

Plano Diretor de Drenagem Urbana da Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira

Formulação de Cenários, Diagnóstico e Prognóstico

Volume 2 | Metodologia

Metodologia, Estudos Básicos e Concepção dos Cenários



BID



Fevereiro / 2011

951-PMJ-PDC-RT-P104 | 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 2

METODOLOGIA, ESTUDOS BÁSICOS E CONCEPÇÃO DOS CENÁRIOS

ELABORADO:		APROVADO:		
Anaximandro Steckling Müller / Fernando Garcia		Alberto Lang Filho		
VERIFICADO		COORDENADOR GERAL:		
Alberto Lang Filho		Danny Dalberson Oliveira		
Nº PMJ:		DATA:	jan/11	FOLHA:
Nº ENGECORPS:		Rev. 1		
951-PMJ-PDC-RT-P104				

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 2 – METODOLOGIA, ESTUDOS
BÁSICOS E CONCEPÇÃO DOS CENÁRIOS***

CONSÓRCIO ENGECORPS♦HIDROSTUDIO♦BRLi

951-PMJ-PDC-RT-P104

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
1.3 CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO.....	3
1.4 METODOLOGIA	5
2. PRECIPITAÇÃO	6
2.1 SELEÇÃO DOS POSTOS PLUVIOMÉTRICOS DE INTERESSE	7
2.2 IDENTIFICAÇÃO DO ANO HIDROLÓGICO	10
2.3 SÉRIES DE TOTAIS PRECIPITADOS MÁXIMOS DE 1 DIA	12
2.4 AVALIAÇÃO DA IDF DE BACK E AJUSTES DAS DISTRIBUIÇÕES PROBABILÍSTICAS À SÉRIE DE PRECIPITAÇÕES MÁXIMAS	14
2.5 TOTAIS PRECIPITADOS MÁXIMOS DE 1 DIA PARA JOINVILLE	15
2.6 PRECIPITAÇÃO PARA DURAÇÕES INFERIORES A 1 DIA	16
2.7 O EVENTO DE PRECIPITAÇÃO DE NOVEMBRO DE 2008.....	17
2.8 DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA PRECIPITAÇÃO DE PROJETO	23
2.9 DISTRIBUIÇÃO TEMPORAL DA CHUVA DE PROJETO.....	23
3. MARÉS.....	25
3.1 FUNDAMENTOS TEÓRICOS	28
3.2 DADOS BÁSICOS.....	30
3.2.1 Estações Maregráficas	30
3.2.2 Observações de Campo	38
3.3 ANÁLISE HARMÔNICA.....	40
3.3.1 Determinação das Componentes Harmônicas.....	40
3.3.2 Correlação Direta.....	40
3.4 NÍVEIS MÁXIMOS DAS MARÉS	51
3.4.1 Evento de Cheia de Novembro de 2008	57
3.5 MARÉ METEOROLÓGICA	59
3.6 ANÁLISE DO EFEITO DOS NÍVEIS DE MARÉ NA FOZ DO RIO CACHOEIRA.....	66
3.7 CRITÉRIOS ADOTADOS.....	72
4. A BACIA DO RIO CACHOEIRA	73
4.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS	73
4.2 GEOLOGIA	76
4.3 A REDE DE DRENAGEM	76
4.3.1 Cartografia e Topografia.....	77
4.3.2 Aspectos Hidráulicos	79
4.3.3 Aspectos de Implantação.....	82
4.4 PLANO DIRETOR URBANO	89

4.5	ESTUDO POPULACIONAL	92
5.	CARACTERIZAÇÃO HIDROLÓGICA DA BACIA DO RIO CACHOEIRA.....	94
5.1	DELIMITAÇÃO DA BACIA E SUB-BACIAS	94
5.2	PERFIL LONGITUDINAL.....	97
5.3	CLASSIFICAÇÃO HIDROLÓGICA DOS SOLOS.....	97
5.4	ÁREAS IMPERMEÁVEIS E ÁREAS PERMEÁVEIS	100
5.5	TEMPO DE CONCENTRAÇÃO.....	103
5.6	PROPAGAÇÃO DA ONDA DE CHEIA	105
6.	CARACTERIZAÇÃO HIDRÁULICA DA MACRODRENAGEM DA BACIA DO RIO CACHOEIRA.....	108
6.1	CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS.....	108
6.2	DISPOSITIVOS DE DRENAGEM	111
6.3	CÁLCULO DO ESCOAMENTO NOS CANAIS	113
6.3.1	<i>Perdas de Energia por Atrito</i>	<i>114</i>
6.3.2	<i>Perda de Carga por Variação da Seção no Canal</i>	<i>115</i>
6.4	CÁLCULO DO ESCOAMENTO EM DISPOSITIVOS DE DRENAGEM	116
7.	MODELAGEM COMPUTACIONAL	118
7.1	MODELAGEM COMPUTACIONAL HIDROLÓGICA	118
7.2	MODELAGEM HIDRÁULICA COMPUTACIONAL	121
8.	AFERIÇÃO DA MODELAGEM.....	125
8.1	SELEÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO EVENTO.....	125
8.2	SIMULAÇÃO HIDROLÓGICA.....	144
8.2.1	<i>Modelagem Computacional.....</i>	<i>144</i>
8.2.2	<i>Resultados Obtidos</i>	<i>147</i>
8.3	SIMULAÇÃO HIDRÁULICA.....	154
8.3.1	<i>Modelagem Computacional.....</i>	<i>154</i>
8.3.2	<i>Resultados Obtidos</i>	<i>155</i>
9.	CENÁRIOS.....	162
9.1	DEFINIÇÃO DOS CENÁRIOS	162
9.2	CENÁRIOS ALTERNATIVOS DE PLANEJAMENTO.....	162
9.3	ALTERNATIVA 1	164
9.4	ALTERNATIVA 2	164
9.5	ALTERNATIVA 3	165
9.6	COMPOSIÇÃO DOS CENÁRIOS	165
10.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	166
11.	BIBLIOGRAFIA	167

ANEXO I - DESENHOS DE PROJETO

ANEXO II - ESTUDO POPULACIONAL

ÍNDICE DE FIGURAS

PÁG.

Figura 2.1 – Posto Pluviométrico Joinville – RVPSC (2648014) – Valores Médios da Precipitação Mensal – Período de 1938 a 2009	12
Figura 2.2 – Distribuição Empírica das Precipitações Máximas de 1 dia	14
Figura 2.3 – Distribuição Probabilística das Precipitações Máximas de 1 dia no Posto de Joinville – RVPSC (2648014)	15
Figura 2.4 - Registro Pluviográfico Semanal do Posto Joinville - Univille- Novembro de 2008 (Parcial)	19
Figura 2.5 - Registro Pluviográfico dos Dias 21 e 22 de Novembro de 2008	20
Figura 2.6 - Total Precipitado Durante o Evento dos Dias 21 e 22 de Novembro de 2008	22
Figura 2.7 - Distribuição Temporal da Precipitação	24
Foto 3.1 – Inundação na Região Central de Joinville 11/02/98.....	25
Foto 3.2 – Inundação Devido à Maré na Região Central de Joinville 27/03/98.....	26
Foto 3.3 – Rua Princesa Isabel – Centro - Cota Máxima de Inundação: 2,26 m	27
Foto 3.4 – Inundação Devido à Maré na Região Central de Joinville 04/97.....	27
Foto 3.5 – Evento de Maré Alta na Região Central de Joinville 01/99	28
Figura 3.1 - Estações Maregráficas e Amplitude das Marés na Costa Brasileira.....	30
Figura 3.2 - Distribuição Espectral das Semiamplitudes de Maré – Porto de São Francisco do Sul – Santa Catarina - Brasil	31
Figura 3.3 - Constantes Harmônicas para o Porto de São Francisco do Sul	32
Figura 3.4 - Maregramas Comparativos do Porto de São Francisco do Sul – Fev-Mar/2009.....	33
Figura 3.5 - Maregramas Comparativos do Porto de São Francisco do Sul – Mar/2009	34
Figura 3.6 - Correlação entre os Níveis Calculados pela Metodologia Desenvolvida e a Previsão da Marinha do Brasil.....	34
Figura 3.7 - Tábua de Maré - Porto de São Francisco do Sul (a partir de ref. 4) (continua)	35
Figura 3.8 - Localização da Régua Maregráfica na Rua Juliano Moreira, Bairro Boa Vista - 03/02/09	38
Figura 3.9 - Comparação entre os Valores Observados e Calculados Através de Correlação Direta com o Porto de São Francisco do Sul (continua)	42
Figura 3.10 - Alturas de Maré (em m) – Observadas e Calculadas – Correlação Direta	44
Figura 3.11 - Distribuição de Espectral da Maré das Semiamplitudes de Maré – Posto PDDU	46
Figura 3.12 - Alturas de Maré (em m) – Observadas e Calculadas – Análise Harmônica	46
Figura 3.13 - Valores Observados, Calculados e Série de Níveis de Maré – Posto PDDU (continua).....	47
Figura 3.14 - Envoltórias e Nível Médio do Mar Durante o Período de Observação – Posto PDDU.....	50
Figura 3.15 - Níveis Máximos das Preamares Astronômicas Mensais	52
Figura 3.16 - Níveis Máximos das Preamares Astronômicas – Períodos Seco e Chuvoso	52
Figura 3.17 – Análise da Sazonalidade das Precipitações Intensas e Máximas Marés Astronômicas	53
Figura 3.18 – Distribuição Empírica das Marés Astronômicas Máximas	55
Figura 3.19 – Distribuição Probabilística das Marés Máximas Anuais	56
Figura 3.20 – Régua do Rio Cachoeira - Níveis de Maré Astronômica no Mês 11/2008	58
Figura 3.21 – Localização da Régua na Praticagem do Porto de São Francisco do Sul.....	59
Figura 3.22 – Relação entre Maré Meteorológica e Maré Astronômica	60
Figura 3.23 – Curva de Permanências das Marés Meteorológicas	61

Figura 3.24 – Curva de Permanências das Máximas Marés Meteorológicas Mensais	62
Figura 3.25 – Dados de Nível do Mar, Maré Meteorológica e Maré Astronômicas.....	64
Figura 3.26 – Percentual da Maré Meteorológica e Maré Astronômica	65
Figura 3.27 – Relação entre Maré Meteorológica e Maré Astronômica (MM/MA)	65
Figura 3.28 - Mancha de Inundação Gerada por um Nível de Maré de 1,60 metros	67
Figura 3.29 - Mancha de Inundação Gerada por um Nível de Maré de 1,70 metros	68
Figura 3.30 - Mancha de Inundação Gerada por um Nível de Maré de 1,80 metros	69
Figura 3.31 - Mancha de Inundação Gerada por um Nível de Maré de 2,00 metros	70
Figura 3.32 - Mancha de Inundação Gerada por um Nível de maré de 2,50 metros	71
Figura 4.1 – Hipsometria da Bacia Hidrográfica do rio Cachoeira.....	75
Figura 4.2 – Caixa de Visita Típica.....	82
Figura 4.3 – Leito Antigo do Cachoeira – Trecho Retificado	83
Figura 4.4 – Rio Cachoeira - Curso Desviado Através de Galeria pela rua Valter Peters.....	85
Figura 4.5 – Rio Itaum Mirim - Curvas a 90º Implantada na Rede de Drenagem	86
Figura 4.6 – Rio Morro Alto - Passagem sob a Área Urbanizada Obliquamente ao Alinhamento das ruas Blumenau e João Colin e ao Alinhamento dos Terrenos.....	87
Figura 5.1 – Avaliação da Área Impermeável em Função da Densidade Populacional	102
Figura 6.1 – Detalhe da localização das Seções de um Trecho do rio Cachoeira entre a Rua Itaiópolis e a Rua Dna. Francisca	110
Figura 7.1 – Exemplo de Diagrama Topológico de Bacia	120
Figura 7.2 – Diagrama Topológico da Bacia no Modelo Hidráulico	122
Figura 7.3 – Caracterização da Seção Transversal do rio Cachoeira – HEC-RAS.....	123
Figura 7.4 – Caracterização do Dispositivo de Drenagem em Galeria do rio Cachoeira – HEC-RAS.....	124
Figura 8.1 – Precipitações Totais Diárias no Evento de Novembro de 2008	126
Figura 8.2 – Totais Precipitados na região de Joinville na Semana do Evento de 2008.....	126
Figura 8.3 – Totais Precipitados Diários nos Postos – Evento de Novembro de 2008.....	128
Figura 8.4 – Mapa de Inundação 22/11/2008 – Elaborado pela Defesa Civil – Indicação das Fotos Apresentadas.....	129
Figura 8.5 – Mapa de Inundação 22/11/2008 – Elaborado pela PMJ	130
Figura 8.6 – Mapa de Inundação 22/11/2008 – Elaborado pelo Consórcio.....	131
Figura 8.7 – Precipitação Acumulada do Evento de Novembro de 2008.....	144
Figura 8.8 – Diagrama Topológico da Bacia no Modelo Hidrológico	146
Figura 8.9 – Junção J-01 – Hidrograma da Contribuição Lateral Afluente na Seção 1000	147
Figura 8.10 – Junção J-02 – Hidrograma da Contribuição Lateral Afluente na Seção 986	147
Figura 8.11 –Junção J-03 – Hidrograma da Contribuição Lateral Afluente na Seção 972	148
Figura 8.12 – Junção J-04 – Hidrograma da Contribuição Lateral Afluente na Seção 961	148
Figura 8.13 – Junção J-05 – Hidrograma da Contribuição Lateral Afluente na Seção 940	149
Figura 8.14 – Junção J-06 – Hidrograma da Contribuição Lateral Afluente na Seção 929	149
Figura 8.15 – Junção J-07 – Hidrograma da Contribuição Lateral Afluente Na Seção 922.....	150
Figura 8.16 – Junção J-08 – Hidrograma da Contribuição Lateral Afluente na Seção 913	150
Figura 8.17 – Junção J-09 – Hidrograma da Contribuição Lateral Afluente na Seção 901,5	151
Figura 8.18 – Junção J-10 – Hidrograma da Contribuição Lateral Afluente - Seção 886.....	151
Figura 8.19 – Junção J-11 – Hidrograma da Contribuição Lateral Afluente na Seção 850	152

<i>Figura 8.20 – Junção J-12 – Hidrograma da Contribuição Lateral Afluente na Seção 818</i>	<i>152</i>
<i>Figura 8.21 – Junção J-13 - Hidrograma da Contribuição Lateral Afluente</i>	<i>153</i>
<i>Figura 8.22 – Rio Cachoeira - Hidrogramas Efluentes das Junções</i>	<i>153</i>
<i>Figura 8.23 – Diagrama Topológico do Rio Cachoeira no Modelo Hidráulico</i>	<i>155</i>
<i>Figura 8.24 – Perfil Longitudinal do Rio Cachoeira - Aferição</i>	<i>157</i>
<i>Figura 8.25 – Perfil Longitudinal do Rio Cachoeira – Aferição Considerando Obstrução na Galeria da rua Blumenau.....</i>	<i>160</i>
<i>Figura 8.26 – Mapa Comparativo entre a Mancha de Inundação Observada e a Simulada</i>	<i>161</i>

ÍNDICE DE QUADROS

PÁG.

Quadro 2.1 - Disponibilidade de Dados Pluviométricos	8
Quadro 2.2 - Posto Pluviométrico Joinville – RVPSC (2648014) – Precipitação Mensal Período de 1938 A 2009 ...	10
Quadro 2.2 - Posto Pluviométrico Joinville – RSPSC (2648014) – Precipitação Mensal Período de 1938 A 2009 ...	11
Quadro 2.3 - Série de Precipitações Máximas Anuais de 1 Dia do Posto Pluviométrico Joinville- RSPSC (2648014)	13
Quadro 2.4 - Precipitações Máximas de 1 Dia Obtidas do Ajuste da Distribuição Probabilística de Gumbel	16
Quadro 2.5 - Posto Pluviométrico Joinville – RSPSC (2648014) Totais Precipitados Máximos para Diversas Durações e Períodos de Retorno.....	18
Quadro 2.6 - Total Precipitado Durante o Evento dos Dias 21 e 22 de Novembro de 2008	21
Quadro 2.7 - Coeficiente de Distribuição Espacial.....	23
Quadro 3.1 - Principais Componentes da Maré NA Costa Brasileira.....	29
Quadro 3.2 - Componentes Harmônicas da Maré No Porto de São Francisco Do Sul.....	31
Quadro 3.3 - Dados Maregráficos na Foz do Rio Cachoeira – Posto PDDU	39
Quadro 3.4 - Componentes da Maré – Posto PPDU.....	45
Quadro 3.5 - Marés Astronômicas - Máxima Mensal - Período de 1980 a 2020.....	51
Quadro 3.6 - Série de Máximas Anuais - Marés Astronômica	54
Quadro 3.7 - Marés Astronômicas Máximas Anuais Obtidas do Ajuste da Distribuição Probabilística Normal	57
Quadro 3.8 - Marés Astronômicas no Dia 22/11/2008	57
Quadro 3.9 - Máximas Marés Meteorológicas Mensais	62
Quadro 3.10 - Máximas Marés Meteorológicas Anuais	63
Quadro 3.11 - Áreas Inundáveis por Maré	66
Quadro 4.1 - Estimativa da População de Joinville	93
Quadro 5.1 - Sub-Bacias do Rio Cachoeira	95
Quadro 5.2 Agrupamento de Áreas de Drenagem para Simulação Hidrológica do Curso Principal do Rio Cachoeira.....	96
Quadro 5.3 - Números de Curva Conforme o Solo e a Ocupação	98
Quadro 5.4 - Número de Curva (Cn) dos Solos das Sub-Bacias – Parcela Permeável	99
Quadro 5.5 - Percentual de Áreas Permeáveis e Impermeáveis	103
Quadro 5.6 - Características Fisiográficas da Bacia e Sub-Bacias do Rio Cachoeira e Duração Precipitação de Projeto – Situação Atual.....	106
Quadro 5.7 - Características Fisiográficas da Bacia e Sub-Bacias do Rio Cachoeira e Duração Precipitação de Projeto – Situação Futura	107
Quadro 6.1 - Coeficientes de Manning	115
Quadro 8.1 - Precipitações Totais Diárias no Evento de Novembro de 2008.....	125
Quadro 8.2 - Bacia Rio Cachoeira – Localização dos Pontos de Junção.....	145
Quadro 8.3 - Níveis D'água Observados na Cheia de Novembro de 2008.....	155

1. INTRODUÇÃO

O presente documento tem por objetivo o Plano Diretor de Drenagem Urbana (PDDU) da Bacia Hidrográfica do rio Cachoeira no município de Joinville (SC) e por objetivo apresentar a metodologia, estudos básicos e concepção de cenários utilizados para a elaboração do 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 ENGEORPS♦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 - Formulação de Cenários, Diagnóstico e Prognóstico foi organizado em quatro volumes, descritos a seguir:

Volume 1 – Formulação 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.

1.3 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.

O desenho 951-PMJ-PDC-A1-P027 - Postos Pluviométricos (vide Anexo I) apresenta a rede hidrográfica do município de Joinville, com destaque para a bacia do rio Cachoeira, e os postos pluviométricos identificados na região.

1.4 METODOLOGIA

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 – Muskingun-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.

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.

A modelagem da bacia do rio Cachoeira para um evento de precipitação que tenha ocasionado cheias na bacia, com registro das áreas inundadas, será utilizada para a calibração e verificação da representação adequada do processo chuva-vazão. Para tanto, foi selecionado o evento de cheia ocorrido em Novembro de 2008. Neste caso, a modelagem hidráulica utilizada considera o escoamento nos canais em regime variado (transiente gradualmente variado), possibilitando avaliar o amortecimento de cheia ocorrido em decorrência da inundação das áreas marginais e a obtenção de níveis de inundação o mais próximo possível dos realmente ocorridos.

2. PRECIPITAÇÃO

Na fase inicial dos trabalhos, com base nas análises efetuadas e nos entendimentos com a Prefeitura do Município de Joinville, foi discutida e proposta a utilização da equação IDF de BACK (2002), para a determinação das precipitações de projeto no município de Joinville. Devido à observação de eventos extremos de precipitação ocorridos nos últimos anos o Consórcio optou por avaliar a relação IDF proposta.

2.1 SELEÇÃO DOS POSTOS PLUVIOMÉTRICOS DE INTERESSE

Foi feita pesquisa da disponibilidade de dados pluviométricos na bacia do rio Cachoeira e regiões circunvizinhas, visando a definição da série de precipitações máximas diárias da Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira. Esta pesquisa permitiu verificar a disponibilidade de dados na Agência Nacional de Águas (ANA).

O Quadro 2.1 apresenta a lista dos postos pluviométricos relacionados no HIDROWEB na região da bacia do rio Cachoeira. Para cada posto pluviométrico são apresentados os códigos da ANA, o nome do posto, o tipo de observação – P: pluviométrica e R: pluviográfica, a unidade da Federação e o código da sub-bacia onde o mesmo está localizado, o órgão responsável pelo posto e pela operação do posto, a localização (latitude e longitude) e o período de observações. Na coluna observações do Quadro 2.1 estão apresentados os motivos que indicaram a não utilização de cada posto no presente estudo.

Junto às estações pluviométricas 2648013 (São Francisco do Sul) e 2648036 (Joinville – UNIVILLE) existem estações pluviográficas, cujas características não estão apresentadas no Quadro 2.1. A estação pluviográfica de São Francisco do Sul foi utilizada nos estudos desenvolvidos por PFAFSTETTER, (1957) e a estação pluviográfica de Joinville – UNIVILLE foi utilizada para coleta de dados que retratassem os eventos de novembro de 2008.

O desenho 951-PMJ-PDC-A1-P027 - Postos Pluviométricos (vide Anexo I) apresenta a localização dos postos pluviométricos na Bacia do Rio Cachoeira e regiões circunvizinhas. A análise do Quadro 2.1 e do desenho 951-PMJ-PDC-A1-P027 permitiu a seleção do posto JOINVILLE (RVPSC) (2648014), uma vez que este tem uma série de precipitações com extensão de 72 anos e está localizado na Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira. O posto de SÃO FRANCISCO DO SUL (2680013) por estar localizado nas proximidades da bacia e com condições climatológicas semelhantes, foi utilizado para avaliar a variação temporal de precipitações, utilizando as curvas IDF desenvolvidas para o mesmo (PFAFSTETTER, 1957).

O posto pluviométrico JOINVILLE – RVPSC (2648014) localizado na bacia do rio da Cachoeira no município de Joinville, também foi utilizado por BACK (2002) no desenvolvimento da equação IDF para Joinville. O Desenho 951-PMJ-PDC-A1-P021 – Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira – Planta e Perfil Longitudinal (vide Anexo I) apresenta a localização do posto pluviométrico JOINVILLE – RVPSC (2648014) na bacia do rio Cachoeira.

