

Plano Diretor de Drenagem Urbana da Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira

Formulação de Cenários, Diagnóstico e Prognóstico

Volume 4 | Prognóstico

Tomo IV • Sub-bacia 4 • Rio Luiz Tonnemann



BID



JOINVILLE
CIDADE
SAUDÁVEL



Fevereiro / 2011

951-PMJ-PDC-RT-P135 | 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 4 - PROGNÓSTICO

TOMO IV – SUB-BACIA 4 - RIO LUIZ TONEMANN

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-P135		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 4 – PROGNÓSTICO

TOMO IV – SUB-BACIA 4 – RIO LUIZ TONNEMANN

CONSÓRCIO ENGECORPS♦HIDROSTUDIO♦BRLi

951-PMJ-PDC-RT-P135

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 – Rua 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 – Rua 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
2. CARACTERIZAÇÃO HIDROLÓGICA DA BACIA DO RIO LUIZ TONNEMANN	2
2.1 DELIMITAÇÃO DA BACIA E SUB-BACIAS	2
2.2 CLASSIFICAÇÃO HIDROLÓGICA DOS SOLOS.....	2
2.3 USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	3
2.4 ÁREAS IMPERMEÁVEIS E PERMEÁVEIS	3
2.5 TEMPO DE CONCENTRAÇÃO.....	4
2.6 PROPAGAÇÃO DE HIDROGRAMAS	5
3. HIDROLOGIA	6
3.1 PRECIPITAÇÃO	6
3.2 SIMULAÇÕES HIDROLÓGICAS	6
3.2.1 Modelagem Computacional.....	6
3.3.2 Resultados Obtidos	8
4. CARACTERIZAÇÃO HIDRÁULICA.....	14
5. SIMULAÇÕES HIDRÁULICAS	17
5.1 MODELAGEM COMPUTACIONAL	17
5.2 RESULTADOS OBTIDOS	19
5.3 SIMULAÇÃO DO CANAL	22
6. PROGNÓSTICO	24

ANEXO I - DESENHOS DE PROJETO**ANEXO II - RESULTADOS DA SIMULAÇÃO HIDRÁULICA – HEC-RAS**

ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁG.
<i>Figura 3.1 – Precipitação de Projeto.....</i>	<i>7</i>
<i>Figura 3.2 – Diagrama Topológico da Bacia no Programa HEC-HMS.....</i>	<i>8</i>
<i>Figura 3.3 – Hidrograma Sub-Bacia SB-01.....</i>	<i>9</i>
<i>Figura 3.4 – Hidrograma Sub-Bacia SB-02.....</i>	<i>9</i>
<i>Figura 3.5 – Hidrograma Sub-Bacia SB-03.....</i>	<i>10</i>
<i>Figura 3.6 – Hidrograma Sub-Bacia SB-04.....</i>	<i>10</i>
<i>Figura 3.7 – Hidrograma Sub-Bacia SB-05.....</i>	<i>11</i>
<i>Figura 3.8 – Hidrograma das Junções para Tempo de Retorno de 5 Anos.....</i>	<i>12</i>
<i>Figura 3.9 – Hidrograma das Junções para Tempo de Retorno de 10 Anos.....</i>	<i>12</i>
<i>Figura 3.10 – Hidrograma das Junções para Tempo de Retorno de 25 Anos.....</i>	<i>13</i>
<i>Figura 3.11 – Hidrograma das Junções para Tempo de Retorno de 50 Anos.....</i>	<i>13</i>
<i>Figura 5.1 – Diagrama Topológico do Rio Luiz Tonnemann no Programa HEC-RAS.....</i>	<i>19</i>
<i>Figura 5.2 – Níveis d'Água no rio Luiz Tonnemann na Condição Futura - Programa HEC-RAS.....</i>	<i>21</i>
<i>Figura 5.3 – Comparativo dos Níveis d'Água no rio Luiz Tonnemann com e sem Dispositivos de Drenagem.....</i>	<i>23</i>
<i>Figura 6.1 – Comparativo entre Vazões para Situação Atual e Futura de Urbanização.....</i>	<i>24</i>
<i>Figura 6.2 – Comparativo entre o Período de Retorno Atendido pelos Dispositivos de Drenagem para Situação Atual e Futura de Urbanização.....</i>	<i>24</i>

ÍNDICE DE QUADROS

	PÁG.
Quadro 2.1 - Áreas de Drenagem	2
Quadro 2.2 - Número de Curva dos Solos das Sub-bacias – Parcela Permeável.....	3
Quadro 2.3 - Rio Luiz Tonnemann – Amostras de Áreas com Ocupação Consolidada.....	4
Quadro 2.4 - Rio Luiz Tonnemann – Áreas Impermeáveis e Permeáveis – Situação Futura.....	4
Quadro 2.5 - Características Fisiográficas da Bacia e Sub-bacias do Luiz Tonnemann – Situação Futura ...	5
Quadro 2.6 - Localização das Propagações	5
Quadro 2.7 - Características da Rede de Drenagem – Propagação de Hidrogramas	6
Quadro 3.1 - Bacia 04-CA-LT – Rio Luiz Tonnemann – Precipitação de Projeto.....	6
Quadro 3.2 - Bacia 04-CA-LT – Rio Luiz Tonnemann – Localização dos Pontos de Junção.....	7
Quadro 3.3 - Vazões de Projeto em Cada Trecho	14
Quadro 4.1 - Caracterização Hidráulica dos Dispositivos de Drenagem.....	15
Quadro 5.1 - Rio Luiz Tonnemann - Níveis de Inundação – Condição Futura.....	20
Quadro 5.2 - Rio Luiz Tonnemann - Níveis de Inundação – Condição Futura sem Dispositivos de Drenagem	22
Quadro 6.1 - Prognóstico dos Dispositivos de Drenagem	25
Quadro 6.2 - Características das Manchas de Inundação.....	26

1. INTRODUÇÃO

O presente Tomo IV do Volume 4 visa apresentar o prognóstico da bacia hidrográfica do rio Luiz Tonnemann, elaborado tendo por base a metodologia proposta e descrita em detalhes no Volume 2 deste relatório.

Este tomo está estruturado de forma a apresentar as informações necessárias para o prognóstico da bacia hidrográfica do rio Luiz Tonnemann, afluente pela margem direita do rio Cachoeira, estando dividido nos seguintes tópicos:

✓ Caracterização Hidrológica da Bacia

- ✧ Bacia Hidrográfica;
- ✧ Áreas Impermeáveis e Permeáveis;
- ✧ Tempo de Concentração;
- ✧ Uso do Solo;
- ✧ Solo (CN);
- ✧ Propagações de Hidrogramas;

✓ Hidrologia

- ✧ Precipitação de Projeto;
- ✧ Simulações Hidrológicas;
- ✧ Hidrogramas das Sub-Bacias;
- ✧ Vazões Efluentes de Nós;

✓ Caracterização Hidráulica do Rio

✓ Hidráulica

- ✧ Simulações Hidráulicas;
- ✧ Níveis de Água;

✓ Prognóstico

2. CARACTERIZAÇÃO HIDROLÓGICA DA BACIA DO RIO LUIZ TONNEMANN

2.1 DELIMITAÇÃO DA BACIA E SUB-BACIAS

A bacia hidrográfica do rio Luiz Tonnemann localiza-se na parte superior da bacia do rio Cachoeira. Seu escoamento faz-se no sentido de sudoeste para nordeste (SW-NE).

A delimitação da bacia hidrográfica do rio Cachoeira e suas sub-bacias foi realizada utilizando base cartográfica gerada por restituição aerofotogramétrica efetuada em 2007, com curvas de nível com equidistância de 1,0 metro, além das bases de projetos/cadastros de drenagem da PMJ.

A bacia do rio Luiz Tonnemann possui uma área de drenagem de aproximadamente 1,93 km² correspondendo a aproximadamente 2% da bacia do rio Cachoeira. A bacia hidrográfica do rio Luiz Tonnemann foi subdividida em 5 sub-bacias com áreas entre 0,08 km² e 0,77 km². Essa divisão está apresentada no desenho 951-PMJ-PDC-A1-P040 – Sub-Bacia 04-CA-LT – Rio Luiz Tonnemann – Delimitação da Bacia e Sub-Bacias (vide Anexo I). O Quadro 2.1 apresenta as áreas de drenagem de cada sub-bacia e da bacia do rio Luiz Tonnemann.

QUADRO 2.1
ÁREAS DE DRENAGEM

<i>Nome da Sub-Bacia</i>	<i>Sub-Bacia</i>	<i>Área Sub-Bacia (km²)</i>
04-CA-LT-001	SB-01	0,50
04-CA-LT-002	SB-02	0,35
04-CA-LT-003	SB-03	0,77
04-CA-LT-004	SB-04	0,08
04-CA-LT-005	SB-05	0,22
04-CA-LT	Rio Luiz Tonnemann	1,93

2.2 CLASSIFICAÇÃO HIDROLÓGICA DOS SOLOS

Utilizando o mapa pedológico do município de Joinville foi desenvolvida uma análise do solo da bacia do rio Luiz Tonnemann. Esta análise indicou que, com base no critério do “Soil Conservation Service”, a bacia do rio Luiz Tonnemann tem distribuição desigual entre solos mais impermeáveis, que geram escoamento acima da média e com capacidade de infiltração abaixo da média dos tipos C (69%) e solos mais permeáveis que podem ser classificados como tipo B (31%). O desenho 951-PMJ-PDC-A1-P042 – Sub-Bacia 04-CA-LT – Rio Luiz Tonnemann – Pedologia (vide Anexo I) apresenta a distribuição de solos na bacia do rio Luiz Tonnemann e a classificação hidrológica de cada unidade, resultado da análise efetuada sobre o tema. É interessante perceber que os solos tipo B, mais permeáveis, estão localizados nas porções altas das sub-bacias mais próximas da cabeceira do rio Luiz Tonnemann, predominando os solos C nas sub-bacias como um todo.

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.

Utilizando programa GIS foram obtidas as áreas associadas a cada tipologia de solo, calculando-se a parcela porcentual ocupada por cada uma. O CN (número de curva) médio permeável de cada sub-bacia encontra-se indicado no Quadro 2.2, tendo sido determinado através da média ponderada das áreas e CNs correspondentes a cada tipologia de solos.

QUADRO 2.2
NÚMERO DE CURVA DOS SOLOS DAS SUB-BACIAS – PARCELA PERMEÁVEL

<i>Sub-Bacia</i>	<i>Solo Tipo B (%) (CN=61)</i>	<i>Solo Tipo C (%) (CN=74)</i>	<i>Solo Tipo D (%) (CN=80)</i>	<i>CN</i>
SB-01	38,30%	61,70%	0,00%	69
SB-02	53,60%	46,40%	0,00%	67
SB-03	28,00%	72,00%	0,00%	70
SB-04	6,80%	93,20%	0,00%	73
SB-05	0,00%	100,00%	0,00%	74
Luiz Tonnemann	31,26%	68,74%	0,00%	69

Obs.: Os valores apresentados nos quadros são resultados de arredondamentos. Os cálculos foram efetuados em planilhas eletrônicas sem arredondamento.

2.3 USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

Os desenhos 951-PMJ-PDC-A1-P041 – Sub-Bacia 04-CA-LT – Rio Luiz Tonnemann – Uso e Ocupação – Delimitação dos Bairros e 951-PMJ-PDC-A1-P043 – 04-CA-LT – Rio Luiz Tonnemann – Áreas Urbanizadas (vide Anexo I) apresentam, respectivamente, o padrão de ocupação dos bairros situados na bacia e ilustrados sobre foto aérea da região de interesse, permitindo caracterizar o uso e ocupação da bacia do rio Luiz Tonnemann na situação atual.

A análise desses desenhos mostra que há um predomínio de áreas residenciais, ocupando aproximadamente 67% da bacia. Nesta bacia há poucas áreas de preservação permanente correspondendo a aproximadamente 3% da área da bacia. Grande parte da urbanização desta bacia localiza-se na região de médio e baixo curso do rio Luiz Tonnemann.

2.4 ÁREAS IMPERMEÁVEIS E PERMEÁVEIS

O desenho 951-PMJ-PDC-A1-P091 – Sub-Bacia 04-CA-LT – Rio Luiz Tonnemann – Áreas Permeáveis e Impermeáveis (vide Anexo I) apresenta a identificação de áreas permeáveis e impermeáveis na situação atual da bacia do rio Luiz Tonnemann. 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.

Conforme apresentado no Volume 2 do Relatório 3, utilizando as fotos aéreas foi realizada análise visual da ocupação de cada sub-bacia a partir da qual foram identificadas regiões na bacia do rio Luiz Tonnemann nas quais são observadas áreas com ocupação integral devido a

urbanização, tanto para zoneamentos residenciais 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 iguais as das amostras identificadas. O Quadro 2.3 apresenta as características de ocupação obtidas para as amostras.

QUADRO 2.3
RIO LUIZ TONNEMANN – AMOSTRAS DE ÁREAS COM OCUPAÇÃO CONSOLIDADA

<i>Zoneamento</i>	<i>Área da Amostra (m²)</i>	<i>Área Impermeável (%)</i>	<i>Área Permeável (%)</i>
Residencial	68.960	75.76%	24.24%
Comercial	6.724	62.76%	37.24%

No desenho 951-PMJ-PDC-A1-P043 – Sub-Bacia 04-CA-LT – Rio Luiz Tonnemann – Áreas Urbanizadas estão identificadas as áreas selecionadas para amostragem deste valor.

A partir da metodologia apresentada foram calculados os percentuais de área permeável e impermeável na situação futura para cada sub-bacia. O Quadro 2.4 apresenta o resumo das informações obtidas no cálculo de áreas permeáveis e impermeáveis para bacia do rio Luiz Tonnemann.

QUADRO 2.4
RIO LUIZ TONNEMANN – ÁREAS IMPERMEÁVEIS E PERMEÁVEIS – SITUAÇÃO FUTURA

<i>Sub-Bacia</i>	<i>Área Sub-Bacia (km²)</i>	<i>Área Impermeável (km²)</i>	<i>Área Permeável (km²)</i>	<i>Área Impermeável (%)</i>	<i>Área Permeável (%)</i>
SB-01	0,50	0,34	0,16	68,44%	31,56%
SB-02	0,35	0,25	0,10	71,69%	28,31%
SB-03	0,77	0,55	0,22	71,73%	28,27%
SB-04	0,08	0,06	0,02	71,17%	28,83%
SB-05	0,22	0,17	0,05	75,76%	24,24%
Luiz Tonnemann	1,93	1,38	0,55	71,31%	28,69%

2.5 TEMPO DE CONCENTRAÇÃO

Com base nos dados da restituição aerofotogramétrica de 2007 foram determinadas as cotas das extremidades de montante e jusante de cada contribuição (rio). O Quadro 2.4 apresenta as características fisiográficas das sub-bacias para a situação de ocupação da bacia, incluindo a área de drenagem, área impermeável, cota das extremidades de montante e jusante, comprimento e declividade média do rio principal.

Utilizando as fórmulas de Schaake, Desbordes e Kirpich, conforme apresentado no Volume 2 – Metodologia, foram calculados os tempos de concentração das sub-bacias e da bacia do rio

Jaguarão. Foi também adotado 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 dos imóveis até o ingresso na rede de drenagem. Os resultados obtidos estão apresentados no Quadro 2.5 o qual apresenta também as demais características fisiográficas das bacias, necessárias ao cálculo do tempo de concentração, conforme já mencionado.

Os tempos de concentração das sub-bacias do rio Luiz Tonnemann variam entre 14,43 e 32,25 minutos, ou seja, entre um quarto de hora e meio hora, aproximadamente. A bacia do rio Luiz Tonnemann tem um tempo de concentração de 56,18 minutos (pouco menos de 1 hora).

QUADRO 2.5
CARACTERÍSTICAS FISIográfICAS DA BACIA E SUB-BACIAS DO LUIZ TONNEMANN –
SITUAÇÃO FUTURA

Sub-Bacia	Área Drenagem (km ²)	% Área Impermeável	Extensão (km)	Cotas (m)		Declividade (m/m)	TC (min)	TC+5min (min)	Lag Time (min)	Fórmula Utilizada
				Montante	Jusante					
SB-01	0,50	68,44%	0,923	25,52	15,00	0,0114	11,00	16,00	9,60	Schaake
SB-02	0,35	71,69%	1,103	29,84	13,70	0,0146	10,90	15,90	9,54	Schaake
SB-03	0,77	71,73%	1,214	29,57	10,00	0,0161	27,25	32,25	19,35	Desbordes
SB-04	0,08	71,17%	0,362	11,70	10,00	0,0047	10,03	15,03	9,02	Schaake
SB-05	0,22	75,76%	0,804	26,55	10,00	0,0206	9,43	14,43	8,66	Schaake
Luiz Tonnemann	1,93	71,31%	2,397	25,52	10,00	0,0065	51,18	56,18	33,71	Desbordes

2.6 PROPAGAÇÃO DE HIDROGRAMAS

Conforme metodologia descrita no Volume 2 do presente relatório para representar a propagação dos hidrogramas de cheia na rede de drenagem da bacia do rio Luiz Tonnemann foi selecionado o método de Muskingum-Cunge. O Quadro 2.6 indica os trechos definidos para representação da propagação dos hidrogramas. Utilizando a base topográfica e o cadastro e levantamentos realizados (Relatório R7) foram definidos os elementos característicos de cada trecho da rede de drenagem, os quais estão apresentados no Quadro 2.7.

