

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

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

VOLUME 11 – RDS 16 – PIEMONTE DA DIAMANTINA

CIDADE DE JACOBINA

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 JACOBINA	5
4	CARACTERIZAÇÃO DAS CONDIÇÕES ATUAIS DA DRENAGEM PLUVIAL DA CIDADE	8
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	UTILIZAÇÃO DE ÁGUAS DE CHUVA.....	22
7.5	DESOCUPAÇÃO DAS ÁREAS MARGINAIS AOS CURSOS D'ÁGUA E CANAIS DE DRENAGEM	23
8	ANEXOS	24
8.1	PLANILHA RESUMO DOS QUANTITATIVOS E ORÇAMENTO DAS OBRAS	
8.2	ÁGUAS PLUVIAIS - INFORMAÇÕES GERAIS DA SEDE MUNICIPAL DE JACOBINA	
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 11 do TOMO III contém os **Estudos de Áreas Críticas** para a cidade de **Jacobina**, integrante da **Região de Desenvolvimento Sustentável do Piemonte da Diamantina – RDS 16**.

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 Jacobina 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 Jacobina e apresentadas no volume deste plano referente à RDS 16, 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 JACOBINA

A cidade de Jacobina está inserida na Região de Desenvolvimento Sustentável do Piemonte da Diamantina – RDS 16. Caracteriza-se por clima que varia de subúmido a seco, onde ocorrem chuvas orográficas e frentes úmidas na encosta oriental da Serra da Jacobina, registradas no período de chuvas que vai de janeiro a março, e índices pluviométricos anuais médios da ordem de 840mm. Outras informações específicas para essa região, abordando aspectos gerais sobre do manejo de águas pluviais nesta cidade, constam no Relatório *Diagnósticos e Levantamentos – Volume 13 – Piemonte da Diamantina*.

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 fatores como população afetada, interação com trânsito, tipologia de área inundada, prejuízos, risco de vida e muitos outros fatores associados a cada área crítica indicada.

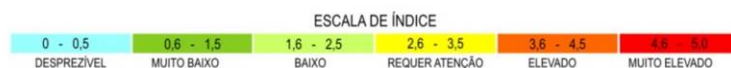
A partir das respostas relativas aos formulários foram atribuídos indicadores do potencial de fragilidade aos diversos fatores do sistema. A média ponderada dos indicadores atribuídos a um determinado resultado no índice do potencial de fragilidade que sintetiza o correspondente segmento.

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 Jacobina 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	Requer atenção	3	3,2	9,6
Intensidade das chuvas locais	Elevado	3	4,0	12,0
Ocupação urbana	Requer atenção	7	2,6	18,2
Manejo sustentável	Muito elevado	1	4,8	4,8
Infraestrutura de drenagem urbana	Requer atenção	5	2,8	14,0
Macro drenagem	Baixo	3	1,8	5,4
Micro drenagem	Baixo	3	2,1	6,3
Adequabilidade do sistema existente	Elevado	7	3,6	25,2
Inundações ribeirinhas	Elevado	9	3,8	34,2
Impactos nas áreas críticas	Requer atenção	7	2,7	18,9
Natureza dos problemas	Elevado	5	4,3	21,5
Possibilidade de amortecimento	Muito elevado	1	5,0	5,0
Recorrência dos problemas	Requer atenção	7	3,3	23,1
Interferência na localidade	Elevado	7	4,1	28,7
Risco de vida humana	Não há	9	0,0	0,0
Aspectos institucionais	Requer atenção	3	3,0	9,0
Estrutura municipal	Baixo	5	2,0	10,0
Normas e licenciamentos	Elevado	3	3,9	11,7
Defesa civil	Muito elevado	1	5,0	5,0
Índice global de fragilidade da localidade	Requer atenção			3,2



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

O segmento avaliado como mais frágil é o de *inundação ribeirinha*, cujo potencial de fragilidade é considerado elevado. Isso ocorre pois embora ocorra inundação em apenas um local na cidade, ela é frequente e a área da bacia de contribuição do Rio Itapicuru Mirim que corta a cidade é grande.

Todos os demais aspectos foram classificados como que requerendo atenção, mesma classificação do *índice global de fragilidade* da cidade. Quanto à *produção de escoamento nas bacias*, embora as características de ocupação urbana como baixa densidade e existência de algumas áreas verdes

favoreçam a absorção das águas da chuva e diminuam o escoamento, a ausência de áreas públicas de amortecimento e a baixa infiltração do solo dificultam o uso de técnicas de manejo sustentável.

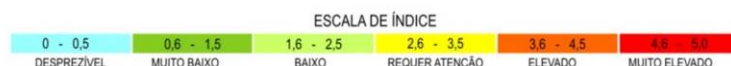
Quanto à *infraestrutura de drenagem urbana* percebe-se que as características gerais dos dispositivos de microdrenagem e de macrodrenagem estão em boas condições. Entretanto, os dispositivos de microdrenagem cobrem apenas uma baixa porcentagem das vias pavimentadas. Além disso, a existência de sete áreas críticas de alagamento demonstram que a infraestrutura apresenta certa fragilidade.

Em Jacobina, a situação dos aspectos institucionais demonstra algumas fragilidades, principalmente quanto à carência de instrumentos normativos e à ausência de Comissão de Defesa Civil.

