

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 8 – RDS 11 – OESTE BAIANO

Parte A

CIDADE DE BARREIRAS

1	APRESENTAÇÃO	1
2	CONSIDERAÇÕES GERAIS	3
2.1	BASES CONCEITUAIS DAS INTERVENÇÕES PROPOSTAS	3
2.2	ASPECTOS GERAIS PARA A CONSTRUÇÃO DAS SOLUÇÕES PROPOSTAS	4
3	QUADRO GERAL DO MANEJO DAS ÁGUAS PLUVIAIS EM BARREIRAS.....	5
4	CARACTERIZAÇÃO DAS CONDIÇÕES ATUAIS DA DRENAGEM PLUVIAL DA CIDADE.....	9
5	ESTUDOS HIDROLÓGICOS PARA DETERMINAÇÃO DE VAZÃO	11
6	SOLUÇÕES PROPOSTAS.....	17
6.1	INTERVENÇÕES ESTRUTURAIS DE MACRODRENAGEM	17
6.2	PREVISÃO DE INVESTIMENTOS	20
7	AÇÕES PROPOSITIVAS.....	21
7.1	ELABORAÇÃO DE PLANO DIRETOR DE SANEAMENTO AMBIENTAL	21
7.2	CRIAÇÃO DE BACIAS DE AMORTECIMENTO DE ENCHENTES	21
7.3	MELHORIA E AMPLIAÇÃO DO SISTEMA DE MACRO E MICRO DRENAGEM EXISTENTE	22
7.4	ADOÇÃO DE ESTRATÉGIAS PARA A INFILTRAÇÃO E UTILIZAÇÃO DE ÁGUAS DE CHUVA.....	22
8	ANEXOS	24
8.1	PLANILHA RESUMO DOS QUANTITATIVOS E ORÇAMENTO DAS OBRAS	
8.2	ÁGUAS PLUVIAIS - INFORMAÇÕES GERAIS DA SEDE MUNICIPAL DE BARREIRAS	
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 8 – Parte A do TOMO X contém os **Estudos de Áreas Críticas** para a cidade de **Barreiras**, integrante da **Região de Desenvolvimento Sustentável d do Oeste Baiano – RDS 11**.

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 Barreiras 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 Barreiras e apresentadas no volume deste plano referente à RDS 11, 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.

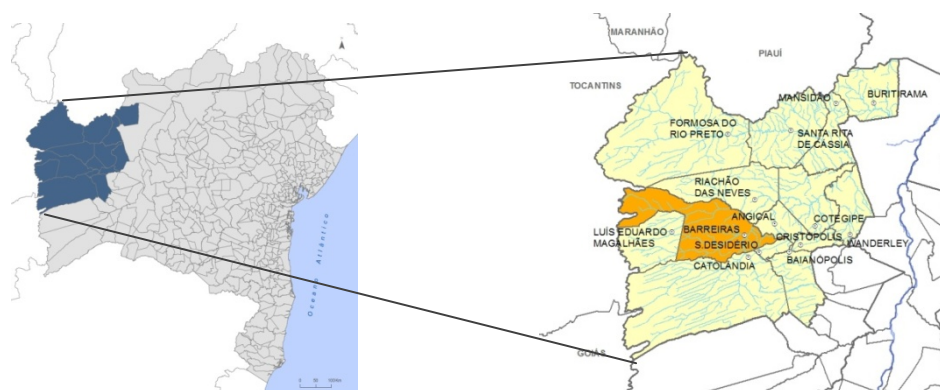
Neste estudo é proposto um traçado básico das principais estruturas de maior porte que podem ser galerias enterradas ou canais abertos. A partir deste procedimento tem-se uma idéia do porte da intervenção e com isto se estabelece seu custo a partir dos indicadores globais referidos. Posteriormente neste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

A cidade de Barreiras está inserida na Região de Desenvolvimento Sustentável do Oeste Baiano – RDS 11, conforme mostrado na Figura 3.1. O clima da região caracteriza-se por uma estação seca (maio a setembro) e outra chuvosa (outubro a abril), com precipitação pluviométrica média anual de superior a 1.200mm, e cursos d'água com permanentes vazões de base. Outras informações específicas para essa região, abordando aspectos gerais sobre do manejo de águas pluviais nesta cidade, constam no Relatório *Diagnósticos e Levantamentos – Volume 8 – Oeste Baiano*.

Figura 3.1 Localização da RDS do Oeste Baiano e da cidade de Barreiras



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.

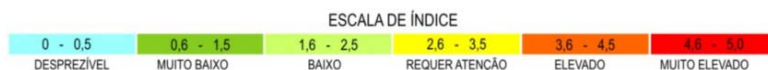
As *Inundações Ribeirinhas* são observadas a partir da tipologia da área onde ocorrem assim como a frequência com que se manifestam e outros elementos pertinentes, como área da bacia de contribuição. Melhor detalhamento da metodologia e de suas características pode ser encontrada nos relatórios relativos 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 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 resultou 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 Barreiras 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
Produção do escoamento nas bacias	Elevado	3	3,8	11,4
<i>Intensidade das chuvas locais</i>	Muito elevado	3	5,0	15,0
Ocupação urbana	Requer atenção	7	3,2	22,4
Manejo sustentável	Elevado	1	3,9	3,9
Infraestrutura de drenagem urbana	Requer atenção	5	3,4	17,0
Macrodrenagem	Baixo	3	2,5	7,5
Microdrenagem	Requer atenção	3	2,8	8,4
<i>Adequabilidade do sistema existente</i>	Elevado	7	4,0	28,0
Inundações ribeirinhas	Requer atenção	9	2,7	24,3
Impactos nas áreas críticas	Requer atenção	7	2,7	18,9
<i>Natureza dos problemas</i>	Elevado	5	4,2	21,0
<i>Possibilidade de amortecimento</i>	Muito elevado	1	4,6	4,6
Recorrência dos problemas	Requer atenção	7	3,1	21,7
Interferência na localidade	Requer atenção	7	2,8	19,6
Risco de vida humana	Muito baixo	9	1,3	11,7
Aspectos institucionais	Baixo	3	2,0	6,0
Estrutura municipal	Baixo	5	2,0	10,0
Normas e licenciamentos	Muito baixo	3	1,3	3,9
<i>Defesa civil</i>	Elevado	1	4,0	4,0
Índice global de fragilidade da localidade	Requer atenção			2,9



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

O aspecto que mais chama atenção de forma negativa, classificado com elevado potencial de fragilidade, é a produção de escoamento nas bacias. Já infraestrutura de drenagem urbana, inundações ribeirinhas e impactos nas áreas críticas foram classificados como requerendo atenção. Apenas o segmento aspectos institucionais apresenta baixa vulnerabilidade.

