et al., 2016)

Em decorrência de descargas de água pluvial da zona urbana, desde sua nascente e ao longo do seu percurso urbano, encontra-se bastante assoreado. Isso é resultado da funcionalidade da rede de drenagem, que inevitavelmente provoca carreamento de sedimentos e resíduos sólidos para o curso d'água. Obviamente, esses processos devem ser monitorados e ações mitigadoras adotadas (plantio de gramíneas, limpeza, dragagem, manutenção). Como exemplo, temos a obra de drenagem pluvial da **Figura 2-XXVIII** a seguir, executada na continuação da avenida NS-06 (ponto CS.02, nº 13 do Anexo II deste documento) e que suprimiu a vegetação para instalar o ponto de lançamento da drenagem, nas quadras 206N e 306N. O Relatório de Monitoramento Ambiental nº 22/2016 aponta que o Córrego Sussuapara encontrava-se parcialmente assoreado no local, como consequência imediata da execução da obra provocou carreamento de sedimentos, e que nos meses subsequentes, não foi feito o plantio de gramíneas nas áreas do entorno da obra, para evitar agravamento dos processos erosivos.



Figura 2-XXVIII: Obras de Drenagem Urbana, Anexo 144 do Plano Diretor 2018



Figura 22: Supressão Vegetal em Área Verde 206N e 306N.



Figura 26: Talude sem cobertura vegetal no entorno da obra de drenagem.

2.4.7 Córrego Taquari

O córrego Taquari era afluente do Ribeirão São João. Com a formação do lago da UHE Lajeado, a sua bacia ficou independente da bacia do Ribeirão São João, passando a ter sua foz no lago da barragem.

A bacia de contribuição tem 35,7 km² e o principal uso é para a agricultura e a pecuária. Atualmente sofre um processo de urbanização acelerado com a instalação de loteamentos e insuficiente infraestrutura de drenagem, calçamento e pavimentação. Como se observa nas **Figuras 2-XXIX e 2-XXX**, a região entre os dois afluentes e a BR-010 (circulada em preto) apresenta-se altamente loteada, e todas as águas pluviais urbanas desse setor obrigatoriamente escoarão para o talvegue do córrego, podendo gerar na confluência (circulada em vermelho) e à sua jusante (em amarelo), problemas futuros, erosão e assoreamento no canal a céu aberto.

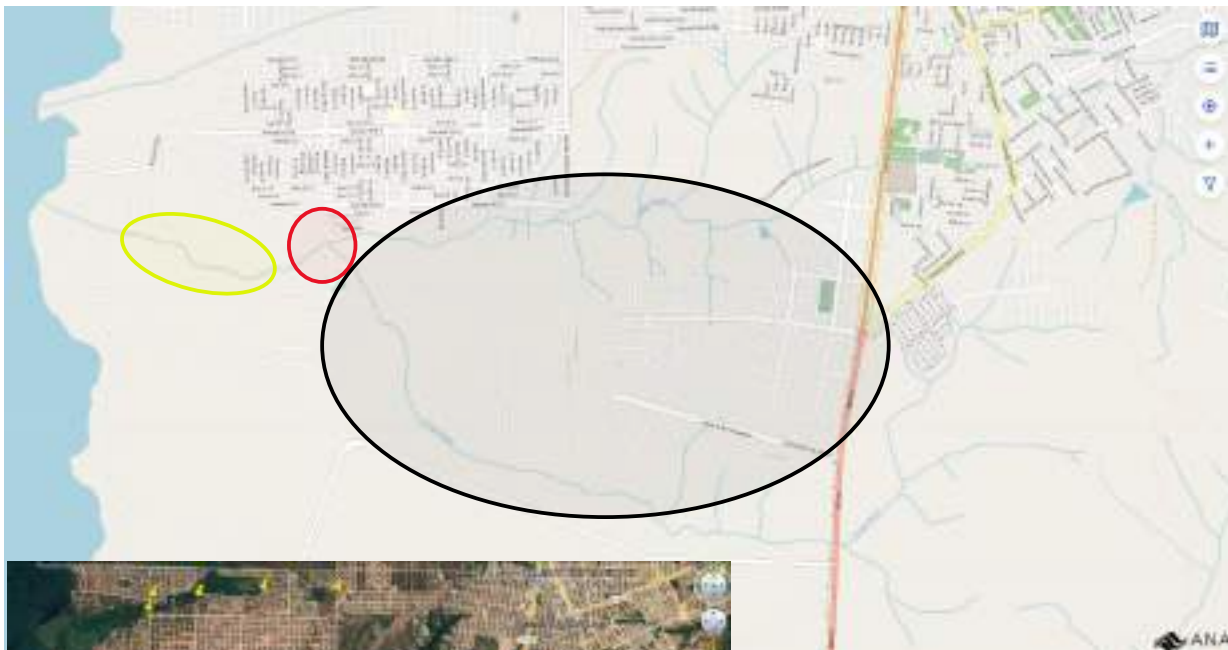


Figura 2-XXIX: Áreas a serem monitoradas com o desenvolvimento urbano no Córrego Taquari



Figura 2-XXX: Foto Satélite – maio/2022 – observa-se forte tendência ao desenvolvimento urbano na bacia do Taquari

2.4.8 Córregos Cipó e Pé do Morro

Ambos estão localizados na região sul da cidade de Palmas, onde o córrego Cipó recebe a drenagem do bairro Santa Fé desde as suas nascentes, e o córrego Pé do Morro recebe a drenagem do bairro Morada do Sol, tendo o seu alto curso inserido na área urbana.

Estes dois cursos d'água são afluentes do Ribeirão Taquaruçuzinho (afluente do Taquaruçu Grande) pela sua margem esquerda. Na Bacia do Córrego Cipó houve ocupação às margens do corpo hídrico que contribuiu para o assoreamento do córrego e prejudicando o processo de escoamento das águas pluviais (recebe a drenagem dos bairros Morada do Sol I e II).

A expansão de novos loteamentos ao Sul do Ribeirão Taquaruçu Grande, especialmente Bela Vista, Recanto das Araras (I e II), Jardim Vitória (I e II), e Nova Flamboyant (I e II) representa uma cobertura maior de rede na região, e maiores volumes de águas escoando superficialmente até as entradas (bocas de lobo, bueiros) do sistema de microdrenagem local. Observar (**Figura 2-XXXI**) que a tipologia caracterizada por pequenos ramais favorece acúmulo das águas pluviais em curvas e entroncamento

desses cursos d'água, aumentando a quantidade de áreas de risco e atenção.



Figura 2-XXXI: Mapa de Riscos de Enchentes e Inundações na Bacia Córrego Cipó

2.4.9 Ribeirão São João

O Ribeirão São João é afluente da margem direita do rio Tocantins, localizado na região sul de Palmas, dividindo os municípios de Palmas e Porto Nacional. A principal atividade desenvolvida é a agricultura e a pecuária. Possui área de drenagem de 304,89 km².

A bacia de drenagem é utilizada para agricultura por conta do tipo de relevo encontrado. Em comparação com as demais bacias, esta é a que possui maiores áreas com terrenos planos, propícios para estas atividades.

Devido às suas características geográficas, vários projetos de irrigação e assentamentos foram desenvolvidos na bacia. Os assentamentos ocorrem principalmente em consequência do deslocamento da população da área alagada pela formação do reservatório da UHE Lajeado. Tem pouca ou nenhuma influência na drenagem urbana do município de Palmas.

2.4.10 Parâmetros Morfométricos

A avaliação preliminar da dinâmica dos sistemas hídricos baseou-se em levantamentos de parâmetros morfométricos, apoiados por Sistema de Informação Geográfica (SIG) e estimativas baseadas nas informações disponíveis das obras realizadas, concluídas e em operação. Esses levantamentos permitiram a atualização dos dados apresentados na **Tabela 2-V** a seguir, que caracterizam as bacias urbanas da cidade de Palmas, as quais podem ser observadas na **Figura 2-XVI**.

Dentre as bacias hidrográficas de interesse, quatro delas foram classificadas como microbacias (área entre 5 a 10 mil hectares). A bacia hidrográfica do Ribeirão Taquaruçu Grande, de maior porte, destaca-se com uma área de bacia de 458,16 km², portanto, sua caracterização é de uma sub-bacia de drenagem.

As densidades de drenagem obtidas para estas bacias urbanas variaram entre mínima de 0,46 km/km², na microbacia do Córrego Sussuapara, e máxima de 1,34 km²/km², na bacia do Ribeirão Taquaruçu Grande. As duas bacias apresentaram evolução da densidade de drenagem e sua condição de permeabilidade permite rapidez de infiltração de água e consequente reabsorção pelos lençóis aquíferos. Naturalmente, nestas bacias, o regime pluvial tende a apresentar escoamento superficial significativo, que gera mecanismos de erosão hídrica ligados ao processo inicial de chuva, provocando a erosão laminar ou em lençol, decorrente do atrito do próprio escoamento superficial que conduz material erodido dos pontos abaixo das encostas para as calhas fluviais. Obviamente, com a evolução das extensões de rede, esses fenômenos tendem a diminuir.

Considerando-se que quanto mais ramificada for a rede, mais eficiente será o sistema de drenagem, em Palmas, os valores encontrados revelam-se como de baixa densidade de drenagem e sua efetividade ainda poderá melhorar, com implantação de futuros projetos e obras de macro e microdrenagem.

As bacias em questão apresentaram índices de circularidade, coeficientes de compacidade e fatores de forma que indicaram que estas bacias são alongadas, ou seja, elas possuem menor concentração do deflúvio. Considerando essa característica, pode-se inferir que as bacias hidrográficas que compõem a área de estudo apresentam riscos moderados de enchentes nas condições normais de precipitação, por isso, se faz necessário monitoramento permanente para adequada projeção e planejamento futuro de novas redes e mecanismos de escoamento.

Tabela 2-V: Parâmetros Morfométricos das principais bacias urbanas de Palmas, Sede e região Sul, Novos Dt e Dd – Atualização 2022

Bacia / Microbacia	Área Total (km ²)	Perímetro total (km)	L principal (km)	Dt (km)	Dd (km/km ²)	F	Kc	Ic	Ordem
Ribeirão Água Fria	90,17	48,21	22,53	105,55	1,17	0,18	1,42	0,49	4
Córrego Brejo Comprido	46,08	32,83	13,90	49,26	1,07	0,24	1,35	0,54	3
Córrego Sussuapara	12,79	17,81	4,40	5,84	0,46	0,66	1,39	0,51	2
Córrego da Prata	17,77	17,26	3,73	16,23	0,91	1,28	1,15	0,75	2
Ribeirão Taquaruçu Grande	458,16	115,26	36,99	613,76	1,34	0,33	1,51	0,43	4
Córrego Machado	11,14	15,34	6,19	11,37	1,02	0,29	1,29	0,60	3
Córrego Taquari	35,72	26,31	12,10	42,78	1,20	0,24	1,23	0,65	3

Onde: Dt – Rede de Drenagem Total; Dd – Densidade de Drenagem; F – Fator de Forma; Kc – Coeficiente de Compacidade; Ic – Índice de Circularidade.

2.4.11 Determinação das vazões para as principais bacias urbanas

A estimativa dos hidrogramas das principais bacias urbanas contou com o levantamento das áreas das bacias contribuintes, considerando:

- Bacia Urbana: que considera a área de contribuição da bacia no perímetro urbano, diferente da bacia rural.
- Área Urbana: área da bacia urbana, desconsiderados os vazios urbanos (que compreendem as áreas não ocupadas e área verde ou de baixa ocupação)
- Área não urbana: área da bacia urbana referente aos vazios urbanos, acrescida da bacia de contribuição rural.

A determinação do valor de CN depende do tipo de solo em relação à sua permeabilidade, à sua condição de umidade antecedente e ao seu tipo de uso e cobertura.

Existem muitas tabelas com valores de CN para diversos cenários em manuais e bibliografia referentes a escoamento superficial. Elas não serão transcritas para este estudo, mas podem ser verificadas em Tucci (1993), Porto (1995), SCS (1975), entre outros.

Para o Número de Curva (CN) nas áreas urbanas foram considerados valores de CN=88 que corresponde ao valor máximo da faixa central de curva CN (Solo C), considerados a cobertura do solo

tipo asfalto, telhado e solo. Para a área não urbana, o CN adotado foi de 66, que corresponde à faixa intermediária para solos B. Assim, os valores de CN considerados adequados para exprimir a situação corrente, são apresentados na **Tabela 2-VI**.

Tabela 2-VI: CN estimados para a situação atual

Tipo de Área	CN
Urbano com pavimentação	88
Não Urbano	66

A **Tabela 2-VII** exibe os dados de entrada para a geração dos hidrogramas. Foram analisados os córregos, ribeirões e seus afluentes urbanos para o cálculo de contribuição de vazões internas à malha urbana. Todos os setores do município foram considerados, incluindo novos loteamentos na região do córrego Cipó e Pé do Morro, que correspondem a cursos d'água internos aos bairros Santa Fé e Morada do Sol, afluentes do Ribeirão Taquaruçu Grande. A **Tabela 2-VIII** apresenta os CNs médios adotados.

Tabela 2-VII: Dados de entrada para estimativa dos hidrogramas nas bacias urbanas de Palmas – Situação Atual

Rio Principal	Área Total (km²)	L total	Declividade (m/m)	Bacia Urbana (km²)	Vazios Urbanos (km²)	Área Urbana (km²)	Área Não Urbana (km²)	AU %	ANU %
Ribeirão Água Fria	90,17	22,53	0,020	6,91	3,02	3,89	86,28	4,3	95,7
Córrego Suçupara	12,79	4,40	0,027	10,99	3,58	7,11	5,68	55,6	44,4
Córrego Brejo Comprido	46,08	13,90	0,007	22,88	8,67	14,21	31,87	30,8	69,2
Córrego da Prata	24,31	3,73	0,005	24,31	12,72	9,59	14,72	39,3	60,7
Ribeirão Taquaruçu	458,16	36,99	0,013	29,71	13,01	16,70	441,46	3,6	96,4
Córrego Machado	11,14	6,19	0,010	11,54	1,65	9,79	1,35	87,9	12,1
Córrego Taquari	35,72	12,10	0,015	8,08	5,02	3,06	32,66	8,6	91,4
Córrego Cipó	23,13	8,14	0,030	1,86	0,67	1,29	21,84	5,6	94,4
Córrego Pé do Morro	7,50	5,70	0,022	3,08	1,74	1,34	6,16	17,9	82,1

obs: Vazios Urbanos correspondem às áreas com baixa ou sem ocupação / Área não urbana compreende as áreas rurais e de vazios urbanos

CN Médio Calculado	
Bacia	CN
Ribeirão Água Fria	64,25
Córrego Brejo Comprido	76,44
Córrego Suçupara	87,12
Córrego da Prata	89,73
Ribeirão Taquaruçu	66,07
Córrego Machado	89,38
Córrego Taquari	69,27
Córrego Cipó	88,15
Córrego Pé do Morro	87,94

Tabela 2-VIII: Valores de CN médios calculados para as bacias urbanas de Palmas – Atualização 2022

A observação dos resultados obtidos mostra que os maiores CNs foram para as bacias do córrego Sussupara, Prata, Machado, Cipó e Pé do Morro, em consequência das maiores taxas de urbanização das mesmas (valor médio CN = 88). Os menores CNs foram para as bacias de Taquaruçu, Água Fria e Taquari (em suas bacias principais) pela grande área rural ou ainda não urbanizada (CN médio = 66).

A bacia do córrego Brejo Comprido, mesmo tendo a metade da área de contribuição do Ribeirão Água Fria, gera atualmente vazões com a mesma magnitude por ser uma bacia bastante urbanizada, cujo CN é superior ao da bacia do Água Fria.

2.4.12 Modelagem Chuva-Vazão

A modelagem chuva-vazão deve representar o comportamento de um sistema hidrológico, que normalmente é uma bacia hidrográfica, por meio de equações, de forma a fornecer informações de descarga líquida em um determinado ponto. Esse tipo de procedimento é utilizado em bacias sem informações de vazão medidas em campo. Depois da medição dos dados de chuva, é possível obter estimativas de vazão em qualquer ponto de uma bacia hidrográfica.

De forma resumida, o procedimento da modelagem chuva-vazão possui os seguintes passos:

- (i) levantamento de informações e caracterização do local de estudo (tipo de terreno, infraestrutura existente, rede pluvial, ocupação e uso do solo, dados climatológicos e dos cursos d'água, etc.);
- (ii) definição do período de retorno e dos riscos associados, levando em conta tanto os aspectos sociais e econômicos como os objetivos do projeto em desenvolvimento;
- (iii) determinação da precipitação de projeto de acordo com as informações climáticas da região, que normalmente emprega as curvas de intensidade-duração-frequência;
- (iv) determinação do escoamento superficial direto perfazendo a simulação da transformação chuva-vazão com a aplicação de um modelo hidrológico;
- (v) determinação das vazões de projeto;

A modelagem é necessária à determinação das vazões de projeto e respectivos coeficientes de escoamento. Normalmente são calculados para os tempos de retorno usuais utilizados em projeto (5, 10, 25, 50 e 100 anos). A duração da chuva adotada é igual ao tempo de concentração das bacias estudadas.

Neste estudo, as análises das vazões e coeficientes de escoamento consideraram o TR de 15 anos, adotado pela INFRA Engenharia e Consultoria, em consenso com a SEISP, para as recomendações de drenagem urbana e manejo de águas pluviais.

A precipitação de projeto é calculada por meio do Método dos Blocos Alternados (citado em CHOW, 1959), com a determinação da precipitação efetiva pelo método do Soil Conservation Service (SCS), para a separação do escoamento, e o método do Hidrograma Unitário Triangular (HUT), para a propagação superficial (SCS, 1975). O método do SCS é um dos mais populares entre os projetistas, pois apresenta um único parâmetro: o Curve Number ou CN, que se encontra tabelado em muitos manuais de drenagem urbana.

A **Tabela 2-IX** a seguir, apresenta as vazões de pico (máximas) estimadas para as bacias urbanas na condição atual. As bacias com áreas de drenagem menores (em comparação às maiores bacias) apresentam picos de vazões e volumes escoados bastante representativos e que, mesmo com coeficientes de escoamento ainda reduzidos, proporcionarão escoamentos elevados na situação estudada para o futuro.

Tabela 2-IX: Vazões máximas estimadas para as bacias urbanas na condição atual – Atualização 2022

Vazão Máxima (m³/s)						
Bacia / TR (anos)	5	10	15	25	50	100
Ribeirão Água Fria	171,41	203,14	218,13	246,76	288,76	334,56
Córrego Brejo Comprido	165,65	192,47	203,99	229,42	261,62	295,16
Córrego Sussuapara	35,97	41,5	44,85	48,89	54,67	60,28
Córrego da Prata	39,92	45,32	46,89	53,22	59,97	67,92
Ribeirão Taquaruçu	577,13	669,12	739,34	844,93	984,52	1138,5
Córrego Machado	73,34	80,21	84,46	91,72	101,49	110,84
Córrego Taquari	94,04	110,18	126,98	137,05	158,89	176,21
Córrego Cipó	10,98	12,67	14,49	15,12	16,97	19,48
Córrego Pé do Morro	19,48	22,95	25,27	26,82	31,07	33,87

As bacias dos córregos Taquaruçu, Água Fria e Brejo Comprido apresentam vazões bastante representativas, variando de 203 a 740 m³/s. O Ribeirão Taquari e o córrego Machado pertencem a um grupo intermediário, com vazões máximas entre 84 e 127 m³/s. As demais bacias têm vazões abaixo de 47 m³/s.

De maneira geral, o comportamento das vazões das bacias é semelhante para os demais Tempos de Retorno, ou seja, as maiores vazões são para o Ribeirão Taquaruçu, Água Fria e Brejo Comprido. De

forma intermediária estão as bacias dos rios Taquari e Córrego Machado. As demais bacias têm as vazões estimadas menores, e seus coeficientes de escoamento elevados.

Os valores de coeficiente de escoamento também mostraram as bacias com chuvas representativas, como o córrego Machado, Água Fria e Sussuapara, com valores de coeficiente de escoamento acima de 50. Já as bacias dos ribeirões Taquaruçu, Taquari, e Água Fria tiveram os valores de C menores que 38 (conforme **Tabela 2-X**).

Tabela 2-X: Coeficiente de Escoamento, Bacias Urbanas de Palmas, TR 15 anos – Atualização 2022

Coeficiente de Escoamento - C						
Bacia / TR (anos)	5	10	15	25	50	100
Ribeirão Água Fria	35,4	38,3	40,45	42,8	45,3	48,6
Córrego Brejo Comprido	42,8	49,2	50,87	53,2	55,87	57,9
Córrego Sussuapara	52,2	58,5	60,86	64,1	66,14	67,3
Córrego da Prata	40,6	48,3	53,93	55,0	57,15	60,4
Ribeirão Taquaruçu	29,5	38,1	38,99	49,6	44,42	45,95
Córrego Machado	65,2	71,2	75,39	76,9	78,35	80,24
Córrego Taquari	35,7	40,0	42,96	44,1	45,9	50,2
Córrego Cipó	49,9	51,3	54,27	56,3	60,0	63,4
Córrego Pé do Morro	41,3	51,7	54,76	55,6	58,6	62,6

2.5 Áreas de Preservação Permanente e Arcabouço Legal para a Drenagem Urbana e Manejo de Águas Pluviais

A **Figura 1-XXXII** mostra as áreas verdes urbanas do município de Palmas considerando-se as áreas de conservação de zona ripária e mata ciliar, que, conforme Plano Diretor 2018 tem novo enquadramento e nomenclatura. A **Tabela 2-XI** apresenta as novas nomenclaturas para as antigas Unidades de Conservação da área urbana de Palmas, identificadas na figura a seguir, com suas áreas aproximadas.

Tabela 2-XI: Novos Nomes das Unidades de conservação da Área Urbana de Palmas

nº	Antiga Unidade de Conservação	Novo enquadramento, Art.122 Plano Diretor 2018, como Área Verde Urbana	Área (ha)
1	UC Brejo Comprido	AVU Pq. Linear Urbano Brejo Comprido	402,46
2	UC ARNOS	AVU Pq. Urbano ARNOS	103,76
3	UC Água Fria	AVU Pq. Linear Urbano Água Fria	578,94
4	UC Entorno do Lago do Lajeado	AVU Entorno do Lago	55,65
5	UC Santa Bárbara	Faixa Verde Santa Bárbara	146,21
6	UC Santa Fé – 2ª etapa	AVU Santa Fé	82,59
7	UC Taquarí	Faixa Verde Taquarí / AAP Nova Flamboyant	498,15
8	UC Tiúba	Área Ambientalmente Protegida (AAP) Tiúba	334,81
9	UC Machado	Pq. Linear Urbano Machado	286,07
10	UC Prata	AVU Prata	156,93
11	UC Sussuapara	AVU Pq. Linear Urbano dos Povos Indígenas	170,45

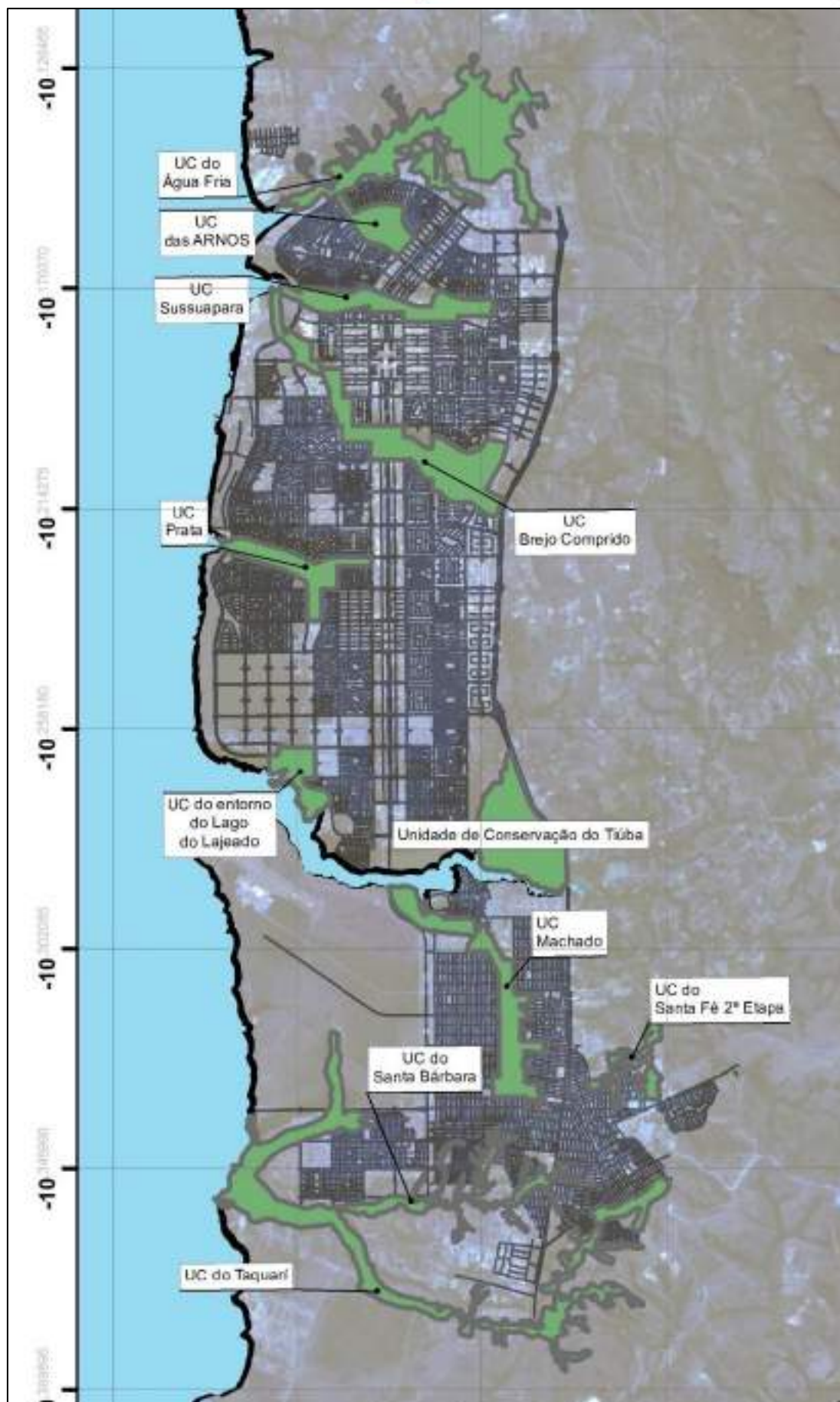


Figura 2-XXXII: Agora AVU's, antigas Unidades de Conservação da área urbana de Palmas - fonte: Plano Diretor 2018

A Câmara Municipal de Palmas legisla há muitos anos para a adoção de estratégias e ações que efetivamente minimizem os efeitos da antropização ao meio ambiente local, contudo uma cidade portentosa, como Palmas tem a vocação para ser, obrigatoriamente deverá desenvolver práticas para acompanhar e fiscalizar o cumprimento dos dispositivos legais. O panorama jurídico-institucional da gestão dos serviços de drenagem urbana em Palmas é bastante positivo.

No âmbito da Drenagem Urbana e Manejo de Águas Pluviais, consideramos, prioritariamente, duas das leis vigentes, a saber:

- a. Política Ambiental do Município de Palmas, Lei Ordinária nº 1011/2001; e
- b. Plano Diretor do Município de Palmas, Lei Complementar nº 400/2018.

a. Política Ambiental, Equilíbrio Ecológico, Preservação e Recuperação do Meio Ambiente

A Política Ambiental diretamente implica o Poder Público à tomar ações de drenagem para evitar (ou, minimamente, mitigar) erosões e assoreamentos em cursos d'água relevantes para o meio ambiente e garantir a manutenção do equilíbrio ecológico entre os mananciais e os recursos ambientais urbanos (os córregos e rios fazem parte do sistema de macrodrenagem do município, sendo de fundamental interesse sua preservação e funcionalidade).

Grifamos entre seus 10 (dez) princípios, há 2 (dois):

- Art. 3º, incisos III e IV, da Lei Municipal nº 1.011/2011

“III- planejamento, fiscalização e racionalização do uso dos recursos ambientais, naturais ou não”;

e
“IV- a proteção das áreas ameaçadas de degradação”;

Que remetem à responsabilidade no cuidado com as áreas de mananciais, especialmente aquelas que estão sofrendo algum nível de deterioração. No caso do objeto deste trabalho, os cursos d'água urbanos e suas encostas, zona ripária e área obrigatória de preservação.

Entre seus 10 (dez) objetivos, grifamos 2 (dois):

- Art. 4º, incisos V e VII, da Lei Municipal nº 1.011/2011

“V- estabelecer (...) normas relativas ao uso e manejo de recursos ambientais, naturais ou não, (...)”;
VIII- preservar e/ou conservar os recursos naturais do Município de Palmas”.

Que impelem o Poder Executivo Municipal à implementar regulamentos e/ou manuais com orientações para garantir o adequado serviço de drenagem urbana e manejo de águas pluviais, em face das diretrizes legais em vigor.

Em sua Seção I, determina o que são as áreas de preservação permanente:

- Art. 3º, incisos III e IV, da Lei Municipal nº 1.011/2011

“I- a cobertura vegetal que contribui para a estabilidade das encostas sujeitas a erosão e ao deslizamento”;

e
“II- as nascentes, as matas ciliares e as faixas marginais de proteção dsas águas superficiais naturais e artificiais.

E ainda, define em seu Capítulo VIII que o monitoramento ambiental consiste no acompanhamento de qualidade e disponibilidade dos recursos com alguns objetivos relativos (e não limitados) à drenagem e manejo de águas pluviais: (i) verificação da degradação ambiental; (ii) verificação de atendimento e cumprimento das normas e padrões legais em vigor; (iii) análise das condições de operação e manutenção dos equipamentos, estruturas e sistemas de drenagem; (iv) identificação de riscos.

b. Plano Diretor 2018

O serviço de drenagem urbana e manejo de águas pluviais de Palmas, através da Lei Complementar nº 400/2018, em seu Art. 93, tem contempladas algumas diretrizes para que as águas pluviais, em seu ciclo, não produzam impactos negativos ao meio ambiente, ao escoarem superficialmente, ou pelos condutos do sistema municipal de drenagem.

Ainda, as ações para a preservação e a proteção dos cursos d'água devem coadunar com o conteúdo dos artigos 162, 163, 164, 165 e 166 da mesma lei (Plano Diretor 2018). No caso deste trabalho, nossas recomendações consideram as diretrizes e estratégias à luz do disposto na Seção IV que, em sua Subseção Única, implementa o Sistema Urbano de Drenagem Sustentável (SUDS). Seu objetivo principal é promover a regeneração do ciclo hidrológico natural com a incorporação de determinadas diretrizes, além da promoção de ações que efetivamente permitam a diminuição das: (i) vazões (de ponta) nos pontos de lançamento da rede de drenagem; e (ii) velocidades de escoamento superficial, através da retenção das águas pluviais, promovendo sua infiltração no solo.

Vamos à descrição específica dos dispositivos legais, para melhor compreensão, em termos práticos, de ações incumbidas ao Poder Público, na prestação dos serviços de drenagem.

b1. Artigo 93 – define as diretrizes para preservação e proteção do meio ambiente e para a mitigação e adaptação aos impactos. A seguir nossos grifos:

Art. 93, incisos II, III, IV, VII, VIII, XIII e XIV, da Lei Complementar nº 400/2018

“II - contribuir para a minimização dos efeitos das ilhas de calor e da impermeabilização do solo;

III - e elevar a qualidade do ambiente urbano e rural, por meio da preservação e recuperação dos recursos naturais;

IV - conscientizar a população, por meio da educação ambiental, quanto à preservação do meio ambiente e as causas e efeitos das mudanças climáticas;

VII - elaborar e executar programas destinados à recuperação e preservação de Áreas de Preservação Permanente - APPs e dos corpos hídricos do Município, em especial para proteção das nascentes, proporcionando incentivos à população para a preservação dessas áreas;

VIII - fortalecer e ampliar a fiscalização ambiental e o monitoramento do Sistema Municipal de Infraestrutura Verde (SisMIV), com a participação das comunidades do seu entorno;

XIII - incentivar a adoção dos sistemas de drenagem sustentável em área urbana em complemento à drenagem artificial, recuperando e ampliando a capacidade de retenção, absorção e infiltração de águas pluviais no solo, como parte das ações de otimização da infraestrutura verde;

XIV - implementar o Plano de Arborização Urbana de Palmas como instrumento do planejamento e desenvolvimento urbano sustentável, detalhando suas diretrizes e proposições, a ser aprovado por lei específica.”

No Relatório de Revisão dos Programas e Ações Propostas, em item relativo às ações sugeridas, indicaremos alternativas de providências que promovam o atendimento dessas diretrizes.

b2. Artigo 162 – trata das diretrizes para o manejo de águas pluviais:

Art. 162, incisos I ao X, da Lei Complementar nº 400/2018

“I - adotar providências no sentido de implantar infraestrutura básica adequada para promover o manejo das águas pluviais externas, com vistas a garantir segurança da vida e do patrimônio, bem como evitar e reduzir prejuízos ambientais e econômicos decorrentes de processos erosivos e de retenção de água;

II - garantir o equilíbrio entre absorção, retenção e escoamento de águas pluviais a partir das características do solo e da capacidade de suporte das bacias hidrográficas, observando-se a obrigatoriedade de previsão de áreas para execução das estruturas de infiltração, detenção ou retenção das águas pluviais nos parcelamentos, como bacias de decantação;

- III - readequar os pontos de lançamento de drenagem existentes, de forma a garantir a dissipação de energia, antes de lançamento no leito dos córregos;
- IV - incentivar o aproveitamento das águas pluviais mediante a captação ou aproveitamento de águas pluviais nas edificações, nas áreas públicas e privadas, condicionado ao atendimento dos requisitos de saúde pública e de proteção ambiental pertinentes;
- V - preservar e recuperar as áreas de interesse para a drenagem, tais como várzeas, fundos de vale, faixas sanitárias dos cursos de água, áreas sujeitas a inundações e cabeceiras de drenagem, compatibilizando com o uso de parques, praças e áreas de recreação;
- VI - elaborar e manter atualizado diagnóstico da drenagem urbana no Município, enfocando os aspectos relacionados à prevenção e controle de inundações, às condições de risco à saúde, ao risco geológico e à expansão do sistema de circulação;
- VII - buscar alternativa de gestão que viabilize a autossustentação econômica e financeira do sistema de drenagem urbana;
- VIII - proceder aos estudos e medidas que previnam e evitem danos às áreas urbanas e unidades de conservação nas áreas especiais de relevante interesse ambiental (AERIA);
- IX - adotar medidas que visem à eliminação dos lançamentos clandestinos de efluentes líquidos e dos resíduos sólidos de qualquer natureza nos sistemas de drenagem pluvial;
- X - incentivar a adoção de implantação de drenagem sustentável nos empreendimentos.”

Abordaremos no Relatório de Revisão dos Programas e Ações Propostas, em item relativo às ações sugeridas, em quadro respectivo, as alternativas de providências que promovam o atendimento das diretrizes de manejo das águas pluviais.

b3. Artigo 163 - trata das estratégias para o manejo de águas pluviais:

Art. 163, incisos I e II, da Lei Complementar nº 400/2018

- I - estabelecimento de diretrizes para o uso de dispositivos artificiais de captação de águas pluviais para fins de retenção, aproveitamento e recarga de aquíferos em unidades imobiliárias e empreendimentos, indicando incentivos para sua implementação;
- II - estabelecimento na Lei de Uso e Ocupação do Solo de taxas de permeabilidade mínima para as unidades imobiliárias.”

Os dispositivos de captação e retenção de águas tem por objetivo contribuir com a evapotranspiração, com a redução de ilhas de calor e com o conforto higrotérmico. Já as taxas de permeabilidade tem por objetivo principal propiciar a infiltração de águas pluviais no solo, minimizar o escoamento superficial de águas pluviais e reduzir alagamentos. No Relatório de Revisão dos Programas e Ações Propostas, em item relativo às ações sugeridas, indicaremos alternativas para que essas estratégias possam ser contempladas.

b4. Artigo 164 – determina a implementação do Sistema Urbano de Drenagem Sustentável (SUDS) através de ações para regenerar a capacidade de absorção dos aquíferos e diminuir a vazão de ponta nas descargas que chegam ao corpo hídrico receptor.

b5. Artigo 165 – elenca as diretrizes do Sistema Urbano de Drenagem Sustentável (SUDS):

Art. 165, incisos I ao VI, da Lei Complementar nº 400/2018

- I - reduzir a vazão de ponta e o volume de escoamento superficial;
- II - promover a recarga natural dos aquíferos e águas subterrâneas;
- III - promover a melhoria da qualidade da paisagem urbana integrando o tratamento das águas pluviais na paisagem;
- IV - promover o aproveitamento das águas pluviais de forma a utilizá-la em aplicações que não exijam

níveis de qualidade da água elevados;

V - promover a redução no transporte de resíduos sólidos e de outros poluentes das áreas urbanas para o corpo hídrico receptor, visando a melhoria da qualidade da água;

VI - promover a melhoria dos regimes de escoamento nos cursos de água.

As alternativas tecnológicas compatíveis com a realidade de Palmas serão apresentadas oportunamente, no Relatório de Prognóstico,

b5. Artigo 166 – determina que a gestão do serviço deve incorporar em sua concepção e execução os princípios e diretrizes do SUDS, bem como, o conjunto de técnicas, estruturas de controle e estratégias.

2.6 Situação Atualizada da Drenagem Urbana do Município de Palmas

Palmas é uma capital pujante que teve incremento populacional acelerado e parte decorrente desse crescimento é a impermeabilização do solo, que nos períodos chuvosos tende a causar aumento na ocorrência de alagamentos em áreas urbanas e inundações nas regiões mais baixas, próximas aos cursos dos ribeirões e córregos que drenam a cidade.

Os períodos de chuva duram de 5 a 6 meses por ano e o volume de água tende a saturar o solo, agravando o escoamento superficial ocasionando alagamentos nas vias públicas. Algumas obras já executadas facilitam o escoamento das águas, mas obras executadas e sem carga diminui a eficiência. As inundações naturais da várzea ribeirinha não são preponderantes, e ocorrem pontualmente, no Córrego Machado, no Córrego Prata e no Sussuapara.

São diversos os fatores que contribuem para a condição da drenagem urbana no município e que se traduzem em diversos problemas. Podem-se citar os seguintes:

- deficiência de macro e de microdrenagem em algumas avenidas e quadras;
- falta de manutenção sistemática dos sistemas de drenagem (dragagem nos canais naturais, limpeza e manutenção das estruturas nos pontos de lançamento, supressão vegetal nos dispositivos de dissipação, e desobstrução de bocas de lobo);
- falta de remoção dos resíduos de construção civil e entulhos, muitas vezes jogados próximos a desemboques de drenagem, carreando material sólido para os córregos e ribeirões;
- situação à jusante das descargas (pontos de lançamento) de águas pluviais, causando erosão (voçorocas) e assoreamento nos cursos d'água;
- lançamento de águas pluviais de imóveis edificados diretamente sobre vias públicas (ausência de calha, ou descargas diretas nas calçadas) – ver **Figura 2-XLV** na pág.52);
- falta de um Plano Diretor exclusivo para drenagem pluvial urbana ou, preferivelmente, normas e manuais municipais de manutenção, projeto e execução de tais obras;
- falta de pavimentação em algumas quadras causam sérios transtornos aos moradores e usuários do espaço urbano, devido à alagamentos e aos processos erosivos (ver **Anexo VIII**, resultados da Consulta Pública);
- insuficiência de bocas de lobo em vias pavimentadas (com drenagem), e posicionamentos inadequados, em cruzamentos fora do meio-fio ou em faixas de rolagem nas rotatórias, por exemplo;
- meio-fio alto sem sarjeta adequada às necessidades de escoamento superficial, retendo o fluxo de água das chuvas na pista de rolagem (em geral, à direita);
- grelhas de concreto com alto índice de rompimento e necessidade constante de trocas ou reparos.

Um sistema de drenagem urbana eficiente promove o transporte das águas da chuva após a sua ocorrência, de forma controlada para evitar impactos significativos no sistema viário e área urbana do município. A ocorrência de inundações ou alagamentos pontuais, que em menor escala podem afetar a funcionalidade urbana, devem ser compreendidos em cada contexto, seja pela inexistência de estruturas de drenagem ou seu mau funcionamento. A prevenção deve ser baseada com bom

planejamento e gestão de uso do solo.

As bacias de drenagem inseridas na zona urbana são compostas pelos córregos elencados na **Tabela 2-XII** a seguir.

Tabela 2-XII: Córregos urbanos da região do município de Palmas

Região	Córrego/Ribeirão
Norte	Água Fria e Sussuapara
Central	Brejo Comprido e Prata
Sul	Taquaruçu, Machado, Taquari, Cipó, Pé do Morro

As bacias do córrego Sussuapara e do córrego da Prata possuem 100% de sua contribuição como área urbana. As demais possuem parcelas de drenagem fora da área urbana.

A maior bacia de drenagem que corta a zona urbana é a do Ribeirão Taquaruçu que também é o maior manancial da cidade atualmente. As condições de drenagem para esta bacia ainda são relativamente boas, uma vez que a sua capacidade de escoamento é bastante grande, ainda que haja relatos de assoreamento no fundo do talvegue tornando o córrego raso. Os principais problemas ocorrem nos tributários do mesmo, flagrantemente no córrego Machado que drena os loteamentos Jardim Aurenny I ao IV, no córrego Cipó que recebe as águas do loteamento Santa Fé e no córrego Pé do Morro que drena o loteamento Morada do Sol. Todos os pequenos afluentes desses córregos localizados dentro de lotes regularizados inundam no período chuvoso, ocasionando impactos que requerem a atuação da defesa civil e geram demandas indesejadas a SEISP, situação não modificada desde a versão anterior deste documento (2014).

A sobrecarga da drenagem urbana sobre estes córregos, evidenciou-se nos últimos anos, com o aumento das ocorrências de enxurradas, alagamentos e inundações, como pode ser verificado no Mapeamento e Monitoramento da Defesa Civil (item 2.7.1. adiante), e apesar da existência de redes de microdrenagem o problema persiste, sempre na ocasião de chuvas intensas, com vazões maiores do que sua capacidade de escoamento.

O córrego Sussuapara, Brejo Comprido e da Prata têm pontos com ocorrência de erosão, voçorocas e assoreamento em estruturas de transposição destes canais (como passagens sob vias ou bueiros) pela falta de proteção de suas margens e grandes volumes transportados durante chuvas intensas. Além disso, o Córrego Machado na região sul de Palmas tem diversos problemas às margens do curso d'água com erosão e assoreamento (ver **Anexos I, II e III**).

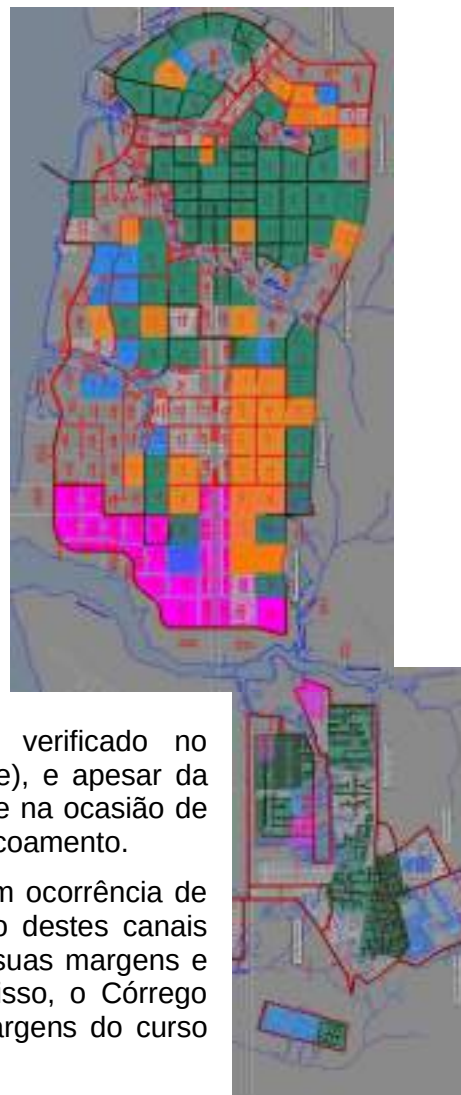


Figura 2-XXXIII: Redes de Drenagem Executadas e Planejadas (2014)- o traçado vermelho representa redes projetadas ou em execução; e o traçado em preto representa redes implantadas

2.6.1 Abrangência da Rede de Drenagem

A partir dos documentos e das informações disponíveis, além de levantamentos de campo, constatamos a seguinte situação de abrangência e atendimento das redes de drenagem estabelecidas:

- A região Norte e Central de Palmas possui a maior cobertura de rede de drenagem do espaço urbano em virtude de sua grande densidade populacional, drenando para as bacias do córrego Água

Fria, Sussuapara e Brejo Comprido;

- As bacias do córrego da Prata e Taquaruçu possuem cobertura de rede com abrangência razoável em operação. Tem-se redes de microdrenagem implantada em diversas quadras da porção leste e oeste, que recentemente entraram carga.

- Na região sul de Palmas, os bairros Aurenly I, II, III e IV possuem cobertura de rede de microdrenagem em praticamente toda a área da bacia do córrego Machado, que drena para o Ribeirão Taquaruçu.

- Nas bacias dos córregos Cipó e Pé do Morro tem-se novas redes de drenagem recentemente implantadas e em operação.

- Na bacia do rio Taquari, as redes de drenagem implantadas e em carga tem pontos de lançamento tanto no afluente norte como no curso principal.

