

Plano Diretor de Drenagem Urbana da Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira

Formulação de Cenários, Diagnóstico e Prognóstico

Volume 1 | Relatório Final

Texto



BID



Fevereiro / 2011

951-PMJ-PDC-RT-P103 | REV.1

REV.	DATA	MODIFICAÇÃO	VERIFICAÇÃO	APROVAÇÃO
1	01/11	Emissão Final	ASM / FG / LDFL	



PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE

SECRETARIA DE ADMINISTRAÇÃO

ENGECORPS ♦ HIDROSTUDIO ♦ BRLi

PLANO DIRETOR DE DRENAGEM URBANA – PDDU BACIA HIDROGRAFICA DO RIO CACHOEIRA NO MUNICIPIO DE JOINVILLE - SC

R3 - FORMULAÇÃO DE CENÁRIOS, DIAGNÓSTICO E PROGNÓSTICO VOLUME 1 RELATÓRIO FINAL

ELABORADO:		APROVADO:	
Anaximandro Steckling Müller / Fernando Garcia		Alberto Lang Filho	
VERIFICADO		COORDENADOR GERAL:	
Alberto Lang Filho		Danny Dalberson Oliveira	
Nº PMJ:		DATA:	FOLHA:
		jan/11	
Nº ENGECORPS:	951-PMJ-PDC-RT-P103		Rev. 1

PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE
SECRETARIA DE ADMINISTRAÇÃO

**Plano Diretor de Drenagem Urbana – PDDU – da Bacia Hidrográfica do Rio
Cachoeira no Município de Joinville**

***R3 – FORMULAÇÃO DE CENÁRIOS,
DIAGNÓSTICO E PROGNÓSTICO***

VOLUME 1 – RELATÓRIO FINAL

CONSÓRCIO ENGEORPS♦HIDROSTUDIO♦BRLi

951-PMJ-PDC-RT-P103

Rev. 1

Janeiro / 2011

APRESENTAÇÃO

Este relatório técnico apresenta o diagnóstico e o prognóstico desenvolvidos para a bacia hidrográfica do rio Cachoeira e suas sub-bacias, considerando os aspectos hidrológicos e hidráulicos pertinentes às mesmas.

O diagnóstico do comportamento e resposta da bacia hidrográfica do rio Cachoeira e suas sub-bacias perante a ocorrência de precipitações significativas para a condição atual e tendo em consideração os dispositivos de drenagem existentes foi realizado através da análise para distintos períodos de retorno, das manchas de inundação e correspondentes alturas de lâminas d'água associadas.

O diagnóstico considera os aspectos de impermeabilização atual para o escoamento superficial, sendo apresentadas, através de manchas de inundação, as interferências que esses dispositivos causam no escoamento do rio.

O prognóstico retrata através de manchas de inundação, o comportamento da bacia hidrográfica do rio Cachoeira e de suas sub-bacias, considerando o adensamento da cidade e o aumento das áreas impermeáveis do município. Os resultados obtidos nas atividades de diagnósticos e prognósticos fornecerão importantes subsídios para proposição de alternativas de obras associadas a distintos cenários para o controle e a eliminação/minimização dos problemas de cheias na cidade.

Para os estudos de prognóstico e para avaliação do crescimento populacional foi estabelecido um horizonte de projeto de 25 anos. Para a situação resultante foi avaliado o comportamento da rede de drenagem atual e as inundações decorrentes deste cenário de crescimento.

Para este cenário foram igualmente incorporadas e avaliadas as áreas impermeáveis para a situação, a qual considerou os vazios urbanos e espaços sem restrição legal ocupados com índices de impermeabilização semelhantes aos padrões atuais e áreas consolidadas e densamente ocupadas na bacia de interesse.

Este relatório possibilita identificar os principais aspectos envolvidos nos eventos de inundação no município de Joinville, tendo sido utilizada modelagem matemática para a obtenção das informações necessárias. Para a simulação hidrológica utilizou-se o *software* HEC-HMS e para a simulação hidráulica o HEC-RAS, além de planilhas eletrônicas e *softwares* de geoprocessamento e ferramentas CAD.

SUMÁRIO GERAL

Volume 1 – Conceção de Cenários, Diagnóstico e Prognóstico – Relatório Final

Volume 2 – Metodologia, Estudos Básicos e Conceção dos Cenários

Volume 3 – Diagnóstico

- ✧ Tomo I – Sub-Bacia 1 – Nascente do Rio Cachoeira;
- ✧ Tomo II – Sub-Bacia 2 – Rio Cachoeira Leito Antigo;
- ✧ Tomo III – Sub-Bacia 3 – Rio Bom Retiro;
- ✧ Tomo IV – Sub-Bacia 4 – Rio Luiz Tonnemann;
- ✧ Tomo V – Sub-Bacia 5 – Rio Walter Brandt;
- ✧ Tomo VI – Sub-Bacia 6 – Rio Alvino Vöhl;
- ✧ Tomo VII – Sub-Bacia 7 – Vertente do Morro do Boa Vista – Canal Aracajú;
- ✧ Tomo VIII – Sub-Bacia 8 – Vertente da Rua Salvador – Canal Salvador;
- ✧ Tomo IX – Sub-Bacia 9 – Rio Mirandinha;
- ✧ Tomo X – Sub-Bacia 10 – Rio Morro Alto;
- ✧ Tomo XI – Sub-Bacia 11 – Vertente do Morro do Boa Vista – Rio Água Marinha;
- ✧ Tomo XII – Sub-Bacia 12 – Vertente do Morro do Boa Vista – Parque de France;
- ✧ Tomo XIII – Sub-Bacia 13 – Vertente do Morro do Boa Vista – Lagoa Saguacú;
- ✧ Tomo XIV – Sub-Bacia 14 – Rio Mathias;
- ✧ Tomo XV – Sub-Bacia 15 – Vertente do Morro do Boa Vista – Buschle & Lepper;
- ✧ Tomo XVI – Sub-Bacia 16 – Vertente do Morro do Boa Vista – Unidade de Obras;
- ✧ Tomo XVII – Sub-Bacia 17 – Vertente do Morro do Boa Vista – Vick;
- ✧ Tomo XVIII – Sub-Bacia 18 – Vertente do Morro do Boa Vista – Ponta Grossa;
- ✧ Tomo XIX – Sub-Bacia 19 – Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Pedro Álvares Cabral;
- ✧ Tomo XX – Sub-Bacia 20 – Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Matilde Amim;
- ✧ Tomo XXI – Sub-Bacia 21 – Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Noruega;
- ✧ Tomo XXII – Sub-Bacia 22 – Rio Jaguarão;
- ✧ Tomo XXIII – Sub-Bacia 23 – Rio Bupeva;
- ✧ Tomo XXIV – Sub-Bacia 24 – Rio Bucarein;
- ✧ Tomo XXV – Sub-Bacia 25 – Rio Itaum-Açú;
- ✧ Tomo XXVI – Rio Cachoeira.

Volume 4 – Prognóstico

- ✧ Tomo I – Sub-Bacia 1 – Nascente do Rio Cachoeira;
- ✧ Tomo II – Sub-Bacia 2 – Rio Cachoeira Leito Antigo;
- ✧ Tomo III – Sub-Bacia 3 – Rio Bom Retiro;
- ✧ Tomo IV – Sub-Bacia 4 – Rio Luiz Tonnemann;
- ✧ Tomo V – Sub-Bacia 5 – Rio Walter Brandt;
- ✧ Tomo VI – Sub-Bacia 6 – Rio Alvino Vöhl;
- ✧ Tomo VII – Sub-Bacia 7 – Vertente do Morro do Boa Vista – Canal Aracajú;
- ✧ Tomo VIII – Sub-Bacia 8 – Vertente da Rua Salvador – Canal Salvador;
- ✧ Tomo IX – Sub-Bacia 9 – Rio Mirandinha;
- ✧ Tomo X – Sub-Bacia 10 – Rio Morro Alto;
- ✧ Tomo XI – Sub-Bacia 11 – Vertente do Morro do Boa Vista – Rio Água Marinha;
- ✧ Tomo XII – Sub-Bacia 12 – Vertente do Morro do Boa Vista – Parque de France;
- ✧ Tomo XIII – Sub-Bacia 13 – Vertente do Morro do Boa Vista – Lagoa Saguacú;
- ✧ Tomo XIV – Sub-Bacia 14 – Rio Mathias;
- ✧ Tomo XV – Sub-Bacia 15 – Vertente do Morro do Boa Vista – Buschle & Lepper;
- ✧ Tomo XVI – Sub-Bacia 16 – Vertente do Morro do Boa Vista – Unidade de Obras;
- ✧ Tomo XVII – Sub-Bacia 17 – Vertente do Morro do Boa Vista – Vick;
- ✧ Tomo XVIII – Sub-Bacia 18 – Vertente do Morro do Boa Vista – Ponta Grossa;
- ✧ Tomo XIX – Sub-Bacia 19 – Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Pedro Álvares Cabral;
- ✧ Tomo XX – Sub-Bacia 20 – Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Matilde Amim;
- ✧ Tomo XXI – Sub-Bacia 21 – Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Noruega;
- ✧ Tomo XXII – Sub-Bacia 22 – Rio Jaguarão;
- ✧ Tomo XXIII – Sub-Bacia 23 – Rio Bupeva;
- ✧ Tomo XXIV – Sub-Bacia 24 – Rio Bucarein;
- ✧ Tomo XXV – Sub-Bacia 25 – Rio Itaum-Açú;
- ✧ Tomo XXVI – Rio Cachoeira.

ÍNDICE**PÁG.**

APRESENTAÇÃO.....	II
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1 ESCOPO E OBJETIVOS	1
1.2 ESTRUTURA DO RELATÓRIO.....	2
2. CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO	3
3. ESTUDOS DE DIAGNÓSTICO E PROGNÓSTICO – METODOLOGIA UTILIZADA	5
3.1 CARACTERIZAÇÃO HIDROLÓGICA DA BACIA	5
3.2 PRECIPITAÇÃO DE PROJETO	7
3.3 SIMULAÇÕES HIDROLÓGICAS	7
3.4 CARACTERIZAÇÃO HIDRÁULICA DA REDE DE MACRODRENAGEM.....	8
3.5 MARÉ	9
3.6 SIMULAÇÕES HIDRÁULICAS	10
4. RESULTADOS OBTIDOS	13
4.1 DIAGNÓSTICO	13
4.2 PROGNÓSTICO	14

ANEXO I - DESENHOS DE PROJETO (EM VOLUME ESPECÍFICO)**ANEXO II - PROGNÓSTICO DO SISTEMA DE DRENAGEM**

ÍNDICE QUADROS

PÁG.

<i>Figura 3.1 – Mancha de Inundação Gerada por um Nível de Maré de 1,60 metros</i>	<i>11</i>
<i>Figura 3.2 – Mancha de Inundação Gerada por um Nível de Maré de 2,50 metros</i>	<i>12</i>

ÍNDICE FIGURAS

PÁG.

Quadro 4.1 – Características das Manchas de Inundação	13
Quadro 4.2 – Características das Manchas de Inundação	14

1. INTRODUÇÃO

O presente documento tem por objeto o Plano Diretor de Drenagem Urbana (PDDU) da Bacia Hidrográfica do rio Cachoeira no município de Joinville (SC) e por objetivo apresentar a síntese dos trabalhos realizados e resultados obtidos no âmbito dos estudos diagnóstico e prognóstico relativos ao comportamento da bacia do rio Cachoeira e suas sub-bacias.

1.1 ESCOPO E OBJETIVOS

Joinville, como grande parte das cidades brasileiras, desenvolveu-se ao longo dos vales dos diversos cursos d'água que drenam o município, sem que as questões envolvidas com a drenagem tivessem ocupado papel destacado no bojo das decisões sobre o planejamento do uso e ocupação do solo e da preservação dos escoamentos hídricos naturais.

Além das questões relacionadas com a progressiva densificação da ocupação urbana, a bacia do rio Cachoeira possui configuração topográfica particular, com grandes áreas de baixas declividades e foz do seu principal curso d'água em região estuarina, influenciada, portanto pelo regime de marés, o que constitui fator natural responsável por dificultar os escoamentos pluviais, aumentando a frequência dos episódios de alagamentos e contribuindo para a operação ineficiente dos condutos e galerias implantados.

No âmbito do Projeto Viva Cidade, entre outros objetivos multissetoriais, a Prefeitura Municipal de Joinville (PMJ) pretende corrigir as distorções que hoje são responsáveis pelas inundações e alagamentos de áreas vulneráveis, através de estudos e projetos com natureza interdisciplinar, entre eles, o PDDU da bacia do rio Cachoeira.

O PDDU tem assim, como objetivo básico, a criação de mecanismos e a elaboração de um programa de ações dirigido a evitar/reduzir as inundações na bacia do rio Cachoeira, a partir de uma política para gestão sistêmica da drenagem urbana, compatibilizada com outros projetos setoriais correlatos, tais como o Plano Diretor de Desenvolvimento Sustentável do município e o Plano Diretor Urbano (para disciplinamento do uso e ocupação do solo).

Em 2008 a PMJ contratou o Consórcio ENGECORPS♦HIDROSTUDIO♦BRLi para a elaboração do PDDU da bacia do rio Cachoeira, sendo que os trabalhos foram iniciados em 11 de setembro de 2008.

O objetivo estabelecido na contratação é o de dotar a PMJ de subsídios técnicos e institucionais que permitam reduzir as inundações no município e seus impactos, bem como criar as condições para uma gestão sustentável da drenagem urbana no município. No escopo dos trabalhos estão incluídos:

- ✓ caracterização do sistema de macrodrenagem existente (cadastro e criação de banco de dados das obras de drenagem);
- ✓ avaliação do comportamento da rede de drenagem existente nas situações atual e futura;

- ✓ proposição de soluções estruturais e não estruturais para a solução coordenada dos problemas de inundações na bacia do rio Cachoeira;
- ✓ estabelecimento de um Plano Diretor de Obras de Drenagem Urbana para a solução do problema de inundações na bacia do rio Cachoeira.

O relatório R3, conforme estabelecido nos termos de referência e na programação dos trabalhos, tem por objetivo elaborar o diagnóstico da rede de drenagem existente, estabelecer um prognóstico do funcionamento do sistema de drenagem existente em condições futuras de ocupação da bacia e propor cenários de obras passíveis de implantação na cidade que possibilitem a solução dos problemas de enchente na bacia do rio Cachoeira.

1.2 ESTRUCTURA DO RELATÓRIO

O relatório R3 - Concepção de Cenários, Diagnóstico e Prognóstico foi organizado em quatro volumes, descritos a seguir:

Volume 1 – Concepção de Cenários, Diagnóstico e Prognóstico – Relatório Final

O Volume 1 apresenta o resumo dos trabalhos realizados e dos resultados obtidos, os quais são apresentados em detalhe nos demais volumes.

Volume 2 – Metodologia, Estudos Básicos e Concepção dos Cenários

O Volume 2 apresenta os estudos básicos realizados que possibilitaram a elaboração do diagnóstico e do prognóstico, incluindo:

- ✓ caracterização geral do município de Joinville e da bacia do rio Cachoeira;
- ✓ metodologia empregada na realização dos estudos;
- ✓ determinação das precipitações de projeto a serem utilizadas no estudo;
- ✓ determinação das características fisiográficas e hidrológicas da bacia do rio Cachoeira e suas sub-bacias;
- ✓ determinação das características físicas e hidráulicas dos cursos de água que compõem a rede de macrodrenagem da bacia do rio Cachoeira;
- ✓ estudo de marés e definição do nível de base do rio Cachoeira a ser utilizado nos estudos;
- ✓ aferição/calibração da modelagem utilizando os dados obtidos com a enchente de 2008 na bacia do rio Cachoeira;
- ✓ definição do conjunto de diretrizes que comporão os cenários alternativos de planejamento a serem utilizados na concepção de medidas estruturais na bacia do rio Cachoeira e suas sub-bacias, objeto do relatório R5.

Volume 3 – Diagnóstico

O Volume 3 apresenta o diagnóstico da situação atual da bacia do rio Cachoeira e de cada uma de suas sub-bacias. A modelagem hidrológica e hidráulica realizada utiliza os dados e características de cada sub-bacia, conforme definidos no Volume 2.

O Volume 3 está subdividido em 26 tomos, um para cada sub-bacia, sendo o último, de número 26, dedicado ao curso principal do rio Cachoeira.

Volume 4 – Prognóstico

O Volume 4 apresenta o prognóstico da bacia do rio Cachoeira e de cada uma de suas sub-bacias, considerando o crescimento e adensamento de Joinville e admitindo a não realização de intervenções na rede de drenagem. A modelagem hidrológica e hidráulica realizada utiliza os dados e características de cada sub-bacia, conforme definidos no Volume 2.

O Volume 4 está subdividido em 26 tomos, um para cada sub-bacia, sendo o último, de número 26, dedicado ao curso principal do rio Cachoeira.

2. CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO

O município de Joinville situa-se ao norte no Estado de Santa Catarina, próximo à divisa com o Estado do Paraná. É o maior município catarinense em número de habitantes e geração de riquezas do Estado. Sua economia está baseada no setor secundário e terciário, ou seja, o setor industrial e de prestação de serviços, principalmente nas áreas de metal-mecânica, têxtil, plásticos, tecnologia da informação e produtos farmacêuticos.

Joinville teve sua colonização realizada por imigrantes europeus, como muitas cidades da região. Em 1840, com a grave crise econômica européia, milhares de imigrantes iniciaram sua trajetória rumo à colônia Dona Francisca, como era conhecida Joinville antes de sua fundação. No início da década seguinte, deu-se um grande salto na colonização do município. Joinville passou a abrigar uma grande miscigenação de culturas, pelo aporte de população de diversos locais, como a luso-brasileira, negra, alemã, suíça, holandesa, italiana, entre outras. O nome “Joinville” advém do casamento do príncipe de Joinville (localidade da França) com Dona Francisca, irmã do Imperador Dom Pedro II, de quem o príncipe teria recebido as terras do atual território municipal, como dote de casamento.

A indústria e o comércio começaram a se desenvolver com o crescimento do município, surgindo as primeiras empresas dos ramos de metalurgia e têxtil. A construção da estrada de ferro São Paulo – Rio Grande, que passa pelo município e vai até o porto de São Francisco do Sul contribuiu enormemente para a expansão da atividade econômica de Joinville.

Joinville encontra-se estrategicamente posicionada em relação à infraestrutura atual de transportes existente no País. Possui fácil acesso ao porto de São Francisco e aos principais pólos consumidores nacionais através da malha rodoviária existente, com destaque à BR-101, que corta a cidade, e serve de ligação entre o norte e o sul do País. Situada entre dois dos

maiores portos em movimentação de cargas do País - Itajaí (SC) e Paranaguá (PR) - possui também um aeroporto com linhas regulares para São Paulo e desta cidade para os principais destinos e capitais brasileiras, facilitando o acesso ao município para a realização de negócios com os principais centros da economia nacional.

Essas vantagens de localização, fácil acesso e logística de escoamento da produção impulsionam a instalação de empresas no município, que cada vez mais vem abrigando novos estabelecimentos industriais, de diferentes tipologias.

Com a crescente industrialização, o setor de prestação de serviços também se desenvolveu, registrando-se um grande aumento do número de empresas prestadoras de serviços nas duas últimas décadas no município, dentre elas, as empresas de tecnologia da informação.

Devido a esses aspectos Joinville apresenta uma grande taxa de crescimento econômico, colocando-se em segundo lugar no PIB industrial per capita do País e em quinto lugar no *ranking* das cidades que mais exportam no Brasil.

Como centro econômico regional e do Estado de Santa Catarina, Joinville funciona como pólo de atração de população, registrando também crescimento populacional relevante no período 1970-2006, com taxa elevada, de 3,9% a.a.. Também é elevada a taxa de urbanização do município. Segundo dados do Censo do IBGE, do total da população do ano de 2000, de 429.604 habitantes, 97% (414.972 habitantes) eram residentes na zona urbana do município.

Esses dados mostram que o crescimento da área urbana de Joinville e o adensamento populacional têm sido rápidos desde as últimas décadas do século passado, o que se reflete em também crescentes problemas de infraestrutura, entre eles, os do sistema de drenagem, pressionado pela elevada ocupação humana e pelo aumento de áreas impermeabilizadas.

Seguindo o padrão de ocupação das cidades brasileiras, que teve nos cursos d'água o seu maior atrativo, o vale do rio Cachoeira recebe, em 9 de março de 1851, os primeiros imigrantes europeus, precursores da transformação de Joinville no pólo urbano e econômico dos dias de hoje.

A bacia hidrográfica do rio Cachoeira é, assim, uma bacia eminentemente urbana, característica que remonta à época do início da ocupação do território municipal. Contida em sua totalidade no perímetro urbano do município, está hoje comprometida pela forte urbanização e espantoso crescimento ocorrido em Joinville, no decorrer de sua história.

Por se tratar de uma bacia urbana localizada em município onde a coleta e tratamento de esgotos ainda estão em fase de implantação nas diversas áreas da cidade, o rio Cachoeira apresenta elevada taxa de poluição tanto por efluentes domésticos quanto por resíduos e efluentes da atividade industrial, causando assim um grande impacto ambiental e social. O rio Cachoeira é formado por diversos afluentes, dentre eles, os rios Mathias, Jaguarão, Bucarein, Bom Retiro e Itaum. Quase todos esses afluentes estão descaracterizados ambientalmente, com alto índice de assoreamento, causando interferências no escoamento das cheias.

3. ESTUDOS DE DIAGNÓSTICO E PROGNÓSTICO – METODOLOGIA UTILIZADA

3.1 CARACTERIZAÇÃO HIDROLÓGICA DA BACIA

✓ Delimitação da Bacia e Sub-Bacias

A delimitação da Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira e suas sub-bacias foi realizada utilizando a restituição aerofotogramétrica de 2007 com curvas de nível com equidistância de 1,0 metro e os projetos/cadastros de drenagem da PMJ.

✓ Classificação Hidrológica dos Solos

Utilizando o mapa pedológico do município de Joinville foi desenvolvida uma análise do solo da bacia do rio Cachoeira. Esta análise indicou que, com base no critério do “*Soil Conservation Service*”, a bacia do rio Cachoeira tem solos mais impermeáveis, que geram escoamento acima da média e com capacidade de infiltração abaixo da média dos tipos C (73%) e D (3%) e solos mais permeáveis que podem ser classificados como tipo B (24%). O desenho 951-PMJ-PDC-A1-P025 – Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira - Pedologia (vide Anexo I) apresenta a distribuição de solos na bacia do rio Cachoeira e a classificação hidrológica de cada unidade, resultado da análise efetuada sobre o tema.

Outro aspecto que deve ser considerado na avaliação do número de curva (CN) diz respeito à condição de umidade antecedente do solo. No presente estudo foi considerada a condição II – situação média na época das chuvas.

✓ Determinação das Áreas Impermeáveis e Permeáveis

A área impermeável é um indicador mensurável do processo de urbanização. O Consórcio optou por utilizar diretamente o índice relacionados à porcentagem da área impermeável de cada sub-bacia.

No âmbito do Projeto Viva a Cidade, no qual está inserido o PDDU de Joinville, está sendo elaborado o Mapa de Fragilidade Ambiental – Mapa do Solo, envolvendo o estudo de caracterização do uso do solo, incluindo o mapeamento das áreas de solo expostas e das áreas impermeáveis (pavimentos, construções, etc.). Este trabalho de classificação da cobertura de solos na bacia do rio Cachoeira foi iniciado em 2009, utilizando as fotos aéreas do município na escala 1:5.000, obtidas de sobrevoo realizado para a PMJ em 2007. No referido mapeamento, o uso do solo na área urbana de Joinville foi classificado em:

Áreas Permeáveis	✓ Solo Exposto
	✓ Vegetação Densa
	✓ Gramínea
Áreas Impermeáveis	✓ Áreas Urbanizadas

O desenho 951-PMJ-PDC-A1-P026 – Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira – Áreas Permeáveis e Impermeáveis (vide Anexo I) apresenta a identificação de áreas permeáveis e impermeáveis na situação futura da bacia do rio Cachoeira. Nesse desenho as áreas permeáveis são identificadas por hachuras, utilizando código de cores: a cor magenta para uso restrito e azul para uso irrestrito. As áreas impermeáveis são apresentadas sem hachuras.

Para a avaliação do prognóstico, conforme apresentado no Volume 2 do Relatório R3, utilizando as fotos aéreas foi realizada análise visual da ocupação de cada sub-bacia a partir da qual foram identificadas regiões da bacia nas quais são observadas ocupação integral da área disponível para urbanização, tanto para zoneamentos residências quanto para comerciais. Para estas regiões foram calculados os índices de áreas permeáveis na situação atual. A hipótese adotada para o cenário de ocupação futura da sub-bacia é de que esta configuração ou distribuição percentual de áreas permeáveis e impermeáveis ocorra em toda a sub-bacia conforme cada zoneamento. Em outras palavras, toda a área da sub-bacia que não seja de ocupação restrita, no cenário futuro terá uma porcentagem de áreas impermeáveis igual às das amostras identificadas.

✓ Tempo de Concentração

Com base nos dados da restituição aerofotogramétrica de 2007 foram determinadas as cotas das extremidades de montante e jusante de cada rio. Foram apresentadas as características fisiográficas incluindo a área de drenagem, área impermeável, cotas das extremidades de montante e jusante, comprimento e declividade média do rio principal, para a situação de ocupação atual e futura da bacia.

Os estudos desenvolvidos por SILVEIRA (2005) analisaram as fórmulas empíricas para cálculo do tempo de concentração, indicando para bacias urbanas com áreas abaixo de 0,7 km² a fórmula de Schaake e para bacias com áreas entre 0,7 e 51 km² a fórmula de Desbordes para a determinação do tempo de concentração em bacias urbanas, as quais serão utilizadas nos estudos do PDDU. Para bacias com características rurais que apresentam uma taxa de impermeabilização inferior a 25 % adotou-se a fórmula de Kirpich. Foi também considerado um tempo de acesso à rede de drenagem (“inlet time”) de 5 minutos para considerar o tempo de percurso desde o telhado e áreas internas até o ingresso na rede de drenagem.

✓ Propagação da Onda de Cheia

A propagação da onda de cheia nos rios das bacias hidrográficas foi avaliada utilizando a formulação denominada Muskingum-Cunge. Esta metodologia resume-se em avaliar as características geométricas do canal a partir da seção transversal característica, rugosidade e declividade do trecho.

Para o estudo do PDDU optou-se por avaliar a capacidade hidráulica dos dispositivos de drenagem e adotar como seção característica a seção com menor capacidade hidráulica do trecho. A rugosidade da seção característica foi estabelecida conforme apresentado no Quadro 5.1 do Volume 2 do Relatório R3 e a declividade média do trecho foi definida com base nos

dados dos levantamentos topobatimétricos apresentados no relatório R7 – Levantamento Complementar de Campo.

3.2 *PRECIPITAÇÃO DE PROJETO*

O Volume 2 do Relatório R3 apresenta a metodologia utilizada na obtenção da IDF do posto Pluviométrico Joinville RVPSC (2648014).

O coeficiente de redução de área, que permite avaliar a chuva média na bacia em relação à chuva no posto, foi obtido da publicação do National Environmental Research (1975).

Para a distribuição temporal da precipitação foi adotada a distribuição de Huff 1º quartil, a qual considera a chuva concentrada nos primeiros minutos da tormenta, sendo usualmente, a mais crítica.

3.3 *SIMULAÇÕES HIDROLÓGICAS*

Ao lidar com os riscos de inundações, há muito tempo, os hidrólogos têm-se dedicado ao desenvolvimento de técnicas e métodos para prover estimativas dos estados espaço-temporais atuais e futuros das variáveis hidrológicas para uma dada área de interesse.

O modelo hidrológico é uma ferramenta útil para melhor entender e representar os processos de transformação chuva-vazão em uma bacia hidrográfica e prever condições futuras a partir de previsões de mudanças de ocupação do território da bacia, além de eventos meteorológicos. A simulação hidrológica é limitada pela heterogeneidade física das bacias hidrográficas e dos processos envolvidos, o que tem propiciado o desenvolvimento de um grande número de modelos que se diferenciam em função dos dados utilizados, discretização adotada e objetivos a serem alcançados.

Apesar do vertiginoso avanço das técnicas de simulação hidrológica nas últimas décadas e, portanto, da enorme profusão de modelos disponíveis, cada qual com sua concepção e parâmetros próprios, a seleção de um deles para uso geral torna-se tarefa de grande dificuldade. Isso se deve principalmente à ampla gama de aplicações possíveis, cada uma com suas particularidades de escala temporal e/ou espacial, assim como peculiaridades diversas quanto aos dados disponíveis.

Para o PDDU da bacia hidrográfica do rio Cachoeira, em face de suas características fisiográficas e dos dados disponíveis, os modelos hidrológicos selecionados pelo Consórcio para retratar os fenômenos e transformações hidrológicas são:

- ✓ Precipitação Total em Precipitação Efetiva – Modelo SCS (Número de Curva);
- ✓ Precipitação Efetiva em Hidrograma de Cheia – Modelo SCS (Hidrograma Unitário SCS);
- ✓ Propagação do Hidrograma de Cheia – Muskingum-Cunge.

Esses modelos serão aplicados com o auxílio do *software* HEC-HMS (Hydrologic Engineering Center-Hydrologic Modeling System), que possui uma linguagem e apresentação adequada para o presente estudo, além de ser de uso público.

3.4 CARACTERIZAÇÃO HIDRÁULICA DA REDE DE MACRODRENAGEM

O sistema de drenagem do município de Joinville, não fugindo à regra da grande maioria das cidades brasileiras, está comprometido na área urbana pelo avanço da especulação imobiliária.

Um bom exemplo desta situação é o da sub-bacia do rio Mathias, afluente do rio Cachoeira e localizado no centro de Joinville, que se encontra, quase que na sua totalidade, tomada por grandes edificações construídas sobre seu leito. A falta de planejamento para uso e ocupação do solo urbano só contribui para agravar os problemas de inundações que, por características naturais da bacia do rio Cachoeira, por si só já seriam de difícil solução.

Ao contrário do que deveria ter sido executado, algumas áreas são em geral dotadas de condutos de drenagem projetados sem critérios técnicos adequados, forçando o escoamento para novas direções ou gerando mudanças de regimes hidráulicos, ocasionando problemas adicionais para o sistema de drenagem

Como agravante dessas questões, o foco que vinha sendo dado aos projetos de drenagem pluvial no município privilegiava a microdrenagem, em detrimento da macrodrenagem; o resultado dessa visão pontual, desprovida de um caráter sistêmico, apenas transfere os problemas de montante para jusante da bacia, sem que sejam eles solucionados em definitivo.

Assim é que grande parte dos principais córregos da bacia se encontra retificada e canalizada em galerias e tubulações, projetadas em diversas épocas e com emprego de conceitos ultrapassados, que visavam ao aumento da velocidade de escoamento. Além disso, como em quase todas as cidades brasileiras, as canalizações provavelmente foram executadas ao longo dos anos para uma condição que não representava a condição futura de ocupação urbana. Ou seja, subestimaram-se as vazões e, em decorrência tem-se capacidade insuficiente da rede de drenagem para as condições atuais.

Outra questão a considerar, e que também se relaciona mais diretamente com o relevo plano da bacia, é a formação de bancos de assoreamento no interior da rede de drenagem, decorrentes do forte crescimento urbano e da ocupação de áreas de risco, e que se agrava pela ausência de políticas de controle de erosão e assoreamento na região de Joinville.

Em síntese, o que se observa na bacia do rio Cachoeira e no conjunto do município de Joinville no que respeita ao sistema de drenagem é o reflexo evidente de posturas equivocadas quanto à indicação de ações e implementação de obras, situação esta que a municipalidade pretende reverter, mediante a contratação de estudos da natureza do presente PDDU.

Visando a identificação em campo e obtenção de dados de forma a subsidiar o diagnóstico da bacia do Rio Cachoeira, foram efetuadas as inspeções e levantamentos, para caracterizar rede de macrodrenagem existente.

O levantamento topográfico e cadastral da rede de macrodrenagem da bacia do rio Cachoeira visou fundamentalmente a obtenção da seção geométrica atual do canal bem como a caracterização dos leitos dos rios. Junto às estruturas de transposição dos cursos d'água foram efetuados, além do levantamento da seção do canal, o cadastro das estruturas (dispositivos de drenagem) existentes, de forma a possibilitar a demarcação da seção de escoamento atualmente existente.

Durante os estudos e levantamentos, realizados com o objetivo de verificar as condições da rede de drenagem, foram observados aspectos restritivos sob o ponto de vista de drenagem.

Esses pontos se encontram distribuídos ao longo do rio principal e de seus afluentes. Além de restrições na capacidade da calha e dos dispositivos de drenagem existentes nas estruturas de transposição constata-se que problemas relacionados à má conservação das margens, vegetação ribeirinha avançando sobre o canal, assoreamento e obstruções causadas por lançamentos de entulhos e materiais inservíveis restringem o escoamento das águas durante eventos chuvosos de maior intensidade.

O desenho 951-PMJ-PDC-A1-P625 – Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira – Identificação dos Dispositivos de Drenagem (vide Anexo I) apresenta a identificação dos dispositivos de drenagem do rio Cachoeira e de seus afluentes.

3.5 MARÉ

A bacia hidrográfica do rio Cachoeira sofre influência das marés em seu exutório, o que se reflete em alagamentos em áreas de baixada, mesmo na ausência de precipitações. O represamento causado pelos níveis da maré no escoamento do rio Cachoeira atinge pontos de descarga da microdrenagem, gerando inundações na área central da cidade, com problemas mais frequentes nas imediações da rua Itajaí, terminal central e rua Nove de Março conforme apresentado no Volume 2 do Relatório R3.

Com o objetivo de avaliar o comportamento da maré no exutório da bacia do rio Cachoeira foi desenvolvido um estudo buscando estabelecer as condições próprias da maré local. No Volume 2 do Relatório R3 apresenta-se a metodologia utilizada neste estudo.

Para avaliar e verificar o comportamento da rede de macrodrenagem quanto à sua capacidade hidráulica nas situações atual e futura de urbanização da bacia do rio Cachoeira a adoção de níveis máximos anuais de maré astronômica associados a períodos de retorno e ainda majorados pelas marés meteorológicas implica em inundação de áreas urbanizadas significativas da bacia. O período de retorno de 10 anos, por exemplo, corresponde ao nível de maré astronômica igual a 1,81m que acrescido da maré meteorológica (admitindo o critério de 40% da maré astronômica) conduz a um nível máximo de 2,53m, inundando uma área

urbanizada de cerca de 4,7 km² (vide desenho 951-PMJ-PDC-A0-P895 e Figura 3.1). Adotando-se este critério, a área indicada na referida figura deixaria de ser objeto de avaliação quanto à inundação por eventos de precipitação, uma vez que estaria inundada pela maré máxima. Neste sentido, julga-se que o nível de maré a ser utilizado nos estudos de diagnóstico e prognóstico deva possibilitar a avaliação do comportamento de toda a rede de macrodrenagem inserida na área urbanizada, conceito este que conduz a adoção do nível de 1,60m (vide desenho 951-PMJ-PDC-A0-P894 e Figura 3.2) correspondente ao limite entre a área urbanizada e a região de mangues.

3.6 SIMULAÇÕES HIDRÁULICAS

Outro fator importante para caracterizar o estudo proposto é a determinação do comportamento das inundações. Quando a precipitação é intensa, a quantidade de água que chega simultaneamente ao rio pode ser superior à sua capacidade de escoamento, provocando assim o extravasamento da calha principal. Os problemas resultantes das inundações dependem do grau de ocupação das regiões inundáveis e da frequência com que essas ocorrem.

