



**PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS**

**ANEXO III AO DECRETO Nº 700, DE 15 DE JANEIRO DE 2014**

# **Plano Municipal de Saneamento Básico de Palmas - TO**

**Volume III: Drenagem Urbana**

Janeiro de 2014



**PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS**

**SUMÁRIO**

<b>1</b>	<b>CONSIDERAÇÕES INICIAIS</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO ATUAL</b>	<b>6</b>
2.1	Gestão Institucional do Setor de Drenagem Urbana	6
2.2	Condições Hidrometeorológicas Locais	8
2.2.1	ESTUDO DE CHUVAS INTENSAS	8
2.3	Caracterização das bacias de drenagem urbanas	14
2.3.1	RIBEIRÃO ÁGUA FRIA	15
2.3.2	RIBEIRÃO TAQUARUÇU GRANDE	15
2.3.3	CÓRREGO MACHADÓ	16
2.3.4	CÓRREGO PRATA	16
2.3.5	CÓRREGO BREJO COMPRIDO	16
2.3.6	CÓRREGO SUSSUAPARA	17
2.3.7	CÓRREGO TAQUARI	17
2.3.8	RIBEIRÃO SÃO JOÃO	17
2.3.9	CÓRREGO CIPÓ E PÉ DO MORRO	17
2.3.10	PARÂMETROS MORFOMÉTRICOS	18
2.3.11	DETERMINAÇÃO DAS VAZÕES PARA AS PRINCIPAIS BACIAS URBANAS	19
2.4	Área de Preservação Permanente do Município de Palmas	27
2.5	Situação Atual da Drenagem Urbana do Município de Palmas	30
2.5.1	REDE DE DRENAGEM ATUAL	31
2.5.2	PONTOS CRÍTICOS DE ALAGAMENTOS	37
2.5.3	ZONAS CRÍTICAS COM EROSIÃO E ASSOREAMENTO	40
2.5.4	CONTROLE DAS AÇÕES DE DRENAGEM URBANA	49
2.5.5	CONCEPÇÃO DE PROJETOS DE DRENAGEM	51
<b>3</b>	<b>PROGNÓSTICO</b>	<b>54</b>
3.1	Impactos da Urbanização nas condições hidrológicas das bacias	54
3.2	Análise preliminar dos incrementos de vazões máximas nas bacias urbanas de Palmas	57
3.3	Análise da evolução de cobertura pela rede de drenagem pluvial	69
3.4	Análise do ICR a médio prazo	70
<b>4</b>	<b>OBJETIVOS E METAS</b>	<b>74</b>
4.1	Objetivos	74
4.2	Metas	74
4.2.1	META DE COBERTURA DE REDE DE DRENAGEM URBANA	75
4.2.2	META DE REDUÇÃO DOS PONTOS DE ALAGAMENTOS	76
4.2.3	META DE PRESERVAÇÃO DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE (APP)	81
4.2.4	META DE REDUÇÃO DOS PONTOS DE EROSIÃO E ASSOREAMENTO PROVENIENTES DA DRENAGEM URBANA	82
4.2.5	META DE ATENDIMENTO DAS NORMATIVAS LEGAIS	88
<b>5</b>	<b>PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES</b>	<b>89</b>
5.1	Programa de Fortalecimento, Estruturação Técnica e Gerencial do Serviço Público de Drenagem Urbana	89
5.2	Programa de Estudos e Projetos de Drenagem Urbana	91
5.3	Programa de Implementação das Obras do Sistema de Drenagem Urbana	93
5.5	Programa de Proteção e Revitalização dos Corpos D'água	96
5.6	Programa de Monitoramento/Manutenção Corretiva	97
5.7	Programa de Educação Ambiental em Drenagem Urbana	100
5.8	Programa de Atendimento de Normativas Legais	102
<b>6</b>	<b>AÇÕES PARA EMERGÊNCIAS E CONTINGÊNCIAS</b>	<b>103</b>



**PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS**

<b>7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>104</b>
<b>8 APÊNDICES.....</b>	<b>106</b>
<i>APÊNDICE 01: BACIAS HIDROGRÁFICAS URBANAS.....</i>	<i>107</i>
<i>APÊNDICE 02: LEVANTAMENTO FOTOGRÁFICO – PERÍODO SECO .....</i>	<i>109</i>
<i>APÊNDICE 03: LEVANTAMENTO FOTOGRÁFICO – PERÍODO CHUVOSO .....</i>	<i>118</i>
<i>APÊNDICE 04: CENÁRIO ATUAL – REDES EXISTENTES E PROJETOS EM ANDAMENTO .....</i>	<i>124</i>
<i>APÊNDICE 05: PROBLEMAS EXISTENTES .....</i>	<i>126</i>
<i>APÊNDICE 06: DESENHOS ESQUEMÁTICOS DAS ALTERNATIVAS PARA O CANAL DO PARQUE CESAMAR.....</i>	<i>128</i>
<i>APÊNDICE 07: EVOLUÇÃO DO COEFICIENTE DE ESCOAMENTO – TR 10 ANOS (ATUAL E FUTURO) .....</i>	<i>132</i>
<i>APÊNDICE 08: PROJETOS SOLICITADOS – PROGRAMA DE ACELERAÇÃO DO CRESCIMENTO (PAC 2).....</i>	<i>134</i>
<i>APÊNDICE 09: REDE EXISTENTE – PROJETOS CONCLUÍDOS.....</i>	<i>136</i>



**PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS**

## 1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

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 pelo agravamento dos problemas relacionados às inundações nas cidades, aumentando a frequência e os níveis das cheias.

Isso é consequência da impermeabilização crescente das bacias hidrográficas e da ocupação inadequada das regiões ribeirinhas aos cursos d'água.

Além disso, a inexistência de Planos Diretores de Drenagem Urbana, que procurem equacionar os problemas de drenagem sob o ponto de vista da bacia hidrográfica, a falta de mecanismos legais e administrativos eficientes, que permitam uma correta gestão das consequências do processo de urbanização sobre as enchentes urbanas e a concepção inadequada da maioria dos projetos de drenagem urbana, contribuem para o agravamento do problema.

O 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. Inclui ainda a hidrografia e os talwegues.

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

<b>MICRODRENAGEM</b>	<b>MACRODRENAGEM</b>
São estruturas que conduzem as águas do escoamento superficial para as galerias ou canais urbanos. É constituída pelas redes coletoras de águas pluviais, 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. Quando bem projetada e com manutenção adequada, praticamente elimina as inconveniências ou as interrupções das atividades urbanas que advêm das inundações e das interferências de enxurradas.	São dispositivos 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 de vida 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;
- proteger a qualidade ambiental e o bem-estar social;
- promover a utilização das várzeas para atividades de lazer e contemplação.

Tratando-se os sistemas de drenagem urbana como sistemas preventivos de inundações, no contexto urbano eles podem ser:



## PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS

- **em áreas ribeirinhas:** os rios possuem dois leitos - o leito menor em que a água escoar na maioria do tempo e o leito maior. Este último costuma ser inundado pelo menos uma vez a cada dois anos;
- **causados pela urbanização:** o aumento da densidade de ocupação por edificações e obras de infraestrutura viária resulta em maiores áreas impermeáveis, cuja consequência é o incremento das velocidades de escoamento superficial e a redução de recarga do lençol freático.

A principal causa das enchentes é a ocupação desordenada do solo, não só no território municipal como também a montante de toda a área da bacia de contribuição, e o sistema de drenagem urbana que transfere os escoamentos para jusante, sem qualquer preocupação com a retenção de volumes escoados. Um sistema de drenagem eficiente é o que drena os escoamentos sem produzir impactos nem no local nem a jusante.

A estratégia utilizada para os problemas de drenagem urbana esteve, durante anos, voltada para a retificação dos rios, córregos e o revestimento de suas calhas, com graves consequências ambientais, destacando-se: aumento das velocidades de escoamento e, conseqüentemente, a transferência de inundações para jusante; eliminação de ecossistemas aquáticos; processos erosivos nas margens dos cursos d'água e elevados custos para o município, sem, necessariamente, obter resultados efetivos. Pode-se classificar como uma fase higienista com a busca de racionalização, entretanto, estas medidas não se mostram sustentáveis.

Atualmente, o sistema de drenagem urbana aponta para a preservação dos cursos d'água, sua despoluição e a manutenção das várzeas de inundação, de forma que não sejam necessárias obras estruturantes, reduzindo-se custos de implantação e problemas provocados pelas mesmas, tirando proveito de seu potencial urbanístico como áreas verdes e parques lineares.

Assim, a partir do século 20, o conceito de canalizar foi melhorado com o advento da utilização dos métodos computacionais e do avanço técnico e científico, com uma nova visão ambiental, buscando-se incorporar os cursos d'água à paisagem urbana, despoluindo-os e preservando suas margens de forma que a valorização dos corpos hídricos passa a ser o paradigma dessa nova concepção.

Somente medidas em harmonia com a natureza levarão ao sucesso. No lugar de direcionar e acelerar as águas das enchentes rio abaixo, deve-se restabelecer o quanto possível a retenção natural, conservando as áreas de inundação ainda existentes. É preciso quebrar preconceitos e vencer as pressões de visões ultrapassadas e interesseiras.

A **Tabela 2.1-I** apresenta as causas e efeitos da Urbanização sobre as Inundações Urbanas

**Tabela 2.1-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



**PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS**

## **2 DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO ATUAL**

### **2.1 Gestão Institucional do Setor de Drenagem Urbana**

No aspecto institucional, a gestão e gerenciamento do Setor de Drenagem Urbana não compete a um órgão ou setor técnico que apresente autonomia administrativa e financeira, como ocorre com o abastecimento de água e esgoto sanitário, constituindo-se assim a sua fragilidade político-institucional no contexto da administração municipal.

No município de Palmas, o gerenciamento da drenagem urbana fica sob a responsabilidade da Secretaria Municipal de Infraestrutura e Serviços Públicos através da Superintendência de Obras. Ele é estruturado pela Diretoria Geral de Planejamento de Obras e Diretoria de Obras Viárias.

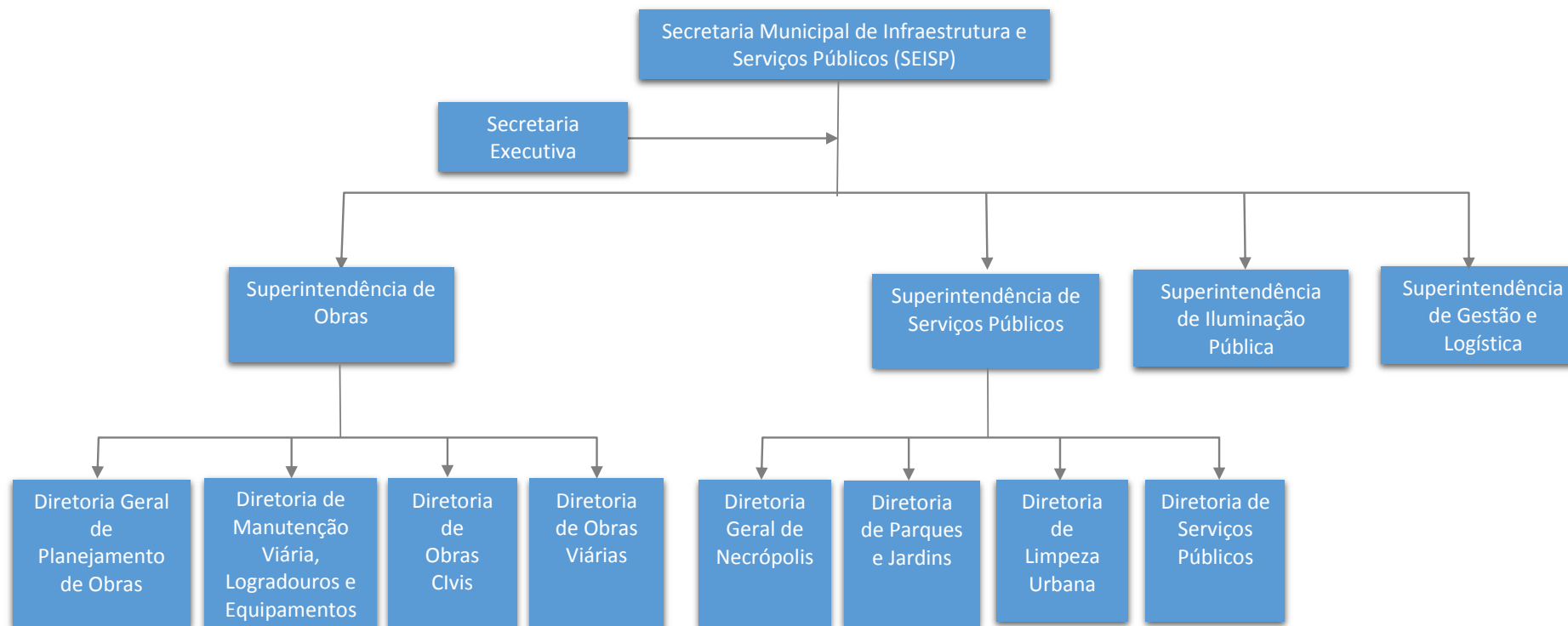
As ações de manutenção e limpeza das estruturas de drenagem urbana (como bocas de lobo, bueiros e canais) fazem parte das atividades de responsabilidade da Diretoria de Manutenção Viária, Logradouros e Equipamentos fornecendo mão de obra e equipamentos. As questões relativas ao planejamento e projetos estão sob a responsabilidade da Diretoria Geral de Planejamento de Obras e a execução pela Diretoria de Obras Viárias.

Dentro do contexto da Lei do Saneamento (Lei 11.445/2007) requer-se o comprometimento do Poder Público Municipal para o setor de drenagem urbana, haja vista que este setor passa a ser 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.

A **Figura 2.1-I** traz o organograma da estrutura organizacional da gestão e gerenciamento do setor de Drenagem Urbana pela Secretaria Municipal de Infraestrutura e Serviços Públicos. Portanto, a drenagem urbana do município é formada por 02 subníveis (Superintendência e Diretorias), subordinadas à secretaria.



**PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS**



**Figura 2.1-I: Estrutura Organizacional da Gestão e Gerenciamento do Setor de Drenagem Urbana de Palmas**



## PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS

### 2.2 Condições Hidrometeorológicas Locais

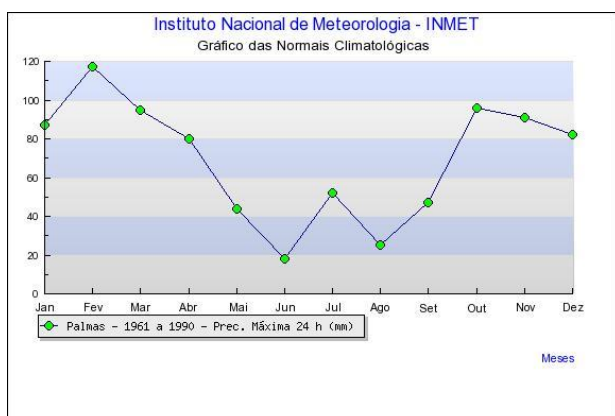
A avaliação hidrológica preliminar para quantificar as chuvas intensas e o escoamento superficial das principais bacias urbanas de Palmas foi fundamentada nos dados básicos determinados pela Ecoplan Engenharia Ltda. nos estudos correntes do PDDPA – (Plano Diretor de Drenagem Pluvial).

Assim foi determinada a equação de intensidade-duração-frequência para a cidade de Palmas além do modelo de transformação de chuva-vazão para a geração das vazões a serem transportadas em cada bacia.

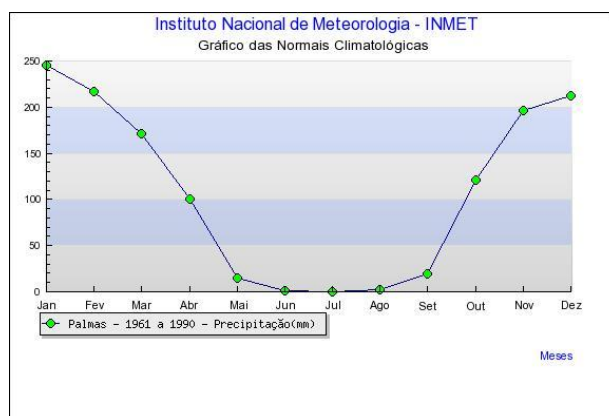
#### 2.2.1 Estudo de Chuvas Intensas

A construção e a operação das obras de drenagem urbana, como barragens, galerias, canais, bacias de retenção e outros, envolvem custos associados a riscos. O dimensionamento correto deve retratar uma segurança efetiva à população e uma aplicação justa dos recursos públicos.

Para o caso de 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 de outubro a abril, as precipitações são intensas (com normais maiores que 80 mm/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 inexistem entre junho e agosto. A Figura 2.2-I exibe as normais de precipitação 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.



**Figura 2.2-I: Normais de Chuva Máxima - 24 h**



**Figura 2.2-II: Normais de Precipitação Mensal**

Como normalmente se admite que o período de retorno da precipitação é considerado igual ao do hidrograma que ela gera, a escolha da tormenta de projeto e seu período de retorno definirão o risco da obra.

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.

A equação idf obtida para Palmas nos estudos do PDDPA, com coeficiente de correlação em 99,97%, foi a seguinte:





**PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS**

$$i = \frac{749,97 \cdot Tr^{0,104}}{(t_d + 9)^{0,702}}$$

Onde:

i = intensidade de precipitação (mm/h)

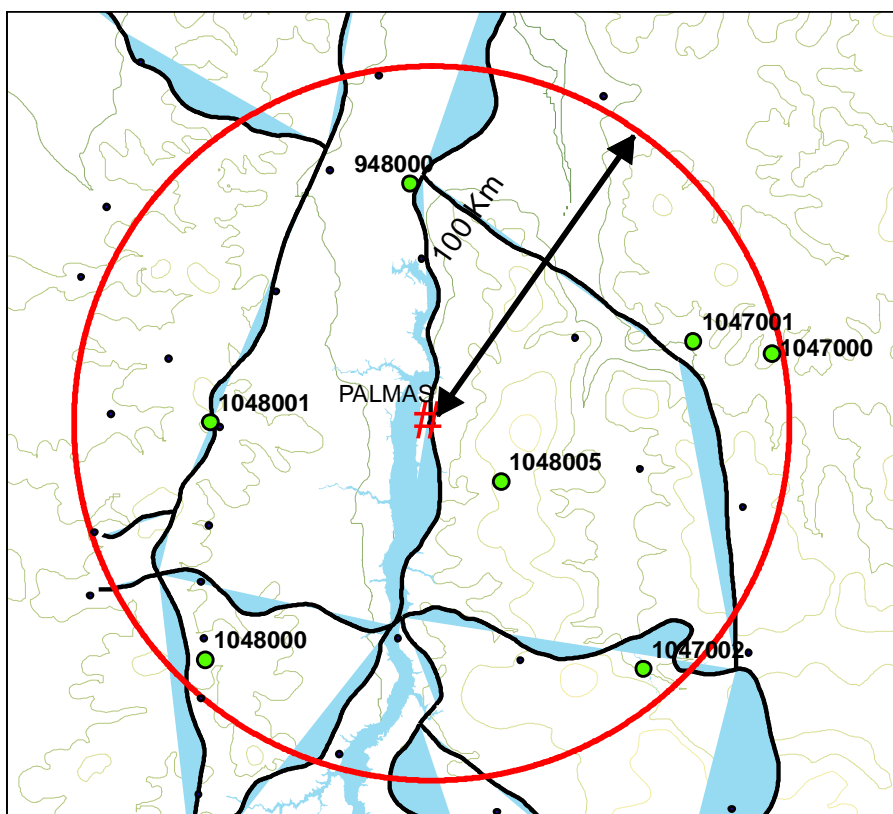
Tr = Tempo de Retorno adotado

td = tempo de duração da chuva de projeto

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) (Figura 2.2-III). Os postos estão listados no Quadro 2.2-I.

**Quadro 2.2-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"



**Figura 2.2-III: Localização dos postos pluviométricos**



**PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS**

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 36 anos de informações (Quadro 2.2-II).

**Quadro 2.2-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	1979	103,3	1988	92,2	1997	84,5
1971	64,9	1980	93,5	1989	110,0	1998	88,3
1972	81,3	1981	92,0	1990	75,6	1999	79,3
1973	91,5	1982	84,4	1991	82,0	2000	83,2
1974	74,6	1983	93,8	1992	123,0	2001	97,9
1975	135,8	1984	77,4	1993	107,0	2002	80,0
1976	87,0	1985	77,6	1994	91,1	2003	108,0
1977	99,7	1986	87,4	1995	111,0	2004	85,4
1978	94,4	1987	83,1	1996	99,9	2005	108,0

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, 25, 50 e 100 anos. Os resultados são mostrados na Tabela 2.2-I.

**Tabela 2.2-I: Precipitações máximas para os períodos de retorno escolhidos**

TR	f (P>Po)	Y	P <sub>máx,1 dia</sub> (mm)
2	50%	0,37	90,12
5	20%	1,50	102,90
10	10%	2,25	111,36
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 2.2-II.

**Tabela 2.2-II: 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

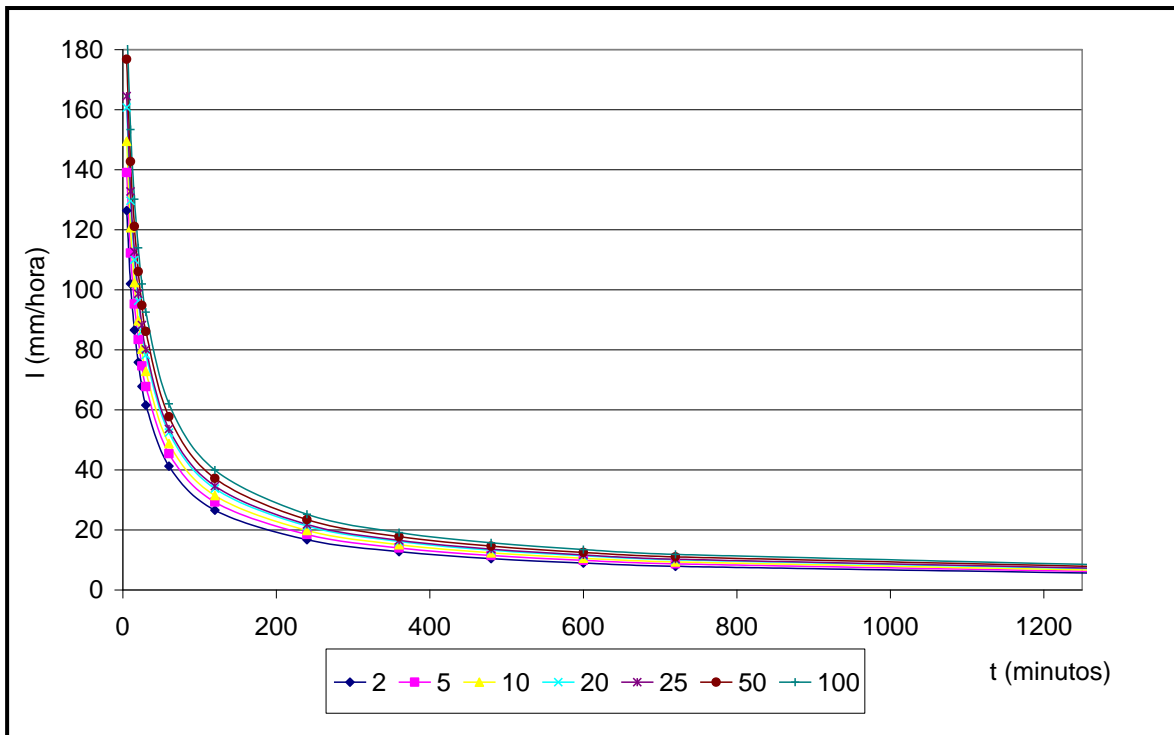


**PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS**

Duração	Relação
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.

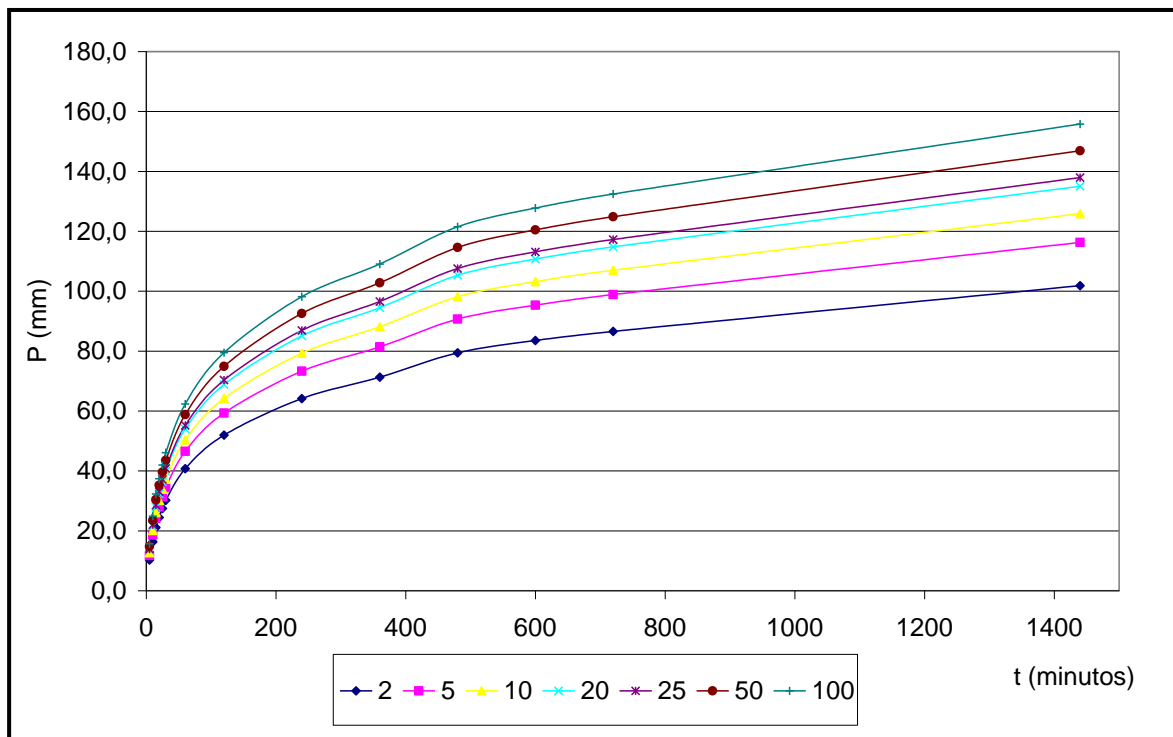
As curvas idf e pdf resultantes da mesma equação podem ser vistas na Figura 2.2-IV e Figura 2.2-V, respectivamente.



**Figura 2.2-IV: Curvas idf ajustadas**



**PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS**



**Figura 2.2-V: Curvas pdf ajustadas**

### 2.2.1.1 Modelagem Chuva-Vazão

A modelagem chuva-vazão tem por objetivo representar o comportamento de um sistema hidrológico, que normalmente é uma bacia hidrográfica, por meio de equações matemáticas, 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 das informações disponíveis e caracterização do local de estudo (topografia do terreno, infraestrutura existente, cadastro da rede pluvial, ocupação e uso do solo, dados climatológicos, dados 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 dos hietogramas de projeto. Normalmente são gerados hidrogramas para os tempos de retorno usualmente utilizados em projeto, ou seja, 2, 5, 10, 25, 50 e 100 anos. A duração da chuva adotada é igual ao tempo de concentração das bacias estudadas.



**PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS**

Para o tempo de concentração, adota-se a seguinte equação (TUCCI, 2003):

$$tc = 57 \left[ \frac{L^3}{S \times L \times 1000} \right]^{0,385}$$

onde:  $t_c$  é o tempo de concentração em minutos;  
L é o comprimento do talvegue principal da bacia; e  
S é a declividade média do talvegue principal

A determinação da distribuição temporal da 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, para a separação do escoamento, e o método do Hidrograma Unitário Triangular (HUT) do SCS, para a propagação superficial (SCS, 1975). O método do Soil Conservation Service é um dos mais populares entre os projetistas, principalmente porque apresenta um único parâmetro: o Curve Number ou CN, que se encontra tabelado em muitos manuais de drenagem urbana.

A relação para a separação do escoamento no método é a seguinte:

$$P_{ef} = \frac{(P - 0,2 \cdot S)^2}{P + 0,8 \cdot S}$$

$$P_{ef} = \frac{(P - 0,2 \cdot S)^2}{P + 0,8 \cdot S}$$

onde:  $P_{ef}$  é a precipitação efetiva ou escoamento (mm);  
P é a precipitação (mm); e  
S é capacidade máxima de armazenamento do solo (mm).

O valor de S depende do tipo de uso do solo e relaciona-se com o CN pela seguinte equação:

$$S = \frac{25400}{CN} - 254$$

$$S = \frac{25400}{CN} - 254$$

A equação é válida para a condição de  $P > 0,2S$ , ou seja, a altura precipitada deve ser superior às perdas iniciais, caso contrário  $P_{ef} = 0$ .

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.

A vazão máxima do hidrograma unitário triangular é obtida por (Figura 2.2-VI):

$$q_p = \frac{2,08A}{\Delta t / 2 + 0,6tc}$$

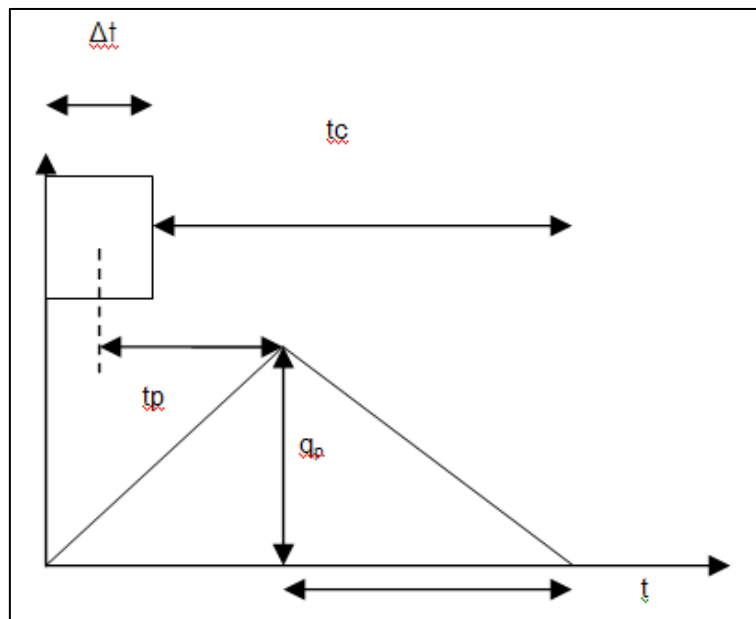
$$q_p = \frac{2,08A}{\Delta t / 2 + 0,6tc}$$

Onde:  $\Delta t$  é o intervalo de tempo da chuva; e  
 $t_p$  o tempo de pico =  $0,6 t_c$ .

Utilizando a precipitação efetiva com o hidrograma unitário, através da convolução, obtém-se o hidrograma da bacia.



**PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS**



**Figura 2.2-VI: Hidrograma Unitário triangular**

### 2.3 Caracterização das bacias de drenagem urbanas

O sistema de drenagem de Palmas conta com um relativo número de cursos d'água que recortam o seu espaço urbano. Grande parte destes cursos d'água 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.



## PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS

Segundo Figuera (2005)<sup>1</sup>, um fator bastante preocupante é o resultado de pesquisa que demonstra a redução das matas ciliares em diversas bacias urbanas de Palmas, com a degradação de margens por erosão e pela qualidade da água destes recursos.

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 a microbacia do córrego Brejo Comprido e Sussuapara). As alterações mais significativas foram o desmatamento das vertentes com grandes reduções de faixas de APP, desestabilização e desmoronamentos de talvegues, erosão e assoreamento dos cursos d'água, presença de resíduos sólidos no leito e nas margens.

Neste contexto é feita uma descrição sucinta dos afluentes do rio Tocantins que abrange a região urbana de Palmas. A Figura 2.3-lapresenta o mapa das principais bacias de drenagem urbanas e seu entorno, do município de Palmas. Além disso, destaca-se o córrego Roncador como a principal drenagem do distrito de Taquaruçu.

### 2.3.1 Ribeirão Água Fria

A microbacia do Ribeirão Água Fria ocupa uma área de 90,17 km<sup>2</sup> 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 Suçuapara, ambos pela margem esquerda. Com o reservatório o Ribeirão Água Fria, passou a contribuir diretamente a montante da confluência com estes dois córregos.

Este ribeirão está localizado ao norte da cidade de Palmas, sendo que a maior parte da bacia encontra-se ocupada pela zona rural do Município. Tem a sua nascente em uma área de proteção permanente a APA – Lajeado.

Atualmente, existe um ponto de captação de água de abastecimento e ponto de lançamento de efluentes da Estação de Tratamento de Esgoto neste ribeirão.

### 2.3.2 Ribeirão Taquaruçu Grande

A microbacia do Ribeirão Taquaruçu Grande possui uma área de 458,16 km<sup>2</sup> e alonga-se por aprox. 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.

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.

---

<sup>1</sup>FIGHERA, D.R. A efetividade do projeto de cidade ecológica de Palmas - TO pelos seus espaços verdes. 2005. 187 p. Dissertação de Pós-Graduação em Ciências do Ambiente – Universidade Federal do Tocantins, Palmas, 2006.



## PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS

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

A captação de água pela Saneatins é feita a jusante da união dos Ribeirões Taquaruçuzinho e Taquaruçu Grande, tendo como vazão de captação 700 l/s. Esta captação abastece parte de Palmas Centro e os bairros de Taquaralto e de Aurenys I, II e III. Também nesta mesma bacia é realizada a diluição dos efluentes tratados da Estação de Tratamento de Esgoto da Região Sul – Aurenys com vazão de lançamento de 30l/s.

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

Em decorrência da elevada declividade existe uma quantidade significativa de cachoeiras que são aproveitadas para o lazer da comunidade; nos anos de 1960 foi instalada uma pequena hidrelétrica com tecnologia americana, que forneceu energia por muito tempo à cidade de Porto Nacional.

### 2.3.3 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 Aurenys 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 Aurenys, lançamentos de águas pluviais oriundas do sistema de drenagem urbana e captação de água para utilização na irrigação de canteiros.

### 2.3.4 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 km<sup>2</sup> 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.

Futuramente, com o crescimento da população e da densidade urbana de Palmas, este córrego poderá ter sérios problemas caso suas estruturas de dissipação de energia e os picos de volumes escoados que podem estar acima da sua capacidade não sejam devidamente mantidos, haja vista as condições de impermeabilização urbana.

### 2.3.5 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 km<sup>2</sup>) 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 de manancial de abastecimento para a população e de “válvula” de descarte de efluentes tratados, não tratados e ainda de resíduos sólidos. Por estas razões, o Brejo Comprido apresenta 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 (OLIVEIRA, 1998). Possui um lago criado pelo





## PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS

represamento do Brejo Comprido, cujo volume d'água é de aproximadamente 500.000 m<sup>3</sup>.

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 (PALMAS, 2005).

### 2.3.6 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 km<sup>2</sup> 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 Área de Proteção Ambiental APA – Lajeado, cortando o perímetro urbano de Palmas no sentido leste-oeste. Abrange o parque Sussuapara, sendo que foi neste curso d'água a primeira instalação de uma captação de água, possibilitando a construção da primeira sede do Governo do Estado, o Palacinho, e posteriormente da Assembléia Legislativa. Hoje, em decorrência de descargas de água pluvial da zona urbana, junto à sua nascente, encontra-se bastante assoreado.

### 2.3.7 Córrego Taquari

O córrego Taquari era afluente do Ribeirão São João. Com a formação do lago da UHELajeado, 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 km<sup>2</sup> e o principal uso é para a agricultura e a pecuária. Atualmente sofre um processo de urbanização acelerado com a instalação de loteamentos.

### 2.3.8 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 km<sup>2</sup>.

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 as 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.

### 2.3.9 Córrego 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.

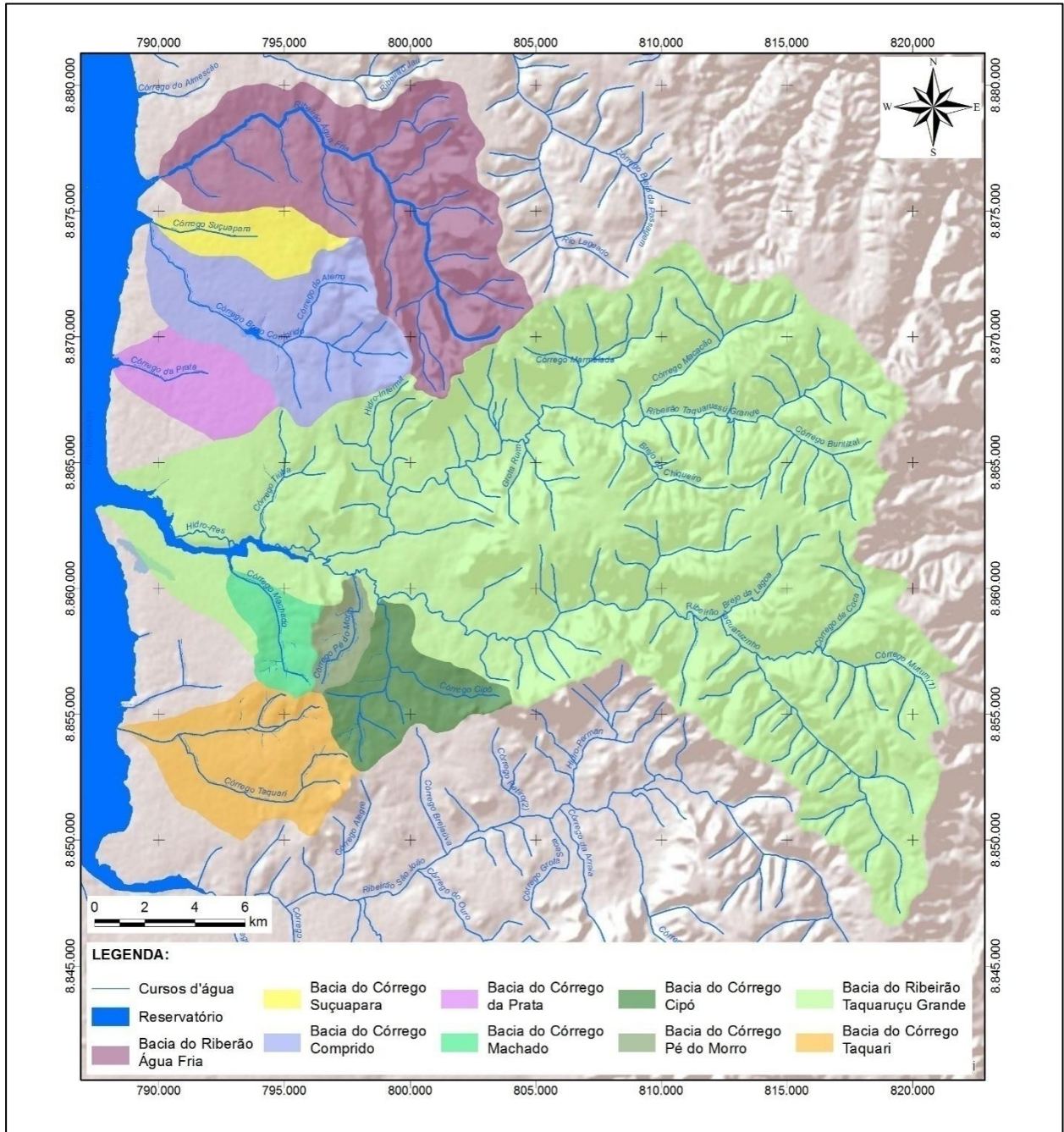
#### 2.3.9.1 Córrego Roncador

Drena o distrito de Taquaruçu e suas nascentes estão localizadas em uma área de proteção ambiental APA- Lajeado. Ele corta o perímetro urbano do distrito e faz parte da sub-bacia do Ribeirão Taquaruçuzinho.



**PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS**

A **Figura 2.3-I** apresenta as bacias hidrográficas referidas.



**Figura 2.3-I: bacias hidrográficas**

### 2.3.10 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 2.3-I** que caracterizam as bacias urbanas da cidade de Palmas, as quais podem ser observadas no **APÊNDICE 01**.



**PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS**

Os resultados mostram que conforme Rocha (1997) *apud* Martins (2005), dentre as cinco bacias hidrográficas analisadas, 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 dentre as outras com uma área de bacia de 458,16 km<sup>2</sup>, 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/km<sup>2</sup>, na microbacia do Córrego Prata, e máxima de 1,08 km<sup>2</sup>/km<sup>2</sup>, na bacia do Ribeirão Taquaruçu Grande. Segundo Christofolletti (1969), as duas apresentam baixa densidade de drenagem e têm relevo plano e suave, cuja condição de alta permeabilidade permite rapidez de infiltração de água e conseqüente formação de 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.