Para que se possa ter uma visão global das características de Jacobina em relação ao conjunto de cidades a 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 16

MUNICÍPIO	COMPONENTE					ÍNDICE GLOBAL	CLASSIFICAÇÃO
	Aspectos Institucionais	Bacias	Infraestrutura de drenagem urbana	Inundações ribeirinhas	Impactos nas áreas críticas		
CAÉM	2,4	3,1	1,9	1,7	0,0	1,5	Muito baixo
CAPIM GROSSO	3,2	2,9	2,9	0,0	2,6	1,9	Baixo
JACOBINA	3,0	3,2	2,8	3,8	2,7	3,2	Requer atenção
MIGUEL CALMON	3,4	3,2	3,1	1,6	2,3	2,4	Baixo
MIRANGABA	2,8	2,8	2,4	0,0	0,0	1,1	Muito baixo
OUROLÂNDIA	2,6	2,7	2,3	2,7	0,0	1,9	Baixo
SAÚDE	3,2	2,9	2,0	0,0	0,0	1,0	Muito baixo
UMBURANAS	2,9	2,7	2,3	0,0	0,0	1,0	Muito baixo
VÁRZEANOVA	3,4	2,6	2,9	0,0	2,3	1,8	Baixo
Média da RDS	3,0	2,9	2,5	1,1	1,1	1,8	
Desvio padrão	0,3	0,2	0,4	1,4	1,3	0,7	



O *potencial de fragilidade global* de Jacobina é o maior da RDS, bem acima da média regional. Isso demonstra que as características do manejo de águas pluviais da cidade são diferentes às demais cidades da RDS. *Produção de escoamento na bacia, inundações ribeirinhas e impactos nas áreas críticas* apresentam as maiores fragilidades em Jacobina, quando comparadas às demais cidades da região.

O único segmento que não está acima da média regional é o de *aspectos institucionais*. A exigência de licenciamento ambiental é um destaque positivo para a cidade, embora haja carência de alguns instrumentos normativos.

Jacobina é a maior cidade da região, e apresenta sete áreas críticas, incluindo uma sujeita à inundação ribeirinha. O segmento *inundações ribeirinhas* é o classificado com a maior fragilidade, devido principalmente à grande área de contribuição que chega à cidade e à existência de inundações recentes, diferentemente das demais cidades da RDS.

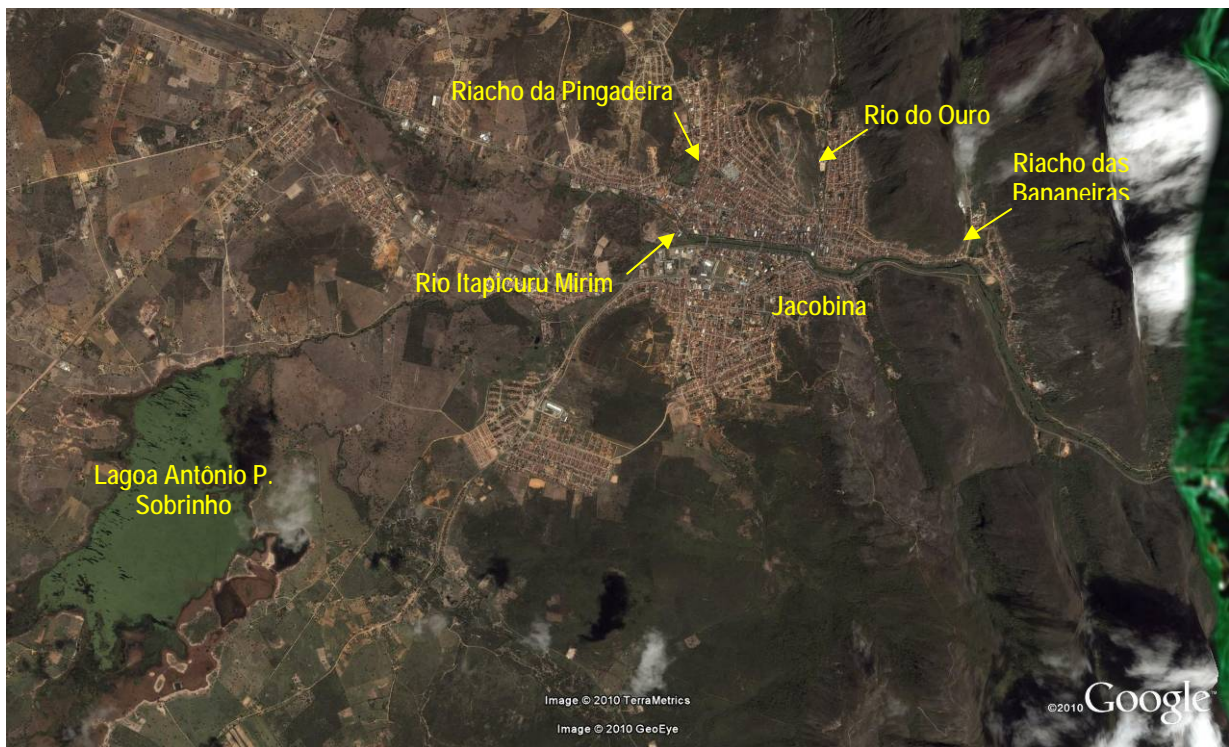
4 CARACTERIZAÇÃO DAS CONDIÇÕES ATUAIS DA DRENAGEM PLUVIAL DA CIDADE

Neste item estão caracterizados os principais problemas relacionados à questão da drenagem pluvial de Jacobina que foram definidas em função de inspeções de campo efetuadas e de análises de imagens de satélite (ver Figura 4.1) e de mapas cartográficos existentes. As principais condições observadas no campo estão ilustradas no desenho DE.1121.00-DRE-16-1-001.

