

# PLANO ESTADUAL DE MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS E ESGOTAMENTO SANITÁRIO – PEMAPES

TOMO X – ESTUDO DE ÁREAS CRÍTICAS QUANTO A RISCO DE ENCHENTES E PROPOSIÇÃO DE  
SOLUÇÕES - CIDADES COM MAIS DE 30 MIL HABITANTES

VOLUME 5 – RDS 7 – COSTA DAS BALEIAS

CIDADE DE TEIXEIRA DE FREITAS

## Parte B

<b>1</b>	<b>APRESENTAÇÃO</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>CONSIDERAÇÕES GERAIS</b> .....	<b>3</b>
2.1	BASES CONCEITUAIS DAS INTERVENÇÕES PROPOSTAS .....	3
2.2	ASPECTOS GERAIS PARA A CONSTRUÇÃO DAS SOLUÇÕES PROPOSTAS .....	4
<b>3</b>	<b>QUADRO GERAL DO MANEJO DAS ÁGUAS PLUVIAIS EM TEIXEIRA DE FREITAS</b> .....	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>CARACTERIZAÇÃO DAS CONDIÇÕES ATUAIS DA DRENAGEM PLUVIAL DA CIDADE</b> .....	<b>8</b>
<b>5</b>	<b>ESTUDOS HIDROLÓGICOS PARA DETERMINAÇÃO DE VAZÃO</b> .....	<b>10</b>
<b>6</b>	<b>SOLUÇÕES PROPOSTAS</b> .....	<b>16</b>
6.1	INTERVENÇÕES ESTRUTURAIS DE MACRODRENAGEM .....	16
6.2	PREVISÃO DE INVESTIMENTOS .....	19
<b>7</b>	<b>AÇÕES PROPOSITIVAS</b> .....	<b>21</b>
7.1	ELABORAÇÃO DE PLANO DIRETOR DE SANEAMENTO BÁSICO .....	21
7.2	CRIAÇÃO DE BACIAS DE AMORTECIMENTOS DE ENCHENTES .....	21
7.3	MELHORIA E AMPLIAÇÃO DO SISTEMA DE MACRO E MICRODRENAGEM EXISTENTE .....	22
7.4	ADOÇÃO DE ESTRATÉGIAS PARA A INFILTRAÇÃO E UTILIZAÇÃO DE ÁGUAS DE CHUVA .....	22
7.5	PRESERVAÇÃO DAS ÁREAS MARGINAIS AOS CURSOS D'ÁGUA E CANAIS DE DRENAGEM .....	23
<b>8</b>	<b>ANEXOS</b> .....	<b>24</b>
8.1	PLANILHA RESUMO DOS QUANTITATIVOS E ORÇAMENTO DAS OBRAS	
8.2	ÁGUAS PLUVIAIS - INFORMAÇÕES GERAIS DA SEDE MUNICIPAL DE TEIXEIRA DE FREITAS	
8.3	PEÇAS GRÁFICAS	

## 1 APRESENTAÇÃO

Diante da necessidade de definição de estratégias para a gestão das águas urbanas, no que respeita ao enfrentamento dos problemas sanitários e ambientais decorrentes do adensamento populacional e da expansão descontrolada experimentadas nas sedes dos municípios do Estado da Bahia, a Secretaria de Desenvolvimento Urbano - SEDUR contratou a GEOHIDRO (Contrato nº 039/2009) para a elaboração do Plano Estadual de Manejo de Águas Pluviais e Esgotamento Sanitário – PEMAPES.

O PEMAPES visa construir um suporte técnico à SEDUR para oferecer um panorama geral da situação atual dos serviços de esgotamento sanitário e de manejo das águas pluviais, e da percepção da sociedade relativa a esses serviços, nas sedes dos municípios e de determinados distritos baianos. Preconiza a proposição de intervenções, estruturais e não estruturais, que ensejem a melhoria dos serviços prestados a partir da consecução de um Plano de Ações em sintonia com as diretrizes nacionais e estaduais definidas para o Saneamento Básico.

A área de atuação do PEMAPES compreende as sedes de 404 municípios, estrategicamente distribuídos em 25 unidades de planejamento, cada uma correspondendo a uma Região de Desenvolvimento Sustentável (RDS). Abrange ainda as sedes distritais operadas pela Embasa e as nucleações populacionais identificadas como "área urbana isolada". Essa etapa dos trabalhos não contempla a Região Metropolitana de Salvador – RDSMS, uma vez que esta será objeto de análise situacional específica, enfocando os aspectos similares que considera as intervenções em andamento do PAC – Programa de Aceleração do Crescimento.

O presente documento apresenta o **Estudo de Áreas Críticas quanto a risco de enchentes e proposição de soluções, elaborado para cidades com mais de 30.000 habitantes**, de acordo com o Relatório de Planejamento dos Trabalhos (TOMO I / VOLUME I). As visitas de campo efetuadas durante a etapa de *Levantamentos e Diagnósticos* possibilitaram a identificação de áreas urbanas que apresentam situações críticas de drenagem, com alagamentos e outros transtornos típicos observados nos períodos de chuvas intensas. É buscando o equacionamento desses impactos que estão sendo propostas soluções envolvendo a definição das tipologias dos equipamentos de manejo das águas pluviais e os setores da área urbana onde deverão ser implantados.

Por premissa metodológica, o levantamento de informações para o estudo das áreas críticas e infraestruturas implantadas foi elaborado a partir de visita de equipe multidisciplinar às áreas urbanas objeto do estudo, bem como da análise de documentos e estudos técnicos disponíveis. A estratégia adotada para o levantamento das informações considera, além das atividades de coleta de dados e de percepção das situações estruturais *in loco*, a abordagem a gestores públicos municipais e lideranças sociais como forma de se perceber a visão pela qual a sociedade lida com as questões associadas às águas urbanas no âmbito dos municípios.

Cabe ressaltar que, tratando-se de um estudo integrante de um plano estadual, a uniformidade e precisão das informações são afetadas pelas diferentes fontes de obtenção disponíveis e utilizadas e também pela própria escala de detalhamento característica. Maior refinamento, estudos e projetos complementares deverão ser escopo do Plano, objeto de futuras contratações.

Este Volume 5 – Parte B do TOMO X contém os **Estudos de Áreas Críticas** para a Cidade de Teixeira de Freitas, integrante da **Região de Desenvolvimento Sustentável da Costa das Baleias – RDS 7**.

No capítulo 2 são feitas considerações gerais sobre o PEMAPES, as bases sobre as quais se apóia e monta suas proposições.

No capítulo 3 é apresentada a caracterização do manejo das águas pluviais na Cidade de Teixeira de Freitas de acordo com os levantamentos efetuados em campo. São apresentados indicadores relacionados com este tema, indicadores estes que apontam o grau de fragilidade esperado para fatores relevantes selecionados para caracterizar o tema das águas pluviais nos municípios e regiões de estudo.

No capítulo 4 são apontadas as condições atuais da cidade no que concerne à questão da drenagem pluvial, definidas em função, principalmente, das inspeções de campo efetuadas.

No capítulo 5 são apresentados os estudos hidrológicos elaborados com o intuito de estimar, numa primeira instância, as vazões afluentes aos canais propostos no capítulo seguinte.

O capítulo 6 aponta as soluções propostas para as questões adversas configuradas no quarto capítulo. Neste capítulo são indicadas as informações que caracterizam os trechos dos canais propostos e a previsão dos investimentos em macrodrenagem.

O capítulo 7 traz uma referência às ações propositivas recomendadas por este plano. Estas ações correspondem a etapas posteriores ao PEMAPES que devem ser desenvolvidas em etapas seguintes objetivando a implementação deste plano e de suas ações propostas.

Entre os Anexos são apresentados os dados levantados para a Cidade de Teixeira de Freitas e apresentadas no volume deste plano referente à RDS 7, que contém, entre os municípios que a compõe, a sede municipal abordada neste documento. Também desenhos e outros complementos necessários são aí apresentados.

## 2 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Dentro do âmbito do PEMAPES, para todas as sedes municipais foram realizados levantamentos com finalidade de proporcionar uma avaliação global do manejo das águas pluviais considerando os seguintes componentes: capacidade de produzir escoamento a partir das águas de chuva, o sistema de drenagem existente, o potencial de aplicação de técnicas sustentáveis de manejo de águas pluviais e os aspectos institucionais e normativos relativos aos serviços de drenagem urbana. Esse diagnóstico permite a identificação de áreas críticas de drenagem, com alagamentos e outros problemas que impactam sobre rotina urbana associados aos eventos de precipitações de maior intensidade, proporcionando uma avaliação global do manejo das águas pluviais em cada uma das sedes municipais, ao tempo que permite a comparação e integração com as demais sedes das respectivas Regiões de Desenvolvimento Sustentável, base territorial das análises mais globais do PEMAPES.

Além desse diagnóstico geral, atendendo ao escopo técnico dos Termos de Referência para elaboração do Plano Estadual de Manejo de Águas Pluviais e Esgotamento Sanitário – PEMAPES, foi realizado um estudo de áreas críticas quanto a riscos de enchentes e a proposição de soluções para o enfrentamento dos principais problemas identificados, para sedes municipais com população superior a 30.000 habitantes. Com este objetivo o PEMAPES busca apontar os passos iniciais que devem ser tomados o mais breve possível na direção de dispor da infraestrutura necessária para solução dos problemas mais críticos de manejo de águas pluviais nas cidades baianas que concentram maior contingente populacional.

