

DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO DA DRENAGEM URBANA E IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS CRÍTICOS

RELATÓRIO PRELIMINAR
Município de Palmas, TO

Data/ Edição	Autoria	Aprovação
<i>04.07.22 – ver 01</i>	<i>Julio Fagundes Neves</i>	<i>Equipe INFRA</i>

ÍNDICE GERAL DO CONTEÚDO

1	DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO ENCONTRADA – Atualização 2022	4
1.1	Gestão de Drenagem Urbana no município de Palmas	4
1.2	Condições Hidrometeorológicas Locais	4
1.3	Estudo de chuvas intensas	4
1.4	Caracterização das bacias de drenagem urbanas	7
1.4.1	Ribeirão Água Fria	8
1.4.2	Ribeirão Taquaruçu Grande	9
1.4.3	Córrego Machado	9
1.4.4	Córrego Prata	9
1.4.5	Córrego Brejo Comprido	10
1.4.5.1	Lago Cesamar	10
1.4.6	Córrego Sussuapara	11
1.4.7	Córrego Taquari	11
1.4.8	Ribeirão São João	11
1.4.9	Córrego Cipó e Pé Do Morro	11
1.4.10	Parâmetros Morfométricos	11
1.4.11	Determinação Das Vazões Para As Principais Bacias Urbanas	12
1.4.12	Modelagem Chuva-Vazão	14
1.5	Área de Preservação Permanente do Município de Palmas	16
1.6	Situação Atualizada da Drenagem Urbana do Município de Palmas	18
1.6.1	Abrangência da Rede de Drenagem	19
1.6.2	Índices de cobertura por rede de drenagem	19
1.7	Pontos Críticos e áreas de risco para análise técnica	21
1.7.1	Locais com eventos registrados – Monitoramento e Mapeamento da Defesa Civil	22
1.7.2	Locais Vistoriados – INFRA Engenharia e Consultoria	23
1.7.2.1	Principais e mais comuns problemas encontrados	23
1.7.2.1.1	Erosão e Assoreamento	23
1.7.2.1.2	Acessos, Sinalização e Manutenção	25
1.7.2.1.3	Tubulações e Galerias	26
1.7.2.1.4	Alagamentos, Inundações e Enxurradas	26
1.8	Verificação, avaliação técnica e atualização dos programas, projetos e ações propostos no vol. 3 Drenagem Urbana do PMSB – 2014	28
1.8.1	Programa de Fortalecimento, Estruturação Técnica e Gerencial do Serviço Público de Drenagem Urbana	28
1.8.2	Programa de Estudos e Projetos de Drenagem Urbana	29
1.8.3	Programa de Implementação das Obras do Sistema de Drenagem Urbana	31
1.8.4	Programa de Proteção e Revitalização dos Corpos D'água	34

1.8.5 Programa de Monitoramento/Manutenção Corretiva.....	35
1.8.6 Programa de Educação Ambiental em Drenagem Urbana	39
1.8.7 Programa de Atendimento de Normativas Legais	40

ÍNDICE DE TABELAS E FIGURAS

TABELAS

1-I Listagem das Estações Pluviométricas.....	5
1-II Precipitações máximas anuais para o município de Palmas	6
1-III Precipitações máximas para os períodos de retorno escolhidos	6
1-IV Relações entre duração de chuvas para intervalos menores que um dia.....	6
1-V Parâmetros Morfométricos das principais bacias urbanas de Palmas–Sede e região Sul..	11
1-VI CN adotados para a situação atual	13
1-VII Dados de entrada para estimativa dos hidrogramas nas bacias urbanas de Palmas – Situação Atual.....	13
1-VIII Valores de CN médios adotados para as bacias urbanas de Palmas	13
1-IX Vazões máximas estimadas para as bacias urbanas na condição atual	15
1-X Coeficiente de Escoamento, Bacias Urbanas de Palmas, TR 15 anos.....	15
1-XI Unidades de conservação de Palmas constituídas e áreas	16
1-XII Córregos urbanos da região do município de Palmas	18
1-XIII ICR estimados das bacias hidrográfica urbanas.....	21

FIGURAS

1-I Normais de Precipitação Acumulada (1991-2020).....	5
1-II Bacias Hidrográfica Urbanas de Palmas, TO	8
1-III Visão Geral do Ribeirão Taquaruçu Grande (e localização da APP Tiúba)	9
1-IV Visão Geral do Lago Cesamar	10
1-V Galeria de Travessia sob a NS-10 (Entrada e Saída).....	10
1-VI Unidades de Conservação do município de Palmas	17
1-VII Redes de Drenagem Executadas e Planejadas (2014).....	20
1-VIII Mapeamento e Monitoramento da Defesa Civil (2022).....	22
1-IX Pontos definidos pela SEISP para inspeção da INFRA Engenharia	23
1-X Processos erosivos na bacia do Córrego Machado.....	23
1-XI Dragagem do acúmulo de sedimentos no Lago Cesamar.....	24
1-XII Comparativo situacional na mesma estrutura, após 12 anos	25
1-XIII Exemplos de Bocas-de-Lobo obstruídas.....	26
1-XIV Tubulações de passagem com seção reduzida, com comprometimento quase total do funcionamento	26
1-XV Flagrantes de Enxurradas e Alagamentos (março 2022).....	27
1-XVI Estrutura Organizacional da SEISP	28

1. DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO ENCONTRADA – Atualização 2022

1.1 Gestão de Drenagem Urbana no município de Palmas

A gestão e gerenciamento do Setor de Drenagem Urbana e manejo de águas pluviais, como ocorre em diversos municípios do país, compete diretamente ao Poder Público Executivo, constituindo-se assim uma fragilidade político-institucional no contexto da administração municipal, e em muitos casos não conta com quadros técnicos em condições de atender as demandas geradas, principalmente, no que diz respeito à planejamento e projetos de prevenção e mitigação de inundações e alagamentos.

No município de Palmas, o gerenciamento da drenagem urbana está sob a responsabilidade da Secretaria Municipal de Infraestrutura e Serviços Públicos (SEISP) através da Superintendência de Obras. As ações de manutenção e limpeza das estruturas de drenagem urbana (como bocas de lobo, bueiros e canais) fazem parte das atividades de responsabilidade da Diretoria de Manutenção Viária, Logradouros e Equipamentos fornecendo mão de obra e equipamentos. As questões relativas ao planejamento e projetos estão sob a responsabilidade da Diretoria Geral de Planejamento de Obras e a execução pela Diretoria de Obras Viárias.