A morfologia do entorno de Jacobina caracteriza-se pela presença de diversos morros de elevada altitude. Na porção oeste da cidade, já praticamente na saída da cidade pela BR-324 em direção a Salvador, a disposição destes morros conforma alguns desfiladeiros, por onde correm cursos d'água que, durante períodos de chuva, têm sua vazão sensivelmente aumentada porque a geologia do local não é propícia para a infiltração e porque os tempos de concentração das bacias são reduzidos, o que favorece maiores condições de formações de escoamento superficial das águas de chuva.

O principal rio que banha a cidade é o Itapicuru Mirim, que a atravessa no sentido leste-oeste.

Figura 4.1 – Vista aérea da cidade de Jacobina



Fonte: Google, 2010

A cidade se organiza principalmente em torno às áreas baixas e ao longo dos talwegues, razão pela qual tem formato bastante ramificado. Observa-se também a presença de alguns assentamentos que ocupam os paredões destes morros até as zonas de cumeada, especialmente na porção centro-leste da cidade, onde as elevações têm menor altitude.

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 e o desgaste de pavimentos em locais onde a Prefeitura já interveio. Quando em grandes volumes, a

dependem das magnitudes das áreas das bacias de contribuições, estas águas alcançam os pontos baixos do sistema viário geralmente provocando os problemas de inundação e as enxurradas que tantos transtornos causam à comunidade local.

No desenho DE.1121.00-DRE-16-1-001 verifica-se que a sede municipal de Jacobina foi dividida em várias bacias de drenagem, sendo que algumas destas bacias já contam com canais de macro drenagem nos principais talvegues e vales. A **Figura 4.2** apresentada a seguir mostra o detalhe de um canal implantado em terreno de declividade acentuada, que conta com dispositivos para a dissipação de energia.

Figura 4.2 – Imagem de um canal existente com degraus para dissipação de energia



Com relação aos canais 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. Observa-se também que alguns rios urbanos encontram-se parcialmente cobertos por edificações e pelo sistema viário, como é o caso do Riacho da Pingadeira.

O canal correspondente ao Rio Itapicuru Mirim apresenta duas calhas: a menor, de seção acorde à vazão afluente em períodos de estiagem, e a calha maior, que se encontra delimitada por muros contínuos em todo o trecho urbano. Registros fotográficos extraídos da internet mostram a variação do nível d'água nestes dois momentos (ver **Figuras 4.3** e **4.4**). Esta variação implica no tamponamento dos lançamentos das redes de drenagem pluvial a ele afluentes e, conseqüentemente, no alagamento das áreas baixas em momentos de chuvas extraordinárias. Cabe ressaltar que foram identificados registros recentes de transbordamento do Rio Itapicuru Mirim em artigos de periódicos disponíveis em veículos de comunicação, confirmando o levantamento realizado em campo, tal como registrado no *Anexo 8.2 - Águas pluviais - informações gerais da sede municipal de Jacobina*.

Foto 4.3 - Variação do nível do Rio Itapicuru Mirim em períodos de estiagem



Foto 4.4 - Variação do nível do Rio Itapicuru Mirim em períodos de cheia



Neste rio, à montante da cidade, existe uma lagoa que contribui para o controle do regime de cheias do rio em períodos chuvosos (ver relatório fotográfico apresentado nos Anexos). Em etapas posteriores recomenda-se a execução de estudos para a preservação deste ambiente natural bem como a maximização deste potencial, caso exista, de modo a diminuir o impacto de fenômenos similares ao descrito no parágrafo anterior.

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 5 proposto (285 hectares e um tempo de concentração de 30 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 01140014 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 (%)
1911	85,1	153,0	78,00	1,28
1912	110	148,0	39,00	2,56
1913	62,4	133,0	26,00	3,85
1914	60,8	131,1	19,50	5,13
1915	62	131,0	15,60	6,41
1916	65,2	127,1	13,00	7,69
1917	64	125,0	11,14	8,97
1918	73,2	123,1	9,75	10,26
1919	50,2	115,0	8,67	11,54
1920	60	110,0	7,80	12,82
1921	70,8	109,5	7,09	14,10
1922	68,4	106,0	6,50	15,38
1923	64,4	100,9	6,00	16,67
1924	64,5	100,2	5,57	17,95
1925	53	100,0	5,20	19,23
1926	64,6	100,0	4,88	20,51
1927	65,2	100,0	4,59	21,79
1928	44,6	93,0	4,33	23,08
1929	49	91,2	4,11	24,36
1930	62,8	91,0	3,90	25,64
1931	60,4	89,4	3,71	26,92
1932	48	89,3	3,55	28,21
1933	66,6	89,0	3,39	29,49
1934	72,6	87,0	3,25	30,77
1935	85,3	85,3	3,12	32,05

Quadro 5.1 - Precipitações máximas diárias (continuação)