O produto apresentado neste relatório traduz, num primeiro estágio, o partido conceitual das interferências recomendadas para a malha urbana com vistas ao ordenamento das questões de drenagem na cidade. Assim sendo, as indicações não tratam de soluções elaboradas no nível de projeto executivo de engenharia, mas da tipologia das estruturas ou dispositivos de manejo das águas pluviais urbanas e locais onde tais soluções deverão ser implantadas para equacionamento dos problemas.

### 2.1 BASES CONCEITUAIS DAS INTERVENÇÕES PROPOSTAS

A abordagem dos problemas e práticas para o manejo das águas pluviais a serem recomendadas pelo PEMAPES busca alinhamento aos princípios contidos na Lei Federal nº 11.443/07 e na Lei Estadual nº 11.172/08, que estabelecem as bases das políticas nacional e estadual para a área do saneamento básico, no qual está incluído o segmento de drenagem das áreas urbanas.

A expressão *manejo das águas pluviais* representa um avanço conceitual no que se refere aos modelos tradicionais de intervenções voltadas ao enfrentamento dos problemas urbanos de convivência, principalmente, com chuvas de alta intensidade.

Não se trata do abandono do uso das soluções convencionais associadas aos sistemas de macrodrenagem e de microdrenagem, mas agregar à concepção das soluções de convivência com as chuvas, principalmente aquelas de alta intensidade, medidas que possam compensar de alguma forma os efeitos decorrentes do processo de urbanização.

Neste sentido, a impermeabilização dos terrenos e a maior rapidez de concentração das águas pluviais nas áreas baixas não devem mais ser enfrentadas exclusivamente com o aumento das seções de canais e a elevação da densidade da malha de galerias e caixas coletoras. Devem ser agregadas às soluções

tradicionais alternativas de intervenção que possam retardar o fluxo de água na bacia e a infiltração das águas pluviais em áreas especialmente destinadas para este fim, situadas em locais estratégicos.

Cidades que incorporem estas práticas em seus serviços de saneamento estarão contribuindo para uma série de ganhos ambientais significativos. Entre eles podem ser enumerados a realimentação de lençóis subterrâneos, novos espaços urbanos com usos de interesse coletivo e melhoria da paisagem urbana. A diminuição das vazões geradas pelas chuvas em decorrência da diminuição do escoamento superficial direto proporciona outros ganhos como a redução dos gastos com estruturas convencionais, o aproveitamento de estruturas existentes por maior período e o menor desgaste dos equipamentos urbanos.

## 2.2 ASPECTOS GERAIS PARA A CONSTRUÇÃO DAS SOLUÇÕES PROPOSTAS

Para a construção das soluções propostas foram considerados os levantamentos de campo realizados pela equipe de trabalho, as informações obtidas junto às prefeituras, estudos e projetos obtidos junto a diversas entidades, dados topográficos, imagens de satélite e outros recursos disponíveis. Embora tenha se trabalhado com uma gama diversificada de fontes, nem sempre foi possível dispor-se de dados com o mesmo nível de aprofundamento em todas as cidades. Estas eventuais diferenças poderão e deverão ser ajustadas em fase posterior de planejamento da região, onde haverá maior nível de detalhamento.

O acervo construído permitiu a identificação dos problemas, o reconhecimento dos terrenos nas áreas urbanas e suas adjacências, a identificação de áreas potenciais de amortecimento e as principais rotas do fluxo das águas no perímetro urbano. A partir destes elementos foi estabelecido o arranjo geral das intervenções propostas e uma primeira estimativa do porte de cada uma delas de acordo com metodologia apresentada em documento específico que trata das Diretrizes Básicas Para Elaboração dos Estudos de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais.

Identificados os principais problemas de uma localidade no que se refere à convivência com as chuvas, a etapa seguinte de maior reflexo sobre a possibilidade de implantação de soluções é fazer uma estimativa dos custos atrelados às possíveis soluções. Num primeiro estágio, estes custos podem ser estimados a partir de indicadores globais que retratem os valores das intervenções de mesma natureza que tenham sido executadas mais recentemente no Estado.

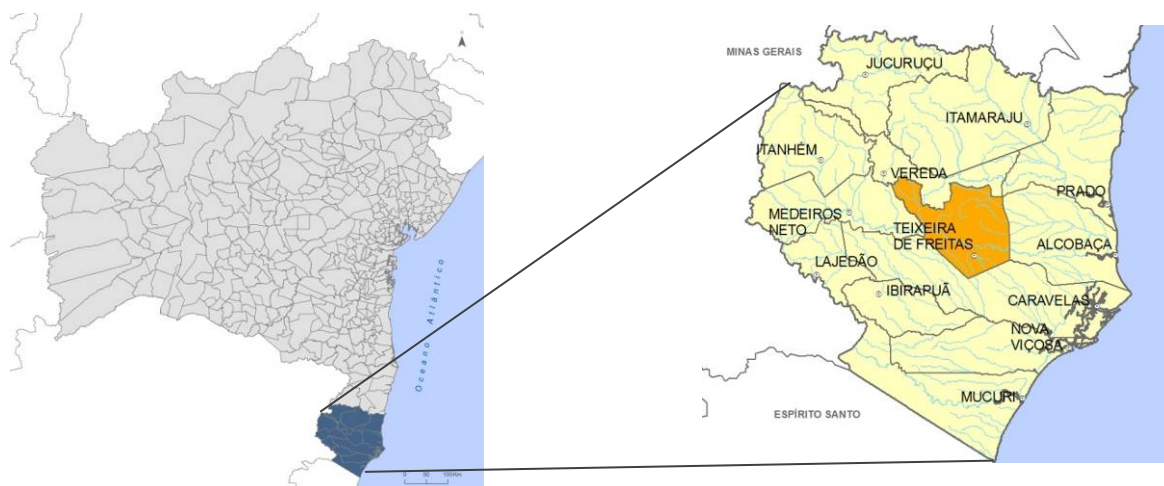
Neste estudo é proposto um traçado básico das principais estruturas de maior porte que podem ser galerias enterradas ou canais abertos. A partir deste procedimento tem-se uma idéia do porte da intervenção e com isto se estabelece seu custo a partir dos indicadores globais referidos. Posteriormente neste trabalho são apresentados elementos mais detalhados de como se chegou aos indicadores de custo das propostas de intervenção.

Não estão explícitas nos desenhos as estruturas complementares que deverão também compor a solução final, tais como caixas coletoras, poços de visita e outras. Todavia, o custo global é composto a partir de obras que comportam todos estes dispositivos e, portanto, a estimativa de custo abrange mais que o valor das estruturas apresentadas nos desenhos e quadros.

### 3 QUADRO GERAL DO MANEJO DAS ÁGUAS PLUVIAIS EM TEIXEIRA DE FREITAS

A Cidade de Teixeira de Freitas está inserida na Região de Desenvolvimento Sustentável da Costa das Baleias – RDS 7, conforme mostrado na **Figura 3.1**. Outras informações específicas para essa região, abordando aspectos gerais sobre do manejo de águas pluviais nesta cidade, constam no Relatório *Diagnósticos e Levantamentos – Volume 5 – Costa das Baleias*.

Figura 3.1 Localização da RDS da Costa das Baleias



Este sistema foi analisado, segundo a metodologia empregada, a partir dos segmentos: Sistema Institucional, Produção do Escoamento Superficial, Infraestrutura de Drenagem Urbana, Inundações Ribeirinhas e Impactos nas Áreas Críticas. A Infraestrutura de Drenagem Urbana foi avaliada a partir de três componentes: Microdrenagem, Macrodrenagem e Adequabilidade do Sistema Existente.

Cada um destes segmentos e, no caso particular da *Infraestrutura de Drenagem Urbana*, seus respectivos componentes foram observados a partir de fatores diversos. Cada um destes fatores foi motivo de levantamento efetuado pela equipe de trabalho com o preenchimento de formulário próprio, desenvolvido com esta finalidade.

O *Sistema Institucional* é avaliado a partir do papel desempenhado pela entidade envolvida com o serviço de drenagem, existência e aplicação de normas específicas e estudos ou planos relacionados ao setor, número de pessoas atuando na área e outros fatores. O *Potencial de Produção do Escoamento Superficial* trata das características das bacias de contribuição mais representativas. São levados em conta aspectos da ocupação urbana, capacidade de infiltração dos solos entre outros, além de incluir o bloco *Potencial de Manejo Sustentável das Águas Pluviais*. Este bloco é aferido a partir da existência de áreas para reservatórios de amortecimento, oportunidade de uso das águas pluviais para consumo que não demandam potabilidade, viabilidade para controle na fonte, principalmente.

A *Infraestrutura de Drenagem Urbana* é observada a partir do componente relativo à *Macrodrenagem* onde se leva em conta o estado de conservação das estruturas existentes, o tipo de equipamento, existência ou não de assoreamento, lixo, obstruções e outros fatores relacionados. A *Microdrenagem* considera também elementos específicos relacionados a equipamentos próprios para este tipo de serviço assim como o estado das vias públicas e sua capacidade de ordenar o fluxo das águas de

chuva. Já a *Adequabilidade do Sistema Existente* avalia a eficiência do sistema, considerando a quantidade e magnitude das áreas críticas entre outros aspectos.