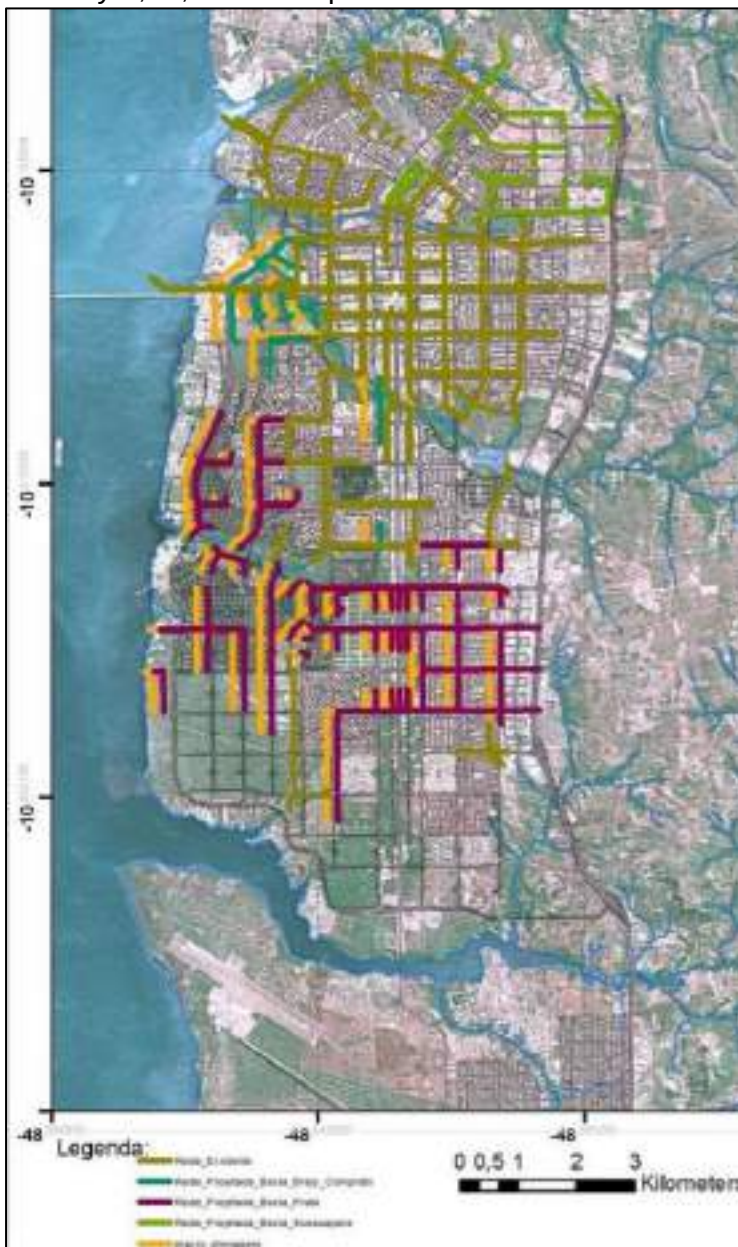


Figura 2-XXXIV: Atualização das Redes de Drenagem Existentes e Projetadas (2018)

2.6.2 Índices de cobertura por rede de drenagem

O Índice de Cobertura por Rede de drenagem (ICR) visa apresentar o atual estágio de atendimento do sistema. Trata-se de um indicador que considera para sua definição duas variáveis:

$$\text{ICR} = \frac{\text{Área coberta por sistema de drenagem existente}}{\text{Área total urbanizada}}$$

- A área onde existe rede de drenagem implantada e em carga. Considera-se para efeitos de cálculo que a estrutura do sistema de drenagem existente possua condições adequadas;
- Área urbanizada da bacia hidrográfica analisada. No cômputo das áreas urbanizadas foram desconsideradas as áreas verdes, pois elas não necessitam de estruturas de drenagem (considerando como estruturas elementos como bocas de lobo e galerias), além das áreas

desocupadas que em tese não necessitam hoje de sistema de drenagem pluvial.

Para avaliação dos resultados, serão consideradas as seguintes premissas para os índices obtidos:

- ICR acima de 1,15: cobertura ideal com 15% de folga do sistema para o planejamento de obras futuras de acordo com o crescimento da urbanização na bacia hidrográfica;
- ICR entre 1,00 e 1,15: nível em que se torna desejável a existência de obras e projetos em andamento afim de se evitar no curto prazo impactos por problemas de drenagem;
- ICR entre 0,75 e 1,00: neste intervalo é possível a existência de problemas no sistema de drenagem, o que implica necessidade de adoção de medidas com efeito no curto prazo;
- ICR abaixo de 0,75: os locais com índice abaixo de 0,75 provavelmente apresentam episódios relacionados a problemas no sistema de drenagem. Neste intervalo, as ações mais críticas deverão ser adotadas de forma emergencial.

A partir das plantas disponíveis de 2014 (**Figura 2-XXXIII**), das informações dispostas no Plano Diretor 2018 (**Figura 2-XXXIV**) e da atualização observada na avaliação geral do sistema e das obras executadas e em carga (ver **ANEXO X**), a INFRA Engenharia e Consultoria estimou os novos valores de ICR para as principais bacias do município, para referenciar planejamento futuro e projetos eventualmente necessários para pleno atendimento às vazões do período chuvoso.

De acordo com os dados disponíveis, os índices de cobertura (ICR) para as bacias hidrográficas urbanas existentes no município estão em sua totalidade abaixo dos patamares ideais, o que indica prováveis desafios operacionais no sistema de drenagem (**Tabela 2-XIII**).

Tabela 2-XIII: ICR estimados das bacias hidrográfica urbanas

Bacia Hidrográfica (BH)	ICR (2014)	ICR (2022)
BH – Ribeirão Água Fria	0,79	1,00
BH – Córrego Sussuapara	0,79	1,05
BH – Córrego Brejo Comprido	0,87	1,10
BH – Córrego Prata	0,39	0,85
BH – Ribeirão Taquaruçu	0,49	0,70
BH – Córrego Machado	0,52	0,65
BH – Córrego Taquari	0,48	0,65
BH – Córrego Cipó	0,50	0,60
BH – Córrego Pé do Morro	0,10	0,35

De acordo com os dados da **Tabela 2-XIII**, observa-se que as bacias hidrográficas urbanas do Plano Diretor apresentaram evolução do ICR, com melhoria do atendimento, apesar de ocorrências eventuais, com baixo impacto na malha viária. Contudo, as bacias hidrográficas do Ribeirão Água Fria, córrego Sussuapara e córrego Brejo Cumprido ainda apresentam problemas em alguns pontos de lançamento, o que apontam a necessidade de intervenções de manutenção (limpeza, dragagem, desassoreamento, desobstrução e monitoramento regular).

Para as demais bacias, ainda que se constate melhoria na cobertura das redes (ICR maior do que em 2014), os valores estimados estão abaixo do desejável para minimizar ações emergenciais, principalmente nos períodos de chuva, onde os volumes de água e vazões são significativamente maiores.

Destaca-se que os índices apresentados são estimativas qualitativas sem, no entanto, considerarem a adequação das redes de drenagem existentes no que tange à manutenção e dimensionamento.

O objetivo do ICR é chamar a atenção para as áreas que possivelmente apresentam as condições mais precárias de cobertura pelo sistema. Estas áreas devem ser analisadas em conjunto com outros dados além de serem relacionadas aos fatores acima citados.

2.7 Pontos Críticos e áreas de risco para análise técnica

A implantação da cidade de Palmas e o processo de urbanização que se desenvolveu desde 1990 até os dias atuais proporcionaram interferências antrópicas no meio urbano com grandes impactos na

integridade ambiental dos recursos hídricos nas principais bacias de drenagem urbanas.

O escoamento natural, devido ao perfil topográfico de Palmas, flui no sentido leste-oeste, e muitas vezes a água pluvial fica retida temporariamente em diversos entroncamentos de grandes avenidas que tem direção Norte-Sul, como a Av. Teotônio Segurado.

Neste contexto, majorado pelas precipitações intensas durante o período chuvoso (novembro a abril), ocorrem pontos de alagamentos em diversas regiões da cidade, que interferem no sistema viário e, em menor intensidade, também ocorrem inundações em áreas sujeitas a estes fenômenos (fundos de vale – principalmente nas bacias fora da região central).

Como já citado, os alagamentos causam comprometimento da mobilidade urbana em pontos específicos da cidade (**Figura 2-XXXV**), e atualmente muitos fazem parte de um monitoramento permanente da Defesa Civil. A regularidade das chuvas por um longo período (5-6 meses do ano) ocasiona elevados níveis d'água e grandes fluxos, com consequentes danos à pavimentação e ocorrência de enxurradas e erosão em quadras ainda pouco habitadas, não pavimentadas ou com pavimentos desprotegidos.



Figura 2-XXXV: Mobilidade comprometida - a.NS-08; b.LO-19 x Av Teot. Seg. – Janeiro 2023

O sistema de drenagem existente apresenta dificuldades para suportar a magnitude dos eventos causados pelas chuvas intensas que ocorrem na zona urbana de Palmas. Principalmente fora do Plano Diretor, onde a cobertura com rede de microdrenagem ainda é deficitária, estas águas que escoam superficialmente percorrem grandes trechos até chegar aos pontos mais baixos. No trajeto que percorrem, por vezes se acumulam em vias, canteiros e calçadas, formando massas d'água junto às principais avenidas, carreando resíduos de todo tipo e causando transtornos temporários, que impactam a rotina normal da cidade.

No período de chuvas intensas, as precipitações elevadas em curtos períodos e alta frequência, resultam na redução do tempo de concentração e elevados picos de vazões. Assim, a sustentabilidade do sistema está sob forte pressão, principalmente por não haver sistematização dos processos de manutenção e limpeza das bocas de lobo, bueiros, dispositivos de descarga e nas porções finais dos canais naturais, onde são lançadas as águas pluviais provenientes das galerias e tubulações de drenagem.

Dessa forma, estas mesmas condições de grandes vazões com altas velocidades de escoamento, e consequentemente, grande energia, tendem a causar impactos nos lançamentos nos cursos d'água, provocando erosão de margens e leito, além de assoreamento em pontos onde os dispositivos de dissipação de energia estão funcionais.

2.7.1 Locais com eventos registrados – Monitoramento e Mapeamento da Defesa Civil

Desde 2019, a Defesa Civil do município tem monitorado e mapeado os pontos críticos de alagamentos, inundações, enxurradas e outros eventos gerados pelas chuvas (**Figura 2-XXXVI**), de forma regular. O registro dos eventos é feito através da inserção das informações coletadas no mapa que se encontra em Plataforma da Defesa Civil Municipal, no link a seguir. Toda a informação constante dessa Plataforma é de interesse público e a Defesa Civil a mantém regularmente atualizada.

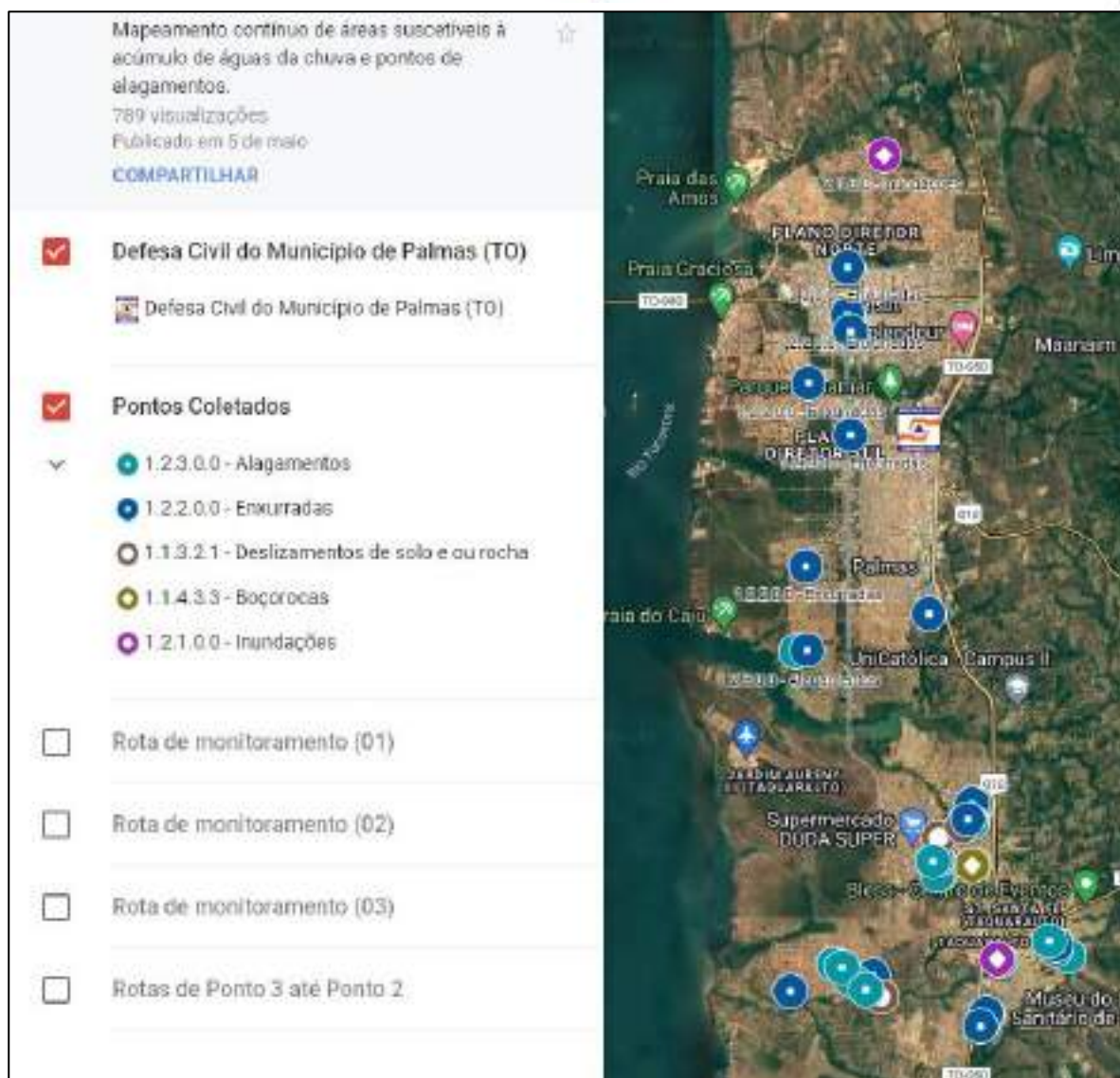


Figura 2-XXXVI: Mapeamento e Monitoramento da Defesa Civil (2022)

https://www.google.com/maps/d/edit?mid=1Qtwd0Y3gnZsUS2PvFm_IPTiKnYqFTr-h&usp=sharing

No **Anexo I**, pode-se observar em detalhes o conteúdo da última atualização disponível (2022).

2.7.2 Locais Vistoriados – INFRA Engenharia e Consultoria

A equipe da INFRA Engenharia e Consultoria vistoriou em campo, durante duas visitas técnicas, realizadas em março de 2002 (locais e estruturas vistoriadas escolhidas à critério da INFRA Engenharia e Consultoria) e posteriormente em junho de 2022 (locais e estruturas vistoriadas escolhidas à critério da SEISP – **Figura 2-XXXVII**). Os pontos e locais foram elencados nos Laudos de Vistoria e Relatórios fotográficos, compilados em dois documentos, constantes do **Anexo II** e **Anexo III** deste documento.

Figura 2-XXXVII: Pontos definidos pela SEISP para inspeção da INFRA Engenharia



2.7.2.1 Principais e mais comuns problemas encontrados

2.7.2.1.1 Erosão, Assoreamento e Voçorocas

A erosão é um dos principais problemas ambientais observados em regiões de climas tropicais, devido ao regime de chuvas serem mais intensos. Tal fato se agrava quando o regime de chuvas se concentra em determinados períodos do ano, como ocorre em Palmas entre os meses de outubro e abril.

O processo de assoreamento de uma bacia hidrográfica encontra-se intimamente relacionado aos processos erosivos, uma vez que estes fornecem os sedimentos que são transportados e depositados no leito do córrego. O aumento no processo erosivo contribui para o aumento do assoreamento do córrego a jusante do mesmo.

O assoreamento é consequência da deposição do material transportado pelos drenos urbanos e do material erodido das paredes dos córregos. A solução para tal problema é mesma dos processos erosivos, ou seja, melhor dimensionamento da drenagem pluvial urbana. Como possíveis soluções, tem-se: obras hidráulicas que diminuam a velocidade de escoamento, como escadas e obstáculos transversais ao longo do talvegue; construção de reservatórios ao longo da drenagem, que possam represar a água, o que, além de diminuir sua velocidade e volume, passam a se constituir em locais de deposição de sedimentos, evitando que cheguem ao curso do córrego.

A voçoroca (ou boçoroca) é um fenômeno geológico que consiste na formação de grandes buracos de erosão, causados pela chuva e intempéries, em solos onde a vegetação é escassa e não mais protege o solo, que fica cascalhento e suscetível de carregamento por enxurradas.

Como já se observou anteriormente, em praticamente todos os canais fluviais urbanos, seus tributários e afluentes existem evidências de: (i) processos erosivos ocasionados tanto pelos efeitos do escoamento superficial (**Figura 2-XXXVIII**) quando pelo funcionamento da infraestrutura de drenagem,

que apresentam descargas com grande energia proveniente dos volumes agrandados dos cursos d'água no período chuvoso, quando ocorre a desestabilização de taludes e o processo de entalhamento do terreno devido ao escoamento superficial de águas pluviais em solo exposto (**Figura 2-XXXIX**). O carreamento de partículas desestabilizadas para cursos d'água provoca o assoreamento dos canais (córregos, ribeirões, rios), reduzindo a sua vazão nominal; e (ii) assoreamento (**Figura 2-XL**), principalmente à jusante de alguns pontos de lançamento da rede de drenagem.



Figura 2-XXXVIII: Processos erosivos por escoamento superficial (a. Machado, b. Taquari, c. Taquaruçu Grande) ocasionados por ausência, ou funcionamento inadequado, de estruturas e dispositivos de drenagem – Atualização 2022



Figura 2-XXXIX: Processos erosivos por entalhamento do terreno, à jusante de estruturas de drenagem (Sussuapara)



Figura 2-XL: Assoreamento em bacias distintas (a. Sussuapara, b. Brejo Comprido)

As regiões que apresentam processos erosivos significativos já são monitoradas pela SEISP há alguns anos, com riscos à integridade do espaço e das ocupações são encostas e taludes sem proteção, sujeitos à instabilidade e que geram transportes de sedimentos pelos cursos d'água locais. Como o

regime de precipitação é intenso por quase metade do ano (período chuvoso), há grande acúmulo de água, saturação do solo e consequentes alagamentos, inundações e enxurradas.

Dentre os problemas da drenagem urbana no município de Palmas, os setores Jardim Aurenly I ao IV na região sul vem apresentando impactos diversos em sua área de urbanização (**Figura 2-XLI**). Como a implantação desses loteamentos não foi precedida por planejamento ambiental adequado, não contemplou-se sua implantação com o necessário conhecimento sobre as características de seu solo, geomorfologia e hidrogeologia local. Ali, o córrego Machado é principal curso d'água e apresenta pontos com erosão, ravinamento e assoreamento com a redução de sua cobertura ciliar. Sua tipologia é bastante irregular, por diversos talvegues e distintas extensões e grandes declividades, que geram graves problemas erosivos, danificando a infraestrutura existente e causando diversos inconvenientes à população com a necessária e frequente ação da Defesa Civil.

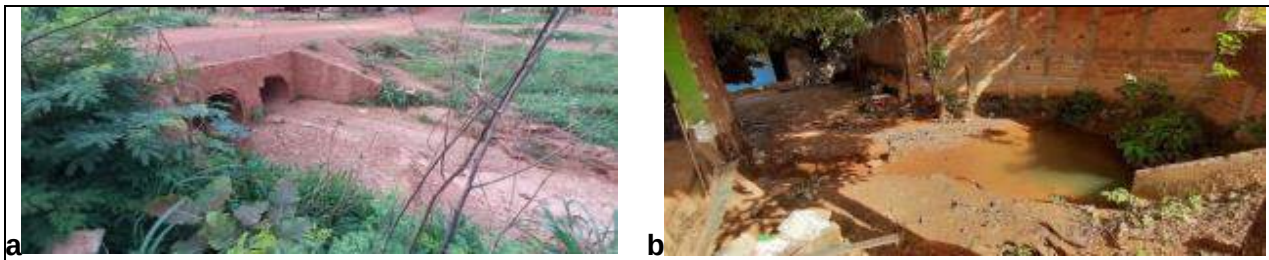


Figura 2-XLI: Problemas Jd.Aureni III - a. Av. MQ 54,18 – b. R.48 Q83, 7 – fonte Defesa Civil

Além disso, existem diversas nascentes dentro dos setores Jardim Aurenly I, II e III, que formam os afluentes ao Córrego Machado, e são parte da macrodrenagem urbana com descargas dessas vazões escoadas causando erosão e posterior assoreamento (à jusante, próximo ao desemboque no Taquaruçu Grande). De forma geral são evidentes os impactos com riscos de desestabilização de algumas encostas, com processos erosivos nas vias e quadras dos loteamentos e no escoamento do córrego Machado e tributários, ocasionando muitos alagamentos, inundações e enxurradas, consonante com os levantamentos da Defesa Civil (ver **Anexo I**). Algumas vias apresentam problemas recorrentes (ver **Figuras 2-XLII a, b e c**) pela falta de drenagem, que podem levar à rápida deterioração das estruturas da via, como a capa asfáltica, o meio-fio, as sarjetas e bueiros.

Figuras 2-XLII a, b, c: Problemas recorrentes na Região Sul da cidade de Palmas – fonte Defesa Civil



a: Av. AQ 6, 197 - Jd Aurenly IV



b: R. P4 Q23, 150 - Taquaralto I



c: R.48 Q84, 23 - Jd Aurenly III

Pôde-se observar ainda, principalmente nas bacias ao sul do município, algum desmatamento das margens de rios, desestabilização e desmoronamento de taludes, assoreamento e lançamento de resíduos sólidos (pedregulhos, entulhos e lixo) nos leitos e margens.

De maneira geral em Palmas, os processos erosivos e assoreamento continuam ocorrendo, acumulando ainda mais sedimentos. Tais processos demandaram a construção de estruturas para contê-los, e estas deveriam levar as águas até o córrego. Ocorre que alguns dispositivos não estão controlando a erosão de forma eficaz, pois ocorrem descargas imediatamente à sua jusante, encaminhando as águas nos canais naturais abertos. Assim, algumas estruturas construídas (identificadas nos anexos deste relatório) não são suficientes para dissipar a energia presente nas vazões escoadas naquele ponto da bacia. Portanto, foi diagnosticado o caráter paliativo da solução encontrada e a necessidade da adoção de solução complementar para conter os processos erosivos, ravinamentos e voçorocas.

Outro local, onde sabidamente existe assoreamento constante, é o Lago Cesamar, onde observou-se serviço de limpeza do fundo (**Figura 2-XLIII**). As obras de retificação na entrada do lago para aumentar as velocidades de entrada e diminuir a deposição naquele pontos, além da transição de ambiente de escoamento rápido para escoamento lento lago artificial) provocam acúmulo aumentado de sedimentos ao longo do tempo, diminuindo paulatinamente a profundidade do lago perto do vertedor.



Figura 2-XLIII: Remoção do acúmulo de sedimentos no Lago Cesamar

2.7.2.1.2 Acessos, Sinalização e Manutenção

Os acessos e localização das estruturas da rede de drenagem, em geral, são irrestritos, sem sinalização que os identifique, nem limites físicos que evitem, ou desestimulem, que qualquer transeunte possa acessá-los. Não se percebe manutenção e limpeza frequente desses acessos, nem a necessária poda e capina da vegetação. Muitas das estruturas estão negligenciadas, sem a devida proteção física para sua preservação e funcionalidade. É flagrante a necessidade de limpeza dos caminhos de acesso até as estruturas do sistema de drenagem, principalmente os emboques e desemboques de tubulações e galerias.

Como exemplo, na **Figura 2-XLIV** pode-se ter um claro vislumbre do que se menciona aqui: obviamente é esperado que, após grande lapso de tempo, a vegetação se densifique bastante, mas a necessidade de acessar a estrutura para monitoramento, limpeza e manutenção é essencial para a constante análise

técnica do funcionamento da estrutura.

Outro flagrante do problema relatado neste item, pode ser observado no **P14 do Anexo III**, onde se observa claramente a infestação vegetal, disposição de lixo e entulho, que tornaram o acesso à estrutura do Ponto de Descarga simplesmente impossível sem uso de equipamentos e ferramentas para chegar a vê-lo. O mesmo ocorreu nos pontos P23/P24/P25, escolhidos pela SEISP (ver **Figura 2-XXXVII** na pág.47) para inspeção *in situ*.

Ao longo das linhas de drenagem e nas áreas alagadas ocorre formação de vegetações paludosas, e essa mata é uma vegetação similar àquela situada na margem dos rios de médio e grande porte (mata ciliar), onde sua largura normalmente é proporcional ao leito do rio. Sem a supressão regular dessa vegetação, os acessos à essas estruturas e o seu funcionamento, tendem a ficar limitados e/ou comprometidos.

Figura 2-XLIV: Comparativo situacional na mesma estrutura, após 12 anos



Condição em 2010: vegetação controlada e pedregulhos à jusante - fonte: PMDU 2014



Condição em 2022: significativo adensamento da vegetação e carreamento completo do enrocamento que existia à jusante

2.7.2.1.3 Tubulações, Galerias, Bueiros, Bocas-de-lobo e sarjetas

Encontra-se com facilidade obstruções no sistema de drenagem, com muitas bocas-de-lobo obstruídas (**Figura 2-XLV**), emboques de tubulações de passagem com seção reduzida pelo acúmulo de sedimentos, terra, e eventualmente pedregulhos e lixo (**Figura 2-XLVI**). As galerias, em geral apresentam-se em melhores condições, mas a notória falta de monitoramento regular e sistemático, e consequente falta de limpeza e dragagem, limitam o funcionamento adequado, principalmente nos pontos de lançamento de descargas das águas pluviais. Nessas estruturas pode-se observar crescimento exacerbado da vegetação, que se densifica e prejudica a fluidez das águas, além da visualização das estruturas em si, o que limita a identificação da eventual necessidade de reparos.



Figura 2-XLV: Exemplos de Bocas-de-Lobo obstruídas



Figura 2-XLVI: Tubulações de passagem com seção reduzida, com comprometimento quase total do funcionamento

As sarjetas são as calhas formadas entre as laterais da via pública e o meio-fio (**Figura 1-XLVII**), ou somente por faixas drenantes nos cruzamentos de ruas (sarjetões) e que são coletoras das águas caídas ou lançadas nessas vias (Freitas, 2020⁴). Segundo Azevedo Neto⁵, comportam-se como canais de seção triangular. Geralmente são dimensionadas por critérios que não consideram sua função hidráulica; então, importa apenas determinar sua capacidade hidráulica (máxima vazão de escoamento) para comparação com vazão originada da chuva de projeto e decidir sobre as posições das bocas de lobo que retiram essas águas da superfície das ruas.

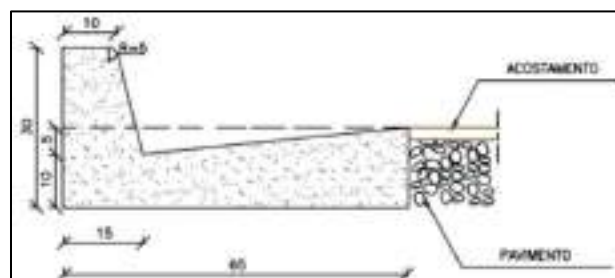


Figura 2-XLVII: Seção-tipo de sarjeta em via pública – fonte: DNIT, 2006⁶

As bocas de lobo são dispositivos especiais que têm a finalidade de captar as águas pluviais que escoam pelas sarjetas para, em seguida, conduzi-las às galerias subterrâneas. Em Palmas, a configuração mais comum é a ‘combinada’ (boca de lobo + grelha) e não é usual a adoção de sarjetas na pavimentação das vias (**Figura 2-XLVIII**), o que limita o pleno funcionamento das bocas de lobo, já que estas, em conjunto com as sarjetas é que permitem adequado escoamento das águas pluviais para as caixas de passagem, tubulações de passagem e galerias.

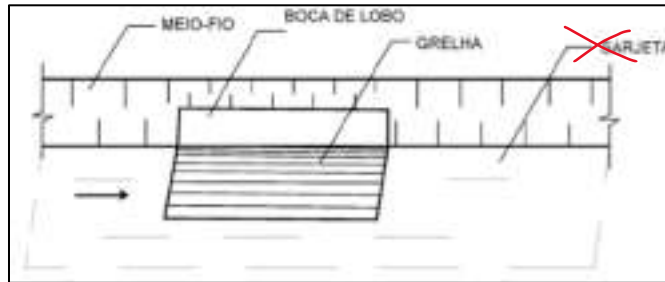


Figura 2-XLVIII: Modelo 'combinado', dispositivo comum de coleta de águas pluviais dos logradouros em Palmas – fonte: DNIT, 2006⁶

Além disso, a maioria das caixas receptoras das bocas de lobo estão instaladas na própria faixa de rolagem, fechadas com grelha superior, de concreto; sendo assim, estão submetidas às cargas dos automóveis, principalmente nas adjacências das rotatórias ou em cruzamentos de vias (**Figura 2-XLIX**), o que não ocorreria caso fossem bocas de lobo simples (sem grelha) e estivessem instaladas nas calçadas.



Figura 2-XLIX: Bocas de lobo em Palmas necessitam constante manutenção

Essa configuração, somada ao fato das grelhas serem de concreto, gera uma situação de rompimento constante (**Figura 2-L**) e consequente necessidade de trocas ou reparos. No Anexo IV pode-se verificar diversos casos deste problema, bem como uma planilha de controle dos serviços realizados pela SEISP, no período de uma semana. Estimamos que em torno de 1000 (mil) grelhas se rompem e são trocadas anualmente em Palmas.



Figura 2-L: Grelhas quebradas devido às cargas do tráfego sobre elas

As galerias são sistemas de dutos subterrâneos que funcionam para coletar e drenar as águas pluviais que chegam pelas tubulações e dispositivos de captação de água superficial, como os bueiros e bocas de lobo. Um papel importante das galerias é retardar o escoamento da água das chuvas quando chove muito, por exemplo. As galerias impedem que a água se acumule na superfície e crie inundações pois elas facilitam a vazão até o local em que a água vai desaguar como córregos, ribeirões, rios e lagos.

Em muitos casos, a ausência de dissipadores de energia eficientes (à jusante das galerias) ocasiona

transições inadequadas (entre a galeria e o corpo hídrico receptor das águas) que, potencialmente, aumentam o risco de danos no solo à jusante dos pontos de lançamento, já que muitas vezes, as descargas estão distantes dos córregos e ribeirões, sendo assim despejadas com grande energia em canais naturais à céu aberto, e essas transições inadequadas geram problemas como o depósito de pedregulhos, ravinamentos e boçorocas. Se os Pontos de Descarga da rede estiverem funcionais, forem bem monitorados com uma operação simples e constante, podem mitigar esses problemas.

2.7.2.1.4 Alagamentos, Inundações e Enxurradas

Como já mencionado, a precipitação é intensa no período chuvoso, e além da saturação do solo, é comum a ocorrência de alagamentos, inundações e enxurradas. Esse problema urbano é inevitável em cidades com alto índice de áreas construídas e pavimentadas, e onde ainda coexista uma rede pluvial capilarizada, com muitos córregos, ribeirões e eventualmente rios mais caudalosos. Ora, como a engenharia urbana apresenta suficientes possibilidades de soluções, as alternativas devem ser ponderadas segundo prioridades, que em geral são determinadas pelo Poder Público, seja diretamente ou em regime de permissão ou concessão.

O trabalho da Defesa Civil e da SEISP nos últimos anos, posteriores à primeira versão deste documento, registrou e documentou bem os pontos principais onde a ocorrência dos alagamentos, inundações e enxurradas ocorrem. No **Anexo I** inserimos as informações disponíveis para observação minuciosa.

Os alagamentos, que são o acúmulo temporário de água superficial, impactam predominantemente o sistema viário, e tendem a ocorrer nas confluências e cruzamentos entre avenidas perpendiculares (NS x LO). Em muitas dessas localidades, não existem bocas-de-lobo suficientes, nem bueiros estrategicamente posicionados para que essas águas fluam e adentrem o já existente sistema de galerias e tubulações. Com pequenas intervenções para que se alcance significativa melhoria nos impactos desses problemas. Na **Figura 2-LI** observam-se distintas localidades no município, onde ocorrem alagamentos, sem, no entanto, bloquear a passagem dos veículos. E, ainda que haja o inconveniente para a circulação, as medições realizadas pela INFRA Engenharia e Consultoria obtiveram tempos entre 18 e 72 minutos, pós precipitação intensa (duração de até 15 minutos), para a dissipação dos acúmulos de água, tempos considerados absolutamente aceitáveis, segundo normativas do Manual de Drenagem Urbana da cidade de São Paulo⁶ (utilizado como referência prática nesta avaliação).

As enxurradas são consequência normal em vias onde há excesso de escoamento superficial, devido a elevada impermeabilização do solo e a redução da infiltração e retenção de água, tem como consequência um volume de escoamento superficial que ultrapassa a capacidade dos cursos d'água levando à inundação urbana.



Figura 2-LI: Flagrantes de Enxurradas e Alagamentos (março 2022)

As inundações, que se caracterizam pela elevação repentina e exacerbada dos níveis normais dos cursos d'água (em geral, no caso de Palmas, são os afluentes e tributários menores dos principais córregos e ribeirões), ocorrem pela dificuldades de escoamento, ocasionada por diversos motivos, entre eles: (i) obstruções diversas nos próprios cursos d'água, (ii) obstruções devidas à ocupação urbana inadequada, (iii) assoreamento nos talwegues, e (iv) acúmulo de pedregulhos, sedimentos

vegetais, entulho e lixo.

2.7.3 Ações de manutenção das redes

Conforme verificado junto à Superintendência de Obras Viárias, as demandas para intervenção, reparos, ações corretivas no sistema de drenagem (bocas de lobo, poços de visita, tubulações de passagem, bueiros, etc) são regulares e ainda que equipes atuem corretivamente para a manutenção na malha de escoamento pluvial da cidade, algumas demandas correntes do município, como supressão da vegetação (roçagem) em dispositivos de pontos de lançamento, desobstrução de bocas de lobo (**Figura 2-LII**), além das trocas de grelhas, como já mencionado, superam, e muito, a capacidade de atendimento regular dos problemas de forma contínua e permanente, por equipes de servidores da própria SEISP. Assim, são priorizadas demandas mais urgentes, para plena operação do sistema viário.



Figura 2-LII: Supressão da vegetação (roçagem) e desobstrução de bocas de lobo

De acordo com as informações operacionais e relatórios disponíveis, a equipe da INFRA Engenharia e Consultoria, constatou que os serviços de manutenção e limpeza das redes, dispositivos, acessos, estruturas e demais componentes do Sistema de Drenagem Urbana, são operacionalizados pela Superintendência de Obras Viárias do município, sem contar efetivamente com uma equipe exclusiva, treinada e bem equipada para o propósito aqui aventado. Ora, como Drenagem Urbana requer a especificidade de tratamento, também o Sistema Viário necessita. E, como as mesmas equipes (10 equipes de 6 funcionários e engenheiros) da SEISP detém a função de manter absolutamente operacionais os dois sistemas, naturalmente as demandas são atendidas conforme prioridades circunstanciais (período seco *versus* período chuvoso, p.ex.).

Não existe um programa regular de manutenção de acessos que possa garantir bom monitoramento visual e operacional das estruturas da rede de drenagem urbana.

Dessa forma, as ações de manutenção do Sistema de Drenagem Urbana de Palmas, ocorrem de forma corretiva. Para diminuir a pressão sobre as equipes e sobre o próprio sistema, ações preventivas devem ser adotadas de forma regular e imediata, com mensuração adequada para avaliação futura de desempenho das estratégias adotadas.

O plano municipal que contemple os aspectos da operação e manutenção, indicando os caminhos e alternativas, certamente atingirá seu maior objetivo: atender bem o usuário/município – que, fundamentalmente é o tomador do serviço. Nossas recomendações estão sumarizadas no Relatório de Revisão das ações propostas, ações emergenciais e contingenciais.

2.8 Verificação e atualização dos programas, projetos e ações propostos no vol. 3 Drenagem Urbana do PMSB – 2014

Após análise minuciosa do documento em epígrafe, com a devida verificação das deficiências e demandas não atendidas, em conjunto com a SEISP e Defesa Civil, a INFRA Engenharia e Consultoria

grafou, para melhor visualização, **em negrito-italico** nesta seção, os planos e projetos não executados, indicando necessária atenção. De maneira análoga, grafamos sublinhando o que foi concluído ou teve encaminhamento positivo.

No PMDU 2014, foram previstos os programas a seguir:

- 1) Programa de Fortalecimento, Estruturação Técnica e Gerencial do Serviço Público de Drenagem Urbana;
- 2) Programa de Estudos e Projetos de Drenagem Urbana;
- 3) Programa de Implementação das Obras do Sistema de Drenagem Urbana;
- 4) Programa de Proteção e Revitalização dos Corpos D'água;
- 5) Programa de Monitoramento/Manutenção Corretiva;
- 6) Programa de Educação Ambiental em Drenagem Urbana;
- 7) Programa de Atendimento de Normativas Legais.

Com as informações disponibilizadas pela SEISP, e averiguações da empresa INFRA Engenharia e Consultoria, destaca-se cada programa proposto em 2014 e registra-se sua Situação em Maio de 2022, como segue:

2.8.1 Programa de Fortalecimento, Estruturação Técnica e Gerencial do Serviço Público de Drenagem Urbana

Este programa contemplou a estruturação técnica e gerencial do Setor de Drenagem Urbana do Município de Palmas/TO, de forma a poder atender aos objetivos e metas instituídos no PMSB. As atividades ligadas à Drenagem Urbana encontram-se hoje alocadas na Secretaria Municipal de Infraestrutura e Serviços Públicos, sob a Superintendência de Obras Viárias, e suas Diretorias. A manutenção é realizada pela Diretoria de Manutenção de Obras Viárias.

Situação Maio/2022: Estrutura não modificada, permanecendo conforme **Figura 2-LIII** abaixo:

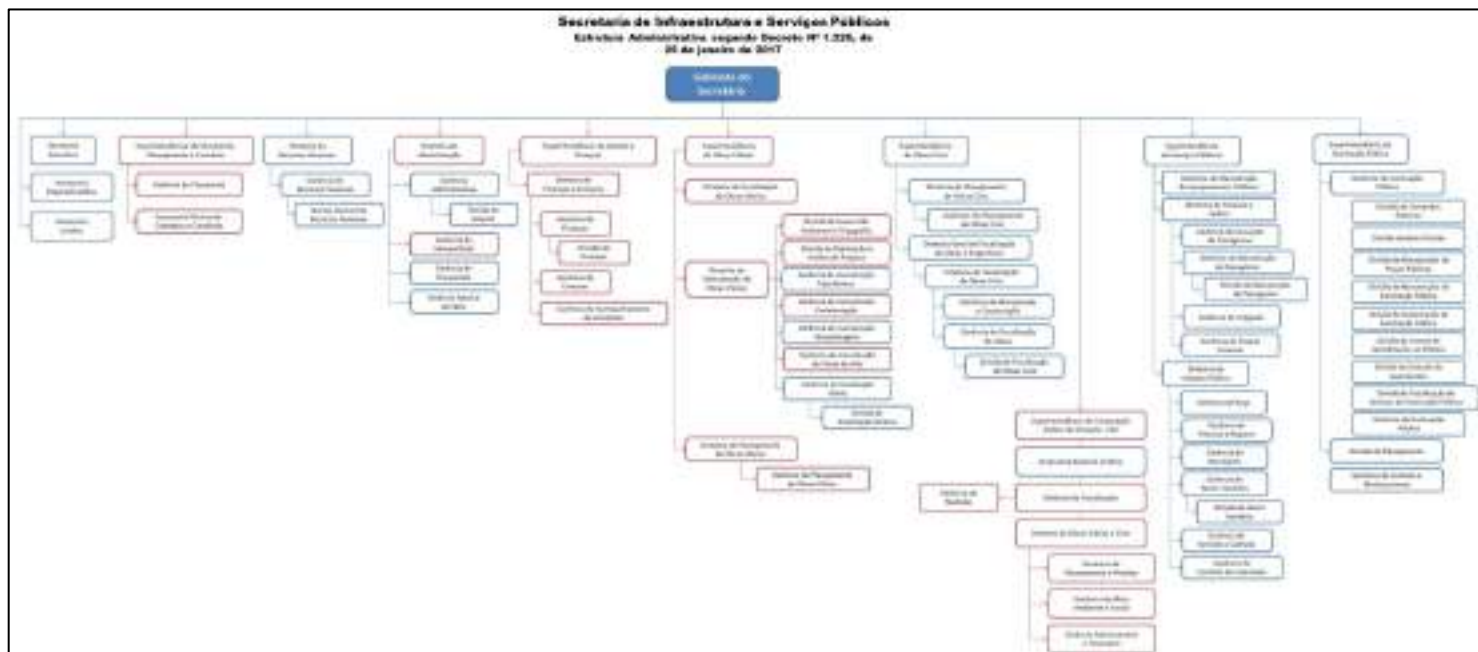


Figura 2-LIII: Estrutura Organizacional da SEISP

AÇÕES PREVISTAS NO VOL.03 DRENAGEM URBANA DO PMSB 2014:

a) “**Definição da estrutura executiva e gerencial** que ficará responsável pelo **setor de drenagem urbana** do Município de Palmas”

PRAZO: 2014

CUSTO: Sem custo

Situação Maio/22: Existe uma equipe responsável pela manutenção corretiva, porém **não é exclusiva** para os serviços de drenagem.

b) “**Capacitação gerencial e técnica** da estrutura responsável pelo **setor de drenagem urbana**”

PRAZO: Permanente

CUSTO: Custos internos

Situação Maio/22: **Não foi realizado** nenhum treinamento ou capacitação técnica para os envolvidos no período.

c) “Elaboração de **Estudo de viabilidade e critérios técnicos para implementação** de mecanismo **de cobrança pelos serviços públicos de drenagem urbana** no município de Palmas”

PRAZO: 2015

CUSTO: R\$ 190.000,00 (PDDPA – Plano diretor de drenagem pluvial)

Situação Maio/22: **Não realizado**. Foi contratada a elaboração do PDDPA – Plano diretor de drenagem pluvial – Mas este não foi concluído.

d) “**Elaboração de estudos para a criação de normativa legal** visando à definição de critérios de elaboração de **projetos e execução de obras de drenagem urbana** para a micro e macrodrenagem”

PRAZO: 2014

CUSTO: Sem definição

Situação Maio/22: Executado. Decreto Nº 1778 DE 26/08/2019 – Que estabelece critérios para apresentação de projetos e implantação de obras de infraestrutura urbana no município de Palmas e dá outras providências.

2.8.2 Programa de Estudos e Projetos de Drenagem Urbana

O programa de elaboração de estudos e projetos de sistemas de manejo de águas pluviais foi concebido para orientar as intervenções tanto estruturais e não estruturais visando a redução, o retardamento e o amortecimento do escoamento das águas pluviais urbanas do município de Palmas. Além disso, os programas que visaram levantamentos tanto para a proteção quanto para erosão e assoreamento no sistema, como rede de escoamento (natural e construída) e estruturas de lançamento e de passagem. Neste contexto o presente trabalho tem como objetivo atualizar as informações referentes aos programas aqui elencados.

De maneira geral, o objetivo permanece considerando a minimização dos danos à conservação do ciclo hidrológico, as obras, a gestão dos sistemas e as premissas adotadas pelos estudos no direcionamento das intervenções estruturais voltadas à redução das inundações e melhoria das condições de segurança sanitária, patrimonial e ambiental de Palmas.

Assim, o sistema de drenagem, considerado parte do complexo ambiente urbano da cidade, deve, portanto, estar articulado com os demais sistemas. Neste contexto, considerando-se a elaboração de projetos de sistemas de drenagens urbanas sustentáveis, devem atender a necessidade de criação de instrumentos de planejamento para auxiliar a enfrentar a questão da drenagem urbana na cidade.

ACÕES PREVISTAS NO VOL.03 DRENAGEM URBANA DO PMSB 2014:

a) “**Finalização do Plano Diretor de Drenagem Urbana de Palmas** (regiões Norte e Central) – PDDPA, estabelecendo-se os critérios de ocupação de solo pelas taxas de impermeabilização, critérios de parâmetros dos projetos de macro e microdrenagem, além de avaliações de técnicas compensatórias”

PRAZO: 2015

CUSTO: R\$ 2.800.000,00

Situação Maio/22: *Não executado.* Foi contratada a elaboração do PDDPA – Plano Diretor de Drenagem Pluvial – Mas este não foi concluído.

b) “**Contratação do PDDPA para a região sul de Palmas**, uma vez que o PDDPA já contratado atende apenas as regiões norte e central”

PRAZO: 2017

CUSTO: R\$ 1.500.000,00

Situação Maio/22: *Não executado.* Foi contratada a elaboração do PDDPA – Plano diretor de Drenagem Pluvial – Mas este não foi concluído.

c) “Elaboração de **cadastro técnico** atualizado **de todo o sistema de drenagem urbana** do município de forma integrada, contemplando-se as redes de transporte, estruturas auxiliares e pontos de lançamento”

PRAZO: 2015

CUSTO: Interno (PDDPA) – Plano diretor de Drenagem Pluvial

Situação Maio/22: *Sem atualização.*

d) “**Simulação Hidráulica das bacias de drenagem** do Município, avaliando-se a operação atual e futura das redes pluviais com redimensionamento das redes, implementação de novas medidas estruturais e **avaliação dos pontos de lançamento** nos cursos d água”

PRAZO: 2015

CUSTO: R\$ 250.000,00

Situação Maio/22: *Sem atualização.*

e) “Elaboração dos **estudos técnicos fundiário, sócioeconômico, ambiental e de infraestrutura**, situada na área circunvizinha do **Córrego Machado**”

PRAZO: 2017

CUSTO: R\$ 1.659.581,50

Situação Maio/22: *Em andamento.* Projeto 76% concluído. Resta conclusão de projeto de regularização fundiária e de infraestrutura urbana.

f) “**Estudo e levantamento de zonas críticas de erosão e assoreamento para a drenagem urbana** na sede de Palmas e nos distritos de **Taquaruçu e Buritirana**, visando o aumento de cobertura de rede de drenagem”

PRAZO: 2017

CUSTO: R\$ 100.000,00

Situação Maio/22: *Sem atualização.*

g) “**Elaboração de estudos e projetos executivos de macrodrenagem urbana para regiões críticas** com alagamentos, priorizando-se as quadras com microdrenagem já implantadas”

PRAZO: 2017

CUSTO: R\$ 600.000,00

Situação Maio/22: *Sem atualização.*

2.8.3 Programa de Implementação das Obras do Sistema de Drenagem Urbana

Neste programa trata da implementação de ações já previstas, projetadas e especificadas quanto ao sistemas de manejo de águas pluviais principalmente com relação às intervenções estruturais, como a implantação de redes de escoamento e estruturas de drenagem. Tem por objetivo, em grande parte dos casos, ampliar o sistema de drenagem urbana da cidade, atuando no controle de pontos de alagamento e controle de erosão e assoreamento.

Já são contempladas obras de redução, retardamento e amortecimento do escoamento das águas pluviais urbanas, além de ampliação da cobertura de rede de escoamento em bairros da região Norte, Centro e Sul de Palmas.

De forma geral, este programa atende as demandas pelo sistema de drenagem no município e distritos a partir dos estudos e projetos propostos, considerando a forma de controle dos impactos da urbanização à geração de vazões máximas no meio urbano, reduzindo-se assim as inundações/alagamentos e seus prejuízos a população em geral.

Também estão apresentadas a implantação de medidas estruturais sustentáveis (detenções na macrodrenagem) definidas no contexto da drenagem urbana e atuando de forma mista (associado ao modelo de controle de escoamento com canalização) de forma a deter parte das vazões de cheia na zona urbana, repercutindo de uma maneira geral em melhoria das condições de segurança sanitária, patrimonial e ambiental de Palmas.