ANO	PRECIPITAÇÃO MÁXIMA DIÁRIA (mm)	PRECIPITAÇÃO ORDENADA (mm)	PERÍODO DE RETORNO (TR) (anos)	PROBABILIDADE (%)
1936	80,1	85,1	3,00	33,33
1937	115,0	85,0	2,89	34,62
1938	74,2	81,6	2,79	35,90
1939	42,0	81,0	2,69	37,18
1940	74,2	80,6	2,60	38,46
1941	109,5	80,1	2,52	39,74
1942	66,3	76,2	2,44	41,03
1943	80,6	75,0	2,36	42,31
1944	67,0	74,2	2,29	43,59
1945	67,0	74,2	2,23	44,87
1946	57,0	73,2	2,17	46,15
1947	46,0	72,6	2,11	47,44
1948	55,0	70,8	2,05	48,72
1949	87,0	69,8	2,00	50,00
1950	64,0	68,4	1,95	51,28
1951	89,4	68,0	1,90	52,56
1952	68,0	68,0	1,86	53,85
1953	153,0	67,0	1,81	55,13
1954	125,0	67,0	1,77	56,41
1955	46,0	66,6	1,73	57,69
1956	58,4	66,3	1,70	58,97
1957	85,0	65,2	1,66	60,26
1958	100,0	65,2	1,63	61,54
1959	68,0	64,6	1,59	62,82
1960	56,2	64,5	1,56	64,10
1961	35,2	64,4	1,53	65,38
1962	100,2	64,0	1,50	66,67
1963	89,0	64,0	1,47	67,95
1964	81,0	62,8	1,44	69,23
1965	61,7	62,4	1,42	70,51
1966	93,0	62,0	1,39	71,79
1967	91,2	61,7	1,37	73,08
1968	91,0	60,8	1,34	74,36
1969	106,0	60,4	1,32	75,64
1970	123,1	60,0	1,30	76,92
1971	131,1	58,4	1,28	78,21
1972	148,0	57,0	1,26	79,49
1973	53,0	56,9	1,24	80,77
1974	76,2	56,2	1,22	82,05
1975	51,2	55,0	1,20	83,33
1976	89,3	53,0	1,18	84,62
1977	131,0	53,0	1,16	85,90

Quadro 5.1 - Precipitações máximas diárias (continuação)

ANO	PRECIPITAÇÃO MÁXIMA DIÁRIA (mm)	PRECIPITAÇÃO ORDENADA (mm)	PERÍODO DE RETORNO (TR) (anos)	PROBABILIDADE (%)
1978	75,0	52,0	1,15	87,18
1979	81,6	51,2	1,13	88,46
1980	100,9	50,2	1,11	89,74
1981	100,0	49,0	1,10	91,03
1982	100,0	48,0	1,08	92,31
1983	69,8	46,0	1,07	93,59
1984	56,9	46,0	1,05	94,87
1985	133,0	44,6	1,04	96,15
1986	52,0	42,0	1,03	97,44
1987	127,1	35,2	1,01	98,72
Média =	78,1		Desv. Pad.=	26,06

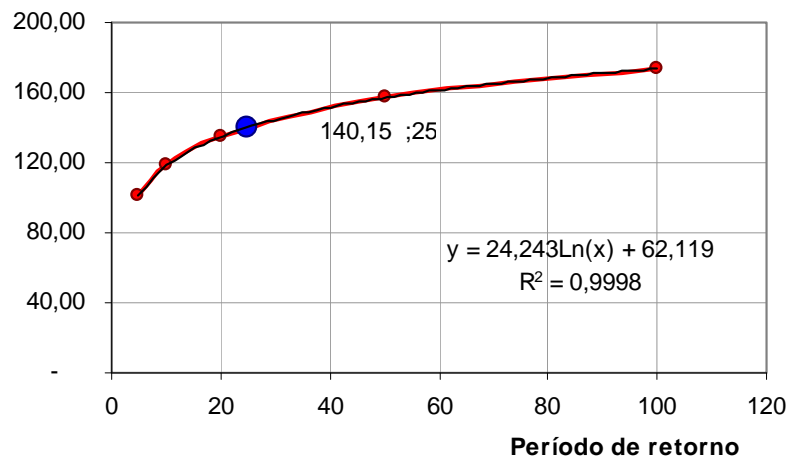
A média aritmética das precipitações é igual a 78,1 mm. O desvio padrão da amostra das precipitações é igual a 26,06 mm.

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	100,65
10	2,250	118,26
20	2,970	135,16
50	3,902	157,04
100	4,600	173,43

