

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 3 – RDS 19 – PORTAL DO SERTÃO

CIDADE DE FEIRA DE SANTANA

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 FEIRA DE SANTANA	6
4	CARACTERIZAÇÃO DAS CONDIÇÕES ATUAIS DA DRENAGEM PLUVIAL DA CIDADE	10
5	ESTUDOS HIDROLÓGICOS PARA DETERMINAÇÃO DE VAZÃO	13
6	SOLUÇÕES PROPOSTAS	19
6.1	INTERVENÇÕES ESTRUTURAIS DE MACRODRENAGEM	19
6.2	PREVISÃO DE INVESTIMENTOS	24
7	AÇÕES PROPOSITIVAS	25
7.1	ELABORAÇÃO DE PLANO DIRETOR DE SANEAMENTO BÁSICO	25
7.2	CONSOLIDAÇÃO E CRIAÇÃO DE BACIAS DE AMORTECIMENTOS DE ENCHENTES	26
7.3	MELHORIA E AMPLIAÇÃO DO SISTEMA DE MACRO E MICRO DRENAGEM EXISTENTE	26
7.4	ADOÇÃO DE ESTRATÉGIAS PARA A INFILTRAÇÃO E UTILIZAÇÃO DE ÁGUAS DE CHUVA	27
7.5	DESOCUPAÇÃO DAS ÁREAS MARGINAIS AOS CURSOS D'ÁGUA E CANAIS DE DRENAGEM	27
8	ANEXOS	29
8.1	PLANILHA RESUMO DOS QUANTITATIVOS E ORÇAMENTO DAS OBRAS	
8.2	ÁGUAS PLUVIAIS - INFORMAÇÕES GERAIS DA SEDE MUNICIPAL DE FEIRA DE SANTANA	
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 3 do TOMO III contém os **Estudos de Áreas Críticas** para a cidade de **Feira de Santana**, integrante da **Região de Desenvolvimento Sustentável do Portal do Sertão – RDS 19**.

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 Feira de Santana 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 Feira de Santana e apresentadas no volume deste plano referente à RDS 19, 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 FEIRA DE SANTANA

A cidade de Feira de Santana está inserida na Região de Desenvolvimento Sustentável do Portal do Sertão – RDS 19, conforme mostrado na Figura 3.1. Outras informações constam no Relatório *Diagnósticos e Levantamentos – Volume 4 – Portal do Sertão*, específico para essa região, abordando aspectos mais gerais sobre do manejo de águas pluviais nesta localidade.

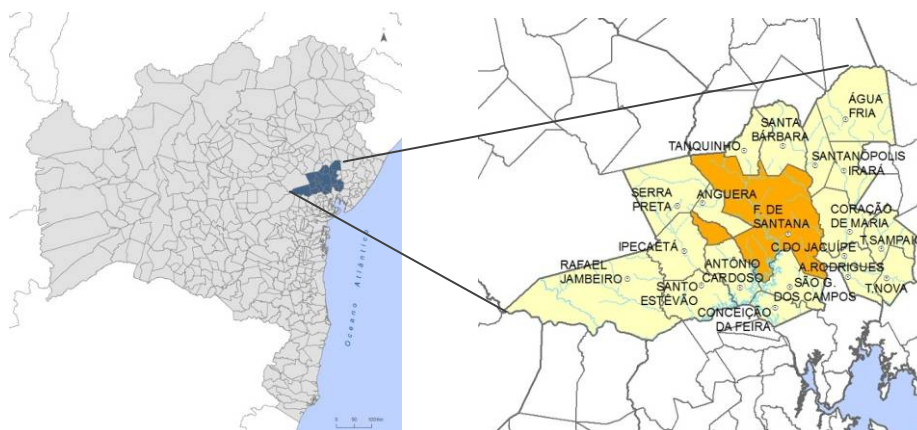


Figura 3.1 – Localização da RDS do Portal do Sertão e da cidade de Feira de Santana

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*, *Macro-drenagem* 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 *Macro-drenagem* 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 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 Feira de Santana 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	3,7	11,1
Intensidade das chuvas locais	Requer atenção	3	3,0	9,0
Ocupação urbana	Elevado	7	4,0	28,0
Manejo sustentável	Requer atenção	1	3,4	3,4
Infraestrutura de drenagem urbana	Requer atenção	5	3,5	17,5
Macrodrenagem	Elevado	3	3,8	11,4
Microdrenagem	Requer atenção	3	2,7	8,1
Adequabilidade do sistema existente	Elevado	7	3,8	26,6
Inundações ribeirinhas	Requer atenção	9	2,7	24,3
Impactos nas áreas críticas	Requer atenção	7	3,2	22,4
Natureza dos problemas	Elevado	5	4,2	21,0
Possibilidade de amortecimento	Elevado	1	3,9	3,9
Recorrência dos problemas	Muito elevado	7	4,6	32,2
Interferência na localidade	Requer atenção	7	3,3	23,1
Risco de vida humana	Baixo	9	1,6	14,4
Aspectos institucionais	Muito baixo	3	1,4	4,2
Estrutura municipal	Muito baixo	5	0,7	3,5
Normas e licenciamentos	Baixo	3	2,5	7,5
Defesa civil	Baixo	1	2,0	2,0
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 é a *produção de escoamento nas bacias*. Além deste, requerem atenção: a *infraestrutura de drenagem urbana*, as *inundações ribeirinhas* e os *impactos nas áreas críticas*. Já no que concerne aos *aspectos institucionais*, o potencial de fragilidade é classificados como muito baixo.

As características de ocupação urbana como média a elevada densidade, existência de poucas áreas verdes e grande percentagem de área construída nos lotes diminuem a absorção das águas da chuva e aumentam o escoamento superficial. A existência de poucas áreas públicas de amortecimento e o costume de não se utilizar água de chuva para consumo dificultam o uso de técnicas de manejo sustentável.

No que se refere às estruturas de *macrodrenagem*, há grande potencial de fragilidade. Observa-se a existência de obstruções e estrangulamentos em diversas delas, além de lixo e leito assoreado. O estado de conservação de diversas estruturas é ruim, e muitas transportam esgoto sanitário. Por todos esses motivos, o potencial de fragilidade deste componente é considerado elevado.

Os dispositivos de *microdrenagem* apresentam situação um pouco melhor, mas requerem atenção, principalmente devido a existência de algum lixo nas sarjetas e demais dispositivos e da baixa cobertura de rede de drenagem.

O segmento *infraestrutura de drenagem urbana* é composto destes dois últimos blocos e da *adequabilidade do sistema existente*, que é classificada como de elevado potencial de fragilidade. Os principais fatores que levam a esta classificação são a grande quantidade de áreas críticas (12), a complexidade das áreas alagáveis, que correspondem a áreas centrais e não centrais de ocupação formal, e à baixa cobertura da rede de drenagem.

Outro aspecto com potencial de fragilidade que requer atenção é o de *impactos nas áreas críticas*, devido principalmente à grande frequência dos problemas, demonstrado pela declaração por duas vezes de estado de emergência por conta de alagamento nos últimos anos, ao fato dos alagamentos ocorrerem em locais de ocupação formal e ao grande número de pessoas afetadas. É importante ressaltar que em duas áreas críticas, foi observado elevado risco de perda de vida humana.