Os sistemas de drenagem da área de estudo, de acordo com a sua hierarquia, apresentaram grau de ramificação máximo de quarta ordem. A ordem inferior ou igual a 4 é comum em pequenas bacias hidrográficas e reflete os efeitos diretos do uso da terra. 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 2.3-I: Parâmetros Morfométricos das principais bacias urbanas de Palmas – Sede e região Sul**

Bacia / Microbacia	Área Total (km <sup>2</sup> )	Perímetro total (km)	L principal (km)	Dt (km)	Dd (km/km <sup>2</sup> )	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 Suçuapara	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

Fonte: Socioambiental (2013)

Onde: 1Dt – Rede de Drenagem Total; Dd – Densidade de Drenagem; F – Fator de Forma; Kc – Coeficiente de Compacidade; Ic – Índice de Circularidade.

### 2.3.11 Determinação das vazões para as principais bacias urbanas

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

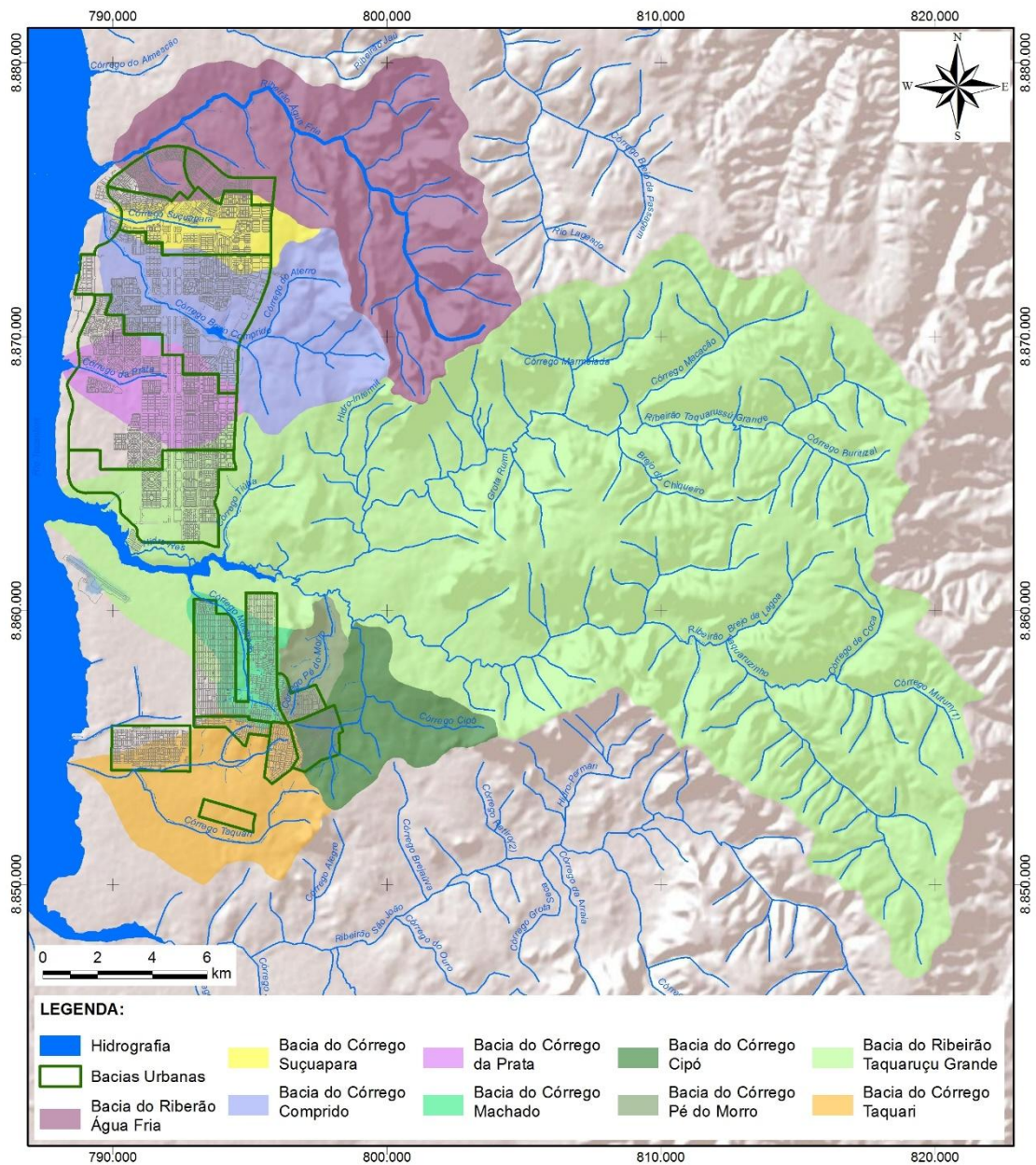
- Bacia Urbana: que considera a área de contribuição da bacia no perímetro urbano, diferente da bacia rural.
- Área Urbana: área da bacia urbana, desconsiderados os vazios urbanos (que compreendem as áreas não ocupadas e área verde ou de baixa ocupação)
- Área não urbana: área da bacia urbana referente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



**PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS**

bacia de contribuição rural.

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. Na **Figura 2.3-II** são apresentadas as bacias urbanas do Município de Palmas.



**Figura 2.3-II: Bacias Urbanas do Município de Palmas**

Assim, os valores de CN adotados são apresentados na **Tabela 2.3-II**.



**PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS**

**Tabela 2.3-II: CN adotados para a situação atual**

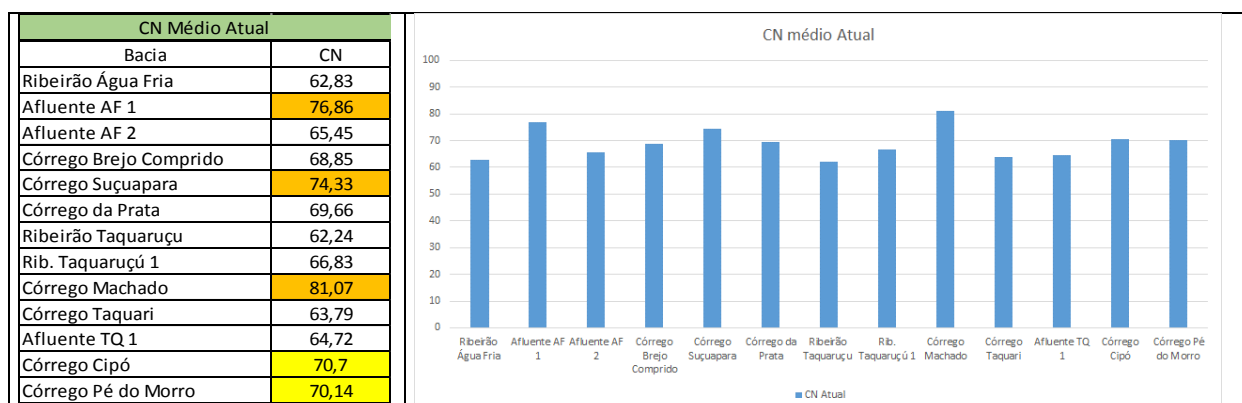
Tipo de Área	CN
Urbano com pavimentação	85
Não Urbano	62

A **Tabela 2.3-III** 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 2.3-III** e a **Figura 2.3-III** apresentam os CNs médios atuais.

**Tabela 2.3-III: Dados de entrada para estimativa dos hidrogramas nas bacias urbanas de Palmas – Situação Atual**

Rio Principal	Área Total (km <sup>2</sup> )	L total	L Urbano	Declividade(m/m)	Bacia Urbana (km <sup>2</sup> )	Vazios Urbanos (km <sup>2</sup> )	Área Urbana (km <sup>2</sup> )	Área Não Urbana (km <sup>2</sup> )	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



**Figura 2.3-III: Valores de CN médios atuais 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).

A **Tabela 2.3-IV** apresenta as vazões de pico (máximas) estimadas para as bacias urbanas na condição atual. Os hidrogramas obtidos estão nas **Figura 2.3-IV** e **Figura 2.3-V**. Cada bacia urbana estudada gera hidrogramas específicos para os períodos de recorrência (TR) de 2, 5,



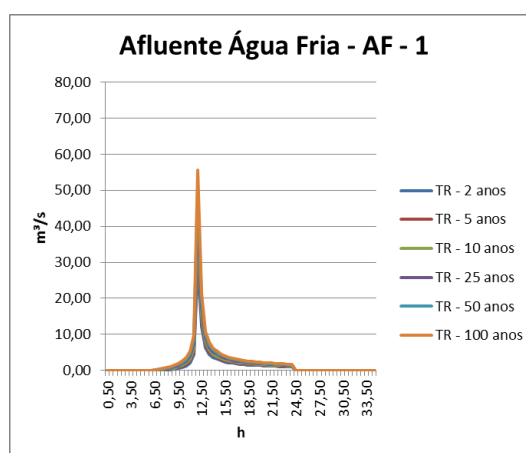
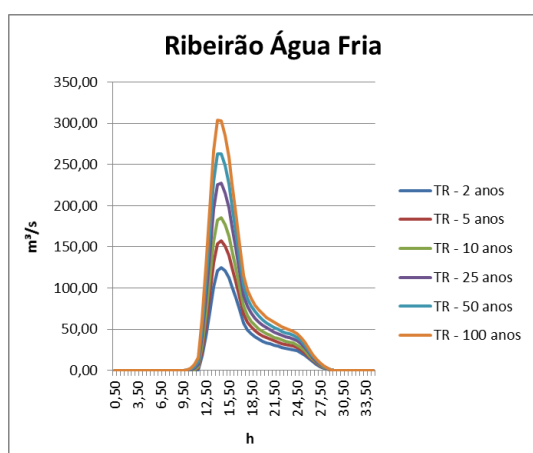
**PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS**

10, 25, 50 e 100 anos.

A **Figura 2.3-VI** exibe os resultados dos hidrogramas agrupados de todas as bacias estudadas para o TR de 10 anos. Como se pode ver, mesmo bacias com áreas de drenagem relativamente pequenas (em comparação às maiores bacias) apresentam picos de vazões e consequentemente volumes escoados bastante representativos e que, mesmo com coeficientes de escoamento ainda reduzidos, proporcionarão escoamentos elevados na situação estudada para o futuro.

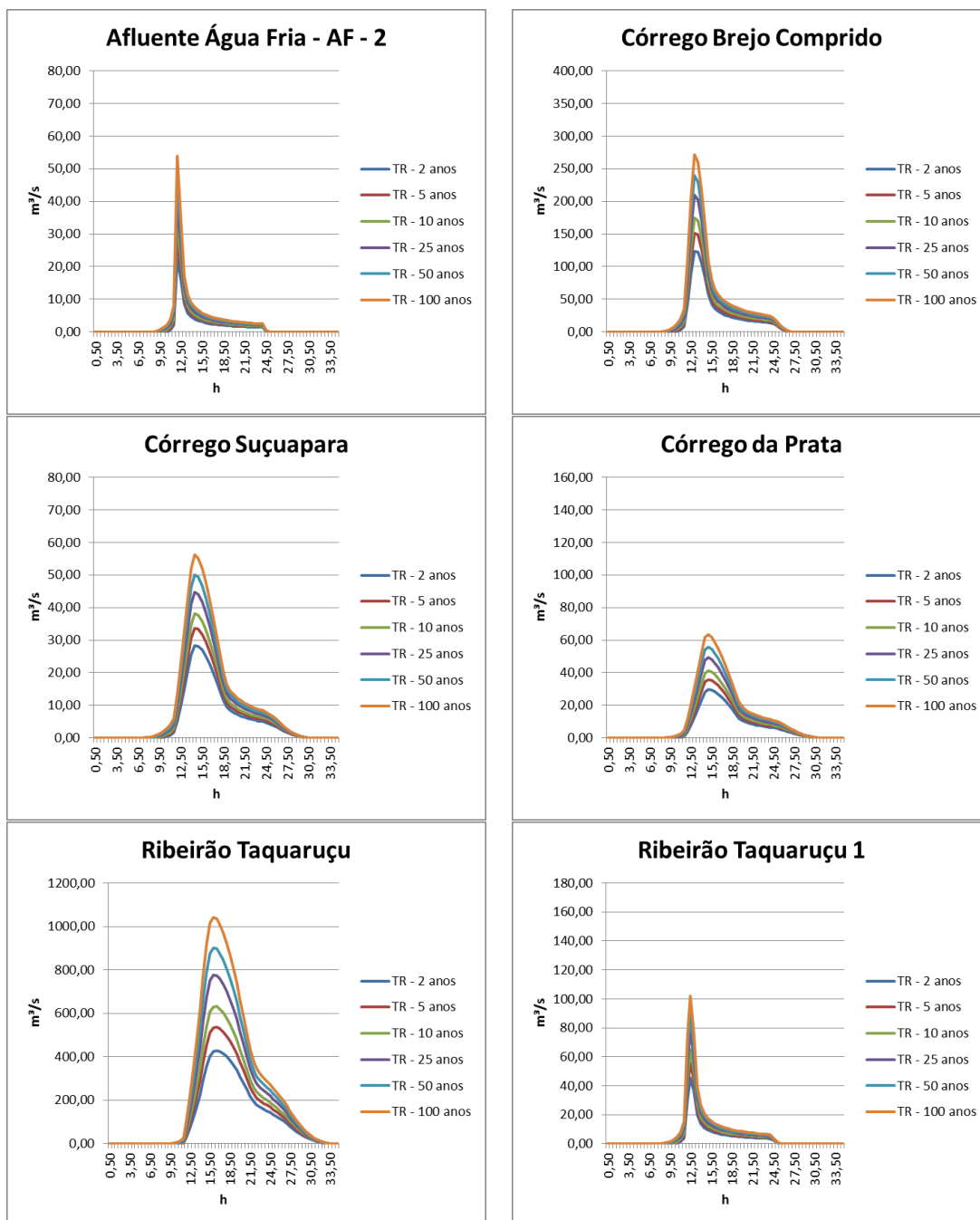
**Tabela 2.3-IV: Vazões de pico máximas estimadas para as bacias urbanas na condição atual**

Bacia	Vazão Máxima (m <sup>3</sup> /s)					
	2	5	10	25	50	100
Ribeirão Água Fria	125	157,14	185,04	227,11	263,16	304,34
Afluente AF 1	29,15	34,26	38,53	44,76	49,57	55,6
Afluente AF 2	22,28	28,06	33,03	40,47	46,81	53,82
Córrego Brejo Comprido	123,83	151,5	175,07	210,06	239,65	272,12
Córrego Suçuapara	28,24	33,56	38,5	44,64	50,17	56,18
Córrego da Prata	29,6	35,88	41,24	49,2	55,93	63,22
Ribeirão Taquaruçu	428,32	536,8	631,41	776,08	902,02	1042
Rib. Taquaruçú 1	45,4	55,94	64,94	78,32	89,66	102,12
Córrego Machado	57,76	66,55	73,83	84,38	93,09	102,54
Córrego Taquari	68,05	85,44	100,45	122,95	142,13	163,22
Afluente TQ 1	36,6	45,86	53,82	65,73	75,87	87,06
Córrego Cipó	8,18	9,91	11,37	13,53	15,35	17,34
Córrego Pé do Morro	14,71	17,87	20,55	24,52	27,87	31,53





**PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS**



**Figura 2.3-IV: Hidrogramas de vazões para a situação atual das bacias urbanas de Palmas**



PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS  
SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS

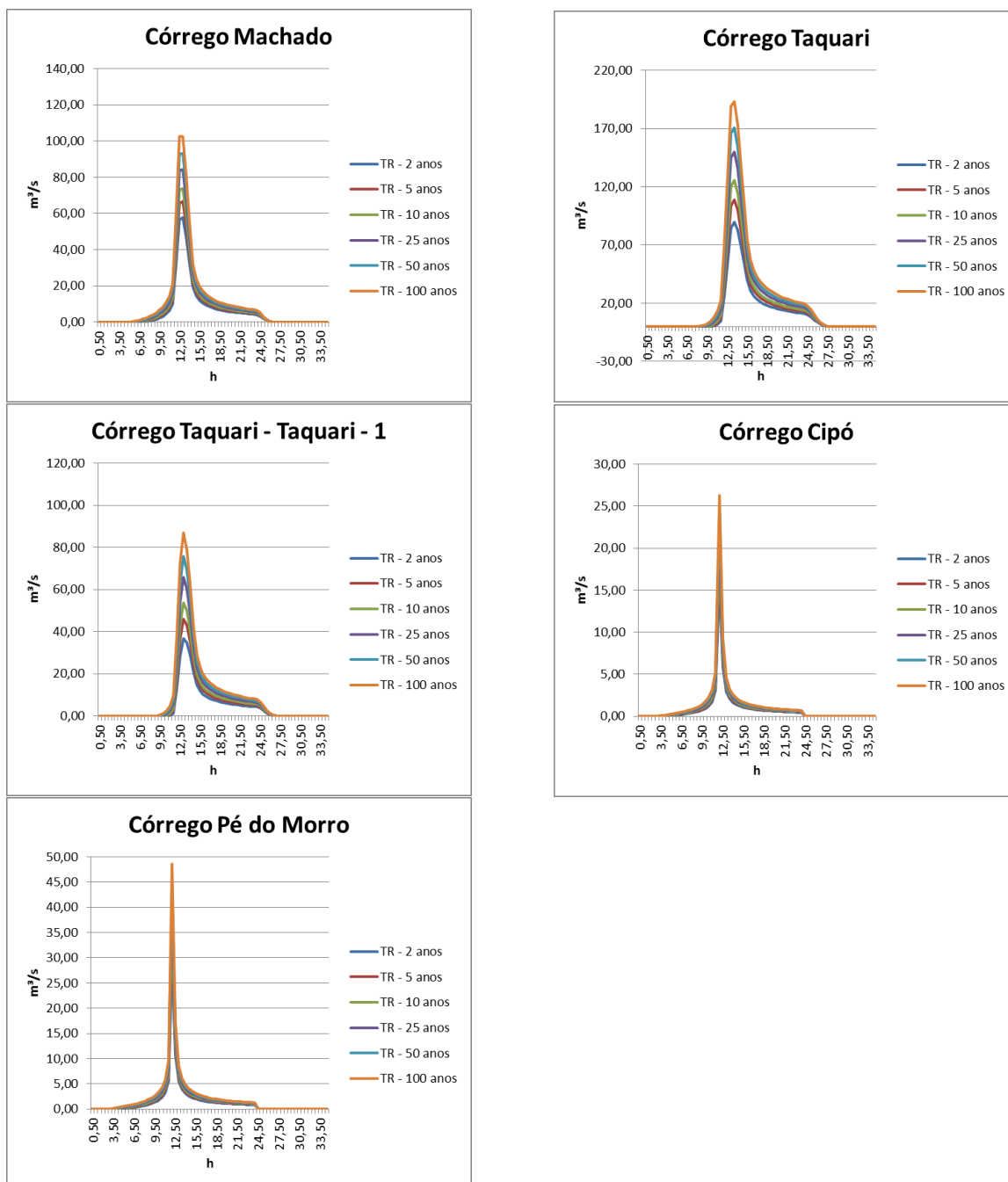
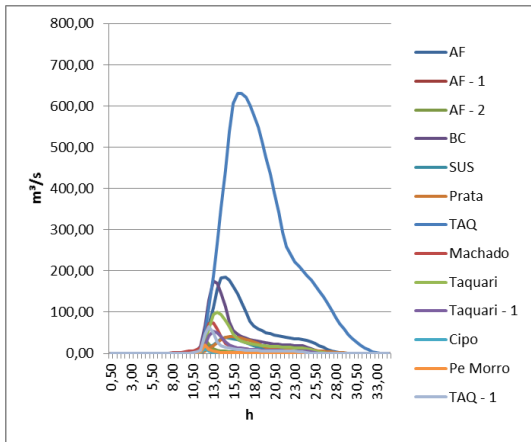


Figura 2.3-V: Hidrogramas de vazões para a situação atual das bacias urbanas de Palmas

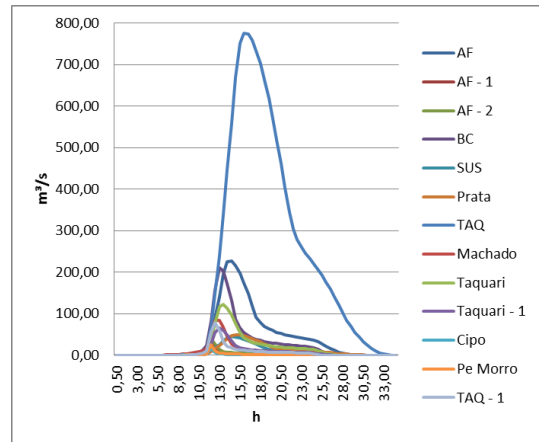




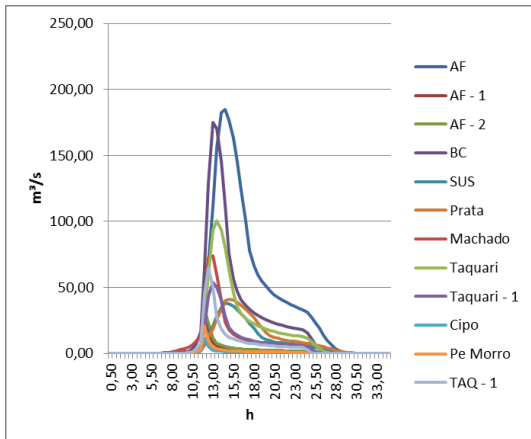
**PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS**



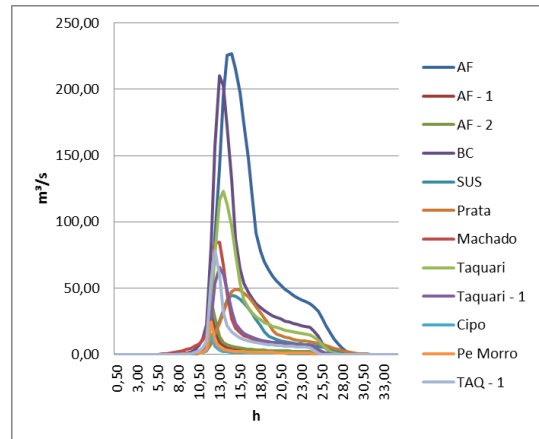
**Hidrogramas - TR 10 anos atual - Agrupado**



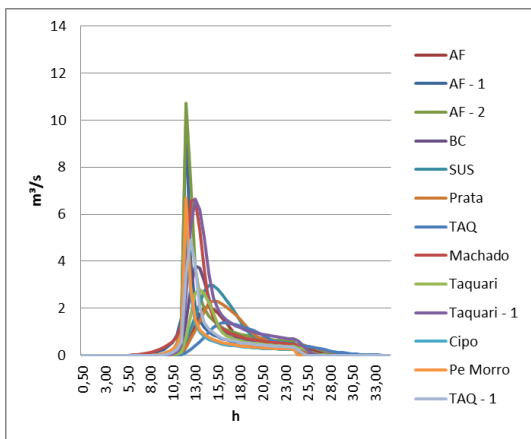
**Hidrogramas - TR 25 anos atual - Agrupado**



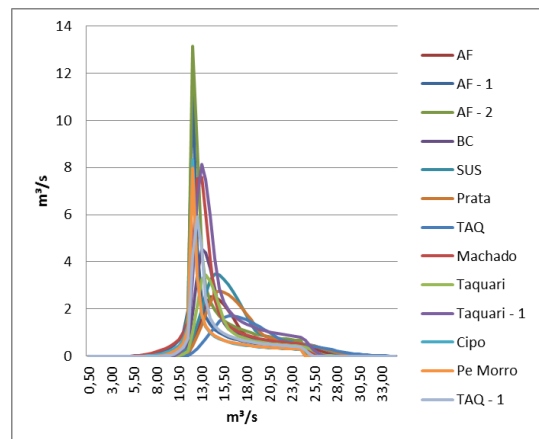
**Hidrogramas - TR 10 anos atual - Detalhe**



**Hidrogramas - TR 25 anos atual - Detalhe**



**Hidrogramas de vazões específicas TR 10 anos atual - Agrupado**



**Hidrogramas de vazões específicas TR25 anos atual - Agrupado**

**Figura 2.3-VI: Hidrogramas de vazões para a situação atual das bacias urbanas de Palmas – Agrupados, Detalhes e vazões específicas**

As análises das vazões e coeficientes de escoamento consideraram o TR de 10 anos em função de ser o valor mais frequente nos estudos de macrodrenagem. A **Figura 2.3-VII** e a **Figura 2.3-VIII** trazem as vazões de pico para um TR de 10 anos. As bacias dos córregos

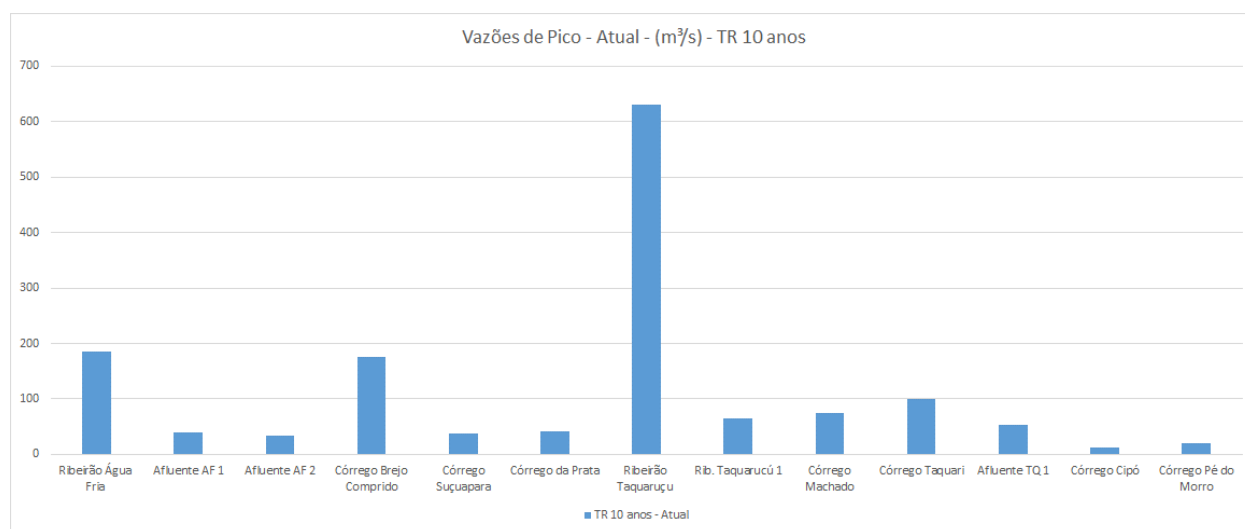


## PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS

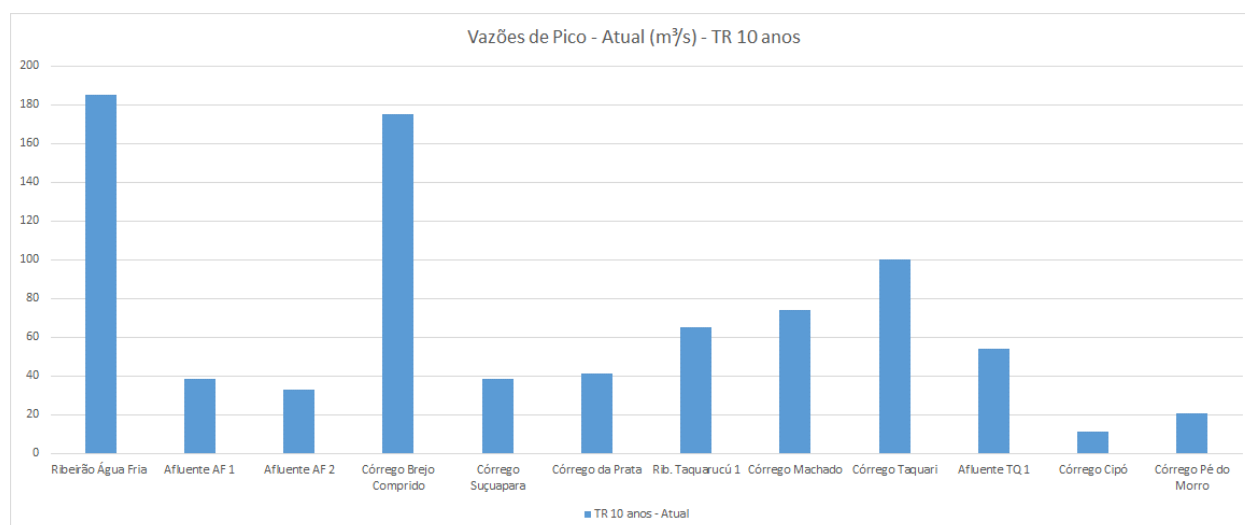
Taquaruçu, Água Fria e Brejo Comprido apresentam vazões bastante representativas (variando de 175 a 631 m<sup>3</sup>/s). Ribeirão Taquari, Taquaruçu 1, Machado e Taquari 1 pertencem a um grupo intermediário, com vazões máximas entre 41 e 100 m<sup>3</sup>/s e média de 69 m<sup>3</sup>/s. As demais bacias têm vazões abaixo de 40 m<sup>3</sup>/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 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.



**Figura 2.3-VII: Vazões de Pico – Situação Atual – Bacias Urbanas de Palmas – TR 10 anos (completo)**



**Figura 2.3-VIII: Vazões de Pico – Situação Atual – Bacias Urbanas de Palmas – TR 10 anos (detalhe)**

Os valores de coeficiente de escoamento também mostraram as bacias com chuvas efetivas

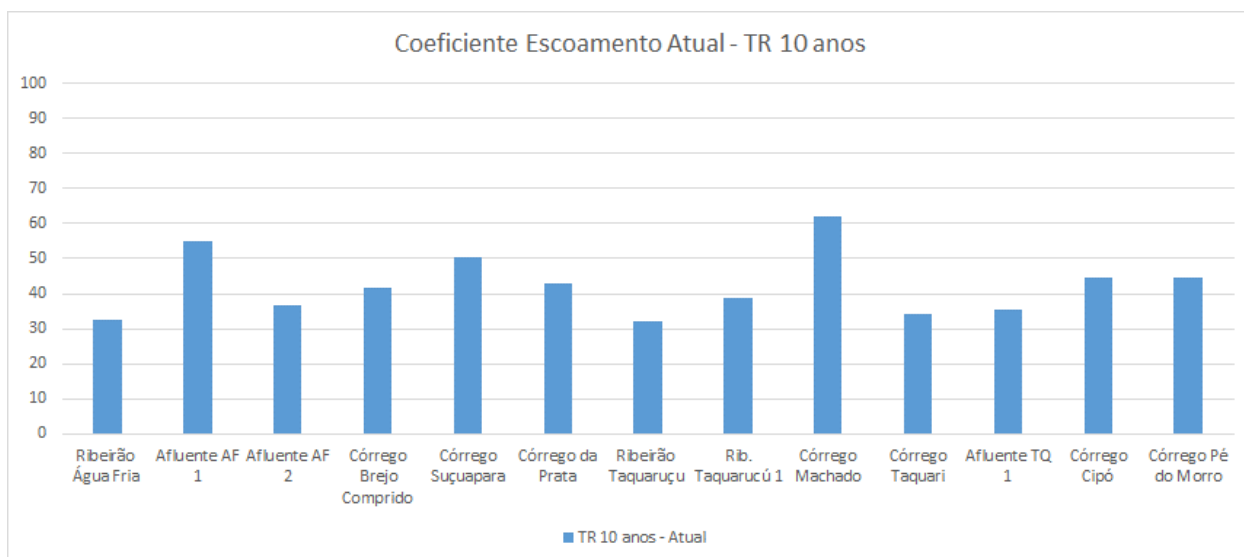


**PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS**

representativas, como o córrego Machado, Água Fria 1 – AF1 e Sussuapara, com valores de coeficiente de escoamento acima de 0,5. Já as bacias dos ribeirões Taquaruçú, Taquari, Taquari 1 e Água Fria tiveram os valores de C menores que 0,34 (conforme a **Tabela 2.3-V e Figura 2.3-IX**).

**Tabela 2.3-V: Coeficiente de Escoamento – Situação Atual – Bacias Urbanas de Palmas – TR 10 anos (detalhe)**

Bacia	Coeficiente de Escoamento - C					
	2	5	10	25	50	100
Ribeirão Água Fria	27,2	30,3	32,7	35,9	38,3	40,8
Afluente AF 1	49,6	52,6	54,8	57,7	59,7	61,8
Afluente AF 2	30,9	34,1	36,5	39,7	42,2	44,5
Córrego Brejo Comprido	36,1	39,3	41,7	44,9	47,2	49,6
Córrego Suçuapara	45,1	48,2	50,5	53,5	55,7	57,9
Córrego da Prata	37,4	40,6	43	46,1	48,5	50,8
Ribeirão Taquaruçu	26,4	29,5	31,9	35,1	37,5	39,9
Rib. Taquaruçú 1	33	36,2	38,6	41,8	44,2	46,6
Córrego Machado	57,4	60,2	62,2	64,8	66,6	68,4
Córrego Taquari	28,5	31,7	34,1	37,3	39,7	42,1
Afluente TQ 1	29,9	33,1	35,5	38,7	41,1	43,5
Córrego Cipó	369,1	42,2	44,6	47,7	50,1	52,3
Córrego Pé do Morro	38,2	41,3	44,7	46,9	49,2	51,5



**Figura 2.3-IX: Coeficiente de Escoamento – Situação Atual – Bacias Urbanas de Palmas – TR 10 anos (detalhe)**

## 2.4 Área de Preservação Permanente do Município de Palmas

A **Figura 2.4-I** traz as áreas de preservação permanente do município de Palmas considerando-se as unidades de conservação e demais regiões a serem protegidas.



**PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS**

A

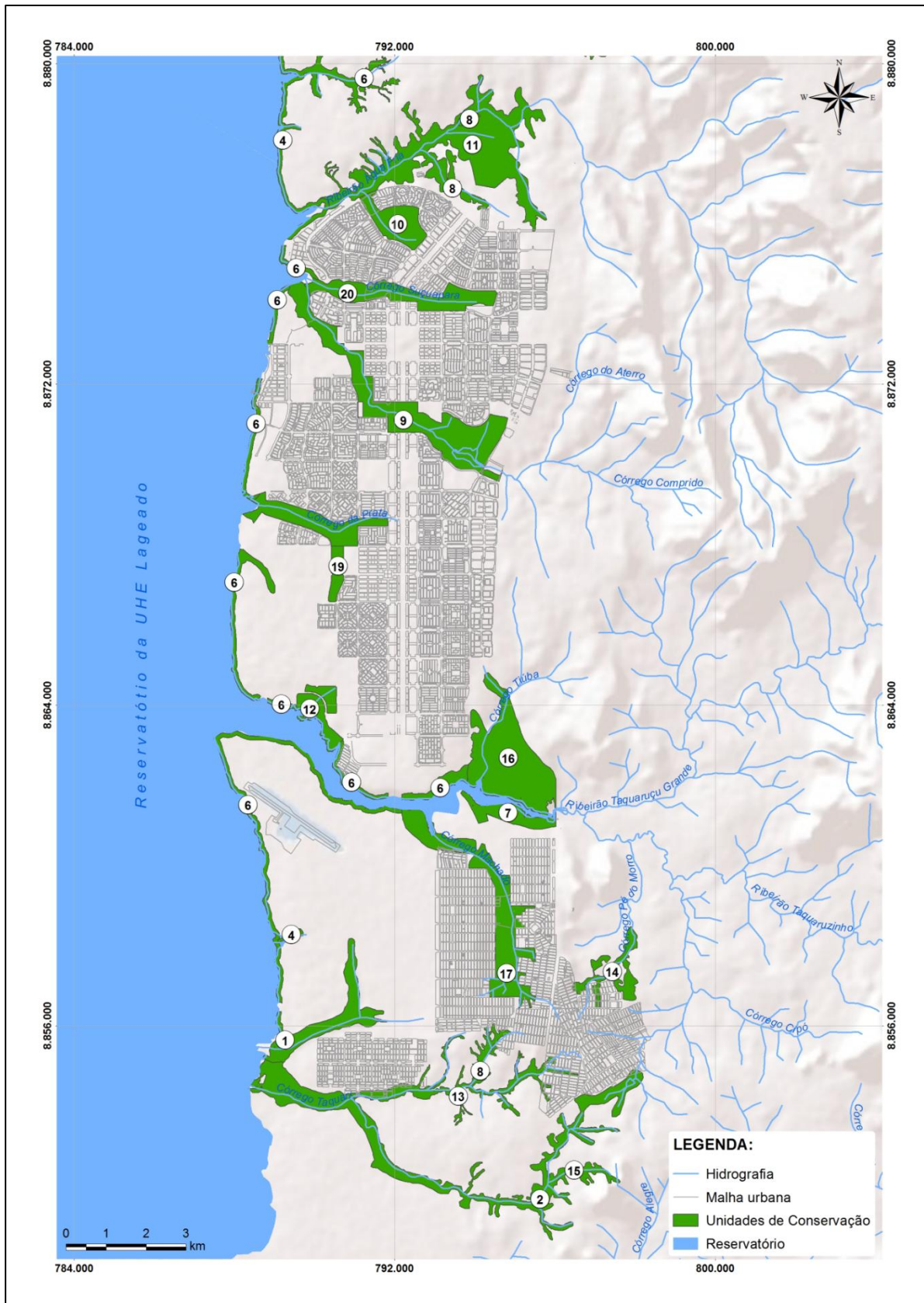
Tabela 2.4-Idescreve estas é apresentada a descrição destas unidades de conservação já constituídas e as demais propostas.

**Tabela 2.4-I: Descrição das unidade de conservação de Palmas constituídas e propostas**

<b>nº</b>	<b>Nome da Unidade de Conservação</b>	<b>Área (ha)</b>
1	Afluyente 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



PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS  
SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS



Fonte: IMPUP – PMPA, 2013

Figura 2.4-I: Unidades de Conservação do município de Palmas



## PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS

### 2.5 Situação Atual da Drenagem Urbana do Município de Palmas

Como a exemplo de outras cidades do Brasil, o crescimento do município de Palmas tem problemas recorrentes de infraestrutura local. Cresce a ocorrência e a frequência de inundações em áreas urbanas causadas pela expansão das cidades.

Conforme Tucci (1995), esse processo afeta os recursos hídricos da infraestrutura local, trazendo danos à qualidade da água superficial e subterrânea, além de interferência nos balanços hídricos.

Esta problemática é resultado da impermeabilização do solo, decorrente da urbanização acelerada, como também de obras de ocupação urbana que saturam o potencial de escoamento dos corpos hídricos urbanos.

Neste sentido, as enchentes, e numa escala menor os alagamentos, caracterizam-se como importantes impactos sobre a sociedade. No caso de Palmas esses impactos são decorrentes da urbanização. As inundações naturais da várzea ribeirinha não são preponderantes neste caso e ocorrem em menor escala.

Como exposto, os problemas diagnosticados para o município de Palmas dizem respeito ao fenômeno urbano. Os efeitos da impermeabilização do solo e a redução da infiltração pelos telhados, pátios e ruas pavimentadas aumentam o escoamento superficial e a cobertura de redes de drenagem eficientes.

Segundo Souza (2010), em Palmas, a rede de drenagem eminentemente superficial é gradativamente sobrecarregada pela expansão urbana, uma vez que os terrenos impermeabilizados dos imóveis construídos passam a lançar suas águas pluviais nas vias de circulação. O aumento do número de ruas e avenidas asfaltadas também amplia o escoamento superficial, confirmando a sobrecarga da rede de drenagem.

De maneira geral, conforme apontam diversos estudos acadêmicos sobre o tema na cidade de Palmas, além dos problemas citados pela Secretaria de Infraestrutura, são diversos os fatores que contribuem para a condição desordenada da drenagem urbana que envolve o município e que se traduz em diversos problemas. Podem-se citar os seguintes:

- deficiência ou inexistência de macro e de microdrenagem em avenidas e em algumas quadras;
- falta de manutenção sistemática do sistema de micro e macrodrenagem (como limpezas dos canais naturais e bocas-de-lobo);
- condições de descargas inadequadas de águas pluviais, causando erosão e assoreamento dos cursos d'água;
- lançamento de águas pluviais de imóveis edificadas diretamente sobre vias públicas;
- falta de um plano diretor específico para a drenagem pluvial urbana;
- falta de pavimentação em algumas quadras causam sérios transtornos aos moradores e usuários do espaço urbano.

Contudo, entende-se que um sistema de drenagem urbana eficiente é aquele que promove o transporte das águas da chuva após a sua ocorrência, não causando transtorno ao funcionamento habitual da área urbana. Ou seja, a ocorrência de inundação ou alagamentos em menor escala na zona urbana presume a inexistência destas estruturas de drenagem ou ainda a inadequação das mesmas. Deve-se considerar ainda a falta de planejamento e gestão do uso do solo.

O **mapa do APÊNDICE 01** apresenta as principais bacias urbanas de drenagem que são



**PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS**

estabelecidas pelos principais córregos e corpo receptores das águas pluviais da zona urbana do município de Palmas.