A alta porcentagem de área construída nos lotes, existência de apenas poucas áreas verdes e a grande intensidade das chuvas locais favorecem a geração de escoamento superficial. Além disso, há certa dificuldade para implantação de técnicas de manejo sustentável, principalmente nas áreas públicas.

Quanto às estruturas de macrodrenagem, observa-se que em geral seu potencial de fragilidade é baixo, embora a manutenção eventual e o transporte de esgoto representem certa vulnerabilidade. Em relação à microdrenagem, embora haja boa variedade de dispositivos bem conservados, a área de cobertura deles é muito baixa, além disso, também é baixa a porcentagem de vias pavimentadas na cidade. Estes dois últimos fatores, além de caracterizarem a microdrenagem com fragilidade que requer atenção, somados à existência de nove áreas críticas conferem um elevado potencial de vulnerabilidade à adequabilidade do sistema existente.

Quatro das nove áreas críticas existentes possuem potencial de fragilidade que requer atenção, devido principalmente à ausência de áreas de amortecimento de cheia, ao fato dos alagamentos ocorrerem em locais de ocupação formal e ao grande número de pessoas afetadas.

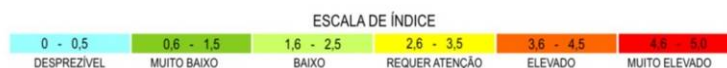
Quanto às inundações ribeirinhas, embora não tenham sido observadas inundações nos últimos anos, a área da bacia de contribuição do curso d'água que corta a cidade é grande. Portanto, o potencial de fragilidade desse segmento requer atenção, principalmente em relação a evitar que se ocupem áreas inundáveis.

Outro aspecto considerado favorável em Barreiras é em relação aos aspectos institucionais e normativos, já que a Prefeitura Municipal possui boa estrutura organizacional, embora a comissão de defesa civil seja pouco atuante e haja carência de instrumentos normativos.

Para que se possa ter uma visão global das características de Barreiras em relação ao conjunto de cidades da sua RDS é apresentado o quadro seguinte que traz os índices do potencial de fragilidade para cada uma das cidades da região e a média da RDS para cada componente do sistema.

Quadro 3.2 – Índice do potencial de fragilidade por componentes do sistema de manejo de águas pluviais por município – RDS 11

MUNICÍPIO	COMPONENTE					ÍNDICE GLOBAL	CLASSIFICAÇÃO
	Aspectos Institucionais	Bacias	Infraestrutura de drenagem urbana	Inundações ribeirinhas	Impactos nas áreas críticas		
ANGICAL	3,6	3,3	4,0	3,7	3,7	3,7	Elevado
BAIANÓPOLIS	3,3	3,9	3,5	2,7	3,1	3,2	Requer atenção
BARREIRAS	2,0	3,8	3,4	2,7	2,7	2,9	Requer atenção
BURITIRAMA	3,0	3,0	1,9	1,7	0,0	1,6	Baixo
CATOLÂNDIA	3,3	3,5	2,9	2,7	2,2	2,8	Requer atenção
COTEGIPE	3,6	2,9	3,1	0,0	0,0	1,3	Muito baixo
CRISTÓPOLIS	3,1	2,5	2,1	2,3	0,0	1,8	Baixo
FORMOSADO RIO PRETO	2,6	3,0	2,3	2,7	2,2	2,5	Baixo
LUÍS EDUARDO MAGALHÃES	1,8	2,7	3,5	2,2	2,8	2,6	Requer atenção
MANSIDÃO	2,4	3,2	3,5	0,0	2,3	1,9	Baixo
RIACHÃO DAS NEVES	3,5	3,7	2,2	0,0	1,5	1,6	Baixo
SANTA RITA DE CÁSSIA	2,9	3,0	2,3	2,7	0,0	2,0	Baixo
SÃO DESIDÉRIO	2,6	3,0	1,6	2,7	0,0	1,8	Baixo
WANDERLEY	3,8	3,1	3,2	1,6	2,2	2,5	Baixo
Média da RDS	3,0	3,2	2,8	2,0	1,6	2,3	
Desvio padrão	0,6	0,4	0,7	1,2	1,3	0,7	



O *potencial de fragilidade global* de Barreiras está acima da média regional. O destaque se faz quanto aos aspectos institucionais, cujo índice é o menor da RDS quando comparado aos demais municípios, o que significa a existência de exigência para a implantação de dispositivos de drenagem quando da pavimentação de vias, licenciamento para implantação de loteamentos, dentre outros, além de possuir Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano.

Todos os demais segmentos possuem potencial de fragilidade superior à média das cidades da RDS 11, com destaque para a produção de escoamento nas bacias, cujo potencial é o segundo maior da região.