QUADRO 2.6
LOCALIZAÇÃO DAS PROPAGAÇÕES

Propagação	Localização
P-01	Trecho entre J-01 e J-02
P-02	Trecho entre J-02 e J-03
P-03	Trecho entre J-03 e J-04
P-04	Trecho entre J-04 e J-05

J – pontos de junção definidos no Quadro 3.2 e apresentados na Figura 3.2

QUADRO 2.7**CARACTERÍSTICAS DA REDE DE DRENAGEM – PROPAGAÇÃO DE HIDROGRAMAS**

<i>Propagação</i>	<i>Comprimento (m)</i>	<i>Declividade (m/m)</i>	<i>n de Manning</i>	<i>Geometria</i>	<i>Seção (b ou D) (m)</i>	<i>z Talude</i>	<i>Revestimento</i>
P-01	537	0,003352	0,016	Circular	Ø1,44 (Equivalente)	-	Concreto
P-02	483	0,004472	0,016	Circular	Ø1,95 (Equivalente)	-	Concreto
P-03	180	0,004000	0,024	Retangular	2,95	-	Pedra/Terra
P-04	364	0,002418	0,026	Retangular	6,00	-	Pedra/Terra

Obs.: b – base do canal ou galeria; D – diâmetro da tubulação; z - Inclinação dos taludes das seções

3. **HIDROLOGIA**

3.1 **PRECIPITAÇÃO**

O tempo de concentração da bacia do rio Luiz Tonnemann é de aproximadamente 56 minutos. Foi adotada uma duração de 1,5 horas para a chuva de projeto, garantindo que toda a bacia hidrográfica estará contribuindo para a formação dos hidrogramas de cheia.

O fator de redução de área, que permite avaliar a chuva média na bacia em relação à chuva no posto, considerando a área de drenagem da bacia hidrográfica de 1,93 km² e a duração da chuva de 1,5 horas resultou em 0,97.

Assim, as precipitações de projeto na bacia do rio Luiz Tonnemann foram obtidas pela aplicação do coeficiente de 0,97 às precipitações máximas de 1,5 horas. O Quadro 3.1 apresenta as precipitações de projeto com duração de 1,5 horas da bacia do rio Luiz Tonnemann.

QUADRO 3.1**BACIA 04-CA-LT – RIO LUIZ TONNEMANN - PRECIPITAÇÃO DE PROJETO**

<i>Período de Recorrência</i>	<i>5 anos</i>	<i>10 anos</i>	<i>25 anos</i>	<i>50 anos</i>
P(mm)	57,2	68,2	81,7	91,5

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.

3.2 **SIMULAÇÕES HIDROLÓGICAS**

3.2.1 **Modelagem Computacional**

O processo de transformação da chuva em escoamento superficial foi feito através do modelo computacional HEC-HMS, utilizando o hidrograma unitário sintético sugerido pelo SCS.

A precipitação de projeto utilizada é apresentada na Figura 3.1, correspondente aos períodos de retorno de 5, 10, 25 e 50 anos com duração de 1,5 horas. A precipitação excedente foi calculada através do método do número da curva do SCS, utilizando o valor de CN

apresentado no Quadro 2.2 e os percentuais de área impermeável apresentados no Quadro 2.4.

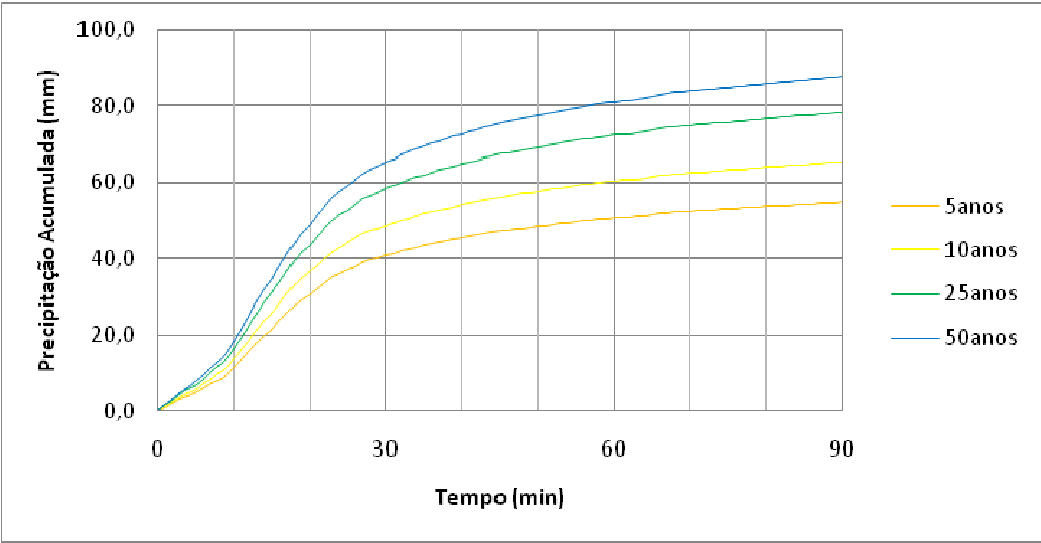


Figura 3.1 – Precipitação de Projeto.

As áreas de drenagem das sub-bacias do rio Luz Tonnemann e os tempos de concentração foram avaliados e apresentados nos Quadros 2.1 e 2.5, respectivamente. A Figura 3.2 apresenta o diagrama topológico da bacia do rio Luiz Tonnemann incluindo as sub-bacias, propagações e os pontos de junção utilizados para a simulação hidrológica. O Quadro 3.2 apresenta a localização na cidade de Joinville dos pontos de junção, para possibilitar uma melhor visualização espacial da modelagem.

QUADRO 3.2

BACIA 04-CA-LT– RIO LUIZ TONNEMANN – LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE JUNÇÃO

<i>Junção</i>	<i>Localização Hidrológica</i>	<i>Localização Geográfica</i>
J-01	Exutório da sub-bacia 04-CA-LT-001	Esquina da Rua Maria Rosalina Speck com a Rua Das Cabeleireiras.
J-02	Exutório da sub-bacia 04-CA-LT-002	Rua Albatroz.
J-03	Exutório da sub-bacia 04-CA-LT-003	Rua Inambu.
J-04	Exutório da sub-bacia 04-CA-LT-004	Rua Sanhaçu com a Rua Mário Timm.
J-05	Exutório da sub-bacia 04-CA-LT-005	Exutório da sub-bacia Luiz Tonnemann confluência com o rio Cachoeira.

O passo de simulação adotado para a simulação hidrológica foi de 1 minuto.

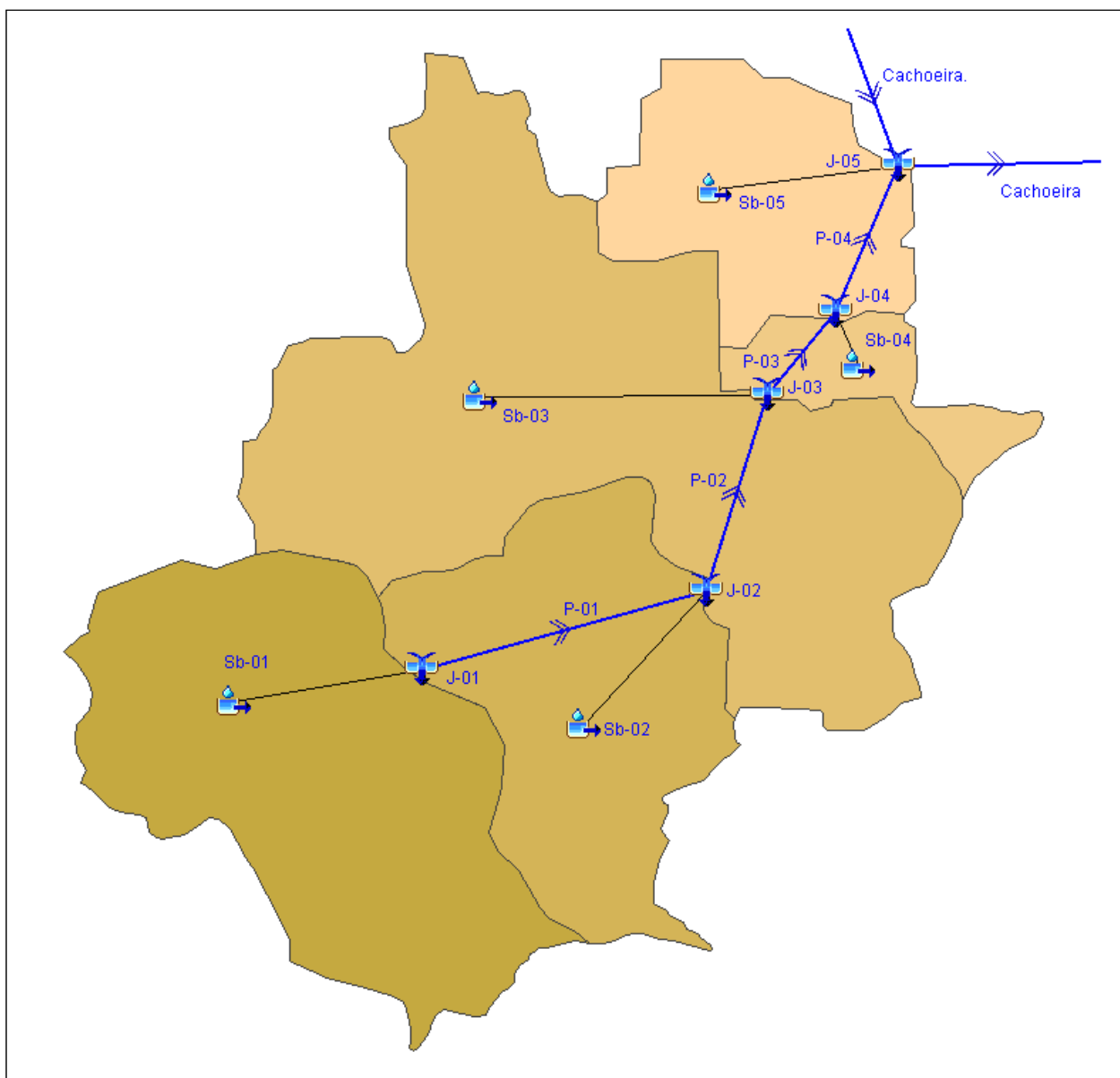


Figura 3.2 – Diagrama Topológico da Bacia no Programa HEC-HMS.

3.3.2 Resultados Obtidos

3.3.2.1 Hidrogramas das Sub-Bacias

Utilizando os elementos e a modelagem apresentados foram obtidos os hidrogramas de cada sub-bacia que compõe a bacia do rio Luiz Tonnemann. As Figuras 3.3 a 3.7 apresentam os hidrogramas de vazões geradas para as sub-bacias do rio Luiz Tonnemann com as precipitações correspondentes aos períodos de retorno de 5, 10, 25 e 50 anos de recorrência.

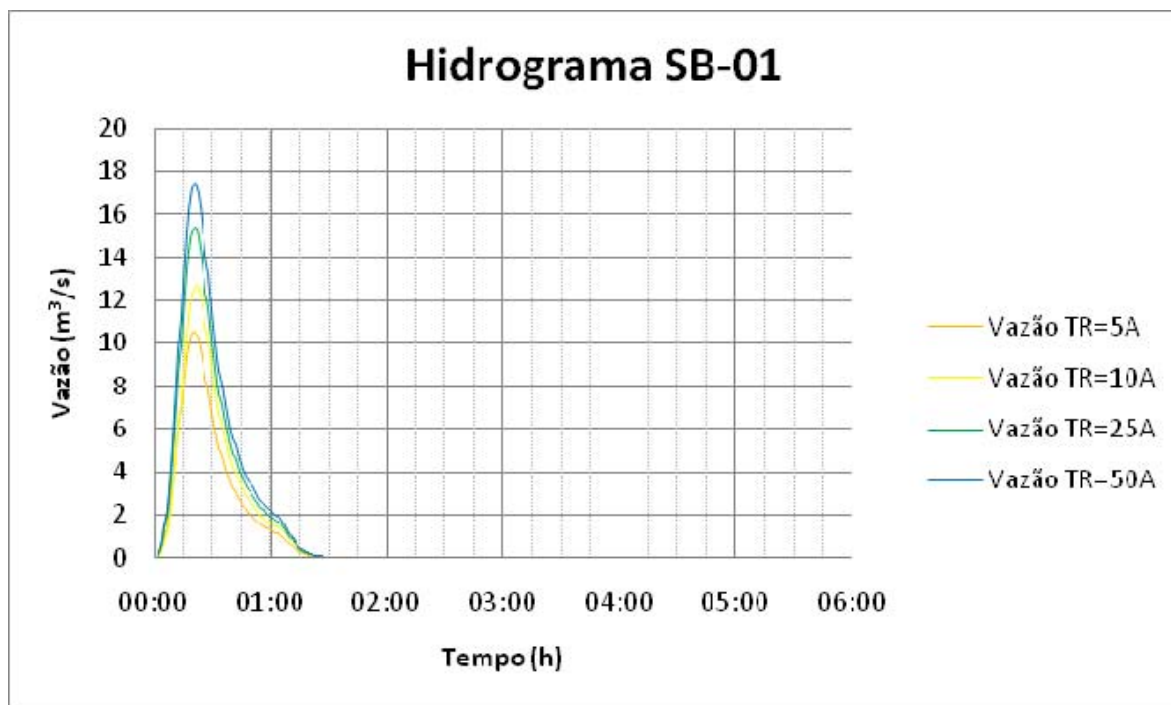


Figura 3.3 – Hidrograma Sub-Bacia SB-01.

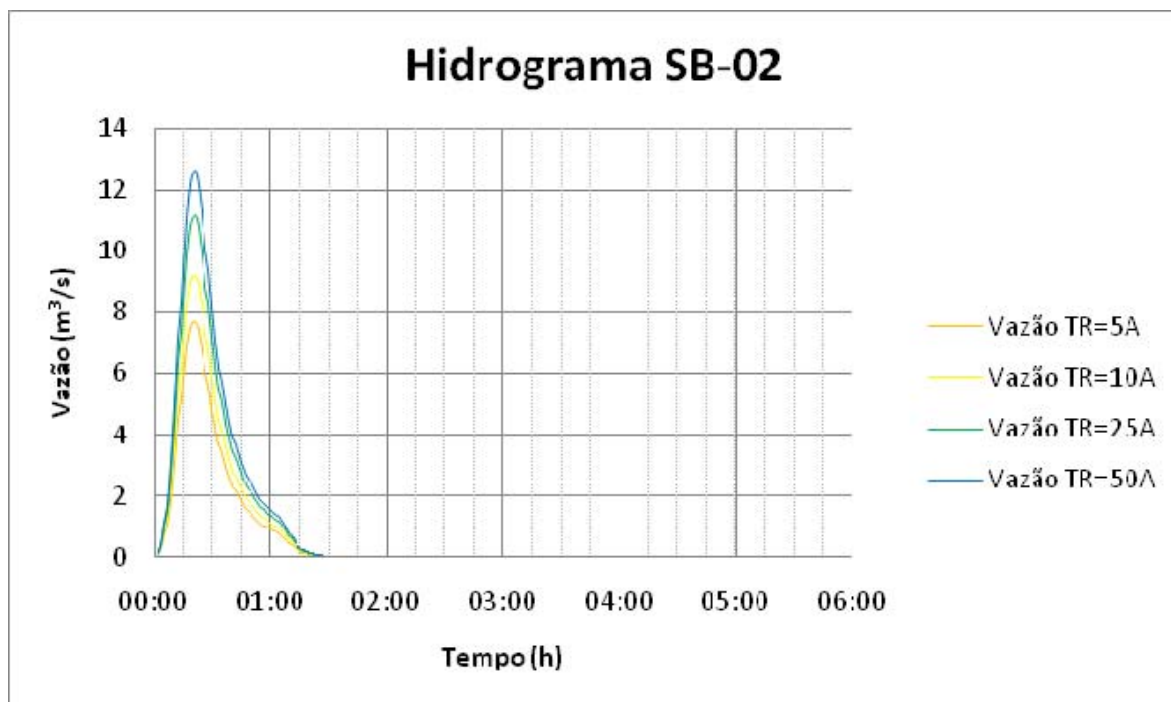


Figura 3.4 – Hidrograma Sub-Bacia SB-02.

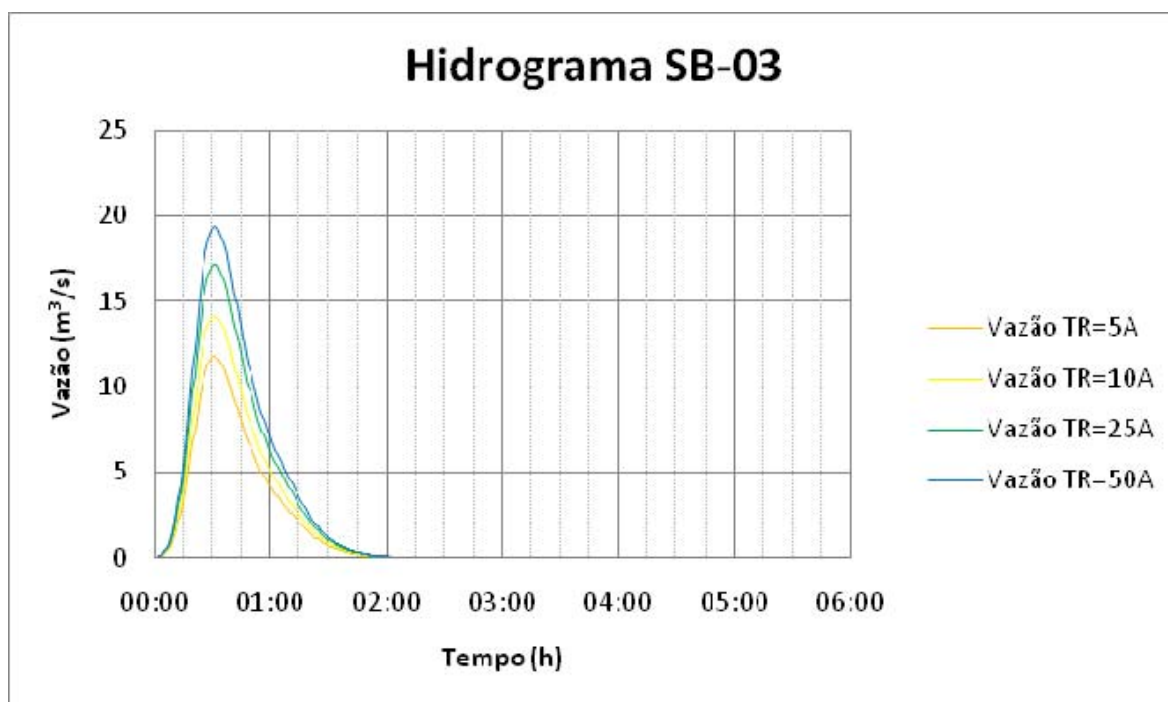


Figura 3.5 – Hidrograma Sub-Bacia SB-03.