AÇÕES PREVISTAS NO VOL.03 DRENAGEM URBANA DO PMSB 2014:

a) **“Macrodrenagem da Avenida LO-19 e das medidas compensatórias em drenagem urbana, nas rótulas e canteiros de jardins em conjunto à execução da macrodrenagem”**

PRAZO: 2017

CUSTO: R\$ 8.480.000,00

Situação Maio/22: Obra Concluída em 2017 e em pleno funcionamento.

b) **“Drenagem do setor Jardim Aurenny III”**

PRAZO: 2017

CUSTO: R\$ 2.285.305,00

Situação Maio/22: Obras concluídas em pleno funcionamento, porém com eficiência comprometida, pois ***ainda há alagamentos.***

c) **“Drenagem do setor Jardim Aurenny III”**

PRAZO: 2017

CUSTO: R\$ 5.589.500,00

Situação Maio/22: Obras concluídas em pleno funcionamento, porém com eficiência comprometida, pois ***ainda há alagamentos.***

d) **“Drenagem das quadras 1003 SUL, 1103 SUL, 1304 SUL, 1306 SUL, Abertura de caixas coletoras das quadras 207 SUL e 406 NORTE, macrodrenagem da Quadra 406 NORTE (Na Av. NS-06 entre a entrada Qd. 506 N e o córrego Sussuapara)”**

PRAZO: 2017

CUSTO: R\$ 14.176.936,00

Situação Maio/22: Obras concluídas em pleno funcionamento.

e) **“Macrodrenagem nas avenidas LO-12 (entre av. NS-06 e entrada da Quadra 412 NORTE), LO-21 (entre a TO 050 e a av. NS-05B), LO-23 (entre a av. NS-10 e av. NS-2), LO-25 (entre a av. NS-10 e a av. NS-05), NS-01 (entre a av. LO-15 e av. LO-21 - entre av. LO-23 E av. LO-29), NS-02 (entre a av. LO-23 e av. LO- 25), NS-02 (entre A av. LO-19 E A av. LO-23), NS-04 (entre A av. LO-19 E A av. LO-23), NS-05 (entre A av. LO-25 E A av. LO-29), NS-10 (entre A av. LO-21 E av. LO-27 - córrego TIUBA), NS-10 (entre av. LO-12 e av. LO 14), NS-10 (entre av. LO-03 e o lançamento-córrego Brejo Cumprido), quadra 207 SUL (antiga ARSO 23) - na avenida LO-03 entre a av. NS-05 e av. NS-09, quadra 508 SUL (ARNE 64) - av. NS-08 (entre entrada da Q 508 N E av. LO-16), Av. LO-16 (entre av. NS-10 E av. Teotônio Segurado), av. Teotônio Segurado (entre a av. LO-16 e lançamento - Córrego Água Fria), conclusão da drenagem da quadra 405 NORTE (antiga ARNO 42)”**

PRAZO: 2021

CUSTO: R\$ 92.115.730,00

Situação Maio/22:

1. Macro Av. LO-12 – Executado;
2. Av. LO-21 (entre a TO 050 e a av. NS-05B) – Início previsto para 2023;
3. Av. LO-23 (entre a av. NS-10 e av. NS-2) – rede de drenagem executada entre Av. NS-10 e Av. NS-04, **porém fora de carga**;
4. Av. LO-25 (entre a av. NS-10 e a av. NS-05) – Projeto executivo contratado. Obra **sem previsão de início**;
5. Av. NS-01 (entre a av. LO-15 e av. LO-21 - entre av. LO-23 e av. LO-29) – executado apenas o trecho entre Av. LO 23 e Av. LO 27;
6. Av. NS-02 (entre a av. LO-23 e av. LO- 25) – Projeto executivo contratado. Obra **sem previsão de início**;
7. Av. NS-02 (entre A av. LO-19 E A av. LO-23) – executado apenas o trecho entre Av. LO 19 e Av. LO 21;
8. Av. NS-04 (entre Av. LO-19 e Av. LO-23) – **Não executado**;
9. Av. NS-05 (entre Av. LO-25 e Av. LO-29) – Executado, concluído em 2019;
10. Av. NS-10 (entre Av. LO-21 e Av. LO-27 - córrego TIUBA) - Projeto executivo elaborado. **Obra sem previsão de início**;
11. Av. NS-10 (entre av. LO-12 e av. LO 14) - Projeto executivo elaborado. **Obra sem previsão de início**;
12. Av. NS-10 (entre av. LO-03 e o lançamento-córrego Brejo Cumprido) – obra em andamento, previsão de conclusão em 2022;
13. Qd. 207 SUL (antiga ARSO 23) - na Av. LO-03 entre a av. NS-05 e av. NS-09 – Executado e em carga, concluída em 2017;
14. Qd. 508 SUL (ARNE 64) - Executado. Concluído em 2021;
15. Av. NS-08 (entre entrada da Q 508 N E av. LO-16) - Executado. Concluído em 2021;
16. Av. LO-16 (entre av. NS-10 E av. Teotônio Segurado) – **não executado**;
17. Av. Teotônio Segurado (entre a av. LO-16 e lançamento - Córrego Água Fria) – **não executado**;
18. Conclusão da drenagem da Quadra 405 NORTE (antiga ARNO 42) – Obra executada e em carga, concluída em 2018.

f) “**Drenagem da quadra 408 NORTE** (antiga ARNE 54), 812 SUL (antiga ASRSE 85), **macrodrenagem na avenida LO-05** (entre Av. NS-07 e Av. NS-05), **avenida NS-10** (ENTRE A AV. LO-19 E AV. LO-21) , **drenagem do setor Bertaville** e conclusão da drenagem através de **abertura das caixas coletoras, aduelas e tampões nas quadras 112 SUL** (ASRSE 15), 506 NORTE (ARNE 63) E 212 NORTE (ARS NE 25)”

PRAZO: 2021

CUSTO: R\$ 6.890.623,00

Situação Maio/22:

1. 408 Norte – Executado;
2. 812 Sul – Executado;
3. Av. LO-05 – Executado;
4. Av. NS-10 - Executado;
5. Setor Bertaville – Executado;
6. 112 Sul – Em andamento;
7. 506 Norte – Previsão para 2022;
8. 212 Norte - Previsão para 2022.

g) “**Drenagem nos setores Santa Fé, Morada do Sol I e III, Taquaralto** (Industrial), quadra 1007 SUL (antiga ARSO 103) e Quadra 212 SUL (antiga ARS-SE 25)”

PRAZO: 2021

CUSTO: R\$ 16.445.707,00

Situação Maio/22:

1. Setor Santa Fé – Início previsto para 2022;
2. Setor Morada do Sol – Início previsto para 2022;

3. 207 Sul – **Não executado** (sem previsão);
4. 212 Sul – **Em andamento**, previsão para conclusão em 2022.

h) **“Drenagem das quadras 307 SUL (Antiga ARSO 33), 309 SUL (Antiga ARSO 34), 407 SUL (Antiga ARSO 43)”**

PRAZO: 2021

CUSTO: R\$ 14.407.450,00

Situação Maio/22: Obras executadas pelo Governo do Estado e em carga.

i) **“Implantação de bacias de infiltração de áreas verdes nas quadras 112 SUL/ 305 SUL/ 405 SUL/ 605 SUL/ Av. LO-15, conclusão das bocas de lobo 305 SUL”**

PRAZO: 2014

CUSTO: R\$ 4.147.918,29

Situação Maio/22: Obras concluídas e em carga.

j) **“Implantação da rede de drenagem nas áreas não atendidas, conforme demanda urbana, priorizando-se a conexão de rede seca da microdrenagem existente nas quadras com novas redes de macrodrenagem”**

PRAZO: 2043

CUSTO: R\$ 201.000.000,00

Situação Maio/22: Sem atualização.

k) **“Implementação dos projetos executivos de rede de macrodrenagem urbana para as regiões críticas com alagamentos, priorizando-se as quadras com microdrenagem já implantadas”**

PRAZO: 2021

CUSTO: R\$ 29.500.000,00

Situação Maio/22: Sem atualização.

l) **“Implementação de medidas de proteção à erosão nos pontos de lançamento da drenagem nos córregos receptores das regiões Norte, Central e Sul de Palmas e dos distritos de Taquaruçu e Buritirana.”**

PRAZO: 2021

CUSTO: à definir

Situação Maio/22: Sem atualização.

2.8.4 Programa de Proteção e Revitalização dos Corpos D'água

As ações definidas no programa de revitalização dos corpos d'água que visam equacionar os problemas de drenagem de Palmas, constituem uma contribuição para a melhoria da qualidade de vida da população, pois os resultados esperados extrapolam os objetivos de controle das cheias e solução dos problemas hidráulicos existentes, além de recuperação estética dos corpos d'água.

Este programa de revitalização das águas foi criado com o intuito de melhorar a qualidade e aumentar a quantidade de água nas bacias hidrográficas de Palmas. Além disso, indiretamente, promover a melhoria das condições de saúde pública, a melhoria do sistema de esgotamento sanitário, estimular a adequação da coleta e destinação dos resíduos sólidos, a remoção e o reassentamento da população em locais distantes das ocupações irregulares em áreas consideradas de risco.

ACÕES PREVISTAS NO VOL.03 DRENAGEM URBANA DO PMSB 2014:

a) **“Elaborar cadastro cartográfico com identificação das áreas de risco de escorregamento”**

PRAZO: 2015

CUSTO: Interno

Situação Maio/22: *Sem atualização.*

b) “Projeto e implementação para a **erradicação** ou minimização das **ocupações nas áreas de risco de escorregamento**”

PRAZO: 2017

CUSTO: Á definir

Situação Maio/22: Executado *parcialmente*. Projeto do Córrego Machado identificou estas áreas com riscos de ocupação, mas **não houve estudos para outras áreas da cidade**.

c) “**Estudos de Medidas de Proteção**, conservação e recuperação das Áreas de Preservação Permanente (**APPs**), áreas verdes e de Mananciais”

PRAZO: 2017

CUSTO: Interno

Situação Maio/22: *Não executado.*

d) “**Implementação de Medidas de Proteção**, conservação e recuperação das Áreas de Preservação Permanente (**APPs**), áreas verdes e de Mananciais”

PRAZO: 2019

CUSTO: Á definir.

Situação Maio/22: *Não executado.*

e) “**Projetos e implementação de dissipadores de energia** nos pontos de lançamento da macrodrenagem nos cursos d’água para **prevenção de erosão e assoreamento**”

PRAZO: 2019

CUSTO: Á definir.

Situação Maio/22: Executado. Existem **problemas em alguns lançamentos**, devido ao tipo de solução adotada, gabiões.

f) “**Elaboração de estudos** contemplando-se **TÉCNICAS COMPENSATÓRIAS** em drenagem urbana como sistemas de infiltração, retenção/retenção, valas/canteiros permeáveis **para controle de inundações nas áreas urbanas** e aproveitamento de águas pluviais na irrigação de áreas verdes do sistema viário de Palmas (canteiros, áreas verdes, jardins, etc.)”

PRAZO: 2017

CUSTO: R\$ 135.000,00

Situação Maio/22: *Não executado.*

g) “**Implementação** das medidas mencionadas no item anterior.”

PRAZO: 2021

CUSTO: Á definir

Situação Maio/22: *Não executado.*

h) “**Elaboração de estudos de prevenção e controle de inundações urbanas** contemplando-se o zoneamento das áreas de parques lineares e das áreas permeáveis naturais com o objetivo de amortecimento das inundações urbanas principalmente **nas áreas de alto risco de alagamento**”

PRAZO: 2019

CUSTO: Á definir (PDDPA)

Situação Maio/22: *Não executado.*

i) “Desenvolvimento de um **programa de Conservação do Solo com controle da erosão e sedimentação** nos cursos d’água urbanos, observando-se o zoneamento ecológico-econômico, além de educação ambiental.”

PRAZO: 2017

CUSTO: R\$ 435.000,00

Situação Maio/22: **Não executado.**

2.8.5 Programa de Monitoramento/Manutenção Corretiva

Neste programa trata-se do monitoramento das medidas estruturais e não-estruturais a serem implantadas através das ações dos programas de estudos e projetos, do programa de implementação das obras de drenagem além dos impactos que estas medidas. Tem por objetivo reduzir e controlar. Também são contempladas dentro do contexto do PMSB o monitoramento de forma extensiva e global às bacias hidrográficas urbanas de Palmas, acompanhando o panorama de uso dos recursos hídricos como corpos receptores dos lançamentos das redes de micro e macrodrenagem.

Também são determinadas as ações para a construção de uma base de informações sobre a drenagem urbana no município, bem como a criação de programas de manutenção e limpeza do sistema de drenagem, acompanhamento sistemático quanto a ocupação de áreas de risco e áreas de preservação permanente – APP’s.

Com a implementação de obras de redução, retardamento e amortecimento do escoamento das águas pluviais urbanas - com técnicas compensatórias como detenções - podem ocorrer condições favoráveis a assoreamento e acúmulo de resíduos sólidos, que deverão ser acompanhadas e avaliadas quanto a sua operação, além de serviços de manutenção como desassoreamento periódicos.

AÇÕES PREVISTAS NO VOL.03 DRENAGEM URBANA DO PMSB 2014:

a) “**Implementação de um sistema de registros sistemáticos das ocorrências** de inundações com devidas localizações, registros fotográficos e dados hidrometeorológicos básicos como precipitação e níveis d’água atingidos, além de danos causados”

PRAZO: 2017

CUSTO: Interno

Situação Maio/22: **Não executado.**

b) “**Estudo e implementação de um sistema de comunicação articulado à defesa civil para acompanhamento e controle de áreas de risco e do sistema viário**”

PRAZO: 2017

CUSTO: Interno

Situação Maio/22: **Não executado.**

c) “**Avaliação da eficiência das TÉCNICAS COMPENSATÓRIAS** de drenagem urbana a serem implementadas na **LO-19** compostas de detenções nas rótulas e canteiros.”

PRAZO: 2017

CUSTO: Interno

Situação Maio/22: **Não executado.**

d) “**Acompanhamento da implementação efetiva dos PCA’s – Plano de Controle Ambiental**, junto à execução das obras de drenagem urbana licenciadas visando a minimização dos danos ambientais”

PRAZO: Permanente

CUSTO: Interno

Situação Maio/22: **Executado parcialmente.**

e) “**Monitoramento quali-quantitativo da qualidade da água nos córregos urbanos** para avaliação das condições de uso destes pela macrodrenagem e eficiência das medidas de controle ambiental determinadas no licenciamento ambiental para prevenção à poluição das águas e controle de erosão e assoreamento;”

PRAZO: Permanente

CUSTO: Á definir (PDDPA)

Situação Maio/22: Não executado.

f) “**Acompanhamento do assoreamento** da foz (delta) **dos rios** Sussuapara, Brejo Cumprido, da Prata, Machado e Taquaruçu Grande;”

PRAZO: Permanente

CUSTO: Á definir (PDDPA)

Situação Maio/22: Não executado. Foi contratada a elaboração do PDDPA – Plano diretor de drenagem pluvial – Mas este não foi concluído.

g) “Elaboração de **programa de inspeção, limpeza e manutenção de rede de drenagem** para condições de rotina e início do período chuvoso, com avaliação do estado das estruturas de drenagem (rede, BL’s, galerias, bueiros e pontos de lançamentos e córregos receptores);”

PRAZO: 2017

CUSTO: Interno

Situação Maio/22: Não executado.

h) “**Implementação do programa de inspeção, limpeza e manutenção** de rede de drenagem;”

PRAZO: Permanente

CUSTO: Interno

Situação Maio/22: Não executado.

i) “Com base no cadastro cartográfico fazer o **acompanhamento sistemático das ocupações em áreas de APP**, visando o atendimento da meta de Preservação de APP;”

PRAZO: Permanente

CUSTO: Interno

Situação Maio/22: Não executado.

j) “**Desassoreamento do parque Cesamar**”

PRAZO: 2014

CUSTO: R\$ 1.200.000,00

Situação Maio/22: Executado concluído em 2016.

k) “**Fiscalização sobre novas construções em relação às taxas de impermeabilização e correto manejo e disposição de entulhos e resíduos da construção civil**, realizando-se ações educativas relativas às inundações, como entupimentos de galerias e bocas de lobo;”

PRAZO: Permanente

CUSTO: Interno

Situação Maio/22: Executado, ações de fiscalização sob **responsabilidade** da Secretaria de Desenvolvimento Urbano.

l) “**Implementação de um sistema de registros sistemáticos das ocorrências** de inundações com devidas localizações, registros fotográficos e dados hidrometeorológicos básicos como precipitação e níveis d’água atingidos, além de danos causados;”

PRAZO: 2017

CUSTO: Interno

Situação Maio/22: Não executado.

m) “**Estudo e implementação de um sistema de comunicação articulado à defesa civil para acompanhamento e controle de áreas de risco e do sistema viário**”

PRAZO: 2017

CUSTO: Interno

Situação Maio/22: Não executado.

n) “**Avaliação da eficiência das TÉCNICAS COMPENSATÓRIAS de drenagem urbana a serem implementadas na LO-19, compostas de detenções nas rótulas e canteiros**”

PRAZO: 2017

CUSTO: Interno

Situação Maio/22: Não executado.

o) “**Acompanhamento da implementação efetiva dos PCAs – Plano de Controle Ambiental junto à execução das obras de drenagem urbana licenciadas visando à minimização dos danos ambientais**”

PRAZO: 2017

CUSTO: Interno

Situação Maio/22: Não executado.

p) “**Monitoramento quali-quantitativo da qualidade da água nos córregos urbanos para avaliação das condições de uso destes pela macrodrenagem e eficiência das medidas de controle ambiental determinadas no licenciamento ambiental para prevenção à poluição das águas e controle de erosão e assoreamento**”

PRAZO: Permanente

CUSTO: Á definir (PDDPA)

Situação Maio/22: Não executado.

q) “**Acompanhamento do assoreamento da foz (delta) dos rios Sussuapara, Brejo Cumprido, da Prata, Machado e Taquaruçu Grande**”

PRAZO: Permanente

CUSTO: Interno

Situação Maio/22: Não executado.

r) “**Elaboração de programa de inspeção, limpeza e manutenção de rede de drenagem para condições de rotina e início do período chuvoso, com avaliação do estado das estruturas de drenagem (rede, BLs, galerias, bueiros e pontos de lançamentos e córregos receptores)**”

PRAZO: 2017

CUSTO: Interno

Situação Maio/22: Não executado.

s) “**Implementação do programa de inspeção, limpeza e manutenção de rede de drenagem**”

PRAZO: Permanente

CUSTO: Interno

Situação Maio/22: Não executado.

t) “Com base no cadastro cartográfico, fazer o **acompanhamento sistemático das ocupações em áreas de APP**, visando ao atendimento da meta de Preservação de APP;”

PRAZO: Permanente

CUSTO: Interno

Situação Maio/22: Não executado.

2.8.6 Programa de Educação Ambiental em Drenagem Urbana

Esta ação está relacionada a realização de campanhas direcionadas ao público em geral, com foco nas questões relacionadas a drenagem urbana, informações gerais sobre o sistema de escoamento e questões relativas aos usuários, no que diz respeito aos impactos da urbanização com consequente impermeabilização. Além disso, é proposto um programa junto as escolas, para a formação de crianças e adolescentes relacionados às áreas de risco, ocupação de APP, e de forma geral a influência social.

Contempla também a formação de critérios básicos para incentivo ao controle da drenagem na fonte com o uso de técnicas compensatórias, como pavimentos permeáveis, trincheiras de infiltração e reservatórios de retenção no lote, com aproveitamento da água pluvial para fins não potáveis como rega de jardins e limpezas.

AÇÕES PREVISTAS NO VOL.03 DRENAGEM URBANA DO PMSB 2014:

a) “Definição periódica da linha de **abordagem da educação ambiental** na questão da **drenagem urbana**.”

PRAZO: Permanente

CUSTO: Interno

Situação Maio/22: Não executado.

b) “**Ação de educação ambiental** junto a população incentivando a manutenção de áreas verdes de lotes com o objetivo de manutenção de maiores taxas de permeabilidade (**TÉCNICAS COMPENSATÓRIAS**);”

PRAZO: Permanente

CUSTO: Á definir

Situação Maio/22: Não executado.

c) “**Estabelecer incentivos e critérios de orientação** para a construção de estruturas de controle na fonte, como pavimentos permeáveis, trincheiras de infiltração e reservatórios de retenção no lote, com aproveitamento da água pluvial para fins não potáveis como rega de jardins e limpezas (**TÉCNICAS COMPENSATÓRIAS**);”

PRAZO: Permanente

CUSTO: Á definir

Situação Maio/22: Não executado.

d) “**Estabelecer programas de educação ambiental nas escolas com crianças e adolescentes** sobre ocupação de APP's, inundações urbanas e a influência da componente social sobre a problemática.”

PRAZO: Permanente

CUSTO: Á definir

Situação Maio/22: Não executado.

e) “**Ação de educação ambiental da população**, incentivando a manutenção de áreas verdes de lotes com o objetivo de manutenção de maiores taxas de permeabilidade (**TÉCNICA COMPENSATÓRIA**)”

PRAZO: Permanente

CUSTO: Interno

Situação Maio/22: *Não executado.*

f) “**Fiscalização de novas construções** em relação às taxas de **impermeabilização e correto manejo e disposição de entulhos e resíduos** da construção civil, realizando-se ações educativas relativas às inundações, como entupimentos de galerias e bocas de lobo;”

PRAZO: Permanente

CUSTO: Interno

Situação Maio/22: Executado, ações de fiscalização sob **responsabilidade** da Secretaria de Desenvolvimento Urbano.

2.8.7 Programa de Atendimento de Normativas Legais

Este programa prevê ações quanto ao atendimento do licenciamento ambiental das obras de drenagem urbanas, sejam como medidas estruturais e/ou não-estruturais, além das condicionantes determinadas e respectivos Planos de Controle Ambiental.

AÇÕES PREVISTAS NO VOL.03 DRENAGEM URBANA DO PMSB 2014 :

a) “**Regularizar o licenciamento ambiental** das unidades que compõem o Sistema de Drenagem Urbana;”

PRAZO: 2017

CUSTO: Interno

Situação Maio/22: Executado, atualmente todas as obras são executadas após o correspondente licenciamento ambiental.

b) “**Efetuar o licenciamento ambiental das novas unidades que comporão o sistema de drenagem urbana**”

PRAZO: Permanente

CUSTO: Interno

Situação Maio/22: Executado, atualmente todas as obras são executadas após o correspondente licenciamento ambiental.

c) “**Implantação eficiente do Programa de Controle Ambiental-PCA durante a execução das obras de drenagem urbana**, conforme licenciamento ambiental.”

PRAZO: Permanente

CUSTO: Interno

Situação Maio/22: Executado, as equipes técnicas da Secretaria de Infraestrutura cuidam de todas as medidas de controle ambiental estabelecidos nos PCAs das obras.

2.9 Consulta e Audiência Públicas

A ação conjunta entre INFRA, SEISP e SECOM teve intuito de mobilizar a população, promovendo a participação da comunidade e a estratégia foi disponibilizar e divulgar ao público as questões constantes do **Anexo VII** para a realização de Consulta Pública online, através de uma chamada publicitária (**Figura 2-LIV**), possibilitando participação direta no Diagnóstico, para que constem as informações no Plano Municipal de Drenagem Urbana (PMDU) do município de Palmas, TO.



Figura 2-LIV: Chamada publicitária para participação na Consulta Pública do PMDU2022

Compilamos as informações e sugestões recebidas em duas tabelas, constantes do **Anexo VIII**, para melhor visualização dos resultados da Consulta Pública. Consideramos a participação bastante significativa e qualificada, já que muitas das observações e sugestões feitas se refletem efetivamente nas observações, orientações e recomendações deste trabalho.

3. PROGNÓSTICO PARA O SISTEMA DE DRENAGEM URBANA

3.1. Avaliação da evolução do Sistema de Drenagem nas áreas atendidas e não atendidas, Índice de Cobertura de Rede e extensão de redes instaladas

No setor de drenagem urbana foram executadas muitas obras de micro e macrodrenagem melhorando consideravelmente o atendimento a novas áreas e loteamentos bem como os índices de cobertura de rede (ICR) das bacias do sistema de drenagem pluvial do município. Tais índices estão relatados no diagnóstico, item 2.6.2, na *Figura I-XIII*. Na **Tabela 3-I** a seguir estão identificadas as variantes consideradas nesta avaliação e suas respectivas evoluções. A partir das análises desses dados podemos identificar as regiões menos favorecidas pelo serviço de drenagem, para futuras ações e planejamento.

Tabela 3-I: Parâmetros Morfométricos das principais bacias urbanas de Palmas – Sede e região

Bacia / Microbacia	Área Total (km²)	Dt (km) 2014	Dt (km) 2022	Evolução Dt (%)	Dd (km/km²) 2014	Dd (km/km²) 2022	Evolução Dd (%)	ICR 2014	ICR 2022	Evolução ICR (%)
Ribeirão Água Fria	90,17	88,32	105,55	19,51	0,98	1,17	19,45	0,79	1	26,58
Córrego Brejo Comprido	46,08	39,82	49,26	23,71	0,86	1,07	24,30	0,87	1,1	26,44
Córrego Sussuapara	12,79	4,4	5,84	32,73	0,34	0,46	34,30	0,79	1,05	32,91
Córrego da Prata	17,77	9,08	16,23	78,74	0,51	0,91	79,09	0,39	0,85	117,95
Ribeirão Taquaruçu Grande	458,16	494,17	613,76	24,20	1,08	1,34	24,04	0,49	0,7	42,86
Córrego Machado	11,14	9,33	11,37	21,86	0,84	1,02	21,51	0,52	0,65	25,00
Córrego Taquari	35,72	35,08	42,78	21,95	0,98	1,20	22,21	0,48	0,5	4,17

Sul – Evolução Dt, Dd e ICR

Onde: Dt – Rede de Drenagem Total; Dd – Densidade de Drenagem; ICR – Índice de cobertura de rede

Palmas é uma cidade em crescimento constante desde sua fundação e para os próximos 30 anos temos uma projeção de crescimento populacional (conforme **Tabela 3-II** a seguir) que exigirá do Poder Público, e consequentemente da SEISP, atendimento eficiente com alternativas suficientes para melhor absorção das águas pluviais e mitigação dos impactos das chuvas. A impermeabilização, como já citado anteriormente, aumenta a pressão sobre o sistema de drenagem, impactando de forma significativa a velocidade de escoamento superficial, com eventual aparecimento de processos erosivos no caminho das águas em pontos específicos, e consequente necessidade regular de limpeza e manutenção preventivas, com adoção de metodologia clara, eficaz e direta. A conclusão das obras em andamento, prevista para 2023 na região Sul (bacias do Taquari e Taquaruçu Grande), haverá incremento razoável do ICR, melhorando ainda mais a cobertura de drenagem.

Tabela 3-II: Prognóstico de Incremento Populacional em Palmas

CRESCIMENTO DEMOGRÁFICO PROJETADO – PALMAS / TO							
ANO	1991	2000	2010	2021	2030	2040	2050
População (hab)	24.261	137.355	228.332	313.349	363.485	396.562	417.183

Fonte: IBGE

Consoante ao diagnóstico (item 2.7.2.1.3), a deficiência na quantidade de bueiros e bocas de lobo, a ausência de sarjetas e greide inadequado em algumas ruas e avenidas, conclui-se que o escoamento superficial deverá estagnar-se caso não sejam previstas as possíveis ações corretivas, bem como

adoção de metodologia permanente de limpeza e manutenção desses dispositivos na cidade, de forma consistente e monitorada com o devido registro das atividades.

3.2 Avaliação das ações e medidas identificadas na versão inicial (2014) do PMDU

O Plano Municipal de Drenagem Urbana de 2014 previu 7 programas para orientação das ações e medidas necessárias para mitigar os problemas de alagamentos, inundações, erosões, assoreamentos entre outros que impactam a zona urbana do município. A seguir, resumimos brevemente a situação atual de cada um dos programas. No Relatório de Revisão dos Programas e Ações (item 4) pormenorizaremos a análise, com previsão de expectativas com o atendimento das recomendações expostas neste relatório.

Programa 1 - Trata do fortalecimento e estruturação (técnica e gerencial) do serviço de drenagem urbana. As ações previstas e realizadas neste programa foram duas normativas legais, a saber: (i) o decreto nº 1.325/2017 que define a estrutura organizacional da administração direta do município de Palmas, no âmbito do Poder Executivo, incluindo o organograma da SEISP e (ii) o decreto municipal nº 1778/2019 que estabelece critérios para apresentação de projetos e implantação de obras de infraestrutura urbana no município, inclusive para projeto e execução de obras de drenagem urbana. As demais ações não foram realizadas conforme planejado, de forma que as atividades que o serviço público de drenagem urbana requer para pleno funcionamento continuam com mão-de-obra deficitária e sem equipes especializadas e exclusivas para este propósito. Capacitações (gerencial e técnica), treinamento (operacional) e monitoramento regular devem ser consideradas ações essenciais para: (i) manter e melhorar o desempenho dos Sistema de Drenagem, (ii) aumentar a eficiência na prestação do serviço e (iii) diminuir os impactos das chuvas na malha viária e nos locais de extravasamento das águas pluviais.

Programa 2 – Trata da elaboração de estudos e projetos para orientar as intervenções necessárias para redução, retardamento e amortecimento do escoamento das águas pluviais urbanas. Neste programa também são previstos levantamentos de informações e dados que embasem a adoção das estratégias adequadas para a gestão do sistema de drenagem, obedecendo premissas de melhoria das condições de segurança sanitária, patrimonial e ambiental. Similarmente ao verificado no programa anterior, aqui também foi realizada apenas 01 (uma) ação, que é o projeto de regularização fundiária e de infraestrutura urbana da área do Córrego Machado, e ainda está em andamento. Neste programa o maior impacto é o fato de o município não ter um Plano Diretor de Drenagem Urbana amplo e integrado com as principais áreas de interesse (água, esgoto, resíduos sólidos e mobilidade urbana), possibilitando melhor planejamento futuro. E devido a isso, a elaboração dos estudos e projetos previstos neste programa ficaram limitados por falta da referência básica.

Programa 3 – Trata da implementação das obras do Sistema de Drenagem a partir de ações previstas projetadas e especificadas. Atualmente o maior objetivo é a ampliação da rede de drenagem urbana da cidade para minimização dos impactos na malha viária. Dentre os programas previstos no PMDU 2014 este foi um dos que apresentou melhor desempenho, tendo sido realizadas e concluídas a maior parte das ações previstas. O que ainda não foi realizado é a implantação de redes em áreas não atendidas, regiões críticas e outras áreas previstas, devido à ausência de projetos executivos para este fim, resultado do não cumprimento de ações do programa anterior.

Programa 4 – Trata de ações para proteção e revitalização dos corpos d'água com intuito de melhorar a qualidade e aumentar a quantidade da água superficial disponível. Diante do crescimento populacional do município de Palmas, foi criado o Programa Água Viva (Portaria nº. 004, 13 de abril de 2021), visando promover o reconhecimento dos rios como patrimônio coletivo tendo a bacia hidrográfica como unidade representativa da realidade vivida pela comunidade palmense. Parte da premissa da

necessidade de promover a proteção, preservação e/ou recuperação das nascentes e dos cursos d'água, associado à promoção do uso sustentável de suas águas. Neste sentido, as ações previstas no Programa 4 (Proteção e Revitalização dos Corpos D'água) visam promover melhoria das condições ambientais (estética dos corpos d'água, adequação à zona urbana e proteção das margens contra ocupação irregular e degradação física). Nesta senda ainda faltam ações preliminares, como estudos específicos (medidas de proteção, técnicas compensatórias, estudos de prevenção e controle, bem como, programa de conservação do solo), além do cadastramento completo das áreas de risco, necessário para implementação de monitoramento regular e manutenção preventiva planejada. Com a realização das ações previstas neste programa espera-se diminuição dos problemas resultantes da destinação inadequada de resíduos sólidos em áreas que potencialmente impactam o Sistema de Drenagem. Obviamente, para alcançar estes objetivos será necessário intensificar a alocação de orçamento para as ações de conservação e de água e solo do curso d'água e uma ampla parceria entre os órgãos públicos na elaboração e execução dos projetos para que os objetivos propostos sejam atingidos.

Programa 5 – Trata do monitoramento, manutenção corretiva e limpeza dos dispositivos do Sistema de Drenagem, além do monitoramento sistemático das ocupações de risco. Neste contexto a municipalidade tem muito a avançar, pois não são realizadas consistentemente ações preventivas, nem monitoramento para o enfrentamento durante o período das chuvas. Esse é um programa essencial para melhoria efetiva da qualidade de vida da população e proteção ambiental dos corpos d'água. As ações executadas foram o Plano de Controle Ambiental, junto à execução das obras de drenagem urbana licenciadas visando a minimização dos danos ambientais, o desassoreamento pontual do parque Cesamar em 2016 (que deveria ser executado periodicamente) e ação de fiscalização em relação as taxas de impermeabilidade nas novas construções. No entanto esse programa contém ações muito importantes como a sistematização das ocorrências de inundações, registro de dados hidrológicos, sistemas integrados com a Defesa Civil, utilização de técnicas compensatórias, monitoramento da qualidade dos corpos d'água, bem como a elaboração de programas consistentes e execução da limpeza e manutenção em todos os componentes da drenagem urbana.

Programa 6 – Trata de educação ambiental em drenagem urbana, matéria que é essencial para os munícipes. Conhecendo mais sobre drenagem e suas consequências positivas e negativas quando bem ou mal geridas fazem com que esse munícipe seja aliado da gestão pública. Infelizmente nada do que foi previsto executou-se neste programa, que muito influenciaria no futuro da drenagem em Palmas. Contudo, um dos canais de comunicação da SEISP (Instagram) tem-se utilizado das ações corretivas para registrar as atividades e explanar aos munícipes questões conceituais e orientações sobre este tema (ver **Figura 3-I** a seguir). A educação ambiental em todas as idades visa uma cidade mais limpa e sustentável ao longo dos anos.

Programa 7 – Trata de atendimento às normativas legais. Este programa foi inteiramente atendido, dando diretrizes e condições de fiscalização dos empreendimentos executados na cidade. Dentre os programas previstos no PMDU 2014 este foi o que apresentou melhor desempenho, tendo sido realizadas e concluídas todas as ações previstas.



Figura 3-I: Exemplo de comunicação, com conceitos e orientações para os munícipes

3.3. AVALIAÇÃO DA EVOLUÇÃO DOS INDICADORES

3.3.1 Indicadores Populacionais

Os indicadores populacionais na **Tabela 3-III** a seguir, verificados em 2010 (primeira edição do Plano de Saneamento) e aqueles disponíveis na data atual (estimativas 2021), são os seguintes:

Tabela 3-III: Indicadores Populacionais de Palmas/TO

Indicador	Ano 2010	Ano 2021 (estimativa)	Variação 2021/2010
População	228.332 hab.	313.349 hab.	+85.017 hab.
Dens. Demográfica	102,90 hab/km ²	140,68 hab/km ²	+36,72%
População Urbana	97,11 %.	97,11 %	0,00 %
Menores de 15 anos	26,63 %	19,41 %	-27,68 %
Maiores de 60 anos	4,37 %	7,66 %	+75,36 %
Homens / Mulheres	97,72 %	95,92 %	-1,84 %

Fonte: IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

Para os efeitos de orçamentos municipais, há que se utilizar a estimativa do IBGE, uma vez que o Fundo de Participação dos Municípios (FPM) utiliza este indicador para distribuição dos recursos fiscais centralizados.

3.3.2 Indicadores socioeconômicos

Os indicadores socioeconômicos apresentados na **Tabela 3-IV** a seguir, demonstram que os valores de Produto Interno Bruto global e per capita característicos da cidade de Palmas estão intimamente correlacionados com o tipo de atividade econômica predominante na capital do Estado de Tocantins.

Conforme o IBGE, os indicadores econômicos mais atualizados são:

Tabela 3-IV: Indicadores Econômicos de Palmas/TO

Indicadores Econômicos	ANO 2019 (Última publ.)
PIB (R\$ 1 milhão)	R\$10.449,60
PIB per capita (R\$ 1,00)	R\$34.933,66
Participação da Agropecuária	0,72 %
Participação da Indústria	13,09 %
Participação dos Serviços	86,19 %

Observa-se que há margem para crescimento de sua economia, no setor do agronegócio e no setor industrial. O setor de serviços, com um peso de 86% na economia local, indica a forte posição do município como centro regional.

3.3.3 Indicadores sanitários, relativos à Drenagem

Todos os indicadores apresentados na **Tabela 3-V** a seguir foram obtidos no Painel de Saneamento do SNIS (Sistema Nacional de Informações de Saneamento), ano de referência 2020, e organizados de forma a permitir um comparativo com cenário regional e nacional.

Tabela 3-V: Indicadores Sanitários de Palmas/TO (2020)

Código SNIS (ano ref. 2020)	DRENAGEM E MANEJO DAS ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS	Município	Estado	Região	Brasil
GERAIS					
IN042	Parcela de área urbana em relação à área total	10,2 %	13,2 %	13,9 %	13,4 %
IN044	Densidade de domicílios na área urbana	7,0/domicílios/ha	0,1/domicílios/ha	0,1/domicílios/ha	0,7/domicílios/ha
ECONÔMICO/FINANCEIROS E ADMINISTRATIVOS					
IN001	Participação do pessoal próprio sobre o total de pessoal alocado	100,0 %	92,4 %	68,1 %	62,0 %
IN009	Despesa média praticada	R\$3,10/un/ano	R\$59,60/un/ano	R\$56,70/un/ano	R\$61,90/un/ano
IN010	Participação da despesa na despesa total do município	0,0 %	0,7 %	0,6 %	0,6 %
IN048	Despesa per capita	R\$1,00/hab/ano	R\$26,01/hab/ano	R\$19,17/hab/ano	R\$25,17/hab/ano
IN049	Investimento per capita	R\$24,40/hab/ano	R\$143,66/hab/ano	R\$248,66/hab/ano	R\$43,47/hab/ano
IN053	Desembolso de investimentos per capita	R\$22,20/hab/ano	R\$73,62/hab/ano	R\$21,56/hab/ano	R\$21,66/hab/ano
IN054	Investimentos desembolsados em relação aos investimentos totais contratados	0,90 %	0,51 %	0,08 %	0,49 %

INFRAESTRUTURA					
IN020	Cobertura de pavimentação e meio-fio na área urbana do município	100,0 %	72,1 %	45,6 %	62,4 %
IN021	Cobertura de vias públicas com redes ou canais pluviais subterrâneos na área urbana	44,0 %	6,1 %	6,4 %	21,2 %
IN025	Parcela de cursos d'água naturais perenes em área urbana com parques lineares	19,8 %	16,9 %	4,3 %	29,2 %
IN026	Parcela de cursos d'água naturais perenes com canalização aberta	0,0 %	13,4 %	10,4 %	15,4 %
IN027	Parcela de cursos d'água naturais perenes com canalização fechada	0,0 %	0,6 %	2,3 %	5,2 %
IN035	Volume de reservação de águas pluviais por unidade de área urbana	-	18.239,1 m3/km2	4.358,9 m3/km2	75.388,2 m3/km2
IN051	Densidade de captações de águas pluviais na área urbana	192,00 un/km2	1,15 un/km2	0,81 un/km2	10,68 un/km2
GESTÃO DE RISCOS					
IN040	Parcela de Domicílios em Situação de Risco de Inundação	0,0 %	0,9 %	4,0 %	3,9 %
IN041	Parcela da População Impactada por Eventos Hidrológicos	0,0 %	0,2 %	0,8 %	0,1 %
IN046	Índice de Óbitos	0,0	0,0	0,0	0,0
IN047	Habitantes Realocados em Decorrencia de Eventos Hidrológicos	-	0,1 pessoas/100mil hab	0,1 pessoas/100mil hab	0,1 pessoas/100mil hab

Fonte: SNIS-AP (Painel de Saneamento 2020)

3.4. PONTOS DE LANÇAMENTOS DOS SISTEMAS DE DRENAGEM VISTORIADOS PELA INFRA ENGENHARIA COM RESPECTIVAS ALTERNATIVAS, RECOMENDAÇÕES, CUSTOS E PRAZOS ESTIMADOS

Este item apresenta as alternativas para solucionar os problemas identificados nos pontos de lançamentos dos sistemas de drenagem pluvial vistoriados *in situ*, com estimativa de custo para cada alternativa indicada.

Na **Tabela 3-VI** a seguir temos os pontos vistoriados, identificados um a um conforme metodologia utilizada nos anexos do diagnóstico, resumindo a caracterização do problema, tendência se não houver nenhuma ação, alternativas para solução do problema, risco, custo estimado para a ação e Prioridade/Prazo sugeridos para cada solução.

O custo é um valor unitário estimativo utilizado para fins de planejamento. Ou seja, é usual a sua aplicação em um estudo preliminar, como é o presente caso de planos de metas, para obter-se a ordem de grandeza previsível para os futuros investimentos. O custo efetivo das obras somente poderá ser calculado a partir de futuros projetos de engenharia pormenorizados com os serviços, benfeitorias e utilidades a implantar. Nas estimativas orçamentárias de obras a realizar será adotada a metodologia orçamentária de aplicação de custos-índices ou arbitramento de valores, adequada aos estudos de planejamento e viabilidade do empreendimento, com variação plausível de até 20% para mais ou para menos.

Notamos que em 100% dos pontos vistoriados e registrados (43 pontos) precisam de, em algum grau, limpeza e manutenção, colocação de sinalização e/ou desassoreamento. Destes, 48% poderão ser solucionados apenas com adoção de monitoramento permanente, limpeza e manutenção preventivas, e muito importante, de forma regular. Sugerimos adoção de Procedimentos para inspeção de rotina, conforme referência do Manual de Drenagem Urbana da cidade de São Paulo/SP¹ (Ver **Figura 3-II**).

Cerca de 30% dos pontos precisam de pequenas obras, ou intervenções localizadas. Os outros 22% precisam de obras médias ou grandes, conforme se observa na **Tabela 3-VI** a seguir.

MANUAL DE DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS

Tabela 7.1 - Procedimento de inspeção para as estruturas do sistema de drenagem

Estrutura	Rotina	Frequência Mínima
Sarjetas	Inspecionar os pontos de acesso bem como a superfície na área dos pontos de acesso. Atenção especial deve ser dada aos danos ou bloqueios.	A cada 60 dias
	Inspecionar revestimento das estruturas para determinar quaisquer danos e deteriorações.	A cada 60 dias
	Procurar por obstruções causadas por acúmulo de resíduos e sedimentos.	A cada 60 dias
Bocas de lobo, bueiros, galerias e canais abertos e fechados	Inspecionar os pontos de acesso bem como a superfície na área dos pontos de acesso. Atenção especial deve ser dada aos danos ou bloqueios.	A cada 60 dias
	Inspecionar revestimento das estruturas para determinar quaisquer danos e deteriorações.	A cada 60 dias
	Procurar por obstruções causadas por acúmulo de resíduos e sedimentos.	A cada 60 dias
Reservatórios de armazenamento	Inspecionar o revestimento do reservatório para determinar quaisquer danos e deteriorações.	Nos períodos de estiagem inspecionar mensalmente. Durante o período chuvoso, as inspeções deverão ser quinzenais ou imediatamente após a ocorrência de evento chuvoso.
	Verificar se ocorre acúmulo de detritos ou decomposição anaeróbia no reservatório.	Nos períodos de estiagem inspecionar mensalmente. Durante o período chuvoso, as inspeções deverão ser quinzenais ou imediatamente após a ocorrência de evento chuvoso.
	No caso de reservatórios de retenção, verificar se ocorre proliferação de algas.	Nos períodos de estiagem inspecionar mensalmente. Durante o período chuvoso, as inspeções deverão ser quinzenais ou imediatamente após a ocorrência de evento chuvoso.
	Inspecionar grades de retenção de resíduos para garantir que elas estão livres de detritos e lixo.	Nos períodos de estiagem inspecionar mensalmente. Durante o período chuvoso, as inspeções deverão ser quinzenais ou imediatamente após a ocorrência de evento chuvoso.
	Inspecionar estruturas de controle, equipamentos hidromecânicos (válvulas, registros, comportas, stop-logs ou outros existentes).	Nos períodos de estiagem a cada 60 dias, e sempre que for efetuada alguma manobra (enchimento ou esvaziamento) durante o período chuvoso.
	Inspecionar os equipamentos eletromecânicos existentes no reservatório (bombas, quadros de comando, chaves de acionamento, sensores de monitoramento).	Na estiagem a cada 60 dias e no período chuvoso, as inspeções deverão ser realizadas sempre logo após ocorrer alguma operação no reservatório.
Equipamentos eletromecânicos	Inspecionar mensalmente, nos períodos de estiagem, bombas hidráulicas, registros, motores elétricos, quadros de comando e chaves de acionamento, bem como outros elementos existentes na casa de bombas (sensores de monitoramento, iluminação etc.).	Nos períodos de estiagem inspecionar mensalmente. Durante o período chuvoso, as inspeções deverão ser quinzenais ou imediatamente após a ocorrência de evento chuvoso em que se observar alagamento na área de controle dos equipamentos hidromecânicos.

Figura 3-II: Instruções para Inspeção de Rotina no Sistema de Drenagem Urbana - Manual de Drenagem Urbana da cidade de São Paulo/SP

¹ São Paulo (cidade). Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano. Manual de drenagem e manejo de águas pluviais: gerenciamento do sistema de drenagem urbana. São Paulo: SMDU, 2012. 168p. il. v.1 ISBN 978-85-66381-01-6

Para a solução do monitoramento, limpeza, manutenção e desassoreamento nos dispositivos do sistema de drenagem, recomendamos a implementação de uma equipe permanente e específica, dedicada plenamente ao serviço (aqui referida como “Patrulha de Drenagem”), nos moldes da **Figura 3-III**, composta por:

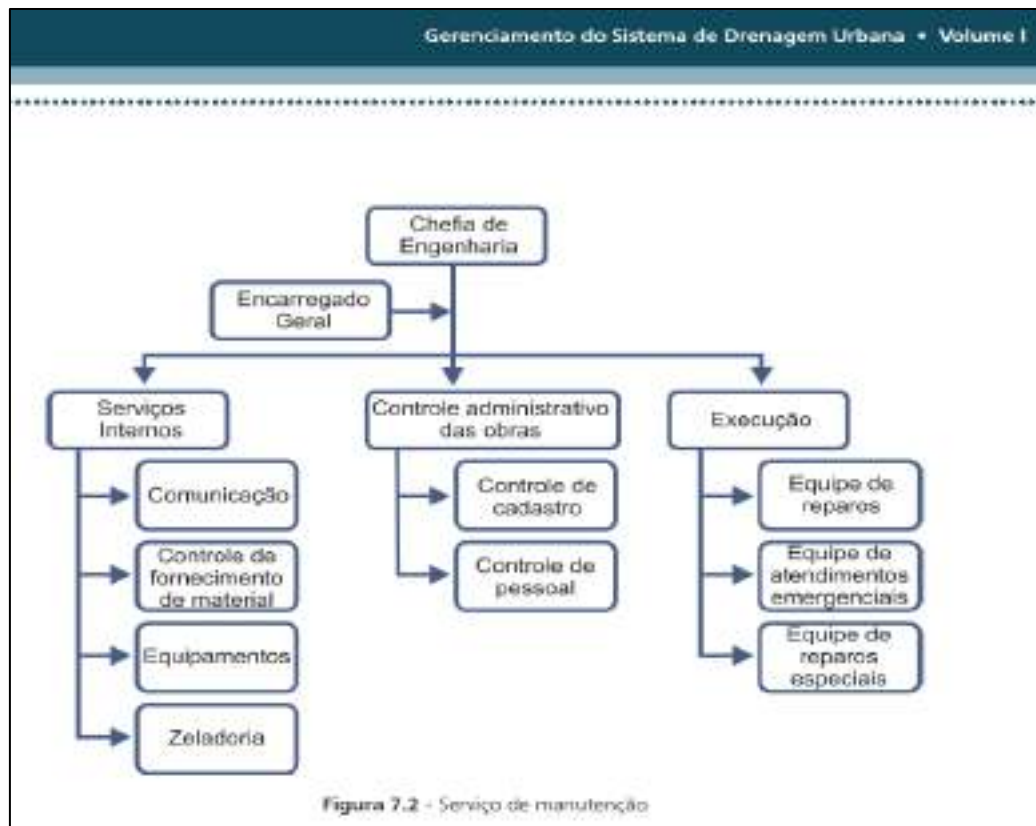


Figura 3-III: Organograma funcional sugerido pelo Manual de Drenagem Urbana de SP

- ✓ 1 Engenheiro (coordenador/chefia de engenharia);
- ✓ 1 mestre de obras (encarregado geral);
- ✓ 2 assistentes administrativos (controle administrativo / serviços internos); e
- ✓ 10 serventes (execução).