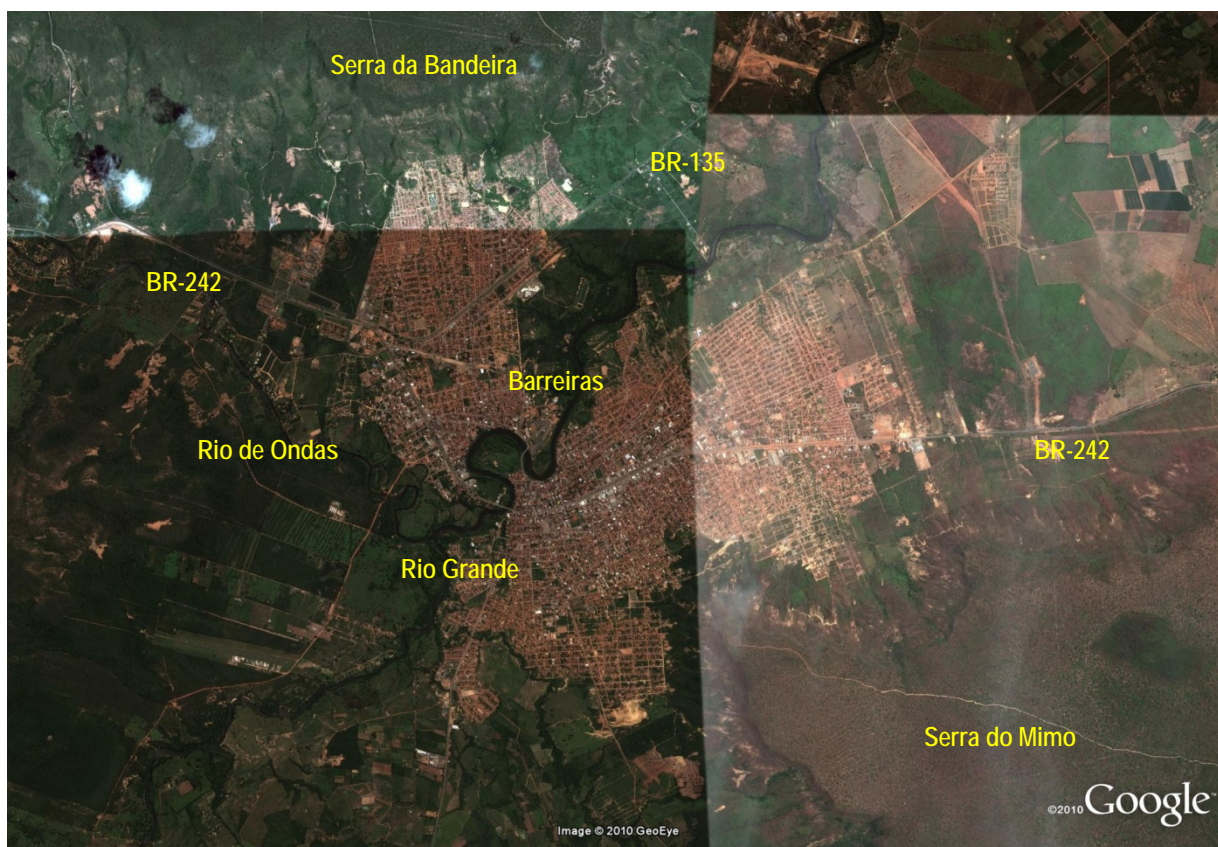
4 CARACTERIZAÇÃO DAS CONDIÇÕES ATUAIS DA DRENAGEM PLUVIAL DA CIDADE

Neste item estão caracterizados os principais problemas relacionados à questão da drenagem pluvial de Barreiras, que foram definidas 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 nos desenhos DE.1121.00-DRE-11-2-001 a 005.

Barreiras é um município em franca expansão urbana, impulsionada por políticas de ampliação da infraestrutura regional e de irrigação e pelas condições naturais favoráveis ao desenvolvimento da agroindústria. O clima da região em que se situa a cidade se caracteriza por um período chuvoso que se estende de outubro a abril e um período seco que compreende os meses de maio a setembro; o relevo da região é prioritariamente plano (planalto), porém entrecortado por uma densa rede hídrica que contribui para a bacia do São Francisco.

A cidade está situada no vale existente entre as serras da Bandeira e do Mimo, no ponto de confluência entre os rios Grande e de Ondas (ver **Figura 4.1**). O perímetro urbano está inserido em quase sua totalidade nas áreas baixas, uma vez que a inclinação dos taludes dos morros do contorno do perímetro urbano, geralmente acentuada, representa um obstáculo para a implantação de assentamentos urbanos nas áreas altas. Apenas alguns parcelamentos, característicos de zonas de expansão, estão localizados em terrenos mais elevados, já nos talvegues das serras.

Figura 4.1 – Imagem de satélite da cidade de Barreiras



Apesar da elevada renda per capita que o município apresenta, as áreas urbanas apresentam problemas graves relacionados à infraestrutura. Observa-se que mais da metade das vias públicas não são

pavimentadas e nem possuem calçadas, enquanto 80% das mesmas não contam com sistemas de micro drenagem pluvial (ver Anexos).

A escassez de elementos para o ordenamento do fluxo das águas pluviais, quando associada à grande impermeabilização do solo e à intensa declividade do terreno nas zonas de contato entre a cidade e as serras que a contornam, facilita a formação de enxurradas e de pontos de alagamento em momentos de chuvas intensas, que invadem as edificações lindeiras às ruas, interrompem o tráfego e provocam perdas materiais. No relatório fotográfico estão apresentadas algumas imagens das áreas críticas identificadas na inspeção de campo.

Se bem a topografia favorece ao escoamento superficial das águas pluviais nas áreas altas, quando estas águas não são conduzidas ordenadamente por um sistema de microdrenagem eficaz para os pontos baixos terminam por promover processos erosivos em ruas ainda não pavimentadas, o desgaste de pavimentos em locais onde a Prefeitura já interveio e o carreamento de sedimentos para os cursos d'água. O problema é ainda mais grave porque as áreas baixas do terreno se encontram extremamente urbanizadas.

No desenho DE.1121.00-DRE-11-2-001 verifica-se que a sede municipal de Barreiras foi dividida em algumas bacias de drenagem, sendo que algumas já contam com canais de macro drenagem nos principais talvegues. Acerca dos dispositivos existentes é importante ressaltar não foram identificadas informações relacionadas ao projeto e/ou cadastro topográfico dos mesmos, o que dificulta a execução de análises acerca da capacidade de escoamento das enchentes afluentes. É sabido, contudo, que os canais Vila Dulce, Vila Rica e Santo Antônio, identificados em plantas pelos números 1, 5 e 6A, apresentam pontos críticos em locais próximos aos mesmos.

Também é possível destacar o fato de que alguns canais se encontram parcialmente coberto por edificações ou pelo sistema viário, como é o caso do canal da Vila Dulce e da Vila Rica. Além disso, é sabido que os canais da Vila Brasil, Morada Nobre, Codevasf e Vila Rica apresentam pontos de obstruções causadas por questões de estrutura (ver Anexos). Somente o canal da Rua Beija-Flor não se encontra revestido.