O novo marco legal do Saneamento Básico (lei 14.026/20) reforça o contexto da Lei 11.445/2007 onde requer-se o comprometimento do Poder Público Municipal para o setor de drenagem urbana, sendo este um componente do saneamento básico, como abastecimento de água, esgotamento sanitário e resíduos sólidos, exigindo dos gestores públicos e profissionais do setor o estabelecimento de uma visão integrada dos processos de desenvolvimento que levam a urbanização, uso e ocupação do solo e suas inter-relações com o manejo das águas pluviais nos municípios.

1.2 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.

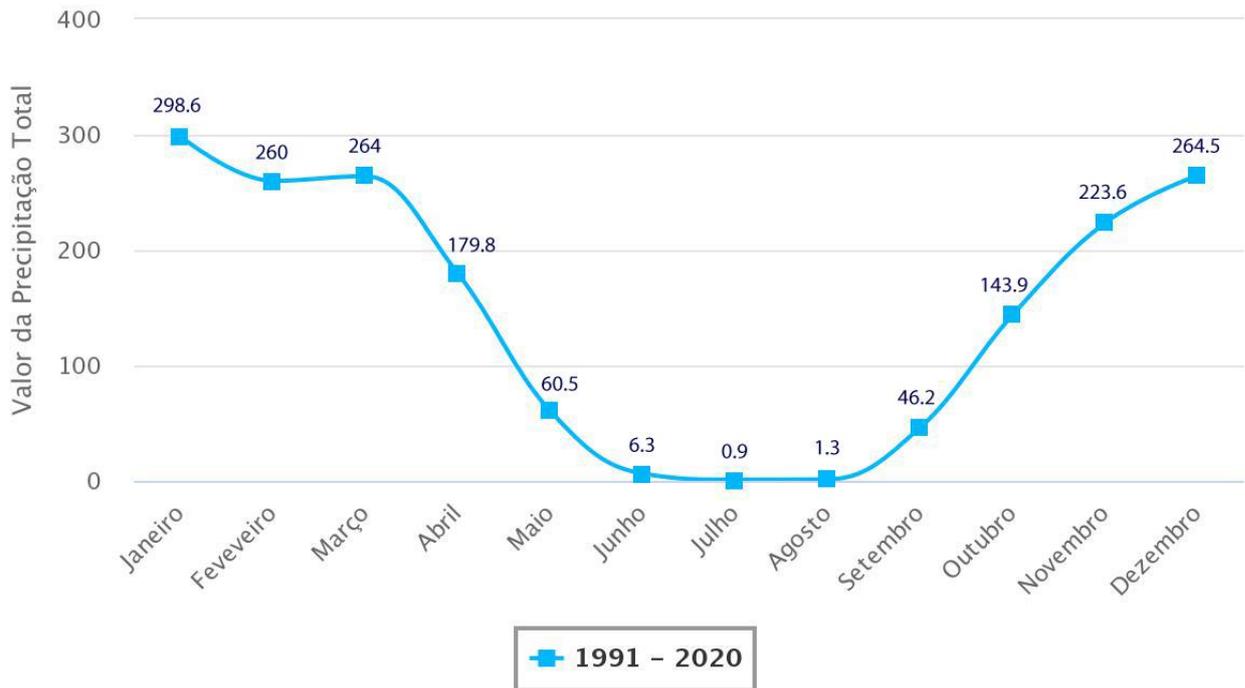
1.3 Estudo de Chuvas Intensas

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 1-I** 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.

Instituto Nacional de Meteorologia – INMET

Precipitação Acumulada (mm) || Estação: PALMAS (83033)



Highcharts.com

Figura 1-I: Normais de Precipitação Acumulada (1991-2020)

Foi consensuado entre INFRA Engenharia e Consultoria Ltda. e SEISP que o período de retorno da precipitação será de 15 anos (TR=15) para os estudos referentes à este Plano.

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 1-I**.

Tabela 1-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 1-II**).

Tabela 1-II: Precipitações máximas anuais para o município de Palmas

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	105,2
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	68,0

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 1-III**.

Tabela 1-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 1-IV**.

Tabela 1-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

Constatamos que desde os últimos dados de precipitações (2006), não houve mudanças significativas nas precipitações máximas anuais, mantendo-se as recomendações anteriores.

1.4 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, 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.

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 erosão e pela qualidade da água destes cursos.

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.

Neste contexto apresenta-se breve descrição dos afluentes do rio Tocantins que abrangem a região urbana de Palmas. A **Figura 1-II** a seguir apresenta o mapa das principais bacias de drenagem urbanas e seu entorno.

1.4.2 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 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 APP municipal (n° 16 – Córrego Tiúba, conforme **Tabela 1-XI**) 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, e sua ocupação poderá gerar demandas importantes para prevenir inundações nos períodos chuvosos.

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.

No último terço do Ribeirão Taquaruçu Grande (**Figura 1-III**), a urbanização se torna mais intensa. Nesta área localiza-se uma parcela da cidade de Palmas e os bairros Taquaralto e Aurenly I, II e III, bem como o aeroporto de Palmas.



Figura 1-III: Visão Geral do Ribeirão Taquaruçu Grande (e localização da APP Tiúba)

A captação de água é feita a jusante da união dos Ribeirões Taquaruçuzinho e Taquaruçu Grande. Esta captação abastece parte de Palmas (Centro e os bairros de Taquaralto e Aurenly I, II e III). Também nesta mesma bacia é realizada a diluição dos efluentes tratados da Estação de Tratamento de Esgoto da Região Sul.

Nesta bacia também está localizado o distrito de Taquaruçu cujo manancial de abastecimento, o córrego Roncador, é um dos afluentes ao córrego Taquaruçuzinho.

1.4.3 Córrego Machado

A Microbacia do Córrego Machado 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 Aurenly 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 Aurenly, lançamentos de águas pluviais oriundas do sistema de drenagem urbana e captação de água para utilização na irrigação de canteiros. Atualmente, muitos episódios de inundação têm sido registrados na época chuvosa, com ativação da Defesa Civil.

1.4.4 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.

1.4.5 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 referido córrego serve como manancial de abastecimento para a população e para receber efluentes tratados, e há relatos de descarte de efluentes não tratados e resíduos sólidos. São diferentes intervenções antrópicas, com diversos efeitos da urbanização sobre esse canal fluvial.

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 1-IV**) 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.

1.4.5.1 Lago Cesamar



Figura 1-IV: Visão Geral do Lago Cesamar

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 através de 3 galerias de 3 metros de largura e 3 metros de altura, totalizando uma área de 27 m² (ver **Figura 1-V**). Estas galerias possuem aproximadamente 60 metros de extensão. Considerando uma declividade de 0,001 m/m nas galerias, a capacidade máxima de escoamento das mesmas é de 65 m³/s.