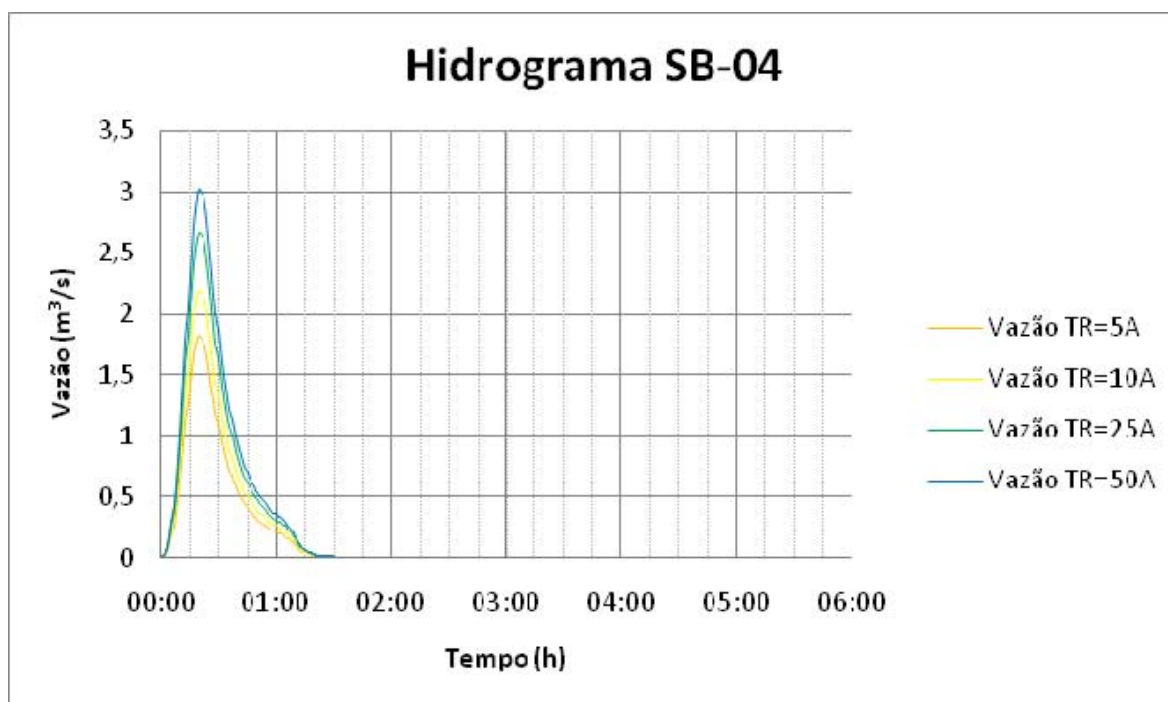


Figura 3.6 – Hidrograma Sub-Bacia SB-04.

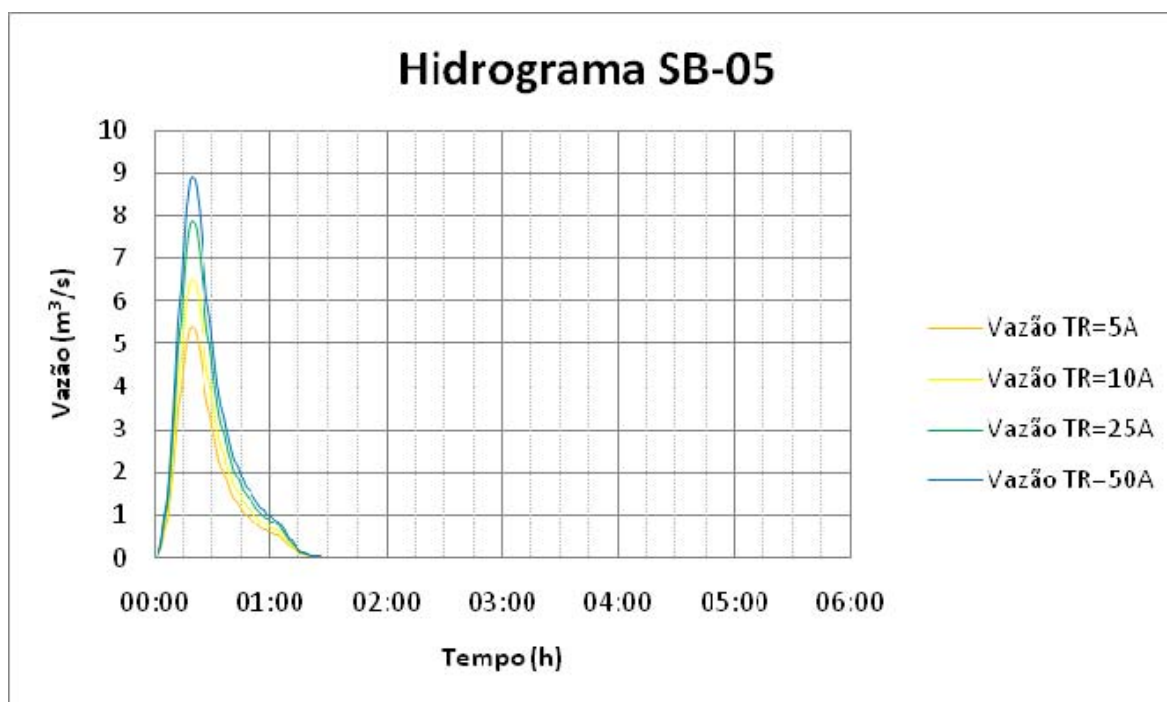


Figura 3.7 – Hidrograma Sub-Bacia SB-05.

3.3.2.2 Vazão de Projeto

As vazões máximas efluentes das junções correspondem às vazões de projeto em cada trecho da rede de macrodrenagem da sub-bacia do rio Luiz Tonnemann.

As Figuras 3.8 a 3.11 apresentam os hidrogramas efluentes das junções definidas no modelo hidrológico para os períodos de retorno de 5 anos, 10 anos, 25 anos e 50 anos respectivamente. Os valores máximos dos hidrogramas em cada uma das junções estão apresentados no Quadro 3.3.

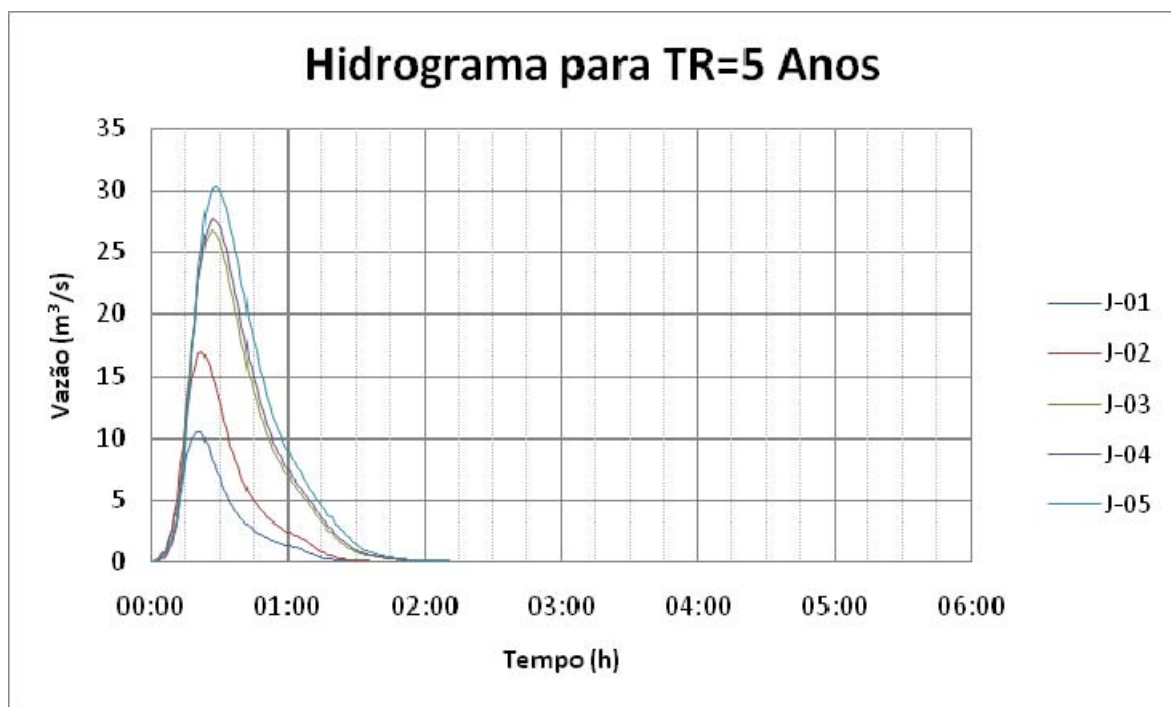


Figura 3.8 – Hidrograma das Junções para Tempo de Retorno de 5 Anos.

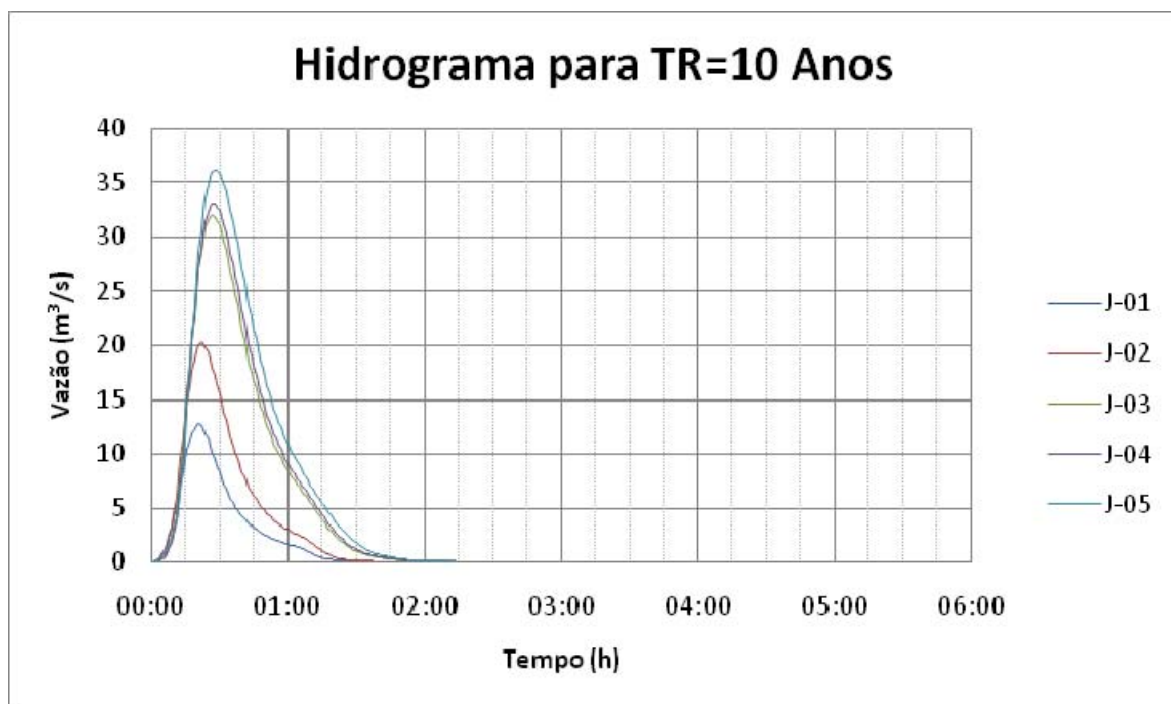


Figura 3.9 – Hidrograma das Junções para Tempo de Retorno de 10 Anos.

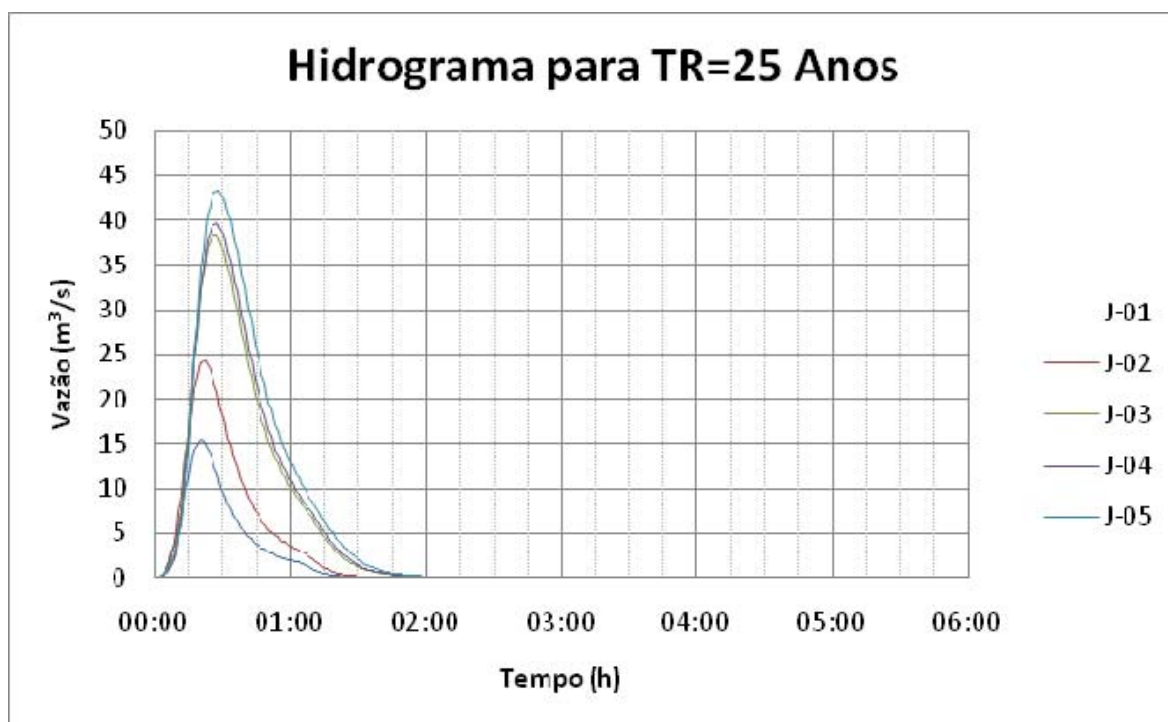


Figura 3.10 – Hidrograma das Junções para Tempo de Retorno de 25 Anos.

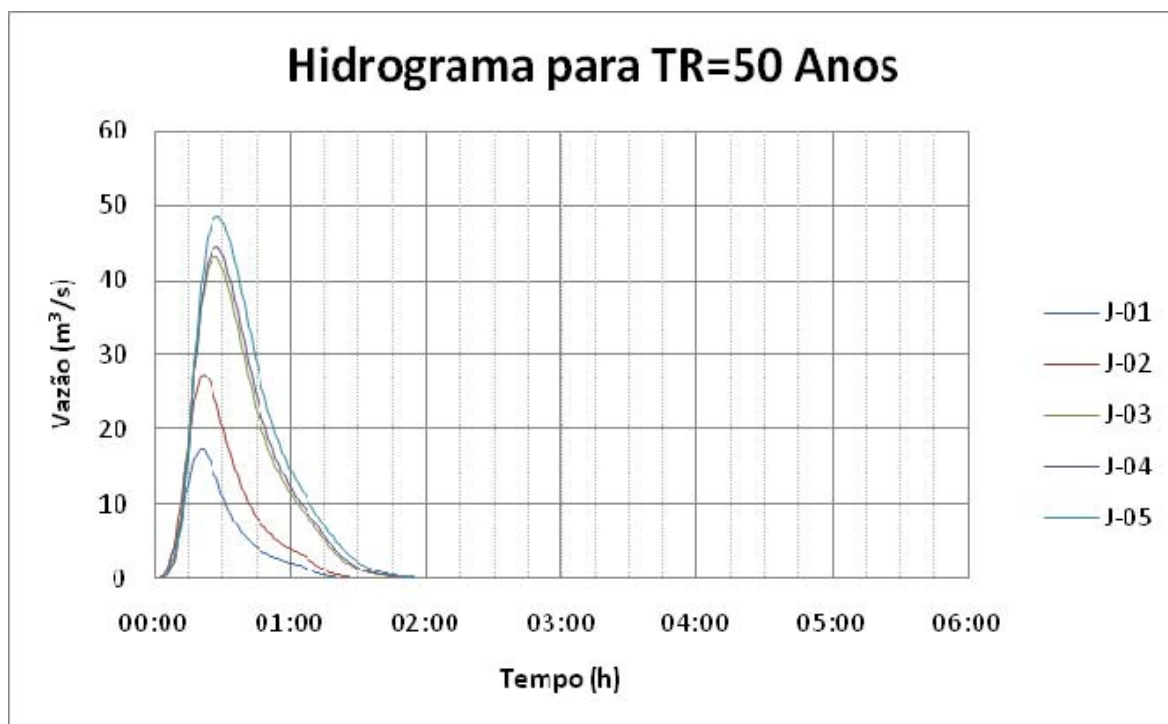


Figura 3.11 – Hidrograma das Junções para Tempo de Retorno de 50 Anos.

QUADRO 3.3
VAZÕES DE PROJETO EM CADA TRECHO

Propagação/ Trecho	Junção	Área de Drenagem (km ²)	TR=5 Anos	TR=10 Anos	TR=25 Anos	TR=50 Anos
			Vazão (m ³ /s)	Vazão (m ³ /s)	Vazão (m ³ /s)	Vazão (m ³ /s)
P-01	J-01	0,50	10,51	12,67	15,38	17,41
P-02	J-02	0,85	16,89	20,19	24,29	27,35
P-03	J-03	1,62	26,71	31,94	38,36	43,08
P-04	J-04	1,70	27,62	32,96	39,56	44,38
Rio Cachoeira	J-05	1,93	30,22	36,08	43,32	48,59

4. CARACTERIZAÇÃO HIDRÁULICA

O rio Luiz Tonnemann, um dos formadores do rio Cachoeira, afluente pela margem direita, possui um canal principal com extensão de aproximadamente 2,4 km, desenvolvendo-se desde o entorno da cota 25,52 m, na cabeceira próxima a BR-101, até sua foz no rio Cachoeira.