No que tange ao Rio Grande, que atravessa a cidade no sentido sudoeste-nordeste, verifica-se a existência de duas calhas: a menor, de seção acorde à vazão afluente em períodos de estiagem, e a calha maior, que se caracteriza como uma larga faixa de terra que alterna trechos ocupados por assentamentos urbanos (especialmente aqueles localizados nas proximidades das duas principais pontes existentes na cidade, onde o rio está confinado por cais) e trechos onde predominam áreas verdes.

O Rio de Ondas, que margeia o setor noroeste de Barreiras, também tem seu vale de inundação prioritariamente preservado. Há apenas alguns setores em que a ocupação urbana chega às margens do rio, sendo que a densidade de ocupação nesses locais ainda é baixa.

Os dois rios têm curso bastante sinuoso nas imediações da cidade, o que implica em condições mais desfavoráveis para o escoamento das águas em períodos chuvosos. No entanto, não foram identificadas áreas críticas de inundação nem registros recentes de transbordamento desses dois cursos d'água.

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 2 proposto (564 hectares e um tempo de concentração de cerca de 27 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 01244009 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 (%)
1920	67.8	163.0	67.00	1.49
1921	66.9	149.0	33.50	2.99
1922	62.0	135.5	22.33	4.48
1923	55.1	132.8	16.75	5.97
1924	66.3	131.2	13.40	7.46
1925	44.3	128.6	11.17	8.96
1926	80.8	122.1	9.57	10.45
1927	65.2	119.6	8.38	11.94
1928	65.5	119.6	7.44	13.43
1929	79.4	111.9	6.70	14.93
1930	65.6	98.4	6.09	16.42
1931	56.5	94.9	5.58	17.91
1932	48.1	94.6	5.15	19.40
1933	85.1	93.3	4.79	20.90
1934	54.1	90.4	4.47	22.39
1935	57.4	89.6	4.19	23.88
1936	72.1	88.8	3.94	25.37
1937	94.6	85.1	3.72	26.87
1938	67.5	84.0	3.53	28.36
1939	67.9	82.9	3.35	29.85
1940	79.4	81.8	3.19	31.34
1941	59.4	81.8	3.05	32.84
1942	52.0	81.5	2.91	34.33
1943	67.3	81.5	2.79	35.82
1944	131.2	80.8	2.68	37.31

Quadro 5.1 - Precipitações máximas diárias (continuação)

ANO	PRECIPITAÇÃO MÁXIMA DIÁRIA (mm)	PRECIPITAÇÃO ORDENADA (mm)	PERÍODO DE RETORNO (TR) (anos)	PROBABILIDADE (%)
1945	94.9	79.4	2.58	38.81
1946	135.5	79.4	2.48	40.30
1947	89.6	79.0	2.39	41.79
1948	82.9	77.6	2.31	43.28
1949	50.6	75.4	2.23	44.78
1950	122.1	74.9	2.16	46.27
1951	55.2	73.4	2.09	47.76
1952	90.4	72.1	2.03	49.25
1953	65.0	67.9	1.97	50.75
1954	32.1	67.8	1.91	52.24
1955	77.6	67.5	1.86	53.73
1956	45.4	67.3	1.81	55.22
1957	62.8	67.2	1.76	56.72
1958	53.7	66.9	1.72	58.21
1959	93.3	66.3	1.68	59.70
1960	74.9	65.6	1.63	61.19
1961	81.5	65.5	1.60	62.69
1962	44.2	65.2	1.56	64.18
1963	12.8	65.0	1.52	65.67
1964	13.3	62.8	1.49	67.16
1965	35.0	62.0	1.46	68.66
1966	149	59.4	1.43	70.15
1967	79.0	57.4	1.40	71.64
1968	128.6	57.0	1.37	73.13
1969	57.0	56.5	1.34	74.63
1970	119.6	56.1	1.31	76.12
1971	73.4	55.2	1.29	77.61
1972	111.9	55.1	1.26	79.10
1973	163.0	54.1	1.24	80.60
1974	50.3	53.7	1.22	82.09
1975	88.8	52.0	1.20	83.58
1976	67.2	50.6	1.18	85.07
1977	132.8	50.3	1.16	86.57
1978	119.6	48.1	1.14	88.06
1979	81.8	45.4	1.12	89.55
1980	81.8	44.3	1.10	91.04
1981	98.4	44.2	1.08	92.54
1982	56.1	35.0	1.06	94.03
1983	81.5	32.1	1.05	95.52
1984	75.4	13.3	1.03	97.01
1985	84.0	12.8	1.02	98.51
Média =	76.1		Desv. Pad.=	29.68

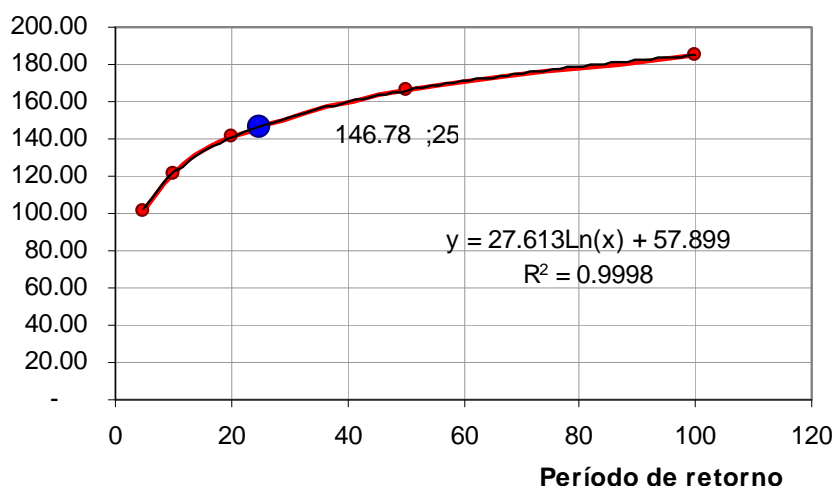
A média aritmética das precipitações é igual a 76,1 mm. O desvio padrão da amostra das precipitações é igual a 29,68 mm.