Quanto às inundações ribeirinhas, embora a cidade seja cortada por curso d'água, com grande bacia de contribuição, não foram observadas inundações nos últimos anos. Por esse motivo, futuras ocupações inadequadas dos terrenos marginais aos cursos de água podem levar a cidade a apresentar tal situação.

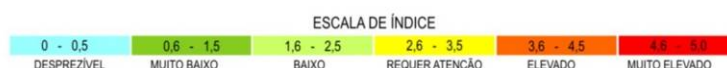
O aspecto considerado mais favorável em Feira de Santana é em relação aos aspectos institucionais e normativos, já que a prefeitura municipal possui boa estrutura organizacional e a defesa civil é atuante. Entretanto, instrumentos como Plano Diretor de Drenagem Urbana e Plano de Saneamento Ambiental melhorariam ainda mais os aspectos institucionais na cidade.

Para que se possa ter uma visão global das características de Feira de Santana 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 19

MUNICÍPIO	COMPONENTE					ÍNDICE GLOBAL	CLASSIFICAÇÃO
	Aspectos Institucionais	Bacias	Infraestrutura de drenagem urbana	Inundações ribeirinhas	Impactos nas áreas críticas		
AGUAFRIA	4,1	2,3	2,6	0,0	0,0	1,2	Muito baixo
AMÉLIA RODRIGUES	3,1	3,0	3,1	0,0	3,5	2,2	Baixo
ANGUERA	3,4	3,8	1,6	0,0	0,0	1,1	Muito baixo
ANTÔNIO CARDOSO	3,5	3,2	1,8	0,0	0,0	1,1	Muito baixo
CONCEIÇÃO DA FEIRA	2,7	3,1	3,2	0,0	3,3	2,1	Baixo
CONCEIÇÃO DO JACUIPE	3,1	3,4	3,1	0,0	3,3	2,2	Baixo
CORAÇÃO DE MARIA	3,2	2,9	2,4	0,0	2,4	1,7	Baixo
FEIRA DE SANTANA	1,4	3,7	3,5	2,7	3,2	2,9	Requer atenção
IPECAETÁ	3,7	3,2	1,5	1,7	0,0	1,6	Baixo
IRARÁ	3,3	2,7	3,6	0,0	2,5	2,0	Baixo
RAFAEL JAMBEIRO	2,8	3,7	1,6	0,0	0,0	1,0	Muito baixo
SANTA BÁRBARA	3,6	2,9	2,1	0,0	0,0	1,1	Muito baixo
SANTANÓPOLIS	3,7	2,2	1,8	0,0	0,0	1,0	Muito baixo
SANTO ESTEVÃO	3,4	2,2	1,3	0,0	0,0	0,9	Muito baixo
SÃO GONÇALO DOS CAMPOS	2,6	3,0	3,4	0,0	3,2	2,1	Baixo
SERRAPRETA	3,9	4,1	1,9	0,0	0,0	1,2	Muito baixo
TANQUINHO	3,5	2,8	1,6	0,0	2,2	1,6	Baixo
TEODORO SAMPAIO	3,4	3,4	3,0	2,3	3,2	2,9	Requer atenção
TERRANOVA	3,5	3,3	3,3	3,8	3,3	3,5	Requer atenção
Média da RDS	3,3	3,1	2,4	0,6	1,6	1,8	
Desvio padrão	0,6	0,5	0,8	1,2	1,6	0,8	

Nota: Os valores em vermelho são superiores à soma da média do fator acrescida do respectivo desvio padrão, significando um potencial de fragilidade bem maior que o comportamento mais comum da região.



O *potencial de fragilidade global* de Feira de Santana está acima da média regional. O destaque positivo se faz quanto aos aspectos institucionais, cujo índice é o menor da RDS quando comparado aos demais municípios, o que significa a existência de instrumentos normativos como a 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.

Já os demais índices estão todos acima da média da RDS. Embora nenhum segmento seja o mais frágil da região, o fato de quatro dos cinco índices estarem acima do comportamento mais comum entre as cidades da RDS 19 faz com que o *potencia global de fragilidade* da cidade seja o segundo mais alto.

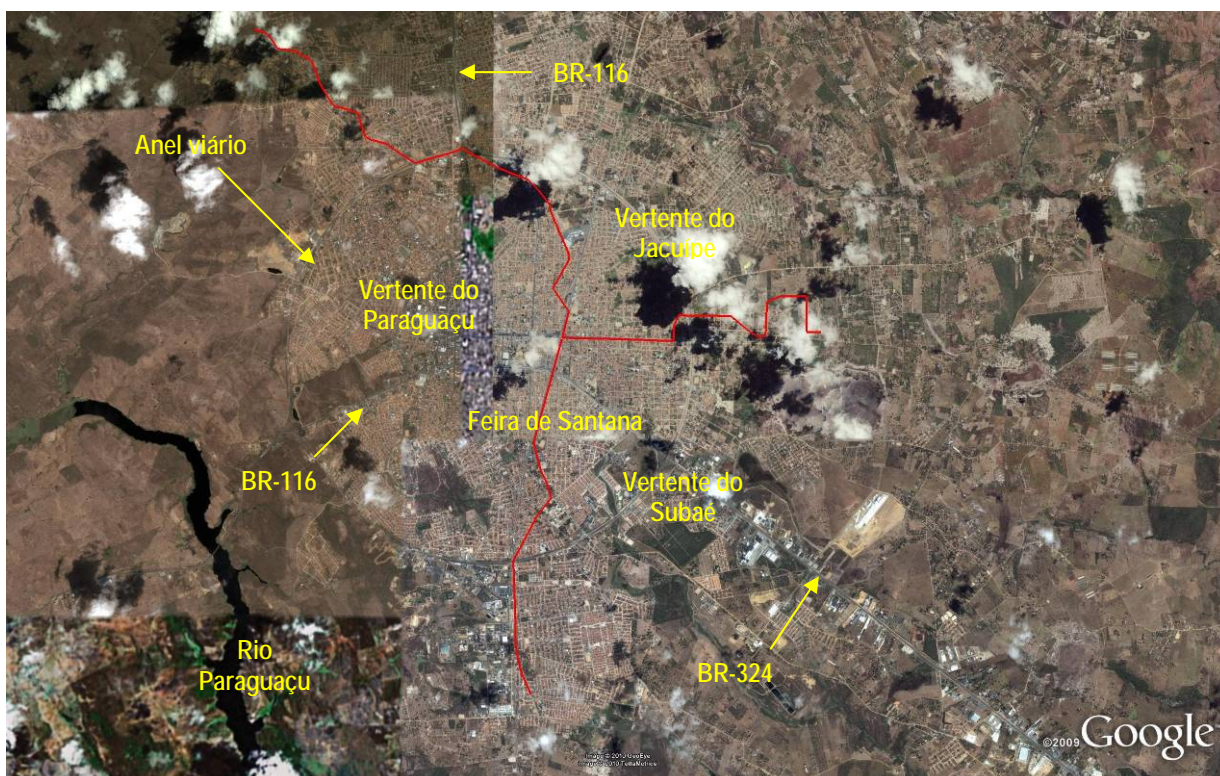
4 CARACTERIZAÇÃO DAS CONDIÇÕES ATUAIS DA DRENAGEM PLUVIAL DA CIDADE

Neste item estão caracterizados os principais problemas relacionados à questão da drenagem pluvial de Feira de Santana, que foram definidos em função de inspeções de campo efetuadas e de análises de imagens e de mapas cartográficos existentes. As principais condições observadas no campo estão ilustradas no desenho DE.1121.00-DRE-19-1-001 a 007, ressaltando-se que, pela importância de Feira de Santana como a segunda maior cidade do estado, é fundamental que sejam providenciadas ações imediatas com o objetivo de se conhecer com exatidão as obras já executadas no âmbito da macro drenagem.