A malha fluvial da bacia hidrográfica do rio Cachoeira se localiza integralmente no perímetro urbano do município de Joinville. Devido à elevada taxa de ocupação de algumas regiões ribeirinhas, à tendência de aumento da ocupação de outras áreas e aos estrangulamentos existentes nos cursos d'água, é importante realizar um estudo para caracterizar o comportamento fluvial dos rios e seus contribuintes, e para determinar sua capacidade hidráulica e a maneira como respondem a um determinado evento hidrológico. Esses estudos serão desenvolvidos com a modelagem dos canais e galerias em regime permanente utilizando a equação da continuidade e da conservação de energia. Para o cálculo das perdas de energia serão utilizados:

- ✓ a equação de Manning para cálculo de perdas distribuídas ao longo de canais e galerias;
- ✓ coeficientes de perda relacionados com a energia cinética do escoamento para cálculo de perdas em singularidades.

Para o cálculo será utilizado o *software* HEC-RAS (*Hydrologic Engineering Center - River Analysis System*), que retrata de forma adequada o comportamento do escoamento em cursos d'água naturais ou artificiais, bem como possibilita o cálculo do escoamento em diversas obras inseridas na rede de drenagem, além de se tratar de um *software* de domínio público.

Utilizando os níveis da água resultante das simulações hidráulicas de cada sub-bacia foram elaborados mapas com as manchas de inundação para os quatro períodos de retorno tanto para o diagnóstico quanto para o prognóstico.

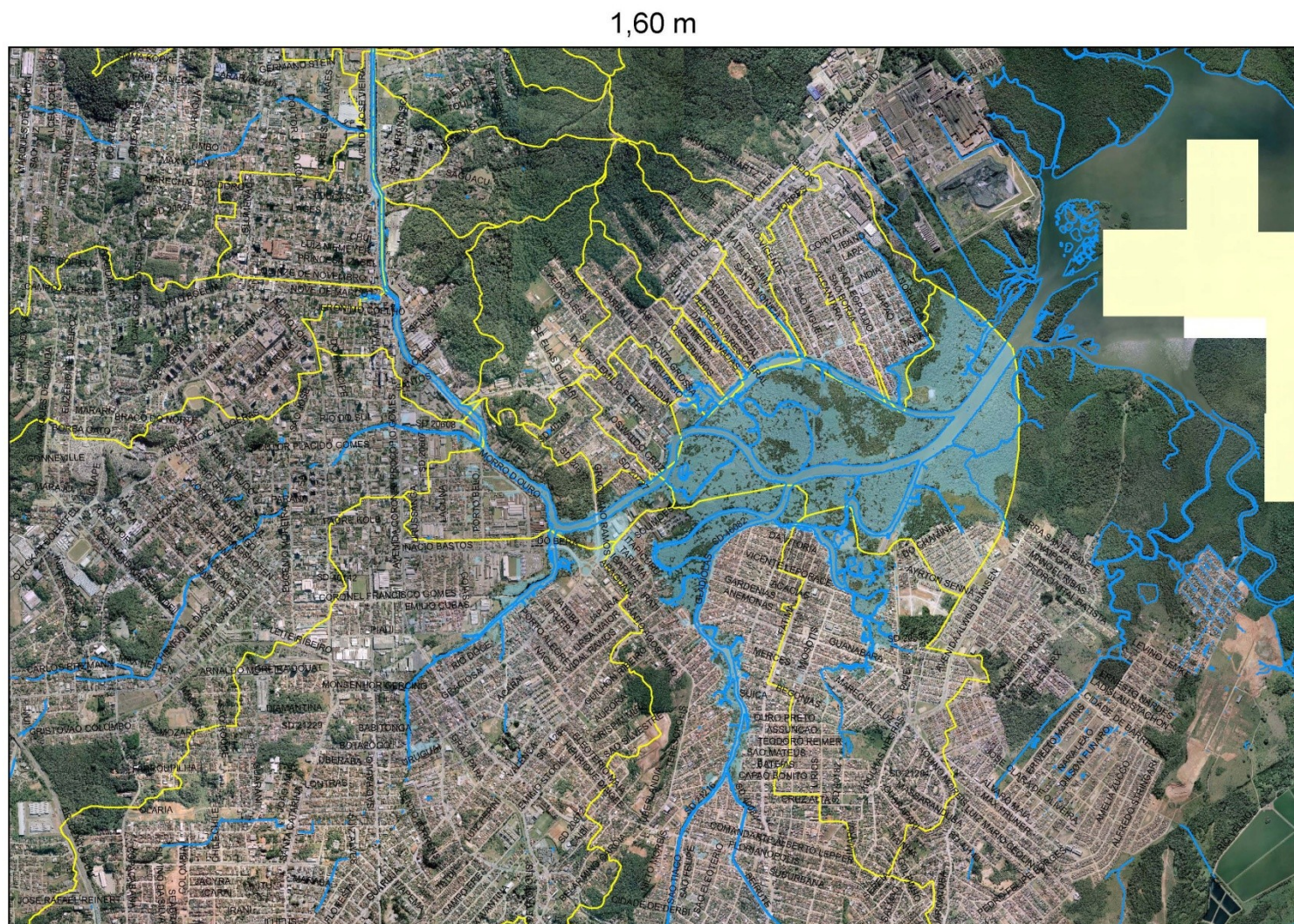


Figura 3.1 - Mancha de inundação gerada por um nível de maré de 1,60 metros.

2.50 m

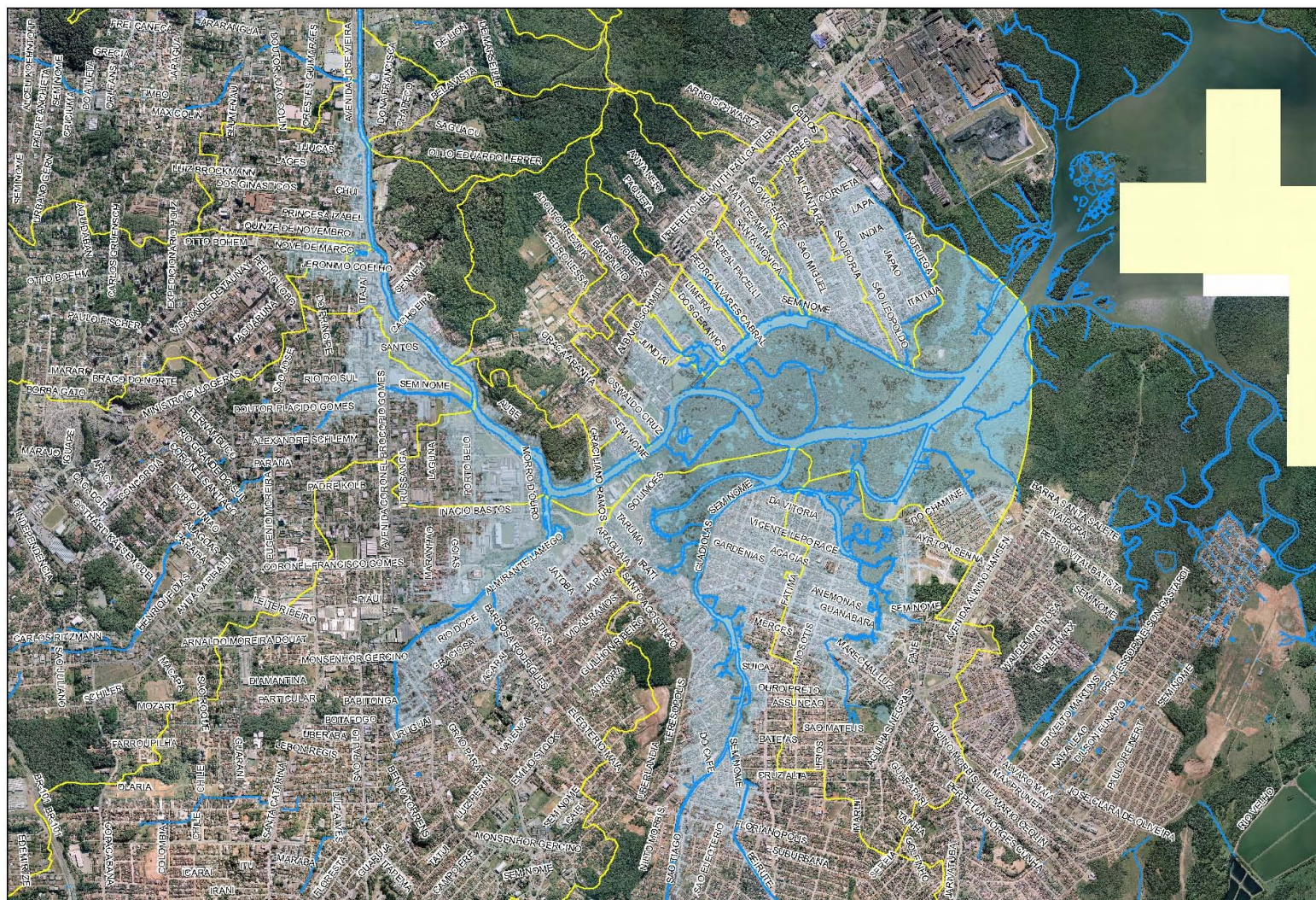


Figura 3.2 - Mancha de inundação gerada por um nível de maré de 2,50 metros.

4. RESULTADOS OBTIDOS

4.1 DIAGNÓSTICO

O desenho 951-PMJ-PDC-A0-P710 Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira – Geral - Diagnóstico da Capacidade Hidráulica (vide Anexo I), elaborados a partir dos resultados apresentados no Volume 3 do Relatório R3, ilustram o diagnóstico da capacidade hidráulica do rio Cachoeira.

Utilizando as manchas apresentadas no Volume 3 do Relatório R3 foram elaborados mapas com as manchas de inundação gerais para os quatro períodos de retorno estudados.

As manchas de inundação para eventos com períodos de retorno de 5, 10, 25 e 50 anos estão apresentadas nos desenhos 951-PMJ-PDC-A3-P755, 951-PMJ-PDC-A3-P756, 951-PMJ-PDC-A3-P757 e 951-PMJ-PDC-A3-P758 (vide Anexo I), respectivamente. O Quadro 4.1 apresenta a área de inundação das mesmas em função do período de retorno.

QUADRO 4.1
CARACTERÍSTICAS DAS MANCHAS DE INUNDAÇÃO

	<i>TR=5 Anos</i>	<i>TR=10 Anos</i>	<i>TR=25 Anos</i>	<i>TR=50 Anos</i>
Área Total de Inundação (km ²)	7,16	10,73	14,06	16,17

As manchas de inundação apresentadas representam o transbordamento do sistema de macro-drenagem. Na realidade, para N.A. mais baixos já ocorrerão inundações pelo bloqueio das galerias de micro-drenagem. Consequentemente, as manchas reais de inundação poderão ser maiores que as apresentadas no presente relatório.

As manchas de inundação prolongam-se por quase toda a extensão do rio Cachoeira estendendo-se desde o entorno da foz da bacia do rio Walter Brandt até a foz da bacia do rio Jaguarão. Destacam-se as inundações causadas nas sub-bacias do rio Bom Retiro, Mathias, Jaguarão, Bucarein, Itaum-Açu e Leito Antigo do Rio Cachoeira.

Analisando a localização das manchas de inundação observa-se que a região mais atingida pelas cheias tem ocupação abrangendo as áreas de maior urbanização da bacia, causando danos e inconvenientes a população. Nesta região encontra-se a área central da cidade de Joinville.

Os estudos realizados possibilitaram avaliar o comportamento da rede de macrodrenagem da sub-bacia do rio Cachoeira indicando os locais onde ocorrem enchentes decorrentes da falta de capacidade desta rede. Alguns locais da sub-bacia podem apresentar também inundações decorrentes da falta de capacidade da rede de microdrenagem. Consequentemente as manchas reais de inundação poderão ser maiores que as ilustradas no presente relatório.

Os levantamentos de campo identificaram características restritivas ao escoamento sob o ponto de vista de drenagem. Aspectos como avanço da vegetação ribeirinha no canal, obstrução devido a lixo e obstáculos em dispositivos de drenagem não foram considerados nas simulações

uma vez que estas características podem ser resolvidas com a realização de manutenção periódica do sistema de drenagem. O assoreamento do Rio Cachoeira, principalmente no seu baixo curso, foi considerado conforme levantado nas campanhas de topobatimetria realizadas para caracterizar o leito do rio em sua situação atual.

Outro aspecto identificado nos estudos realizados foi a influência das marés em seu exutório da bacia do rio Cachoeira, o que se reflete em alagamentos em áreas de baixada, mesmo na ausência de precipitações. O represamento causado pelos níveis da maré no escoamento do rio Cachoeira atinge pontos de descarga da microdrenagem, gerando inundações na área central da cidade, com problemas mais frequentes nas imediações da rua Itajaí, terminal central e rua Nove de Março conforme apresentado no Volume 2 do Relatório R3.

4.2 PROGNÓSTICO

O desenho 951-PMJ-PDC-A0-P711 Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira – Geral - Prognóstico da Capacidade Hidráulica (vide Anexo I), elaborados a partir dos resultados apresentados no Volume 4 do Relatório R3, ilustram o prognóstico da capacidade hidráulica do rio Cachoeira.

Utilizando as manchas apresentas no Volume 4 do Relatório 3 foram elaborados mapas com as manchas de inundação gerais para os quatro períodos de retorno estudados.

As manchas de inundação para eventos com períodos de retorno de 5, 10, 25 e 50 anos estão apresentadas nos desenhos 951-PMJ-PDC-A3-P759, 951-PMJ-PDC-A3-P760, 951-PMJ-PDC-A3-P761 e 951-PMJ-PDC-A3-P762 (vide Anexo I), respectivamente. O Quadro 4.2 apresenta a área de inundação das mesmas em função do período de retorno.

QUADRO 4.2
CARACTERÍSTICAS DAS MANCHAS DE INUNDAÇÃO

	<i>TR=5 Anos</i>	<i>TR=10 Anos</i>	<i>TR=25 Anos</i>	<i>TR=50 Anos</i>
Área Total de Inundação (km ²)	13,15	15,59	18,30	20,19

As manchas de inundação apresentadas representam o transbordamento do sistema de macro-drenagem. Na realidade, para N.A. mais baixos já ocorrerão inundações pelo bloqueio das galerias de micro-drenagem. Consequentemente as manchas reais de inundação poderão ser maiores que as apresentadas no presente relatório.

As manchas de inundação prolongam-se por quase toda a extensão do rio Cachoeira estendendo-se desde a nascente do rio Cachoeira até a foz da bacia do rio Jaguarão. Destacam-se as inundações causadas nas sub-bacias do rio Bom Retiro, Mathias, Jaguarão, Bucarein, Itaum-Açu e Leito Antigo do Rio Cachoeira, Luiz Tonnemann e Nascente do Rio Cachoeira.

Analisando a localização das manchas de inundação observa-se que a região mais atingida pelas cheias tem ocupação consolidada, abrangendo as áreas de maior urbanização da bacia,

causando danos e inconvenientes a população. Nesta região encontra-se a área central da cidade de Joinville.

Os estudos realizados possibilitaram avaliar o comportamento da rede de macrodrenagem da sub-bacia do rio Cachoeira indicando os locais onde ocorrem enchentes decorrentes da falta de capacidade desta rede. Alguns locais da sub-bacia podem apresentar também inundações decorrentes da falta de capacidade da rede de microdrenagem. Consequentemente, as manchas reais de inundação poderão ser maiores que as ilustradas no presente relatório.

Os levantamentos de campo identificaram características restritivas ao escoamento sob o ponto de vista de drenagem. Aspectos como avanço da vegetação ribeirinha no canal, obstrução devido a lixo e obstáculos em dispositivos de drenagem não foram considerados nas simulações uma vez que estas características podem ser resolvidas com a realização de manutenção periódica do sistema de drenagem. O assoreamento dos rios da Bacia do Rio Cachoeira, principalmente no seu baixo curso, foi considerado conforme levantado nas campanhas de topobatimetria realizadas para caracterizar o leito do rio em sua situação atual.

Outro aspecto identificado nos estudos realizados foi a influência das marés em seu exutório da bacia do Rio Cachoeira, o que se reflete em alagamentos em áreas de baixada, mesmo na ausência de precipitações. O represamento causado pelos níveis da maré no escoamento do rio Cachoeira atinge pontos de descarga da microdrenagem, gerando inundações na área central da cidade, com problemas mais frequentes nas imediações da rua Itajaí, terminal central e rua Nove de Março conforme apresentado no Volume 2 do Relatório R3.

No Anexo II estão apresentados os prognósticos específicos para cada sub-bacia.

ANEXO I

DESENHOS DE PROJETO

LISTA DE DOCUMENTOS

Os documentos a seguir estão apresentados em volume específico.

- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P021-Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira - Planta e Perfil Longitudinal
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P022-Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira - Delimitação da Bacia e Sub-Bacias
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P023-Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira Uso e Ocupação - Delimitação dos Bairros
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P024-Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira - Geologia
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P025-Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira - Pedologia
- ✓ 951-PMJ-PDC-A0-P026-Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira - Áreas Permeáveis e Impermeáveis
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P027-Postos Pluviométricos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P174-Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira - Caracterização Hidráulica
- ✓ 951-PMJ-PDC-A0-P625-Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira - Identificação dos Dispositivos de Drenagem
- ✓ 951-PMJ-PDC-A0-P710-Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira – Geral – Diagnóstico do Sistema de Drenagem
- ✓ 951-PMJ-PDC-A0-P711-Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira – Geral – Prognóstico do Sistema de Drenagem
- ✓ 951-PMJ-PDC-A0-P755-Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira – Geral – Diagnóstico – Mancha de Inundação TR=5 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A0-P756-Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira – Geral – Diagnóstico – Mancha de Inundação TR=10 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A0-P757-Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira – Geral – Diagnóstico – Mancha de Inundação TR=25 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A0-P758-Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira – Geral – Diagnóstico – Mancha de Inundação TR=50 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A0-P759-Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira – Geral – Prognóstico – Mancha de Inundação TR=5 anos

- ✓ 951-PMJ-PDC-A0-P760-Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira – Geral – Prognóstico – Mancha de Inundação TR=10 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A0-P761-Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira – Geral – Prognóstico – Mancha de Inundação TR=25 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A0-P762-Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira – Geral – Prognóstico – Mancha de Inundação TR=50 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A0-P894-Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira – Mancha de Inundação Devido a Maré de 1,60m
- ✓ 951-PMJ-PDC-A0-P895-Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira – Mancha de Inundação Devido a Maré de 2,50m

ANEXO II

PROGNÓSTICO - TOMO I – SUB-BACIA 1 – NASCENTE DO RIO CACHOEIRA

6. PROGNÓSTICO

Os estudos hidrológicos permitiram determinar os hidrogramas de cheia para os pontos característicos da Nascente do rio Cachoeira e foram apresentados nas Figuras 3.9 a 3.12. As vazões de cheia, que correspondem às vazões de pico dos hidrogramas foram apresentadas no Quadro 3.3 em função do período de retorno. A Figura 6.1 apresenta um comparativo entre as vazões da bacia da Nascente do rio Cachoeira para a situação atual (diagnósticos) e a situação futura (prognóstico).

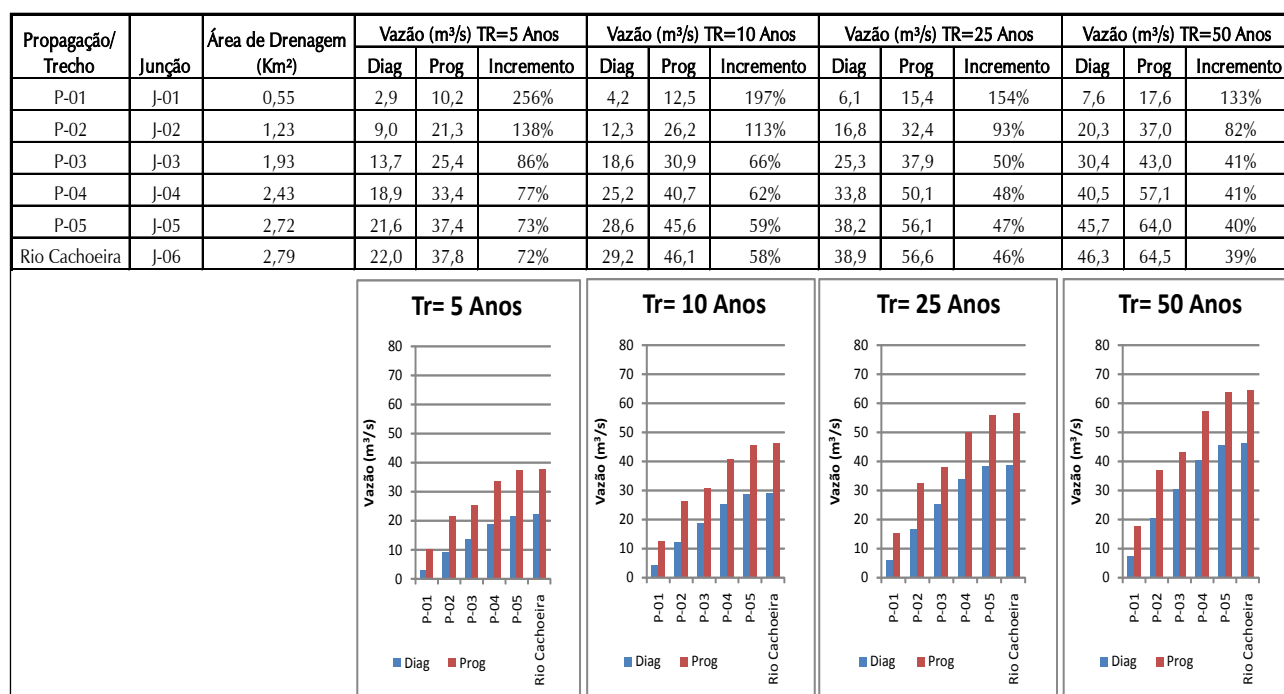


Figura 6.1 – Comparativo entre vazões para situação atual e futura de urbanização

Os estudos hidráulicos permitiram determinar os níveis da água para o escoamento em regime permanente gradualmente variado das vazões de cheias determinadas através do estudo hidrológico, conforme apresentado na Figura 5.2. Os níveis da água a montante das estruturas de drenagem são apresentados no Quadro 5.1 em função do período de retorno. A figura 6.2 apresenta um comparativo entre o período de retorno atendido pelos dispositivos de drenagem para a situação atual e futura. Os níveis que geram inundação estão sombreados em amarelo.

Código	Local/Dispositivos de Drenagem	Diagnóstico					Prognóstico			
		TR=5 anos	TR=10 anos	TR=25 anos	TR=50 anos		TR=5 anos	TR=10 anos	TR=25 anos	TR=50 anos
5440	Travessia BR-101									
4230	Rua Aristilano Alves Ferreira									
4130	Rua Inambú									
3705	Rua Valter Peters									
3635	Rua Guilherme Mfinkbeiner									
3600	Rua Manoel de Souza									
3535	Rua Agostinho José Cognaco									
3485	Rua Souza Lobo									
3430	Rua Correia Pinto									
3360	Rua Oscar Rosas									
3230	Rua Luiz Bachtold									
3135	Rua Pavão									
3070	Rua Professor Trindade									
2955	Rua Bernardo Welter									

Figura 6.2 – Comparativo entre o período de retorno atendido pelos dispositivos de drenagem para situação atual e futura de urbanização

Com base nos resultados obtidos pode-se observar que:

- ✓ para o cenário de urbanização futura adotado no prognóstico o evento de cheia com período de retorno de 5 anos provoca inundações na Nascente do Rio Cachoeira em quase toda sua extensão, desde a região a montante da BR-101 até a sua foz no Rio Cachoeira.
- ✓ com aumento das áreas impermeáveis na região montante da BR-101 ocorre conseqüentemente um aumento nas vazões de pico, a figura 6.1 apresenta a relação entre a vazão do diagnóstico e prognóstico. Na junção J-01 localizada no exutório da sub-bacia 01-CA-NC-001 próximo a BR-101, a vazão de pico aumenta em 256% a 133% para os períodos de retorno de 5 a 50 anos respectivamente. O aumento nas vazões de pico provoca inundações na região a montante da BR-101 em virtude da restrição ocasionada pelo dispositivo de drenagem localizado nessa travessia. Essas inundações podem ser observadas nos desenhos de manchas de inundação.
- ✓ as restrições ocasionadas pelos dispositivos de drenagem entre a Rua Valter Peters e a Rua Pavão influenciam de forma significativa o escoamento. A simulação realizada sem os dispositivos de drenagem apresenta níveis da água nessa região aproximadamente 1,0 m abaixo dos níveis observados nas simulações com os dispositivos.
- ✓ a restrição ao escoamento causada por um dispositivo de drenagem na Rua Inambu provoca remanso inundando as regiões a montante, conforme observado na figura 5.2. Os níveis da água na simulação sem dispositivos de drenagem foram aproximadamente 1,0 m abaixo dos níveis observados.

O desenho 951-PMJ-PDC-A1-P626 - Sub-Bacia 01-CA-NC – Nascente do Rio Cachoeira - Prognóstico da Capacidade Hidráulica (vide Anexo I) e o Quadro 6.1 apresentam o prognóstico hidráulico da Nascente do rio Cachoeira.

QUADRO 6.1
PROGNÓSTICO DOS DISPOSITIVOS DE DRENAGEM

<i>Local / Dispositivos de Drenagem</i>	<i>Período de Retorno Atendido</i>
Travessia BR-101	Tr<5 anos
Rua Aristiliano Alves Ferreira	Tr<5 anos
Rua Inambú	Tr<5 anos
Rua Valter Peters	Tr<5 anos
Rua Guilherme Mfinkbeiner	Tr<5 anos
Rua Manoel de Souza	Tr<5 anos
Rua Agostinho José Cognaco	Tr<5 anos
Rua Souza Lobo	Tr<5 anos
Rua Correia Pinto	Tr<5 anos
Rua Oscar Rosas	Tr<5 anos
Rua Luiz Bachtold	Tr<5 anos
Rua Pavão	Tr<5 anos
Rua Professor Trindade	Tr<5 anos
Rua Bernardo Welter	Tr<5 anos

Conforme pode ser observado no desenho 951-PMJ-PDC-A1-P626 (vide Anexo I) e no Quadro 6.1, todos os dispositivos de drenagem da Nascente do Rio Cachoeira não suportam a vazão resultante de uma precipitação com período de retorno de 5 anos.

Utilizando os níveis da água apresentados no Anexo II e ilustrados na Figura 5.2 foram elaborados mapas com as manchas de inundação para os quatro períodos de retorno estudados.

As manchas de inundação na bacia da Nascente do Rio Cachoeira para eventos com períodos de retorno de 5, 10, 25 e 50 anos estão apresentadas nos desenhos 951-PMJ-PDC-A3-P646, 951-PMJ-PDC-A3-P647, 951-PMJ-PDC-A3-P648 e 951-PMJ-PDC-A3-P649 (vide Anexo I) respectivamente. O Quadro 6.2 apresenta a área de inundação e a profundidade média das mesmas em função do período de retorno e um comparativo com a situação observada no diagnóstico.

QUADRO 6.2
CARACTERÍSTICAS DAS MANCHAS DE INUNDAÇÃO

	TR=5 Anos			TR=10 Anos			TR=25 Anos			TR=50 Anos		
	Diag	Prog	Incremento	Diag	Prog	Incremento	Diag	Prog	Incremento	Diag	Prog	Incremento
Área Total de Inundação (km²)	0,14	0,39	182%	0,38	0,46	22%	0,45	0,52	16%	0,52	0,60	15%
Profundidade Média (m)	0,54	0,84	55%	0,56	1,11	98%	0,71	1,43	101%	0,91	1,65	81%

A mancha de inundação para um período de retorno de 5 anos no cenário de urbanização futura prolonga-se por quase toda extensão da Nascente do rio Cachoeira abrangendo desde a região a montante da BR-101 até a foz no rio Cachoeira.

Os eventos de cheia para o cenário de ocupação futura definido para bacia da Nascente do rio Cachoeira resultaram num aumento na magnitude das inundações. A mancha de inundação na bacia da Nascente do rio Cachoeira aumenta 182% para uma precipitação de Tr=5 anos, 22%

para uma precipitação de $T_r=10$ anos, 16% para uma precipitação de $T_r=25$ anos e 15% para um precipitação de $T_r=50$ anos.

Os estudos realizados possibilitaram avaliar o comportamento da rede de macrodrenagem da sub-bacia Nascente do Rio Cachoeira, indicando os locais onde ocorrem enchentes decorrentes da falta de capacidade desta rede. Alguns locais da sub-bacia podem apresentar também inundações decorrentes de outros fatores, como por exemplo, os terrenos baixos junto à foz que são inundados quando ocorre a elevação de nível no rio Cachoeira, ou por falta de capacidade da rede de microdrenagem. Conseqüentemente as manchas reais de inundação poderão ser maiores que as ilustradas no presente relatório.

Os levantamentos de campo identificaram características restritivas ao escoamento sob o ponto de vista de drenagem. Aspectos como avanço da vegetação ribeirinha no canal, obstrução devido a lixo e obstáculos nos dispositivos de drenagem não foram considerados nas simulações uma vez que estas características podem ser resolvidas com a realização de manutenção periódica do sistema de drenagem.

Mesmo considerando manutenção periódica e desprezando as restrições mencionadas acima, a Nascente do rio Cachoeira apresenta para um cenário futuro de urbanização, inúmeras estruturas ao longo de seu leito com capacidade hidráulica insuficiente para vazões com período de retorno de 5 anos.

PROGNÓSTICO - TOMO II – SUB-BACIA 2 – RIO CACHOEIRA LEITO ANTIGO

6. PROGNÓSTICO

Os estudos hidrológicos permitiram determinar os hidrogramas de cheia para os pontos característicos do Leito Antigo e foram apresentados nas Figuras 3.7 a 3.10. As vazões de cheia, que correspondem às vazões de pico dos hidrogramas foram apresentadas no Quadro 3.3 em função do período de retorno. A Figura 6.1 apresenta um comparativo entre as vazões da bacia do rio Cachoeira Leito Antigo para a situação atual (diagnóstico) e a situação futura (prognóstico).

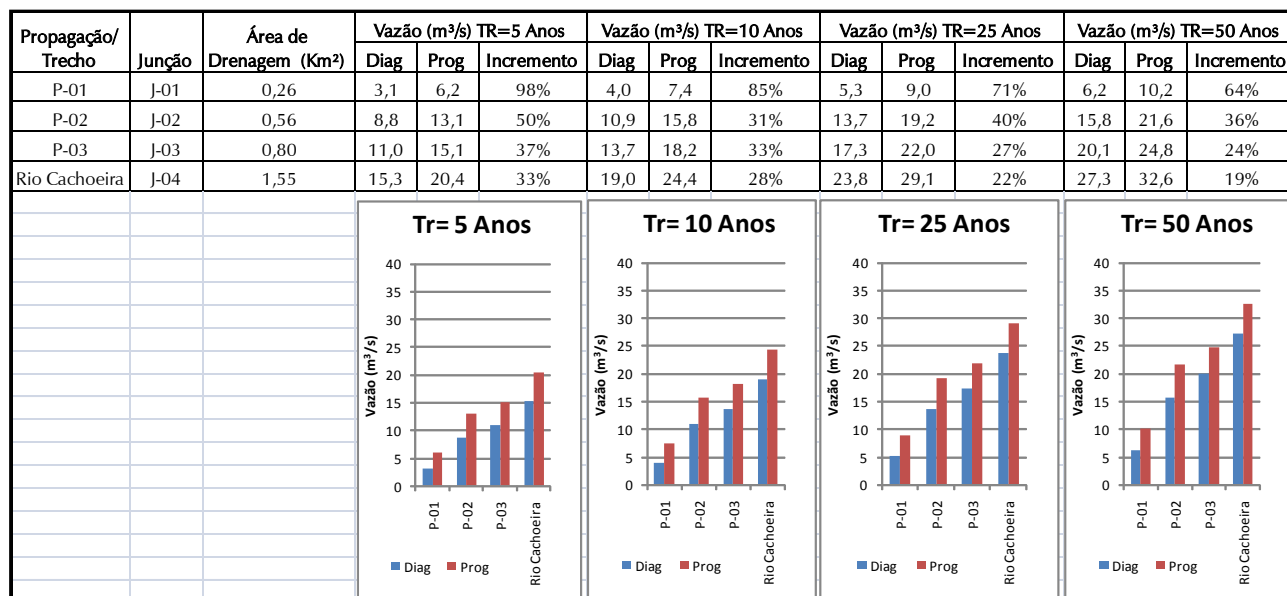


Figura 6.1 – Comparativo entre vazões para situação atual e futura de urbanização

Os estudos hidráulicos permitiram determinar os níveis da água para o escoamento em regime permanente gradualmente variado das vazões de cheias determinadas através do estudo hidrológico, conforme apresentados na Figura 5.2. Os níveis da água a montante das estruturas de drenagem são apresentados no Quadro 5.1 em função do período de retorno. A Figura 6.2 apresenta um comparativo entre o período de retorno atendido pelos dispositivos de drenagem para a situação atual e futura. Os níveis que geram inundação estão sombreados em amarelo.

Local/Dispositivos de Drenagem	Diagnóstico					Prognóstico			
	TR=5 anos	TR=10 anos	TR=25 anos	TR=50 anos		TR=5 anos	TR=10 anos	TR=25 anos	TR=50 anos
Rua das Andorinhas									
Rua Otto Pfuetszenreuter									
Associação Desportiva Embraco									
Rua Otto Kersten									
Rua Herman Lanse									
Rua João Dietrich									
Av. Marquês de Olinda									
Rua Vice-Prefeito Luiz Carlos Garcia									

Figura 6.2 – Comparativo entre o período de retorno atendido pelos dispositivos de drenagem para situação atual e futura de urbanização

Com base nos resultados obtidos pode-se observar que:

- ✓ Para o cenário de urbanização futura adotado no prognóstico o evento de cheia com período de retorno de 5 anos provoca inundações no rio Cachoeira Leito Antigo em quase toda a sua extensão, desde a Rua da Andorinhas até sua foz.
- ✓ as restrições ocasionadas pelos dispositivos de drenagem na Rua Andorinhas, Rua João Dietrich, Avenida Marquês de Olinda e Rua Vice-Prefeito Luiz Carlos Garcia causam remanso agravando as inundações nas regiões a montante dessas estruturas.
- ✓ Com o aumento das áreas impermeáveis na bacia do rio Cachoeira Leito antigo ocorre consequentemente o aumento nas vazões de pico. A Figura 6.1 apresenta a relação entre as vazões do diagnóstico e prognóstico. Na foz do rio Cachoeira Leito Antigo a vazão de pico tem um incremento de 33% a 19% para os períodos de retorno de 5 a 50 anos respectivamente.

O desenho 951-PMJ-PDC-A1-P627 Sub-Bacia 02-CA-LA – Rio Cachoeira Leito Antigo - Diagnóstico da Capacidade Hidráulica (vide Anexo I) e o Quadro 6.1, apresentam o prognóstico hidráulico do rio Cachoeira Leito Antigo.

QUADRO 6.1
PROGNÓSTICO DOS DISPOSITIVOS DE DRENAGEM

<i>Local / Dispositivos de Drenagem</i>	<i>Período de Retorno Atendido</i>
Rua Das Andorinhas	Tr<5 anos
Rua Otto Pfuetzenreuter	Tr=10 anos
Associação Desportiva Embraco	Tr<5 anos
Rua Otto Kersten	Tr<5 anos
Rua Herman Lanse	Tr<5 anos
Rua João Dietrich	Tr<5 anos
Av. Marquês de Olinda	Tr<5 anos
Rua Vice-Prefeito Luiz Carlos Garcia	Tr<5 anos

Conforme pode ser observado no desenho 951-PMJ-PDC-A1-P627 (vide Anexo I) e no Quadro 6.1, 87,5 % dos dispositivos de drenagem não suportam a vazão resultante de uma precipitação de Tr=5 anos, 12,5% dos dispositivos suportam a vazão resultante de Tr=10 anos e 100 % não suportam a vazão resultante de uma precipitação de Tr=25 anos.