Ainda, que possa contar de forma constante e planejada com os seguintes equipamentos:

- ✓ 1 Caminhão Guindauto;
- ✓ 1 Retroescavadeira;
- ✓ 1 Hidro jato;
- ✓ Ferramentaria adequada; e
- ✓ Materiais diversos.

Essa “Patrulha de Drenagem” deve ser treinada/capacitada para o serviço. Recomenda-se, ainda, pelo fato da SEISP não contar com equipes exclusivas para atuação nos serviços de drenagem, nem corpo técnico permanente e especializado para tais serviços, que seja celebrado contrato administrativo com empresa de engenharia especializada, com objetivos e prazos específicos para cada fim.

O custo estimado para implementação dessas recomendações, com equipe de manutenção permanente para execução de limpeza, manutenção, e execução de obras de pequeno porte, bem como contratação de empresa de engenharia especializada, é de R\$1.000.000,00/mês (R\$12.000.000,00/ano) para atender as demandas específicas atuais e esperadas para o espectro dos próximos 5-6 anos.

Tabela 3-VI: Situação dos pontos de lançamento dos sistemas de drenagem de Palmas/TO, com tendências, alternativas, custos e prazos

LEGENDA DE CORES:	
Prioridade Alta - Emergencial ou Curto prazo	
Prioridade Média - Curto prazo	
Prioridade Baixa - Médio prazo	

TABELA - Sumário da Situação dos Pontos Vistoriados pela INFRA Engenharia e Consultoria									
Bacia	ID do Ponto	Local / Coordenada	Nota ID	Problemas	Tendência	Alternativas	Risco	Custo Estimado Valores em ordem de grandeza	Prioridade/ Prazo
Água Fria	AF 01 / P28	10°09'10"S-48°19'58"W	Prolongamento da NS-2	Estruturas em gabiões com acesso restrito, sem sinalização. Assoreamento. Boçoroca, ravinamento e erosão. Na lateral dos gabiões tem uma erosão de mais de 1,5m de profundidade deixando exposto Bidin da estrutura.	Colapso	Obras: Completando drenagem superficial e complementação da estrutura com "Cut-off" para proteção da estrutura. Vide anexo II P-13	Alto	R\$ 1.000.000,00	Imediata ou emergência | até 1 ano
	AF 02	10°08'59"S-48°19'27"W	Passagem Repr. Lgo. Norte	Descarga de drenagem em uma represa. Drenagem superficial ineficiente, sem calçamento e levando muito material que assoria a represa. Vegetação obstruindo, acesso restrito, sem sinalização. Assoreamento, estruturas desprotegidas e represa sem identificação.	Assoreamento completo, redução da capacidade da represa.	Limpeza e manutenção. Colocação de sinalização e desassoreamento. Drenagem superficial bem feita para o encaminhamento correto das águas superficiais.	Médio	Interno (Patrulha)	Curto prazo
	AF 03	Av. NS-15	Passagem NS-15	Descarga de 3 tubulações em uma bacia de retenção assoreada. Assoreamento severo, estruturas desprotegidas. Vegetação obstruindo, acesso restrito, sem sinalização.	Assoreamento completo, redução da capacidade da estrutura como um todo.	Limpeza e manutenção. Colocação de sinalização e desassoreamento da bacia de retenção.	Alto	Interno (Patrulha)	Curto prazo
	AF 04	Av. NS-15	Passagem NS-15	Descarga de 3 tubulações em uma bacia de retenção assoreada, tubulações completamente cobertas. Vegetação obstruindo, acesso restrito, sem sinalização. Assoreamento severo, estruturas desprotegidas.	Ponto com inundação permanente e colapso das estruturas.	Desentupimento da tubulação com hidrojato, limpeza e manutenção. Colocação de sinalização e desassoreamento da bacia de retenção.	Alto	Interno (Patrulha)	Imediata ou emergência | até 1 ano
	AF 05 / P28	10°09'05"S-48°19'14"W	NS1	Estrutura operacional, sem manutenção e limpeza, assoreamento. Brita saindo da malha dos gabiões.	Assoreamento, redução da capacidade projetada.	Limpeza e manutenção. Colocação de sinalização e desassoreamento. Revisão do projeto executivo pois observamos brita saindo das malhas dos gabiões e complementação da estrutura por mais metros até o canal a céu aberto ter menos velocidade.	Baixo	R\$ 1.500.000,00	Médio prazo

TABELA - Sumário da Situação dos Pontos Vistoriados pela INFRA Engenharia e Consultoria

Bacia	ID do Ponto	Local / Coordenada	Nota ID	Problemas	Tendência	Alternativas	Risco	Custo Estimado Valores em ordem de grandeza	Prioridade/ Prazo
Brejo Comprido	BC.01	10°10'48"S- 48°21'16"W	Sub- estação Palmas	Descarga com vegetação obstruindo, assoreamento e sem sinalização.	Assoreamento completo, redução da capacidade da estrutura como um todo.	Limpeza e manutenção. Colocação de sinalização e desassoreamento.	Baixo	Interno (Patrulha)	Médio prazo
	BC.02	Av. NS-10	Gabiões NS-10 antes do Lgo. Cesamar	Estrutura operacional, sem manutenção e limpeza, assoreamento. Brita saindo da malha dos gabiões.	Assoreamento, redução da capacidade projetada,	Limpeza e manutenção. Colocação de sinalização e desassoreamento. Revisão do projeto executivo pois observamos brita saindo das malhas dos gabiões.	Baixo	R\$ 800.000,00	Médio prazo
	BC.03 / P27	10°12'05"S- 48°19'19"W (Q306Sul alameda LO7)	Estrutura de galeria e escada hidráulica	Estrutura operacional, sem manutenção e limpeza e sem sinalização. Erosão ao longo do canal natural.	Erosão.	Limpeza e manutenção. Colocação de sinalização e desassoreamento.	Baixo	Interno (Patrulha)	Médio prazo
	BC.04 / P26	10°12'45"S- 48°18'55"W (AV. NS10)	Alagamento na via pública, descarga de drenagem	Alagamento na via pública, escoamento superficial insuficiente, precisa de limpeza e manutenção. No mesmo ponto existe uma descarga de drenagem, funcional e bem adequada a área de proteção, tem um pequeno lago formado que funciona como um bom dissipador de energia, sem sinalização.	Continuar alagando.	Melhorar a drenagem superficial abrindo caminho para as águas escoarem. Aumentar a retenção a montante do alagamento para que chegue com menos vazão e melhore a estrutura de drenagem ao longo do caminho. Limpeza e manutenção. Colocação de sinalização e desassoreamento.	Médio	R\$ 1.000.000,00	Curto prazo
	BC.05 / P31	10°12'09"S- 48°18'50"W	Estrutura de galeria e escada hidráulica	Estrutura de descarga de drenagem, funcional e bem adequada a área de proteção, uma pequena bacia de retenção que funciona como um bom dissipador de energia. O canal natural aberto a jusante da estrutura apresenta sinais de erosão e ravinamento até a chegada ao estágio.	Erosão.	Estudar alternativas para o caminho a céu aberto.	Médio	R\$ 800.000,00	Curto prazo

TABELA - Sumário da Situação dos Pontos Vistoriados pela INFRA Engenharia e Consultoria

Bacia	ID do Ponto	Local / Coordenada	Nota ID	Problemas	Tendência	Alternativas	Risco	Custo Estimado Valores em ordem de grandeza	Prioridade/ Prazo
Prata	CP.01	Av. Teotônio Segurado		Alagamento.	Continuar alagando.	Aberturas da guia alta para infiltração nos canteiros, rebasamento de canteiros, colocação de sarjetas e bueiros. Manutenção e limpeza.	Médio	R\$ 500.000,00	Curto prazo
	CP.02	Av. Teotônio Segurado x Av. LO-19		Alagamento.	Continuar alagando.	Aberturas da guia alta para infiltração nos canteiros, rebasamento de canteiros, colocação de sarjetas e bueiros. Manutenção e limpeza.	Médio	R\$ 500.000,00	Curto prazo
	CP.03 / P30	10°12'30"S-48°22'04"W		Descarga de drenagem no rio Tocantins, desembocagem da rede parcialmente obstruída por vegetação.	Perder a funcionalidade da obra.	Requer limpeza, manutenção e sinalização.	Médio	Interno (Patrulha)	Curto prazo
Taquari	CT.01	Av. TNS4 x Av. TLO3		Alagamento.	Continuar alagando e atrapalhando o andamento das vias.	Aberturas da guia alta para infiltração nos canteiros, redimensionamento de bueiros e suas manutenção e limpeza.	Médio	R\$ 500.000,00	Curto prazo
	CT.02	10°21'17"S-48°20'40"W	Ponto sobre Córrego Taquari	Vegetação muito alta, sem calçamento, sem dispositivos de drenagem da via.	Risco de perder a estrutura da ponte.	Limpeza, manutenção, instalação de dispositivos de drenagem.	Alto	R\$ 1.500.000,00	Imediata ou emergencial até 1 ano
	CT.03	10°21'15"S-48°20'40"W	Gabiões, descarga drenagem	Gabiões, descarga drenagem assoreados e sem limpeza	Vegetação obstruindo acessos, assoreamento, estruturas desprotegidas, sem sinalização.	Limpeza e manutenção. Colocação de sinalização e desassoreamento.	Alto	Interno (Patrulha)	Imediata ou emergencial até 1 ano
	CT.04 / P09	10°21'48"S-48°17'55"W	Ponto de lançamento com bacia de retenção.	Ponto de lançamento novo. O desbocagem acontece dentro de uma pequena bacia de retenção que diminui bem a energia para a transição para o canal aberto que leva para o córrego. A Estrutura é boa, mas faltou detalhes com enrocamento de gabioes na volta da bacia de retenção, principalmente na saída para o canal aberto. O canal tem muita vegetação e não tem sinalização, precisa de monitoramento constante.	Erosão e ravinamento.	Limpeza e manutenção. Colocação de sinalização e desassoreamento. E possível correção na estrutura deixando a mais funcional.	Médio	Interno (Patrulha)	Curto prazo
	CT.05 / P08	10°21'36"S-48°17'43"W	2 tubos de 1500mm	Estrutura funcional, no entanto ainda tem muita energia na descarga, isso deve ser monitorado para evitar erosão e ravinamento.	Erosão e ravinamento.	Limpeza e manutenção. Colocação de sinalização, desassoreamento e monitoramento.	Médio	Interno (Patrulha)	Curto prazo
	CT.06 / P07	10°21'31"S-48°17'28"W		Estrutura funcional. Sem manutenção, limpeza e sinalização.	Erosão e assoreamento	Limpeza e manutenção. Colocação de sinalização, desassoreamento e monitoramento.	Médio	Interno (Patrulha)	Curto prazo

TABELA - Sumário da Situação dos Pontos Vistoriados pela INFRA Engenharia e Consultoria

Bacia	ID do Ponto	Local / Coordenada	Nota ID	Problemas	Tendência	Alternativas	Risco	Custo Estimado Valores em ordem de grandeza	Prioridade/ Prazo
Afluente Taquari 1	TQ1.0 1 / P14	10°20'18"S- 48°21'02"W		2 descargas de drenagem desembocando em um mesmo ponto. Vegetação alta, falta de limpeza e manutenção e sinalização.	assoreamento, erosão e ravinamento.	Limpeza e manutenção. Colocação de sinalização e desassoreamento.	Médio	Interno (Patrulha)	Curto prazo
	TQ1.0 2 / P13	10°20'25"S- 48°21'05"W		Estrutura funcional. Sem sinalização sem manutenção e limpeza, em área de conservação. Há uma rotatória a montante da estrutura que alaga.	Alagamento; Invasão; assoreamento e erosão.	Monitoramento constante. Limpeza e manutenção. Colocação de sinalização e desassoreamento. Abertura de drenagem superficial, na rotatória, encaminhando para estrutura de drenagem.	Alto	R\$ 500.000,00	Curto prazo
	TQ1.0 3 / P12	10°20'17"S- 48°20'40"W		Lançamento em área de conservação. Estrutura funcional, vegetação alta, sem manutenção e limpeza, com assoreamento. No acesso a estrutura, pavimento colapsado devido a falta de drenagem superficial estruturada. Observamos a presença constante de pessoas, marcas de bicicletas etc.	Perda da funcionalidade da estrutura e erosão até a chegada das águas superficialmente. Invasão de área de conservação.	Limpeza e manutenção. Colocação de sinalização e desassoreamento. Obras de drenagem superficial na via colapsada. Monitoramento constante.	Médio	R\$ 500.000,00	Curto prazo
	TQ1.0 4 / P11	10°20'14"S- 48°20'09"W		Lançamento em áreas de conservação, estrutura não encontrada. Nascentes desprotegidas e sem sinalização, limpeza e manutenção.	Perda da funcionalidade da estrutura e erosão. Invasão de área de conservação. Nascentes em perigo.	Monitoramento constante. Limpeza e manutenção. Colocação de sinalização e desassoreamento.	Médio	Interno (Patrulha)	Curto prazo
	TQ1.0 5 / P10	10°20'13"S- 48°19'32"W		Obstrução da tubulação de passagem sob a Av. Teotônio Segurado. Processo erosivo na lateral da pista onde as águas pluviais escoam superficialmente. Sem manutenção e limpeza.	Perda da estrutura e erosão.	Limpeza e manutenção. Colocação de sinalização e desassoreamento. Desentupimento da tubulação com Hidrojato. Implantação de drenagem superficial para o encaminhamento das águas.	Alto	R\$ 800.000,00	Imediata ou emergência até 1 ano

TABELA - Sumário da Situação dos Pontos Vistoriados pela INFRA Engenharia e Consultoria

Bacia	ID do Ponto	Local / Coordenada	Nota ID	Problemas	Tendência	Alternativas	Risco	Custo Estimado Valores em ordem de grandeza	Prioridade/ Prazo
Machado	CM.01	10°17'52"S- 48°19'26"W		Infestação vegetal, amuamento sem calçamento, intervenções para drenagem insuficientes.	Erosão da via e alagamento.	Limpeza e manutenção. Colocação de sinalização e desassoreamento.	Médio	Interno (Patrulha)	Curto prazo
	CM.02	10°18'33"S- 48°18'22"W		Lotes regularizados em fundo de vale, inundações ocasionada pelos afluentes do Córrego Machado, redes insuficientes para vazão necessária.	Inundação.	Retirada das ocupações e direcionamento para planos de habitação.	Alto	Avaliar	Curto prazo
	CM.03	10°18'28"S- 48°18'16"W		Lotes regularizados em fundo de vale, inundações ocasionada pelos afluentes do Córrego Machado, redes insuficientes para vazão necessária.	Inundação.	Retirada das ocupações e direcionamento para planos de habitação.	Alto	Avaliar	Curto prazo
	CM.04 / P15	10°17'56"S- 48°19'20"W		Estrutura não encontrada devido a vegetação.	Perda da estrutura.	Limpeza e manutenção. Colocação de sinalização e desassoreamento.	Alto	Interno (Patrulha)	Curto prazo
Sussuapara	CS.01	10°10'29"S- 48°18'54"W		Estrutura do ponto de lançamento operacional. Erosão e assoreamento por falta de manutenção e limpeza. Vegetação muito densa, obstruindo acesso, sem sinalização.	Perda da estrutura.	Limpeza e manutenção. Colocação de sinalização e desassoreamento.	Médio	Interno (Patrulha)	Curto prazo
	CS.02	10°10'27"S- 48°19'11"W	Gabiões, descarga drenagem	Entulhos no caminho da descarga. Na estrutura de gabiões com britas saindo das malhas da estruturas, se manutenção, limpeza e	Assoreamento e perda da funcionalidade da estrutura.	Revisão do plano executivo da Obra, reparando as malhas. Limpeza e manutenção. Colocação de sinalização e desassoreamento.	Médio	R\$ 1.000.000,00	Curto prazo
	CS.03	10°12'13"S- 48°18'52"W	Gabiões, descarga drenagem	Erosão e Ravinamento.	Erosão, ravinamento e perda da funcionalidade da estrutura.	Limpeza e manutenção. Colocação de sinalização e desassoreamento. Além de um complemento nas estruturas protegendo da erosão.	Médio	Interno (Patrulha)	Curto prazo

TABELA - Sumário da Situação dos Pontos Vistoriados pela INFRA Engenharia e Consultoria

Bacia	ID do Ponto	Local / Coordenada	Nota ID	Problemas	Tendência	Alternativas	Risco	Custo Estimado Valores em ordem de grandeza	Prioridade/ Prazo
Taquaruçu Grande	TG.01 / P21- 22	10°15'43"S- 48°20'52"W		Colapso da estrutura de drenagem. Transição inadequada entre canal aberto e galeria, sem sinalização. São 3 galerias que convergem para um mesmo ponto, gerando erosão na passagem.	Obstrução total da via.	Revisão do projeto executivo. Obra mal dimensionada, trechos de descarga com tubulações com diâmetro menor que o necessário para a vazão e tubulações mal assentadas, que foram colapsadas.	Alto	R\$ 2.000.000,00	Imediata ou emergência (até 1 ano)
	TG.02 / P19	10°16'27"S- 48°20'56"W		Descarga de 2 tubos de 1,6m. Estrutura funcional, com pequena bacia de contenção. Muita vegetação e necessidade de limpeza e sinalização.		Limpeza e manutenção. Colocação de sinalização e desassoreamento.	Baixo	Interno (Patrulha)	Médio prazo
	TG.03 / P20	10°16'117"S- 48°20'46"W		Estrutura não encontrada, nem aparente. Encontrado na avenida, sem pavimentação, valeta escavada sem eficácia pois a terra retida permaneceu ao longo da valeta formando obstáculo para as águas pluviais.	Alagamentos	Limpeza e manutenção. Colocação de sinalização e desassoreamento.	Alto	Interno (Patrulha)	Curto prazo
	TG.04 / P18	10°17'01"S- 48°20'40"W		Estrutura não encontrada, nem aparente. Encontrado muita vegetação e considerando a declividade do local e pela foto do satélite é possível que haja erosão e/ou bacia de retenção à jusante da descarga, no caminho a céu aberto.	Perda da estrutura.	Limpeza e manutenção. Colocação de sinalização, análise da estrutura.	Alto	Avaliar	Curto prazo
	TG.05 / P17	10°16'59"S- 48°19'05"W		Estrutura funcional.		Limpeza e manutenção. Colocação de sinalização e desassoreamento.	Baixo	Interno (Patrulha)	Médio prazo
	TG.06 / P16	10°17'20"S- 48°18'50"W		Erosão no canal a céu aberto, revolvimento, velocidade das águas muito alta, pavimento e calçamento colapsados.	Perda das vias projetadas e da estrutura de drenagem.	Necessário reavaliação do projeto e obras de reparo. O canal a céu aberto até o deságue no Ribeirão verta água por cerca de 80 m e deverá ser objeto de estudo para solução futura.	Alto	R\$ 1.500.000,00	Curto prazo

TABELA - Sumário da Situação dos Pontos Vistoriados pela INFRA Engenharia e Consultoria									
Bacia	ID do Ponto	Local / Coordenada	Nota ID	Problemas	Tendência	Alternativas	Risco	Custo Estimado Valores em ordem de grandeza	Prioridade/ Prazo
Córrego Cipo	CP-01-P06	10°20'04"S- 48°16'34"W		Ponto de lançamento com 2 descargas: 1 superficial (com problemas de colapso) e outra por tubulação sob a Av. Pequizeiro (obstruído). Canal aberto cerca de 40m até o desagüe no córrego.	Erosão, ravinamento, assoreamento. Além de colapso nas estruturas.	Limpeza e manutenção. Colocação de sinalização, análise da estrutura atual para correção.	Alto	R\$ 800.000,00	Curto prazo
	CP-02-P05	10°20'00"S- 48°16'27"W		Estrutura não encontrada devido a vegetação.	Erosão, ravinamento e assoreamento.	Limpeza e manutenção. Colocação de sinalização.	Médio	Interno (Patrulha)	Curto prazo
	CP-03-P04	10°20'02"S- 48°16'18"W		Estrutura não encontrada devido a vegetação. Encontramos bueiros danificados, parcialmente obstruídos, muita vegetação, sem manutenção e	Erosão, ravinamento e assoreamento.	Limpeza e manutenção. Colocação de sinalização.	Médio	Interno (Patrulha)	Curto prazo
	CP-04-P03	10°20'16"S- 48°16'05"W		Estrutura funcional. Sem limpeza e manutenção.	Erosão, ravinamento e assoreamento.	Limpeza e manutenção. Colocação de sinalização.	Médio	Interno (Patrulha)	Curto prazo
	CP-05-P02	10°20'14"S- 48°15'35"W		Estrutura funcional, no entanto sem manutenção e limpeza. Com erosão na transição da estrutura para canal aberto.	Erosão, ravinamento e assoreamento.	Limpeza e manutenção. Colocação de sinalização. Estudo de complementação da estrutura para evitar a erosão.	Alto	R\$ 800.000,00	Curto prazo
	CP-06-P01	10°20'22"S- 48°15'22"W		Drenagem superficial com problemas de colapso. Vias sem calçamento.	Erosão, ravinamento e assoreamento.	Limpeza e manutenção. Colocação de sinalização. Estudo de complementação da estrutura para evitar a erosão.	Alto	R\$ 500.000,00	Curto prazo

Custo total estimado para as intervenções aqui propostas é da ordem de R\$ 25.000.000,00. Para contratação dos projetos básicos e executivos, estima-se cerca de 5% desse valor, ou seja, R\$1.250.000,00

3.5 SOLUÇÕES CONSAGRADAS DE DRENAGEM COMO ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS INDICADAS PARA ADOÇÃO EM PALMAS

Cidades-esponja

Veja meios de minimizar impacto das chuvas em metrópoles pelo mundo

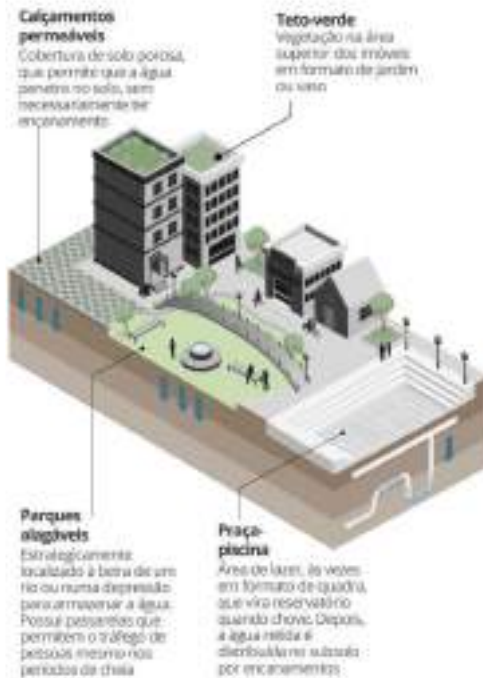


Figura 3-IV:
Esquema das Cidades-Esponja

Neste item compilamos os conceitos importantes para intervenções de drenagem urbana, e em seguida apresentamos as alternativas tecnológicas compatíveis com a realidade local para a adoção de sistemas de drenagem sustentável nas áreas urbanas, em complemento ao sistema de drenagem existente, visando a ampliação da capacidade de retenção, absorção e infiltração de águas pluviais no solo.

Existe um conceito geral já bastante aceito e bem-sucedido que é o de “cidade-esponja”. O conceito parte da ideia central de que as metrópoles modernas lidam com a água de maneira errada. Em vez de coletar a água das chuvas e jogá-la o mais rápido possível nos rios – como ocorre habitualmente –, as cidades-esponja lançam mão de uma série de recursos que asseguram espaço e tempo para que a água seja absorvida pelo solo, conforme ilustra a **Figura 3-IV**. Atualmente, a personalidade que reflete melhor esse novo conceito e foi líder nas principais iniciativas transformadoras é o arquiteto chinês Kong Jian Yu.

3.5.1 CONCEITOS

O controle das ações de drenagem urbana é executado através de medidas que podem ser estruturais e não-estruturais. As estruturais são divididas em convencionais e compensatórias.

3.5.1.1 Medidas Estruturais

As medidas de controle estruturais são aquelas essencialmente construtivas (obras de engenharia). Devido ao cuidado com o meio ambiente, as medidas estruturais passaram a ser fundamentais no manejo das águas pluviais e na drenagem urbana, sendo assim, dividida em medidas estruturais convencionais e medidas estruturais compensatórias.

3.5.1.1.1 Convencionais:

As medidas estruturais convencionais são geralmente obras de grande porte que tem como papel principal afastar as águas precipitadas e podem ser:

- Obras de microdrenagem;
- Galerias de águas pluviais;
- Obras de macrodrenagem;
- Canalização de córregos;
- Diques de contenção;
- Readaptação de obras de galerias e de travessias;
- Bacias de retenção (piscinão).

3.5.1.1.2 Compensatórias:

As medidas de controle compensatórias são utilizadas como técnicas alternativas de drenagem

pluvial para reduzir ou controlar os excedentes pluviais gerados pela impermeabilização, a poluição de origem pluvial, além é claro, de aumentar a recarga dos aquíferos subterrâneos. Estas são consideradas obras assim como as medidas estruturais.

A adoção de medidas compensatórias aliadas com as medidas estruturais convencionais nas áreas urbanizadas pode atuar satisfatoriamente na melhoria das condições de escoamento superficial.

A garantia do sucesso da aplicação dessas medidas não está simplesmente no bom dimensionamento e de uma construção correta, mas sim, na aceitação e eventual participação por parte da população. Dessa forma, quanto mais discretas forem as medidas, haverá uma maior aceitação e maiores quantidades implantadas.

Dentre essas medidas podemos destacar:

- Limpeza e desassoreamento de córregos;
- Poços, caixas, valas e trincheiras de infiltração;
- Reservatórios de armazenamento e reutilização;
- Pavimentos permeáveis/porosos;
- Bacias de detenção;
- Bacias de retenção;
- Áreas verdes;
- Jardins de chuva.

3.5.1.2 Medidas Não-estruturais

As medidas não-estruturais são aquelas de caráter extensivo, com ações abrangendo toda a bacia, ou de natureza institucionais, administrativas ou financeiras, adotadas individualmente ou em grupo, espontaneamente ou por força de legislação, destinadas a atenuar os deflúvios (vazões) ou adaptar os ocupantes das áreas potencialmente inundáveis a conviverem com a ocorrência periódica do fenômeno.

As medidas de controle não-estruturais, como o próprio nome diz, não empregam uma obra física para o controle de inundações, utilizam-se principalmente de medidas institucionais, como planos diretores, legislações, educação da população, etc. Fundamentalmente são constituídas por ações de controle do uso e ocupação do solo (nas várzeas e bacias). Ajudam a população a conviver melhor com as enchentes, muitas vezes diminuindo a vulnerabilidade das pessoas das áreas de risco aos inconvenientes das mesmas.

Para que haja sucesso na implantação das medidas não-estruturais, a participação da população no processo é fundamental, principalmente com relação aos aspectos de ordem cultural que podem de alguma forma atrapalhar sua implantação ou serem alterados em decorrência da efetivação de tais medidas. Deve haver o comprometimento da população, assim como das instituições municipais para o sucesso das intervenções.

As medidas não-estruturais são fruto do planejamento urbano a médio e longo prazos, porém com menores custos e maiores efeitos, como exemplo podemos citar:

- Regulamentação da ocupação e do uso do solo;
- Programas de informação e de educação ambiental;
- Sistema de prevenção e alarme de eventos de enchente.

Também podem ser classificadas em: emergencial, temporária e definitiva, como descritos a seguir.

3.5.1.2.1 Emergenciais:

- Instalação de vedação ou elemento de proteção temporária ou permanente nas aberturas das estruturas;
- Sistema de previsão de cheias e plano de procedimentos de evacuação e apoio à população

afetada.

3.5.1.2.2 Temporárias:

- Criar e tornar o Manual de Drenagem um modelo dinâmico de como tratar a drenagem da bacia, para o qual foi definido;
- Regulamentação da área de inundação, delimitar por cercas, por obstáculos, se possível naturais, constante divulgação de alertas, avisos e fiscalização para não ocupação da área de risco, na comunidade, nas escolas e através da mídia local com aplicação de penas alternativas para infratores.

3.5.1.2.3 Definitivas:

- Estudos hidrológicos atualizados da bacia de contribuição e dos efeitos sofridos à jusante;
- Reserva de área para lazer e atividades compatíveis com os espaços abertos;
- Seguro inundação;
- Programa de manutenção e inspeção das estruturas à prova de inundação, juntamente com o acompanhamento da quantidade e qualidade da água drenada;
- Adequação das edificações ribeirinhas ao convívio de eventuais inundações e/ou alagamentos, como estruturas sobre pilotis;
- Regulamentação dos loteamentos e códigos de construção;
- Desocupação de construções existentes em áreas de inundação e realocação de possíveis ocupantes;
- Política de desenvolvimento adequada ao município, evitando prejuízos da inundação ou alagamento;
- Educação ambiental dinâmica e constante.

O conhecimento do meio físico, da extensão territorial do município e das bacias hidrográficas que o compõem, com informações georreferenciadas do que ocorre na superfície do solo e sub-solo são imprescindíveis ao planejamento das ações.

Boa parte destas informações é obtida através de mapeamentos e cartas já existentes e registros efetuados através de aerofotografias e imagens de satélites. Os dados ambientais mais importantes requerem séries históricas de observações.

A partir destas informações é que torna possível a elaboração dos grandes projetos de engenharia que proporcionarão a justa medida das obras de macrodrenagem e de prevenção contra enchentes.

Tendo em vista as medidas de controle possíveis e conhecidas, e à luz da legislação pertinente (Lei complementar nº 400/2018 – Plano Diretor e Lei Ordinária nº 1011/2001- Política ambiental, equilíbrio ecológico, preservação e recuperação do Meio Ambiente), considerando o Sistema Urbano de Drenagem Sustentável (SUDS), é desejável a adoção de novas estratégias para o eficiente manejo das águas pluviais de Palmas.

3.5.2 ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS COMPATÍVEIS COM A REALIDADE DE PALMAS

3.5.2.1 Reservatórios de retenção

Reservatórios podem ocupar espaços abertos ou fechados (enterrados ou não). O efeito do reservatório é o de reter parte do volume do escoamento superficial, reduzindo o seu pico e distribuindo a vazão no tempo. Palmas tem muitos espaços que podem ser utilizados como reservatórios provisórios para a retenção das águas das chuvas. Os largos canteiros e as rotatórias poderiam ser rebaixados em relação ao nível da rua para que possam servir a esse fim. Estudos e projetos específicos devem ser desenvolvidos.

As **Figuras 3-V, 3-VI, 3-VII, 3-VIII e 3-IX** a seguir apresentam exemplos de detenções tanto para micro como para macrodrenagem.



Figura 3-V: Detenções e Infiltrações em canteiros centrais de avenidas



Figura 3-VI: Detenções e Infiltrações em praças e rotatórias



Figura 3-VII: Porto Alegre, Detenção planejada em forma de praça esportiva



Figura 3-VIII: São Paulo, Detenção planejada em forma de praça esportiva



Figura 3-IX: São Paulo, "piscinão"

3.5.2.2 Bacias de retenção secas

A ideia é que a bacia armazene o escoamento superficial e vá liberando o fluxo de água retida aos poucos, através de pequeno orifício de saída (extravasor) as vazões para jusante (**Figura 3-X**). Sugere-se um tempo de residência ao redor de 40 horas para que se aumente a eficiência da sedimentação de detritos e eventuais poluentes. Normalmente a área requerida para essas bacias é da ordem de 0.5 a 2.0% da área de contribuição (Urban Drainage and Flood Control District, 1992). A eficiência de remoção é boa para sedimentos e metais e razoável para materiais orgânicos. Na

época de estiagem a bacia deve permanecer seca e, portanto, no caso de bacias superficiais, a área ocupada pode ser utilizada para recreação, por exemplo. É essencial que esse tipo de estrutura receba tratamento paisagístico de forma que se integre com a ocupação do local. A manutenção deve manter a área livre, com bom aspecto estético e proteger sua integridade estrutural.

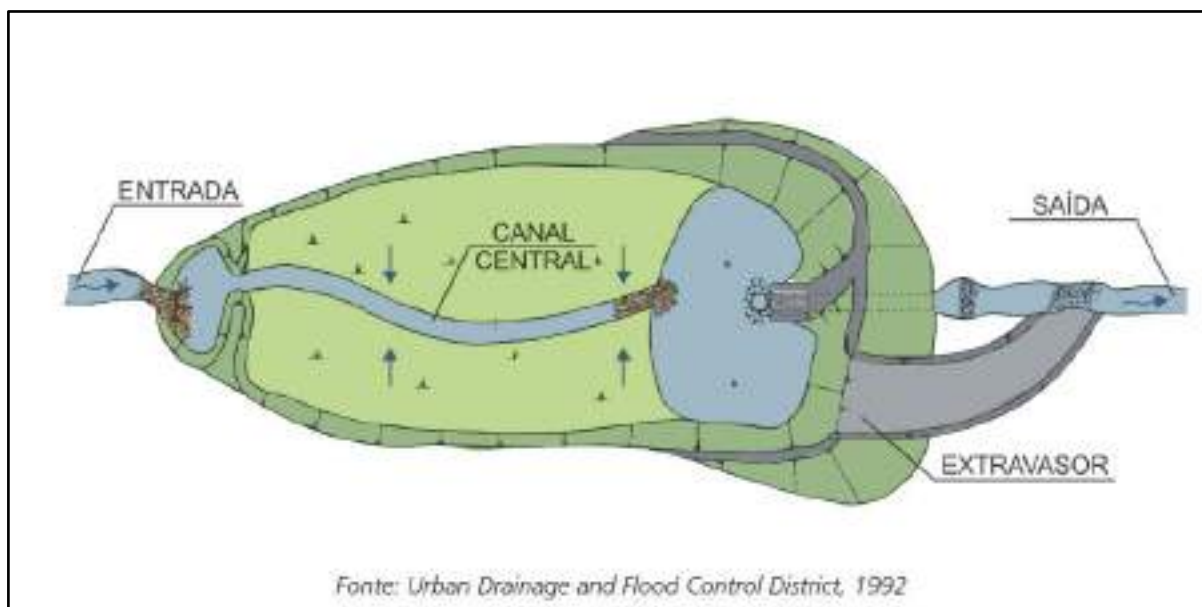


Figura 3-X: Esquema-tipo de bacia de retenção seca

3.5.2.3 Bacias de retenção alagadas

As bacias de retenção alagadas permanecem com a parte inferior inundada constantemente (**Figura 3-XI**). Quando chove, o escoamento superficial é retido no espaço deixado como volume de espera. A vazão que entra se mistura com a água ali armazenada e aos poucos o excesso vai sendo descarregado como nas bacias de retenção secas. Como o sedimento fica depositado na parte inferior da bacia que não é drenada e as taxas de remoção de detritos e eventuais poluentes nesse tipo de bacia são maiores, o tempo de residência recomendado é de apenas 12 horas. Essas bacias melhoram a qualidade da água do escoamento superficial que é drenado de zonas residenciais, comerciais, áreas de estacionamento e até de algumas áreas industriais. Esse tipo de solução apresenta algumas vantagens como taxas de remoção de materiais orgânicos de moderadas a altas devido ao uso dos nutrientes e metais pelo ecossistema aquático permanente existente na lagoa que se forma. Como vantagens adicionais tem-se a criação de um habitat para a vida aquática, de um local de recreação e de um novo recurso paisagístico. É necessário que haja uma pequena vazão de base capaz de sustentar a parte inferior da bacia sempre com água. Caso isso não aconteça, haverá um processo de concentração de sais devido à evaporação e, na ocorrência do evento chuvoso, a qualidade da vazão de saída poderá ser pior do que a vazão de entrada. A lagoa permanente não pode ser muito rasa para que não haja penetração de luz até o fundo e, portanto, não ocorra o crescimento da vegetação aquática enraizada ali. Não pode também ser muito profunda de tal forma que previna que a parte inferior fique sem oxigênio dissolvido, devendo ser rasa o suficiente para que possa ser misturada pelo vento. Algumas desvantagens são a possibilidade do aparecimento de mosquitos e a dificuldade de retirada do acúmulo de sedimentos quando isso for necessário.

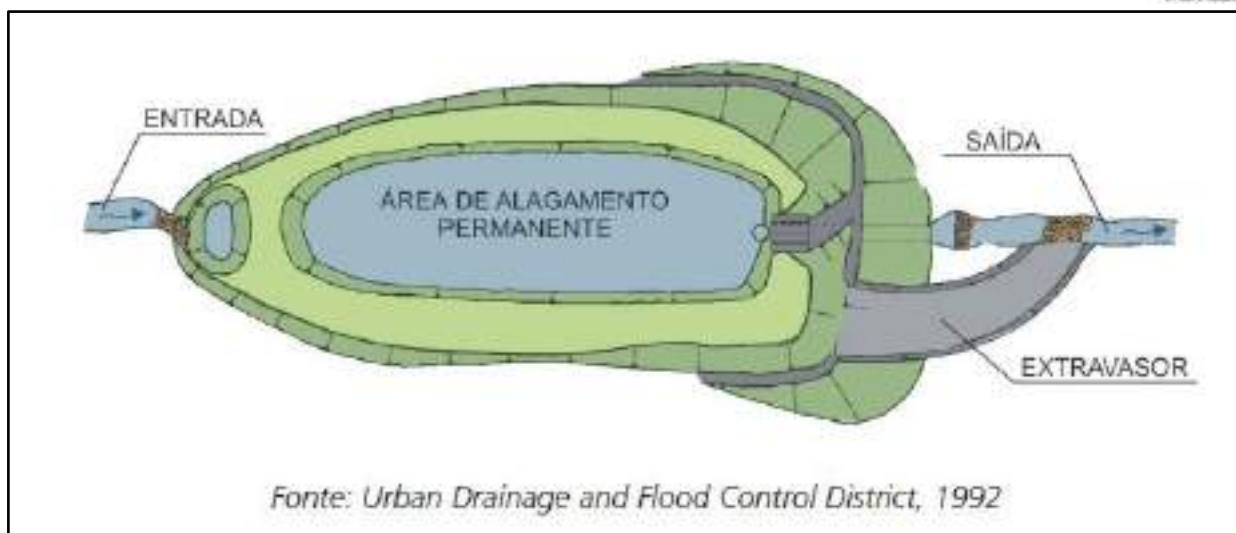


Figura 3-XI: Esquema-tipo de bacia de retenção alagada



Figura 3-XII: Exemplo de reservatório de retenção alagado (Colorado, EUA)

3.5.2.4 Poço de Infiltração

Os poços de infiltração são dispositivos pontuais com pequena ocupação de área superficial, concebidos para escoar as águas pluviais diretamente no subsolo, por infiltração (**Figuras 3-XIII e 3-XIV**). Estes são reservatórios verticais escavados no solo com material poroso que promove a infiltração pontual no terreno reduzindo o escoamento em áreas impermeabilizadas. A infiltração das águas pelos poços contribui para a alimentação da vegetação circundante e do lençol subterrâneo, sendo esta técnica utilizada em alguns países exclusivamente para fins de recarga de aquíferos. Uma vantagem dessa técnica é de poder ser implantada em zonas permeáveis ou zonas onde a camada superficial é pouco permeável, todavia apresentam capacidades significativas de infiltração nas camadas mais profundas. Essa técnica possibilita uma boa integração com o meio ambiente urbano, pois ocupa pequenos espaços e é bastante discreto.

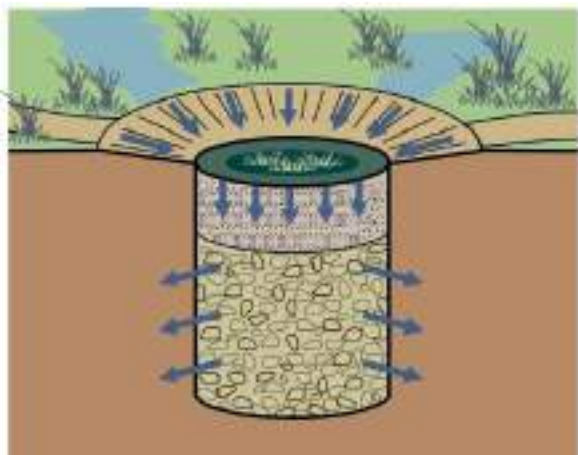


Figura 3-XIII: Esquema-tipo de poço de infiltração



Figura 3-XIV: Implantação em rotatória

A implantação dos poços de infiltração apresenta as seguintes vantagens:

- ✓ Redução dos volumes conduzidos pela rede de drenagem clássica;
- ✓ Ganho financeiro, pela redução das dimensões das tubulações a jusante;
- ✓ Boa integração no meio urbano;
- ✓ Redução dos riscos de inundação;
- ✓ Possível recarga do aquífero subterrâneo;
- ✓ Não há restrições em função da topografia;
- ✓ Boa utilização no caso de solos superficiais pouco permeáveis e camadas profundas com grande

capacidade de infiltração.

Em contrapartida às vantagens relacionadas, alguns problemas operacionais podem ser identificados:

- ✓ Manutenção regular para evitar a colmatagem das superfícies de infiltração;
- ✓ Risco de poluição do lençol subterrâneo;
- ✓ Baixa capacidade de armazenamento.

3.5.2.5 Alagadiços

Pequenos alagadiços podem ser criados como forma de reter sedimentos e poluentes do escoamento superficial (**Figura 3-XV**). Assim como as bacias de retenção alagadas, é necessário que haja um pequeno escoamento de base para manter uma lâmina d'água sempre no fundo. São eficientes para remover compostos de fósforo e nitrogênio, alguns metais e compostos orgânicos, e sedimentos. Na área permanentemente alagada crescem vegetais típicos como rabo de gato, por exemplo, e esses locais tornam-se excelentes habitats para aves e outros animais. É necessário dispor de área, e o solo deve ser adequado para a formação do alagado. A declividade do terreno deve ser próxima a zero, e o escoamento superficial ao chegar não se infiltra, mas escoar lentamente entre a vegetação e sobre a lâmina d'água existente. É um tratamento efetivo do escoamento superficial, mas requer manutenção uma vez que periodicamente deve haver a retirada de parte da vegetação e dos sedimentos acumulados para manter as zonas de movimento da água. Deve ser mantida uma profundidade média da água ao redor de 15 cm.

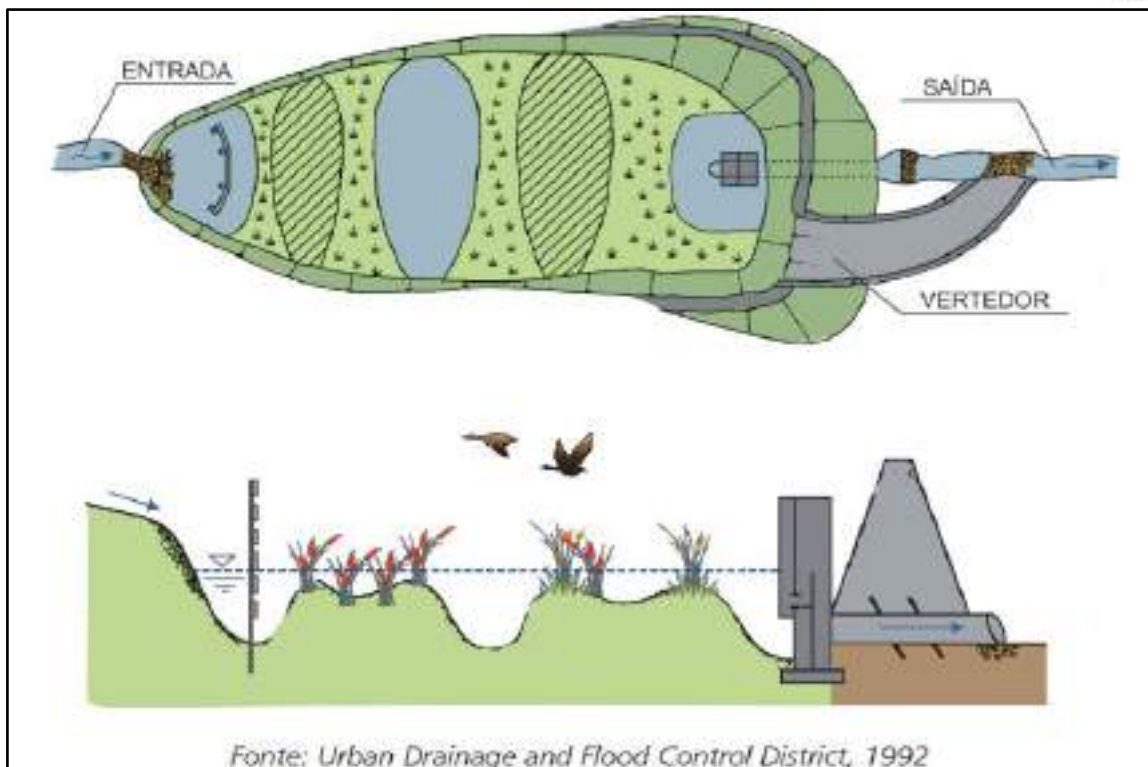


Figura 3-XV: Esquema-tipo de alagadiços

3.5.2.6 Jardins de Chuva / Trincheiras de infiltração

Os jardins de chuva (**Figura 3-XVI**) podem ser utilizados tanto no meio urbano (vias públicas e calçadas), quanto residencial, acolhendo a água de telhados, pátios e passeios. São canteiros com plantas, projetados com o rebaixamento do solo a fim de coletar as águas pluviais através de aberturas delimitadas em seu contorno. Além do mais, o substrato formado pelos jardins de chuva, melhora a qualidade da água de escoamento e auxilia o desenvolvimento de árvores e outras plantas. As plantas nativas dispensam o uso de insumos externos e colaboram na remoção de poluentes, além de poder oferecer alimento e habitat para pássaros, borboletas e outros polinizadores.

