

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

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

VOLUME 6 – RDS 21 – RECÔNCAVO

CIDADE DE SANTO ANTÔNIO DE JESUS

Parte B

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 SANTO ANTÔNIO DE JESUS	5
4	CARACTERIZAÇÃO DAS CONDIÇÕES ATUAIS DA DRENAGEM PLUVIAL DA CIDADE	9
5	ESTUDOS HIDROLÓGICOS PARA DETERMINAÇÃO DE VAZÃO	10
6	SOLUÇÕES PROPOSTAS	16
6.1	INTERVENÇÕES ESTRUTURAIS DE MACRODRENAGEM	16
6.2	PREVISÃO DE INVESTIMENTOS	19
7	AÇÕES PROPOSITIVAS	20
7.1	ELABORAÇÃO DE PLANO DIRETOR DE SANEAMENTO BÁSICO	20
7.2	MELHORIA E AMPLIAÇÃO DO SISTEMA DE MACRO E MICRO DRENAGEM EXISTENTE	20
7.3	ADOÇÃO DE ESTRATÉGIAS PARA A INFILTRAÇÃO E UTILIZAÇÃO DE ÁGUAS DE CHUVA.....	21
7.4	DESOCUPAÇÃO DAS ÁREAS MARGINAIS AOS CURSOS D'ÁGUA E CANAIS DE DRENAGEM	22
8	ANEXOS	23
8.1	PLANILHA RESUMO DOS QUANTITATIVOS E ORÇAMENTO DAS OBRAS	
8.2	ÁGUAS PLUVIAIS - INFORMAÇÕES GERAIS DA SEDE MUNICIPAL DE SANTO ANTÔNIO DE JESUS	
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 6 – Parte B do TOMO X contém os **Estudos de Áreas Críticas** para a cidade de **Santo Antônio de Jesus**, integrante da **Região de Desenvolvimento Sustentável do Recôncavo – RDS 21**.

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 Santo Antônio de Jesus 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 Santo Antônio de Jesus e apresentadas no volume deste plano referente à RDS 21, 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 SANTO ANTÔNIO DE JESUS

A cidade de Santo Antônio de Jesus está inserida na Região de Desenvolvimento Sustentável do Recôncavo – RDS 21, conforme mostrado na **Figura 3.1**. Outras informações constam no Relatório *Diagnósticos e Levantamentos – Volume 6 – Recôncavo*, específico para essa região, abordando aspectos mais gerais sobre do manejo de águas pluviais nesta localidade.

Figura 3.1 Localização da RDS do Recôncavo



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 encontrado nos relatórios relativos às RDS ou no capítulo específico deste tema encontrado em outros relatórios deste PEMAPES.

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

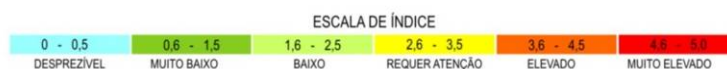
A partir das respostas relativas aos formulários foram atribuídos indicadores do potencial de fragilidade aos diversos fatores do sistema. A média ponderada dos indicadores atribuídos a um determinado resultou no índice do potencial de fragilidade que sintetiza o correspondente segmento.

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

De acordo com as informações levantadas junto à prefeitura local e observações de campo feitas por técnicos da equipe PEMAPES a aplicação da metodologia utilizada para a elaboração do diagnóstico das Regiões de Desenvolvimento Sustentável para a cidade de Santo Antônio de Jesus 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	Baixo	3	2,5	7,5
Intensidade das chuvas locais	Baixo	3	2,0	6,0
Ocupação urbana	Requer atenção	7	2,9	20,3
Manejo sustentável	Baixo	1	1,7	1,7
Infraestrutura de drenagem urbana	Baixo	5	2,4	12,0
Macrodrenagem	Baixo	3	2,3	6,9
Microdrenagem	Baixo	3	2,0	6,0
Adequabilidade do sistema existente	Requer atenção	7	2,6	18,2
Inundações ribeirinhas	Muito baixo	9	1,3	11,7
Impactos nas áreas críticas	Baixo	7	2,4	16,8
Natureza dos problemas	Requer atenção	5	3,5	17,5
Possibilidade de amortecimento				
Recorrência dos problemas	Elevado	7	3,9	27,3
Interferência na localidade	Requer atenção	7	3,3	23,1
Risco de vida humana	Não há	9	0,0	0,0
Aspectos institucionais	Baixo	3	2,4	7,2
Estrutura municipal	Baixo	5	2,0	10,0
Normas e licenciamentos	Requer atenção	3	3,0	9,0
Defesa civil	Requer atenção	1	3,0	3,0
Índice global de fragilidade da localidade	Baixo			2,0



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

Dentre os aspectos todos chamam atenção de forma positiva já que os potenciais de fragilidade são classificados como baixo ou muito baixos.