Figura 5.1 - Precipitações máximas x período de retorno



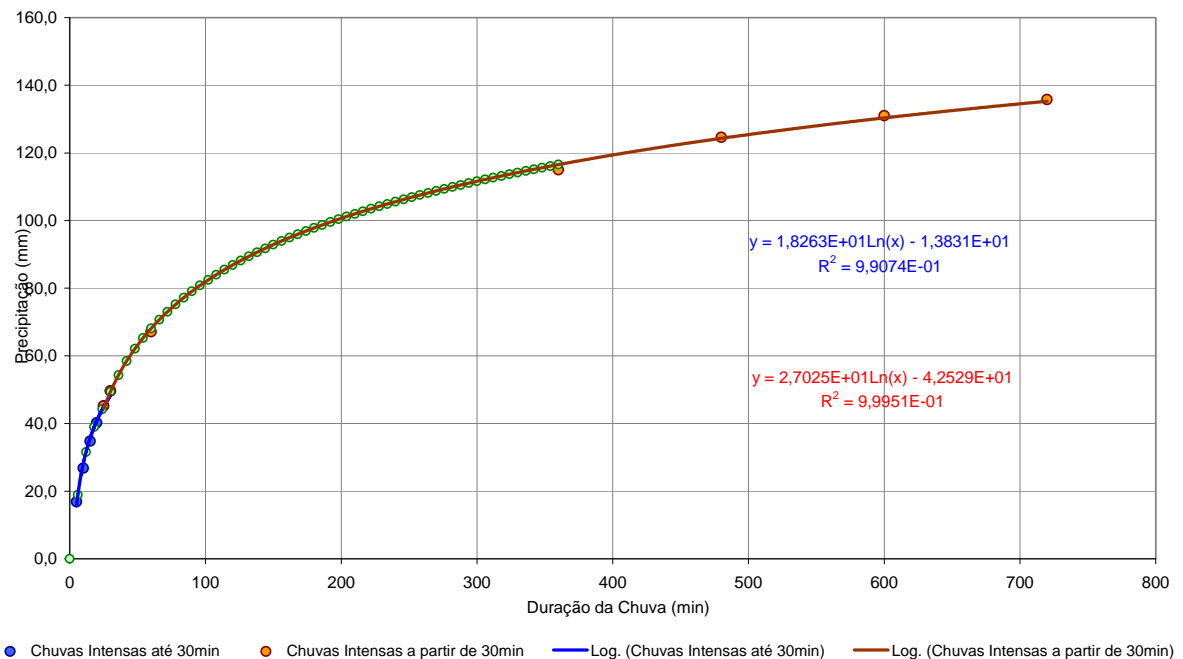
A partir destas informações, o passo seguinte nesta atividade é definir a chuva de 24 horas que, segundo a bibliografia utilizada, pode ser calculada a partir da chuva de 1dia aplicando-se um fator igual a 1,14. Desta maneira obteve-se P_{24h} igual a 159,77 mm.

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	16,9
10 min / 30 min	0,54	26,8
15 min / 30 min	0,70	34,8
20 min / 30 min	0,81	40,2
25 min / 30 min	0,91	45,2
30 min / 1 h	0,74	49,7
1 h / 24 h	0,42	67,1
6 h / 24 h	0,72	115,0
8 h / 24 h	0,78	124,6
10 h / 24 h	0,82	131,0
12 h / 24 h	0,85	135,8

Figura 5.2 - Chuvas intensas



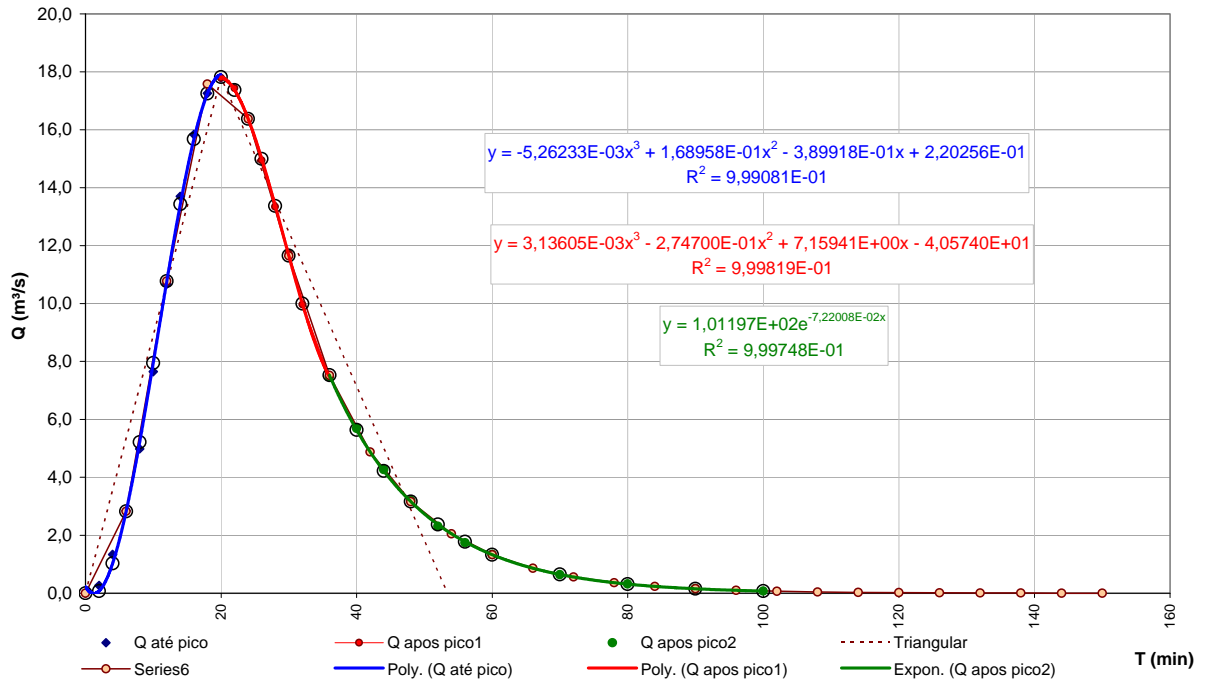
Para o cálculo da precipitação efetiva, isto é, parcela do total da precipitação que gera vazão foi considerado o método do SCS, *Soil Conservation Service*. Este método utiliza o parâmetro curva número (CN) que retrata a as condições do solo e de sua cobertura, em termos de permeabilidade. O **Quadro 5.4** apresenta os resultados da precipitação efetiva considerando-se valor de CN igual a 91, 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
6	18,9	18,9	2,8	2,8	0,0	0,00
12	31,6	12,7	7,4	10,3	0,9	0,90
18	39,0	7,4	18,9	29,1	11,8	10,91
24	44,2	5,3	12,7	41,8	21,9	10,04
30	49,4	5,2	5,3	47,1	26,3	4,46
36	54,3	4,9	5,2	52,2	30,8	4,50
42	58,5	4,2	4,9	57,2	35,2	4,37
48	62,1	3,6	4,2	61,3	38,9	3,75
54	65,3	3,2	3,6	64,9	42,2	3,28
60	68,1	2,8	3,2	68,1	45,1	2,92
66	70,7	2,6	2,6	70,7	47,5	2,37
72	73,0	2,4	2,4	73,0	49,7	2,18
78	75,2	2,2	2,2	75,2	51,7	2,01
84	77,2	2,0	2,0	77,2	53,6	1,87
90	79,1	1,9	1,9	79,1	55,3	1,74
96	80,8	1,7	1,7	80,8	56,9	1,63
102	82,5	1,6	1,6	82,5	58,5	1,54
108	84,0	1,5	1,5	84,0	59,9	1,45
114	85,5	1,5	1,5	85,5	61,3	1,38
120	86,9	1,4	1,4	86,9	62,6	1,31
Total		86,9	86,9			62,61