QUADRO 2.1
DISPONIBILIDADE DE DADOS PLUVIOMÉTRICOS

Código da ANA	Nome da Estação	Tipo	UF	SB	Entidade Resp.	Operadora	Lat.	Long.	Início	Fim	Período de Obs.	Observação
2648000	GASPAR	P	SC	83	ANA	DESATIVADA	-26,92	-48,95	01/01/35	01/01/67	32	Não contam o evento de 2008
2648001	ILHOTA - JUSANTE	P	SC	83	ANA	DESATIVADA	-26,92	-48,84	09/01/27	05/01/09	82	Localização da estação distante da bacia
2648002	LUIZ ALVES	P	SC	83	ANA	EPAGRI	-26,72	-48,93	01/01/41		69	Localização da estação distante da bacia
2648003	POSTO EST. BLUMENAU KM 18	P	SC	83	DNOS	DESATIVADA	-26,37	-48,98	05/01/52	12/01/89	37	Não contam o evento de 2008
2648004	GUARAMIRIM	P	SC	82	DNOS	DESATIVADA	-26,47	-48,95	10/01/52	12/01/68	16	Não contam o evento de 2008
2648005	JOINVILLE	P	SC	82	DNOS	DESATIVADA	-26,30	-48,85	05/01/52	12/01/89	37	Não contam o evento de 2008
2648006	ITAPOCU	P	SC	82	DNOS	DESATIVADA	-26,57	-48,72	05/01/52	12/01/68	16	Não contam o evento de 2008
2648007	GUAMIRANGA	P	SC	82	DNOS	DESATIVADA	-26,50	-48,88	06/01/52	06/01/73	21	Não contam o evento de 2008
2648008	ITAJAÍ	P	SC	83	DNOS	DESATIVADA	-26,92	-48,63	10/01/68	12/01/89	21	Não contam o evento de 2008
2648009	JACU	P	SC	82	DNOS	DESATIVADA	-26,47	-48,77	07/01/52	10/01/68	16	Não contam o evento de 2008
2648011	ITAJAÍ	P	SC	83	INMET	DESATIVADA	-26,90	-48,65		08/01/35	35	Não contam o evento de 2008
2648012	CABEÇUDAS (FAROL)	P	SC	84	INMET	DESATIVADA	-26,95	-48,70		04/01/33	33	Não contam o evento de 2008
2648013	SÃO FRANCISCO DO SUL	P	SC	82	INMET	INMET	-26,25	-48,63	01/01/23		87	Posto utilizado no estudo
2648014	JOINVILLE (RVPS)	P	SC	82	ANA	EPAGRI	-26,32	-48,85	05/01/38		72	Posto utilizado no estudo
2648015	QUIRIRI	P	SC	82	CEESC	DESATIVADA	-26,17	-48,92	05/01/66	11/01/72	6	Não contam o evento de 2008
2648019	PIÇARRAS	P	SC	82	ANA	EPAGRI	-26,76	-48,70	03/01/76		34	Localização da estação distante da bacia
2648020	ITAPOCU	P	SC	82	ANA	EPAGRI	-26,56	-48,72	03/01/76		34	Localização da estação distante da bacia
2648021	ÁGUA AZUL	P	SC	82	DNOS	DESATIVADA	-26,25	-48,97	10/01/52	12/01/68	16	Não contam o evento de 2008
2648024	ITAJAÍ	P	SC	83	EPAGRI	DESATIVADA	-26,90	-48,65	08/01/80	12/01/91	11	Não contam o evento de 2008
2648026	PLANALSUCAR - ERCAT (IAA)	P	SC	83	IAA	IAA	-26,90	-48,65	05/01/79		31	Localização da estação distante da bacia
2648027	GARUVA	P	SC	82	ANA	EPAGRI	-26,04	-48,85	07/01/76		34	Altitude superior a 80 metros
2648028	PONTE SC-301	P	SC	82	ANA	EPAGRI	-26,45	-48,83	05/01/77		33	-
2648029	GUARAMIRIM (EMBRASCA)	P	SC	82	DNOS	DESATIVADA	-26,50	-48,98	10/01/77	08/01/78	1	Não contam o evento de 2008
2648030	PORTO LIMOEIRO (EMBRASCA)	P	SC	82	DNOS	DESATIVADA	-26,58	-48,75	05/01/77	09/01/78	1	Não contam o evento de 2008

Continua...

QUADRO 2.1
DISPONIBILIDADE DE DADOS PLUVIOMÉTRICOS

<i>Código da ANA</i>	<i>Nome da Estação</i>	<i>Tipo</i>	<i>UF</i>	<i>SB</i>	<i>Entidade Resp.</i>	<i>Operadora</i>	<i>Lat.</i>	<i>Long.</i>	<i>Início</i>	<i>Fim</i>	<i>Período de Obs.</i>	<i>Observação</i>
2648031	GUAMIRANGA (EMBRASCA)	P	SC	82	DNOS	DESATIVADA	-26,58	-48,92	05/01/77	09/01/78	1	Não contam o evento de 2008
2648033	PIRABEIRABA	P	SC	82	ANA	EPAGRI	-26,18	-48,94	05/01/87		23	Período de dados inferior a 30 anos
2648034	ESTRADA DOS MORROS	P	SC	82	ANA	EPAGRI	-26,25	-48,98	02/01/87		23	Período de dados inferior a 30 anos
2648035	JOINVILLE - FUND.	P	SC	82	EPAGRI	DESATIVADA	-26,25	-48,85	04/01/88	12/01/91	3	Não contam o evento de 2008
2648036	JOINVILLE - UNIVILLE	P	SC	82	EPAGRI	EPAGRI	-26,25	-48,85	04/01/88		22	Período de dados inferior a 30 anos
2648037	ETA CASAN - BARRA VELHA	P	SC	82	CASAN	EPAGRI	-26,62	-48,72	01/01/04		6	Período de dados inferior a 30 anos
2648038	GASPAR (MONTANTE ETA)	P	SC	83	EPAGRI	EPAGRI	-26,93	-48,96	08/01/06		4	Período de dados inferior a 30 anos
2649014	RIO DO JÚLIO	P	SC	82	CELESC	DESATIVADA	-26,27	-49,12	01/02/46	01/01/71	25	Não contam o evento de 2008
2649036	QUIRIRI	P	SC	82	ANA	DESATIVADA	-26,12	-49,00	01/11/55	01/08/67	12	Não contam o evento de 2008
2649042	SEGUNDO SALTO CUBATÃO	P	SC	82	CELESC	DESATIVADA	-26,18	-49,08	01/11/49	01/12/72	23	Não contam o evento de 2008
2649060	PRIMEIRO SALTO DO CUBATÃO	P	SC	82	ANA	EPAGRI	-26,22	-49,08	01/11/51		58	Altitude superior a 80 metros
2649012	RIO JARAGUÁ	P	SC	82	ANA	EPAGRI	-26,49	-49,09	01/08/61		48	Localização da estação distante da bacia
2649013	CORUPÁ (HANSA)	P	SC	82	ANA	EPAGRI	-26,42	-49,29	01/10/45		64	Altitude superior a 80 metros
2649019	MASSARANDUBA	P	SC	82	DNOS	DESATIVADA	-26,62	-49,02	01/05/52	01/08/72	58	Não contam o evento de 2008
2649033	RIO NATAL (RVPSC)	P	SC	82	RFFSA	RFFSA	-26,33	-49,30	01/09/39		70	Altitude superior a 80 metros
2649034	CORUPÁ	P	SC	82	CEESC	DESATIVADA	-26,42	-49,33	01/05/66	01/11/72	44	Não contam o evento de 2008
2649037	JARAGUÁ DO SUL	P	SC	82	ANA	EPAGRI	-26,46	-49,09	01/05/42		68	Localização da estação distante da bacia
2649064	RIO NOVO	P	SC	82	ANA	EPAGRI	-26,41	-49,33	01/04/84		26	Altitude superior a 80 metros
2649066	MASSARANDUBA	P	SC	82	EPAGRI	DESATIVADA	-26,60	-49,03	01/11/79	01/10/91	30	Não contam o evento de 2008
2649068	SCHROEDER	P	SC	82	ANA	EPAGRI	-26,44	-49,06	01/02/87		23	Período de dados inferior a 30 anos
2649080	PCH PIRAI - JUSANTE	P	SC	82	CELESC	CELESC	-26,27	-49,02	01/06/02		8	Período de dados inferior a 30 anos
2649082	PCH BRACINHO - JUSANTE	P	SC	82	CELESC	CELESC	-26,33	-49,12	01/12/01		8	Período de dados inferior a 30 anos

2.2 IDENTIFICAÇÃO DO ANO HIDROLÓGICO

A série de totais precipitados diários foi obtida no HIDROWEB da ANA para o posto pluviométrico JOINVILLE – RVPSC (2648014). Foram obtidos os totais precipitados de 1 dia para o período de 1938 a 2009, com algumas falhas de observação.

Os dados obtidos foram analisados descartando-se aqueles com falhas que não possibilitariam obter os valores totais mensais de precipitação (Quadro 2.2).

QUADRO 2.2
POSTO PLUVIOMÉTRICO JOINVILLE – RVPSC (2648014) – PRECIPITAÇÃO MENSAL
PERÍODO DE 1938 A 2009

	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
1938					172,3							
1939									202	93,7	256	175
1940	240	235	132	153	100	33,6	66,6	158	14,1	212	80,5	143
1941	96,9	247	106	36,9	123	53	23,6	63,3	93,3	109	236	187
1942	106	190	194	217	44	149	108	38,4	120	58,4	198	124
1943	75,1	184	61,4	90,2	64,3	129	114	106	82	119	64	118
1944	111	152	55,8	55,4	58,5	27,4	6,7	19,3	2,3	15,3	251	12,9
1945	155	138	69,9	82,6	37,3	104	111	34,5	48,5	88,6	116	179
1946	134	171	142	55,9	58,1	124	115	96,1	67,8	89,9	42,5	109
1947	190	169	160	150	38,6	91	282	196	168	173	178	110
1948	220	245	71,4	12	76,5	2,2	42,3	67,9	49,6	46,4	34,8	44
1949	94,4	50	176	98,7	16	83,2	4,5	46,3	48,3	63,7	56,8	53,4
1950	163	97,8	155	90,5	38,7	55,1	20	31,2	49,2	67,4	41,2	62,3
1951	142	183	48,8	26	22,1	29,4	5,5	8	71,6	178	60,5	97,3
1952	192	54,3	75,2	24,2	54	70	8,6	1,6	65,7	142	49,5	73,5
1953	72,4	125	84,2	21	56,7	7	31,8	8,4	31,1	110	88	115
1954	51,1	64,6	168	106	111	36,5	53,7	12,5	67,2	117	14,4	43,1
1955	66,7	133	34	39,5	123	66,5	82,1	13,6	41,1	14,3	85	107
1956	150	51,5	116	93,4	81,3	57,4	29,5	37	48,8	94,8	11,5	95,8
1957	65,5	108	153	111	104	30,5	136	112	146	103	83,4	36,7
1958	133	79,9	101	101	51,2	58,3	37,2	34,9	80,2	82,3	74,1	110
1959	93,4	89,7	56,1	75,8	44	24,7	11,8	72,2	46,1	81,1	21	35,2
1960	158	231	124	12,1	76,3	24,6	9,8	77,7	5,2	122	136	23
1961	51	212	87,8	23,4	50,3	46,1	0	7,5	164	115	138	41,2
1962	127	103	33	20,2	8,9	27,2	37,5	5,6	117	116	13	74,3
1963	156	207	104	40,5	16,5	12,2	19,3	18,9	84,9	109	147	103
1964	43,8	55,4	106	96,5	38,2	53	50,7	53,8	49,7	74	57,2	66,4
1965	87,1	141					172	105	122	94,9	165	
1966	149	304	257	303	64,2	121	25,5	80,8	86,8	261	131	227
1967	267	475	165	24,7	44,4	92,1	109	34,9	128	192	446	191
1968	418	235	180	149	72,1	24	94	51,7	82	266	55	144
1969	269	159	244	205	209	235	44,8		91	119	348	84,4
1970	162	235	155	130	137	314	105	134	131	222	164	349
1971	332	190	175	195	118	97,5	114	72,3	169	317	70,8	53
1972	476	463	383	120	31	261	196	152	212	256	278	368
1973	295	151	137	199	98,9	140	149	213	179	94,5	135	232
1974	303	185	481	70,1	51,8	79,6	242	36,5	63,3	97,3	136	174
1975	254	154	157	126	276	87,9	81,5	178	112	154	298	180
1976			180	91,5	232	181	99,1	102	124	129	93,1	131
1977	401	263	323	186	30,9	6,7	77,5	98,7	156	312	207	180
1978	275	175	172	0	58,8	114	42,8	116	73,1	35,6	214	220
1979	133	140	90,3	78,9	169	40,7	63,6	42,7	129	132	120	81,6
1980	158	171	54,4	28,3	14,3	41,4	123	235	110	210	29,4	
1981												

Continua,,,

QUADRO 2.2
POSTO PLUVIOMÉTRICO JOINVILLE – RVPSC (2648014) – PRECIPITAÇÃO MENSAL
PERÍODO DE 1938 A 2009

	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
1982												
1983								96,5	266	126	306	
1984	302	90,8	173	178	108	114	44,6	320	98,3	76,2	271	105
1985	12,4								110	224	153	82,1
1986	199	274	169	119	36,1	16	67,4		77,9	175	140	218
1987	221	273	72,6	164	185	132	45,8	108	129	109	75,2	69,8
1988	268	171	62,2	103	274	103	8,8	14,4	243	112	55,4	122
1989	564	192	167	132	79,8	31,6	97,6	13,6	130	16	108	360
1990	129	57,4	145	57,2	90	74,4	38	115	101	208	54	145
1991	150	79	44,8	82,4								
1992						134	151	149	79	58,5	142	58,5
1993	257	78,4	202	100	126	87,9	98,7	16,1	284	116	88,7	228
1994	200	236	365	70,8	223		168	19,9	28,9	163	125	161
1995	396	479	194	36	19,5	110	113	22,9	156	114	130	210
1996	375	250	345	220	42,1	228	125	58,7	200	120	119	130
1997	332	88,5	107	18,9	46	64,4	64,6	118	104	375	238	239
1998	445	352	268	98,1	17,4	70,5	151	430	335	253	132	261
1999	362	300	275	116	93,5	86,2	209	26,2	156	206	201	181
2000	234	346	148	9,2	28,1	76,9	38,8	78,9	221	191	142	113
2001	196	334	196	112	210	195	192	38,6	188	190	165	78,7
2002	204	89,2	111	15	60,7	41,6	16,7	100	178	116	75,5	150
2003	296	119	303									
2004												
2005												
2006	14	202	133	54,6	11,5	30,8	31	3,6	45,1	69,2	315	86,6
2007										151	197	
2008	337	350	204	174	100	88,6	23,1	120	117	345	607	262
2009	301	258	190	28,1	40,3							

Obs.: as células em branco correspondem a meses com falhas de registro que impossibilitaram a obtenção de totais mensais de precipitação.

Utilizando os dados diários de precipitação foram calculados os totais mensais precipitados mês a mês, obtendo-se a série de totais precipitados mensais do posto JOINVILLE – RVPSC (2648014) para o período de 1938 a 2009. A Figura 2.1 apresenta os totais precipitados mensais médios para o posto JOINVILLE – RVPSC (2648014).

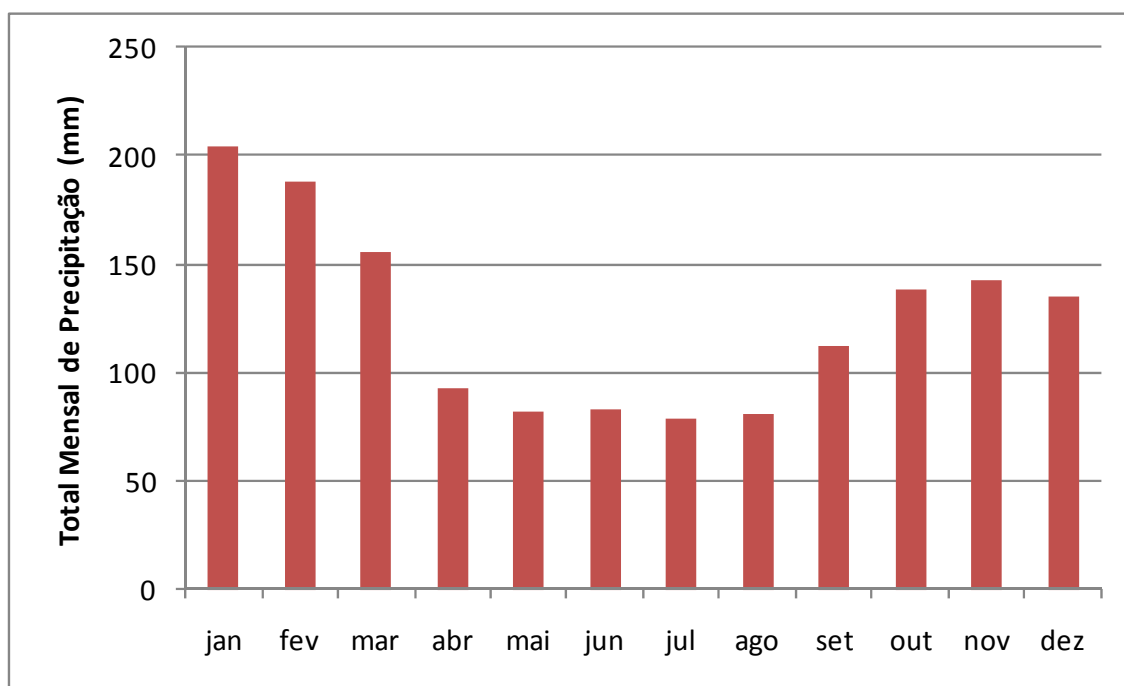


Figura 2.1 – Posto Pluviométrico Joinville – RVPSC (2648014) – Valores médios da precipitação mensal – Período de 1938 a 2009

Analisando a Figura 2.1 observa-se que o período onde se verifica o maior índice de chuvas vai de outubro de um ano até março do ano seguinte. Por isso foi adotado o período de outubro a setembro para o ano hidrológico em Joinville.

2.3 SÉRIES DE TOTAIS PRECIPITADOS MÁXIMOS DE 1 DIA

Foi desenvolvida uma planilha em EXCEL que permitiu fazer a leitura da série de totais precipitados diários do posto pluviométrico JOINVILLE – RVPSC (2648014) e determinar os totais precipitados máximos de um dia de cada ano hidrológico definindo uma série de precipitações máximas com duração de 1 dia. Os dados obtidos foram analisados, descartando-se os anos hidrológicos com falhas que comprometessem o valor máximo do período. Em alguns anos hidrológicos foram constatadas falhas na observação, as quais, pela análise efetuada, não comprometem a obtenção do valor máximo anual. Nestes anos foi mantido o valor da precipitação máxima de um dia registrada, conforme indicado no Quadro 2.3.

O Quadro 2.3 apresenta a série de precipitações máximas anuais de 1 dia, apresentando os principais parâmetros estatísticos, incluindo os coeficientes de assimetria e curtose, fundamentais para a escolha da distribuição de frequência.

A série de totais precipitados máximos diários foi verificada quanto à presença de eventos extremos ou *outliers* através de teste sugerido (GRUBBS et al, 1972). Este teste indicou que a amostra não apresenta *outliers* na série de precipitações máximas de 1 dia.

QUADRO 2.3
SÉRIE DE PRECIPITAÇÕES MÁXIMAS ANUAIS DE 1 DIA DO
POSTO PLUVIOMÉTRICO JOINVILLE- RVPSC (2648014)

<i>Ano Hidrológico</i>		<i>Precipitação Máxima (mm)</i>	<i>Ano Hidrológico</i>		<i>Precipitação Máxima (mm)</i>
10/1938	09/1939	-	10/1974	09/1975	148
10/1939	09/1940	81,7	10/1975	09/1976	-
10/1940	09/1941	91,5	10/1976	09/1977	124,6
10/1941	09/1942	97,3	10/1977	09/1978	80,2
10/1942	09/1943	111,7	10/1978	09/1979	42,1
10/1943	09/1944	42,5	10/1979	09/1980	38
10/1944	09/1945	42,6	10/1980	09/1981	-
10/1945	09/1946	43,8	10/1981	09/1982	-
10/1946	09/1947	56	10/1982	09/1983	-
10/1947	09/1948	65,4	10/1983	09/1984	63,8
10/1948	09/1949	28,6	10/1984	09/1985	-
10/1949	09/1950	44,2	10/1985	09/1986	81
10/1950	09/1951	33,6	10/1986	09/1987	82,8
10/1951	09/1952	94,4	10/1987	09/1988	66
10/1952	09/1953	31,4	10/1988	09/1989	63
10/1953	09/1954	58,6	10/1989	09/1990	54,2
10/1954	09/1955	55,5	10/1990	09/1991	42,4
10/1955	09/1956	35,2	10/1991	09/1992	-
10/1956	09/1957	48,2	10/1992	09/1993	104,7
10/1957	09/1958	46,2	10/1993	09/1994	128
10/1958	09/1959	40,4	10/1994	09/1995	93,9
10/1959	09/1960	58,5	10/1995	09/1996	90,2
10/1960	09/1961	61,5	10/1996	09/1997	75,6
10/1961	09/1962	65,8	10/1997	09/1998	112
10/1962	09/1963	43	10/1998	09/1999	79,6
10/1963	09/1964	29,1	10/1999	09/2000	82,9
10/1964	09/1965	69,6	10/2000	09/2001	107,4
10/1965	09/1966	153,3*	10/2001	09/2002	59,9
10/1966	09/1967	98,2	10/2002	09/2003	122,1
10/1967	09/1968	112	10/2003	09/2004	-
10/1968	09/1969	103	10/2004	09/2005	-
10/1969	09/1970	125	10/2005	09/2006	81
10/1970	09/1971	102	10/2006	09/2007	-
10/1971	09/1972	84	10/2007	09/2008	116,1*
10/1972	09/1973	198	10/2008	09/2009	172**
10/1973	09/1974	124			

* anos com falha

** ano com série incompleta

<i>Principais Parâmetros Estatísticos</i>	
Dimensão da amostra	61
Média	80,12
Variância	1.368,3
Desvio-padrão	36,99
Amplitude	169,40
Máximo	198
Mínimo	28,6
Mediana	79,6
Assimetria	0,86
Coef. Curtose	0,71

2.4 AVALIAÇÃO DA IDF DE BACK E AJUSTES DAS DISTRIBUIÇÕES PROBABILÍSTICAS À SÉRIE DE PRECIPITAÇÕES MÁXIMAS

As probabilidades associadas a cada elemento da série de precipitações máximas, usualmente denominadas de posições de plotagem ou probabilidade empírica, foram definidas conforme recomendado por (CUNNANE, 1978). A Figura 2.2 apresenta, graficamente, os totais precipitados máximos anuais de 1 dia do posto JOINVILLE – RVPSC, plotados segundo CUNNANE (1978).

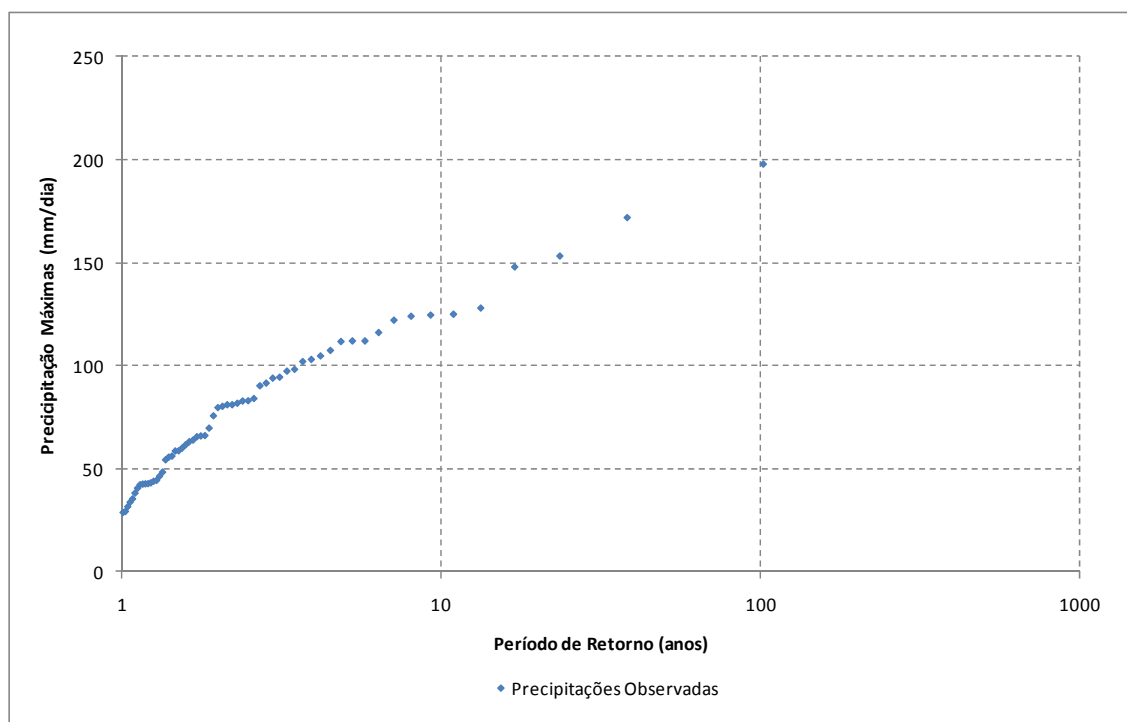


Figura 2.2 – Distribuição Empírica das Precipitações Máximas de 1 dia.