As bacias de drenagem da zona urbana são compostas pelos córregos descritos na **Tabela 2.5-I**:

**Tabela 2.5-I: 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

A **Tabela 2.3-III** mostra a descrição da área de drenagem das bacias urbanas contribuintes a estes córregos e da área total da bacia. 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 principal bacia de drenagem que corta a zona urbana é a do córrego Taquaruçu que também serve como principal 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 e sem episódios de extravasamento com chuvas intensas. Os principais problemas ocorrem em tributários pela margem esquerda do mesmo, como é o caso do córrego Machado que drena o loteamento Aurenny, córrego Cipó que recebe as águas do loteamento Santa Fé e o córrego Pé do Morro que drena o loteamento Morada do Sol.

Os **APÊNDICES 02 e 03** apresentam respectivamente os levantamentos fotográficos das principais estruturas e drenagens da cidade de Palmas realizadas em agosto de 2007 (período seco) e janeiro de 2008 (período chuvoso) pela empresa Ecoplan Engenharia Ltda. Eles fazem parte da elaboração do Plano Diretor de Drenagem Urbana de Palmas/TO que está em andamento.

Os registros fotográficos mostram as diversas interferências ocorridas em todos os cursos d'água, que já indicam, em alguns casos, sobrecarga da drenagem urbana sobre estes córregos.

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.

### **2.5.1 Rede de Drenagem Atual**

De acordo com as informações disponibilizadas pela Secretaria de Infraestrutura do município de Palmas foram agrupadas as redes de drenagem estabelecidas em estudos e projetos de nível básico e executivo, integrando-se uma base cadastral unificada que apresenta:

- a cobertura do sistema de drenagem urbana em relação às quadras, parte do **APÊNDICE 04**;
- a rede de macrodrenagem existente do município localizada nos arruamentos e respectivos alinhamentos até o ponto de lançamento.

A **Tabela 2.5-II** traz as quadras atendidas pela drenagem urbana (micro e macrodrenagem), divididas por bacias de drenagem, as redes existentes em operação (com carga) e as redes



**PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS**

implantadas, mas ainda sem carga em virtude da falta de macrodrenagem que possa interligar com a rede natural de escoamento, ou seja, com os canais fluviais urbanos citados.

Assim, segundo as informações registradas sobre a cobertura da rede de drenagem na cidade de Palmas, tem-se o seguinte:

- ✓ 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;
- ✓ A bacia do córrego da Prata e Taquaruçu possui baixa cobertura de rede existente em operação atualmente. São algumas quadras esparsas e intercaladas que drenam na porção oeste e leste da região central para estes córregos. Tem-se rede de microdrenagem implantada em diversas quadras da porção leste e oeste, mas ainda sem carga em virtude da falta de macrodrenagem.
- ✓ Na região sul de Palmas, os bairros Aurenny I, II e III possuem cobertura de rede de drenagem 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 rede de drenagem implantada e em operação na região de cabeceira dos mesmos.
- ✓ Na bacia do rio Taquari não se tem drenagem implantada atualmente.

**Tabela 2.5-II: Quadras com microdrenagem implantadas e em carga (em operação) no município de Palmas – Região Central e Norte**

BACIA HIDROGRÁFICA	QUADRAS COM MICRODRENAGEM IMPLANTADA		QUADRAS COM MICRODRENAGEM EM CARGA (OPERANDO)		QUADRAS COM MACRODRENAGEM IMPLANTADA	
	NOVO	ANTIGO	NOVO	ANTIGO	NOVO	ANTIGO
CÓRREGO BREJO COMPRIDO	105 N	ARNO 12	105 N	ARNO 12	105 N	ARNO 12
	103 N	ACNO I/II	103 N	ACNO I/II	103 N	ACNO I/II
	106 S	ARSE 12	106 S	ARSE 12	106 S	ARSE 12
	108 S	ARSE 13	108 S	ARSE 13	108 S	ARSE 13
	110 S	ARSE 14	110 S	ARSE 14	110 S	ARSE 14
					204 S	ARSE 21
	206 S	ARSE 22	206 S	ARSE 22	206 S	ARSE 22
	208 S	ARSE 23	208 S	ARSE 23	208 S	ARSE 23
	210 S	ARSE 24	210 S	ARSE 24	210 S	ARSE 24
	306 S	ARSE 32	306 S	ARSE 32	306 S	ARSE 32
	308 S	ARSE 33	308 S	ARSE 33	308 S	ARSE 33
	404 S	ARSE 41	404 S	ARSE 41	404 S	ARSE 41
					504 S	ARSE 51
	604 S	ARSE 61	604 S	ARSE 61	604 S	ARSE 61
	606 S	ARSE 62	606 S	ARSE 62	606 S	ARSE 62
	104 S	ACSE I/II	104 S	ACSE I/II	104 S	ACSE I/II
	112 S	ASR SE 15	112 S	ASR SE 15	112 S	ASR SE 15
612 S	ASR SE 65	612 S	ASR SE 65	612 S	ASR SE 65	
712 S	ASR SE	712 S	ASR SE	712 S	ASR SE	





**PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS**

BACIA HIDROGRÁFICA	QUADRAS COM MICRODRENAGEM IMPLANTADA		QUADRAS COM MICRODRENAGEM EM CARGA (OPERANDO)		QUADRAS COM MACRODRENAGEM IMPLANTADA	
	NOVO	ANTIGO	NOVO	ANTIGO	NOVO	ANTIGO
		75		75		75
	102 S	ACSU SE 10	102 S	ACSU SE 10	102 S	ACSU SE 10
	202 S	ACSU SE 20	202 S	ACSU SE 20	202 S	ACSU SE 20
	402 S	ACSU SE 40	402 S	ACSU SE 40	402 S	ACSU SE 40
	404 S	ARSE 41	404 S	ARSE 41		
	205 S	ARSO 22	205 S	ARSO 22	205 S	ARSO 22
	207 S	ARSO 23	207 S	ARSO 23	207 S	ARSO 23
	303 S	ARSO 31	303 S	ARSO 31		
	305 S	ARSO 32	305 S	ARSO 32	305 S	ARSO 32
	403 S	ARSO 41	403 S	ARSO 41	403 S	ARSO 41
	405 S	ARSO 42	405 S	ARSO 42	405 S	ARSO 42
	ALC SO 14	ALC 111 S	ALC SO 14	ALC 111 S	ALC SO 14	ALC 111 S
	103 S	AC SO I/II	103 S	AC SO I/II	103 S	AC SO I/II
	101 S	ACSU SO 10	101 S	ACSU SO 10	101 S	ACSU SO 10
	201 S	ACSU SO 20	201 S	ACSU SO 20	201 S	ACSU SO 20

BACIA HIDROGRÁFICA	QUADRAS COM MICRODRENAGEM IMPLANTADA		QUADRAS COM MICRODRENAGEM EM CARGA (OPERANDO)		QUADRAS COM MACRODRENAGEM IMPLANTADA		
	NOVO	ANTIGO	NOVO	ANTIGO	NOVO	ANTIGO	
CÓRREGO SUSSUAPARA					201 N	AA NO 20	
					101 N	ACSU NO 10	
					106 N	ARNE 12	
					108 N	ARNE 13	
					110 N	ARNE 14	
					208 N	ARNE 24	
					404 N	ARNE 51	
					406 N	ARNE 53	
		304 N	ARNE 41	304 N	ARNE 41		
		203 N	ARNO 21	203 N	ARNO 21	203 N	ARNO 21
		303 N	ARNO 31	303 N	ARNO 31	303 N	ARNO 31
		305 N	ARNO 32	305 N	ARNO 32	305 N	ARNO 32
		307 N	ARNO 33	307 N	ARNO 33	307 N	ARNO 33
		106 N	ARNE 12	106 N	ARNE 12		
		108 N	ARNE 13	108 N	ARNE 13		
	110 N	ARNE 14	110 N	ARNE 14			



**PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS**

BACIA HIDROGRÁFICA	QUADRAS COM MICRODRENAGEM IMPLANTADA		QUADRAS COM MICRODRENAGEM EM CARGA (OPERANDO)		QUADRAS COM MACRODRENAGEM IMPLANTADA	
	NOVO	ANTIGO	NOVO	ANTIGO	NOVO	ANTIGO
	208 N	ARNE 24	208 N	ARNE 24		
	404 N	ARNE 51	404 N	ARNE 51		
	406 N	ARNE 53	406 N	ARNE 53		
	506 N	ARNE 63	506 N	ARNE 63	506 N	ARNE 63
	212 N	ASR NE 25	212 N	ASR NE 25	212 N	ASR NE 25
	104 N	ACNE I/II	104 N	ACNE I/II	104 N	ACNE I/II
	102 N	ACSU NE 10	102 N	ACSU NE 10	102 N	ACSU NE 10
AFLUENTE ÁGUA FRIA 1	403 N	ARNO 41	403 N	ARNO 41	403 N	ARNO 41
	405 N	ARNO 42	405 N	ARNO 42	405 N	ARNO 42
	407 N	ARNO 43	407 N	ARNO 43	407 N	ARNO 43
	409 N	ARNO 44	409 N	ARNO 44	409 N	ARNO 44
	503 N	ARNO 61	503 N	ARNO 61	503 N	ARNO 61
	603 N	ARNO 71	603 N	ARNO 71	603 N	ARNO 71
	605 N	ARNO 72	605 N	ARNO 72	605 N	ARNO 72
	607 N	ARNO 73	607 N	ARNO 73	607 N	ARNO 73
AFLUENTE ÁGUA FRIA 2	504 N	ARNE 61	504 N	ARNE 61	504 N	ARNE 61
CÓRREGO DO PRATA					704 S	ARSE 71
					706 S	ARSE 72
	804 S	ARSE 81			804 S	ARSE 81
	806 S	ARSE 82			806 S	ARSE 82
	904 S	ARSE 91			904 S	ARSE 91
	906 S	ARSE 92			906 S	ARSE 92
	1004 S	ARSE 101			1004 S	ARSE 101
	1006 S	ARSE 102			1006 S	ARSE 102
	912 S	ASR SE 95	912 S	ASR SE 95	912 S	ASR SE 95
	1012 S	ASR SE 105	1012 S	ASR SE 105	1012 S	ASR SE 105
	505 S	ARSO 52				
	507 S	ARSO 53	507 S	ARSO 53	507 S	ARSO 53
	509 S	ARSO 54	509 S	ARSO 54	509 S	ARSO 54
	603 S	ARSO 61	603 S	ARSO 61	603 S	ARSO 61
	605 S	ARSO 62	605 S	ARSO 62	605 S	ARSO 62
1005 S	ARSO 102	1005 S	ARSO 102	1005 S	ARSO 102	
1105 S	ARSO 112	1105 S	ARSO 112	1105 S	ARSO 112	
AGUARDUJO	1104 S	ARSE			1104 S	ARSE 111



**PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS**

BACIA HIDROGRÁFICA	QUADRAS COM MICRODRENAGEM IMPLANTADA		QUADRAS COM MICRODRENAGEM EM CARGA (OPERANDO)		QUADRAS COM MACRODRENAGEM IMPLANTADA	
	NOVO	ANTIGO	NOVO	ANTIGO	NOVO	ANTIGO
		111				
	1106 S	ARSE 112			1106 S	ARSE 112
	1204 S	ARSE 121			1204 S	ARSE 121
	1206 S	ARSE 122	1206 S	ARSE 122	1206 S	ARSE 122
	1112 S	ASR SE 115	1112 S	ASR SE 115	1112 S	ASR SE 115
	1406 S	ARSE 142	1406 S	ARSE 142		
	1503 S	ARSO 151				
	1203 S	ARSO 121	1203 S	ARSO 121	1203 S	ARSO 121

*Fonte: Secretaria de Infraestrutura – PMPA, 2013*

### 2.5.1.1 Índices de cobertura por rede de drenagem

O Índice de Cobertura por Rede de drenagem (ICR) visa apresentar de forma global o atual estágio de atendimento do sistema. Trata-se de um indicador que considera em seu cálculo duas variáveis:

- 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 adequado espaçamento e 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 problemas decorrentes da falta de drenagem;
- ICR entre 0,75 e 1,00: neste intervalo é possível a existência de problemas no sistema de drenagem, o que implica a necessidade de serem adotadas medidas com efeito no curto prazo;
- ICR abaixo de 0,75: os locais com índice abaixo de 0,75 provavelmente apresentam



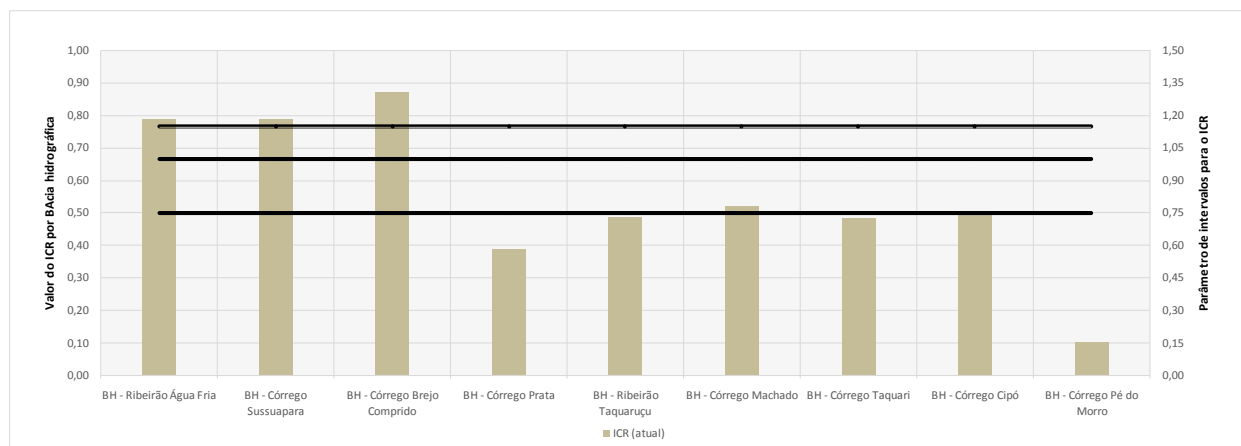
**PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS**

episódios relacionados a problemas no sistema de drenagem. Neste intervalo, as ações mais críticas deverão ser adotadas de forma emergencial.

De acordo com os dados, os atuais índices de cobertura para as bacias hidrográficas urbanas existentes no município estão em sua totalidade abaixo dos patamares desejáveis, o que indica alguma deficiência no sistema do atendimento necessário (**Tabela 2.5-III**).

**Tabela 2.5-III: ICR das bacias hidrográficas urbanas**

<b>BH</b>	<b>ICR (atual)</b>
BH - Ribeirão Água Fria	0,79
BH - Córrego Sussuapara	0,79
BH - Córrego Brejo Comprido	0,87
BH - Córrego Prata	0,39
BH - Ribeirão Taquaruçu	0,49
BH - Córrego Machado	0,52
BH - Córrego Taquari	0,48
BH - Córrego Cipó	0,50
BH - Córrego Pé do Morro	0,10



**Figura 2.5-I: ICR das bacias hidrográficas urbanas**

De acordo com os dados da **Tabela 2.5-III**, observa-se que a maior parte das bacias hidrográficas urbanas apresenta ICR menor que 0,75, o que pode indicar deficiência no atendimento pelo sistema de drenagem pluvial.

As bacias hidrográficas do ribeirão Água Fria, córrego Sussuapara e córrego Brejo Cumprido apresentam melhores condições em termos de cobertura, porém ainda em níveis que apontam a necessidade de planejamento.

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



## PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS

conjunto com outros dados além de serem relacionadas aos fatores acima citados.

### 2.5.2 Pontos Críticos de Alagamentos

Conforme discutido anteriormente, 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.

Atualmente, o processo de urbanização, com conseqüente impermeabilização do solo e redução de cobertura vegetal e zonas ripárias dos cursos d'água, tem imputado algumas deficiências para a drenagem urbana.

Assim, pelo contexto que se aplica a Palmas, amplificado pelas condições de precipitações intensas durante o período úmido (novembro a março), ocorrem em diversas regiões da cidade pontos de alagamentos que causam interferências principalmente com o sistema viário e, em menor intensidade, inundações de ocupações em áreas sujeitas a estes fenômenos.

Diante das reduzidas informações sobre pontos de inundações ou alagamentos na cidade de Palmas, uma vez que o município não possui um sistema de registro destas ocorrências, de forma sistematizada e com detalhamentos de magnitudes de níveis d'água alcançados e intensidades de chuvas, para a determinação destes pontos críticos foram utilizadas as seguintes informações principais:

- Dados de Souza (2010), que fez um levantamento dos principais pontos usando notícias de jornais impressos e informações verbais prestadas por funcionários da Agência de Tráfego, Transporte e Mobilidade – ATTM3.
- Lopes & Souza (2012), que realizaram uma pesquisa dirigida à questão das inundações urbanas, identificando a distribuição dos pontos de inundações na malha urbana de Palmas no Plano Piloto (Zona Norte e Central)
- Informações da Secretaria de Infraestrutura – Superintendência de Obras Públicas sobre a validação dos pontos de alagamentos e pontos críticos a erosão, tanto na zona Norte e Central como no setor sul da cidade.

O **APÊNDICE 05** apresenta os principais pontos de alagamento da cidade de Palmas. Observa-se que de certa forma há um agrupamento de pontos críticos na região do Centro e Centro-Norte (bacia do rio da Prata e córrego Brejo Comprido). Tal agrupamento está relacionado ao maior adensamento urbano (com maior impermeabilização) e causa grandes transtornos por se tratar de área de circulação intensa, tanto de pedestres quanto de veículos. Especificamente é possível observar estes pontos na Av. Teotônio Segurado ou junto à mesma na região Centro-Norte e região Norte (SEDE).

Atualmente já estão sendo implantadas redes de macrodrenagem na LO-15 para a solução dos alagamentos nesta região, assim como serão iniciadas no próximo ano (2014-2015) obras para a solução de alagamentos na LO-19.

A **Tabela 2.5-IV** descreve os principais pontos de alagamento apresentados no **MAPA do APÊNDICE 05**.

**Tabela 2.5-IV: Pontos Críticos de Alagamentos no município de Palmas/TO.**

Região	Pontos Críticos de alagamento
Norte e Centro-Norte (SEDE)	Quadras (212N, 405N, 406N, 504N e 506N) Av. Teotônio Segurado com a Av. LO-01 (junto ao Palácio Araguaia), LO- 09, LO-11, LO-21, LO-23, LO-25, LO-06A, LO-10



**PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS**

<b>Região</b>	<b>Pontos Críticos de alagamento</b>
	Av. Teotônio Segurado entre a LO13 e LO11 Av. LO-13 e LO11 com NS4 Av. LO-09 na Quadra 403 S Av. LO-13 na Quadra 605 S Av. LO01 com a NS-1 (junto ao Palácio Araguaia) Av. NS-01 com a LO06 Av. LO-10 com a NS-01 Av. LO-10 com a NS-03 Área Verde 403 N Av. NS-15 na Quadra 607N
Sul	Quadras (804S, 806S, 904S, 906S, 1004S, 1006S, 1104S, 1106S, 1204S, 1206S) Microdrenagem (508N, 408N, 112S, 812S, 506N, 212N, 812N) Área Verde 112 e 109 – Setor Morada do Sol I e II Rua S-01 / P-03 e Av. Castro Alves na Quadra QI03 – Bairro Bela Vista Ruas S-01 / P-04 na Quadra QI23, P-04/P-05 na Quadra QI24, P-05/P06 na Quadra QI25 e P-06 na Quadra QI26 – no Setor Sul. Final da Rua 15 junto ao Ribeirão Taquaruçu Setor Taquaralto, 1007S, 405S, 506N e 212S.

Como citado, os alagamentos causam comprometimento da mobilidade urbana nestes pontos da área central da cidade e ainda são agravados pela grande circulação de veículos e pedestres. Como ocorrem elevados níveis d'água e grandes fluxos tem-se danos à pavimentação e ocorrência de forte ravinamento junto às quadras ainda desabitadas ou com pavimentos desprotegidos.

De acordo com os registros fotográficos de diversos pontos de alagamentos na cidade, percebe-se que a drenagem existente não é capaz de suportar a magnitude dos eventos causados pelas chuvas intensas que ocorrem com frequência na zona urbana de Palmas. Ainda, pela falta de cobertura de rede em diversas áreas, estas águas que escoam superficialmente percorrem grandes trechos até encontrar-se nos pontos mais baixos. Elas se acumulam em vias, canteiros, calçadas, formam uma grande massa de água na maioria das vezes junto às principais avenidas causando sérios transtornos.

Assim, um grande número de quadras nas zonas de cabeceiras das bacias de drenagem escoam no sentido leste-oeste da cidade, formando-se grandes lagoas de água pluvial retidas temporariamente em diversos entroncamentos de grandes avenida, como a Av. Teotônio Segurado. Isto ainda é mais crítico, pois a rede de microdrenagem passa em diversas quadras, entretanto, pela inexistência da rede de macrodrenagem, a mesma não está em carga e, portanto, passam a contribuir para um mesmo ponto, elevando-se os volumes acumulados.

A condição de chuvas intensas na cidade de Palmas é bastante crítica, com precipitações elevadas num curto período e alta frequência dos eventos, que somado a concepção de um sistema de drenagem (ainda parcial) sob a forma de afastamento rápido e contínuo das águas pluviais, os resultados são condições de redução do tempo de concentração e elevações de picos de vazões. Assim, o resultado é insatisfatório, mostrando-se pouco eficiente para a sustentabilidade do sistema.

Por outro lado, estas mesmas condições de grandes picos de vazões com grandes velocidades



**PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS**

de escoamento, ou seja, grande energia, causam grandes impactos nos lançamentos nos cursos d'água através de erosão de margens e leito, além de assoreamento em pontos no médio e final de curso, podendo inclusive haver a formação de grandes voçorocas pelo escoamento superficial.

Conjuntamente a esta problemática dos pontos de alagamentos, a situação pode ser ainda mais agravada pela contaminação da água de drenagem causada pelos lançamentos clandestino de esgotos não tratados e lançamento de resíduos sólidos nas estruturas de captação ou ainda nos canais de drenagem. Este problema, além de deteriorar as condições de funcionalidade da drenagem urbana, imputa condições de precariedade ao saneamento básico da infraestrutura local.

A **Figura 2.5-II** mostra inundações e alagamentos em pequena escala em diversos pontos da cidade de Palmas (SEDE e Região Sul).



**Taquaralto - Setor Sul**



**Taquaralto - Setor Sul**



**Taquaralto - Setor Sul**



**Taquaralto - Setor Sul**



**Distrito de Taquaruçu**



**Distrito de Taquaruçu**



**PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS**



**Avenida Teotônio Segurado**



**Avenida Teotônio Segurado**



**Rotatória da Av. LO-19 com NS-04**



**Av. Teotônio Segurado –Trecho próximo à- Próximo Av. LO-13 Sul-Norte**

*Fonte: Secretaria Municipal de Infraestrutura e Serviços Públicos – PMPA, 2013*

**Figura 2.5-II: Eventos de inundação e alagamentos**

### **2.5.3 Zonas Críticas com Erosão e Assoreamento**

Além dos impactos causados pela drenagem urbana ineficiente ou inexistente em pontos críticos de alagamentos, as consequências destas condições são problemas de erosão e assoreamento dos cursos d'água.

A falta das estruturas de drenagem urbana nos arruamentos pavimentados provocam alagamentos mais intensos nas avenidas principais da cidade. O resultado é um grande volume de água concentrado em alguns pontos. Ele escoar superficialmente, com grande energia, gera ravinamento com imensas cicatrizes pelos trajetos que percorre até chegar ao curso d'água. Esta água danifica todo o pavimento, gera desestabilização de margens e taludes nestes locais, provocando assim a erosão e assoreamento nestes canais fluviais. Em vias não pavimentadas e sem drenagem, como o escoamento é basicamente superficial, a quantidade de material carregada é elevada, danificando os arruamentos e assoreando os córregos que recebem esta drenagem.

Mesmo nas quadras que possuem drenagem urbana os problemas não são diferentes. A presença de condutos da micro e macrodrenagem concentra e direciona o escoamento nestas redes, elevando a sua velocidade, os picos instantâneos de vazão e reduzindo o tempo de percurso. Os pontos de descarga nos cursos d'água que recebem estes volumes escoados sofrem os impactos da erosão. A desestabilização das margens e o assoreamento ao longo do canal são bastante pronunciados, agravando-se com a ocorrência dos eventos críticos recorrentes durante a época de chuvas na região, e quando toda a bacia de drenagem urbana





## PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS

passa a contribuir para um mesmo canal fluvial.

### 2.5.3.1 Parque Cesamar

Como abordado anteriormente, as feições urbanas ligadas a infraestrutura, como os cursos d'água, vêm apresentando diversas intervenções antrópicas desde a implantação da cidade de Palmas até os dias atuais. Elas são causadas pelas ocupações ou pelo sistema viário e alteram a integridade ambiental destes recursos.

Um exemplo destas intervenções foi a inauguração do Parque Cesamar em março de 1998, em área às margens do córrego Brejo Comprido, afluente do Rio Tocantins. O parque possui 6 km de perímetro (OLIVEIRA, 1998), 156 hectares e está situado na área central de Palmas. Um dos objetivos principais de sua implantação foi proteger a bacia do Córrego Brejo Comprido.

Após o represamento do Brejo Comprido, um lago com volume d'água de aproximadamente 500.000 m<sup>3</sup> foi criado. Sua barragem de 150 m de comprimento e altura de 12 m foi protegida por gabiões e colchão reno, sobre o qual a água verte em cascata, num anel de 30 m de comprimento, caindo em três piscinas, utilizadas para banho (OLIVEIRA, 1998). A jusante do lago, há 3 piscinas para uso recreacional. Cada piscina possui uma área de 1.400 m<sup>2</sup> e profundidades que variam de 50 centímetros a 1 metro.

A área do espelho d'água é de 15,45 hectares e profundidade média de 2 metros. Ao redor do lago foi construída uma pista de *cooper* com 2.695 metros de extensão e uma trilha para caminhada com 2.000 metros de extensão.

A **Figura 2.5-III** mostra uma vista do espelho d'água do lago e a **Figura 2.5-IV** exhibe o vertedor e as piscinas a jusante do lago.



Figura 2.5-III: Espelho d'água do Lago Cesamar. Fonte: ECOPLAN, 2010



Figura 2.5-IV: Vertedor e Piscinas do Lago Cesamar. Fonte: ECOPLAN, 2010



**PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS**

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 m<sup>2</sup>. 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 m<sup>3</sup>/s.

A **Figura 2.5-V** mostra a galeria em sua entrada e saída.



Fonte: ECOPLAN, 2010

**Figura 2.5-V: Galeria de Travessia sob a NS-10 (Entrada e Saída)**

Outro afluente que contribuiu para a formação do lago localiza-se na sua porção direita. Este pequeno córrego possui aproximadamente 1094 metros de extensão; sua bacia de contribuição e margens são bem preservadas. A estimativa da área de contribuição na entrada no lago é de aproximadamente 178 hectares. Em função da pista de caminhada construída ao redor do lago, este curso d'água é cortado por uma estrutura de 2 metros de altura em terra e pedras, com três tubos em concreto de 1,2 metros de diâmetro que permitem a fluxo de água para o lago. Considerando-se uma declividade de 0,001 m/m, a capacidade de escoamento desta travessia é de aproximadamente 3,6 m<sup>3</sup>/s. A **Figura 2.5-VI** mostra a entrada deste afluente no lago e a travessia sob a pista de *cooper*.



Fonte: ECOPLAN, 2010

**Figura 2.5-VI: Galeria de Travessia do Afluente ao Lago, sob a pista de cooper**

Tanto no parque como ao longo do canal do córrego Brejo Comprido na zona urbana de



## PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS

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 entulhos em suas vertentes. Ademais, existe a presença de efluentes não tratados, provenientes de ligações clandestinas. Sua área de deságue, que também drena as águas do córrego Sussuapara, encontra-se bastante degradada, seja pelos impactos pós-criação do reservatório UHE Lajeado, seja pelos impactos da própria urbanização.

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 possuem interferência com o córrego:

- a rodovia TO-050, construída em 1990;
- a avenida NS-10, construída recentemente a montante do Parque Cesamar;
- a avenida Teotônio Segurado, construída em 1993;
- a avenida LO-05, construída em 2000; e
- a avenida Juscelino Kubitschek, construída em 1993.

Com a construção de aterros pontes, este curso d'água assim como os demais córregos da região Norte, Central e Sul, como o Sussuapara, da Prata, Machado e Taquari foram impactados. Os mais significativos referem-se ao desmatamento das margens de rios, desestabilização e desmoronamento de talvegues, assoreamentos e lançamento de resíduos sólidos nos leitos e margens.

Neste contexto, integridade ambiental do Córrego Comprido é preocupante para a sua condição natural. Segundo Araújo et.al. (2013), este córrego a jusante do parque Cesamar apresentou alterações significativas nas avaliações de integridade ambiental realizadas em 03 pontos do curso d'água.

Os demais canais fluviais urbanos também mostram evidências da problemática ligada a processos erosivos e assoreamento, tanto pelos mecanismos do escoamento superficial quando da inexistência da infraestrutura como pelas descargas com grande energia desta rede de drenagem nos cursos d'água.

### **2.5.4.1.1 Estudo de avaliação dos Processos Erosivos do Parque Cesamar**

Para uma melhor caracterização da problemática sobre os processos erosivos e assoreamento, especificamente no caso do Parque Cesamar ocorreram dois episódios que demandaram a construção de estruturas em gabiões para conter a erosão neste ponto. Um deles é no próprio espelho do lago, a jusante da travessia em galeria com a NS-10, onde a erosão de taludes na Av. NS-10 ocasionou problemas de assoreamento. O outro local fica no ponto de lançamento da galeria pluvial na travessia com a LO-7, a jusante do lago, onde a estrutura de dissipação de energia não se mostrou eficiente, provocando a erosão do ponto depois da mesma.

A empresa Ecoplan Engenharia Ltda., que vem executando o PDDPA, realizou um estudo hidrológico e hidráulico de toda a bacia de drenagem até o ponto de jusante do lago para avaliar essas estruturas.

O diagnóstico realizou as avaliações de erosão no afluente Norte e o assoreamento na entrada do lago.

### **2.5.3.2 Erosão no Afluente Norte**

O maior processo erosivo encontrado no parque localiza-se num afluente à direita do córrego



## PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS

Brejo Comprido, a jusante do Lago Cesamar. Este afluente inicia-se na saída de uma galeria de concreto com formato retangular de medidas 3 x 3 metros. Neste ponto, foi projetado e executado um canal em formato trapezoidal que deveria levar as águas até o córrego Brejo Comprido. Este canal foi executado lateralmente ao canal natural existente. Na transição entre a galeria e o canal iniciou-se um grande processo erosivo que fez com que o caminho da águas retornasse ao seu canal natural, aumentando ainda mais o transporte de sedimentos.

Para diminuir o processo erosivo, a Prefeitura Municipal de Palmas executou uma solução com pedregulhos e de gabiões, e o canal construído não foi utilizado. A Figura 2.5-VII ilustra a saída da galeria e o desvio para o canal natural. A Figura 2.5-VIII apresenta os pedregulhos e gabiões danificados e a continuidade do processo erosivo.



Fonte: ECOPLAN, 2010

**Figura 2.5-VII: Saída da galeria e desvio para o canal natural**

A solução atualmente adotada mostra-se paliativa e não está controlando a erosão de forma eficaz (Figura 2.5-VIII). As estruturas construídas no canal natural não são suficientes para dissipar a energia presente nas vazões escoadas nesse ponto da bacia. Portanto, foi diagnosticado o caráter paliativo da solução encontrada e a necessidade da adoção de outra solução para conter o processo erosivo nesse ponto da bacia.





**PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS**



*Fonte: ECOPLAN, 2010*

**Figura 2.5-VIII: Pedregulhos no Canal Natural**

### **2.5.3.3 Assoreamento do Lago**

Outro ponto com problemas de erosão é a entrada do lago, logo após a travessia da NS-10. Nesse ponto foram executadas obras de dragagem e retificação na entrada do lago para aumentar as velocidades de entrada no lago e diminuir a deposição. A principal fonte de sedimentos nessa parte da bacia foi as obras da Rodovia TO-050 e da Av. NS-10, que foram concluídas em 2005. Atualmente ainda são identificados pequenos aportes de sedimentos ao lago por parte da NS-10, entretanto, os mesmos não são significativos.

A Figura 2.5-IX mostra a entrada do Lago, a galeria e a deposição de sedimentos no mesmo.



**PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS**



Fonte: ECOPLAN, 2010

**Figura 2.5-IX: Entrada do Lago Cesamar**

Segundo a Ecoplan, as alternativas de intervenções para o problema de erosão no canal a jusante do parque são as seguintes:

**Manutenção Preventiva da Obra Atual:** manutenção preventiva e periódica da atual 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 a erosão aumentar se esta manutenção não ocorrer de forma correta. Esta manutenção deverá ser periódica e o canal natural deverá ser permanentemente monitorado pela SEINF.

**Obras de Proteção do Canal Natural:** propõe-se a 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 hidráulicamente de forma a dissipar a energia excedente e controlar as velocidades máximas. Ele deverá ser complementado por estruturas de dissipação de energia dado os grandes desníveis entre a saída da galeria e o exutório desta drenagem no Lago do Parque Cesamar.

**Divisão da Vazão entre o Canal Natural e o Canal Escavado:** 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.



## PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS

**OAPÊNDICE 06** apresenta os desenhos esquemáticos das alternativas levantadas no estudo realizado.

Para o problema de assoreamento do lago, a alternativa proposta foi de monitoramento periódico do assoreamento e a execução de dragagens quando necessário.

Quanto à erosão do canal de jusante do parque foram apresentadas estas três alternativas para discussão com a Secretaria de Infraestrutura. A etapa seguinte será a escolha da solução a ser implantada, detalhamento, avaliação das interferências, custos e forma de implantação da solução escolhida.

### **2.5.4.1.2 Erosão e Assoreamento no Loteamento Aureny III – Bacia do córrego Machado**

Dentre os diversos problemas generalizados da drenagem urbana no município de Palmas, deste a região norte até a central e sul do município, o Jardim Aureny (na região sul) vem apresentando impactos diversos em seu processo de urbanização.

Como a implantação do Jardim Aureny não foi precedida por estudos de planejamento/ambiental, ela não contou com o necessário conhecimento sobre as características de seu solo, geomorfologia e hidrogeologia local.

Esse loteamento é formado por tipologia bastante irregular, por diversos talvegues e grandes extensões com grandes declividades que comprovam graves problemas erosivos, danificando a infraestrutura existente.

A **Figura 2.5-X** mostra regiões que apresentam processos erosivos de antropização, com riscos à integridade do espaço e das ocupações.

São encostas/taludes sem proteção, sujeitos à instabilidade e que geram grandes transportes de sedimentos pelos cursos d'água locais.

Como o regime de precipitação é intenso por 150 dias (período chuvoso), há grande energia no carreamento de sedimentos pelos corpos hídricos, onde o córrego Machado (principal curso d'água) se encontra num processo de amplo assoreamento com a redução de sua cobertura ciliar.

Além disso, diversas nascentes dentro do loteamento, que formam os afluentes ao Córrego Machado, 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 no Jardim Aureny III com riscos de desestabilização de algumas encostas, com processos erosivos nas vias e quadras do loteamento e no escoamento do córrego Machado e tributários.

Os cursos d'água internos ao loteamento são interceptados pelo sistema viário sem qualquer obra de arte para transposição com impactos a sua integridade. Algumas vias são deterioradas pela falta de drenagem.

Segundo estudos de Molfi (2009), foram sugeridas recomendações com o objetivo de minimizar os impactos na drenagem urbana provenientes da ocupação indevida de determinadas áreas na região do Jardim Aureny III.

Para as encostas, promover a execução de taludes com percentual de declividade recomendado pelas normas vigentes, com cobertura de gramíneas e drenados por canais de escoamento das águas pluviais. Além disso, sugere-se o uso de gabiões para contenção e arrimos, pois eles dispensam manutenção e estruturalmente são bastante confiáveis.

Com relação à questão de ocupação de áreas de risco assim como em quadras em terreno inapropriado à urbanização, deverá ser avaliada a desocupação, com recomposição da



**PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS**

topológica e cobertura vegetal para garantir a estabilização. Esta ação deve ser estendida à área limdeira do córrego Machado.

O loteamento deverá ter o avanço de pavimentação com sarjetas e meios-fios para interromper os processos erosivos nele identificados. Além disso, é importante a implementação de bueiros celulares ou tubulares nos locais em que o sistema viário intercepta um corpo hídrico ou uma vertente natural das águas pluviais, inclusive com estruturas de engenharia para dissipar a energia das águas lançadas nos córregos locais.

Realização de desobstrução e desassoreamento nas vertentes naturais e nos contribuintes do córrego Machado, onde as suas margens, por uma faixa de 30 metros lineares, deverão ser garantidas a bem do interesse público e protegidas por cercas para permitir a recuperação natural da mata ciliar capaz de proteger os corpos hídricos da degradação.

Os pontos de descarga da drenagem pluvial nos corpos receptores deverão conter estruturas de proteção, como caixa desarenadora gradeada e escada dissipadora de energia das águas despejadas. Isso evitará o assoreamento por sedimentos carreados e impedirá o solapamento das margens do córrego e conseqüente erosão e assoreamento.

Por fim, recomenda-se que, em qualquer situação, a intervenção urbana deverá ser minuciosamente planejada de acordo com os preceitos da sustentabilidade e devidamente subsidiada pelos instrumentos de controle existentes.



**Foto 1: Processo Erosivo - Lote**



**Foto 2: Processo Erosivo - Via**



**Foto 3: Ocupações em área de risco de destabilização**



**Foto 4: Erosão em encosta**





**PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS**



**Foto 5: Assoreamento do Córrego Machado**



**Foto 6: Supressão de APP no córrego Machado**

Fonte: MOLFI 2009

**Figura 2.5-X: Registros fotográficos dos processos erosivos e assoreamento córrego Machado**

#### **2.5.4 Controle das Ações de Drenagem Urbana**

O controle das ações de drenagem urbana são executados através da execução de medidas que podem ser estruturais e não-estruturais, sendo que as estruturais são divididas em convencionais e compensatórias.

##### **2.5.4.1 Medidas Estruturais**

As medidas de controle estruturais são aquelas essencialmente construtivas (obras de engenharia), projetadas para reduzir o risco de enchentes. Estas podem criar uma falsa sensação de proteção, resultando na ocupação de áreas vulneráveis, uma vez que tais obras não são calculadas para a maior chuva possível, o que seria inviável economicamente.

Pensando nisso e voltado o 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.

##### **2.5.4.1.1 Medidas Estruturais 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;
- Limpeza e desassoreamento de córregos;
- Diques de contenção;
- Readaptação de obras de galerias e de travessias;
- Bacias de retenção (piscinão)

##### **2.5.4.1.2 Medidas Estruturais 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



## PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS

poluição de origem pluvial, em diferentes escalas espaciais e, sempre que possível próximo às fontes geradoras (NASCIMENTO e HELLER, 2005), além é claro, de aumentar a recarga dos aquíferos subterrâneos. Estas são consideradas obras assim como as medidas estruturais.

A principal causa dos malefícios oriundos da urbanização está ligada a falta de um planejamento integrado de toda a infraestrutura urbana, tal como, transporte, saneamento, habitação entre outros, o que deveria ser feito sempre de forma antecessora ao crescimento de um centro urbano.

Como tentativa de mudar essa situação, a adoção de medidas compensatórias aliadas com as medidas estruturais convencionais nas áreas urbanizadas pode atuar satisfatoriamente na melhoria das condições de escoamento superficial.

Porém, a garantia do sucesso da aplicação dessas medidas não está simplesmente no bom dimensionamento e de uma construção correta, mas sim, na aceitação 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:

- Poços, caixas e valas de infiltração;
- Reservatórios de armazenamento e reutilização;
- Pavimentos permeáveis;
- Bacias de detenção;
- Bacias de retenção;
- Áreas verdes:

### 2.5.4.2 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 enchentes.

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 de menores custos e maiores efeitos, como exemplo pode-se 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.



## PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS

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

### **Emergencial:**

- 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.

### **Temporária:**

- 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.

### **Definitiva:**

- Estudos hidrológicos atualizados da bacia de contribuição e dos efeitos sofridos a 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.

### **2.5.5 Concepção de Projetos de Drenagem**

O saneamento ambiental da rede de drenagem de águas pluviais e da rede hidrológica



## **PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS**

também é uma preocupação na qualidade de vida dos cidadãos do município de Palmas. Torna-se, portanto, importante a adoção de ações para que sejam preservadas as nascentes, rios, córregos e canais, do despejo in natura de esgotos sanitários e dejetos de toda natureza, o controle de erosão nos terrenos e o controle de inundações.