Utilizando os níveis da água apresentados no Anexo II e ilustrados na Figura 5.2 foram elaborados mapas com as manchas de inundação para os quatro períodos de retorno estudados.

As manchas de inundação para eventos com períodos de retorno de 5, 10, 25 e 50 anos estão apresentadas nos desenhos 951-PMJ-PDC-A3-P650, 951-PMJ-PDC-A3-P651, 951-PMJ-PDC-A3-P652 e 951-PMJ-PDC-A3-P654 (vide Anexo I), respectivamente. O Quadro 6.2 apresenta a área de inundação e a profundidade média das mesmas em função do período de retorno.

QUADRO 6.2
CARACTERÍSTICAS DAS MANCHAS DE INUNDAÇÃO

	TR=5 Anos			TR=10 Anos			TR=25 Anos			TR=50 Anos		
	Diag	Prog	Incremento	Diag	Prog	Incremento	Diag	Prog	Incremento	Diag	Prog	Incremento
Área Total de Inundação (km ²)	0,12	0,23	92%	0,18	0,26	44%	0,24	0,30	25%	0,27	0,32	19%
Profundidade Média (m)	0,49	0,51	4%	0,49	0,56	14%	0,53	0,65	23%	0,60	0,66	10%

As manchas de inundação prolongam-se por quase toda a extensão do rio Cachoeira Leito Antigo entendendo-se desde o entorno da Rua das Andorinhas até a foz no rio Cachoeira.

Os estudos realizados possibilitaram avaliar o comportamento da rede de macrodrenagem da sub-bacia do Rio Cachoeira Leito Antigo, indicando os locais onde ocorrem enchentes decorrentes da falta de capacidade desta rede. Alguns locais da sub-bacia podem apresentar também inundações decorrentes de outros fatores, como por exemplo, os terrenos baixos junto à foz que são inundados quando ocorre a elevação de nível no rio Cachoeira, ou por falta de capacidade da rede de microdrenagem. Consequentemente as manchas reais de inundação poderão ser maiores que as ilustradas no presente relatório.

Os eventos de cheias para o cenário de ocupação futura estabelecido para bacia do rio Cachoeira Leito Antigo resultaram num aumento na magnitude das inundações. A mancha de inundação na bacia do rio Cachoeira Leito Antigo aumenta 92% para uma precipitação de Tr=5 anos, 44% para uma precipitação de Tr=10 anos, 25% para uma precipitação de Tr=25 anos e 19% para um precipitação de Tr=50 anos.

Os levantamentos de campo identificaram características restritivas ao escoamento sob o ponto de vista de drenagem. Aspectos como avanço da vegetação ribeirinha no canal, obstrução devido a lixo e obstáculos em dispositivos de drenagem não foram considerados nas simulações uma vez que estas características podem ser resolvidas com a realização de manutenção periódica do sistema de drenagem.

Mesmo considerando uma manutenção periódica e desprezando as restrições, conforme mencionado acima, o rio Cachoeira Leito Antigo apresenta ao longo de seu leito inúmeras estruturas com capacidade hidráulica insuficientes para vazões com período de retorno de 5 anos.

PROGNÓSTICO - TOMO III – SUB-BACIA 3 – RIO BOM RETIRO

6. PROGNÓSTICO

Os estudos hidrológicos permitiram determinar os hidrogramas de cheia para os pontos característicos do rio Bom Retiro e foram apresentados nas Figuras 3.7 a 3.10. As vazões de cheia, que correspondem às vazões de pico dos hidrogramas, foram apresentadas no Quadro 3.3 em função do período de retorno. A Figura 6.1 apresenta um comparativo entre as vazões da bacia do rio Bom Retiro para a situação atual (diagnóstico) e a situação futura (prognóstico).

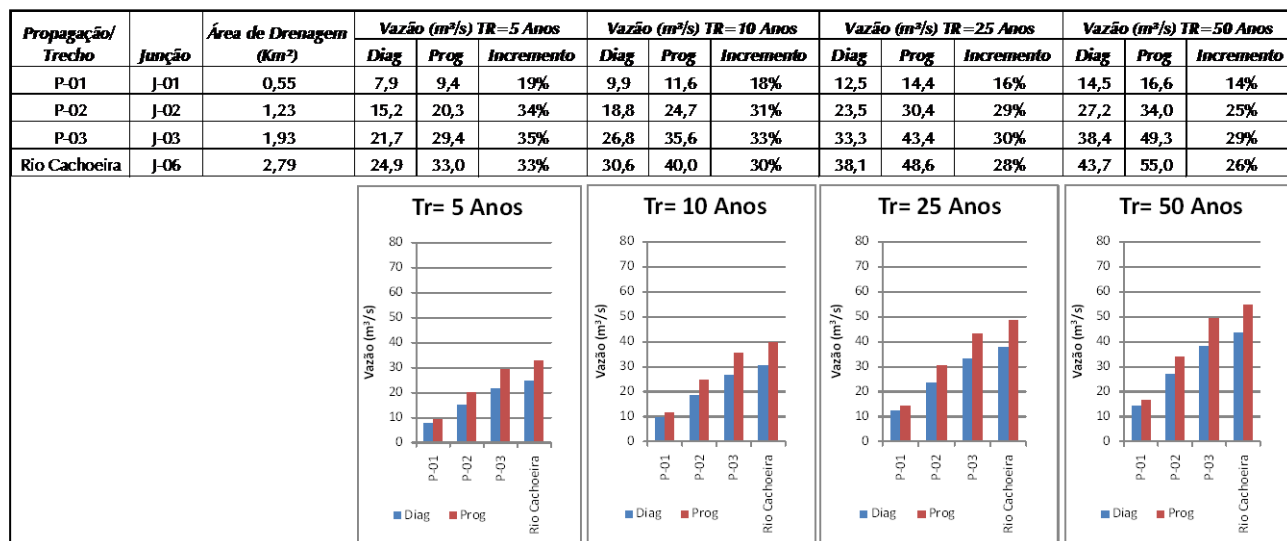


Figura 6.1 – Comparativo entre vazões para situação atual e futura de urbanização

Os estudos hidráulicos permitiram determinar os níveis da água para o escoamento em regime permanente gradualmente variado das vazões de cheia determinadas através do estudo hidrológico, conforme apresentado na Figura 5.2. Os níveis da água a montante das estruturas de drenagem são apresentados no Quadro 5.1 em função do período de retorno. A figura 6.2 apresenta um comparativo entre o período de retorno atendido pelos dispositivos de drenagem para a situação atual e futura. Os níveis que geram inundação estão sombreados em amarelo.

Local/Dispositivos de Drenagem	Diagnóstico				Prognóstico			
	TR=5 anos	TR=10 anos	TR=25 anos	TR=50 anos	TR=5 anos	TR=10 anos	TR=25 anos	TR=50 anos
Rua Tenente Antônio João								
Galeria em Meio de Quadra								
Rua Otto Benack								
Galeria em Meio de Quadra								
Rua Dom Bosco								
Galeria Transtusa								
Rua dos Ciclistas								
Rua Pastor Schliper								
Rua Nova Trento								
Rua General Camara Neto								
Rua Dona Francisca								

Figura 6.2 – Comparativo entre o período de retorno atendido pelos dispositivos de drenagem para situação atual e futura de urbanização

Com base nos resultados obtidos pode-se observar que:

- ✓ para o cenário de urbanização futura adotado no prognóstico o evento de cheia com período de retorno de 5 anos provoca inundações no rio Bom Retiro em toda sua extensão, desde a região a montante da Rua Tenente Antonio João até a sua foz no Rio Cachoeira.
- ✓ mesmo com a eliminação dos dispositivos de drenagem a região entre a Rua Otto Benack até a foz no rio Cachoeira apresenta inundações para escoamentos com período de retorno de 5 anos.
- ✓ com aumento das áreas impermeáveis na bacia do rio Bom Retiro ocorre consequentemente um aumento nas vazões de pico, a figura 6.1 apresenta a relação entre a vazão do diagnóstico e prognóstico. Na foz do rio Bom Retiro a vazão de pico aumenta em 33% a 26% para os períodos de retorno de 5 a 50 anos respectivamente.

O desenho 951-PMJ-PDC-A1-P628 Sub-Bacia 03-CA-BR - Rio Bom Retiro – Prognóstico da Capacidade Hidráulica (vide Anexo I) e o Quadro 6.1, elaborados a partir dos resultados apresentados, apresentam o diagnóstico hidráulico do rio Bom Retiro.

QUADRO 6.1
DIAGNÓSTICO DOS DISPOSITIVOS DE DRENAGEM

<i>Local / Dispositivos de Drenagem</i>	<i>Período de Retorno Atendido</i>
Rua Tenente Antônio João	Tr<5 anos
Galeria em Meio de Quadra	Tr<5 anos
Rua Otto Benack	Tr<5 anos
Galeria em Meio de Quadra	Tr<5 anos
Rua Dom Bosco	Tr<5 anos
Galeria Transtusa	Tr<5 anos
Rua dos Ciclistas	Tr<5 anos
Rua Pastor Schliper	Tr<5 anos
Rua Nova Trento	Tr<5 anos
Rua General Camara Neto	Tr<5 anos
Rua Dona Francisca	Tr<5 anos

Conforme pode ser observado no desenho 951-PMJ-PDC-A1-P628 (vide Anexo I) e no Quadro 6.1, 100% dos dispositivos de drenagem do rio Bom Retiro não suportam a vazão resultante de uma precipitação de Tr=5 anos.

Utilizando os níveis da água apresentados no Anexo II e ilustrados na Figura 5.2 foram elaborados mapas com as manchas de inundação para os quatro períodos de retorno estudados.

As manchas de inundação do rio Bom Retiro para eventos com períodos de retorno de 5, 10, 25 e 50 anos estão apresentadas nos desenhos 951-PMJ-PDC-A3-P654, 951-PMJ-PDC-A3-P655, 951-PMJ-PDC-A3-P656 e 951-PMJ-PDC-A3-P657 (vide Anexo I) respectivamente. O

Quadro 6.2 apresenta a área de inundação e a profundidade média das mesmas em função do período de retorno.

QUADRO 6.2
CARACTERÍSTICAS DAS MANCHAS DE INUNDAÇÃO

	TR=5 Anos			TR=10 Anos			TR=25 Anos			TR=50 Anos		
	Diag	Prog	Incremento	Diag	Prog	Incremento	Diag	Prog	Incremento	Diag	Prog	Incremento
Área Total de Inundação (km²)	0,41	0,48	18%	0,46	0,53	16%	0,53	0,59	11%	0,57	0,61	7%
Profundidade Média (m)	0,88	1,18	34%	1,11	1,49	34%	1,42	1,87	32%	1,66	2,07	25%

As manchas de inundação prolongam-se por quase toda a extensão do rio Bom Retiro estendendo-se desde os entornos da Rua Avai até a foz no rio Cachoeira.

Os eventos de cheias para o cenário de ocupação futura estabelecido para bacia do rio Bom Retiro resultaram num aumento na magnitude das inundações. A mancha de inundação na bacia do rio Bom Retiro aumenta 18% para uma precipitação de Tr=5 anos, 16% para uma precipitação de Tr=10 anos, 11% para uma precipitação de Tr=25 anos e 7% para uma precipitação de Tr=50 anos.

Os estudos realizados possibilitaram avaliar o comportamento da rede de macrodrenagem da sub-bacia do rio Bom Retiro, indicando os locais onde ocorrem enchentes decorrentes da falta de capacidade desta rede. Alguns locais da sub-bacia podem apresentar também inundações decorrentes de outros fatores, como por exemplo, os terrenos baixos junto à foz que são inundados quando ocorre a elevação de nível no rio Cachoeira, ou por falta de capacidade da rede de microdrenagem. Consequentemente as manchas reais de inundação poderão ser maiores que as ilustradas no presente relatório.

Os levantamentos de campo identificaram características restritivas ao escoamento sob o ponto de vista de drenagem. Aspectos como avanço da vegetação ribeirinha no canal, obstrução devido a lixo e obstáculos nos dispositivos de drenagem não foram considerados nas simulações uma vez que estas características podem ser resolvidas com a realização de manutenção periódica do sistema de drenagem.

Mesmo considerando manutenção periódica e desprezando as restrições mencionado acima, o rio Bom Retiro apresenta ao longo de seu leito estruturas com capacidade hidráulica insuficiente para vazões com período de retorno de 5 anos.

PROGNÓSTICO - TOMO IV – SUB-BACIA 4 – RIO LUIZ TONNEMANN

6. PROGNÓSTICO

Os estudos hidrológicos permitiram determinar os hidrogramas de cheia para os pontos característicos do rio Luiz Tonnemann e foram apresentados nas Figuras 3.8 a 3.11. As vazões de cheia, que correspondem às vazões de pico dos hidrogramas, foram apresentadas no Quadro 3.3 em função do período de retorno. A Figura 6.1 apresenta um comparativo entre as vazões da bacia do rio Luiz Tonnemann para a situação atual (diagnóstico) e a situação futura (prognóstico).

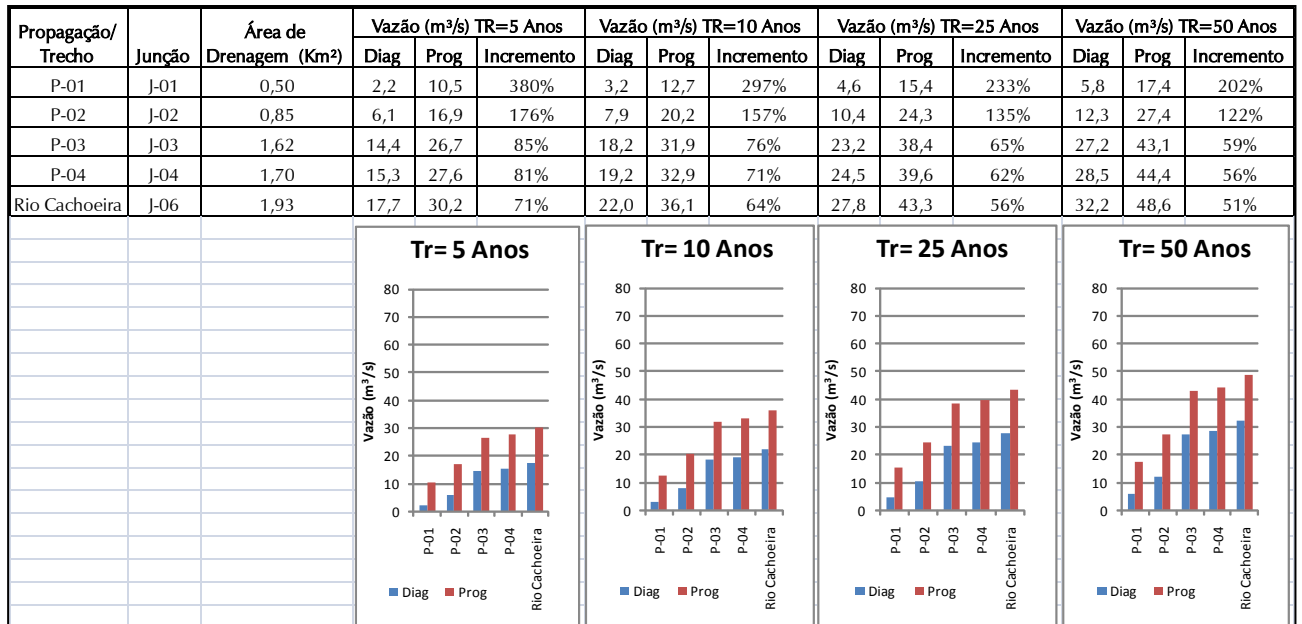


Figura 6.1 – Comparativo entre vazões para situação atual e futura de urbanização

Os estudos hidráulicos permitiram determinar os níveis da água para o escoamento em regime permanente gradualmente variado das vazões de cheia determinadas através do estudo hidrológico, conforme apresentado na Figura 5.2. Os níveis da água a montante das estruturas de drenagem são apresentados no Quadro 5.1 em função do período de retorno. A figura 6.2 apresenta um comparativo entre o período de retorno atendido pelos dispositivos de drenagem para a situação atual e futura. Os níveis que geram inundação estão sombreados em amarelo.

Local/Dispositivos de Drenagem	Diagnóstico					Prognóstico			
	TR=5 anos	TR=10 anos	TR=25 anos	TR=50 anos		TR=5 anos	TR=10 anos	TR=25 anos	TR=50 anos
Rua Maria Rosali									
Rua Willy Jacob									
Rua Das Domésticas									
Rua Walmor Harger									
Rua Sem Nome (Galeria)									
Rua Albatroz									
Rua Pavão									
Rua Inambú									
Catedral da Família									
Rua Sanhaçu									
Rua Bem Te Vi									

Figura 6.2 – Comparativo entre o período de retorno atendido pelos dispositivos de drenagem para situação atual e futura de urbanização

Com base nos resultados obtidos pode-se observar que:

- ✓ para o cenário de urbanização futura adotado no prognóstico o evento de cheia com período de retorno de 5 anos provoca inundações no rio Luiz Tonnemann em quase toda sua extensão, desde a Rua Maria Rosalina Speck até a foz no rio Cachoeira.
- ✓ com aumento das áreas impermeáveis na região de cabaceira ocorre consequentemente um aumento nas vazões de pico, a figura 6.1 apresenta a relação entre a vazão do diagnóstico e prognóstico. Na junção J-01 localizada no exutório da sub-bacia 04-CA-LT-001 na esquina da Rua Maria Rosalina Speck com a Rua das Cabeleireiras, a vazão de pico aumenta em 380% a 202% para os períodos de retorno de 5 a 50 anos respectivamente. O aumento nas vazões de pico provoca inundações nessa região. Essas inundações podem ser observadas nos desenhos de manchas de inundação.
- ✓ as restrições ocasionadas pelos dispositivos de drenagem entre a Rua Sanhaçu e a Rua Pavão influenciam de forma significativa o escoamento. Os resultados obtidos na simulação realizada sem os dispositivos de drenagem apresentam os níveis da água nessa região aproximadamente 1,0 m abaixo dos níveis observados nas simulações com os dispositivos.
- ✓ a galeria de meio de quadra localizada a jusante da Rua Walmor Hanger e travessia da Rua Maria Rosali apresentam restrições ao escoamento causando remanso a montante, na figura 5.3 observa-se que o nível da água a montante está horizontal, caracterizando a obstrução e o remanso.
- ✓ na foz do rio Luiz Tonnemann a vazão de pico aumenta em 71% a 51% para os períodos de retorno de 5 a 50 anos respectivamente.

O desenho 951-PMJ-PDC-A1-P629 Sub-Bacia 04-CA-LT – Prognóstico da Capacidade Hidráulica (vide Anexo I) e o Quadro 6.1 apresentam o diagnóstico da capacidade hidráulica do rio Luiz Tonnemann.

QUADRO 6.1
PROGNÓSTICO DOS DISPOSITIVOS DE DRENAGEM

<i>Local / Dispositivos de Drenagem</i>	<i>Período de Retorno</i>
Rua Maria Rosali	Tr<5 anos
Rua Willy Jacob	Tr<5 anos
Rua Das Domésticas	Tr<5 anos
Rua Walmor Harger	Tr<5 anos
Rua Sem Nome (Galeria)	Tr<5 anos
Rua Albatroz	Tr<5 anos
Rua Pavão	Tr<5 anos
Rua Inambú	Tr<5 anos
Catedral da Família	Tr<5 anos
Rua Sanhaçu	Tr<5 anos
Rua Bem Te Vi	Tr<5 anos

Conforme verificado no desenho 951-PMJ-PDC-A1-P629 (vide Anexo I) e no Quadro 6.1, todos os dispositivos de drenagem do rio Luiz Tonnemann não suportam a vazão resultante de uma precipitação de $Tr=5$ anos.

Utilizando os níveis da água apresentados no Anexo II e ilustrados na Figura 5.2 foram elaborados mapas com as manchas de inundação para os quatro períodos de retorno estudados.

As manchas de inundação para eventos com períodos de retorno de 5, 10, 25 e 50 anos estão apresentadas nos desenhos 951-PMJ-PDC-A3-P658, 951-PMJ-PDC-A3-P659, 951-PMJ-PDC-A3-P660 e 951-PMJ-PDC-A3-P661 (vide Anexo I), respectivamente. O Quadro 6.2 apresenta a área de inundação e a profundidade média das mesmas em função do período de retorno.

QUADRO 6.2
CARACTERÍSTICAS DAS MANCHAS DE INUNDAÇÃO

	TR=5 Anos			TR=10 Anos			TR=25 Anos			TR=50 Anos		
	Diag	Prog	Incremento	Diag	Prog	Incremento	Diag	Prog	Incremento	Diag	Prog	Incremento
Área Total de Inundação (km ²)	0,05	0,22	336%	0,10	0,25	153%	0,16	0,30	86%	0,18	0,33	82%
Profundidade Média (m)	0,45	0,60	33%	0,48	0,68	41%	0,50	0,74	47%	0,56	0,80	43%

Os focos de inundação do rio Luiz Tonnemann para precipitações com período de retorno de 5 anos prolongam-se desde a Rua Maria Rosalina Speck até a foz no rio Cachoeira.

Analisando a localização das manchas de inundação observa-se que a região mais atingida pelas cheias tem ocupação consolidada, atingindo as áreas de maior urbanização da bacia, causando danos e inconvenientes a população.

Os eventos de cheias para o cenário de ocupação futura estabelecido para bacia do rio Luiz Tonnemann resultaram num aumento na magnitude das inundações. A mancha de inundação na bacia do rio Luiz Tonnemann aumenta 336% para uma precipitação de $Tr=5$ anos, 153% para uma precipitação de $Tr=10$ anos, 86% para uma precipitação de $Tr=25$ anos e 82% para um precipitação de $Tr=50$ anos.

Os estudos realizados possibilitaram avaliar o comportamento da rede de macrodrenagem da sub-bacia do rio Luiz Tonnemann, indicando os locais onde ocorrem enchentes decorrentes da falta de capacidade desta rede. Alguns locais da sub-bacia podem apresentar também inundações decorrentes de outros fatores, como por exemplo, os terrenos baixos junto à foz que são inundados quando ocorre a elevação de nível no rio Cachoeira, ou por falta de capacidade da rede de microdrenagem. Conseqüentemente as manchas reais de inundação poderão ser maiores que as ilustradas no presente relatório.

Os levantamentos de campo identificaram características restritivas ao escoamento sob o ponto de vista de drenagem. Aspectos como avanço da vegetação ribeirinha no canal, obstrução devido a lixo e obstáculos em dispositivos de drenagem não foram considerados nas simulações uma vez que estas características podem ser resolvidas com a realização de manutenção periódica do sistema de drenagem.

Mesmo considerando uma manutenção periódica e desprezando as restrições, conforme mencionado acima, o Rio Luiz Tonnemann apresenta ao longo de seu leito estruturas com capacidade hidráulica insuficiente para vazões com período de retorno de 5 anos.

PROGNÓSTICO - TOMO V – SUB-BACIA 5 – RIO WALTER BRANDT

6. PROGNÓSTICO

Os estudos hidrológicos permitiram determinar os hidrogramas de cheia para os pontos característicos do rio Walter Brandt e foram apresentados nas Figuras 3.7 a 3.10. As vazões de cheia, que correspondem às vazões de pico dos hidrogramas, foram apresentadas no Quadro 3.3 em função do período de retorno. A figura 6.1 apresenta um comparativo entre as vazões da bacia do Rio Walter Brandt para a situação atual (diagnóstico) e a situação futura (prognóstico).



Figura 6.1 – Comparativos entre vazões para situação atual e futura de urbanização

Os estudos hidráulicos permitiram determinar os níveis da água para o escoamento em regime permanente gradualmente variado das vazões de cheia determinadas através do estudo hidrológico, conforme apresentado na Figura 5.2. Os níveis da água a montante das estruturas de drenagem são apresentados no Quadro 5.1 em função do período de retorno. A figura 6.2 apresenta um comparativo entre o período de retorno atendido pelos dispositivos de drenagem para situação atual e futura. Os níveis que geram inundação estão sombreados em amarelo.

Local/Dispositivos de Drenagem	Diagnóstico					Prognóstico			
	TR=5 anos	TR=10 anos	TR=25 anos	TR=50 anos		TR=5 anos	TR=10 anos	TR=25 anos	TR=50 anos
Tubo 1,20m Meio de Quadra									
Galeria Meio de Quadra									
Rua Adriano Schondermark									
Galeria 392,47m									
Rua Guilherme									
Passarela 2 entre Promotor Ays e Vereador Conrado									
Passarela 1 entre Promotor Ays e Vereador Conrado									
Rua Vice Prefeito Luiz Carlos Garcia									

Figura 6.2 – Comparativos entre o período de retorno atendido pelos dispositivos de drenagem para situação atual e futura de urbanização

Com base nos resultados obtidos pode-se observar que:

- ✓ para o cenário de urbanização futura adotado no prognóstico o evento de cheia com período de retorno de 5 anos provoca inundações que prolongam-se desde a Rua Landmann até a foz do rio Walter Brandt no rio Cachoeira.
- ✓ as restrições ocasionadas pelos dispositivos de drenagem entre a Rua Guilherme e a Rua Adriano Schondermark causam remando agravando as inundações nas regiões a montante dessas estruturas.
- ✓ com aumento das áreas impermeáveis na bacia do rio Walter Brandt ocorre consequentemente um aumento nas vazões de pico. A Figura 6.1 apresenta a relação entre a vazão do diagnóstico e prognóstico. Na foz do rio Walter Brandt a vazão de pico aumenta em 53% a 40% para os períodos de retorno de 5 a 50 anos respectivamente.

O desenho 951-PMJ-PDC-A1-P630 Sub-Bacia 05-CA-WB – Prognóstico da Capacidade Hidráulica (vide Anexo I) e o Quadro 6.1 apresentam o prognóstico da capacidade hidráulica do rio Walter Brandt.

QUADRO 6.1
PROGNÓSTICO DOS DISPOSITIVOS DE DRENAGEM

<i>Local / Dispositivo de Drenagem</i>	<i>Período de Retorno Atendido</i>
Tubo 1,20m Meio de Quadra	Tr<5 anos
Galeria Meio de Quadra	Tr<5 anos
Rua Adriano Schondermark	Tr<5 anos
Rua João Koneski	Tr=10 anos
Galeria 392,47m	Tr<5 anos
Rua Guilherme	Tr<5 anos
Passarela 2 entre Promotor Arys e Vereador Conrado	Tr<5 anos
Passarela 1 entre Promotor Arys e Vereador Conrado	Tr<5 anos
Rua Vice Prefeito Luiz Carlos Garcia	Tr<5 anos

Conforme verificado no desenho 951-PMJ-PDC-A1-P630 e no Quadro 6.1, nenhum dos dispositivos suportam a vazão resultante de uma precipitação de Tr= 5anos.

Utilizando os níveis da água apresentados no Anexo II e ilustrados na Figura 5.2 foram elaborados mapas com as manchas de inundação para os quatro períodos de retorno estudados.

As manchas de inundação para eventos com períodos de retorno de 5, 10, 25 e 50 anos estão apresentadas nos desenhos 951-PMJ-PDC-A3-P662, 951-PMJ-PDC-A3-P663, 951-PMJ-PDC-A3-P664 e 951-PMJ-PDC-A3-P665 (vide Anexo I), respectivamente. O Quadro 6.2 apresenta a área de inundação e a profundidade média das mesmas em função do período de retorno.

QUADRO 6.2
CARACTERÍSTICAS DAS MANCHAS DE INUNDAÇÃO

	TR=5 Anos			TR=10 Anos			TR=25 Anos			TR=50 Anos		
	Diag	Prog	Incremento	Diag	Prog	Incremento	Diag	Prog	Incremento	Diag	Prog	Incremento
Área Total de Inundação (km²)	0,05	0,13	142%	0,07	0,20	186%	0,12	0,27	125%	0,16	0,32	100%
Profundidade Média (m)	0,76	0,67	-12%	0,73	0,57	-22%	0,64	0,59	-8%	0,60	0,65	8%

As manchas de inundação prolongam-se desde a Rua Landmann até a foz do rio Walter Brandt no rio Cachoeira.

Analisando a localização das manchas de inundação na bacia do rio Walter Brandt observa-se que a região mais atingida pelas cheias tem ocupação consolidada, atingindo as áreas de maior urbanização da bacia, causando danos e inconvenientes a população.

Os eventos de cheias para o cenário de ocupação futura estabelecido para bacia do rio Walter Brandt resultaram num aumento na magnitude das inundações. A mancha de inundação na bacia do rio Walter Brandt aumenta 142% para uma precipitação de Tr=5 anos, 186% para uma precipitação de Tr=10 anos, 125% para uma precipitação de Tr=25 anos e 100% para um precipitação de Tr=50 anos.

Os estudos realizados possibilitaram avaliar o comportamento da rede de macrodrenagem da sub-bacia do rio Walter Brandt, indicando os locais onde ocorrem enchentes decorrentes da falta de capacidade desta rede. Alguns locais da sub-bacia podem apresentar também inundações decorrentes de outros fatores, como por exemplo, os terrenos baixos junto à foz que são inundados quando ocorre a elevação de nível no rio Cachoeira, ou por falta de capacidade da rede de microdrenagem. Consequentemente as manchas reais de inundação poderão ser maiores que as ilustradas no presente relatório.

Os levantamentos de campo identificaram características restritivas ao escoamento sob o ponto de vista de drenagem. Aspectos como avanço da vegetação ribeirinha no canal, obstrução devido a lixo e obstáculos em dispositivos de drenagem não foram considerados nas simulações uma vez que estas características podem ser resolvidas com a realização de manutenção periódica do sistema de drenagem.

Mesmo considerando uma manutenção periódica e desprezando as restrições, conforme mencionado acima, o rio Walter Brandt apresenta ao longo de seu leito estruturas com capacidade hidráulica insuficiente para vazões com período de retorno de 5 anos.

PROGNÓSTICO - TOMO VI – SUB-BACIA 6 – RIO ALVINO VÖHL

6. PROGNÓSTICO

Os estudos hidrológicos permitiram determinar os hidrogramas de cheia para os pontos característicos do rio Alvino Vöhl foram apresentados nas Figuras 3.8 a 3.11. As vazões de cheia, que correspondem às vazões de pico dos hidrogramas, foram apresentadas no Quadro 3.3 em função do período de retorno. A Figura 6.1 apresenta um comparativo entre as vazões da bacia do rio Alvino Vöhl para a situação atual (diagnóstico) e a situação futura (prognóstico).

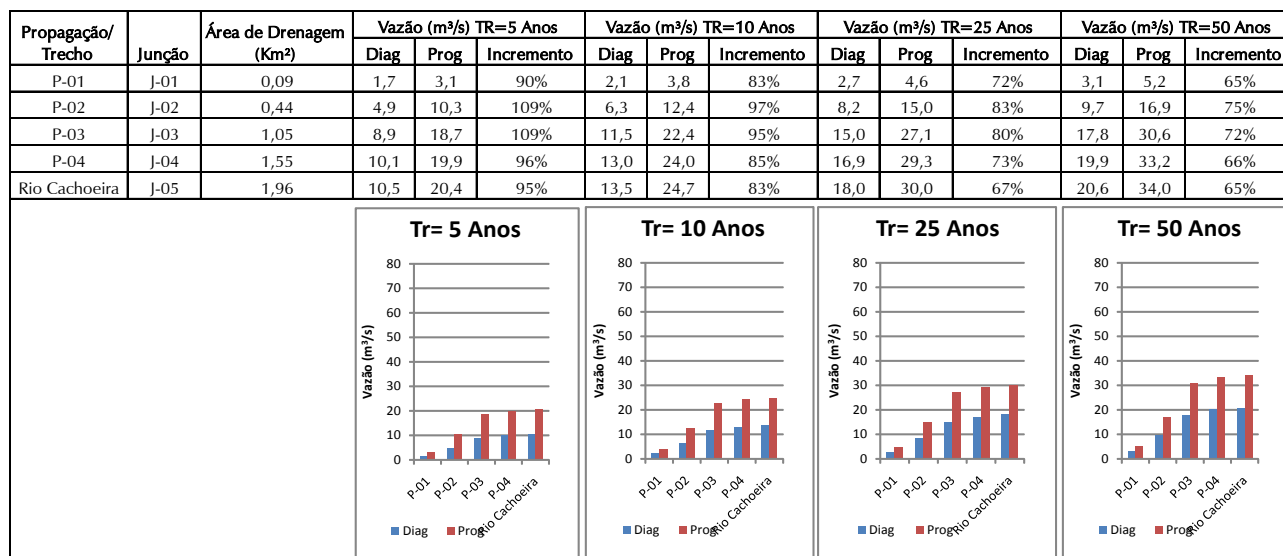


Figura 6.1 – Comparativo entre vazões para situação atual e futura de urbanização

Os estudos hidráulicos permitiram determinar os níveis da água para o escoamento em regime permanente gradualmente variado das vazões de cheia determinadas através do estudo hidrológico, conforme apresentado na Figura 5.2. Os níveis da água a montante das estruturas de drenagem são apresentados no Quadro 5.1 em função do período de retorno. A figura 6.2 apresenta um comparativo entre o período de retorno atendido pelos dispositivos de drenagem para a situação atual e futura. Os níveis que geram inundação estão sombreados em amarelo.

Local/Dispositivos de Drenagem	Diagnóstico					Prognóstico			
	TR=5 anos	TR=10 anos	TR=25 anos	TR=50 anos		TR=5 anos	TR=10 anos	TR=25 anos	TR=50 anos
Tubo Marquês de Olinda									
Rua Presidente Prudente de Moraes									
Rua João Vogelsanger									
Rua Guilherme Berner									

Figura 6.2 – Comparativo entre os períodos de retorno atendidos pelos dispositivos de drenagem para a situação atual e futura de urbanização

Com base nos resultados obtidos pode-se observar que:

- ✓ para o cenário de urbanização futura adotado no prognóstico o evento de cheia com período de retorno de 5 anos provoca inundações que prolongam-se desde a Rua Coelho Neto até a foz do rio Alvino Vöhl no rio Cachoeira.

- ✓ as restrições ocasionadas pelos dispositivos de drenagem entre a Rua Guilherme Berner e a Rua Presidente Prudente de Moraes influenciam de forma significativa o escoamento. Os resultados obtidos na simulação realizada sem os dispositivos de drenagem apresentam os níveis da água nessa região são 0,5 a 1 metro abaixo dos níveis observados nas simulações com os dispositivos, embora continuem a provocar inundações.
- ✓ a montante da rua Marques de Olinda acontece o mesmo fenômeno, mas nessa região o remanso provocado pela restrição devido ao dispositivo de drenagem gera um pequeno foco de inundação não sendo expressiva a região atingida nesse ponto. Os resultados obtidos na simulação realizada sem os dispositivos de drenagem mostram que sem esse dispositivo não ocorrem inundações nessa região.
- ✓ com aumento das áreas impermeáveis na bacia do rio Alvino Vöhl ocorre consequentemente um aumento nas vazões de pico. A Figura 6.1 apresenta a relação entre a vazão do diagnóstico e prognóstico. Na foz do rio Alvino Vöhl a vazão de pico aumenta em 95% a 65% para os períodos de retorno de 5 a 50 anos respectivamente.