A análise da Figura 2.2 permite observar que a distribuição probabilística empírica das precipitações máximas de 1 dia no posto pluviométrico JOINVILLE – RVPSC apresenta uma tendência bem definida.

A análise do coeficiente de assimetria e curtose da série de precipitações máximas de 1 dia permitiu identificar que a distribuição probabilística de Gumbel é adequada para representar a população. Esta distribuição probabilística foi ajustada à série de precipitações máximas anuais de 1 dia utilizando o método dos momentos. As probabilidades associadas a cada elemento da série de precipitações máximas, usualmente denominadas de posições de plotagem, foram definidas conforme recomendado por CUNNANE (1978). A Figura 2.3 apresenta graficamente a posição de plotagem dos eventos e a distribuição ajustada. Para a análise foi incluída a distribuição da precipitação calculada utilizando a equação IDF definida por BACK (2002). Para a transformação da precipitação de 24 horas obtida pela IDF de Back para um precipitação de 1 dia foi adotado o coeficiente de 1,14 utilizado no estudo realizado por BACK (2002).

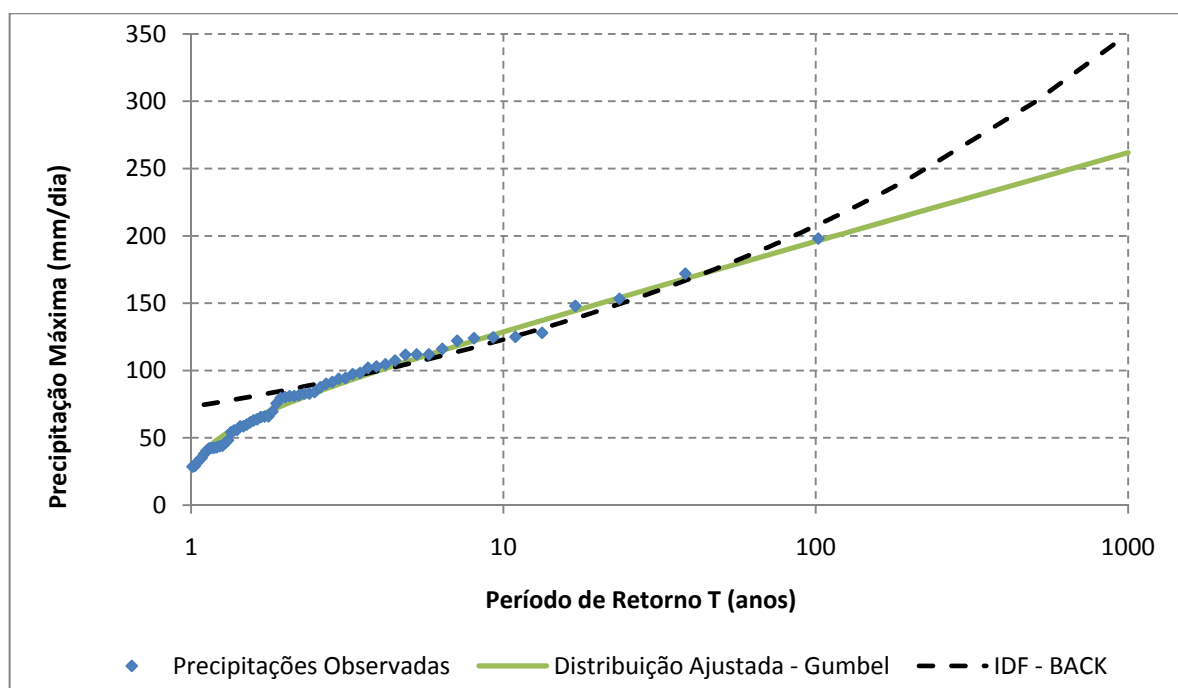


Figura 2.3 – Distribuição Probabilística das Precipitações Máximas de 1 dia no Posto de JOINVILLE – RVPSC (2648014).

A Figura 2.3 apresenta, graficamente, os totais precipitados máximos anuais de 1 dia do posto pluviométrico JOINVILLE – RVPSC (2648014) plotados segundo CUNNANE (1978), a distribuição probabilística de Gumbel ajustada e a precipitação calculada utilizando a equação IDF de BACK (2002). Observa-se que, de maneira geral, a distribuição probabilística de Gumbel apresenta um bom ajuste à série de totais precipitados máximos anuais do posto pluviométrico JOINVILLE – RVPSC (2648014).

Constata-se que a equação de BACK (2002) apresenta valores aderentes aos observados para períodos de retorno entre 2 e 100 anos. No entanto, não apresentou um comportamento adequado para valores extremos, podendo se observar curvatura inversa da distribuição, ou seja, os totais precipitados tendem a crescer indefinidamente para períodos de retorno maiores.

Em virtude dessa observação optou-se pela adoção da distribuição de Gumbel ajustada que será utilizada para a determinação das relações IDF. Esta relação IDF permitirá determinar as precipitações de projeto do Plano Diretor de Drenagem Urbana da bacia do rio Cachoeira em Joinville.

2.5 TOTAIS PRECIPITADOS MÁXIMOS DE 1 DIA PARA JOINVILLE

O Quadro 2.4 apresenta os totais precipitados máximos de 1 dia associados aos diversos períodos de retorno, de acordo com a distribuição probabilística de Gumbel, devidamente ajustada.

QUADRO 2.4
PRECIPITAÇÕES MÁXIMAS DE 1 DIA OBTIDAS DO AJUSTE DA
DISTRIBUIÇÃO PROBABILÍSTICA DE GUMBEL

<i>Probabilidade de Excedência</i>	<i>Período de Retorno (anos)</i>	<i>Precipitação Máxima de 1 dia (mm)</i>
0,001	1000	262,7
0,002	500	242,7
0,005	200	216,2
0,01	100	196,2
0,02	50	176,0
0,04	25	155,7
0,05	20	149,1
0,1	10	128,4
0,2	5	106,7
0,3	3,33	93,2
0,5	2	74,0
0,7	1,43	58,1
0,8	1,25	49,7
0,9	1,11	39,4
0,95	1,05	31,8

2.6 PRECIPITAÇÃO PARA DURAÇÕES INFERIORES A 1 DIA

Os estudos realizados permitiram obter a distribuição probabilística das precipitações totais para duração de 1 dia. Nos estudos da bacia do rio Cachoeira e suas sub-bacias as durações das precipitações a serem consideradas são inferiores a este valor. Para a obtenção dos totais precipitados para diversas durações, inferiores a 1 dia, foi realizada a desagregação da precipitação de 1 dia utilizando a relação entre os totais precipitados para diversas durações e probabilidades de ocorrência de um posto pluviográfico situado em local com características hidrológicas semelhantes e preferencialmente nas proximidades da região de estudo.

O Quadro 2.4 apresenta os totais precipitados máximos de 1 dia para a região da bacia do rio Cachoeira. Diversos estudos apresentados em publicações nacionais, como por exemplo, OCCHIPINTI ET AL (1966) e internacionais, como por exemplo, SHERMAN (1939) têm demonstrado que a chuva de 1 dia tem uma duração efetiva média de cerca de 12 horas. Desta forma, as precipitações máximas de 1 dia apresentadas no Quadro 2.4 também correspondem às precipitações máximas de 12 horas.

A pesquisa realizada mostrou que PFAFSTETTER (1957) apresentou equação IDF para a estação pluviográfica de São Francisco do Sul, município vizinho de Joinville e também situado na baixada litorânea, do outro lado da baía de Babitonga.

A equação IDF proposta por PFAFSTETTER (1957) para São Francisco do Sul permitiu determinar as precipitações máximas para diversas durações e períodos de retorno. Desta

forma foram determinados os coeficientes de desagregação correspondendo à relação entre as precipitações máximas de uma duração qualquer com a precipitação máxima de 1 dia ou 12 horas.

Os coeficientes de desagregação foram aplicados às chuvas máximas de 1 dia ou 12 horas apresentadas no Quadro 2.4 permitindo obter as precipitações máximas associadas a diversas durações e períodos de retorno. O Quadro 2.5 apresenta os valores obtidos.

2.7 O EVENTO DE PRECIPITAÇÃO DE NOVEMBRO DE 2008

Em novembro de 2008 ocorreram precipitações intensas em Joinville, as quais resultaram em um total mensal de 607 mm registrados no posto Pluviométrico JOINVILLE - RVPSC (2648014). O valor máximo diário registrado ocorreu no dia 22, com um total de 172 mm.

Foi obtido o registro do posto pluviográfico JOINVILLE – UNIVILLE para a semana do dia 22 de novembro de 2008, o qual é apresentado na Figura 2.4. É de se notar que a operação do posto pluviográfico JOINVILLE – UNIVILLE utiliza papel para registro diário e aparelho para o registro semanal, resultando na necessidade de ajustar a escala de tempos apresentada.

Com base na hipótese de que o papel tenha sido colocado às 7 h da manhã do dia 17 e considerando a escala adotada na análise, o evento analisado com duração de 30 h que no registro em papel se inicia às 23:30 h terá seu início, aproximadamente, às 7:00 do dia 22 de novembro.

QUADRO 2.5

POSTO PLUVIOMÉTRICO JOINVILLE – RVPSC (2648014) TOTAIS PRECIPITADOS MÁXIMOS PARA DIVERSAS DURAÇÕES E PERÍODOS DE RETORNO

Período de Retorno (anos)	Precipitação em função da Duração e do Período de Retorno (mm)											
	5 min	15 min	30 min	1 h	2 h	3 h	4 h	8 h	12 h	14 h	24 h	48 h
2	7,8	17,1	24,7	35,2	45,2	51,3	55,8	67,1	74,0	76,8	87,2	103,7
5	9,8	22,5	33,1	49,8	64,6	72,5	80,4	96,8	106,7	110,6	125,1	148,2
10	10,8	25,7	38,1	59,2	77,2	86,9	96,7	116,5	128,4	132,9	150,0	177,2
15	11,4	27,3	40,9	64,3	84,2	95,0	105,8	127,6	140,6	145,5	163,9	193,3
20	11,8	28,5	42,8	67,8	89,1	100,7	112,2	135,4	149,1	154,3	173,6	204,5
25	12,1	29,3	44,2	70,5	92,9	105,0	117,1	141,4	155,7	161,1	181,1	213,1
50	13,0	31,9	48,6	78,7	104,3	118,3	132,3	159,9	176,0	182,0	204,0	239,4
100	13,8	34,3	52,8	86,5	115,5	131,4	147,3	178,4	196,2	202,7	226,6	265,1
200	14,6	36,5	57,0	94,1	126,6	144,4	162,3	196,8	216,2	223,2	248,9	290,4
500	15,7	39,4	62,3	103,8	140,9	161,4	182,0	221,0	242,7	250,3	278,1	323,3
1.000	16,4	41,4	66,2	110,9	151,6	174,2	196,9	239,4	262,7	270,8	299,9	347,8

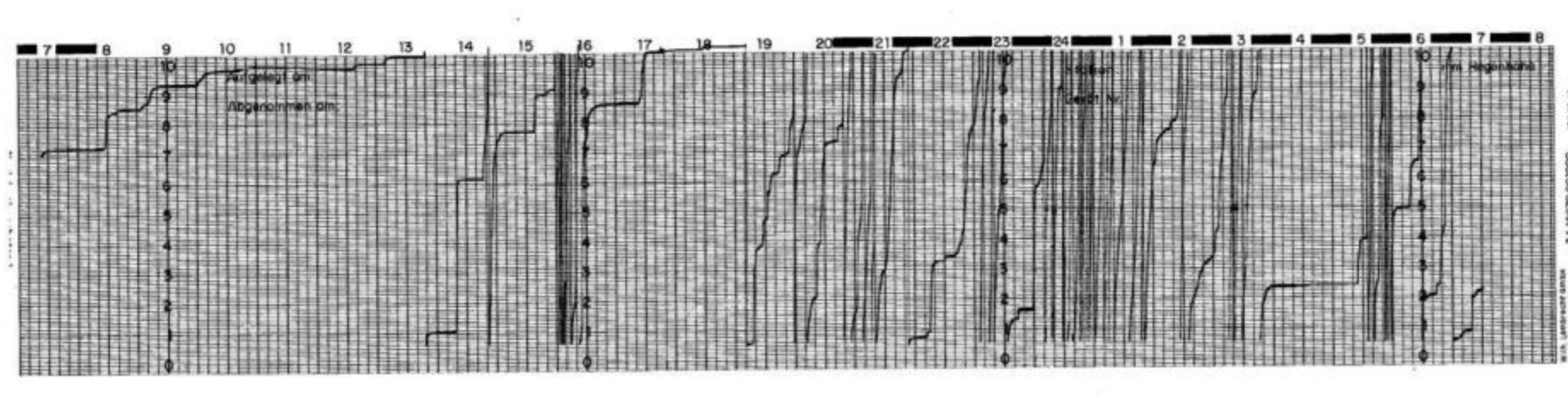


Figura 2.4 - Registro Pluviográfico Semanal do Posto JOINVILLE - UNIVILLE- Novembro de 2008 (parcial).

A Figura 2.5 apresenta o detalhe do registro de precipitações no posto pluviográfico JOINVILLE – UNIVILLE para os dias 21 e 22 de novembro. Devido ao tipo de papel utilizado e a falta de informações sobre os horários de troca do papel registrador, não se pode precisar o instante de ocorrência dos eventos. Para a leitura dos registros foi considerada a transformação da escala de tempo de 1 hora no papel para 7 horas reais (de 1 dia para 7 dias). Foi realizada a leitura do registro pluviométrico para o intervalo indicado na Figura 2.5, resultando nos valores apresentados no Quadro 2.6 e na Figura 2.6. No Quadro 2.6 e na Figura 2.6 são também apresentados os valores máximos registrados nesse evento, para durações de 4, 8, 12 e 24 horas.

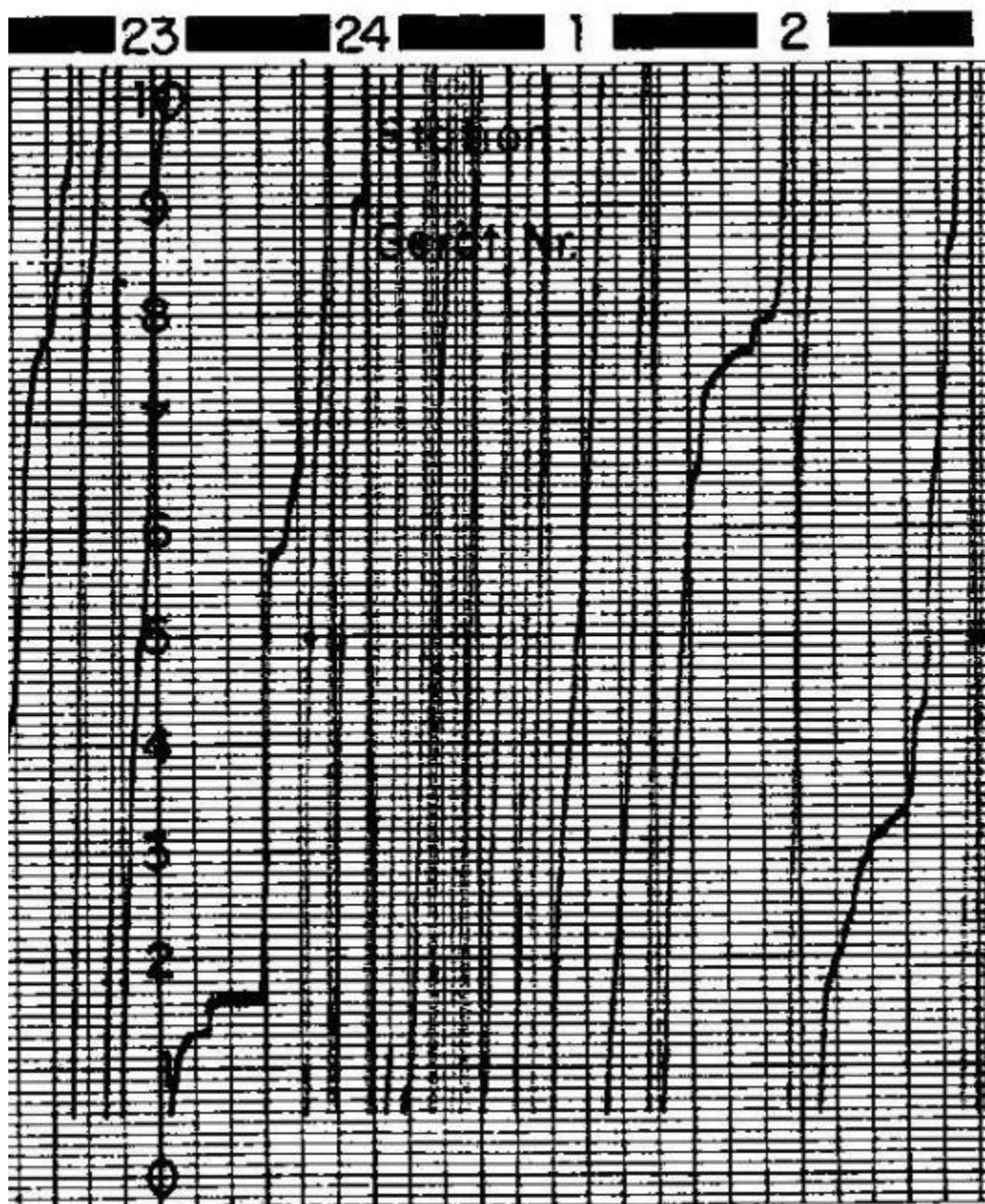


Figura 2.5 - Registro pluviográfico dos dias 21 e 22 de Novembro de 2008.

QUADRO 2.6
TOTAL PRECIPITADO DURANTE O EVENTO DOS DIAS 21 E 22 DE NOVEMBRO DE 2008

<i>Tempo min</i>	<i>Total Precipitado (mm)</i>				
	<i>Registro</i>	<i>Máximo de 4 horas</i>	<i>Máximo de 8 horas</i>	<i>Máximo de 12 horas</i>	<i>Máximo de 24 horas</i>
-	0				0
30	5				5
60	10				10
90	15				15
120	19				19
150	23				23
180	27				27
210	29				29
240	31				31
270	32				32
300	33				33
330	35				35
360	36				36
390	37				37
420	38				38
450	39			0	39
480	43			4	43
510	48		0	9	48
540	52		4	13	52
570	58		10	18	58
600	63		15	24	63
630	68		20	29	68
660	75		27	36	75
690	81		33	42	81
720	88	0	40	49	88
750	99	11	51	60	99
780	111	23	63	72	111
810	122	34	74	83	122
840	128	40	80	89	128
870	134	46	86	95	134
900	140	52	92	101	140
930	147	59	99	108	147
960	155	67	107	115	155
990	162		114	123	162
1.020	165			125	165
1.050	167			128	167
1.080	170			131	170
1.110	173			134	173
1.140	177			138	177
1.170	180			141	180
1.200	184				184
1.230	188				188
1.260	193				193
1.290	194				194
1.320	195				195
1.350	196				196
1.380	197				197
1.410	198				198

Continua...

QUADRO 2.6
TOTAL PRECIPITADO DURANTE O EVENTO DOS DIAS 21 E 22 DE NOVEMBRO DE 2008

Tempo min	Total Precipitado (mm)				
	Registro	Máximo de 4 horas	Máximo de 8 horas	Máximo de 12 horas	Máximo de 24 horas
1.440	199				199
1.470	204				
1.500	209				
1.530	214				
1.560	215				
1.590	216				
1.620	217				
1.650	218				
1.680	219				
1.710	220				
1.740	220				
1.770	220				
1.800	220				

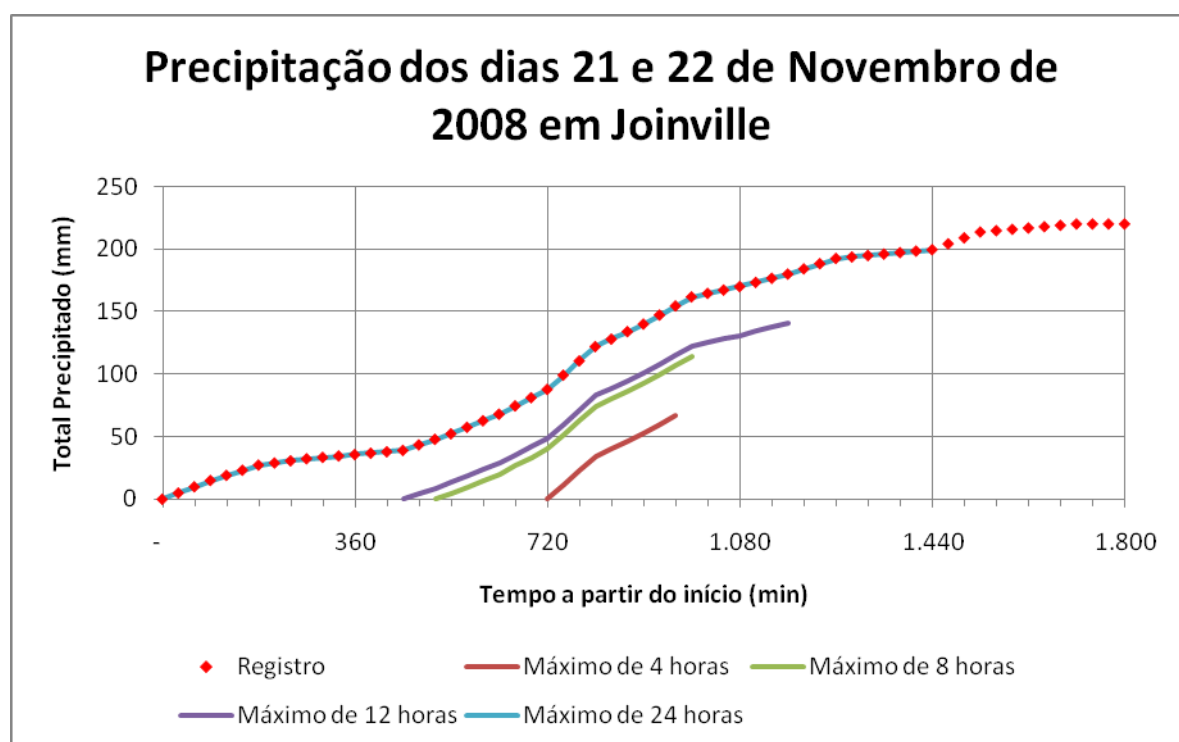


Figura 2.6 - Total precipitado durante o evento dos dias 21 e 22 de novembro de 2008.

2.8 DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA PRECIPITAÇÃO DE PROJETO

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). O Quadro 2.7 apresenta os coeficientes de correção.

QUADRO 2.7
COEFICIENTE DE DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL

Duração (min)	Área (km ²)									
	1	5	10	30	100	300	1000	3000	10000	30000
5	0,90	0,82	0,76	0,65	0,51	0,38	-	-	-	-
10	0,93	0,87	0,83	0,73	0,59	0,47	0,32	-	-	-
15	0,94	0,89	0,85	0,77	0,64	0,53	0,39	0,29	-	-
30	0,95	0,91	0,89	0,82	0,72	0,62	0,51	0,41	0,31	-
60	0,96	0,93	0,91	0,86	0,79	0,71	0,62	0,53	0,44	0,35
120	0,97	0,95	0,93	0,9	0,84	0,79	0,73	0,65	0,55	0,47
180	0,97	0,96	0,94	0,91	0,87	0,83	0,78	0,71	0,62	0,54
360	0,98	0,97	0,96	0,83	0,9	0,87	0,83	0,79	0,73	0,67
1440	0,99	0,98	0,97	0,96	0,94	0,92	0,89	0,86	0,83	0,8
2880	-	0,99	0,98	0,97	0,96	0,94	0,91	0,88	0,86	0,82

2.9 DISTRIBUIÇÃO TEMPORAL DA CHUVA DE PROJETO

Outro aspecto fundamental na definição dos hidrogramas de projeto é a distribuição temporal das chuvas, ou seja, o hietograma das chuvas de projeto. O hietograma da chuva afeta significativamente a forma e a vazão de pico do hidrograma resultante. Assim, esta escolha deve ser feita com base na análise dos dados referentes às distribuições temporais das chuvas na área ou adotando-se distribuições que caracterizam uma situação crítica de projeto.