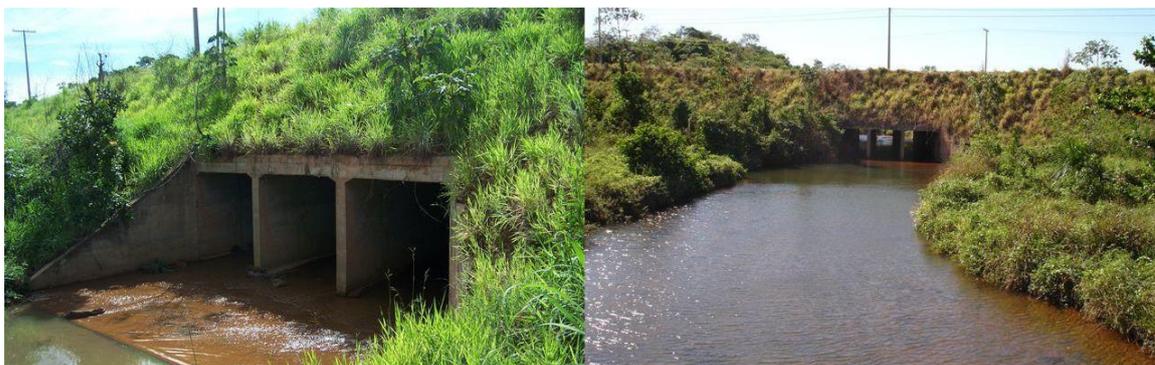


FIGURA 1-V: Galeria de Travessia sob a NS-10 (Entrada e Saída) – fonte: PMDU 2014

Tanto no parque como ao longo do canal do córrego Brejo Comprido na zona urbana de Palmas, seu canal encontra-se margeado por 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.

1.4.6 Córrego Sussuapara

O Córrego Sussuapara possui toda sua extensão dentro da área urbana, da nascente até confluência com o reservatório da UHE Lajeado. Localiza-se na região norte da cidade, com uma área de aproximadamente 12,8 km² e extensão de 4,40 km. O córrego está inserido numa região com grande crescimento populacional, com maiores densidades e taxas de impermeabilizações, o que gera impacto na infraestrutura e leva à degradação deste recurso hídrico. As suas nascentes estão localizadas em uma região próxima à APA – Lajeado, cortando o perímetro urbano de Palmas no sentido leste-oeste.

Em decorrência de descargas de água pluvial da zona urbana, desde sua nascente e ao longo do seu percurso urbano, encontra-se bastante assoreado.

1.4.7 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.

1.4.8 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.

1.4.9 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 Taquaruçzinho (afluente do Taquaruçu Grande) pela sua margem esquerda.

1.4.10 Parâmetros Morfométricos

A avaliação preliminar da dinâmica dos sistemas hídricos baseou-se em levantamentos de parâmetros morfométricos, apoiados por Sistema de Informação Geográfica (SIG). Eles permitiram a obtenção dos dados apresentados na **Tabela 1-V** a seguir, que caracterizam as bacias urbanas da cidade de Palmas, as quais podem ser observadas na **Figura 1-I**.

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 0,34 km/km², na microbacia do Córrego Prata, e máxima de 1,08 km²/km², na bacia do Ribeirão Taquaruçu Grande. As duas bacias apresentam baixa densidade de drenagem e têm relevo plano e suave, cuja condição de alta permeabilidade permite rapidez de infiltração de água e consequente reabsorção pelos lençóis aquíferos. Naturalmente, nestas bacias, o regime pluvial tende a apresentar escoamento superficial pouco 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.

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 também é reduzida.

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.

Tabela 1-V: Parâmetros Morfométricos das principais bacias urbanas de Palmas – Sede e região Sul

Bacia / Microbacia	Area 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	88,32	0,98	0,18	1,42	0,49	4
Córrego Brejo Comprido	46,08	32,83	13,90	39,82	0,86	0,24	1,35	0,54	3
Córrego Suçupara	12,79	17,81	4,40	4,40	0,34	0,66	1,39	0,51	2
Córrego da Prata	17,77	17,26	3,73	9,08	0,51	1,28	1,15	0,75	2
Ribeirão Taquaruçu Grande	458,16	115,26	36,99	494,17	1,08	0,33	1,51	0,43	4
Córrego Machado	11,14	15,34	6,19	9,33	0,84	0,29	1,29	0,60	3
Córrego Taquari	35,72	26,31	12,10	35,08	0,98	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.

1.4.11 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=85 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 62, que

corresponde à faixa intermediária para solos B. No caso do Córrego Cipó e Taquari foi considerado um CN de 78 para a área urbana em função da inexistência de pavimentação nas condições atuais.

Assim, os valores de CN adotados são apresentados na **Tabela 1-VI**.

Tabela 1-VI: CN adotados para a situação atual

Tipo de Área	CN
Urbano com pavimentação	85
Não Urbano	62

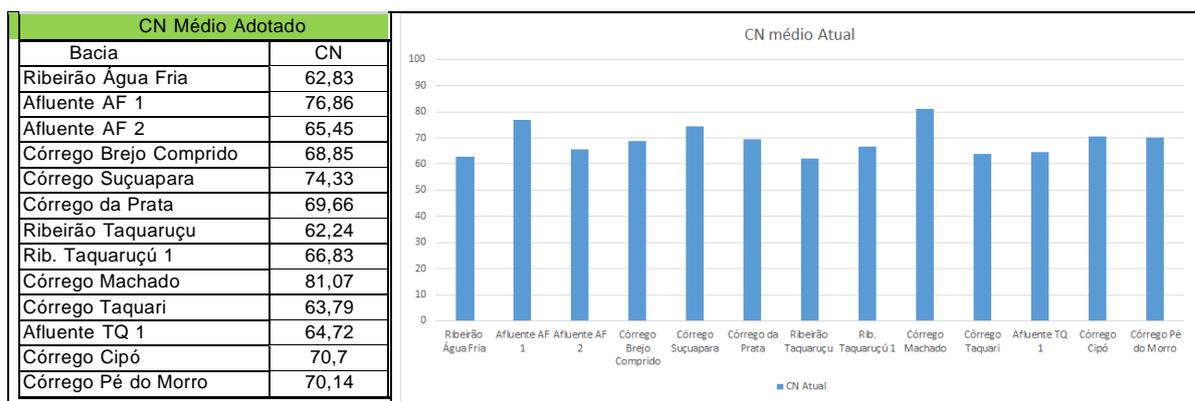
A **Tabela 1-VII** exibe os dados de entrada para a geração dos hidrogramas. Para a bacia do Ribeirão Água Fria foram determinadas 02 sub-bacias (AF1 e AF2) para a análise de contribuição de vazões internas à malha urbana. Para o Ribeirão Taquari foi determinada 01 sub-bacia de análise (TQ1) e para o Ribeirão Taquaruçu foi determinada 01 sub-bacia (Rib. Taquaruçu 1). O córrego Cipó e Pé do Morro correspondem aos cursos d'água internos aos bairros Santa Fé e Morada do Sol, que são afluentes ao Ribeirão Taquaruçu. A **Tabela 1-VIII** apresenta os CNs médios adotados.