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	101.79
10	2.250	121.84
20	2.970	141.10
50	3.902	166.02
100	4.600	184.68

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 167,33 mm.

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

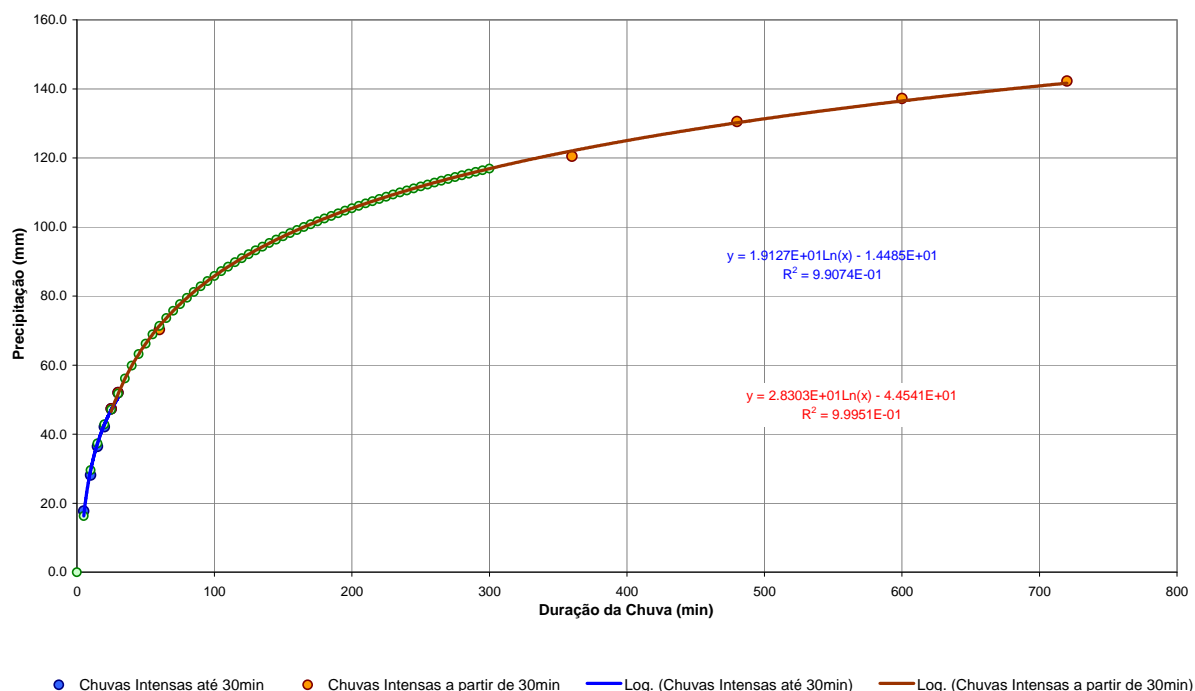
Quadro 5.3 – Relações entre alturas pluviométricas

RELAÇÃO ENTRE ALTURAS PLUVIOMÉTRICAS	COEFICIENTES	PRECIPITAÇÃO (MM)
5 min / 30 min	0.34	17.7
10 min / 30 min	0.54	28.1
5 min / 30 min	0.70	36.4
20 min / 30 min	0.81	42.1

Quadro 5.3 – Relações entre alturas pluviométricas (continuação)

RELAÇÃO ENTRE ALTURAS PLUVIOMÉTRICAS	COEFICIENTES	PRECIPITAÇÃO (MM)
25 min / 30 min	0.91	47.3
30 min / 1 h	0.74	52.0
1 h / 24 h	0.42	70.3
6 h / 24 h	0.72	120.5
8 h / 24 h	0.78	130.5
10 h / 24 h	0.82	137.2
12 h / 24 h	0.85	142.2

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 87, tentando caracterizar as condições topográficas, geotécnicas e de cobertura vegetal da região.

Quadro 5.4 – Precipitações total e efetiva

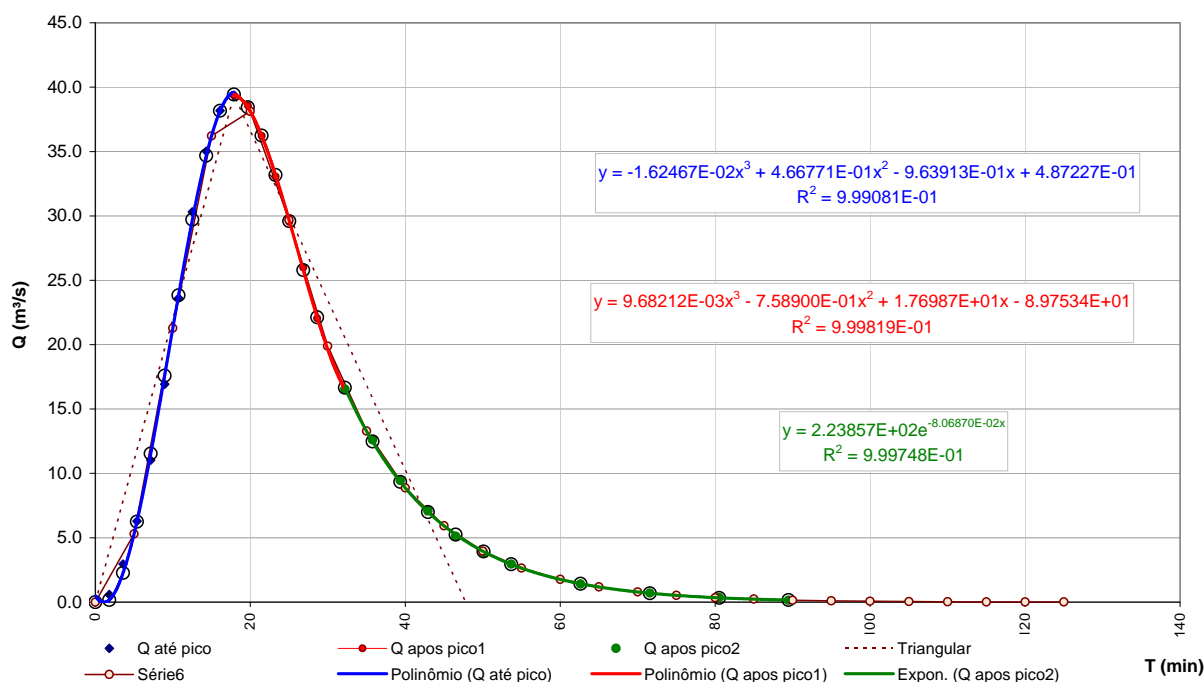
TEMPO (min)	PRECIPITAÇÃO TOTAL (mm)	INCREMENTO (mm)	INCREMENTO REARRANJADO (mm)	INCREMENTO REARRANJADO ACUMULADO (mm)	PRECIPITAÇÃO EFETIVA TOTAL (mm)	INCREMENTO DE PRECIPITAÇÃO EFETIVA (mm)
0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
5	16.3	16.3	3.0	3.0	0.0	0.00
10	29.6	13.3	7.8	10.7	0.2	0.24