As *Inundações Ribeirinhas* são observadas a partir da tipologia da área onde ocorrem assim como a frequência com que se manifestam e outros elementos pertinentes, como área da bacia de contribuição. Melhor detalhamento da metodologia e de suas características pode ser encontrada nos relatórios relativos às RDS ou no capítulo específico deste tema encontrado em outros relatórios deste PEMAPES.

Os fatores relativos aos impactos são estabelecidos em função do comportamento das áreas consideradas críticas nos aspectos da drenagem. São considerados os fatores população afetada, interação com trânsito, tipologia de área inundada, prejuízos, risco de vida e muitos outros fatores associados a cada área crítica indicada.

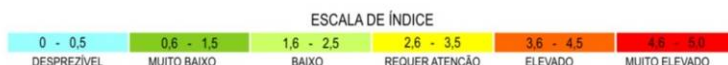
A partir das respostas relativas aos formulários foram atribuídos indicadores do potencial de fragilidade aos diversos fatores do sistema. A média ponderada dos indicadores atribuídos a um determinado resultado no índice do potencial de fragilidade que sintetiza o correspondente segmento.

A aplicação de indicadores e índices do potencial de fragilidade permitiu a comparação entre cidades de uma mesma RDS e a própria caracterização da região sobre os aspectos do manejo das águas pluviais.

De acordo com as informações levantadas junto à prefeitura local e observações de campo feitas por técnicos da equipe PEMAPES a aplicação da metodologia utilizada para a elaboração do diagnóstico das Regiões de Desenvolvimento Sustentável para a cidade de Teixeira de Freitas apresenta os seguintes índices de potencial de fragilidade para os segmentos e componentes do sistema de manejo de águas pluviais analisados.

Quadro 3.1 – Índice Global de fragilidade da localidade

Segmento	Qualificação (nível de fragilidade)	Peso	Índice de fragilidade	Índice x Peso
<b>Produção do escoamento nas bacias</b>	<b>Requer atenção</b>	3	2,8	8,4
Intensidade das chuvas locais	Requer atenção	3	3,0	9,0
Ocupação urbana	Requer atenção	7	2,6	18,2
<b>Manejo sustentável</b>	<b>Elevado</b>	1	4,0	4,0
<b>Infraestrutura de drenagem urbana</b>	<b>Elevado</b>	5	3,7	18,5
Macro drenagem	Elevado	3	3,9	11,7
Micro drenagem	Requer atenção	3	2,8	8,4
<b>Adequabilidade do sistema existente</b>	<b>Elevado</b>	7	4,0	28,0
<b>Inundações ribeirinhas</b>	<b>Não há</b>	9	0,0	0,0
<b>Impactos nas áreas críticas</b>	<b>Baixo</b>	7	2,5	17,5
<b>Natureza dos problemas</b>	<b>Elevado</b>	5	4,1	20,5
<b>Possibilidade de amortecimento</b>	<b>Muito elevado</b>	1	5,0	5,0
Recorrência dos problemas	Elevado	7	3,9	27,3
Interferência na localidade	Requer atenção	7	2,8	19,6
Risco de vida humana	Não há	9	0,0	0,0
<b>Aspectos institucionais</b>	<b>Requer atenção</b>	3	2,8	8,4
Estrutura municipal	Requer atenção	5	3,0	15,0
Normas e licenciamentos	Baixo	3	2,0	6,0
<b>Defesa civil</b>	<b>Elevado</b>	1	4,0	4,0
<b>Índice global de fragilidade da localidade</b>	<b>Baixo</b>			<b>2,0</b>



Observando os índices que constam do quadro anterior podem ser considerados os seguintes elementos como caracterizadores do sistema de drenagem desta localidade.

Dentre os diversos aspectos, o que mais chama atenção de forma positiva é o aspecto institucional cujo potencial de fragilidade é classificado como baixo, enquanto que os demais segmentos apresentam índices classificados como requer atenção.

Enquanto as características de áreas de ocupação urbana como média densidade, existência de algumas áreas verdes e facilidade para infiltração no solo favoreçam a absorção das águas da chuva e diminuam o escoamento, a ausência de áreas públicas de amortecimento e o costume de não se utilizar água de chuva para consumo dificultam o uso de técnicas de manejo sustentável.

Na infraestrutura de drenagem urbana percebe-se que as características gerais dos dispositivos de microdrenagem e de macrodrenagem não estão em boas condições, assim como estado de conservação de uma maneira geral. Há também registro de acúmulo de lixo e assoreamento em determinados pontos das estruturas de macrodrenagem, além do fato de conduzirem esgotos sanitários. Essas características, somadas à existência de áreas críticas e a baixa cobertura de vias pavimentadas fazem com que a infraestrutura de drenagem urbana revele problemas e requeira atenção.

Já com relação aos impactos nas áreas críticas, seu potencial de fragilidade é classificado como que requer atenção devido principalmente à ausência de áreas de amortecimento de cheia, ao fato dos alagamentos ocorrerem em locais de ocupação formal e a alta ocupação dos terrenos adjacentes.

Quanto às inundações ribeirinhas, a cidade é cortada pelo Córrego Charqueado, sua bacia de contribuição é muito pequena, entretanto foram observadas inundações que ocorrem em frequência anual e em áreas da cidade de ocupação formal de alta densidade. Sendo assim o potencial de fragilidade associado a esse segmento requer atenção.

Outro aspecto considerado favorável em Teixeira de Freitas é em relação aos aspectos institucionais e normativos, já que a prefeitura municipal possui boa estrutura organizacional e o pessoal que atua na área de drenagem é considerável. Apesar, da carência de certos instrumentos normativos e da pouca atuação da defesa civil, a existência de Secretaria de Meio Ambiente e de licenciamento ambiental contribuem para a classificação baixa desse segmento.

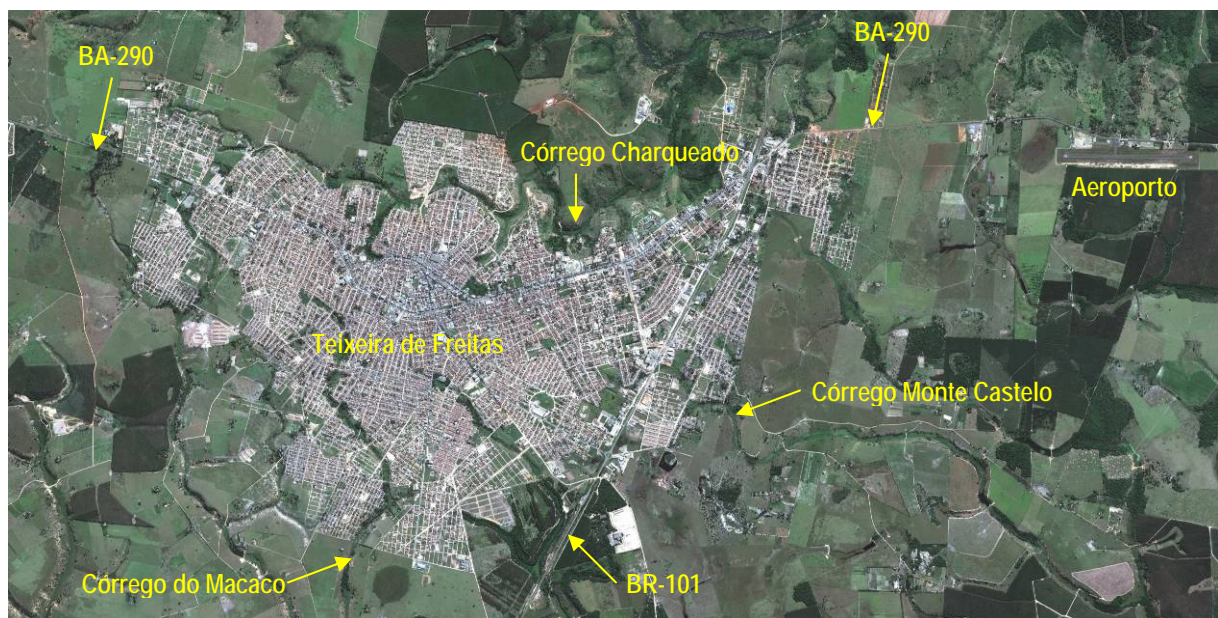


#### 4 CARACTERIZAÇÃO DAS CONDIÇÕES ATUAIS DA DRENAGEM PLUVIAL DA CIDADE

Neste item estão caracterizados os principais problemas relacionados à questão da drenagem pluvial de Teixeira de Freitas, que foram definidos em função de inspeções de campo efetuadas e de análises de imagens e de mapas cartográficos existentes. As principais condições observadas no campo estão ilustradas no desenho DE.1121.00-DRE-7-1-001 a 004.

O terreno onde está implantada a Cidade de Teixeira de Freitas é alto e com suaves inclinações, porém bastante entrecortado por córregos e rios de vales profundos. A área urbanizada concentra-se nas áreas altas e, portanto, a presença de assentamentos nas íngremes encostas ou nas áreas de baixada ainda é restrita – observa-se, contudo, a tendência de crescimento urbano em direção a essas áreas. A cidade tem um núcleo central compacto.