O traçado viário de Feira de Santana é definido por malhas prioritariamente ortogonais e por um anel de contorno para o qual convergem importantes rodovias (como a BR-116 e a BR-324). O limite urbano definido pela construção desse anel durante a década de setenta do século passado já foi superado em muito pela expansão imobiliária que vem ocorrendo em Feira de Santana nestes últimos anos, notadamente no sentido nordeste da cidade em direção à área onde está construído o aeroporto da cidade.

A área central da cidade situa-se em grande parte em terreno alto e plano. A partir desse setor são definidos três vertentes distintas de escoamento das águas pluviais, que contribuem em direção aos rios Paraguaçu, Jacuípe e Subaé (ver **Figura 4.1**).

Figura 4.1 – Imagem de satélite da cidade de Feira de Santana



Conforme ilustrado nas peças gráficas anexas a este documento, conclui-se que a infra-estrutura da cidade ainda não é bem resolvida no que tange aos aspectos relacionados à drenagem pluvial, pois

foram definidos diversos problemas de alagamentos durante as inspeções de campo efetuadas para este estudo. Uma parcela razoável das vias públicas não são pavimentadas (cerca de 25%) e quase 75% das vias não contam com sistemas de micro drenagem pluvial (ver relatório fotográfico e síntese do levantamento em campo apresentados nos Anexos deste documento).

No sexto capítulo deste relatório, através da interpretação das condições topográficas locais, são apresentadas propostas de construções de canais múltiplos para todo o perímetro urbano da cidade, o que consolida a observação inicial deste parágrafo sobre a questão da drenagem da cidade. Em razão da crescente taxa de impermeabilização do solo que está ocorrendo na cidade, principalmente por conta de programas habitacionais particulares e da esfera governamental, é de se prever grandes impactos ambientais no que tange aos processos de escoamento superficial de águas de chuvas e conseqüentes condições de alagamentos das áreas baixas.

Quase todas as áreas críticas identificadas situam-se em áreas baixas ou de talvegue, inclusive com algumas estando localizadas em pontos onde já há dispositivos de macrodrenagem. Estas situações estão caracterizadas por problemas de variadas ordens, como os que se expõe a seguir:

- Nas partes altas da cidade, onde a morfologia do terreno apresenta declividades longitudinais baixas a médias, as condições de escoamento das águas pluviais ainda são favoráveis, uma vez que o fluxo escoar difusamente ao longo do sistema viário local em direção às partes baixas. Esta situação, todavia, apresenta conseqüências desfavoráveis, como a ocorrência de enxurradas, de erosões do solo em ruas ainda não pavimentadas e que apresentem declividades médias a altas, bem como o carreamento de sedimentos em direção aos cursos d'água existentes no perímetro urbano da cidade;
- Outra conseqüência do escoamento difuso nas áreas altas é o espalhamento abrupto, desorganizado, dessas águas sobre os leitos das vias locais quando o fluxo chega às áreas de menor declividade. Os alagamentos tornam-se, então, inevitáveis, dado que os sistemas de drenagem pluvial existentes nas áreas baixas quase sempre não estão aptos para enfrentar esta condição;
- A ocupação urbana irregular nas áreas baixas implica na supressão das áreas naturais de amortecimento de enchentes;
- A ocorrência de processos de assoreamento dos leitos dos canais existentes e de córregos naturais através de solos erodidos e/ou por detritos diversos, até por lixo orgânico, bem como a existência de interferências físicas com o sistema de macro drenagem e de obstruções diminuem sensivelmente as capacidades hidráulicas dos dispositivos existentes, o que implica na formação (ou no agravamento) de áreas de alagamentos por conta da retenção do fluxo à montante dos pontos de obstrução.

Nos Anexos deste documento estas questões voltam a ser comentadas, no item "Inundações de áreas urbanas", no campo "agravante do problema" definido para cada área crítica e no campo "estado do dispositivo" para cada canal cadastrado em campo.

Nas peças gráficas verifica-se que a sede municipal de Feira de Santana foi dividida em oito bacias hidrográficas de drenagem pluvial, sendo que a cidade já conta com alguns canais de macro drenagem

em talvegues, fundos de vale ou em locais próximos a importantes vias. Nem sempre estes canais conformam redes hídricas conexas, senão que também se verifica a existência de trechos em curso natural entre dois trechos já retificados e regularizados (por exemplo, os canais existentes 8 e 9).

Constata-se que muitos deles se encontram cobertos por edificações ou então já há uma tendência ao confinamento desses cursos pela urbanização de entorno, como os canais dos bairros Feira VII, Feira X, Mangabeira e Cidade Nova (representados na cor verde pelos números 13, 9, 1 e 2, nessa ordem). Além disso, canais como o Feira IX e do bairro Aviário não possuem revestimento em sua calha, ou seja, tratam-se de córregos naturais (ver registros fotográficos e fichas de levantamento dos canais nos Anexos), tanto que são tratados neste estudo como canais propostos, novos (pertencentes às bacias 2 e 6, respectivamente).

Acerca dos canais existentes é importante voltar a ressaltar que 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.

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 para o trecho 17 do Canal 01 proposto (152,05 hectares e um tempo de concentração de 28,34 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 02138028 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 (%)
1936	24,5	173,0	56,00	1,79
1937	94,2	119,6	28,00	3,57
1938	40,4	118,0	18,67	5,36
1939	61,0	114,4	14,00	7,14
1940	62,9	96,0	11,20	8,93
1941	114,4	94,2	9,33	10,71
1942	54,9	83,0	8,00	12,50
1943	38,6	80,0	7,00	14,29
1944	47,0	78,7	6,22	16,07
1945	57,4	78,0	5,60	17,86
1946	30,0	78,0	5,09	19,64
1947	78,7	75,6	4,67	21,43
1948	57,8	75,4	4,31	23,21
1949	74,0	75,0	4,00	25,00
1950	66,0	74,0	3,73	26,79
1951	68,0	74,0	3,50	28,57
1952	74,0	72,5	3,29	30,36
1953	31,0	72,4	3,11	32,14
1954	118,0	72,0	2,95	33,93
1955	173,0	68,0	2,80	35,71
1956	56,0	68,0	2,67	37,50
1957	55,0	66,0	2,55	39,29
1958	80,0	62,9	2,43	41,07
1959	33,0	62,0	2,33	42,86