Com isto tornam-se objetivos básicos:

- Criar em seus cidadãos uma consciência de preservação dos recursos hídricos e naturais;
- Coibir o lançamento de águas servidas e esgotos sanitários, com ou em tratamento, na rede de galerias de águas pluviais, que deverão ter o destino adequado em rede apropriada a ser instalada;
- Promover a preservação e recuperação de nascentes;
- Promover a conservação da rede hidrológica, inclusive com a revegetação de mata ciliar;
- 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.

Em locais críticos, algumas medidas estruturais serão necessárias para o controle das inundações.

O conjunto de intervenções propostas constitui-se 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 de um projeto adequado de rede de galerias e efetuar o cálculo de todo o sistema de drenagem urbana, faz-se necessário o conhecimento de uma série de dados inerentes à área em estudo. Este material basicamente é constituído dos seguintes documentos:

- Planta da área a ser drenada na escala 1:500 ou 1:1000, com curvas de níveis desenhadas de 0,5 em 0,5 ou 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 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;
- Além outras informações pertinentes.

Em geral, a elaboração destes estudos envolve algumas etapas importantes, a saber: determinação dos limites da bacia; verificação das curvas de precipitação; identificação das



## **PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS**

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; 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.



**PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS**

### 3 PROGNÓSTICO

#### 3.1 Impactos da Urbanização nas condições hidrológicas das bacias

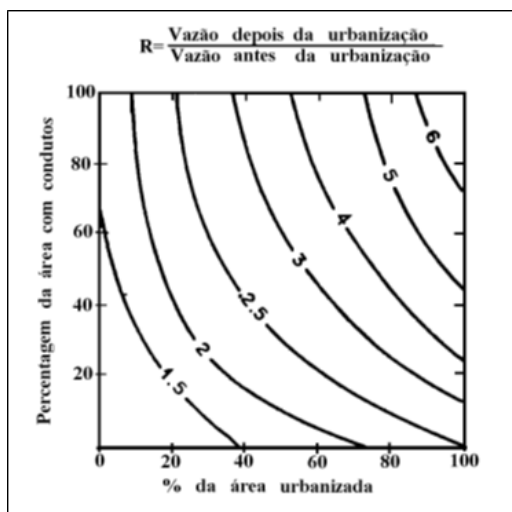
Os fatores hidrológicos diretamente afetados pela urbanização são o volume do escoamento superficial direto, os parâmetros de tempo do escoamento superficial e a vazão de pico das cheias. Esses efeitos hidrológicos são diretamente causados por alterações da cobertura do solo (com a impermeabilização), 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 área servida por obras de drenagem. Na **Figura 3.1-I** (Leopold, 1968 apud Tucci, 1997) mostra que os picos de cheia numa bacia urbanizada podem ser 6 vezes superiores ao pico da mesma bacia em condições naturais. Ou seja, haverá um acréscimo em torno de 6 vezes nos valores da vazão antes da urbanização, o que resulta em maiores complexidades na rede de drenagem, maiores diâmetros de escoamento e, portanto, maiores custos.

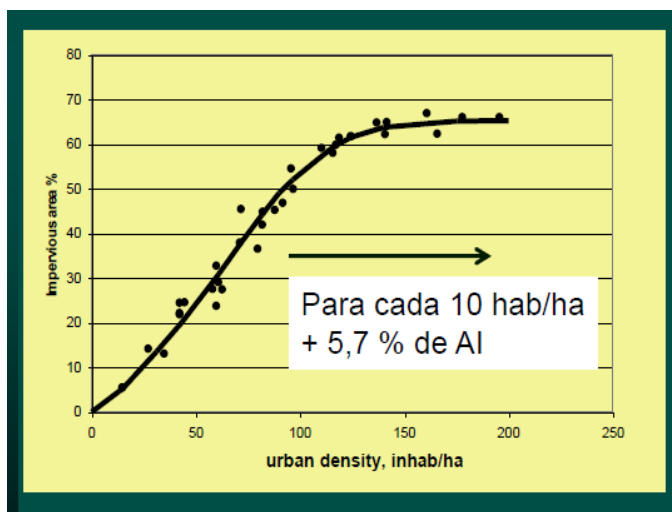
Cabe frisar que o volume do escoamento superficial direto é primordialmente determinado pela quantidade de água precipitada, características de infiltração do solo, chuva antecedente, tipo de cobertura vegetal, superfície impermeável e retenção superficial. Já o tempo de trânsito das águas (que determina 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. Assim, a **Figura 3.1-I** e **Figura 3.1-II** apresentam o aumento da impermeabilização no solo pela urbanização e o aumento das vazões geradas e transportadas. Na

**Tabela 3.1-I** são apresentados os impactos e efeitos das canalizações comparados à condição natural (leitos naturais).



**Figura 3.1-I: Relação de vazão pré e pós-urbanização**



**Figura 3.1-II: Relação entre impermeabilização e densidade populacional**



**PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS**

**Tabela 3.1-I: Impactos e Efeitos das Canalizações e Leitos Naturais**

<b>Canalizações</b>	<b>Leitos Naturais</b>
Transferem os impactos para jusante	Ocupam as várzeas de inundação, regularizando naturalmente a vazão
Promovem erosão	Preservam a integridade das margens pela presença da mata ciliar
Descaracterizam o ambiente fluvial	Incorporam ao cenário urbano o elemento natural
São de eficiência questionável	Funcionam com eficácia drenando naturalmente a vazão pluvial
Eliminam a biota	Preservam a biota na sua integridade
Custam caro	São de baixo custo de manutenção
Contrariam a Lei Florestal (Lei 14.309, de 19-6-2002)	São amparados pela legislação
Aumentam a velocidade dos cursos d'água	Reduzem a velocidade do curso d'água pela manutenção dos meandros
Eliminam a mata ciliar	Favorecem a conservação da mata ciliar
Favorecem a ocupação de áreas de preservação permanente	Inibem a ocupação regular pela ausência de equipamentos urbanos

O diagnóstico permite realizar algumas considerações a respeito das condições atuais e tendenciais da drenagem urbana. Levando-se em conta que a magnitude do escoamento é bastante dependente do uso do solo, expresso pela taxa de impermeabilização, pode-se antever a vulnerabilidade do sistema de drenagem frente a este processo de ocupação que, dentre inúmeros problemas, gera condições favoráveis a alagamentos e inundações.

O desenvolvimento urbano altera a cobertura vegetal, provocando vários efeitos que modificam os componentes do ciclo hidrológico natural. Com a urbanização, a cobertura da bacia é alterada para pavimentos impermeáveis, e condutos para escoamento pluvial são introduzidos, gerando diversas alterações, como a redução de infiltração, redução do tempo de concentração antecipando picos de vazões, reduções do escoamento subterrâneo e redução da evapotranspiração.

Segundo Tucci, 1995, o impacto da urbanização é mais significativo para precipitações de maior frequência, em que o efeito da infiltração é mais importante. Como a rede pluvial está dimensionada para riscos pequenos, ocorrem alagamentos que funcionam como amortecedores, também observados nas condições naturais das bacias.

Assim, com o crescimento da cidade, é substancial o aumento da taxa de impermeabilização e área de cobertura com condutos, que geram problemas ambientais integrados tanto em quantidade como em qualidade. Somado a isto há ainda toda a desconexão e inoperância com relação à aplicação das políticas públicas adequadas para a solução das alterações desta nova configuração.

As enchentes e alagamentos são agravados pela ocupação indevida de determinadas regiões do Município, incluindo-se também a elevação do grau de assoreamento que leva a um compartilhamento de responsabilidades do setor público e dos munícipes. Desta forma, será necessária a avaliação de medidas, sejam elas urgentes ou de longo prazo, para reversão desta situação, respeitando-se a legislação ambiental vigente no tocante às zonas de risco e de preservação permanente.

Também é importante destacar que a falta de cadastro confiável que caracterize todo o sistema de drenagem, desde os canais e cursos d'água no perímetro urbano do município, causa inúmeros equívocos na identificação de todos os elementos e dispositivos da drenagem, além



## PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS

de sua presença como corpo hídrico sujeito a normas ambientais municipais, estaduais e federais quanto ao seu uso. Em contrapartida, grande parte da cidade atualmente possui em sua rede de drenagem junto aos seus limites, intervenções nos cursos naturais de água. Essas redes originam canais artificiais e elementos que atualmente fazem parte do sistema de drenagem, realizando uma função projetada para atender a uma demanda não planejada.

Outro problema tendencial da drenagem urbana causado pelo crescimento da população e pela urbanização é a crescente utilização dos recursos hídricos para a disposição indevida de resíduos sólidos e efluentes domésticos. Tais problemas possuem soluções não estruturais que passam por ações de educação ambiental. Essas ações devem ser frequentemente executadas com a população, conscientizando-as das corretas funções dos canais de drenagem e, sobretudo, de que a preservação da qualidade da água depende dessas ações ou da redução/eliminação de focos de contaminação urbana.

Também é possível identificar de maneira tendencial que a urbanização e o aumento das áreas cobertas por condutos hídricos causam problemas de interrupções e entupimentos em consequência da crescente quantidade de resíduos sólidos ou pela própria complexidade estrutural do sistema de drenagem, intensificando as cheias e alagamentos. Além disso, poderão ocorrer problemas de execução dos serviços de manutenção e limpeza dos canais, já que haverá capeamento superficial em parte da rede hídrica natural (no futuro tubulada), impossibilitando o seu acesso.

A seguir apresenta-se um resumo dos impactos previstos para a drenagem urbana, tendo-se em vista o cenário tendencial e as condições prognosticadas com a adoção de um cenário baseado em ações determinadas pelo PMSB.

### **Cenário Tendencial sem ações do PMSB**

- Aumento da vazão máxima com transferência de impacto para jusante (pontos de alagamento).
- Aumento da ocupação de áreas de risco e APPs;
- Inexistência ou deficiência nos Programas de Educação Ambiental ;
- Falta de planejamento no setor de drenagem urbana;
- Ausência de cadastro de rede de drenagem;
- Indefinição de responsabilidades quanto à manutenção preventiva de canais de drenagem.
- Indefinição do modelo de uso do solo e taxa de impermeabilização (Plano Diretor de Drenagem Urbana);
- Demanda e necessidade de projetos e obras para o sistema de drenagem em caráter emergencial;
- Ocupação crescente e falta de fiscalização de novas obras;
- Utilização de técnicas de drenagem urbana convencional que geram picos de vazões para regiões de jusante;
- Aumento da erosão e assoreamento nos cursos d'água receptores da drenagem urbana

### **Cenário Tendencial com ações do PMSB**

- Redução da vazão máxima sem transferência de impacto para jusante (pontos de alagamento).
- Redução/eliminação da ocupação de áreas de risco e APPs;
- Implantação, acompanhamento e avaliação dos Programas de Educação Ambiental relacionados a Saneamento Básico;





**PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS**

- Implementação de guias básicos de drenagem urbana com diretrizes e critérios técnicos, além de boas práticas de engenharia;
- Elaboração de um cadastro de rede de drenagem (micro e macrodrenagem) integrado e associado a um banco de dados georreferenciado;
- Definição clara de agente ou unidade gestora da drenagem urbana com as devidas responsabilidades pela manutenção preventiva de canais de drenagem;
- Taxas de ocupação contempladas pelo Plano Diretor, com taxas máximas de impermeabilização do solo e formas sustentáveis de drenagem, sempre que couber;
- Planejamento e execução de projetos executivos de micro e macrodrenagem;
- Avanço da universalização de drenagem urbana no perímetro urbano do município;
- Elaboração, atendimento e fiscalização ao Plano Diretor de Drenagem Urbana;
- Redução da erosão e assoreamento nos cursos d'água receptores da drenagem urbana

### 3.2 Análise preliminar dos incrementos de vazões máximas nas bacias urbanas de Palmas

A análise de prognósticos sobre a grande influência da drenagem urbana nas condições de urbanização da bacia de contribuição, onde as vazões geradas são incrementadas conforme a mudança de uso do solo, impermeabilização e de alteração no balanço hídrico da bacia (infiltração), contou com a avaliação das alterações dos CNs nas bacias e consequentes alterações nos hidrogramas, coeficientes de escoamento e finalmente nas precipitações efetivas das bacias estudadas. Os dados das bacias urbanas estão apresentados na **Tabela 3.2-I**, com as respectivas áreas urbanas e não urbanas previstas para o futuro.

**Tabela 3.2-I: Dados de entrada para estimativa dos hidrogramas nas bacias urbanas de Palmas – Situação Futura**

Bacia / Microbacia	Área Total (km <sup>2</sup> )	L total	L Urbano	Declividade(m/m)	Bacia Urbana (km <sup>2</sup> )	Área Urbana	Área Não Urbana	AU%	ANU %
Ribeirão Água Fria	90,17	22,53	-	0,020	6,91	6,91	83,26	7,67	92,33
Afluentes AF 1	-	-	1,98	0,018	3,84	3,45	0,38	90,00	10,00
Afluentes AF 2	5,24	-	2,75	0,020	3,08	2,77	2,47	52,88	47,12
Córrego Suçuapara	12,79	4,40	-	0,027	10,99	10,99	1,80	85,92	14,08
Córrego Brejo Comprido	46,08	13,90	-	0,007	22,88	22,88	23,20	49,64	50,36
Córrego da Prata	24,31	3,73	-	0,005	24,31	21,88	2,43	90,00	10,00
Ribeirão Taquaruçu Grande	458,16	36,99	-	0,013	29,71	29,71	428,45	6,48	93,52
Taquaruçu 1	13,23	36,99	4,00	0,011	13,23	11,91	1,32	90,00	10,00
Córrego Machado	11,14	6,19	-	0,010	11,54	10,33	0,81	93,00	7,00
Córrego Taquari	35,72	12,10	-	0,015	8,08	8,08	27,64	22,62	77,38
Afluentes TQ 1	15,96	-	6,40	0,008	8,08	7,27	8,69	45,56	54,44
Córrego Cipó	23,13	8,14	1,66	0,030	1,86	1,67	0,19	90,00	10,00
Córrego Pé do Morro	7,50	5,70	1,57	0,022	3,08	2,77	0,31	90,00	10,00

Desta forma, foram estimadas as vazões futuras para cada bacia urbana de Palmas levando-se em consideração a alteração tanto dos valores de CN como das áreas atualmente desocupadas na zona urbana que passarão a áreas urbanizadas.

Assim foram realizadas as seguintes alterações:

- a) Para áreas urbanas, o valor de CN 85 foi alterado para 91 (valor máximo CN para solo tipo C) considerando-se um acréscimo na impermeabilização.
- b) As áreas não urbanas passaram a ser consideradas como urbanizadas com o respectivo CN elevado de 62 para 91.
- c) Nas áreas urbanas foram considerados 10% da área total urbana com padrão de cobertura diferente – não urbana, ou seja, haverá no máximo 90% de área de contribuição com padrão compatível com CN 91 (condições hidrológicas urbanas).
- d) Nas áreas rurais e não urbanas, o CN permaneceu com o valor 62.



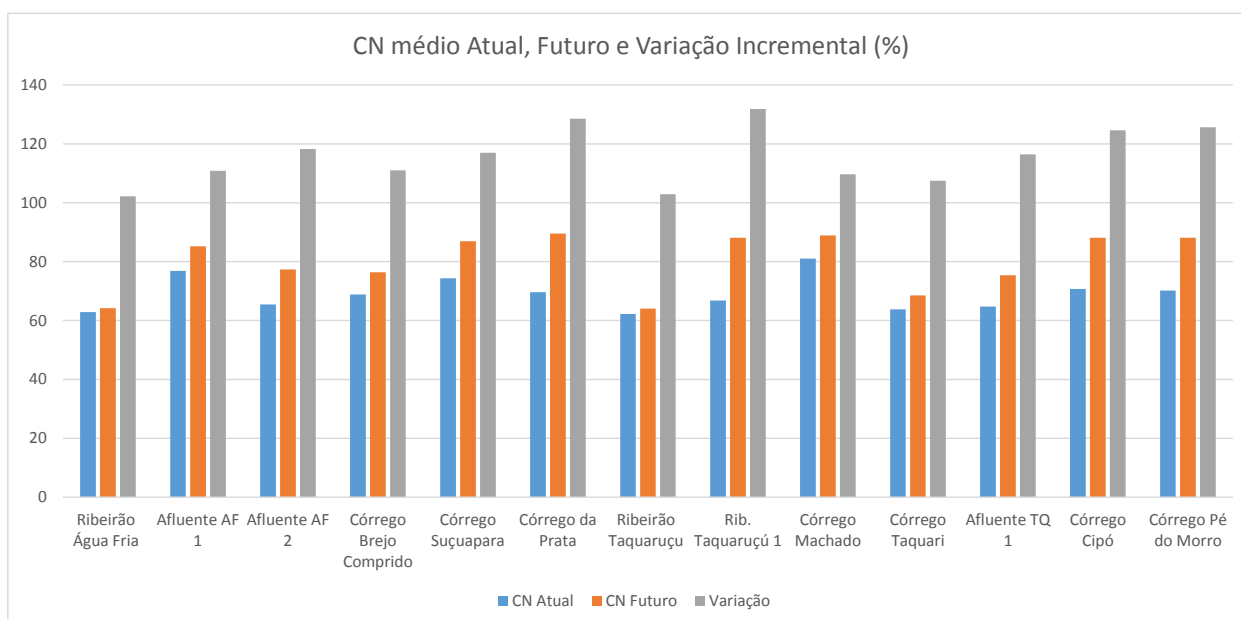
**PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS**

Assim os valores de CN futuros estão contidos na **Tabela 3.2-II** e **Figura 3.2-I**) e são comparados aos valores estimados para a situação atual. As bacias com maiores alterações para o futuro foram a do córrego da Prata e a do Taquaruçu 1. No grupo intermediário está o Afluente Água Fria- AF2, Sussuapara, Cipó, Pé do Morro e Afluente Taquari-TQ1. Para as demais, a alteração foi no máximo em torno de 10% sobre a situação atual.

No caso da bacia do córrego da Prata e Taquaruçu, atualmente há um grande percentual da área da bacia como não urbana (não ocupada), o que no futuro tende a alterar o seu uso (para uso urbano) com maiores percentuais de impermeabilização e, portanto, alterando o CN com repercussões nas vazões geradas e incremento do coeficiente de escoamento.

**Tabela 3.2-II: Valores de CN médios futuros estimados para as bacias urbanas de Palmas**

CN Médio			
Bacia	CN Atual	CN Futuro	Variação
Ribeirão Água Fria	62,83	64,22	102,2
Afluente AF 1	76,86	85,2	110,9
Afluente AF 2	65,45	77,37	118,2
Córrego Brejo Comprido	68,85	76,4	111,0
Córrego Suçuapara	74,33	86,94	117,0
Córrego da Prata	69,66	89,55	128,6
Ribeirão Taquaruçu	62,24	64,03	102,9
Rib. Taquaruçú 1	66,83	88,1	131,8
Córrego Machado	81,07	88,9	109,7
Córrego Taquari	63,79	68,55	107,5
Afluente TQ 1	64,72	75,34	116,4
Córrego Cipó	70,7	88,1	124,6
Córrego Pé do Morro	70,14	88,1	125,6



**Figura 3.2-I: Valores de CN médios atuais e futuros estimados para as bacias urbanas de Palmas**

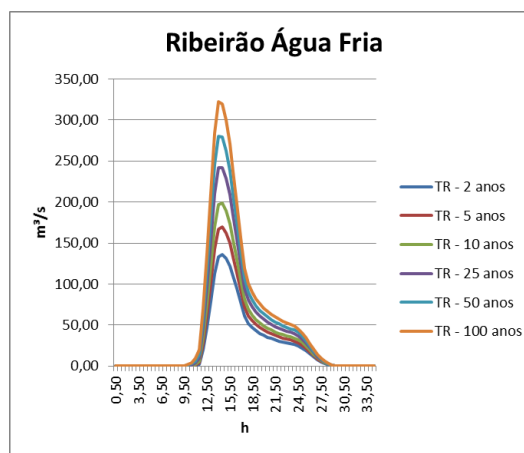
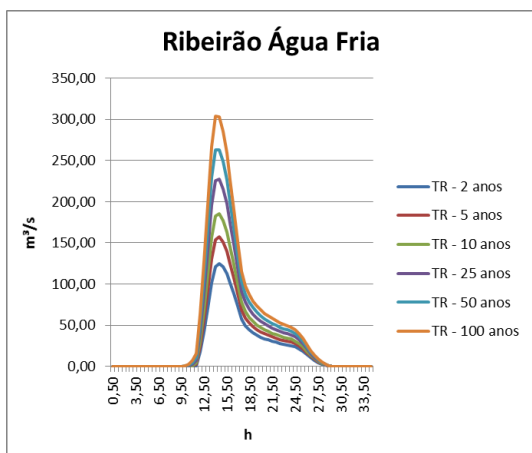


**PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS**

A **Tabela 3.2-III** apresenta as vazões de pico estimadas para cada período de retorno (TR= 2,5,10,25,50 e 100 anos) e a **Figura 3.2-II** até **Figura 3.2-VIII** trazemos hidrogramas das bacias urbanas de Palmas para os mesmos TRs. Para a análise comparativa com as estimativas da situação atual foi escolhido o TR de 10 anos que representa o período de recorrência frequente utilizado para a macrodrenagem. No caso da microdrenagem, utilizam-se TRs entre 2 e 5 anos.

**Tabela 3.2-III: Vazões de pico estimadas para bacias urbanas de Palmas - condição futura**

Bacia	Vazão Máxima (m <sup>3</sup> /s)					
	2	5	10	25	50	100
Ribeirão Água Fria	136,25	169,7	198,6	241,96	279,9	322,4
Afluente AF 1	39,34	44,82	49,34	55,85	61,2	66,96
Afluente AF 2	41,55	48,8	54,87	63,72	71,09	79,07
Córrego Brejo Comprido	177,74	209,31	235,77	274,45	306,7	341,71
Córrego Suçuapara	45,08	51,14	56,14	63,34	69,27	75,64
Córrego da Prata	85,98	96,9	105,9	118,79	129,4	140,8
Ribeirão Taquaruçu	476,4	590,9	690,9	843,5	974,48	1119,9
Rib. Taquaruçú 1	104,99	118,36	129,35	145,14	158,09	171,99
Córrego Machado	73,4	82,78	90,49	101,57	110,67	120,42
Córrego Taquari	89,6	108,98	125,5	149,96	170,61	193,24
Afluente TQ 1	63,1	74,44	83,97	97,89	109,51	122,13
Córrego Cipó	15,95	18	19,69	22,11	24,1	26,23
Córrego Pé do Morro	29,53	33,33	36,46	40,94	44,62	48,57





PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS  
SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS

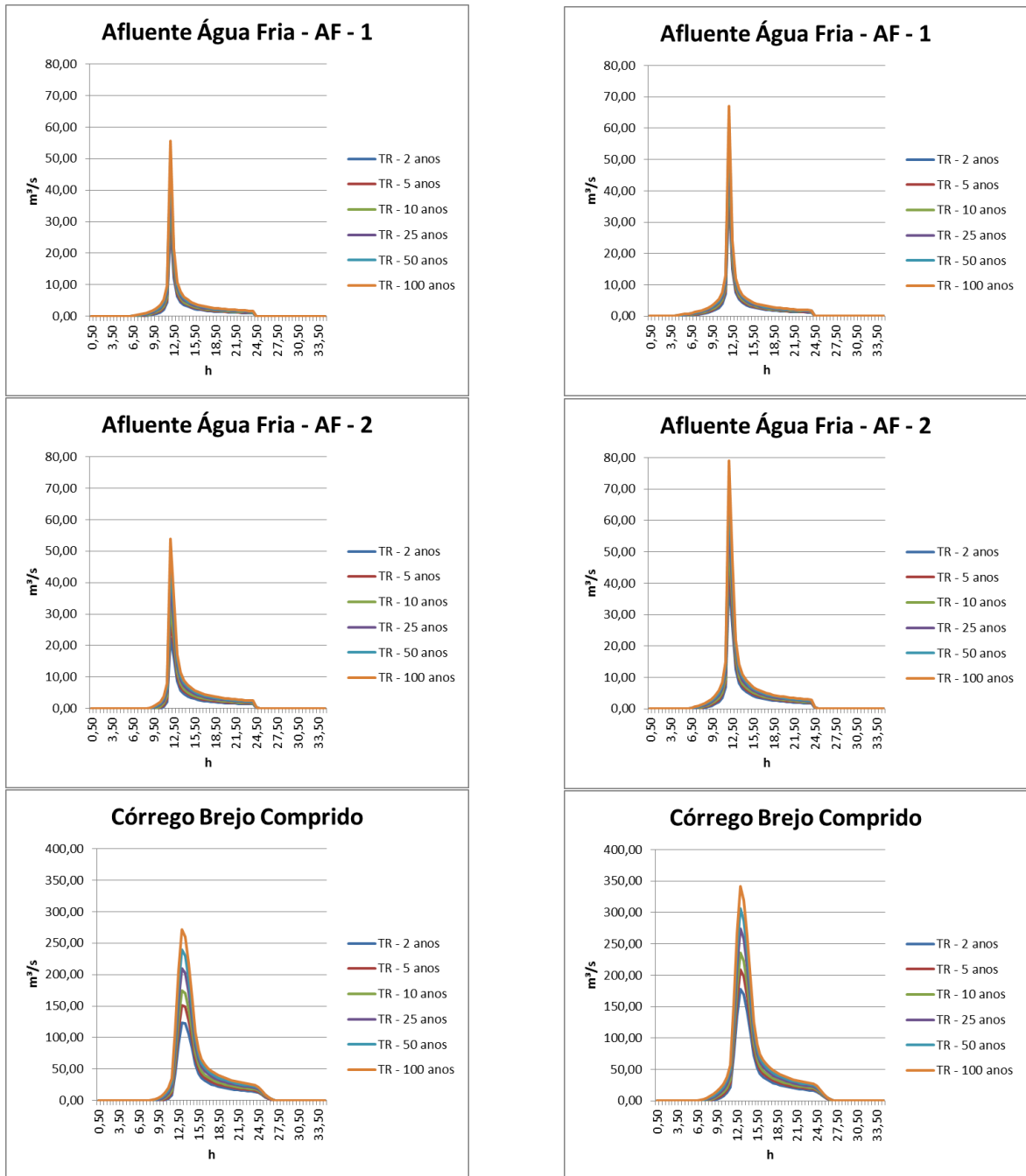
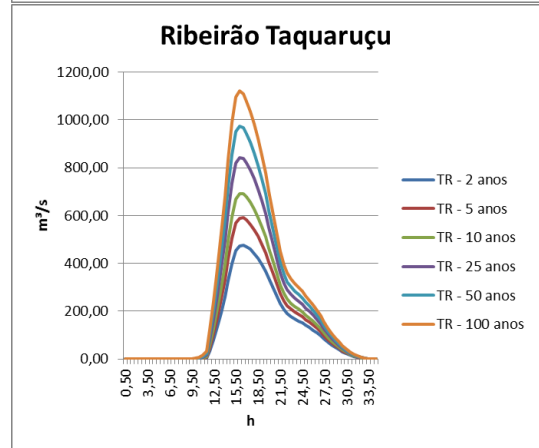
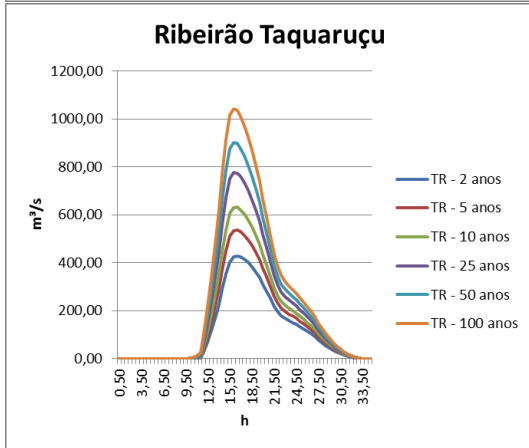
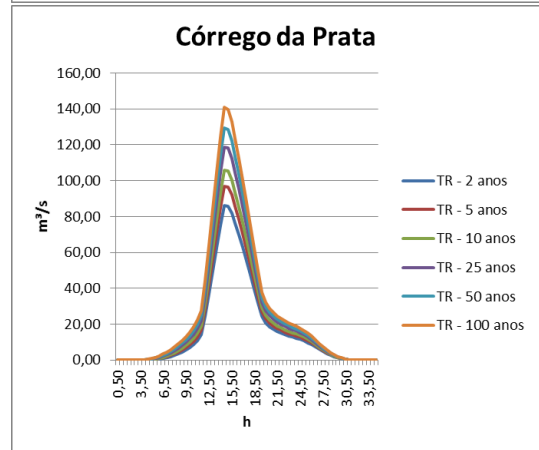
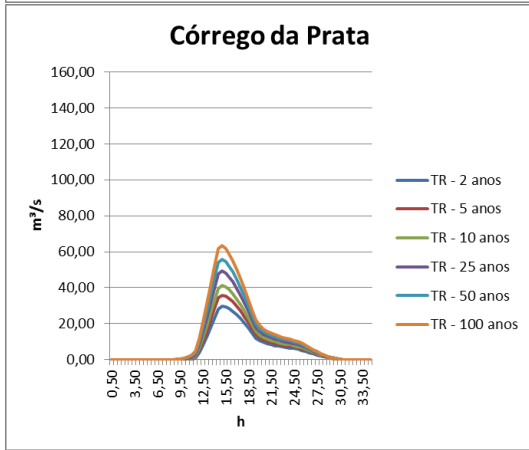
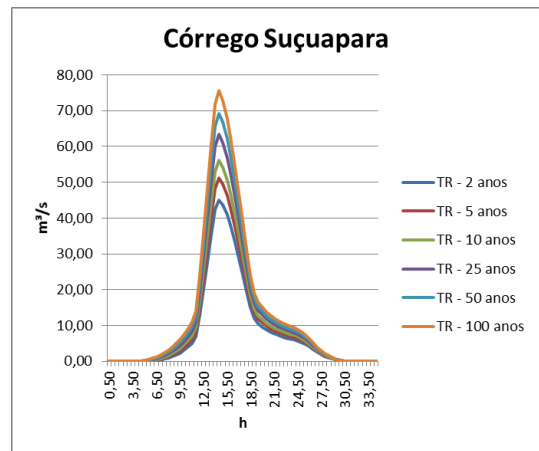
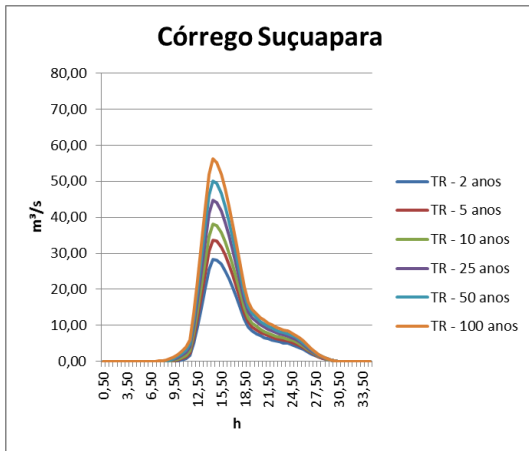


Figura 3.2-II: Hidrogramas de vazões estimadas para as bacias urbanas de Palmas – Condição Atual e Futura

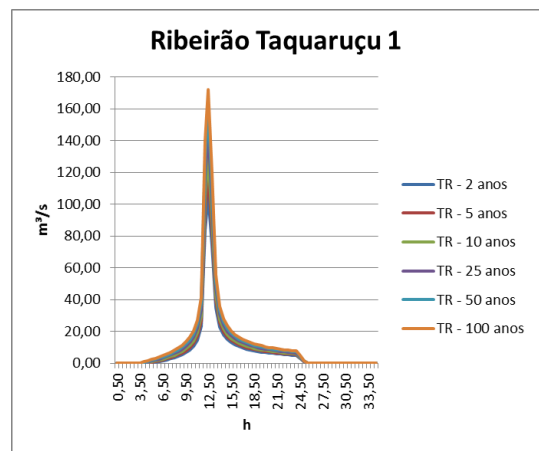
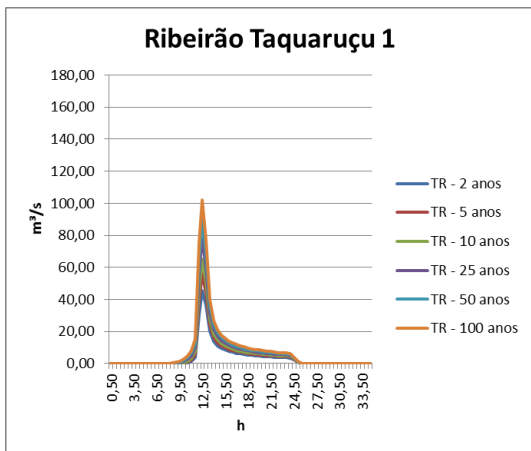


**PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS**

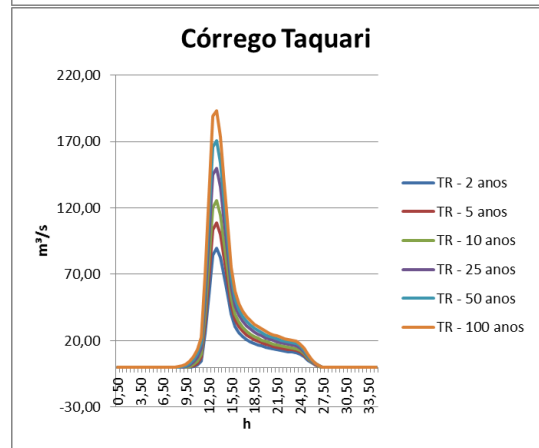
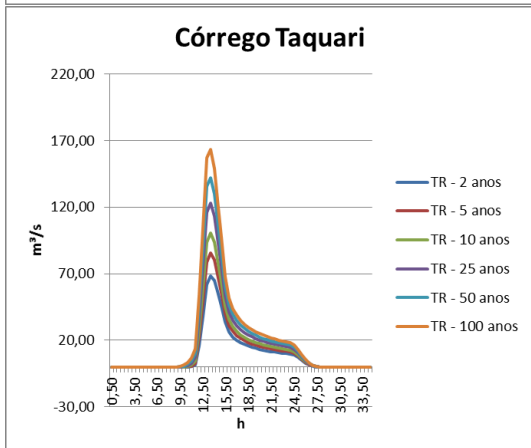
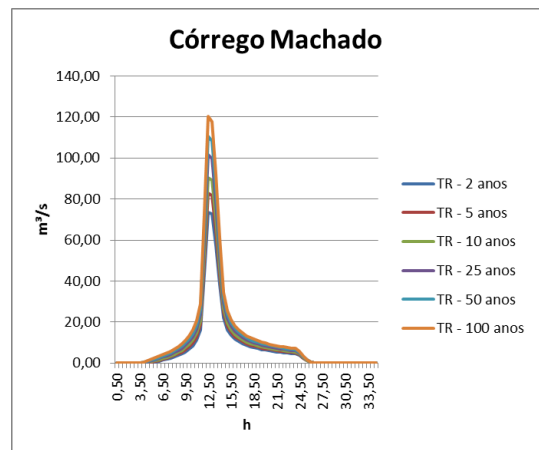
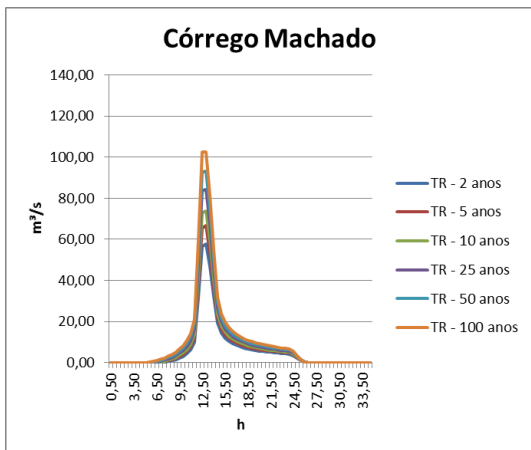




**PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS**



**Figura 3.2-III: Hidrogramas de vazões estimadas para as bacias urbanas de Palmas – Condição Atual e Futura**





PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS  
SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS

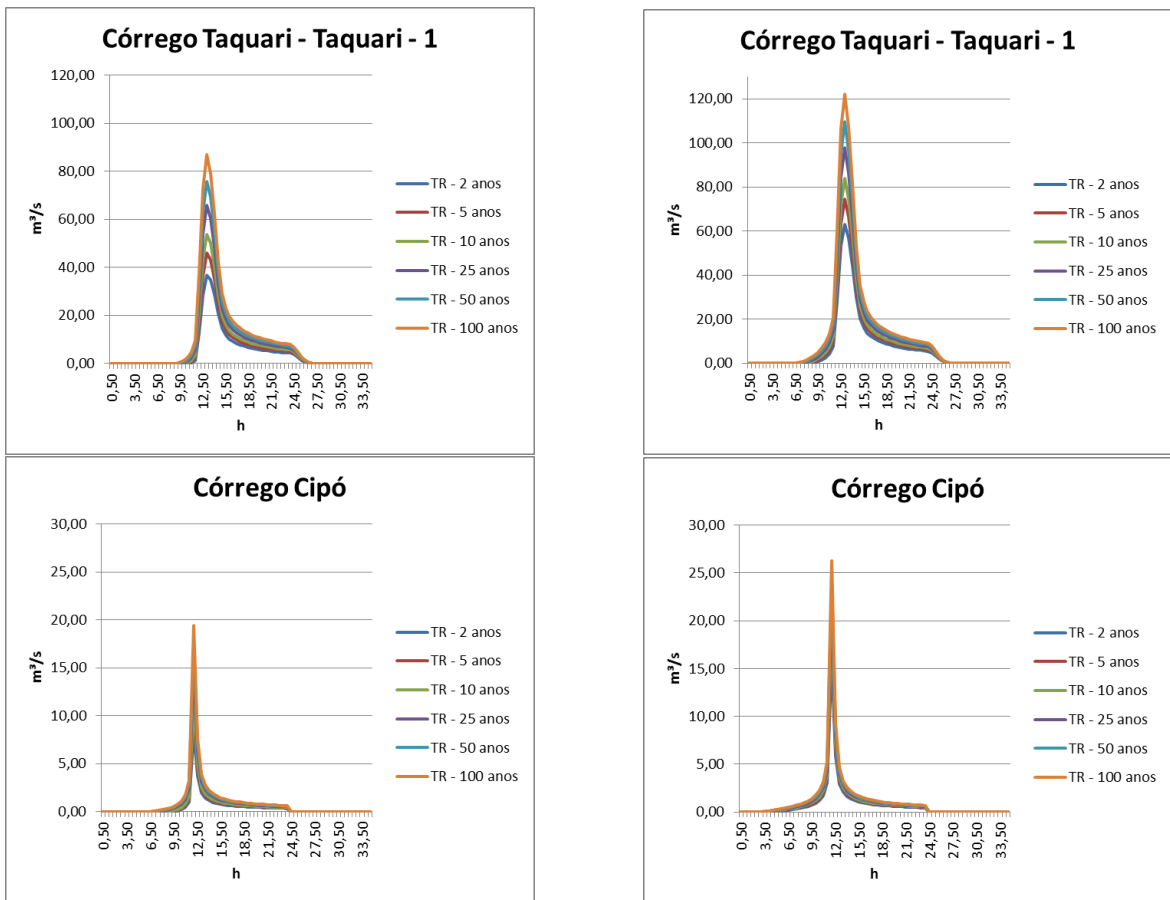


Figura 3.2-IV: Hidrogramas de vazões estimadas para as bacias urbanas de Palmas – Condição Atual e Futura

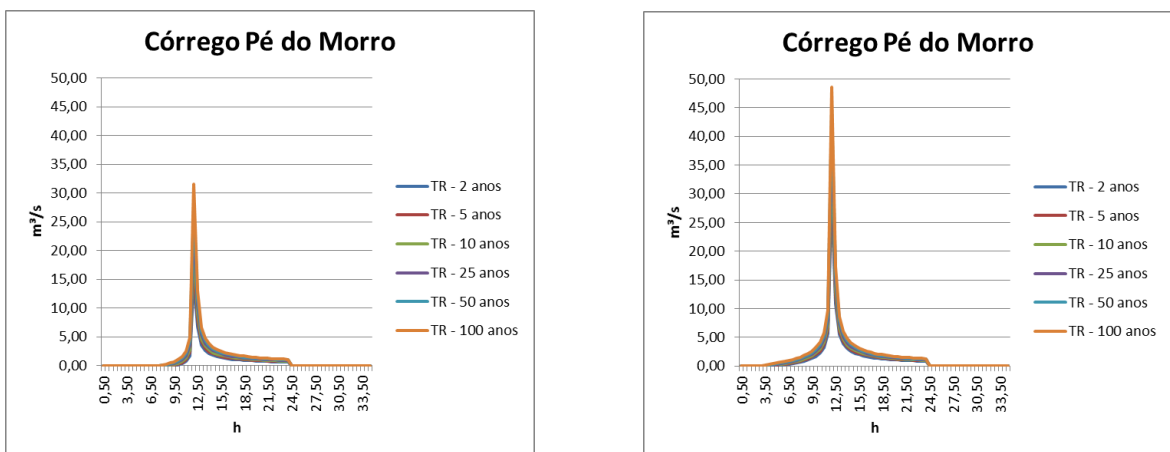
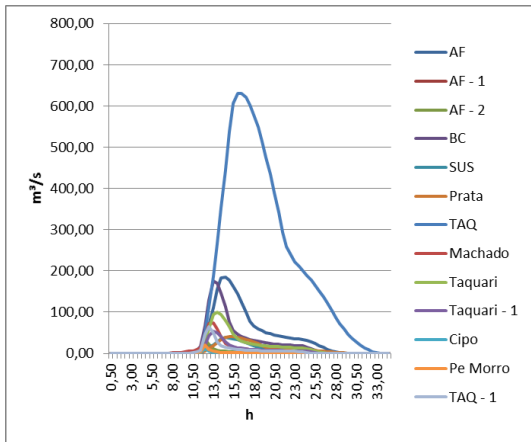