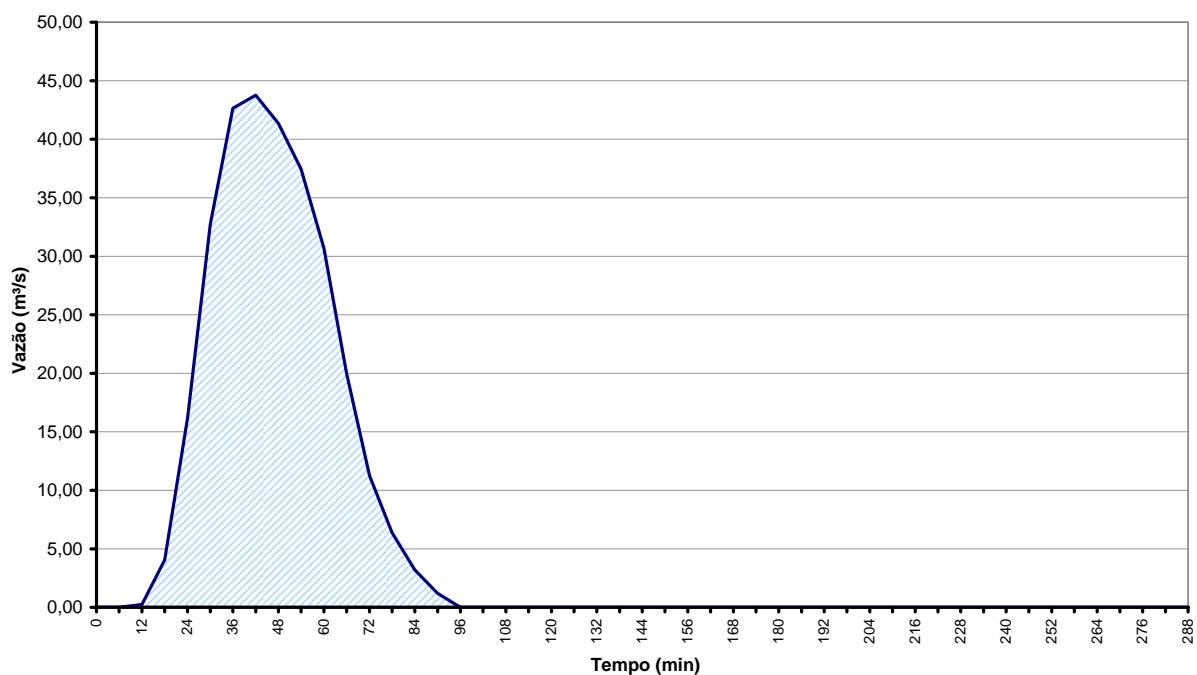
O traçado do hidrograma curvilíneo foi obtido a partir do hidrograma unitário triangular (Figura 5.3):

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-16-1-001 a 004 estão indicadas as propostas de construção de dezessete 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 Jacobina esta questão não deve ser diferente, ainda mais se forem considerados o baixo índice de permeabilidade do solo local e a acentuada declividade dos morros que conformam o relevo que contorna a área urbana. Alguns destes canais – como aqueles identificados pelos números 10, 14 e 15 – 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 fundos de vale que compõem o cenário urbano local, geralmente ao longo do sistema viário da cidade.

Os canal proposto 16 está localizado em área de ocupação urbana ainda em consolidação (assentamento peri-urbano) e, portanto, não se justificam esforços prioritários para a captação de recursos para sua execução. Cabe ressaltar que em estudos subseqüentes deverão ser detalhadas com maior propriedade as localizações indicadas neste Estudo de Áreas Críticas.

Observa-se que os dois últimos trechos do Canal 3 proposto (trechos 3.3 e 3.4) e o Canal 17 proposto coincidem com canais existentes. O primeiro atravessa a Rua Duque de Caxias e a Avenida Lomanto Júnior e está indicado no relatório fotográfico apresentado nos Anexos deste documento como um ponto crítico; o segundo, por sua vez, está situado em local onde se verifica a ocorrência de alagamentos com alto risco de prejuízos materiais e elevada frequência. Tais canais existentes foram redimensionados uma vez que foram identificadas áreas críticas em suas proximidades; contudo, como não se dispõe de cadastros, o redimensionamento não considerou qualquer condição pré-existente (dimensões, declividade etc.), razão pela qual estão representados nas peças gráficas como canais novos, propostos. Nesse sentido, recomenda-se a realização de estudos mais aprofundados para a adaptação dos canais existentes às capacidades hidráulicas preconizadas.