Uma vez que Joinville não apresenta pluviógrafos com dados disponíveis e longas séries de observações para caracterizar a distribuição temporal das chuvas foram consideradas as distribuições temporais sugeridas por HUFF (1977). As duas distribuições temporais de chuvas que são normalmente utilizadas são as tormentas de primeiro e segundo quartis. A distribuição do primeiro quartil apresenta a chuva concentrada nos primeiros minutos da tormenta e, usualmente, é mais crítica.

Em virtude de se ter obtido o registro pluviográfico da precipitação ocorrida nos dias 21 e 22 de novembro de 2008, as intensidades máximas de 4, 8, 12 e 24 horas desta tormenta foram adimensionalizadas e comparadas com as distribuições apresentadas por HUFF (1977). Os resultados obtidos estão apresentados na Figura 2.7.

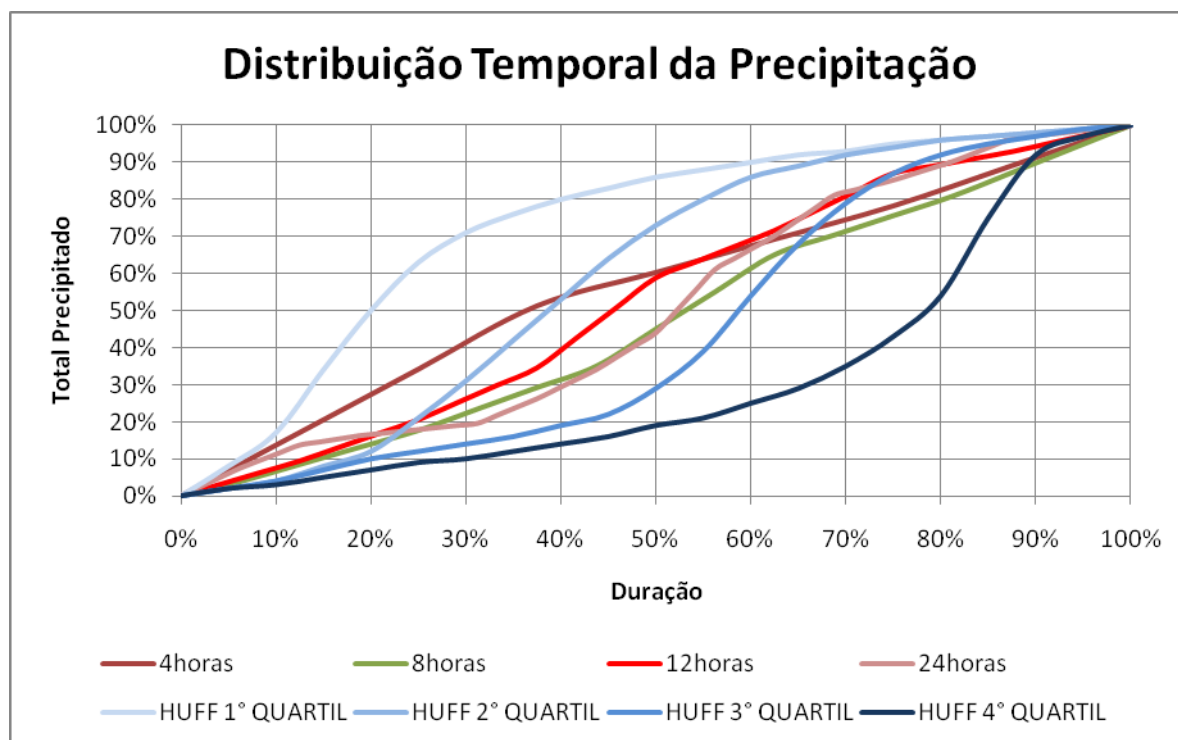


Figura 2.7 - Distribuição Temporal da Precipitação.

A observação da Figura 2.7 permite constatar para esta precipitação que:

- ✓ a precipitação máxima com duração de 4 horas tem distribuição aproximadamente linear, com cerca de 50 % do total precipitado ocorrendo durante os primeiros 35% do tempo de precipitação e o restante se distribuindo até o final da duração de 4 horas;
- ✓ a precipitação máxima com duração de 8 horas tem comportamento muito próximo de uma precipitação com intensidade constante ao longo de toda a duração, com oscilações para mais e para menos;
- ✓ as precipitações máximas de 12 e 24 horas tem comportamento intermediário entre as curvas de 2º e 3º quartil, com exceção dos extremos (início e final da duração da precipitação). No trecho central a inclinação da curva para a duração de 12 horas é semelhante à inclinação da curva do 2º Quartil, indicando intensidades de precipitação semelhantes;

Considerando que se trata de apenas 1 evento e que as distribuições a serem consideradas no projeto devem ser envoltórias de eventos críticos, para caracterizar a precipitação de projeto foi adotada a distribuição de Huff 1º Quartil a qual apresenta a chuva concentrada nos primeiros minutos da tempestade, sendo usualmente, a mais crítica.

3. MARÉS

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.

Com o intuito de retratar esses eventos foram pesquisadas ocorrências de marés elevadas no rio Cachoeira conforme apresentado:

- ✓ No dia 17 de Fevereiro de 1998, as ruas Nove de Março, João Colin, Juscelino Kubistchek e demais ruas da região central de Joinville ficaram alagadas com cerca de 80 cm de água após uma chuva intensa ocorrer simultaneamente com a maré alta, conforme apresentado na Foto 3.1. A cheia começou por volta das 14:30 e permaneceu até depois das 19:00, inundando boa parte da cidade paralisando o transporte público e prejudicando o comércio central. Fonte: <http://an.uol.com.br/1998/fev/17/0cid.htm>)



Foto 3.1 – Inundação na região central de Joinville 11/02/98.

- ✓ Em 27 de Março de 1998, os moradores de Joinville foram surpreendidos pela maré alta no período da tarde. Não houve chuva e as áreas alagadas prejudicaram o deslocamento dos habitantes da cidade e o comércio.



Foto 3.2 – Inundação devido à maré na região central de Joinville 27/03/98.

- ✓ No dia 19 de Abril de 1999, a maré alta prejudicou os moradores dos bairros costeiros e centrais de Joinville das 17hrs às 20hrs. A água atingiu quatro quarteirões entre as ruas Praia Grande e Vicente Celestino, as ruas Nove de Março, Quinze de Novembro, Rio Branco (em frente ao ginásio Abel Schulz) e a Praça Dario Salles também ficaram alagadas. Segundo os moradores, foi a maior cheia provocada pela maré alta nos últimos 15 anos, atingindo 50cm de altura. (Fonte: Jornal A NOTÍCIA 2ª 19/04/99 – Geral)
- ✓ A maré alta provocou inundações no centro e em alguns bairros de Joinville na tarde do dia 18 de Julho de 2000, causando transtornos aos pedestres e usuários do terminal urbano. A maré alta se mostrou também em alguns bairros, como no Jardim Iririú, subindo cerca de 1,0 metro e prejudicando a população que vive nas redondezas. (Fonte: <http://an.uol.com.br/2000/jul/18/0ger.htm>)
- ✓ A maré alta fez subir o nível do rio Cachoeira no dia 18 de Setembro de 2001 deixando alagados trechos das ruas Nove de Março, na frente da agência do BESC, e da rua Itajaí, próximo à sede da Secretaria Municipal de Educação. Mesmo com o risco, não ocorreu chuva, e só a maré foi responsável por elevar o nível do rio em 1,80m naquela tarde. (Fonte: <http://an.uol.com.br/2001/set/18/0cid.htm>)
- ✓ Em 22 de novembro de 2008, precipitações intensas provocaram inundações na Bacia do Rio Cachoeira, conforme apresentado na foto 3.3. O efeito da maré sobre esse evento está detalhado e apresentado no item 3.4.1. (Fonte: <http://www.clicrbs.com.br/anoticia/jsp/default2.jsp?uf=1&local=1&source=a2303543.xml&template=4187.dwt&edition=11158§ion=882>)



Foto 3.3 – Rua Princesa Isabel – Centro - Cota Máxima de Inundação: 2,26 m.

Foram obtidos relatos fotográficos de eventos de maré alta conforme apresentado nas fotos 3.4 e 3.5.



Foto 3.4 – Inundação devido à maré na região central de Joinville 04/97.



Foto 3.5 – Evento de maré alta na região central de Joinville 01/99.

A partir dos eventos caracterizados acima pode-se concluir que a bacia do rio Cachoeira em sua parte baixa sofre inundações devido a marés.

3.1 FUNDAMENTOS TEÓRICOS

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, a partir de observações de campo. Esse estudo procurou correlacionar as componentes astronômicas do Porto de São Francisco do Sul com os dados de campo, estabelecendo constantes harmônicas para a régua no Rio Cachoeira que possibilitem gerar uma série histórica de maré astronômica.

O mecanismo de formação das ondas de maré é complexo, sendo em primeira análise, relacionado ao movimento do sistema terra-sol-lua. Nas regiões de estuários, a onda de maré apresenta oscilações de alta frequência em função da topobatimetria local, descarga fluvial e dissipação de energia devido aos atritos no fundo e margens do estuário. Desta forma, a onda de maré num estuário pode ser consideravelmente deformada.

A interação entre a onda de maré e as margens é responsável pela alteração das alturas de maré e velocidades das correntes. A convergência das margens do estuário, no sentido externo-interno, provoca a compressão da onda de maré e, na ausência de atrito, provoca o aumento da altura de água. Quando o atrito é significativo, ocorre a redução das cotas máximas atingidas.

As marés na costa brasileira têm amplitudes que variam entre 0 e 12 m, predominando entretanto valores inferiores a 2 m¹ (Figura 3.1). De acordo com a referência mencionada, na região do estudo, a amplitude máxima aproxima-se de 1,50m.

A análise dos fenômenos de maré é feita a partir da decomposição das alturas em componentes harmônicas a partir da análise espectral (Franco, 1988²) e as principais componentes são relacionadas ao movimento diurno do sol e da lua, sendo denominadas de componentes 'diurnas e semidiurnas'. Estas respondem por mais de 80% da amplitude total da maré. No caso dos estuários, as componentes de águas rasas também aparecem, como harmônicos combinados das componentes M₂, S₂ e N₂.

$$H_m = H_{\text{médio}} + \sum_1^n N_{i,\text{ano}} \cdot a_i \cos(w_i \cdot t + E_{i,\text{ano}} - F_i) \quad \text{Eq. 1}$$

Onde:

H_{médio} é o nível de referência considerado;

N_{i,ano} é o fator de correção da amplitude da componente i, para o ano;

E_{i,ano} é o fator de correção da fase da componente i, para o ano;

a_i é a amplitude da componente i;

F_i é a fase da componente i.

QUADRO 3.1
PRINCIPAIS COMPONENTES DA MARÉ NA COSTA BRASILEIRA

<i>Período</i>	<i>Componente</i>	<i>Velocidade (°/hora)</i>
Diurno	O ₁	13,943
	K ₁	28,440
	Q ₁	57,424
Semi Diurno	M ₂	28,984
	S ₂	30,000
	N ₂	58,984
	T ₂	57,968
Águas Rasas	MS ₄	58,984
	M ₄	57,968
	M ₃	43,476

1 Vellozo, T.G. e Alves, A.R. - Características gerais do fenômeno da maré no Brasil. Anais Hidrográficos da Diretoria de Hidrografia e Navegação, Tomo LXI, 2006.

2 Franco, A.S. - "Tides - fundamentals, analysis and prediction" - 2nd. Ed, FCTH, S. Paulo, 249 p., 1988

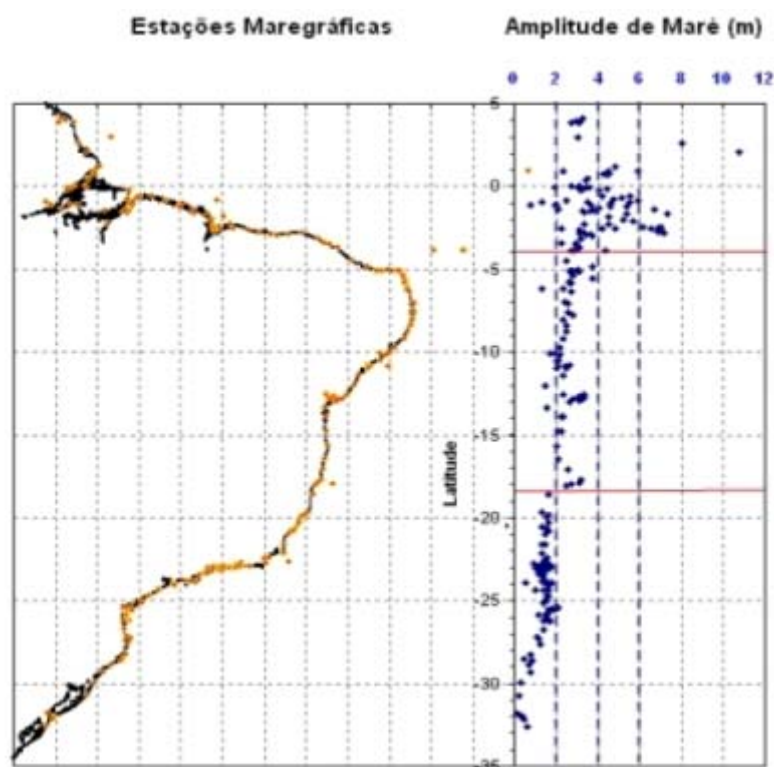


Figura 3.1 - Estações maregráficas e amplitude das marés na costa brasileira.

O número de forma de Courtier³ permite definir a importância das marés diurnas e semidiurnas para um estuário:

$$N_f = \frac{K_1 + O_1}{M_2 + S_2} \quad \text{Eq. 2}$$

$N_f < 0,25$ – maré semidiurna

$0,25 < N_f < 1,5$ - maré mista com predominância semidiurna

$1,5 < N_f < 3,0$ - maré mista com predominância diurna

$N_f > 3,0$ - maré diurna

3.2 DADOS BÁSICOS

3.2.1 Estações Maregráficas

Na região de estudo encontra-se a estação maregráfica operada pela administração do porto de São Francisco do Sul, na entrada da Bahia da Babitonga (SC). Para esta estação, são disponíveis as constantes harmônicas preparadas pela Marinha do Brasil⁴, conforme apresentado no Quadro 3.2.

³ Miranda, L.B.; Kjerfve, B. & Castro Filho, B.M. - Princípios de oceanografia física de estuários, EdUPS, São Paulo, 2002.

⁴ Disponível em <http://www.mar.mil.br/dhn/chm/tabuas/index.htm>

Os principais dados desta estação são:

- ✓ Nome: São Francisco do Sul – Porto
- ✓ Nível Médio do mar: 0,84 m
- ✓ Período de análise: 22/12/1959 a 23/11/1960
- ✓ Número de Componentes: 29

QUADRO 3.2
COMPONENTES HARMÔNICAS DA MARÉ NO PORTO DE SÃO FRANCISCO DO SUL

Componente	Semi-amplitude (m)	Fase °	Componente	Semi-amplitude (m)	Fase °
M2	0,387	77	P1	0,023	127
S2	0,25	76	T2	0,02	57
M4	0,173	197	SN4	0,012	291
O1	0,114	73	NU2	0,011	168
M3	0,112	217	OO1	0,009	315
SSA	0,096	123	M1	0,008	230
K2	0,089	63	MM	0,007	359
SA	0,084	118	MNS2	0,003	163
MS4	0,08	292	J1	0,002	180
MO3	0,076	16			
MN4	0,069	150			
N2	0,069	151			
K1	0,068	132			
MF	0,067	170			
MSF	0,046	248			
MK3	0,037	114			
Q1	0,034	58			
MU2	0,026	112			
L2	0,025	84			
2N2	0,024	138			

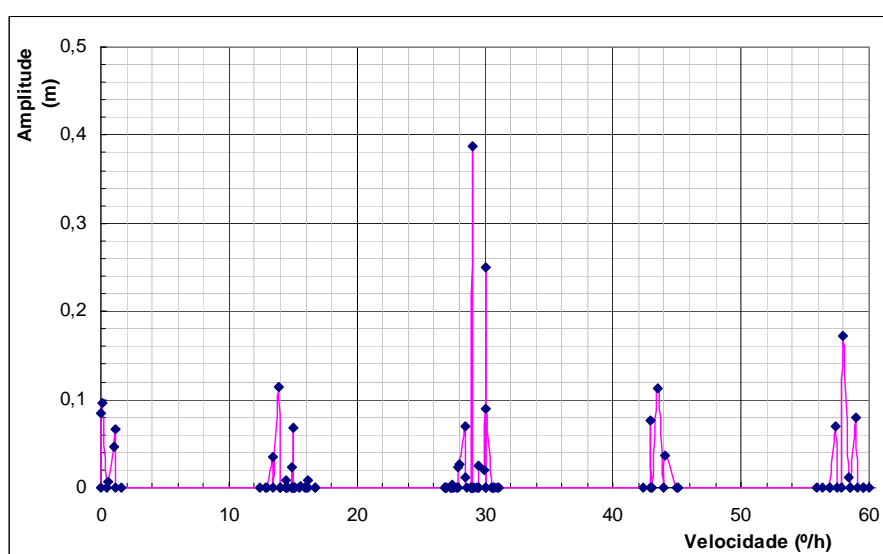


Figura 3.2 - Distribuição espectral das semi-amplitudes de maré – Porto de São Francisco do Sul – Santa Catarina – Brasil.

FEMAR-FUNDAÇÃO DE ESTUDOS DO MAR <i>Catálogo de Estações Maregráficas Brasileiras</i>					
Nome da Estação :		SÃO FRANCISCO DO SUL (PORTO) – SC			
Localização :		Na ponte de atracação da Delegacia da Capitania dos Portos			
Organ. Responsável :		INPH / DHN			
Latitude :		26° 14,7' S	Longitude :		48° 38,5' W
Período Analisado :		22/12/59 a 23/11/60	Nº de Componentes :		60
Análise Harmônica :		Método Tidal Liverpool Institute			
Classificação :		Maré de Desigualdades Diurnas			
Estabelecimento do Porto: (HWF&C)		II H 17 min	Nível Médio (Zo):		84 cm acima do NR.
Média das Preamares Superiores (MHHW) :		153 cm acima do NR.	Média das Preamares Inferiores (MLHW) :		115 cm acima do NR.
Média das Baixa-mares Superiores (MHLW) :		32 cm acima do NR.	Média das Baixa-mares Inferiores (MLLW) :		14 cm acima do NR.
CONSTANTES HARMÔNICAS SELECIONADAS					
Componentes	Semi-amplitude (H) cm	Fase (g) graus (°)	Componentes	Semi-amplitude (H) cm	Fase (g) graus (°)
Sa	8,4	118	MU ₂	2,6	112
Ssa	9,6	123	N ₂	6,9	151
Mm	0,7	359	NU ₂	1,1	168
Mf	6,7	170	M ₂	38,7	077
MTM	-	-	L ₂	2,5	084
Msf	4,6	248	T ₂	2,0	057
Q ₁	3,4	058	S ₂	25,0	076
O ₁	11,4	073	K ₂	8,9	063
M ₁	0,8	230	MO ₃	7,6	016
P ₁	2,3	127	M ₃	11,2	217
K ₁	6,8	132	MK ₃	3,7	114
J ₁	0,2	180	MN ₄	6,9	150
OO ₁	0,9	315	M ₄	17,3	197
MNS ₂	0,3	163	SN ₄	1,2	291
2N ₂	2,4	138	MS ₄	8,0	292
Referências de Nível: RN-1 implantada na escada do edifício em frente do pier RN-3 no Pátio da Bandeira da Delegacia da Capitania dos Portos					
Obs: Outros Períodos: 01/01/30 a 04/01/31; 01/01/56 a 01/02/56; 02/12/59 a 23/11/60 ; 01/05/68 a 01/06/68; 22/11/96 a 03/02/97. Existem no INPH registros de 1922 a 1988. Consta das Tábuas das Marés					

Figura 3.3 - Constantes Harmônicas para o Porto de São Francisco do Sul.

A maré, de acordo com o parâmetro da Eq. 2 é semidiurna, com leve tendência a diurna - $N_f = (6,8 + 11,4) / (38,7 + 25) = 0,29$. A distribuição espectral indicada na Figura 3.2 mostra que a componente principal (M_2 e S_2 - aproximadamente 30°) tem harmônicos significativos em 0° , 15° , 45° e 60° (valores aproximados), o que indicará a presença de vários máximos ao longo do dia.

Com a finalidade de geração de níveis de maré para este estudo, foi desenvolvida uma rotina de cálculo harmônico a partir da Eq. 1, utilizando-se uma planilha eletrônica. Para validação do modelo assim construído foi empregado o modelo de previsão de maré Xtide⁵ e a Tábua de Marés publicada pela Marinha do Brasil⁴, tomando-se como base os meses de fevereiro a abril de 2009. Esta validação é necessária para serem evitados erros de cálculo e ainda porque as constantes de maré disponibilizadas para este estudo (Figura 3.3) são antigas e podem ter sido objeto de revisão ainda não publicados.

⁵ David Flater. Xtide. <http://www.flaterco.com/xtide/>. 2005-07-04.

Nas Figuras 3.4 e 3.5 apresentam-se as comparações entre os valores máximos de maré obtidos através da Tábua de Marés, do cálculo através do software XTide e da planilha de cálculo. Através da Figura 3.6 pode-se constatar a perfeita aderência entre os modelos de cálculo, para todo o período em que foram feitas as observações de campo, bem como a correlação entre os mesmos, validando-se assim o algoritmo de cálculo empregado para a determinação das marés astronômicas neste estudo.

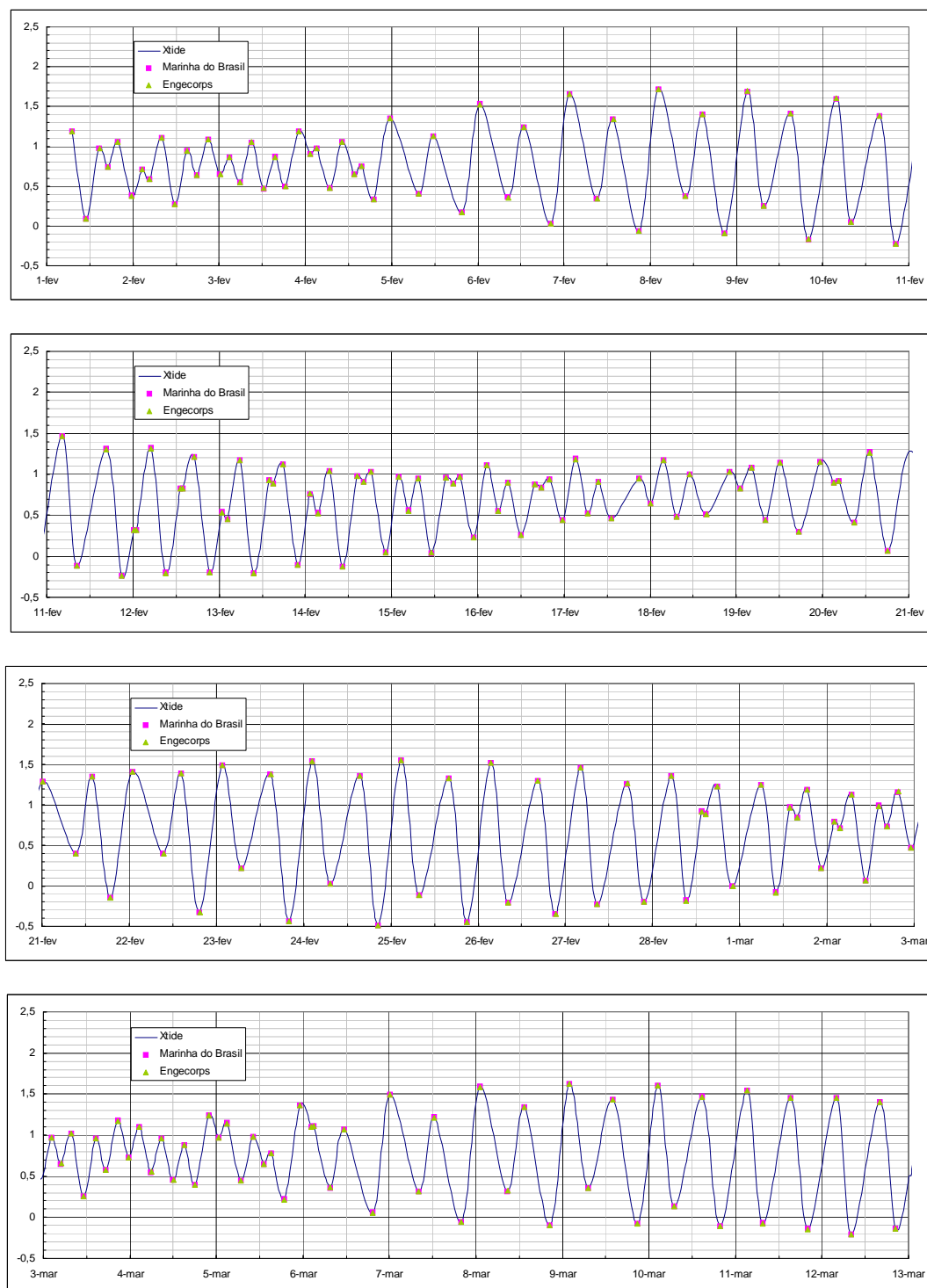


Figura 3.4 - Maregramas comparativos do Porto de São Francisco do Sul – Fev-Mar/2009.