O levantamento topográfico e cadastral da rede de macrodrenagem da bacia do rio Cachoeira foi realizado pela AZIMUTE Consultoria e Projetos de Engenharia e visou fundamentalmente a obtenção da seção geométrica atual do canal, bem como a caracterização dos leitos dos rios. O levantamento do rio Luiz Tonnemann foi disponibilizado ao Consórcio pela PMJ em meio digital. 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. Alguns destes aspectos estão ilustrados nas Fotos 4.1 a 4.3, apresentadas na sequência.

Durante as inspeções realizadas, verificou-se que muitas travessias encontravam-se obstruídas por detritos e/ou sedimentos, devendo ser efetuados serviços de manutenção periódica. Na modelagem hidráulica foram representadas as seções transversais do terreno obtidas no levantamento topográfico. Assoreamentos e obstruções nos dispositivos de drenagem, como por exemplo, as apresentadas na Foto 4.2, bem como a obstrução do canal causada pela vegetação (por exemplo Fotos 4.1 e 4.3) não foram consideradas na modelagem.

O desenho 951-PMJ-PDC-A1-P162 – Sub-Bacia 04-CA-LT – Rio Luiz Tonneman – Caracterização Hidráulica (vide Anexo I) apresenta o canal de drenagem do rio Luiz Tonnemann e a identificação dos dispositivos de drenagem existentes.

O Quadro 4.1 apresenta relação dos dispositivos de drenagem com uma descrição das dimensões utilizadas para a caracterização hidráulica.

QUADRO 4.1
CARACTERIZAÇÃO HIDRÁULICA DOS DISPOSITIVOS DE DRENAGEM

<i>Identificação do dispositivo no HEC-RAS</i>	<i>Descrição</i>
881,50	O dispositivo 881,50, localizado na Rua Nove de Março, é caracterizado por uma galeria com muro de pedra cuja seção de montante possui dimensões de 6,00 x 2,27 m e a seção de jusante possui dimensões de 6,00 x 2,36 m. Para a simulação hidráulica, o dispositivo foi representado como galeria, sendo adotadas as dimensões da seção de montante.
40	O dispositivo 40, localizado na Rua Sanhaçu, é caracterizado por uma galeria pré-moldada e uma galeria com muro de pedra cujas seções de montante possuem dimensões de 2,60 x 1,90 m e 3,40 x 1,93 m respectivamente, e as seções de jusante possuem dimensões de 2,60 x 1,90 m e 3,40 x 2,05 m respectivamente. Para a simulação hidráulica, o dispositivo foi representado como galeria, sendo adotadas as dimensões da seção de montante.
45	O dispositivo 45, localizado próximo a Rua Jaó, é caracterizado por uma galeria com muro de concreto cujas seções de montante e de jusante possuem dimensões de 6,50 x 3,00 m. Para a simulação hidráulica, o dispositivo foi representado como galeria com essas dimensões.
55	O dispositivo 55, localizado na Rua Inambú, é caracterizado por uma galeria com muro de pedra cuja seção de montante possui dimensões de 2,95 x 2,40 m e a seção de jusante possui dimensões de 2,95 x 2,30 m. Para a simulação hidráulica, o dispositivo foi representado como galeria, sendo adotadas as dimensões da seção de jusante.
68,5	O dispositivo 68,5, localizado na Rua Pavão, é caracterizado por uma galeria com muro de pedra cujas seções de montante e de jusante possuem dimensões de 4,50 x 2,30 m. Para a simulação hidráulica, o dispositivo foi representado como galeria com essas dimensões.
101	O dispositivo 101, localizado na Rua Albatroz, é caracterizado por dois tubos de concreto com diâmetro de 1,50 m cada. Para a simulação hidráulica, o dispositivo foi representado como galeria, sendo adotado 2 Ø 1,50 m.
117,5	O dispositivo 117,5, localizado próximo a Rua Walmor Harger, é caracterizado por um tubo de concreto com diâmetro de 1,50 m. Para a simulação hidráulica, o dispositivo foi representado como galeria, sendo adotado Ø 1,50 m.
121	O dispositivo 121, localizado na Rua Walmor Harger, é caracterizado por dois tubos de concreto com diâmetros de 1,20 m e 1,50 m. Para a simulação hidráulica, o dispositivo foi representado como galeria, sendo adotado Ø 1,20 m + Ø 1,50 m.
136	O dispositivo 136, localizado na Rua das Domésticas, é caracterizado por uma galeria com muro de pedra cuja seção de montante possui dimensões de 3,40 x 2,40 m e a seção de jusante possui dimensões de 3,40 x 2,50 m. Para a simulação hidráulica, o dispositivo foi representado como galeria, sendo adotadas as dimensões da seção de montante.
147,1	O dispositivo 147,1, localizado na Rua Willy Jacob, é caracterizado por uma galeria com muro de pedra cuja seção de montante possui dimensões de 3,60 x 1,80 m e a seção de jusante possui dimensões de 3,75 x 2,20m. Para a simulação hidráulica, o dispositivo foi representado como galeria, sendo adotadas as dimensões da seção de montante.
153,1	O dispositivo 153,1, localizado na Rua Maria Rosali, é caracterizado por dois tubos de concreto com diâmetros de 1,00 m e 1,20 m. Para a simulação hidráulica, o dispositivo foi representado como galeria, sendo adotado Ø 1,00 m + Ø 1,20 m.



Foto 4.1 – Vegetação ribeirinha obstruindo o rio Luiz Tonnemann – Rua Willy A. Jacob.



Foto 4.2 – Obstrução da travessia da Rua Jaó – rio Luiz Tonnemann.



Foto 4.3 – Vegetação ribeirinha no rio Luiz Tonnemann – Rua Maria R. Speck.

5. SIMULAÇÕES HIDRÁULICAS

5.1 MODELAGEM COMPUTACIONAL

Para o prognóstico hidráulico foi utilizado o modelo computacional HEC-RAS, simulando o escoamento em regime permanente gradualmente variado.

O rio Luiz Tonnemann foi caracterizado através de 65 seções transversais e 11 dispositivos de drenagem dentre eles pontes, galerias e tubulações, conforme metodologia apresentada no Volume 2 deste relatório.

O levantamento topográfico da Nascente do Rio Cachoeira foi realizado pela AZIMUTE Consultoria e Projetos de Engenharia e disponibilizado ao Consórcio pela PMJ. Os dispositivos de drenagem existentes no rio Luiz Tonnemann foram caracterizados e apresentados no relatório R7 – Levantamentos Complementares de Campo. No mesmo relatório estão apresentadas as seções transversais obtidas a partir da junção do levantamento topográfico com a restituição aerofotogramétrica de 2007. O desenho O desenho 951-PMJ-PDC-A1-P162 – Sub-Bacia 04-CA-LT – Rio Luiz Tonnemann – Caracterização Hidráulica (vide Anexo I) apresenta o canal do rio Luiz Tonnemann e os dispositivos de drenagem existentes. A Figura 5.1 apresenta o diagrama topológico da bacia do Luiz Tonnemann implantado no modelo hidráulico HEC-RAS.

Para avaliar o comportamento do Luiz Tonnemann foi simulado o escoamento para quatro períodos de retorno (5, 10, 25 e 50 anos), utilizando as vazões de pico apresentadas no Quadro 3.3.

Conforme apresentado no Volume 2, todas as simulações foram realizadas estabelecendo na foz do rio Luiz Tonnemann no rio Cachoeira o nível na elevação de 9,74 m, correspondente ao nível máximo sem influência das cheias no Rio Cachoeira.

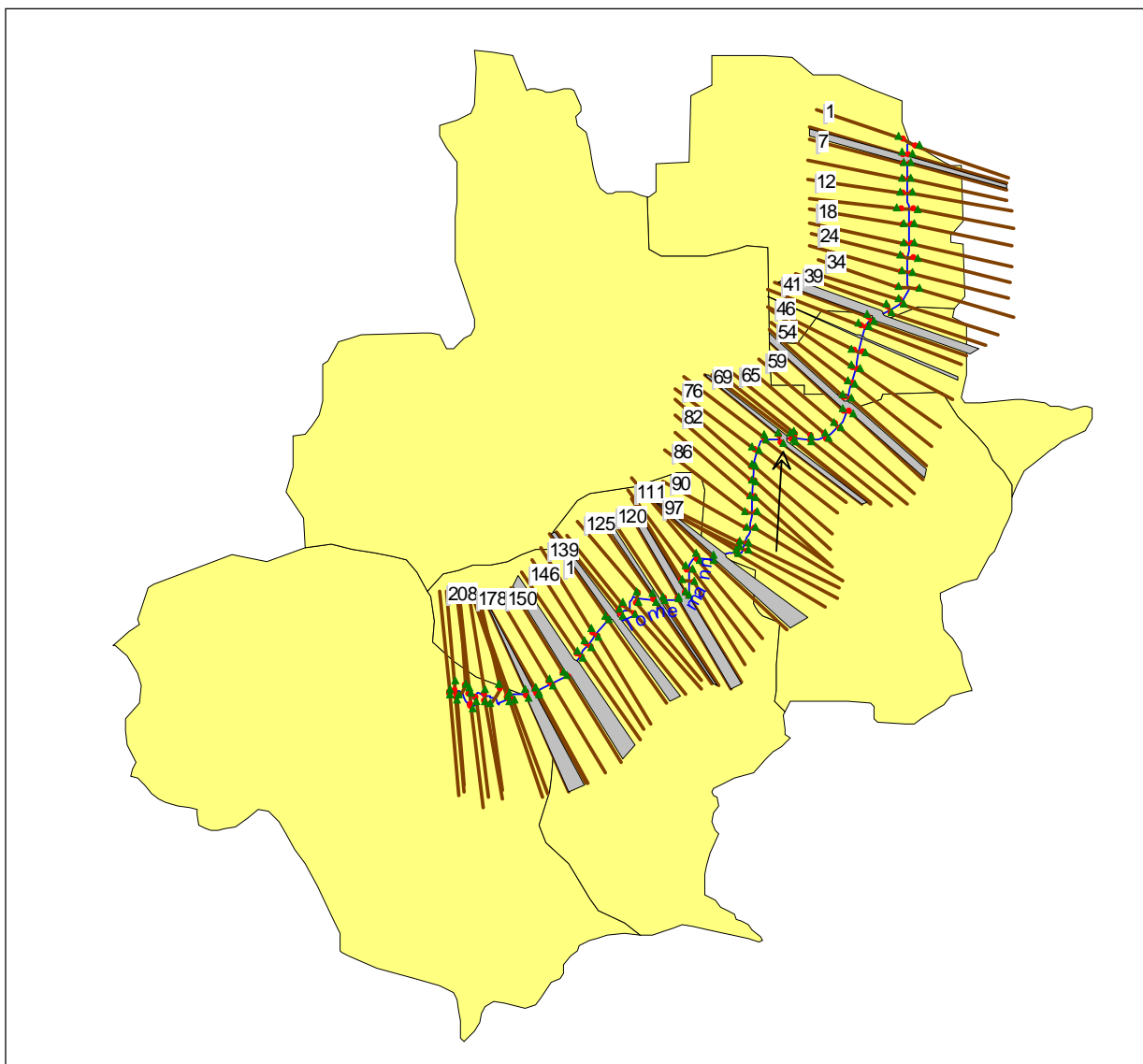


Figura 5.1 – Diagrama Topológico do Rio Luiz Tonnemann no Programa HEC-RAS.

5.2 RESULTADOS OBTIDOS

O Quadro 5.1 apresenta os níveis máximos em que não ocorre inundação por transbordamento do sistema de macrodrenagem no entorno de cada ponto referenciado, assim como os níveis obtidos para as simulações com períodos de retorno de 5, 10, 25 e 50 anos. Os níveis que geram inundação estão sombreados em amarelo. Os níveis de água indicados no Quadro 5.1 referem-se aos níveis resultantes a montante dos locais e/ou dispositivos listados no Quadro.

QUADRO 5.1
RIO LUIZ TONNEMANN - NÍVEIS DE INUNDAÇÃO – CONDIÇÃO FUTURA

<i>Local/ Dispositivo de Drenagem</i>	<i>Nível d'Água (m)</i>				
	<i>Sem Inundação</i>	<i>TR=5 anos</i>	<i>TR=10 anos</i>	<i>TR=25 anos</i>	<i>TR=50 anos</i>
Rua Maria Rosali	14,58	15,06	15,17	15,32	15,49
Rua Willy Jacob	14,49	14,57	14,89	15,22	15,42
Rua Das Domésticas	13,51	14,35	14,61	14,90	15,11
Rua Walmor Harger	12,78	14,13	14,34	14,57	14,73
Rua Sem Nome (Galeria)	12,58	14,07	14,27	14,49	14,64
Rua Albatroz	12,00	13,30	13,47	13,66	13,78
Rua Pavão	11,50	12,24	12,42	12,65	12,78
Rua Inambú	11,07	11,92	12,09	12,26	12,36
Catedral da Família	10,64	11,47	11,65	11,82	11,92
Rua Sanhaçu	10,49	11,31	11,46	11,63	11,74
Rua Bem Te Vi	9,44	9,95	10,30	10,60	10,63

A Figura 5.2 apresenta os perfis da linha d'água ao longo do canal do rio Luiz Tonnemann para os períodos de retorno de 5, 10, 25 e 50 anos.

O Anexo II apresenta as planilhas com os resultados da simulação incluindo as informações de vazão, níveis de água, cota de fundo da seção, velocidade do escoamento, cota da linha de energia, declividade da linha de energia, número de Froude, altura crítica, seção molhada e largura máxima da lâmina d'água nas seções transversais. Os resultados estão apresentados para os quatro períodos de retorno simulados: 5, 10, 25 e 50 anos.

O escoamento na galeria da Rua Albatroz apresenta velocidades na ordem de 2,6 e 3,3 m/s para escoamentos com período de retorno de 5 a 50 anos. Essas velocidades elevadas ocorrem devido à falta de capacidade hidráulica do dispositivo o que gera um represamento do escoamento a montante fazendo com que o dispositivo trabalhe em regime sob pressão. O escoamento na galeria da Rua Bem-te-vi apresenta velocidades na ordem de 3,5 m/s para escoamentos com período de retorno de 5 a 50 anos. Essas velocidades elevadas ocorrem devido à falta de capacidade hidráulica do dispositivo o que gera um represamento do escoamento a montante fazendo com que o dispositivo trabalhe em regime sob pressão.

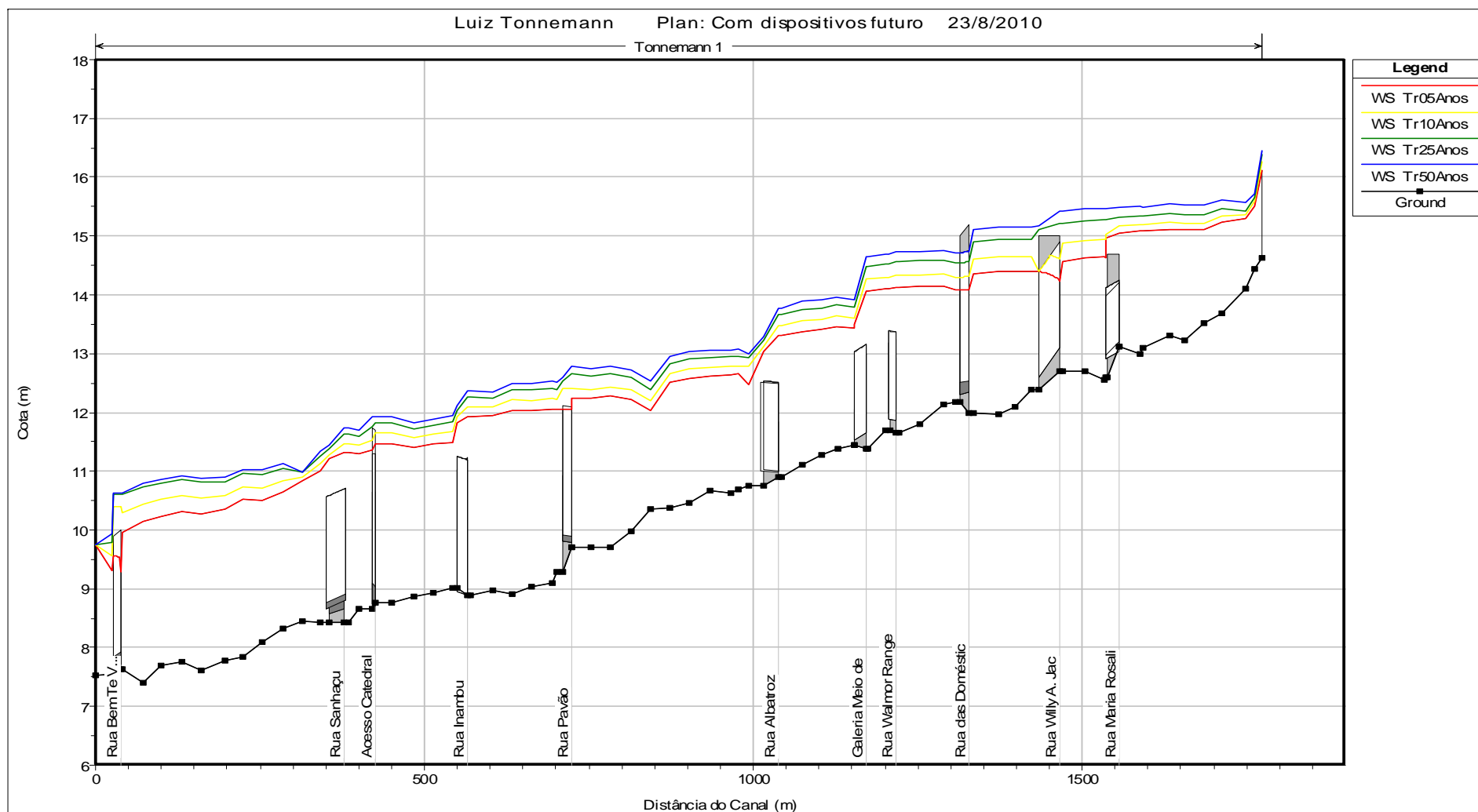


Figura 5.2 – Níveis d'Água no rio Luiz Tonnemann na Condição Futura- Programa HEC-RAS.