O desenho 951-PMJ-PDC-A1-P631 Sub-Bacia 06-CA-AV – Rio Alvino Vöhl - Prognóstico da Capacidade Hidráulica (vide Anexo I) e o Quadro 6.1 apresentam o prognóstico da capacidade hidráulica do rio Alvino Vöhl.

QUADRO 6.1
PROGNÓSTICO DOS DISPOSITIVOS DE DRENAGEM

<i>Local / Dispositivos de Drenagem</i>	<i>Período de Retorno Atendido</i>
Tubo Marquês de Olinda	Tr<5 anos
Rua Presidente Prudente de Moraes	Tr<5 anos
Rua João Vogelsanger	Tr<5 anos
Rua Guilherme Berner	Tr<5 anos

Conforme pode ser observado no desenho 951-PMJ-PDC-A1-P631 (vide Anexo I) e no Quadro 6.1, 100% dos dispositivos de drenagem do rio Alvino Vöhl não suportam a vazão resultante de uma precipitação de Tr=5 anos.

Utilizando os níveis da água apresentados no Anexo II e ilustrados na Figura 5.2 foram elaborados mapas com as manchas de inundação para os quatro períodos de retorno estudados.

As manchas de inundação para eventos com períodos de retorno de 5, 10, 25 e 50 anos estão apresentadas nos desenhos 951-PMJ-PDC-A3-P666, 951-PMJ-PDC-A3-P667, 951-PMJ-PDC-A3-P668 e 951-PMJ-PDC-A3-P669 (vide Anexo I), respectivamente. O Quadro 6.2 apresenta a área de inundação e a profundidade média das mesmas em função do período de retorno.

QUADRO 6.2
CARACTERÍSTICAS DAS MANCHAS DE INUNDAÇÃO

Descrição	TR=5 Anos			TR=10 Anos			TR=25 Anos			TR=50 Anos		
	Diag	Prog	Incremento	Diag	Prog	Incremento	Diag	Prog	Incremento	Diag	Prog	Incremento
Área Total de Inundação (km ²)	0,08	0,13	64%	0,09	0,14	68%	0,11	0,16	51%	0,12	0,18	48%
Profundidade Média (m)	0,59	0,67	14%	0,65	0,68	5%	0,65	0,72	11%	0,67	0,77	15%

As manchas de inundação prolongam-se desde a Rua Coelho Neto até a foz do rio Alvino Vöhl no rio Cachoeira. Mesmo com a insuficiência hidráulica do dispositivo de drenagem na Rua Marque de Olinda, as inundações nessa região não são expressivas.

Analisando a localização das manchas de inundação na bacia do rio Alvino Vöhl observa-se que a região mais atingida pelas cheias não tem ocupação consolidada, atingindo as áreas de com pouca urbanização da bacia.

Os eventos de cheias para o cenário de ocupação futura estabelecido para bacia do rio Alvino Vöhl resultaram num aumento na magnitude das inundações. A mancha de inundação na bacia do rio Alvino Vöhl aumenta 64% para uma precipitação de Tr=5 anos, 68% para uma precipitação de Tr=10 anos, 51% para uma precipitação de Tr=25 anos e 48% para um precipitação de Tr=50 anos.

Os estudos realizados possibilitaram avaliar o comportamento da rede de macrodrenagem da sub-bacia do rio Alvino Vöhl, indicando os locais onde ocorrem enchentes decorrentes da falta de capacidade desta rede. Alguns locais da sub-bacia podem apresentar também inundações decorrentes de outros fatores, como por exemplo, os terrenos baixos junto à foz que são inundados quando ocorre a elevação de nível no rio Cachoeira, ou por falta de capacidade da rede de microdrenagem. Consequentemente as manchas reais de inundação poderão ser maiores que as ilustradas no presente relatório.

Os levantamentos de campo identificaram características restritivas ao escoamento sob o ponto de vista de drenagem. Aspectos como avanço da vegetação ribeirinha no canal, obstrução devido a lixo e obstáculos em dispositivos de drenagem não foram considerados nas simulações uma vez que estas características podem ser resolvidas com a realização de manutenção periódica do sistema de drenagem.

Mesmo considerando uma manutenção periódica e desprezando as restrições, conforme mencionado acima, o rio Alvino Vöhl apresenta ao longo de seu leito inúmeras estruturas com capacidade hidráulica insuficiente para vazões com período de retorno de 5 anos, essas inundações não causam maiores prejuízos a população, pois atingem regiões com baixa ocupação.

PROGNÓSTICO - TOMO VII – SUB-BACIA 7 – VERTENTE DO MORRO DO BOA VISTA – CANAL ARACAJÚ

6. PROGNÓSTICO

Os estudos hidrológicos permitiram determinar os hidrogramas de cheia para os pontos característicos do Vertente do Morro do Boa Vista – Canal Aracajú e foram apresentados nas Figuras 3.5 a 3.8. As vazões de cheia, que correspondem às vazões de pico dos hidrogramas, foram apresentadas no Quadro 3.3 em função do período de retorno. A Figura 6.1 apresenta um comparativo entre as vazões da bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Canal Aracajú para a situação atual (diagnóstico) e a situação futura (prognóstico).

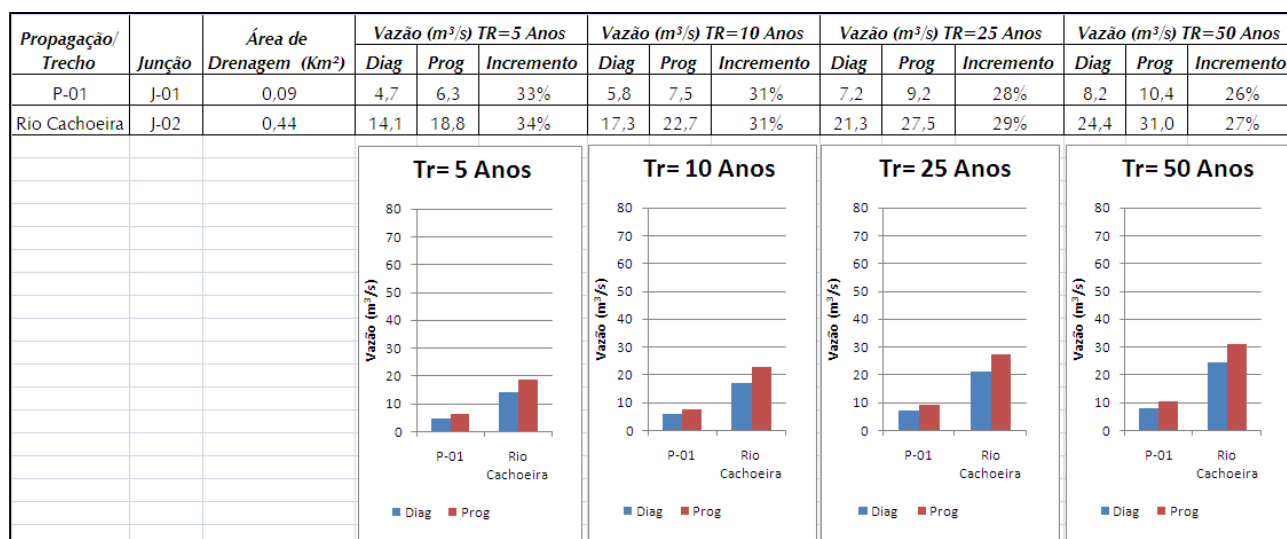


Figura 6.1 – Comparativo entre vazões para situação atual e futura de urbanização

Os estudos hidráulicos permitiram determinar os níveis da água para o escoamento em regime permanente gradualmente variado das vazões de cheias determinadas através do estudo hidrológico, conforme apresentado na Figura 5.2. Os níveis da água a montante das estruturas de drenagem são apresentados no Quadro 5.1 em função do período de retorno. A figura 6.2 apresenta um comparativo entre o período de retorno atendido pelos dispositivos de drenagem para a situação atual e futura. Os níveis que geram inundação estão sombreados em amarelo.

Local/Dispositivos de Drenagem	Diagnóstico					Prognóstico			
	TR=5 anos	TR=10 anos	TR=25 anos	TR=50 anos		TR=5 anos	TR=10 anos	TR=25 anos	TR=50 anos
Galeria Rua Aracajú									
Rua Dona Francisca									

Figura 6.2 – Comparativo entre os períodos de retorno atendidos pelos dispositivos de drenagem para a situação atual e futura de urbanização

Com base nos resultados obtidos para a Vertente do Morro do Boa Vista – Canal Aracajú para o cenário de urbanização futura adotado no prognóstico pode-se observar que a região a jusante da galeria da Rua Aracajú apresenta restrições escoamento para eventos com período de retorno de 5 anos.

Com aumento das áreas impermeáveis na bacia da Vertente do Morro boa Vista – Canal Aracajú ocorre consequentemente um aumento nas vazões de pico. A Figura 6.1 apresenta a relação entre a vazão do diagnóstico e prognóstico. Na foz da Vertente da Boa Vista – Canal Aracajú a vazão de pico aumenta em 34% a 27% para os períodos de retorno de 5 a 50 anos respectivamente.

O desenho 951-PMJ-PDC-A1-P632 Sub-Bacia 07-CA-AR – Vertente do Morro do Boa Vista – Canal Aracajú - Prognóstico da Capacidade Hidráulica (vide Anexo I) e o Quadro 6.1 apresentam o prognóstico da capacidade hidráulica do Vertente do Morro do Boa Vista – Canal Aracajú.

QUADRO 6.1
PROGNÓSTICO DOS DISPOSITIVOS DE DRENAGEM

<i>Local / Dispositivos de Drenagem</i>	<i>Período de Retorno Atendido</i>
Galeria Rua Aracajú	Tr<10 anos
Rua Dona Francisca	Tr<5 anos

Conforme verificado no desenho 951-PMJ-PDC-A1-P632 e no Quadro 6.1, 50% dos dispositivos de drenagem da Vertente do Morro do Boa Vista – Canal Aracajú não suportam a vazão de projeto resultante de uma precipitação de Tr=5 anos, 100% não suportam a vazão resultante de uma precipitação de Tr=10 anos.

Utilizando os níveis da água apresentados no Anexo II e ilustrados na Figura 5.2 foram elaborados mapas com as manchas de inundação para os quatro períodos de retorno estudados.

As manchas de inundação para eventos com períodos de retorno de 5, 10, 25 e 50 anos estão apresentadas nos desenhos 951-PMJ-PDC-A3-P670, 951-PMJ-PDC-A3-P671, 951-PMJ-PDC-A3-P672 e 951-PMJ-PDC-A3-P673 (vide Anexo I), respectivamente. O Quadro 6.2 apresenta a área de inundação e a profundidade média das mesmas em função do período de retorno.

QUADRO 6.2
CARACTERÍSTICAS DAS MANCHAS DE INUNDAÇÃO

	<i>TR=5 Anos</i>			<i>TR=10 Anos</i>			<i>TR=25 Anos</i>			<i>TR=50 Anos</i>		
	<i>Diag</i>	<i>Prog</i>	<i>Incremento</i>	<i>Diag</i>	<i>Prog</i>	<i>Incremento</i>	<i>Diag</i>	<i>Prog</i>	<i>Incremento</i>	<i>Diag</i>	<i>Prog</i>	<i>Incremento</i>
Área Total de Inundação (km ²)	0,02	0,05	123%	0,04	0,06	43%	0,06	0,08	45%	0,07	0,10	42%
Profundidade Média (m)	0,57	0,41	-27%	0,42	0,39	-8%	0,40	0,38	-4%	0,39	0,41	5%

As manchas de inundação localizam-se principalmente na parte baixa do Canal Aracajú entendendo-se desde a saída da galeria da rua Aracajú até a foz no rio Cachoeira.

Analisando a localização das manchas de inundação na bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Canal Aracajú observa-se que a região mais atingida pelas cheias tem ocupação não consolidada. O ponto a montante da Rua Dona Francisca possui um terreno sem ocupação, a

inundação concentra-se nessa região, atingindo também terrenos com ocupação residencial a montante.

Os eventos de cheias para o cenário de ocupação futura estabelecido para bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Canal Aracajú resultaram num aumento na magnitude das inundações. A mancha de inundação na bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Canal Aracajú aumenta 123% para uma precipitação de $Tr=5$ anos, 43% para uma precipitação de $Tr=10$ anos, aumenta 45% para uma precipitação de $Tr=25$ anos e aumenta 42% para um precipitação de $Tr=50$ anos.

Os estudos realizados possibilitaram avaliar o comportamento da rede de macrodrenagem da sub-bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Canal Aracajú, indicando os locais onde ocorrem enchentes decorrentes da falta de capacidade desta rede. Alguns locais da sub-bacia podem apresentar também inundações decorrentes de outros fatores, como por exemplo, os terrenos baixos junto à foz que são inundados quando ocorre a elevação de nível no rio Cachoeira, ou por falta de capacidade da rede de microdrenagem. Conseqüentemente as manchas reais de inundação poderão ser maiores que as ilustradas no presente relatório.

Os levantamentos de campo identificaram características restritivas ao escoamento sob o ponto de vista de drenagem. Aspectos como avanço da vegetação ribeirinha no canal, obstrução devido a lixo e obstáculos em dispositivos de drenagem não foram considerados nas simulações uma vez que estas características podem ser resolvidas com a realização de manutenção periódica do sistema de drenagem.

Mesmo considerando uma manutenção periódica e desprezando as restrições, conforme mencionado acima, o Vertente do Morro do Boa Vista – Canal Aracajú apresenta o trecho entre a saída da galeria da rua Aracajú e a foz no Rio Cachoeira com capacidade hidráulica insuficiente para vazões com período de retorno de 5 anos.

PROGNÓSTICO - TOMO VIII – SUB-BACIA 8 – VERTENTE DA RUA SALVADOR – CANAL SALVADOR

6. PROGNÓSTICO

Os estudos hidrológicos permitiram determinar os hidrogramas de cheia para os pontos característicos da Vertente da Rua Salvador – Canal Salvador e foram apresentados nas Figuras 3.5 a 3.8. As vazões de cheia, que correspondem às vazões de pico dos hidrogramas, foram apresentadas no Quadro 3.3 em função do período de retorno. A Figura 6.1 apresenta um comparativo entre as vazões da bacia da Vertente da Rua Salvador – Canal Salvador para a situação atual (diagnóstico) e a situação futura (prognóstico).

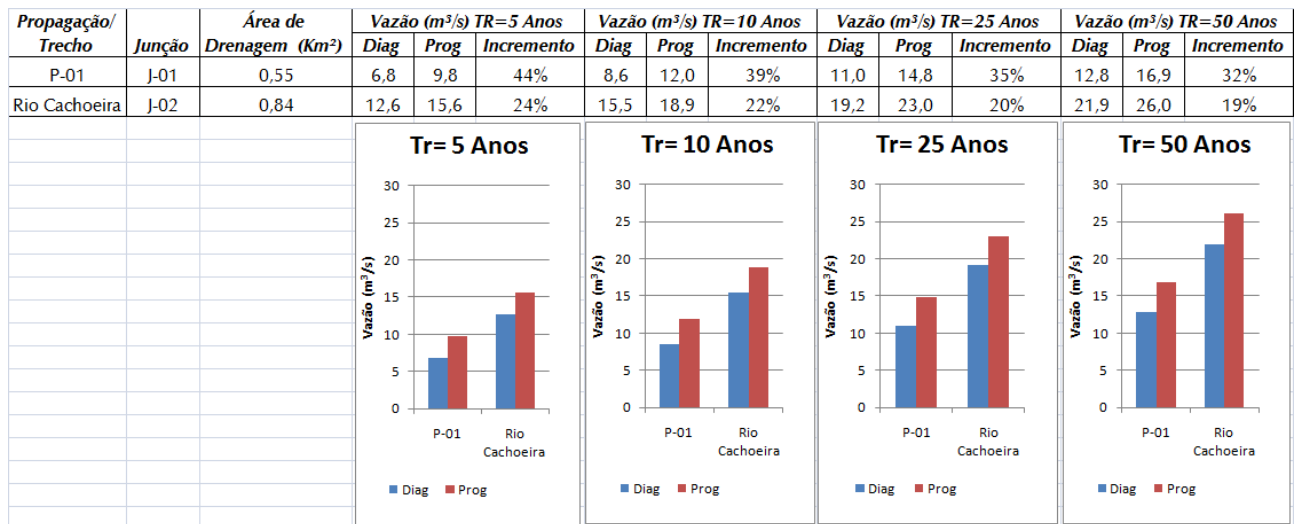


Figura 6.1 – Comparativo entre vazões para situação atual e futura de urbanização

Os estudos hidráulicos permitiram determinar os níveis da água para o escoamento em regime permanente gradualmente variado das vazões de cheia determinadas através do estudo hidrológico, conforme apresentado na Figura 5.2. Os níveis da água a montante das estruturas de drenagem são apresentados no Quadro 5.1 em função do período de retorno. A figura 6.2 apresenta um comparativo entre o período de retorno atendido pelos dispositivos de drenagem para a situação atual e futura. Os níveis que geram inundação estão sombreados em amarelo.

Local/Dispositivos de Drenagem	Diagnóstico					Prognóstico			
	TR=5 anos	TR=10 anos	TR=25 anos	TR=50 anos		TR=5 anos	TR=10 anos	TR=25 anos	TR=50 anos
Tub. Paralelo Rua Benjamin Constant									
Tub. Meio de Quadra Paralelo Benjamin Constant									
Ponte Rua Fernando Machado									
Galeria entre Ruas Machado de Assis e Nações Unidas									
Galeria e Tub. Entre ruas João Colin e Marechal Floriano									

Figura 6.2 – Comparativo entre o período de retorno atendido pelos dispositivos de drenagem para situação atual e futura de urbanização

Com base nos resultados obtidos para a Vertente da Rua Salvador – Canal Salvador para o cenário de urbanização futura adotado no prognóstico pode-se observar que as restrições ocasionadas pelos dispositivos de drenagem entre a rua João Colin e a Rua Benjamin Constant influenciam de forma significativa o escoamento. Os resultados obtidos na simulação realizada

sem os dispositivos de drenagem apresentam os níveis da água nessa região com diferença de 0,4 e 1,0 metro com os níveis observados nas simulações com os dispositivos.

Com o aumento das áreas impermeáveis na bacia da Vertente da Rua Salvador – Canal Salvador ocorre consequentemente o aumento nas vazões de pico. A Figura 6.1 apresenta a relação entre a vazão do diagnóstico e prognóstico. Na foz da Vertente da Rua Salvador – Canal Salvador a vazão de pico aumenta em 23% a 19% para os períodos de retorno de 5 a 50 anos respectivamente.

O desenho 951-PMJ-PDC-A1-P633 Sub-Bacia 08-CA-CS – Vertente da Rua Salvador – Canal Salvador - Prognóstico da Capacidade Hidráulica (vide Anexo I) e o Quadro 6.1, elaborados a partir dos resultados apresentados, apresentam o prognóstico da capacidade hidráulica da Vertente da Rua Salvador – Canal Salvador.

QUADRO 6.1
PROGNÓSTICO DOS DISPOSITIVOS DE DRENAGEM

<i>Local / Dispositivos de Drenagem</i>	<i>Período de Retorno Atendido</i>
Tub. Paralelo Rua Benjamin Constant	Tr<5 anos
Tub. Meio de Quadra Paralelo Benjamin Constant	Tr<5 anos
Ponte Rua Fernando Machado	Tr=5 anos
Galeria entre Ruas Machado de Assis e Nações Unidas	Tr<5 anos
Galeria e Tub. Entre ruas João Colin e Marechal Floriano	Tr<5 anos

Conforme verificado no desenho 951-PMJ-PDC-A1-P633 e no Quadro 6.1 constata-se que aproximadamente 80 % dos dispositivos de drenagem da Vertente da Rua Salvador – Canal Salvador não suportam a vazão resultante de uma precipitação de Tr=5 anos, 100% não suportam a vazão resultante de uma precipitação de Tr=10 anos.

Utilizando os níveis da água apresentados no Anexo II e ilustrados na Figura 5.2 foram elaborados mapas com as manchas de inundação para os quatro períodos de retorno estudados.

As manchas de inundação para eventos com períodos de retorno de 5, 10, 25 e 50 anos estão apresentadas nos desenhos 951-PMJ-PDC-A3-P674, 951-PMJ-PDC-A3-P675, 951-PMJ-PDC-A3-P676 e 951-PMJ-PDC-A3-P677 (vide Anexo I), respectivamente. O Quadro 6.2 apresenta a área de inundação e a profundidade média das mesmas em função do período de retorno.

QUADRO 6.2
CARACTERÍSTICAS DAS MANCHAS DE INUNDAÇÃO

	TR=5 Anos			TR=10 Anos			TR=25 Anos			TR=50 Anos		
	Diag	Prog	Incremento	Diag	Prog	Incremento	Diag	Prog	Incremento	Diag	Prog	Incremento
Área Total de Inundação (km²)	0,01	0,02	104%	0,02	0,06	178%	0,06	0,09	55%	0,09	0,12	36%
Profundidade Média (m)	0,34	0,37	9%	0,35	0,33	-6%	0,35	0,34	-3%	0,33	0,36	10%

As manchas de inundação na Vertente da Rua Salvador – Canal Salvador concentram-se entre a Rua Machado de Assis e a Rua João Colin. A região a montante da Rua Visconde de Mauá também apresenta pequenos focos de inundação.

Os eventos de cheia para o cenário de ocupação futura estabelecido para bacia da Vertente da Rua Salvador – Canal Salvador resultaram num aumento na magnitude das inundações. A mancha de inundação na bacia da Vertente da Rua Salvador – Canal Salvador aumenta 104% para uma precipitação de Tr=5 anos, 178% para uma precipitação de Tr=10 anos, 55% para uma precipitação de Tr=25 anos e 36% para um precipitação de Tr=50 anos.

Os estudos realizados possibilitaram avaliar o comportamento da rede de macrodrenagem da sub-bacia da Vertente da Rua Salvador – Canal Salvador, indicando os locais onde ocorrem enchentes decorrentes da falta de capacidade desta rede. Alguns locais da sub-bacia podem apresentar também inundações decorrentes de outros fatores, como por exemplo, os terrenos baixos junto à foz que são inundados quando ocorre a elevação de nível no rio Cachoeira, ou por falta de capacidade da rede de microdrenagem. Conseqüentemente as manchas reais de inundação poderão ser maiores que as ilustradas no presente relatório.

Os levantamentos de campo identificaram características restritivas ao escoamento sob o ponto de vista de drenagem. Aspectos como avanço da vegetação ribeirinha no canal, obstrução devido a lixo e obstáculos em dispositivos de drenagem não foram considerados nas simulações uma vez que estas características podem ser resolvidas com a realização de manutenção periódica do sistema de drenagem.

Mesmo considerando uma manutenção periódica e desprezando as restrições, conforme mencionado acima, a Vertente da Rua Salvador – Canal Salvador apresenta ao longo de seu leito inúmeras estruturas com capacidade hidráulica insuficientes para vazões com período de retorno de 5 anos.

PROGNÓSTICO - TOMO IX – SUB-BACIA 9 – RIO MIRANDINHA

6. PROGNÓSTICO

Os estudos hidrológicos permitiram determinar os hidrogramas de cheia para os pontos característicos do rio Mirandinha e foram apresentados nas Figuras 3.7 a 3.10. As vazões de cheia, que correspondem às vazões de pico dos hidrogramas, foram apresentadas no Quadro 3.3 em função do período de retorno. A Figura 6.1 apresenta um comparativo entre as vazões da bacia do rio Mirandinha para a situação atual (diagnóstico) e a situação futura (prognóstico).

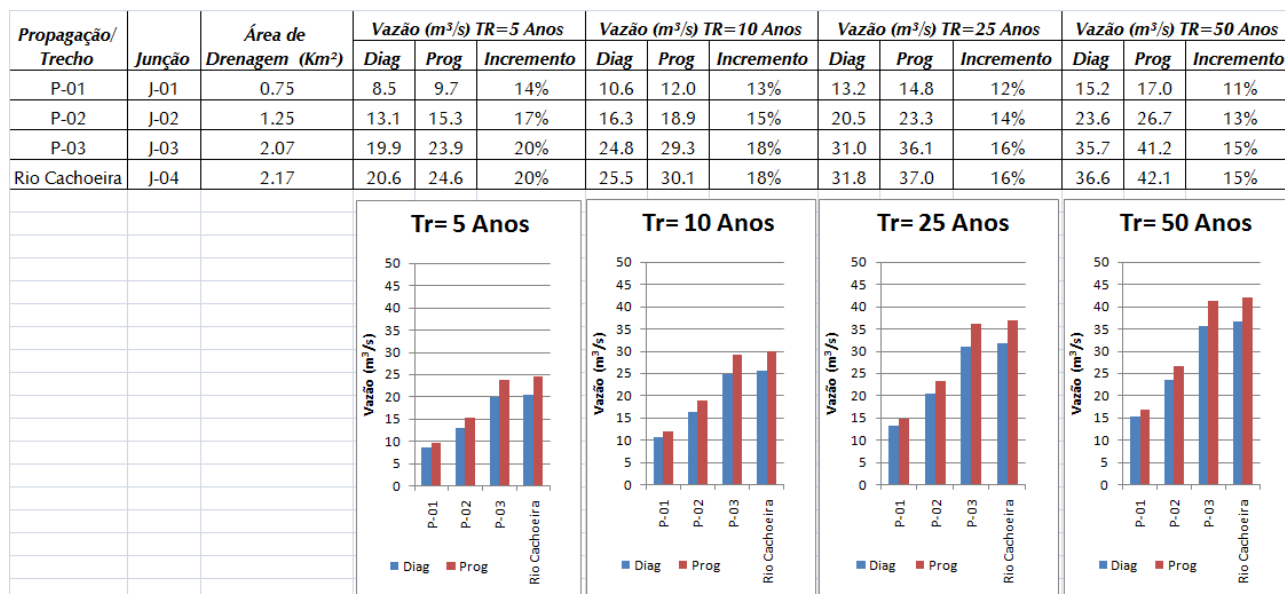


Figura 6.1 – Comparativo entre vazões para situação atual e futura de urbanização

Os estudos hidráulicos permitiram determinar os níveis da água para o escoamento em regime permanente gradualmente variado das vazões de cheia determinadas através do estudo hidrológico, conforme apresentado na Figura 5.2. Os níveis da água a montante das estruturas de drenagem são apresentados no Quadro 5.1 em função do período de retorno. A figura 6.2 apresenta um comparativo entre o período de retorno atendido pelos dispositivos de drenagem para a situação atual e futura. Os níveis que geram inundação estão sombreados em amarelo.

Local/Dispositivos de Drenagem	Diagnóstico					Prognóstico			
	TR=5 anos	TR=10 anos	TR=25 anos	TR=50 anos		TR=5 anos	TR=10 anos	TR=25 anos	TR=50 anos
Galeria entre ruas Francisco Gomes e Turvo									
Rua Turvo									
Ponte de Madeira Rua das Américas									
Ponte de Madeira									
Galeria meio de quadra									
Rua Iriú / Rua dos Estados Unidos									
Galeria meio de quadra após Rua dos Estados Unidos									
Rua São José dos Cedros									
Rua Guerra Junqueira									
Rua Manaus									
Ponte meio de quadra									
Ponte meio de quadra									
Rua Seara									
Galeria meio de quadra									
Rua São Carlos									
Rua Rodeio									
Rua Rio Negrinho									
Casa de madeira									
Meio de quadra									
Rua Ibirama									
Rua Carlos Benack									
Rua Dona Francisca									
Galeria meio de quadra									
Av. Beira Rio									

Figura 6.2 – Comparativo entre o período de retorno atendido pelos dispositivos de drenagem para situação atual e futura de urbanização

Com base nos resultados obtidos pode-se observar que:

- ✓ para o cenário de urbanização futura adotado no prognóstico o evento de cheia para o período de retorno de 10 anos provoca inundações no Rio Mirandinha em quase todo seu médio e baixo curso, desde a rua Iriú até próximo a sua foz no rio Cachoeira.
- ✓ as restrições ocasionadas pelos dispositivos de drenagem entre a Rua Dona Francisca e a Rua Ibirama influenciam de forma significativa o escoamento. Os resultados obtidos na simulação realizada sem os dispositivos de drenagem apresentam os níveis da água nessa região aproximadamente 1 metro abaixo dos níveis observados nas simulações com os dispositivos, eliminando as inundações nesse trecho. A montante da rua São Carlos até a rua São José dos Cedros a diferença entre esses níveis diminui para aproximadamente 0,5 metros, embora continuem a provocar inundações para eventos com período de retorno de 5 anos.
- ✓ com o aumento das áreas impermeáveis na bacia do rio Mirandinha ocorre consequentemente um aumento nas vazões de pico. A Figura 6.1 apresenta a relação entre a vazão do diagnóstico e prognóstico. Na foz do rio Mirandinha no rio Cachoeira a vazão de pico aumenta em 20% a 15% para os períodos de retorno de 5 a 50 anos respectivamente.

O desenho 951-PMJ-PDC-A1-P634 Sub-Bacia 09-CA-MI – Rio Mirandinha - Prognóstico da Capacidade Hidráulica (vide Anexo I) e o Quadro 6.1, elaborados a partir dos resultados apresentados, apresentam o prognóstico da capacidade hidráulica do rio Mirandinha.

QUADRO 6.1
PROGNÓSTICO DOS DISPOSITIVOS DE DRENAGEM

<i>Local / Dispositivos de Drenagem</i>	<i>Período de Retorno Atendido</i>
Galeria entre ruas Francisco Gomes e Turvo	Tr=50 anos
Rua Turvo	Tr=50 anos
Ponte de Madeira Rua das Américas	Tr=5 anos
Ponte de Madeira	Tr<5 anos
Galeria meio de quadra	Tr <5 anos
Rua Iririu / Rua dos Estados Unidos	Tr <5 anos
Galeria meio de quadra após Rua dos Estados Unidos	Tr=5 anos
Rua São José dos Cedros	Tr=5 anos
Rua Guerra Junqueira	Tr <5 anos
Rua Manaus	Tr =5 anos
Ponte meio de quadra	Tr =5 anos
Ponte meio de quadra	Tr =5 anos
Rua Seara	Tr=5 anos
Galeria meio de quadra	Tr=5 anos
Rua São Carlos	Tr=5 anos
Rua Rodeio	Tr<5 anos
Rua Rio Negrinho	Tr<5 anos
Casa de madeira	Tr <5 anos
Meio de quadra	Tr <5 anos
Rua Ibirama	Tr<5 anos
Rua Carlos Benack	Tr <5 anos
Rua Dona Francisca	Tr <5 anos
Galeria meio de quadra	Tr=10 anos
Av, Beira Rio	Tr<5 anos

Conforme pode ser observado no desenho 951-PMJ-PDC-A1-P634 (vide Anexo I) e no Quadro 50% dos dispositivos de drenagem do rio Mirandinha não suportam a vazão resultante de uma precipitação de Tr=5 anos, 88% não suportam a vazão resultante de uma precipitação de Tr=10 anos, 92% não suportam a vazão resultante de uma precipitação de Tr=25 anos e 8% atendem a vazão resultante de uma precipitação de Tr=50 anos.

Utilizando os níveis da água apresentados no Anexo II e ilustrados na Figura 5.2 foram elaborados mapas com as manchas de inundação para os quatro períodos de retorno estudados.

As manchas de inundação para eventos com períodos de retorno de 5, 10, 25 e 50 anos estão apresentadas nos desenhos 951-PMJ-PDC-A3-P678, 951-PMJ-PDC-A3-P679, 951-PMJ-PDC-

A3-P680 e 951-PMJ-PDC-A3-P681 (vide Anexo I), respectivamente. O Quadro 6.2 apresenta a área de inundação e a profundidade média das mesmas em função do período de retorno.

QUADRO 6.2
CARACTERÍSTICAS DAS MANCHAS DE INUNDAÇÃO

	TR=5 Anos			TR=10 Anos			TR=25 Anos			TR=50 Anos		
	Diag	Prog	Incremento	Diag	Prog	Incremento	Diag	Prog	Incremento	Diag	Prog	Incremento
Área Total de Inundação (km ²)	0,04	0,07	55%	0,08	0,12	56%	0,14	0,18	33%	0,14	0,24	71%
Profundidade Média (m)	0,53	0,53	0%	0,53	0,57	7%	0,60	0,69	16%	0,60	0,75	27%

As manchas de inundação com período de retorno superior a 10 anos provocam inundações em quase todo seu médio e baixo curso, desde a rua Iririu até próximo a sua foz no rio Cachoeira.

Analisando a localização das manchas de inundação na bacia do rio Mirandinha observa-se que a região mais atingida pelas cheias tem ocupação consolidada, atingindo as áreas de maior urbanização da bacia, causando danos e inconvenientes a população.

Os eventos de cheias para o cenário de ocupação futura estabelecido para bacia do rio Mirandinha resultaram num aumento na magnitude das inundações. A mancha de inundação na bacia do rio Mirandinha aumenta 55% para uma precipitação de Tr=5 anos, 56% para uma precipitação de Tr=10 anos, 33% para uma precipitação de Tr=25 anos e 71% para um precipitação de Tr=50 anos.

Os estudos realizados possibilitaram avaliar o comportamento da rede de macrodrenagem da sub-bacia do rio Mirandinha, indicando os locais onde ocorrem enchentes decorrentes da falta de capacidade desta rede. Alguns locais da sub-bacia podem apresentar também inundações decorrentes de outros fatores, como por exemplo, os terrenos baixos junto à foz que são inundados quando ocorre a elevação de nível no rio Cachoeira, ou por falta de capacidade da rede de microdrenagem. Conseqüentemente as manchas reais de inundação poderão ser maiores que as ilustradas no presente relatório.

Os levantamentos de campo identificaram características restritivas ao escoamento sob o ponto de vista de drenagem. Aspectos como avanço da vegetação ribeirinha no canal, obstrução devido a lixo e obstáculos em dispositivos de drenagem não foram considerados nas simulações uma vez que estas características podem ser resolvidas com a realização de manutenção periódica do sistema de drenagem. O assoreamento do rio Mirandinha, principalmente no seu baixo curso, foi considerado conforme levantado nas campanhas de topobatimetria realizadas para caracterizar o leito do rio em sua situação atual.

Mesmo considerando uma manutenção periódica e desprezando as restrições, conforme mencionado acima, o rio Mirandinha apresenta ao longo de seu leito 50% dos dispositivos de drenagem com capacidade hidráulica insuficiente para vazões com período de retorno de 5 anos.

PROGNÓSTICO - TOMO X – SUB-BACIA 10 – RIO MORRO ALTO

PROGNÓSTICO - TOMO XI – SUB-BACIA 11 – VERTENTE DO MORRO DO BOA VISTA – RIO ÁGUA MARINHA

6. PROGNÓSTICO

Os estudos hidrológicos permitiram determinar os hidrogramas de cheia para os pontos característicos da Vertente do Morro do Boa Vista – Rio Água Marinha e foram apresentados nas Figuras 3.5 a 3.8. As vazões de cheia, que correspondem às vazões de pico dos hidrogramas, foram apresentadas no Quadro 3.3 em função do período de retorno. A figura 6.1 apresenta um comparativo entre as vazões da do Morro do Boa Vista – Rio Água Marinha para a situação atual (diagnóstico) e a situação futura (prognóstico).