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

Já na infraestrutura de drenagem urbana percebe-se que as características gerais dos dispositivos de microdrenagem e de macrodrenagem estão em boas condições, assim como estado de conservação de uma maneira geral. Além disso, há registro de acúmulo de lixo e assoreamento apenas na minoria das estruturas de macrodrenagem e microdrenagem. Essas características fazem com que a infraestrutura de drenagem urbana seja classificada com potencial de fragilidade baixo, mesmo que os dispositivos conduzam esgotos sanitários, e a percentagem de vias pavimentadas seja baixa.

Quanto às inundações ribeirinhas, embora a cidade seja cortada por curso d'água, sua bacia de contribuição é pequena e não foi observada inundação nos últimos anos, portanto o potencial de fragilidade associado a esse segmento é muito baixo.

Em relação às áreas críticas e impactos, a cidade possui duas áreas de alagamento em locais de ocupação formal. A frequência é anual e, embora haja prejuízo material, não há risco de perda de vida humana.

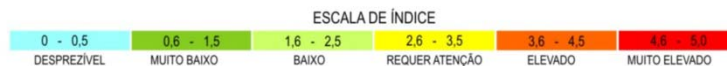
Outro aspecto considerado favorável em Santo Antônio de Jesus é em relação aos aspectos institucionais e normativos, já que a prefeitura municipal possui boa estrutura organizacional e a defesa civil é moderadamente atuante. Entretanto, há carência de licenciamento ambiental e certos instrumentos normativos.

Para que se possa ter uma visão global das características de Santo Antônio de Jesus 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 21

MUNICÍPIO	COMPONENTE					ÍNDICE GLOBAL	CLASSIFICAÇÃO
	Aspectos Institucionais	Bacias	Infraestrutura de drenagem urbana	Inundações ribeirinhas	Impactos nas áreas críticas		
ARATUIPE	2,8	2,3	2,8	2,4	2,7	2,6	Requer atenção
CABACEIRAS DO PARAGUAÇU	2,2	2,3	3,3	0,0	2,0	1,6	Baixo
CACHOEIRA	2,7	2,3	1,2	2,7	0,0	1,7	Baixo
CASTRO ALVES	2,3	2,5	2,4	0,0	2,4	1,6	Baixo
CONCEIÇÃO DO ALMEIDA	2,8	2,9	2,2	0,0	2,3	1,6	Baixo
CRUZ DAS ALMAS	2,0	2,4	3,0	0,0	2,6	1,7	Baixo
DOM MACEDO COSTA	2,9	2,1	1,7	0,0	0,0	0,9	Muito baixo
GOVERNADOR MANGABEIRA	2,7	2,1	3,2	0,0	2,5	1,8	Baixo
JAGUARIPE	3,0	2,7	1,9	2,7	0,0	1,9	Baixo
MARAGOGIPE	3,3	2,6	2,6	3,2	2,8	2,9	Requer atenção
MUNIZ FERREIRA	3,3	2,6	2,8	4,2	3,7	3,5	Requer atenção
MURITIBA	3,2	2,3	3,7	0,0	3,4	2,2	Baixo
NAZARÉ	2,7	2,4	2,9	4,7	3,0	3,4	Requer atenção
SALINA DA MARGARIDA	2,2	2,1	2,1	0,0	2,9	1,6	Baixo
SANTO AMARO	1,9	3,6	3,4	3,6	3,3	3,3	Requer atenção
SANTO ANTÔNIO DE JESUS	2,4	2,5	2,4	1,3	2,4	2,0	Baixo
SÃO FELIPE	2,6	2,7	2,8	0,0	2,4	1,7	Baixo
SÃO FÉLIX	3,0	3,2	3,7	2,7	3,0	3,1	Requer atenção
SAPEAÇU	2,5	2,7	2,3	0,0	1,9	1,5	Muito baixo
SAUBARA	2,7	2,7	3,1	1,3	3,6	2,5	Baixo
VARZEDO	3,3	2,6	3,0	0,0	2,1	1,8	Baixo
Média da RDS	2,7	2,6	2,7	1,4	2,3	2,1	
Desvio padrão	0,4	0,4	0,6	1,6	1,1	0,7	

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 Santo Antônio de Jesus está próximo da média regional. O destaque se faz para todos os aspectos, cujos índices são menores do que a média da RDS ou muito próximo dela quando comparado aos demais municípios.

Entretanto os índices de produção de escoamento nas bacias, de inundações ribeirinhas e impactos nas áreas críticas apresentam índice muito próximo da média regional, demonstrando que essas características, no geral, são semelhantes as das demais cidades.