5.3 SIMULAÇÃO DO CANAL

O remanso ocasionado pelo estrangulamento ou insuficiência na capacidade hidráulica de um dispositivo de drenagem pode mascarar o comportamento do canal e de outras estruturas localizadas a montante.

Para verificar a capacidade hidráulica do canal foi realizada uma simulação do escoamento no canal, sem a inclusão dos dispositivos de drenagem (pontes, galerias, bueiros, etc.).

O Quadro 5.2 apresenta os níveis máximos em que não ocorre inundação do entorno de cada ponto referenciado e os níveis obtidos para as simulações com períodos de retorno de 5, 10, 25 e 50 anos. Os níveis que geram inundação estão sombreados em amarelo. Os níveis de água indicados no Quadro 5.2 referem-se aos níveis resultantes nos mesmos pontos apresentados no Quadro 5.1, sem a inclusão das estruturas de transposição. A Figura 5.3 apresenta os perfis da linha d'água ao longo do canal do rio Luiz Tonnemann para distintos períodos de retorno comparando a condição atual (Figura 5.2) com a situação que admite a inexistência dos dispositivos de drenagem.

QUADRO 5.2
RIO LUIZ TONNEMANN – NÍVEIS DE INUNDAÇÃO – CONDIÇÃO FUTURA SEM
DISPOSITIVOS DE DRENAGEM

Local/ Dispositivo de Drenagem	Nível d'Água (m)				
	Sem Inundação	TR=5 anos	TR=10 anos	TR=25 anos	TR=50 anos
Rua Maria Rosali	14,58	14,19	14,31	14,44	14,53
Rua Willy Jacob	14,49	14,02	14,17	14,35	14,47
Rua Das Domésticas	13,51	13,89	14,04	14,21	14,32
Rua Walmor Harger	12,78	13,32	13,51	13,70	13,81
Rua Sem Nome (Galeria)	12,58	13,29	13,39	13,50	13,58
Rua Albatroz	12,00	13,13	13,24	13,37	13,45
Rua Pavão	11,50	11,45	11,65	11,89	12,07
Rua Inambú	11,07	11,11	11,20	11,28	11,29
Catedral da Família	10,64	11,15	11,28	11,43	11,53
Rua Sanhaçu	10,49	11,08	11,20	11,33	11,43
Rua Bem Te Vi	9,44	9,93	10,15	10,38	10,53

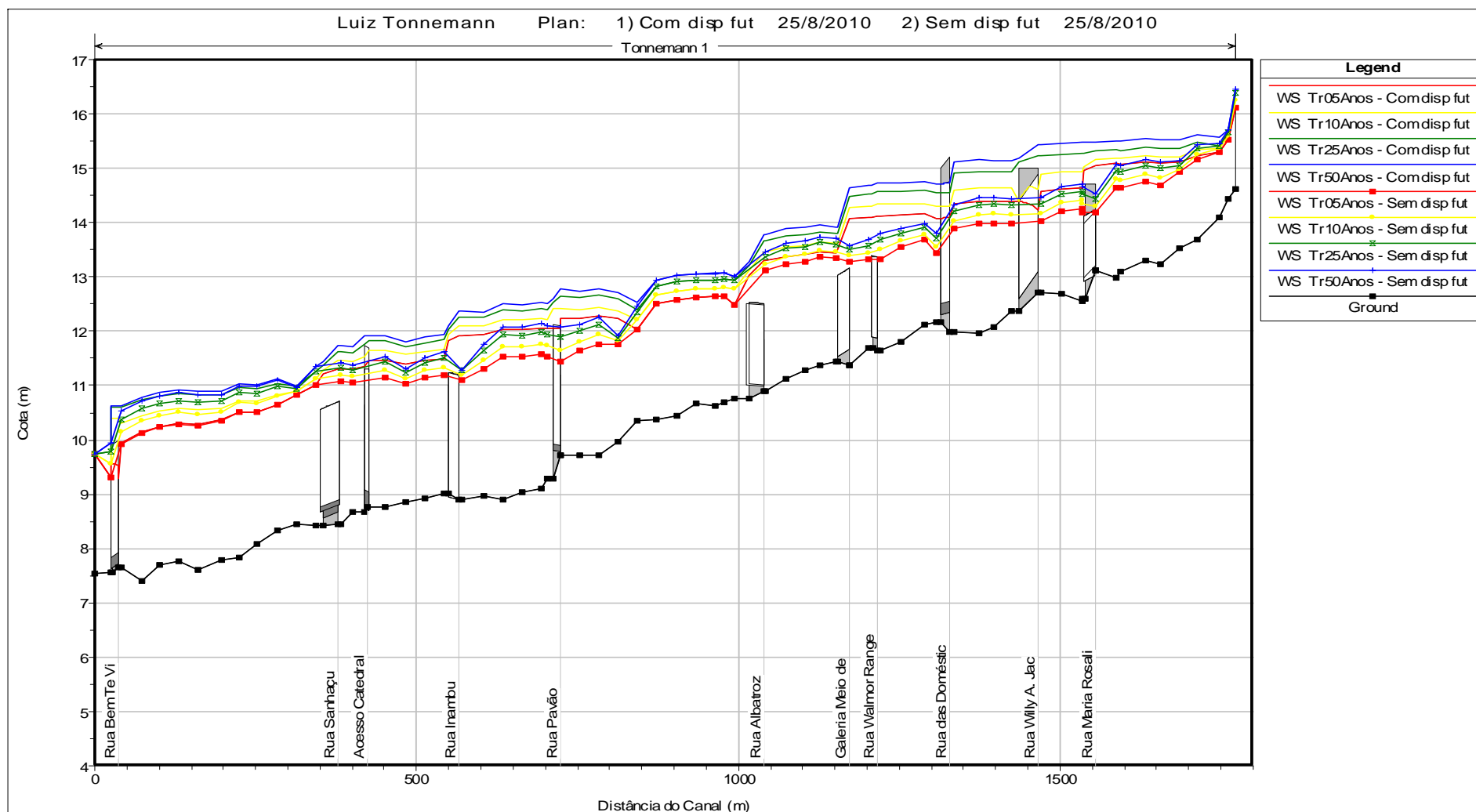


Figura 5.3 – Comparativo dos Níveis d'Água no rio Luiz Tonnemann com e sem Dispositivos de Drenagem.

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).

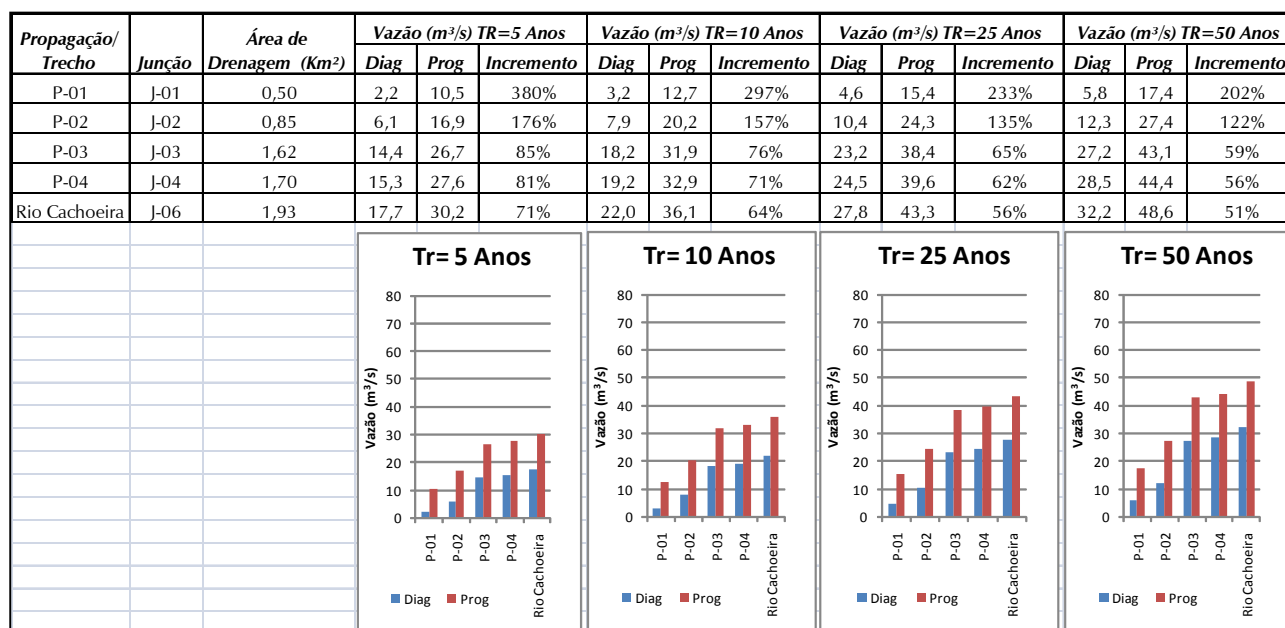


Figura 6.1 – Comparativo entre vazões para situação atual e futura de urbanização.

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 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 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 Hanger	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-A1-P658, 951-PMJ-PDC-A1-P659, 951-PMJ-PDC-A1-P660 e 951-PMJ-PDC-A1-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.

ANEXO I

DESENHOS DE PROJETO

Lista de Desenhos

- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P040 - Sub-Bacia 04-CA-LT - Rio Luiz Tonnemann – Delimitação da Bacia e Sub-bacias
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P041 - Sub-Bacia 04-CA-LT - Rio Luiz Tonnemann - Uso e Ocupação - Delimitação de Bairros
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P042 - Sub-Bacia 04-CA-LT - Rio Luiz Tonnemann - Pedologia
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P043 - Sub-Bacia 04-CA-LT - Rio Luiz Tonnemann - Áreas Urbanizadas
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P091 - Sub-Bacia 04-CA-LT - Rio Luiz Tonnemann - Áreas Permeáveis e Impermeáveis
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P162 - Sub-Bacia 04-CA-LT - Rio Luiz Tonnemann - Caracterização Hidráulica
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P629 - Sub-Bacia 04-CA-LT - Rio Luiz Tonnemann - Prognóstico da Capacidade Hidráulica
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P658 - Sub-Bacia 04-CA-LT - Rio Luiz Tonnemann - Prognóstico - Mancha de Inundação Tr=5 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P659 - Sub-Bacia 04-CA-LT - Rio Luiz Tonnemann - Prognóstico - Mancha de Inundação Tr=10 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P660 - Sub-Bacia 04-CA-LT - Rio Luiz Tonnemann - Prognóstico - Mancha de Inundação Tr=25 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P661 - Sub-Bacia 04-CA-LT - Rio Luiz Tonnemann - Prognóstico - Mancha de Inundação Tr=50 anos

**951-PMJ-PDC-A1-P040 - SUB-BACIA 04-CA-LT - RIO LUIZ
TONNEMANN – DELIMITAÇÃO DA BACIA E SUB-BACIAS**

1	JAN/2011	M.A.G.	EMIÇÃO FINAL	A.S.M.	A.L.F.
REV.	DATA	DESENHO	MODIFICAÇÃO	VERIFICAÇÃO	APROVAÇÃO



PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE
SECRETARIA DE ADMINISTRAÇÃO

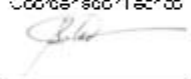
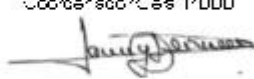
PROJETO:

PLANO DIRETOR DE DRENAGEM URBANA - PDDU -
 DA BACIA DO RIO CACHOEIRA NO MUNICÍPIO DE JOINVILLE-SC.

TÍTULO:

SUB-BACIA 04-CA-LT - RIO LUIZ TONNEMANN
 DELIMITAÇÃO DA BACIA E SUB-BACIAS

ENGECORPS - HIDROSTUDIO - BRLi

DESENHISTA		Alberto Lang Filho Coordenador Técnico	Danny Dalberson de Oliveira Coordenador Geral PDDU
M.A.G.			
PROJETO		APROVADO	APROVADO
A.S.M.		 CREA 06003135/0	 CREA 0600180622
Rº PMJ	DATA:	ESCALA:	FOLHA:
Rº EXECUTORA 951-PMJ-PDC-A1-P040	JAN/2011	5.000	01/01

**951-PMJ-PDC-A1-P041 - SUB-BACIA 04-CA-LT - RIO LUIZ
TONNEMANN - USO E OCUPAÇÃO - DELIMITAÇÃO DE BAIRROS**

1	JAN/2011	M.A.G.	EMIÇÃO FINAL	A.S.M.	A.L.F.
REV.	DATA	DESENHO	MODIFICAÇÃO	VERIFICAÇÃO	APROVAÇÃO



PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE

SECRETARIA DE ADMINISTRAÇÃO

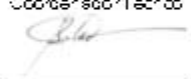
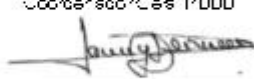
PROJETO:

PLANO DIRETOR DE DRENAGEM URBANA - PDDU -
DA BACIA DO RIO CACHOEIRA NO MUNICÍPIO DE JOINVILLE-SC.

TÍTULO:

SUB-BACIA 04-CA-LT - RIO LUIZ TONNEMANN
USO E OCUPAÇÃO - DELIMITAÇÃO DE BAIROS

ENGEACORPS - HIDROSTUDIO - BRLi

DESENHISTA		Alberto Lang Filho Coordenador Técnico	Danny Dalberson de Oliveira Coordenador Geral PDDU
M.A.G.			
PROJETO		APROVADO	APROVADO
A.S.M.		 CREA 06003135/0	 CREA 06001806/22
Rº PMJ	DATA:	ESCALA:	FOLHA:
Rº EXECUTORA 951-PMJ-PDC-A1-P041	JAN/2011	5.000	01/01

**951-PMJ-PDC-A1-P042 - SUB-BACIA 04-CA-LT - RIO LUIZ
TONNEMANN – PEDOLOGIA**

1	JAN/2011	M.A.G.	EMIÇÃO FINAL	A.S.M.	A.L.F.
REV.	DATA	DESENHO	MODIFICAÇÃO	VERIFICAÇÃO	APROVAÇÃO



PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE
SECRETARIA DE ADMINISTRAÇÃO

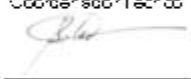
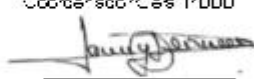
PROJETO:

PLANO DIRETOR DE DRENAGEM URBANA - PDDU -
DA BACIA DO RIO CACHOEIRA NO MUNICÍPIO DE JOINVILLE-SC.

TÍTULO:

SUB-BACIA 04-CA-LT - RIO LUIZ TONNEMANN
PEDOLOGIA

ENGEORPS - HIDROSTUDIO - BRLi

DESENHISTA		Alberto Lang Filho Coordenador Técnico	Danny Dalberson de Oliveira Coordenador Geral PDDU
M.A.G.			
PROJETO		APROVADO	APROVADO
A.S.M.		 CREA 06003135/0	 CREA 0600180622
Rº PMJ	DATA:	ESCALA:	FOLHA:
Rº EXECUTORA 951-PMJ-PDC-A1-P042	JAN/2011	5.000	01/01

**951-PMJ-PDC-A1-P043 - SUB-BACIA 04-CA-LT - RIO LUIZ
TONNEMANN - ÁREAS URBANIZADAS**

1	JAN/2011	M.A.G.	EMIÇÃO FINAL	A.S.M.	A.L.F.
REV.	DATA	DESENHO	MODIFICAÇÃO	VERIFICAÇÃO	APROVAÇÃO



PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE

SECRETARIA DE ADMINISTRAÇÃO

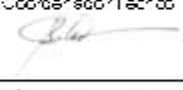
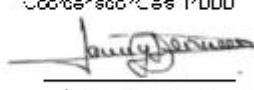
PROJETO:

PLANO DIRETOR DE DRENAGEM URBANA - PDDU -
DA BACIA DO RIO CACHOEIRA NO MUNICÍPIO DE JOINVILLE-SC.

TÍTULO:

SUB-BACIA 04-CA-LT - RIO LUIZ TONNEMANN
ÁREAS URBANIZADAS

ENGEACORPS - HIDROSTUDIO - BRLi

DESENHISTA	M.A.G.	APROVADO	Alberto Lang Filho Coordenador Técnico	APROVADO	Danny Dalberson de Oliveira Coordenador Geral PDDU
PROJETO	A.S.M.		 CREA 06003135/0		 CREA 0600180622
Rº PMJ		DATA:		ESCALA:	FOLHA:
Rº EXECUTORA	951-PMJ-PDC-A1-P043	JAN/2011		5.000	01/01

**951-PMJ-PDC-A1-P091 - SUB-BACIA 04-CA-LT - RIO LUIZ
TONNEMANN - ÁREAS PERMEÁVEIS E IMPERMEÁVEIS**

1	JAN/2011	M.A.G.	EMIÇÃO FINAL	A.S.M.	A.L.F.
REV.	DATA	DESENHO	MODIFICAÇÃO	VERIFICAÇÃO	APROVAÇÃO



PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE
SECRETARIA DE ADMINISTRAÇÃO

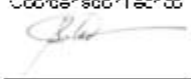
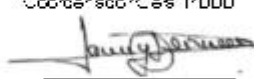
PROJETO:

PLANO DIRETOR DE DRENAGEM URBANA - PDDU -
 DA BACIA DO RIO CACHOEIRA NO MUNICÍPIO DE JOINVILLE-SC.