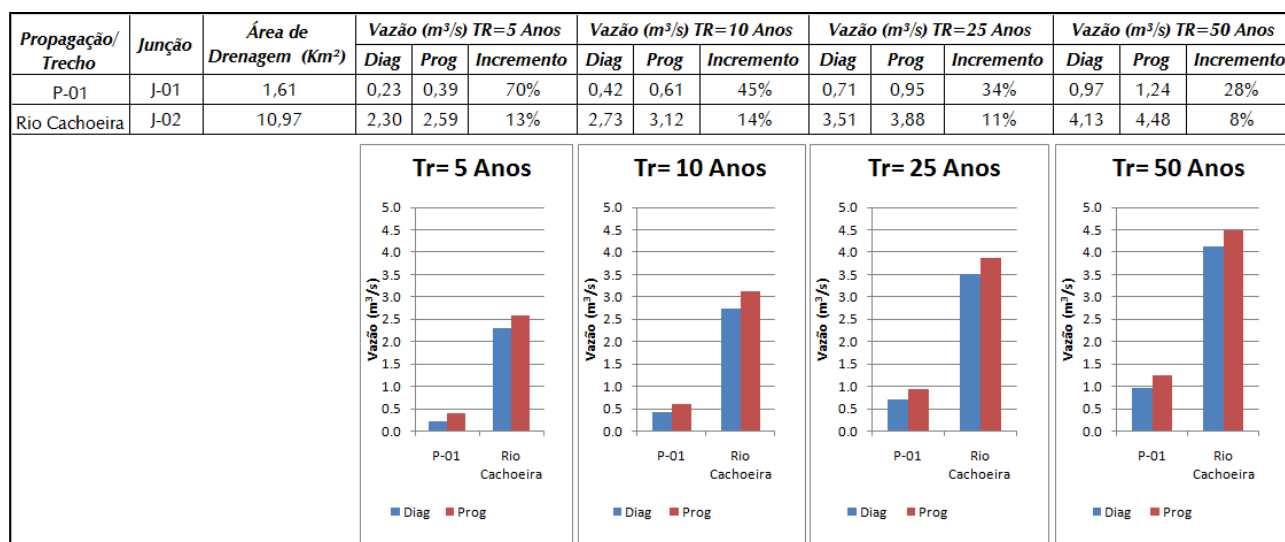


Figura 6.1 – Comparativo entre vazões para situação atual e futura de urbanização

Os estudos hidráulicos permitiram determinar a capacidade hidráulica da rede de drenagem, conforme apresentado no Quadro 5.1. Nos trechos em que essa a vazão é superior a capacidade hidráulica da rede foi realizada a simulação do escoamento superficial no canal formado pelo arruamento e/ou terrenos considerando a vazão pluvial excedente a vazão de tubo cheio. Esses resultados possibilitaram a determinação das manchas de inundação.

Com o aumento das áreas impermeáveis na bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Rio Água Marinha ocorre consequentemente o aumento nas vazões de pico. A figura 6.1 apresenta a relação entre a vazão do diagnóstico e prognóstico. Na foz da Vertente do Morro do Boa Vista – Rio Água Marinha a vazão de pico aumenta em 13% a 8% para períodos de retorno de 5 a 50 anos respectivamente.

O desenho 951-PMJ-PDC-A1-P635 – Sub-Bacias 11-CA-AM - 12-CA-PF - 13-CA-LS - 15-CA-BL - 16-CA-UO - 17-CA-VI - 18-CA-PG - 19-CA-PE - 20-CA-MD - 21-CA-NO - Vertentes do Morro do Boa Vista - Prognóstico da Capacidade Hidráulica (vide Anexo I) e o Quadro 6.1, elaborados a partir dos resultados apresentados, apresentam o prognóstico da capacidade hidráulica da Vertente do Morro do Boa Vista – Rio Água Marinha.

QUADRO 6.1
VERTENTE DO MORRO DO BOA VISTA – RIO ÁGUA MARINHA – PROGNÓSTICO DOS TRECHOS

<i>Trecho</i>	<i>Período Atendido</i>
1	Tr= 50 anos
2	Tr= 50 anos
3	Tr= 50 anos
4	Tr< 5 anos
5	Tr= 5 anos

Com base nos resultados apresentados no quadro 6.1 pode-se observar que os trechos 1, 2 e 3 não sofrem inundações para eventos de precipitação com período de retorno de até 50 anos. Já os trechos 4 e 5 sofrem inundações para eventos com Tr=5 anos.

As manchas de inundação para eventos com períodos de retorno de 5, 10, 25 e 50 anos estão apresentadas nos desenhos 951-PMJ-PDC-A3-P682, 951-PMJ-PDC-A3-P683, 951-PMJ-PDC-A3-P684 e 951-PMJ-PDC-A3-P685 (vide Anexo I), respectivamente. O Quadro 6.2 apresenta a área de inundação e a profundidade média das mesmas em função do período de retorno.

QUADRO 6.2
VERTENTE DO MORRO DO BOA VISTA – RIO ÁGUA MARINHA - PROGNÓSTICO ÁREAS DE INUNDAÇÃO

	<i>TR=5 Anos</i>			<i>TR=10 Anos</i>			<i>TR=25 Anos</i>			<i>TR=50 Anos</i>		
	<i>Diag</i>	<i>Prog</i>	<i>Incremento</i>	<i>Diag</i>	<i>Prog</i>	<i>Incremento</i>	<i>Diag</i>	<i>Prog</i>	<i>Incremento</i>	<i>Diag</i>	<i>Prog</i>	<i>Incremento</i>
Área Total de Inundação (m²)	1482	3449	133%	5601	7208	29%	8745	11889	36%	13001	14290	10%
Profundidade Média (m)	0,15	0,19	27%	0,22	0,27	23%	0,30	0,33	10%	0,35	0,39	11%

Os eventos de cheia para o cenário de ocupação futura estabelecido para a bacia da Vertente do Boa Vista – Rio Água Marinha resultaram num aumento na magnitude das inundações. A mancha de inundação na bacia do da Vertente do Morro do Boa Vista – Água Marinha aumenta 133% para um precipitação de Tr=5 anos, 29% para uma precipitação de Tr=10 anos, 36% para uma precipitação de Tr=25 anos e 10% para uma precipitação de Tr=50 anos.

Com essa análise verifica-se que a Vertente do Morro do Boa Vista – Rio Água Marinha, possui inundações e de caráter localizado ao longo da rua José do Patrocínio, devido à insuficiência hidráulica da rede de drenagem.

PROGNÓSTICO - TOMO XII – SUB-BACIA 12 – VERTENTE DO MORRO DO BOA VISTA – PARQUE DE FRANCE

6. PROGNÓSTICO

Os estudos hidrológicos permitiram determinar os hidrogramas de cheia para os pontos característicos da Vertente do Morro do Boa Vista – Parque de France e foram apresentados nas Figuras 3.5 a 3.8. As vazões de cheia, que correspondem às vazões de pico dos hidrogramas, foram apresentadas no Quadro 3.3 em função do período de retorno. A Figura 6.1 apresenta um comparativo entre as vazões da bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Parque de France para a situação atual (diagnóstico) e a situação futura (prognóstico).

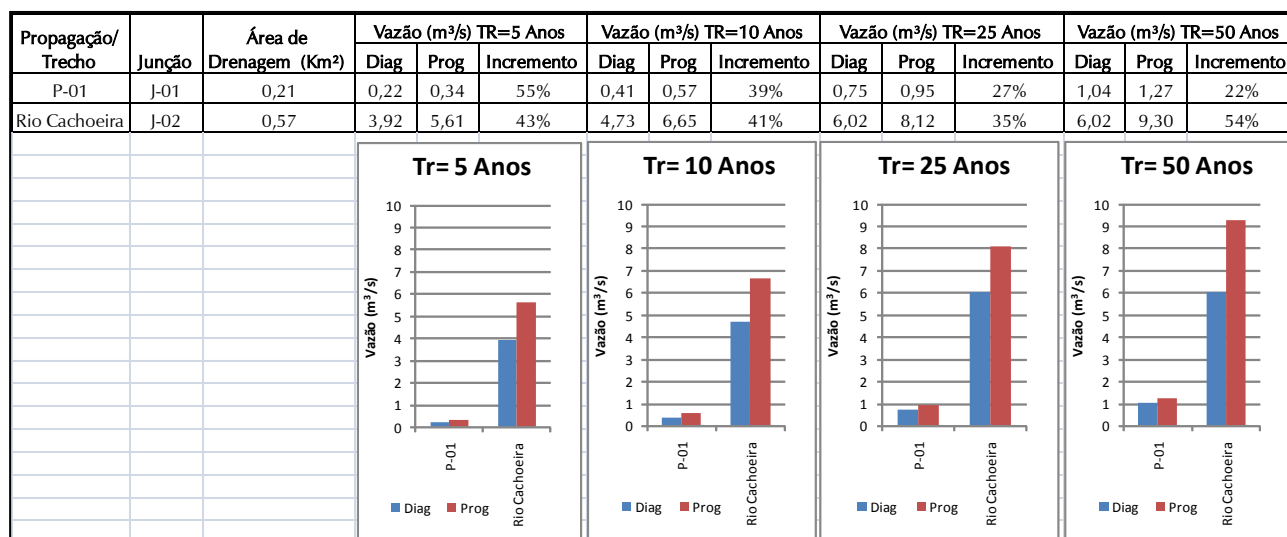


Figura 6.1 – Comparativo entre vazões para situação atual e futura de urbanização

Os estudos hidráulicos permitiram determinar os níveis da água para o escoamento em regime permanente gradualmente variado das vazões de cheia determinadas através do estudo hidrológico, conforme apresentado na Figura 5.2. Os níveis da água a montante das estruturas de drenagem são apresentados no Quadro 5.1 em função do período de retorno.

Com o aumento das áreas impermeáveis na bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Parque de France ocorre consequentemente o aumento nas vazões de pico. A figura 6.1 apresenta a relação entre a vazão do diagnóstico e prognóstico. Na foz da Vertente do Morro do Boa Vista – Parque de France a vazão de pico aumenta em 43% a 54% para períodos de retorno de 5 a 50 anos respectivamente.

Com base nos resultados obtidos para a Vertente do Morro do Boa Vista – Parque de France para o cenário de urbanização futura adotado no prognóstico pode-se observar que o eventos com período de retorno de 5, 10, 25 e 50 anos não provocam inundações.

O desenho 951-PMJ-PDC-A1-P635 – Sub-Bacias 11-CA-AM - 12-CA-PF - 13-CA-LS - 15-CA-BL - 16-CA-UO - 17-CA-VI - 18-CA-PG - 19-CA-PE - 20-CA-MD - 21-CA-NO - Vertentes do Morro do Boa Vista - Prognóstico da Capacidade Hidráulica (vide Anexo I) e o Quadro 6.1, elaborados a partir dos resultados apresentados, apresentam o Prognóstico da capacidade hidráulica da Vertente do Morro do Boa Vista – Parque de France.

QUADRO 6.1
PROGNÓSTICO DOS DISPOSITIVOS DE DRENAGEM

<i>Local / Dispositivos de Drenagem</i>	<i>Período de Retorno atendido</i>
Paralelo a Rua Carlos Koepp 1	Tr= 50 anos
Paralelo a Rua Carlos Koepp 2	Tr= 50 anos
Próximo a quadra de esportes Rua Dona Francisca	Tr= 50 anos

Conforme pode ser observado no desenho 951-PMJ-PDC-A1-P635 (vide Anexo I) e no Quadro 6.1, toda a extensão da Vertente do Morro do Boa Vista – Parque de France não sofre inundações para eventos de precipitação de 5, 10, 25 e 50 anos.

PROGNÓSTICO - TOMO XIII – SUB-BACIA 13 – VERTENTE DO MORRO DO BOA VISTA – LAGOA SAGUAÇÚ

6. PROGNÓSTICO

Os estudos hidrológicos permitiram determinar os hidrogramas de cheia para os pontos característicos da Vertente do Morro do Boa Vista – Lagoa do Saguacú e foram apresentados nas Figuras 3.5 a 3.8. As vazões de cheia, que correspondem às vazões de pico dos hidrogramas, foram apresentadas no Quadro 3.3 em função do período de retorno. A Figura 6.1 apresenta um comparativo entre as vazões da bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Lagoa do Saguacú para a situação atual (diagnóstico) e a situação futura (prognóstico).

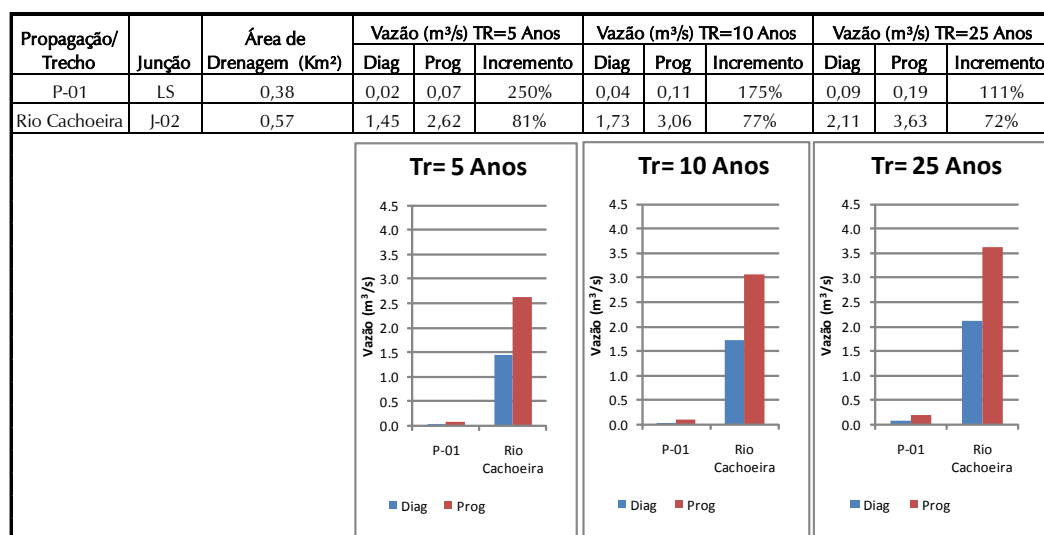


Figura 6.1 – Comparativo entre vazões para situação atual e futura de urbanização

Os estudos hidráulicos permitiram determinar os níveis da água para o escoamento em regime permanente gradualmente variado das vazões de cheia determinadas através do estudo hidrológico, conforme apresentado na Figura 5.2. Os níveis da água a montante das estruturas de drenagem são apresentados no Quadro 5.1 em função do período de retorno.

Com o aumento das áreas impermeáveis na bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Lagoa Saguacú ocorre conseqüentemente o aumento nas vazões de pico. A Figura 6.1 apresenta a relação entre a vazão do diagnóstico e prognóstico. Na foz da Vertente do Morro do Boa Vista – Lagoa Saguacú a vazão de pico aumenta em 81% a 67% para períodos de retorno de 5 a 50 anos respectivamente.

Com base nos resultados obtidos para a Vertente do Morro do Boa Vista – Lagoa Saguacú para o cenário de urbanização futura adotado no prognóstico pode-se observar que o eventos com período de retorno de até 50 anos não provocam inundações.

O desenho 951-PMJ-PDC-A1-P635 – Sub-Bacias 11-CA-AM - 12-CA-PF - 13-CA-LS - 15-CA-BL - 16-CA-UO - 17-CA-VI - 18-CA-PG - 19-CA-PE - 20-CA-MD - 21-CA-NO - Vertentes do Morro do Boa Vista - Prognóstico da Capacidade Hidráulica (vide Anexo I) e o Quadro 6.1, elaborados a partir dos resultados apresentados, apresentam o Prognóstico da capacidade hidráulica da Vertente do Morro do Boa Vista – Lagoa Saguacú.

QUADRO 6.1
VERTENTE DO MORRO DO BOA VISTA – LAGOA SAGUAÇÚ – PROGNÓSTICO DOS TRECHOS

<i>Trecho</i>	<i>Período Atendido</i>
LS	T = 50 anos
1	T = 50 anos

A Vertente do Morro do Boa Vista – Lagoa Saguacú, através das informações obtidas nas simulações hidrológica e hidráulica, observou-se que não há inundação para eventos de precipitação referente aos períodos de retorno de até 50 anos.

PROGNÓSTICO - TOMO XIV – SUB-BACIA 14 – RIO MATHIAS

6. PROGNÓSTICO

Os estudos hidrológicos permitiram determinar os hidrogramas de cheia para os pontos característicos do rio Mathias e foram apresentados nas Figuras 3.15 a 3.18. As vazões de cheia, que correspondem às vazões de pico dos hidrogramas, foram apresentadas no Quadro 3.3 em função do período de retorno. A Figura 6.1 apresenta um comparativo entre as vazões da bacia do rio Mathias para a situação atual (diagnóstico) e a situação futura (prognóstico).

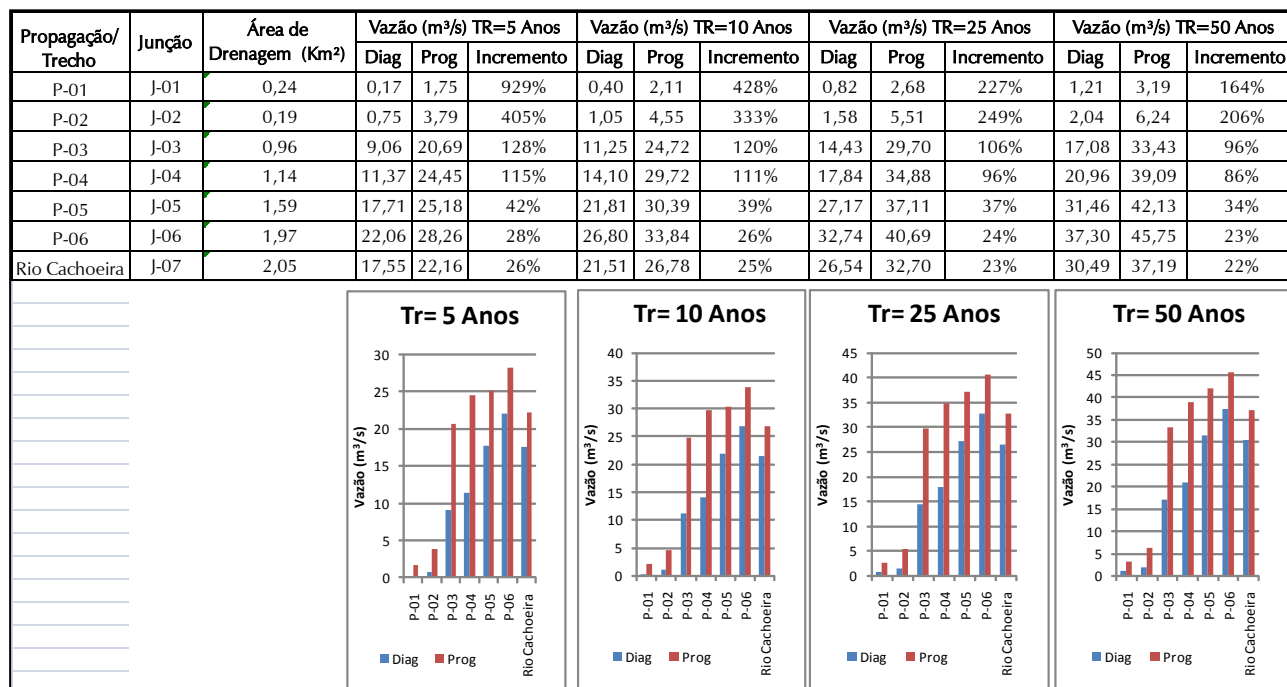


Figura 6.1 – Comparativo entre vazões para situação atual e futura de urbanização

Os estudos hidráulicos permitiram determinar os níveis da água para o escoamento em regime permanente gradualmente variado das vazões de cheias determinadas através do estudo hidrológico, conforme apresentado na Figura 5.2. Os níveis da água a montante das estruturas de drenagem são apresentados no Quadro 5.1 em função do período de retorno. A figura 6.2 apresenta um comparativo entre o período de retorno atendido pelos dispositivos de drenagem para a situação atual e futura. Os níveis que geram inundação estão sombreados em amarelo.

Local/Dispositivos de Drenagem	Diagnóstico					Prognóstico			
	TR=5 anos	TR=10 anos	TR=25 anos	TR=50 anos		TR=5 anos	TR=10 anos	TR=25 anos	TR=50 anos
Galeria entre ruas Euzébio de Queiroz e Aquidaban									
Galeria Lateral a rua Otto Boehn									
Galeria entre ruas Fernando de Noronha e Exp. Holz									
Rua Exp. Holz									
Galeria entre Exp. Holz e Wetzel									
Passarela foz do rio Mathias									
Ponte rua Albano Schultz									

Figura 6.2 – Comparativo entre os períodos de retorno atendidos pelos dispositivos de drenagem para a situação atual e futura de urbanização

Com base nos resultados obtidos para o rio Mathias para o cenário de urbanização futura adotado no prognóstico pode-se observar que as restrições ocasionadas pelos dispositivos de drenagem em todo o leito do rio Mathias geram inundações quase que na sua totalidade já para o período de retorno de 5 anos.

Com o aumento das áreas impermeáveis na bacia do rio Mathias ocorre conseqüentemente o aumento nas vazões de pico. A Figura 6.1 apresenta a relação entre a vazão do diagnóstico e prognóstico. Na foz do rio Mathias a vazão de pico aumenta em 26% a 22% para os períodos de retorno de 5 a 50 anos respectivamente. É marcante o incremento de vazões na região das cabeceiras, região em que ocorrerá aumento significativo da urbanização. Nesta região, apesar de as vazões de cheia serem menores, as mesmas têm incrementos que variam entre 100% e 900%.

O desenho 951-PMJ-PDC-A1-P636 Sub-Bacia 14-CA-MT – Rio Mathias – Prognóstico da Capacidade Hidráulica (vide Anexo I) e o Quadro 6.1, elaborados a partir dos resultados apresentados, apresentam o prognóstico da capacidade hidráulica do Rio Mathias.

QUADRO 6.1
PROGNÓSTICO DOS DISPOSITIVOS DE DRENAGEM

Local / Dispositivos de Drenagem	Período de Retorno atendido
Galeria entre ruas Euzébio de Queiroz e Aquidaban	Tr=5 anos
Galeria na lateral da rua Otto Boehn	Tr<5 anos
Galeria entre ruas Fernando de Noronha e Exp. Holz	Tr<5 anos
Rua Expedicionário Holz	Tr<5 anos
Trecho entre Exp. Holz e Wetzel	Tr<5 anos
Passarela Foz do rio Mathias	Tr<5 anos
Ponte Rua Albano Schultz	Tr<5 anos

Conforme pode ser observado no desenho 951-PMJ-PDC-A1-P636 (vide Anexo II) e no Quadro 6.1, 14% dos dispositivos de drenagem do rio Mathias suportam a vazão resultante de uma precipitação de Tr=5 anos e 86% não suportam.

Utilizando os níveis da água apresentados no Anexo II e ilustrados na Figura 5.2 foram elaborados mapas com as manchas de inundação para os quatro períodos de retorno estudados.

As manchas de inundação para eventos com períodos de retorno de 5, 10, 25 e 50 anos estão apresentadas nos desenhos 951-PMJ-PDC-A3-P609, 951-PMJ-PDC-A3-P610, 951-PMJ-PDC-A3-P611 e 951-PMJ-PDC-A3-P612 (vide Anexo II), respectivamente. O Quadro 6.2 apresenta a área de inundação e a profundidade média das mesmas em função do período de retorno.

QUADRO 6.2
CARACTERÍSTICAS DAS MANCHAS DE INUNDAÇÃO

	TR=5 Anos			TR=10 Anos			TR=25 Anos			TR=50 Anos		
	Diag	Prog	Incremento	Diag	Prog	Incremento	Diag	Prog	Incremento	Diag	Prog	Incremento
Área Total de Inundação (km²)	0,31	0,50	61%	0,45	0,55	22%	0,51	0,60	18%	0,56	0,63	13%
Profundidade Média (m)	0,99	1,34	35%	1,28	1,54	20%	1,53	1,87	22%	1,72	2,14	24%

As manchas de inundação prolongam-se por quase toda a extensão do rio Mathias entendendo-se desde o entorno da Rua Aquidaban até a foz no rio Cachoeira. A região entre a Rua Expedicionário Holz e a foz no rio Cachoeira apresenta as maiores profundidades do nível da água nos eventos estudados.

Analisando a localização das manchas de inundação na bacia do rio Mathias observa-se que a região mais atingida pelas cheias tem ocupação consolidada, abrangendo as áreas de maior urbanização da bacia, causando danos e inconvenientes a população.

Os eventos de cheia para o cenário de ocupação futura estabelecido para bacia do rio Mathias resultaram num aumento na magnitude das inundações. A mancha de inundação na bacia do rio Mathias aumenta 26% para uma precipitação de Tr=5 anos, 26% para uma precipitação de Tr=10 anos, 20% para uma precipitação de Tr=25 anos e 15% para uma precipitação de Tr=50 anos.

Os levantamentos de campo identificaram características restritivas ao escoamento sob o ponto de vista de drenagem. Aspectos como avanço da vegetação ribeirinha no canal, obstrução devido a lixo e obstáculos em dispositivos de drenagem não foram considerados nas simulações uma vez que estas características podem ser resolvidas com a realização de manutenção periódica do sistema de drenagem. O assoreamento do rio Mathias, principalmente no seu baixo curso, foi considerado conforme levantado nas campanhas de topobatimetria realizadas para caracterizar o leito do rio em sua situação atual.

Mesmo considerando uma manutenção periódica e desprezando as restrições, conforme mencionado acima, o rio Mathias apresenta ao longo de seu leito inúmeras estruturas com capacidade hidráulica insuficiente para vazões com período de retorno de 5 anos.

PROGNÓSTICO - TOMO XV – SUB-BACIA 15 – VERTENTE DO MORRO DO BOA VISTA – BUSCHLE & LEPPER

6. PROGNÓSTICO

Os estudos hidrológicos permitiram determinar os hidrogramas de cheia para os pontos característicos da Vertente do Morro do Boa Vista – Buschle & Lepper e foram apresentados nas Figuras 3.5 a 3.8. As vazões de cheia, que correspondem às vazões de pico dos hidrogramas, foram apresentadas no Quadro 3.3 em função do período de retorno. A Figura 6.1 apresenta um comparativo entre as vazões da do Morro do Boa Vista – Buschle & Lepper para a situação atual (diagnóstico) e a situação futura (prognóstico).

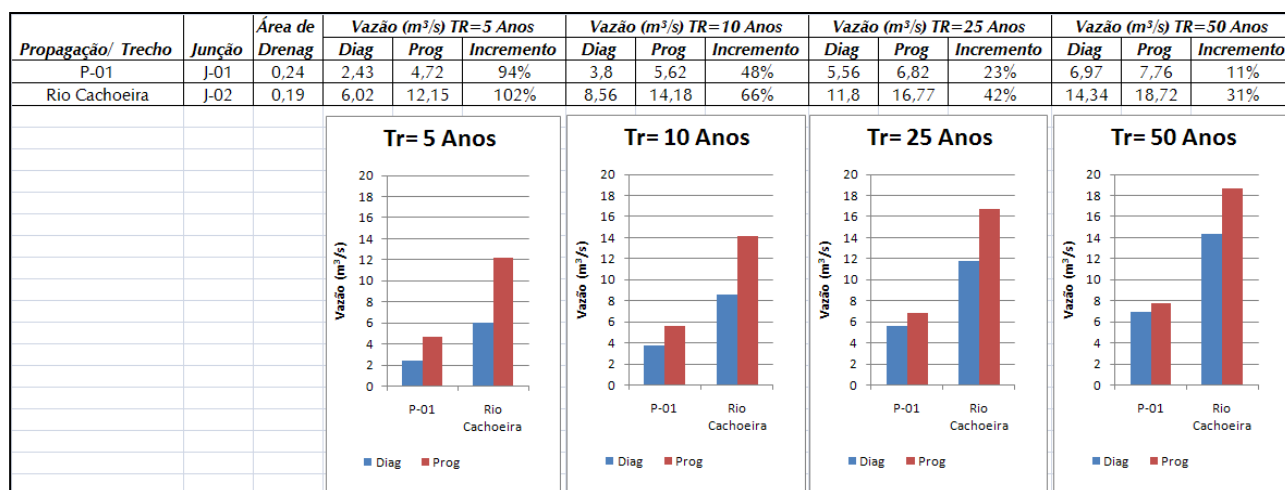


Figura 6.1 – Comparativo entre vazões para situação atual e futura de urbanização

Os estudos hidráulicos permitiram determinar a capacidade hidráulica da rede de drenagem, conforme apresentado no Quadro 5.1. Nos trechos em que essa vazão é superior à capacidade hidráulica da rede foi realizada a simulação do escoamento superficial no canal formado pelo arrumamento e/ou terrenos considerando a vazão pluvial excedente à vazão de tubo cheio. Esses resultados possibilitaram a determinação das manchas de inundação.

Com o aumento das áreas impermeáveis na bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Buschle & Lepper ocorre consequentemente o aumento nas vazões de pico. A figura 6.1 apresenta a relação entre a vazão do diagnóstico e prognóstico. Na foz da Vertente do Morro do Boa Vista – Buschle & Lepper a vazão de pico aumenta em 102% a 31% para períodos de retorno de 5 a 50 anos respectivamente.

O desenho 951-PMJ-PDC-A1-P635 – Sub-Bacias 11-CA-AM - 12-CA-PF - 13-CA-LS - 15-CA-BL - 16-CA-UO - 17-CA-VI - 18-CA-PG - 19-CA-PE - 20-CA-MD - 21-CA-NO - Vertentes do Morro do Boa Vista - Prognóstico da Capacidade Hidráulica (vide Anexo I) e o Quadro 6.1, elaborados a partir dos resultados apresentados, apresentam o prognóstico da capacidade hidráulica da Vertente do Morro do Boa Vista – Buschle & Lepper.

QUADRO 6.1**VERTENTE DO MORRO DO BOA VISTA – BUSCHLE & LEPPER – PROGNÓSTICO DOS DISPOSITIVOS DE DRENAGEM**

<i>Trecho</i>	<i>Período Atendido</i>
1	Tr=10 anos
2	Tr<5 anos
3	Tr<5 anos
4	Tr=50 anos

Conforme verificado no desenho 951-PMJ-PDC-A1-P184 e no Quadro 6.1, o trecho 2 é caracterizado por duas tubulações de diâmetro 1,20 m e não suporta vazão decorrente de um período de retorno de 25 anos. O trecho 3 é caracterizado por duas tubulações com diâmetros 1,20 m e 0,60 m localizadas na rua Helmuth Fallgatter que não comportam uma vazão para um período de recorrência de 5 anos. Estas tubulações descarregam em uma galeria na mesma rua com 2,50 m de largura e 1,50 m de altura, definida como trecho 4, que apresenta capacidade adequada para todos os períodos de retorno estudados no plano diretor de drenagem urbana.

Utilizando os níveis da água apresentados no Anexo II foram elaborados mapas com as manchas de inundação para os quatro períodos de retorno estudados.

As manchas de inundação para eventos com períodos de retorno de 5, 10, 25 e 50 anos estão apresentadas nos desenhos 951-PMJ-PDC-A3-P682, 951-PMJ-PDC-A3-P683, 951-PMJ-PDC-A3-P684 e 951-PMJ-PDC-A3-P685 (vide Anexo I), respectivamente. O Quadro 6.2 apresenta a área de inundação em função do período de retorno.

QUADRO 6.2**CARACTERÍSTICAS DAS MANCHAS DE INUNDAÇÃO**

	TR=5 Anos			TR=10 Anos			TR=25 Anos			TR=50 Anos		
	Diag	Prog	Incremento	Diag	Prog	Incremento	Diag	Prog	Incremento	Diag	Prog	Incremento
Área Total de Inundação (m²)	3341	12020	260%	5987	15089	152%	13242	17173	30%	16276	18517	14%
Profundidade Média (m)	0,33	0,34	3%	0,34	0,42	24%	0,40	0,47	18%	0,46	0,51	11%

A mancha de inundação da bacia Vertente do Morro do Boa Vista – Buschle & Lepper, foi traçada obedecendo os níveis de inundação obtidos no modelo HEC-RAS. Pode-se verificar que por se tratar de uma rede de drenagem a inundação se concentra apenas nas ruas e suas imediações trazendo assim apenas problemas locais.

As manchas de inundação prolongam-se desde o entorno da rua Doutor Emílio Petry até a rua Prefeito Helmuth Fallgatter.

Os eventos de cheias para o cenário de ocupação futura estabelecido para bacia da Vertente do Morro do Boa Vista - Buschle & Lepper resultaram num aumento na magnitude das inundações. A mancha de inundação na bacia da Vertente do Morro do Boa Vista - Buschle & Lepper aumenta 260% para uma precipitação de $Tr=5$ anos, 152% para uma precipitação de $Tr=10$ anos, 30% para uma precipitação de $Tr=25$ anos e 14% para uma precipitação de $Tr=50$ anos.

Analisando a localização das manchas de inundação na bacia da Vertente do Morro do Boa Vista - Buschle & Lepper observa-se que a região mais atingida pelas cheias tem ocupação consolidada, atingindo as áreas de maior urbanização da bacia, causando danos e inconvenientes a população.

PROGNÓSTICO - TOMO XVI – SUB-BACIA 16 – VERTENTE DO MORRO DO BOA VISTA – UNIDADE DE OBRAS

6. PROGNÓSTICO

Os estudos hidrológicos permitiram determinar os hidrogramas de cheia para os pontos característicos da Vertente do Morro do Boa Vista – Unidade de Obras e foram apresentados nas Figuras 3.5 a 3.8. As vazões de cheia, que correspondem às vazões de pico dos hidrogramas, foram apresentadas no Quadro 3.3 em função do período de retorno. A figura 6.1 apresenta um comparativo entre as vazões da do Morro do Boa Vista – Unidade de Obras para a situação atual (diagnóstico) e a situação futura (prognóstico).

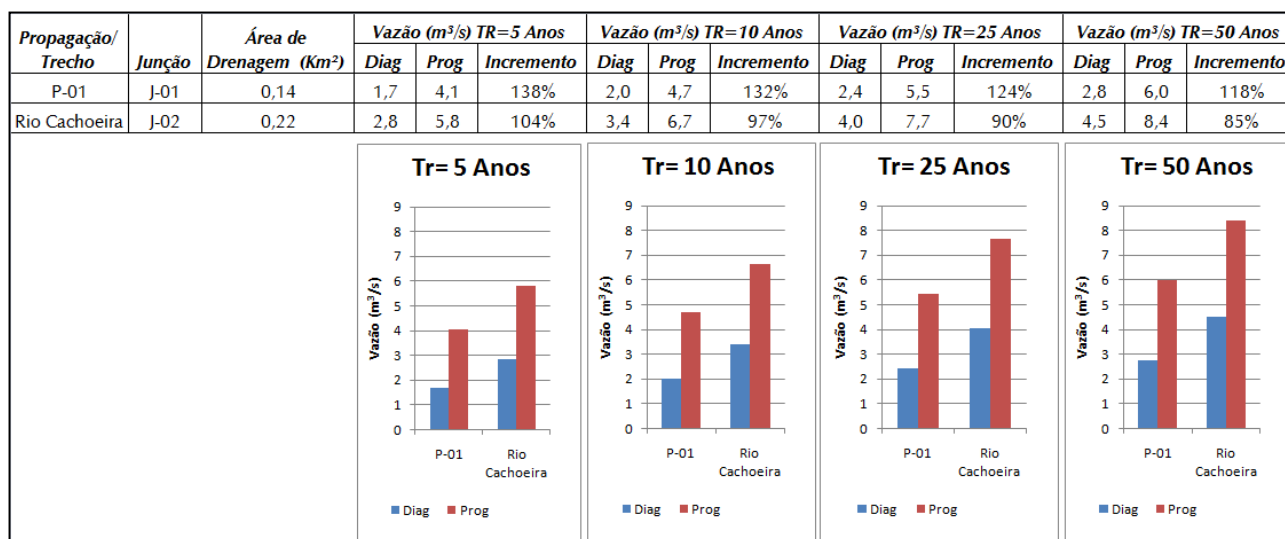


Figura 6.1 – Comparativo entre vazões para situação atual e futura de urbanização

Os estudos hidráulicos permitiram determinar a capacidade hidráulica da rede de drenagem, conforme apresentado no Quadro 5.1. Nos trechos em que essa a vazão é superior a capacidade hidráulica da rede foi realizada a simulação do escoamento superficial no canal formado pelo arruamento e/ou terrenos considerando a vazão pluvial excedente a vazão de tubo cheio. Esses resultados possibilitaram a determinação das manchas de inundação.