Tabela 1-VII: Dados de entrada para estimativa dos hidrogramas nas bacias urbanas de Palmas – Situação Atual

Rio Principal	Área Total (km²)	L total	L Urbano	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	3,64	3,28	86,90	3,6	96,4
Afluente AF 1	-	-	1,98	0,018	3,84	1,36	2,48	1,36	64,6	35,4
Afluente AF 2	5,24	-	2,75	0,020	3,08	2,28	0,80	4,44	15,2	84,8
Córrego Suçuapara	12,79	4,40	-	0,027	10,99	4,14	6,85	5,94	53,6	46,4
Córrego Brejo Comprido	46,08	13,90	-	0,007	22,88	9,15	13,72	32,36	29,8	70,2
Córrego da Prata	24,31	3,73	-	0,005	24,31	16,22	8,09	16,22	33,3	66,7
Ribeirão Taquaruçu	458,16	36,99	-	0,013	29,71	15,20	14,51	443,65	3,2	96,8
Taquaruçu 1	13,23	36,99	4,00	0,011	13,23	10,40	2,83	10,40	21,4	78,6
Córrego Machado	11,14	6,19	-	0,010	11,54	1,97	9,57	1,97	82,9	17,1
Córrego Taquari	35,72	12,10	-	0,015	8,08	5,31	2,77	32,95	7,8	92,2
Afluente TQ 1	15,96	-	6,40	0,008	8,08	5,31	2,77	13,19	17,4	82,6
Córrego Cipó	23,13	8,14	1,66	0,030	1,86	0,85	1,01	0,85	54,4	45,6
Córrego Pé do Morro	7,50	5,70	1,57	0,022	3,08	1,99	1,09	1,99	35,4	64,6

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

Tabela 1-VIII: Valores de CN médios adotados para as bacias urbanas de Palmas



A observação dos resultados obtidos mostra que os maiores CNs foram para a bacia do AF1, do córrego Sussuapara, córrego Machado, Cipó e Pé do Morro, em consequência das maiores taxa de urbanização das mesmas (valor médio CN = 77). As menores foram para as bacias de Taquaruçu, Água Fria e Taquari (em suas bacias principais) pela grande área rural ou não urbanizada (CN médio = 63).

As maiores vazões são para o Ribeirão Taquaruçu, Água Fria e Brejo Comprido. De forma

intermediária estão as bacias dos rios Taquari, Taquari TQ1 e Córrego Machado. As demais bacias têm as menores vazões estimadas.

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 anterior.

1.4.12 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 1-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 1-IX: Vazões máximas estimadas para as bacias urbanas na condição atual

Vazão Máxima (m³/s)						
Bacia / TR (anos)	5	10	15	25	50	100
Ribeirão Água Fria	157,14	185,04	199,08	227,11	263,16	304,34
Afluente Água Fria 1	34,26	38,53	40,60	44,76	49,57	55,6
Afluente Água Fria 2	28,06	33,03	35,69	40,47	46,81	53,82
Córrego Brejo Comprido	151,5	175,07	186,69	210,06	239,65	272,12
Córrego Sussuapara	33,56	38,5	40,55	44,64	50,17	56,18
Córrego da Prata	35,88	41,24	43,90	49,2	55,93	63,22
Ribeirão Taquaruçu	536,8	631,41	679,48	776,08	902,02	1042
Rib. Taquaruçú 1	55,94	64,94	69,40	78,32	89,66	102,12
Córrego Machado	66,55	73,83	77,35	84,38	93,09	102,54
Córrego Taquari	85,44	100,45	107,91	122,95	142,13	163,22
Afluente Taquari 1	45,86	53,82	57,79	65,73	75,87	87,06
Córrego Cipó	9,91	11,37	12,09	13,53	15,35	17,34
Córrego Pé do Morro	17,87	20,55	21,87	24,52	27,87	31,53

As bacias dos córregos Taquaruçu, Água Fria e Brejo Comprido apresentam vazões bastante representativas, variando de 186 a 680 m³/s. O Ribeirão Taquari, Taquaruçu 1, Machado e Taquari 1 pertencem a um grupo intermediário, com vazões máximas entre 57 e 108 m³/s. As demais bacias têm vazões abaixo de 44 m³/s.

De maneira geral, o comportamento das bacias é semelhante para os demais TRs, ou seja, as maiores vazões são para o Ribeirão Taquaruçu, Água Fria e Brejo Comprido. De forma intermediária estão as bacias dos rios Taquari, Taquari 1 e Córrego Machado. As demais bacias têm as menores vazões estimadas.

Os valores de coeficiente de escoamento também mostraram as bacias com chuvas representativas, como o córrego Machado, Água Fria 1 e Sussuapara, com valores de coeficiente de escoamento acima de 50. Já as bacias dos ribeirões Taquaruçu, Taquari, Taquari 1 e Água Fria tiveram os valores de C menores que 38 (conforme Tabela 1-X).