Um dos destaques positivos é em relação aos aspectos institucionais, cujo índice é o segundo menor da RDS, 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.

4 CARACTERIZAÇÃO DAS CONDIÇÕES ATUAIS DA DRENAGEM PLUVIAL DA CIDADE

Neste item estão caracterizados os principais problemas relacionados à questão da drenagem pluvial de Santo Antônio de Jesus, que foram definidos em função de inspeções de campo efetuadas e de análises de imagens e de mapas cartográficos existentes. As principais condições observadas estão ilustradas nos desenhos DE.1121.00-DRE-21-2-001 a 003.

O terreno onde está implantada a cidade é alto, com suave declividade, porém bastante entrecortado por córregos e rios de vales pouco profundos. A área urbanizada concentra-se nas áreas altas e, portanto, a presença de assentamentos nas íngremes encostas ou nas áreas de baixada ainda não é intensa (à exceção de alguns pontos, conforme ilustrado na Figura 4.1).

Figura 4.1 – Tendência à ocupação urbana marginal aos cursos d'água



A cidade tem um núcleo central bastante compacto, porém as áreas de expansão já delineiam uma tendência à dispersão urbana.

Nas inspeções de campo foram identificadas duas áreas críticas na cidade, ambas caracterizadas por problemas de alagamentos periódicos. Nos dois casos o que se verifica é a insuficiência quantitativa / qualitativa do sistema de drenagem local, especialmente da microdrenagem.

Como é possível inferir através da leitura da caracterização dos dispositivos de macro drenagem apresentada nos Anexos, o único canal com trecho revestido existente na cidade (Riacho Mutum) já se encontra em processo de assoreamento (todos os demais dispositivos, como os riachos Gravatá, Salgadeira, Taitinga, Milagroso e Sururu, correspondem a córregos naturais – não revestidos). Acerca desse canal é importante ressaltar que não foram identificadas informações relacionadas ao cadastro topográfico do mesmo, o que dificulta a execução de análises acerca da capacidade de escoamento das enchentes afluentes.

5 ESTUDOS HIDROLÓGICOS PARA DETERMINAÇÃO DE VAZÃO

A seguir, conforme a metodologia de dimensionamento adotada pelo PEMAPES – ver documento “Metodologia para elaboração dos estudos hidráulicos e hidrológicos para áreas críticas quanto ao risco de enchentes”, estão definidos os passos adotados para a estimativa das vazões afluentes às diversas bacias de drenagem estabelecidas para a cidade neste diagnóstico. Utilizando as diretrizes estabelecidas neste relatório os resultados foram obtidos considerando uma precipitação com período de retorno de 25 anos. O hidrograma unitário e o hidrograma definitivo apresentados a seguir referem-se aos resultados do dimensionamento da bacia de contribuição do Canal 5.9 proposto (107,99 hectares e um tempo de concentração de 28,16 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 01239005 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 (%)
1943	66,50	136,10	44,00	2,27
1944	63,00	121,60	22,00	4,55
1945	50,00	113,20	14,67	6,82
1946	54,50	99,50	11,00	9,09
1947	93,90	93,90	8,80	11,36
1948	99,50	92,10	7,33	13,64
1949	35,20	91,90	6,29	15,91
1950	84,70	88,90	5,50	18,18
1951	70,10	84,70	4,89	20,45
1952	91,90	83,10	4,40	22,73
1953	43,50	76,80	4,00	25,00
1954	83,10	74,20	3,67	27,27
1955	68,40	73,80	3,38	29,55
1956	92,10	73,40	3,14	31,82
1957	46,10	70,10	2,93	34,09
1958	50,30	68,40	2,75	36,36
1959	76,80	66,50	2,59	38,64
1960	65,30	66,20	2,44	40,91
1961	59,20	66,20	2,32	43,18
1962	74,20	65,30	2,20	45,45
1963	113,20	63,20	2,10	47,73
1964	121,60	63,00	2,00	50,00
1965	73,80	63,00	1,91	52,27
1966	62,00	62,20	1,83	54,55
1967	66,20	62,00	1,76	56,82
1968	47,20	59,20	1,69	59,09
1969	34,10	54,50	1,63	61,36

Quadro 5.1 - Precipitações máximas diárias (continuação)