Com o aumento das áreas impermeáveis na bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Unidade de Obras ocorre conseqüentemente o aumento nas vazões de pico. A figura 6.1 apresenta a relação entre a vazão do diagnóstico e prognóstico. Na foz da Vertente do Morro do Boa Vista – Unidade de Obras a vazão de pico aumenta em 104% a 85% para períodos de retorno de 5 a 50 anos respectivamente.

O desenho 951-PMJ-PDC-A1-P635 – Sub-Bacias 11-CA-AM - 12-CA-PF - 13-CA-LS - 15-CA-BL - 16-CA-UO - 17-CA-VI - 18-CA-PG - 19-CA-PE - 20-CA-MD - 21-CA-NO - Vertentes do Morro do Boa Vista - Prognóstico da Capacidade Hidráulica (vide Anexo I) e o Quadro 6.1, elaborados a partir dos resultados apresentados, apresentam o prognóstico da capacidade hidráulica da Vertente do Morro do Boa Vista – Unidade de Obras.

QUADRO 6.1**VERTENTE DO MORRO DO BOA VISTA – UNIDADE DE OBRAS - PROGNÓSTICO DOS TRECHOS**

<i>Trecho</i>	<i>Período Atendido</i>
1	Início de Rede
2	Tr<5 anos
3	Tr=5 anos
4	Tr=10 anos

As manchas de inundação para eventos com períodos de retorno de 5, 10, 25 e 50 anos estão apresentadas nos desenhos 951-PMJ-PDC-A3-P682, 951-PMJ-PDC-A3-P683, 951-PMJ-PDC-A3-P684 e 951-PMJ-PDC-A3-P685 (vide Anexo I), respectivamente. O Quadro 6.2 apresenta a área de inundação e a profundidade média das mesmas em função do período de retorno.

QUADRO 6.2**VERTENTE MORRO DO BOA VISTA – UNIDADE DE OBRAS – COMPARAÇÃO DE ÁREAS DE INUNDAÇÃO**

	<i>TR=5 Anos</i>			<i>TR=10 Anos</i>			<i>TR=25 Anos</i>			<i>TR=50 Anos</i>		
	<i>Diag</i>	<i>Prog</i>	<i>Incr</i>	<i>Diag</i>	<i>Prog</i>	<i>Incr</i>	<i>Diag</i>	<i>Prog</i>	<i>Inc</i>	<i>Diag</i>	<i>Prog</i>	<i>Incr</i>
Área Total de Inundação (m ²)	-	1908	-	-	3740	-	-	7081	-	587	8120	1284%
Profundidade Média (m)	-	0,37	-	-	0,32	-	-	0,37	-	0,37	0,42	14%

A mancha de inundação da bacia Vertente do Morro do Boa Vista – Unidade de Obras, foi traçada obedecendo os níveis de inundação obtidos no modelo HEC-RAS. Pode-se verificar que por se tratar de uma rede de drenagem a inundação se concentra apenas nas ruas e suas imediações trazendo assim apenas problemas locais.

Os eventos de cheias para o cenário de ocupação futura estabelecido para bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Unidade de Obras resultaram num aumento na magnitude das vazões. A mancha de inundação na bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Unidade de Obras localiza-se ao longo da rua Orleans de Bragança conforme apresentados nos desenhos 951-PMJ-PDC-A3-P682 a 951-PMJ-PDC-A3-P685.

A região de mangues existente na Vertente do Morro do Boa Vista – Unidade de Obras próximo a foz no rio Cachoeira apresenta-se densamente ocupada. Essa região é naturalmente suscetível à inundações quando da ocorrência de marés altas. Para a presente avaliação foi adotado o nível de maré na cota 1,60 m. No desenho 951-PMJ-PDC-A1-P067 – Sub-Bacias 11-CA-AM - 12-CA-PF - 13-CA-LS - 15-CA-BL - 16-CA-UO - 17-CA-VI - 18-CA-PG - 19-CA-PE - 20-CA-MD - 21-CA-NO - Vertentes do Morro do Boa Vista – Áreas Urbanizadas (vide Anexo I) pode ser observada a ocupação da área de várzea nas proximidades do rio Cachoeira.

PROGNÓSTICO - TOMO XVII – SUB-BACIA 17 – VERTENTE DO MORRO DO BOA VISTA – VICK

6. PROGNÓSTICO

Os estudos hidrológicos permitiram determinar os hidrogramas de cheia para os pontos característicos da Vertente do Morro do Boa Vista – Vick e foram apresentados nas Figuras 3.20 a 3.23. As vazões de cheia, que correspondem às vazões de pico dos hidrogramas, foram apresentadas no Quadro 3.3 em função do período de retorno. A figura 6.1 apresenta um comparativo entre as vazões da bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Vick para situação atual (diagnóstico) e a situação futura (prognóstico).

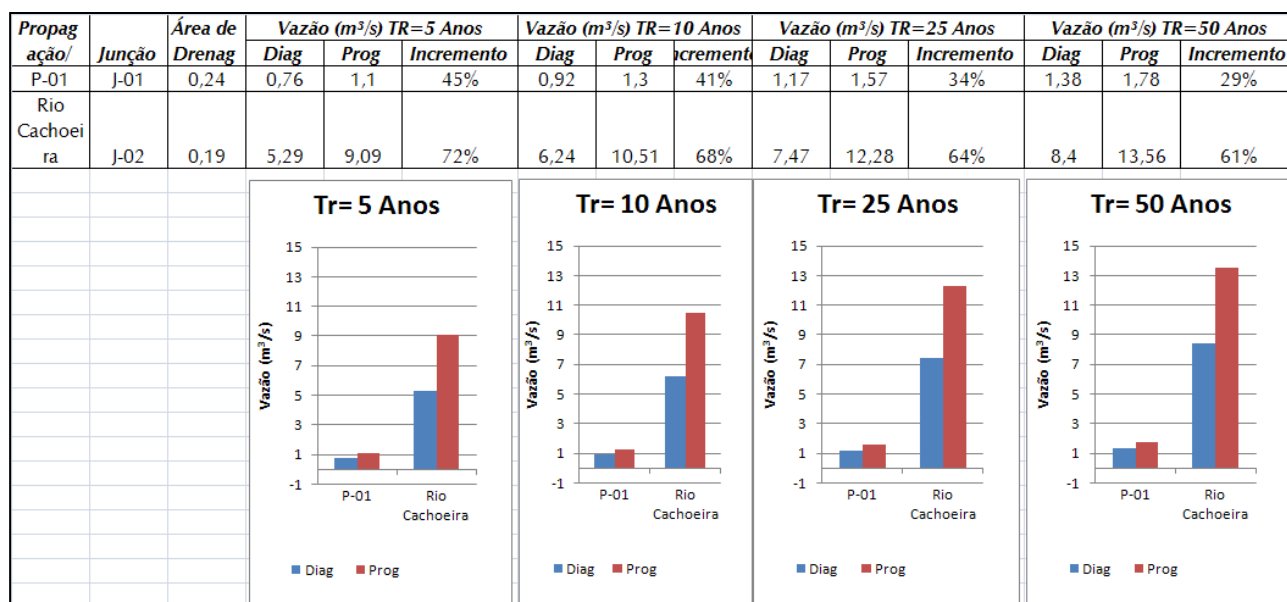


Figura 6.1 – Comparativo entre vazões para situação atual e futura de urbanização

Os estudos hidráulicos permitiram determinar a capacidade hidráulica da rede de drenagem, conforme apresentado no Quadro 5.1. Nos trechos em que essa a vazão é superior a capacidade hidráulica da rede foi realizada a simulação do escoamento superficial, no canal formado pelo arruamento e/ou terrenos, considerando a vazão pluvial excedente a vazão de tubo cheio, esses resultados possibilitaram a determinação das manchas de inundação.

O desenho 951-PMJ-PDC-A1-P635 – Sub-Bacias 11-CA-AM - 12-CA-PF - 13-CA-LS - 15-CA-BL - 16-CA-UO - 17-CA-VI - 18-CA-PG - 19-CA-PE - 20-CA-MD - 21-CA-NO - Vertentes do Morro do Boa Vista – Prognóstico da Capacidade Hidráulica (vide Anexo I) e o Quadro 6.1, elaborados a partir dos resultados apresentados, apresentam o prognóstico da capacidade hidráulica da Vertente do Morro do Boa Vista – Vick.

QUADRO 6.1**VERTENTE DO MORRO DO BOA VISTA – VICK – PROGNÓSTICO DOS TRECHOS**

<i>Trecho</i>	<i>Período Atendido</i>
1	Início de Rede
2	Tr=25 anos
3	Tr=50 anos
4	Tr=50 anos
5	Tr<5 anos
6	Tr<5 anos
7	Tr<5 anos
Canal a Jusante da Rua Albano Schmidt	Tr=50 anos

Com base nos resultados apresentados no Quadro 6.1 pode-se observar que os trechos 1, 3, 4 e o canal a jusante da Rua Albano Schmidt não sofrem inundações para eventos de precipitação com período de retorno de 50 anos, o trecho 2 sofre inundações para eventos com Tr=50 anos e os trechos 5, 6 e 7 sofrem inundações para Tr=5 anos.

As manchas de inundação para eventos com períodos de retorno de 5, 10, 25 e 50 anos estão apresentadas nos desenhos 951-PMJ-PDC-A3-P605, 951-PMJ-PDC-A3-P606, 951-PMJ-PDC-A3-P607 e 951-PMJ-PDC-A3-P608 (vide Anexo I), respectivamente. O Quadro 6.2 apresenta a área de inundação das mesmas em função do período de retorno.

QUADRO 6.2**VERTENTE DO MORRO DO BOA VISTA – VICK – PROGNÓSTICO ÁREAS DE INUNDAÇÃO**

	<i>TR=5 Anos</i>			<i>TR=10 Anos</i>			<i>TR=25 Anos</i>			<i>TR=50 Anos</i>		
	<i>Diag</i>	<i>Prog</i>	<i>Incremento</i>	<i>Diag</i>	<i>Prog</i>	<i>Incremento</i>	<i>Diag</i>	<i>Prog</i>	<i>Incremento</i>	<i>Diag</i>	<i>Prog</i>	<i>Incremento</i>
Área Total de Inundação (m ²)	4940	8056	63%	5621	8715	55%	6955	10246	47%	7852	10677	36%
Profundidade Média (m)	0.35	0.45	29%	0.39	0.49	25%	0.39	0.53	38%	0.43	0.56	31%

Os eventos de cheia para o cenário de ocupação futura estabelecido para a bacia da Vertente do Boa Vista – Vick resultaram num aumento na magnitude das inundações. A mancha de inundação na bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Vick aumenta 63% para um precipitação de Tr=5 anos, 55% para uma precipitação de Tr=10 anos, 47% para uma precipitação de Tr=25 anos e 36% para uma precipitação de Tr=50 anos.

Conforme pode ser observado nos desenhos 951-PMJ-PDC-A1-P605 a 951-PMJ-PDC-A1-P608 (vide Anexo I) e no Quadro 6.1, toda a extensão da Vertente do Morro do Boa Vista – Vick a jusante da rua Albano Schmidt não sofre inundações para eventos de precipitação de 50 anos conjugados com uma maré com elevação na cota 1,60 m.

A região de mangues existente na Vertente do Morro do Boa Vista – Vick a jusante da rua Albano Schmidt é naturalmente suscetível à inundações quando da ocorrência de marés altas. Para a presente avaliação foi adotado o nível de maré na cota 1,60 m. No desenho 951-PMJ-PDC-A1-P067 – Sub-Bacia 11-CA-AM - 12-CA-PF - 13-CA-LS - 15-CA-BL - 16-CA-UO - 17-

CA-VI - 18-CA-PG - 19-CA-PE - 20-CA-MD - 21-CA-NO - Vertentes do Morro do Boa Vista – Áreas Urbanizadas (vide Anexo I) pode ser observada a ocupação da área de várzea nas proximidades do rio Cachoeira.

PROGNÓSTICO - TOMO XVIII – SUB-BACIA 18 – VERTENTE DO MORRO DO BOA VISTA – PONTA GROSSA

6. PROGNÓSTICO

Os estudos hidrológicos permitiram determinar os hidrogramas de cheia para os pontos característicos da Vertente do Morro do Boa Vista – Ponta Grossa e foram apresentados nas Figuras 3.5 a 3.8. As vazões de cheia, que correspondem às vazões de pico dos hidrogramas, foram apresentadas no Quadro 3.3 em função do período de retorno. A figura 6.1 apresenta um comparativo entre as vazões da bacia da Vertente do Boa Vista – Ponta Gossa para a situação atual (diagnóstico) e a situação futura (prognóstico).

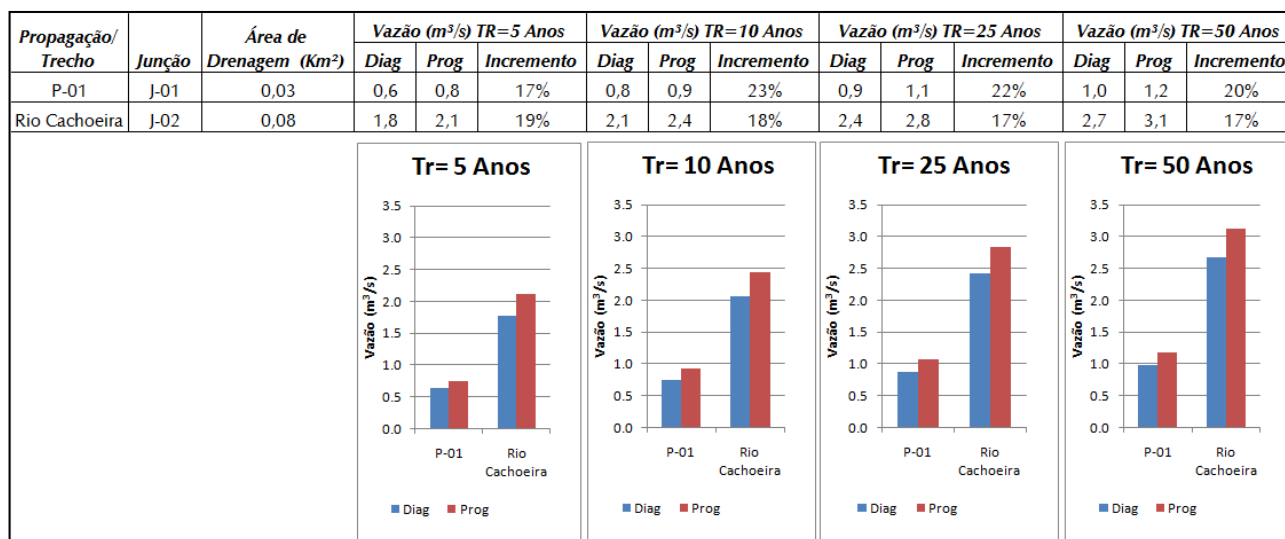


Figura 6.1 – Comparativo entre vazões para situação atual e futura de urbanização

Com o aumento das áreas impermeáveis na bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Ponta Grossa ocorre consequentemente o aumento nas vazões de pico. A figura 6.1 apresenta a relação entre a vazão do diagnóstico e prognóstico. Na foz da Vertente do Morro do Boa Vista – Ponta Grossa a vazão de pico aumenta em 19% a 17% para períodos de retorno de 5 a 50 anos respectivamente.

Com base nos resultados obtidos para a Vertente do Morro do Boa Vista – Ponta Grossa para o cenário de urbanização futura adotado no prognóstico, pode-se observar que o eventos com período de retorno de 5, 10, 25 e 50 anos conjugados com uma maré com elevação na cota 1,60 m não provocam inundações na Vertente do Morro do Boa Vista – Ponta Grossa.

O desenho 951-PMJ-PDC-A1-P635 – Sub-Bacias 11-CA-AM - 12-CA-PF - 13-CA-LS - 15-CA-BL - 16-CA-UO - 17-CA-VI - 18-CA-PG - 19-CA-PE - 20-CA-MD - 21-CA-NO - Vertentes do Morro do Boa Vista - Prognóstico da Capacidade Hidráulica (vide Anexo I) e o Quadro 6.1, elaborados a partir dos resultados apresentados, apresentam o prognóstico da capacidade hidráulica da Vertente do Morro do Boa Vista – Ponta Grossa.

QUADRO 6.1
PROGNÓSTICO DA REDE DE DRENAGEM

<i>Local / Seção do Modelo Hidráulico</i>	<i>Período de Retorno atendido</i>
285,45	Tr=50 anos
270	Tr=50 anos
240	Tr=50 anos
210	Tr=50 anos
180	Tr=50 anos
150	Tr=50 anos
120	Tr=50 anos
90	Tr=50 anos
60	Tr=50 anos
30	Tr=50 anos
0	Tr=50 anos

Conforme pode ser observado no desenho 951-PMJ-PDC-A1-P635 (vide Anexo I) e no Quadro 6.1, toda a extensão da Vertente do Morro do Boa Vista – Ponta Grossa não sofre inundações para eventos de precipitação de 5, 10, 25 e 50 anos conjugados com uma maré com elevação na cota 1,60 m.

A região de mangues existente na Vertente do Morro do Boa Vista – Ponta Grossa a jusante da rua Albano Schmidt é naturalmente suscetível à inundações quando da ocorrência de marés altas. Para a presente avaliação foi adotado o nível de maré na cota 1,60 m. No desenho 951-PMJ-PDC-A1-P067 – Sub-Bacias 11-CA-AM - 12-CA-PF - 13-CA-LS - 15-CA-BL - 16-CA-UO - 17-CA-VI - 18-CA-PG - 19-CA-PE - 20-CA-MD - 21-CA-NO - Vertentes do Morro do Boa Vista – Áreas Urbanizadas (vide Anexo I) pode ser observada a ocupação da área de várzea nas proximidades do rio Cachoeira.

***PROGNÓSTICO - TOMO XIX – SUB-BACIA 19 –
VERTENTE DO MORRO DO BOA VISTA – RUA PEDRO
ÁLVARES CABRAL***

6. PROGNÓSTICO

Os estudos hidrológicos permitiram determinar os hidrogramas de cheia para os pontos característicos da Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Pedro Álvares Cabral e foram apresentados nas Figuras 3.6 a 3.9. As vazões de cheia, que correspondem às vazões de pico dos hidrogramas, foram apresentadas no Quadro 3.3 em função do período de retorno. A Figura 6.1 apresenta um comparativo entre as vazões da bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Pedro Álvares Cabral para a situação atual (diagnóstico) e a situação futura (prognóstico).

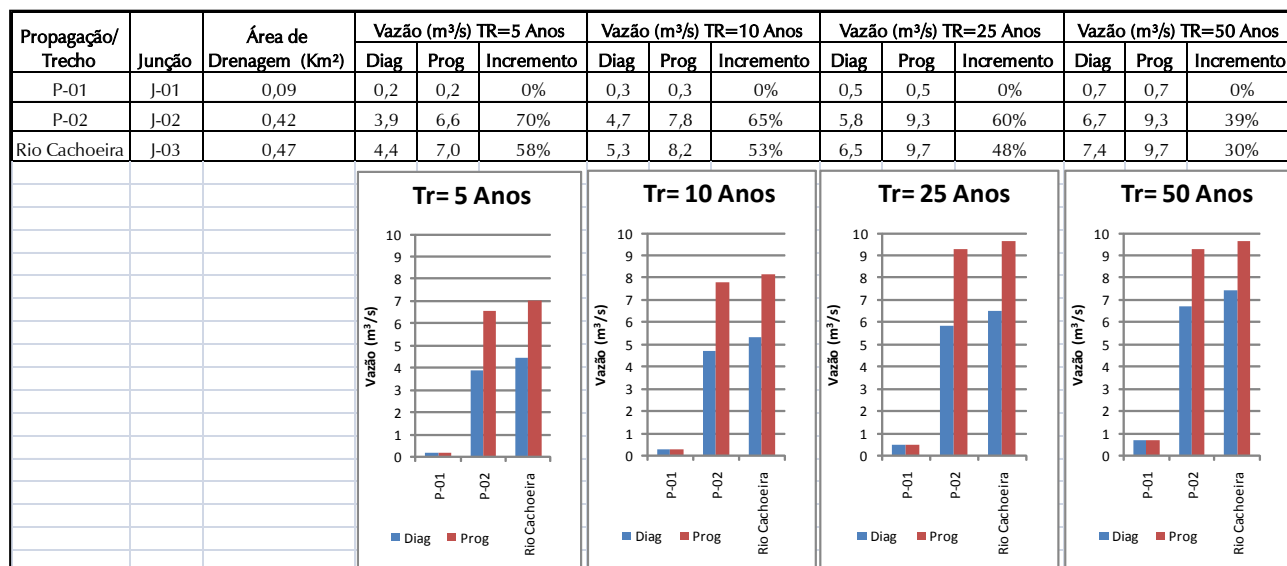


Figura 6.1 – Comparativo entre vazões para situação atual e futura de urbanização

Os estudos hidráulicos permitiram determinar os níveis da água para o escoamento em regime permanente gradualmente variado das vazões de cheia determinadas através do estudo hidrológico, conforme apresentado na Figura 5.2. Os níveis da água a montante das estruturas de drenagem são apresentados no Quadro 5.1 em função do período de retorno.

Com o aumento das áreas impermeáveis na bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Pedro Álvares Cabral ocorre consequentemente o aumento nas vazões de pico. A figura 6.1 apresenta a relação entre a vazão do diagnóstico e prognóstico. Na foz da Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Pedro Álvares Cabral a vazão de pico aumenta em 58% a 30% para períodos de retorno de 5 a 50 anos respectivamente.

Com base nos resultados obtidos para a Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Pedro Álvares Cabral para o cenário de urbanização futura adotado no prognóstico pode-se observar que o eventos com período de retorno de 5, 10, 25 e 50 anos conjugados com uma maré com elevação na cota 1,60 m não provocam inundações na Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Pedro Álvares Cabral.

O desenho 951-PMJ-PDC-A1-P635 – Sub-Bacias 11-CA-AM - 12-CA-PF - 13-CA-LS - 15-CA-BL - 16-CA-UO - 17-CA-VI - 18-CA-PG - 19-CA-PE - 20-CA-MD - 21-CA-NO - Vertentes do Morro do Boa Vista - Prognóstico da Capacidade Hidráulica (vide Anexo I) e o Quadro 6.1, elaborados a partir dos resultados apresentados, apresentam o prognóstico da capacidade hidráulica da Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Pedro Álvares Cabral.

QUADRO 6.1
PROGNÓSTICO DA REDE DE DRENAGEM

<i>Local / Seção do Modelo Hidráulico</i>	<i>Período de Retorno atendido</i>
Rua Pedro Álvares Cabral	Tr=50 anos

Conforme pode ser observado no desenho 951-PMJ-PDC-A1-P635 (vide Anexo I) e no Quadro 6.1, toda a extensão da Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Pedro Álvares Cabral não sofre inundações para eventos de precipitação de 5, 10, 25 e 50 anos conjugados com uma maré com elevação na cota 1,60 m.

A região de mangues existente na Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Pedro Álvares Cabral a jusante da rua Albano Schmidt é naturalmente suscetível à inundações quando da ocorrência de marés altas. Para a presente avaliação foi adotado o nível de maré na cota 1,60 m. No desenho 951-PMJ-PDC-A1-P067 – Sub-Bacia 11-CA-AM - 12-CA-PF - 13-CA-LS - 15-CA-BL - 16-CA-UO - 17-CA-VI - 18-CA-PG - 19-CA-PE - 20-CA-MD - 21-CA-NO - Vertentes do Morro do Boa Vista – Áreas Urbanizadas (vide Anexo I) pode ser observada a ocupação da área de várzea nas proximidades do rio Cachoeira.

PROGNÓSTICO - TOMO XX – SUB-BACIA 20 – VERTENTE DO MORRO DO BOA VISTA – RUA MATILDE AMIM

6. PROGNÓSTICO

Os estudos hidrológicos permitiram determinar os hidrogramas de cheia para os pontos característicos da Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Matilde Amim e foram apresentados nas Figuras 3.6 a 3.9. As vazões de cheia, que correspondem às vazões de pico dos hidrogramas, foram apresentadas no Quadro 3.3 em função do período de retorno. A Figura 6.1 apresenta um comparativo entre as vazões da bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Matilde Amim para a situação atual (diagnóstico) e a situação futura (prognóstico).

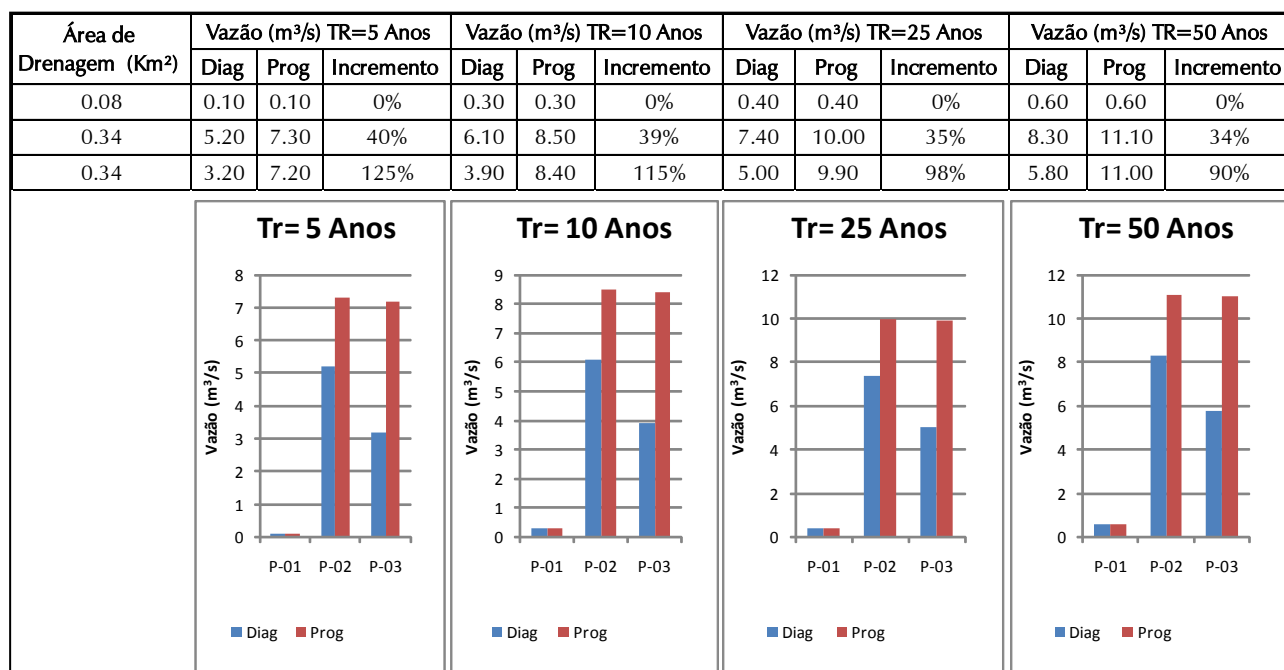


Figura 6.1 – Comparativo entre vazões para situação atual e futura de urbanização

Os estudos hidráulicos permitiram determinar os níveis da água para o escoamento em regime permanente gradualmente variado das vazões de cheias determinadas através do estudo hidrológico, conforme apresentado na Figura 5.2. Os níveis da água a montante das estruturas de drenagem são apresentados no Quadro 5.1 em função do período de retorno. A figura 6.2 apresenta um comparativo entre o período de retorno atendido pelos dispositivos de drenagem para a situação atual e futura. Os níveis que geram inundação estão sombreados em amarelo.

Rio	Local/Dispositivos de Drenagem	Diagnóstico				Prognóstico			
		TR=5 anos	TR=10 anos	TR=25 anos	TR=50 anos	TR=5 anos	TR=10 anos	TR=25 anos	TR=50 anos
Matilde Amin	Rua Matilde Amim								

Figura 6.2 – Comparativo entre o período de retorno atendido pelos dispositivos de drenagem para situação atual e futura de urbanização

Com base nos resultados obtidos para a Vertente do Morro do Boa Vista – Matilde Amim para o cenário de urbanização futura adotado no prognóstico pode-se observar que a região a

jusante da galeria da Rua Matilde Amim apresenta restrições escoamento para eventos de cheia com período de retorno de 5 anos.

Com aumento das áreas impermeáveis na bacia da Vertente do Morro boa Vista – Matilde Amim ocorre consequentemente um aumento nas vazões de pico. A Figura 6.1 apresenta a relação entre a vazão do diagnóstico e prognóstico. Na foz da Vertente da Boa Vista – Matilde Amim a vazão de pico aumenta em 125% a 90% para os períodos de retorno de 5 a 50 anos respectivamente.

O desenho 951-PMJ-PDC-A1-P635 – Sub-Bacias 11-CA-AM - 12-CA-PF - 13-CA-LS - 15-CA-BL - 16-CA-UO - 17-CA-VI - 18-CA-PG - 19-CA-PE - 20-CA-MD - 21-CA-NO - Vertentes do Morro do Boa Vista - Prognóstico da Capacidade Hidráulica (vide Anexo I) e o Quadro 6.1, elaborados a partir dos resultados apresentados, apresentam o prognóstico da capacidade hidráulica da Vertente do Morro do Boa Vista – Matilde Amim.

QUADRO 6.1
PROGNÓSTICO DOS DISPOSITIVOS DE DRENAGEM

<i>Local / Dispositivos de Drenagem</i>	<i>Período de Retorno atendido</i>
Rua Matilde Amim	Tr < 5 anos

Conforme verificado no desenho 951-PMJ-PDC-A1-P635 e no quadro 6.1 constata-se que todos os dispositivos de drenagem da Vertente do Boa Vista – Matilde Amim não suportam a vazão de projeto resultante de uma precipitação de Tr=5 anos.

Utilizando os níveis da água apresentados no Anexo II e ilustrados na Figura 5.2 foram elaborados mapas com as manchas de inundação para os quatro períodos de retorno estudados.

As manchas de inundação para eventos com períodos de retorno de 5, 10, 25 e 50 anos estão apresentadas nos desenhos 951-PMJ-PDC-A3-P682, 951-PMJ-PDC-A3-P683, 951-PMJ-PDC-A3-P684 e 951-PMJ-PDC-A3-P685 (vide Anexo I), respectivamente. O Quadro 6.2 apresenta a área de inundação e a profundidade média das mesmas em função do período de retorno.

QUADRO 6.2
CARACTERÍSTICAS DAS MANCHAS DE INUNDAÇÃO

	<i>TR=5 Anos</i>			<i>TR=10 Anos</i>			<i>TR=25 Anos</i>			<i>TR=50 Anos</i>		
	<i>Diag</i>	<i>Prog</i>	<i>Incremento</i>	<i>Diag</i>	<i>Prog</i>	<i>Incremento</i>	<i>Diag</i>	<i>Prog</i>	<i>Incremento</i>	<i>Diag</i>	<i>Prog</i>	<i>Incremento</i>
Área Total de Inundação (m²)	-	13354	-	-	22990	-	13607	29453	116%	20475	33144	62%
Profundidade Média (m)	-	0,30	-	-	0,39	-	0,30	0,89	197%	0,35	1,23	251%

Analisando a localização das manchas de inundação na bacia da Vertente do Morro do Boa Vista - Matilde Amim observa-se que a região mais atingida pelas cheias tem ocupação consolidada, atingindo as áreas de maior urbanização da bacia, causando danos e inconvenientes a população.

Os eventos de cheias para o cenário de ocupação futura estabelecido para bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Matilde Amim resultaram num aumento na magnitude das inundações. A mancha de inundação na bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Matilde Amim aumenta 116% para uma precipitação de $Tr=25$ anos e aumenta 62% para um precipitação de $Tr=50$ anos.

Os estudos realizados possibilitaram avaliar o comportamento da rede de macrodrenagem da sub-bacia do Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Matilde Amim, indicando os locais onde ocorrem enchentes decorrentes da falta de capacidade desta rede. Alguns locais da sub-bacia podem apresentar também inundações decorrentes de outros fatores, como por exemplo, os terrenos baixos junto à foz que são inundados quando ocorre a elevação de nível no rio Cachoeira, ou por falta de capacidade da rede de microdrenagem. Consequentemente as manchas reais de inundação poderão ser maiores que as ilustradas no presente relatório.

Os levantamentos de campo identificaram características restritivas ao escoamento sob o ponto de vista de drenagem. Aspectos como avanço da vegetação ribeirinha no canal, obstrução devido a lixo e obstáculos em dispositivos de drenagem não foram considerados nas simulações uma vez que estas características podem ser resolvidas com a realização de manutenção periódica do sistema de drenagem.

Mesmo considerando uma manutenção periódica e desprezando as restrições, conforme mencionado acima, a Vertente do Morro do Boa Vista – Matilde Amim apresenta ao longo de seu leito estrutura com capacidade hidráulica insuficiente para vazões com período de retorno de 25 anos.

A região de mangues existente na Vertente do Morro do Boa Vista – Matilde Amim próximo a foz no rio Cachoeira apresenta-se densamente ocupada. Essa região é naturalmente suscetível à inundações quando da ocorrência de marés altas. Para a presente avaliação foi adotado o nível de maré na cota 1,60 m. No desenho 951-PMJ-PDC-A1-P067 – Sub-Bacias 11-CA-AM - 12-CA-PF - 13-CA-LS - 15-CA-BL - 16-CA-UO - 17-CA-VI - 18-CA-PG - 19-CA-PE - 20-CA-MD - 21-CA-NO - Vertentes do Morro do Boa Vista – Áreas Urbanizadas (vide Anexo I) pode ser observada a ocupação da área de várzea nas proximidades do rio Cachoeira.

***PROGNÓSTICO - TOMO XXI – SUB-BACIA 21 –
VERTENTE DO MORRO DO BOA VISTA – RUA NORUEGA***

6. PROGNÓSTICO

Os estudos hidrológicos permitiram determinar os hidrogramas de cheia para os pontos característicos da Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Noruega e foram apresentados nas Figuras 3.7 a 3.10. As vazões de cheia, que correspondem às vazões de pico dos hidrogramas, foram apresentadas no Quadro 3.3 em função do período de retorno. A Figura 6.1 apresenta um comparativo entre as vazões da bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Noruega para a situação atual (diagnóstico) e a situação futura (prognóstico).