Figura 4.1 – Imagem de satélite da Cidade de Teixeira de Freitas



Fonte: Google Earth, 2011

Acerca dos problemas referentes ao âmbito da macro drenagem em Teixeira de Freitas, observa-se que nos poucos locais onde a urbanização avança em direção aos vales os cursos d'água estão confinados; em momentos de chuvas intensas o nível da água sobe e atinge as casas situadas em áreas ribeirinhas, como se vê nas áreas críticas A e D (ruas Luís Viana Filho e Beira-Rio, conforme descrito nos Anexos e ilustrado no relatório fotográfico).

Por outro lado, grande parte das áreas críticas identificadas pelos técnicos da Geohidro por meio das inspeções de campo caracteriza-se por problemas relacionados à insuficiência (qualitativa e/ou quantitativa) do sistema de micro drenagem. A título de exemplificação, somente 15% das vias públicas possui pavimentação e elementos para a captação de águas pluviais.

Esta condição se reflete na formação de outras áreas críticas, como aquelas identificadas pelos códigos C, E e F: dada a escassez de dispositivos de microdrenagem convencional, as águas escoam difusamente em direção às áreas de baixada; devido à baixa declividade do terreno nesses pontos e à inexistência de mecanismos apropriados para o escoamento desse fluxo já concentrado, ocorre a retenção das águas e a conformação de áreas de alagamento.

Na área crítica B, por fim, o que se constata é a formação de enxurradas por conta da elevada declividade ao longo da Rua Santo André e a escassez de dispositivos de micro drenagem.

Como é possível inferir através da leitura da caracterização dos dispositivos de macro drenagem apresentada nos Anexos, quase todos os dispositivos de macro drenagem possuem lixo em seu leito e já se encontram em processo de assoreamento. O único canal revestido da cidade (canal da Rua José Linhares) apresenta, além do mais, pontos de estrangulamentos e obstruções por estruturas físicas.

Acerca dos canais existentes é importante ressaltar que não foram identificadas informações relacionadas ao cadastro topográfico dos mesmos, o que dificulta a execução de análises acerca da capacidade de escoamento das enchentes afluentes.

## 5 ESTUDOS HIDROLÓGICOS PARA DETERMINAÇÃO DE VAZÃO

A seguir, conforme a metodologia de dimensionamento adotada pelo PEMAPES – ver documento “Metodologia para elaboração dos estudos hidráulicos e hidrológicos para áreas críticas quanto ao risco de enchentes”, estão definidos os passos adotados para a estimativa das vazões afluentes às diversas bacias de drenagem estabelecidas para a cidade neste diagnóstico. Utilizando as diretrizes estabelecidas neste relatório os resultados foram obtidos considerando uma precipitação com período de retorno de 25 anos. O hidrograma unitário e o hidrograma definitivo apresentados a seguir referem-se aos resultados do dimensionamento da bacia de contribuição do Canal 4 proposto (112,15 hectares e um tempo de concentração de 34,65 minutos). Neste estudo os hidrogramas foram calculados para cada trecho dos canais propostos.

No **Quadro 5.1** estão apresentadas as precipitações máximas diárias na estação 01739005 da Agência Nacional de Águas. Na coluna "Precipitação ordenada" estas precipitações estão ordenadas em ordem decrescente, independentemente do ano de ocorrência.

Quadro 5.1 - Precipitações máximas diárias

ANO	PRECIPITAÇÃO MÁXIMA DIÁRIA (mm)	PRECIPITAÇÃO ORDENADA (mm)	PERÍODO DE RETORNO (TR) (anos)	PROBABILIDADE (%)
1955	102,40	162,00	50,00	2,00
1956	93,80	126,10	25,00	4,00
1957	57,00	102,40	16,67	6,00
1958	61,30	98,90	12,50	8,00
1959	63,50	97,60	10,00	10,00
1960	90,00	96,80	8,33	12,00
1961	68,10	96,60	7,14	14,00
1962	75,50	95,00	6,25	16,00
1963	80,00	94,70	5,56	18,00
1966	52,00	94,60	5,00	20,00
1967	70,00	93,80	4,55	22,00
1968	73,00	93,30	4,17	24,00
1969	96,60	92,40	3,85	26,00
1972	50,00	91,10	3,57	28,00
1973	88,00	90,00	3,33	30,00
1974	93,30	89,50	3,13	32,00
1975	59,00	88,00	2,94	34,00
1976	78,10	82,90	2,78	36,00
1977	70,80	80,00	2,63	38,00
1978	92,40	79,30	2,50	40,00
1979	55,50	78,10	2,38	42,00
1980	75,70	75,70	2,27	44,00
1981	68,00	75,50	2,17	46,00
1982	95,00	73,00	2,08	48,00
1983	94,60	72,00	2,00	50,00
1984	79,30	70,80	1,92	52,00
1985	58,90	70,50	1,85	54,00
1986	70,50	70,00	1,79	56,00

**Quadro 5.1 - Precipitações máximas diárias (continuação)**

ANO	PRECIPITAÇÃO MÁXIMA DIÁRIA (mm)	PRECIPITAÇÃO ORDENADA (mm)	PERÍODO DE RETORNO (TR) (anos)	PROBABILIDADE (%)
1988	53,50	68,90	1,72	58,00
1990	50,90	68,10	1,67	60,00
1991	91,10	68,00	1,61	62,00
1992	52,80	67,20	1,56	64,00
1993	72,00	63,50	1,52	66,00
1994	60,70	61,30	1,47	68,00
1995	58,50	60,70	1,43	70,00
1996	82,90	59,80	1,39	72,00
1997	89,50	59,00	1,35	74,00
1998	67,20	58,90	1,32	76,00
1999	94,70	58,50	1,28	78,00
2000	96,80	57,00	1,25	80,00
2001	44,70	55,50	1,22	82,00
2002	126,10	53,50	1,19	84,00
2003	97,60	52,80	1,16	86,00
2004	48,60	52,00	1,14	88,00
2005	162,00	50,90	1,11	90,00
2006	68,90	50,00	1,09	92,00
2007	59,80	48,60	1,06	94,00
2008	44,50	44,70	1,04	96,00
2009	98,90	44,50	1,02	98,00
<b>Média =</b>	<b>76,20</b>		<b>Desv. Pad.=</b>	<b>22,26</b>

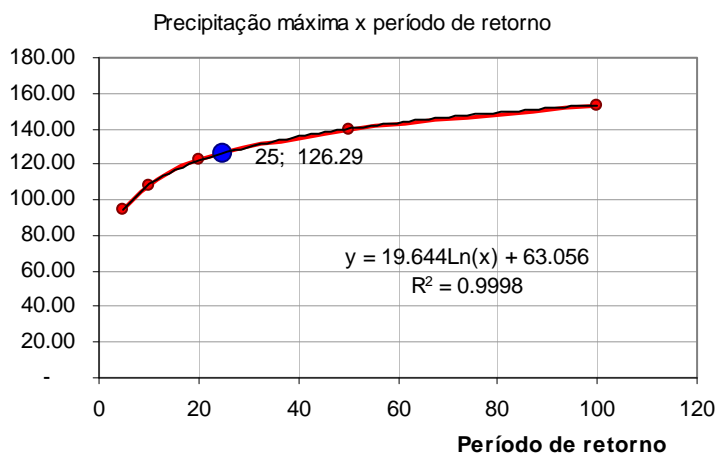
A média aritmética das precipitações é igual a 76,20 mm. O desvio padrão da amostra das precipitações é igual a 22,26 mm.

No **Quadro 5.2** estão apresentadas as precipitações calculadas pelo método de Gumbel para períodos de retornos diversos. Na **Figura 5.1** estão indicados os pontos com as precipitações e períodos de retorno calculados, bem como a curva definida a partir dos resultados do método de Gumbel.

**Quadro 5.2 - Precipitações máximas - 1 dia**

PERÍODO DE RETORNO (anos)	Y	PRECIPITAÇÃO MÁX. DIÁRIA (mm)
5	1,500	94,28
10	2,250	108,54
20	2,970	122,24
50	3,902	139,97
100	4,600	153,25