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)
15	37.3	7.8	16.3	27.0	6.6	6.35
20	42.8	5.5	13.3	40.3	15.1	8.55
25	47.1	4.3	5.5	45.8	19.2	4.03
30	51.7	4.6	4.6	50.4	22.7	3.55
35	56.1	4.4	4.4	54.8	26.2	3.45
40	59.9	3.8	4.3	59.1	29.6	3.46
45	63.2	3.3	3.8	62.8	32.8	3.13
50	66.2	3.0	3.3	66.2	35.6	2.80
55	68.9	2.7	2.7	68.9	37.8	2.29
60	71.3	2.5	2.5	71.3	40.0	2.11
65	73.6	2.3	2.3	73.6	41.9	1.96
70	75.7	2.1	2.1	75.7	43.7	1.82
75	77.7	2.0	2.0	77.7	45.4	1.71
80	79.5	1.8	1.8	79.5	47.1	1.60
85	81.2	1.7	1.7	81.2	48.6	1.51
90	82.8	1.6	1.6	82.8	50.0	1.43
95	84.3	1.5	1.5	84.3	51.4	1.36
100	85.8	1.5	1.5	85.8	52.7	1.29
Total		85.8	85.8			52.65

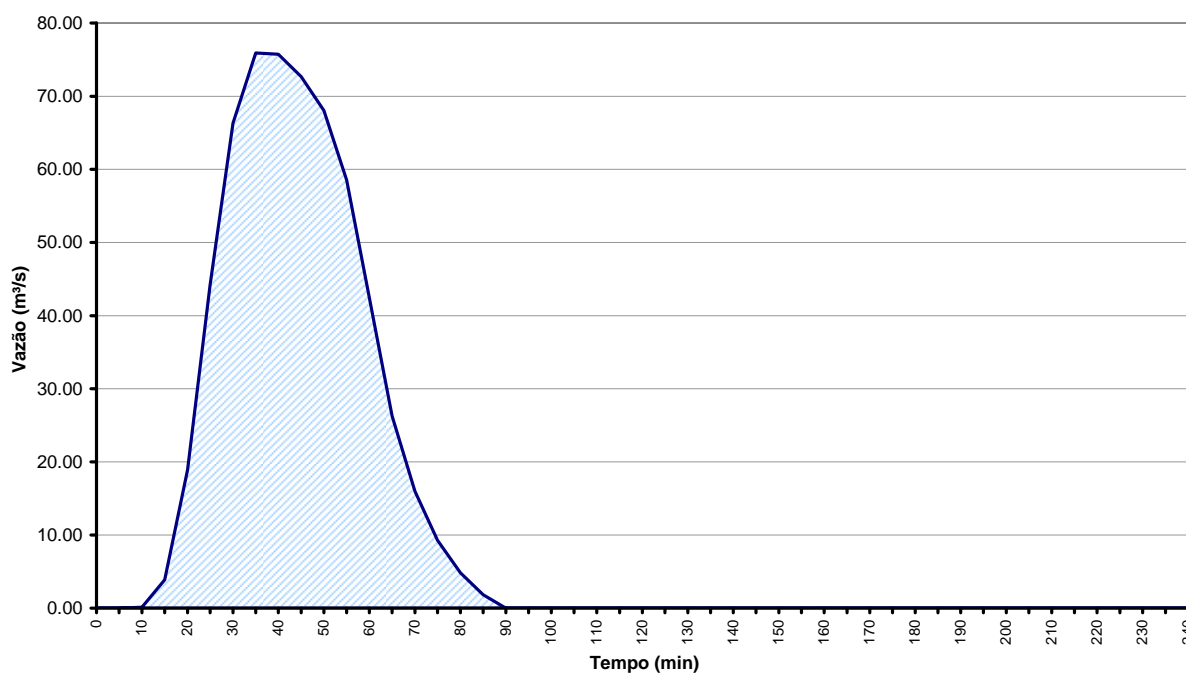
O traçado do hidrograma curvilíneo foi obtido a partir do hidrograma unitário triangular (Figura 5.3):

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-11-2-001 a 005 estão indicadas as propostas de construção de quinze canais adicionais aos existentes, 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 de alagamentos de edificações e do sistema viário localizados em cotas altimétricas mais baixas.

Em Barreiras esta questão não deve ser diferente, ainda mais se forem consideradas a elevada densidade de ocupação do território e a acentuada declividade dos morros que conformam o relevo que contorna a área urbana. Alguns destes canais – como aqueles identificados pelos números 2, 3 e 4 – foram propostos em caráter preventivo, concebidos muito mais como um mecanismo de desvio das águas provenientes das partes altas da serra que como soluções para problemas de alagamentos nas zonas baixas; os demais foram propostos em consonância com as linhas de talvegue e fundo de vale que compõem o cenário urbano local, geralmente ao longo do sistema viário da cidade.

Todos os dispositivos propostos estão localizados em áreas de ocupação urbana intensa e, portanto, não foram diferenciados neste estudo segundo critérios de prioridade. Cabe ressaltar que em estudos subseqüentes deverão ser detalhadas com maior propriedade as localizações e as dimensões ora estabelecidas.