Em Palmas, o cenário tendencial, com o incremento do regime de chuvas, é de aumento de episódios de alagamentos na Avenida Teotônio Segurado. Contudo, a utilização deste tipo de alternativa poderá mitigar os problemas e, eventualmente se tornar referência em todas as vias “NS” da cidade. Estudos e Projetos devem ser desenvolvidos.

As trincheiras de infiltração (**Figura 3-XVII**) costumam ser utilizadas ao longo de vias públicas e calçadas, com declividade superior a 2%, guiando as águas para um dreno, normalmente ligado à rede de drenagem.



Figura 3-XVI: Jardim de Chuva

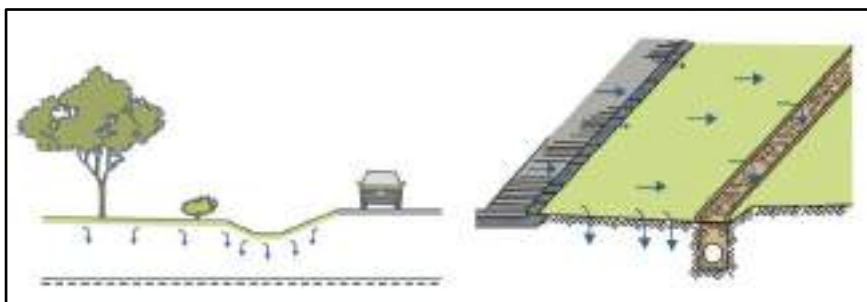


Figura 3-XVII: Trincheira de Infiltração

3.5.2.7 Dissipadores de Energia

O controle da erosão e assoreamento pode se dar a partir de medidas preventivas ou mitigadoras, que podem ser aplicadas na fonte de geração da erosão ou nos pontos finais do impacto, como os cursos d'água receptores de drenagem. A seguir, na **Tabela 3-VII**, observam-se exemplos de dissipadores de energia, proteções das estruturas e os aspectos construtivos para proteção de canais e galerias de escoamento.

Tabela 3-VII: Tipos de Dissipadores de Energia e Proteções das Estruturas de Drenagem Urbana

Rampa dentada (seção)	Rampa dentada (vista diagonal)
Blocos de Impacto	Degraus em galerias
Entradas de galerias	Retenção de detritos e sedimentos

As **Figuras 3-XVIII, 3-XIX e 3-XX** a seguir são exemplos de estruturas e medidas estruturais que podem ser adotadas em Palmas para resolução de problemas pontuais, já identificados neste trabalho.



Figura 3-XVIII: Exemplos de rampas dentadas



Figura 3-XIX: Exemplos de degraus e escadas de dissipação



Figura 3-XX: Exemplos de proteção de margens e escada de dissipação

3.5.2.8 Conservação do leito alagável do rio

O impacto da urbanização sobre os rios urbanos é um dos maiores problemas no crescimento de uma cidade. A modificação mais comum é a degradação das margens que resulta da ocupação destas áreas, onde os aterros construídos para suportar as edificações podem reduzir

significativamente a seção do canal, causando alterações no fluxo dos deflúvios. Mesmo que esse tipo de ocupação não ocorra, as planícies de inundações se expandem em resposta à urbanização a montante. Como ilustrado na **Figura 3-XXI** a seguir, bacias urbanizadas produzem maiores inundações, consequentemente as planícies de inundação devem se expandir para acomodar estes volumes maiores.

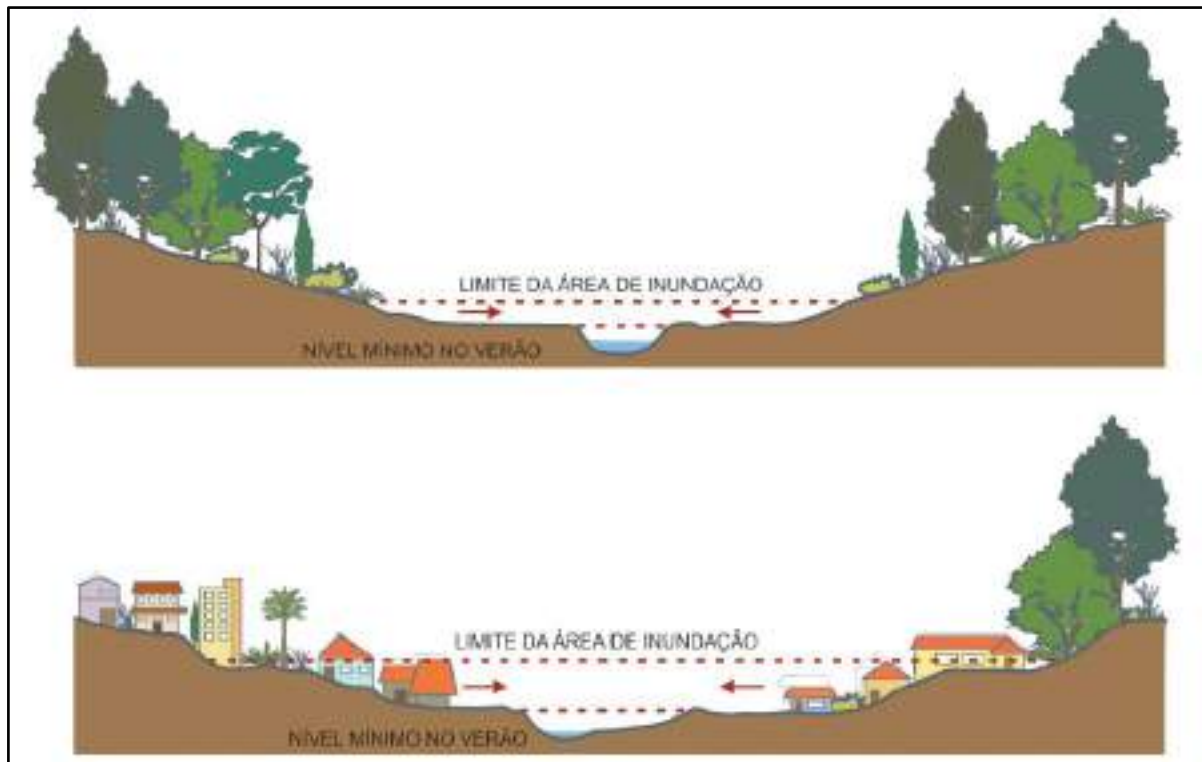


Figura 3-XXI: Esquema de resultado da ocupação de áreas de inundação dos cursos d'água

3.5.2.9 Desassoreamento

Em face da matriz geológica arenosa, as descargas sólidas nos cursos d'água da região de Palmas são muito relevantes. As rotinas de conservação e manutenção dos dispositivos de drenagem devem ser contínuas, os detritos sólidos deverão ser removidos juntamente com as infestações vegetais, em operações suficientes para manter livres as seções de escoamento.

Entre as medidas não-estruturais definitivas (item 3.5.1.2.3), a ação constante de desassoreamento localizado deve ser prioritária no planejamento da “Patrulha de Drenagem”.

3.5.2.10 Prevenção de lançamento de resíduos nas redes de drenagem

Observou-se na cidade riscos significativos de abandono de lixo doméstico, resíduos de limpeza urbana e resíduos de construção e demolição em logradouros públicos, com potencial chance de carreamento e capazes de obstruir as redes de drenagem pluvial. Para isso, recomenda-se que a coleta e manejo de resíduos sólidos urbanos sejam acompanhados e monitorados pela equipe responsável pela drenagem, em ação conjunta, com eventual propositura de medidas mitigadoras.

3.5.2.10.1 Bocas de Lobo

Além de evitar que o leito carroçável das vias seja alagado, prejudicando o tráfego, esses elementos colocados nas guias e sarjetas tem a finalidade de captar as águas de escoamento superficial, para conduzi-las às galerias e tubulações subterrâneas, que as levarão até os corpos hídricos de destino.

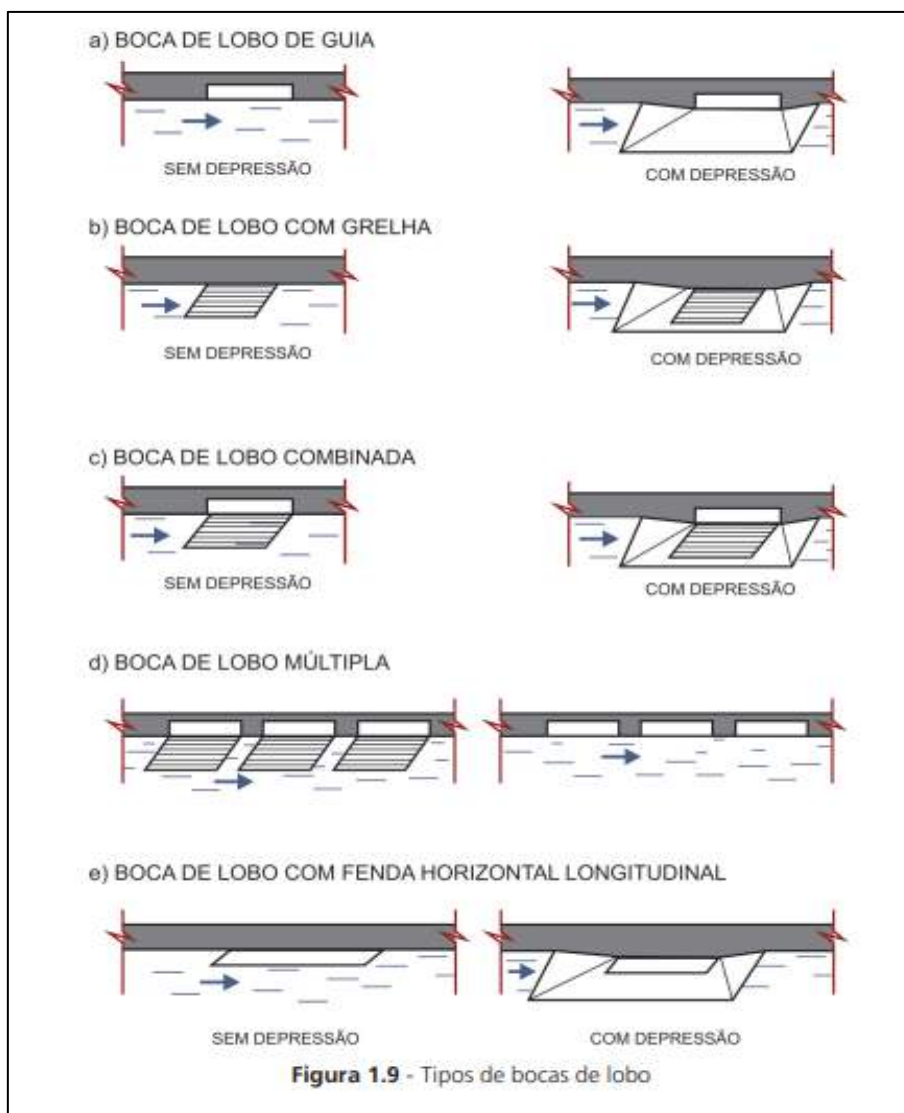


Figura 3-XXII: Tipos de Boca de Lobo usuais – fonte: Manual de Drenagem Urbana de SP

3.5.2.10.2 Grelhas

Parte da solução para evitar que haja afluxo de detritos e resíduos nas tubulações e galerias é a utilização de grelhas de proteção nas bocas de lobo. Contudo, em Palmas, as grelhas de concreto têm estrutura delgada em comparação à outros modelos mais robustos, utilizados amplamente (ver **Figura 3-XXIII**) com eficiência. Além disso, existem fatores que: (i) ajudam a aumentar o volume de sedimentos (muitas obras, características do solo, períodos seco e chuvoso muito longos); (ii) aumentam a quantidade de detritos (tipo de vegetação/arborização, frequência de varrição dos logradouros públicos, controle de descarte de entulho e resíduos); e ainda, (iii) dificultam a limpeza e manutenção de dispositivos do sistema de drenagem urbana (tipo de grelha, material da grelha, localização da grelha, acesso aos pontos de descarga e lançamento nos corpos hídricos).



Figura 3-XXIII: Grelha robusta em Santos/SP

Aspectos técnicos

Para favorecer que o deflúvio seja dirigido à rede subterrânea, e minimizar os impactos do escoamento superficial na rotina urbana, algumas estratégias podem ser

implementadas, como: (i) adoção de regulamentação para que os lotes despejem suas águas pluviais por tubulação instalada para desaguar direto nas bocas de lobo; (ii) adoção de grades de ferro fundido articuladas em caixilho chumbado na sarjeta de concreto (ver detalhes na **Figura 3-XXIV**); (iii) adoção de faixa contínua na via, pintada em amarelo, para restringir tráfego sobre as grelhas (ver **Figura 3-XXV**); e, no caso das grelhas de concreto, (iv) adoção de modelo mais robusto, nos moldes do utilizado na cidade de Santos/SP (**Figura 3-XXIII**).



Figura 3-XXIV: Tubulação de descarga na Boca de Lobo e Grelhas de ferro fundido, articuladas- São Paulo, SP



Figura 3-XXV: Sinalização viária (faixa contínua amarela) restringindo fluxo sobre a sarjeta onde as grelhas são instaladas- São Paulo, SP

O uso de grelhas de concreto deve ser paulatinamente substituído por grelhas de ferro fundido, e o Plano de Arborização do Município deve ser aplicado de forma criteriosa, visando também contribuir para a minimização das folhagens, que ocasionam, muitas vezes, as obstruções e entupimentos nos dispositivos de captação (bueiros, bocas de lobo, tubulações de passagem). É importante que sejam escolhidas espécies que possam beneficiar as áreas de proteção e promover a recuperação de áreas degradadas.

Ainda, alternativamente, pode-se adotar nova metodologia construtiva das guias, com sarjeta clássica e bocas de lobo de guia com depressão (ver **Figura 3-XXVII**), evitando assim a solução com grelha. Secundariamente, para contemplar a questão da conscientização da sociedade, pode-se adotar uso de “arte urbana” (ver **Figura 3-XXVI**) para identificar e/ou ornar bocas de lobo e/ou outros dispositivos e estruturas da rede.

Contudo, será preponderante a implementação de uma rotina de inspeção, nos moldes apresentados na **Figura 3-II** deste documento, para que se alcance a eficiência e eficácia esperadas dos dispositivos e estruturas, e do sistema de drenagem como um todo.



Figura 3-XXVI: Grelha robusta, pintada com “arte urbana” para conscientização da população, em ação de educação ambiental indireta.



Figura 3-XXVII: Bocas de lobo de Guia combinadas (2), com depressão, e caixa de inspeção na calçada – Córrego Zavuvus, São Paulo/SP

3.5.2.11 Cenário Futuro

A sustentabilidade ambiental, que trata do equilíbrio entre as demandas humanas no contexto urbano e a conservação dos recursos naturais existentes, é um desafio constante para os planejadores e gestores de cidades grandes e médias (a partir de 40.000-50.000 habitantes).



Assim, muitos modelos tem sido utilizados mundialmente, estimulando diversas formas de estruturação dos logradouros públicos, para atender aspectos de mobilidade, drenagem, arborização e iluminação (ver **Figura 3-XXVIII**). Inovar será sempre necessário, cedo ou tarde.

Figura 3-XXVIII: Esquema-tipo utilizado em Nova York, EUA

3.5.3 REVISÃO DAS ALTERNATIVAS PARA UNIVERSALIZAÇÃO DOS SERVIÇOS DE DRENAGEM – CONSIDERADAS AS PROJEÇÕES, OBJETIVOS, METAS E NECESSIDADES PARA HORIZONTE DE 20 ANOS (ATÉ 2042)

A versão inicial deste plano determinou objetivos e metas com foco na qualidade de vida da população e na qualidade do meio ambiente municipal. Ao nortear os mecanismos de gestão da infraestrutura urbana relacionados com o escoamento das águas pluviais e dos cursos d'água na área urbana da cidade, o Plano Municipal de Drenagem Urbana e Manejo de Águas Pluviais visa a minimização dos riscos e prejuízos humanos, materiais e ambientais de inundações e eventos hidrológicos extremos. Dessa forma, as premissas inicialmente definidas continuam válidas e englobam os seguintes aspectos:

- ✓ *Universalização do acesso aos serviços de drenagem urbana, de forma progressiva, a toda área urbanizada do município, controlando as inundações;*
- ✓ *Qualidade e eficiência das obras implantadas para o controle da drenagem urbana além da sua operação;*
- ✓ *Utilização de tecnologias apropriadas para garantia da qualidade de operação da rede de drenagem de forma eficiente minimizando os impactos causados pelo controle das águas excedentes provenientes das precipitações;*
- ✓ *Utilização de técnicas e métodos compatíveis com as peculiaridades locais.*

3.5.3.1 Revisão das Projeções

- ✓ *Ações imediatas ou emergenciais: até 1 ano;*
- ✓ *Curto prazo: entre 1 e 3 anos;*
- ✓ *Médio prazo: entre 4 e 8 anos;*
- ✓ *Longo prazo: entre 8 e 20 anos.*

3.5.3.2 Revisão das Metas e necessidades para horizonte de 20 anos (até 2042)

As metas reestabelecidas nesse plano dizem respeito a:

- ✓ **Universalização do acesso aos serviços de drenagem urbana**, garantindo que as estruturas do sistema de drenagem tenham cobertura e qualidade satisfatória, abrangendo-se TODAS AS ÁREAS urbanizadas do município, indistintamente ampliando o atendimento de forma gradual e progressiva, principalmente aonde for mais necessário;
- ✓ **Sustentabilidade ambiental** na prestação dos serviços (implantação e operação do sistema), que implica, dentre outras coisas, a proteção **dos recursos hídricos** (redução de ocupação das áreas de inundação dos rios e córregos, e redução de assoreamento e erosão de margens) **e sua conservação** (proteção das nascentes e das margens, redução de resíduos sólidos transportados e de lançamento clandestino de esgoto sanitário não tratado de forma combinada à da água pluvial);
- ✓ **Qualidade, regularidade e eficiência** na prestação dos serviços, que inclui, sem se limitar, ao pleno atendimento do sistema de drenagem às vazões requeridas, com constância e eficácia na manutenção preventiva e corretiva nos dispositivos da rede de drenagem urbana, bem como manter a eficiência no atendimento às ocorrências e reclamações com cordialidade e polidez no atendimento ao público.

3.5.3.3 Análise dos impactos da urbanização no sistema de drenagem

Os fatores hidrológicos diretamente afetados pela urbanização são o volume do escoamento

superficial direto, os parâmetros de tempo do escoamento superficial e a vazão de pico das cheias. Esses efeitos hidrológicos são diretamente causados por alterações da cobertura do solo, impermeabilização, modificações hidrodinâmicas nos sistemas de drenagem e as ocupações de áreas de várzeas.

A urbanização de uma bacia altera a sua resposta às chuvas. Os efeitos mais preponderantes são as reduções da infiltração e o tempo de trânsito das águas, que resultam em picos de vazão muito maiores em relação às condições anteriores à citada urbanização. São clássicos os exemplos que relacionam o crescimento das vazões máximas de cheias com a área urbanizada da bacia e a áreas servidas por obras de drenagem, o que resulta em maiores complexidades na rede de drenagem, maiores diâmetros de escoamento e, portanto, maiores custos.

Cabe frisar que o volume do escoamento superficial direto é primordialmente determinado pela quantidade de água precipitada, características de infiltração do solo, chuva antecedente, tipo de cobertura vegetal, superfície impermeável e retenção superficial. Já o tempo de trânsito das águas que determinam os parâmetros de tempo do hidrograma do escoamento superficial direto é função da declividade, rugosidade superficial do leito, comprimento de percurso e profundidade d'água do canal.

Portanto, os efeitos da urbanização na resposta hidrológica das bacias de drenagem devem ser analisados sob a ótica do volume do escoamento superficial direto e do tempo de trânsito das águas.

3.5.3.4 Medidas propostas para intervenções estruturais e não-estruturais

A preservação e manutenção da rede de drenagem de águas pluviais e da rede hidrológica tem impacto direto na qualidade de vida dos cidadãos do município de Palmas. É importante a adoção de ações para que sejam: (i) preservadas as nascentes, rios, córregos e canais; (ii) prevenido o despejo *in natura* de esgotos sanitários e dejetos de toda natureza na rede de drenagem e cursos d'água; (iii) realizado o controle de erosão nos terrenos; e, (iv) garantido o controle de inundações e alagamentos das vias de circulação.

Assim, são objetivos básicos, com respaldo da legislação vigente no município:

- Criar em seus cidadãos uma consciência de preservação dos recursos hídricos e naturais;
- Coibir o lançamento de águas servidas e esgotos sanitários, com ou sem tratamento, na rede de galerias de águas pluviais, que deverão ter o destino adequado nas redes apropriadas, tanto naquelas já instaladas como naquelas que entrarão em operação;
- Promover a preservação e recuperação de nascentes;
- Promover a conservação da rede hidrológica, com a proteção adequada das matas ciliares e áreas de inundação;
- Promover o controle de assoreamento dos corpos d'água;
- Coibir a deposição de materiais ao longo dos corpos d'água, em especial os resíduos da construção civil, resíduos orgânicos e o lixo doméstico;
- Promover obras de drenagem de acordo com normas técnicas para melhor desempenho dos dispositivos de drenagem.

Em locais críticos já identificados na **Tabela 3-VI**, algumas medidas estruturais serão necessárias para o controle das inundações.

O conjunto de intervenções propostas constitui basicamente de um sistema para controle dos efeitos de alagamentos, que visa propiciar a melhoria da capacidade dos córregos, principalmente nos trechos que atravessam as áreas mais densamente urbanizadas da cidade.

Para a concepção dos projetos adequados para todo o sistema de drenagem urbana, é necessário o conhecimento de uma série de dados inerentes às áreas de estudo. Este material basicamente é

constituído dos seguintes documentos:

- Planta da área na escala 1:500 ou 1:1000, com curvas de níveis desenhadas de 1,0 em 1,0 m;
- Mapa geral da bacia em escalas de 1:5000 ou 1:10000;
- Planta da área com indicações dos arruamentos existentes e projetados em escalas de 1:500 ou 1:1000;
- Secções transversais típicas e perfis longitudinais, bem como o tipo de pavimentação das ruas e avenidas;
- Informações geotécnicas da área e do lençol freático;
- Localização e cadastro dos pontos de lançamento final;
- Cadastramento de outros sistemas existentes;
- Curvas de intensidade/duração/frequência para chuvas na região;
- Utilização de medidas estruturais compensatórias no desenvolvimento dos projetos de drenagem urbana e manejo das águas pluviais;
- Estudos hidrológicos atualizados da bacia de contribuição e dos efeitos sofridos a jusante.

A elaboração destes projetos envolve estudos e etapas prévias importantes, a saber:

- Determinação dos limites da bacia;
- Verificação das curvas de precipitação;
- Identificação dos possíveis pontos de lançamento final;
- Desenvolvimento de esquemas alternativos;
- Elaboração da previsão de custos do projeto;
- Revisão dos dados básicos;
- Opção por uma concepção de projeto;
- Desenvolvimento dos cálculos definitivos e preenchimento das planilhas de cálculo;
- Desenho do projeto definitivo (planta e detalhes);
- Elaboração dos quantitativos para orçamento e os cronogramas;
- Descrição dos memoriais e especificações do projeto.

Essa concepção deverá ser explorada e amplamente utilizada no programa de elaboração de estudos e projetos propostos para o município.

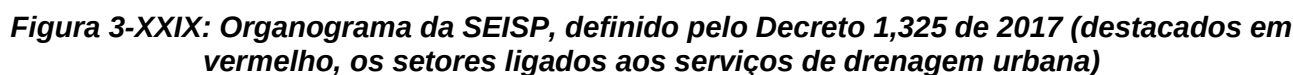
3.6 AVALIAÇÃO E RECOMENDAÇÕES GERAIS PARA OS PROGRAMAS PROPOSTOS NO VOL. 3 DRENAGEM URBANA DO PMSB – 2014

Segue breve avaliação de cada programa e recomendações gerais para as ações futuras.

1) Programa de Fortalecimento, Estruturação Técnica e Gerencial do Serviço Público de Drenagem Urbana

Este programa contempla a estruturação técnica e gerencial do Setor de Drenagem Urbana do Município de Palmas/TO, de forma a poder atender aos objetivos e metas instituídos no PMSB. As atividades ligadas à Drenagem Urbana estão sob responsabilidade da Secretaria Municipal de Infraestrutura e Serviços Públicos (SEISP), na Superintendência de Obras Viárias, sob a égide das Diretorias de Fiscalização, Planejamento e Manutenção de Obras Viárias.

Situação atual: Organograma da SEISP determinado pelo Decreto 1.325/2017, desde então vigente. Ver **Figura 3-XXIX** a seguir (as células em vermelho são setores e áreas com atuação direta e indireta nos serviços de Drenagem). Critérios para projetos e obras de infraestrutura de drenagem urbana determinados pelo Decreto nº 1778/2019, sob a luz da legislação vigente. Ainda sem atingir os objetivos de capacitação das equipes de manutenção, nem definição de mecanismos de cobrança de impostos pelos serviços de drenagem.



Cenário Tendencial: Como este Programa, prioritariamente, visa o aprimoramento técnico e operacional na prestação do serviço de drenagem urbana, a qualidade do mesmo será impactada positivamente com o cumprimento de seus objetivos, melhorando assim a percepção de eficiência pela população, e efetiva elevação da capacidade resolutive das equipes envolvidas. Por outro lado, negligenciar tais ações, com o crescimento do município, aumentará a demanda por ações corretivas e trará muito mais pressão às equipes responsáveis.

Recomendação Geral: *Implantação de um Comitê Gestor do PMSB*, a ser incorporado na estrutura da Secretaria Municipal de Infraestrutura e Serviços Públicos, afim de promover avaliação sistemática do PMSB como um todo e de cada uma das 4 áreas/serviços de interesse (água, esgoto, drenagem e resíduos) separadamente, para adequar a gestão às expectativas. O Comitê Gestor do PMSB deverá trabalhar conjuntamente com a ARP (Agência Reguladora dos serviços públicos de Palmas), com comunicação fluida com a SEISP, para fiel cumprimento dos contratos administrativos e de concessão, bem como das diretrizes de cada serviço. Para a drenagem urbana, além do trabalho coordenado com a Defesa Civil e Fundação Municipal do Meio Ambiente, sugerimos a criação da “Patrulha de Drenagem” (ver item 3.4, pág.11 deste relatório) que também pode ser o enlace da transversalidade necessária entre os órgãos públicos envolvidos, para a plena consecução dos objetivos do serviço de drenagem urbana.

Prazo: Ação de curto prazo (18-24 meses) – em Palmas o serviço é PREMENTE e quanto antes for realizado, melhor.

2) Programa de Estudos e Projetos de Drenagem Urbana

O programa de elaboração de estudos e projetos de sistemas de manejo de águas pluviais foi concebido para orientar as intervenções estruturais e não estruturais visando a redução, o retardamento e o amortecimento do escoamento das águas pluviais urbanas do município de Palmas. Além disso, os programas que visaram levantamentos tanto para a proteção quanto para erosão e assoreamento no sistema, como rede de escoamento (natural e construída) e estruturas de lançamento e de passagem. Neste contexto o presente trabalho tem como objetivo atualizar as informações referentes aos programas aqui elencados.

De maneira geral, o objetivo permanece considerando a minimização dos danos à conservação do ciclo hidrológico, as obras, a gestão dos sistemas e as premissas adotadas pelos estudos no direcionamento das intervenções estruturais voltadas à redução das inundações e melhoria das condições de segurança sanitária, patrimonial e ambiental de Palmas.

Como preconiza Tucci (2005)¹, o sistema de drenagem faz parte do complexo ambiente urbano da cidade, e deve, portanto, estar articulado com os demais sistemas. Neste contexto, considerando a elaboração de projetos de sistemas de drenagens urbanas sustentáveis, devem atender a necessidade de criação de instrumentos de planejamento e monitoramento para auxiliar a enfrentar a questão da drenagem urbana e sua crescente demanda na cidade em desenvolvimento.

Situação atual: As ações programadas, com necessidade de contratação de serviços técnicos consultivos para determinação de registros de controle e referência, não foram completadas. Contudo, a regularização fundiária nos imóveis da bacia do Córrego Machado vem ocorrendo, e espera-se concluir em breve. Obras e manutenção em áreas críticas ocorrem conforme as circunstâncias que se apresentam, seguindo previsão pré estabelecida em projetos executivos que efetivamente tinham previsão de entrega para o biênio 2022-2023.

Cenário Tendencial: Neste Programa promove-se, através de estudos técnicos e projetos, a possibilidade de contemplar as diretrizes e objetivos incumbidos ao Poder Público pela legislação federal e municipal vigentes. Não atender tais ações poderá gerar problemas institucionais e, eventualmente jurídicos, quanto à responsabilização dos agentes prestadores dos serviços de drenagem, seja por negligência, imperícia ou ineficácia.

Recomendação Geral: Coordenar para que haja transversalidade entre as ações programadas, que devem ocorrer de forma integrada, conexa, com objetivos claramente definidos para alcançar eficácia no serviço, com funcionalidade e cronograma de operação e manutenção previsível. Um Plano de Ações com claros objetivos de desempenho e prazos bem cumpridos poderá ser uma ferramenta essencial para este fim.

Prazo: Ação de curto prazo (18-24 meses)

3) Programa de Implementação das Obras do Sistema de Drenagem Urbana

Este programa trata da implementação de ações já previstas, projetadas e especificadas quanto ao sistemas de manejo de águas pluviais principalmente com relação às intervenções estruturais, como a implantação de redes de escoamento e estruturas de drenagem. Tem por objetivo, em grande parte dos casos, ampliar o sistema de drenagem urbana da cidade, atuando no controle de pontos de alagamento e controle de erosão e assoreamento.

Já são contempladas obras de redução, retardamento e amortecimento do escoamento das águas pluviais urbanas, além de ampliação da cobertura de rede de escoamento em bairros da região Norte, Centro e Sul de Palmas.

De forma geral, este programa atende as demandas pelo sistema de drenagem no município e distritos a partir dos estudos e projetos propostos, considerando a forma de controle dos impactos da urbanização à geração de vazões máximas no meio urbano, reduzindo assim as inundações/alagamentos e seus prejuízos a população em geral.

Também estão apresentadas a implantação de medidas estruturais sustentáveis (detenções na macrodrenagem) definidas no contexto da drenagem urbana e atuando de forma mista (associado ao modelo de controle de escoamento com canalização) de forma a deter parte das vazões de cheia na zona urbana, repercutindo de uma maneira geral em melhoria das condições de segurança sanitária, patrimonial e ambiental de Palmas.

Situação atual: A evolução das obras nos últimos 5-6 anos foi bastante intensa na cidade, de forma que houve um importante incremento da capacidade de absorção das vazões de escoamento pelo sistema de drenagem urbana; a **Tabela 2-XIII** que indica os valores dos Índices de Cobertura de Rede (ICR), já apresentada no Diagnóstico, corrobora essa constatação. Também é notório, considerando os registros da Defesa Civil (Anexo I do Diagnóstico) que há considerável volume de ocorrências de alagamentos e enxurradas, diminuindo assim a eficiência operacional dos sistemas implantados. Não há evidência ou registros oficiais que possam demonstrar atividades regulares com a constância necessária para evitar obstruções de dispositivos, supressão de vegetação indesejável nas estruturas de lançamento e no curso de caminhamento das águas pluviais nos canais naturais à céu aberto.

Cenário Tendencial: Com a entrega completa das obras previstas neste Programa e seu funcionamento em operação adequada, espera-se que os episódios de alagamentos nas quadras, vias e demais logradouros onde há cobertura com rede de drenagem, sejam menos frequentes e com menores níveis de impacto.

Recomendação Geral: Realizar manutenção e limpeza periódica de todas as obras concluídas e em operação, preferivelmente com equipe exclusiva para o serviço de drenagem.

Priorizar as demandas de conclusão de projetos e obras segundo seu grau de impacto na malha viária, aos bairros e setores atendidos, através de um Plano de Ações necessárias para efetiva resolução, com tarefas-chave, responsáveis e novos prazos. O monitoramento constante pode ser atribuição do Comitê Gestor do PMSB, conforme recomendado no item 3.6.1, e será muito importante para que seja constatado o bom funcionamento das estruturas e da rede como um todo, além de possibilitar, a partir dos registros, as inferências adequadas sempre que necessário.

Prazo: Ação de curto prazo (18-24 meses)

4) Programa de Proteção e Revitalização dos Corpos D'água

As ações definidas no programa de revitalização dos corpos d'água que visam equacionar os problemas de drenagem de Palmas, constituem uma contribuição para a melhoria da qualidade de vida da população, pois os resultados esperados extrapolam os objetivos de controle das cheias e solução dos problemas hidráulicos existentes, além de recuperação estética dos corpos d'água. Guidicini (1984)³ apresenta argumentos para construção de canais abertos bem escavados e ancorados em taludes naturais.

Este programa de revitalização das águas foi criado com o intuito de melhorar a qualidade e aumentar a quantidade de água nas bacias hidrográficas de Palmas. Como os estudos e intervenções estão atrelados ao envolvimento comunitário, indiretamente, promover-se-á conscientização das condições de saúde pública com reflexos no sistema de esgotamento sanitário, estímulo para adequação da coleta e destinação dos resíduos sólidos. A gestão municipal é responsável pela remoção e reassentamento da população em ocupações irregulares em áreas consideradas de risco, ou de proteção.

Situação atual: Das nove ações previstas neste Programa, apenas uma foi realizada e outra apenas parcialmente concluída. A causa pode ser atribuída ao fato de serem previstas ações que incumbem, sob a ótica da missão institucional dos órgãos públicos envolvidos, não apenas a SEISP, mas também a Defesa Civil e a Fundação do Meio Ambiente (FMA) de Palmas.

Cenário Tendencial: No contexto de responsabilidades institucionais, será necessária coordenação para trabalho coordenado entre SEISP, Defesa Civil e Fundação Municipal do Meio Ambiente, para a plena consecução dos objetivos do serviço de drenagem urbana, sob o risco de repetir-se o baixo índice de realização das ações programadas, ora constatado neste Programa. A urbanização crescente e o regime de chuvas intensificado devem gerar pressão para que as ações aqui previstas sejam implementadas, para que os objetivos de proporcionar segurança ao sistema hídrico e ambiental de Palmas possa efetivamente ser alcançado.

Recomendação Geral: Elaborar, conforme já previsto, os estudos, cadastros, Projetos, medidas, recomendações e manuais operacionais para que a operação do serviço de drenagem urbana seja bem registrada, respaldada em tecnicidade e estudos de caso, para que as ações de monitoramento e prevenção possam ser definidas a partir de dados conhecidos e bem analisados.

Prazo: Ação de curto prazo (18-24 meses)

5) Programa de Monitoramento/Manutenção Corretiva

Este programa trata do monitoramento das medidas estruturais e não-estruturais a serem implantadas através das ações dos programas de estudos e projetos, do programa de implementação das obras de drenagem além dos impactos que estas medidas tem por objetivo reduzir e controlar. Também são contempladas dentro do contexto do Programa Água Viva, especificamente do componente I F, o monitoramento de forma extensiva e global às bacias hidrográficas urbanas de Palmas, acompanhando o panorama de uso dos recursos hídricos como corpos receptores dos lançamentos das redes de micro e macrodrenagem. Com respaldo em Bertoni (2005)², propõe-se o desenvolvimento e implementação física de sistemas de monitoramento, voltados para: (i) a geração de informações de qualidade e quantidade dos corpos d'água; (ii) a gestão de riscos e prevenção de desastres gerados por processos erosivos; (iii) evitar a poluição e degradação por inadequado depósito de sedimentos, detritos, resíduos sólidos em locais de onde podem ser facilmente carregados ao talvegue do corpo hídrico receptor, dos recursos ambientais no âmbito do município de Palmas.

Também são determinadas as ações para a construção de uma base de informações sobre a drenagem urbana no município, bem como a criação de programas de manutenção e limpeza do

sistema de drenagem, acompanhamento sistemático quanto a ocupação de áreas de risco e áreas de preservação permanente – APP's. Entre as intervenções presentes no Programa Água Viva, consta o cercamento/isolamento das APP's conforme raio definido no Código Florestal e Plano Diretor.

Sendo a SEISP uma instituição co-executora destes programas, a implementação de obras de redução, retardamento e amortecimento do escoamento das águas pluviais urbanas - utilizando técnicas compensatórias, durante a execução poderão ocorrer condições temporárias favoráveis ao assoreamento e acúmulo de resíduos sólidos, que deverão ser acompanhadas e avaliadas quanto a sua operação, além de serviços de manutenção e desassoreamento periódicos.

Situação atual: Das vinte ações previstas neste Programa, apenas duas foram realizadas e uma parcialmente concluída. No entanto, devido a algum erro de edição do Plano anterior (PMDU 2014), nove das ações estavam repetidas no programa. Possivelmente por causa da desconexão entre os órgãos públicos envolvidos (SEISP, Defesa Civil e FMA) não houve realização das programadas.

Cenário Tendencial: No contexto de responsabilidades institucionais, se não houver coordenação para trabalho coordenado entre SEISP, Defesa Civil e Fundação Municipal do Meio Ambiente, certamente não será alcançada a plena consecução dos objetivos do serviço de drenagem urbana. Ainda, como este Programa trata do planejamento de ações para acompanhamento, monitoramento e intervenções, a efetivação do que está previsto poderá garantir o bom funcionamento integrado das redes de macro e microdrenagem – caso contrário, os impactos para o sistema viário e corpos hídricos tendem a continuar causando problemas urbanos à população.

Recomendação Geral: Ainda que as atividades ligadas à Drenagem Urbana estejam sob responsabilidade da Secretaria Municipal de Infraestrutura e Serviços Públicos (SEISP), na Superintendência de Obras Viárias, sob a égide das Diretorias de Fiscalização, Planejamento e Manutenção de Obras Viárias, a maioria das ações previstas neste Programa possuem clara transversalidade entre órgão da administração pública, mormente à própria SEISP, a Defesa Civil, a Fundação Municipal do Meio Ambiente (FMA) e outras Secretarias (Desenvolvimento Urbano, por exemplo). Assim, constata-se suma necessidade da implementação de uma estratégia que promova o diálogo formal entre essas instituições; reforçamos a recomendação de implantação de um Comitê Gestor do PMSB, onde poderão ser configuradas, de forma colegiada, as atividades necessárias para efetiva realização do que está previsto neste Plano Municipal de Drenagem Urbana 2022.

Prazo: Ação de curto prazo (18-24 meses)

6) Programa de Educação Ambiental em Drenagem Urbana

Em Palmas, as áreas verdes públicas e as áreas verdes especiais tem o objetivo de promover melhorias das condições ambientais do Município, possibilitando a integração do homem com a natureza, conforme o art. 24 da Lei Municipal nº 1.011, de 4 de junho de 2001. Para fomentar essa interação, o antigo Programa Adote uma Área Verde (Decreto nº 923, de 21 de setembro de 2002) passou a ser denominado Programa Palmas Mais Verde, pelo Decreto nº 1.490, de 30 de outubro de 2017, que visa promover as melhores práticas ambientais baseadas em parcerias, permitindo às pessoas físicas ou jurídicas assumir a responsabilidade de manter e requalificar as áreas verdes públicas, a fim de assegurar boas condições ambientais e paisagísticas para a cidade e o contato da população com a natureza. No Art.3º, são explanados seus objetivos:

- I - incentivar a participação da sociedade, em parceria com o Poder Público Municipal, na preservação, implantação, recuperação e conservação das áreas de preservação permanente e áreas verdes, assim como das espécies arbóreas, mobiliário urbano, monumentos e equipamentos presentes nas áreas, para promover maior qualidade de vida e a humanização da cidade por intermédio das melhorias estéticas;
- II - fomentar o conceito de responsabilidade solidária entre o Poder Público e a coletividade quanto à preservação ambiental e o paisagismo sustentável;
- III - incentivar o uso pela população de áreas verdes, praças e parques como locais

de lazer, de convivência social, de prática de exercícios físicos e de realização de eventos locais compatíveis com a função social de cada uma destas áreas;

IV - promover, em conjunto com outras ações, a requalificação paisagística da cidade, a mobilidade urbana e a permeabilidade do solo;

V - preservar a arborização existente nas áreas públicas e potencializar o plantio de espécies arbóreas, conforme o Plano de Arborização Urbana de Palmas;

VI - cumprir a função social das áreas protegidas municipais.

Assim, este Programa está relacionado com a realização de campanhas direcionadas ao público em geral, com foco nas questões relacionadas a drenagem urbana, informações gerais sobre o sistema de escoamento e questões relativas aos usuários, no que diz respeito aos impactos da urbanização, consequente aumento da impermeabilização superficial e impactos nas áreas verdes. Além disso, é proposto um programa educacional junto às escolas, para a informação de crianças e adolescentes relacionados às áreas de risco, ocupação de APP's, e de forma geral a consciência socioambiental, e a importância da harmonia entre homem e natureza.

No contexto dos objetivos do Programa Palmas Mais Verde são necessárias ações para instrução a respeito do uso do solo e preservação de sua permeabilidade, bem como compreensão dos efeitos do depósito inadequado de resíduos em locais de proteção permanente. Ainda, é importante ensinar a comunidade a respeito do funcionamento das redes de drenagem e como as águas pluviais são manejadas em direção aos corpos hídricos, para evitar inundações e alagamentos.

A Educação Ambiental aqui proposta contempla a formação de critérios básicos para incentivo ao controle da drenagem na fonte com o uso de técnicas compensatórias, como pavimentos permeáveis, trincheiras de infiltração e reservatórios de retenção no lote, com aproveitamento da água pluvial para fins não potáveis como rega de jardins e limpezas.

Situação atual: Efetivamente apenas uma ação prevista é realizada regularmente, através da fiscalização da Secretaria de Desenvolvimento Urbano, onde novas construções são orientadas em relação às taxas de impermeabilização e correto manejo, disposição de entulhos e resíduos da construção civil, para prevenir entupimentos dos dispositivos da rede de drenagem.

Cenário Tendencial: Ainda que a fiscalização constante seja uma forma necessária e oficial de controle das novas construções para garantia de adequado manejo de águas pluviais nos lotes, isoladamente não funcionará sem que as ações de incentivo e conscientização socioambiental também sejam implementadas. Dessa forma, é premente e essencial que este Programa tenha maior adesão da comunidade e suas ações sirvam como indutor do comportamento esperado.

Recomendação Geral: Coordenar com as Secretarias e demais entidades envolvidas a elaboração de um Planejamento Estratégico que contemple as atividades necessárias para a plena consecução dos objetivos relacionados à educação ambiental, conscientização socioambiental e engajamento da comunidade (pessoas físicas e jurídicas), com respaldo na legislação vigente e em normas que devem entrar em vigor a partir das recomendações contidas neste Plano.

Prazo: Ação de curto prazo (18-24 meses)

7) Programa de Atendimento de Normativas Legais

Este programa prevê ações quanto ao atendimento do licenciamento ambiental das obras de drenagem urbana, sejam como medidas estruturais e/ou não-estruturais, além da aplicação das condicionantes determinadas nos Planos de Controle Ambiental.

Situação atual: Palmas tem uma legislação abrangente que determina instrumentos e estratégias para promover a preservação de seus recursos naturais:

- ✓ Lei Ordinária nº 1011/2001- Dispõe sobre a política ambiental, equilíbrio ecológico, preservação e recuperação do Meio Ambiente
- ✓ Plano Municipal de Saneamento Básico de Palmas/TO - volumes I, II, III, IV
- ✓ Programa Água Viva, instituído pelo Decreto nº 1.938/2020

✓ Programa Palmas Mais Verde, pelo Decreto nº 1.490, de 30 de outubro de 2017

Cenário Tendencial: A aplicação das normas e regulamentos

Recomendação Geral: Manter o esforço contínuo da equipe técnica da SEISP para o cumprimento de todas as medidas de controle ambiental estabelecidas nos PCA's das obras. Para incrementar a eficácia, pode-se buscar formas, através da mobilização da Secretaria de Desenvolvimento Urbano, de aumentar o incentivo fiscal para ações que impactem positivamente na drenagem urbana (p.ex. infiltração no solo, captação e retenção para reuso, entre outras estratégias possíveis).

Prazo: Ação de médio prazo (1 a 3 anos) e contínua, de caráter permanente.

4. BALANÇO E REVISÃO PORMENORIZADA DOS PROGRAMAS E AÇÕES REALIZADAS PELA PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS, COM RECOMENDAÇÕES E EXPECTATIVAS

A seguir, apresentamos o balanço geral dos programas propostos, com a situação detalhada e analisada, com justificativas, recomendações específicas caso-a-caso e expectativas (benefícios) com seu atendimento.

4.1. Programa de Fortalecimento, Estruturação Técnica e Gerencial do serviço público de Drenagem Urbana

Voltado para o estabelecimento de uma estrutura eficiente para a administração dos serviços, através de iniciativas para atender as diretrizes, objetivos e metas relacionadas à Drenagem Urbana, conforme legislação vigente no município (Política Ambiental e Plano Diretor).

Programa	Ações	Realizado	Não Realizado	Realizado parcialmente
Programa de Fortalecimento, Estruturação Técnica e Gerencial do Serviço Público de Drenagem Urbana	a) Definição da estrutura executiva e gerencial que ficará responsável pelo setor de drenagem urbana do Município de Palmas;			X
	b) Capacitação gerencial e técnica da estrutura responsável pelo setor de drenagem urbana;		X	
	c) Elaboração de Estudo de viabilidade e critérios técnicos para implementação do mecanismo de cobrança pelos serviços públicos de drenagem urbana no município de Palmas;		X	
	d) Elaboração de estudos para a criação de normativa legal visando a definição de critérios de elaboração de projetos e execução de obras de drenagem urbana para a micro a macrodrenagem.			X

4.1.1 Análise:

A eficiência foi parcial na implantação das ações, sendo apenas administrativa, com a criação de duas normativas legais (conforme explanado no item 3.2 do Relatório de Prognóstico). Obviamente, a eficácia deste Programa para o serviço de drenagem urbana ficou comprometida.

Não são necessárias modificações, apenas efetiva implementação das ações 'b' e 'c' previstas.

Custos e prazos estão determinados nas justificativas a seguir.

Os mecanismos e procedimentos para avaliação sistemática deverão ser implementados, com clara definição de parâmetros-chave e indicadores de desempenho para confrontação com os resultados efetivamente alcançados.

4.1.2 Justificativas e Recomendações:

Ação "a)": Existe uma equipe responsável pela manutenção corretiva, porém não é exclusiva para os serviços de drenagem. Foi criada a Agência Reguladora (ARP) em 2017, porém não foi criado um Núcleo Gestor para os serviços de saneamento. Os serviços de água e esgoto são regulados e fiscalizados pela ARP. A limpeza pública e gestão do aterro sanitário é feita pela Superintendência

de Serviços Públicos/SEISP e a execução direta de obras, a fiscalização dos serviços e manutenção do sistema de drenagem urbana são realizados pela Superintendência de Obras Viárias/SEISP. Não houve articulação nas gestões anteriores para instituir um Núcleo Gestor.