ANO	PRECIPITAÇÃO MÁXIMA DIÁRIA (mm)	PRECIPITAÇÃO ORDENADA (mm)	PERÍODO DE RETORNO (TR) (anos)	PROBABILIDADE (%)
1970	42,60	52,20	1,57	63,64
1971	63,00	50,30	1,52	65,91
1972	28,40	50,00	1,47	68,18
1973	23,90	48,20	1,42	70,45
1974	44,20	47,20	1,38	72,73
1975	66,20	46,10	1,33	75,00
1976	136,10	44,20	1,29	77,27
1977	28,20	43,50	1,26	79,55
1978	62,20	42,60	1,22	81,82
1979	52,20	35,20	1,19	84,09
1980	63,20	34,10	1,16	86,36
1981	48,20	33,30	1,13	88,64
1982	33,30	28,40	1,10	90,91
1983	26,40	28,20	1,07	93,18
1984	88,90	26,40	1,05	95,45
1985	73,40	23,90	1,02	97,73
Média =	64,30		Desv. Pad.=	25,63

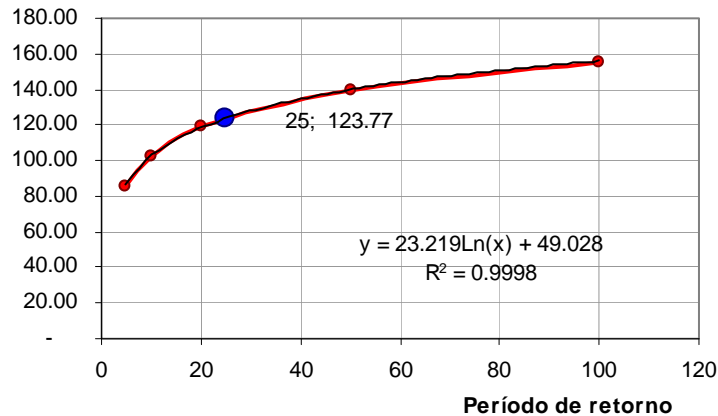
A média aritmética das precipitações é igual a 64,30 mm. O desvio padrão da amostra das precipitações é igual a 25,63 mm.

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	85,93
10	2,250	102,80
20	2,970	118,99
50	3,902	139,94
100	4,600	155,64

Figura 5.1 - Precipitações máximas x período de retorno



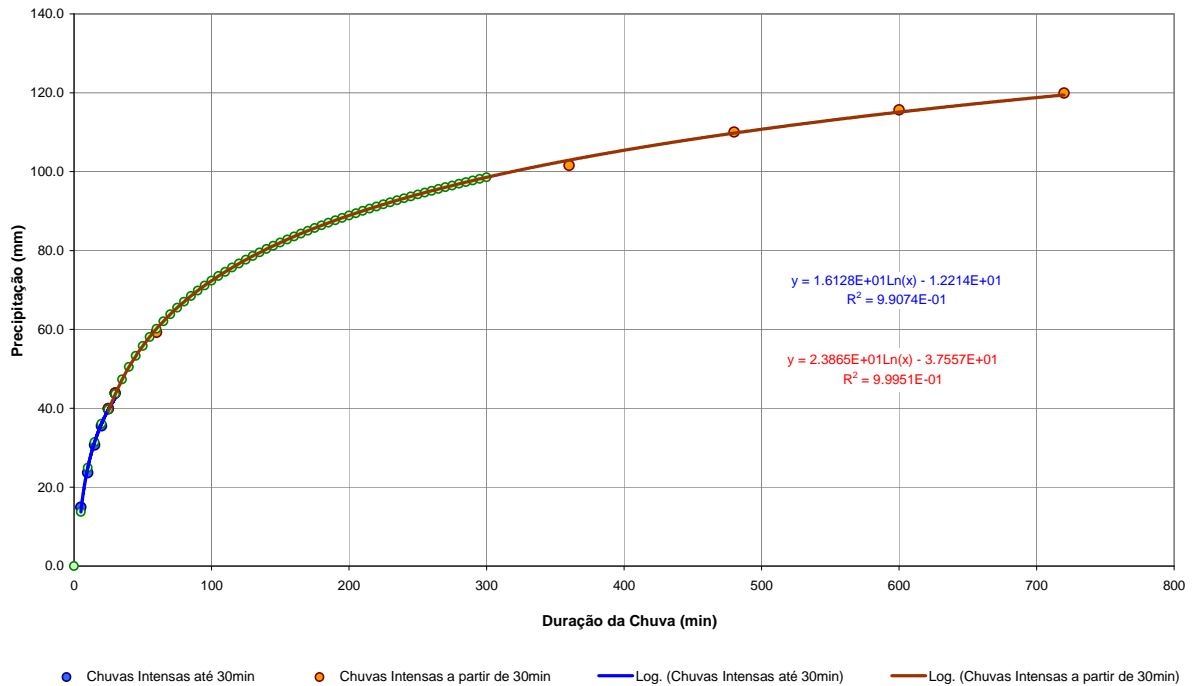
A partir destas informações, o passo seguinte nesta atividade é definir a chuva de 24 horas que, segundo a bibliografia utilizada, pode ser calculada a partir da chuva de 1 dia aplicando-se um fator igual a 1,14. Desta maneira obteve-se P24h igual a 141,10 mm.