Tabela 1-X: Coeficiente de Escoamento, Bacias Urbanas de Palmas, TR 15 anos

Coeficiente de Escoamento - C						
Bacia / TR (anos)	5	10	15	25	50	100
Ribeirão Água Fria	30,3	32,7	33,75	35,9	38,3	40,8
Afluente AF 1	52,6	54,8	55,79	57,7	59,7	61,8
Afluente AF 2	34,1	36,5	37,57	39,7	42,2	44,5
Córrego Brejo Comprido	39,3	41,7	42,77	44,9	47,2	49,6
Córrego Sussuapara	48,2	50,5	51,50	53,5	55,7	57,9
Córrego da Prata	40,6	43	44,03	46,1	48,5	50,8
Ribeirão Taquaruçu	29,5	31,9	32,97	35,1	37,5	39,9
Rib. Taquaruçú 1	36,2	38,6	39,67	41,8	44,2	46,6
Córrego Machado	60,2	62,2	63,07	64,8	66,6	68,4
Córrego Taquari	31,7	34,1	35,17	37,3	39,7	42,1
Afluente TQ 1	33,1	35,5	36,57	38,7	41,1	43,5
Córrego Cipó	42,2	44,6	45,63	47,7	50,1	52,3
Córrego Pé do Morro	41,3	44,7	45,43	46,9	49,2	51,5

1.5 Área de Preservação Permanente do Município de Palmas

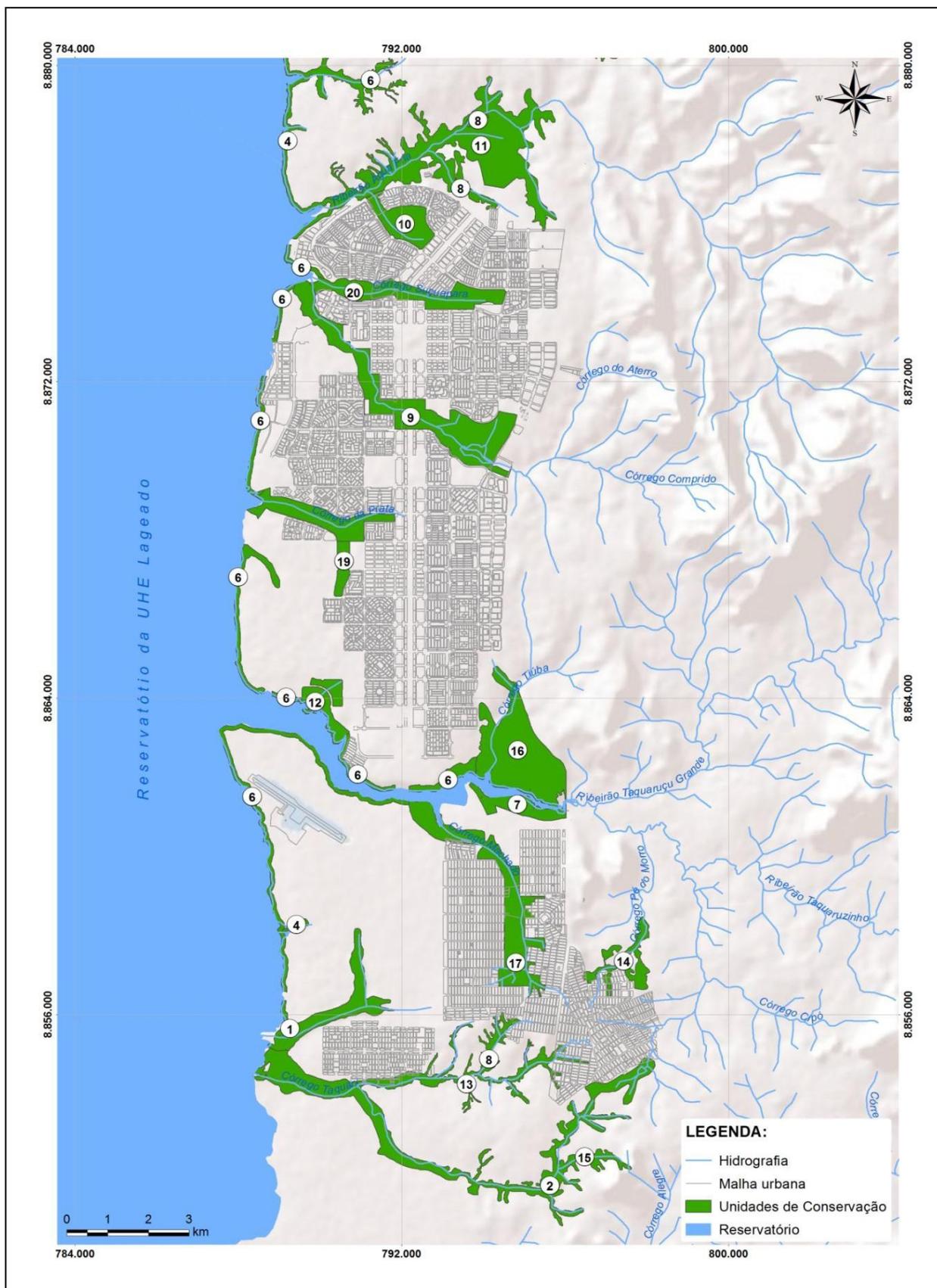
A **Figura 1-VI** mostra as áreas de preservação permanente do município de Palmas considerando-se as unidades de conservação e demais regiões a serem protegidas.

A **Tabela 1-XI** apresenta as unidades e de conservação já constituídas e as respectivas áreas.

Tabela 1-XI: Unidades de conservação de Palmas constituídas e áreas

nº	Nome da Unidade de Conservação	Área (ha)
1	Afluentes do Taquarí	163,47
2	Área alagada	5,38
3	Área degradada	9,86
4	Área remanescente	12,73
5	AV -SO 133	28,06
6	Parque Linear	1669,54
7	Parque Linear do Taquaruçu	79,85
8	Represamento de água	31,52
9	Unidade de Conservação Brejo Comprido	448,81
10	Unidade de Conservação das ARNOS	111,34
11	Unidade de Conservação do Água Fria	613,34
12	Unidade de Conservação do Entorno do Lago	58,15
13	Unidade de Conservação do Santa Bárbara	178,21
14	Unidade de Conservação do Santa Fé	83,59
15	Unidade de Conservação do Taquarí	516,15
16	Unidade de Conservação do Tiúba	377,81
17	Unidade de Conservação Machado	310,08
18	Unidade de Conservação Prata	170,26
19	Unidade de Conservação Prata	38,54
20	Unidade de Conservação Sussuapara	192,03

Figura 1-VI: Unidades de Conservação do município de Palmas



Fonte: IMPUP – PMPA, 2013

1.6 Situação Atualizada da Drenagem Urbana do Município de Palmas

Palmas é uma capital pujante que teve crescimento populacional acelerado e parte decorrente desse crescimento é a impermeabilização do solo. Em períodos chuvosos, essa impermeabilização 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, principalmente no Córrego Machado.

De maneira geral, conforme apontam diversos estudos acadêmicos sobre o tema na cidade de Palmas, são diversos os fatores que contribuem para a condição da drenagem urbana no município e que se traduz 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, e desobstrução de bocas-de-lobo);
- falta de remoção dos resíduos de construção civil e entulhos, quase sempre 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 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 1-XI** na pág.25);
- falta de um Plano Diretor 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 aos processos erosivos;
- Insuficiência de bocas de lobo em vias pavimentadas (com drenagem), e posicionamentos inadequados.
- Sarjetas com guias altas retendo o fluxo de água das chuvas na pista de rolagem.