Recomendação: Designar uma estrutura executiva e gerencial responsável pelo serviço de Drenagem Urbana.

Prazo: Ação imediata (até 1 ano)

Custo: interno da SEISP, a ser determinado.

Expectativa com o atendimento desta recomendação: Melhorar a gestão e priorização dos problemas de Drenagem Urbana, possibilitar decisões mais assertivas e maior controle dos serviços (limpeza, manutenção, coleta, registro e processamento de dados) para seu registro e análise de resultados.

Ação “b)”: Não foi criado um núcleo gestor do PMSB. Não houve articulação para instituí-lo. Os trabalhos acabaram ficando divididos entre superintendências. Não foi realizado no período nenhum treinamento ou capacitação técnica específica para os envolvidos na execução e gestão do serviço.

Recomendação: Independentemente da criação de um Núcleo Gestor do PMSB, é importante promover a capacitação e treinamento (contratar empresa para este fim) de uma equipe específica (Patrulha de Drenagem) para realizar fiscalização, manutenção, limpeza, reparos, desassoreamento, cadastro, registro e sinalização de cada ponto de descarga com metas para inspeção regular com coleta de dados para análise gerencial.

Prazo: Ação imediata (até 1 ano)

Custo: Interno da SEISP (elaboração de um Termo de Referência para o serviço, para determinação de seu orçamento).

Expectativa com o atendimento desta recomendação: Melhorar a gestão do Sistema de Drenagem Urbana como um todo, promovendo assertivamente atuação nas áreas necessárias, como limpeza, desobstrução de tubulações, desassoreamento e manutenção das estruturas e dispositivos de Drenagem (tubulações, galerias e pontos de lançamento) e coleta de dados qualificados e confiáveis. Treinamento gerencial para coordenação e processamento dos dados coletados, além da supervisão geral dos serviços prestados.

Ação “c)”: Não houve articulação da gestão para realização/contratação do estudo. Não houve, até o momento, interesse político em instituir tal cobrança.

Recomendação: Elaborar o estudo de viabilidade e critérios técnicos para implementação de mecanismo de cobrança pelos serviços públicos de drenagem urbana no município de Palmas.

Prazo: Ação de Curto Prazo (1 ano a 3 anos)

Custo: Custo associado à elaboração/contratação de empresa para realizar Estudo.

Expectativa com o atendimento desta recomendação: Sustentar, ou subsidiar parte do custo total, dos serviços de Drenagem Urbana, pois, o município terá verba própria destinada especificamente para os tais serviços.

Ação “d)”: Existia um decreto que foi revogado (Decreto nº 35/2004), o qual estabelecia o critério para aprovação de novos loteamentos e trazia alguns critérios voltados para a análise de projetos de drenagem urbana. Posteriormente, foram criadas duas normativas legais: (i) o decreto nº 1.325/2017 que define a estrutura organizacional da administração direta do município de Palmas, no âmbito do Poder Executivo, incluindo o organograma da SEISP e (ii) o decreto municipal nº 1778/2019 que estabelece critérios para apresentação de projetos e implantação de obras de infraestrutura urbana no município, inclusive para projeto e execução de obras de drenagem urbana. Este último, poderá ser revisto após a revisão do PMDU. Dessa forma, ainda não houve articulação da gestão municipal para elaboração de novos estudos. A elaboração destes, e de outros estudos, poderão ocorrer a partir dos elementos técnicos exauridos da revisão do PMDU.

Recomendação: Elaborar Manual de Projeto e Execução de Obras de Drenagem, com diretrizes e especificações técnicas de materiais, equipamentos e serviços. Um bom exemplo é o Manual de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais da Prefeitura de São Paulo.

Prazo: Ação de Curto Prazo (1 ano a 3 anos)

Custo: Custo associado à elaboração dos Estudos, sejam executados via estrutura funcional da Prefeitura, ou por contratação de empresa de engenharia consultiva especializada.

Expectativa com o atendimento desta recomendação: Referenciar os serviços de Drenagem Urbana com respaldo técnico especializado, pois o município terá definidas diretrizes precisas e consolidadas na Engenharia para tais serviços.

4.2. Programa de Estudos e Projetos de Drenagem Urbana

Voltado para as intervenções tanto estruturais quanto não estruturais visando à redução, ao retardamento e amortecimento do escoamento das águas pluviais urbanas do município de Palmas, este Programa contém ações que visam o levantamento e registro de dados e informações para a proteção contra a erosão e o assoreamento no sistema de escoamento (rede natural e construída) e estruturas de lançamento e de passagem.

O objetivo é a minimização dos danos à conservação do ciclo hidrológico, redução das inundações e melhoria das condições de segurança sanitária, patrimonial e ambiental de Palmas, promovendo a elaboração de projetos de sistemas de drenagens urbanas sustentáveis, em conformidade com as diretrizes da legislação vigente.

Programa	Ações	Realizado	Não Realizado	Realizado parcialmente
Programa de Estudos e Projetos de Drenagem Urbana	a) Finalização do Plano Diretor de Drenagem Urbana de Palmas (regiões Norte e Central) – PDDPA, estabelecendo-se os critérios de ocupação de solo pelas taxas de impermeabilização, critérios de parâmetros dos projetos de macro e microdrenagem, além de avaliações de técnicas compensatórias;		X	
	b) Contratação do PDDPA para a região sul de Palmas, uma vez que o PDDPA já contratado atende apenas as regiões norte e central;		X	
	c) Elaboração de cadastro técnico atualizado de todo o sistema de drenagem urbana do município de forma integrada, contemplando-se as redes de transporte, estruturas auxiliares e pontos de lançamento;		X	
	d) Simulação Hidráulica das bacias de drenagem do Município, avaliando-se a operação atual e futura das redes pluviais com redimensionamento das redes, implementação de novas medidas estruturais e avaliação dos pontos de lançamento nos cursos d'água;		X	
	e) Elaboração dos estudos técnicos fundiário, socioeconômico, ambiental e de infraestrutura, situada na área circunvizinha ao Córrego Machado;			X – 76% CONCLUÍDO
	f) Estudo e levantamento de zonas críticas de erosão e assoreamento para a drenagem urbana na sede de Palmas e nos distritos de Taquariçu e Buritirana, visando o aumento de cobertura de rede de drenagem;		X	
	g) Elaboração de estudos e projetos executivos de macrodrenagem urbana para regiões críticas com alegamentos, priorizando-se as quadras com microdrenagem já implantadas.			X

4.2.1 Análise:

As ações programadas que dependiam da contratação de serviços técnicos consultivos para determinação de dados, coleta de informações técnicas, registros de controle e referência, não foram completadas. Contudo, a regularização fundiária nos imóveis da bacia do Córrego Machado foi priorizada e segue em andamento, litígios atrasam o processo. A eficiência deste Programa foi bastante baixa até aqui, tendo em vista a ausência dos estudos e projetos associados.

Não são necessárias modificações, apenas efetiva implementação das ações 'a', 'b', 'c', 'd' e 'f' previstas.

Custos e prazos estão determinados nas justificativas a seguir.

Os mecanismos e procedimentos para avaliação sistemática deverão ser determinados, preferencialmente em nível de Diretoria, para seguimento e implementação da Divisão de Elaboração e Análise de Projetos. O monitoramento e efetiva avaliação regular, podem ficar à cargo dos responsáveis pela Drenagem Urbana que integrem o Núcleo Gestor do PMSB.

4.2.2 Justificativas e Recomendações:

Ação “a)”: Faltou recurso do Ministério da Integração, agente de financiamento do PDDPA, para a conclusão dos serviços. A empresa acabou entregando somente os primeiros produtos. Por anos e anos o convênio foi renovado, mas o recurso não foi mais disponibilizado. Face a isto, a SEISP não voltou a buscar recursos para a conclusão deste trabalho;

Recomendação: Efetivamente reavaliar custos, contratar e definir claramente o escopo (Termo de Referência técnico) de um Plano Diretor de Drenagem Pluvial, integrando Sede Municipal, Buritirama e Taquaruçu, com estudos e projetos técnicos para retenção e contenção de águas pluviais nas regiões não urbanizadas, à jusante das áreas urbanas mais densificadas.

Prazo: Ação imediata.

Custo: Reavaliar. Previsão em 2015 era de R\$2.800.000,00 (dois milhões e oitocentos mil reais).

Expectativa com o atendimento desta recomendação: Um Plano Diretor de Drenagem Pluvial tem o objetivo fundamental de “planejar a distribuição da água no tempo e no espaço, controlar as ocupações das áreas de riscos de inundações e convivência com enchentes em áreas de baixo risco” (Tucci 1995)¹. Portanto, norteia todo o planejamento estratégico do município no que diz respeito a Drenagem Urbana. Além de ser essencial para conseguir acesso às verbas federais e financiamentos, para todas as frentes de ação, desde as obras mais portentosas até os dispêndios com equipes, materiais, administração e demais custos operacionais.

Ação “b)”: Faltou recurso do Ministério da Integração, agente de financiamento do PDDPA, para a conclusão dos serviços. A empresa acabou entregando somente os primeiros produtos. Por anos e anos o convênio foi renovado, mas o recurso não foi mais disponibilizado. Face a isto, a SEISP não voltou a buscar recursos para a conclusão do Plano;

Recomendação: Definir claramente o escopo do Plano Diretor de Drenagem Pluvial, através de um Termo de Referência claro e objetivo, considerando todas as regiões do município e as atividades não abordadas neste trabalho, para reavaliar o custo do PDDPA para contratar o serviço.

Prazo: Ação imediata.

Custo: Reavaliar. Previsão em 2017 era de R\$1.500.000,00 (um milhão e quinhentos mil reais).

Expectativa com o atendimento desta recomendação: Um Plano Diretor de Drenagem Pluvial que contemple todo o município permitirá adoção de estratégias integradoras entre as medidas estruturais e a operação e manutenção dos sistemas, com definição de responsabilidades das entidades municipais responsáveis pelo controle e monitoramento do manejo das águas pluviais. A constância nas atividades relacionadas à drenagem urbana requer planejamento adequado de equipes, recursos e alternativas.

Ação “c)”: A atualização do cadastro é realizada anualmente pela equipe da Diretoria de Planejamento de Obras Viárias/SEISP. Há incertezas quanto às estruturas existentes em algumas regiões da cidade em razão da perda de projetos físicos (molhados em eventos chuvosos, atingidos por goteiras) e perdas de projetos em arquivos digitais em razão de queima ou perdas nos servidores do órgão. Diante disso, não foi realizado “as built” das estruturas instaladas nestas regiões;

Recomendação: Elaborar/Finalizar cadastro técnico atualizado de todo o sistema de drenagem urbana do município de forma integrada, contemplando as redes de Drenagem, estruturas auxiliares e pontos de lançamento. Manter atualizado a medida que for finalizando as obras.

Prazo: Ação imediata.

Custo: Interno

Expectativa com o atendimento desta recomendação: É a partir do cadastro técnico atualizado que um bom planejamento de ações necessárias para adequada e consistente operação

do sistema deve ocorrer. Dessa forma, a metodologia de monitoramento poderá ser implementada pela equipe responsável, com regularidade de atendimento de demandas necessárias para garantir funcionamento eficiente dos dispositivos de captação das águas pluviais (bocas de lobo, bueiros, poços, galerias), permitindo assim que a descarga do escoamento nos corpos hídricos tenha baixo impacto nos talvegues.

Ação “d)”: Faltou recurso do Ministério da Integração, e os recursos não foram mais disponibilizados. Face a isto, a SEISP não voltou a buscar recursos para a conclusão deste estudo;

Recomendação: Reavaliar metodologia, custos e definir claramente os objetivos a serem alcançados. A simulação hidráulica das bacias urbanas permitirá melhor previsibilidade de eventos pós chuva, seja para ativar a atuação preventiva, ou para eventual redimensionamento e implementação de medidas mitigatórias.

Prazo: Ação de Curto Prazo (1 ano a 3 anos)

Custo: Reavaliar custo, considerando eventual parceria com universidades locais.

Expectativa com o atendimento desta recomendação: Um norteador preciso (simulação hidráulica) poderá promover melhorias na operação do sistema de drenagem, bem como permitir avaliação técnica regular de seu funcionamento.

Ação “e)”: Projeto 76% concluído. Diversas etapas foram elaboradas e o projeto encontrou dificuldades no estudo de regularização fundiária. O projeto segue ativo na SEISP e envolve outras secretarias do Município;

Prazo: Era 2017, agora deveria ser concluído imediatamente (até 1 ano).

Custo: R\$ 1.659.581,50 (2014)

Recomendação: Concluir o mais breve possível e planejar estrutura (recursos humanos, legais e administrativos) para proceder com fiscalização, controle, notificação e intervenção quando necessário.

Expectativa com o atendimento desta recomendação: Com as diretrizes técnicas fundiárias pacificadas, e monitoramento operacional funcionando, garante-se a preservação ambiental para região, mitigam-se riscos à população e atende-se a legislação vigente.

Ação “f)”: Não houve articulação da gestão para elaboração deste estudo. Houve maior engajamento e priorização na elaboração de projetos executivos e execução de obras de drenagem pluvial pela cidade.

Recomendação: Realizar levantamento atualizado e completo de zonas críticas de erosão e assoreamento visando eventuais reparos na cobertura da drenagem urbana no município. Trata-se de necessidade premente para garantir segurança patrimonial, proteção dos corpos hídricos e funcionamento adequado da rede de drenagem.

Prazo: Ação Imediata.

Custo: A ser avaliado, segundo quantitativo de pontos de erosão e assoreamento.

Expectativa com o atendimento desta recomendação: Monitoramento e mapeamento confiável dos problemas para estudo de soluções viáveis e corretivas.

Ação “g)”: A grande maioria das áreas críticas foi atendida com projetos e execução das obras propostas em 2014. Vide programa de implementação de obras a seguir. Algumas obras ainda estão planejadas para serem executadas, dentre as prioridades estabelecidas em 2014, porém quase todas as áreas críticas foram atendidas.

Recomendação: Fazer levantamento da necessidade de elaboração de estudos e projetos executivos em regiões críticas ainda não atendidas, priorizando as quadras com microdrenagem já implantadas.

Prazo: Ação de Curto Prazo (1 ano a 3 anos)

Custo: Vinculado à execução das obras faltantes e elaboração de novos projetos.

Expectativa com o atendimento desta recomendação: Solução para problemas críticos e ação corretiva onde estão evidenciados os impactos negativos.

4.3. Programa de Implementação das Obras do Sistema de Drenagem Urbana

Trata da efetiva implementação (i) de ações já previstas, projetadas e especificadas quanto ao sistemas de manejo de águas pluviais, (ii) de redes de escoamento e estruturas de drenagem, com objetivo de ampliar o sistema de drenagem urbana da cidade para melhor controle de pontos de alagamento, erosão e assoreamento.

A partir dos estudos e projetos propostos, promover controle dos impactos da urbanização à geração de vazões máximas no meio urbano, dentro do possível com implantação de medidas estruturais sustentáveis para deter parte das vazões de cheia na zona urbana.

Programa	Ações	Realizado	Não Realizado	Realizado parcialmente
Programa de implementação das Obras do Sistema de Drenagem Urbana	a) Macro drenagem da Avenida LO-19 e das medidas compensatórias em drenagem urbana, nas rótulas e canteiros de jardins em conjunto à execução da macro drenagem;	X		
	b) Drenagem do setor Jardim Aurenny III - Meta 1;	X		
	c) Drenagem do setor Jardim Aurenny III - Meta 3;	X		
	d) Drenagem das quadras 1003 SUL, 1103 SUL, 1304 SUL, 1306 SUL, Abertura de caixas coletoras das quadras 207 SUL e 406 NORTE, macro drenagem da Quadra 406 NORTE (Na Av. NS-06 entre a entrada Qd. 508 N e o córrego Sussuapará);	X		
	e) Macro drenagem nas avenidas LO-12 (entre av. NS-06 e entrada da Quadra 412 NORTE), LO-21 (entre a TO 050 e a av. NS-058), LO-23 (entre a av. NS-10 e av. NS-2), LO-25 (entre a av. NS-10 e a av. NS-05), NS-01 (entre a av. LO-15 e av. LO-21 - entre av. LO-23 e av. LO-29), NS-02 (entre a av. LO-23 e av. LO-25), NS-02 (entre a av. LO-19 e a av. LO-23), NS-04 (entre a av. LO-19 e a av. LO-23), NS-06 (entre a av. LO-25 e a av. LO-26), NS-10 (entre a av. LO-21 e av. LO-27 - córrego TIUBA), NS-10 (entre av. LO-12 e av. LO-14), NS-10 (entre av. LO-03 e o lançamento-córrego Brejo Cumpido), quadra 207 SUL (antiga ARSO 23) - na avenida LO-03 entre a av. NS-05 e av. NS-09, quadra 508 SUL (ARNE 64) - av. NS-08 (entre entrada da Q 508 N e av. LO-16), Av. LO-16 (entre av. NS-10 e av. Teotônio Segurado), av. Teotônio Segurado (entre a av. LO-16 e lançamento - Córrego Água Fria), conclusão da drenagem da quadra 406 NORTE (antiga ARNO 42);			X

Programa	Ações	Realizado	Não Realizado	Realizado parcialmente
Programa de implementação das Obras do Sistema de Drenagem Urbana	f) Drenagem da quadra 408 NORTE (antiga ARNE 54), 812 SUL (antiga ARSE 85), macro drenagem na avenida LO-05 (entre Av. NS-07 e Av. NS-05), avenida NS-16 (ENTRE A AV. LO-19 E AV. LO-21), drenagem do setor Bertavilla e conclusão da drenagem através de aberturas: caixas coletoras, aduelas e tampões nas quadras 112 SUL (ARSSE 16), 508 NORTE (ARNE 63) E 212 NORTE (ARS NE 25);			X
	g) Drenagem nos setores Santa Fé, Morada do Sol I e III, Taquaralto (Industrial), quadra 1067 SUL (antiga ARSO 103) e Quadra 212 SUL (antiga ARS-SE 25);			X
	h) Drenagem das quadras 307 SUL (Antiga ARSO 33), 309 SUL (Antiga ARSO 34), 407 SUL (Antiga ARSO 43);	X		
	i) Implantação de bocas de infiltração de áreas verdes nas quadras 112 SUL/ 305 SUL/405 SUL/ 605 SUL/ Av. LO-15, conclusão das bocas de lobo 305 SUL;	X		
	j) Implantação da rede de drenagem nas áreas não atendidas, conforme demanda urbana, priorizando-se a conexão de rede seca da micro drenagem existente nas quadras com novas redes de macro drenagem;		X	
	k) Implementação dos projetos executivos de rede de macro drenagem urbana para as regiões críticas com alagamentos, priorizando-se as quadras com micro drenagem já implantadas;		X	
	l) Implementação de medidas de proteção à erosão aos pontos de lançamento da drenagem nos córregos receptores das regiões Norte, Central e Sul de Palmas e dos distritos de Taquaralto e Bertavilla;		X	

4.3.1 Análise:

Desde a última atualização deste Programa, no PMDU2014, foram investidos mais e R\$120.000.000,00 (cento e vinte milhões de reais) em obras de drenagem e macro drenagem em diversas regiões e avenidas da cidade, principalmente em vias transversais ao eixo norte-sul (LOs) nos setores sul da Sede Municipal, e para os setores Jardim Aurenny, Morada do Sol, Santa Fé e Taquaralto (industrial).

A evolução das obras nos últimos anos promoveu incremento da capacidade escoamento das

vazões pelo sistema de drenagem urbana. Contudo, ainda há considerável volume de ocorrências de alagamentos, enxurradas e inundações, diminuindo assim a eficiência operacional dos sistemas implantados. Assim, apesar da eficiência nos Programas de implantação dos projetos executivos e obras de drenagem, a eficácia pode ser melhorada, com intervenções não-estruturais (manutenção, limpeza e monitoramento dos dispositivos do sistema de drenagem urbana) regulares e registradas para devido acompanhamento, e posterior análise, da operação.

Sugerimos a inclusão das novas obras, previstas, projetadas e realizadas posteriormente à publicação do PMDU2014, e manutenção das ações não realizadas/implementadas. Particularmente, a implementação de medidas de proteção à erosão é uma tarefa bastante ampla que necessitará estudos, projetos e desmembramento em conformidade com as delimitações das bacias hidrográficas e complexidade das condições encontradas.

Custos e prazos estão determinados nas justificativas a seguir.

Os mecanismos e procedimentos para avaliação sistemática deverão ser determinados, preferencialmente em nível de Diretoria, para seguimento e implementação a partir das Gerências concernentes. O monitoramento e efetiva avaliação regular, podem ficar à cargo dos responsáveis pela Drenagem Urbana que integrem o Núcleo Gestor do PMSB.

4.3.2 Justificativas e Recomendações:

Ações “a)”, “b)”, “c)” e “d)”: Realizadas.

Recomendação: Realizar manutenção e limpeza periódica das bocas de lobo, canteiros, poços de visita e dispositivos de descarga final das redes para o corpo hídrico.

Manter arquivos de dados operacionais concretos (tipos de serviço realizado, materiais empregados, quantitativos, descritivos) a serem recolhidos em campo e devidamente registrados para monitoramento dos custos e da operação.

Prazo: Permanente.

Custo: A ser avaliado, conforme resultado dos dados operacionais.

Expectativa com o atendimento desta recomendação: A manutenção faz valer o investimento e funcionalidade da solução encontrada. Contudo, como ainda há problemas regulares de alagamentos nesses locais (LO-19 e Jd. Aurenly), considerar, com respaldo nos registros da operação, a eventual necessidade de fazer novos projetos (redimensionamento das estruturas de drenagem) para obter alternativas complementares.

Ação “e)”: Ação realizada parcialmente (33% plenamente concluído e em operação).

Contexto: Algumas das obras ainda não tem projeto executivo, outras estão efetivamente implementadas mas ainda não estão em operação (fora de carga), e outras ainda, até a conclusão deste relatório, estavam prestes a ficar prontas. Segue breve relatório de situação e recomendações, caso a caso.

1. Av. LO-21 (entre a TO 050 e a av. NS-05B) – Início previsto para 2023;

Recomendação:

Executar.

2. Av. LO-23 (entre a av. NS-10 e av. NS-02) – Rede de drenagem executada entre Av. NS-10 e Av. NS-04, porém fora de carga;

Recomendação: Concluir a obra, colocando em carga.

3. Av. LO-25 (entre a av. NS-10 e a av. NS-05) – Projeto executivo contratado. Obra sem previsão de início;

Recomendação:

Executar.

4. Av. NS-01 (entre a av. LO-15 e av. LO-21 - entre av. LO-23 e av. LO-29) – Executado apenas o trecho entre Av. LO-23 e Av. LO-27 – a execução parcial tem relação com a elaboração dos projetos e busca por recursos para sua finalização;

Recomendação: Reavaliar orçamento, Definir proveniência dos recursos e Executar Av. NS-01 (entre a av. LO-15 e av. LO-21 e entre LO 27 e LO-29).

5. Av. NS-02 (entre a av. LO-23 e av. LO- 25) – Projeto executivo contratado. Obra sem previsão de início – a execução parcial tem relação com a elaboração dos projetos e busca por recursos para sua finalização;

Recomendação: Reavaliar orçamento, Definir proveniência dos recursos e Executar.

6. Av. NS-02 (entre A av. LO-19 E A av. LO-23) – Executado apenas o trecho entre Av. LO-19 e Av. LO-21 – a execução parcial tem relação com a elaboração dos projetos e busca por recursos para sua finalização;

Recomendação: Reavaliar orçamento, Definir proveniência dos recursos e Executar Av. NS-01 (entre a av. LO-21 e LO-23).

7. Av. NS-04 (entre Av. LO-19 e Av. LO-23) – Não executado – a execução parcial tem relação com a elaboração dos projetos e busca por recursos para sua finalização;

Recomendação: Reavaliar orçamento, Definir proveniência dos recursos e Executar.

8. Av. NS-10 (entre Av. LO-21 e Av. LO-27 - córrego TIUBA) - Projeto executivo elaborado. Obra sem previsão de início – a execução parcial tem relação com a elaboração dos projetos e busca por recursos para sua finalização;

Recomendação: Reavaliar orçamento, Definir proveniência dos recursos e Executar.

9. Av. NS-10 (entre av. LO-12 e av. LO-14) - Projeto executivo elaborado. Obra sem previsão de início – a execução parcial tem relação com a elaboração dos projetos e busca por recursos para sua finalização;

Recomendação: Reavaliar orçamento, Definir proveniência dos recursos e Executar.

10. Av. NS-10 (entre av. LO-03 e o lançamento-córrego Brejo Cumprido) – Obra em andamento, previsão de conclusão em 2022;

Recomendação: Concluir e fazer manutenção e limpeza periódica.

11. Av. LO-16 (entre av. NS-10 E av. Teotônio Segurado) – Não executado – a execução parcial tem relação com a elaboração dos projetos e busca por recursos para sua finalização;

Recomendação: Reavaliar orçamento, Definir proveniência dos recursos e Executar.

12. Av. Teotônio Segurado (entre a av. LO-16 e lançamento - Córrego Água Fria) – Não executado – a execução parcial tem relação com a elaboração dos projetos e busca por recursos para sua finalização;

Recomendação: Reavaliar orçamento, Definir proveniência dos recursos e Executar.

Ação “f”: Ação realizada parcialmente (mais de 90% concluído e em operação).

Contexto: As obras elencadas a seguir, até a conclusão deste relatório, dependia de providências para sua finalização.

1. Conclusão da drenagem através de aberturadas caixas coletoras, aduelas e tampões nas

quadras 112 SUL (ARSE 15) – Obra finalizada e em carga;

Recomendação: Fazer acompanhamento, manutenção preventiva, e limpeza regular.

2. Conclusão da drenagem através de aberturadas caixas coletoras, aduelas e tampões nas quadras 506 NORTE (ARNE 63) – Obra finalizada e em carga;

Recomendação: Fazer acompanhamento, manutenção preventiva, e limpeza regular.

3. Conclusão da drenagem através de aberturadas caixas coletoras, aduelas e tampões nas quadras 212 NORTE (ARS NE 25) – Obra parcialmente executada e em andamento. Finalização prevista para 2023;

Recomendação: Concluir, iniciar operação e fazer o devido acompanhamento, manutenção preventiva, e limpeza regular.

Ação “g)”: Obras realizadas parcialmente, em andamento, previsão de conclusão em 2022.

5. Setor Santa Fé – Iniciado em Abril de 2022;

Recomendação: Finalizar, monitorar o funcionamento e fazer manutenção.

6. Setor Morada do Sol I e III – Iniciado em Abril de 2022;

Recomendação: Finalizar, monitorar o funcionamento e fazer manutenção.

7. 1007 Sul – Não executado (sem previsão), a Quadra está sem regularização fundiária, o que impede o avanço dos investimentos públicos;

Recomendação: Proceder com a regularização fundiária para avançar.

Prazos e Custos: A serem avaliados, conforme atendimento das recomendações aqui apontadas.

Expectativa com o atendimento destas recomendações: O pleno funcionamento e funcionalidade do sistema de drenagem somente poderá ser alcançado com a conclusão das obras e projetos previstos. Apenas então, a eventual necessidade de fazer novos projetos (redimensionamento das estruturas de drenagem) poderá ser bem avaliada. Ainda, para mitigar os problemas com alagamentos, a rede deve estar adequadamente mantida e operada.

Ações “h)” e “i)”: Realizadas.

Recomendação: Realizar manutenção e limpeza periódica das bocas de lobo, canteiros, poços de visita tubulações, galerias e dispositivos de descarga final das redes para o corpo hídrico.

Manter arquivos de dados operacionais concretos (tipos de serviço realizado, materiais empregados, quantitativos, descritivos) a serem recolhidos em campo e devidamente registrados para monitoramento dos custos e da operação.

Prazo: Permanente.

Custo: A ser avaliado, conforme resultado dos dados operacionais.

Expectativa com o atendimento destas recomendações: A manutenção faz valer o investimento e funcionalidade da solução encontrada. Contudo como ainda há problemas regulares de alagamentos, considerar com respaldo nos registros da operação, a eventual necessidade de fazer novos projetos (redimensionamento das estruturas de drenagem) para obter alternativas complementares.

Ações “j)”, “k)” e “l)”: Não realizadas.

Contexto: Diversas obras estão em andamento e outras no planejamento para serem executadas. A SEISP trabalha em uma carteira de projetos para atender diversas demandas da comunidade. Após conclusão dos projetos executivos, inicia-se a busca pelos recursos para sua execução.

Recomendação: Reavaliar custos de projetos executivos não realizados, e se não houver setor específico na SEISP para buscar fontes de financiamento e fazer a gestão comercial, contratar o serviço conforme demanda (eventualmente com dispensa de licitação pela nova Lei de Licitações e Contratos, nº 14.133/20).

Prazo: Permanente.

Custo: A ser reavaliado, conforme resultado dos dados operacionais.

Expectativa com o atendimento desta recomendação: Minimização dos problemas corriqueiros com chuvas moderadas, pois a conclusão da implantação da rede de drenagem nas áreas não atendidas, por si, surtirá efeito positivo. Ao priorizar eficiência na transição das águas da rede seca da microdrenagem existente nas quadras com novas redes de macrodrenagem, garante-se pleno funcionamento da Drenagem Urbana e prevenção de processos erosivos.

4.4. Programa de Proteção e Revitalização dos Corpos D'água

O sistema de drenagem, considerado parte do complexo ambiente urbano da cidade, deve, portanto, estar articulado com os demais sistemas. Neste contexto, considerando-se a elaboração de projetos de sistemas de drenagens urbanas sustentáveis, devem atender a necessidade de criação de instrumentos de planejamento para auxiliar a enfrentar a questão da drenagem urbana na cidade. É nesse contexto que estes Programas de Proteção e Revitalização dos Corpos D'água de Palmas foram concebidos.

As ações definidas no Programa de Revitalização dos Corpos D'água que visam equacionar os problemas de drenagem de Palmas, constituem uma contribuição para a melhoria da qualidade de vida da população, pois os resultados esperados extrapolam os objetivos de controle das cheias e solução dos problemas hidráulicos existentes, além de recuperação estética dos corpos d'água.

Este programa foi criado com o intuito de melhorar a qualidade e aumentar a quantidade de água nas bacias hidrográficas de Palmas. Além disso, indiretamente, promover a melhoria das condições de saúde pública, sincronia com o sistema de esgotamento sanitário, estímulo à coleta e destinação adequada dos resíduos sólidos, a remoção e o reassentamento da população em locais distantes das áreas consideradas de risco ou de alerta.

Programa	Ações	Realizado	Não Realizado	Realizado parcialmente
Programa de Proteção e Revitalização dos Corpos D'água	a) Elaborar cadastro cartográfico com identificação das áreas de risco de escoamento;		X	
	b) Projeto e implementação para a erradicação ou minimização das ocupações nas áreas de risco de escoamento;			X
	c) Estudos de Medidas de Proteção, conservação e recuperação das Áreas de Preservação Permanente (APPs), áreas verdes e de Mananciais;		X	
	d) Implementação de Medidas de Proteção, conservação e recuperação das Áreas de Preservação Permanente (APPs), áreas verdes e de Mananciais;		X	
	e) Projetos e implementação de dissipadores de energia nos pontos de lançamento da macrodrenagem nos cursos d'água para prevenção de erosão e assoreamento;	X		
	f) Elaboração de estudos contemplando-se TÉCNICAS COMPENSATORIAS em drenagem urbana como sistemas de infiltração, retenção/retenção, valas/canteiros permeáveis para controle de inundações nas áreas urbanas e aproveitamento de águas pluviais na irrigação de áreas verdes do sistema viário de Palmas (canteiros, áreas verdes, jardins, etc.);		X	
	g) Implementação das medidas mencionadas no item f;		X	
	h) Elaboração de estudos de prevenção e controle de inundações urbanas contemplando-se o zoneamento das áreas de parques lineares e das áreas permeáveis naturais com o objetivo de amortecimento das inundações urbanas principalmente nas áreas de alto risco de alagamento;		X	
	i) Desenvolvimento de um programa de Conservação do Solo com controle da erosão e sedimentação nos cursos d'água urbanos, observando-se o zoneamento ecológico-econômico, além de educação ambiental;		X	

4.4.1 Análise:

Das nove ações previstas neste Programa, apenas uma foi realizada e outra apenas parcialmente concluída. A causa pode ser atribuída ao fato de serem previstas ações que incumbem, sob a ótica da missão institucional dos órgãos públicos envolvidos, não apenas a SEISP, mas também a Defesa Civil e a Fundação do Meio Ambiente (FMA) de Palmas.

No contexto de responsabilidades institucionais, será necessária coordenação para trabalho coordenado entre SEISP, Defesa Civil e Fundação Municipal do Meio Ambiente, para a plena consecução dos objetivos do serviço de drenagem urbana, sob o risco de repetir-se o baixo índice de realização das ações programadas, ora constatado neste Programa.

Dessa forma, a análise da eficácia fica prejudicada, já que a quantidade de ações realizadas limita essa avaliação. Obviamente, em consequência da não realização das ações, não houve eficiência na implementação deste Programa, que, sem prejuízo dos objetivos pode ser continuado, sem maiores modificações.

Custos e prazos estão determinados nas justificativas a seguir.

Os mecanismos e procedimentos para avaliação sistemática deverão ser determinados, preferencialmente em nível de Diretoria, para seguimento e implementação da Divisão de Supervisão ambiental e Topografia. O monitoramento e efetiva avaliação regular, podem ficar à cargo dos responsáveis pela Drenagem Urbana que integrem o Núcleo Gestor do PMSB.

4.4.2 Justificativas e Recomendações:

Ação “a”: Não realizada.

Contexto: Foram priorizadas obras, elaboração de projetos ou outras intervenções. Não houve articulação ou interesse da gestão na elaboração deste cadastro. Entende-se que a elaboração deste tipo de cadastro é missão institucional da Defesa Civil. A defesa civil, por sua vez, tem monitoramento próprio, conforme apontado no relatório de diagnóstico (item 2.7.1) deste trabalho.

Recomendação: Coordenar com a Defesa Civil para que os cadastros e registros das áreas de risco e de alerta sejam compartilhadas com a SEISP e a FMA. Promover a elaboração dos mapas e cadastros necessários para pleno monitoramento dessas áreas.

Prazo: Ação Imediata (até 1 ano).

Custo: Interno

Expectativa com o atendimento desta recomendação: Melhorar a proteção e o gerenciamento

das áreas de risco evitando prejuízos ao município e à população.

Ação “b”: Executada parcialmente.

Contexto: Projeto do Córrego Machado identificou estas áreas com riscos de ocupação, mas não houve estudos para outras áreas da cidade. Entende-se que este tipo de ação é missão institucional da Defesa Civil.

Recomendação: Fazer estudo para todas as áreas da cidade e implementar as recomendações.

Prazo: Ação imediata (até 1 ano)

Custo: Avaliar.

Expectativa com o atendimento desta recomendação: Maior proteção e gerenciamento das áreas de risco evitando prejuízos ao município e à população.

Ações “c” e “d”: Não realizadas.

Contexto: O Município possui o Programa Água Viva, instituído pelo Decreto nº 1.938/2020, que tem como um dos objetivos estas medidas. Considera-se que esta é uma missão institucional da Fundação Municipal de Meio Ambiente (FMA), que deve contar com o auxílio da SEISP em suas obras e das demais secretarias e autarquias do município. A FMA, por sua vez, tem trabalhado nesse objetivo por meio do Programa Água Viva.

Recomendação: Coordenar com a FMA o processo de execução destes estudos de proteção, conservação e recuperação das APPs, áreas verdes e de Mananciais. A partir dos resultados dos estudos, implementar as medidas de proteção, conservação e recuperação das áreas mencionadas.

Prazo: Ação de médio prazo (próximos 4 anos).

Custo: Interno (SEISP e FMA), avaliar.

Expectativa com o atendimento desta recomendação: Melhor proteção, conservação e recuperação das Áreas de Preservação Permanente (APPs), áreas verdes e de Mananciais preservando os córregos e nascentes, além da vegetação ripária e mata ciliar desses corpos hídricos.

Ação “e”: Realizada. Ainda que existam problemas em algumas descargas, conforme constatado pela equipe de campo da INFRA Engenharia, e exposto nos **anexos II e III** do relatório de Diagnóstico, praticamente todos os pontos de lançamento das redes de drenagem possuem dispositivos dissipadores. Embora alguns não estejam funcionando conforme esperado, ou necessitem de intervenções, este trabalho tem, entre outros objetivos, intuito de orientar as ações e intervenções, conforme **Tabela 3-VI** do relatório de Prognóstico. Atualmente não são executadas novas obras pela SEISP, nem aprovados projetos particulares, que não contemplem dispositivos dissipadores nos pontos de lançamento das redes de drenagem. Os mesmos passam por inspeção após conclusão da execução.

Recomendação: Realizar monitoramento e manutenção periódica dos dispositivos de descarga final das redes para o corpo hídrico.

Manter arquivos de dados operacionais concretos (tipos de serviço realizado, materiais empregados, quantitativos, descritivos) a serem recolhidos em campo e devidamente registrados para adequado monitoramento dos custos e da operação.

Prazo: Imediato (até 1 ano) e Permanente.

Custo: Interno SEISP.

Expectativa com o atendimento desta recomendação: Manter as estruturas íntegras, em pleno funcionamento e bem monitoradas.

Ações “f”, “g” e “h”: Não realizadas.

Contexto: Não houve iniciativas neste sentido, possivelmente pela falta de coordenação destes temas, já que há transversalidade entre mais de um órgão da administração municipal envolvido.

Prazo: Ação de médio prazo (próximos 4 anos).

Custo: Avaliar.

Recomendações: Elaborar estudos e projetos para criação de Jardins de Chuva (solução técnica compensatória), bem como valas de retenção e infiltração, e readequação de guias para escoamento direcionado aos canteiros permeáveis. Na sequência, executar as obras.

Contratar e definir claramente o escopo (Termo de Referência técnico) de um Plano Diretor de Drenagem Pluvial, integrando Sede Municipal, Buritirama e Taquaruçu, com estudos e projetos técnicos para retenção e contenção de águas pluviais nas regiões não urbanizadas, à jusante das áreas urbanas mais densificadas

Expectativa com o atendimento destas recomendações: Implementação de soluções consagradas e inteligentes para mitigação de problemas de escoamento superficial, bem como propiciar a infiltração/percolação das águas pluviais, ajudando na realimentação do lençol freático, e consequentemente diminuir as vazões superficiais.

Ação “i”: Não realizada.

Contexto: Considera-se que esta é uma missão institucional da FMA. Além do Programa Água Viva, a FMA também desenvolve o Programa Palmas Mais Verde (instituído pelo Decreto nº 1.490/2017), que contribui no sentido de implementar ações para controle da erosão e sedimentação nos cursos d'água urbanos, observando o zoneamento ecológico-econômico, além de propor ações de educação ambiental.

Recomendação: Estimular e apoiar a FMA no desenvolvimento de um programa de conservação do solo com controle da erosão e sedimentação nos cursos d'água urbanos, observando a legislação vigente, em seus objetivos e metodologias.

Prazo: Ação de Curto Prazo (1 ano a 3 anos).

Custo: Avaliar

Expectativa com o atendimento desta recomendação: Melhor gerenciamento e conservação do solo com diretrizes precisas e consolidadas na Engenharia.

4.5. Programa de Monitoramento/Manutenção Corretiva

O monitoramento das medidas estruturais e não-estruturais implantadas através das ações dos Programas de Estudos e Projetos, do Programa de Implementação das Obras de Drenagem tem por objetivo o registro e análise dos impactos que estas medidas visam reduzir e controlar. No contexto do PMSB, o monitoramento de forma extensiva e global das bacias hidrográficas urbanas de Palmas, deve acompanhar o panorama de uso dos recursos hídricos (como corpos receptores dos lançamentos das redes de micro e macrodrenagem), para que intervenções adequadas possam ser planejadas, conforme preconizado em (Lopes 2012)².

Neste Programa são determinadas as ações para a consolidação de uma base de dados e informações sobre a drenagem urbana no município, para apoiar e respaldar os programas de manutenção e limpeza do sistema de drenagem, com acompanhamento sistemático quanto a ocupação de áreas de risco e áreas de preservação permanente – APP's.

Com base nos estudos de (Tucci 2008)³ sabe-se que a adoção de obras para redução, retardamento e amortecimento do escoamento das águas pluviais urbanas, utilizando técnicas compensatórias, devem propiciar condições favoráveis à diminuição do assoreamento e acúmulo de resíduos sólidos, mas tais ações deverão ser acompanhadas e avaliadas para constante e

regular mensuração da necessidade de serviços de manutenção corretiva, limpeza e desassoreamento periódicos.

Programa	Ações	Realizado	Não Realizado	Realizado parcialmente
Programa de Monitoramento /Manutenção Corretiva	a) Implementação de um sistema de registros sistemáticos das ocorrências de inundações com devidas localizações, registros fotográficos e dados hidrometeorológicos básicos como precipitação e níveis d'água atingidos, além de danos causados;		X	
	b) Estudo e implementação de um sistema de comunicação articulado à defesa civil para acompanhamento e controle de áreas de risco e do sistema viário;		X	
	c) Avaliação da eficiência das TÉCNICAS COMPENSATÓRIAS de drenagem urbana a serem implementadas na LO-19 compostas de detenções nas rótulas e canteiros;		X	
	d) Acompanhamento da implementação efetiva dos PCA's – Plano de Controle Ambiental, junto à execução das obras de drenagem urbana licenciadas visando a minimização dos danos ambientais;			X
	e) Monitoramento quali-quantitativo da qualidade da água nos córregos urbanos para avaliação das condições de uso destes pela macrodrenagem e eficiência das medidas de controle ambiental determinadas no licenciamento ambiental para prevenção a poluição das águas e controle de erosão e assoreamento;		X	
	f) Acompanhamento do assoreamento da foz (delta) dos rios Sussuapara, Brejo Cumprido, da Prata, Machado e Taquaruçu Grande;		X	

Programa	Ações	Realizado	Não Realizado	Realizado parcialmente
Programa de Monitoramento /Manutenção Corretiva	g) Elaboração de programa de inspeção, limpeza e manutenção de rede de drenagem para condições de rotina e início do período chuvoso, com avaliação do estado das estruturas de drenagem (rede, BL's, galerias, bueiros e pontos de lançamentos e córregos receptores);		X	
	h) Implementação do programa de inspeção, limpeza e manutenção de rede de drenagem;		X	
	i) Com base no cadastro cartográfico fazer o acompanhamento sistemático das ocupações em áreas de APP, visando o atendimento da meta de Preservação de APP;		X	
	j) Desassoreamento do parque Cesamar	X		
	k) Fiscalização sobre novas construções em relação às taxas de impermeabilização e correto manejo e disposição de entulhos e resíduos da construção civil, realizando-se ações educativas relativas às inundações, como entupimentos de galerias e bocas de lobo;	X		
	l) Implementação de um sistema de registros sistemáticos das ocorrências de inundações com devidas localizações, registros fotográficos e dados hidrometeorológicos básicos como precipitação e níveis d'água atingidos, além de danos causados;		X	
	m) Estudo e implementação de um sistema de comunicação articulado à defesa civil para acompanhamento e controle de áreas de risco e do sistema viário;		X	
	n) Avaliação da eficiência das TÉCNICAS COMPENSATÓRIAS de drenagem urbana a serem implementadas na LO-19, compostas de detenções nas rótulas e canteiros;		X	
	o) Acompanhamento da implementação efetiva dos PCAs – Plano de Controle Ambiental junto à execução das obras de drenagem urbana licenciadas visando a minimização dos danos ambientais;		X	

Programa	Ações	Realizado	Não Realizado	Realizado parcialmente
Programa de Monitoramento/ Manutenção Corretiva	p) Monitoramento quali-quantitativo da qualidade da água nos córregos urbanos para avaliação das condições de uso destes pela macrodrenagem e eficiência das medidas de controle ambiental determinadas no licenciamento ambiental para prevenção à poluição das águas e controle de erosão e assoreamento;		X	
	q) Acompanhamento do assoreamento da foz (delta) dos rios Sussuapara, Brejo Cumprido, da Prata, Machado e Taquaruçu Grande;		X	
	r) Elaboração de programa de inspeção, limpeza e manutenção de rede de drenagem para condições de rotina e início do período chuvoso, com avaliação do estado das estruturas de drenagem (rede, BLs, galerias, bueiros e pontos de lançamentos e córregos receptores);		X	
	s) Implementação do programa de inspeção, limpeza e manutenção de rede de drenagem;		X	
	t) Com base no cadastro cartográfico, fazer o acompanhamento sistemático das ocupações em áreas de APP, visando ao atendimento da meta de Preservação de APP.		X	

4.5.1 Análise:

Das vinte ações previstas neste Programa, apenas duas foram realizadas e uma parcialmente concluída. Novamente, houve desconexão entre os órgãos públicos envolvidos (SEISP, Defesa Civil e FMA) e as ações ficaram com sua eficiência e eficácia comprometida, em consequência da não realização das mesmas. Será necessária coordenação para trabalho coordenado para a plena consecução dos objetivos do serviço de drenagem urbana, sob o risco de repetir-se o baixo índice de realização das ações programadas, também constatado neste Programa.

Serão necessárias modificações, já que algumas das ações descritas estão formuladas de forma

repetitiva, devendo ser excluídas ou mescladas com outras, conforme recomendações a seguir. A previsão dos custos e prazos estão determinados nas justificativas a seguir.

Os mecanismos e procedimentos para avaliação sistemática deverão ser determinados, preferencialmente em nível de Diretoria, para seguimento e implementação das Gerências de Manutenção concernentes. O monitoramento e efetiva avaliação regular, podem ficar à cargo dos responsáveis pela Drenagem Urbana que integrem o Núcleo Gestor do PMSB.

4.5.2 Justificativas e Recomendações:

Ações “a” e “b”: Não realizadas.

Contexto: Considera-se que este investimento está ligado à missão institucional da Defesa Civil, que já conta com um sistema de registros das ocorrências (inundações, alagamentos, enxurradas, boçorocas, etc.) com devidas localizações e registros fotográficos.

Prazo: Ação de médio prazo (próximos 4 anos).

Custo: Avaliar.

Recomendação: Incrementar o atual sistema de registros para incluir dados hidrometeorológicos básicos (precipitação e níveis d'água atingidos), descrição dos danos causados, bem como controle de áreas de risco e do sistema viário. Como sugestão, pode-se planejar a criação de um aplicativo colaborativo (promovendo integração com a Defesa Civil) para que a população possa cadastrar o ocorrido, em tempo real, com localização e eventual inserção de fotos e comentários.

Expectativa com o atendimento desta recomendação: Bom acompanhamento e gestão das ocorrências na cidade. Possibilidade de estudos para melhorias e novas soluções para mitigar as ocorrências.

Ação “c”: Não realizada.

Contexto: Não houve interesse ou articulação da gestão municipal para realização desta avaliação. O fato é que a eficiência de técnicas compensatórias exigiria a efetiva implementação de algumas iniciativas (como detenções e retenções em rotatórias e canteiros) para possibilitar eficácia na avaliação.