O canal Vila Rica foi redimensionado porque em seu entorno identificou-se a área crítica A, conforme ilustrado nas peças gráficas. O mesmo procedimento foi feito para os canais Vila Dulce (área crítica B) e Santo Antônio (área crítica I). Contudo, como não se dispõe de cadastro acerca da calha atual de nenhum desses canais, o redimensionamento não considerou qualquer condição pré-existente (dimensões, declividade dos trechos etc.). Dessa forma, recomenda-se a realização de estudos mais aprofundados para a adaptação desse canal às capacidades hidráulicas preconizadas.

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 ⁽¹⁾	VAZÃO (l/s)	DECLIV. (m/m)	BASE (m)	ALTURA (m)	VELOC. (m/s)
1	1	300.00	60.44	15.00	0.60	15034.13	0.0020	3.00	2.00	2.96
	2	310.00	107.34	16.69	90	19336.59	0.0018	3.00	2.50	3.00
	3	300.00	124.48	18.41	90	23212.84	0.0016	3.50	2.50	2.99
	4	360.00	5.60	5.00	0.60	1825.42	0.0090	1.00	0.80	3.06
	5	440.00	148.35	15.00	90	27865.89	0.0014	3.50	3.00	2.98
	6	460.00	163.28	17.46	90	28836.48	0.0015	3.50	3.00	3.09
	7	270.00	177.34	19.94	90	32221.06	0.0014	3.80	3.00	3.10
	8	270.00	185.34	21.39	90	32232.82	0.0014	3.80	3.00	3.11
	9	120.00	188.91	22.84	90	32825.50	0.0014	3.80	3.00	3.12
2	1	210.00	119.57	20.00	85	15855.87	0.0020	3.00	2.00	2.99
	2	480.00	375.89	21.17	86	51803.33	0.0010	5.50	3.30	3.11
	3	370.00	446.54	23.74	87	64131.87	0.0010	6.50	3.30	3.28
	4	240.00	467.00	25.63	87	64693.16	0.0010	6.50	3.30	3.28
	5	700.00	73.67	5.00	0.50	20011.75	0.0016	3.00	2.60	2.89
	6	600.00	86.72	9.04	0.55	24293.30	0.0016	3.50	2.60	3.02
	7	330.00	564.14	26.84	87	75891.96	0.0010	7.00	3.50	3.35
3	1	270.00	13.14	10.00	0.60	3883.70	0.0050	1.50	1.20	2.97
	2	200.00	73.96	11.52	0.60	20716.51	0.0017	3.00	2.60	2.98
4	1	120.00	11.33	10.00	0.60	3348.73	0.0058	1.30	1.10	3.02
	2	360.00	27.54	10.66	0.60	7950.74	0.0030	2.20	1.50	2.93
	3	110.00	32.98	12.71	0.60	8859.98	0.0028	2.50	1.50	2.94
5	1	290.00	7.31	10.00	0.55	1980.52	0.0072	1.10	0.90	2.88
	2	190.00	11.69	11.68	0.60	3255.48	0.0055	1.40	1.10	2.95
	3	180.00	17.16	12.75	0.60	4602.60	0.0042	1.80	1.20	2.91
	4	260.00	11.25	10.00	0.60	3325.09	0.0055	1.30	1.20	2.95
	5	500.00	15.14	11.47	0.60	4247.68	0.0048	1.50	1.30	2.99
	6	140.00	46.14	13.79	0.60	11947.13	0.0022	2.50	2.00	2.90
	7	150.00	49.25	14.59	0.60	12414.87	0.0024	2.50	2.00	3.00
	8	320.00	60.13	15.42	0.60	14753.34	0.0020	2.75	2.10	2.93
	9	200.00	76.04	17.24	0.60	17628.60	0.0017	2.75	2.50	2.87
6	1	150.00	23.90	10.00	0.50	5886.64	0.0038	1.80	1.30	2.97
	2	300.00	40.16	10.84	0.50	9600.58	0.0027	2.00	2.00	2.91
	3	220.00	51.61	12.56	0.55	12775.83	0.0024	2.50	2.00	3.02
	4	130.00	2.98	10.00	0.60	880.78	0.0123	0.80	0.60	2.88
	5	250.00	6.28	10.75	0.60	1807.22	0.0082	1.00	0.90	2.95
	6	210.00	61.33	13.77	0.55	14564.95	0.0023	2.75	2.00	3.08
	7	380.00	68.79	14.91	0.55	15733.48	0.0022	2.75	2.10	3.08
	8	390.00	91.50	16.96	0.55	19614.87	0.0019	3.00	2.40	3.08
7	1	230.00	26.55	10.00	0.60	7847.21	0.0035	1.80	1.70	3.06
	2	490.00	44.56	11.25	0.60	12598.15	0.0025	2.30	2.10	3.04
	3	250.00	54.16	13.94	0.60	13952.12	0.0024	2.50	2.10	3.08
8	1	80.00	6.31	10.00	0.60	1865.00	0.0080	1.00	0.90	2.94
	2	250.00	39.50	10.45	0.60	11488.91	0.0025	2.50	1.80	3.00

Quadro 6.1 – Dimensões dos canais propostos (continuação)