Figura 5.1 - Precipitações máximas x período de retorno



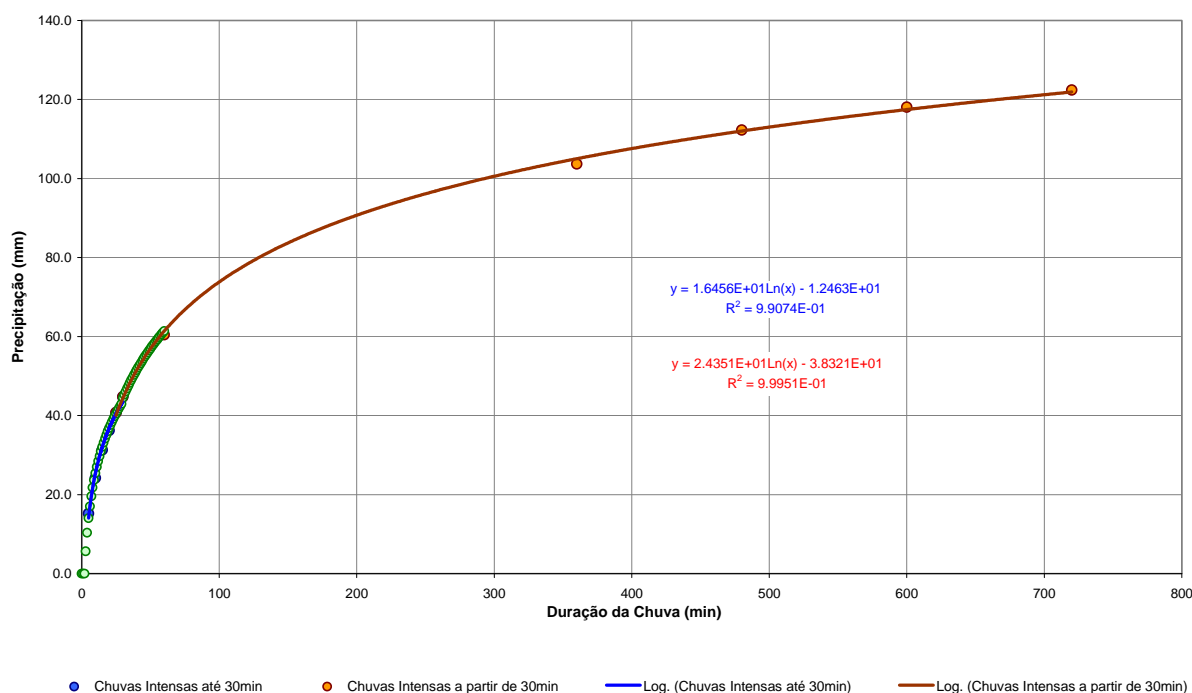
A partir destas informações, o passo seguinte nesta atividade é definir a chuva de 24 horas que, segundo a bibliografia utilizada, pode ser calculada a partir da chuva de 1 dia aplicando-se um fator igual a 1,14. Desta maneira obteve-se  $P_{24h}$  igual a 143,97 mm.

Para calcular as precipitações das diferentes durações serão utilizadas as seguintes relações (Quadro 5.3 e Figura 5.2):

Quadro 5.3 – Relações entre alturas pluviométricas

RELAÇÃO ENTRE ALTURAS PLUVIOMÉTRICAS	COEFICIENTES	PRECIPITAÇÃO (mm)
5 min / 30 min	0,34	15,2
10 min / 30 min	0,54	24,2
15 min / 30 min	0,70	31,3
20 min / 30 min	0,81	36,2
25 min / 30 min	0,91	40,7
30 min / 1 h	0,74	44,7
1 h / 24 h	0,42	60,5
6 h / 24 h	0,72	103,7
8 h / 24 h	0,78	112,3
10 h / 24 h	0,82	118,1
12 h / 24 h	0,85	122,4

Figura 5.2 - Chuvas intensas



Para o cálculo da precipitação efetiva, isto é, parcela do total da precipitação que gera vazão foi considerado o método do SCS, *Soil Conservation Service*. Este método utiliza o parâmetro curva número (CN) que retrata a as condições do solo e de sua cobertura, em termos de permeabilidade. O **Quadro 5.4** apresenta os resultados da precipitação efetiva considerando-se valor de CN igual a 92, tentando caracterizar as condições topográficas, geotécnicas e de cobertura vegetal da região.

Quadro 5.4 – Precipitações total e efetiva

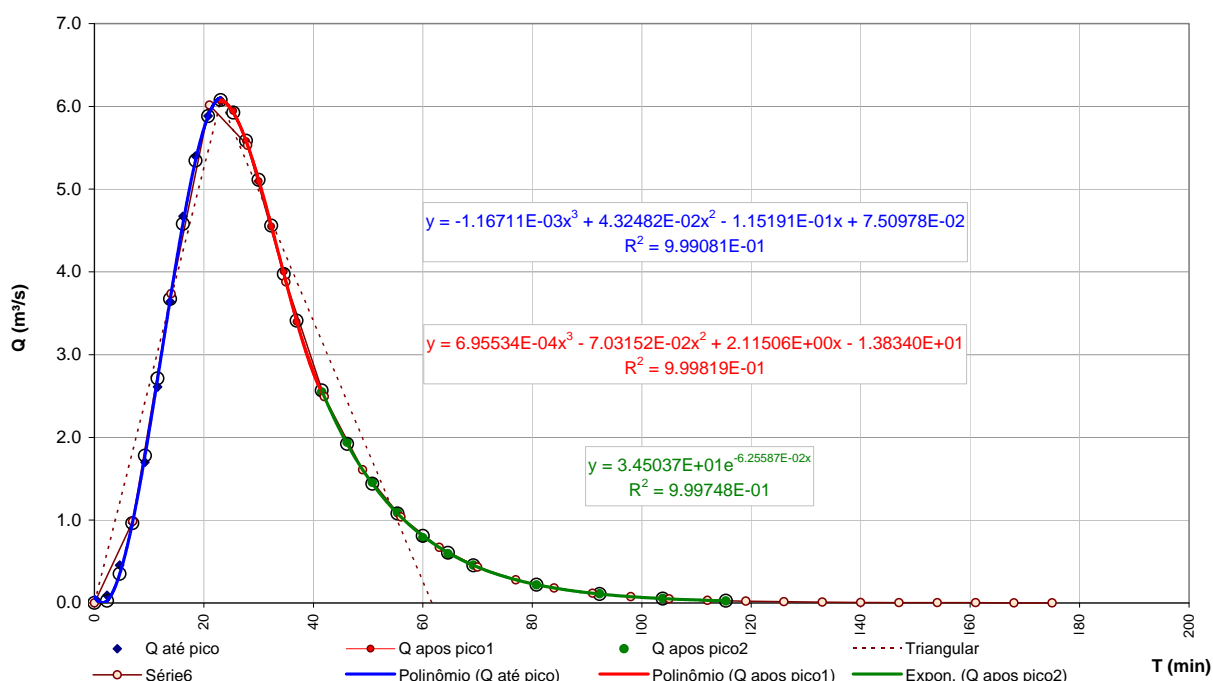
TEMPO (min)	PRECIPITAÇÃO TOTAL (mm)	INCREMENTO (mm)	INCREMENTO REARRANJADO (mm)	INCREMENTO REARRANJADO ACUMULADO (mm)	PRECIPITAÇÃO EFETIVA TOTAL (mm)	INCREMENTO DE PRECIPITAÇÃO EFETIVA (mm)
0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00
7	19,6	19,6	2,6	2,6	0,0	0,00
14	31,0	11,4	6,7	9,2	0,9	0,86
21	37,6	6,7	19,6	28,8	12,8	11,93
28	42,4	4,7	11,4	40,2	22,1	9,34
35	48,3	5,9	5,9	46,1	27,2	5,10
42	52,7	4,4	4,7	50,8	31,4	4,21
49	56,4	3,8	4,4	55,3	35,4	4,01
56	59,7	3,3	3,8	59,0	38,9	3,43
63	62,6	2,9	3,3	62,3	41,9	2,99
70	65,1	2,6	2,9	65,1	44,5	2,66
77	67,5	2,3	2,3	67,5	46,7	2,16
84	69,6	2,1	2,1	69,6	48,7	1,98
91	71,5	1,9	1,9	71,5	50,5	1,83
98	73,3	1,8	1,8	73,3	52,2	1,70
105	75,0	1,7	1,7	75,0	53,8	1,58

Quadro 5.4 – Precipitações total e efetiva (continuação)

TEMPO (min.)	PRECIPITAÇÃO TOTAL (mm)	INCREMENTO (mm)	INCREMENTO REARRANJADO (mm)	INCREMENTO REARRANJADO ACUMULADO (mm)	PRECIPITAÇÃO EFETIVA TOTAL (mm)	INCREMENTO DE PRECIPITAÇÃO EFETIVA (mm)
112	76,6	1,6	1,6	76,6	55,2	1,48
119	78,1	1,5	1,5	78,1	56,6	1,40
126	79,4	1,4	1,4	79,4	58,0	1,32
133	80,8	1,3	1,3	80,8	59,2	1,25
140	82,0	1,2	1,2	82,0	60,4	1,19
Total		82,0	82,0			60,40