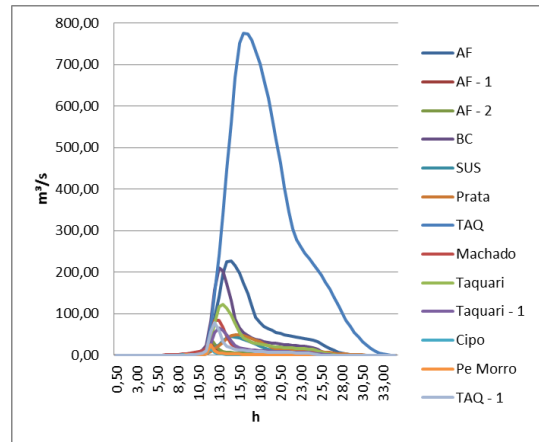
Figura 3.2-V: Hidrogramas de vazões estimadas para as bacias urbanas de Palmas – Condição Atual e Futura



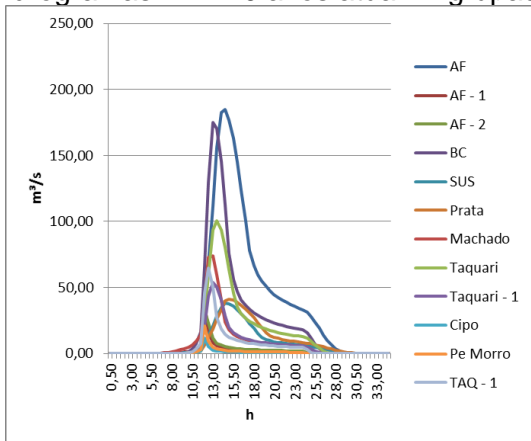
**PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS**



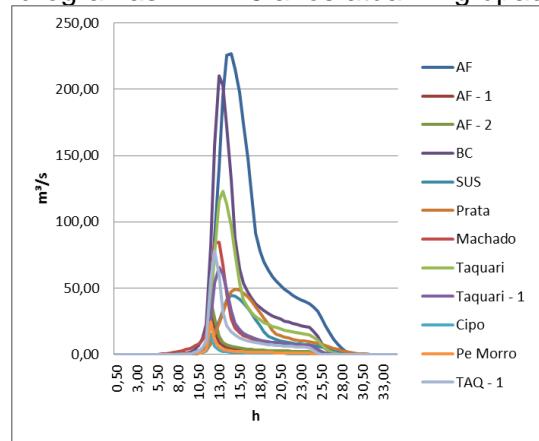
Hidrogramas - TR 10 anos atual - Agrupado



Hidrogramas - TR 25 anos atual - Agrupado

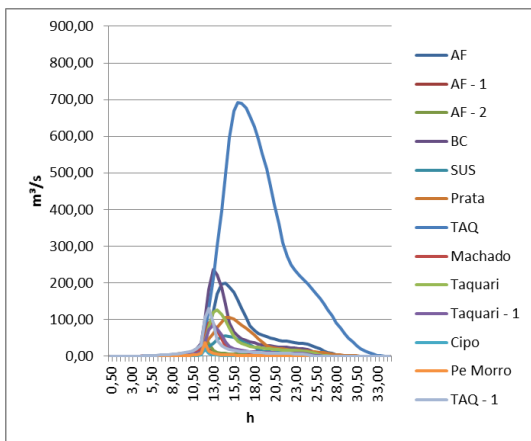


Hidrogramas - TR 10 anos atual - Detalhe

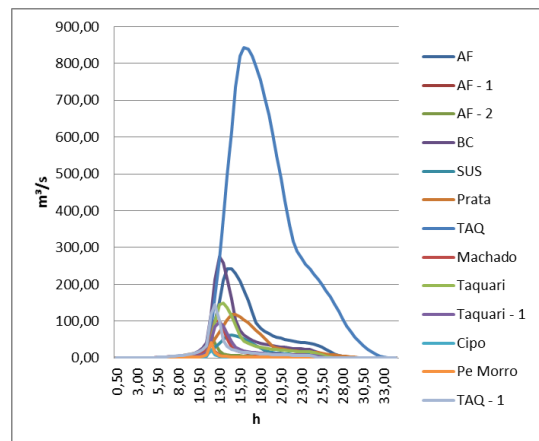


Hidrogramas - TR 25 anos atual - Detalhe

**Figura 3.2-VI: Hidrogramas Agrupados de vazões estimadas para as bacias urbanas de Palmas – Condição Atual e Futura**



Hidrogramas - TR 10 anos Futuro - Agrupado

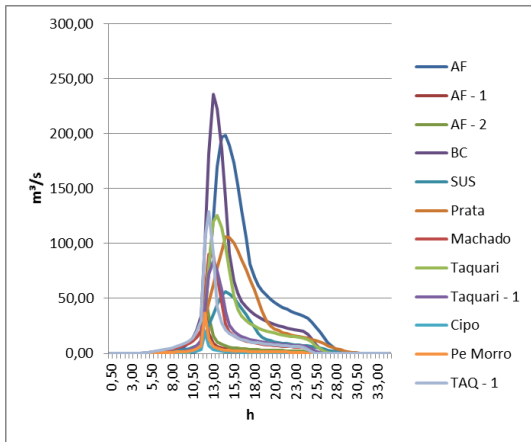


Hidrogramas - TR 25 anos futuro - Agrupado

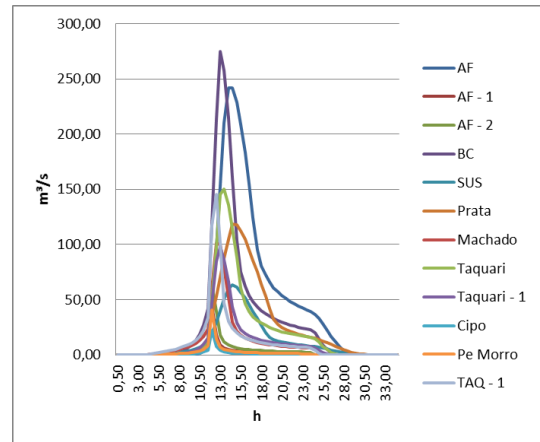




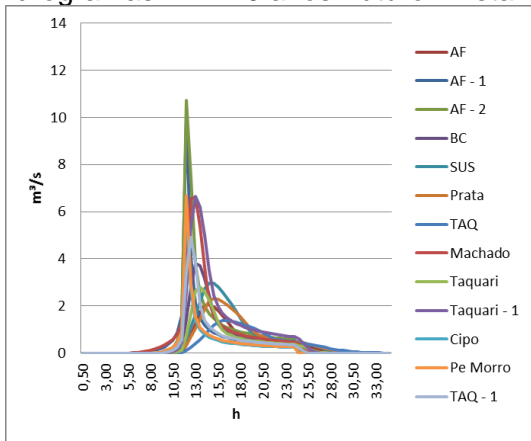
PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS  
SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS



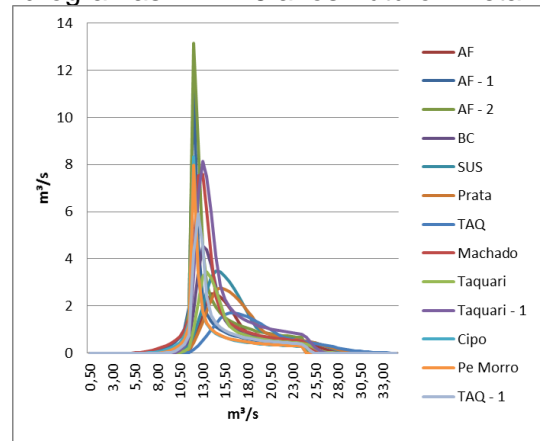
Hidrogramas - TR 10 anos Futuro - Detalhe



Hidrogramas - TR 25 anos Futuro - Detalhe

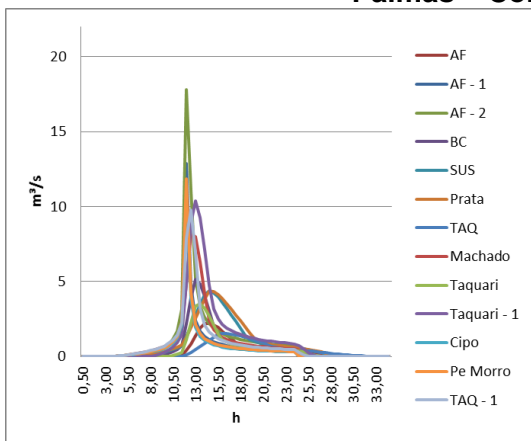


Hidrogramas vazões específicas TR 10 anos atual – Agrupado

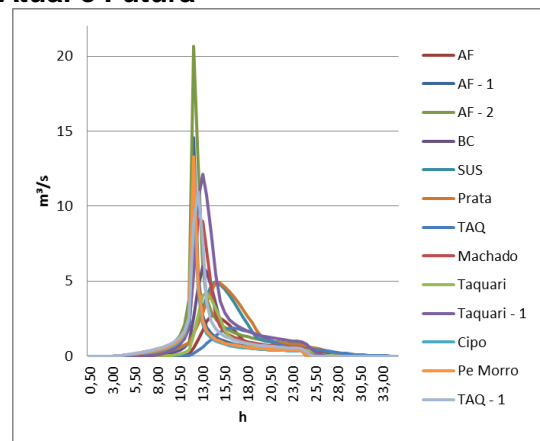


Hidrogramas vazões específicas TR25 anos atual - Agrupado

**Figura 3.2-VII: Hidrogramas Agrupados de vazões estimadas para as bacias urbanas de Palmas – Condição Atual e Futura**



Hidrogramas vazões específicas TR 10 anos Futuro - Agrupado



Hidrogramas vazões específicas TR25 anos Futuro - Agrupado

**Figura 3.2-VIII: Hidrogramas Agrupados de vazões estimadas para as bacias urbanas de Palmas – Condição Atual e Futura**

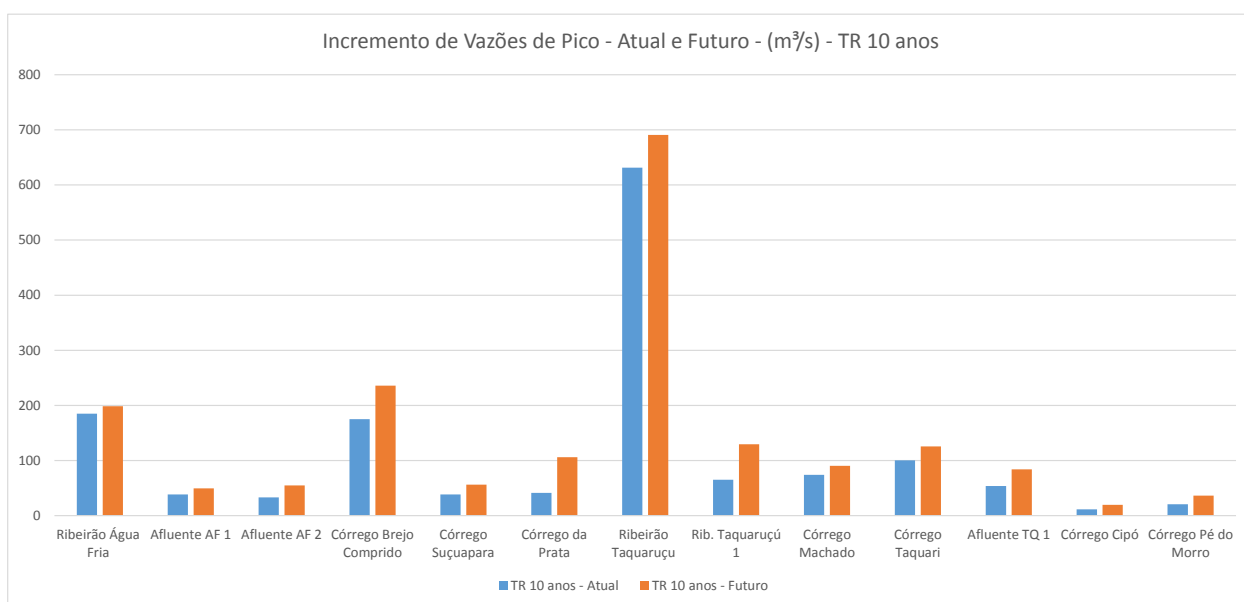
Conforme as alterações de uso nas áreas urbanas, considerando o cenário de acréscimos de áreas urbanizadas (maior taxa de impermeabilização), as vazões futuras também se elevaram mostrando que os principais incrementos de vazões, quando comparadas com a situação atual,



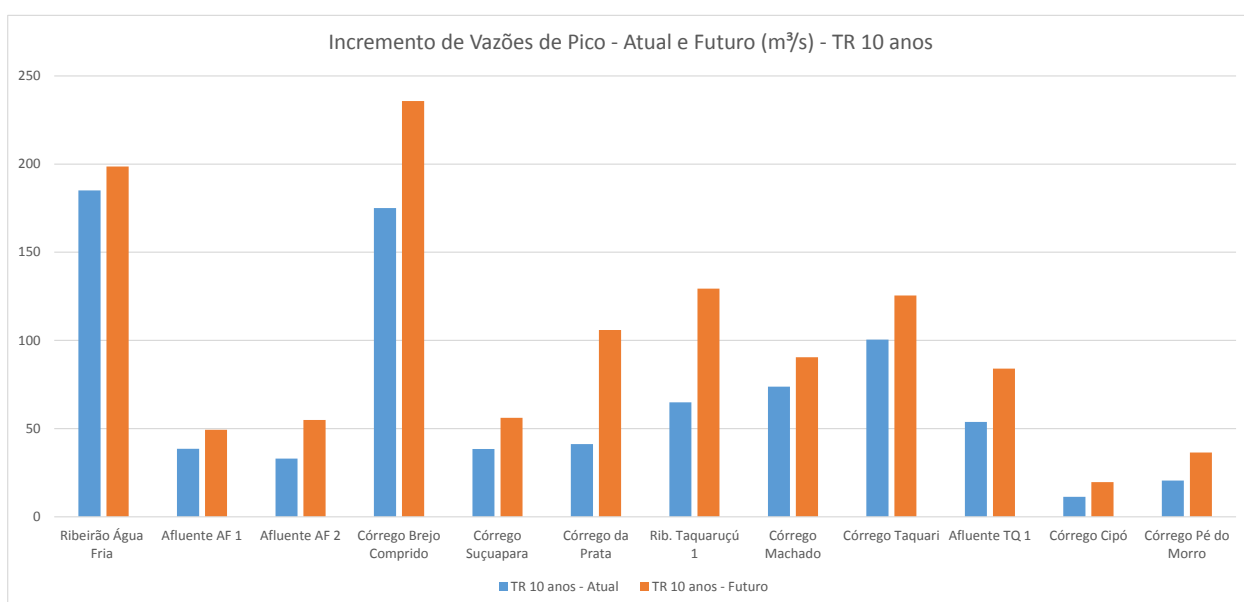
**PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS**

foram das bacias do córrego da Prata, Taquaruçu 1, afluente do Água Fria 2 – AF2, Afluente do córrego Taquari – TQ1, Pé do Morro e Cipó (com incrementos entre 50% (1,5 vezes) a 150 % (2,5 vezes) para TR de 10 anos –**Figura 3.2-IX**.

As vazões com TR de 02 anos para o córrego da Prata poderão ter um incremento de 190% (2,9 vezes). A **Figura 3.2-IX** e **Figura 3.2-X** apresentam os resultados das estimativas atuais e futuras, assim como a **Figura 3.2-XI** exibe o incremento das vazões futuras em relação às atuais.



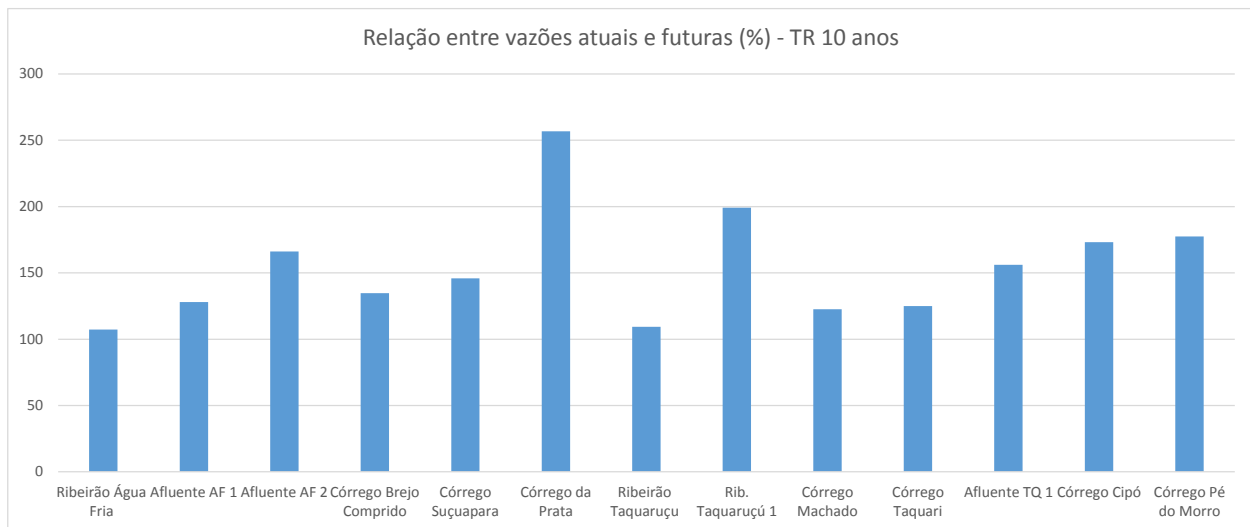
**Figura 3.2-IX: Incremento de Vazões de pico estimadas – Atual e Futuro – TR 10 anos (completo)**



**Figura 3.2-X: Incremento de Vazões de pico estimadas – Atual e Futuro – TR 10 anos (detalhe)**



**PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS**



**Figura 3.2-XI: Relação entre as vazões de pico estimadas – Atual e Futuro – TR 10 anos**

A **Figura 3.2-XII** apresenta o incremento do coeficiente de escoamento nas bacias estudadas para TR de 10 anos. Os resultados mostram, que mantido o conceito de drenagem atual para o cenário futuro, os coeficientes de escoamento (C) das bacias serão maiores que 0,7. Este fato mostra condições preocupantes de impermeabilização e ocupação que geram vazões elevadas e necessitam de estruturas de drenagem cada vez maiores e mais eficientes.

Outro ponto importante diz respeito aos limites de escoamento pelos principais cursos d'água, das vazões estimadas para o cenário futuro, uma vez que com microdrenagem e macrodrenagem eficientes deslocando os volumes escoados para jusante haverá a concentração destes junto aos cursos d'água principais. Desta forma, o grande incremento dos picos de vazão estimados pelos hidrogramas apresentados mostra que haverá grande demanda da capacidade hidráulica destes cursos d'água, podendo-se prognosticar a médio e longo prazo o colapso dessas estruturas ou até seu desaparecimento com graves problemas de erosão e assoreamento.

Atualmente em algumas bacias já há problemas desta natureza, portanto, deverão ser implementadas maiores proteções aos cursos d'água receptores dos lançamentos desses sistemas. Essa ação necessita de avaliação preliminar da capacidade hidráulica, seja para controle interno da bacia como para controle de jusante, com verificação de problemas de remansos, refluxos e extravasamento da calha.

As bacias com coeficientes de escoamento maiores que 0,7 foram a do córrego da Prata, Sussuapara, Machado, Taquaruçu 1, Cipó e Pé do Morro.

Com relação ao incremento dos coeficientes de escoamento (C), as bacias que mais se alteraram em relação às atuais foram a do córrego da Prata, Taquaruçu, Cipó e Pé do Morro, variando entre 160 a 188%. Os menores incrementos foram para as bacias dos córregos Taquaruçu, Taquari e Água Fria. A **Figura 3.2-XIII** traz as alterações do coeficiente de escoamento C para a situação atual e futura.



**PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS**

**Quadro 3.2-I: Coeficientes de escoamento C estimados para bacias urbanas de Palmas - condição futura**

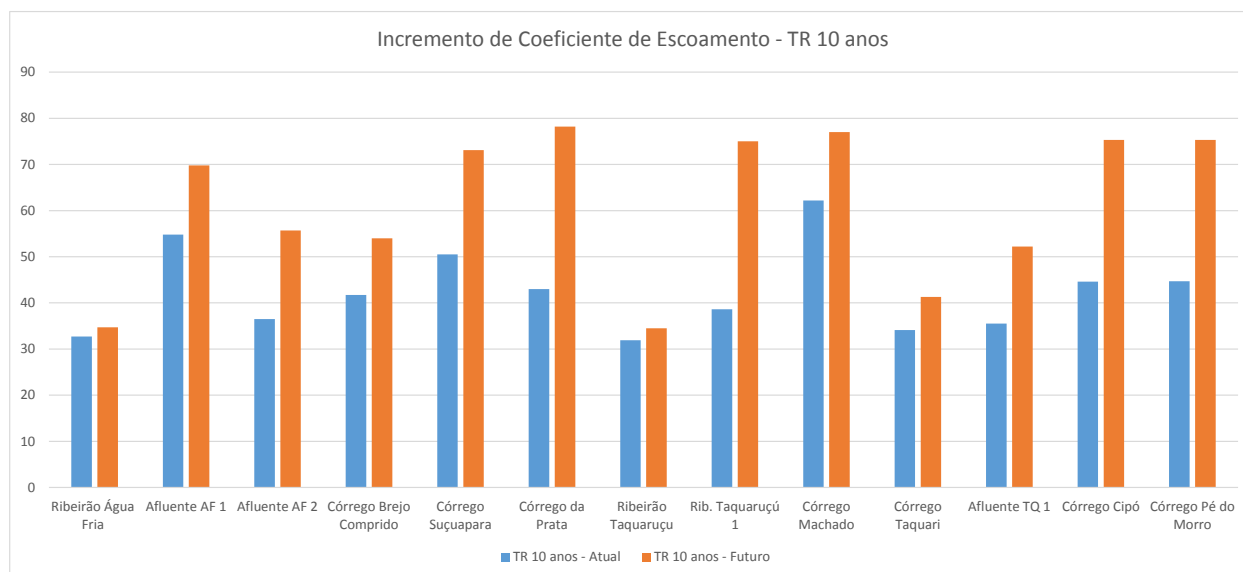
Bacia	Coeficiente de Escoamento - C					
	2	5	10	25	50	100
Ribeirão Água Fria	29,2	32,3	34,7	37,9	40,4	42,8
Afluente AF 1	65,6	68	69,8	72	73,6	75,1
Afluente AF 2	50,5	53,5	55,7	58,5	60,6	62,6
Córrego Brejo Comprido	48,7	51,8	54	56,9	59	61,1
Córrego Suçuapara	69,3	71,5	73,1	75,1	76,6	77,9
Córrego da Prata	74,9	76,8	78,2	79,9	81,1	82,2
Ribeirão Taquaruçu	28,9	32	34,5	37,7	40,1	42,5
Rib. Taquaruçú 1	71,7	73,8	75	77,2	78,6	79,8
Córrego Machado	73,6	75,6	77	78,8	80,1	81,3
Córrego Taquari	35,6	38,8	41,3	44,4	46,8	49,1
Afluente TQ 1	46,6	49,9	52,2	55,2	57,3	59,4
Córrego Cipó	71,7	73,8	75,3	77,2	78,6	79,87
Córrego Pé do Morro	71,7	73,8	75,3	77,2	78,6	79,8

**Quadro 3.2-II: Precipitação Efetiva estimadas para bacias urbanas de Palmas - condição futura**

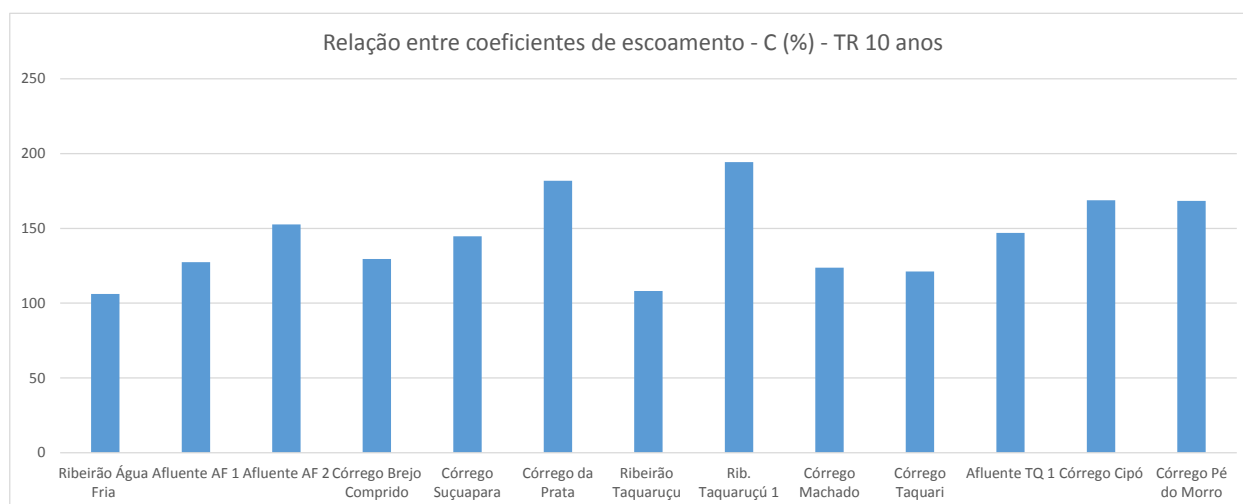
Bacia	Precipitação Efetiva (mm)					
	2	5	10	25	50	100
Ribeirão Água Fria	34,06	41,54	47,98	57,63	65,89	75,03
Afluente AF 1	76,67	87,43	96,8	109,36	120,12	131,75
Afluente AF 2	58,98	68,71	76,89	88,87	98,89	109,81
Córrego Brejo Comprido	56,93	66,52	74,6	86,42	96,33	107,14
Córrego Suçuapara	80,91	91,86	100,94	114,1	124,9	136,74
Córrego da Prata	87,5	98,7	107,96	121,34	132,99	144,31
Ribeirão Taquaruçu	33,74	41,18	47,59	57,2	65,43	74,6
Rib. Taquaruçú 1	83,8	94,87	104,04	117,3	128,26	140,09
Córrego Machado	86,1	97,16	106,38	119,72	130,7	142,62
Córrego Taquari	41,64	49,91	56,97	67,47	76,38	86,18
Afluente TQ 1	54,75	64,17	72,11	83,78	93,58	104,26
Córrego Cipó	83,8	94,87	104,04	117,3	128,26	140,09
Córrego Pé do Morro	83,8	94,87	104,04	117,3	128,26	140,09



**PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS**



**Figura 3.2-XII: Coeficiente de Escoamento C – Atual e Futuro – TR 10 anos**



**Figura 3.2-XIII: Incremento do Coeficiente de Escoamento C – Atual e Futuro – TR10 anos**

O **APÊNDICE 07** apresenta a evolução do coeficiente de escoamento para um TR de 10 anos para a situação atual e futura.

### **3.3 Análise da evolução de cobertura pela rede de drenagem pluvial**

A evolução da cobertura da rede de drenagem no município de Palmas está recebendo investimentos provenientes do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) segunda e terceira etapas.

As obras destinam-se à implantação de rede de microdrenagem e interligação das já existentes à macrodrenagem. Para tanto foram solicitadas verbas advindas dos PAC I e PAC II, as quais são exibidas em detalhe na **Tabela 3.3-I**.



**PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS**

**Tabela 3.3-I: Obras solicitadas aos programas PAC I e PAC II**

<b>PAC 1-Programa Saneamento para Todos</b>
MACRODRENAGEM DA AVENIDA LO-19
DRENAGEM DO SETOR JARDIM AURENY III
DRENAGEM DO SETOR JARDIM AURENY III EM ESTUDO
<b>PAC 2 - ETAPA 1</b>
DREANGEM DA QUADRA 307 SUL (ANTIGA ARSO 33)
DREANGEM DA QUADRA 309 SUL (ANTIGA ARSO 34)
DREANGEM DA QUADRA 407 SUL (ANTIGA ARSO 43)
<b>PAC 2 - ETAPA 2 - Programa Pró-Transporte</b>
DRENAGEM DA QUADRA 1003 SUL
DRENAGEM DA QUADRA 1103 SUL
DRENAGEM DA QUADRA 1304 SUL
DRENAGEM DA QUADRA 1306 SUL
ABERTURA DE CAIXAS COLETORAS DA QUADRA 207 SUL
ABERTURA DE CAIXAS COLETORAS DA QUADRA 406 NORTE
MACRODRENAGEM DA QUADRA 406 NORTE (NA AV. NS-06 ENTRE A ENTRADA DA Q. 506 N E O CÔRREGO SUSSUAPARA)
<b>PAC 2 - ETAPA 3 - Programa Pró-Transporte</b>
DRENAGEM DA QUADRA 408 NORTE (ANTIGA ARNE 54)
DRENAGEM DA QUADRA 812 SUL (ANTIGA ASR SE 85)
MACRODRENAGEM NA AVENIDA LO-05 (ENTRE A AV. NS-07 E AV. NS-05)
DRENAGEM DO SETOR BERTAVILLE
MACRODRENAGEM NA AVENIDA NS-10 (ENTRE A AV. LO-19 E AV. LO-21)
CONCLUSÃO DA DRENAGEM ATRAVÉS DE ABERTURA DAS CAIXAS COLETORAS, AGUELAS E TAMPÕES NAS QUADRAS 112 SUL (ASR SE 15), 506 NORTE (ARNE 63) E 212 NORTE (ARS NE 25)
DRENAGEM NO SETOR SANTA FÉ
DRENAGEM NOS SETORES MORADA DO SOL I e III
DRENAGEM NO SETOR DE TAQUARALTO (INDUSTRIAL)
DRENAGEM NA QUADRA 1007SUL (ANTIGA ARSO 103)
DRENAGEM NA QUADRA 212 SUL (ANTIGA ARS-SE 25)

*Fonte: Secretaria de Infraestrutura – PMPA, 2013*

A localização espacial das obras citadas na **Tabela 3.3-I** pode ser observada no mapa do **APÊNDICE 08**.

### **3.4 Análise do ICR a médio prazo**

Com a implantação dos projetos anteriormente citados, haverá modificações no ICR para as bacias hidrográficas urbanas.

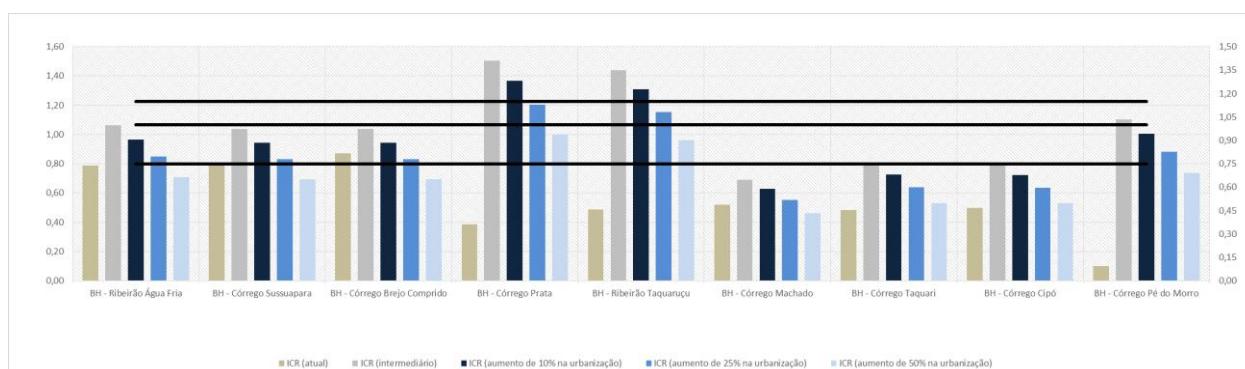
A Tabela 3.4-I a **Figura 3.4-I** apresentam a evolução dos valores de ICR para diferentes cenários hipotéticos.



**PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS**

**Tabela 3.4-I: Evolução dos valores de ICR com aumento da urbanização**

BH	ICR (atual)	ICR (intermediário)	ICR (aumento de 10% na urbanização)	ICR (aumento de 25% na urbanização)	ICR (aumento de 50% na urbanização)
BH - Ribeirão Água Fria	0,79	1,06	0,97	0,85	0,71
BH - Córrego Sussuapara	0,79	1,04	0,94	0,83	0,69
BH - Córrego Brejo Comprido	0,87	1,04	0,94	0,83	0,69
BH - Córrego Prata	0,39	1,50	1,37	1,20	1,00
BH - Ribeirão Taquaruçu	0,49	1,44	1,31	1,15	0,96
BH - Córrego Machado	0,52	0,69	0,63	0,55	0,46
BH - Córrego Taquari	0,48	0,80	0,73	0,64	0,53
BH - Córrego Cipó	0,50	0,79	0,72	0,64	0,53
BH - Córrego Pé do Morro	0,10	1,10	1,00	0,88	0,74



**Figura 3.4-I: Evolução dos valores de ICR com aumento da urbanização**

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 adequado espaçamento e 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 a fim de se evitar-se no curto prazo problemas decorrentes da falta de drenagem;
- ICR entre 0,75 e 1,00: neste intervalo é possível a existência de problemas no sistema de drenagem, o que implica na necessidade de serem adotadas 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. Nesse intervalo, as ações mais críticas deverão ser adotadas de forma emergencial.

Os cenários a seguir avaliados, consideram que os projetos hoje em curso estejam completamente finalizados, o que ampliará a cobertura do sistema em mais 21,16%, que somada às redes já implantadas totalizam uma cobertura de 51,93%, em termos de áreas, ao cenário atual.

A etapa em que os projetos em curso estarão terminados e em funcionamento (ou seja em carga) será aqui denominada “cenário intermediário”, visto que o cenário futuro idealiza a cobertura integral pelo sistema de drenagem.

O **APÊNDICE 09** apresenta a configuração da cobertura por sistema de drenagem, quando finalizados os projetos atualmente em andamento.



## PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS

### 3.4.1.1 Cenário Intermediário

O primeiro cenário avaliado, chamado de cenário intermediário, apresenta os valores de ICR por bacia hidrográfica urbana considerando a realização de todos os projetos hoje em curso.

A análise deste cenário considerou que não houve modificação na área urbanizada da cidade, já que a maior parte destas obras serão finalizadas no curto prazo. Portanto, este é um parâmetro realista.

Observa-se que apesar das obras realizadas, a bacia hidrográfica do Corrego Machado é aquela que apresenta situação crítica em relação às demais. Isto se deve ao elevado grau de urbanização e à presença de nichos não contemplados por projetos do sistema de drenagem.

Além dessa, as bacias hidrográficas dos córregos Taquari e Cipó apresentam ICR ainda abaixo do desejável, apesar das obras desenvolvidas por meio do programa PAC 2. Isto significa, em tese, que não foram planejadas obras suficientes para o atendimento global da área urbanizada nessa localidade.

### 3.4.1.2 Cenário com aumento de 10% da área urbanizada

Este cenário serviu para a realização de simulação de crescimento de 10% da área urbanizada como forma de avaliar o efeito das obras concretizadas no sistema.

Observa-se que as bacias hidrográficas do córrego Machado, Taquari e Cipó apresentam ICR em nível crítico (abaixo de 0,75).

As bacias hidrográficas dos ribeirões Água Fria, Córrego Sussuapara e Córrego Brejo Cumprido, pelo ICR neste cenário, classificam-se em nível de alerta (entre 0,75 e 1,00). Isto pode denotar que as obras realizadas foram adequadas para a solução de problemas emergenciais sem, no entanto, visar horizontes de projeto maiores.

Já as bacias hidrográficas dos córregos Pé do Morro, Prata e ribeirão Taquaruçu apresentam índices menos preocupantes (acima de 1,00) em função principalmente da ainda significativa baixa urbanização da área total da bacia.

### 3.4.1.3 Cenário com aumento de 25% da área urbanizada

Neste cenário foi realizada a simulação de crescimento de 25% da área urbanizada.

Incluem-se nesse cenário as bacias hidrográficas do córrego da Prata e do ribeirão Taquaruçu (que apresentam ICR em níveis acima de 1,15), as demais possuem índices de alerta ou críticos.

### 3.4.1.4 Cenário com aumento de 50% da área urbanizada

Neste cenário foi realizada a simulação de crescimento de 50% da área urbanizada.

Apesar de ser clara a ideia de que neste cenário a probabilidade de eventos decorrentes da falta de drenagem será inevitável, a simulação visa definir o grau de criticidade para cada uma das bacias.

Observa-se que as bacias hidrográficas do córrego da Prata e ribeirão Taquaruçu aparentemente receberam obras de certa relevância porque seu ICR neste cenário está próximo da equidade.

As demais bacias apresentam valores críticos de ICR (abaixo de 0,75) com maior probabilidade de ocorrência de problemas na drenagem pluvial.

As abordagens realizadas buscam simular de forma qualitativa os efeitos do crescimento das áreas urbanizadas e sua consequência frente à cobertura de rede até então projetada.





**PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS**

A julgar pelos resultados obtidos, o cenário com 50% de aumento na urbanização requer um planejamento a longo prazo para o sistema de drenagem. Haverá também a necessidade de acompanhamento dos índices descritos para prevenir eventos extremos e assim garantir a adoção de medidas em prazos razoáveis.

Vale ressaltar que esta análise por si só não descreve integralmente todos os problemas de possível ocorrência num sistema, pois é preciso também considerar outros fatores, como a qualidade de manutenção executada nas estruturas, dimensionamento aplicado e conexão entre os dispositivos de drenagem.

Além desses, observa-se que as medidas compensatórias aplicadas no sistema de drenagem, tais como bacias de retenção/detenção, sistemas de biorretenção, bacias de infiltração, pavimentos permeáveis, entre outros, devem ter seus efeitos adequadamente quantificados e assim considerados, de forma ponderada, como parâmetros de entrada para o cálculo do ICR.



**PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS**

## **4 OBJETIVOS E METAS**

### **4.1 Objetivos**

O Plano Municipal de Drenagem Pluvial deve ser concebido com foco na qualidade de vida da população e na qualidade do meio ambiente municipal. O plano tem o objetivo de 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. Ele possui, como principal premissa, a **minimização dos riscos e prejuízos humanos, materiais e ambientais de inundações e de eventos hidrológicos extremos.**

Esse plano engloba uma série de aspectos, dentre os quais se podem destacar:

- *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 da águas excedentes provenientes das precipitações;*
- *Utilização de técnicas e métodos compatíveis com as peculiaridades locais.*

### **4.2 Metas**

As metas estabelecidas nesse 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, sem se limitar, ao total atendimento do sistema de drenagem às vazões requeridas, qualidade das águas pluviais; a eficácia da manutenção preventiva e corretiva no sistema de drenagem urbana, eficiência no atendimento às ocorrências e reclamações; a eficiência e polidez no atendimento público.

A seguir serão comentadas especificamente cada uma das metas, a saber:

- Cobertura de Rede de Drenagem Urbana;
- Redução de pontos de alagamentos;
- Preservação das áreas de preservação permanente (APP);
- Redução dos pontos de erosão e assoreamento provenientes da drenagem urbana;
- Atendimento das normativas legais.



**PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS**

#### **4.2.1 Meta de Cobertura de Rede de Drenagem Urbana**

##### **4.2.1.1 Considerações Técnicas**

A rede de drenagem urbana é o sistema responsável pelo afastamento das águas pluviais no intuito de serem evitados eventos com impactos negativos, como inundações, erosão e sedimentação nos cursos d'água.

Neste sentido, as estruturas adotadas são organizadas sob duas nomenclaturas:

- A microdrenagem que trata dos aspectos de drenagem urbana em microescala, ou seja, a drenagem através do pavimento das ruas, das sarjetas, das guias, das galerias de águas pluviais, e dos pequenos canais; e
- A macrodrenagem que diz respeito à condução final das águas captadas pela microdrenagem, em uma região urbana, corresponde à rede de drenagem natural preexistente nos terrenos antes da ocupação, englobando os canais naturais, como riachos e rios. Todavia, à medida que aumentam a urbanização e as obras de microdrenagem, aumenta a vazão que é conduzida aos elementos de macrodrenagem, seja por aumento da impermeabilização e/ou pela redução dos tempos de concentração. Dessa forma, a configuração natural desses canais pode requerer intervenção para ampliação ou manutenção.