Ano	Precipitação máxima diária (mm)	Precipitação ordenada (mm)	Período de retorno (Tr) (anos)	Probabilidade (%)
1960	72,5	61,0	2,24	44,64
1961	52,2	61,0	2,15	46,43
1962	72,4	59,0	2,07	48,21
1963	57,5	57,8	2,00	50,00
1964	62,0	57,6	1,93	51,79
1965	96,0	57,5	1,87	53,57
1966	43,8	57,4	1,81	55,36
1967	57,6	56,0	1,75	57,14
1968	78,0	55,8	1,70	58,93
1969	75,6	55,2	1,65	60,71
1970	119,6	55,0	1,60	62,50
1971	33,2	54,9	1,56	64,29
1972	53,6	54,0	1,51	66,07
1973	54,0	53,6	1,47	67,86
1974	52,2	52,2	1,44	69,64
1975	55,8	52,2	1,40	71,43
1976	59,0	47,0	1,37	73,21
1977	68,0	46,0	1,33	75,00
1978	75,4	44,0	1,30	76,79
1979	44,0	43,8	1,27	78,57
1980	61,0	42,2	1,24	80,36
1981	78,0	40,4	1,22	82,14
1982	72,0	40,2	1,19	83,93
1983	33,4	38,6	1,17	85,71
1984	40,2	33,4	1,14	87,50
1985	75,0	33,2	1,12	89,29
1986	83,0	33,0	1,10	91,07
1987	42,2	31,0	1,08	92,86
1988	55,2	30,0	1,06	94,64
1989	46,0	24,5	1,04	96,43
1990	20,2	20,2	1,02	98,21
Média =	63,2		Desv, Pad,=	26,42

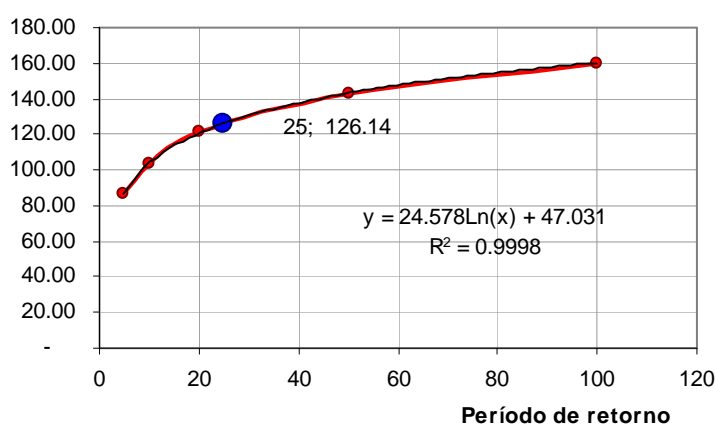
A média aritmética das precipitações é igual a 63,2 mm. O desvio padrão da amostra das precipitações é igual a 26,42 mm.

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	86,09
10	2,250	103,95
20	2,970	121,08
50	3,902	143,27
100	4,600	159,88

Figura 5.1 - Precipitações máximas x período de retorno



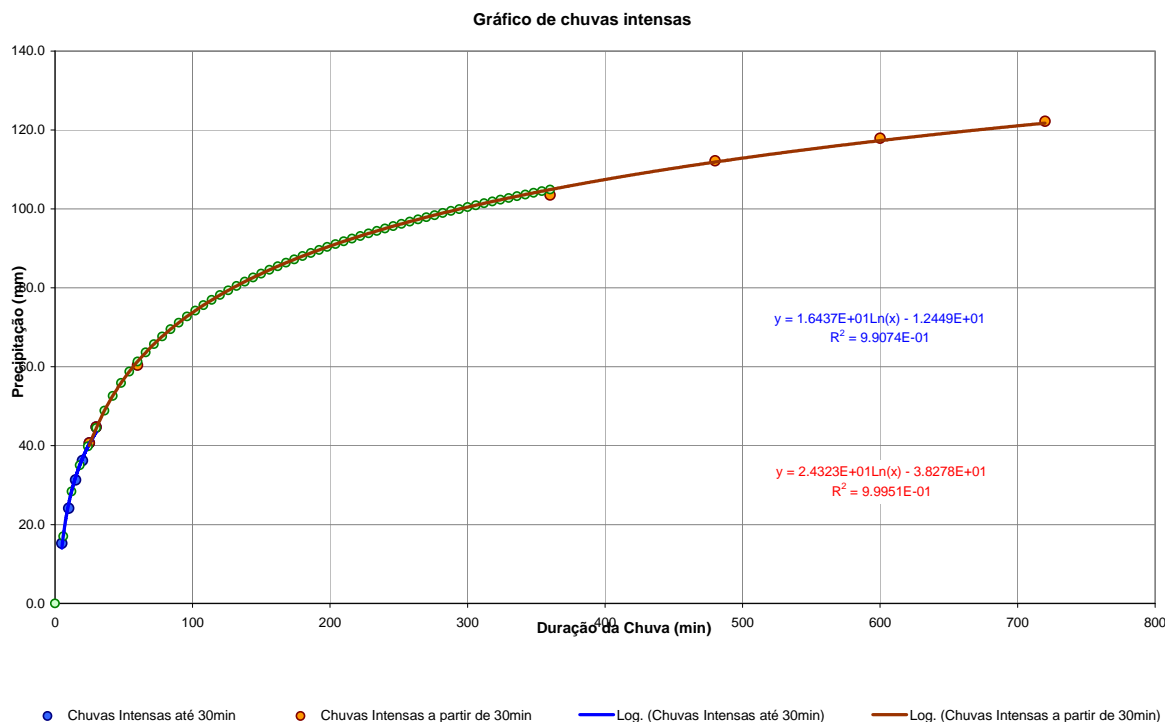
A partir destas informações, o passo seguinte nesta atividade é definir a chuva de 24 horas que, segundo a bibliografia utilizada, pode ser calculada a partir da chuva de 1 dia aplicando-se um fator igual a 1,14. Desta maneira obteve-se P_{24h} igual a 143,80 mm.

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

Quadro 5.3 – Relações entre alturas pluviométricas

RELAÇÃO ENTRE ALTURAS PLUVIOMÉTRICAS	COEFICIENTES	PRECIPITAÇÃO (mm)
5 min / 30 min	0,34	15,2
10 min / 30 min	0,54	24,1
15 min / 30 min	0,70	31,3
20 min / 30 min	0,81	36,2
25 min / 30 min	0,91	40,7
30 min / 1 h	0,74	44,7
1 h / 24 h	0,42	60,4
6 h / 24 h	0,72	103,5
8 h / 24 h	0,78	112,2
10 h / 24 h	0,82	117,9
12 h / 24 h	0,85	122,2