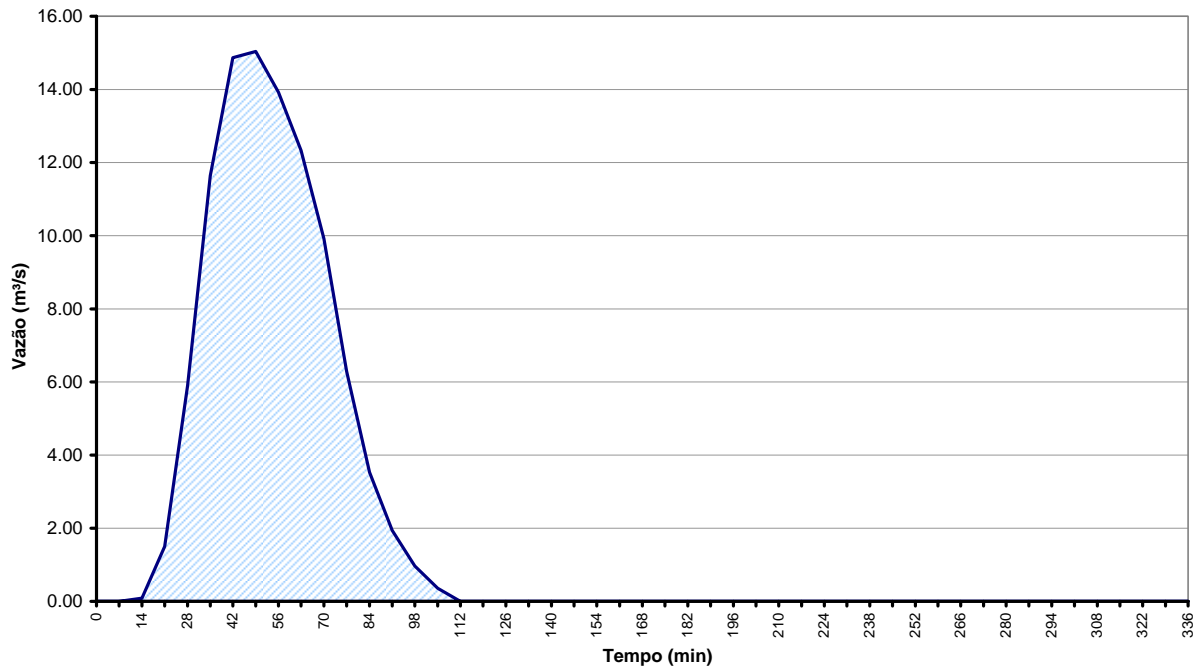
O traçado do hidrograma curvilíneo foi obtido a partir do hidrograma unitário triangular (Figura 5.3):

Figura 5.3 - Hidrogramas triangular e curvilíneo



A partir dos dados calculados da chuva efetiva e dos dados das ordenadas do hidrograma curvilíneo para os tempos estabelecidos, foram definidos os elementos necessários para o estabelecimento do hidrograma definitivo (Figura 5.4). No Quadro 6.1, apresentado no capítulo seguinte, estão listadas as informações que caracterizam e resumem os estudos hidrológicos efetuados.

Figura 5.4 - Hidrograma definitivo





## 6 SOLUÇÕES PROPOSTAS

### 6.1 INTERVENÇÕES ESTRUTURAIS DE MACRODRENAGEM

Nos desenhos DE.1121.00-DRE-7-1-001 a 004 estão indicadas as propostas de construção de diversos canais predominantemente localizados ao longo do contorno superior do sistema viário da cidade, definidos em função da interpretação do relevo da cidade, dos processos de expansão urbana e dos problemas detectados nas inspeções de campo. A experiência de técnicos da Geohidro na elaboração de estudos e projetos de drenagem pluvial, quando considerando abordagens em áreas de contribuição com características similares, indica a necessidade da construção de obras de macrodrenagem para atendimento a determinados setores da cidade sob pena da formação de pontos de alagamentos que venham a afetar as edificações existentes e a prejudicar a fluidez do tráfego.

O conceito adotado neste estudo foi o de proposição de canais para a captação das águas superficiais que escoam difusamente ainda nas partes altas do sistema viário, de modo a organizar o escoamento do fluxo em direção às áreas de talvegues e de baixadas. Quase todos os canais foram propostos em caráter preventivo, concebidos então como um mecanismo de interceptação das águas antes que o fluxo atinja os locais onde hoje estão situadas as áreas críticas (evitando os alagamentos) e as encostas (evitando erosões).

Os canais propostos, em sua maioria, não são extensos, não têm grandes seções e nem conformam redes hídricas complexas, dado que as áreas de contribuições são reduzidas; de forma geral, nas áreas altas foram propostos em consonância com o traçado do sistema viário da cidade, enquanto nas áreas de encosta foram propostos em consonância com as linhas de talvegue até o lançamento no corpo receptor.

Nesse cenário particularizam-se canais das bacias 19, 20 e 30, propostos em linhas de talvegue e vale onde foram verificadas áreas críticas de inundação ou de alagamento (A, D, E e F, conforme ilustrado nas peças gráficas).

Todos os dispositivos estão localizados em áreas de ocupação urbana consolidada ou em intenso processo de consolidação. Cabe ressaltar que em estudos subseqüentes deverão ser detalhadas com maior propriedade as localizações e as dimensões ora estabelecidas.

O projeto também contempla a indicação de duas pequenas lagoas de amortecimento, com o objetivo de reduzir em certo grau os picos das enchentes nos córregos Monte Castelo e Charqueado. Por mais que a diretriz do amortecimento de cheias não seja prioritária em Teixeira de Freitas porque os vales são profundos e porque a ocupação dessas áreas ainda é restrita, à jusante destas lagoas já se verifica a tendência à expansão de assentamentos em direção às áreas baixas.

No **Quadro 6.1** estão indicadas as vazões afluentes aos canais propostos, bem como as informações preliminares a respeito das dimensões deles como canal com seção retangular. Estes canais foram dimensionados a partir da determinação das vazões afluentes aos trechos considerados utilizando a equação de Manning para regime livre de escoamento, utilizando coeficiente de rugosidade de 0,013 relacionado às estruturas de concreto armado.

**Quadro 6.1 – Dimensões dos canais propostos**

CANAL	TR	EXTENSÃO (m)	ÁREA (ha)	TC. (min)	C/CN <sup>(1)</sup>	VAZÃO (l/s)	DECLIV. (m/m)	BASE (m)	ALTURA (m)	VELOC. (m/s)
1	1	250,00	11,60	15,00	0,70	2.824,59	0,0076	1,20	0,90	3,22
	2	160,00	11,22	15,00	0,70	2.732,06	0,0077	1,20	0,90	3,22
	3	130,00	25,16	15,68	0,70	5.994,64	0,0042	1,70	1,30	3,10
2	1	190,00	7,25	20,00	0,70	1.519,29	0,0114	1,00	0,70	3,22
	2	220,00	6,12	10,00	0,70	1.770,70	0,0103	1,00	0,70	3,22
	3	70,00	14,61	20,36	0,70	3.031,11	0,0073	1,30	0,90	3,23
3	1	90,00	5,40	10,00	0,70	1.562,38	0,0112	1,00	0,70	3,22
	2	50,00	2,52	5,00	0,70	804,12	0,0175	0,80	0,50	3,22
	3	50,00	8,50	10,26	0,70	2.436,80	0,0077	1,20	0,90	3,13
4	1	420,00	35,22	30,00	0,70	5.944,29	0,0042	1,70	1,30	3,10
	2	320,00	78,36	31,73	0,70	12.887,68	0,0028	2,30	1,90	3,22
	3	560,00	112,15	34,65	92,00	14.526,27	0,0026	2,50	2,00	3,22
5	1	220,00	10,26	15,00	0,70	2.498,30	0,0082	1,20	0,90	3,22
6	1	310,00	22,56	20,00	0,70	4.727,60	0,0054	1,60	1,10	3,22
7	1	220,00	16,81	20,00	0,70	3.522,65	0,0065	1,30	1,00	3,21
8	1	260,00	5,90	5,00	0,70	1.882,66	0,0099	1,00	0,70	3,22
	2	40,00	1,62	5,00	0,70	516,93	0,0125	0,70	0,50	2,54
	3	30,00	7,63	5,16	0,70	2.446,17	0,0082	1,20	0,90	3,21
9	1	120,00	6,35	5,00	0,70	2.026,25	0,0094	1,20	0,70	3,22
10	1	240,00	4,94	5,00	0,70	1.576,33	0,0111	1,00	0,70	3,22
11	1	360,00	25,53	15,00	0,70	6.216,53	0,0045	1,70	1,30	3,20
12	1	180,00	8,79	15,00	0,70	2.140,36	0,0091	1,10	0,80	3,22
	2	220,00	17,58	16,15	0,70	4.126,89	0,0059	1,40	1,10	3,21
	3	250,00	4,87	5,00	0,70	1.553,99	0,0112	1,00	0,70	3,22
	4	140,00	6,80	5,73	0,70	2.196,21	0,0090	1,20	0,70	3,23
	5	20,00	24,41	16,25	0,70	5.711,51	0,0047	1,70	1,20	3,21
13	1	260,00	5,07	5,00	0,70	1.617,81	0,0109	1,00	0,70	3,22
	2	110,00	6,12	5,57	0,70	1.975,15	0,0096	1,20	0,70	3,22
14	1	360,00	6,66	5,00	0,70	2.125,17	0,0091	1,20	0,70	3,22
	2	80,00	7,42	5,42	0,70	2.390,85	0,0084	1,20	0,80	3,22
15	1	240,00	14,79	20,00	0,70	3.099,34	0,0071	1,30	0,90	3,22
16	1	120,00	9,40	15,00	0,70	2.288,89	0,0084	1,20	0,80	3,18
	2	90,00	21,16	15,47	0,70	5.074,26	0,0051	1,60	1,20	3,21
	3	570,00	12,18	10,00	0,70	3.524,04	0,0065	1,30	1,00	3,21
	4	120,00	22,67	10,63	0,70	6.414,93	0,0044	1,70	1,35	3,21
	5	50,00	44,45	15,73	0,70	10.571,04	0,0025	2,20	1,80	2,93
17	1	700,00	60,05	30,00	0,70	10.135,00	0,0032	2,20	1,65	3,21
18	1	470,00	43,00	50,00	0,70	5.571,59	0,0035	1,70	1,30	2,85
	2	160,00	43,62	50,94	0,70	5.571,59	0,0041	1,70	1,30	3,03
19	1	370,00	59,23	45,00	0,70	8.143,04	0,0037	2,00	1,50	3,20
	2	350,00	118,26	46,83	92,00	13.537,97	0,0027	2,50	1,90	3,23
	3	470,00	150,35	49,27	92,00	16.938,00	0,0023	2,80	2,20	3,21
	4	250,00	15,41	20,00	0,70	3.229,27	0,0020	1,50	1,20	2,01