No que tange ao combate aos transbordamentos do Rio Itapicuru-Mirim e as inundações que periodicamente ocorrem nas áreas ribeirinhas (conforme explicitado no capítulo 4), salienta-se a necessidade de criar áreas de amortecimento de enchentes a montante de Jacobina, inclusive com o aproveitamento da Lagoa Antônio P. Sobrinho para esse fim. A mera ampliação da calha do rio dentro da área urbana da cidade não é a melhor solução possível, uma vez que existem severas restrições para o alargamento da seção (por conta da ocupação urbana ao longo dos diques que o margeiam), para a escavação do leito (porque o solo é rochoso) ou para a elevação dos diques, uma vez que esta ação não resolveria a questão do tamponamento das saídas da rede de drenagem a ele afluente em momentos de cheia.

No **Quadro 6.1** apresentado a seguir 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 (há)	TC. (min)	C/CN ⁽¹⁾	VAZÃO (l/s)	DECLIV. (m/m)	BASE (m)	ALTURA (m)	VELOC. (m/s)
1	1	100,00	9,53	5,00	0,60	2.966,19	0,0070	1,50	0,90	3,15
	2	120,00	12,75	5,52	0,60	4.011,81	0,0051	1,80	0,90	3,01
	3	200,00	13,68	6,18	0,60	4.301,54	0,0051	1,80	1,00	3,07
	4	50,00	14,36	7,26	0,60	4.425,69	0,0050	1,80	1,00	3,07
2	1	105,00	21,89	10,00	0,60	6.177,70	0,0040	2,00	1,20	3,07
	2	90,00	22,07	10,58	0,60	6.101,59	0,0040	2,00	1,20	3,06
3	1	155,00	9,81	10,00	0,60	2.768,54	0,0069	1,30	1,00	3,08
	2	130,00	11,12	10,84	0,60	3.045,85	0,0067	1,30	1,00	3,12
	3	110,00	12,22	11,54	0,60	3.265,72	0,0050	1,30	1,10	2,83
	4	460,00	52,14	15,00	0,60	12.383,84	0,0025	2,50	1,80	3,05
4	1	160,00	7,10	5,00	0,60	2.209,86	0,0080	1,20	0,80	3,08
	2	140,00	8,49	5,87	0,60	2.674,61	0,0070	1,20	0,90	3,07
	3	210,00	18,83	6,62	0,60	5.884,22	0,0042	1,80	1,20	3,08
	4	270,00	27,27	7,76	0,60	8.290,26	0,0035	2,20	1,50	3,14
	5	225,00	39,83	9,19	0,60	11.562,12	0,0025	2,50	1,80	3,00
5	1	165,00	285,00	30,00	91	43.759,32	0,0010	5,50	3,00	2,98
	2	280,00	289,53	30,93	91	43.810,26	0,0010	5,50	3,00	2,98
6	1	225,00	17,33	10,00	0,60	4.890,80	0,0050	1,50	1,20	3,13
	2	260,00	31,07	11,21	0,60	8.401,54	0,0032	2,30	1,50	3,05
	3	190,00	58,32	12,64	0,60	14.996,69	0,0022	2,75	2,00	3,05
	4	340,00	63,50	13,68	0,60	15.757,79	0,0022	2,75	2,10	3,09
7	1	55,00	5,62	5,00	0,60	1.749,21	0,0090	1,00	0,80	3,03
	2	160,00	7,93	5,30	0,60	2.487,92	0,0080	1,00	1,00	3,13
	3	105,00	10,61	6,15	0,60	3.337,18	0,0064	1,35	1,00	3,14
8	1	145,00	101,15	25,00	91	16.718,00	0,0020	2,75	2,10	3,31
	2	190,00	107,26	25,72	91	17.455,98	0,0020	3,00	2,20	3,06
	3	140,00	109,04	26,76	91	17.388,90	0,0020	3,00	2,20	3,06
	4	190,00	140,76	27,54	91	22.599,12	0,0016	4,00	2,20	3,01
	5	225,00	173,92	28,59	91	27.150,05	0,0014	4,50	2,30	3,01
	6	130,00	191,68	29,83	91	29.475,83	0,0014	4,50	2,45	3,02
	7	210,00	204,43	30,56	91	31.082,69	0,0013	4,50	2,60	3,02
9	1	130,00	15,73	10,00	0,60	4.439,25	0,0049	1,50	1,20	3,04
	2	135,00	16,81	10,72	0,60	4.624,85	0,0049	1,50	1,20	3,07
10	1	250,00	15,05	10,00	0,60	4.247,35	0,0050	1,35	1,20	3,01
	2	430,00	5,67	10,00	0,60	1.600,16	0,0090	1,00	0,80	2,97
	3	245,00	29,62	11,39	0,60	7.956,19	0,0035	2,00	1,50	3,10
11	1	75,00	8,11	5,00	0,60	2.524,22	0,0075	1,00	1,00	3,06
	2	335,00	8,50	10,00	0,60	2.398,83	0,0075	1,20	1,00	3,07
	3	190,00	23,30	12,00	0,60	6.126,22	0,0045	1,80	1,20	3,20