TÍTULO:

SUB-BACIA 04-CA-LT - RIO LUIZ TONNEMANN
 ÁREAS PERMEÁVEIS E IMPERMEÁVEIS

ENGEACORPS - HIDROSTUDIO - BRLi

DESENHISTA		Alberto Lang Filho Coordenador Técnico	Danny Dalberson de Oliveira Coordenador Geral PDDU
M.A.G.			
PROJETO		APROVADO	APROVADO
A.S.M.		 CREA 06003135/0	 CREA 0600180622
Rº PMJ	DATA:	ESCALA:	FOLHA:
Rº EXECUTORA 951-PMJ-PDC-A1-P091	JAN/2011	5.000	01/01

951-PMJ-PDC-A1-P162 - SUB-BACIA 04-CA-LT - RIO LUIZ
TONNEMANN - CARACTERIZAÇÃO HIDRÁULICA

1	JAN/2011	M.A.G.	EMIÇÃO FINAL	A.S.M.	A.L.F.
REV.	DATA	DESENHO	MODIFICAÇÃO	VERIFICAÇÃO	APROVAÇÃO



PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE

SECRETARIA DE ADMINISTRAÇÃO

PROJETO:

PLANO DIRETOR DE DRENAGEM URBANA - PDDU -
DA BACIA DO RIO CACHOEIRA NO MUNICÍPIO DE JOINVILLE-SC.

TÍTULO:

SUB-BACIA 04-CA-LT - RIO LUIZ TONNEMANN
CARACTERIZAÇÃO HIDRÁULICA

ENGECORPS - HIDROSTUDIO - BRLi

DESENHISTA		Alberto Lang Filho Coordenador Técnico	Danny Dalberson de Oliveira Coordenador Geral PDDU
M.A.G.			
PROJETO		APROVADO	APROVADO
A.S.M.			
		CREA 06003135/0	CREA 06001806/22
Rº PMJ	DATA:	ESCALA:	FOLHA:
Rº EXECUTORA 951-PMJ-PDC-A1-P162	JAN/2011	5.000	01/01

**951-PMJ-PDC-A1-P629 - SUB-BACIA 04-CA-LT - RIO LUIZ
TONNEMANN - PROGNÓSTICO DA CAPACIDADE HIDRÁULICA**

1	JAN/2011	M.A.G.	EMIÇÃO FINAL	A.S.M.	A.L.F.
REV.	DATA	DESENHO	MODIFICAÇÃO	VERIFICAÇÃO	APROVAÇÃO



PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE

SECRETARIA DE ADMINISTRAÇÃO

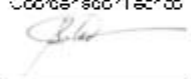
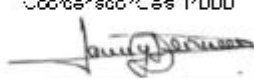
PROJETO:

PLANO DIRETOR DE DRENAGEM URBANA - PDDU -
DA BACIA DO RIO CACHOEIRA NO MUNICÍPIO DE JOINVILLE-SC.

TÍTULO:

SUB-BACIA 04-CA-LT - RIO LUIZ TONNEMANN
PROGNÓSTICO DA CAPACIDADE HIDRÁULICA

ENGEACORPS - HIDROSTUDIO - BRLi

DESENHISTA	M.A.G.	APROVADO	Alberto Lang Filho Coordenador Técnico	APROVADO	Danny Dalberson de Oliveira Coordenador Geral PDDU
PROJETO	A.S.M.		 CREA 06003135/0		 CREA 0600180622
Rº PMJ		DATA:		ESCALA:	FOLHA:
Rº EXECUTORA	951-PMJ-PDC-A1-P629	JAN/2011		5.000	01/01

**951-PMJ-PDC-A1-P658 - SUB-BACIA 04-CA-LT - RIO LUIZ
TONNEMANN - PROGNÓSTICO - MANCHA DE INUNDAÇÃO
*Tr=5 ANOS***

1	JAN/2011	M.A.G.	EMIÇÃO FINAL	A.S.M.	A.L.F.
REV.	DATA	DESENHO	MODIFICAÇÃO	VERIFICAÇÃO	APROVAÇÃO



PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE

PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE
SECRETARIA DE ADMINISTRAÇÃO

PROJETO:

PLANO DIRETOR DE DRENAGEM URBANA - PDDU -
DA BACIA DO RIO CACHOEIRA NO MUNICÍPIO DE JOINVILLE-SC.

TÍTULO:

SUB-BÁCIA 04-CÁ-LT - RIO LUIZ TONNEMANN - PROGNÓSTICO
MANCHA DE INUNDAÇÃO - TR=5 ANOS

ENGEORPS - HIDROSTUDIO - BRLi

DESENHISTA	M.A.G.	Alberto Lang Filho Coordenador Técnico	Danny Dalberson do Oliveira Coordenador Geral PDDU
PROJETO	A.S.M.	APROVADO CREA 06003185/0	APROVADO CREA 06001806/22
Nº PMU	DATA :	ESCALA :	FOLHA :
Nº EXECUTORA 951-PMJ-PDC-A1-P658	JAN/2011	5.000	01/01

**951-PMJ-PDC-A1-P659 - SUB-BACIA 04-CA-LT - RIO LUIZ
TONNEMANN - PROGNÓSTICO - MANCHA DE INUNDAÇÃO
Tr= 10 ANOS**

1	JAN/2011	M.A.G.	EMIÇÃO FINAL	A.S.M.	A.L.F.
REV.	DATA	DESENHO	MODIFICAÇÃO	VERIFICAÇÃO	APROVAÇÃO



PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE
SECRETARIA DE ADMINISTRAÇÃO

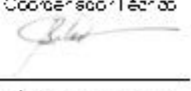
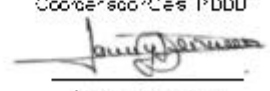
PROJETO:

PLANO DIRETOR DE DRENAGEM URBANA - PDDU -
 DA BACIA DO RIO CACHOEIRA NO MUNICÍPIO DE JOINVILLE-SC.

TÍTULO:

SUB-BÁCIA 04-CA-LT - RIO LUIZ TONNEMANN - PROGNÓSTICO
 MANCHA DE INUNDAÇÃO - TR= 10 ANOS

ENGECORPS - HIDROSTUDIO - BRLi

DESENHISTA		Alberto Lang Filho Coordenador Técnico	Danny Dalberson de Oliveira Coordenador de PDDU
M.A.G.			
PROJETO		APROVADO	APROVADO
A.S.M.		 CREA 06003185/0	 CREA 0600190622
Nº PMU	DATA :	ESCALA :	FOLHA :
Nº EXECUTORA 951-PMJ-PDC-A1-P059	JAN/2011	5.000	01/01

**951-PMJ-PDC-A1-P660 - SUB-BACIA 04-CA-LT - RIO LUIZ
TONNEMANN - PROGNÓSTICO - MANCHA DE INUNDAÇÃO
Tr=25 ANOS**

1	JAN/2011	M.A.G.	EMIÇÃO FINAL	A.S.M.	A.L.F.
REV.	DATA	DESENHO	MODIFICAÇÃO	VERIFICAÇÃO	APROVAÇÃO



PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE
SECRETARIA DE ADMINISTRAÇÃO

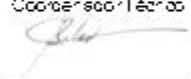
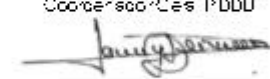
PROJETO:

PLANO DIRETOR DE DRENAGEM URBANA - PDDU -
 DA BACIA DO RIO CACHOEIRA NO MUNICÍPIO DE JOINVILLE-SC.

TÍTULO:

SUB-BÁCIA 04-CÁ-LT - RIO LUIZ TONNEMANN - PROGNÓSTICO
 MANCHA DE INUNDAÇÃO - TR=25 ANOS

ENGEORPS - HIDROSTUDIO - BRLi

DESENHISTA	M.A.G.	Alborto Lang Filho Coordenador Técnico	Danny Dalberson do Oliveira Coordenador Geral PDDU
PROJETO	A.S.M.	APROVADO  CREA 06003185/0	APROVADO  CREA 06001806/22
Nº PMU	DATA :	ESCALA :	FOLHA :
Nº EXECUTORA 951-PMJ-PDC-A1-P660	JAN/2011	5.000	01/01

**951-PMJ-PDC-A1-P661 - SUB-BACIA 04-CA-LT - RIO LUIZ
TONNEMANN - PROGNÓSTICO - MANCHA DE INUNDAÇÃO
Tr=50 ANOS**

1	JAN/2011	M.A.G.	EMIÇÃO FINAL	A.S.M.	A.L.F.
REV.	DATA	DESENHO	MODIFICAÇÃO	VERIFICAÇÃO	APROVAÇÃO



PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE
SECRETARIA DE ADMINISTRAÇÃO

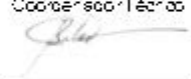
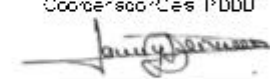
PROJETO:

PLANO DIRETOR DE DRENAGEM URBANA - PDDU -
 DA BACIA DO RIO CACHOEIRA NO MUNICÍPIO DE JOINVILLE-SC.

TÍTULO:

SUB-BÁCIA 04-CÁ-LT - RIO LUIZ TONNEMANN - PROGNÓSTICO
 MANCHA DE INUNDAÇÃO - TR=50 ANOS

ENGEORPS - HIDROSTUDIO - BRLi

DESENHISTA	M.A.G.	Alberto Lang Filho Coordenador Técnico	Danny Dalberson do Oliveira Coordenador Geral PDDU
PROJETO	A.S.M.	APROVADO  CREA 06003185/0	APROVADO  CREA 06001806/22
Nº PMU	DATA :	ESCALA :	FOLHA :
Nº EXECUTORA 951-PMJ-PDC-A1-P661	JAN/2011	5.000	01/01

ANEXO II

RESULTADOS DA SIMULAÇÃO HIDRÁULICA – HEC-RAS

TABELA HEC-RAS CENÁRIO FUTURO

Rio	Nº da Seção	Perfil de Análise	Q Total (m³/s)	Cota Mínima da Seção (m)	Cota do Nível d'água (m)	Altura Crítica do Nível d'água	Altura da Linha de Energia	Declividade da Linha de Energia	Velocidade na Seção (m/s)	Área Molhada (m²)	Largura Máxima da Lâmina de Água (m)	Nº de Froude
Luiz Tonnemann	208	Tr05Anos	10,51	14,62	16,11	16,11	16,45	0,015855	2,6	4,06	86,93	0,98
Luiz Tonnemann	208	Tr10Anos	12,67	14,62	16,26	16,26	16,57	0,012717	2,53	5,24	92,78	0,9
Luiz Tonnemann	208	Tr25Anos	15,38	14,62	16,38	16,38	16,69	0,010633	2,53	6,63	96,3	0,84
Luiz Tonnemann	208	Tr50Anos	17,41	14,62	16,45	16,45	16,77	0,010361	2,61	7,35	96,75	0,84
Luiz Tonnemann	206	Tr05Anos	10,51	14,45	15,52	15,2	15,56	0,001857	1,1	12,25	47,45	0,35
Luiz Tonnemann	206	Tr10Anos	12,67	14,45	15,59	15,25	15,63	0,001948	1,18	13,72	56,58	0,37
Luiz Tonnemann	206	Tr25Anos	15,38	14,45	15,66	15,3	15,72	0,002078	1,27	15,43	69,76	0,38
Luiz Tonnemann	206	Tr50Anos	17,41	14,45	15,72	15,34	15,78	0,00208	1,31	16,69	77,42	0,39
Luiz Tonnemann	203	Tr05Anos	10,51	14,1	15,3	15,3	15,48	0,017854	1,92	5,47	14,58	1
Luiz Tonnemann	203	Tr10Anos	12,67	14,1	15,36	15,36	15,56	0,017368	1,99	6,38	15,9	1
Luiz Tonnemann	203	Tr25Anos	15,38	14,1	15,42	15,42	15,64	0,016848	2,05	7,49	20,32	1
Luiz Tonnemann	203	Tr50Anos	17,41	14,1	15,56	15,47	15,71	0,00969	1,71	10,15	37,95	0,78
Luiz Tonnemann	192	Tr05Anos	10,51	13,69	15,23	14,85	15,25	0,000757	0,72	18,63	91,71	0,2
Luiz Tonnemann	192	Tr10Anos	12,67	13,69	15,34	14,88	15,36	0,000661	0,71	21,98	98,03	0,19
Luiz Tonnemann	192	Tr25Anos	15,38	13,69	15,47	14,92	15,49	0,000546	0,69	26,33	123,7	0,18
Luiz Tonnemann	192	Tr50Anos	17,41	13,69	15,61	14,95	15,63	0,000421	0,64	30,8	143,96	0,16
Luiz Tonnemann	186	Tr05Anos	10,51	13,52	15,11	14,86	15,2	0,004451	1,37	7,79	79,45	0,54
Luiz Tonnemann	186	Tr10Anos	12,67	13,52	15,21	14,93	15,31	0,004028	1,41	9,24	92,11	0,52
Luiz Tonnemann	186	Tr25Anos	15,38	13,52	15,36	15,01	15,46	0,003268	1,4	11,58	113,92	0,48
Luiz Tonnemann	186	Tr50Anos	17,41	13,52	15,52	15,07	15,6	0,002144	1,27	15,11	154,31	0,4
Luiz Tonnemann	178	Tr05Anos	10,51	13,23	15,1	14,58	15,13	0,000933	0,76	15,01	83,74	0,26
Luiz Tonnemann	178	Tr10Anos	12,67	13,23	15,22	14,64	15,24	0,000857	0,79	17,43	99,34	0,25
Luiz Tonnemann	178	Tr25Anos	15,38	13,23	15,37	14,71	15,4	0,000737	0,8	20,69	133,62	0,24
Luiz Tonnemann	178	Tr50Anos	17,41	13,23	15,53	14,76	15,56	0,000567	0,77	24,27	169,56	0,21
Luiz Tonnemann	170	Tr05Anos	10,51	13,3	15,12	13,97	15,12	0,000056	0,23	45,86	129,55	0,07
Luiz Tonnemann	170	Tr10Anos	12,67	13,3	15,23	14,04	15,23	0,000059	0,26	50,55	148,37	0,07
Luiz Tonnemann	170	Tr25Anos	15,38	13,3	15,38	14,09	15,38	0,000059	0,28	56,84	167,93	0,07

Continua...

Continuação.

TABELA HEC-RAS CENÁRIO FUTURO

Rio	Nº da Seção	Perfil de Análise	Q Total (m³/s)	Cota Mínima da Seção (m)	Cota do Nível d'água (m)	Altura Crítica do Nível d'água	Altura da Linha de Energia	Declividade da Linha de Energia	Velocidade na Seção (m/s)	Área Molhada (m²)	Largura Máxima da Lâmina de Água (m)	Nº de Froude
Luiz Tonnemann	170	Tr50Anos	17,41	13,3	15,54	14,12	15,55	0,000052	0,28	63,68	193,55	0,07
Luiz Tonnemann	161	Tr05Anos	10,51	13,1	15,08	14,43	15,11	0,000486	0,86	13,73	123,56	0,22
Luiz Tonnemann	161	Tr10Anos	12,67	13,1	15,19	14,49	15,23	0,000528	0,94	15,01	157,6	0,23
Luiz Tonnemann	161	Tr25Anos	15,38	13,1	15,33	14,55	15,38	0,000543	1,01	16,75	161,62	0,24
Luiz Tonnemann	161	Tr50Anos	17,41	13,1	15,5	14,6	15,54	0,000481	1	18,73	170,04	0,23
Luiz Tonnemann	159	Tr05Anos	10,51	12,99	15,09	14,07	15,11	0,000287	0,66	17,77	97,52	0,18
Luiz Tonnemann	159	Tr10Anos	12,67	12,99	15,19	14,17	15,22	0,000306	0,72	19,7	106,98	0,19
Luiz Tonnemann	159	Tr25Anos	15,38	12,99	15,34	14,28	15,37	0,000307	0,76	22,31	111,77	0,19
Luiz Tonnemann	159	Tr50Anos	17,41	12,99	15,51	14,35	15,53	0,000266	0,76	25,25	143,18	0,18
Luiz Tonnemann	154	Tr05Anos	10,51	13,12	15,06	14,19	15,09	0,00063	0,92	14,14	148,1	0,25
Luiz Tonnemann	154	Tr10Anos	12,67	13,12	15,17	14,31	15,2	0,000617	0,95	16,31	160,9	0,25
Luiz Tonnemann	154	Tr25Anos	15,38	13,12	15,32	14,44	15,35	0,000557	0,97	19,3	182,81	0,24
Luiz Tonnemann	154	Tr50Anos	17,41	13,12	15,49	14,53	15,52	0,000436	0,92	22,71	193,11	0,22
Luiz Tonnemann	153,1 Rua Maria Rosali		Culvert									
Luiz Tonnemann	153	Tr05Anos	10,51	12,59	14,63	13,77	14,68	0,001077	1,08	10,09	26	0,32
Luiz Tonnemann	153	Tr10Anos	12,67	12,59	14,94	13,9	14,98	0,000592	0,94	15,03	75,9	0,25
Luiz Tonnemann	153	Tr25Anos	15,38	12,59	15,27	14,04	15,3	0,000363	0,84	20,36	101,01	0,2
Luiz Tonnemann	153	Tr50Anos	17,41	12,59	15,47	14,13	15,5	0,000295	0,82	23,63	128,33	0,19
Luiz Tonnemann	152	Tr05Anos	10,51	12,55	14,64	13,51	14,68	0,000439	0,81	13,24	35,14	0,22
Luiz Tonnemann	152	Tr10Anos	12,67	12,55	14,94	13,61	14,97	0,000326	0,79	16,61	75,65	0,19
Luiz Tonnemann	152	Tr25Anos	15,38	12,55	15,27	13,71	15,3	0,000256	0,79	20,3	108,68	0,18
Luiz Tonnemann	152	Tr50Anos	17,41	12,55	15,47	13,79	15,5	0,000234	0,8	22,57	149,6	0,17

Continua...

Continuação.