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 1-XII** a seguir.

Tabela 1-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 córrego 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 o loteamento Aurenny, 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, já é conhecida há mais de 10 anos 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 e assoreamento em estruturas de transposição destes canais (como bueiros) pela falta de proteção de margens; pontos inadequados de lançamento dos condutos da macrodrenagem e grandes volumes transportados durante chuvas intensas. Além disso, o Córrego Machado na região sul de Palmas tem diversos problemas de ocupação de áreas de risco às margens do curso d'água com supressão de APP e agravamento de erosão, ravinamento e assoreamento.

1.6.1 Abrangência da Rede de Drenagem

A partir dos documentos e das informações obtidas com a SEISP, além de levantamentos de campo, constatamos a seguinte situação das redes de drenagem estabelecidas:

- A região Norte e Central de Palmas possui a maior cobertura de rede 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 Aurenny I, II e III 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.

1.6.2 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:

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

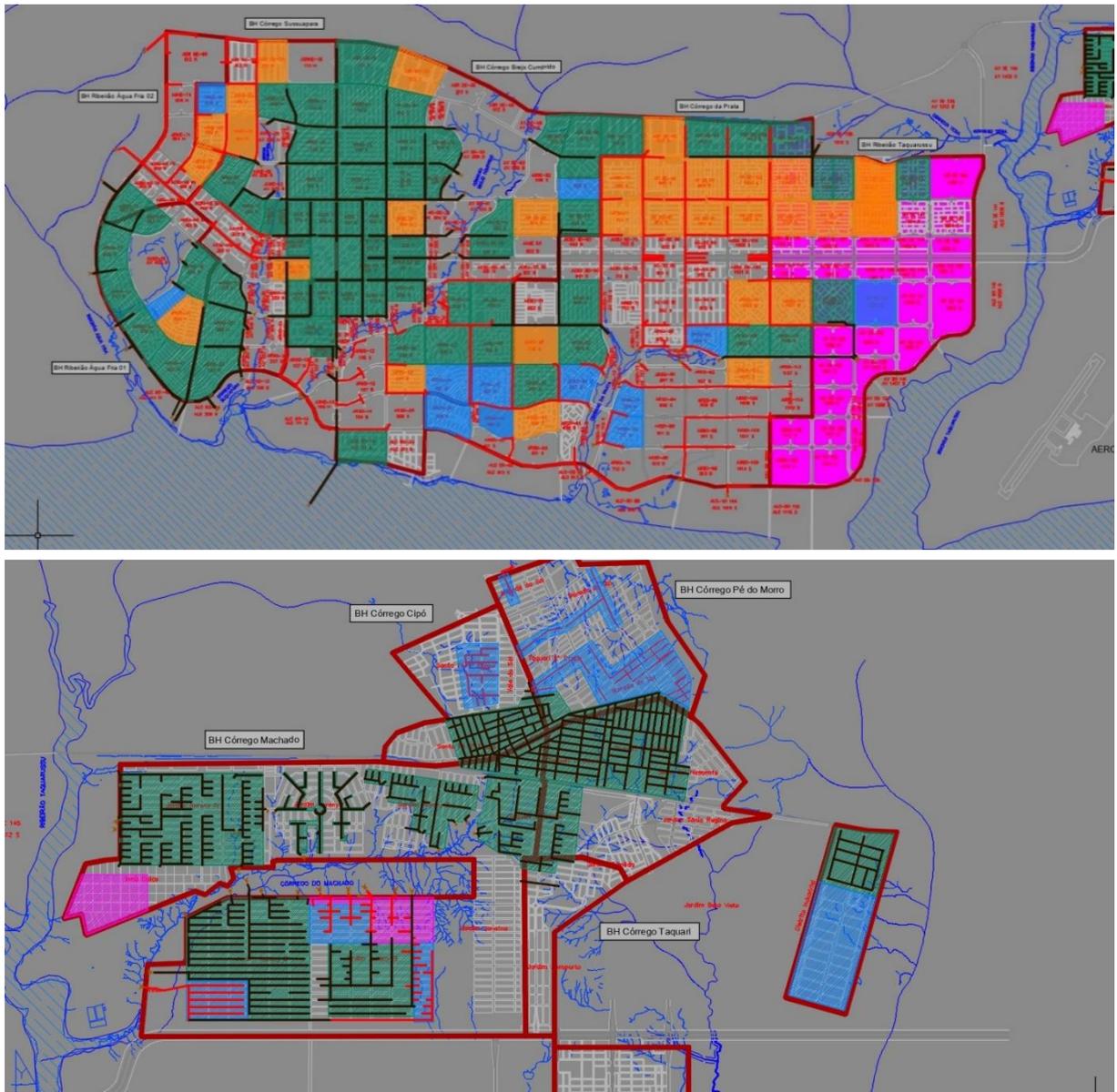
- A área onde existe rede de drenagem implantada e em carga. Considera-se para efeitos de cálculo que a estrutura do sistema de drenagem existente possua condições adequadas;
- Área urbanizada da bacia hidrográfica analisada. No cômputo das áreas urbanizadas foram desconsideradas as áreas verdes, pois elas não necessitam de estruturas de drenagem (considerando como estruturas elementos como bocal 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 1-VII**) e da atualização observada durante as duas visitas técnicas para inspeção geral do sistema, 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.

Figura 1-VII: Redes de Drenagem Executadas e Planejadas (2014)



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 1-XIII**).

Tabela 1-XIII: ICR estimados das bacias hidrográficas 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	0,50
BH – Córrego Cipó	0,50	0,55
BH – Córrego Pé do Morro	0,10	0,25

De acordo com os dados da **Tabela 1-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 Comprido 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.

1.7 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.

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 do Plano Diretor).

Como já citado, os alagamentos causam comprometimento da mobilidade urbana em pontos específicos da cidade, que atualmente 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 ravinamento e erosão junto às quadras ainda desabitadas, não pavimentadas ou com pavimentos desprotegidos.

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 de rede em alguns bairros 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, causando transtornos temporários, que impactam a rotina

normal da cidade.

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, como a Av. Teotônio Segurado.