**Quadro 6.1 – Dimensões dos canais propostos (continuação)**

CANAL	TR	EXTENSÃO (m)	ÁREA (ha)	TC. (min)	C/CN <sup>(1)</sup>	VAZÃO (l/s)	DECLIV. (m/m)	BASE (m)	ALTURA (m)	VELOC. (m/s)
19	5	120,00	7,33	10,00	0,70	2.120,79	0,0087	1,20	0,80	3,17
	6	320,00	35,46	22,67	0,70	6.922,58	0,0043	1,70	1,40	3,23
	7	160,00	190,65	50,11	92,00	21.052,72	0,0020	3,00	2,40	3,21
20	1	320,00	43,23	35,00	0,70	6.781,40	0,0020	2,00	1,60	2,42
	2	310,00	65,63	37,15	0,70	9.991,58	0,0030	2,10	1,70	3,10
	3	740,00	106,19	41,15	92,00	12.824,25	0,0025	2,40	1,90	3,09
21	1	700,00	58,58	45,00	0,70	8.053,68	0,0037	2,00	1,50	3,19
22	1	140,00	6,18	10,00	0,70	1.788,06	0,0103	1,00	0,70	3,23
	2	250,00	9,91	10,00	0,70	2.867,26	0,0075	1,20	0,90	3,21
	3	30,00	16,18	10,16	0,70	4.655,66	0,0054	1,50	1,10	3,20
23	1	110,00	19,58	20,00	0,70	4.103,12	0,0059	1,40	1,10	3,21
	2	550,00	12,10	10,00	0,70	3.500,90	0,0065	1,30	1,00	3,20
	3	170,00	35,97	20,89	0,70	7.357,54	0,0040	1,70	1,50	3,18
24	1	390,00	25,31	20,00	0,70	5.303,88	0,0050	1,60	1,20	3,22
25	1	300,00	6,98	10,00	0,70	2.019,53	0,0067	1,20	0,80	2,84
	2	370,00	8,55	15,00	0,70	2.081,92	0,0057	1,20	0,80	2,69
	3	90,00	16,12	16,00	0,70	3.801,63	0,0062	1,30	1,10	3,20
26	1	150,00	9,29	15,00	0,70	2.262,11	0,0087	1,20	0,70	3,22
	2	80,00	1,48	5,00	0,70	472,26	0,0249	0,60	0,40	3,22
	3	30,00	10,85	15,16	0,70	2.628,61	0,0079	1,20	0,80	3,22
27	1	260,00	10,01	10,00	0,70	2.896,20	0,0075	1,20	0,90	3,22
28	1	410,00	9,19	15,00	0,70	2.237,76	0,0088	1,20	0,70	3,22
29	1	510,00	65,14	40,00	0,70	9.543,57	0,0033	2,20	1,50	3,19
	2	320,00	19,68	20,00	0,70	4.124,08	0,0059	1,40	1,10	3,20
	3	250,00	90,07	41,31	0,70	12.971,95	0,0028	2,30	1,90	3,22
30	1	570,00	528,16	75,00	91,00	47.256,09	0,0012	5,00	3,20	3,22
31	1	230,00	5,33	10,00	0,70	1.542,13	0,0112	1,00	0,70	3,21
	2	90,00	1,05	5,00	0,70	335,05	0,0320	0,60	0,30	3,20
	3	160,00	9,47	10,83	0,70	2.660,05	0,0079	1,20	0,80	3,23
32	1	250,00	20,54	15,00	0,70	5.001,47	0,0051	1,80	1,00	3,21
	2	450,00	9,29	10,00	0,70	2.687,88	0,0078	1,20	0,90	3,22
	3	110,00	47,43	15,57	0,70	11.337,47	0,0031	2,20	1,80	3,22
33	1	250,00	13,25	20,00	0,70	2.776,63	0,0076	1,20	0,90	3,21
	2	170,00	3,89	5,00	0,70	1.241,28	0,0130	1,00	0,60	3,21
	3	270,00	45,95	21,41	0,70	9.268,89	0,0033	2,20	1,50	3,17
	4	260,00	75,03	22,78	0,70	14.605,77	0,0025	2,50	2,00	3,18

Nota: De acordo com a metodologia do PEMAPES apresentada no relatório "Metodologia para elaboração dos estudos hidráulicos e hidrológicos para áreas críticas quanto ao risco de enchentes", define-se a utilização do método racional para o cálculo das vazões para áreas de contribuição menores que 100 ha. Para áreas maiores utiliza-se o método do hidrograma unitário. (1) Os índices C e CN correspondem respectivamente aos coeficientes dos métodos racional e do hidrograma unitário.

Considerando-se a magnitude das vazões envolvidas, as declividades máximas fixadas foram aquelas que resultaram em velocidades máximas de escoamento em torno de 3,0 m/s. Mesmo assim, é importante atentar que a topografia da cidade poderá condicionar em determinados trechos uma maior

declividade longitudinal que, por sua vez, deverá implicar em velocidades de fluxos bem maiores a este limite, impondo a utilização intensa de canais com o fundo em degraus. Estes dispositivos deverão ser concebidos com objetivo de dissipar gradativamente a energia potencial do fluxo em razão dos desníveis topográficos existentes, permitindo ao fluxo escoar com velocidade máxima no limite fixado.

Com relação às questões convencionais de execuções de obras de macrodrenagem pluvial, as informações apresentadas no desenho anexo e no **Quadro 6.1** são suficientes para caracterizar a proposta deste estudo integrante do PEMAPES, enquanto elemento para subsidiar ações do plano. É preciso enfatizar, no entanto, que a questão da pavimentação das vias urbanas e da execução de redes de microdrenagem é de fundamental importância para o sucesso da proposta da intervenção, pois é imprescindível a ordenação do fluxo desde as partes altas das bacias de drenagem até os talvegues onde são propostos estes canais, ainda mais considerando-se as características morfológicas do terreno em que se situa a Cidade de Teixeira de Freitas.

Por fim, cabe destacar que os trechos 19.1 a 19.3 e 19.7 (bacia 19), 20.1 a 20.3 (bacia 20), 21.1 (bacia 21) e 30.1 (bacia 30) deverão ser construídos num horizonte de projeto imediato, dado que estes dispositivos compõem uma parte fundamental das soluções previstas para as áreas críticas identificadas em inspeções de campo (seja porque desviam o fluxo das águas a montante das áreas críticas, porque ordenam o fluxo nesses locais ou porque viabilizam o escoamento das águas pluviais a jusante das áreas críticas até o lançamento em corpo receptor seguro).

Os demais trechos ou dispositivos, ainda que não sejam prioritários, não deixam de ser importantes dentro do contexto do macro sistema de drenagem pluvial da cidade. Podem ser construídos numa segunda etapa de intervenção, porém devem ser sempre considerados no âmbito do planejamento da ocupação do solo e da gestão dos recursos hídricos. Deve-se levar em conta que na medida em que as cidades se desenvolvem, maior é o grau de impermeabilização do terreno e maiores são as possibilidades de ocorrência de alagamentos, enxurradas, erosões e inundações. Neste sentido, uma postura pró-ativa por parte do Poder Público é fundamental.

A programação de execução destes canais de segunda etapa deverá estar relacionada à magnitude dos recursos financeiros disponíveis e a quesitos sócio-econômicos, urbanísticos e técnicos. De modo geral, por conta das vazões envolvidas, deverão ser priorizadas as linhas principais de cada bacia, ficando os ramais secundários em função da disponibilidade financeira. Dentro desta concepção, imagina-se que para a construção das linhas principais serão necessários aproximadamente 40% dos recursos requeridos para a segunda etapa.

## 6.2 PREVISÃO DE INVESTIMENTOS

No **Anexo 8.1** está apresentada planilha contendo os quantitativos e o resumo do orçamento da versão preliminar das obras. Os custos unitários foram obtidos nas planilhas de preços da Embasa ano base 2007/Ago, com índice de reajuste de 20%.

O valor total das obras de macrodrenagem foi calculado em R\$ 88.114.000,00, conforme calculado nas planilhas resumo de quantitativos e orçamentos apresentados anexos a este documento.

Estes custos não contemplam obras de microdrenagem. Experiências anteriores dos técnicos da Geohidro mostram que os custos referentes à implantação de redes de microdrenagem chegam a 90% dos custos relativos à construção de canais de concreto armado. Em função das características topográficas dessa cidade foram previstas estruturas de macrodrenagem de pequeno porte, nas cristas

de morro, a fim de se evitar processos erosivos e, principalmente, nas vias, para evitar alagamentos em pontos críticos, que, na realidade, poderiam ser classificadas como sendo de microdrenagem. Os custos para a construção dessas estruturas já estão incorporadas ao estimado para a implantação da macrodrenagem e, desta forma, o percentual referente à construção de microdrenagem chegaria, para o caso de Teixeira de Freitas, a 60% do orçamento referente às obras de macrodrenagem, o que corresponde ao valor de R\$ 52.886.400,00.