Quadro 6.1 – Dimensões dos canais propostos (continuação)

CANAL	TR	EXTENSÃO (m)	ÁREA (ha)	TC. (min)	C/CN ⁽¹⁾	VAZÃO (l/s)	DECLIV. (m/m)	BASE (m)	ALTURA (m)	VELOC. (m/s)
12	1	115,00	192,07	25,00	91	31.745,19	0,0014	4,00	2,90	3,11
	2	260,00	215,89	25,61	91	35.194,38	0,0013	4,50	2,90	3,11
	3	130,00	236,21	27,00	91	37.475,69	0,0012	4,80	2,90	3,07
13	1	535,00	41,19	10,00	0,60	11.624,46	0,0025	2,50	1,80	3,01
	2	560,00	12,59	5,00	0,60	3.918,61	0,0054	1,50	1,10	3,06
	3	35,00	54,67	20,00	0,60	11.174,75	0,0026	2,50	1,80	3,02
14	1	345,00	5,71	5,00	0,60	1.777,22	0,0090	1,00	0,80	3,04
	2	170,00	13,25	10,00	0,60	3.739,36	0,0060	1,50	1,00	3,15
	3	320,00	32,63	15,00	0,60	7.750,00	0,0035	2,00	1,50	3,08
	4	205,00	34,84	16,73	0,60	7.834,82	0,0035	2,00	1,50	3,09
15	1	80,00	2,68	5,00	0,60	834,14	0,0155	0,80	0,60	3,09
	2	145,00	3,16	5,44	0,60	993,48	0,0145	0,80	0,60	3,15
	3	230,00	5,56	5,00	0,60	1.730,54	0,0090	1,00	0,80	3,02
	4	155,00	7,99	6,28	0,60	2.509,74	0,0075	1,20	1,00	3,10
	5	20,00	11,15	15,00	0,60	2.648,25	0,0074	1,80	0,70	3,06
16	1	210,00	6,17	5,00	0,60	1.920,40	0,0090	1,00	0,80	3,10
	2	235,00	12,59	6,13	0,60	3.960,58	0,0051	1,50	1,10	3,01
	3	140,00	14,24	7,43	0,60	4.369,26	0,0051	1,50	1,20	3,08
17	1	230,00	118,35	25,00	91	19.560,80	0,0020	3,00	2,30	3,14
	2	390,00	136,98	26,22	91	22.086,79	0,0018	3,30	2,35	3,12

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 acidentada topografia da cidade condicionará 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, à semelhança de alguns canais existentes em Jacobina.

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 microdrenagem é de fundamental importância para o sucesso da proposta da intervenção, pois é imprescindível o ordenamento do fluxo desde as partes altas das bacias de drenagens até os locais 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\$ 57.068.600,00, distribuídos em duas etapas conforme descrito no capítulo seguinte e 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, o que corresponde, para o caso de Jacobina, ao valor de R\$ 51.361.700,00. 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\$ 13.869.700,00 (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 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 Jacobina.

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. Com relação ao projeto de macro drenagem da cidade, conforme descrito anteriormente são prioritárias as obras dos canais 1 a 15 e 17.

7.2 CRIAÇÃO DE BACIAS DE AMORTECIMENTO DE ENCHENTES

O Plano Diretor de Saneamento Ambiental também deverá contemplar a proposição de ações para a preservação ambiental da Lagoa Antônio P. Sobrinho, caso se confirme sua potencialidade enquanto dispositivo para o amortecimento das enchentes do Rio Itapicuru Mirim. Ainda que esta lagoa não esteja inserida em áreas urbanizadas, sua consolidação pode estar atrelada a programas orientados ao

fortalecimento do turismo na região (que já se apresenta desde o viés do ecoturismo) e de fomento às práticas de lazer e esporte para a população que reside em Jacobina e proximidades.

Em caso de que tal potencialidade não se confirme, deverão ser propostos barramentos no curso do rio em pontos situados à montante da cidade, de forma a regularizar as vazões e combater o transbordamento do rio em relação aos cais existentes. Neste caso, torna-se fundamental a realização de estudos subsequentes a este, mais aprofundados, para a identificação de áreas disponíveis para a implantação dessas novas lagoas e a determinação de suas capacidades de reservação.

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

É importante que a Prefeitura de Jacobina 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 macrodrenagem para Jacobina 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 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.

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 Jacobina. 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 DESOCUPAÇÃO 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.

Conforme comentado no Capítulo 4, em Jacobina existem trechos de canais cobertos por edificações e pelo sistema viário, assim como a maior parte dos canais e cursos d'água estão confinados pela ocupação urbana de entorno. Parte da população da cidade reside, então, em áreas inundáveis, de risco, e expõe sua vida e seus bens aos impactos das enchentes e das fortes chuvas que periodicamente incidem sobre a região.

Recomenda-se, como uma ação de curto prazo, a identificação e a remoção das edificações situadas em zonas de maior risco. A médio prazo a Prefeitura Municipal deverá estabelecer o zoneamento das faixas de inundação, identificar as edificações ali inseridas e prever, para cada caso, uma estratégia para a remoção ou a proteção das mesmas.

8 ANEXOS

8.1 PLANILHA RESUMO DOS QUANTITATIVOS E ORÇAMENTO DAS OBRAS

8.2 ÁGUAS PLUVIAIS - INFORMAÇÕES GERAIS DA SEDE MUNICIPAL DE JACOBINA

8.3 PEÇAS GRÁFICAS