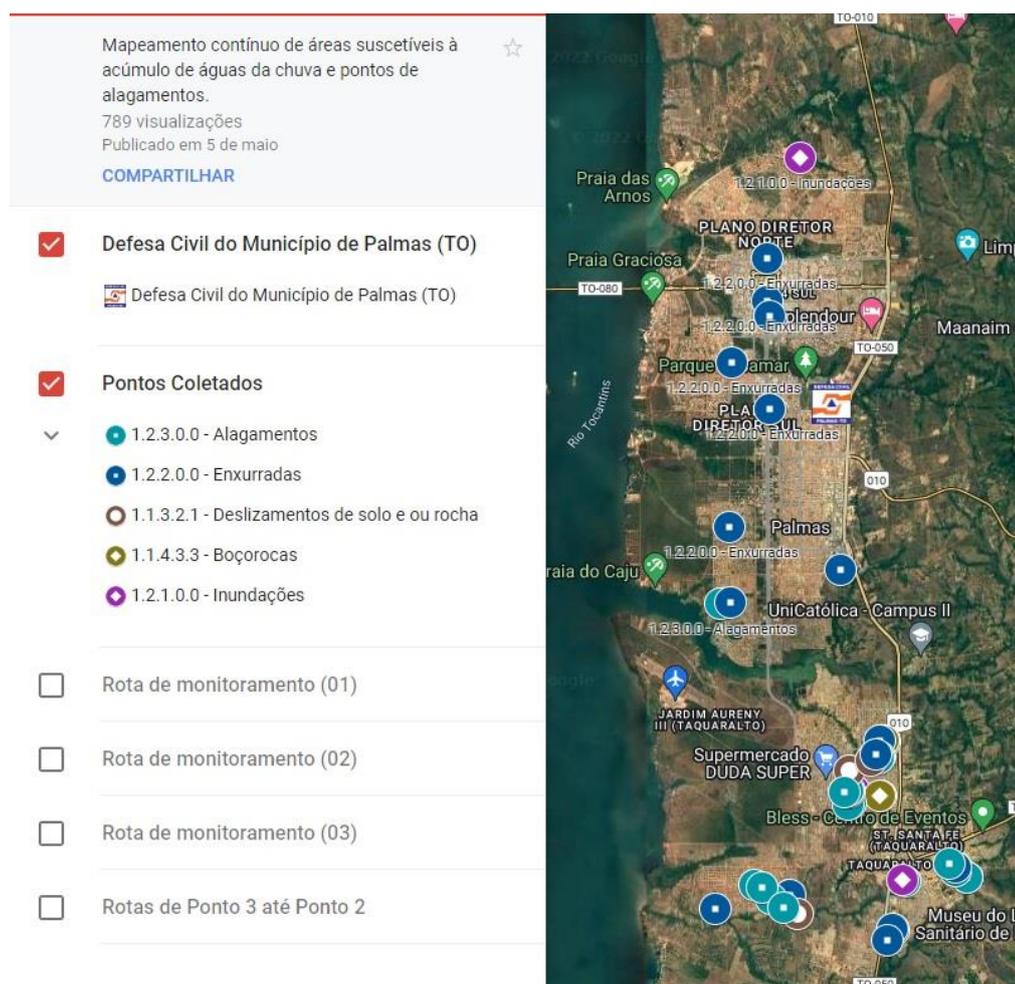
No período de chuvas intensas, as precipitações elevadas em curtos períodos e alta frequência, resultam na redução do tempo de concentração e elevados de picos de vazões. Assim, a sustentabilidade do sistema está sob forte pressão, principalmente por não haver sistematização dos processos de manutenção 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 conseqüentemente, 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.

1.7.1 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 1-VIII**), de forma regular. O registro dos eventos é feito através da inserção das informações coletadas no mapa que se encontra no link a seguir, atualizado, no mínimo anualmente.

Figura 1-VIII: Mapeamento e Monitoramento da Defesa Civil (2022)



https://www.google.com/maps/d/edit?mid=1Qtwd0Y3qnZsUS2PvFm_IPTiKnYqFT-rh&usp=sharing

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

1.7.2 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 da SEISP – **Figura 1-IX**). 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.

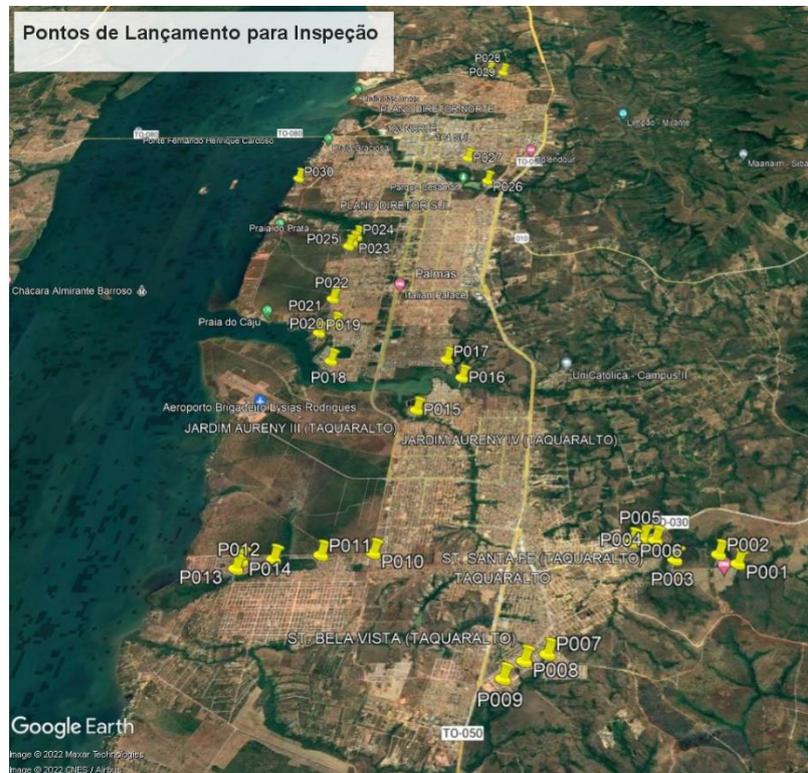


FIGURA 1-IX: Pontos definidos pela SEISP para inspeção da INFRA Engenharia

1.7.2.1 Principais e mais comuns problemas encontrados

1.7.2.1.1 Erosão e Assoreamento

Como já se observou anteriormente (**Figura 1-X**), em praticamente todos os canais fluviais urbanos, seus tributários e afluentes mostram evidências de processos erosivos e assoreamento, tanto pelos mecanismos do escoamento superficial quanto pelo funcionamento da infraestrutura de drenagem, que apresentam descargas com grande energia proveniente dos volumes agrandados dos cursos d'água no período chuvoso.



FIGURA 1-X: Processos erosivos na bacia do Córrego Machado – fonte: PMDU 2014

As regiões que apresentam processos erosivos de antropização, 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, o Jardim Aureny (na região sul) vem apresentando impactos diversos em sua área de urbanização. Como a implantação desse loteamento não foi precedida por estudos de planejamento ambiental, não contou 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 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.