No entanto, para a solução dos problemas nas bacias de contribuição onde foram identificadas áreas críticas (ou seja, para a primeira etapa das obras) o custo do sistema de macrodrenagem é estimado em R\$ 22.635.000,00, enquanto os custos referentes ao sistema de microdrenagem são de R\$ 13.581.000,00.

Para a segunda etapa das obras o custo estimado para os canais de macrodrenagem é, portanto, de R\$ 65.479.000,00, sendo que as linhas principais representam 40% desse valor (R\$ 26.191.600,00). Os custos referentes ao sistema de microdrenagem na segunda etapa estão na ordem de R\$ 39.287.400,00.

Cabe destacar que nas vias não pavimentadas os investimentos em microdrenagem só deverão ser efetuados em concomitância com as obras de pavimentação das mesmas.

## 7 AÇÕES PROPOSITIVAS

O PEMAPES é um plano que se desenvolve num nível macro, englobando todo o Estado da Bahia, a partir das Regiões de Desenvolvimento Sustentável. Por conta disto, diversos outros estudos devem ser desenvolvidos entre as propostas deste plano e suas respectivas implementações. Neste item destaca-se um conjunto de estudos e outras ações que são propostas para etapas subsequentes deste plano.

Basicamente podem ser destacados dois grupos de ações que devem passar por caminhos diferentes ao longo do tempo. Um primeiro tipo de ação diz respeito ao enfretamento das áreas críticas, onde serão identificadas situações que requerem mais rápida tramitação e intervenção. Na maioria dos casos corresponde a soluções estruturais relativas à melhoria da infra-estrutura urbana.

O segundo conjunto de ações demanda aprofundamentos que passam, inclusive, por etapas de planejamento em escala mais detalhada, seja no nível de uma RDS ou mesmo dentro de uma própria localidade. A maioria das ações classificadas como de natureza não estrutural e algumas dentre as estruturais estão neste grupo. Estas últimas, apontadas neste PEMAPES com caráter preventivo, geralmente requerem maiores aprofundamentos, pois os estudos presentemente realizados levantaram dados específicos apenas nas áreas consideradas críticas.

As inspeções de campo efetuadas e a interpretação dos resultados dos estudos indicam diversas ações a serem propostas para o planejamento da questão da drenagem pluvial de Teixeira de Freitas.

### 7.1 ELABORAÇÃO DE PLANO DIRETOR DE SANEAMENTO BÁSICO

Predominantemente o sucesso de investimentos em obras de infra-estrutura urbana está vinculado ao planejamento delas e na forma como se relacionam entre si. É necessário que o gestor público tenha o domínio das necessidades das diversas comunidades que compõem o cenário urbano local, de modo a poder elencar as ações de curto e médio prazo necessárias às diversas etapas de execução das obras, como a realização de audiências públicas, a elaboração de projeto, a captação de recursos, a realização de licitações e a construção em si.

A elaboração de um Plano Diretor de Saneamento Básico, vinculado às diretrizes do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano, é o melhor mecanismo para se obter um planejamento racional destas ações, uma vez que a concepção de ações isoladas representa uma tendência antiga, muitas vezes dissociada do contexto urbano como um todo. A valorização de estudos técnicos apoiados na utilização de ações programadas representa a melhor opção da gestão pública.

Dentre as ações estabelecidas pelo Plano Diretor de Saneamento Básico deverá constar a construção dos canais propostos neste estudo, a estimativa dos custos dos investimentos em infra-estrutura para o saneamento da cidade e a definição da hierarquização das obras em relação aos apelos técnico e social.

### 7.2 CRIAÇÃO DE BACIAS DE AMORTECIMENTOS DE ENCHENTES

Conforme pode ser observado nos desenhos DE.1121.00-DRE-17-1-001 a 004 é indicado o local para a construção de dois reservatórios de águas pluviais, cabendo a estudos complementares, principalmente estudos técnico-econômicos e de impactos ambientais, a consolidação do volume de reservação e do contorno do espelho d'água, dentre outros aspectos. Recomenda-se que a implantação de tais lagoas

esteja atrelada a programas de urbanização da cidade, uma vez que envolve ações múltiplas, relacionadas inclusive com a questão do lazer da população e do embelezamento da cidade.

Para todos os casos torna-se imprescindível a definição dos lotes e edificações que deverão ser desapropriados para a instalação dessa lagoa e a proteção de seu contorno ante novas pressões por expansão urbana.

### 7.3 MELHORIA E AMPLIAÇÃO DO SISTEMA DE MACRO E MICRODRENAGEM EXISTENTE

É importante que a Prefeitura de Teixeira de Freitas proceda à elaboração de um cadastro dos dispositivos de microdrenagem já implantados e seu estado de conservação, de modo a subsidiar informações para um estudo aprofundado acerca de suas capacidades hidráulicas e, posteriormente, a execução de obras para sua adaptação às condições desejadas. A carência de dados cadastrais foi parcialmente suprida pelas informações obtidas no levantamento em campo acerca desses dispositivos e das áreas críticas, algumas delas ilustradas no relatório fotográfico apresentado como anexo.

Cabe destacar que o sucesso da intervenção proposta no âmbito da macro drenagem para Teixeira de Freitas está intimamente relacionada à recuperação e ampliação do sistema de microdrenagem existente, uma vez que as águas pluviais atingem as vias públicas de forma difusa nos períodos de chuvas intensas. O Plano Diretor de Saneamento Básico deverá estabelecer linhas de ação para a ampliação gradual da cobertura do sistema de captação e coleta das águas pluviais.

Além do cadastro dos dispositivos existentes na cidade, também recomenda-se a sistematização de rotinas de manutenção e limpeza visto que a obstrução dos cursos d'água e dos coletores de águas pluviais por resíduos sólidos e matéria orgânica, pelo acúmulo de sedimentos (assoreamento) ou simplesmente por estruturas mal conservadas pode ser a causa para a ocorrência de inundações facilmente evitáveis.

### 7.4 ADOÇÃO DE ESTRATÉGIAS PARA A INFILTRAÇÃO E UTILIZAÇÃO DE ÁGUAS DE CHUVA

A recomendação de reutilizar as águas de chuva é uma diretriz da corrente contemporânea de planejamento e gestão dos recursos hídricos, que praticamente se converte em premissa diante de um cenário iminente de escassez de água potável. Além da redução do consumo de água potável, tão oneroso à população e ao Estado, o reuso das águas de chuva atrela-se também à expectativa da redução do fluxo de águas pluviais que escoam em direção aos sistemas de micro e de macrodrenagem existentes e propostos, dado que sua retenção em reservatórios artificiais para o uso posterior representa, de certa forma, o amortecimento das enchentes.

A corrente contemporânea do planejamento e gestão dos recursos hídricos também preconiza a adoção de incentivos para a infiltração de águas pluviais. Em comparação com as diretrizes de canalização e de amortecimento, esta é a alternativa que melhor se apresenta pois possibilita a recarga de aquíferos, a reaproximação às condições naturais de escoamento e uma notável diminuição dos custos com obras de infra-estrutura. Estratégias como o fomento à substituição de revestimentos por pavimentos porosos (em áreas de estacionamento, quintais etc.) e à criação de elementos que facilitem a percolação e infiltração como valas e trincheiras deverão propiciar, num horizonte de médio prazo, a redução das vazões afluentes aos canais de macro drenagem.

Nesse sentido, é importante a promulgação de leis que condicionem a liberação de alvarás de construção e de licenças ambientais à proposição de mecanismos de reservação e reuso das águas de

chuva para os novos empreendimentos de caráter pluridomiciliar, comercial, industrial e público que venham a se instalar em Teixeira de Freitas. De forma análoga, é interessante a criação de incentivos para a instalação gradual de mecanismos similares nos empreendimentos já implantados e inclusive nas edificações uniresidenciais.

#### 7.5 PRESERVAÇÃO DAS ÁREAS MARGINAIS AOS CURSOS D'ÁGUA E CANAIS DE DRENAGEM

Frequentemente se observa nas cidades brasileiras a tendência à ocupação das áreas marginais e de áreas não edificáveis, por conta de aspectos como a carência de espaço para a expansão urbana, o alto custo dos terrenos urbanos e a permissividade do Poder Público, entre outros. Por vezes, observa-se a construção de edificações sobre a estrutura de canais de drenagem ao longo de extensos trechos, o que dificulta a realização periódica de serviços de manutenção e limpeza e, conseqüentemente, gera elementos agravantes para a ocorrência de inundações.

De fato, já se verifica a tendência de adensamento da ocupação urbana no entorno imediato de alguns córregos existentes no perímetro urbano de Teixeira de Freitas. É imprescindível que a Prefeitura assegure a proteção das áreas marginais aos cursos d'água, de forma a coibir, em médio prazo, a exposição ao risco de inundações e a ocorrência de tragédias que podem ser evitadas por um planejamento urbano eficaz.



## 8 ANEXOS

## 8.1 PLANILHA RESUMO DOS QUANTITATIVOS E ORÇAMENTO DAS OBRAS

## 8.2 ÁGUAS PLUVIAIS - INFORMAÇÕES GERAIS DA SEDE MUNICIPAL DE TEIXEIRA DE FREITAS

### 8.3 PEÇAS GRÁFICAS