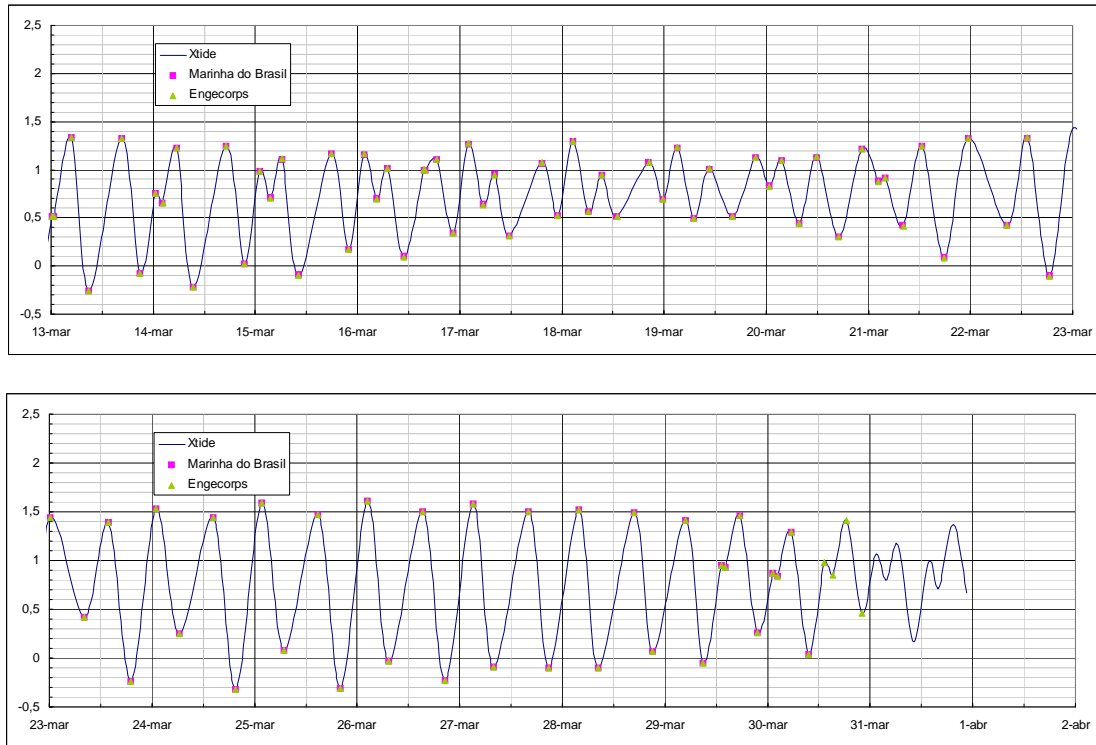


Figura 3.5 - Maregramas comparativos do Porto de São Francisco do Sul – Mar/2009.

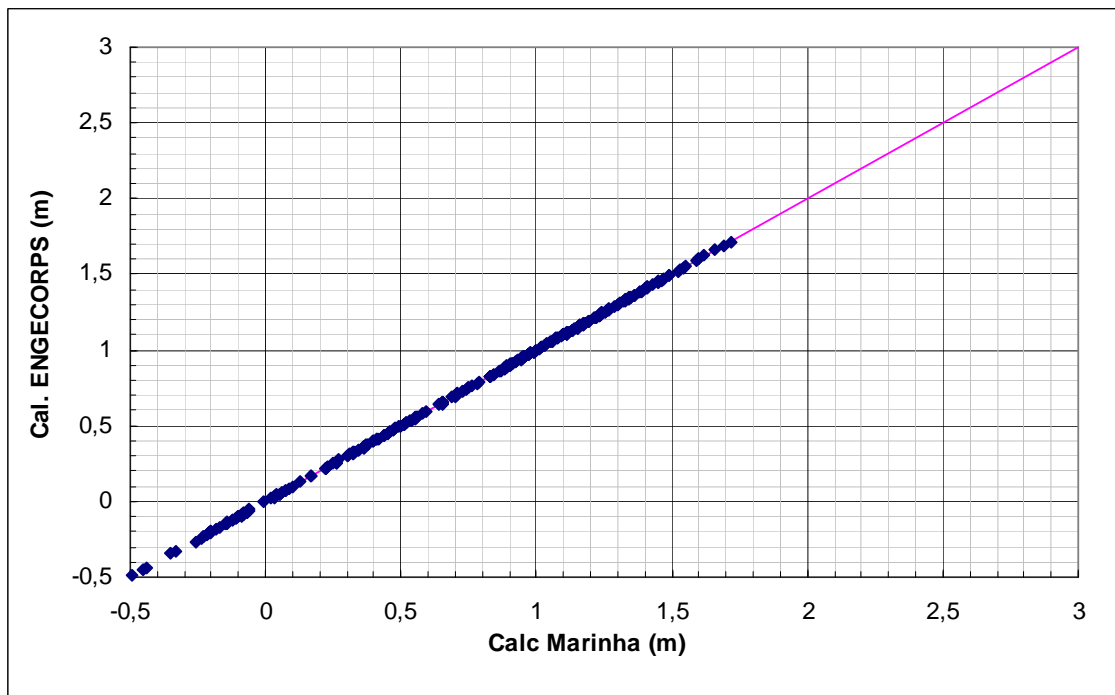


Figura 3.6 - Correlação entre os níveis calculados pela metodologia desenvolvida e a Previsão da Marinha do Brasil.

Lua	Dia	Hora	Alt.(m)	Lua	Dia	Hora	Alt.(m)	Lua	Dia	Hora	Alt.(m)
	DOM 01/02/09	07:02	1,1		DOM 01/03/09	05:53	1,3		QUA 01/04/09	01:43	1,2
		10:58	0			09:56	-0,1			04:51	0,7
		14:43	1			13:49	1			07:23	1
		17:04	0,7			15:41	0,9			10:51	0,3
		19:56	1			18:38	1,2			14:04	1
		23:39	0,3			22:26	0,2			16:53	0,6
										20:15	1,3
										23:21	0,8
	SEG 02/02/09	02:39	0,7		SEG 02/03/09	01:53	0,8				
		04:49	0,6			03:39	0,7				
		08:02	1			06:45	1,1		QUI 02/04/09	02:09	1,2
										05:43	0,5
										08:32	0,9
										11:38	0,5
										14:32	0,9
										17:38	0,3
										21:24	1,3
	TER 03/02/09	00:19	0,6		TER 03/03/09	02:04	0,9				
		02:56	0,8			04:56	0,6		SEX 03/04/09	00:15	1
		05:56	0,4			07:45	1			02:45	1,2
		09:08	1			11:06	0,2			06:23	0,4
		12:26	0,4			14:38	1			09:49	0,9
		15:34	0,9			17:19	0,6			12:43	0,7
		18:28	0,5			20:38	1,1			14:49	0,8
		22:09	1,2			23:47	0,7			18:13	0,2
										22:39	1,3
	QUA 04/02/09	01:23	0,8		QUA 04/03/09	02:34	1				
		03:06	0,9			05:54	0,4		SAB 04/04/09	01:53	1
		06:51	0,3			08:53	0,9			02:56	1
		10:21	1			11:56	0,4			07:04	0,4
		13:38	0,6			15:00	0,9			11:00	1
		15:53	0,8			18:02	0,4			18:54	0
		19:04	0,3			21:53	1,2			23:43	1,4
		23:23	1,3								
	QUI 05/02/09	07:36	0,3		QUI 05/03/09	00:43	0,9		DOM 05/04/09	07:43	0,4
		11:38	1,1			02:56	1,1			12:02	1,2
		19:41	0,1			06:43	0,3			19:28	0
						10:04	0,9				
						12:58	0,6		SEG 06/04/09	00:34	1,5
	SEX 06/02/09	00:26	1,5			15:08	0,8			07:39	0,4
		08:17	0,3			18:43	0,2			12:56	1,3
		12:43	1,2			23:02	1,3			19:39	0,1
		20:09	0								
	SAB 07/02/09	01:21	1,6		SEX 06/03/09	07:21	0,2		TER 07/04/09	01:19	1,6
		08:56	0,3			11:23	1			06:06	0,3
		13:38	1,3			19:13	0			13:39	1,5
		20:32	0							18:47	0,1
					SAB 07/03/09	00:08	1,4				
	DOM 08/02/09	02:09	1,7			08:00	0,2		QUA 08/04/09	02:04	1,6
		07:49	0,4			12:26	1,1			06:34	0,1
		14:24	1,4			19:49	-0,1			14:19	1,6
		20:04	-0,1							18:58	0,2

Figura 3.7 - Tábua de Maré - Porto de São Francisco do Sul (a partir de ref. 4) (continua).

☾	SEG 16/02/09	02:32	1,2		TER 17/03/09	02:06	1,3	☾	SEX 17/04/09	02:53	1,2		
		05:49	0,5			05:24	0,6			06:30	0,6		
		08:21	0,9			08:00	0,9			10:04	1		
		11:54	0,2			11:38	0,3			15:43	0,4		
		15:49	0,9			19:23	1,1			20:47	1,2		
		17:43	0,8	☾	QUA 18/03/09	22:58	0,5		SAB 18/04/09				
	20:00	0,9	02:43			1,3	00:19			0,8			
	23:24	0,4	06:13			0,5	03:13			1			
			09:09			0,9	07:02			0,5			
	TER 17/02/09		1,2			12:53	0,5			11:11	1		
		06:38	0,5			20:17	1			16:45	0,2		
		09:34	0,8			23:41	0,6			21:45	1,3		
		13:00	0,4										
		16:13	0,7			QUI 19/03/09	03:06			1,2	DOM 19/04/09	01:47	0,8
	17:51	0,7	06:58	0,4	03:36		0,9						
	20:58	0,9	10:41	0,9	07:26		0,5						
			16:43	0,4	12:02		1,1						
		QUA 18/02/09	00:06	0,6			21:21	1,1			17:23	0,1	
03:39			1,1	SEX 20/03/09			00:36	0,8				22:43	1,3
07:17			0,4										
10:56		0,9	03:34		1	SEG 20/04/09	07:32	0,5					
17:26		0,5	07:32	0,4	12:43		1,2						
22:02		1	11:53	1	17:58		0						
			17:21	0,2	23:38		1,5						
	QUI 19/02/09	01:02	0,8			22:24	1,1						
		04:00	1			SAB 21/03/09					TER 21/04/09	05:39	0,5
		07:58	0,4				02:02			0,8		13:13	1,4
	12:04	1,1	03:38	0,9	18:28		-0,1						
	17:49	0,2	07:58	0,4									
			23:04	1,1			12:41	1,1	QUA 22/04/09	00:26	1,6		
							17:58	-0,1		05:53	0,3		
SEX 20/02/09			02:36	0,8			23:23	1,3		13:49	1,5		
			04:04	0,9			DOM 22/03/09				18:58	0	
		08:26	0,4	08:08	0,4								
		13:00	1,2	13:17	1,2	QUI 23/04/09		01:15	1,7				
18:21		0	18:28	-0,2	06:15			0,2					
SAB 21/02/09		00:00	1,2	SEG 23/03/09	00:11		1,4	14:21	1,7				
	08:47	0,4	06:41		0,3		19:17	0,1					
	13:45	1,3	13:54		1,3		SEX 24/04/09	02:02	1,7				
	18:56	-0,2	19:00		-0,3	06:51		0,2					
DOM 22/02/09	00:47	1,4	TER 24/03/09	01:00	1,5	15:00		1,8					
						19:43		0,3					
	07:28	0,4		06:32	0,2	☼ SAB 25/04/09							
	14:21	1,3		14:24	1,4		02:53	1,7					
19:26	-0,4	19:26	-0,3	07:21	0,2								
	SEG 23/02/09	01:28	1,5	QUA 25/03/09	01:45		1,6			15:43	1,8		
							20:06			0,4			
		07:04	0,2		06:54	0,1	DOM 26/04/09						
		14:58	1,4		14:56	1,5				03:41	1,7		
	20:00	-0,5	19:54	-0,3	08:00	0,2							
	☼	TER 24/02/09	02:09	1,5	☼ QUI 26/03/09	02:26		1,6			16:26	1,9	
								20:39			0,5		
			07:21	0,1		07:15	0	SEG 27/04/09					
			15:30	1,4		15:28	1,5				04:30	1,6	
20:24		-0,5	20:13	-0,2	08:38	0,2							
		QUA 25/02/09	02:54	1,5	SEX 27/03/09	03:11	1,6				12:13	1	
								13:00			1		
			07:51	-0,1		07:51	-0,1	17:13			1,8		
			16:00	1,4		16:02	1,6	21:08			0,6		
	20:53		-0,4	20:38		0							

Figura 3.7 - Tábua de Maré - Porto de São Francisco do Sul (a partir de ref. 4) – continuação.

								TER	00:04	1,1
								28/04/09	02:08	1
QUI	03:36	1,5		SAB	03:58	1,6				
26/02/09				28/03/09						
	08:13	-0,2			08:19	-0,1			05:19	1,4
	16:34	1,4			16:45	1,6			09:13	0,3
	21:09	-0,3			21:00	0,1			12:45	1
									14:17	0,9
SEX	04:17	1,5		DOM	04:45	1,5			18:06	1,7
27/02/09				29/03/09						
	08:49	-0,2			08:56	0			21:51	0,7
	17:06	1,3			13:47	1				
	21:36	-0,1			17:28	1,6		QUA	00:47	1,2
								29/04/09		
					21:28	0,3			03:24	0,9
SAB	05:02	1,4							06:11	1,3
28/02/09										
	09:17	-0,2		SEG	00:56	0,9			10:00	0,4
				30/03/09						
	17:49	1,3			02:04	0,9			13:08	0,9
	22:00	0			05:34	1,3			15:23	0,7
					09:30	0,1			19:02	1,6
					13:11	1			22:26	0,8
					14:58	0,9				
					18:17	1,5		QUI	01:19	1,3
								30/04/09		
					22:02	0,5			04:26	0,8
									07:08	1,1
				TER	01:08	1			10:45	0,4
				31/03/09						
					03:43	0,8			13:47	0,9
					06:24	1,1			16:17	0,5
					10:06	0,2			20:00	1,5
					13:41	1			23:11	0,9
					15:58	0,8				
					19:13	1,4				
					22:41	0,7				

Figura 3.7 - Tábua de Maré - Porto de São Francisco do Sul (a partir de ref. 4).

3.2.2 Observações de Campo

As marés na foz do Rio Cachoeira foram observadas no período de Fevereiro a Maio de 2009 objetivando-se a avaliação dos efeitos do estuário sobre o comportamento dos níveis d'água. Para tal foi instalada uma régua limnimétrica junto à foz, na Rua Juliano Moreira, Bairro Boa Vista, conforme ilustra a Figura 3.8, sendo o local denominado Posto PDDU. Para a instalação da régua foi definido um zero arbitrário, para obtenção das leituras de nível de maré.

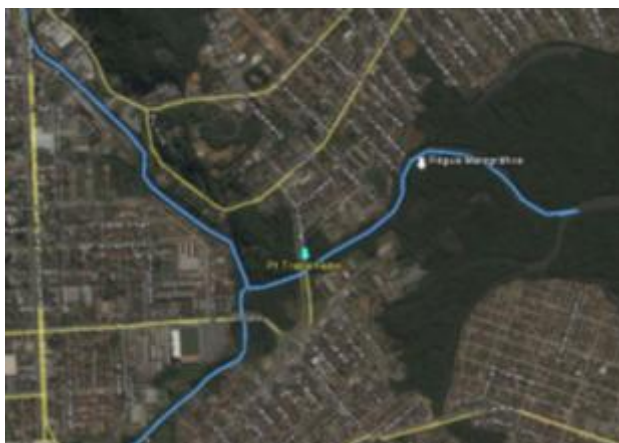


Figura 3.8 - Localização da régua maregráfica na Rua Juliano Moreira, Bairro Boa Vista - 03/02/09.

Foi realizado o nivelamento do zero da régua de marés, possibilitando transformar as leituras realizadas em níveis compatíveis com o sistema altimétrico utilizado na cidade de Joinville. A régua foi nivelada, com o transporte de cota a partir de marcos da PMJ, tendo sido o zero estabelecido na cota -1,008 m. Observa-se que os marcos de referência altimétrica da PMJ estão referenciados ao sistema altimétrico do IBGE, com datum SIRGAS 2000. As medições tiveram início no dia 2 de Fevereiro, tendo sido medidos os valores de preamar e baixamar extremos do dia (duas a três leituras por dia). Ao final do mês de março, os dados foram previamente analisados, decidindo-se observar novamente a quadratura e a sizígia da segunda quinzena do mês de abril.

QUADRO 3.3
DADOS MAREGRÁFICOS NA FOZ DO RIO CACHOEIRA – POSTO PDDU

<i>Data</i>	<i>Hora</i>	<i>Cota (m)</i>	<i>Data</i>	<i>Hora</i>	<i>Cota (m)</i>	<i>Data</i>	<i>Hora</i>	<i>Cota (m)</i>
02/02/09	08:23	1,73	20/02/09	07:43	0,64	23/04/09	15:00	1,9
02/02/09	11:54	0,68	20/02/09	12:30	1,45	24/04/09	15:40	2,08
02/02/09	15:40	1,92	20/02/09	14:01	1,25	25/04/09	15:40	2,08
02/02/09	17:00	1,89	25/02/09	09:47	0,74	25/04/09	15:29	2,01
02/02/09	18:24	1,02	25/02/09	12:30	1,46	25/04/09	16:23	2,27
03/02/09	06:41	1,00	25/02/09	19:20	1,00	25/04/09	16:28	2,29
03/02/09	09:47	1,68	26/02/09	07:46	0,60	25/04/09	16:31	2,3
03/02/09	12:53	0,65	26/02/09	11:39	1,23	26/04/09	16:38	2,31
03/02/09	15:52	1,55	26/02/09	17:20	2,11	26/04/09	16:49	2,33
03/02/09	18:02	0,84	26/02/09	19:24	1,39	26/04/09	16:50	2,34
03/02/09	18:35	0,73	27/02/09	07:48	0,82	26/04/09	16:51	2,35
04/02/09	06:50	0,51	27/02/09	09:34		26/04/09	16:56	2,38
04/02/09	11:31	1,15	27/02/09	16:27	1,63	26/04/09	16:59	2,39
04/02/09	12:52	0,73	27/02/09	20:01	1,51	26/04/09	17:00	2,4
04/02/09	13:09	0,63	28/02/09	08:50	0,64	26/04/09	17:03	2,42
04/02/09	17:57	0,94	28/02/09	11:32	0,85	26/04/09	17:05	2,43
05/02/09	06:34	0,85	28/02/09	14:00	1,53	26/04/09	17:07	2,44
05/02/09	07:36	0,70	28/02/09	18:40	1,98	26/04/09	17:11	2,45
05/02/09	12:17	1,71	01/03/09	09:44	0,46	26/04/09	17:14	2,46
05/02/09	18:33	0,91	01/03/09	11:56	0,83	26/04/09	17:17	2,47
06/02/09	07:04	0,52	01/03/09	14:13	1,47	26/04/09	17:20	2,48
06/02/09	10:20	1,04	01/03/09	18:46	1,96	26/04/09	17:23	2,49
06/02/09	13:03	1,47	02/03/09	07:48	1,48	26/04/09	17:26	2,5
07/02/09	08:25	0,23	02/03/09	10:05	0,49	26/04/09	17:34	2,5
07/02/09	10:45	0,77	02/03/09	13:30	1,33	27/04/09	17:40	2,21
07/02/09	13:14	1,64	02/03/09	17:18	0,79	29/04/09	16:00	0,5
07/02/09	17:47	0,81	02/03/09	19:17	1,65	30/04/09	11:20	0,5
08/02/09	08:23	0,67	03/03/09	07:43	1,53	30/04/09	21:15	2,05
08/02/09	10:36	0,81	03/03/09	11:54	0,30	01/05/09	08:33	1,65
08/02/09	13:32	1,82	03/03/09	13:48	1,34	01/05/09	17:30	0,6
08/02/09	18:10	0,90	03/03/09	15:33	1,59	01/05/09	21:25	1,6
09/02/09	06:47	1,46	03/03/09	17:52	0,77	02/05/09	17:50	0,45
09/02/09	10:05	0,98	03/03/09	19:27	1,36	03/05/09	18:50	0,4
09/02/09	16:08	2,01	04/03/09	07:44	1,30	03/05/09	23:20	1,79
09/02/09	18:43	0,90	04/03/09	09:38	1,68			
10/02/09	06:50	1,62	04/03/09	12:51	0,77			
10/02/09	10:54	1,03	04/03/09	16:20	1,44			
10/02/09	16:29	2,10	04/03/09	18:56	0,81			
11/02/09	06:40	1,86	05/03/09	07:45	0,72			
11/02/09	08:40	0,40	07/03/09	09:00	0,71			
11/02/09	13:52	1,22	12/03/09	07:42	0,85			
11/02/09	17:39	2,10	16/03/09	09:24	0,96			

Continua...

QUADRO 3.3
DADOS MAREGRÁFICOS NA FOZ DO RIO CACHOEIRA – POSTO PDDU

<i>Data</i>	<i>Hora</i>	<i>Cota (m)</i>	<i>Data</i>	<i>Hora</i>	<i>Cota (m)</i>	<i>Data</i>	<i>Hora</i>	<i>Cota (m)</i>
12/02/09	06:57	1,98	16/03/09	13:50	1,55			
12/02/09	09:48	0,05	16/03/09	15:40	1,55			
13/02/09	06:30	1,94	16/03/09	18:50	1,97			
13/02/09	10:08	0,47	17/03/09	07:46	1,63			
13/02/09	15:00	1,70	17/03/09	14:20	0,57			
14/02/09	07:31	1,84	17/03/09	16:40	1,47			
14/02/09	11:06	0,04	18/03/09	07:53	0,96			
15/02/09	11:08	0,31	18/03/09	16:59	1,23			
15/02/09	14:33	1,50	19/03/09	07:48	0,82			
15/02/09	18:34	1,24	19/03/09	21:16	1,58			
16/02/09	07:38	1,02	20/03/09	07:23	0,60			
16/02/09	13:42	0,34	20/03/09	15:43	0,70			
16/02/09	20:06	1,34	31/03/09	07:39	1,59			
17/02/09	07:40	0,53	01/04/09	07:48	1,74			
17/02/09	10:48	1,15	02/04/09	07:59	1,53			
17/02/09	13:14	0,29	16/04/09	07:53	1,44			
17/02/09	18:58	0,96	17/04/09	07:53	0,91			
18/02/09	07:33	0,48	17/04/09	10:55	1,26			
18/02/09	10:41	1,34	18/04/09	07:47	0,52			
18/02/09	15:08	0,69	18/04/09	17:25	0,75			
18/02/09	18:42	0,81	20/04/09	09:03	1,09			
19/02/09	08:02	0,63	21/04/09	08:17	0,65			
19/02/09	12:51	1,49	21/04/09	14:27	1,95			
19/02/09	18:00	0,65	22/04/09	08:13	0,6			
19/02/09	19:32	0,67	22/04/09	14:42	1,69			

3.3 ANÁLISE HARMÔNICA

3.3.1 Determinação das Componentes Harmônicas

A determinação das constantes harmônicas a partir de observações de campo pode ser feita através de diferentes métodos, destacando-se entre eles os que empregam a ‘transformada rápida de Fourier - FFT’, o método dos mínimos quadrados e o método da correlação.