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

Quadro 5.4 – Precipitações total e efetiva

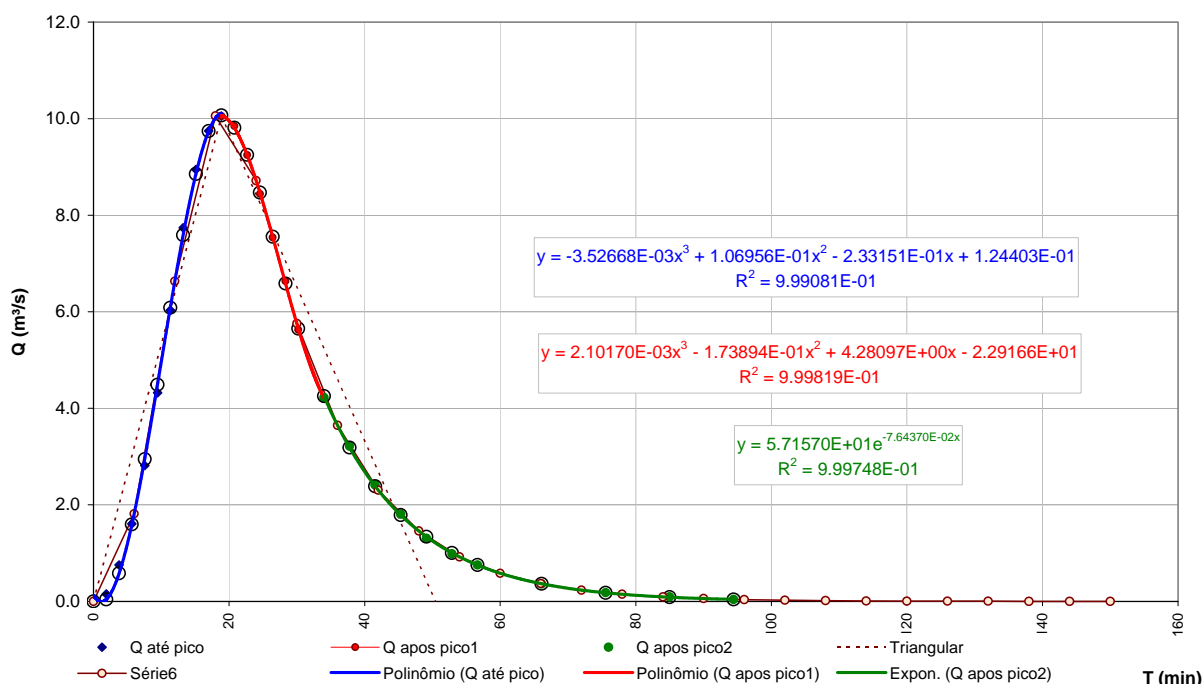
TEMPO (min)	PRECIPITAÇÃO TOTAL (mm)	INCREMENTO (mm)	INCREMENTO REARRANJADO (mm)	INCREMENTO REARRANJADO ACUMULADO (mm)	PRECIPITAÇÃO EFETIVA TOTAL (mm)	INCREMENTO DE PRECIPITAÇÃO EFETIVA (mm)
0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00
6	17,0	17,0	2,6	2,6	0,0	0,00
12	28,4	11,4	6,7	9,2	0,4	0,40
18	35,1	6,7	17,0	26,2	8,7	8,28
24	39,8	4,7	11,4	37,6	17,0	8,31
30	44,5	4,7	4,7	42,4	20,8	3,77
36	48,9	4,4	4,7	47,0	24,6	3,84
42	52,6	3,7	4,4	51,4	28,3	3,75
48	55,9	3,2	3,7	55,2	31,6	3,23
54	58,7	2,9	3,2	58,4	34,4	2,84
60	61,3	2,6	2,9	61,3	36,9	2,53
66	63,6	2,3	2,3	63,6	39,0	2,06

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)
72	65,7	2,1	2,1	65,7	40,9	1,90
78	67,7	1,9	1,9	67,7	42,6	1,75
84	69,5	1,8	1,8	69,5	44,3	1,63
90	71,2	1,7	1,7	71,2	45,8	1,52
96	72,7	1,6	1,6	72,7	47,2	1,43
102	74,2	1,5	1,5	74,2	48,6	1,35
108	75,6	1,4	1,4	75,6	49,9	1,27
114	76,9	1,3	1,3	76,9	51,1	1,21
120	78,2	1,2	1,2	78,2	52,2	1,15
Total		78,2	78,2			52,21

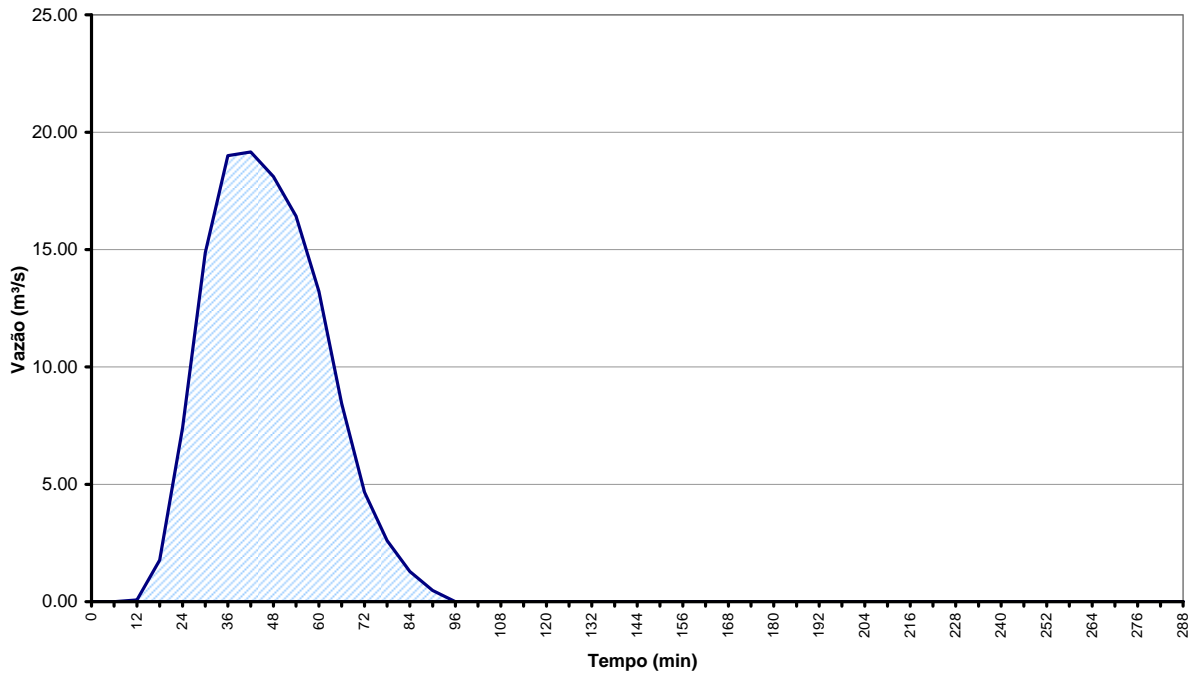
O traçado do hidrograma curvilíneo foi obtido a partir do hidrograma unitário triangular (Figura 5.3):

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-19-1-001 a 007 estão indicadas as propostas de construção de diversos 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 da formação de enxurradas e de pontos de alagamentos que venham a afetar as edificações existentes e a prejudicar a fluidez do tráfego. Feira de Santana está experimentando um intenso crescimento habitacional que só tende a agravar esta situação.

Considerando-se o tamanho do perímetro urbano de Feira de Santana e as condições do relevo local, principalmente no centro da cidade, observa-se, neste relatório, a expectativa de diversas obras de macrodrenagem como parte integrante da solução definitiva dos alagamentos existentes em períodos de chuvas intensas. São preconizadas, também, intensificações de utilizações de várias lagoas de detenções naturais existentes (em um total de nove) como forma de atenuar os efeitos destas chuvas.