Recomendação: Adotar algumas das técnicas compensatórias apresentadas no relatório de Prognóstico para implementação (na Av. LO-19, por exemplo), com planejamento claro e objetivo dos processos de avaliação.

Prazo: Ação de médio prazo (próximos 4 anos).

Custo: Relacionado à elaboração de “projetos piloto” e execução das obras para sua implementação.

Expectativa com o atendimento desta recomendação: Possibilitar a análise real e efetiva da operação e da funcionalidade das técnicas compensatórias adotadas, para eventualmente replicar a solução em outras áreas da cidade.

Ação “d”: Executada parcialmente.

Contexto: A SEISP busca executar todos os Planos de Controle Ambientais propostos para suas obras. Muitas vezes esbarra em dificuldades administrativas e operacionais.

Recomendação: Elaborar um Plano de Ação em conjunto com a FMA, e com respaldo e referência na legislação municipal vigente (Política Ambiental, Plano Diretor, Programa Água Viva, Programa Palmas Mais Verde, entre outras diretrizes municipais para monitoramento e controle da urbanização) para cumprimento dos objetivos de preservação ambiental e dos corpos hídricos receptores de águas pluviais escoadas.

Prazo: Ação de Curto Prazo (1 ano a 3 anos).

Custo: Interno, a ser avaliado.

Expectativa com o atendimento desta recomendação: Garantir bom acompanhamento da execução de obras urbanas para preservação ambiental e dos corpos hídricos receptores de águas pluviais escoadas. Melhorar a gestão ambiental e efetiva implantação das normativas previstas nos PCA's e legislação vigente.

Ação “e”: Não realizada.

Contexto: Considera-se que o monitoramento quali-quantitativo contínuo da qualidade da água dos corpos hídricos urbanos seja missão institucional da FMA. Este monitoramento que deveria ser contínuo não é realizado pelos órgãos públicos do município, seja SEISP ou FMA.

Recomendação: Com base no histórico criado pelos registros do monitoramento proposto, será possível avaliar o real impacto das obras de macrodrenagem, após sua instalação e início de operação, sobre os corpos hídricos de interesse. A avaliação das condições e eficiência das medidas de controle ambiental determinadas no licenciamento ambiental serão necessárias para efetiva prevenção da poluição das águas e controle de erosão e assoreamento.

Prazo: Ação de Curto Prazo (1 ano a 3 anos).

Custo: Interno, pela FMA.

Expectativa com o atendimento desta recomendação: Proporcionar obtenção de informações precisas para o acompanhamento e definição de critérios e parâmetros para futuros projetos de macro e microdrenagem. Tal situação deve respaldar melhores tomadas de decisão e mitigação de prejuízos.

Ação “f”: Não realizada.

Contexto: Considera-se que este monitoramento seja missão institucional da FMA. Não há registros sistematizados para verificação de assoreamento na foz (delta) dos rios urbanos.

Recomendação: Coordenar com a FMA e pactuar estratégias e um Plano de Ação para acompanhar o assoreamento na foz (delta) dos principais corpos hídricos urbanos, receptores de águas pluviais escoadas (Sussuapara, Brejo Cumprido, da Prata, Machado e Taquaruçu Grande).

Prazo: Ação de Curto Prazo (1 ano a 3 anos).

Custo: Interno, pela FMA e SEISP.

Expectativa com o atendimento desta recomendação: O desassoreamento, a limpeza e manutenção dos rios e córregos são ações fundamentais para garantir eficiência da drenagem urbana. Ao evitar problemas de obstruções nas estruturas, e mitigar focos de erosão e assoreamento, espera-se que os eventos de inundação, alagamento e enxurrada tornem-se mais escassos.

Ações “q” e “h”: Não realizadas.

Contexto: Não houve articulação da gestão municipal para a realização destas ações.

Recomendações: Conforme já indicado no **item 4.1.2.b)** deste relatório, é importante promover a capacitação e treinamento (contratar empresa para este fim) de uma equipe específica (Patrulha de Drenagem) para realizar fiscalização, manutenção, limpeza, reparos, desassoreamento, cadastro, registro e sinalização de cada ponto de descarga com metas para inspeção regular e coleta de dados para análise gerencial.

Montar um programa permanente para que a Patrulha de Drenagem possa realizar as ações que lhe forem incumbidas pela SEISP.

Prazo: Ação Imediata (até 1 ano).

Custo: Associado à elaboração de um Termo de Referência para o serviço. Estimamos montante

aproximado de R\$600.000,00 (seiscentos mil reais por mês), incluídos custos com a equipe de manutenção permanente (Patrulha de Drenagem) para execução das ações previstas, e execução de obras de pequeno porte, bem como contratação de empresa de engenharia consultiva especializada.

Expectativa com o atendimento destas recomendações: Espera-se aumentar a especificidade nos serviços de drenagem urbana, com melhor gestão dos problemas através de metodologia adequada e consagrada nesse sentido. Com coleta e registro de dados, e dedicação exclusiva de equipes da SEISP, será possível garantir melhores tomadas de decisão pelas gerências e diretorias responsáveis.

Ação “i”: Não realizada.

Contexto: Uma vez que a ação fundamental (cadastro cartográfico de áreas de risco às APP's) não foi realizada (vide item 4.4.2.a), o acompanhamento sistemático das ocupações e problemas em áreas de proteção permanente ficou prejudicado. Além disso, com o entendimento de que esse cadastro é missão institucional da Defesa Civil, não houve articulação da gestão municipal para sua realização.

Recomendação: Articular com a Defesa Civil e com a FMA para determinação das tarefas e responsabilidades relativas à efetiva elaboração do cadastro cartográfico em questão, para que se possa fazer o acompanhamento proposto, visando a identificação das ocupações e problemas nas APP's para adequada preservação e proteção dessas áreas.

Prazo: Ação de Curto Prazo (1 ano a 3 anos).

Custo: Interno, a definir em conjunto com a Defesa Civil e a FMA.

Expectativa com o atendimento desta recomendação: Identificação clara dos problemas de ocupações irregulares em APP's, e problemas decorrentes. Com o registro físico dessas ocorrências, será possível respaldar ações institucionais necessárias para mitigar tais problemas.

Ação “j”: Executada, concluída em 2016.

Recomendação: Manter monitoramento periódico do assoreamento no Lago Cesamar, e, diante da necessidade, programar ações de dragagem para seu desassoreamento.

Prazo: Ação a ser programada de forma regular (no mínimo bienalmente).

Custo: Em 2016 o custo foi de, aproximadamente, R\$ 1.200.000,00.

Expectativa com o atendimento desta recomendação: Controle de vazões à montante do Lago e manutenção de sua profundidade e capacidade volumétrica de contenção das águas pluviais.

Ação “k”: Executada.

Recomendação: Manter as ações de fiscalização, atualmente sob responsabilidade da Secretaria de Desenvolvimento Urbano, com seu registro adequado e compartilhamento das informações com os demais órgãos públicos interessados (SEISP, FMA e Defesa Civil).

Prazo: Constante.

Custo: Interno, com pessoal das secretarias envolvidas.

Expectativa com o atendimento desta recomendação: Efetivar a implementação dos Planos de Controle Ambiental vigentes, na execução das construções licenciadas, garantindo a minimização de danos ambientais.

Ação “l”: Não realizada.

Contexto: Esta ação, descrita no PMDU 2014, está repetida. É a mesma programada no *item*

4.5.2.a), possivelmente um mero engano na edição do Plano anterior.

Recomendação: Excluir e considerar apenas o item 4.5.2.a).

Prazo: o mesmo previsto no item 4.5.2.a).

Custo: o mesmo previsto no item 4.5.2.a).

Expectativa com o atendimento desta recomendação: a mesma prevista no item 4.5.2.a).

Ação “m”: Não realizada.

Contexto: Esta ação, descrita no PMDU 2014, está repetida. É a mesma programada no **item 4.5.2.b)**, possivelmente um mero engano na edição do Plano anterior.

Recomendação: Excluir e considerar apenas o item 4.5.2.b).

Prazo: o mesmo previsto no item 4.5.2.b).

Custo: o mesmo previsto no item 4.5.2.b).

Expectativa com o atendimento desta recomendação: a mesma prevista no item 4.5.2.b).

Ação “n”: Não realizada.

Contexto: Esta ação, descrita no PMDU 2014, está repetida. É a mesma programada no **item 4.5.2.c)**, possivelmente um mero engano na edição do Plano anterior.

Recomendação: Excluir e considerar apenas o item 4.5.2.c).

Prazo: o mesmo previsto no item 4.5.2.c).

Custo: o mesmo previsto no item 4.5.2.c).

Expectativa com o atendimento desta recomendação: a mesma prevista no item 4.5.2.c).

Ação “o”: Executada parcialmente.

Contexto: A SEISP busca executar todos os Planos de Controle Ambientais propostos para suas obras. Muitas vezes esbarra em dificuldades administrativas e operacionais. Esta ação, descrita no PMDU 2014, está repetida. É a mesma programada no **item 4.5.2.d)**, possivelmente um mero engano na edição do Plano anterior.

Recomendação: Excluir e considerar apenas o item 4.5.2.d). ou seja, elaborar um Plano de Ação em conjunto com a FMA, e com respaldo e referência na legislação municipal vigente (Política Ambiental, Plano Diretor, Programa Água Viva, Programa Palmas Mais Verde, entre outras diretrizes municipais para monitoramento e controle da urbanização) para cumprimento dos objetivos de preservação ambiental e dos corpos hídricos receptores de águas pluviais escoadas.

Prazo: Ação de Curto Prazo (1 ano a 3 anos) - o mesmo previsto no item 4.5.2.d).

Custo: Interno, a ser avaliado - o mesmo previsto no item 4.5.2.d).

Expectativa com o atendimento desta recomendação: a mesma prevista no item 4.5.2.d). Ou seja, garantir bom acompanhamento da execução de obras urbanas para preservação ambiental e dos corpos hídricos receptores de águas pluviais escoadas. Melhorar a gestão ambiental e efetiva implantação das normativas previstas nos PCA's e legislação vigente.

Ação “p”: Não realizada.

Contexto: Esta ação, descrita no PMDU 2014, está repetida. É a mesma programada no **item**

4.5.2.e), possivelmente um mero engano na edição do Plano anterior.

Recomendação: Excluir e considerar apenas o item 4.5.2.e).

Prazo: o mesmo previsto no item 4.5.2.e).

Custo: o mesmo previsto no item 4.5.2.e).

Expectativa com o atendimento desta recomendação: a mesma prevista no item 4.5.2.e).

Ação “q”: Não realizada.

Contexto: Esta ação, descrita no PMDU 2014, está repetida. É a mesma programada no **item 4.5.2.f)**, possivelmente um mero engano na edição do Plano anterior.

Recomendação: Excluir e considerar apenas o item 4.5.2.f).

Prazo: o mesmo previsto no item 4.5.2.f).

Custo: o mesmo previsto no item 4.5.2.f).

Expectativa com o atendimento desta recomendação: a mesma prevista no item 4.5.2.f).

Ação “r”: Não realizada.

Contexto: Esta ação, descrita no PMDU 2014, está repetida. É a mesma programada no **item 4.5.2.g)**, possivelmente um mero engano na edição do Plano anterior.

Recomendação: Excluir e considerar apenas o item 4.5.2.g).

Prazo: o mesmo previsto no item 4.5.2.g).

Custo: o mesmo previsto no item 4.5.2.g).

Expectativa com o atendimento desta recomendação: a mesma prevista no item 4.5.2.g).

Ação “s”: Não realizada.

Contexto: Esta ação, descrita no PMDU 2014, está repetida. É a mesma programada no **item 4.5.2.h)**, possivelmente um mero engano na edição do Plano anterior.

Recomendação: Excluir e considerar apenas o item 4.5.2.h).

Prazo: o mesmo previsto no item 4.5.2.h).

Custo: o mesmo previsto no item 4.5.2.h).

Expectativa com o atendimento desta recomendação: a mesma prevista no item 4.5.2.h).

Ação “t”: Não realizada.

Contexto: Esta ação, descrita no PMDU 2014, está repetida. É a mesma programada no **item 4.5.2.i)**, possivelmente um mero engano na edição do Plano anterior.

Recomendação: Excluir e considerar apenas o item 4.5.2.i).

Prazo: o mesmo previsto no item 4.5.2.i).

Custo: o mesmo previsto no item 4.5.2.i).

Expectativa com o atendimento desta recomendação: a mesma prevista no item 4.5.2.i).

4.6. Programa de Educação Ambiental em Drenagem Urbana

O enfoque deste Programa é a realização de campanhas direcionadas ao público em geral, com foco nas questões relacionadas a drenagem urbana, informações gerais sobre o sistema de escoamento e questões relativas aos usuários, no que diz respeito aos impactos da urbanização. Além disso, é proposta a adoção de um programa educacional, para construção da consciência socioambiental e papel dos cidadãos nesse contexto.

Contempla também a informação dos critérios básicos para incentivo ao controle da drenagem na fonte, com o uso de técnicas compensatórias, como pavimentos permeáveis, trincheiras de infiltração e reservatórios de retenção nos lotes, com aproveitamento da água pluvial para fins não potáveis como rega de jardins e limpeza.

Programa	Ações	Realizado	Não Realizado	Realizado parcialmente
Programa de Educação Ambiental em Drenagem Urbana	a) Definição periódica da linha de abordagem da educação ambiental na questão da drenagem urbana.		X	
	b) Ação de educação ambiental junto a população incentivando a manutenção de áreas verdes de lotes com o objetivo de manutenção de maiores taxas de permeabilidade (TÉCNICAS COMPENSATÓRIAS);		X	
	c) Estabelecer incentivos e critérios de orientação para a construção de estruturas de controle na fonte, como pavimentos permeáveis, trincheiras de infiltração e reservatórios de retenção no lote, com aproveitamento da água pluvial para fins não potáveis como rega de jardins e limpeza (TÉCNICAS COMPENSATÓRIAS);		X	
	d) Estabelecer programas de educação ambiental nas escolas com crianças e adolescentes sobre ocupação de APP's, inundações urbanas e a influência da componente social sobre a problemática.		X	
	e) Ação de educação ambiental da população, incentivando a manutenção de áreas verdes de lotes com o objetivo de manutenção de maiores taxas de permeabilidade (TÉCNICA COMPENSATÓRIA);		X	
	f) Fiscalização de novas construções em relação às taxas de impermeabilização e correto manejo e disposição de entulhos e resíduos da construção civil, realizando-se ações educativas relativas às inundações, como entupimentos de galerias e bocas de lobo.	X		

4.6.1 Análise:

Das seis ações previstas neste Programa, apenas uma foi realizada. Segunda as missões institucionais, mais de um órgão público é partícipe nestas ações (SEISP, Secretaria de Desenvolvimento Urbano, Secretaria da Educação e eventualmente, Secretaria de Comunicação). Não houve, também neste Programa, articulação entre as entidades para efetiva implementação. Dessa forma, as ações ficaram com sua eficiência e eficácia comprometida, em consequência da não realização. Será necessário, também aqui, boa coordenação para que o trabalho possa ser levado à cabo.

Serão necessários ajustes e clara determinação de responsabilidades, já que algumas das ações descritas estão formuladas de forma repetitiva, devendo ser excluídas ou mescladas com outras, conforme recomendações a seguir.

Custos e prazos estão determinados nas justificativas a seguir.

Os mecanismos e procedimentos para avaliação sistemática deverão ser determinados, preferencialmente em nível de Diretoria, para seguimento e implementação das Gerências de Manutenção concernentes. O monitoramento e efetiva avaliação regular, podem ficar à cargo dos responsáveis pela Drenagem Urbana que integrem o Núcleo Gestor do PMSB.

4.6.2 Justificativas e Recomendações:

Ações “a”, “b” e “d”: Não realizadas.

Contexto: Não houve mobilização e articulação institucional para execução. Considera-se que esta é uma missão institucional da Secretaria de Educação.

Recomendação: Através do Núcleo Gestor do PMSB, ou alternativamente, pela Divisão de Elaboração de Projetos (pode-se considerar conceber Projetos de Segurança, Prevenção e Orientação quanto à drenagem e seus efeitos), coordenar com a Secretaria da Educação formalmente, para implementação dessas ações, com revisão e edição técnica da SEISP.

Uma linha a seguir é a contratação de Palestras com Profissionais experientes e envolvidos na área da drenagem, incentivar trabalhos sobre o tema e correlatos, competências

entre Universidades com o tema, entre outros artifícios didáticos para a conscientização da população e promoção da educação ambiental.

Prazo: Ação de Curto Prazo (1 ano a 3 anos).

Custo: A ser estimado em conjunto com a Secretaria da Educação e de Comunicação, se possível.

Já Palestras de Engenheiros de carreira consagrada na matéria, deverão custar, entre honorários e custos operacionais, algo em torno de R\$150.000,00 por evento.

Expectativa com o atendimento destas recomendações: Primordiamente espera-se alcançar satisfatória conscientização da população, promover o incentivo à inovação no uso e proliferação de técnicas compensatórias, com estímulo ao envolvimento da comunidade palmense como um todo (pessoas físicas e jurídicas).

Secundariamente espera-se, obviamente, que taxa de percolação das águas pluviais aumente.

Ação “c”: Não realizada.

Contexto: Ainda que se possa discutir a respeito da eficiência dos dispositivos de drenagem sustentável nas condições locais de Palmas, e que seja necessário fazer estudos para comprovação de determinados métodos, é fato que através do Decreto nº 1.490, de 30 de outubro de 2017, o Programa Palmas Mais Verde prevê incentivos e critérios de orientação para a construção de estruturas de controle e/ou manejo, como calçamentos permeáveis e outras intervenções (inciso II do Art.2º) para promover infiltração da água pluvial no solo, em logradouros públicos. Contudo, nos lotes privados não há regulamentação.

Recomendações: Estabelecer, através de Decreto, nos moldes do Programa Palmas Mais Verde, regulamentação com condições, incentivos e critérios para a construção de estruturas de controle nos lotes, como pavimentos permeáveis, trincheiras de infiltração, reservatórios de retenção para reuso no lote, com aproveitamento da água pluvial para fins não potáveis (como rega de jardins e limpeza em geral).

Promover os estudos necessários, através de convênio com Universidades e empresas, para registro e análise dos resultados dos métodos adotados.

Prazo: Ação de médio prazo (próximos 4 anos).

Custo: A definir, de forma colegiada, com a participação dos corpos técnicos da Secretaria de Desenvolvimento Urbano e da Fundação Municipal do Meio Ambiente, um Termo de Referência para o decreto proposto. Orçar a partir desse documento.

A definir, de forma colegiada, com participação dos orientadores da(s) Universidade(s) conveniada(s), um instrumento de convênio para promoção dos estudos necessários e orçar a partir das ações previstas.

Expectativa com o atendimento destas recomendações: Normatizar as construções, com diretrizes no Código de Obras do município, dentro dos padrões estabelecidos pelo município para que a taxa de percolação/infiltração das águas pluviais aumente.

Ação “e”: Não realizada.

Contexto: Esta ação, descrita no PMDU 2014, está repetida. É a mesma programada no **item 4.6.2.a)**, possivelmente um mero engano na edição do Plano anterior.

Recomendação: Excluir e considerar apenas o item 4.6.2.a).

Prazo: o mesmo previsto no item 4.6.2.a).

Custo: o mesmo previsto no item 4.6.2.a).

Expectativa com o atendimento desta recomendação: a mesma prevista no item 4.6.2.a).

Ação “f”: Executada.

Recomendação: Manter fiscalização constante, sob responsabilidade da Secretaria de Desenvolvimento Urbano, com aplicação de multas por descumprimento das normas vigentes, para promover maiores taxas de infiltração no solo e correto manejo das águas pluviais, mitigando entupimentos de galerias e bocas de lobo.

Prazo: Ação imediata, de forma constante.

Custo: Associado à operação da Secretaria de Desenvolvimento Urbano.

Expectativa com o atendimento desta recomendação: Garantir que as construções ocorram dentro dos padrões estabelecidos pelo município para que a taxa de percolação/infiltração das águas pluviais aumente e o carreamento de detritos sólidos e resíduos inadequadamente dispostos, diminua.

4.7. PROGRAMA DE ATENDIMENTO DE NORMATIVAS LEGAIS

Neste programa são previstas ações para o atendimento das normativas de licenciamento ambiental das obras de drenagem urbana, sejam com medidas estruturais e/ou não-estruturais, bem como da aplicação das condicionantes determinadas nos Planos de Controle Ambiental.

Programa	Ações	Realizado	Não Realizado	Realizado parcialmente
Programa de Atendimento de Normativas Legais	a) Regularizar o licenciamento ambiental das unidades que compõem o Sistema de Drenagem Urbana;	X		
	b) Efetuar o licenciamento ambiental das novas unidades que compõem o sistema de drenagem urbana;	X		
	c) Implantação eficiente do Programa de Controle Ambiental-PCA durante a execução das obras de drenagem urbana, conforme licenciamento ambiental.	X		

4.7.1 Análise:

Palmas tem uma legislação abrangente que determina instrumentos e estratégias para promover a preservação de seus recursos naturais. Dessa forma, acrescida de boa aplicação no setor de obras públicas, a eficiência tem sido alta, e a eficácia deve ser mensurada a partir dos mecanismos de controle e monitoramento de índices, que são apresentados na última parte deste Plano Municipal.

Não são necessárias modificações, apenas continuidade das atividades e ações previstas.

4.8. AÇÕES PARA EMERGÊNCIAS, CONTINGÊNCIAS E MONITORAMENTO

Para garantia da eficácia e regularidade dos serviços prestados, deverão ser estruturados planos para ações emergenciais e contingenciais de forma que qualquer eventualidade previsível tenha diretrizes antecipadamente traçadas, que definam as ações a serem implementadas, os responsáveis pelas mesmas, os envolvidos, a forma de ação, etc.

A tomada de atitudes políticas e institucionais para ações emergenciais na operação dos serviços públicos de macrodrenagem podem ser:

- Predição por parte da Defesa Civil.
- Evacuação de populações e bens nas áreas de risco.
- Atendimento emergencial de acidentes.
- Mobilização do funcionalismo público municipal no atendimento às demandas de atuação pessoal.
- Mobilização do empresariado para apoios operacionais e financeiros.
- Atuação jurídico-institucional nos decretos de situação de emergência e/ou calamidade pública.
- Ações administrativas para obtenção de recursos junto aos governos estadual e federal.
- Contratações emergenciais de empresas prestadoras de serviços.
- Outras ações assemelhadas típicas de acidentes naturais.

4.8.1. Emergências na Drenagem Urbana

Trata-se da organização de ações emergenciais em caso de avarias nas estruturas e instalações, bem como potencial para impactar pessoas e logradouros.

As emergências, em geral e não limitadas à lista abaixo, estarão vinculadas às seguintes ocorrências:

1. Rupturas de estruturas de canais, tanques, reservatórios e sustentação em geral;
2. Entupimentos e obstruções de galerias, bocas de lobo, caixas de passagem;
3. Assoreamento de dutos e canais;
4. Deslizamento de solos marginais ou conexos às obras ou moradias;
5. Chuvas intensas nos horários de pico de circulação, com potencial de arrasto de automóveis e pessoas;
6. Deslizamento de encostas e taludes;
7. Problemas de interrupção ou bloqueios de acesso à moradias ou serviços particulares de terceiros;
8. Outras eventualidades.

O controle, monitoramento e atendimento às intervenções e/ou reparos necessários em curto espaço de tempo deverá ser objeto de manuais e protocolos de Manutenção e Operação do Sistema de Drenagem Urbana.

Recomendações: Desenvolver Manual de Drenagem Urbana de Palmas, com todas as diretrizes e instruções para plena manutenção e operação das redes, estruturas e dispositivos que compõe o sistema de drenagem urbana do município.

Desenvolver, em conjunto com a Defesa Civil Municipal e Estadual, um Planejamento Estratégico contemplando todas as atividades necessárias para atuação nas ações emergenciais.

4.8.2. Contingências

As ações contingenciais envolverão a sua organização, em caso de incidentes e acidentes naturais ou não, que influam na prestação dos serviços públicos e no funcionamento do sistema de drenagem urbana. De forma preventiva é necessário promover:

1. Treinamento permanente de equipes no atendimento de situações de emergência; e
2. Estabelecimento de normas e de campanhas permanentes de vistorias e identificação de locais com possíveis problemas no sistema de escoamento pluvial, e como agir nessas circunstâncias (ver **Figura 4-I**).

Nos casos de urgência, as ações poderão ser mobilizar distintas frentes de atuação, dependendo da gravidade e extensão da ocorrência. As ações a serem consideradas são:

1. Predição por parte da Defesa Civil;
2. Evacuação de populações e bens nas áreas de risco. Atendimento emergencial de acidentes;
3. Mobilização do funcionalismo público municipal no atendimento às demandas de atuação pessoal;
4. Mobilização do empresariado para apoios operacionais e financeiros;
5. Atuação jurídico-institucional nos decretos de situação de emergência e calamidade pública;
6. Ações administrativas para obtenção de recursos junto aos governos estadual e federal;
7. Contratações emergenciais de empresas prestadoras de serviços;
8. Administração de crises de estiagem severa;
9. Outras ações assemelhadas típicas de acidentes naturais.

RECOMENDAÇÕES

PERÍODO CHUVOSO

Alerta de Enchente (antes da enchente):

- Ficar sempre atento para aos alertas emitidos pela Defesa Civil, divulgações em rádios, TVs, jornais e outros informativos;
- Siga as orientações da Defesa Civil, saindo o quanto antes do local com previsão de ser inundado ou alagado.
- Jamais enfrente a enchente, a maioria dos resgates nos casos de enchentes é de pessoas que a enfrentaram;
- Não queira retirar tudo de sua residência ou local de morada, retire apenas aquilo que for viável antes que o local seja atingido;
- Procurar sempre se abrigar em local seguro, casas de parentes, amigos ou abrigos públicos;
- Pessoas que residem ou possuam propriedades abaixo (jusante) de Usinas Hidrelétricas e Barragens, estar sempre atentas ao nível dos rios e informações fornecidas para que não possam ser surpreendidos com o aumento do nível do rio em caso de abertura de comportas (UHEs) ou rompimento de barragem.

Alerta de Enchente (Depois da enchente):

- Siga os conselhos da Defesa Civil. Regresse a casa só depois de lhe ser dada essa indicação.
- Preste atenção às indicações difundidas pela comunicação social.
- Facilite o trabalho das equipes de remoção e limpeza da via pública.
- Ao entrar em casa, faça uma inspeção que lhe permita verificar se a casa ameaça ruir. Se tal for provável, não entre.
- Não pise nem mexa em cabos elétricos caídos. Não se esqueça de que a água é condutora de eletricidade.

PERÍODO DE ESTIAGEM

A Defesa Civil Estadual informa que o tempo seco aumenta o risco de incêndios florestais. Com isso recomenda-se à população, não fazer fogueiras e também não jogar pontas de cigarros para fora dos veículos. Além disso, os motoristas que trafegarem por regiões sujeitas a incêndios deverão ter atenção redobrada devido à visibilidade reduzida pela fumaça. Para a população em geral, não colocar fogo em folhas ou galhos secos e principalmente nos terrenos baldios.

A Defesa Civil Estadual orienta a todos que durante o período de estiagem, na qual há aumento de temperatura e baixa Umidade Relativa do Ar (UR%), tomem certos cuidados, como evitar atividades ao ar livre entre 10h e 16h, bebam bastante água, evitem banhos quentes e demorados e não se exponham por muito tempo ao ar-condicionado, além de usar protetor solar.

UMIDADE RELATIVA DO AR		
Entre 20 e 30% Estado de Atenção	Entre 12 e 20% Estado de Alerta	Abaixo de 12% Estado de Emergência
Evitar exercícios físicos ao ar livre entre 11 e 15 horas.	Observar as recomendações do "Estado de Atenção".	Observar as recomendações do "Estado de Atenção" e do "Estado de Alerta".
Umidificar o ambiente.	Suprimir exercícios físicos e trabalhos ao ar livre entre 10 e 16 horas.	Determinar a interrupção de qualquer atividade ao ar livre entre 10 e 16 horas como aulas de educação física, coleta de lixo, entrega de correspondência, etc.
Sempre que possível, permanecer em locais protegidos do sol, em áreas vegetadas, etc.	Evitar aglomerações em ambientes fechados.	Determinar a suspensão de atividades que exijam aglomerações de pessoas em recintos fechados como aulas, cinemas, etc., entre 10 e 16 horas.
	Usar soro fisiológico para olhos e narinas	Mantiver umidificados os ambientes internos, principalmente quartos de crianças, hospitais, etc.

Fonte: CPTEC.

ERISVALDO DE OLIVEIRA ALVES – TC QOBM
Superintendente do Comando de Ação de Defesa Civil

Figura 4-I: Recomendações de atuação em situações de emergência provocada por chuvas

4.8.3. Monitoramento

Para monitorar os serviços públicos de drenagem, através do registro permanente de indicadores adotados pelo SNIS – Serviço Nacional de Informações de Saneamento, sugerimos a adoção da tabela reproduzida a seguir (**Tabela 4-I**), com registro mensal e devido arquivamento para análise anual.

Tabela 4-I: Informações em boletins mensais e anuais sobre Drenagem Urbana

Item	Informação	Unidade de Medida	Valor Medido no Período	Descritivo da Situação (*)
01	População atendida	Hab.		
02	Registro de chuvas no período	eventos/mm		
03	Alagamento de Logradouros	Quantidade		
04	Locais de transbordamento de rios	Quantidade		
05	Horas de interdição de tráfego	h		
06	Desmoronamento de construções	Eventos		
07	Deslizamentos de solo	Eventos		
08	Injúrias de Vítimas	Pessoas		
09	Falecimento de Vítimas	Pessoas		

(*) Classificar em S=satisfatório / R=razoável / M=melhorar

4.9. Planos para Atendimento à demandas permanentes e temporárias

Estes planos serão preparados para cada situação crítica, preferencialmente.

A seguir elencamos alguns possíveis planos que devem ser elaborados caso-a-caso, e programadas revisões periódicas do rol de emergências e contingências potenciais com atualização dos respectivos planos de ação pelos agentes envolvidos na operação, fiscalização e controle da prestação dos serviços.

✓ **Plano de Estruturação da Drenagem**

Delegar ações à equipe/Patrolha de Drenagem com objetivo de:

- o Limpeza e desassoreamento das estruturas de drenagem, visando atuação rápida na presença de resíduos sólidos nas galerias de águas pluviais além de materiais de grande porte, como entulhos, móveis, carcaças de eletrodomésticos entre outros.
- o Desentupimento de tubulações de drenagem com hidro jatos.
- o Mapeamento das estruturas de drenagem, limpando acessos para inspeção.
- o Mapeamento de pontos de erosão, assoreamento e alagamento. acionando aos respectivos setores para a recuperação e recomposição das margens destes canais ou ainda a manutenção com remoção de materiais sólidos carregados. Implantação de proteções nas margens junto a lançamentos e confluências de escoamento em caráter emergencial quando necessário.
- o Comunicação ao setor responsável para que sejam tomadas as medidas cabíveis para a solução do problema.
- o Visitação/inspeção periódica aos pontos de lançamentos das águas pluviais.

✓ **Plano de Atendimento Temporário para ocorrência de alagamentos e inundações**

Coordenar ações com a Defesa Civil com objetivo de:

- o Mobilização imediata dos setores competentes para a realização de manutenção na microdrenagem e acionar autoridade de trânsito para traçar rotas alternativas evitando agravamento nos pontos de alagamento.
- o Acionar o setor responsável (Prefeitura/Defesa Civil/Vigilância Sanitária) para a verificação de riscos e danos a população. Além disso, realizar comunicação ao setor de assistência social quanto a mobilização de equipes de apoio no caso de desabrigados e/ou risco de veiculação de doenças. Proposição para resolução do evento priorizando a rapidez.

✓ **Plano de informação e educação para preservação do sistema de drenagem**

Coordenar com a Secretaria da Educação e a Secretaria de Comunicação com objetivo de:

- o Informar sobre a importância de preservação do sistema de drenagem em suas diversas estruturas através de propaganda pública.
- o Orientar ações necessárias em caso de emergências.

4.9.1 Diretrizes para intervenções em casos de erosão nos canais e corpos hídricos

Os estudos formulados em (COLLISCHONN 1998)⁴ nos ajudam a determinar algumas diretrizes para prevenção dos casos de erosão das margens de córregos e rios urbanos, a saber:

- ✓ **Manutenção Preventiva do Dispositivo de Descarga:** contempla a manutenção profilática e periódica da solução adotada no canal natural com o uso de gabiões e enrocamentos para o controle da erosão. Trata-se da alternativa menos onerosa no curto prazo, apesar de haver risco de aumento do processo erosivo se esta manutenção não ocorrer de forma adequada. Estas ações deverão ocorrer regularmente e o canal natural deverá ser permanentemente monitorado.
- ✓ **Obras de Proteção do Canal Natural:** consiste da construção de estruturas de proteção ao canal natural, que deverão ser dimensionadas em concreto ou outro material que garanta a proteção dos taludes e fundo. Este canal deverá ser dimensionado hidraulicamente de forma a dissipar a energia excedente e controlar as velocidades máximas. Ele poderá ser complementado por estruturas de dissipação de energia dado os grandes desníveis entre a saída da galeria e o exutório desta drenagem no córrego em questão.
- ✓ **Divisão da Vazão entre o Canal Natural e o Canal Escavado:** esta estratégia estabelece a divisão da vazão entre o canal natural e o canal escavado através da construção de uma estrutura em concreto. O princípio é deixar o fluxo de água seguir pelo canal natural para baixas vazões e, ao atingir determinada descarga líquida, o excedente ser direcionado para o canal escavado, que a princípio foi dimensionado para controlar as velocidades e assim evitar erosão. Desta forma, o canal natural existente continuaria recebendo um aporte de água e sedimentos, mas tenderia a diminuir a erosão.

Normalmente os processos erosivos são geradores do problema de assoreamento (depósito sedimentar à jusante dos colapsos de terreno ou taludes), e a alternativa proposta é o simples monitoramento periódico do assoreamento com execução de dragagens sempre que necessário. Os registros físicos (diários de campo) devem considerar profundidade no local alvo, volume e velocidade de escoamento as águas pluviais.

5. REVISÃO DOS MECANISMOS E PROCEDIMENTOS DE CONTROLE SOCIAL, INSTRUMENTOS E INDICADORES PARA AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA, EFICÁCIA E EFETIVIDADE DAS AÇÕES PROGRAMADAS

5.1. CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES

Estudos atuais (Baum, 2021) evidenciam que o gerenciamento efetivo das águas pluviais urbanas nos municípios brasileiros enfrenta impasses, como a baixa disponibilidade de dados e capacidade técnica limitada nos órgãos e entidades responsáveis. Uma alternativa para superar parcialmente esses impasses seria um adequado conjunto de indicadores.

Contudo, os mecanismos e procedimentos de controle social, bem como os instrumentos e indicadores para avaliação da eficiência, eficácia e efetividade de ações programadas, que são essenciais para garantir que a drenagem urbana seja planejada e executada de maneira responsável, eficaz e adaptada às necessidades da comunidade, contribuindo para a qualidade de vida das pessoas e para a sustentabilidade das cidades, dependem justamente de dados bem registrados e capacidade técnica na gestão dos serviços.

Para adequar e manter a eficiência do sistema de drenagem, é preciso conhecer seus problemas e as relações com os demais sistemas de infraestrutura. A construção de indicadores de desempenho que contribuam para essa avaliação é uma forma de ação. Dessa maneira, a interação entre Secretarias do Executivo Municipal com deliberações conjuntas será componente relevante para maior eficiência do serviço público. No contexto da drenagem urbana, apresentamos a seguir as ações mais comumente mensuradas, para contínua avaliação:

I. Gestão das Águas Pluviais: A drenagem urbana adequada é crucial para evitar inundações, erosão do solo e a contaminação de corpos d'água por poluentes transportados pelas águas pluviais. O controle social ajuda a garantir que os projetos de drenagem sejam planejados e executados de maneira sustentável, considerando não apenas as necessidades e demandas sociais presentes, mas também as futuras.

II. Participação da Comunidade: Envolvendo a comunidade local no processo de planejamento e tomada de decisões relacionadas à drenagem urbana, obtém-se uma perspectiva mais ampla das necessidades, demandas e preocupações da população. Isso pode resultar em soluções mais eficazes, adaptadas às condições locais, e consequentemente com engajamento e compromisso social.

III. Transparência e Prestação de Contas: A implementação de mecanismos de controle social, como audiências públicas e consultas populares, aumenta a transparência do processo de tomada de decisões. Isso ajuda a garantir que as ações programadas sejam conduzidas de maneira ética e responsável, com prestação de contas aos cidadãos.

IV. Avaliação de Resultados: O uso de indicadores para avaliar a eficiência, eficácia e efetividade das ações programadas permite que os responsáveis pela drenagem urbana monitorem e analisem os resultados alcançados. Isso ajuda a identificar problemas, ajustar abordagens e melhorar os projetos futuros.

V. Redução de Riscos e Custos: Uma gestão adequada da drenagem urbana pode reduzir os riscos de inundações, danos à infraestrutura e prejuízos econômicos. Ao avaliar constantemente a eficácia das ações implementadas, é possível identificar lacunas e realizar melhorias que levem à evolução do sistema como um todo, da funcionalidade da rede e à consequente redução dos custos no longo prazo.

VI. Resiliência Climática: Com as mudanças climáticas, os eventos climáticos extremos, como chuvas intensas, estão se tornando mais frequentes, além de alterações no regime pluviométrico. Mecanismos de avaliação constante das ações permitem que as autoridades se adaptem mais rapidamente a essas mudanças, implementando medidas de resiliência.

VII. Desenvolvimento Sustentável: O planejamento da drenagem urbana não deve ser isolado, mas

sim integrado ao desenvolvimento urbano sustentável. Mecanismos e procedimentos claros ajudam a garantir que as ações programadas considerem aspectos estruturais, econômicos e ambientais de forma equilibrada.

5.2. PROCEDIMENTOS E INDICADORES

O desenvolvimento urbano tem causado ao longo dos anos grandes alterações nas características originais das cidades brasileiras. Como consequência disto, a gestão urbana tornou-se um tema bastante discutido e com relevante importância na minimização dos efeitos do desenvolvimento desordenado.

Em virtude das constantes alterações do ambiente urbano, a adequada gestão necessita de monitoramento constante de modo a garantir o controle das intervenções realizadas sobre o meio.

Assim, a busca por ferramentas que traduzam o comportamento do ambiente urbano é um fator essencial para o planejamento e execução de ações, monitoramento das condições urbanas e sociais, assim como avaliação de programas e projetos.

Neste contexto, os indicadores representam uma forma de avaliar a quantidade e qualidade dos serviços de saneamento prestados à população, dentre os quais se encontram os serviços de drenagem urbana.

Neste relatório apresentam-se indicadores, índices, objetivos e metas em complementação ao Plano Municipal de Drenagem Urbana de 2014 para aprimoramento dos processos de monitoramento dos serviços de drenagem urbana no município de Palmas/TO. Caberá ao Corpo Técnico previsto no Organograma da SEISP cálculo, parametrização e referenciamento dos Indicadores, com os dados mais atualizados possíveis, é uma das ações prioritárias no seguimento do processo iniciado com este Plano. O propósito desses indicadores, taxas e índices é servir de referência para o prestador do serviço (no caso, a SEISP), através da sistematização na coleta de dados em campo ao longo do ano, seu registro e processamento para que sejam possíveis as avaliações de eficiência, eficácia e efetividade dos programas, projetos e ações.

A drenagem urbana nos municípios desempenha um papel crucial na gestão da água e na prevenção de inundações. Com uma população crescente, o operador do serviço de drenagem em Palmas enfrenta desafios constantemente para acompanhar o desenvolvimento demográfico. Essa demanda é agravada, em termos de necessidade de corpo técnico disponível, pela necessidade de considerar indicadores epidemiológicos e sanitários, visando a saúde pública. A inadequada drenagem urbana pode resultar em acúmulo de água parada, criando ambientes propícios para a proliferação de doenças transmitidas por vetores, como a dengue e o zika vírus. Além disso, a estagnação de água também pode contaminar fontes de água potável, afetando diretamente os indicadores sanitários do município.

Os mecanismos de controle social referem-se às formas pelas quais a sociedade participa e influencia as decisões e políticas públicas. No contexto de serviços de drenagem urbana, isso pode envolver a colaboração entre autoridades municipais, especialistas em engenharia e os cidadãos. Participação em audiências públicas, grupos de trabalho e divulgação de informações são exemplos de mecanismos de controle social que podem influenciar a efetividade dos serviços de drenagem urbana.

5.2.1. Procedimentos para a realização de monitoramento e avaliação contínua dos objetivos e metas

Ao analisar os indicadores epidemiológicos, é crucial considerar a relação entre o sistema de drenagem e a disseminação de doenças. Uma drenagem inadequada pode levar a enchentes, que por sua vez aumentam o risco de doenças gastrointestinais e de veiculação hídrica, devido à contaminação da água e do ambiente.

Procedimento #1: Correlacionar Evolução do Sistema de Drenagem (através do ICR - Índice de Cobertura de Rede) com o Número Total de casos de doenças gastrointestinais e de veiculação hídrica. Quanto maior o ICR, menor deverá ser a quantidade de casos.

No âmbito demográfico, o crescimento populacional impacta diretamente a demanda por infraestrutura de drenagem. A expansão urbana desordenada e a impermeabilização do solo aumentam o risco de inundações e comprometem a qualidade de vida da população, pois possibilitam maiores vazões superficiais e dificultam a infiltração da água pluvial, que a rigor permite a realimentação do lençol freático.

Portanto, uma abordagem abrangente para a drenagem urbana deve considerar não apenas os aspectos físicos da infraestrutura, mas também os indicadores de demografia. Investimentos em sistemas de drenagem sustentáveis e planejamento urbano adequado são essenciais para garantir um ambiente funcional e resiliente para os munícipes, usuários do serviço público de drenagem urbana.

Procedimento #2: Correlacionar os Indicadores de Crescimento Populacional e adensamento urbano em regiões específicas da cidade, principalmente aquelas sabidamente impactadas por problemas ocasionados após as precipitações, com os Investimentos Realizados nessas localidades para a infraestrutura de drenagem. Quanto maior o Investimento Realizado, menor deverá ser a quantidade de casos de problemas relacionados à drenagem.

5.2.2. Indicadores de Desempenho para avaliação da prestação dos serviços de drenagem urbana e manejo das águas pluviais em Palmas

A avaliação da prestação de serviços de drenagem urbana e manejo de águas pluviais envolve a análise de diversos aspectos técnicos, operacionais e financeiros para garantir o bom funcionamento desses sistemas e a eficácia na gestão das águas pluviais. A utilização de indicadores nos campos de análise de interesse ajuda a avaliar o desempenho e identificar áreas de melhoria. Para monitorar o desempenho e a eficácia do sistema, foram selecionados alguns indicadores com base nas condições atuais do município de Palmas. A sua utilização pode trazer benefícios como uma ferramenta de análise de eficiência e eficácia do sistema de drenagem, com os resultados direcionados ao benefício dos usuários.

Através da aplicação e acompanhamento dos planos, programas, projetos e outras medidas de controle os indicadores serão de extrema utilidade no auxílio ao processo de gestão de drenagem urbana do município. A sua utilização está vinculada à obtenção de dados e ao monitoramento dos parâmetros, estando eles diretamente relacionados à confiabilidade dos dados coletados e utilizados.

A escolha dos indicadores irá aperfeiçoar-se com o tempo e com a experiência adquirida pelos gestores, podendo ser retirados ou incluídos a qualquer momento, a fim de otimizar o seu grau de confiabilidade. Contudo, ao contrário dos demais serviços de saneamento básico, o sistema de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas não possui referências históricas para se fazer um comparativo dos indicadores técnicos, operacionais e financeiros.

Em 2016 o Sistema Nacional de Informações de Saneamento Básico - SNIS, lançou uma relação de índices para coleta de dados sobre o serviço de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas.

Alguns indicadores aqui recomendados, com base no Manual de Drenagem Urbana de São Paulo, permitem referenciamento qualitativo imediato, e outros deverão ser parametrizados comparativamente com cidades escolhidas, participantes do SNIS-AP, segundo perfil adequado ao prognosticado para as próximas etapas do serviço em Palmas.

Propomos a adoção de indicadores já consagrados pela literatura especializada, que foram divididos em oito campos de análise, a saber: operacional, grau de impermeabilização do solo, gestão da drenagem urbana, abrangência do sistema de drenagem, avaliação do serviço de drenagem pluvial, gestão de eventos hidrológicos extremos, interferências à eficácia do sistema de drenagem e salubridade ambiental (**Tabela 5-I**).

Para fins práticos, recomendamos a adoção da sigla **IMAP – Indicadores de Manejo de Águas Pluviais**, terminologia também já consagrada pelo uso corrente em diversos Planos Diretores e Municipais da Drenagem, e assim para este trabalho, utilizamos a mesma nomenclatura. Na sequência são elencadas e detalhadas as fórmulas de cálculo dos indicadores referentes aos campos de análise definidos.

Tabela 5-I: Indicadores de Desempenho propostos

Campo de Análise	Indicador	Unidade de Medida
1. Operacional	Índice de atendimento urbano de água pluviais (IMAP1)	%
2. Grau de permeabilidade do solo	Nível de urbanização (IMAP2)	%
	Nível de áreas verdes urbanas (IMAP3)	m²/hab.
	Densidade de domicílios na Área Urbana (IMAP4)	domicílios/ha
3. Gestão da drenagem urbana	Cadastro de rede existente (IMAP5)	%
4. Abrangência do sistema de drenagem	Cobertura do sistema de drenagem superficial (IMAP6)	%
	Cobertura do sistema de drenagem subterrânea (IMAP7)	%
	Investimento per capita em drenagem urbana (IMAP8/IN049)	R\$/hab./ano
	Taxa de Cobertura de vias públicas com redes ou canais pluviais subterrâneos na área urbana do Município (IN021)	%
5. Avaliação do serviço de drenagem pluvial	Limpeza e desobstrução de galerias (IMAP9)	%
	Limpeza e desobstrução de canais (IMAP10)	%
	Limpeza e desobstrução de bocas de lobo (IMAP11)	%
6. Gestão de eventos hidrológicos extremos	Incidência de alagamentos no município (IMAP12)	Eventos/ Ano
	Incidência de erosão nas bacias urbanas do município (IMAP13)	Eventos/ Ano
7. Interferência à eficácia do sistema de drenagem	Cobertura de serviços de coleta de resíduos sólidos (IMAP14)	%
	Proporção de vias atendidas por varrição ao menos 2 vezes por semana (IMAP15)	%
8. Salubridade Ambiental	Índice de Qualidade das Águas (IQA)	0-100
	Incidência de leptospirose (IMAP16)	%
	Incidência de outras doenças de veiculação hídrica (IMAP17)	%

5.2.2.1 Operacional

Fornece informações sobre a cobertura dos serviços prestados.