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	14,9
10 min / 30 min	0,54	23,7
15 min / 30 min	0,70	30,7
20 min / 30 min	0,81	35,5
25 min / 30 min	0,91	39,9
30 min / 1 h	0,74	43,9
1 h / 24 h	0,42	59,3
6 h / 24 h	0,72	101,6
8 h / 24 h	0,78	110,1
10 h / 24 h	0,82	115,7
12 h / 24 h	0,85	119,9

Figura 5.2 - Chuvas intensas



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

Quadro 5.4 – Precipitações total e efetiva

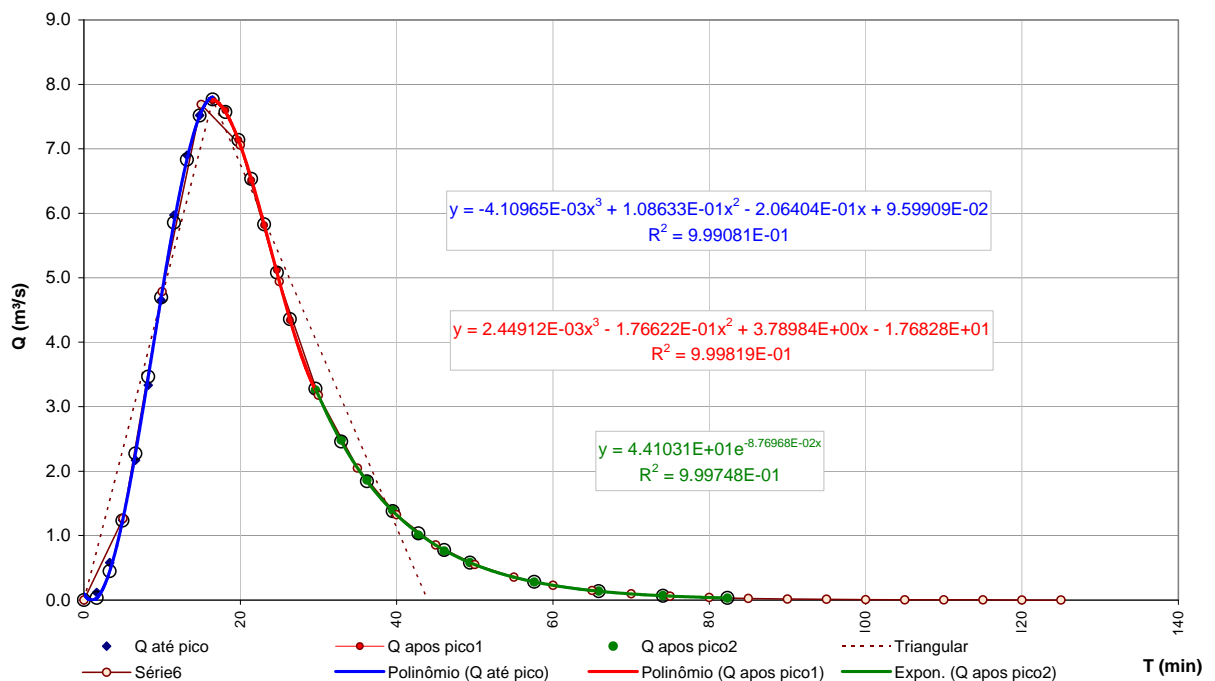
TEMPO (min)	PRECIPITAÇÃO TOTAL (mm)	INCREMENTO (mm)	INCREMENTO REARRANJADO (mm)	INCREMENTO REARRANJADO ACUMULADO (mm)	PRECIPITAÇÃO EFETIVA TOTAL (mm)	INCREMENTO DE PRECIPITAÇÃO EFETIVA (mm)
0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00
5	13,7	13,7	2,5	2,5	0,0	0,00
10	24,9	11,2	6,5	9,1	0,8	0,80
15	31,5	6,5	13,7	22,8	8,3	7,54
20	36,1	4,6	11,2	34,0	16,9	8,57
25	39,7	3,6	4,6	38,6	20,8	3,86
30	43,6	3,9	3,9	42,5	24,1	3,35
35	47,3	3,7	3,7	46,2	27,3	3,21
40	50,5	3,2	3,6	49,8	30,5	3,19
45	53,3	2,8	3,2	53,0	33,4	2,86
50	55,8	2,5	2,8	55,8	35,9	2,55
55	58,1	2,3	2,3	58,1	38,0	2,08
60	60,2	2,1	2,1	60,2	39,9	1,90
65	62,1	1,9	1,9	62,1	41,7	1,76
70	63,8	1,8	1,8	63,8	43,3	1,64