Além disso, existem diversas nascentes dentro dos loteamentos Aureny I, II e III, que formam os afluentes ao Córrego Machado, e sofrem com a erosão e assoreamento, além do uso pela drenagem urbana com pontos de lançamento das vazões escoadas. De forma geral são evidentes os impactos com riscos de desestabilização de algumas encostas, com processos erosivos nas vias e quadras do loteamento 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-se deterioradas pela falta de drenagem.

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 boçorocas.

Outro local, onde sabidamente existe assoreamento constante, é o Lago Cesamar, onde observou-se regular dragagem (**Figura 1-XI**). As obras de retificação na entrada do lago para aumentar as velocidades de entrada e diminuir a deposição naquele pontos provocaram esse acúmulo aumentado, diminuindo a profundidade do lago perto do vertedor.



FIGURA 1-XI: Dragagem do acúmulo de sedimentos no Lago Cesamar

1.7.2.1.2 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 1-XII** 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 1-VIII** na pág.22) para inspeção *in situ*.

FIGURA 1-XII: 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

1.7.2.1.3 Tubulações e Galerias

Encontra-se com facilidade obstruções no sistema de drenagem, com muitas bocas-de-lobo obstruídas (**Figura 1-XIII**), emboques de tubulações de passagem com seção reduzida pelo acúmulo de sedimentos, terra, e eventualmente pedregulhos e lixo. As galerias, em geral apresentam-se em melhores condições, mas a notória falta de monitoramento regular e sistemático, e conseqüente 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 1-XIII: Exemplos de Bocas-de-Lobo obstruídas



FIGURA 1-XIV: Tubulações de passagem com seção reduzida, com comprometimento quase total do funcionamento

Em muitos casos, a ausência de dissipadores de energia eficientes ocasionam transições inadequadas e, potencialmente, aumentam o risco de danos no solo à jusante dos pontos de lançamento, já que muitas vezes, como já apontado, 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. Existem pontos estratégicos do sistema, que, se bem monitorados e com uma operação simples e constante, podem melhorar o escoamento das águas.

1.7.2.1.4 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 coexistam 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. Ver **Anexo I** 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. Trata-se de necessidades de pequenas intervenções para que se alcance significativa melhoria nos impactos desses problemas. Há que ser considerada a tolerância de tempo que será adotada para que o acúmulo de água se disperse e diminua, para volta à normalidade do funcionamento do sistema viário. Na **Figura 1-XV** observam-se distintas localidades no município, onde ocorrem alagamentos, sem que, no entanto, bloqueie a passagem dos veículos. E, ainda que haja o inconveniente para a circulação, as medições realizadas pela INFRA Engenharia e Consultoria obtiveram tempos entre 8 e 22 minutos, pós precipitação intensa (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 Paulo ¹ (utilizado como referência prática nesta avaliação).

As enxurradas são consequência normal em vias onde



FIGURA 1-XV: 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 talvegues, e (iv) acúmulo de pedregulhos, sedimentos vegetais, entulho e lixo.

¹ São Paulo (cidade). Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano. Manual de drenagem e manejo de águas pluviais: aspectos tecnológicos; fundamentos. São Paulo: SMDU, 2012. 220p. il. v.2 ISBN 978-85-66381-02-3 ISBN 978-85-66381-00-9 (Coleção)

1.8 Verificação, avaliação técnica 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:

1.8.1 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 lotadas na Secretaria Municipal de Infraestrutura e Serviços Públicos, na Superintendência de Obras, Diretoria Geral de Planejamento e Obras e a Diretoria de Obras Viárias. Já a manutenção é realizada pela Diretoria de Manutenção Viária, Logradouros e Equipamentos, também integrante da Superintendência de Obras.

Situação Maio/2022: Estrutura não modificada, permanecendo conforme **Figura 1-XVI** abaixo:

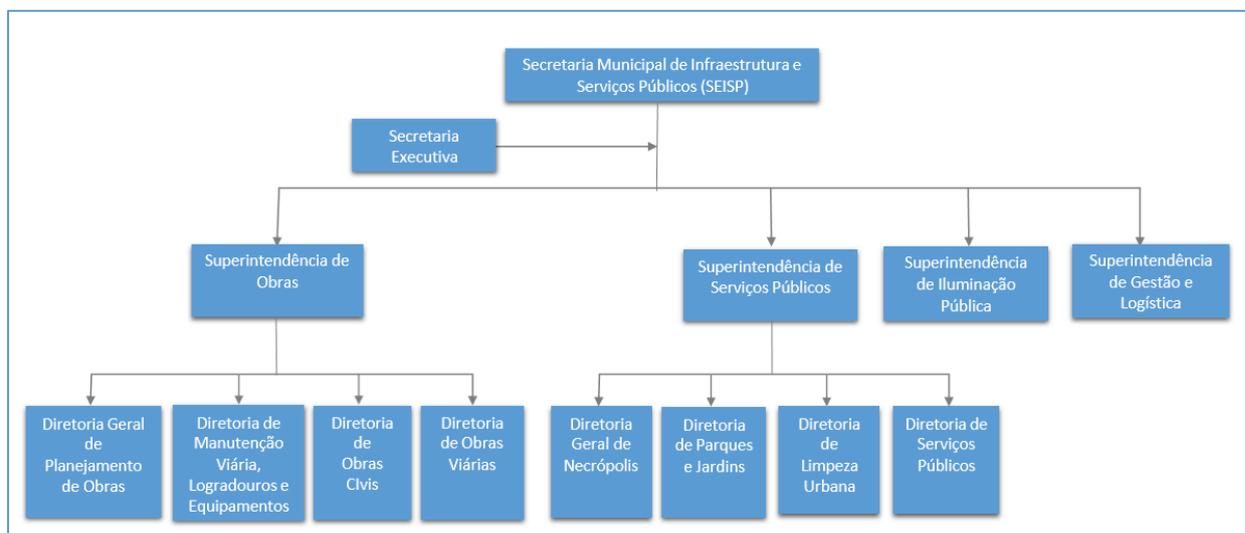


Figura 1-XVI: Estrutura Organizacional da SEISP

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.

1.8.2 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.

AÇÕES 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.*

1.8.3 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) “**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-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 elançamento - 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. 007 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.

1.8.4 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 e em áreas consideradas de risco.

AÇÕES 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 adotado, 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.

1.8.5 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: À 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.

1.8.6 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.

1.8.7 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 compõem 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.