Para o núcleo da cidade foram concebidos oito sistemas de drenagem. Estes sistemas estão compostos por canais do tipo "calha", implantados em consonância com as linhas de talvegue e de fundo de vale, bem como por canais a meia encosta (de desvio), destinados à interceptação das águas provenientes das partes altas do terreno e à condução desse fluxo, de forma ordenada, em direção às áreas baixas. Os trechos 4.1, 4.2, 4.4 e 4.5 da bacia 4 e 8.4 da bacia 8 são exemplos desses canais de desvio.

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

Observa-se que os canais existentes representados pelos números 2, 6 e 9 e o trecho 7.3 do canal existente 7 foram redimensionados, dado que em seus entornos também foram identificadas áreas críticas de alagamento (como as áreas D, F e H), conforme ilustrado nas peças gráficas. Contudo, como não se dispõe de cadastros acerca da calha atual, o redimensionamento não considerou qualquer condição pré-existente (dimensões, declividade dos trechos etc.). Dessa forma, recomenda-se a realização de estudos mais aprofundados, prioritariamente através de cadastros topográficos das obras já implantadas para a adaptação dos canais existentes 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	290.00	29.49	15.00	0.6	6,304.10	0.0035	1.75	1.50	2.91
	2	330.00	40.00	16.66	0.6	8,113.40	0.0035	2.00	1.50	3.11
	3	220.00	122.14	18.43	90	17,974.82	0.0020	3.00	2.20	3.08
	4	510.00	141.68	19.62	90	20,374.53	0.0018	3.50	2.20	3.07
	5	850.00	82.58	20.00	0.6	15,192.44	0.0023	2.50	2.00	3.09
	6	420.00	100.45	24.59	93	16,131.17	0.0020	2.75	2.00	2.99
	7	200.00	120.02	26.93	93	18,515.25	0.0020	2.75	2.50	3.07
	8	320.00	26.92	15.00	0.6	5,754.71	0.0040	1.75	1.30	3.01
	9	210.00	44.29	16.77	0.6	8,951.93	0.0035	2.00	1.60	3.18
	10	350.00	184.01	28.02	93	28,382.73	0.0023	2.50	2.10	3.04
	11	350.00	231.62	29.93	93	34,252.55	0.0020	2.75	2.25	3.02
	12	190.00	376.76	31.86	93	54,297.10	0.0020	2.75	2.35	3.06
	13	420.00	48.50	20.00	0.6	8,922.66	0.0032	2.00	1.70	3.07
	14	430.00	75.67	22.28	0.6	13,099.10	0.0025	2.50	2.00	3.09
	15	270.00	104.76	24.60	90	13,964.77	0.0023	2.50	2.00	3.03
	16	410.00	129.55	26.08	90	16,740.19	0.0020	3.00	2.00	3.03
	17	570.00	152.05	28.34	90	19,163.73	0.0020	3.25	2.20	3.14
	18	120.00	530.49	32.90	93	77,901.21	0.0017	3.20	2.80	3.15
2	1	570.00	56.39	25.00	0.6	9,126.72	0.0035	2.00	1.70	3.19
	2	440.00	96.38	27.97	0.6	14,577.41	0.0025	2.50	2.10	3.16
	3	390.00	21.65	15.00	0.6	4,628.14	0.0070	1.30	1.30	3.48
	4	380.00	53.76	16.87	0.6	10,834.83	0.0030	2.20	1.80	3.15
	5	450.00	76.16	18.88	0.6	14,460.94	0.0026	2.50	2.00	3.21
	6	590.00	30.49	20.00	0.6	5,609.32	0.0042	1.60	1.40	3.03
	7	320.00	26.48	15.00	0.6	5,660.65	0.0045	1.80	1.20	3.14
	8	150.00	99.48	23.25	0.6	16,802.96	0.0022	2.80	2.20	3.13
	9	540.00	112.61	24.05	90	16,802.96	0.0022	2.80	2.20	3.13
	10	490.00	50.77	25.00	0.6	8,217.12	0.0035	2.00	1.60	3.12
	11	280.00	72.47	27.62	0.6	11,047.51	0.0025	2.50	1.80	2.97
	12	350.00	29.42	15.00	0.6	6,289.14	0.0040	1.75	1.40	3.07
	13	630.00	25.13	15.00	0.6	5,372.06	0.0040	1.80	1.20	2.96
	14	280.00	776.89	43.00	90	85,887.30	0.0018	3.00	2.50	3.07
	15	430.00	11.06	15.00	0.6	2,364.31	0.0065	1.20	0.90	2.89
	16	510.00	809.13	44.00	90	88,535.59	0.0018	3.00	2.60	3.09
	17	420.00	24.31	15.00	0.6	5,196.77	0.0045	1.60	1.30	3.06
	18	340.00	44.31	17.29	0.6	8,816.46	0.0033	2.00	1.70	3.10
	19	370.00	872.53	45.00	90	94,984.99	0.0018	3.00	2.80	3.13
	20	580.00	64.08	30.00	0.6	9,494.76	0.0033	2.20	1.60	3.17
	21	370.00	71.50	33.05	0.6	10,126.61	0.0032	2.20	1.70	3.18
	22	450.00	98.50	34.98	0.6	13,567.99	0.0025	2.50	2.00	3.11
	23	650.00	124.21	37.39	93	17,023.85	0.0020	2.75	2.30	3.02
	24	530.00	278.20	40.98	90	31,291.16	0.0020	2.75	2.20	2.97