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)
75	65,5	1,6	1,6	65,5	44,8	1,53
80	67,0	1,5	1,5	67,0	46,3	1,43
85	68,5	1,4	1,4	68,5	47,6	1,35
90	69,8	1,4	1,4	69,8	48,9	1,28
95	71,1	1,3	1,3	71,1	50,1	1,21
100	72,3	1,2	1,2	72,3	51,3	1,15
Total		72,3	72,3			51,30

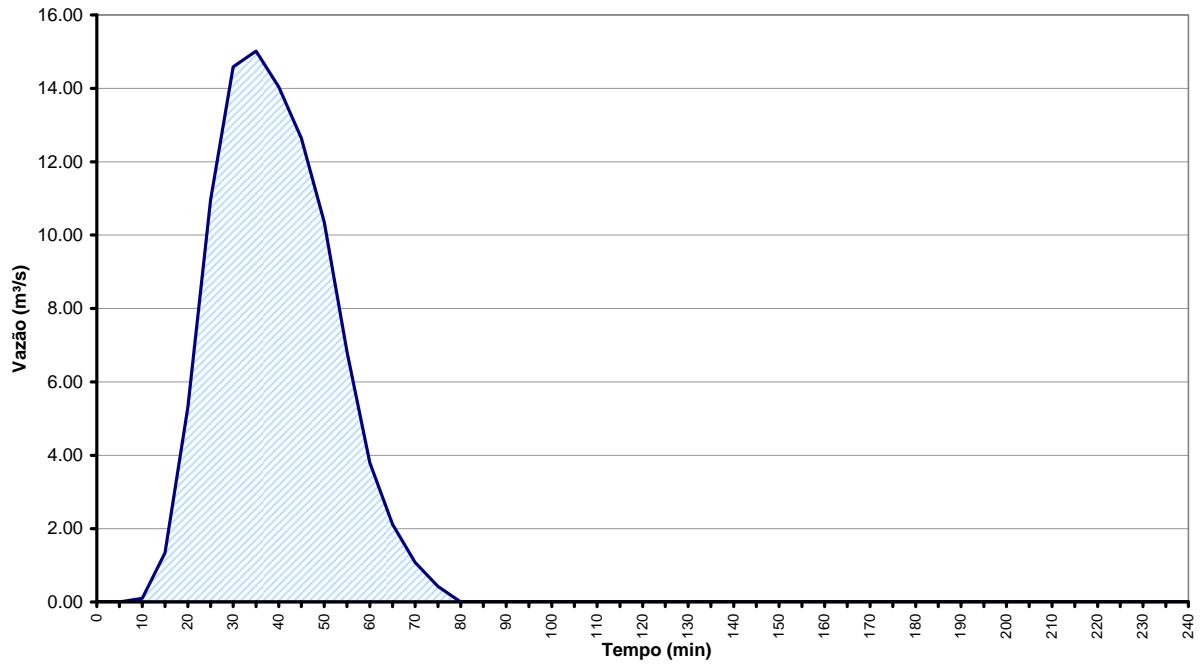
O traçado do hidrograma curvilíneo foi obtido a partir do hidrograma unitário triangular (Figura 5.3):

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-21-2-001 a 003 estão indicadas as propostas de construção de diversos canais adicionais ao existente, 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, erosões e pontos de alagamentos que venham a afetar as edificações existentes ou a prejudicar a fluidez do tráfego.

Os sistemas de macro drenagem 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 1.1 e 1.2 da bacia 1, 2.1 da bacia 2, 7.1 e 7.2 da bacia 7 e 14.1 da bacia 14 são exemplos desses canais de desvio, enquanto os trechos 11.1 e 11.2 da bacia 11, 12.2 da bacia 12, 15.2 da bacia 15 e 16.1 a 16.3 da bacia 16 são exemplos dos canais em talvegue ou vale.

Os dispositivos propostos estão predominantemente 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.