O emprego do FFT é feito a partir de valores horários de maré obtidos dos registros maregráficos contínuos. Como neste estudo foram obtidos dados de campo correspondente aos valores máximos e mínimos de maré, foram empregados os métodos da correlação e dos mínimos quadrados.

3.3.2 Correlação Direta

Considerando a existência da análise harmônica desenvolvida pela Marinha do Brasil, inicialmente optou-se, para a obtenção das constantes harmônicas para o Rio Cachoeira, pela correlação direta entre os dois postos a partir da Eq. 3

$$H(t)_{Cachoeira} = a_1 + a_2 H(t + a_3)_{S.Francisco} \quad \text{Eq. 3}$$

Na Eq. 3, as constantes a_1 , a_2 e a_3 são determinadas pelo método dos mínimos quadrados, minimizando-se as diferenças entre os valores observados e calculados para a maré. As alturas de maré para o Porto de São Francisco são estimadas a partir das constantes harmônicas indicadas no Quadro 3.2, conforme o algoritmo descrito anteriormente.

Os valores resultantes são:

$a_1 =$	0,481		
$a_2 =$	1,200		
$a_3 =$	-0,032 dia	-0,771 hora	-46,254 min
$\Sigma \text{erro}^2 =$	5,29 m ²	Erro Médio =	0,0137 m

O termo a_3 representa o 'atraso' da maré observada no Posto PDDU em relação ao posto mareográfico do Porto. Foram considerados 167 valores dos 168 observados, pois em um deles o nível mínimo ficou abaixo da régua. Todos os pontos com desvios superiores a 0,40 m foram considerados *outliers*, restando, portanto 141 observações para a correlação. Embora o erro médio resultante, 0,0137 m possa ser considerado baixo, a correlação pretendida resultou pobre, como pode ser visto através da Figura 3.9 e, principalmente, através da Figura 3.10, a partir da qual se verifica que os valores assim correlacionados situam-se predominantemente fora da faixa de 10% de tolerância. Conclui-se portanto que os efeitos do estuário, como preconizado anteriormente, são preponderantes e não permitem a correlação direta.

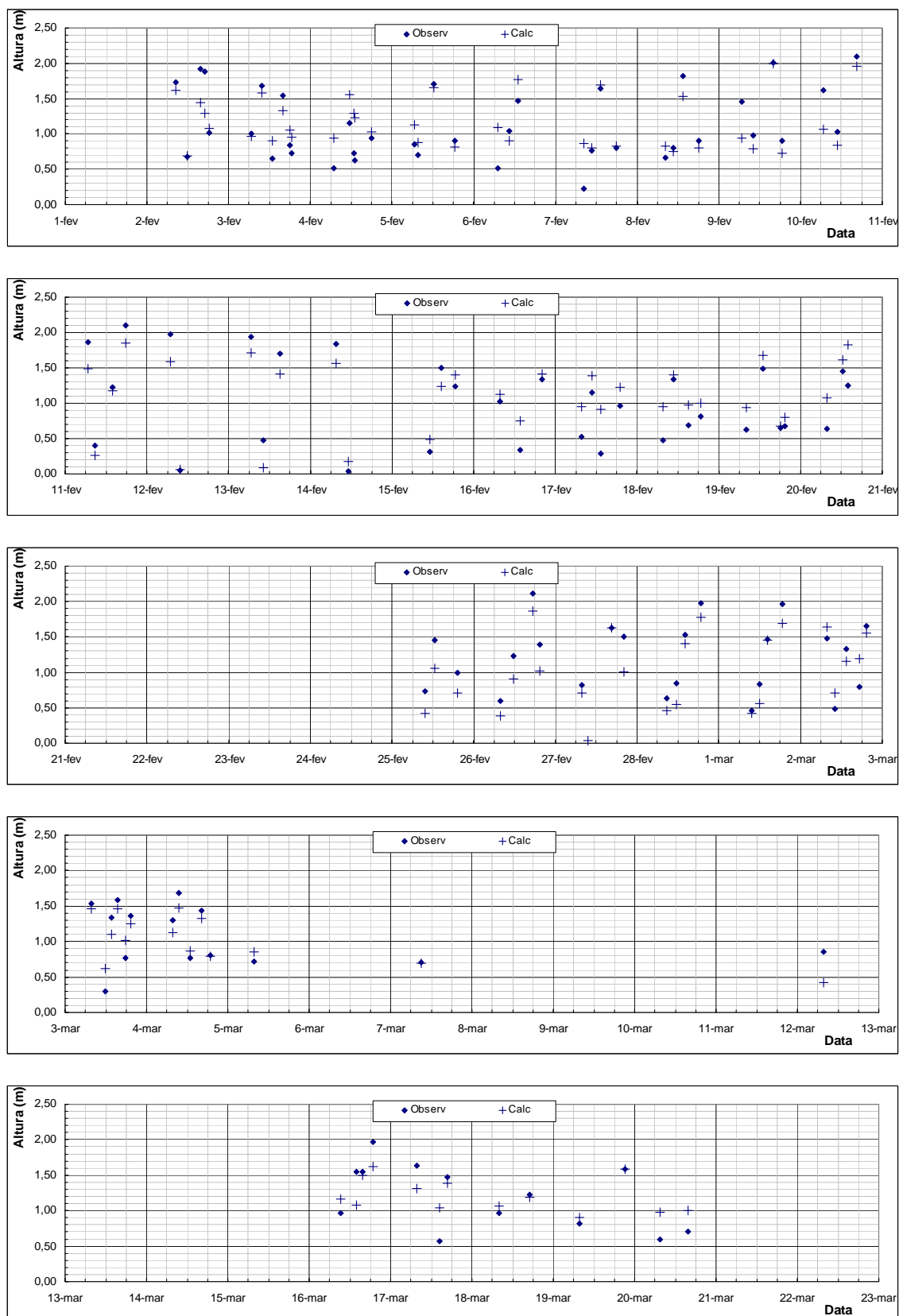


Figura 3.9 - Comparação entre os valores observados e calculados através de correlação direta com o Porto de São Francisco do Sul (continua).

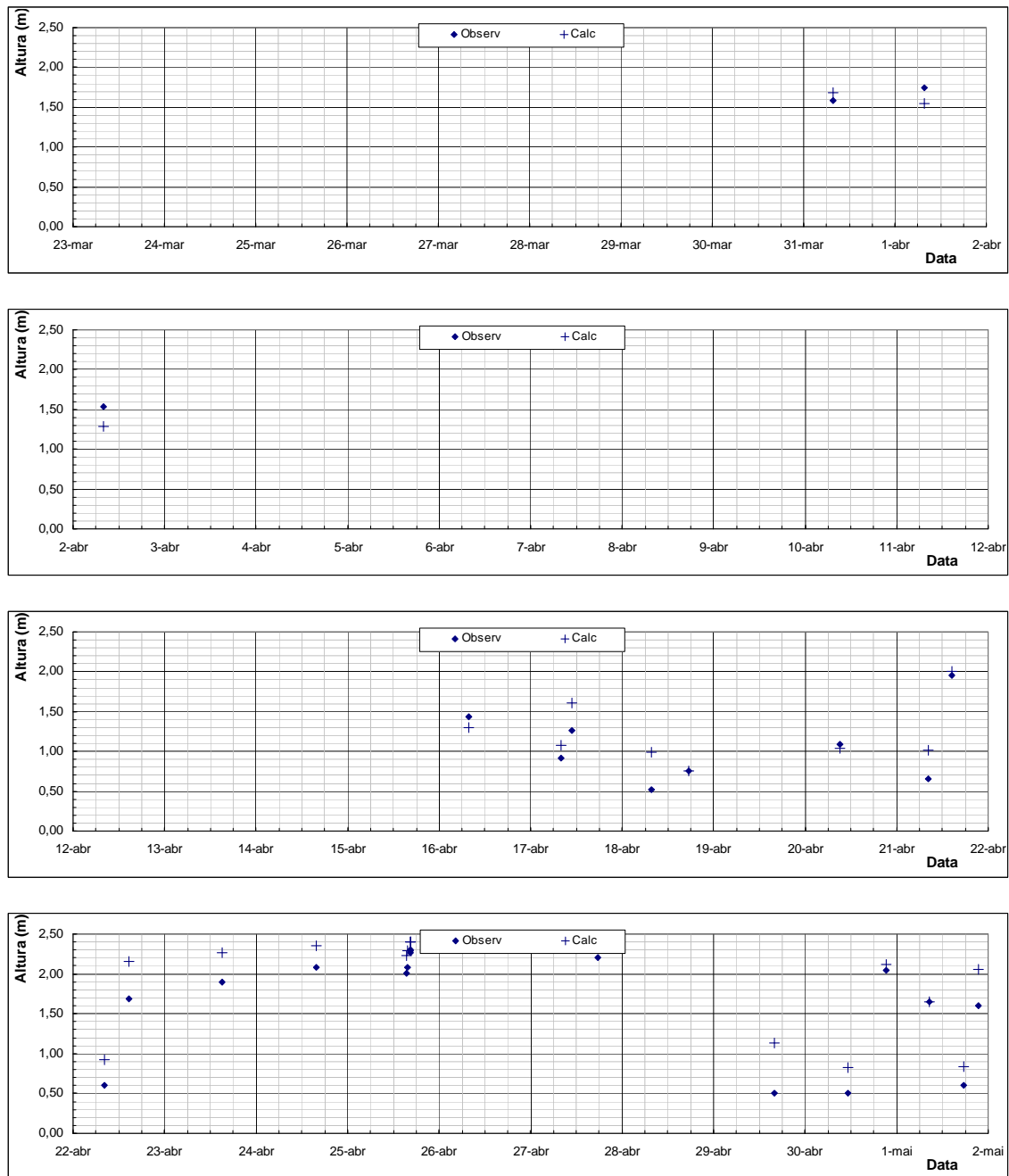


Figura 3.9 - Comparação entre os valores observados e calculados através de correlação direta com o Porto de São Francisco do Sul (continuação).

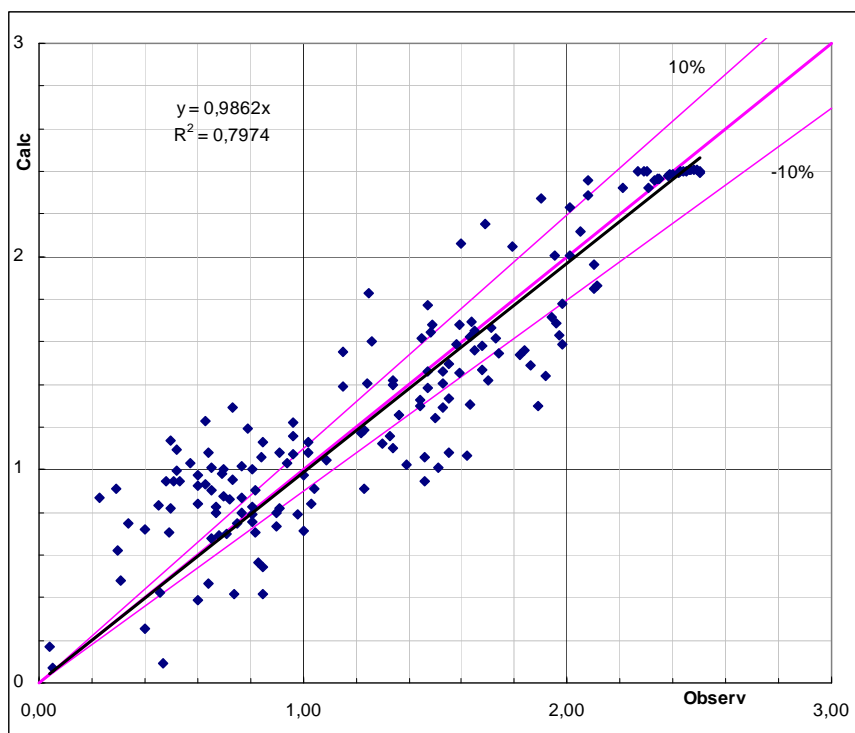


Figura 3.10 - Alturas de Maré (em m) – observadas e calculadas – correlação direta.

3.3.2.1 Análise Harmônica

Para a análise harmônica foram considerados todos os pontos do Quadro 3.3, excluindo-se os 3 *outliers* indicados a seguir por serem considerados com erro evidente.

2/fev	17:00	1,89
27/fev	09:34	0,38
16/mar	13:50	1,55

Desta forma, com 165 observações foram detectadas 29 componentes, sendo que 24 encontram-se dentro do limite de significância de 5 mm. Os valores resultantes são apresentados no Quadro 3.4. A distribuição espectral das semi-amplitudes pode ser vista na Figura 3.11.

A acuracidade da decomposição harmônica foi verificada considerando-se a autocorrelação entre os valores observados e calculados, cujo índice de determinação resultou igual a 0,95. A Figura 3.12 apresenta graficamente a reta de autocorrelação resultante e as faixas de variação de 10%. A série de marés gerada, a comparação entre os valores observados e calculados, bem como o comportamento do nível médio do mar podem ser vistos nas Figuras 3.13 e 3.14.

QUADRO 3.4
COMPONENTES DA MARÉ – POSTO PDDU

Posto: PDDU - Rua Juliano Moreira, Bairro Boa Vista,

Instalação: 02/02/2009

Período de Observações: 02/02 de 2009 a 03/05/2009

No. de Observações: 165

No. de Componentes: 29

Nível Médio: 1,13 m

Zero da Régua Hidrográfica: -1,008 m (cota IBGE)

<i>Harmônico</i>	<i>Componente</i>	<i>Amplitude (m)</i>	<i>Fase (grau)</i>	<i>Velocidade (grau/hora)</i>
1	M2	0,382	100,8	28,984
2	S2	0,300	95,0	30,000
3	MS4	0,232	354,4	58,984
4	M4	0,210	236,0	57,968
5	M3	0,195	233,8	43,476
6	O1	0,195	82,9	13,943
7	N2	0,186	171,6	28,440
8	MN4	0,165	164,0	57,424
9	T2	0,114	125,5	29,959
10	NU2	0,113	122,3	28,513
11	MM	0,088	346,5	0,544
12	P1	0,076	134,9	14,959
13	MNS2	0,069	126,5	27,424
14	2N2	0,060	135,4	27,895
15	K1	0,058	102,2	15,041
16	L2	0,055	65,9	29,528
17	SN4	0,049	276,2	58,440
18	MO3	0,042	0,0	42,927
19	OO1	0,039	267,0	16,139
20	J1	0,037	247,2	15,585
21	Q1	0,035	11,7	13,399
22	M1	0,021	186,9	14,497
23	MF	0,014	158,7	1,098
24	SSA	0,005	123,7	0,082
25	MSF	0,000	248,2	1,016
26	K2	0,000	65,0	30,082
27	SA	0,000	145,3	0,041
28	MK3	0,000	110,2	44,025
29	MU2	0,000	94,9	27,968

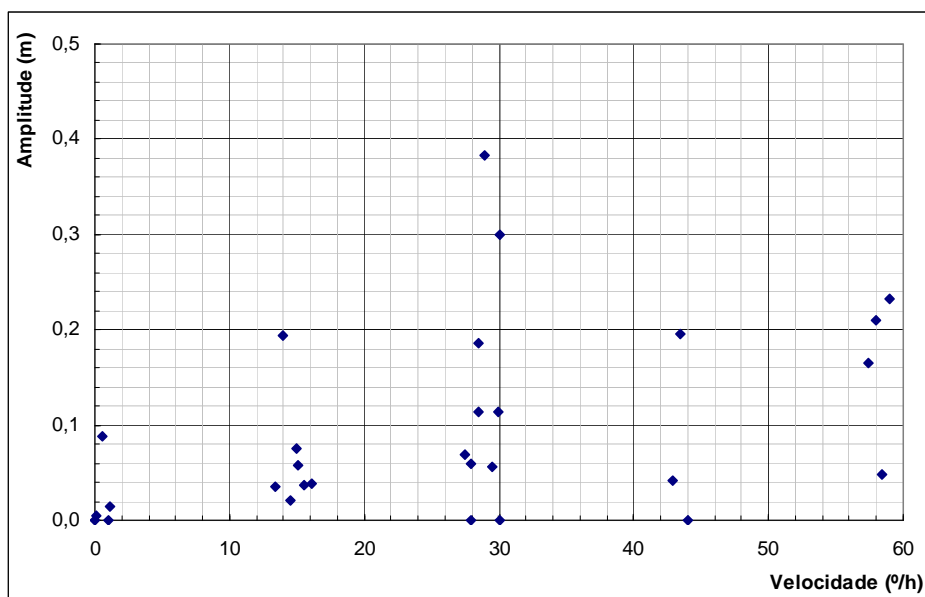


Figura 3.11 - Distribuição de spectral da maré das semi-amplitudes de maré – Posto PDDU.

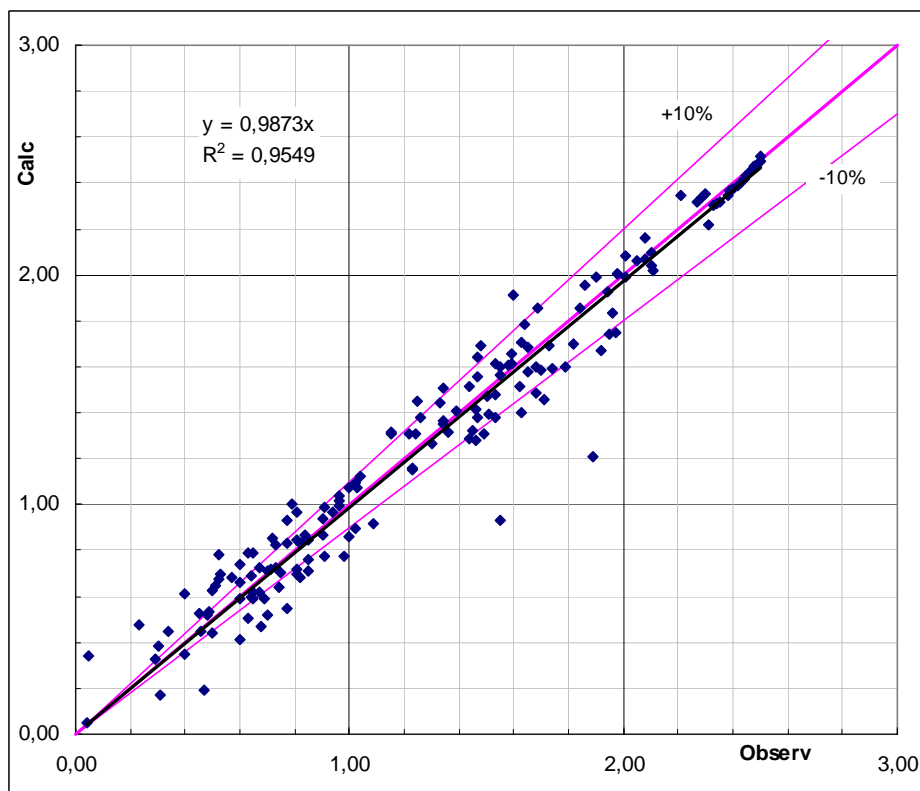


Figura 3.12 - Alturas de Maré (em m) – observadas e calculadas – análise harmônica.

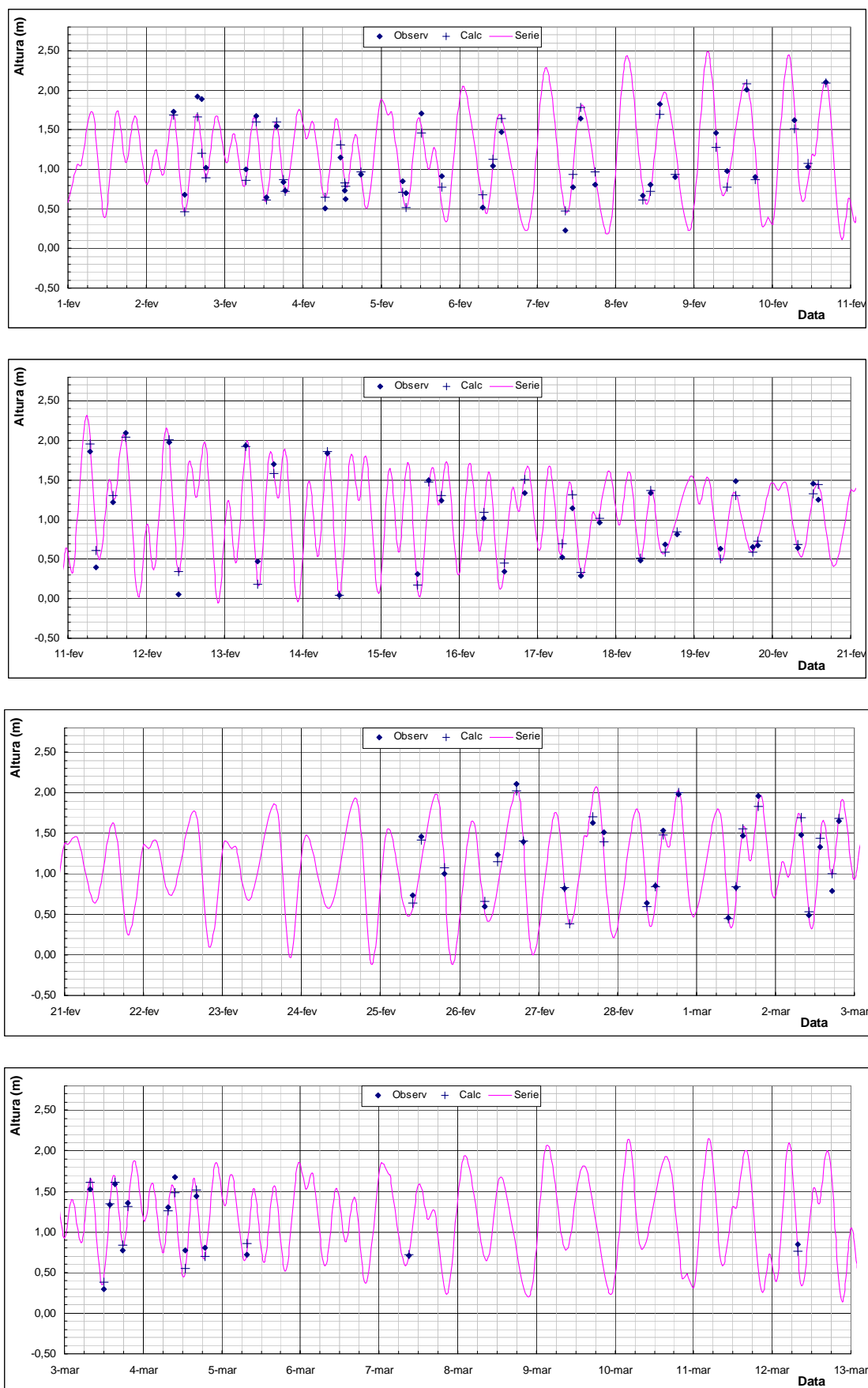


Figura 3.13 - Valores Observados, Calculados e Série de Níveis de Maré – Posto PDDU (continua).