IMAP1: Índice de atendimento urbano de águas pluviais (%)

$$IMAP1 = \frac{\text{população atendida com a coleta de águas pluviais}}{\text{população total do município}} * 100$$

Referência qualitativa imediata

Ótimo	Bom	Regular	Ruim
80-100%	60-79%	40-59%	< 40%

Adicionalmente, como parâmetro utilizável para referenciamento de abrangência, deve-se determinar a Densidade de captações de águas pluviais na área urbana do Município, segundo fórmula correspondente do SNIS-AP (IN051), conforme segue:

IN051

Densidade de captações de águas pluviais na área urbana
(unidades/km²)

$$IN051 = \frac{\text{Quantidade de bocas de lobo existentes no município} + \text{Quantidade de bocas de leão ou bocas de lobo múltiplas (duas ou mais bocas de lobo conjugadas) existentes no município}}{\text{Área urbana total, incluindo áreas urbanas isoladas}}$$

5.2.2.2 Grau de Impermeabilização do Solo

Fornecem informações sobre as modificações do ambiente urbano devido ao processo de urbanização.

IMAP2: Nível de urbanização (%)

$$IMAP2 = \frac{\text{população urbana}}{\text{população total}} * 100$$

Nota: Este indicador é o IN042 do SNIS-AP, de forma que o referenciamento comparativo poderá ser realizado com outras capitais, por exemplo.

IMAP3: Nível de áreas verdes urbanas (m²/habitante)

$$IMAP3 = \frac{\text{áreas verdes (m}^2\text{)}}{\text{população urbana (hab.)}}$$

Nota: A quantidade mínima preconizada pela Organização Mundial da Saúde (OMS) é de 12 m² de área verde por habitante, e a ideal é de 36 m²/habitante. Quanto mais áreas verdes, maior será a parcela de infiltração de águas pluviais no solo.

IMAP4: Densidade de domicílios na Área Urbana (domicílios/hectare)

$$IMAP4 = \frac{\text{quantidade total de domicílios urbanos}}{\text{Área urbana total}} * 100$$

Nota: Este indicador é o IN044 do SNIS-AP, de forma que o referenciamento comparativo poderá ser realizado com outras capitais, por exemplo.

Referência qualitativa imediata

Muito Alta	Alta	Moderada	Baixa
85-100%	70-84%	50-69%	< 50%

5.2.2.3 Gestão da drenagem urbana

Este indicador permite ter informações de redes cadastradas versus redes estimadas (e/ou projetadas).

IMAP5: Cadastro de rede existente (%)

$$IMAP5 = \frac{\text{extensão de redes cadastradas}}{\text{extensão total de redes (estimadas)}} * 100$$

Nota: Quanto mais próximo de 1,00 melhor a condição para monitoramento e manutenção, já que o cadastro das redes e seus dispositivos permitirá efetivo controle sobre ocorrências como obstruções, rompimentos, falhas e outras eventualidades no funcionamento do sistema de drenagem.

5.2.2.4 Abrangência do sistema de drenagem

Estes indicadores de abrangência do sistema de drenagem visam avaliar os avanços obtidos através da implantação de dispositivos, além da própria cobertura do sistema. Os investimentos em infraestrutura são mensurados dividindo-se o que foi efetivamente realizado em melhorias e expansões da rede de drenagem pelo intervalo de tempo (geralmente ano a ano), incluindo construção de novas estruturas e reabilitação das existentes.

IMAP6: Cobertura do sistema de drenagem superficial (%)

$$IMAP6 = \frac{\text{área beneficiada com o sistema de drenagem superficial}}{\text{área total do município}} * 100$$

Referência qualitativa imediata

Excelente	Ótimo	Bom	Ruim
85-100%	70-84%	50-69%	< 50%

IMAP7: Cobertura do sistema de drenagem subterrânea (%)

$$IMAP7 = \frac{\text{área beneficiada com o sistema de drenagem subterrânea}}{\text{área urbana total do município}} * 100$$

IMAP8: Investimento per capita em drenagem urbana (R\$/habitante/ano)

$$IMAP8 = \frac{\text{valor investido em drenagem (R\$)}}{\text{população total}}$$

Nota: Este indicador é o IN049 do SNIS-AP, de forma que o referenciamento comparativo poderá ser realizado com outras capitais, por exemplo. Ele mede o investimento financeiro em projetos de drenagem urbana em relação às necessidades identificadas. Um alto índice sugere um compromisso robusto com a melhoria dos serviços.

Adicionalmente, como parâmetro utilizável para referenciamento de abrangência, deve-se determinar a Taxa de Cobertura de vias públicas com redes ou canais pluviais subterrâneos na área urbana do Município, segundo fórmula correspondente do SNIS-AP (IN021), conforme segue:

IN021

Taxa de cobertura de vias públicas com redes ou canais pluviais subterrâneos na área urbana (%)

Extensão total de vias públicas urbanas com redes ou canais de águas pluviais subterrâneos

IN021 = X 100

Extensão total de vias públicas urbanas do município

5.2.2.5 Avaliação do serviço de drenagem pluvial

Estes indicadores fornecem informações sobre os serviços de inspeção, limpeza e manutenção dos seguintes elementos do sistema de drenagem. Acompanham a frequência e a qualidade das atividades de limpeza e manutenção de componentes do sistema de drenagem, visando evitar obstruções e garantir o funcionamento adequado da rede. Quanto mais altos os valores destes índices, maior compromisso com a manutenção do sistema. É fundamental a adoção de registros de campo das ações de manutenção em períodos fixos, pré-determinados de acordo com o regime de chuvas.

IMAP9: Limpeza e desobstrução de galerias (%)

$$IMAP9 = \frac{\text{número de galerias limpas/desobstruídas}}{\text{número de galerias existentes}} * 100$$

IMAP10: Limpeza e desobstrução de canais (%)

$$IMAP10 = \frac{\text{número de canais limpos/desobstruídos}}{\text{número de canais existentes}} * 100$$

IMAP11: Limpeza e desobstrução de bocas de lobo (%)

$$IMAP11 = \frac{\text{número de bocas de lobo limpas/desobstruídas}}{\text{número de bocas de lobo existentes}} * 100$$

5.2.2.6 Gestão de eventos hidrológicos extremos

Este indicador avalia a ocorrência de inundação e alagamento. Mede a frequência das inundações e alagamentos em áreas urbanas, em determinado intervalo de tempo. Assim, quanto menor o índice, mais eficaz é o sistema de drenagem para prevenir as inundações e os alagamentos.

IMAP12: Incidência de alagamento no município (eventos/ano)

$$IMAP12 = \frac{\text{frequência de ocorrência de alagamentos (número de eventos)}}{\text{período de tempo (ano)}}$$

Nota: Quanto mais próximo de 0,00 melhor a condição de escoamento das águas pluviais.

Este indicador avalia a ocorrência de processos erosivos nas bacias urbanas, principalmente aquelas em que há muitos pontos de descarga da rede subterrânea, na zona ripária dos corpos hídricos receptores.

IMAP13: Incidência de erosão nas bacias urbanas do município (eventos/ano)

$$IMAP13 = \frac{\text{frequência de ocorrência de erosões (número de eventos)}}{\text{período de tempo (ano)}}$$

Nota: Quanto mais próximo de 0,00 mais estáveis os taludes dos corpos receptores da macrodrenagem. É importante que seja medido nos lançamentos identificados no prognóstico deste trabalho.

Considerações Técnicas

Número de Pontos de assoreamento Número de Pontos de erosão

O aumento da erosão no meio urbano implica a redução da área de escoamento dos condutos e dos rios e consequente aumento de níveis d'água e alagamentos. O controle da erosão do solo pode ser realizado pelo reflorestamento, pequenos reservatórios, estabilização das margens, além de práticas agrícolas corretas.

Durante o desenvolvimento urbano, o aumento dos sedimentos pela erosão produzidos pela bacia hidrográfica é significativo, devido ao aumento de energia da água com condutos, superfícies impermeáveis, além das construções, limpeza de terrenos para novos loteamentos, construção de ruas, avenidas e rodovias, entre outras causas. Quando o sistema reduz a velocidade, ocorre a sedimentação a jusante das descargas do sistema de drenagem. As principais consequências ambientais da produção de sedimentos são o assoreamento e redução das seções de drenagem, com redução da capacidade de escoamento de condutos, rios e córregos urbanos.

À medida que a bacia é urbanizada e a densificação consolidada, a produção de sedimentos pode reduzir, mas, em geral aparece o aumento da produção de lixo. O lixo obstrui ainda mais a rede de

drenagem e cria condições ambientais ainda piores. Esse problema somente é minimizado com adequada frequência da coleta e educação da população.

A maioria das erosões que se desenvolvem nas áreas urbanas é causada pelo lançamento de águas de chuva e esgoto, diretamente ou pelo arruamento. Dependendo das características do terreno e das condições de infraestrutura local, o escoamento superficial tem capacidade para provocar o desenvolvimento de processos erosivos de grande porte, causando sérios prejuízos ao ambiente urbano conforme apurado no relatório de diagnóstico (Relatórios Fotográficos, Anexos II e III, pontos Nº 01 e Nº 19, respectivamente).

Quando as águas são conduzidas por sistemas de drenagem apropriados, normalmente o problema tem origem no ponto de lançamento das águas nos cursos d'água e receptores, sendo comum que ocorra pelo dimensionamento errôneo e/ou pela falta de limpeza e manutenção das obras nos terminais de dissipação.

O problema se agrava em função da necessidade de sistemas de drenagem para lançamento das águas pluviais servidas nos cursos d'água próximos às zonas urbanas que não comportam um grande incremento de vazão, sofrendo rápido entalhamento e alargamento do leito. Os incrementos brutais das vazões, por ocasião das chuvas, aliado às variações do nível freático, conferem ao processo erosivo uma dinâmica acelerada. Tais fenômenos, que se desenvolvem em área urbanizada, colocam em risco a segurança e os recursos econômicos da população local.

Esse processo também é intensificado pela ocupação de áreas de riscos, com o desmatamento e inadequado uso do solo. A ausência de bueiros, sarjetas, proteções e dissipadores nas porções terminais do sistema de drenagem, que nem sempre comportam o incremento da vazão imposta pelas obras, faz com que, ao receber um grande volume do escoamento superficial, ocorra o processo de ravinas e boçorocas, podendo colocar em risco determinados trechos do sistema viário (Relatórios Fotográficos, Anexos II e III, pontos Nº 15 e Nº 25, respectivamente).

5.2.2.7 Interferência à eficácia do sistema de drenagem

Este indicador permite avaliar a interferência sobre o sistema de drenagem em virtude de outros setores do sistema de saneamento. A eficiência na remoção de poluentes superficiais e de detritos sólidos diminuirá o volume de resíduos presentes na água pluvial antes de ser descarregada em corpos d'água.

IMAP14: Cobertura de serviços de coleta de resíduos sólidos (%)

$$IMAP14 = \frac{\text{número de ruas com coleta de resíduos sólidos}}{\text{número total de ruas}} * 100$$

Referência qualitativa imediata

<i>Excelente</i>	<i>Ótimo</i>	<i>Bom</i>	<i>Ruim</i>
85-100%	70-84%	50-69%	< 50%

IMAP15: Proporção de vias atendidas por varrição ao menos duas vezes por semana (%)

$$IMAP15 = \frac{\text{número de ruas atendidas}}{\text{número total de ruas}} * 100$$

Referência qualitativa imediata

<i>Excelente</i>	<i>Ótimo</i>	<i>Bom</i>	<i>Ruim</i>
85-100%	70-84%	50-69%	< 50%

Nota: Altos índices para os serviços de coleta de resíduos e varrição promoverão importante redução de volume de detritos e resíduos carreados para a rede de drenagem, melhorando a qualidade das águas e eficiência do sistema como um todo.

5.2.3. Indicadores de impactos na qualidade de vida, na saúde, nos recursos naturais e salubridade ambiental

A drenagem urbana tem um impacto significativo na qualidade de vida, saúde humana, recursos naturais e salubridade ambiental das comunidades urbanas. A avaliação desses impactos é crucial para entender os efeitos positivos e negativos dos sistemas de drenagem e tomar medidas para melhorar o manejo das águas pluviais. A seguir, apresentamos os impactos em cada uma dessas áreas e propomos estratégia de mensuração para que se proceda de forma regular, a referida avaliação.

5.2.3.1. Qualidade de Vida:

A drenagem urbana pode influenciar diretamente a qualidade de vida dos residentes urbanos. Impactos positivos incluem a prevenção de inundações, redução do risco de danos à propriedade, melhoria da mobilidade urbana e criação de ambientes urbanos mais agradáveis.

Estratégias para mensuração:

I. Frequência de Inundações: Número de ocorrências de alagamentos e inundações em áreas urbanas ao longo de um período específico. Pode ser medida pelo indicador IMA12, conforme item 5.2.2.6, sendo que quanto mais próximo de zero, melhor.

5.2.3.2. Saúde Humana e Salubridade Ambiental:

A drenagem inadequada pode ter impactos negativos na saúde da população, como aumento da incidência de doenças transmitidas pela água e exposição a poluentes. Já a drenagem adequada contribui para a salubridade ambiental, minimizando a exposição a poluentes e a degradação ambiental.

Estratégias para mensuração:

I. Qualidade da Água Pluvial: Avaliação da presença de poluentes na água pluvial, como coliformes fecais e produtos químicos.

II. Qualidade da Água em Corpos D'água: Monitoramento dos níveis de poluentes, nutrientes, sedimentos e componentes químicos em corpos d'água após chuvas.

Em geral, o deflúvio superficial urbano contém todos os poluentes que se depositam na superfície do solo. Quando da ocorrência de chuvas, os materiais acumulados em valas, bueiros, etc., são arrastados pelas águas pluviais para os cursos de água superficiais, constituindo-se numa fonte de poluição tanto maior quanto mais deficiente for a coleta de esgotos ou mesmo a limpeza pública.

O Índice de Qualidade das Águas (IQA) é o principal indicador qualitativo usado no país, diversas fontes estão disponíveis para orientação do cálculo e referências para análise de resultados. Este índice foi desenvolvido para avaliar a qualidade da água, primordialmente, para o abastecimento público, após o tratamento convencional. A interpretação dos resultados da avaliação do IQA deve levar em consideração qual será o uso da água. Por exemplo, um valor baixo de IQA indica a má qualidade da água para abastecimento, mas essa mesma água pode ser utilizada em usos menos exigentes, como a navegação ou geração de energia.

O IQA de corpos hídricos é composto por nove parâmetros, com seus respectivos pesos (w), que foram fixados em função da sua importância para a conformação global da qualidade da água (**Tabela 5-II**).

Tabela 5-II: Parâmetros de Qualidade da Água do IQA e respectivo peso

PARÂMETRO DE QUALIDADE DA ÁGUA	PESO (w)
<u>Oxigênio dissolvido</u>	0,17
<u>Coliformes termotolerantes</u>	0,15
<u>Potencial hidrogeniônico - pH</u>	0,12
<u>Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO_{5,20}</u>	0,10
<u>Temperatura da água</u>	0,10
<u>Nitrogênio total</u>	0,10
<u>Fósforo total</u>	0,10
<u>Turbidez</u>	0,08
<u>Resíduo total</u>	0,08

III. Casos de Doenças Transmitidas pela Água: Número de casos relatados de doenças gastrointestinais e outras enfermidades relacionadas à água após eventos de chuva.

IMAP16: Incidência de leptospirose (%)

$$IMAP16 = \frac{\text{número de casos de leptospirose}}{\text{população total}} * 100$$

IMAP17: Incidência de outras doenças de veiculação hídrica (%)

$$IMAP17 = \frac{\text{número de casos de doenças de veiculação hídrica}}{\text{população total}} * 100$$

5.2.3.3. Recursos Naturais:

A drenagem urbana pode afetar os recursos naturais, como corpos d'água e solos, através do escoamento de poluentes e da alteração do ciclo hidrológico natural. Por outro lado, a quantidade de água infiltrada e percolada no solo pode ajudar na realimentação dos lençóis freáticos, bem como na reedução dos volumes e vazões de escoamento superficial, diminuindo a pressão sobre o sistema de microdrenagem e, conseqüentemente, também sobre o sistema viário na área urbana.

Estratégias para mensuração:

I. Cobertura Vegetal: Medição da quantidade de áreas verdes e vegetação em ambientes urbanos para ajudar na absorção de água e redução de poluentes. Pode ser medida pelo indicador **IMAP3**, conforme item 5.2.2.2, sendo que quanto maior a quantidade de metros quadrados por habitante (m²/habitante), melhor.

II. Taxa de Infiltração: Capacidade de o solo absorver água em relação à quantidade total de água pluvial que cai. A taxa de infiltração de águas pluviais no solo é a velocidade com que a água penetra no solo durante uma chuva. Ela depende de várias características do solo, como textura, compactação e teor de umidade, bem como das condições climáticas, como a intensidade da chuva

(Figura 5-I). Existem várias maneiras de determinar a taxa de infiltração, e uma das mais comuns é através do uso de infiltrômetros. A taxa de infiltração pode variar ao longo do tempo devido a várias condições: (i) uso do solo; (ii) tipo de solo; (iii) do clima; e (iv) grau de impermeabilização da superfície. Além disso, é importante realizar várias medições em locais diferentes para obter uma estimativa mais precisa da taxa de infiltração em uma determinada área.

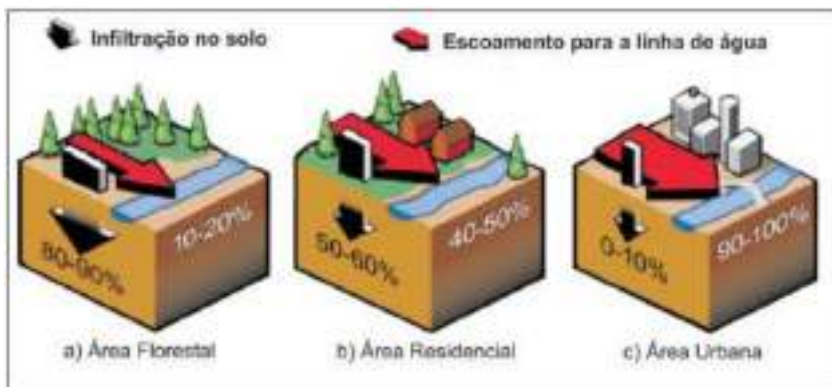


Figura 5-I: Balanço hídrico afetado pela urbanização – fonte: IPEA, 2022

O método simplificado para calcular a taxa de infiltração consiste de:

1. Preparação e escolha do equipamento

Utilizar infiltrômetro simples ou de Duplo Anel, que são basicamente cilindros abertos em uma das extremidades e com uma área de superfície conhecida. Também será necessário um cronômetro e um recipiente para medir a quantidade (volume) de água.

2. Escolha do local

Idealmente deve-se medir a taxa de infiltração em diversos pontos da cidade, principalmente nas áreas verdes municipais de todas as bacias urbanas – recomendamos seu registro sistemático. A medição deve ser realizada em diferentes condições de umidade do solo (seco, parcialmente úmido, muito úmido), preferivelmente mensalmente para registro adequado para cálculo de média anualizada.

3. Procedimento

- Encher o infiltrômetro com uma quantidade conhecida de água. Geralmente, 20 litros é um valor comum. Registrar a altura inicial da água no infiltrômetro.
- Iniciar o cronômetro quando a água começar a infiltrar no solo a partir do infiltrômetro. Registrar o tempo decorrido.
- A cada minuto, registrar a altura da água no infiltrômetro. Isso fornecerá informações sobre a taxa de infiltração ao longo do tempo.
- A taxa de infiltração é a velocidade com que a água penetra no solo. Ela pode ser calculada usando a seguinte fórmula:

$$\text{Taxa de infiltração (cm/h)} = \frac{\text{Volume de água infiltrada (cm)}}{\text{Tempo decorrido (hora)}}$$

A escolha dos indicadores deve ser adaptada às características locais, aos objetivos específicos da avaliação e à capacidade operacional para coleta dos dados e seu adequado processamento. A coleta de dados consistente e a análise regular desses indicadores permitirão uma compreensão mais completa dos impactos da drenagem urbana na qualidade de vida, saúde, recursos naturais e salubridade ambiental em Palmas, orientando a tomada de decisões para a melhoria contínua dos sistemas de manejo de águas pluviais. Cabe destacar que a utilização de indicadores está vinculada à obtenção de dados e ao monitoramento dos parâmetros intrínsecos aos mesmos, assim sendo, a representatividade do indicador estará relacionada à confiabilidade dos dados utilizados.

5.3. OBJETIVOS, METAS E ÍNDICES

Este Plano Municipal de Drenagem Urbana e Manejo de Águas Pluviais foi concebido com foco na qualidade de vida da população e na qualidade do meio ambiente municipal. Possui como principais premissas a **minimização dos riscos e prejuízos humanos, materiais e ambientais de inundações e de eventos hidrológicos extremos**. Deve nortear os mecanismos de gestão da infraestrutura urbana relacionados ao escoamento das águas pluviais e dos cursos d'água na área urbana da cidade.

5.3.1. Objetivos

O plano engloba aspectos determinantes para o cumprimento da legislação concernente nos âmbitos municipal, estadual e federal. Destacam-se os seguintes objetivos:

- *Universalização do acesso aos serviços de drenagem urbana, de forma progressiva a toda área urbanizada do município, controlando as inundações e alagamentos;*
- *Qualidade e eficiência das obras implantadas para o controle da drenagem urbana, bem como sua operação;*
- *Utilização de tecnologias apropriadas para garantia da qualidade de operação da rede de drenagem, de forma eficiente, minimizando os impactos causados pelas águas excedentes provenientes das precipitações;*
- *Utilização de técnicas e métodos compatíveis com as peculiaridades hidrológicas de Palmas.*

5.3.2. Metas

As metas estabelecidas e reforçadas neste plano dizem respeito a:

- ✓ **Universalização do acesso** à estrutura de drenagem urbana com cobertura e qualidade satisfatória, abrangendo-se a área urbanizada do município, tendo o seu caráter gradual e progressivo;
- ✓ **Sustentabilidade ambiental** da prestação dos serviços (implantação e operação do sistema), que implica, dentre outras coisas, a proteção **dos recursos hídricos** (redução de ocupação da faixa de APP e redução de assoreamento e erosão de margens) e **sua conservação** (redução de resíduos sólidos transportados e de lançamento clandestino de esgoto sanitário não tratado de forma combinada à da água pluvial);
- ✓ **Qualidade, regularidade e eficiência** da prestação dos serviços, que inclui: (i) o total atendimento do sistema de drenagem às vazões requeridas; (ii) a qualidade das águas pluviais; (iii) a eficácia da manutenção preventiva e corretiva no sistema de drenagem urbana; (iv) a eficiência no atendimento às ocorrências e reclamações; e, (v) a eficiência e polidez no atendimento ao público.

5.3.2.1. Apreciação ampla da prestação do serviço público

Para efetiva análise da eficiência, eficácia e efetividade das ações programadas é necessário adotar metodologia objetiva para registro e compilação dos dados de campo, considerando:

- Registrar Ocorrências

Tipos de problemas:

- Inundações em vias públicas e locais urbanizados, decorrentes das precipitações intensas e escoamento superficial das águas pluviais, nas bacias hidrográficas que cortam a cidade.
- Alagamentos e enxurradas severas nas vias e logradouros.
- Erosão e assoreamento, principalmente nas áreas de desemboque dos córregos e ribeirões urbanos, como resultados de altos volumes e velocidade de escoamento superficial à jusante dos pontos de lançamento da rede de drenagem.

- Correlacionar com a Origem

Tais problemas são, principalmente, identificados com:

- Desmatamento pontual da mata ciliar ao longo das margens dos corpos hídricos urbanos.
- Impermeabilização da área urbana: (i) adensamento das construções; (ii) pavimentação de logradouros públicos; e (iii) calçamentos impermeáveis.
- Deficiência – e, às vezes, ausência – de rede coletora de águas pluviais que deveria acompanhar todas as quadras loteadas bem como a pavimentação das vias públicas.
- Falta de adequação dos canais naturais de escoamento em relação às mais severas condições de fluxo das águas pluviais.
- Deficiências no controle de deposição de resíduos sólidos em locais pontuais, que, sob chuvas, são carregados para a rede de drenagem, obstruindo-os.
- Insuficiência da limpeza de detritos em bocas de lobo, bueiros e tubulações de passagem.
- Insuficiência de ações nos canais naturais para remoção de sedimentos, lixo e infestação vegetal.
- Falta de análise técnica para eventual redimensionamento e adaptações das estruturas hidráulicas de drenagem ante novas solicitações de vazão.

5.3.2.2. Metas prognosticadas para evolução do sistema

Apresentamos a seguir, na **Tabela 5-III**, metas objetivas para alcançar um cenário de pleno atendimento às demandas relacionadas ao sistema de drenagem no horizonte de 20 anos. Já na **Tabela 5-IV**, compilamos as estimativas dos custos relacionados a cada meta, com previsão de continuidade dos serviços em curto, médio e longo prazos.

Tabela 5-III: Metas prognosticadas correlacionadas com os Indicadores Propostos

METAS PROGNOSTICADAS	OBJETIVO / DESCRITIVO	INDICADOR CORRELACIONADO
1. Concepção de Projetos para Macro e Micro Drenagem	Estudos específicos de soluções para os problemas detectados neste Plano.	IMAP1, IMAP5 e IN051
2. Estudo da pluviosidade em Palmas	Revisão e atualização dos estudos pluviométricos	Não há
3. Levantamento de alagamentos sob chuvas diversas	Em coordenação com a Defesa Civil, proceder vistorias e elaborar relatórios dos eventos sob chuvas de média e grande intensidade.	IMAP12
4. Mapeamento e avaliação de bocas de lobo e galerias correlatas	Manter atualizado o cadastro do sistema de captação para promover a devida manutenção.	IMAP9, IMAP10 e IMAP11
5. Prospecções e cadastramento da rede de drenagem	Manter atualizado o cadastro do sistema de afastamento para avaliação contínua.	IMAP6 e IMAP7
6. Levantamento do perfil de cada bacia urbana	Estudos para registrar as condições particulares e cada bacia urbana.	IMAP2, IMAP3 e IMAP4
7. Pontos de controle e locais de descarga/lançamentos da rede	Estudos para rever e reanalisar as condições fluviais dos cursos d'água.	IMAP12 e IMAP13
8. Melhoria do Sistema: Projetos e obras de macro e micro drenagem	Elaborar todos os projetos de engenharia para aumentar a capacidade de drenagem urbana.	IMAP6, IMAP7, IMAP8 e IN021

Tabela 5-IV: Cronograma e estimativas de custos das metas - 2022-2042

METAS PROGNOSTICADAS	Curto Prazo Até 2026	Médio Prazo Até 2032	Longo Prazo Até 2042	Custo Estimado X R\$ 1.000,00 (Data base 2022)
DRENAGEM URBANA				23.000
1. Concepção de Projetos para Macro e Micro Drenagem	xxxxxxx			4.500
2. Estudo da pluviosidade em Palmas	.....	.....	.....	1.000
3. Levantamento de alagamentos sob chuvas diversas	xxxxxxx	.....	.....	1.000
4. Mapeamento e avaliação de bocas de lobo e galerias correlatas	.....	.....	.....	1.000
5. Prospecções e cadastramento da rede de drenagem	.....	.....	.....	1.000
6. Levantamento do perfil de cada bacia urbana	xxxxxxx			2.500
7. Pontos de controle e locais de descarga/lançamentos da rede	xxxxxxx	.....	.....	3.000
8. Melhoria do Sistema: Projetos e obras de macro e micro drenagem	xxxxxxx	.....	.....	9.000

LEGENDA: *Serviço Concentrado xxxxxxxxxx* *Serviço Contínuo*

5.3.3. Índices para análise da SEISP que podem ser adotados futuramente

Já vimos que para a gestão adequada dos serviços de drenagem a prefeitura deve instituir a utilização de índices para monitorar o cumprimento das metas e promover o aferimento do sistema, a partir de dados específicos que permitirão atuação pontual, direta e personalizada, caso-a-caso. Para a medição da efetividade dos serviços de drenagem urbana, além dos indicadores e índices já propostos neste trabalho, outros índices podem ser utilizados. Recomendamos análise dos exemplos a seguir para a cidade de Palmas:

I. Índice de Drenagem Sustentável : Avalia a capacidade do sistema de drenagem em utilizar a água pluvial de forma sustentável, através das parcelas de infiltração no solo, de minimização dos processos erosivos e de redução de poluição dos corpos hídricos. Sua medição deve ser realizada de forma sistemática, a partir de registros de campo a serem definidos.

II. Índice de Percepção do usuário sobre a qualidade dos serviços de drenagem: Correlaciona a quantidade de reclamações registradas pelos munícipes em determinado período de tempo (ano, por exemplo), refletindo percepção da eficácia do sistema de drenagem pelos usuários. É necessária a implementação de metodologia de registro desses dados.

III. Índice de Participação Pública: Avalia o envolvimento dos cidadãos nos processos de tomada de decisão relacionados à drenagem urbana. Quanto maior a participação, maior a probabilidade de sucesso e aceitação do sistema.

5.4. APRESENTAÇÃO DOS RECURSOS HUMANOS, MATERIAIS, TECNOLÓGICOS E ADMINISTRATIVOS NECESSÁRIOS À EXECUÇÃO, AVALIAÇÃO, FISCALIZAÇÃO E MONITORAMENTO DO PLANO

A execução, avaliação, fiscalização e monitoramento do Plano Municipal de Drenagem Urbana de Palmas envolve uma série de recursos humanos, materiais, tecnológicos e administrativos para garantir o sucesso e a eficácia do plano. Explanamos aqui cada um desses aspectos:

5.4.1. Recursos Humanos:

I. Equipe Técnica: Uma equipe multidisciplinar de engenheiros, geólogos, urbanistas, ambientalistas, e outros profissionais é essencial para elaborar e implementar o plano.

II. Gestores Públicos: Profissionais responsáveis por coordenar o processo, tomar decisões estratégicas e alocar recursos.

III. Técnicos de Campo: Engenheiros e técnicos que realizam levantamentos topográficos, inspeções, e monitoramento in loco.

IV. Especialistas Ambientais: Responsáveis por garantir que as ações de drenagem estejam em conformidade com as normas ambientais e de sustentabilidade.

V. Comunidade Local: A participação da comunidade é crucial para entender as necessidades locais, conscientizar sobre práticas de drenagem sustentável e garantir o apoio público ao plano.

5.4.2. Recursos Materiais:

I. Equipamentos de Medição: Instrumentos para coletar dados topográficos, hidrológicos e meteorológicos.

II. Materiais de Construção: Como tubos, tubulações, brita, concreto, entre outros, para a construção de infraestrutura de drenagem.

III. Veículos e Maquinaria: Caminhões, escavadeiras, e outros equipamentos para a execução de obras de drenagem.

IV. Laboratórios de Análise: Para realizar testes de qualidade da água e do solo.

5.4.3. Recursos Tecnológicos:

I. Sistemas de Informação Geográfica (SIG): Ferramentas para mapear e analisar dados geoespaciais relacionados à drenagem urbana.

II. Modelagem Hidrológica e Computacional: Softwares que permitem simular o comportamento dos sistemas de drenagem em diferentes cenários.

III. Sensores e Monitoramento Remoto: Utilizados para coletar dados em tempo real sobre precipitação, nível de água, qualidade da água, entre outros.

IV. Plataformas de Comunicação e Engajamento: Para envolver a comunidade e divulgar informações sobre o plano.

5.4.4. Recursos Administrativos:

I. Legislação e Normas: É necessário um arcabouço legal e normativo que estabeleça as diretrizes para a drenagem urbana, incluindo licenciamento e regulamentação.

II. Orçamento e Financiamento: Recursos financeiros para a implementação das ações do plano, que podem vir de orçamento público, financiamentos, parcerias público-privadas, entre outros.

III. Gestão de Contratos e Licitações: Processos administrativos para contratação de empresas e serviços relacionados à drenagem.

IV. Monitoramento e Avaliação: Estabelecimento de indicadores e métricas para avaliar o progresso e a eficácia do plano, bem como realizar ajustes quando necessário.

V. Comunicação e Relações Públicas: Uma estratégia de comunicação eficaz para envolver a comunidade, informar sobre as ações do plano e lidar com questões de interesse público.

VI. Estrutura de Coordenação: Um órgão ou departamento dentro do governo municipal responsável por coordenar todas as atividades relacionadas à drenagem urbana.

A execução de um Plano Municipal de Drenagem Urbana é uma tarefa complexa que requer uma abordagem integrada e colaborativa, envolvendo diversos recursos e partes interessadas. A alocação adequada e a gestão eficaz desses recursos são fundamentais para garantir o sucesso na prevenção de inundações, a melhoria da qualidade da água e a promoção do desenvolvimento sustentável nas áreas urbanas.

5.5. APRESENTAÇÃO DOS MECANISMOS PARA A COMUNICAÇÃO SOCIAL E DIVULGAÇÃO DO PLANO, SEUS OBJETIVOS E METAS, VISANDO GARANTIR SEU PLENO CONHECIMENTO PELA POPULAÇÃO

A comunicação social e divulgação do Plano Municipal de Drenagem Urbana de Palmas são fundamentais para garantir que a população possa ter pleno conhecimento dos objetivos, metas e importância desse plano. Aqui estão alguns mecanismos e estratégias que podem ser usados para alcançar esse objetivo:

I. Campanhas de Conscientização: Realizar campanhas de conscientização por meio de mídias tradicionais, como rádio, televisão e jornais locais e usar mídias sociais para alcançar um público mais amplo, promovendo a interatividade. Com o suporte e auxílio das Secretarias de Comunicação (SECOM) e de Educação, pode-se criar metodologia específica para aumentar o nível de instrução da população sobre o sistema de drenagem urbana.

II. Sessões de Informação Pública: Realizar reuniões e audiências públicas para apresentar o plano à comunidade, esclarecer dúvidas e receber feedback. Tais eventos públicos também podem servir ao propósito de obter feedback da comunidade sobre o plano e suas metas. Além disso, é fundamental responder de forma transparente às preocupações e sugestões da população.

Ainda, é possível organizar sessões de treinamento e workshops para capacitar a população sobre práticas de drenagem sustentável. Nesta senda, promover eventos públicos, como exposições e oficinas de drenagem urbana, com apoio de universidades, por exemplo, poderá envolver diretamente os moradores e educá-los sobre as práticas de drenagem sustentável. No âmbito escolar, gincanas escolares, concursos ou prêmios abertos ao público também são interessantes.

III. Materiais Impressos e Digitais: Criar folhetos, panfletos, cartazes e brochuras que expliquem de forma simples os objetivos, metas e benefícios do plano. Disponibilizar nos canais oficiais da prefeitura documentos técnicos e relatórios em

IV. Redes Sociais: Manter os perfis ativos nas principais redes sociais, como Facebook, Twitter, Instagram e LinkedIn, para compartilhar notícias, atualizações e envolver a comunidade. Se necessário, criar perfis específicos para o plano de drenagem urbana, caso não seja viável a utilização dos canais oficiais da prefeitura. Vale lembrar que o uso de vídeos, fotos e histórias podem tornar o conteúdo mais envolvente – coordenar com a SECOM.

V. Parcerias com Meios de Comunicação Locais: Trabalhar em parceria com emissoras de rádio e TV locais, jornais e blogs para veicular notícias e informações relacionadas ao plano.

VI. Grupos de Interesse e Organizações da Sociedade Civil: Envolver grupos de interesse, ONGs ambientais e associações de bairro para ajudar na divulgação e no apoio às iniciativas do plano; e realizar reuniões específicas com esses grupos para discutir as implicações locais do plano.

VII. Indicadores de Desempenho: Apresentar indicadores de desempenho e metas alcançadas regularmente para demonstrar o progresso do plano e os benefícios concretos à comunidade.

VIII. Acompanhamento Contínuo: Manter um programa de comunicação contínuo ao longo da implementação do plano, para manter o engajamento e atualizar a comunidade sobre os resultados.

É essencial que a comunicação seja clara, acessível e inclusiva, de forma a envolver todos os segmentos da população. Além disso, a escuta ativa e a resposta às preocupações da comunidade são cruciais para construir confiança e apoio para que todos os aspectos do Plano Municipal de Drenagem Urbana de Palmas possam ser implementados.

5.6. APRESENTAÇÃO DOS MECANISMOS DE REPRESENTAÇÃO DA SOCIEDADE PARA O ACOMPANHAMENTO, MONITORAMENTO E AVALIAÇÃO CONTÍNUA DO PMDU

A representação da sociedade no acompanhamento, monitoramento e avaliação contínua do Plano Municipal de Drenagem Urbana é fundamental para garantir que sejam atendidas as necessidades e expectativas da comunidade e para aumentar a transparência e a prestação de contas das autoridades municipais. Aqui estão alguns mecanismos e estratégias que podem ser implementados para promover a participação da sociedade:

I. Conselhos Municipais de Meio Ambiente e Saneamento Básico: Conforme já recomendado neste documento, estabelecer um conselho municipal (núcleo gestor do PMSB) para incluir a discussão sobre drenagem urbana em suas pautas é uma estratégia administrativa norteadora das ações necessárias para que o serviço seja monitorado de maneira eficiente. Ainda, garantir que representantes da sociedade civil, ONGs e especialistas façam parte desse contexto.

II. Fóruns, Reuniões Comunitárias e Oficinas Locais: Mais do que atender a necessidade de comunicação e divulgação, realizar fóruns e reuniões públicas periódicas são bons mecanismos para apresentar atualizações sobre o plano, discutir questões relevantes e receber feedback da

comunidade. A realização de reuniões em bairros e comunidades locais para discutir as implicações específicas do plano em determinadas áreas poderá esclarecer as autoridades sobre impactos comuns no dia a dia da comunidade. Promover oficinas educativas para engajar a comunidade na adoção de práticas de drenagem sustentável também produzirá efeitos desejados no contexto da drenagem urbana.

III. Grupos de Trabalho e Comissões Técnicas: Conforme já exposto anteriormente neste plano, criar grupos de trabalho ou comissões técnicas que incluam membros da sociedade civil, especialistas e representantes do governo municipal para analisar aspectos específicos do plano. Produzir relatórios regulares de progresso que sejam acessíveis à comunidade e que apresentem informações sobre o andamento do plano, indicadores de desempenho e metas alcançadas.

IV. Consultorias Externas e Avaliações Independentes: Contratar consultores externos ou instituições independentes para conduzir avaliações periódicas do plano, garantindo uma visão imparcial de seu desempenho. Trabalhar em parceria com organizações não governamentais (ONGs), associações de bairro, clubes cívicos e outras instituições locais para envolver a comunidade, oferecendo treinamento e capacitação à comunidade local para aumentar ativamente o entendimento e a contribuição para a implementação do plano.

É importante que os mecanismos de representação da sociedade sejam inclusivos, acessíveis e transparentes. Além disso, as informações devem fluir em ambas as direções: do governo para a comunidade e da comunidade para o governo. A participação ativa da sociedade civil ajuda a garantir que o Plano Municipal de Drenagem Urbana seja eficaz, adaptado às necessidades locais e apoiado pela população.

5.7. APRESENTAÇÃO DE DIRETRIZES PARA O PROCESSO DE REVISÃO DO PLANO

A Lei 14.026/20, conhecida como o novo Marco Legal do Saneamento Básico no Brasil, estabelece diretrizes para a revisão dos planos municipais de Saneamento Básico. A revisão é uma etapa crucial para manter o plano atualizado e alinhado às necessidades da comunidade e às diretrizes nacionais de saneamento básico. As revisões periódicas do plano, conforme o § 4º do Artigo 19 da referida lei, devem ocorrer em períodos não superiores a 10 anos, garantindo que ele permaneça relevante e eficaz ao longo do tempo.

A seguir, apresentamos algumas diretrizes e considerações importantes para a revisão do Plano Municipal de Drenagem Urbana, de acordo com a Lei 14.026/20:

I. Participação Social e Consulta Pública: Promover a participação ativa da comunidade na revisão do plano por meio de audiências públicas, consultas populares e mecanismos de envolvimento, conforme explanado extensivamente neste documento. A garantia de que diferentes grupos da sociedade, incluindo moradores, ONGs, associações locais e outras entidades (públicas e privadas), sejam ouvidas e tenham a oportunidade de contribuir é, além de altamente desejável, obrigação legal.

II. Diagnóstico Atualizado, Análise de Vulnerabilidades e Riscos: Realizar um diagnóstico completo e atualizado das condições da drenagem urbana no município, considerando aspectos como vulnerabilidades e riscos relacionados especialmente aqueles relacionados a eventos climáticos extremos, como enchentes e secas.

III. Avaliação Contínua de Objetivos e Metas, Monitoramento, Transparência e Prestação de Contas: Revise e atualize os objetivos e metas estabelecidos no PMSB anterior, levando em

consideração as mudanças nas condições locais e nacionais. Assegure que o PMSB seja transparente em relação às metas, resultados e alocação de recursos, permitindo que a comunidade e os órgãos de controle fiscalizem a execução do plano. Implemente sistemas de monitoramento e avaliação contínuos para acompanhar o progresso em direção às metas estabelecidas no PMSB.

IV. Plano de Investimentos e Sustentabilidade Ambiental: Desenvolva um plano de investimentos atualizado que identifique as ações necessárias para alcançar os objetivos e metas. Integre princípios de sustentabilidade ambiental na revisão do PMSB, promovendo práticas de manejo de resíduos, preservação de recursos hídricos e redução de impactos negativos no meio ambiente.

A revisão de um Plano Municipal de Saneamento Básico de acordo com a Lei 14.026/20 é um processo complexo que requer planejamento cuidadoso, participação da comunidade e alinhamento com as diretrizes nacionais. É essencial que as autoridades municipais e a sociedade civil trabalhem em conjunto para garantir que o saneamento básico atenda às necessidades da população e promova uma melhor qualidade de vida no município.

6. REFERÊNCIAS

- 1- **LIMA, Arlete L., et al.** (2017) DIAGNÓSTICO AMBIENTAL E PROPOSTA DE PLANO DE RECUPERAÇÃO DA APP DO Córrego Sussuapara, Palmas – TO. **Revista Nucleus**, v.14, n.1, abr.2017 - DOI: <https://doi.org/10.3738/1982.2278.2149>
- 2- **OLIVEIRA, Paulo A., et al.** (2019) ANÁLISE DAS MUDANÇAS NA VEGETAÇÃO NATIVA DA APA LAGO DE PALMAS. **Ciência Florestal**, 29(3), 1376–1388, 2019 – DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509834424>
- 3- **NETO, A. R. S.** (2011) CENÁRIO DE ABASTECIMENTO FUTURO DE PALMAS – TO COM BASE NA SIMULAÇÃO DA DISPONIBILIDADE HÍDRICA DO RIBEIRÃO TAQUARUSSU GRANDE. **Dissertação (Mestrado em recursos Hídricos e Saneamento Ambiental)**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre – RS, 91p.
- 4- **FREITAS, Carlos E. S. F.** (2020) DRENAGEM URBANA NA CIDADE DE PALMAS-TO. **Trabalho de Conclusão de Curso**. Centro Universitário Luterano de Palmas/TO, 28p.
- 5- **AZEVEDO NETTO, J. M., et al.** (1998) MANUAL DE HIDRÁULICA, **Ed. Edgard Blücher** Ltda, 8ª Edição, São Paulo, 1998
- 6- **DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes** – Rio de Janeiro, RJ (2006) MANUAL DE DRENAGEM DE RODOVIAS –2ª EDIÇÃO. **Publicação IPR – 724**.
DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – Rio de Janeiro, RJ (2006) ÁLBUM DE PROJETOS-TIPO DE DISPOSITIVOS DE DRENAGEM. **Publicação IPR – 725**.
- 7- **SMDU - Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano** - São Paulo, SP (2012) MANUAL DE DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS: ASPECTOS TECNOLÓGICOS; FUNDAMENTOS. 220p. il. v.2 - ISBN 978-85-66381-02-3 / ISBN 978-85-66381-00-9 (Coleção)
- 8- **TUCCI, Carlos E.M.** (2005) GESTÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS/ Carlos E. M.Tucci – **Ministério das Cidades – Global Water Partnership - World Bank** – Unesco 2005.
- 9- **BERTONI, J.; NETO, J. L.** (2005) CONSERVAÇÃO DO SOLO. 5.ed.São Paulo: Ícone, 2005.
- 10- **GUIDICINI, G.; NIEBLE, C. M.** (1984) ESTABILIDADE DE TALUDES NATURAIS E DE ESCAVAÇÃO. 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1984.

- 11- **TUCCI, C. E. M.** (1995) INUNDAÇÕES URBANAS: DRENAGEM URBANA. **Editora da Universidade-UFRGS/ABRH**, 1ª ed. Porto Alegre, p. 15-36. 1995.

- 12- **LOPES, Reijane Coelho & SOUZA, Lucas Barbosa e.** (2012). A QUESTÃO DAS INUNDAÇÕES EM PALMAS (TO), SEGUNDO A PERCEPÇÃO DE MORADORES E USUÁRIOS: CONTRIBUIÇÃO AO PROCESSO PREVENTIVO POR MEIO DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL. **Revista Interface (Porto Nacional)**, Edição número 05, págs 35-48.

- 13- **TUCCI, C. E. M.** (2008) ÁGUAS URBANAS. **Estudos Avançados**, v.22-n.63, jun.2008, p.98-122.

- 14- **COLLISCHONN, W. TUCCI, C. E.M.** (1998). DRENAGEM URBANA E CONTROLE DE EROSÃO. **VI Simpósio nacional de controle da erosão**. 29/3 a 1/4 1998, Presidente Prudente, São Paulo.

- 15- **BAUM, C. A., & GOLDENFUM, J. A.** (2021) INDICADORES E ÍNDICES PARA O GERENCIAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS NO BRASIL: SITUAÇÃO ATUAL E OPORTUNIDADES DE EVOLUÇÃO - **Revista de Gestão de Água da América Latina**, 18, e21. <https://doi.org/10.21168/reg.a.v18e21>

- 16- **RIPOL e SILVA, B et al** (2013) SELEÇÃO DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE PARA AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE DRENAGEM URBANA - **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, v. 01, n. 01, 2013, pp. 30-44

- 17- **HAGEMANN, Sabrina E.** (2009) PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL. **Dissertação de Mestrado**. Universidade Federal de Santa Maria/RS, 140p

- 18- **MENDES, Alesi T., & SANTOS, Gesmar R.** (2022) DRENAGEM E MANEJO SUSTENTÁVEL DE ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS: O QUE FALTA PARA O BRASIL ADOTAR? – **Texto para Discussão – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA**. ISSN 1415-4765 [http://www.ipea.gov.br/portal/publicações]

- 19- **CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – São Paulo, SP** (2022) QUALIDADE DAS ÁGUAS INTERIORES NO ESTADO DE SÃO PAULO 2022 | APÊNDICE D - ÍNDICES DE QUALIDADE DAS ÁGUAS - **Série Relatórios, CETESB**, ISSN 0103 4103 [https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/publicacoes-e-relatorios/]

- 20- **SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento** (2020) DIAGNÓSTICO TEMÁTICO DRENAGEM E MANEJO DAS ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS GESTÃO TÉCNICA DOS SERVIÇOS ANO DE REFERÊNCIA 2020 - **Ministério do Desenvolvimento Regional Secretaria Nacional de Saneamento**