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	230,00	4,55	10,00	0,70	1.322,95	0,0022	1,20	0,80	1,67
	2	120,00	1,52	5,00	0,70	487,42	0,0010	0,90	0,70	0,97
	3	180,00	10,16	11,80	0,70	2.771,82	0,0069	1,20	0,90	3,07
	4	350,00	12,06	13,70	0,70	3.081,39	0,0070	1,30	0,90	3,18
2	1	380,00	11,63	20,00	0,70	2.449,17	0,0070	1,20	0,85	3,00
3	1	360,00	5,40	10,00	0,70	1.570,09	0,0058	1,00	0,80	2,50
	2	160,00	8,63	11,07	0,70	2.416,04	0,0071	1,20	0,80	3,01
4	1	250,00	6,15	10,00	0,70	1.788,16	0,0040	1,10	0,85	2,24
	2	110,00	0,83	5,00	0,70	266,16	0,0091	0,60	0,40	1,90
	3	100,00	7,93	10,74	0,70	2.245,78	0,0065	1,10	0,85	2,85
5	1	200,00	7,34	10,00	0,70	2.134,17	0,0085	1,10	0,80	3,12
	2	240,00	41,75	20,00	0,70	8.792,17	0,0036	2,00	1,50	3,21
	3	70,00	1,41	5,00	0,70	452,14	0,0260	0,60	0,40	3,21
	4	140,00	2,84	5,00	0,70	910,70	0,0160	0,80	0,50	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)
5	5	130,00	5,03	5,67	0,70	1.632,31	0,0100	1,00	0,70	3,11
	6	150,00	49,46	20,78	0,70	10.196,30	0,0027	2,20	1,70	2,98
	7	350,00	27,11	15,00	0,70	6.633,84	0,0043	1,80	1,30	3,20
	8	570,00	87,74	23,97	0,70	16.665,77	0,0023	2,80	2,00	3,18
	9	200,00	4,23	10,00	0,70	1.229,91	0,0130	1,00	0,60	3,18
	10	210,00	7,58	10,00	0,70	2.203,95	0,0085	1,10	0,80	3,14
	11	150,00	12,73	10,79	0,70	3.599,58	0,0060	1,40	1,00	3,12
	12	140,00	102,26	24,70	92,00	16.665,77	0,0023	2,80	2,00	3,18
6	1	500,00	47,27	25,00	0,70	8.757,60	0,0036	2,00	1,50	3,20
7	1	330,00	7,46	10,00	0,70	2.169,06	0,0067	1,10	0,85	2,86
	2	250,00	5,79	10,00	0,70	1.683,49	0,0090	1,00	0,70	3,00
	3	200,00	14,50	11,17	0,70	4.045,25	0,0060	1,30	1,10	3,18
8	1	200,00	11,00	15,00	0,70	2.691,71	0,0077	1,20	0,90	3,18
	2	90,00	11,24	15,47	0,70	2.708,96	0,0077	1,20	0,90	3,19
9	1	190,00	3,24	5,00	0,70	1.038,97	0,0132	0,80	0,60	3,08
	2	470,00	20,78	7,55	0,70	6.547,85	0,0043	1,80	1,30	3,19
10	1	210,00	5,96	10,00	0,70	1.732,92	0,0100	1,00	0,70	3,15
	2	200,00	9,96	11,06	0,70	2.789,35	0,0077	1,20	0,90	3,21
11	1	380,00	6,96	5,00	0,70	2.231,86	0,0090	1,00	0,90	3,20
	2	350,00	20,80	10,00	0,70	6.047,77	0,0043	1,70	1,30	3,12
	3	390,00	48,39	11,00	0,70	13.579,64	0,0025	2,50	1,90	3,11
12	1	300,00	9,02	10,00	0,70	2.622,64	0,0077	1,20	0,90	3,16
	2	250,00	15,96	11,32	0,70	4.428,85	0,0050	1,40	1,20	3,04
13	1	260,00	5,55	5,00	0,70	1.779,71	0,0100	1,00	0,70	3,17
14	1	260,00	3,59	5,00	0,70	1.151,20	0,0132	0,80	0,60	3,15
15	1	320,00	5,43	5,00	0,70	1.741,23	0,0063	1,00	0,80	2,64
	2	440,00	17,70	7,78	0,70	5.540,76	0,0048	1,60	1,20	3,18
16	1	420,00	31,06	40,00	0,70	4.573,02	0,0050	1,40	1,20	3,06
	2	200,00	15,04	15,00	0,70	3.680,30	0,0050	1,30	1,10	2,90
	3	290,00	52,24	41,58	0,70	7.534,84	0,0038	1,90	1,40	3,15
17	1	370,00	13,50	15,00	0,70	3.303,46	0,0069	1,20	1,00	3,20
	2	240,00	17,90	16,25	0,70	4.208,91	0,0055	1,40	1,10	3,12
18	1	550,00	12,23	10,00	0,70	3.555,97	0,0065	1,30	1,00	3,19
	2	250,00	17,17	11,30	0,70	4.766,65	0,0055	1,40	1,20	3,21
19	1	340,00	6,10	10,00	0,70	1.773,63	0,0100	1,00	0,70	3,17
	2	60,00	3,72	10,00	0,70	1.081,62	0,0140	0,80	0,60	3,18
	3	60,00	10,39	10,32	0,70	2.987,42	0,0077	1,20	0,90	3,26
20	1	290,00	4,89	5,00	0,70	1.568,07	0,0100	0,90	0,70	3,07
	2	130,00	6,00	5,71	0,70	1.947,29	0,0095	1,10	0,70	3,18
21	1	400,00	8,36	5,00	0,70	2.680,79	0,0076	1,20	0,90	3,17
22	1	360,00	4,93	5,00	0,70	1.580,90	0,0056	1,10	0,70	2,48
	2	160,00	3,78	10,00	0,70	1.099,07	0,0063	1,00	0,60	2,36
	3	90,00	9,72	11,00	0,70	2.727,72	0,0076	1,20	0,90	3,18