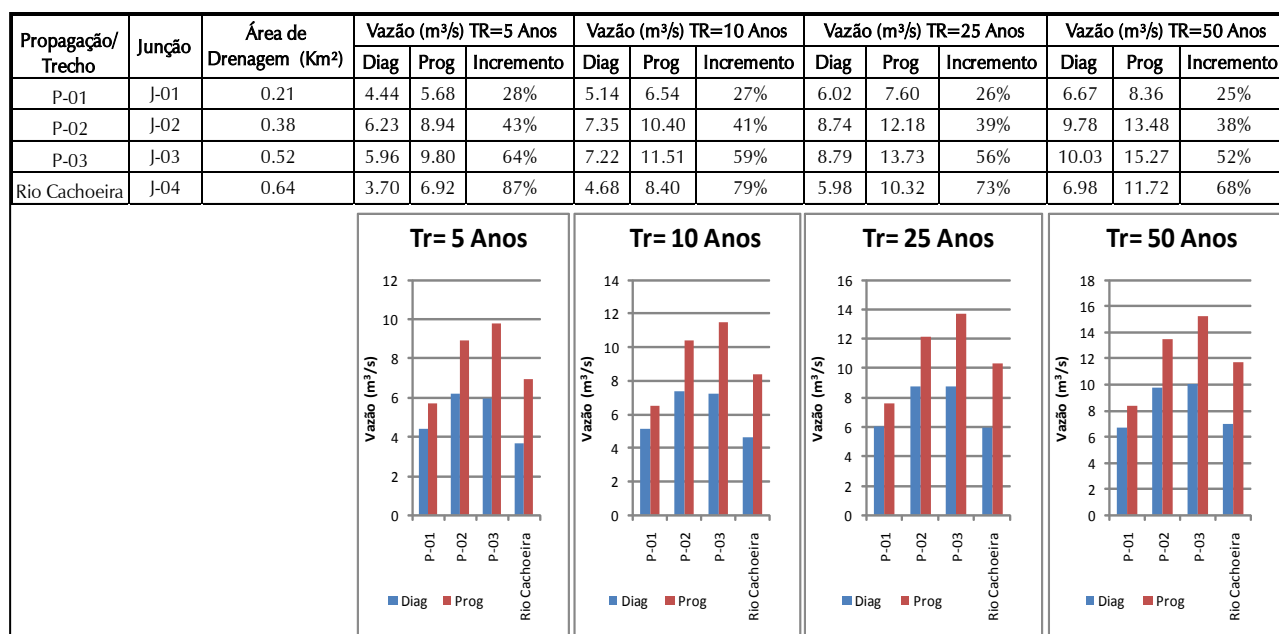


Figura 6.1 – Comparativo entre vazões para situação atual e futura de urbanização

Os estudos hidráulicos permitiram determinar os níveis da água para o escoamento em regime permanente gradualmente variado das vazões de cheias determinadas através do estudo hidrológico, conforme apresentado na Figura 5.2. Os níveis da água a montante das estruturas de drenagem são apresentados no Quadro 5.1 em função do período de retorno.

Com aumento das áreas impermeáveis na bacia da Vertente do Morro boa Vista – Noruega ocorre consequentemente um aumento nas vazões de pico. A Figura 6.1 apresenta a relação entre a vazão do diagnóstico e prognóstico. Na foz da Vertente da Boa Vista – Noruega a vazão de pico aumenta em 87% a 68% para os períodos de retorno de 5 a 50 anos respectivamente.

O desenho 951-PMJ-PDC-A1-P635 – Sub-Bacias 11-CA-AM - 12-CA-PF - 13-CA-LS - 15-CA-BL - 16-CA-UO - 17-CA-VI - 18-CA-PG - 19-CA-PE - 20-CA-MD - 21-CA-NO - Vertentes do Morro do Boa Vista - Prognóstico da Capacidade Hidráulica (vide Anexo I) e o Quadro 6.1, elaborados a partir dos resultados apresentados, apresentam o prognóstico da capacidade hidráulica da Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Noruega.

QUADRO 6.1
PROGNÓSTICO DOS DISPOSITIVOS DE DRENAGEM

<i>Local</i>	<i>Período de Retorno Atendido</i>
Rua Noruega	Tr= 50 anos

Com base nos resultados obtidos pode-se observar que o evento de cheia com período de retorno de 5 anos provoca extravasamento sobre o dispositivo de drenagem na Rua Lapa sem provocar inundações nos terrenos adjacentes.

A região de mangues existente na Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Noruega a jusante da rua Albano Schmidt apresenta-se densamente ocupada. Essa região é naturalmente suscetível à inundações quando da ocorrência de marés altas. Para a presente avaliação foi adotado o nível de maré na cota 1,60 m. No desenho 951-PMJ-PDC-A1-P067 – Sub-Bacias 11-CA-AM - 12-CA-PF - 13-CA-LS - 15-CA-BL - 16-CA-UO - 17-CA-VI - 18-CA-PG - 19-CA-PE - 20-CA-MD - 21-CA-NO - Vertentes do Morro do Boa Vista – Áreas Urbanizadas (vide Anexo I) pode ser observada a ocupação da área de várzea nas proximidades do rio Cachoeira, a jusante da rua Albano Schmidt.

PROGNÓSTICO - TOMO XXII – SUB-BACIA 22 – RIO JAGUARÃO

6. PROGNÓSTICO

Os estudos hidrológicos permitiram determinar os hidrogramas de cheia para os pontos característicos do Rio Jaguarão e foram apresentados nas Figuras 3.20 a 3.23. As vazões de cheia, que correspondem às vazões de pico dos hidrogramas, foram apresentadas no Quadro 3.3 em função do período de retorno. A Figura 6.1 apresenta um comparativo entre as vazões da bacia do rio Jaguarão para a situação atual (diagnóstico) e a situação futura (prognóstico).

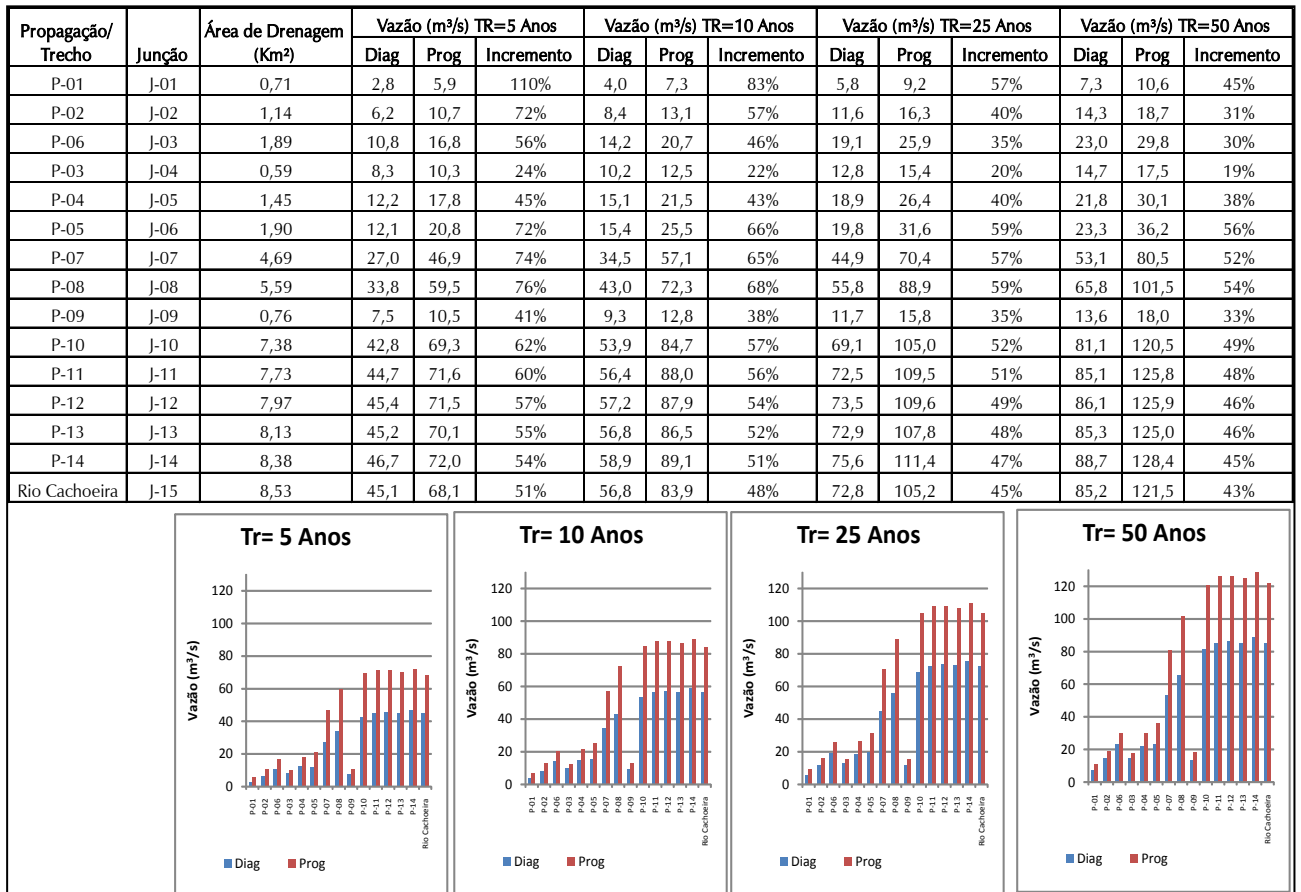


Figura 6.1 – Comparativo entre vazões para situação atual e futura de urbanização

Os estudos hidráulicos permitiram determinar os níveis da água para o escoamento em regime permanente gradualmente variado das vazões de cheia determinadas através do estudo hidrológico, conforme apresentado na Figura 5.2. Os níveis da água a montante das estruturas de drenagem são apresentados no Quadro 5.1 em função do período de retorno. A figura 6.2 apresenta um comparativo entre o período de retorno atendido pelos dispositivos de drenagem para a situação atual e futura. Os níveis que geram inundação estão sombreados em amarelo.

Local/Dispositivos de Drenagem	Diagnóstico					Prognóstico			
	TR=5 anos	TR=10 anos	TR=25 anos	TR=50 anos		TR=5 anos	TR=10 anos	TR=25 anos	TR=50 anos
Rua Tupi									
Rua Guaporé									
BR101									
Rua Bagé									
Rua Marieta Stock									
Rua Caxias do Sul									
Rua João Enterlein									
Condomínio Portal									
Rua Independência									
Escola Municipal									
Rua Max Heiden									
Rua Liberdade									
Rua Marquês de Olinda									
Rua Paraíba									
Rua Alagoas									
Rua Porto União									
Rua Diringshoffer									
Rua Coronel Santiago									
Rua Rio Grande do Sul									
Rua Bahia									
Rua Paraná									
Galeria entre Rua Paraná e Rua Alexandre Schlemm									
Rua Alexandre Schlemm e Rua Saí									
Selbeti									
Rua Getúlio Vargas									
Rua Plácido Gomes									
Rua São Paulo									
Avenida Procópio Gomes									
Rua Urussanga									

Figura 6.2 – Comparativo entre o período de retorno atendido pelos dispositivos de drenagem para situação atual e futura de urbanização

Com base nos resultados obtidos pode-se observar que:

- ✓ para o cenário de urbanização futura adotado no prognóstico o evento de cheia com período de retorno de 5 anos provoca inundações no rio Jaguarão em quase toda sua extensão, desde o entorno da BR-101 até a foz no rio Cachoeira.
- ✓ as restrições ocasionadas pelos dispositivos de drenagem entre a Rua Max Heiden e a Rua Urussanga influenciam de forma significativa o escoamento. Os resultados obtidos na simulação realizada sem os dispositivos de drenagem apresentam os níveis da água nessa região aproximadamente 1,0 m abaixo dos níveis observados nas simulações com os dispositivos. A montante da rua Max Heiden até a rua Bagé a diferença entre esses níveis diminui para aproximadamente 0,5 m.
- ✓ com aumento das áreas impermeáveis na bacia do rio Jaguarão ocorre conseqüentemente um aumento nas vazões de pico. A Figura 6.1 apresenta a relação entre a vazão do diagnóstico e prognóstico. Na foz do rio Jaguarão a vazão de pico aumenta em 51% a 43% para os períodos de retorno de 5 a 50 anos respectivamente.

O desenho 951-PMJ-PDC-A1-P637 Sub-Bacia 22-CA-JA – Prognóstico da Capacidade Hidráulica (vide Anexo I) e o Quadro 6.1, elaborados a partir dos resultados apresentados, apresentam o prognóstico da capacidade hidráulica do Rio Jaguarão.

QUADRO 6.1
PROGNÓSTICO DOS DISPOSITIVOS DE DRENAGEM

<i>Local / Dispositivos de Drenagem</i>	<i>Período de Retorno atendido</i>
Rua Tupi	Tr=10 anos
Rua Guaporé	Tr<5 anos
BR101	Tr=5 anos
Rua Bagé	Tr=10 anos
Rua Marieta Stock	Tr<5 anos
Rua Caxias do Sul	Tr<5 anos
Rua João Enterlein	Tr<5 anos
Condomínio Portal	Tr<5 anos
Rua Independência	Tr<5 anos
Escola Municipal	Tr<5 anos
Rua Max Heiden	Tr<5 anos
Rua Liberdade	Tr<5 anos
Rua Marquês de Olinda	Tr<5 anos
Rua Paraíba	Tr<5 anos
Rua Alagoas	Tr<5 anos
Rua Porto União	Tr<5 anos
Rua Diringshoffer	Tr<5 anos
Rua Coronel Santiago	Tr<5 anos
Rua Rio Grande do Sul	Tr<5 anos
Rua Bahia	Tr<5 anos
Rua Paraná	Tr<5 anos
Galeria entre Rua Paraná e Rua Alexandre Schlemm	Tr<5 anos
Rua Alexandre Schlemm e Rua Saí	Tr<5 anos
Selbeti	Tr<5 anos
Rua Getulio Vargas	Tr<5 anos
Rua Plácido Gomes	Tr<5 anos
Rua São Paulo	Tr<5 anos
Avenida Procópio Gomes	Tr<5 anos
Rua Urussanga	Tr=5 anos

Conforme pode ser observado no desenho 951-PMJ-PDC-A1-P186 (vide Anexo I) e no Quadro 6.1, 86 % dos dispositivos de drenagem não suportam a vazão resultante de uma precipitação

de $Tr=5$ anos, 93% não suportam a vazão resultante de uma precipitação de $Tr=10$ anos, 100% não suportam a vazão resultante de uma precipitação de $Tr=25$ anos.

Utilizando os níveis da água apresentados no Anexo II e ilustrados na Figura 5.2 foram elaborados mapas com as manchas de inundação para os quatro períodos de retorno estudados.

As manchas de inundação para eventos com períodos de retorno de 5, 10, 25 e 50 anos estão apresentadas nos desenhos 951-PMJ-PDC-A3-P642, 951-PMJ-PDC-A3-P643, 951-PMJ-PDC-A3-P644 e 951-PMJ-PDC-A3-P645 (vide Anexo I), respectivamente. O Quadro 6.2 apresenta a área de inundação e a profundidade média das mesmas em função do período de retorno.

QUADRO 6.2
CARACTERÍSTICAS DAS MANCHAS DE INUNDAÇÃO

	<i>TR=5 Anos</i>			<i>TR=10 Anos</i>			<i>TR=25 Anos</i>			<i>TR=50 Anos</i>		
	<i>Diag</i>	<i>Prog</i>	<i>Incremento</i>	<i>Diag</i>	<i>Prog</i>	<i>Incremento</i>	<i>Diag</i>	<i>Prog</i>	<i>Incremento</i>	<i>Diag</i>	<i>Prog</i>	<i>Incremento</i>
Área Total de Inundação (km ²)	1,06	1,71	61%	1,41	2,08	48%	1,79	2,56	43%	2,05	2,79	36%
Profundidade Média (m)	0,86	1,44	67%	1,03	1,70	65%	1,33	1,98	49%	1,57	2,16	38%

As manchas de inundação ocorrem em quase toda a extensão do rio Jaguarão estendendo-se desde os entorno da BR-101 até a foz no rio Cachoeira. A região próxima afluência do braço norte, na rua Alexandre Schlemm, apresenta as maiores profundidades do nível da água nos eventos estudados.

Analisando a localização das manchas de inundação observa-se que a região mais atingida pelas cheias tem ocupação consolidada, atingindo as áreas de maior urbanização da bacia, causando danos e inconvenientes a população.

Os eventos de cheias para o cenário de ocupação futura estabelecido para bacia do rio Jaguarão resultaram num aumento na magnitude das inundações. A mancha de inundação na bacia do rio Jaguarão aumenta 61% para uma precipitação de $Tr=5$ anos, 48% para uma precipitação de $Tr=10$ anos, 43% para uma precipitação de $Tr=25$ anos e 36% para um precipitação de $Tr=50$ anos.

Os levantamentos de campo identificaram características restritivas ao escoamento sob o ponto de vista de drenagem. Aspectos como avanço da vegetação ribeirinha no canal, obstrução devido a lixo e obstáculos em dispositivos de drenagem não foram considerados nas simulações uma vez que estas características podem ser resolvidas com a realização de manutenção periódica do sistema de drenagem. O assoreamento do Rio Jaguarão, principalmente no seu baixo curso, foi considerado conforme levantado nas campanhas de topobatimetria realizadas para caracterizar o leito do rio em sua situação atual.

Mesmo considerando manutenção periódica e desprezando as restrições, conforme mencionado acima, o Rio Jaguarão apresenta ao longo de seu leito inúmeras estruturas com capacidade hidráulica insuficientes para vazões com período de retorno de 5 anos.

PROGNÓSTICO - TOMO XXIII – SUB-BACIA 23 – RIO BUPEVA

6. PROGNÓSTICO

Os estudos hidrológicos permitiram determinar os hidrogramas de cheia para os pontos característicos do rio Bupeva e foram apresentados nas Figuras 3.8 a 3.11. As vazões de cheia, que correspondem às vazões de pico dos hidrogramas, foram apresentadas no Quadro 3.3 em função do período de retorno. A Figura 6.1 apresenta um comparativo entre as vazões da bacia do rio Bupeva para a situação atual (diagnóstico) e a situação futura (prognósticos).

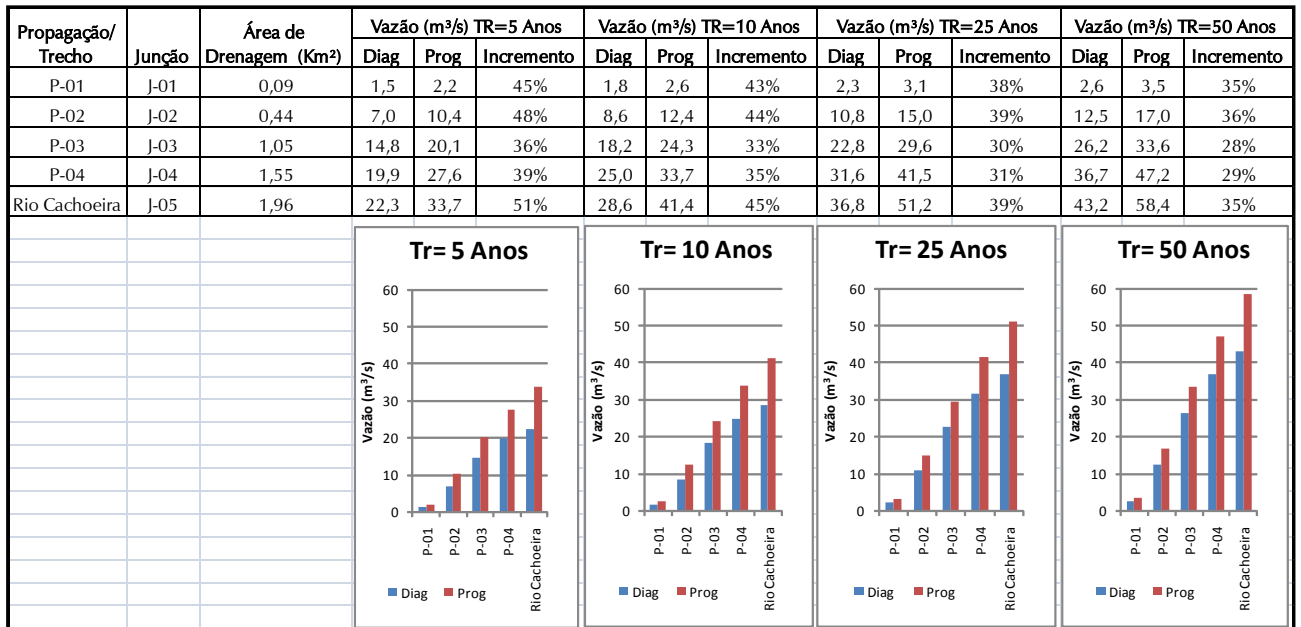


Figura 6.1 – Diagrama Topológico do Rio Bupeva do Modelo Matemático Hidráulico HEC-RAS

Os estudos hidráulicos permitiram determinar os níveis da água para o escoamento em regime permanente gradualmente variado das vazões de cheia determinadas através do estudo hidrológico, conforme apresentado na Figura 5.2. Os níveis da água a montante das estruturas de drenagem são apresentados no Quadro 5.1 em função do período de retorno. A Figura 6.2 apresenta um comparativo entre o período atendido pelos dispositivos de drenagem para a situação atual e futura. Os níveis que geram inundação estão sombreados em amarelo.

Local/Dispositivos de Drenagem	Diagnóstico					Prognóstico			
	TR=5 anos	TR=10 anos	TR=25 anos	TR=50 anos		TR=5 anos	TR=10 anos	TR=25 anos	TR=50 anos
Entre Casas									
Entre ruas Massaranduba e Agulhas Negras									
Entre Casas									
Margem à rua São Mateus									
Perpendicular à rua São Mateus									
Rua Vasco da Gama									
Rua Mercedes									
Rua Marechal Luis									

Figura 6.2 – Comparativo entre o período atendido pelos dispositivos de drenagem para situação atual e futura de urbanização

Com base nos resultados obtidos pode-se observar que:

- ✓ Para o cenário de urbanização futura adotado no prognóstico o evento de cheia com período de retorno de cinco anos provoca inundações no rio Bupeva em quase toda a sua extensão, desde a rua Rosa Candida Vieira até a rua Marechal Luis região a partir de onde começam as áreas de mangue ao longo do rio Bupeva.
- ✓ Com o aumento das áreas impermeáveis na bacia do rio Bupeva ocorre conseqüentemente o aumento das vazões de pico. A Figura 6.1 apresenta a relação entre as vazões do diagnóstico e prognóstico. Na foz do rio Bupeva a vazão de pico aumenta 51% a 35% para os períodos de retorno de 5 a 50 anos respectivamente.

O desenho 951-PMJ-PDC-A1-P638 Sub-Bacia 23-CA-BU – Rio Bupeva – Prognóstico da Capacidade Hidráulica (vide Anexo I) e o Quadro 6.1, elaborados a partir dos resultados apresentados, apresentam o prognóstico da capacidade hidráulica do rio Bupeva.

QUADRO 6.1
PROGNÓSTICO DOS DISPOSITIVOS DE DRENAGEM

<i>Local</i>	<i>Período de Retorno Atendido</i>
Entre Casas	Tr<5 anos
Entre ruas Massaranduba e Agulhas Negras	Tr<5 anos
Entre Casas	Tr<5 anos
Margem à rua São Mateus	Tr<5 anos
Perpendicular à rua São Mateus	Tr<5 anos
Rua Vasco da Gama	Tr<5 anos
Rua Mercês	Tr<5 anos
Rua Marechal Luis	Tr<5 anos

Conforme verificado no desenho 951-PMJ-PDC-A1-P638 e no quadro 6.1 constata-se que todos os dispositivos de drenagem do rio Bupeva não suportam a vazão de projeto resultante de uma precipitação de Tr=5 anos.

Utilizando os níveis da água apresentados no Anexo II e ilustrados na Figura 5.2 foram elaborados mapas com as manchas de inundação para os quatro períodos de retorno estudados.

As manchas de inundação para eventos com períodos de retorno de 5, 10, 25 e 50 anos estão apresentadas nos desenhos 951-PMJ-PDC-A3-P690, 951-PMJ-PDC-A3-P691, 951-PMJ-PDC-A3-P692 e 951-PMJ-PDC-A3-P693 (vide Anexo I), respectivamente. O Quadro 6.2 apresenta a área de inundação e a profundidade média das mesmas em função do período de retorno.

QUADRO 6.2
CARACTERÍSTICAS DAS MANCHAS DE INUNDAÇÃO

	TR=5 Anos			TR=10 Anos			TR=25 Anos			TR=50 Anos		
	Diag	Prog	Incremento	Diag	Prog	Incremento	Diag	Prog	Incremento	Diag	Prog	Incremento
Área Total de Inundação (km ²)	0,38	0,46	21%	0,38	0,53	39%	0,47	0,60	28%	0,55	0,64	16%
Profundidade Média (m)	0,81	0,93	15%	0,89	1,04	17%	1,08	1,32	22%	1,26	1,49	18%

As manchas de inundação prolongam-se por quase toda a extensão do rio Bupeva entendendo-se desde os entorno da rua Rosa Candida Vieira até a rua Marechal Luis região a partir de onde começam as áreas de mangue ao longo do rio Bupeva.

Analizando a localização das manchas de inundação na bacia do rio Bupeva observa-se que a região mais atingida pelas cheias tem ocupação consolidada, atingindo as áreas de maior urbanização da bacia, causando danos e inconvenientes a população.

Os estudos realizados possibilitaram avaliar o comportamento da rede de macrodrenagem da sub-bacia do rio Bupeva, indicando os locais onde ocorrem enchentes decorrentes da falta de capacidade desta rede. Alguns locais da sub-bacia podem apresentar também inundações decorrentes de outros fatores, como por exemplo, os terrenos baixos junto à foz que são inundados quando ocorre a elevação de nível no rio Cachoeira, ou por falta de capacidade da rede de microdrenagem. Conseqüentemente as manchas reais de inundação poderão ser maiores que as ilustradas no presente relatório.

Os eventos de cheias para o cenário de ocupação futura estabelecido para bacia do rio Bupeva resultaram num aumento na magnitude das inundações. A mancha de inundação na bacia do rio Bupeva aumenta 21% para uma precipitação de Tr=5 anos, 39% para uma precipitação de Tr=10 anos, 28% para uma precipitação de Tr=25 anos e 16% para um precipitação de Tr=50 anos.

Os levantamentos de campo identificaram características restritivas ao escoamento sob o ponto de vista de drenagem. Aspectos como avanço da vegetação ribeirinha no canal, obstrução devido a lixo e obstáculos em dispositivos de drenagem não foram considerados nas simulações uma vez que estas características podem ser resolvidas com a realização de manutenção periódica do sistema de drenagem. O assoreamento do rio Bupeva, principalmente no seu baixo curso, foi considerado conforme levantado nas campanhas de topobatimetria realizadas para caracterizar o leito do rio em sua situação atual.

Mesmo considerando uma manutenção periódica e desprezando as restrições, conforme mencionado acima, o rio Bupeva apresenta ao longo de seu leito inúmeras estruturas com capacidade hidráulica insuficiente para vazões com período de retorno de 5 anos.

A região de mangues existente a jusante a rua Marechal Luis é naturalmente suscetível à inundações quando da ocorrência de marés altas. Para a presente avaliação foi adotado o nível de maré na cota 1,60 m.No desenho 951-PMJ-PDC-A1-P079 – Sub-bacia 23-CA-BU – rio Bupeva – Áreas Urbanizadas (vide Anexo I) pode ser observada a ocupação da área de várzea nas proximidades do rio Cachoeira.

PROGNÓSTICO - TOMO XXIV – SUB-BACIA 24 – RIO BUCAREIN

6. PROGNÓSTICO

Os estudos hidrológicos permitiram determinar os hidrogramas de cheia para os pontos característicos do rio Bucarein e foram apresentados nas Figuras 3.19 a 3.22. As vazões de cheia, que correspondem às vazões de pico dos hidrogramas, foram apresentadas no Quadro 3.3 em função do período de retorno. A Figura 6.1 apresenta um comparativo entre as vazões da bacia do rio Bucarein para a situação atual (diagnóstico) e a situação futura (prognóstico).

Propagação/ Trecho	Junção	Área de Drenagem (Km ²)	Vazão (m ³ /s) TR=5 Anos			Vazão (m ³ /s) TR=10 Anos			Vazão (m ³ /s) TR=25 Anos			Vazão (m ³ /s) TR=50 Anos		
			Diag	Prog	Incremento	Diag	Prog	Incremento	Diag	Prog	Incremento	Diag	Prog	Incremento
P-01	J-01	1,61	6,20	17,73	186%	8,48	21,69	156%	11,71	26,83	129%	14,30	30,69	115%
P-02	J-02	2,96	15,63	35,29	126%	20,53	43,08	110%	27,37	53,17	94%	32,77	60,72	85%
P-03	J-03	3,39	19,43	40,46	108%	25,08	49,30	97%	32,94	60,73	84%	39,12	69,23	77%
P-04	J-04	4,14	25,54	50,99	100%	32,82	62,02	89%	42,88	76,19	78%	50,75	86,71	71%
P-05	J-05	4,61	29,33	53,51	82%	37,14	64,88	75%	47,86	79,59	66%	56,23	90,43	61%
P-06	J-06	0,46	4,08	7,19	76%	5,24	8,76	67%	6,86	10,86	58%	8,12	12,44	53%
P-07	J-07	0,94	8,56	15,47	81%	10,98	18,78	71%	14,30	23,12	62%	16,89	26,37	56%
P-08	J-08	6,72	47,46	75,88	60%	59,40	91,46	54%	75,48	111,61	48%	87,86	126,47	44%
P-09	J-09	0,09	1,24	1,63	31%	1,53	1,98	29%	1,91	2,44	28%	2,20	2,78	26%
P-10	J-10	1,22	11,79	16,95	44%	14,74	20,60	40%	18,65	25,29	36%	21,63	28,76	33%
P-11	J-11	9,58	55,44	85,46	54%	70,95	105,38	49%	91,94	131,21	43%	108,21	150,47	39%
Rio Cachoeira	J-12	10,97	55,94	81,16	45%	72,33	101,46	40%	94,59	127,87	35%	111,87	147,64	32%

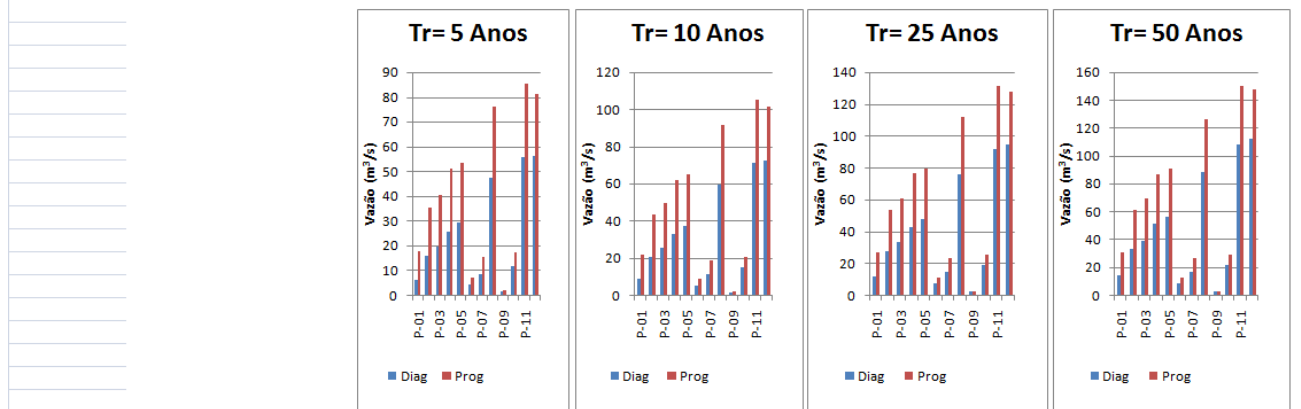


Figura 6.1 – Comparativo entre vazões para situação atual e futura de urbanização

Os estudos hidráulicos permitiram determinar os níveis da água para o escoamento em regime permanente gradualmente variado das vazões de cheia determinadas através do estudo hidrológico, conforme apresentado nas Figuras 5.2 e 5.3. Os níveis da água a montante das estruturas de drenagem são apresentados no Quadro 5.1 em função do período de retorno. A Figura 6.2 apresenta um comparativo entre o período de retorno atendido pelos dispositivos de drenagem para a situação atual e futura. Os níveis que geram inundação estão sombreados em amarelo.

Rio	Local/Dispositivos de Drenagem	Diagnóstico				Prognóstico			
		TR=5 anos	TR=10 anos	TR=25 anos	TR=50 anos	TR=5 anos	TR=10 anos	TR=25 anos	TR=50 anos
Bucarein	Rua Elis Regina								
Bucarein	Rua Professor Clemens Schmidt								
Bucarein	Rua Sorocaba								
Bucarein	Rua Santa Maria								
Bucarein	Rua São João								
Bucarein	Rua Adolfo Konder								
Bucarein	Rua Coimbra								
Bucarein	Rua Santa Catarina								
Bucarein	Rua Barra Velha								
Bucarein	Rua Elly Soares								
Bucarein	Rua Marabá								
Bucarein	Rua Antonieta Barroso								
Bucarein	Rua Itapema								
Bucarein	Rua Tatuapé								
Bucarein	Rua Presidente Wenceslau Braz								
Bucarein	Rua Presidente Epitácio Pessoa								
Bucarein	Rua Maestro Graxa								
Bucarein	Rua Uruguai								
Bucarein	Rua Botafogo								
Bucarein	Rua Monsenhor Gercino								
Bucarein	Rua Florianópolis								
Bucarein	Rua Inácio Bastos								
João Drefahl	BR-101								
João Drefahl	Rua Dona Emma até Augusto Alvin								
João Drefahl	Rua Colombia								
João Drefahl	Rua Presidente Nilo Peçanha								
João Drefahl	Rua Nilo Peçanha 2								
João Drefahl	Rua Nilo Peçanha 3								
João Drefahl	Rua Santa Catarina								
João Drefahl	Galeria antes Wenceslau Braz								
João Drefahl	Rua Wenceslau Braz								
João Drefahl	Galeria1 após Wenceslau Braz								
João Drefahl	Galeria2 após Wenceslau Braz								
João Drefahl	Rua Epitácio Pessoa								
João Drefahl	Rua Presidente Arthur Bernardes								
João Drefahl	Rua Paraguai								

Figura 6.2 – Comparativo entre o período de retorno atendido pelos dispositivos de drenagem para situação atual e futura de urbanização

Com base nos resultados obtidos pode-se observar que:

- ✓ o evento de cheia com período de retorno de cinco anos provoca inundações no rio Bucarein em quase toda a sua extensão, desde a rua Elis Regina até a rua Coronel Francisco Gomes próximo à sua foz no rio Cachoeira.
- ✓ as restrições ocasionadas pelos dispositivos de drenagem na Rua Florianópolis e na Rua Presidente Wenceslau Braz influenciam de forma significativa o escoamento. Na região da rua Florianópolis os resultados obtidos na simulação realizada sem os dispositivos de drenagem apresentam os níveis da água aproximadamente 1 metro abaixo dos níveis observados nas simulações com os dispositivos, embora continuem a provocar inundações, já na rua Presidente Wenceslau Braz essa diferença é de aproximadamente 2 metros.
- ✓ com aumento das áreas impermeáveis na bacia do rio Bucarein ocorre conseqüentemente um aumento nas vazões de pico. A Figura 6.1 apresenta a relação entre a vazão do diagnóstico e prognóstico. Na foz do rio Bucarein a vazão de pico aumenta em 45% a 32% para os períodos de retorno de 5 a 50 anos respectivamente.

O desenho 951-PMJ-PDC-A1-P639 Sub-Bacia 24-CA-BC – Rio Bucarein - Prognóstico da Capacidade Hidráulica (vide Anexo I) e o Quadro 6.1, elaborados a partir dos resultados apresentados, apresentam o prognóstico da capacidade hidráulica do rio Bucarein.