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)
2	25	480.00	1174.73	46.97	89	105,779.44	0.0007	12.00	3.10	3.14
	26	490.00	28.76	20.00	0.6	5,291.05	0.0045	1.80	1.20	3.09
	27	370.00	50.91	22.64	0.6	8,731.34	0.0036	2.00	1.60	3.20
	28	290.00	70.59	24.57	0.6	11,542.76	0.0028	2.50	1.70	3.14
	29	390.00	1252.38	48.49	88	107,005.53	0.0007	12.00	3.10	3.15
	30	770.00	1318.47	50.55	88	110,549.55	0.0007	12.00	3.20	3.18
	31	560.00	1337.32	54.59	88	109,548.72	0.0007	12.00	3.20	3.17
	32	250.00	1347.25	57.14	88	107,354.96	0.0007	12.00	3.20	3.15
3	1	340.00	89.54	35.00	0.6	12,331.11	0.0026	2.50	1.80	3.09
	2	450.00	106.22	36.83	90	12,379.72	0.0026	2.50	1.80	3.10
	3	170.00	149.59	39.25	90	17,142.45	0.0020	2.75	2.20	3.03
	4	235.00	252.11	50.00	90	26,219.57	0.0027	2.50	1.90	3.18
	5	540.00	50.92	25.00	0.6	8,241.40	0.0035	2.00	1.50	3.12
	6	530.00	555.34	65.00	90	51,855.13	0.0020	2.75	2.30	3.03
	7	630.00	619.21	67.91	90	57,241.10	0.0020	2.75	2.50	3.09
	8	520.00	88.16	35.00	0.6	12,141.06	0.0026	2.50	1.80	3.08
	9	490.00	121.69	37.81	90	14,055.54	0.0024	2.50	2.10	3.09
	10	630.00	183.73	40.46	90	20,774.06	0.0018	3.00	2.50	3.05
	11	580.00	882.77	75.00	90	77,802.25	0.0020	2.75	2.50	3.10
	12	790.00	53.01	25.00	0.55	7,864.69	0.0035	2.00	1.60	3.09
	13	530.00	75.93	29.26	0.55	10,240.49	0.0030	2.50	1.60	3.13
	14	300.00	86.06	32.08	0.55	11,331.44	0.0028	2.50	1.70	3.12
	15	200.00	973.61	78.11	89	81,004.06	0.0008	9.00	3.20	3.16
	16	600.00	31.06	10.00	0.6	7,889.45	0.0030	2.00	1.60	2.92
	17	500.00	1031.68	79.17	88	80,956.41	0.0008	9.00	3.20	3.15
	18	520.00	1065.91	81.81	88	80,803.51	0.0008	9.00	3.20	3.15
	19	680.00	1132.89	84.56	87	82,214.23	0.0008	9.00	3.20	3.17
4	1	430.00	35.28	15.00	0.6	7,541.83	0.0015	2.50	1.60	2.23
	2	390.00	12.80	15.00	0.6	2,736.27	0.0030	1.50	1.00	2.25
	3	470.00	80.28	18.21	0.6	15,542.30	0.0022	2.75	2.10	3.08
	4	700.00	46.72	20.00	0.6	8,595.19	0.0015	2.50	1.75	2.30
	5	490.00	29.28	20.00	0.6	5,386.71	0.0040	1.76	1.25	2.96
	6	870.00	168.98	25.06	90	22,281.77	0.0020	3.00	2.50	3.23
	7	690.00	195.32	29.56	90	24,356.76	0.0030	2.50	1.80	3.26
	8	550.00	513.26	33.08	90	62,284.11	0.0020	3.00	2.40	3.18
	9	370.00	562.19	36.61	90	65,770.04	0.0020	3.00	2.50	3.22
	10	450.00	709.93	40.00	90	80,926.65	0.0018	3.00	2.50	3.03
	11	470.00	71.25	30.00	0.6	10,557.15	0.0030	2.00	1.90	3.10
	12	560.00	139.32	32.53	90	17,090.88	0.0025	2.80	2.00	3.31
	13	320.00	146.20	35.35	90	17,362.49	0.0025	2.80	2.00	3.32
	14	540.00	61.55	20.00	0.6	11,323.50	0.0027	2.25	1.85	3.06
	15	380.00	254.01	36.96	90	29,551.04	0.0025	2.50	2.10	3.17

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)
4	16	760.00	293.22	38.96	90	33,664.82	0.0022	2.75	2.20	3.13
	17	840.00	452.50	43.00	90	50,021.67	0.0020	2.75	2.20	3.01
	18	670.00	481.53	47.66	90	51,496.09	0.0020	2.75	2.30	3.03
	19	380.00	680.04	50.19	90	17,593.16	0.0020	2.75	2.30	3.04
	20	380.00	1496.36	50.00	90	155,622.23	0.0008	15.00	3.20	3.57
	21	600.00	1543.23	51.78	90	158,092.35	0.0008	15.00	3.20	3.58
	22	500.00	1565.01	54.57	90	158,092.35	0.0008	15.00	3.20	3.58
	23	330.00	2167.10	100.00	77	89,057.60	0.0009	9.00	3.30	3.38
	24	820.00	2326.15	101.63	77	94,706.63	0.0009	9.00	3.40	3.44
	25	560.00	2369.99	105.60	77	94,960.35	0.0009	9.00	3.40	3.44
	26	560.00	2471.10	108.31	77	97,959.64	0.0008	10.00	3.40	3.30
	27	410.00	4069.41	109.93	85	238,990.92	0.0007	18.00	3.80	3.78
	28	820.00	33.83	15.00	0.6	7,231.87	0.0030	1.80	1.65	2.83
	29	440.00	19.14	15.00	0.6	4,091.57	0.0060	1.30	1.20	3.19
30	500.00	78.23	17.30	0.6	15,561.59	0.0025	3.00	1.90	3.24	
31	820.00	4197.38	111.74	85	241,195.68	0.0007	18.00	3.80	3.79	
5	1	680.00	373.80	45.00	90	40,692.46	0.0022	3.00	2.40	3.29
	2	800.00	134.01	30.00	90	16,630.76	0.0025	2.75	2.30	3.28
	3	470.00	195.78	34.06	90	23,612.65	0.0021	3.00	2.60	3.33
	4	520.00	644.77	48.00	90	68,580.18	0.0021	3.00	2.60	3.31
	5	780.00	707.26	50.35	90	72,144.89	0.0021	3.00	2.70	3.34
6	1	850.00	76.40	20.00	0.6	14,055.49	0.0020	2.50	2.20	2.87
	2	590.00	100.11	24.93	91	14,154.23	0.0020	2.50	2.20	2.88
	3	760.00	634.59	60.00	80	36,592.65	0.0014	2.50	2.20	2.42
	4	540.00	168.05	40.00	85	14,505.10	0.0025	2.50	2.10	3.16
	5	410.00	1068.52	65.00	85	77,170.79	0.0020	3.00	2.30	3.13
	6	750.00	1329.32	67.00	85	94,732.58	0.0021	3.00	2.60	3.33
	7	310.00	1356.79	68.00	85	96,883.61	0.0021	3.00	2.40	3.35
7	1	960.00	458.48	50.00	88	43,215.60	0.0012	6.00	2.60	3.16
	2	790.00	32.28	15.00	0.6	6,900.52	0.0010	2.20	2.00	1.86
	3	810.00	71.55	22.09	0.6	12,445.87	0.0028	2.30	2.00	3.17
	4	840.00	45.64	15.00	0.6	9,756.50	0.0030	2.00	1.80	3.05
	5	1130.00	701.40	55.06	88	63,013.18	0.0010	7.00	3.00	3.25
8	1	680.00	85.16	30.00	0.6	12,618.20	0.0030	2.50	1.80	3.29
	2	200.00	249.50	45.00	90	27,160.96	0.0023	2.75	1.80	3.03
	3	200.00	262.59	46.10	90	28,237.07	0.0023	2.75	1.90	3.06
	4	1400.00	67.35	25.00	0.6	10,900.59	0.0015	2.50	2.10	2.43
	5	1600.00	54.24	25.00	0.6	8,778.74	0.0038	2.00	1.60	3.27
	6	400.00	395.50	46.10	90	42,529.27	0.0020	3.00	2.50	3.19
Exist. 2	1	740.00	377.31	40.00	90	43,010.49	0.0020	3.00	2.50	3.20
Exist. 6	2	1750.00	478.80	32.25	90	57,128.59	0.0020	2.75	2.50	3.09
	3	550.00	602.74	41.69	90	67,275.28	0.0018	3.00	2.60	3.10

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)
Exist. 7	3	80.00	743.38	42.00	90	82,672.86	0.0020	2.80	2.50	3.15
Exist. 9	1	660.00	829.78	70.00	90	75,085.81	0.0020	2.75	2.40	3.08

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. Em alguns casos, todavia, considerando-se as vazões envolvidas tratando-se de bacias de drenagem de maiores portes, flexibilizou-se para um pouco mais este limite de modo a se tentar reduzir as dimensões dos canais e em consequência os custos das obras.