(continuação)

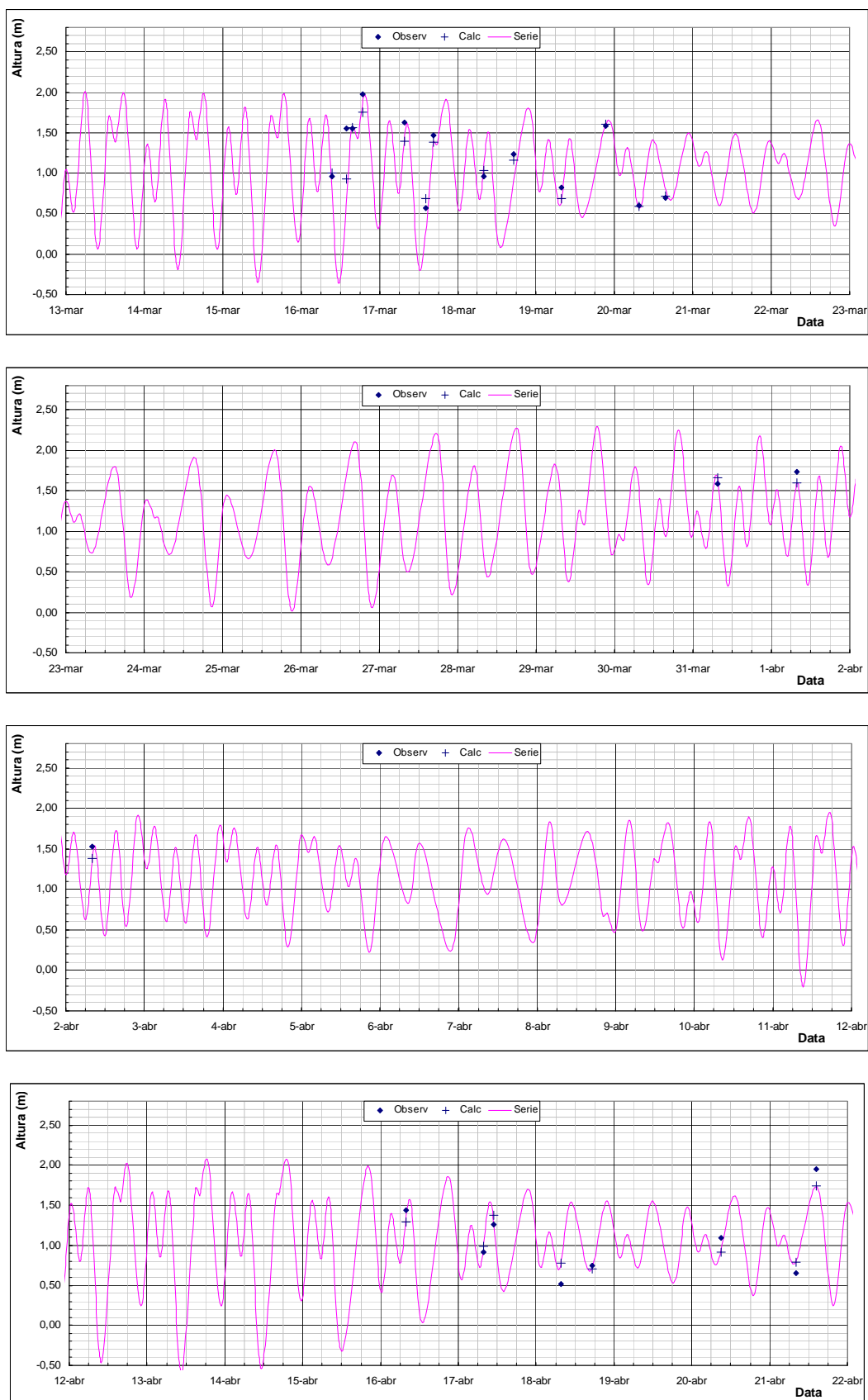


Figura 3.13 - Valores Observados, Calculados e Série de Níveis de Maré – Posto PDDU (continua).

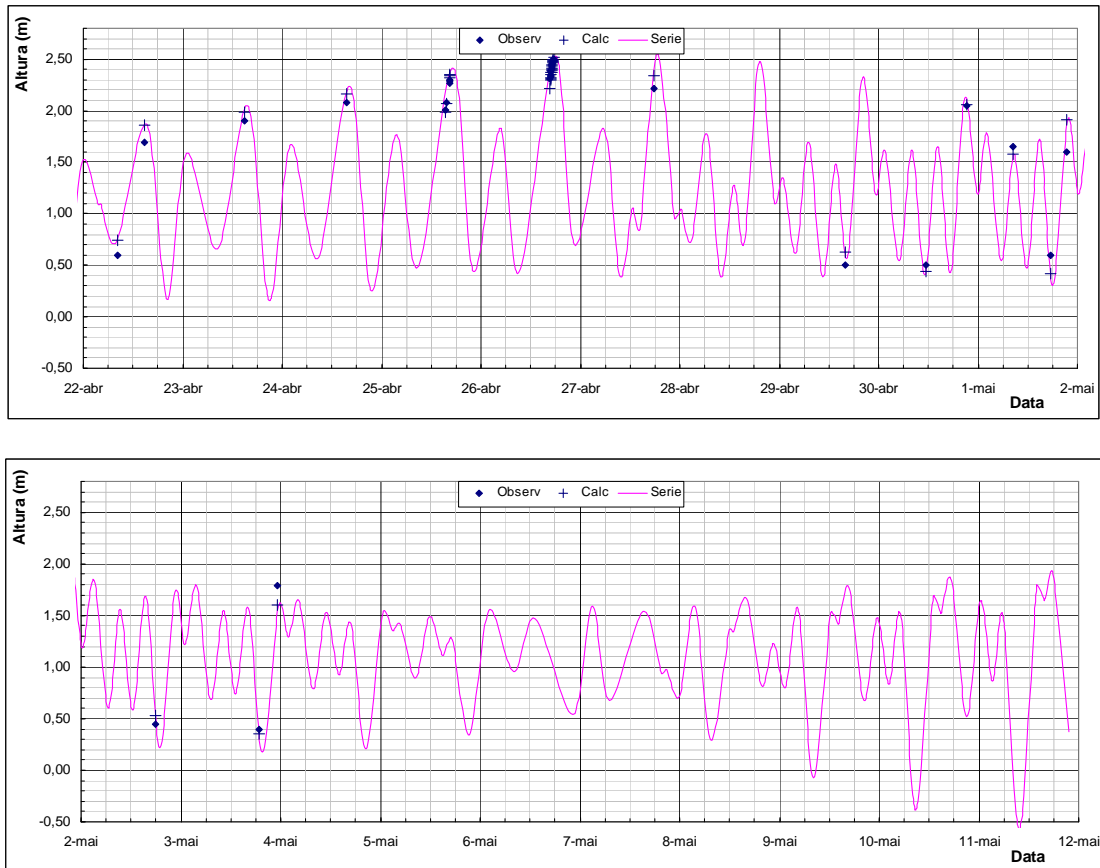


Figura 3.13 - Valores Observados, Calculados e Série de Níveis de Maré – Posto PDDU (continuação).

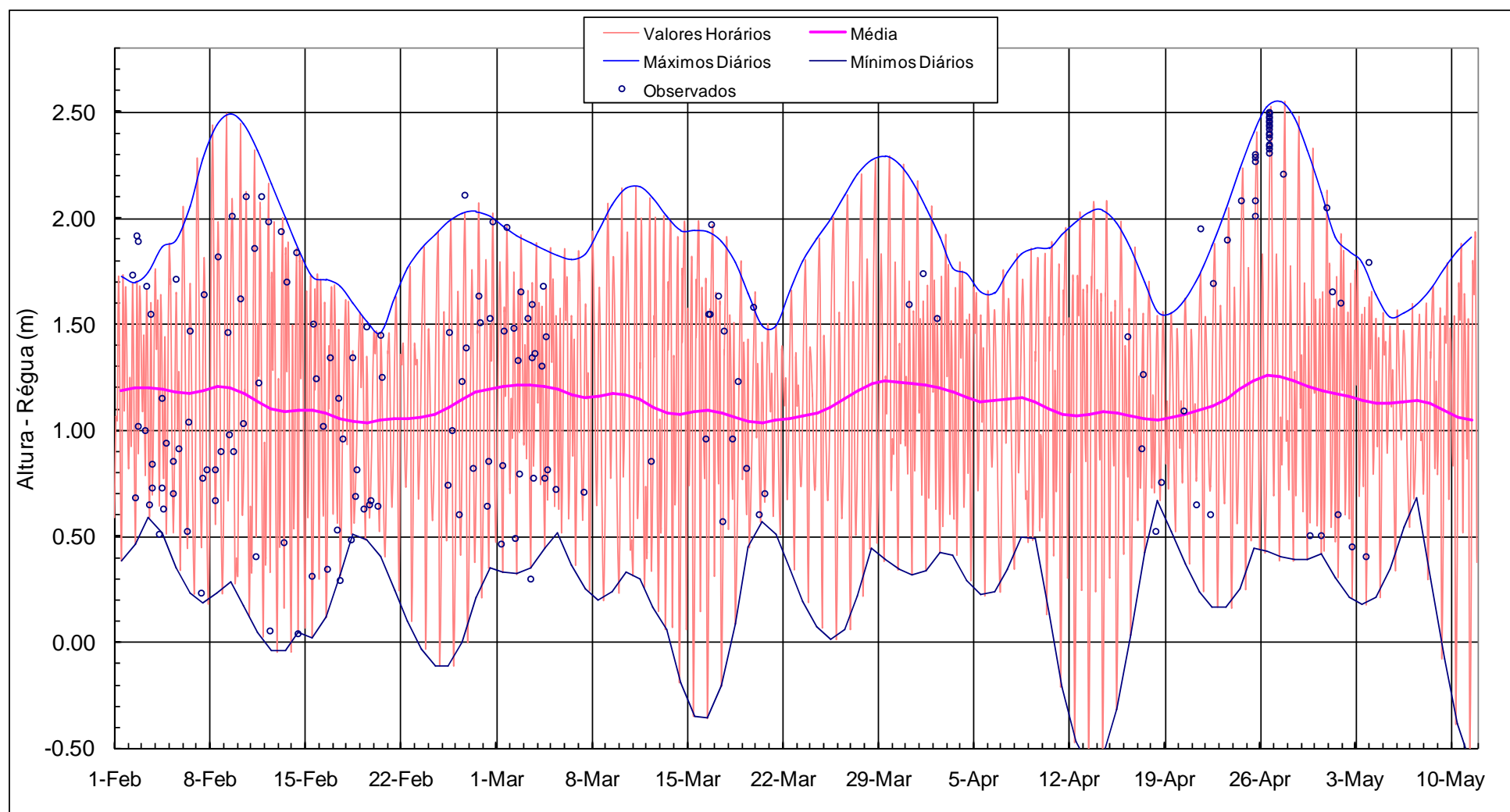


Figura 3.14 - Envoltórias e Nível Médio do Mar durante o período de observação – Posto PDDU.

3.4 NÍVEIS MÁXIMOS DAS MARÉS

Para a determinação das probabilidades de ocorrência foram geradas as marés astronômicas para o período 1980-2020.

A série de máximos mensais está apresentada no Quadro 3.5.

QUADRO 3.5
MARÉS ASTRONÔMICAS - MÁXIMA MENSAL - PERÍODO DE 1980 A 2020

<i>Ano Hidrológico</i>		<i>out</i>	<i>nov</i>	<i>dez</i>	<i>jan</i>	<i>fev</i>	<i>mar</i>	<i>abr</i>	<i>mai</i>	<i>jun</i>	<i>jul</i>	<i>ago</i>	<i>set</i>
1980	1981	2,68	2,68	2,60	2,40	2,26	2,50	2,63	2,68	2,63	2,46	2,14	2,25
1981	1982	2,52	2,72	2,82	2,76	2,50	2,35	2,56	2,69	2,69	2,56	2,37	2,18
1982	1983	2,20	2,52	2,85	2,80	2,53	2,33	2,25	2,47	2,60	2,60	2,54	2,42
1983	1984	2,28	2,36	2,62	2,73	2,65	2,48	2,28	2,24	2,36	2,37	2,38	2,39
1984	1985	2,39	2,29	2,26	2,38	2,40	2,41	2,42	2,30	2,21	2,02	2,08	2,34
1985	1986	2,43	2,43	2,45	2,34	2,15	2,24	2,35	2,42	2,34	2,18	2,12	2,14
1986	1987	2,38	2,47	2,57	2,57	2,34	2,29	2,24	2,39	2,42	2,34	2,25	2,30
1987	1988	2,26	2,44	2,54	2,51	2,53	2,47	2,35	2,30	2,28	2,33	2,39	2,46
1988	1989	2,45	2,47	2,41	2,38	2,44	2,56	2,55	2,56	2,45	2,23	2,19	2,40
1989	1990	2,55	2,68	2,69	2,50	2,36	2,52	2,69	2,72	2,56	2,32	2,07	2,09
1990	1991	2,36	2,66	2,84	2,82	2,29	2,27	2,53	2,71	2,70	2,57	2,37	2,16
1991	1992	2,36	2,67	2,80	2,76	2,56	2,30	2,25	2,43	2,53	2,52	2,40	2,32
1992	1993	2,21	2,28	2,50	2,61	2,61	2,56	2,39	2,20	2,22	2,25	2,31	2,40
1993	1994	2,43	2,38	2,25	2,32	2,44	2,48	2,43	2,32	2,10	2,04	2,08	2,33
1994	1995	2,45	2,52	2,54	2,40	2,22	2,28	2,42	2,47	2,40	2,23	2,20	2,17
1995	1996	2,45	2,55	2,59	2,54	2,49	2,36	2,24	2,35	2,40	2,38	2,43	2,41
1996	1997	2,34	2,38	2,49	2,54	2,63	2,64	2,52	2,37	2,26	2,34	2,43	2,57
1997	1998	2,61	2,56	2,45	2,39	2,61	2,69	2,65	2,53	2,32	2,14	2,26	2,39
1998	1999	2,61	2,72	2,75	2,63	2,33	2,50	2,66	2,72	2,65	2,46	2,25	2,27
1999	2000	2,56	2,78	2,85	2,76	2,47	2,14	2,37	2,57	2,69	2,67	2,41	2,18
2000	2001	2,15	2,48	2,74	2,86	2,75	2,49	2,28	2,46	2,55	2,55	2,51	2,42
2001	2002	2,31	2,21	2,59	2,66	2,58	2,49	2,28	2,20	2,25	2,27	2,29	2,34
2002	2003	2,42	2,43	2,31	2,30	2,31	2,38	2,39	2,33	2,22	2,07	2,10	2,26
2003	2004	2,45	2,48	2,49	2,31	2,17	2,18	2,25	2,39	2,43	2,34	2,20	2,16
2004	2005	2,37	2,48	2,58	2,57	2,42	2,37	2,28	2,38	2,38	2,33	2,31	2,36
2005	2006	2,31	2,29	2,49	2,51	2,56	2,49	2,39	2,33	2,21	2,32	2,28	2,44
2006	2007	2,50	2,51	2,53	2,41	2,45	2,55	2,59	2,58	2,46	2,23	2,20	2,42
2007	2008	2,59	2,75	2,72	2,48	2,12	2,33	2,54	2,70	2,71	2,54	2,23	2,09
2008	2009	2,40	2,70	2,86	2,79	2,49	2,29	2,55	2,68	2,65	2,52	2,34	2,17
2009	2010	2,06	2,39	2,69	2,78	2,53	2,51	2,26	2,40	2,45	2,43	2,40	2,38
2010	2011	2,34	2,29	2,45	2,50	2,55	2,51	2,34	2,20	2,12	2,14	2,26	2,38
2011	2012	2,43	2,41	2,25	2,13	2,24	2,37	2,44	2,45	2,32	2,10	2,13	2,36
2012	2013	2,46	2,55	2,55	2,40	2,33	2,30	2,44	2,47	2,37	2,28	2,27	2,24
2013	2014	2,30	2,48	2,56	2,59	2,50	2,53	2,36	2,32	2,35	2,32	2,43	2,49
2014	2015	2,47	2,41	2,46	2,51	2,66	2,66	2,56	2,40	2,18	2,24	2,47	2,61
2015	2016	2,65	2,62	2,47	2,33	2,42	2,62	2,71	2,69	2,55	2,32	2,20	2,41
2016	2017	2,65	2,79	2,79	2,64	2,34	2,52	2,68	2,72	2,65	2,45	2,26	2,05
2017	2018	2,31	2,61	2,81	2,88	2,70	2,42	2,40	2,59	2,66	2,64	2,52	2,38
2018	2019	2,20	2,50	2,73	2,81	2,68	2,47	2,20	2,29	2,43	2,48	2,50	2,43
2019	2020	2,36	2,21	2,36	2,54	2,57	2,54	2,45	2,27	2,17	2,18	2,23	2,33
	Mínimo	2,06	2,21	2,25	2,13	2,12	2,14	2,20	2,20	2,10	2,02	2,07	2,05
	Média	2,41	2,50	2,58	2,55	2,46	2,43	2,43	2,46	2,42	2,34	2,29	2,32
	Máximo	2,68	2,79	2,86	2,88	2,75	2,69	2,71	2,72	2,71	2,67	2,54	2,61

Analisado o comportamento das máximas preamares mensais (Figura 3.15) verifica-se a existência de uma leve tendência de ocorrência das máximas preamares nos meses de novembro-fevereiro, praticamente coincidentes com os meses chuvosos.

Esta tendência é nitidamente notada comparando-se os máximos valores de preamar obtidos agregando-se os valores dos meses secos (abril-setembro) e chuvosos (outubro-março), como se verifica na Figura 3.16, embora as diferenças sejam inferiores a 0,15 m.

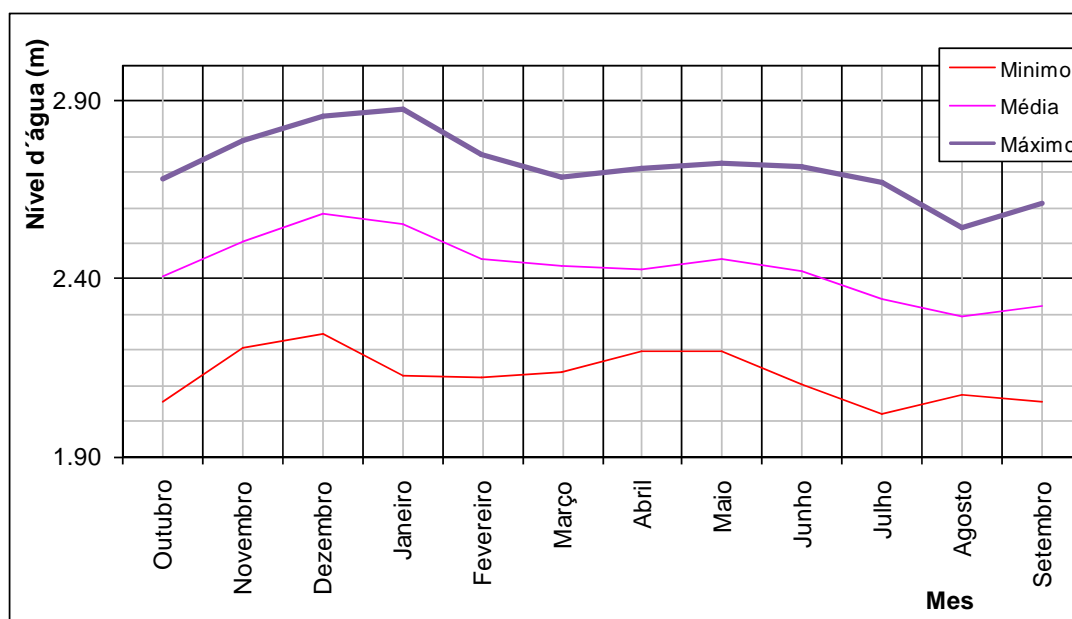


Figura 3.15 - Níveis máximos das preamares astronômicas mensais.

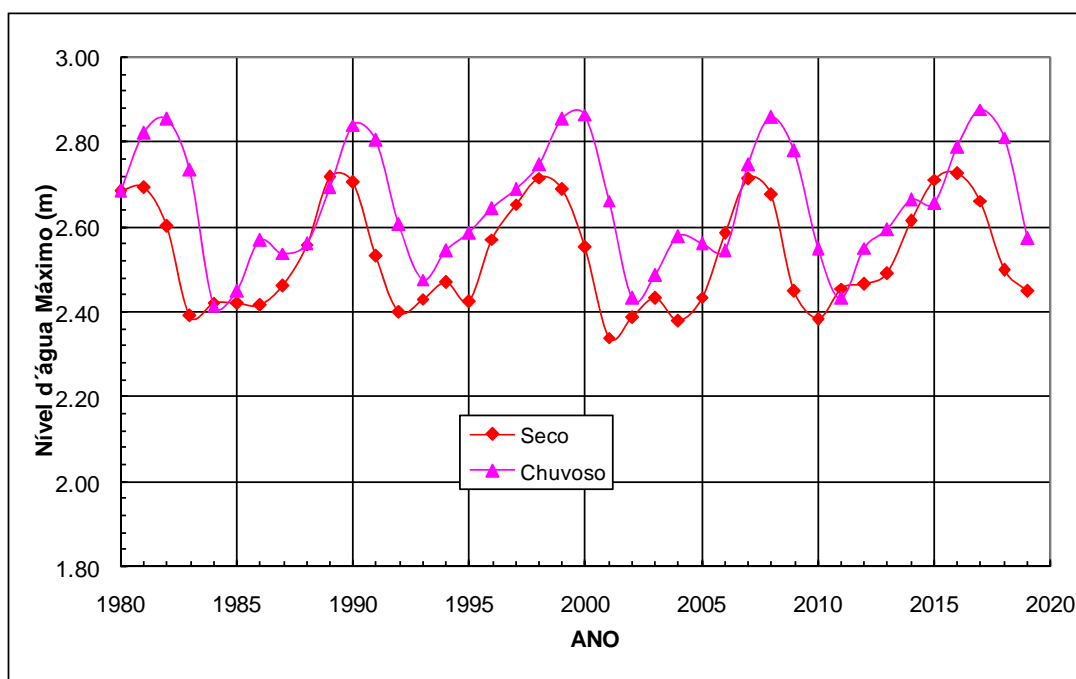


Figura 3.16 - Níveis máximos das preamares astronômicas – períodos seco e chuvoso.

A partir dos dados de precipitação da estação (2468014) e dos dados de maré astronômicas apresentados no Quadro 3.5, analisou-se o comportamento das precipitações máximas anuais de 1 dia e das máximas preamares astronômicas. A Figura 3.17 apresenta o número de eventos máximos anuais de precipitação de 1 dia e de máxima preamar associados ao mês de ocorrência. Verifica-se a existência de uma tendência de ocorrência das máximas preamares

nos meses de novembro-março, praticamente coincidentes com os meses de precipitações intensas.