QUADRO 6.1
PROGNÓSTICO DOS DISPOSITIVOS DE DRENAGEM

Rio	BUCAREIN	
	Local/ Dispositivos de Drenagem	Período de Retorno atendido
Bucarein	Rua Elis Regina	Tr=5 anos
Bucarein	Rua Professor Clemens Schimdt	Tr=5 anos
Bucarein	Rua Sorocaba	Tr=5 anos
Bucarein	Rua Santa Maria	Tr< 5 anos
Bucarein	Rua São João	Tr< 5 anos
Bucarein	Rua Adolfo Konder	Tr< 5 anos
Bucarein	Rua Coimbra	Tr< 5 anos
Bucarein	Rua Santa Catarina	Tr< 5 anos
Bucarein	Rua Barra Velha	Tr< 5 anos
Bucarein	Rua Elly Soares	Tr< 5 anos
Bucarein	Rua Marabá	Tr< 5 anos
Bucarein	Rua Antonieta Barroso	Tr< 5 anos
Bucarein	Rua Itapema	Tr< 5 anos
Bucarein	Rua Tatuapé	Tr< 5 anos
Bucarein	Rua Presidente Wenceslau Braz	Tr< 5 anos
Bucarein	Rua Presidente Epitácio Pessoa	Tr< 5 anos
Bucarein	Rua Maestro Graxa	Tr< 5 anos
Bucarein	Rua Uruguai	Tr< 5 anos
Bucarein	Rua Botafogo	Tr< 5 anos
Bucarein	Rua Monsenhor Gercino	Tr< 5 anos
Bucarein	Rua Florianópolis	Tr< 5 anos
Bucarein	Rua Inácio Bastos	Tr=50 anos
João Drefahl	BR-101	Tr=25 anos
João Drefahl	Rua Dona Emma até Augusto Alvin	Tr< 5 anos
João Drefahl	Rua Colombia	Tr=10 anos
João Drefahl	Rua Presidente Nilo Peçanha	Tr< 5 anos
João Drefahl	Rua Nilo Peçanha 2	Tr< 5 anos
João Drefahl	Rua Nilo Peçanha 3	Tr< 5 anos
João Drefahl	Rua Santa Catarina	Tr< 5 anos
João Drefahl	Galeria antes Wenceslau Braz	Tr< 5 anos
João Drefahl	Rua Wenceslau Braz	Tr< 5 anos
João Drefahl	Galeria1 após Wencelau Braz	Tr< 5 anos
João Drefahl	Galeria2 após Wencelau Braz	Tr< 5 anos
João Drefahl	Rua Epitácio Pessoa	Tr< 5 anos
João Drefahl	Rua Presidente Arthur Bernardes	Tr< 5 anos
João Drefahl	Rua Paraguai	Tr< 5 anos

Conforme pode ser observado no desenho 951-PMJ-PDC-A1-P639 (vide Anexo I) e no Quadro 6.1, 83% dos dispositivos de drenagem do rio Bucarein não suportam a vazão resultante de uma precipitação de Tr=5 anos, 92% não suportam a vazão resultante de uma precipitação de

Tr=10 anos, 94% não suportam a vazão resultante de uma precipitação de Tr=25 anos e 3% (um único dispositivo) atende a vazão resultante de uma precipitação de Tr=50 anos.

Utilizando os níveis da água apresentados no Anexo II e ilustrados nas Figuras 5.2 e 5.3 foram elaborados mapas com as manchas de inundação para os quatro períodos de retorno estudados.

As manchas de inundação para eventos com períodos de retorno de 5, 10, 25 e 50 anos estão apresentadas nos desenhos 951-PMJ-PDC-A3-P694, 951-PMJ-PDC-A3-P695, 951-PMJ-PDC-A3-P696 e 951-PMJ-PDC-A3-P697 (vide Anexo I), respectivamente. O Quadro 6.2 apresenta a área de inundação e a profundidade média das mesmas em função do período de retorno.

QUADRO 6.2
CARACTERÍSTICAS DAS MANCHAS DE INUNDAÇÃO

	TR=5 Anos			TR=10 Anos			TR=25 Anos			TR=50 Anos		
	Diag	Prog	Incremento	Diag	Prog	Incremento	Diag	Prog	Incremento	Diag	Prog	Incremento
Área Total de Inundação (km ²)	0,43	0,97	124%	0,75	1,26	68%	0,91	1,61	77%	1,09	1,88	73%
Profundidade Média (m)	0,47	0,86	85%	0,63	1,03	63%	0,79	1,20	52%	0,91	1,39	53%

As manchas de inundação prolongam-se por quase toda a extensão do rio Bucarein estendendo-se desde o entorno da rua Elis Regina até a rua Coronel Francisco Gomes próximo a foz no rio Cachoeira.

Analisando a localização das manchas de inundações na bacia do rio Bucarein observa-se que a região mais atingida pelas cheias tem ocupação consolidada, atingindo as áreas de maior urbanização da bacia, causando danos e inconvenientes a população.

Os eventos de cheias para o cenário de ocupação futura estabelecido para bacia do rio Bucarein resultaram num aumento na magnitude das inundações. A mancha de inundação na bacia do rio Bucarein aumenta 124% para uma precipitação de Tr=5 anos, 68% para uma precipitação de Tr=10 anos, 77% para uma precipitação de Tr=25 anos e 73% para um precipitação de Tr=50 anos.

Os estudos realizados possibilitaram avaliar o comportamento da rede de macrodrenagem da sub-bacia do rio Bucarein, indicando os locais onde ocorrem enchentes decorrentes da falta de capacidade desta rede. Alguns locais da sub-bacia podem apresentar também inundações decorrentes de outros fatores, como por exemplo, os terrenos baixos junto à foz que são inundados quando ocorre a elevação de nível no rio Cachoeira, ou por falta de capacidade da rede de microdrenagem. Conseqüentemente as manchas reais de inundação poderão ser maiores que as ilustradas no presente relatório.

Os levantamentos de campo identificaram características restritivas ao escoamento sob o ponto de vista de drenagem. Aspectos como avanço da vegetação ribeirinha no canal, obstrução devido a lixo e obstáculos em dispositivos de drenagem não foram considerados nas simulações uma vez que estas características podem ser resolvidas com a realização de manutenção

periódica do sistema de drenagem. O assoreamento do rio Bucarein, principalmente no seu baixo curso, foi considerado conforme levantado nas campanhas de topobatimetria realizadas para caracterizar o leito do rio em sua situação atual.

Mesmo considerando uma manutenção periódica e desprezando as restrições, conforme mencionado acima, o rio Bucarein apresenta ao longo de seu leito inúmeras estruturas com capacidade hidráulica insuficiente para vazões com período de retorno de 5 anos.

PROGNÓSTICO - TOMO XXV – SUB-BACIA 25 – RIO ITAUM-AÇÚ

6. PROGNÓSTICO

Os estudos hidrológicos permitiram determinar os hidrogramas de cheia para os pontos característicos do rio Itaum-Açú e Itaum-Mirim e foram apresentados nas Figuras 3.31 a 3.35. As vazões de cheia, que correspondem às vazões de pico dos hidrogramas, foram apresentadas no Quadro 3.3 em função do período de retorno. A Figura 6.1 apresenta um comparativo entre as vazões da bacia do rio Itaum-Açú para a situação atual (diagnóstico) e a situação futura (prognóstico).

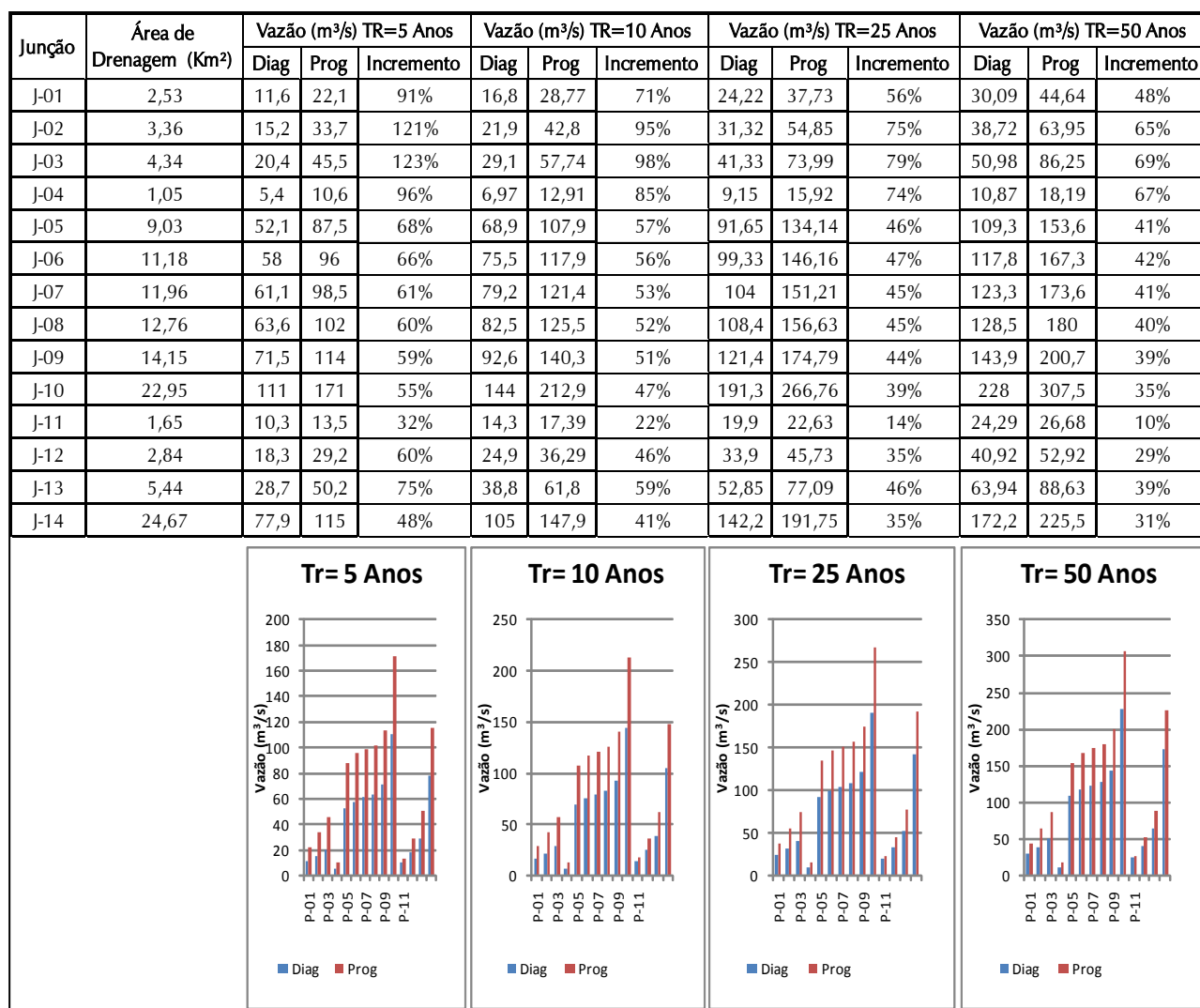


Figura 6.1 – Comparativo entre vazões para situação atual e futura de urbanização

Os estudos hidráulicos permitiram determinar os níveis da água para o escoamento em regime permanente gradualmente variado das vazões de cheia determinadas através do estudo hidrológico, conforme apresentado nas Figuras 5.2 e 5.3. Os níveis da água a montante das estruturas de drenagem são apresentados no Quadro 5.1 em função do período de retorno. A Figura 6.2 apresenta um comparativo entre o período de retorno atendido pelos dispositivos de drenagem para a situação atual e futura. Os níveis que geram inundação estão sombreados em amarelo.

Rio	Local/Dispositivos de Drenagem	Diagnóstico				Prognóstico			
		TR=5 anos	TR=10 anos	TR=25 anos	TR=50 anos	TR=5 anos	TR=10 anos	TR=25 anos	TR=50 anos
Itaum-Açú	Travessa Adolfo da Veiga								
Itaum-Açú	Rua Leon Hirszmann								
Itaum-Açú	Rua Carlos Emílio Alexandre Schwartz								
Itaum-Açú	Rua Adolfo da Veiga								
Itaum-Açú	Rua Adolfo da Veiga								
Itaum-Açú	Rua Elza Gomes								
Itaum-Açú	Rua Ten. Ayres Zacarias								
Itaum-Açú	Rua Victor Mateus Texeira								
Itaum-Açú	Rua Afonso Moreira								
Itaum-Açú	Servidão montante Constantino Caetano								
Itaum-Açú	Rua Constantino Caetano								
Itaum-Açú	Rua Esmaelita Frida Miranda								
Itaum-Açú	Rua Chico Mendes								
Itaum-Açú	Rua Boehmerwald								
Itaum-Açú	Edificação após Rua Boehmerwald								
Itaum-Açú	Rua Alfredo Colin								
Itaum-Açú	Rua das Telefonistas								
Itaum-Açú	Passarela Rua Bertholdo Corrêa								
Itaum-Açú	Rua dos Aimorês								
Itaum-Açú	Rua Bélgica								
Itaum-Açú	Rua Campina Grande								
Itaum-Açú	Estrada de Ferro + Rua Monsenhor Gercino								
Itaum-Açú	Rua Florianópolis								
Itaum-Açú	Rua Guanabara								
Itaum-Mirim	Rua Lourival Leite Palhares								
Itaum-Mirim	Rua dos Baobas								
Itaum-Mirim	Rua Lourenço Dias Inácio								
Itaum-Mirim	Rua Niralci de Oliveira Santana								
Itaum-Mirim	Rua Niralci de Oliveira Santana (lateral)								
Itaum-Mirim	Rua Constantino Oliveira Borges								
Itaum-Mirim	Estrada de Ferro								
Itaum-Mirim	Travessia após Estrada de Ferro								
Itaum-Mirim	Avenida Francisco Alves								
Itaum-Mirim	Rua Luiz Ceratti								
Itaum-Mirim	Rua Monsenhor Gercino								
Itaum-Mirim	Rua Agulhas Negras								
Itaum-Mirim	Rua Fátima								
Itaum-Mirim	Rua Suburbana								
Itaum-Mirim	Rua Florianópolis								
Itaum-Mirim	Rua Comandante Alberto Lepper								
Itaum-Mirim	Rua Passo Fundo								

Figura 6.2 – Comparativo entre o período de retorno atendido pelos dispositivos de drenagem para situação atual e futura de urbanização

Com base nos resultados obtidos pode-se observar que:

- ✓ para o cenário de urbanização futura adotado no prognóstico o evento de cheia com período de retorno de cinco anos provoca inundações no rio Itaum-Açú em quase toda a sua extensão, desde a rua Adolfo Veiga até próximo à rua Guanabara.
- ✓ o evento de cheia com período de retorno de cinco anos provoca inundações no rio Itaum-Mirim em toda a sua extensão, desde as cabeceiras nas proximidades da rua Lourival Palhares até próximo à sua foz no rio Itaum-Açú.
- ✓ as restrições ocasionadas pelos dispositivos de drenagem no rio Itaum-Açú entre a Rua Monsenhor Gercino e a Rua Alfredo Colin influenciam de forma significativa o escoamento. Os resultados obtidos na simulação realizada sem os dispositivos de drenagem apresentam os níveis da água nessa região 0,5 a 1 metro abaixo dos níveis observados nas simulações com os dispositivos, embora continuem a provocar inundações em quase toda extensão do rio.

- ✓ as restrições ocasionadas pelos dispositivos de drenagem no rio Itaum-Mirim na Rua Fátima e na Rua Agulhas Negras influenciam de forma significativa o escoamento. Os resultados obtidos na simulação realizada sem os dispositivos de drenagem apresentam os níveis da água nessa região 1,0 a 1,5 metro abaixo dos níveis observados nas simulações com os dispositivos, embora continuem a provocar inundações em quase toda extensão do rio.

O desenho 951-PMJ-PDC-A1-P640 Sub-Bacia 25-CA-IA – Rio Itaum-Açú – Prognóstico da Capacidade Hidráulica (vide Anexo I) e o Quadro 6.1, elaborados a partir dos resultados apresentados, apresentam o prognóstico da capacidade hidráulica dos rios Itaum-Açú e Itaum-Mirim.

QUADRO 6.1
PROGNÓSTICO DOS DISPOSITIVOS DE DRENAGEM

<i>Rio</i>	<i>Local / Dispositivos de Drenagem</i>	<i>Período de Retorno Atendido</i>
Itaum-Açú	Travessa Adolfo da Veiga	Tr<5 anos
Itaum-Açú	Rua Leon Hirszmann	Tr<5 anos
Itaum-Açú	Rua Carlos Emílio Alexandre Schwartz	Tr<5 anos
Itaum-Açú	Rua Adolfo da Veiga	Tr<5 anos
Itaum-Açú	Rua Adolfo da Veiga	Tr<5 anos
Itaum-Açú	Rua Elza Gomes	Tr<5 anos
Itaum-Açú	Rua Ten. Ayres Zacarias	Tr<5 anos
Itaum-Açú	Rua Victor Mateus Texeira	Tr<5 anos
Itaum-Açú	Rua Afonso Moreira	Tr<5 anos
Itaum-Açú	Servidão montante Constantino Caetano	Tr<5 anos
Itaum-Açú	Rua Constantino Caetano	Tr<5 anos
Itaum-Açú	Rua Esmaelita Frida Miranda	Tr<5 anos
Itaum-Açú	Rua Chico Mendes	Tr<5 anos
Itaum-Açú	Rua Boehmerwald	Tr<5 anos
Itaum-Açú	Edificação após Rua Boehmerwald	Tr<5 anos
Itaum-Açú	Rua Alfredo Colin	Tr<5 anos
Itaum-Açú	Rua das Telefonistas	Tr<5 anos
Itaum-Açú	Passarela Rua Bertholdo Corrêa	Tr<5 anos
Itaum-Açú	Rua dos Aimorés	Tr<5 anos
Itaum-Açú	Rua Bélgica	Tr<5 anos
Itaum-Açú	Rua Campina Grande	Tr<5 anos
Itaum-Açú	Estrada de Ferro + Rua Monsenhor Gercino	Tr<5 anos
Itaum-Açú	Rua Florianópolis	Tr<5 anos
Itaum-Açú	Rua Guanabara	Tr=25 anos
Itaum-Mirim	Rua Lourival Leite Palhares	Tr<5 anos
Itaum-Mirim	Rua dos Baobas	Tr<5 anos
Itaum-Mirim	Rua Lourenço Dias Inácio	Tr<5 anos
Itaum-Mirim	Rua Niralci de Oliveira Santana	Tr<5 anos
Itaum-Mirim	Rua Niralci de Oliveira Santana (lateral)	Tr<5 anos
Itaum-Mirim	Rua Constantino Oliveira Borges	Tr<5 anos
Itaum-Mirim	Estrada de Ferro	Tr<5 anos
Itaum-Mirim	Travessia após Estrada de Ferro	Tr<5 anos
Itaum-Mirim	Avenida Francisco Alves	Tr<5 anos
Itaum-Mirim	Rua Luiz Ceratti	Tr<5 anos
Itaum-Mirim	Rua Monsenhor Gercino	Tr<5 anos
Itaum-Mirim	Rua Agulhas Negras	Tr<5 anos
Itaum-Mirim	Rua Fátima	Tr<5 anos
Itaum-Mirim	Rua Suburbana	Tr<5 anos
Itaum-Mirim	Rua Florianópolis	Tr<5 anos
Itaum-Mirim	Rua Comandante Alberto Lepper	Tr<5 anos
Itaum-Mirim	Rua Passo Fundo	Tr<5 anos

Conforme pode ser observado no desenho 951-PMJ-PDC-A1-P189 (vide Anexo I) e no Quadro 6.1, 98% dos dispositivos de drenagem dos rios Itaum-Açú e Itaum-Mirim não suportam a vazão resultante de uma precipitação de $Tr=5$ anos, 2% (um único dispositivo) atende a vazão resultante de uma precipitação de $Tr=25$ anos.

Utilizando os níveis da água apresentados no Anexo II e ilustrados na Figura 5.2 foram elaborados mapas com as manchas de inundação para os quatro períodos de retorno estudados.

As manchas de inundação para eventos com períodos de retorno de 5, 10, 25 e 50 anos estão apresentadas nos desenhos 951-PMJ-PDC-A3-P698, 951-PMJ-PDC-A3-P699, 951-PMJ-PDC-A3-P700 e 951-PMJ-PDC-A3-P701 (vide Anexo I), respectivamente. O Quadro 6.2 apresenta a área de inundação e a profundidade média das mesmas em função do período de retorno.

QUADRO 6.2
CARACTERÍSTICAS DAS MANCHAS DE INUNDAÇÃO

	<i>TR=5 Anos</i>			<i>TR=10 Anos</i>			<i>TR=25 Anos</i>			<i>TR=50 Anos</i>		
	<i>Diag</i>	<i>Prog</i>	<i>Incremento</i>	<i>Diag</i>	<i>Prog</i>	<i>Incremento</i>	<i>Diag</i>	<i>Prog</i>	<i>Incremento</i>	<i>Diag</i>	<i>Prog</i>	<i>Incremento</i>
Área Total de Inundação (km ²)	0,92	2,80	204%	1,84	3,51	91%	3,04	4,16	37%	3,62	4,62	28%
Profundidade Média (m)	0,48	0,81	69%	0,60	1,06	77%	0,87	1,39	60%	1,08	1,63	51%

As manchas de inundação prolongam-se por quase toda a extensão do rio Itaum-Açú estendendo-se desde a rua Adolfo Veiga até a rua Guanabara. As manchas de inundação no rio Itaum-Mirim prolongam-se desde a Estrada de Ferro até sua foz no rio Itaum-Açú.

Analisando a localização das manchas de inundações na bacia do rio Itaum-Açú observa-se que a região mais atingida pelas cheias tem ocupação consolidada, atingindo as áreas de maior urbanização da bacia, causando danos e inconvenientes a população.

Os eventos de cheia para o cenário de ocupação futura estabelecido para a baía do rio Itaum-Açú resultaram num aumento na magnitude das inundações. A mancha de inundação na baía do rio Itaum-Açú aumenta 204% para um precipitação de $Tr=5$ anos, 91% para uma precipitação de $Tr=10$ anos, 37% para uma precipitação de $Tr=25$ anos e 28% para uma precipitação de $Tr=50$ anos.

Os estudos realizados possibilitaram avaliar o comportamento da rede de macrodrenagem da sub-bacia dos rios Itaum-Açú e Itaum-Mirim, indicando os locais onde ocorrem enchentes decorrentes da falta de capacidade desta rede. Alguns locais da sub-bacia podem apresentar também inundações decorrentes de outros fatores, como por exemplo, os terrenos baixos junto à foz que são inundados quando ocorre a elevação de nível no rio Cachoeira, ou por falta de capacidade da rede de microdrenagem. Consequentemente as manchas reais de inundação poderão ser maiores que as ilustradas no presente relatório.

Os levantamentos de campo identificaram características restritivas ao escoamento sob o ponto de vista de drenagem. Aspectos como avanço da vegetação ribeirinha no canal, obstrução

devido a lixo e obstáculos em dispositivos de drenagem não foram considerados nas simulações uma vez que estas características podem ser resolvidas com a realização de manutenção periódica do sistema de drenagem. O assoreamento dos rios Itaum-Açú e Itaum-Mirim, principalmente no seu baixo curso, foi considerado conforme levantado nas campanhas de topobatimetria realizadas para caracterizar o leito do rio em sua situação atual.

Mesmo considerando uma manutenção periódica e desprezando as restrições, conforme mencionado acima, os rios Itaum-Açú e Itaum-Mirim apresentam ao longo de seu leito inúmeras estruturas com capacidade hidráulica insuficiente para vazões com período de retorno de 5 anos.

A região de mangues existente na bacia do rio Itaum-Açú a jusante da foz do rio Itaum-Mirim é naturalmente suscetível à inundações quando da ocorrência de marés altas. Para a presente avaliação foi adotado o nível de maré na cota 1,60 m. No desenho 951-PMJ-PDC-A1-P087 – Sub-Bacia 25-CA-IA – Rio Itaum-Açú – Áreas Urbanizadas (vide Anexo I) pode ser observada a ocupação da área de várzea nas proximidades do rio Cachoeira.

***PROGNÓSTICO - TOMO XXVI –
RIO CACHOEIRA***

6. PROGNÓSTICO

Os estudos hidrológicos permitiram determinar os hidrogramas de cheia para os pontos característicos do rio Cachoeira e foram apresentados nas Figuras 3.20 a 3.23. As vazões de cheia, que correspondem às vazões de pico dos hidrogramas, foram apresentadas no Quadro 3.3 em função do período de retorno. A Figura 6.1 apresenta um comparativo entre as vazões da bacia do rio Cachoeira para a situação atual (diagnóstico) e a situação futura (prognóstico).

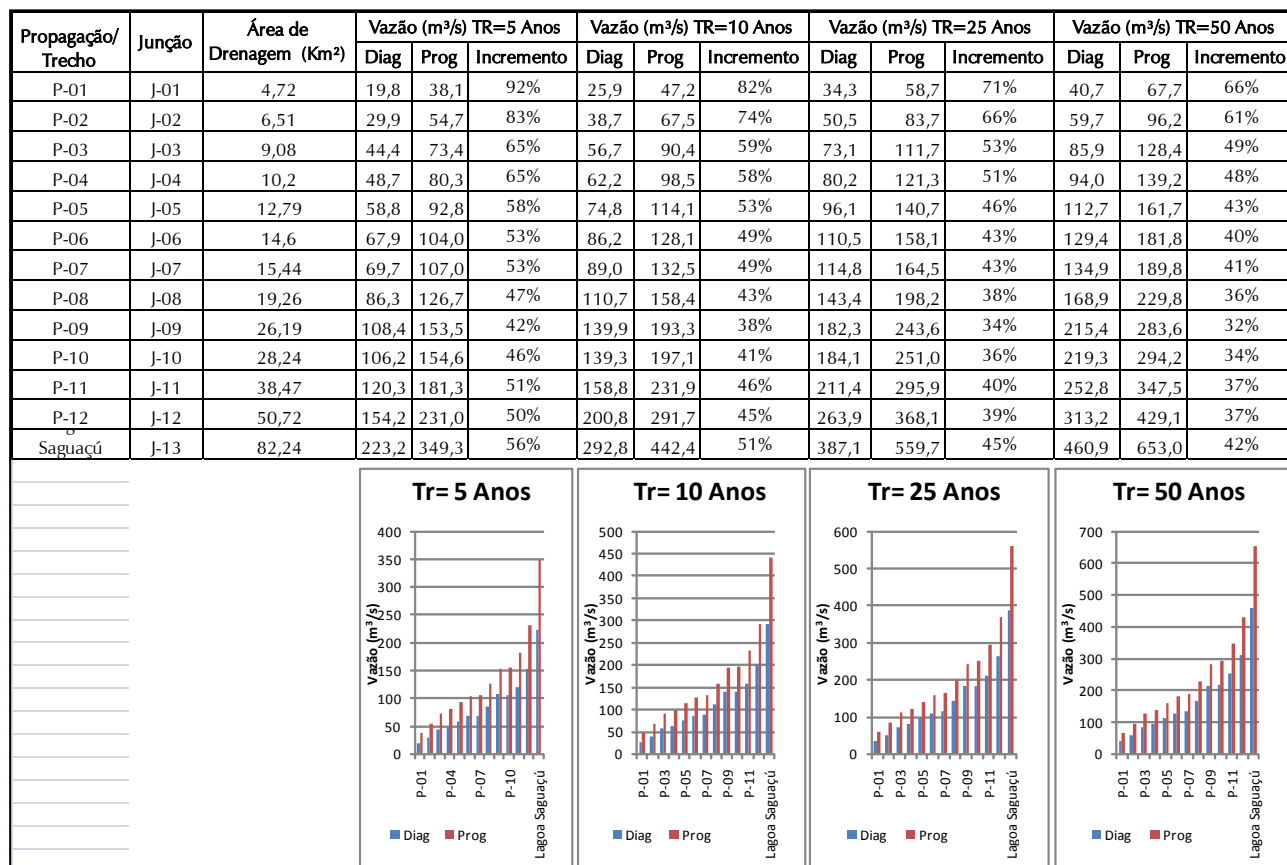


Figura 6.1 – Comparativo entre vazões para situação atual e futura de urbanização

Os estudos hidráulicos permitiram determinar os níveis da água para o escoamento em regime permanente gradualmente variado das vazões de cheias determinadas através do estudo hidrológico, conforme apresentado na Figura 5.2. Os níveis da água a montante das estruturas de drenagem são apresentados no Quadro 5.1 em função do período de retorno. A Figura 6.2 apresenta um comparativo entre o período de retorno atendido pelos dispositivos de drenagem para a situação atual e futura. Os níveis que geram inundação estão sombreados em amarelo.

Rio	Local/Dispositivos de Drenagem	Diagnóstico				Prognóstico			
		TR=5 anos	TR=10 anos	TR=25 anos	TR=50 anos	TR=5 anos	TR=10 anos	TR=25 anos	TR=50 anos
Cachoeira	Rua Andorinhas								
Cachoeira	Rua Otto Pfluetzenreuter								
Cachoeira	Rua Hermann Lange								
Cachoeira	Rua Adolpho E. Ficher								
Cachoeira	Rua Marques de Olinda								
Cachoeira	Rua Prefeito Luiz Carlos Garcia								
Cachoeira	Rua Felix Henzelmann								
Cachoeira	Rua Carlo Willy Boehm								
Cachoeira	Rua João Vongelsanger								
Cachoeira	Rua Professor Ludwig Feitas								
Cachoeira	Rua Expedicionário Estevão da Silva								
Cachoeira	Rua Blumenau								
Cachoeira	Rua Dr. João Colin								
Cachoeira	Rua Maceió								
Cachoeira	Rua Aracaju								
Cachoeira	Rua João Pessoa								
Cachoeira	Rua Padre Antônio Vieira								
Cachoeira	Avenida José Vieira								
Cachoeira	Rua Itaipópolis								
Cachoeira	Ponte Dona Francisca								
Cachoeira	Rua Princesa Isabel								
Cachoeira	Rua Nove de Março								
Cachoeira	Rua Cachoeira								

Figura 6.2 – Comparativo entre o período de retorno atendido pelos dispositivos de drenagem para situação atual e futura de urbanização

Com base nos resultados obtidos pode-se observar que:

- ✓ para o cenário de urbanização futura adotado no prognóstico o evento de cheia com período de retorno de 5 anos provoca inundações no rio Cachoeira em quase toda sua extensão, desde a foz do rio Walter Brandt até a foz do rio Jaguarão.
- ✓ as restrições ocasionadas pelo dispositivos de drenagem entre a Rua 9 de Março e a Rua Blumenau influenciam de forma significativa o escoamento. Os resultados obtidos na simulação realizada sem os dispositivos de drenagem apresentam os níveis da água nessa região 0,5 a 1 metro abaixo dos níveis observados nas simulações com os dispositivos.
- ✓ com aumento das áreas impermeáveis na bacia do rio Cachoeira ocorre conseqüentemente um aumento nas vazões de pico. A Figura 6.1 apresenta a relação entre a vazão do diagnóstico e prognóstico. Na região da rua Nove de Março (J-10) a vazão de pico aumenta em 46% a 34% para os períodos de retorno de 5 a 50 anos respectivamente.

O desenho 951-PMJ-PDC-A1-P641 Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira – Prognóstico da Capacidade Hidráulica (vide Anexo I) e o Quadro 6.1, elaborados a partir dos resultados apresentados, apresentam o prognóstico da capacidade hidráulica do rio Cachoeira.

QUADRO 6.1
PROGNÓSTICO DOS DISPOSITIVOS DE DRENAGEM

<i>Local / Dispositivos de Drenagem</i>	<i>Período de Retorno atendido</i>
Rua Andorinhas	Tr=5 anos
Rua Otto Pfuetsenreuter	Tr=5 anos
Rua Hermann Lange	Tr<5 anos
Rua Adolpho E. Ficher	Tr<5 anos
Rua Marques de Olinda	Tr<5 anos
Rua Prefeito Luiz Carlos Garcia	Tr<5 anos
Rua Felix Henzelmann	Tr<5 anos
Rua Carlo Willy Boehm	Tr<5 anos
Rua João Vongelsanger	Tr<5 anos
Rua Professor Ludwig Feitas	Tr<5 anos
Rua Expedicionário Estevão da Silva	Tr<5 anos
Rua Blumenau	Tr<5 anos
Rua Dr. João Colín	Tr<5 anos
Rua Maceió	Tr<5 anos
Rua Aracaju	Tr<5 anos
Rua João Pessoa	Tr<5 anos
Rua Padre Antônio Vieira	Tr<5 anos
Avenida José Vieira	Tr<5 anos
Rua Itaiópolis	Tr<5 anos
Ponte Dona Francisca	Tr<5 anos
Rua Princesa Isabel	Tr<5 anos
Rua Nove de Março	Tr<5 anos
Rua Cachoeira	Tr<5 anos

Conforme pode ser observado no desenho 951-PMJ-PDC-A1-P641 (vide Anexo I) e no Quadro 6.1, 91% dos dispositivos de drenagem não suportam a vazão resultante de uma precipitação de Tr=5 anos e 9% (dois dispositivos) atende a vazão resultante de uma precipitação de Tr=5 anos.

Utilizando os níveis da água apresentados no Anexo II e ilustrados na Figura 5.2 foram elaborados mapas com as manchas de inundação para os quatro períodos de retorno estudados.

As manchas de inundação para eventos com períodos de retorno de 5, 10, 25 e 50 anos estão apresentadas nos desenhos 951-PMJ-PDC-A3-P706, 951-PMJ-PDC-A3-P707, 951-PMJ-PDC-A3-P708 e 951-PMJ-PDC-A3-P709 (vide Anexo I), respectivamente. O Quadro 6.2 apresenta a área de inundação e a profundidade média das mesmas em função do período de retorno.

QUADRO 6.2
CARACTERÍSTICAS DAS MANCHAS DE INUNDAÇÃO

	TR=5 Anos			TR=10 Anos			TR=25 Anos			TR=50 Anos		
	Diag	Prog	Incremento	Diag	Prog	Incremento	Diag	Prog	Incremento	Diag	Prog	Incremento
Área Total de Inundação (km²)	1.59	4.07	156%	3.05	5.24	72%	5.39	5.95	10%	5.63	7.73	37%
Profundidade Média (m)	0.51	0.73	43%	0.64	0.87	36%	0.92	1.12	22%	0.91	1.17	29%

As manchas de inundação prolongam-se por quase toda a extensão do rio Cachoeira estendendo-se desde os entornos da foz da bacia do rio Walter Brandt até a foz da bacia do rio Jaguarão.

Analisando a localização das manchas de inundação observa-se que a região mais atingida pelas cheias tem ocupação consolidada, atingindo as áreas de maior urbanização da bacia, causando danos e inconvenientes à população. Nesta região encontra-se a área central da cidade de Joinville.

Os eventos de cheias para o cenário de ocupação futura estabelecido para bacia do rio Cachoeira resultaram num aumento na magnitude das inundações. A mancha de inundação na bacia do rio Cachoeira aumenta 156% para uma precipitação de Tr=5 anos, 72% para uma precipitação de Tr=10 anos, 10% para uma precipitação de Tr=25 anos e 37% para uma precipitação de Tr=50 anos.

Os levantamentos de campo identificaram características restritivas ao escoamento sob o ponto de vista de drenagem. Aspectos como avanço da vegetação ribeirinha no canal, obstrução devido a lixo e obstáculos em dispositivos de drenagem não foram considerados nas simulações uma vez que estas características podem ser resolvidas com a realização de manutenção periódica do sistema de drenagem. O assoreamento do Rio Cachoeira, principalmente no seu baixo curso, foi considerado conforme levantado nas campanhas de topobatimetria realizadas para caracterizar o leito do rio em sua situação atual.

Mesmo considerando uma manutenção periódica e desprezando as restrições, conforme mencionado acima, o rio Cachoeira apresenta ao longo de seu leito inúmeras estruturas com capacidade hidráulica insuficientes para vazões com período de retorno de 5 anos.