##### **4.2.1.2 Índice correlacionado à meta: índice de cobertura por rede de drenagem - ICR**

**ICR = Área coberta por sistema de drenagem existente/ Área total urbanizada**

Onde:

- A área coberta por sistema de drenagem existente considera que o mesmo esteja operando de forma plena, incluindo a coleta, transporte e lançamento final das águas pluviais. Também considera-se que a estrutura do sistema de drenagem existente possua condições adequadas de funcionamento, desconsiderando problemas de manutenção e dimensionamento;
- Área urbanizada da bacia hidrográfica analisada. No cômputo das áreas urbanizadas devem ser 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 de sistema de drenagem pluvial até que ocorra sua ocupação.

Este indicador deve ser monitorado pela Prefeitura. O acompanhamento dos projetos em execução e a evolução da ocupação de áreas que assim irão contribuir para o aumento de áreas urbanizadas. O monitoramento deste indicador fornecerá aos gestores do sistema de drenagem a situação em termos de cobertura para cada uma das bacias hidrográficas urbanas, auxiliando, desta forma, o planejamento e priorização de novos projetos.

A meta a ser adotada para a manutenção do ICR para cada bacia é destacada a seguir, sendo o prazo contado a partir do ano da data de publicação do PMSB.

- ICR igual a pelo menos 1,00 para as bacias hidrográficas em até 5 (cinco) anos;
- ICR igual a pelo menos 1,15 para as bacias hidrográficas em até 10 (dez) anos mantendo este índice até o horizonte do PMSB.



## PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS

Assim, em 10 anos, o patamar de 1,15 para o ICR seria atingido em todas as bacias hidrográficas urbanas, garantindo tempo para o adequado planejamento de novos projetos nas áreas prioritárias. Ressalta-se a importância no acompanhamento do desenvolvimento da urbanização como forma de serem previstos cenários que apontem a evolução do ICR para cada uma das bacias.

### 4.2.2 Meta de Redução dos Pontos de Alagamentos

#### 4.2.2.1 Considerações Técnicas

A impermeabilização do solo e a construção da rede de condutos pluviais aumentam a frequência e magnitude das enchentes.

O desenvolvimento urbano pode também produzir obstruções ao escoamento de aterros, pontes, drenagens inadequadas, obstruções ao escoamento junto a condutos e assoreamento.

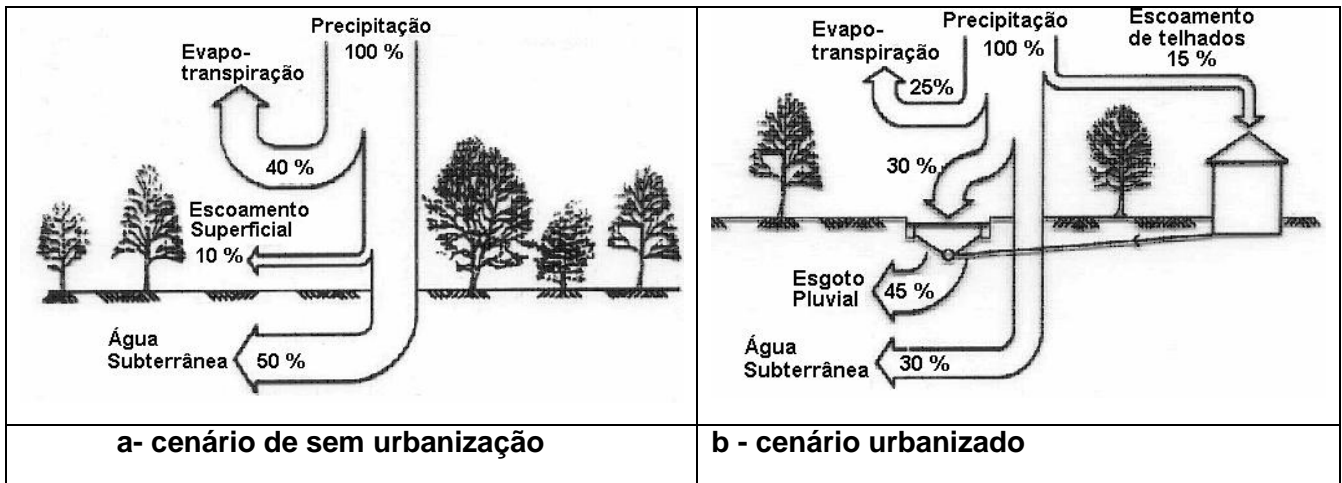
Em geral, à medida que a cidade se urbaniza ocorrem os seguintes impactos:

- Aumento das vazões máximas e da sua frequência devido ao aumento da capacidade de escoamento através de condutos e canais e impermeabilização das superfícies (**Figura 4.2-II**);
- Aumento da produção de sedimentos devido à falta de proteção das superfícies e à produção de resíduos sólidos (lixo).
- A deterioração da qualidade da água superficial e subterrânea devido à lavagem das ruas, ao transporte de material sólido e às ligações clandestinas de esgoto cloacal e pluvial.
- Devido à forma não planejada de implantação da infraestrutura urbana, tais como: (a) pontes e taludes de estradas que obstruem o escoamento; (b) redução de seção do escoamento por aterros de pontes e para construções em geral; (c) deposição e obstrução de rios, canais e condutos por lixos e sedimentos; (d) projetos e obras de drenagem inadequadas, com diâmetros que diminuem para jusante, drenagem sem esgotamento, entre outros.
- Redução da infiltração no solo, onde o volume que deixa de infiltrar fica na superfície, aumentando o escoamento superficial. Os condutos pluviais aumentam a velocidade do escoamento superficial, reduzindo o tempo de deslocamento. As vazões máximas também aumentam, antecipando seus picos no tempo (**Figura 4.2-I e Figura 4.2-II**).

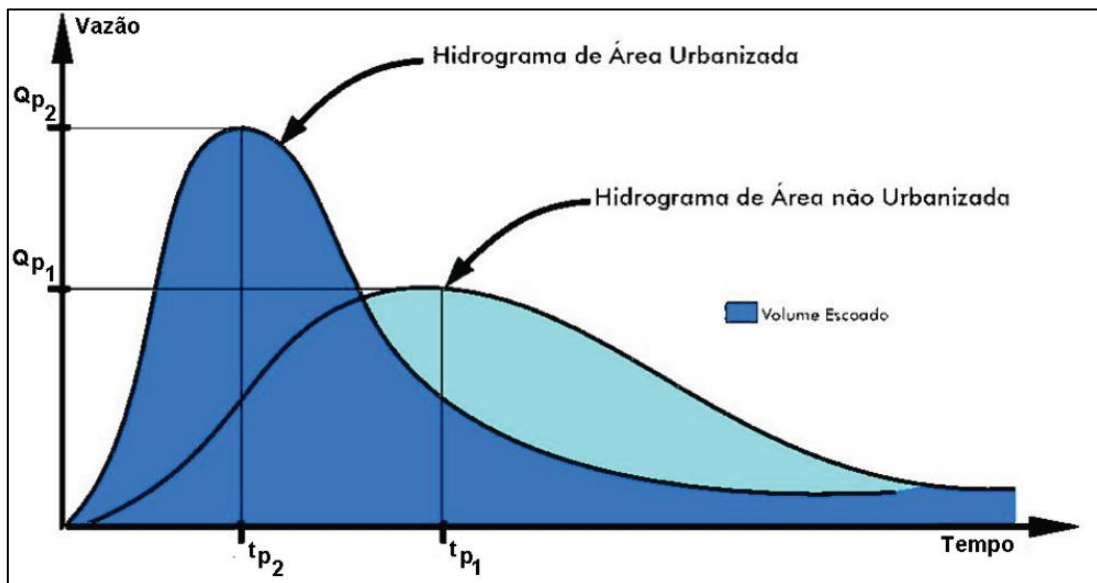
Com a redução da infiltração, o aquífero tende a diminuir o nível do lençol freático por falta de alimentação (principalmente quando a área urbana é muito extensa), reduzindo o escoamento subterrâneo.

- Devido à substituição da cobertura natural por áreas impermeáveis ocorre uma redução da evapotranspiração, já que a superfície urbana não retém água como a cobertura vegetal e não permite a evapotranspiração como ocorre pelas folhagens e do solo.

**PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS**



**Figura 4.2-I: Balanço hídrico numa bacia urbana (OECD, 1986)**



**Figura 4.2-II: Hidrogramas de área urbanizada e não urbanizada**

De maneira geral, os pontos de alagamentos da cidade de Palmas são resultados de inundação pela urbanização. Eles são agravados ainda pela grande intensidade de chuvas concentradas em 150 dias no ano e pelas condições da forma desorganizada como a infraestrutura é implantada. As quadras possuem microdrenagem, mas, pela falta de cobertura de macrodrenagem, escoam superficialmente por grandes extensões, acumulando um grande volume de água nas rótulas das grandes avenidas.

Em Palmas, o controle do impacto da urbanização com grandes incrementos de vazões nos sistemas de drenagem atualmente vem sendo feito através de rede de condutos com o aumento de seções conforme a magnitude dessas alterações (que pode ampliar-se em até 6 vezes em relação ao pré-desenvolvimento).

A política de controle de enchentes poderá chegar a soluções estruturais para alguns locais, mas dentro da visão de conjunto de toda a bacia, onde estas estão racionalmente integradas com outras medidas preventivas (não estruturais) e compatibilizadas com o esperado desenvolvimento urbano.



## PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS

O controle deve ser realizado considerando a bacia como um todo e não em trechos isolados.

As medidas de controle da drenagem urbana são:

- Na fonte: no loteamento ou no lote: aumento da infiltração ou armazenamento: pavimentos permeáveis, trincheiras e planos de infiltração; detenção.
- Microdrenagem: banhados construídos; detenção e retenção: bacias que envolvem alguns loteamentos até 1 km<sup>2</sup>.
- Macrodrenagem: planejamento de espaços urbanos para inundação, detenção e retenção para as bacias urbanas.

Alternativamente as medidas estruturais do controle na macrodrenagem são infiltração/percolação, armazenamento ou ainda aumento da eficiência de escoamento por condutos e canais. Os custos por armazenamento (U\$ 1 a 2 milhões/ km<sup>2</sup>) podem reduzir em até 7 vezes os custos do aumento de rede de condutos (U\$ 7 milhões/ km<sup>2</sup>) e melhorias em canais (U\$ 20-40 milhões/ km para canais estruturados).

**O armazenamento pode incluir** reservatórios que podem ocupar espaços abertos ou fechados. O efeito do reservatório é o de reter parte do volume do escoamento superficial, reduzindo o seu pico e distribuindo a vazão no tempo.

A **Figura 4.2-III** e a **Figura 4.2-IV** apresentam exemplos de detenções na micro e macrodrenagem.



a- Detenções e Infiltrações



b- Detenções e Infiltrações

**Figura 4.2-III: Exemplos de controle na Microdrenagem – Armazenamento**



**PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS**



a- Porto Alegre



b- São Paulo



c- São Paulo



d- Curitiba

**Figura 4.2-IV: Exemplos de controle na Macrodrenagem – Detenções com armazenamento**

#### 4.2.2.2 Índices correlacionado à meta

##### 2.5.4.1.3 Índice de pontos de alagamentos - IPA

**IPA = número de pontos de alagamentos por bacia de drenagem**

Este indicador deve ser monitorado pela Prefeitura, por meio de registro (cadastro sistemático) dos pontos de alagamento (durante episódios de precipitações intensas com enchentes) para as principais bacias urbanas de drenagem conforme estabelecido nos estudos de prognósticos dos hidrogramas futuros. O monitoramento deste indicador evidenciará a eficácia das medidas tomadas para melhorar o sistema de drenagem do município.

Além do número de alagamentos por bacia urbana de drenagem, deverão ser coletadas informações complementares, dentre elas:

- Tipo (alagamento/ extravasamento de canal)
- Localização
- Precipitação de 24h
- Nível de obstrução viária
- Altura de lâmina d'água estimada
- Número de imóveis inundados
- Presença de rede de drenagem (Bocas de lobo, rede de microdrenagem, macrodrenagem e sistema com técnicas compensatórias)



## PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS

Segundo as informações preliminares levantadas pelos estudos locais e pela Secretaria de Infraestrutura, o IPA atual das bacias urbanas de Palmas é de 31. As principais bacias afetadas (com 80% dos pontos levantados) são:

- Bacia do Córrego Sussuapara
- Bacia do Córrego Brejo Comprido
- Bacia do Córrego da Prata
- Bacia do Córrego Taquari

A meta a ser adotada para a redução da quantidade de pontos de alagamento é destacada a seguir, sendo o prazo contado a partir do ano da data de publicação do PMSB. Como a redução total dos pontos de alagamentos é de difícil resolução, é prevista uma falha de até 10% que seria a metade da probabilidade de ocorrência (em 2 anos) de eventos chuvosos maiores que o TR de 10 anos ( $P = 19\%$ ).

- Redução de 30% em até 5 (cinco) anos;
- Redução de 90% em até 10 (dez) anos.

Ou seja, em 10 anos seria atingido um IPA correspondente à cobertura quase que integral dentro de uma probabilidade de ocorrência de eventos maiores do que os projetados para TR = 10 anos. Os eventos significantes na cidade de Palmas seriam aqueles que causem a inundação com interrupção do sistema viário ou uma inundação de ocupações fora da área de extravasamento natural dos cursos d'água (ocupações fora de áreas de APP).

### 2.5.4.1.4 Índice de Redução da Vazão Máxima com uso de técnicas compensatórias em drenagem urbana – Detenções - IRVM

O índice de Redução de Vazão Máxima por Detenções na Macrodrenagem é definido pela relação entre as vazões máximas estimadas para o TR de 10 anos na condição de pós-desenvolvimento e pré-desenvolvimento, nas condições urbanizadas:

$$\text{IRVM} = \frac{(\text{Q estimada pós-desenvolvimento} - \text{Q estimada pré-desenvolvimento})}{\text{Q estimada pré-desenvolvimento}} \times 100$$

Onde: Q – vazão em  $m^3/s$  – TR= 10 anos

Estima-se que em média sejam necessários entre 2 e 3% da área da bacia a ser drenada para o abatimento das vazões de pós-desenvolvimento até o limite da vazão de pré-desenvolvimento (Tucci, 2001). Reservatórios: O reservatório retém parte do volume da enchente, reduzindo a vazão natural, procurando manter no rio uma vazão inferior àquela que provocava extravasamento do leito. O volume retido no período de vazões altas é escoado após a redução da vazão natural. O reservatório pode ser utilizado quando existe relevo conveniente a montante da área atingida, mas exige altos custos de construção e desapropriações.

Para o caso de Palmas, a área de armazenamento necessária para o abatimento das vazões máximas com a influência da urbanização pode ser obtida para 2 casos estimados preliminarmente:





**PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS**

Caso 1			Caso 2		
Coeficiente de Escoamento C (0,55-0,60)			Coeficiente de Escoamento C (0,7-0,75)		
Q pré-desenv. (c=0,15)	Redução Q máxima pós-desenv. (%)	Área detenção/armazenamento (% da área total)	Q pré-desenv. (c=0,15)	Redução Q máxima pós-desenv. (%)	Área detenção/armazenamento
1Q pré-desenv.	75	3,5	1Q pré-desenv.	71	4,4
2Q pré-desenv.	49	2,3	2Q pré-desenv.	43	3,2
3Q pré-desenv.	23	1,7	3Q pré-desenv.	14	2,5

Áreas de armazenamento menores em função do menor coeficiente de escoamento foram determinadas para o caso 1. Portanto, as vazões geradas por unidades de área são menores. Como o caso 2 tem maiores Celi demanda maiores áreas de detenção para abatimento do hidrograma. Conforme as estimativas de coeficientes de escoamento realizadas no prognóstico para as bacias urbanas de Palmas, deverão ser adotados os casos descritos acima, formando-se dois grupos de bacias (Caso 1 e Caso 2).

A meta a ser adotada para a redução da vazão de pico (máxima) de pós-desenvolvimento utilizando-se reservatórios ou áreas de detenção é apresentada a seguir, sendo o prazo contado a partir do ano da data de publicação do PMSB:

- Redução de 20% em até 5 (cinco) anos;
- Redução de 30% em até 10 (dez) anos;
- Redução em 40% em até 30 anos

Neste caso, os valores dos percentuais das áreas necessárias para o abatimento de vazões máximas de pós-desenvolvimento, considerando as estimativas do cenário crítico do prognóstico, é apresentado a seguir:

Caso 1		Caso 2	
Coeficiente de Escoamento C (0,55-0,60)		Coeficiente de Escoamento C (0,7-0,75)	
Redução Q máxima pós-desenv. (%)	Área detenção/armazenamento (% da área drenagem total)	Redução Q máxima pós-desenv. (%)	Área detenção/armazenamento (% da área drenagem total)
20	1,6	20	2,6
30	1,9	30	2,9
40	2,1	40	3,1

#### 4.2.3 Meta de Preservação das Áreas de Preservação Permanente (APP)

##### 4.2.3.1 Considerações Técnicas

Esta meta diz respeito à proteção de Áreas de Preservação Permanente (APPs). Ela obedece ao Plano Diretor vigente e transfere, sempre que possível, as edificações localizadas em áreas de risco para outras localidades seguras e adequadas.



## PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS

Como já citado anteriormente, a ocupação indevida de zonas de risco e áreas ribeirinhas de cursos d'água com a remoção de vegetação de zonas ripárias tem diversas implicações, além de erosão, assoreamento e poluição das águas.

A proteção do ambiente hídrico com todas as suas componentes favorece as condições de drenagem urbana impedindo que surjam controles locais e até de jusante, assim mantendo a capacidade de vazão dessa estrutura.

A cobertura vegetal interfere no processo precipitação-vazão, reduzindo as vazões máximas devido ao amortecimento do escoamento. Além disso, reduz a erosão do solo que pode aumentar, gradualmente, o nível dos rios e agravar as inundações por extravasamento da calha.

Finalmente, no âmbito da drenagem urbana, estas áreas de APP são bastante importantes. Na maioria das vezes, elas são regiões intimamente ligadas aos cursos d'água e conforme a configuração espacial podem se caracterizar como zonas de risco (vulneráveis). Essas áreas necessitam de seu zoneamento como zona ribeirinha que permite o alagamento de sua várzea como um fenômeno hidrológico natural.

### 4.2.3.2 Índice correlacionado à meta: Número de edificações em área de APP

Este indicador deve ser monitorado pela Prefeitura, por meio de vistorias periódicas nas Áreas de Preservação Permanente (APPs) do município, gerando o cadastro das edificações localizadas em APP, destacando-se aquelas que se encontrem em áreas de risco. O monitoramento deste indicador visa primeiramente evitar a construção de novas edificações em APPs no município e, na sequência, reduzir o número das edificações que já se encontram em APP, reduzindo com isso as edificações localizadas em áreas de risco e/ou inundações.

- Redução de 30% em até 5 (cinco) anos;
- Redução de 50% em até 10 (dez) anos;
- Redução de em 70% em até 30 anos.

### 4.2.4 Meta de Redução dos pontos de Erosão e Assoreamento provenientes da drenagem urbana

#### 4.2.4.1 Considerações Técnicas

O aumento da erosão no meio urbano implica a redução da área de escoamento dos condutos e dos rios e conseqüente 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.

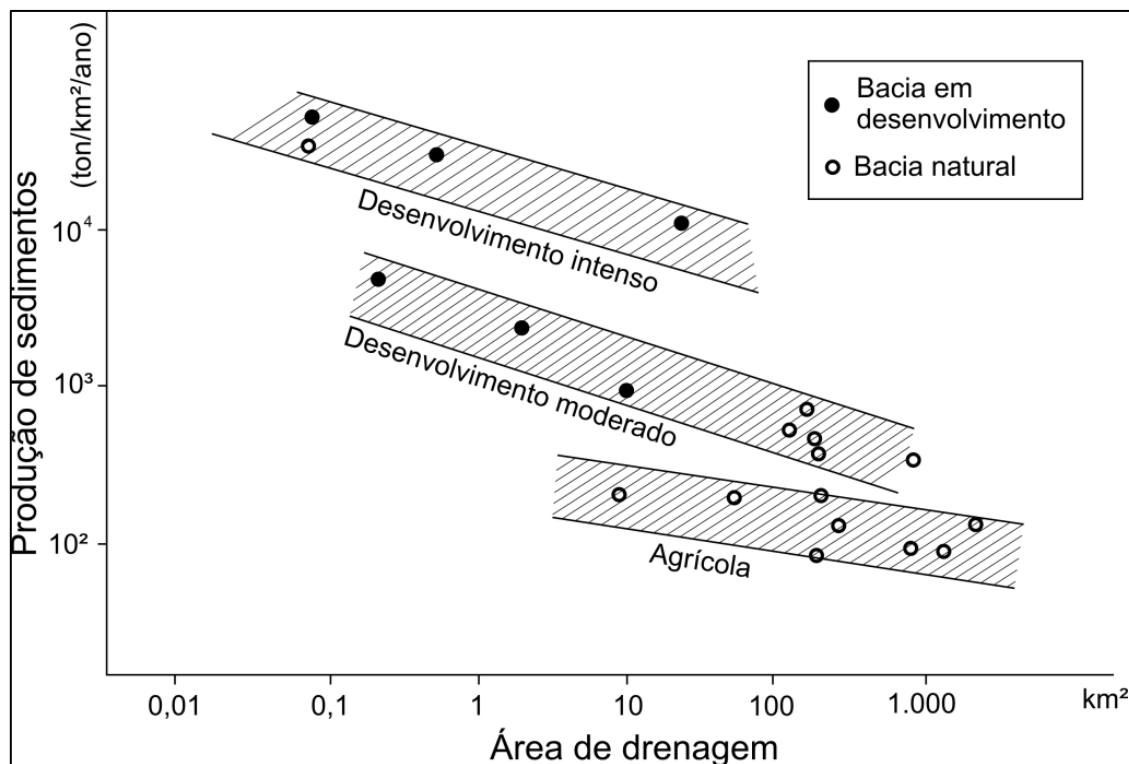
Durante o desenvolvimento urbano, o aumento dos sedimentos pela erosão produzidos pela bacia hidrográfica é significativo, devido ao aumento de energia da água com condutos, superfícies impermeáveis, além das construções, limpeza de terrenos para novos loteamentos, construção de ruas, avenidas e rodovias, entre outras causas. Quando o sistema reduz a velocidade, ocorre a sedimentação a jusante do sistema de drenagem.

A **Figura 4.2-V** traz a tendência de produção de sedimentos de uma bacia nos seus diferentes



**PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS**

estágios de desenvolvimento. As principais consequências ambientais da produção de sedimentos são o assoreamento das seções da drenagem, com redução da capacidade de escoamento de condutos, rios e lagos urbanos.



**Figura 4.2-V: Evolução da Produção de Sedimentos com o desenvolvimento**

À medida que a bacia é urbanizada e a densificação consolidada, a produção de sedimentos pode reduzir, mas aparece o aumento da produção de lixo. O lixo obstrui ainda mais a drenagem e cria condições ambientais ainda piores. Esse problema somente é minimizado com adequada frequência da coleta e educação da população. Além disso, o lixo tem papel importante quando se utiliza o controle do aumento da vazão pela urbanização por detenções com armazenamento, pois dispositivos de controle e remoção dos mesmos devem ser previstos.

Assim, 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.

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 receptores, sendo comum o dimensionamento errôneo e a falta de conservação das obras terminais de dissipação.

O problema agrava-se 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, aliando-se às variações do nível freático, conferem ao processo erosivo remontante uma dinâmica acelerada. Tais fenômenos, que se desenvolvem em área urbanizada, colocam em risco a segurança e os recursos



## **PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS**

econômicos da população local.

Esse processo também é intensificado pela ocupação de áreas de riscos, com o desmatamento e inadequado uso do solo. Grande quantidade de lixo fica exposta à erosão e a posteriores problemas de assoreamento.

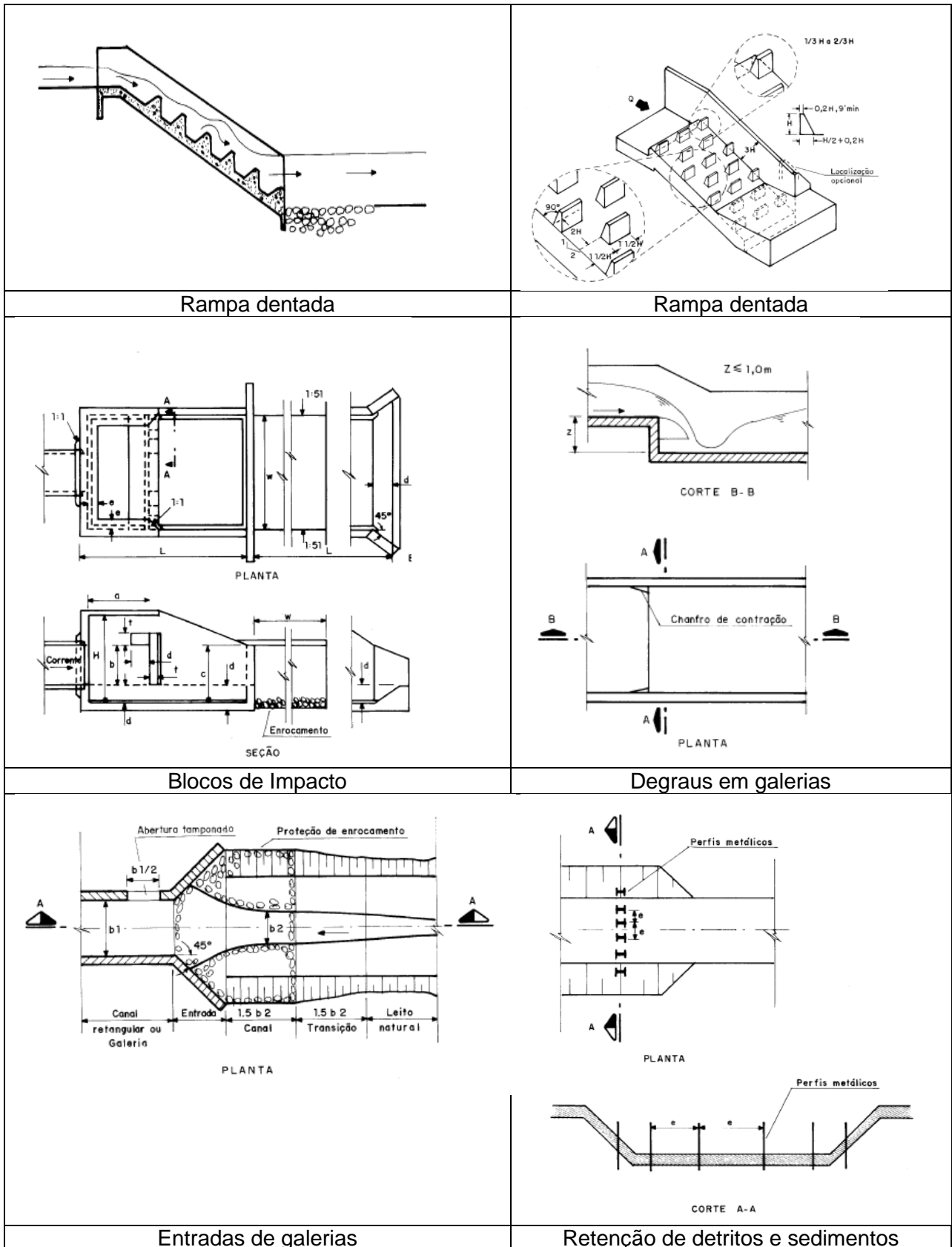
As erosões associadas às intervenções antrópicas são induzidas e catalisadas pela implantação de obras civis na área rural, principalmente em rodovias e ferrovias. As rodovias sem coberturas de proteção de seu leito e sem sistemas de drenagem adequados constituem, de início, áreas favoráveis para a instalação dos processos erosivos e, com a evolução dos mesmos, tornam-se ameaçadas por eles.

A ausência de bueiros, 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 remontante das ravinas/boçorocas, colocando em risco determinados trechos do sistema viário que, inclusive, podem modificar o traçado devido às erosões.

O controle da erosão e assoreamento pode se dar através de medidas preventivas ou mitigadoras. Elas podem ser aplicadas na fonte de geração da erosão ou nos pontos finais do impacto, como os cursos d'água receptores dos sistemas de drenagem. As figuras a seguir mostram exemplos de dissipadores de energia e aspectos construtivos para proteção de canais e galerias de escoamento.



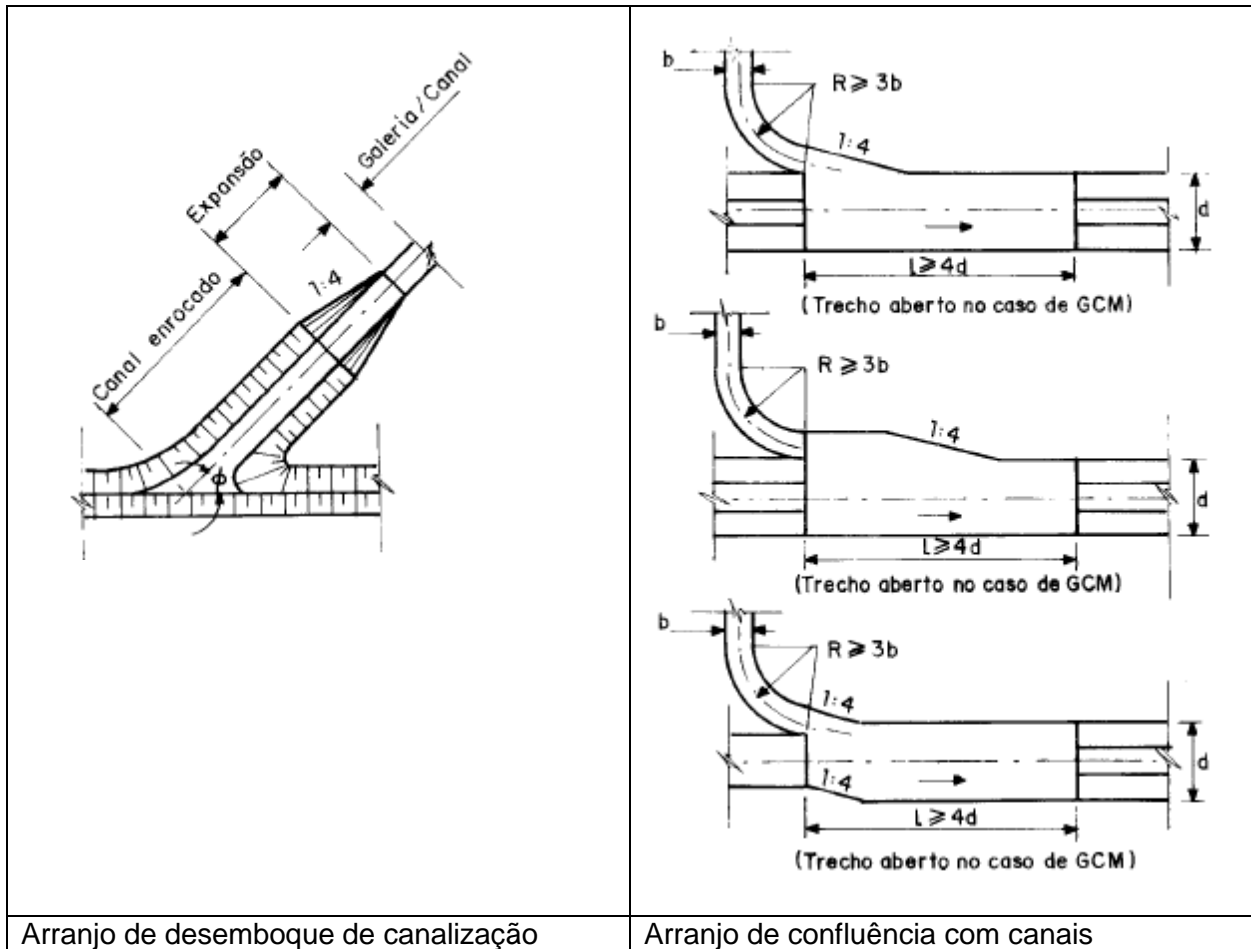
**PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS**



**Figura 4.2-VI: Dissipadores e Proteções das estruturas de drenagem urbana**



PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS  
SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS



Arranjo de desemboque de canalização

Arranjo de confluência com canais

**Figura 4.2-VII: Arranjos de desemboque e confluência entre canalizações e canais de drenagem**



**PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS**



**Figura 4.2-VIII: Exemplos de dissipadores de energia e proteções no sistema de drenagem urbana**

**4.2.4.2 Índice correlacionado à meta: índice de pontos de erosão e assoreamento - IPEA**

**IPEA = número de pontos de erosão e assoreamento provenientes da drenagem urbana**

Este indicador deve ser monitorado pela Prefeitura, por meio de registro (cadastro sistemático) dos pontos de erosão e assoreamento causados pelas estruturas de drenagem urbana ineficientes, seja pela inexistência do serviço na área, seja pela sua parcialidade ou ainda pela falta de proteção dos pontos de lançamento. O monitoramento deste indicador evidenciará a



## PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS

eficácia das medidas tomadas para melhorar o sistema de drenagem do município, com os diversos dispositivos a serem implementados conforme a problemática, de causa (erosão) e efeito (assoreamento).

Além do cadastramento dos pontos erodidos, deverão ser coletadas informações complementares, como:

- Pontos de assoreamento na malha hídrica (canais de drenagem ou canalização de drenagem)
- Tipo de erosão (laminar/ ravinamento / voçoroca)
- Localização
- Nível de obstrução da canalização de drenagem por assoreamento (parcial / total)
- Existência de alagamento
- Existência de estrutura de proteção (dissipador de energia, proteção de taludes e emboque/desemboque)

Segundo as informações preliminares levantadas da Secretaria de Infraestrutura, o número de pontos de lançamentos das redes de drenagem urbana do município é de 67. As bacias que possuem o maior número de pontos de lançamento são a bacia do Córrego Sussuapara e Brejo Comprido, pois possuem a maior cobertura de drenagem urbana, na parte central da cidade, e, portanto, com grande uso dos cursos d'água receptores da descarga dos volumes captados na drenagem.

Assim, a partir dos levantamentos detalhados destes pontos de lançamento e verificação de problemas de erosão e assoreamento será construído o índice denominado anteriormente.

A meta a ser adotada para a redução da quantidade de pontos de alagamento é destacada a seguir, sendo o prazo contado a partir do ano da data de publicação do PMSB. A redução total dos pontos de erosão e assoreamento é de difícil resolução, por isso é prevista uma falha de até 10%, que seria a metade da probabilidade de ocorrência (em 2 anos) de eventos chuvosos maiores que o TR de 10 anos ( $P = 19\%$ ).

- Redução de 30% em até 5 (cinco) anos;
- Redução de 90% em até 10 (dez) anos.

Portanto, em 10 anos seria atingido um IPEA que corresponde à cobertura quase que integral dentro de uma probabilidade de ocorrência de eventos maiores que o projetado para TR = 10 anos. Os eventos significantes na cidade de Palmas seriam aqueles que causem a inundação com interrupção do sistema viário ou uma inundação de ocupações fora da área de extravasamento natural dos cursos d'água (ocupações fora de áreas de APP).

### 4.2.5 Meta de atendimento das normativas legais

Esta meta diz respeito ao atendimento de 03 questões principais:

- Atendimento aos limites das áreas de APP e zoneamento das áreas de risco no município;
- Atendimento das condicionantes ambientais do licenciamento ambiental das áreas com projeto para implantação da drenagem urbana;
- Atendimento dos Planos de Controle Ambientais na execução das obras de implantação de sistemas de Drenagem Urbana.

Como se trata de uma meta qualitativa, não disporá de nenhum tipo de índice.





**PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS**

## **5 PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES**

Para que se concretizem os objetivos do tema Drenagem Urbana no Plano Municipal de Saneamento – PMSB de Palmas, foram previstos os programas listados a seguir e na sequência foram definidas diversas ações:

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

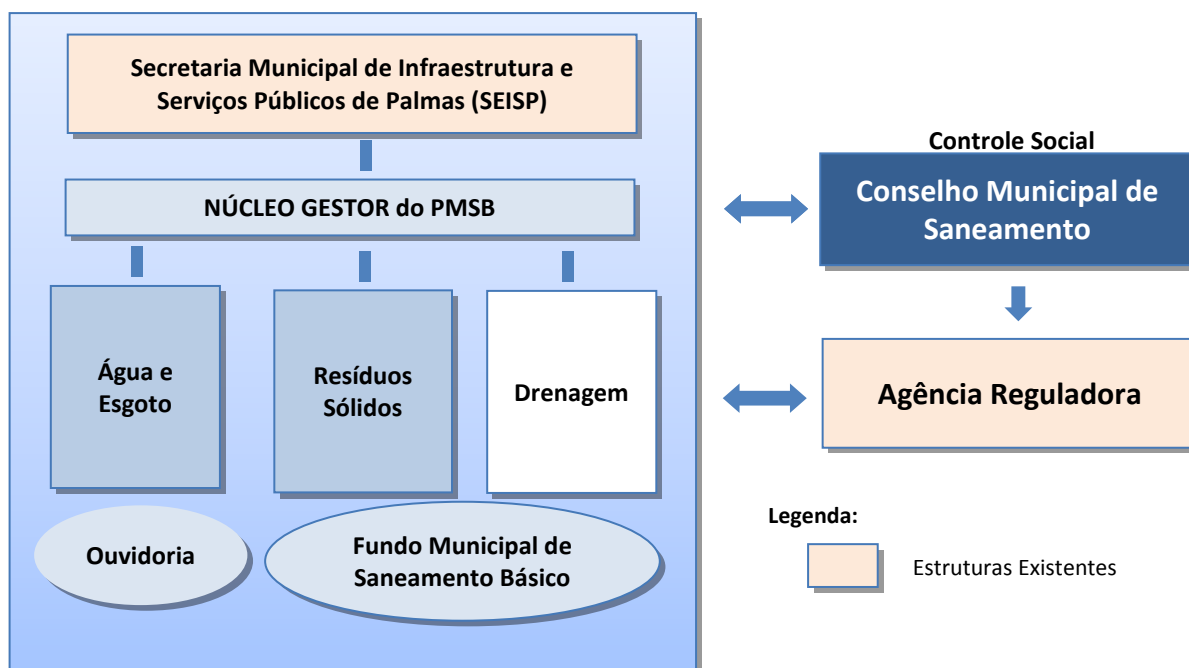
### **5.1 Programa de Fortalecimento, Estruturação Técnica e Gerencial do Serviço Público de Drenagem Urbana**

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 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.

A **Figura 5.1-I** apresenta uma proposição de estrutura com a manutenção da estrutura técnica de drenagem da forma como hoje se encontra e a criação de uma estrutura gerencial visando à gestão do PMSB como um todo.



**PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS**



**Figura 5.1-I: Arranjo institucional previsto pelo PMSB de Palmas**



**PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS**

<b>Programa</b>	<b>Ações</b>	<b>Custo</b>	<b>Prazo</b>
<b>Programa de Fortalecimento, Estruturação Técnica e Gerencial do Serviço Público de Drenagem Urbana</b>	a) Definição da estrutura executiva e gerencial que ficará responsável pelo setor de drenagem urbana do Município de Palmas;	Sem custos	2014
	b) Capacitação gerencial e técnica da estrutura responsável pelo setor de drenagem urbana;	Custos internos	Permanente
	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;	R\$190.000,00 (PDDPA)	2015
	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.	A Definir (PDDPA)	2014

## **5.2 Programa de Estudos e Projetos de Drenagem Urbana**

O programa de elaboração de estudos e projetos de sistemas de manejo de águas pluviais está voltado para as intervenções tanto estruturais e não estruturais visando à redução, ao retardamento e amortecimento do escoamento das águas pluviais urbanas do município de Palmas. Além disso, estão contidos programas que visam a levantamentos para a proteção quanto a erosão e assoreamento no sistema como rede de escoamento (natural e construída) e estruturas de lançamento e de passagem. Também são previstos programas para as ações não estruturais de forma específica como o Plano Diretor de Drenagem Urbana de Palmas.

De maneira geral, o objetivo é de considerar 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, deverá atender-se a necessidade de criação de instrumentos de planejamento para auxiliar a enfrentar a questão da drenagem urbana na cidade.



**PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS**

<b>Programa</b>	<b>Ações</b>	<b>Custo</b>	<b>Prazo de implantação</b>
<b>Programa de Estudos e Projetos de Drenagem Urbana</b>	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;	R\$2.800.000,00	2015
	b) Contratação do PDDPA para a região sul de Palmas, uma vez que o PDDPA já contratado atende apenas as regiões norte e central;	R\$1.500.00,00	2017
	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;	Interno (PDDPA)	2015
	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;	R\$250.000,00	Finalização PDDPA (2015)
	e) Elaboração dos estudos técnicos fundiário, sócioeconômico, ambiental e de infraestrutura, situada na área circunvizinha do Córrego Machado	R\$ 1.659.581,50	2017
	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;	R\$100.000,00	2017
	g) Elaboração de estudos e projetos executivos de macrodrenagem urbana para regiões críticas com alagamentos, priorizando-se as quadras com microdrenagem já implantadas;	R\$600.000,00	2017



## PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS

### **5.3 Programa de Implementação das Obras do Sistema de Drenagem Urbana**

Neste programa trata-se 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-se 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.



**PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS**

<b>Programa</b>	<b>Ações</b>	<b>Custo</b>	<b>Prazo de implantação</b>
<b>Programa de implementação das Obras do Sistema de Drenagem Urbana</b>	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;	R\$8.480.135	2017
	Drenagem do setor Jardim Aureny III - Meta 1;	R\$2.285.305,00	2017
	Drenagem do setor Jardim Aureny III - Meta 3;	R\$5.589.500,00	2017
	Elaboração do estudo técnico-fundiário, socioeconômico, ambiental e de infraestrutura da área circunvizinha do Córrego Machado;	R\$1.659.581,50	2017
	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);	R\$14.176.936,00	2017
	f) 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);	R\$92.115.730,00	2021



**PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS**

<b>Programa</b>	<b>Ações</b>	<b>Custo</b>	<b>Prazo de implantação</b>
	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 aberturadas caixas coletoras, aduelas e tampões nas quadras 112 SUL (ASRSE 15), 506 NORTE (ARNE 63) E 212 NORTE (ARS NE 25);	R\$6.890.623,00	2021
<b>Programa de implementação das Obras do Sistema de Drenagem Urbana</b>	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);	R\$16.445.707,00	2021
	Drenagem das quadras 307 SUL (Antiga ARSO 33), 309 SUL (Antiga ARSO 34), 407 SUL (Antiga ARSO 43);	R\$14.407.450,00	2021
	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;	R\$4.147.918,29	2014
	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;	R\$201.000.000,00	2043
	Implementação dos projetos executivos de rede de macrodrenagem urbana para as regiões críticas com alagamentos, priorizando-se as quadras com microdrenagem já implantadas;	R\$29.500.000,00	2021
	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.	A definir	2021



**PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS**

### 5.5 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-se 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 forma um conjunto de ações definidas com o intuito de melhorar a qualidade e aumentar a quantidade de água nas bacias hidrográficas de Palmas, cujos estudos e intervenções está atrelado ao envolvimento comunitário.

Além disso, os programas que compõem o PMSB formam um conjunto coordenado e complementar quanto a diversos fatores, como por exemplo: melhoria das condições de saúde pública, incremento de redes de infraestrutura viária, melhoria do sistema de esgotamento sanitário, adequação da coleta e destinação dos resíduos sólidos, remoção e reassentamento da população em locais distantes das ocupações irregulares e em áreas consideradas de risco e incremento de espaços voltados para o lazer, hoje considerados fundamentais para a melhoria da qualidade de vida da população.

Programa	Ações	Custo	Prazo de implantação
<b>Programa de Proteção e Revitalização dos Corpos D'água</b>	a) Elaborar cadastro cartográfico com identificação das áreas de risco de escorregamento;	Interno	2015
	b) Projeto e implementação para a erradicação ou minimização das ocupações nas áreas de risco de escorregamento;	A definir conforme item 5.4 - a	2017
	c) Estudos de Medidas de Proteção, conservação e recuperação das Áreas de Preservação Permanente (APPs), áreas verdes e de Mananciais;	Interno	2017
	d) Implementação de Medidas de Proteção, conservação e recuperação das Áreas de Preservação Permanente (APPs), áreas verdes e de Mananciais;	A definir conforme item 5.4 - c	2019
	e) Projetos e implementação de dissipadores de energia nos	A definir conforme item 5.2 - f	2019





**PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS**

<b>Programa</b>	<b>Ações</b>	<b>Custo</b>	<b>Prazo de implantação</b>
	pontos de lançamento da macrodrenagem nos cursos d'água para prevenção de erosão e assoreamento;		
	f) Elaboração de estudos contemplando-se <b>TÉCNICAS COMPENSATÓRIAS</b> em drenagem urbana como sistemas de infiltração, detenção/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.);	R\$135.000,00	2017
<b>Programa de Proteção e Revitalização dos Corpos D'água</b>	g) Implementação das medidas mencionadas no item f;	A definir conforme item 5.4 - f	2021
	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;	A Definir (PDDPA)	2019
	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.	R\$ 435.000,00	2017

### 5.6 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-se o panorama de uso dos recursos hídricos como corpos receptores dos lançamentos das redes de micro e macrodrenagem.



**PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS**

De forma básica são determinadas 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, além do 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 (com a redução de velocidades) e acúmulo de resíduos sólidos, as quais deverão ser acompanhadas e avaliadas quanto a sua operação, além de serviços de manutenção como desassoreamento periódicos.

<b>Programa</b>	<b>Ações</b>	<b>Custo</b>	<b>Prazo de implantação</b>
<b>Programa de Monitoramento/Manutenção Corretiva</b>	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;	Interno	2017
	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;	interno	2017
	c) Avaliação da eficiência das <b>TÉCNICAS COMPENSATÓRIAS</b> de drenagem urbana a serem implementadas na LO-19 compostas de detenções nas rótulas e canteiros.	Interno	2017
	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;	Interno	Permanente
	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;	A definir (PDDPA)	Permanente
	f) Acompanhamento do assoreamento da foz (delta) dos rios Sussuapara, Brejo Cumprido, da Prata, Machado e Taquaruçu Grande;	A definir (PDDPA)	Permanente



**PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS**

Programa	Ações	Custo	Prazo de implantação
	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);	Interno	2017
<b>Programa de Monitoramento/Manutenção Corretiva</b>	h) Implementação do programa de inspeção, limpeza e manutenção de rede de drenagem;	Interno	Permanente (após implementação do item g)
	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;	Interno	Permanente
	j) Desassoreamento do parque Cesamar	R\$1.200.000	2014
	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;	Interno	Permanente
	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;	Interno	2017
	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;	Interno	2017
	n) Avaliação da eficiência das <b>TÉCNICAS COMPENSATÓRIAS</b> de drenagem urbana a serem implementadas na LO-19, compostas de detenções nas rótulas e canteiros;	Interno	2017
	o) Acompanhamento da implementação efetiva dos PCAs – Plano de	Interno	2017



**PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS**

<b>Programa</b>	<b>Ações</b>	<b>Custo</b>	<b>Prazo de implantação</b>
	Controle Ambiental junto à execução das obras de drenagem urbana licenciadas visando à minimização dos danos ambientais;		
	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;	A definir (PDDPA)	Permanente
	q) Acompanhamento do assoreamento da foz (delta) dos rios Sussuapara, Brejo Cumprido, da Prata, Machado e Taquaruçu Grande;	Interno	Permanente
	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);	Interno	2017
	s) Implementação do programa de inspeção, limpeza e manutenção de rede de drenagem;	Interno	Permanente (após implementação do item g)
	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;	Interno	Permanente
	u) Desassoreamento do parque Cesamar.	R\$1.200.000	2014

### **5.7 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 culminar com a questão relativa ao usuário, 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 nestes casos.



**PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS**

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.

<b>Programa</b>	<b>Ações</b>	<b>Custo</b>	<b>Prazo de implantação</b>
<b>Programa de Educação Ambiental em Drenagem Urbana</b>	a) Definição periódica da linha de abordagem da educação ambiental na questão da drenagem urbana.	Interno	Permanente
	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( <b>TÉCNICAS COMPENSATÓRIAS</b> );	A Definir	Permanente
	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( <b>TÉCNICAS COMPENSATÓRIAS</b> );	A Definir	Permanente
	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.	A Definir	Permanente
	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( <b>TÉCNICA COMPENSATÓRIA</b> );	Interno	Permanente



**PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS**

<b>Programa</b>	<b>Ações</b>	<b>Custo</b>	<b>Prazo de implantação</b>
	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;	Interno	Permanente

#### **5.8 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 não-estruturais, além das condicionantes determinadas e respectivos Planos de Controle Ambiental.

<b>Programa</b>	<b>Ações</b>	<b>Custo</b>	<b>Prazo de implantação</b>
<b>Programa de Atendimento de Normativas Legais</b>	a) Regularizar o licenciamento ambiental das unidades que compõem o Sistema de Drenagem Urbana;	Interno	2017
	b) Efetuar o licenciamento ambiental das novas unidades que compõem o sistema de drenagem urbana;	Interno	Permanente
	c) Implantação eficiente do Programa de Controle Ambiental-PCA durante a execução das obras de drenagem urbana, conforme licenciamento ambiental.	Interno	Permanente



**PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS**

## **6 AÇÕES PARA EMERGÊNCIAS E CONTINGÊNCIAS**

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 atores envolvidos, a forma de ação, etc.

Relacionam-se a seguir alguns planos previsíveis, o que não abrange certamente todo o universo de possibilidades, pelo que deverá haver revisões periódicas do rol de emergências e contingências potenciais e atualização/elaboração dos respectivos planos de ação pelos agentes envolvidos na operação, fiscalização e controle da prestação dos serviços.

I. Plano de Ação para Desassoreamento e Limpeza corretiva da rede e estruturas de drenagem urbana

Este plano de ação visa a 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. Sendo necessária a comunicação tanto ao setor de fiscalização como de manutenção sobre a ocorrência, aumentar o trabalho de conscientização da população sobre a utilização da infraestrutura de drenagem urbana para esta finalidade e verificar a frequência mínima de intervalos entre manutenções periódicas.

II. Plano de Ação para ocorrência de alagamentos provenientes da microdrenagem

Identificação dos pontos de alagamento, sua intensidade e abrangência através do sistema de monitoramento, realizando-se a imediata mobilização 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. Avaliar o risco a população (danos a vias, imóveis, veiculação de doenças, etc). Proposição para resolução do evento priorizando a rapidez e participação da população, informando sobre a importância de preservação do sistema de drenagem em suas diversas estruturas.

III. Plano de Ação para ocorrência de inundações/enchentes provenientes da macrodrenagem

Identificação dos pontos de alagamento, sua intensidade e abrangência através do sistema de monitoramento, acionando-se o sistema de comunicação respectivo. 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.

IV. Plano de Ação para proteção emergencial do sistema de drenagem à erosão e assoreamento

Identificação dos pontos de erosão e assoreamento na rede de drenagem avaliando-se sua intensidade e abrangência através do sistema de monitoramento, acionando-se os respectivos setores para a recuperação e recomposição das margens destes canais ou ainda a manutenção com remoção de materiais sólidos carreados. Implantação de proteções nas margens junto a lançamentos e confluências de escoamento em caráter emergencial quando necessário.



**PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS**

## **7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- ASCE, 1985. Stormwater Detention Outlet Control Structures. Task Comitee on the Design of Outlet Structures. American Society of Civil Engineers, New York.
- ASCE, 1992. Design and Construction of Urban Stormwater Management Systems. American Society of Civil Engeneer. 753p
- 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.
- LEOPOLD, L.B.,1968. Hydrology for Urban Planning - A Guide Book on the Hydrologic Effects on Urban Land Use. USGS circ. 554, 18p.
- OLIVEIRA, M. G. B.; BAPTISTA, M. B. 1997 Análise da evolução temporal da produção de sedimentos na bacia hidrográfica da Pampulha e avaliação do assoreamento do reservatório. Anais. XII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos - ABRH. Vitória.
- SCHUELLER, T. 1987. Controlling Urban Runoff: A Practical Manual for Planning and Designing Urban BMPs.
- SILVEIRA, A L. L., 1999. Impactos Hidrológicos da urbanização em Porto Alegre. 4º Seminário de Hidrologia Urbana e Drenagem. Belo Horizonte ABRH.
- TUCCI, C.E.M. 1993. Hidrologia: Ciência e Aplicação. Editora da UFRGS, ABRH, 952p.
- WATER RESOURCES COUNCIL, 1971. Regulation of flood hazard areas to reduce flood losses. Washington.
- Tucci, Carlos E.M. 2005. Gestão de Águas Pluviais Urbanas/ Carlos E. M.Tucci – Ministério das Cidades – Global Water Partnership - Wolrd Bank – Unesco 2005.
- SILVEIRA, A L. L., 1999. Impactos Hidrológicos da urbanização em Porto Alegre. 4o Seminário de Hidrologia Urbana e Drenagem. Belo Horizonte ABRH.
- MOLFI, P. R. 2009. A URBANIZAÇÃO E OS IMPACTOS AMBIENTAIS EM PALMAS: O CASO DO JARDIM AURENY III. Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília – Julho/2009.
- 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.
- SOUZA, L. B. Novas cidades, velhas querelas episódios pluviais e seus impactos na área urbana de Palmas 2009/ 2010. Mercator, v.9, n.1, dez 2010, p.165-177.
- SOUZA, L. B; ZANELLA, M. E. Percepção de riscos ambientais: teoria e aplicações. 2 ed. Fortaleza: Edições UFC, 2010.
- TUCCI, C. E. M. Inundações urbanas. In: TUCCI, C. E. M. et al. (org.). Drenagem Urbana. Porto Alegre: ABRH; Editora da Universidade; UFRGS, 1995.
- TUCCI, C. E. M. Águas Urbanas. Estudos Avançados, v.22, n.63. jun. 2008, p.98-122.
- TUCCI, C. E. M.; BERTONI, J. C. Inundações Urbanas na América do Sul. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2003.
- ARAÚJO at al. (2013). O Parque Cesamar e a integridade ambiental do Córrego Brejo Comprido em Palmas-TO. Revista Interface (Porto Nacional), Edição número 06 – Maio/2013, págs 49-61.
- Silva, M.R & Coelho, T. C. 2011. ANALISE MORFOMÉTRICA DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS





**PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS**

ABRANGIDAS PELA ÁREA URBANA DE PALMAS-TO. X Congresso Nacional de Meio Ambiente de Poços de Caldas.

TUCCI, C. E. M. Inundações Urbanas: Drenagem Urbana. Editora da Universidade-UFRGS/ABRH, 1ª ed. Porto Alegre, p. 15-36. 1995.

LIMA, W.P. Princípios de manejo de bacias hidrográficas. Piracicaba: ESALQ. USP, 1986.

IPH 2005. PLANO DIRETOR DE DRENAGEM URBANA - Manual de Drenagem Urbana - PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE DEP – DEPARTAMENTO DE ESGOTOS PLUVIAIS.

ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. 2008. Drenagem Urbana Sustentável. DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA HIDRÁULICA E SANITÁRIA PHD 2537 – Água em Ambientes Urbanos.

PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS – SECRETARIA MUNICIPAL DE INFRA-ESTRUTURA – SEINF – 2007. Plano Diretor de Drenagem Urbana de Palmas – PDDPA – Contrato 492/2007 (em andamento). Relatórios de Andamento – RA-1, RA-2, RA-3 e RA-4. Ecoplan Engenharia Ltda. Porto Alegre/RS.

PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS – SECRETARIA MUNICIPAL DE INFRA-ESTRUTURA – SEINF – 2007. Plano Diretor de Drenagem Urbana de Palmas – PDDPA – Contrato 492/2007 (em andamento). Relatórios de ETAPA – RE1. Estudos Preliminares. Ecoplan Engenharia Ltda. Porto Alegre/RS.

PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS – SECRETARIA MUNICIPAL DE INFRA-ESTRUTURA – SEINF – 2008. Plano Diretor de Drenagem Urbana de Palmas – PDDPA – Contrato 492/2007(em andamento). Relatórios de ETAPA – RE5 – Detalhamento da Obra de Lançamento do Lago “Parque Cesamar”. Ecoplan Engenharia Ltda. Porto Alegre/RS.

BARROS, E. de O.; MACIEL, G. F.; MAIA, F. G.; SCHMIDT, G. **Caracterização fisiográfica da microbacia hidrográfica do Córrego Tiúba, município de Palmas/TO**. Disponível em: <[www.bvsde.paho.org/bvsAIDIS/Puerto Rico29/eliandra.pdf](http://www.bvsde.paho.org/bvsAIDIS/Puerto Rico29/eliandra.pdf)>. Acesso em: 24 nov.2009

BERTONI, J.; NETO, J. L. **Conservação do solo**. 5.ed.São Paulo: Ícone, 2005.

GUIDICINI, G.; NIEBLE, C. M. **Estabilidade de taludes naturais e de escavação**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1984.

MORENO, S. B. M. 2007.**Diagnóstico do Saneamento Ambiental em Palmas- TO, Uma contribuição para a elaboração do Plano de Saneamento Ambiental**. Monografia apresentada como parte das exigências para conclusão do Curso de Gestão Integrada das Águas e dos Resíduos na Cidade, promovido pelo Ministério das Cidades/HYDROAID. Palmas/TO.



**PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS**

**8 APÊNDICES**

***Apêndice 01: Bacias Hidrográficas Urbanas***

***Apêndice 02: Levantamento Fotográfico – Período Seco***

***Apêndice 03: Levantamento Fotográfico – Período Chuvoso***

***Apêndice 04: Cenário Atual – Redes Existentes e Projetos em Andamento***

***Apêndice 05: Problemas Existentes***

***Apêndice 06: Desenhos Esquemáticos das Alternativas para o Canal do Parque CESAMAR***

***Apêndice 07: Evolução do Coeficiente de escoamento – TR 10 anos (atual e futuro)***

***Apêndice 08: Projetos Solicitados – Programa de Aceleração do Crescimento (PAC 2)***

***Apêndice 09: Rede Existente – Projetos Concluídos***

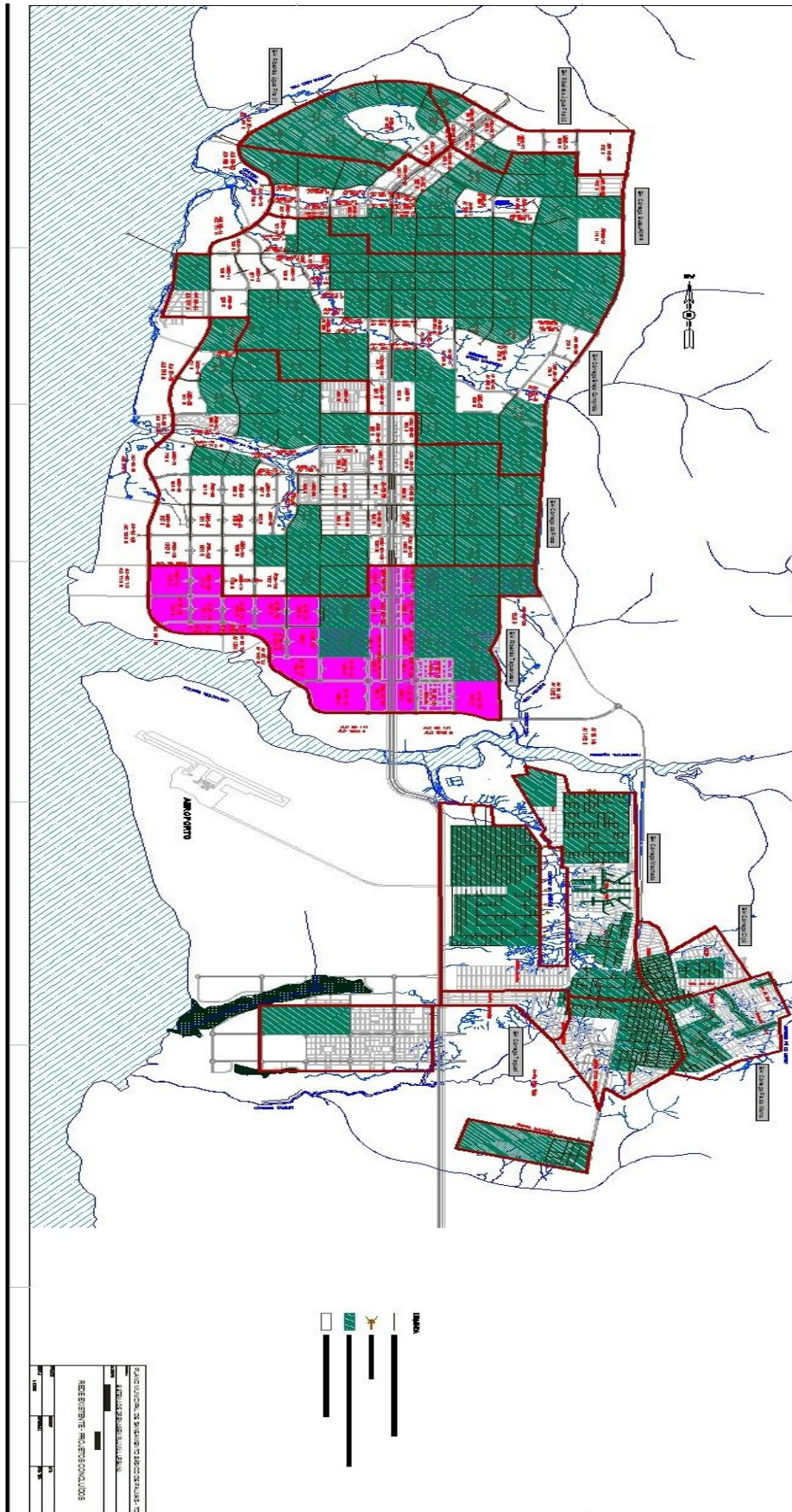


**PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS**

**APÊNDICE 01: BACIAS HIDROGRÁFICAS URBANAS**



**PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS**



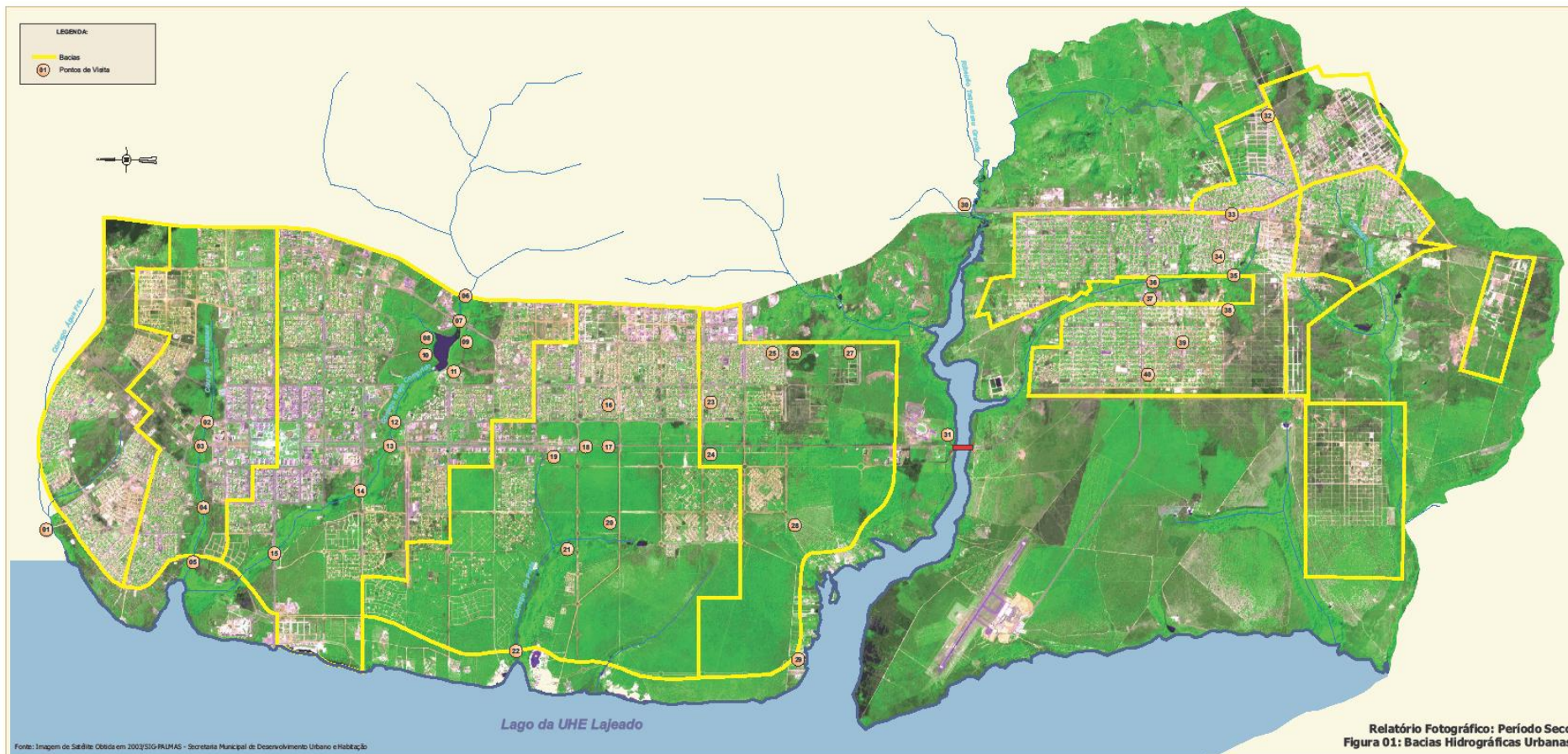


**PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS  
SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS**

**APÊNDICE 02: LEVANTAMENTO FOTOGRÁFICO – PERÍODO SECO**



**PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS**





**PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS**

**Ponto 01 - Ribeirão Água Fria, no cruzamento com a LO-12, próximo à área das dragueiras**




Foto 01 - Vista para montante.




Foto 02 - Vista para jusante.

**Ponto 02**




Foto 03 - Drenagem da via pública. Aspecto deteriorado da canalização, provocando erosão do entorno.




Foto 04 - Traversia em galeria (saída).





Foto 05 - Traversia em galeria (entrada) e saída de drenagem da via pública, acima.



**Ponto 03 - Cruzamento com a Av. Teotônio Segurado travessia em ponte**




Foto 07 - Vista da ponte.




Foto 08 - Vista para jusante.




Foto 09 - Vista para montante.

**Ponto 04**




Foto 10 - Área em recuperação das erosões para implantação de prolongamento de via pública com travessia sobre o curso d'água.




Foto 11 - Erosão (voçoroca) provocada por escoamento superficial.




Foto 12 - Erosão provocada por lançamento de rede pluvial (indicado na foto).

**Ponto 05**




Foto 13 - Traversia do prolongamento da NS-15.




Foto 14 - Vista para jusante do local da travessia próximo à foz do Córrego Sussuapara.

**Relatório Fotográfico: Período Seco**  
**Figura 02: Ribeirão Água Fria e do Córrego Sussuapara**  
**Visita Técnica - 30/08/2007**



**PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS**

**Ponto 06**

Foto 15 - Travessia da TO-050, em galeria.

Foto 16 - Bueiro no canteiro central da TO-050.

**Ponto 07 - Córrego Brejo Comprido**  
afluente principal do lago

Foto 17 - Afluente do lago Parque Cesamar, vista para jusante NS-10 com Brejo Comprido (ao fundo o lago).

Foto 18 - Travessia da NS-10 - vista do lago Parque Cesamar (destahe gabões de proteção)

**Ponto 08 - Afluente ao lago - margem direita**  
preservado.

Foto 19 - Pontilhão da pista de cooper.

Foto 20 - Vista para jusante (lago).

Foto 21 - Vista para montante.

Foto 22 - Nascentes na trilha ecológica do Parque Cesamar.

**Ponto 09**

Foto 23 - Vista do lago, com detalhes da ponte sobre o formador.

Foto 24 - Galeria na travessia da NS-10.

Foto 25 - Lago do Parque Cesamar, com indícios de retomada do processo de assoreamento a jusante da TO-60 e NS-10.

**Ponto 10 - Afluente da direita, jusante do lago**

Foto 26 - Galeria na travessia da LO-07: Estrutura de dissipação de energia.

Foto 27 - Lançamento de rochas e estrutura em gabões (destaque) no talvegue natural para controle de erosão, mostrando que a estrutura de dissipação de energia não é suficiente.

Foto 28 - Problemas relacionados à erosão laminar a jusante do telhado protegido por rochas e gabões.

Foto 29 - Canal artificial alternativo construído para escoamento proveniente da galeria, alternando a grade do talvegue natural.

Foto 30 - Área de contribuição para a galeria na travessia com a NS-6.

**Relatório Fotográfico: Período Seco**  
**Figura 03: Córrego Brejo Comprido - Parte 1**  
**Visita Técnica - 30/08/2007**





**PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS**

Ponto 11 - Inauguração em 18 de março de 1998, o Parque Cesamar ocupa uma área de 155,94 hectares às margens do Ribeirão Brejo Comprido, sendo o lago consequência de seu represamento. A barragem tem 150 m de comprimento e 12 m de altura, gerando um lago de 26 hectares com volume de aproximadamente 500.000 m<sup>3</sup>, com três piscinas de 1.400 m<sup>3</sup>, com profundidades que variam de 50 cm a 1 m.



Foto 31 - Vista panorâmica do lago.



Foto 32 - Vista do vertedor do lago, formando as piscinas.

Ponto 12 - Cruzamento da NS-2



Foto 33 - Vista da ponte para jusante.



Foto 34 - Ponte da travessia com a NS-2.

Ponto 13 - Travessia com a Teotônio Segurado



Foto 35 - Vista da Ponte.



Foto 36 - Vista para jusante.



Foto 37 - Erosão em rocha do escoamento superficial.



Foto 38 - Drenagem de via pública entre as pontes.



Foto 39 - Vista de montante - captações para irrigação.



Foto 40 - Râguas de monitoramento fluorimétrico.

Ponto 14 - Cruzamento com a LO-6



Foto 41 - Ponte na travessia da LO-6.



Foto 42 - Vista para jusante.



Ponto 15 - Cruzamento com a avenida JK



Foto 43 - Vista de montante.

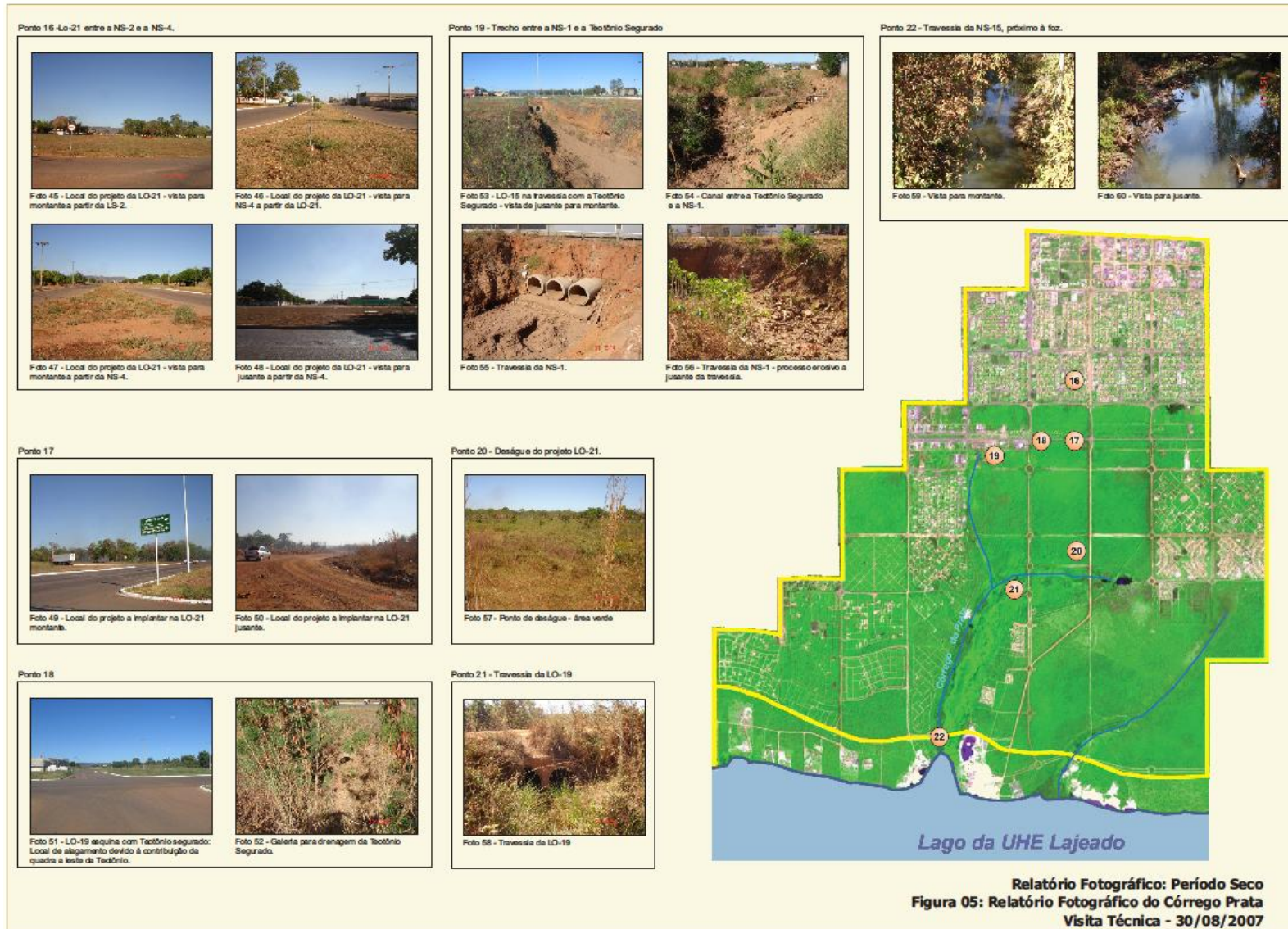


Foto 44 - Vista de jusante - aspecto de água poluída - estação de tratamento a montante.

**Relatório Fotográfico: Período Seco**  
**Figura 04: Córrego Brejo Comprido - Parte 2**  
**Visita Técnica - 30/08/2007**

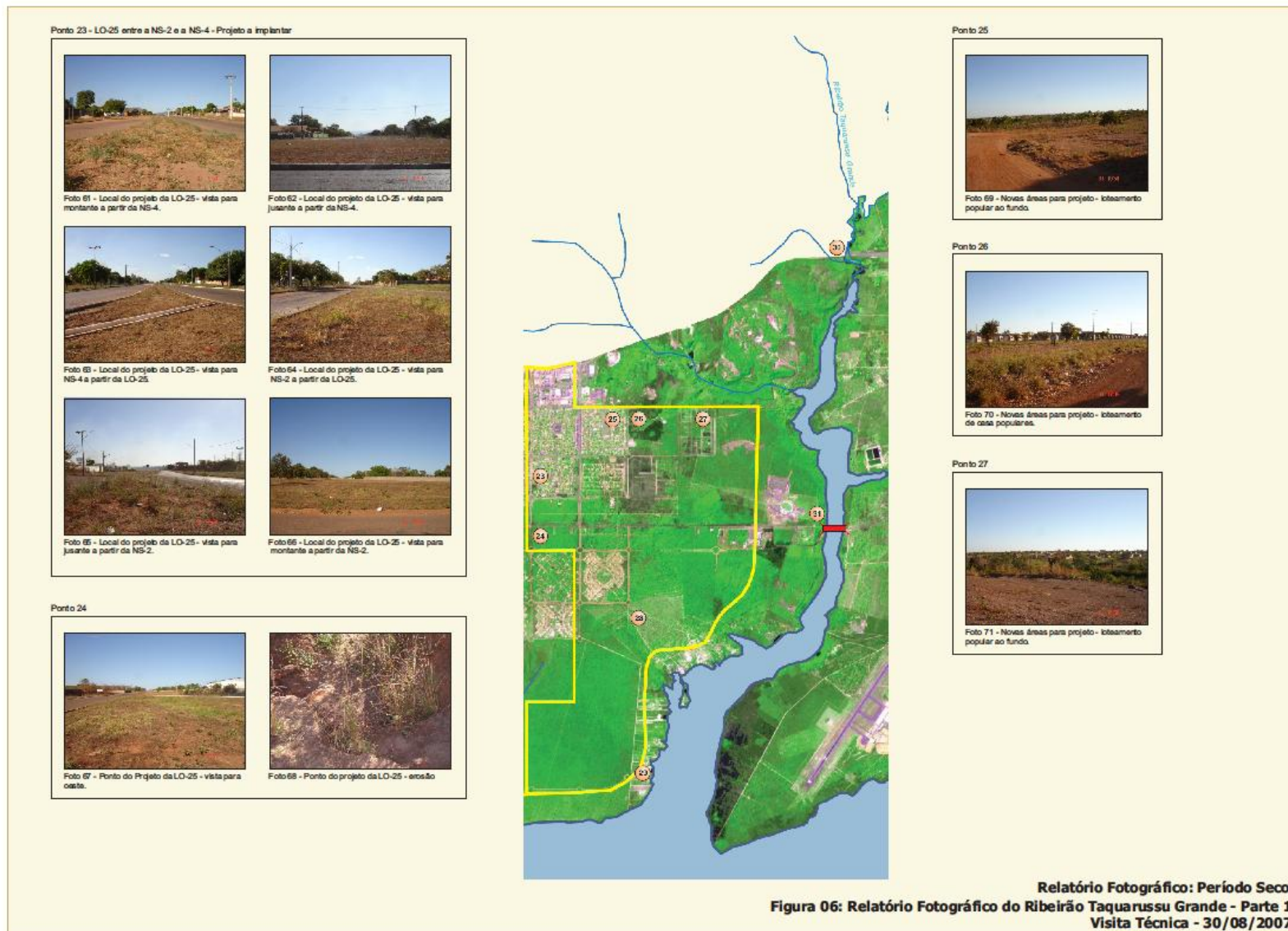


**PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS**





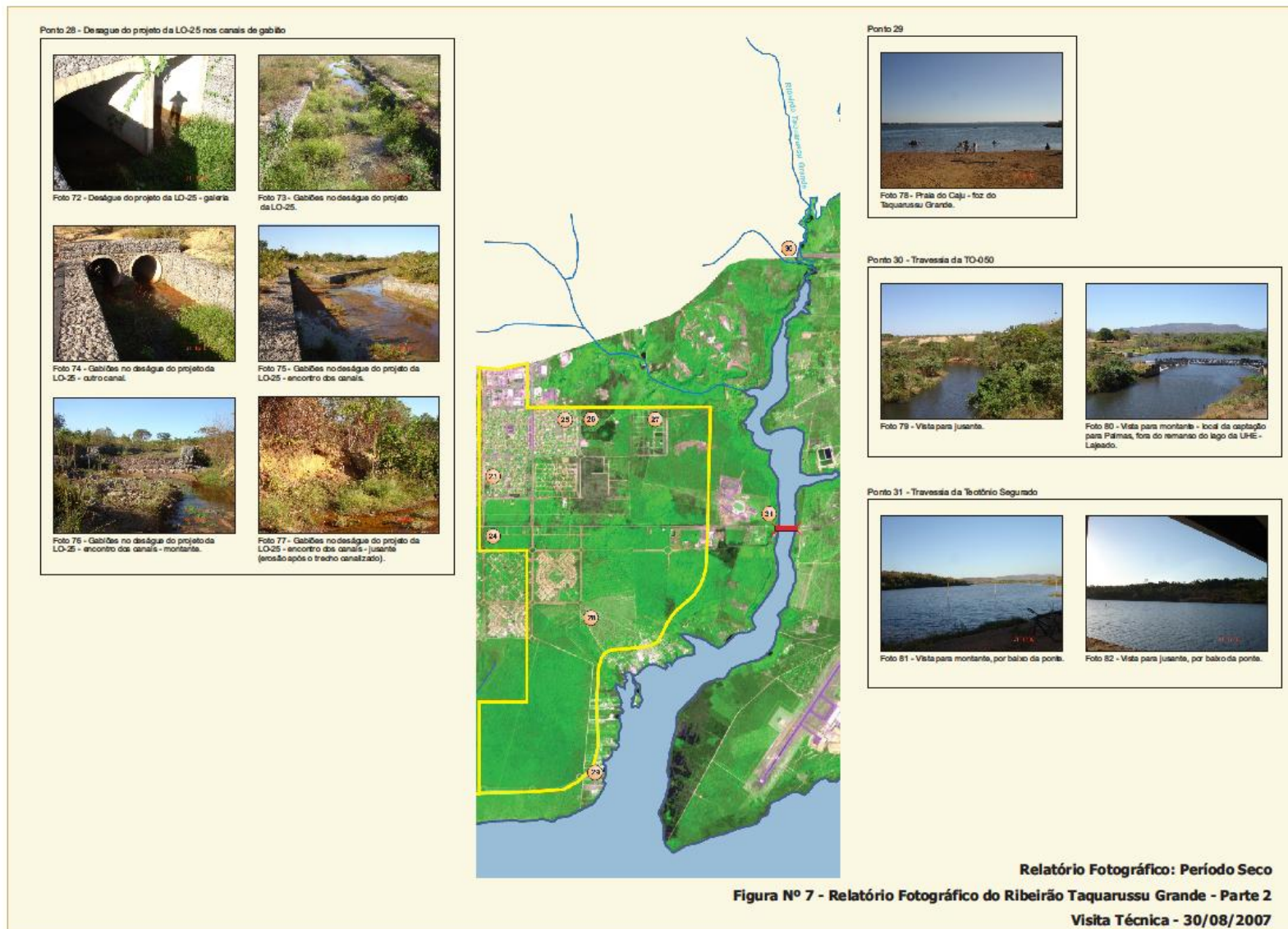
**PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS**



**Relatório Fotográfico: Período Seco**  
**Figura 06: Relatório Fotográfico do Ribeirão Taquarussu Grande - Parte 1**  
**Visita Técnica - 30/08/2007**



**PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS**





**PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS**

**Ponto 32**




Foto 83 - Obra de pavimentação - Morada do Sol II




Foto 84 - Obra de pavimentação - Morada do Sol II

**Ponto 33**




Foto 85 - Entrada dos bairros Taquaralto e Jardins Auryery na TO-050.