TABELA HEC-RAS CENÁRIO FUTURO

Rio	Nº da Seção	Perfil de Análise	Q Total (m³/s)	Cota Mínima da Seção (m)	Cota do Nível d'água (m)	Altura Crítica do Nível d'água	Altura da Linha de Energia	Declividade da Linha de Energia	Velocidade na Seção (m/s)	Área Molhada (m²)	Largura Máxima da Lâmina de Água (m)	Nº de Froude
Luiz Tonnemann	150	Tr05Anos	10,51	12,7	14,63	13,52	14,66	0,000461	0,84	12,66	25,6	0,22
Luiz Tonnemann	150	Tr10Anos	12,67	12,7	14,93	13,61	14,96	0,000364	0,82	16,18	88,87	0,2
Luiz Tonnemann	150	Tr25Anos	15,38	12,7	15,26	13,72	15,29	0,000278	0,8	20,44	108,26	0,18
Luiz Tonnemann	150	Tr50Anos	17,41	12,7	15,47	13,79	15,5	0,000247	0,8	23,06	142,08	0,17
Luiz Tonnemann	148	Tr05Anos	10,51	12,71	14,57	13,71	14,64	0,000981	1,12	9,54	26,65	0,31
Luiz Tonnemann	148	Tr10Anos	12,67	12,71	14,89	13,82	14,94	0,000676	1,07	12,06	53,41	0,27
Luiz Tonnemann	148	Tr25Anos	15,38	12,71	15,22	13,94	15,28	0,000518	1,07	14,75	117,94	0,24
Luiz Tonnemann	148	Tr50Anos	17,41	12,71	15,42	14,03	15,48	0,000471	1,09	16,38	130,8	0,24
Luiz Tonnemann	147,1 Rua Willy A, Jac		Culvert									
Luiz Tonnemann	146	Tr05Anos	10,51	12,38	14,39	13,34	14,43	0,000558	0,87	12,13	10,59	0,24
Luiz Tonnemann	146	Tr10Anos	12,67	12,38	14,64	13,44	14,68	0,000479	0,87	15,13	57,86	0,23
Luiz Tonnemann	146	Tr25Anos	15,38	12,38	14,94	13,56	14,97	0,000389	0,85	19,1	109,06	0,21
Luiz Tonnemann	146	Tr50Anos	17,41	12,38	15,15	13,64	15,18	0,000328	0,83	22,39	121,4	0,2
Luiz Tonnemann	142	Tr05Anos	10,51	12,09	14,4	13,06	14,42	0,000244	0,62	17,16	16,65	0,17
Luiz Tonnemann	142	Tr10Anos	12,67	12,09	14,65	13,15	14,67	0,000207	0,62	21,04	26,5	0,16
Luiz Tonnemann	142	Tr25Anos	15,38	12,09	14,94	13,25	14,96	0,000173	0,62	25,74	104,75	0,15
Luiz Tonnemann	142	Tr50Anos	17,41	12,09	15,15	13,33	15,17	0,000148	0,62	30	142,65	0,14
Luiz Tonnemann	139	Tr05Anos	10,51	11,96	14,4	12,94	14,41	0,00018	0,56	19,61	26,67	0,14
Luiz Tonnemann	139	Tr10Anos	12,67	11,96	14,65	13,03	14,66	0,000151	0,56	24,53	51,1	0,13
Luiz Tonnemann	139	Tr25Anos	15,38	11,96	14,94	13,13	14,96	0,000118	0,55	31,51	124,09	0,12
Luiz Tonnemann	139	Tr50Anos	17,41	11,96	15,15	13,2	15,16	0,0001	0,54	36,53	138,08	0,11
Luiz Tonnemann	137	Tr05Anos	10,51	11,99	14,35	13,21	14,4	0,000634	0,94	11,36	114,27	0,25
Luiz Tonnemann	137	Tr10Anos	12,67	11,99	14,61	13,33	14,65	0,000518	0,94	14,13	132,53	0,23

Continua...

Continuação.

TABELA HEC-RAS CENÁRIO FUTURO

Rio	Nº da Seção	Perfil de Análise	Q Total (m³/s)	Cota Mínima da Seção (m)	Cota do Nível d'água (m)	Altura Crítica do Nível d'água	Altura da Linha de Energia	Declividade da Linha de Energia	Velocidade na Seção (m/s)	Área Molhada (m²)	Largura Máxima da Lâmina de Água (m)	Nº de Froude
Luiz Tonnemann	137	Tr25Anos	15,38	11,99	14,9	13,49	14,94	0,000413	0,93	17,46	138,25	0,21
Luiz Tonnemann	137	Tr50Anos	17,41	11,99	15,11	13,57	15,15	0,000359	0,93	19,83	144,55	0,2
Luiz Tonnemann	136 Rua das Doméstic		Culvert									
Luiz Tonnemann	135	Tr05Anos	10,51	12,17	14,08	13,43	14,17	0,00172	1,38	8,52	119,66	0,4
Luiz Tonnemann	135	Tr10Anos	12,67	12,17	14,3	13,56	14,37	0,001236	1,27	11,58	149,89	0,35
Luiz Tonnemann	135	Tr25Anos	15,38	12,17	14,55	13,7	14,61	0,000836	1,17	15,35	176,3	0,29
Luiz Tonnemann	135	Tr50Anos	17,41	12,17	14,71	13,8	14,76	0,00069	1,13	17,79	179,12	0,27
Luiz Tonnemann	131	Tr05Anos	10,51	12,13	14,15	13,47	14,16	0,000228	0,43	25,16	178,38	0,15
Luiz Tonnemann	131	Tr10Anos	12,67	12,13	14,36	13,52	14,36	0,000151	0,41	32,25	181,75	0,13
Luiz Tonnemann	131	Tr25Anos	15,38	12,13	14,59	13,58	14,6	0,000107	0,39	40,54	185,82	0,11
Luiz Tonnemann	131	Tr50Anos	17,41	12,13	14,75	13,62	14,76	0,00009	0,39	46,05	188,45	0,1
Luiz Tonnemann	125	Tr05Anos	10,51	11,8	14,14	13,2	14,15	0,000291	0,54	20,04	238,86	0,17
Luiz Tonnemann	125	Tr10Anos	12,67	11,8	14,34	13,29	14,36	0,000217	0,53	24,58	244,27	0,15
Luiz Tonnemann	125	Tr25Anos	15,38	11,8	14,58	13,38	14,6	0,000169	0,52	29,84	253,32	0,14
Luiz Tonnemann	125	Tr50Anos	17,41	11,8	14,74	13,44	14,76	0,00015	0,53	33,34	264,33	0,14
Luiz Tonnemann	122	Tr05Anos	10,51	11,65	14,13	12,97	14,15	0,000233	0,65	19,36	242,33	0,15
Luiz Tonnemann	122	Tr10Anos	12,67	11,65	14,34	13,19	14,35	0,000199	0,65	22,91	254,26	0,14
Luiz Tonnemann	122	Tr25Anos	15,38	11,65	14,57	13,47	14,59	0,000173	0,65	27,03	259,48	0,13
Luiz Tonnemann	122	Tr50Anos	17,41	11,65	14,73	13,53	14,75	0,000162	0,65	29,75	262,79	0,13
Luiz Tonnemann	121 Rua Walmor Range		Culvert									
Luiz Tonnemann	120	Tr05Anos	10,51	11,7	14,1	12,83	14,13	0,000377	0,88	12,95	232,76	0,19

Continua...

Continuação.

TABELA HEC-RAS CENÁRIO FUTURO

Rio	Nº da Seção	Perfil de Análise	Q Total (m³/s)	Cota Mínima da Seção (m)	Cota do Nível d'água (m)	Altura Crítica do Nível d'água	Altura da Linha de Energia	Declividade da Linha de Energia	Velocidade na Seção (m/s)	Área Molhada (m²)	Largura Máxima da Lâmina de Água (m)	Nº de Froude
Luiz Tonnemann	120	Tr10Anos	12,67	11,7	14,3	13,01	14,34	0,000374	0,93	14,62	252,57	0,2
Luiz Tonnemann	120	Tr25Anos	15,38	11,7	14,53	13,16	14,58	0,00037	0,99	16,55	266,38	0,2
Luiz Tonnemann	120	Tr50Anos	17,41	11,7	14,69	13,25	14,74	0,00037	1,03	17,85	271,38	0,2
Luiz Tonnemann	118	Tr05Anos	10,51	11,37	14,07	12,54	14,12	0,000379	0,99	10,67	194,45	0,21
Luiz Tonnemann	118	Tr10Anos	12,67	11,37	14,27	12,67	14,33	0,000422	1,1	11,57	199,07	0,22
Luiz Tonnemann	118	Tr25Anos	15,38	11,37	14,49	12,8	14,57	0,000467	1,22	12,6	202,2	0,24
Luiz Tonnemann	118	Tr50Anos	17,41	11,37	14,64	12,89	14,73	0,0005	1,31	13,29	204,32	0,25
Luiz Tonnemann	117,5 Galeria Meio de		Culvert									
Luiz Tonnemann	117	Tr05Anos	10,51	11,45	13,44	12,57	13,48	0,000555	0,87	12,36	122,29	0,25
Luiz Tonnemann	117	Tr10Anos	12,67	11,45	13,61	12,68	13,65	0,000526	0,92	14,08	132,2	0,25
Luiz Tonnemann	117	Tr25Anos	15,38	11,45	13,8	12,8	13,85	0,000507	0,98	16,03	159,46	0,25
Luiz Tonnemann	117	Tr50Anos	17,41	11,45	13,93	12,88	13,98	0,000504	1,03	17,31	163,48	0,25
Luiz Tonnemann	114	Tr05Anos	10,51	11,37	13,46	12,44	13,47	0,000188	0,46	23,13	156,36	0,14
Luiz Tonnemann	114	Tr10Anos	12,67	11,37	13,63	12,52	13,65	0,000165	0,47	26,91	171,11	0,14
Luiz Tonnemann	114	Tr25Anos	15,38	11,37	13,83	12,68	13,84	0,000149	0,49	31,18	178,23	0,13
Luiz Tonnemann	114	Tr50Anos	17,41	11,37	13,96	12,74	13,97	0,000143	0,51	34	184,52	0,13
Luiz Tonnemann	111	Tr05Anos	10,51	11,28	13,41	12,58	13,46	0,001114	1,08	10,11	129,09	0,33
Luiz Tonnemann	111	Tr10Anos	12,67	11,28	13,58	12,7	13,64	0,000921	1,09	12,6	147,14	0,31
Luiz Tonnemann	111	Tr25Anos	15,38	11,28	13,78	12,86	13,83	0,000755	1,08	15,58	224,54	0,28
Luiz Tonnemann	111	Tr50Anos	17,41	11,28	13,91	12,96	13,97	0,000685	1,09	17,53	233,79	0,28
Luiz Tonnemann	106	Tr05Anos	16,89	11,12	13,38	12,82	13,43	0,001103	1,13	17,42	217,07	0,29
Luiz Tonnemann	106	Tr10Anos	20,19	11,12	13,56	12,93	13,61	0,000922	1,11	20,7	220,17	0,27
Luiz Tonnemann	106	Tr25Anos	24,29	11,12	13,76	13,03	13,81	0,000799	1,11	24,33	225,79	0,25

Continua...

Continuação.

TABELA HEC-RAS CENÁRIO FUTURO

Rio	Nº da Seção	Perfil de Análise	Q Total (m³/s)	Cota Mínima da Seção (m)	Cota do Nível d'água (m)	Altura Crítica do Nível d'água	Altura da Linha de Energia	Declividade da Linha de Energia	Velocidade na Seção (m/s)	Área Molhada (m²)	Largura Máxima da Lâmina de Água (m)	Nº de Froude
Luiz Tonnemann	106	Tr50Anos	27,35	11,12	13,89	13,09	13,94	0,000751	1,13	26,68	228,47	0,25
Luiz Tonnemann	103	Tr05Anos	16,89	10,89	13,3	12,37	13,39	0,001418	1,37	12,81	238,67	0,34
Luiz Tonnemann	103	Tr10Anos	20,19	10,89	13,47	12,51	13,57	0,001418	1,46	14,33	250,06	0,34
Luiz Tonnemann	103	Tr25Anos	24,29	10,89	13,66	12,68	13,78	0,001439	1,57	16,01	258,77	0,35
Luiz Tonnemann	103	Tr50Anos	27,35	10,89	13,78	12,83	13,91	0,001481	1,66	17,08	263,31	0,36
Luiz Tonnemann	101 Rua Albatroz		Culvert									
Luiz Tonnemann	100	Tr05Anos	16,89	10,76	12,48	12,48	13,02	0,016344	3,27	5,16	160,62	1
Luiz Tonnemann	100	Tr10Anos	20,19	10,76	12,78	12,78	13,18	0,010347	2,87	7,63	216,84	0,8
Luiz Tonnemann	100	Tr25Anos	24,29	10,76	12,93	12,93	13,32	0,00945	2,91	9,3	225,28	0,78
Luiz Tonnemann	100	Tr50Anos	27,35	10,76	13	13	13,42	0,009511	3,02	10,13	227,2	0,79
Luiz Tonnemann	97	Tr05Anos	16,89	10,69	12,65	12,19	12,73	0,002915	1,24	13,62	133,8	0,45
Luiz Tonnemann	97	Tr10Anos	20,19	10,69	12,79	12,29	12,87	0,002415	1,25	16,11	157,11	0,42
Luiz Tonnemann	97	Tr25Anos	24,29	10,69	12,96	12,43	13,04	0,002103	1,28	19,03	172,62	0,4
Luiz Tonnemann	97	Tr50Anos	27,35	10,69	13,07	12,49	13,15	0,001891	1,29	21,21	179,33	0,39
Luiz Tonnemann	95	Tr05Anos	16,89	10,62	12,64	12,12	12,7	0,002132	1,14	15,05	110,43	0,4
Luiz Tonnemann	95	Tr10Anos	20,19	10,62	12,78	12,21	12,85	0,001797	1,15	17,8	148,93	0,37
Luiz Tonnemann	95	Tr25Anos	24,29	10,62	12,95	12,38	13,02	0,001545	1,17	21	160,65	0,35
Luiz Tonnemann	95	Tr50Anos	27,35	10,62	13,06	12,43	13,14	0,00141	1,19	23,29	171,45	0,34
Luiz Tonnemann	90	Tr05Anos	16,89	10,68	12,62	11,77	12,66	0,00074	0,89	18,91	130,85	0,28
Luiz Tonnemann	90	Tr10Anos	20,19	10,68	12,77	11,86	12,81	0,000684	0,94	21,6	143,21	0,27
Luiz Tonnemann	90	Tr25Anos	24,29	10,68	12,94	11,97	12,99	0,000638	0,99	24,66	166,07	0,27
Luiz Tonnemann	90	Tr50Anos	27,35	10,68	13,05	12,06	13,11	0,000614	1,02	26,8	188,02	0,27
Luiz Tonnemann	86	Tr05Anos	16,89	10,45	12,58	12,05	12,63	0,001454	1,01	16,69	156,91	0,36

Continua...

Continuação.

TABELA HEC-RAS CENÁRIO FUTURO

Rio	Nº da Seção	Perfil de Análise	Q Total (m³/s)	Cota Mínima da Seção (m)	Cota do Nível d'água (m)	Altura Crítica do Nível d'água	Altura da Linha de Energia	Declividade da Linha de Energia	Velocidade na Seção (m/s)	Área Molhada (m²)	Largura Máxima da Lâmina de Água (m)	Nº de Froude
Luiz Tonnemann	86	Tr10Anos	20,19	10,45	12,74	12,14	12,79	0,001142	1,01	20,07	205,27	0,33
Luiz Tonnemann	86	Tr25Anos	24,29	10,45	12,91	12,24	12,96	0,000935	1,02	23,88	229,73	0,31
Luiz Tonnemann	86	Tr50Anos	27,35	10,45	13,03	12,3	13,09	0,00084	1,04	26,51	242,33	0,3
Luiz Tonnemann	84	Tr05Anos	16,89	10,37	12,51	11,72	12,59	0,001264	1,34	13,5	214,86	0,36
Luiz Tonnemann	84	Tr10Anos	20,19	10,37	12,66	11,84	12,75	0,00122	1,41	15,43	234,38	0,36
Luiz Tonnemann	84	Tr25Anos	24,29	10,37	12,83	12	12,93	0,001187	1,49	17,6	240,9	0,36
Luiz Tonnemann	84	Tr50Anos	27,35	10,37	12,94	12,11	13,06	0,001171	1,54	19,08	242,84	0,36
Luiz Tonnemann	82	Tr05Anos	16,89	10,35	12,03	12,03	12,51	0,01275	3,07	5,53	84,06	0,97
Luiz Tonnemann	82	Tr10Anos	20,19	10,35	12,2	12,2	12,67	0,010524	3,06	6,84	116,93	0,9
Luiz Tonnemann	82	Tr25Anos	24,29	10,35	12,39	12,34	12,86	0,008982	3,07	8,29	205,83	0,84
Luiz Tonnemann	82	Tr50Anos	27,35	10,35	12,54	12,45	12,98	0,007748	3,04	9,56	241,4	0,79
Luiz Tonnemann	80	Tr05Anos	16,89	9,97	12,23		12,36	0,001776	1,67	11,05	202,27	0,39
Luiz Tonnemann	80	Tr10Anos	20,19	9,97	12,38		12,53	0,00181	1,78	12,49	239,4	0,4
Luiz Tonnemann	80	Tr25Anos	24,29	9,97	12,6		12,76	0,001673	1,83	14,56	287,12	0,39
Luiz Tonnemann	80	Tr50Anos	27,35	9,97	12,72		12,89	0,001696	1,91	15,67	299,84	0,39
Luiz Tonnemann	76	Tr05Anos	16,89	9,71	12,28	11,58	12,33	0,000756	1,08	16,75	185,21	0,28
Luiz Tonnemann	76	Tr10Anos	20,19	9,71	12,44	11,67	12,5	0,000729	1,13	18,89	212,3	0,28
Luiz Tonnemann	76	Tr25Anos	24,29	9,71	12,66	11,76	12,73	0,000652	1,16	21,88	292,2	0,27
Luiz Tonnemann	76	Tr50Anos	27,35	9,71	12,79	11,82	12,86	0,000649	1,21	23,54	306,81	0,27
Luiz Tonnemann	73	Tr05Anos	16,89	9,71	12,24	11,12	12,31	0,000747	1,19	14,83	301,82	0,28
Luiz Tonnemann	73	Tr10Anos	20,19	9,71	12,39	11,25	12,47	0,000786	1,29	16,32	333,78	0,29
Luiz Tonnemann	73	Tr25Anos	24,29	9,71	12,62	11,47	12,71	0,000768	1,37	18,43	342,02	0,3
Luiz Tonnemann	73	Tr50Anos	27,35	9,71	12,74	11,6	12,84	0,0008	1,45	19,58	344,85	0,3
Luiz Tonnemann	69	Tr05Anos	16,89	9,71	12,24	11,08	12,29	0,000664	0,93	20,11	331,48	0,26
Luiz Tonnemann	69	Tr10Anos	20,19	9,71	12,42	11,22	12,46	0,000561	0,93	24,24	340	0,25

Continua...