REDE	TR	EXTENSÃO (m)	ÁREA (ha)	TC. (min)	C/CN ⁽¹⁾	VAZÃO (l/s)	DECLIV. (m/m)	BASE (m)	ALTURA (m)	VELOC. (m/s)
9	1	170.00	17.91	15.00	0.50	3712.51	0.0050	1.50	1.10	2.94
	2	340.00	19.55	15.96	0.55	4322.20	0.0050	1.50	1.20	3.04
	3	210.00	23.64	5.00	0.60	7705.89	0.0034	1.80	1.70	3.01
	4	240.00	34.47	6.16	0.60	11353.20	0.0015	2.50	2.10	2.45
	5	170.00	55.15	10.00	0.55	14941.96	0.0022	2.50	2.30	3.02
	6	380.00	153.70	20.00	90	27870.72	0.0015	3.80	2.60	3.09
	7	480.00	163.70	22.05	90	27955.66	0.0015	3.80	2.70	3.09
	8	260.00	169.20	24.64	90	28442.15	0.0015	3.80	2.70	3.10
	9	40.00	174.20	26.04	90	28508.53	0.0015	3.80	2.70	3.10
10	1	170.00	33.61	15.00	0.50	6966.92	0.0035	1.90	1.50	3.00
	2	340.00	47.99	15.95	0.55	10616.34	0.0028	2.20	1.90	3.05
	3	250.00	55.46	17.80	0.55	11590.66	0.0025	2.30	2.00	2.99
	4	380.00	82.35	19.20	0.55	16527.14	0.0019	2.75	2.30	2.94
11	1	120.00	23.10	10.00	0.55	6258.55	0.0038	1.80	1.50	3.01
	2	300.00	36.56	10.66	0.60	10554.40	0.0030	2.00	2.00	3.10
	3	300.00	55.81	12.28	0.60	15218.89	0.0022	2.50	2.30	3.03
	4	470.00	71.23	13.93	0.60	18356.71	0.0020	2.80	2.40	3.07
	5	580.00	89.68	16.48	0.60	21286.75	0.0018	3.20	2.50	3.08
12	1	230.00	11.41	10.00	0.60	3372.38	0.0055	1.50	1.00	2.97
	2	400.00	30.85	11.29	0.60	8710.80	0.0030	2.00	1.80	2.98
	3	240.00	40.69	13.53	0.60	10628.50	0.0025	2.50	1.80	2.94
13	1	220.00	7.58	10.00	0.60	2240.37	0.0070	1.20	0.90	2.94
	2	240.00	10.96	11.25	0.60	3099.18	0.0060	1.50	1.00	3.01
14	1	300.00	17.07	10.00	0.60	5045.27	0.0045	1.80	1.20	3.05
	2	400.00	34.57	11.64	0.60	9641.38	0.0030	2.00	1.90	3.04
	3	220.00	40.71	13.83	0.60	10525.81	0.0030	2.00	2.00	3.10
15	1	220.00	475.67	60.00	82	39686.92	0.0010	4.50	3.30	2.89
	2	330.00	491.01	61.27	82	40486.04	0.0010	4.50	3.30	2.90
	3	440.00	715.96	63.16	82	58061.62	0.0010	6.00	3.30	3.20
Existente 1	1	500.00	185.93	20.00	90	33715.04	0.0013	4.00	3.00	3.06
	2	560.00	204.65	22.72	90	35696.11	0.0013	4.20	3.00	3.11
Existente 5	1	200.00	99.11	19.61	0.60	21448.46	0.0018	3.20	2.50	3.09
	2	430.00	124.56	20.69	90	22093.81	0.0017	3.20	2.60	3.04
	3	360.00	128.39	23.05	90	22150.46	0.0017	3.20	2.60	3.04
	4	420.00	186.51	25.02	90	31082.24	0.0014	3.50	3.20	3.05
Existente 6B	1	330.00	318.51	40.00	82	30386.08	0.0010	4.00	3.10	2.70
	2	300.00	337.66	42.04	82	31365.74	0.0010	4.00	3.20	2.72

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 drenagens até os talwegues e vales onde são propostos estes canais.

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\$ 154.332.600,00, conforme apresentado nas planilhas resumo de quantitativos e orçamentos apresentadas nos Anexos deste 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, o que corresponde, para o caso de Barreiras, ao valor de R\$ 138.899.300,00. No entanto, para a solução dos problemas de microdrenagem nas bacias de contribuição onde foram identificadas áreas críticas o custo da rede é estimado de R\$ 100.634.800,00 (excluindo-se os canais), sem considerar a existência de sistemas já instalados na cidade uma vez que não se dispõe de cadastro dos dispositivos de microdrenagem.

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 enfileiramento 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 Barreiras.

7.1 ELABORAÇÃO DE PLANO DIRETOR DE SANEAMENTO AMBIENTAL

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 Ambiental, 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 Ambiental 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 AMORTECIMENTO DE ENCHENTES

Considerando as condições topográficas locais, este estudo não contemplou a proposição de bacias de amortecimento de enchentes. Em estudos subsequentes é importante que sejam efetuados estudos técnico-econômicos para a análise da viabilidade e pertinência da construção de lagoas deste tipo e, no caso de que se façam necessárias, que sejam identificados locais disponíveis para a implantação das mesmas.

7.3 MELHORIA E AMPLIAÇÃO DO SISTEMA DE MACRO E MICRO DRENAGEM EXISTENTE

É importante que a Prefeitura de Barreiras proceda à elaboração de um cadastro dos dispositivos já implantados, 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. De fato, conforme dito nos capítulos 4 e 6 deste relatório, o cadastro dos canais existentes de que se dispõe é insuficiente para a realização de verificações hidráulicas e, portanto, não foi possível afirmar se os canais existentes têm capacidade para veicular as cheias afluentes. A carência de dados cadastrais foi parcialmente suprida pelas informações obtidas no levantamento em campo acerca das áreas críticas, algumas delas ilustradas no relatório fotográfico apresentado como anexo.

O mesmo pode ser dito quanto ao sistema de micro drenagem, uma vez que não foi possível obter dados completos acerca da capacidade e cobertura da rede implantada e seu estado de conservação. Cabe destacar que o sucesso da intervenção proposta no âmbito da macro drenagem para Barreiras está intimamente relacionada à recuperação e ampliação do sistema de micro drenagem existente, uma vez que as águas pluviais atingem as áreas baixas do relevo local de forma difusa e com grande velocidade nos períodos de chuvas intensas. O Plano Diretor de Saneamento Ambiental 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.

Em Barreiras é bastante valiosa a existência de mecanismos legais que fomentam a adoção de estratégias para a infiltração das águas pluviais nos novos loteamentos. Por outro lado, tais leis não condicionam 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.

Também nesse sentido, é interessante a criação de incentivos para a instalação gradual de mecanismos similares nos empreendimentos já implantados e inclusive nas edificações uniresidenciais. Contudo, conforme indicado nos Anexos deste documento, o índice geral de ocupação dos lotes em Barreiras é elevado, o que implica na escassez de área disponível para a instalação de dispositivos de infiltração para esses casos.

8 ANEXOS

8.1 PLANILHA RESUMO DOS QUANTITATIVOS E ORÇAMENTO DAS OBRAS

8.2 ÁGUAS PLUVIAIS - INFORMAÇÕES GERAIS DA SEDE MUNICIPAL DE BARREIRAS

8.3 PEÇAS GRÁFICAS