**Ponto 34**




Foto 86 - Obra de pavimentação da A. Goiás, Bairros Jardins Auryery II e III.

**Ponto 35**




Foto 87 - Traversia da Avenida I - vista para montante.



Foto 88 - Traversia da Avenida I - vista para jusante.

**Ponto 36**




Foto 89 - Avenida I.




Foto 90 - Traversia da Avenida I - vista para montante.




Foto 91 - Traversia da Avenida I - vista para jusante.

**Ponto 37**




Foto 92 - Via pública com traversia na parte baixa.

**Ponto 38**




Foto 93 - Ponto de erosão no jardim Auryery III.

**Ponto 39**




Foto 94 - Obra de drenagem no cruzamento da Avenida 25 com a E.

**Ponto 40**




Foto 95 - Obra de drenagem - bueiro aflorante.


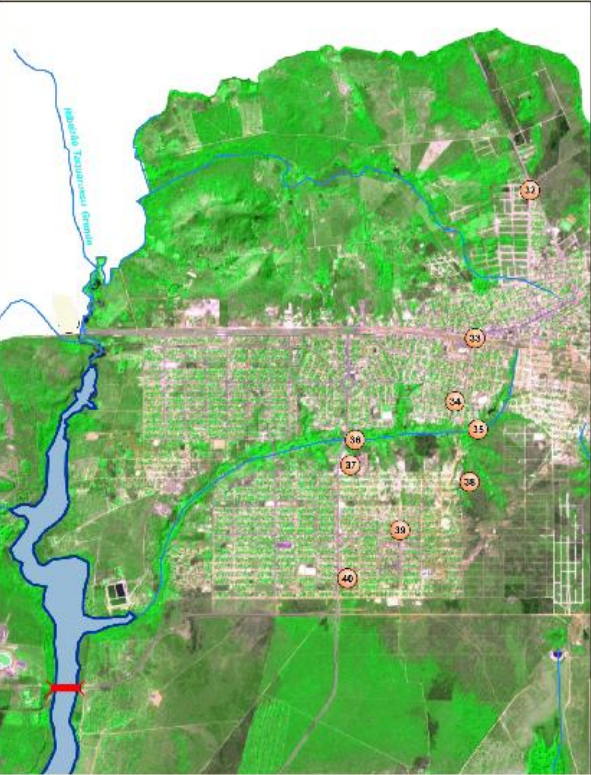


Foto 96 - Padrão de ocupação dos bairros jardins Auryery.



**Relatório Fotográfico: Período Seco**  
**Figura 08: Relatório Fotográfico dos Bairros Taquaralto e Jardins**  
**Visita Técnica - 30/08/2007**

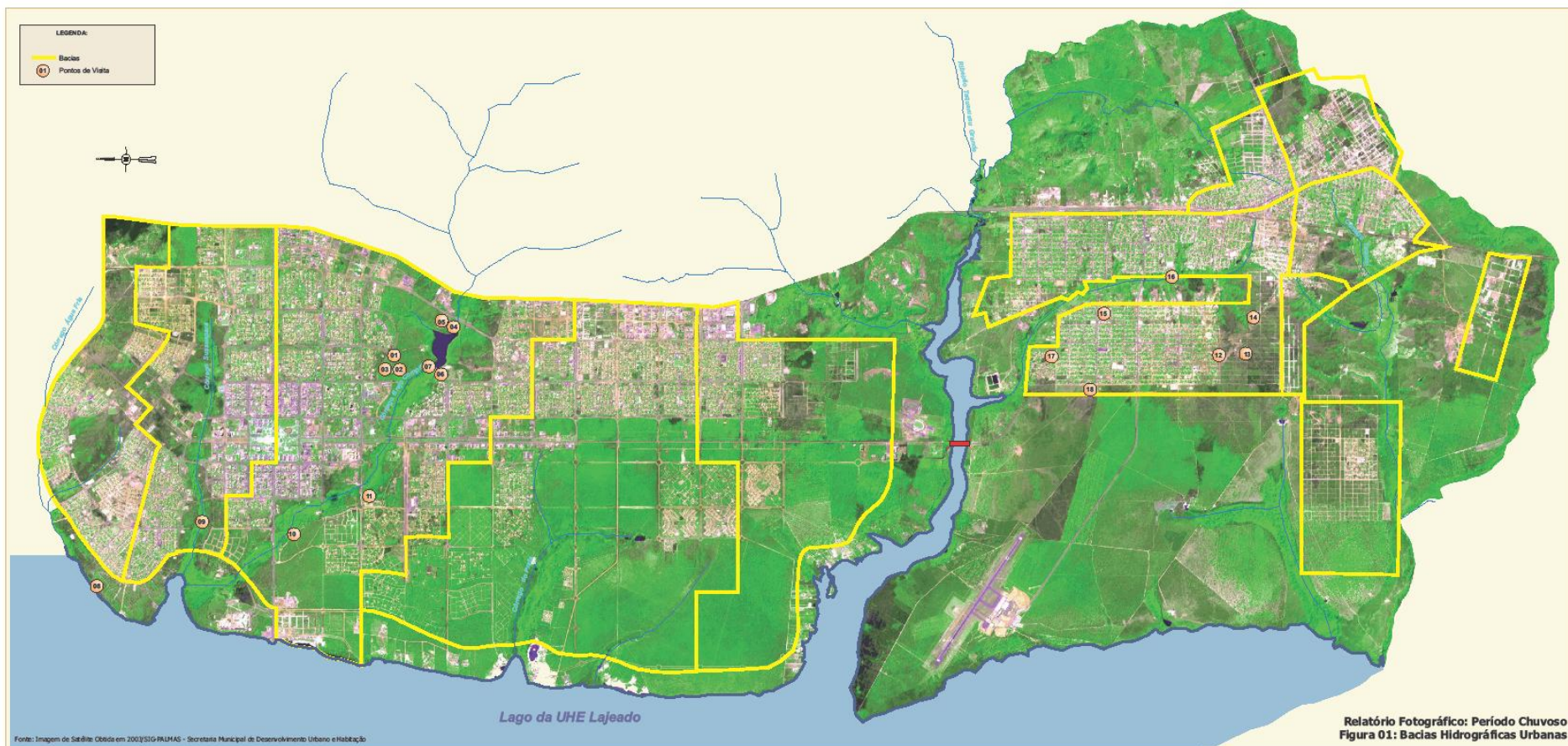


**PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS**

**APÊNDICE 03: LEVANTAMENTO FOTOGRÁFICO – PERÍODO CHUVOSO**

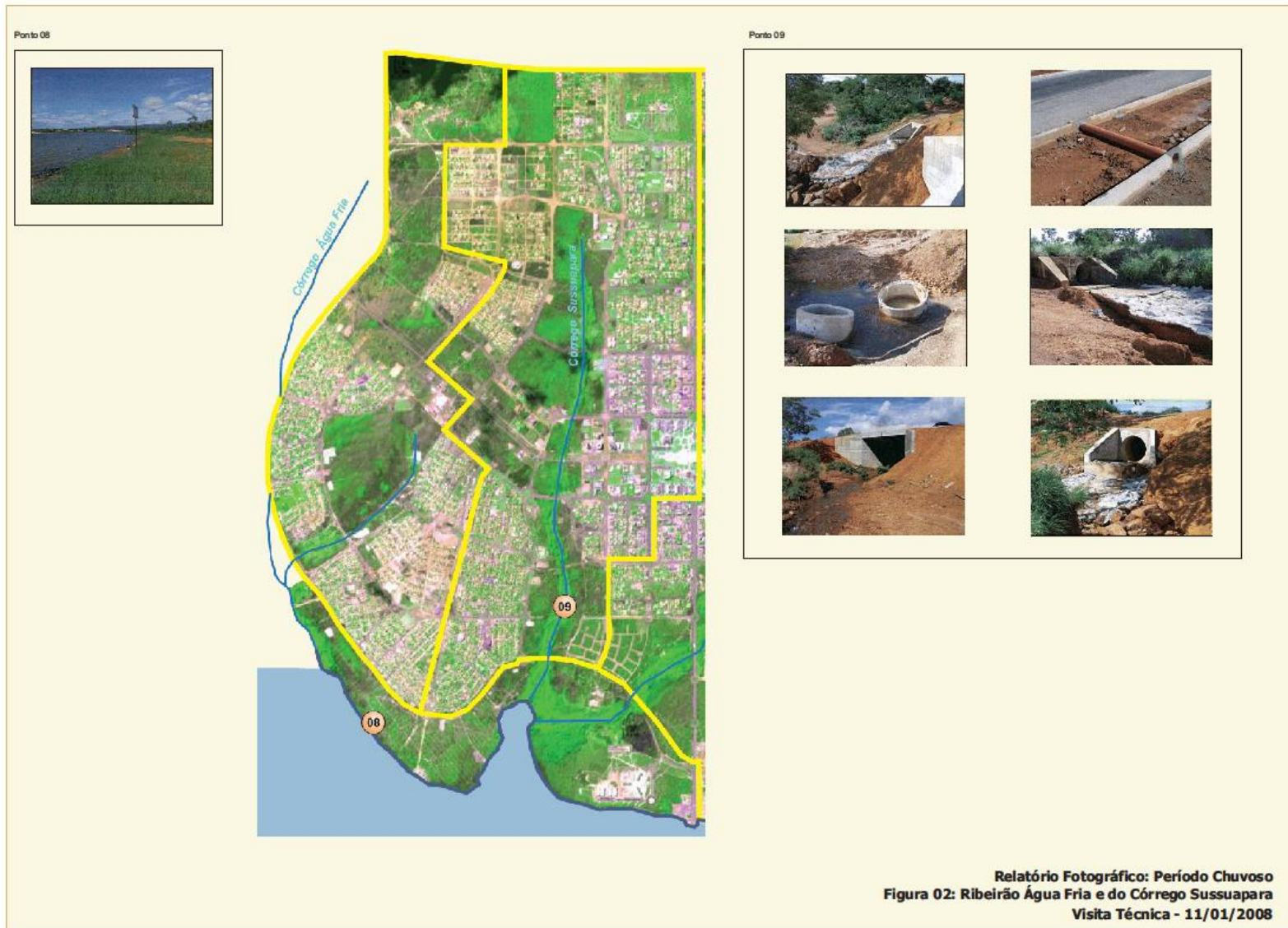


**PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS**





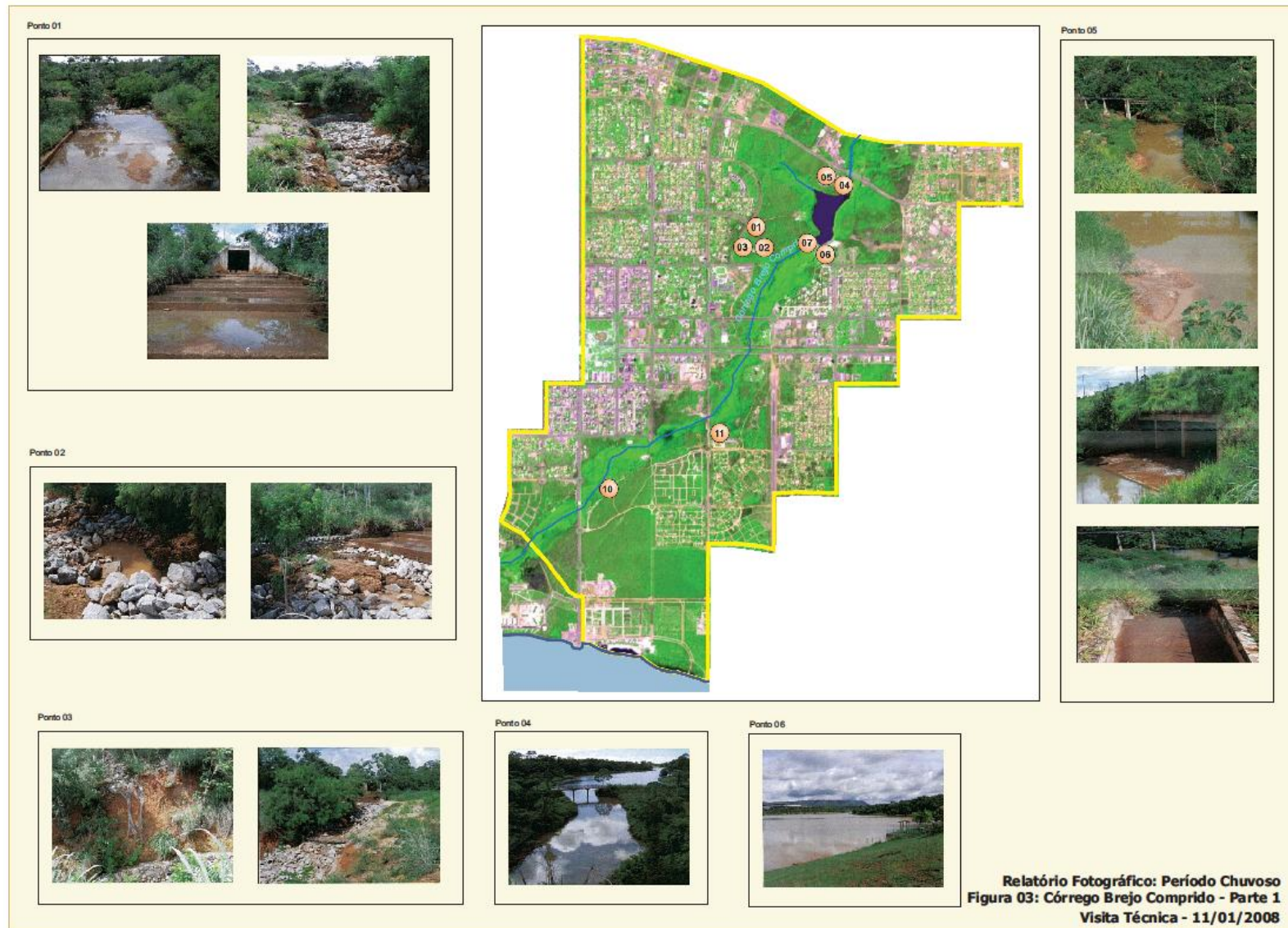
**PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS**







**PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS**





**PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS**

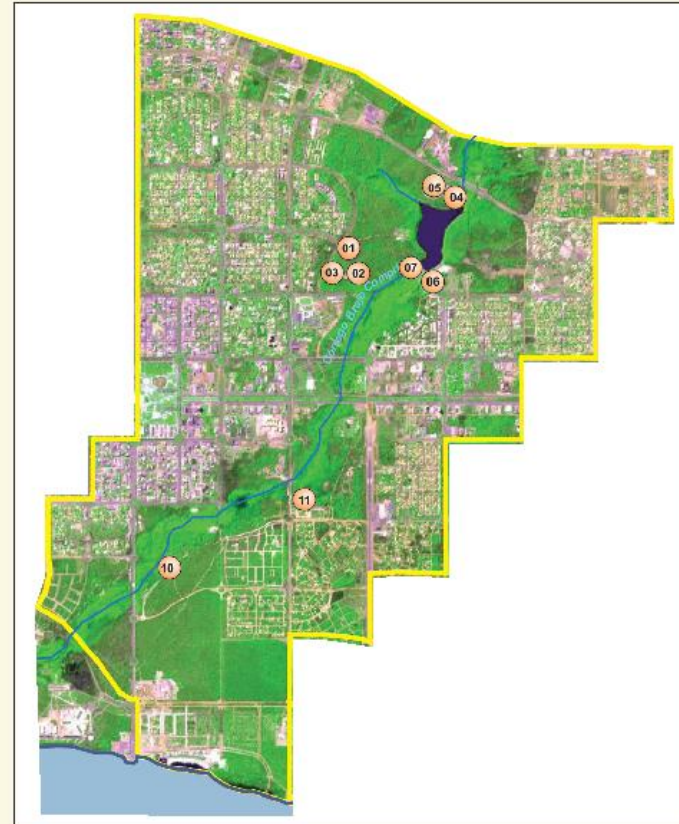
Ponto 07



Ponto 10



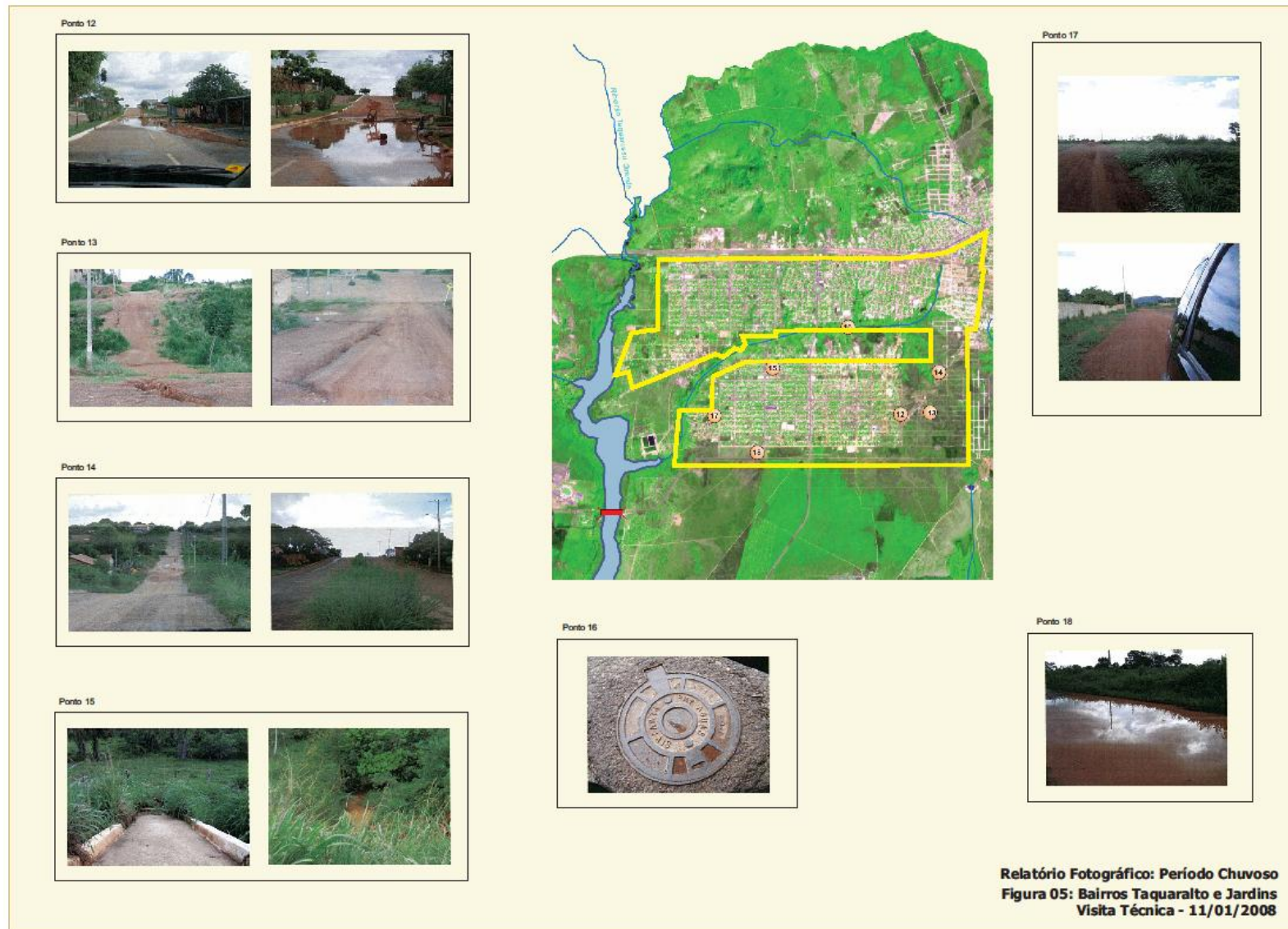
Ponto 11



**Relatório Fotográfico: Período Chuvoso**  
**Figura 04: Córrego Brejo Comprido - Parte 2**  
**Visita Técnica - 11/01/2008**



**PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS**



**Relatório Fotográfico: Período Chuvoso**  
**Figura 05: Bairros Taquaralto e Jardins**  
**Visita Técnica - 11/01/2008**

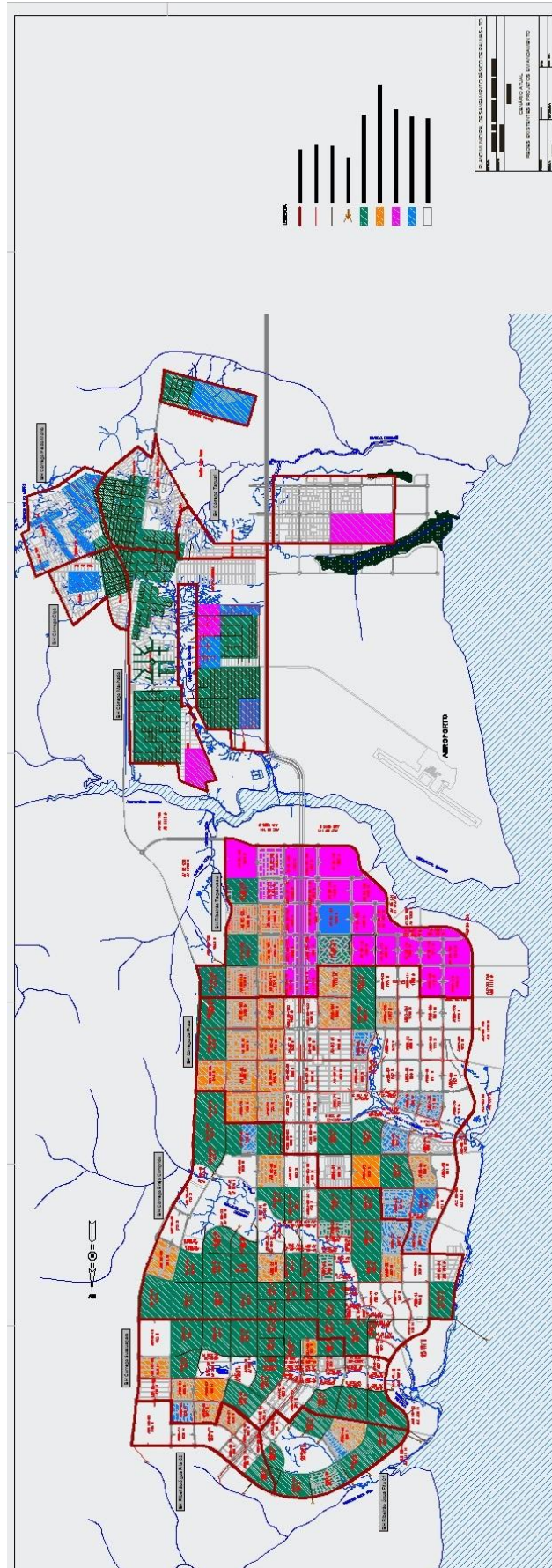


**PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS**

**APÊNDICE 04: CENÁRIO ATUAL – REDES EXISTENTES E PROJETOS EM  
ANDAMENTO**



**PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS**



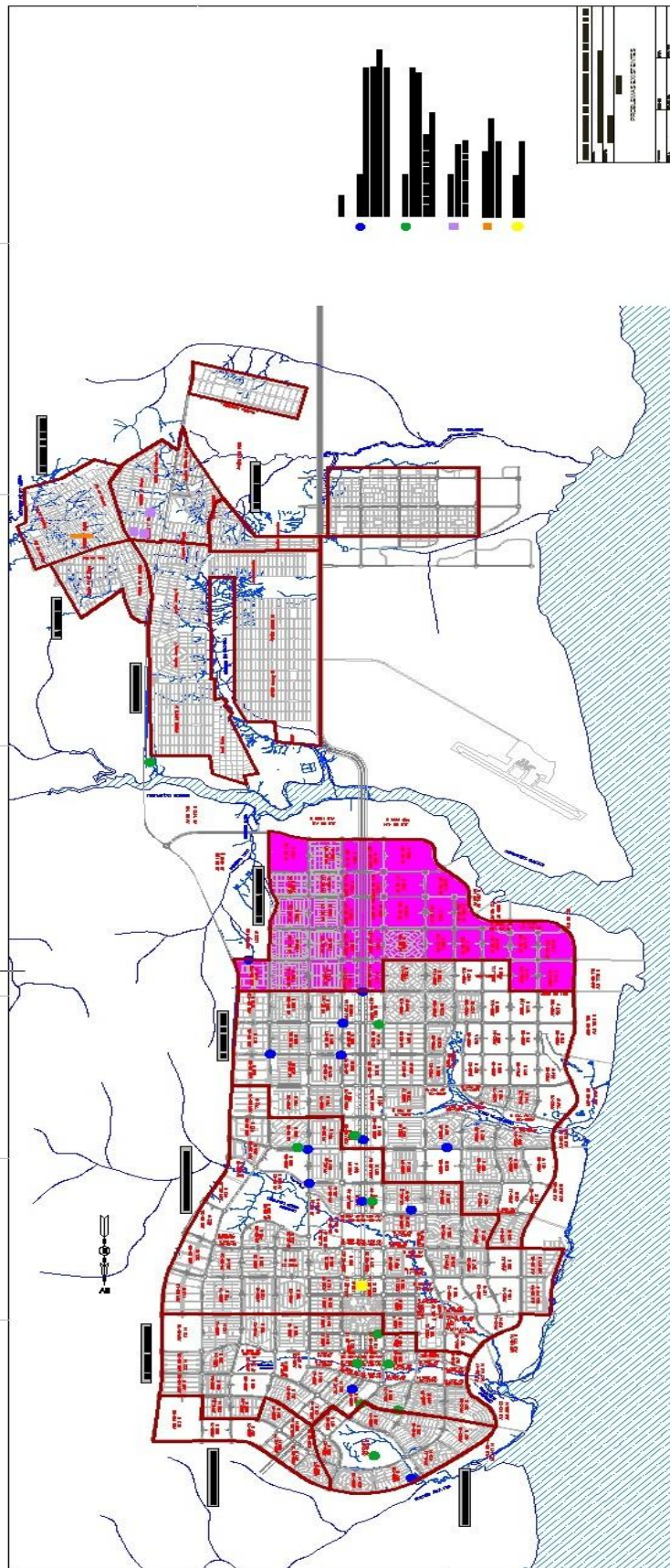


**PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS**

**APÊNDICE 05: PROBLEMAS EXISTENTES**



**PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS**





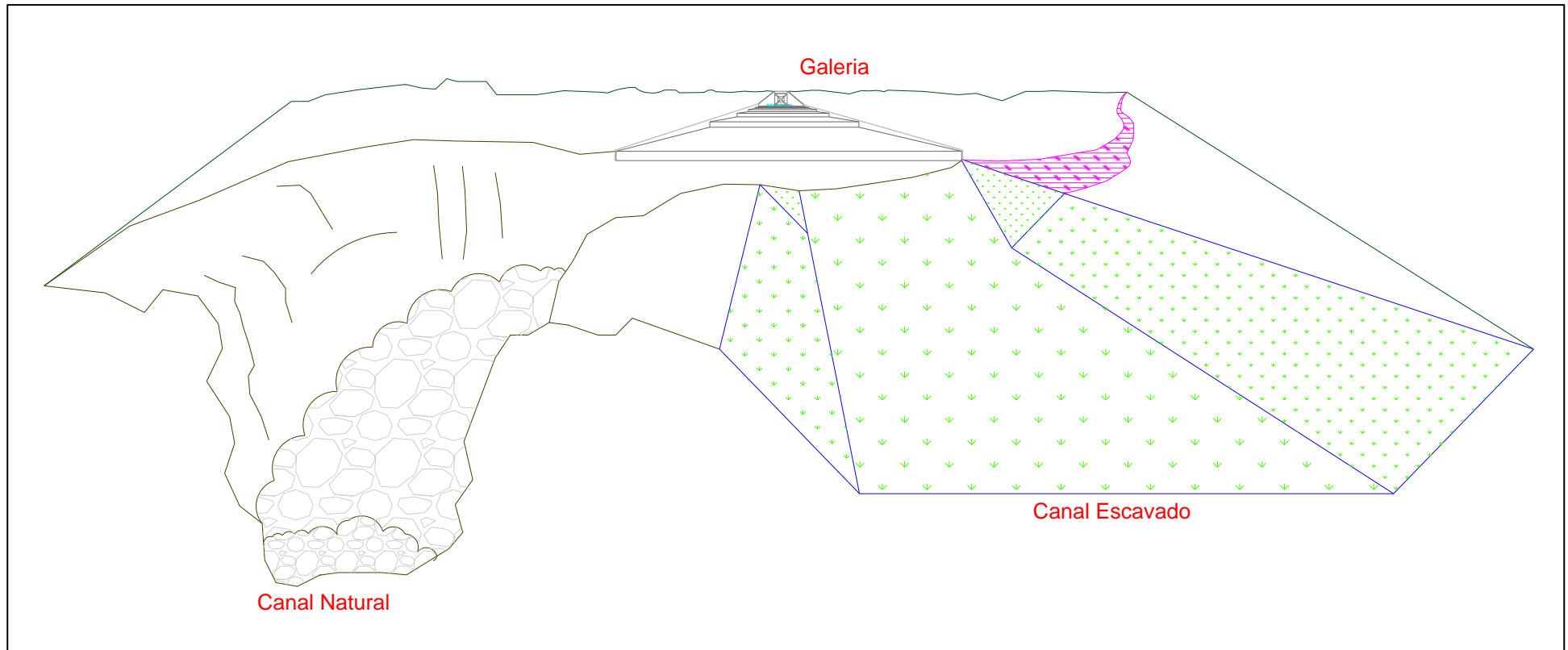
**PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS**

**APÊNDICE 06: DESENHOS ESQUEMÁTICOS DAS ALTERNATIVAS PARA O  
CANAL DO PARQUE CESAMAR**





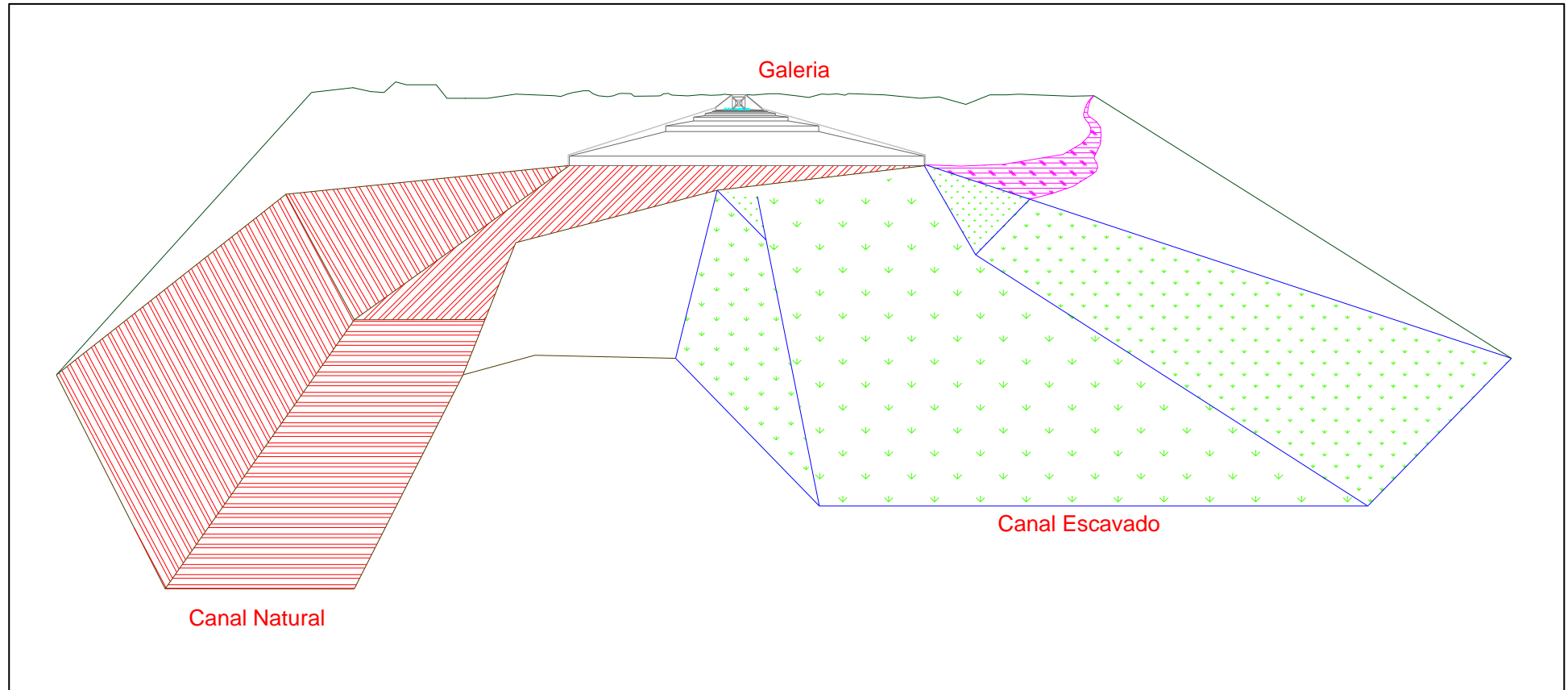
**PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS**



**Figura 2 – Desenho esquemático da Alternativa I.**



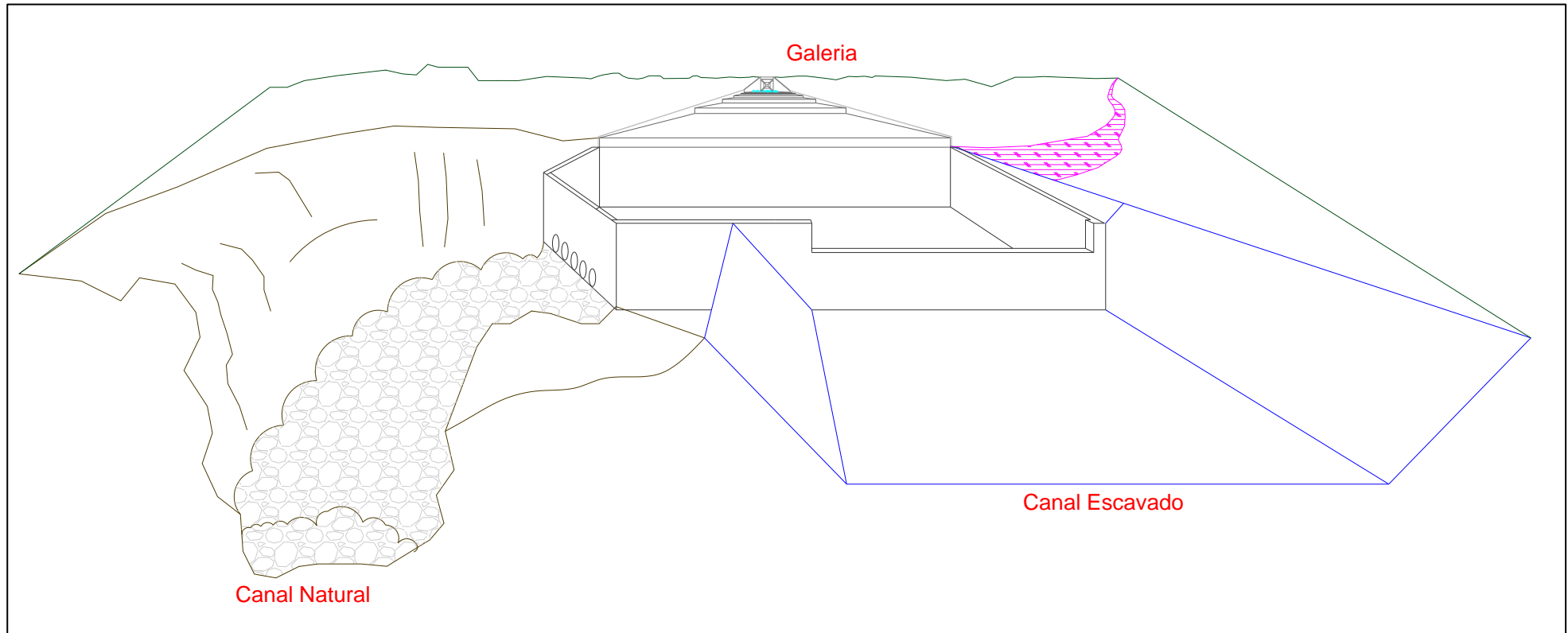
**PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS**



**Figura 3 – Desenho esquemático da Alternativa II**



**PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS**



**Figura 3 – Desenho esquemático da Alternativa III**

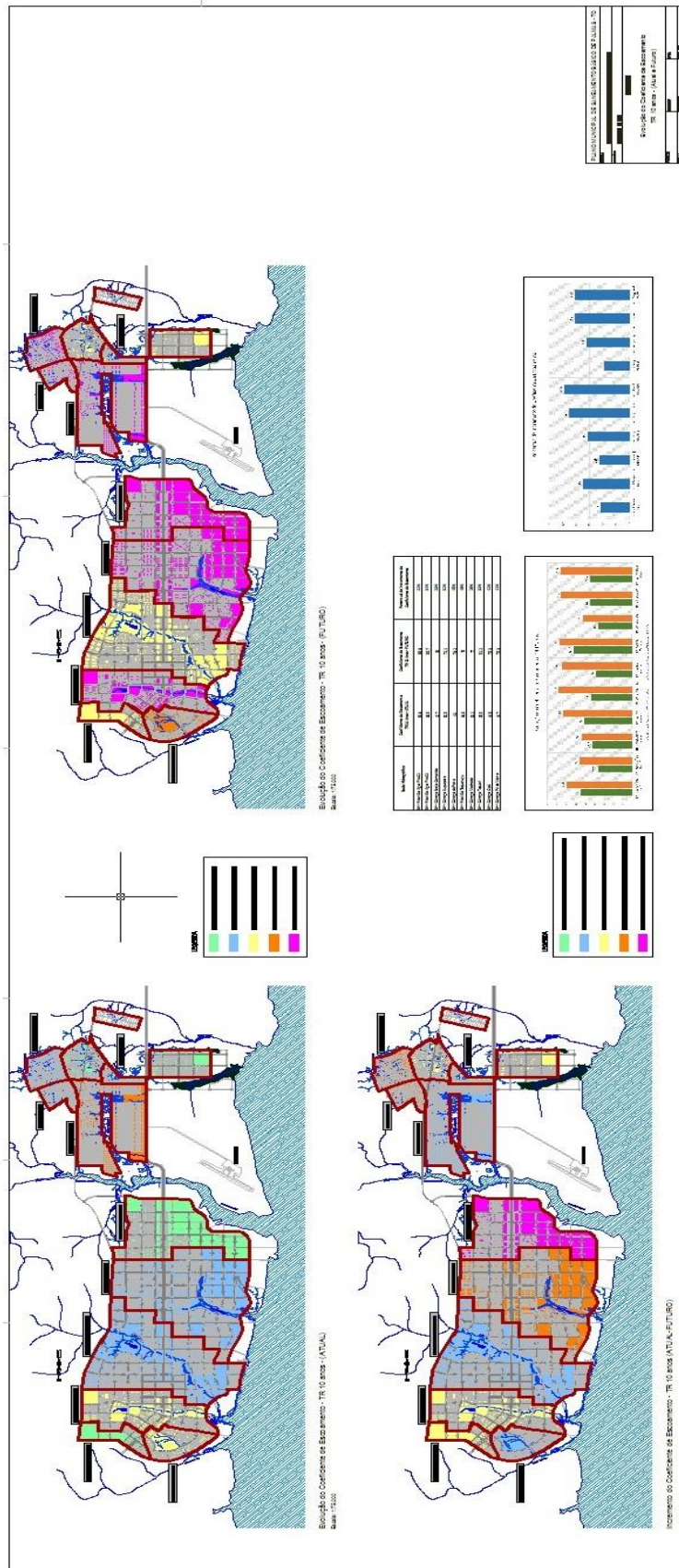


**PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS  
SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS**

**APÊNDICE 07: EVOLUÇÃO DO COEFICIENTE DE ESCOAMENTO – TR 10  
ANOS (ATUAL E FUTURO)**



**PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS**





**PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS**

**APÊNDICE 08: PROJETOS SOLICITADOS – PROGRAMA DE ACELERAÇÃO  
DO CRESCIMENTO (PAC 2)**





**PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS  
SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS**

**APÊNDICE 09: REDE EXISTENTE – PROJETOS CONCLUÍDOS**





**PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSUNTOS JURÍDICOS**