Continuação.

TABELA HEC-RAS CENÁRIO FUTURO

Rio	Nº da Seção	Perfil de Análise	Q Total (m³/s)	Cota Mínima da Seção (m)	Cota do Nível d'água (m)	Altura Crítica do Nível d'água	Altura da Linha de Energia	Declividade da Linha de Energia	Velocidade na Seção (m/s)	Área Molhada (m²)	Largura Máxima da Lâmina de Água (m)	Nº de Froude
Luiz Tonnemann	69	Tr25Anos	24,29	9,71	12,65	11,46	12,69	0,00043	0,9	29,99	343,42	0,22
Luiz Tonnemann	69	Tr50Anos	27,35	9,71	12,78	11,6	12,82	0,0004	0,92	33,15	345,59	0,22
Luiz Tonnemann	68,5 Rua Pavão	Culvert										
Luiz Tonnemann	68	Tr05Anos	16,89	9,29	12,04	10,69	12,09	0,000492	0,96	19,28	276,34	0,23
Luiz Tonnemann	68	Tr10Anos	20,19	9,29	12,22	10,83	12,27	0,000481	1,01	22,05	294,84	0,23
Luiz Tonnemann	68	Tr25Anos	24,29	9,29	12,4	10,98	12,45	0,000486	1,08	24,88	325,46	0,24
Luiz Tonnemann	68	Tr50Anos	27,35	9,29	12,51	11,09	12,57	0,000497	1,13	26,71	335,12	0,24
Luiz Tonnemann	67	Tr05Anos	16,89	9,11	12,06	10,58	12,08	0,000313	0,68	25,87	272,41	0,19
Luiz Tonnemann	67	Tr10Anos	20,19	9,11	12,24	10,71	12,26	0,000287	0,71	29,92	301,13	0,18
Luiz Tonnemann	67	Tr25Anos	24,29	9,11	12,42	10,85	12,45	0,000276	0,75	34,08	325,68	0,18
Luiz Tonnemann	67	Tr50Anos	27,35	9,11	12,54	10,97	12,57	0,000275	0,78	36,77	335,87	0,18
Luiz Tonnemann	65	Tr05Anos	16,89	9,03	12,04	10,44	12,08	0,000346	0,88	19,53	267,6	0,2
Luiz Tonnemann	65	Tr10Anos	20,19	9,03	12,21	10,57	12,25	0,000372	0,97	21,3	306,62	0,21
Luiz Tonnemann	65	Tr25Anos	24,29	9,03	12,38	10,73	12,44	0,000413	1,07	23,09	315,08	0,22
Luiz Tonnemann	65	Tr50Anos	27,35	9,03	12,49	10,83	12,55	0,000446	1,15	24,24	320,7	0,23
Luiz Tonnemann	63	Tr05Anos	16,89	8,9	12,04	10,21	12,07	0,000217	0,73	23,77	262,65	0,16
Luiz Tonnemann	63	Tr10Anos	20,19	8,9	12,21	10,34	12,24	0,000234	0,8	26,09	268,25	0,17
Luiz Tonnemann	63	Tr25Anos	24,29	8,9	12,39	10,48	12,43	0,000259	0,88	28,44	285,2	0,18
Luiz Tonnemann	63	Tr50Anos	27,35	8,9	12,5	10,58	12,54	0,000279	0,94	29,96	290,96	0,19
Luiz Tonnemann	59	Tr05Anos	26,71	8,98	11,94	10,72	12,05	0,001089	1,47	18,22	229,28	0,34
Luiz Tonnemann	59	Tr10Anos	31,94	8,98	12,1	10,88	12,23	0,001222	1,61	20,19	243,33	0,37
Luiz Tonnemann	59	Tr25Anos	38,36	8,98	12,25	11,06	12,41	0,001377	1,78	22,27	246,44	0,39
Luiz Tonnemann	59	Tr50Anos	43,08	8,98	12,35	11,19	12,52	0,001498	1,89	23,59	249,26	0,41

Continua...

Continuação.

TABELA HEC-RAS CENÁRIO FUTURO

Rio	Nº da Seção	Perfil de Análise	Q Total (m³/s)	Cota Mínima da Seção (m)	Cota do Nível d'água (m)	Altura Crítica do Nível d'água	Altura da Linha de Energia	Declividade da Linha de Energia	Velocidade na Seção (m/s)	Área Molhada (m²)	Largura Máxima da Lâmina de Água (m)	Nº de Froude
Luiz Tonnemann	56	Tr05Anos	26,71	8,89	11,92	10,7	12,02	0,00091	1,41	21,37	207,52	0,32
Luiz Tonnemann	56	Tr10Anos	31,94	8,89	12,09	10,87	12,19	0,000907	1,49	24,78	240,38	0,32
Luiz Tonnemann	56	Tr25Anos	38,36	8,89	12,26	11,06	12,37	0,000929	1,58	28,21	261,75	0,33
Luiz Tonnemann	56	Tr50Anos	43,08	8,89	12,36	11,19	12,48	0,000954	1,65	30,38	262,86	0,33
Luiz Tonnemann	55 Rua Inambu		Culvert									
Luiz Tonnemann	54	Tr05Anos	26,71	9,02	11,49	10,4	11,59	0,001043	1,41	19,88	105,73	0,34
Luiz Tonnemann	54	Tr10Anos	31,94	9,02	11,67	10,54	11,78	0,001061	1,49	22,69	177,72	0,35
Luiz Tonnemann	54	Tr25Anos	38,36	9,02	11,84	10,71	11,97	0,001109	1,6	25,78	209,24	0,36
Luiz Tonnemann	54	Tr50Anos	43,08	9,02	11,94	10,82	12,08	0,001149	1,69	27,74	215,5	0,37
Luiz Tonnemann	51	Tr05Anos	26,71	8,92	11,46	10,31	11,56	0,001014	1,41	19,19	156,39	0,34
Luiz Tonnemann	51	Tr10Anos	31,94	8,92	11,63	10,45	11,75	0,001114	1,53	21,3	186,13	0,35
Luiz Tonnemann	51	Tr25Anos	38,36	8,92	11,79	10,62	11,93	0,001245	1,68	23,59	238,12	0,38
Luiz Tonnemann	51	Tr50Anos	43,08	8,92	11,89	10,74	12,04	0,001325	1,79	25,22	249,22	0,39
Luiz Tonnemann	50	Tr05Anos	26,71	8,86	11,4	10,43	11,53	0,001356	1,55	17,39	188,45	0,39
Luiz Tonnemann	50	Tr10Anos	31,94	8,86	11,57	10,58	11,71	0,001432	1,67	19,64	224,11	0,4
Luiz Tonnemann	50	Tr25Anos	38,36	8,86	11,72	10,75	11,89	0,001562	1,82	22,11	258,07	0,42
Luiz Tonnemann	50	Tr50Anos	43,08	8,86	11,82	10,87	12	0,001712	1,93	23,71	265,76	0,45
Luiz Tonnemann	46	Tr05Anos	26,71	8,77	11,47	9,92	11,51	0,000318	0,83	32,23	191,79	0,2
Luiz Tonnemann	46	Tr10Anos	31,94	8,77	11,65	10,04	11,69	0,000337	0,9	36,42	223,85	0,21
Luiz Tonnemann	46	Tr25Anos	38,36	8,77	11,82	10,17	11,87	0,000358	0,97	41,1	239,95	0,22
Luiz Tonnemann	46	Tr50Anos	43,08	8,77	11,92	10,27	11,98	0,000376	1,03	43,97	251,61	0,22
Luiz Tonnemann	45 Acesso Catedral		Culvert									

Continua...

Continuação.

TABELA HEC-RAS CENÁRIO FUTURO

Rio	Nº da Seção	Perfil de Análise	Q Total (m³/s)	Cota Mínima da Seção (m)	Cota do Nível d'água (m)	Altura Crítica do Nível d'água	Altura da Linha de Energia	Declividade da Linha de Energia	Velocidade na Seção (m/s)	Área Molhada (m²)	Largura Máxima da Lâmina de Água (m)	Nº de Froude
Luiz Tonnemann	44	Tr05Anos	26,71	8,66	11,3	10,06	11,38	0,000789	1,25	21,34	129,97	0,3
Luiz Tonnemann	44	Tr10Anos	31,94	8,66	11,44	10,19	11,53	0,000896	1,38	23,31	177,65	0,32
Luiz Tonnemann	44	Tr25Anos	38,36	8,66	11,6	10,35	11,72	0,000964	1,51	26,37	268,03	0,34
Luiz Tonnemann	44	Tr50Anos	43,08	8,66	11,7	10,46	11,83	0,001007	1,6	28,35	283,25	0,35
Luiz Tonnemann	41	Tr05Anos	27,62	8,44	11,31	9,78	11,36	0,000684	0,99	29,14	292,16	0,22
Luiz Tonnemann	41	Tr10Anos	32,96	8,44	11,46	9,9	11,52	0,000755	1,09	31,77	297,6	0,23
Luiz Tonnemann	41	Tr25Anos	39,56	8,44	11,63	10,05	11,7	0,000824	1,2	34,82	301,63	0,25
Luiz Tonnemann	41	Tr50Anos	44,38	8,44	11,74	10,15	11,82	0,000879	1,27	36,74	304,86	0,26
Luiz Tonnemann	40 Rua Sanhaçu	Culvert										
Luiz Tonnemann	39	Tr05Anos	27,62	8,43	11,01	10	11,1	0,0011	1,31	21,5	211,95	0,36
Luiz Tonnemann	39	Tr10Anos	32,96	8,43	11,12	10,15	11,23	0,001189	1,43	23,83	218,21	0,37
Luiz Tonnemann	39	Tr25Anos	39,56	8,43	11,27	10,33	11,39	0,001225	1,55	26,84	221,11	0,39
Luiz Tonnemann	39	Tr50Anos	44,38	8,43	11,35	10,45	11,48	0,001287	1,64	28,57	232,88	0,4
Luiz Tonnemann	36	Tr05Anos	27,62	8,44	10,84	10,26	11,04	0,005125	2,01	13,88	170,33	0,55
Luiz Tonnemann	36	Tr10Anos	32,96	8,44	10,9	10,43	11,16	0,006409	2,29	14,6	181	0,62
Luiz Tonnemann	36	Tr25Anos	39,56	8,44	10,98	10,61	11,32	0,007718	2,58	15,63	194,83	0,69
Luiz Tonnemann	36	Tr50Anos	44,38	8,44	10,98	10,73	11,4	0,009631	2,89	15,68	195,02	0,77
Luiz Tonnemann	34	Tr05Anos	27,62	8,33	10,66	10,31	10,81	0,012421	1,75	15,8	88,4	0,77
Luiz Tonnemann	34	Tr10Anos	32,96	8,33	10,83	10,62	10,95	0,007407	1,53	21,53	123,77	0,62
Luiz Tonnemann	34	Tr25Anos	39,56	8,33	11,04	10,7	11,14	0,004708	1,35	29,3	167,74	0,51
Luiz Tonnemann	34	Tr50Anos	44,38	8,33	11,13	10,75	11,22	0,004134	1,36	32,69	200,96	0,48
Luiz Tonnemann	30	Tr05Anos	27,62	8,09	10,51		10,61	0,003784	1,43	19,41	39,22	0,46
Luiz Tonnemann	30	Tr10Anos	32,96	8,09	10,72		10,82	0,00288	1,39	23,93	93,46	0,42

Continua...

Continuação.

TABELA HEC-RAS CENÁRIO FUTURO

Rio	Nº da Seção	Perfil de Análise	Q Total (m³/s)	Cota Mínima da Seção (m)	Cota do Nível d'água (m)	Altura Crítica do Nível d'água	Altura da Linha de Energia	Declividade da Linha de Energia	Velocidade na Seção (m/s)	Área Molhada (m²)	Largura Máxima da Lâmina de Água (m)	Nº de Froude
Luiz Tonnemann	30	Tr25Anos	39,56	8,09	10,94		11,04	0,00226	1,39	28,93	201,56	0,38
Luiz Tonnemann	30	Tr50Anos	44,38	8,09	11,02		11,12	0,002358	1,47	30,67	208	0,39
Luiz Tonnemann	24	Tr05Anos	27,62	7,84	10,52	9,56	10,57	0,000753	1,05	27,38	107,52	0,29
Luiz Tonnemann	24	Tr10Anos	32,96	7,84	10,73	9,67	10,78	0,000664	1,04	33,38	207,44	0,28
Luiz Tonnemann	24	Tr25Anos	39,56	7,84	10,95	9,8	11,01	0,000555	1,04	40,54	282,31	0,26
Luiz Tonnemann	24	Tr50Anos	44,38	7,84	11,04	9,88	11,09	0,000581	1,1	43,13	311,78	0,27
Luiz Tonnemann	21	Tr05Anos	27,62	7,78	10,36	9,73	10,54	0,002998	1,85	14,96	152,64	0,55
Luiz Tonnemann	21	Tr10Anos	32,96	7,78	10,58	9,9	10,75	0,002645	1,82	18,44	228,51	0,53
Luiz Tonnemann	21	Tr25Anos	39,56	7,78	10,83	10,11	10,98	0,002084	1,77	23,3	313,52	0,48
Luiz Tonnemann	21	Tr50Anos	44,38	7,78	10,89	10,23	11,07	0,002212	1,88	24,72	320,36	0,5
Luiz Tonnemann	18	Tr05Anos	27,62	7,6	10,28	9,47	10,41	0,004175	1,59	17,79	152,62	0,49
Luiz Tonnemann	18	Tr10Anos	32,96	7,6	10,55	9,7	10,65	0,002549	1,44	24,07	304,45	0,4
Luiz Tonnemann	18	Tr25Anos	39,56	7,6	10,82	9,92	10,91	0,001815	1,37	30,28	382,25	0,35
Luiz Tonnemann	18	Tr50Anos	44,38	7,6	10,89	10,05	10,99	0,001943	1,46	31,87	388,93	0,36
Luiz Tonnemann	15	Tr05Anos	27,62	7,77	10,3	9,34	10,35	0,001148	0,95	30,43	244,34	0,27
Luiz Tonnemann	15	Tr10Anos	32,96	7,77	10,58	9,45	10,62	0,000762	0,88	40,62	296,46	0,23
Luiz Tonnemann	15	Tr25Anos	39,56	7,77	10,85	9,61	10,88	0,000567	0,85	50,94	348,65	0,2
Luiz Tonnemann	15	Tr50Anos	44,38	7,77	10,92	9,69	10,96	0,000605	0,9	53,78	369,31	0,21
Luiz Tonnemann	12	Tr05Anos	27,62	7,7	10,24	9,39	10,31	0,001616	1,18	24,73	242,55	0,32
Luiz Tonnemann	12	Tr10Anos	32,96	7,7	10,53	9,51	10,59	0,001161	1,12	31,18	278,74	0,28
Luiz Tonnemann	12	Tr25Anos	39,56	7,7	10,8	9,64	10,86	0,000938	1,12	37,5	329,63	0,26
Luiz Tonnemann	12	Tr50Anos	44,38	7,7	10,87	9,73	10,94	0,001037	1,2	39,05	345,15	0,27
Luiz Tonnemann	9	Tr05Anos	27,62	7,41	10,14	9,36	10,25	0,0028	1,49	18,8	180,19	0,41
Luiz Tonnemann	9	Tr10Anos	32,96	7,41	10,45	9,5	10,55	0,001996	1,41	24,07	267,29	0,36
Luiz Tonnemann	9	Tr25Anos	39,56	7,41	10,73	9,66	10,83	0,001607	1,4	29,29	352,53	0,33

Continua...

Continuação.

TABELA HEC-RAS CENÁRIO FUTURO

Rio	Nº da Seção	Perfil de Análise	Q Total (m³/s)	Cota Mínima da Seção (m)	Cota do Nível d'água (m)	Altura Crítica do Nível d'água	Altura da Linha de Energia	Declividade da Linha de Energia	Velocidade na Seção (m/s)	Área Molhada (m²)	Largura Máxima da Lâmina de Água (m)	Nº de Froude
Luiz Tonnemann	9	Tr50Anos	44,38	7,41	10,79	9,76	10,9	0,001814	1,52	30,34	358,69	0,35
Luiz Tonnemann	7	Tr05Anos	30,22	7,64	9,95	9,35	10,14	0,004573	1,93	15,67	161,6	0,53
Luiz Tonnemann	7	Tr10Anos	36,08	7,64	10,3	9,5	10,47	0,003375	1,8	20,04	195,68	0,47
Luiz Tonnemann	7	Tr25Anos	43,32	7,64	10,6	9,67	10,76	0,002674	1,79	24,49	350,64	0,43
Luiz Tonnemann	7	Tr50Anos	48,59	7,64	10,63	9,78	10,83	0,003196	1,98	24,9	356,94	0,47
Luiz Tonnemann	6 Rua Bem Te Vi		Culvert									
Luiz Tonnemann	5	Tr05Anos	30,22	7,55	9,31	9,31	10	0,012356	3,67	8,23	5,99	1
Luiz Tonnemann	5	Tr10Anos	36,08	7,55	9,56	9,56	10,24	0,012166	3,63	9,94	66,53	1
Luiz Tonnemann	5	Tr25Anos	43,32	7,55	9,8	9,8	10,48	0,011753	3,68	11,78	148,82	1
Luiz Tonnemann	5	Tr50Anos	48,59	7,55	9,94	9,94	10,64	0,011546	3,72	13,05	170,21	1
Luiz Tonnemann	1	Tr05Anos	30,22	7,54	9,74	8,79	9,79	0,000682	0,99	30,6	74,67	0,28
Luiz Tonnemann	1	Tr10Anos	36,08	7,54	9,74	8,9	9,81	0,000972	1,18	30,6	74,67	0,34
Luiz Tonnemann	1	Tr25Anos	43,32	7,54	9,74	9,06	9,84	0,001402	1,42	30,6	74,67	0,41
Luiz Tonnemann	1	Tr50Anos	48,59	7,54	9,74	9,14	9,87	0,001764	1,59	30,6	74,67	0,46