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.

Também por conta do porte das vazões afluentes, alguns canais foram concebidos enquanto galerias com duas, três ou até quatro câmaras retangulares, fixando-se 3,50 m como a largura máxima para cada câmara. Em alguns casos foram projetados canais abertos com largura superior a 6,00 m. A seguir estão ilustradas as informações pertinentes a estas condições:

- Galeria dupla: trechos 1.10 e 1.11 (bacia 1); trecho 2.24 (bacia 2); trecho 3.4 (bacia 3); trechos 4.7, 4.15 e 4.16 (bacia 4); trecho 5.1 (bacia 5); trechos 8.2, 8.3 e 8.6 (bacia 8); canal existente 2.
- Galeria tripla: trechos 1.12 e 1.18 (bacia 1); trechos 3.6 e 3.7 (bacia 3); trechos 4.8, 4.9, 4.17 e 4.18 (bacia 4); trechos 5.4 e 5.5 (bacia 5); trecho 6.3 (bacia 6); canais existentes 6 e 9.
- Galeria quádrupla: trechos 2.14, 2.16 e 2.19 (bacia 2); trecho 3.11 (bacia 3); trecho 4.10 (bacia 4); trecho 6.5, 6.6 e 6.7 (bacia 6); canais existentes 7.3 e 9.
- Canal aberto: trechos 2.25 e 2.29 a 2.32 (bacia 2); trechos 3.15 e 3.17 a 3.19 (bacia 3); trechos 4.20 a 4.27 e 4.31 (bacia 4); trechos 7.1 e 7.5 (bacia 7).

Com relação às questões convencionais de execuções de obras de macrodrenagem pluvial, as informações apresentadas nos desenhos anexos e no **Quadro 6.1** são suficientes para caracterizar a proposta deste estudo integrante do PEMAPES, enquanto elemento para subsidiar ações do plano. É preciso enfatizar, no entanto, que a questão da pavimentação das vias urbanas e da execução de redes

de microdrenagem é de fundamental importância para o sucesso da proposta da intervenção, pois é imprescindível a ordenação do fluxo desde as partes altas das bacias de drenagem até os talwegues onde são propostos estes canais, ainda mais considerando-se as características morfológicas do terreno em que se situa a cidade de Feira de Santana.

6.2 PREVISÃO DE INVESTIMENTOS

O valor total das obras de macrodrenagem foi calculado em R\$ 641.687.200,00, conforme calculado nas planilhas resumo de quantitativos e orçamentos apresentados anexos a este documento.

Estes custos não contemplam obras de microdrenagem. Experiências anteriores dos técnicos da Geohidro mostram que os custos referentes à implantação de redes de microdrenagem chegam a 90% dos custos relativos à construção de canais de concreto armado, o que equivale a R\$ 577.518.500,00.

No entanto, para a solução dos problemas nas bacias de contribuição onde foram identificadas áreas críticas (ou seja, para a primeira etapa das obras) o custo do sistema de macrodrenagem é estimado em R\$ 297.043.800,00, enquanto os custos referentes ao sistema de microdrenagem são de R\$ 267.339.400,00.

Devido ao fato de que parcela significativa das vias existentes ainda não se encontra pavimentada, os investimentos em microdrenagem nesses casos só deverão ser efetuados em concomitância com as obras de pavimentação das mesmas.

7 AÇÕES PROPOSITIVAS

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

7.1 ELABORAÇÃO DE PLANO DIRETOR DE SANEAMENTO BÁSICO

Predominantemente o sucesso de investimentos em obras de infra-estrutura urbana está vinculado ao planejamento delas e na forma como se relacionam entre si. É necessário que o gestor público tenha o domínio das necessidades das diversas comunidades que compõem o cenário urbano local, de modo a poder elencar as ações de curto e médio prazo necessárias às diversas etapas de execução das obras, como a realização de audiências públicas, a elaboração de projeto, a captação de recursos, a realização de licitações e a construção em si. Em Feira de Santana, por conta do tamanho da sua sede e por conta do intenso desenvolvimento que está ocorrendo, esta condição toma aspecto de vital importância para o sucesso de ações futuras.

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

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

7.2 CONSOLIDAÇÃO E CRIAÇÃO DE BACIAS DE AMORTECIMENTOS DE ENCHENTES

Conforme pode ser observado nos desenhos DE.1121.00-DRE-19-1-001 a 007 são indicados locais para consolidação da construção/recuperação de nove reservatórios de águas pluviais, cabendo a estudos complementares, principalmente estudos técnico-econômicos e de impactos ambientais, a consolidação do volume de reservação, do contorno do espelho d'água e do sistema de extravasão, dentre outros aspectos. Recomenda-se que a implantação de tais lagoas na área urbana esteja atrelada a programas de urbanização da cidade, uma vez que envolve ações múltiplas, relacionadas inclusive com a questão do lazer da população e do embelezamento da cidade.

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

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

É importante que a Prefeitura de Feira de Santana proceda à elaboração de um cadastro dos dispositivos de macrodrenagem 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 Feira de Santana está intimamente relacionada à recuperação e ampliação do sistema de micro drenagem existente, uma vez que as águas pluviais atingem as vias públicas de forma difusa e com grande velocidade nos períodos de chuvas intensas. O Plano Diretor de Saneamento Básico deverá estabelecer linhas de ação para a ampliação gradual da cobertura do sistema de captação e coleta das águas pluviais.

Além do cadastro dos dispositivos existentes na cidade, também se recomenda 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.

No caso de Feira de Santana não foram identificados mecanismos legais que fomentem a adoção de estratégias para a infiltração das águas pluviais para os novos loteamentos. A legislação municipal tampouco condiciona 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.

No que tange aos lotes já edificadas no entorno das áreas críticas, detectou-se a carência de espaço para a instalação de reservatórios individuais de amortecimento de enchentes ou para a infiltração das águas de chuva, uma vez que o índice geral de ocupação dos lotes é elevado nesses locais. Contudo, nas áreas periurbanas ainda há espaço disponível para a adoção desses tipos de medida, e ainda que esta postura não chegue a impactar sobremaneira na solução dos problemas atuais de drenagem, certamente contribuirá para a prevenção de problemas futuros na medida em que a ocupação urbana nessas áreas seja densificada.

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 anteriormente existem canais e córregos no perímetro urbano de Feira de Santana que estão parcialmente cobertos por edificações e pelo sistema viário, bem como já se verifica a tendência de confinamento de outros dispositivos pela urbanização de entorno. É imprescindível que a

Prefeitura assegure a proteção das áreas marginais aos cursos d'água, de forma a coibir, em médio prazo, a exposição ao risco de inundações e a ocorrência de tragédias que podem ser evitadas por um planejamento urbano eficaz.

8 ANEXOS

8.1 PLANILHA RESUMO DOS QUANTITATIVOS E ORÇAMENTO DAS OBRAS

8.2 ÁGUAS PLUVIAIS - INFORMAÇÕES GERAIS DA SEDE MUNICIPAL DE FEIRA DE SANTANA

8.3 PEÇAS GRÁFICAS