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)
23	1	380,00	8,52	5,00	0,70	2.732,10	0,0076	1,20	0,90	3,18
	2	140,00	10,40	5,73	0,70	3.375,52	0,0070	1,20	1,00	3,23
24	1	170,00	1,50	5,00	0,70	481,00	0,0047	0,70	0,55	1,72
	2	150,00	5,83	6,45	0,70	1.882,24	0,0100	1,00	0,70	3,21

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.

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

Por fim, cabe destacar que os trechos 16.1 e 16.3 (bacia 16) e 17.1 e 17.2 (bacia 17) deverão ser construídos num horizonte de projeto imediato, dado que estes dispositivos compõem uma parte fundamental das soluções previstas para as áreas críticas identificadas em inspeções de campo (seja porque desviam o fluxo das águas a montante das áreas críticas, porque ordenam o fluxo nesses locais ou porque viabilizam o escoamento das águas pluviais a jusante das áreas críticas até o lançamento em corpo receptor seguro).

Os demais trechos ou dispositivos, ainda que não sejam prioritários, não deixam de ser importantes dentro do contexto do macro sistema de drenagem pluvial da cidade. Podem ser construídos numa segunda etapa de intervenção, porém devem ser sempre considerados no âmbito do planejamento da ocupação do solo e da gestão dos recursos hídricos. Deve-se levar em conta que na medida em que as cidades se desenvolvem, maior é o grau de impermeabilização do terreno e maiores são as

possibilidades de ocorrência de alagamentos, enxurradas, erosões e inundações. Neste sentido, uma postura pró-ativa por parte do Poder Público é fundamental.

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

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\$ 55.697.100,00, 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 macrodrenagem, o que corresponde, para o caso de Santo Antônio de Jesus, ao valor de R\$ 50.127.400,00.

No entanto, para a solução dos problemas nas bacias de contribuição onde foram identificadas áreas críticas (ou seja, para a primeira etapa das obras) o custo do sistema de macrodrenagem é estimado em R\$ 4.815.000,00, enquanto os custos referentes ao sistema de microdrenagem são de R\$ 4.333.500,00.

Para a segunda etapa das obras o custo estimado para os canais de macrodrenagem é, portanto, de R\$ 50.882.200,00, sendo que as linhas principais representam 40% desse valor (R\$ 20.352.900,00). Os custos referentes ao sistema de microdrenagem na segunda etapa estão na ordem de R\$ 45.793.900,00.

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

7 AÇÕES PROPOSITIVAS

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

Basicamente podem ser destacados dois grupos de ações que devem passar por caminhos diferentes ao longo do tempo. Um primeiro tipo de ação diz respeito ao enfrentamento 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 Santo Antônio de Jesus.

7.1 ELABORAÇÃO DE PLANO DIRETOR DE SANEAMENTO BÁSICO

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

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

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

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

É importante que a Prefeitura de Santo Antônio de Jesus 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 anteriormente, 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 Santo Antônio de Jesus 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. A Prefeitura Municipal, por meio do Plano de Saneamento, 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.

7.3 ADOÇÃO DE ESTRATÉGIAS PARA A INFILTRAÇÃO E UTILIZAÇÃO DE ÁGUAS DE CHUVA

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

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

Nesse sentido, é importante a promulgação de leis que condicionem a liberação de alvarás de construção e de licenças ambientais à proposição de mecanismos de reservação e reuso das águas de chuva para os novos empreendimentos de caráter pluridomiciliar, comercial, industrial e público que venham a se instalar em Santo Antônio de Jesus. 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.

7.4 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.

Na cidade já se verifica a tendência de adensamento da ocupação urbana no entorno imediato dos cursos d'água. É imprescindível que a Prefeitura assegure, onde ainda for possível, a proteção das áreas marginais aos mesmos, 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 SANTO ANTÔNIO DE JESUS

8.3 PEÇAS GRÁFICAS