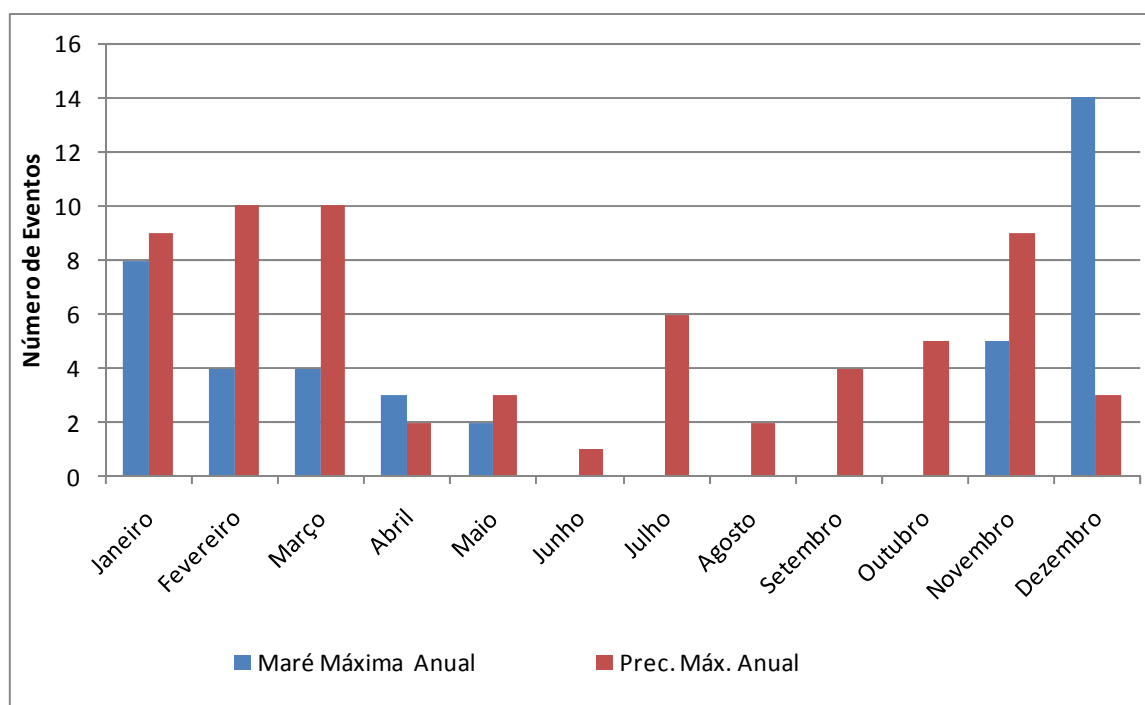


Figura 3.17 – Análise da Sazonalidade das Precipitações Intensas e Máximas Marés Astronômicas.

Foi desenvolvida uma planilha em EXCEL que permitiu fazer a leitura da série de marés máximas mensais e determinar as máximas de cada ano.

O Quadro 3.6 apresenta a série de marés máximas anuais, apresentando os principais parâmetros estatísticos, incluindo coeficiente de assimetria e curtose, fundamentais para a escolha da distribuição de frequência.

A série de marés máximas anuais foi verificada quanto à presença de eventos extremos ou *outliers* através de teste sugerido (GRUBBS et al, 1972). Este teste indicou que a amostra não apresenta *outliers* na série de marés máximas anuais.

QUADRO 3.6
SÉRIE DE MÁXIMAS ANUAIS - MARÉS ASTRONÔMICA

<i>Ano Hidrológico</i>		<i>Maré Máxima Anual - Régua (m)</i>
1980	1981	2,684
1981	1982	2,820
1982	1983	2,852
1983	1984	2,734
1984	1985	2,422
1985	1986	2,450
1986	1987	2,569
1987	1988	2,538
1988	1989	2,561
1989	1990	2,717
1990	1991	2,839
1991	1992	2,803
1992	1993	2,607
1993	1994	2,476
1994	1995	2,544
1995	1996	2,586
1996	1997	2,643
1997	1998	2,688
1998	1999	2,746
1999	2000	2,855
2000	2001	2,864
2001	2002	2,661
2002	2003	2,431
2003	2004	2,486
2004	2005	2,577
2005	2006	2,560
2006	2007	2,585
2007	2008	2,746
2008	2009	2,857
2009	2010	2,779
2010	2011	2,548
2011	2012	2,455
2012	2013	2,551
2013	2014	2,592
2014	2015	2,663
2015	2016	2,711
2016	2017	2,788
2017	2018	2,877
2018	2019	2,810
2019	2020	2,573

<i>Principais Parâmetros Estatísticos</i>	
Dimensão da amostra	40
Média	2,656
Variância	0,019
Desvio-padrão	0,137
Amplitude	0,455
Máximo	2,877
Mínimo	2,422
Mediana	2,652
Assimetria	0,051
Coef, Curtose	-1,185

As probabilidades associadas a cada elemento da série de marés máximas, usualmente denominadas de posições de plotagem ou probabilidade empírica, foram definidas conforme recomendado por CUNNANE (1978). A Figura 3.18 apresenta, graficamente, os totais precipitados máximos anuais, plotados segundo CUNNANE (1978).

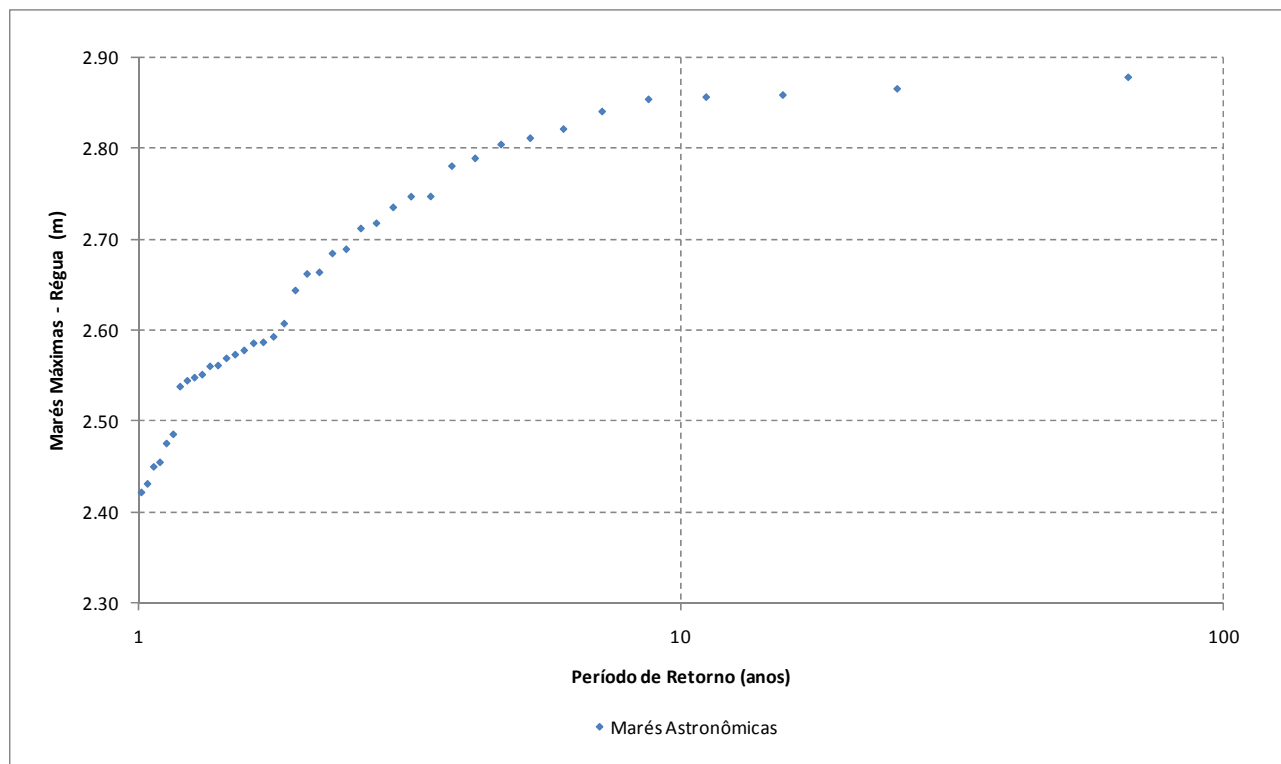


Figura 3.18 – Distribuição Empírica das Marés Astronômicas Máximas.

A análise da Figura 3.18 permite observar que a distribuição probabilística empírica das marés máximas apresenta uma tendência bem definida.

A análise do coeficiente de assimetria da série de marés máximas permitiu identificar que a distribuição probabilística Normal é adequada para representar a população. Esta distribuição probabilística foi ajustada à série de marés máximas utilizando o método dos momentos. As probabilidades associadas a cada elemento da série de precipitações máximas, usualmente denominadas de posições de plotagem, foram definidas conforme recomendado por CUNNANE (1978). A Figura 3.19 apresenta graficamente a posição de plotagem dos eventos e a distribuição ajustada.

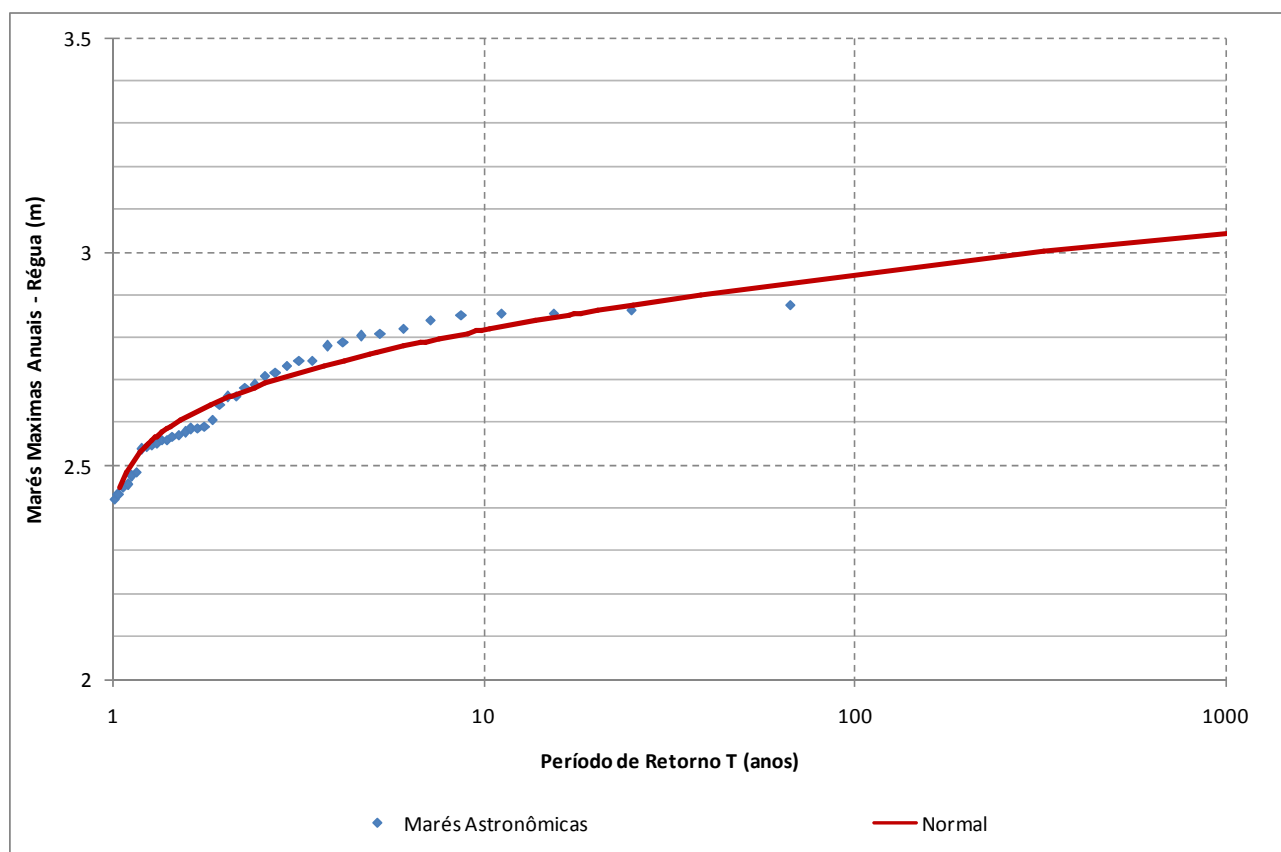


Figura 3.19 – Distribuição Probabilística das Marés Máximas Anuais.

A Figura 3.19 apresenta, graficamente, as marés máximas anuais da régua do Rio Cachoeira plotados segundo CUNNANE (1978) e a distribuição probabilística Normal. Observa-se que, de maneira geral, a distribuição probabilística de Normal apresenta um bom ajuste à série de marés máximas anuais da régua.

Em virtude dessa boa aderência optou-se pela adoção da distribuição Normal que será utilizada para a determinação das marés máximas astronômicas. Estes níveis de marés associados ao fator meteorológico permitirão determinar os níveis da água de projeto para o Plano Diretor de Drenagem Urbana da bacia do rio Cachoeira em Joinville.

O Quadro 3.7 apresenta as marés máximas associados aos diversos períodos de retorno, de acordo com a distribuição probabilística Normal, devidamente ajustada.

QUADRO 3.7
MARÉS ASTRONÔMICAS MÁXIMAS ANUAIS OBTIDAS DO AJUSTE DA
DISTRIBUIÇÃO PROBABILÍSTICA NORMAL

<i>Probabilidade de Excedência</i>	<i>Período de Retorno (anos)</i>	<i>Maré Máxima Anual Régua(m)</i>	<i>Maré Máxima Anual IBGE (m)</i>
0,001	1000	3,044	2,036
0,002	500	3,017	2,009
0,005	200	2,979	1,971
0,01	100	2,948	1,940
0,02	50	2,914	1,906
0,04	25	2,876	1,868
0,05	20	2,863	1,855
0,1	10	2,817	1,809
0,2	5	2,762	1,754
0,3	3,33	2,722	1,714
0,5	2	2,656	1,648
0,7	1,43	2,590	1,582
0,8	1,25	2,551	1,543
0,9	1,11	2,495	1,487
0,95	1,05	2,450	1,442

3.4.1 Evento de Cheia de Novembro de 2008

Para caracterizar o evento de cheia de novembro de 2008 apresentamos os valores de maré astronômica para o dia 22/11/2008. O Quadro 3.8 apresenta os valores para o dia 22/11/2008 e a Figura 3.20 apresenta os níveis para o mês de novembro de 2008.

QUADRO 3.8
MARÉS ASTRONÔMICAS NO DIA 22/11/2008

<i>Data - Horário</i>	<i>Maré Régua(m)</i>	<i>Maré IBGE (m)</i>
22/11/2008 1:10	0,905	-0,103
22/11/2008 4:10	1,653	0,645
22/11/2008 7:55	-0,030	-1,038
22/11/2008 12:00	1,508	0,500
22/11/2008 14:00	1,354	0,346
22/11/2008 16:20	1,590	0,582
22/11/2008 20:05	0,647	-0,361
22/11/2008 23:35	1,406	0,398

A partir dos dados apresentados no Quadro 3.8 e na Figura 3.20 constata-se que a maré no dia 22/11/2008 não influenciou nos eventos de cheia do rio Cachoeira, uma vez que seus valores de preamar são inferiores a 0,70 m.

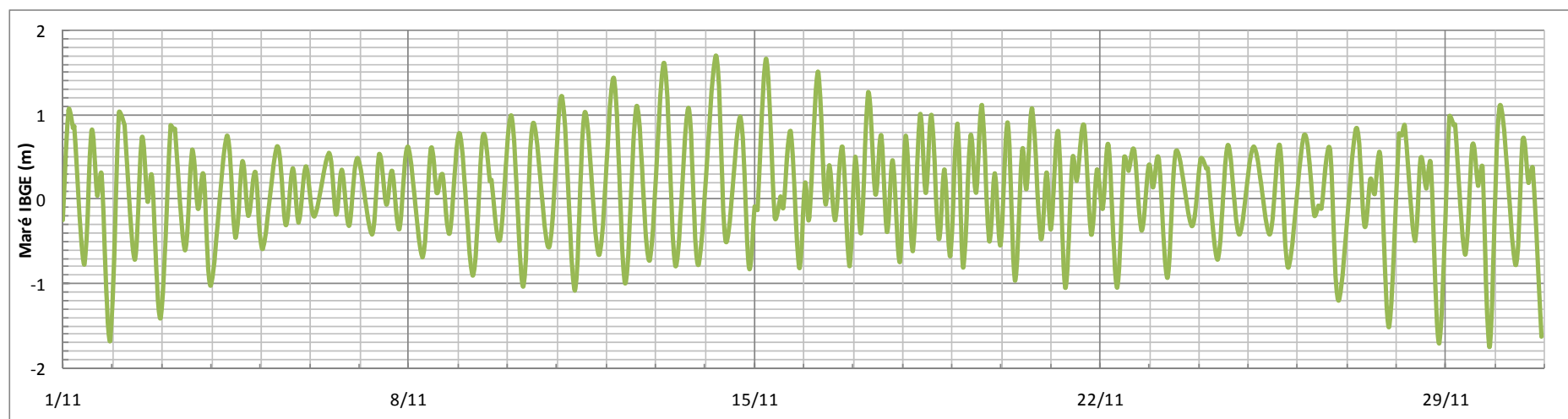


Figura 3.20 – Régua do Rio Cachoeira - Níveis de Maré Astronômica no Mês 11/2008.

3.5 MARÉ METEOROLÓGICA

Para a análise do efeito meteorológico sobre o nível do mar desenvolveu-se o estudo conforme apresentado nos tópicos a seguir:

- ✓ Obtenção de dados de nível do mar.

A série de níveis do mar para a régua localizada na Praticagem do Porto de São Francisco do Sul foi obtida com o Eng. Marcos Fernando Kielwagen. A Figura 3.21 apresenta a localização da régua.



Figura 3.21 – Localização da Régua na Praticagem do Porto de São Francisco do Sul.

Os dados obtidos compreendem o período de 25/04/2001 à 29/06/2005. Esses dados estão apresentados em anexo.

- ✓ Análise dos dados

Foi desenvolvida uma planilha em EXCEL que permitiu:

- 1) Efetuar a separação da maré meteorológica (MM) através da subtração do nível do mar observado (NMO) pela maré astronômica (MA) da tábua de marés;
- 2) Filtrar os valores de preamar, ou seja, marés astronômicas acima de 0,84m (nível médio do mar no porto de São Francisco do Sul);
- 3) Separar desses valores nos anos hidrológicos;
- 4) Avaliar a relação entre maré astronômica e meteorológica ao longo da série, conforme apresentado na Figura 3.22 (Maré Meteorológica/Maré Astronômica);

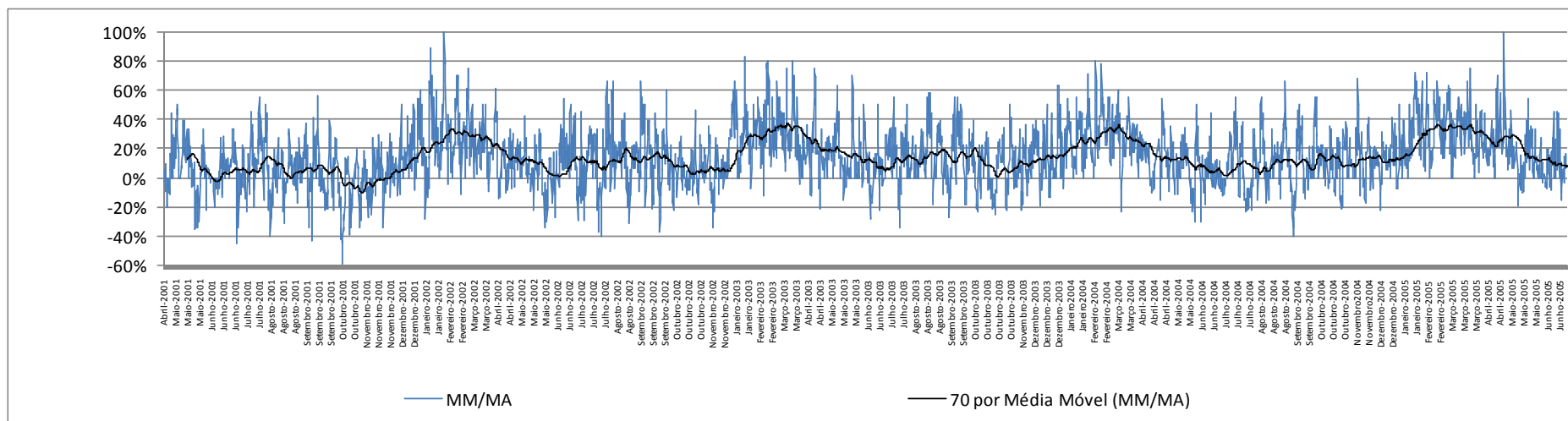


Figura 3.22 – Relação entre Maré Meteorológica e Maré Astronômica.

Pode-se observar na Figura 3.22 que a relação entre a maré meteorológica e maré astronômica apresenta picos nos meses chuvosos.

5) Efetuar a análise estatística da amostra total

Principais características amostrais - Total	
Dimensão da amostra	4116
Média	0.183
Variância	0.051
Desvio-padrão	0.226
Amplitude	1.800
Máximo	1.100
Mínimo	-0.700
Mediana	0.200
Assimetria	0.122
Coef. Curtose	0.108

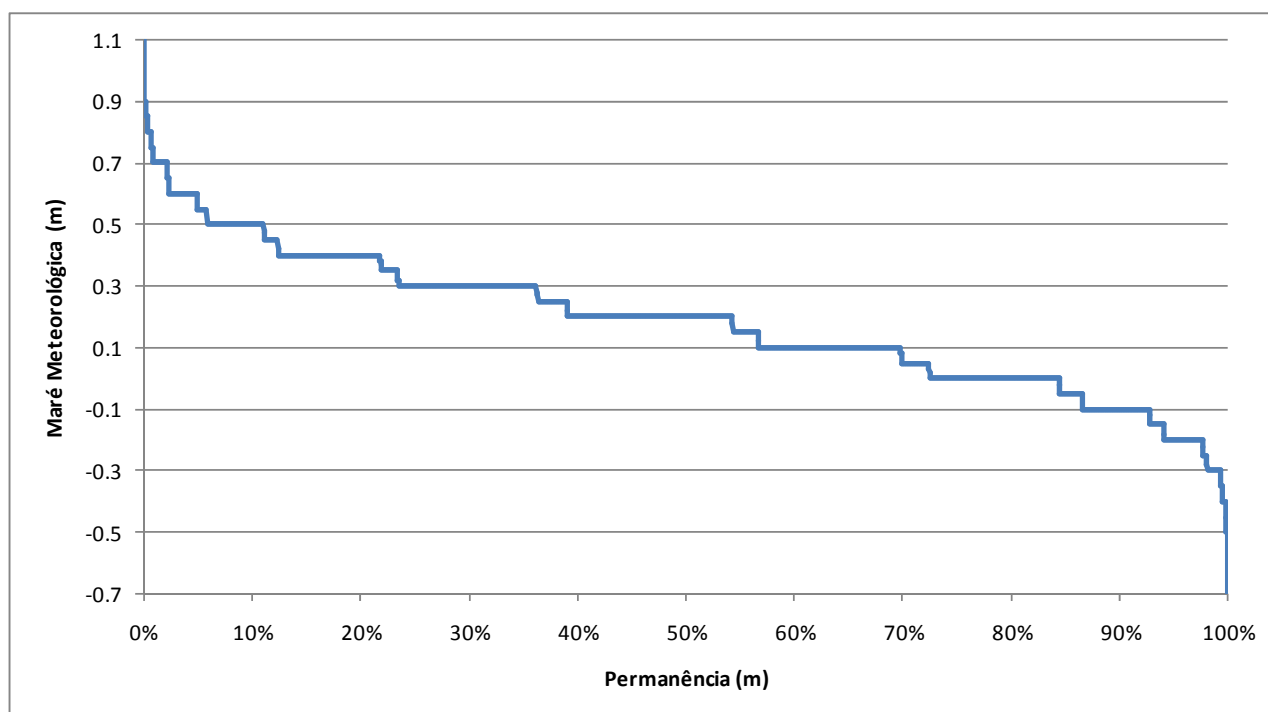


Figura 3.23 – Curva de Permanências das Marés Meteorológicas.

- 6) Efetuar as análises estatísticas das amostras para máximos anuais e mensais;
- 7) Máximos Mensais:

QUADRO 3.9
MÁXIMAS MARÉS METEOROLÓGICAS MENSAS

Ano	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
2001				0,40	0,80	0,40	0,60	0,50	0,85	0,40	0,40	0,60
2002	0,85	1,10	0,90	0,70	0,45	0,60	0,60	0,70	0,70	0,70	0,60	
2003	0,60	0,90	0,90	1,10	0,80	0,60	0,55	0,70	0,70	0,50	0,60	0,70
2004	0,60	0,85	0,60	0,65	0,60	0,40	0,55	0,60	0,70	0,50	0,75	0,65
2005	0,80	0,80	0,90	0,90	0,60	0,50						

Principais características amostrais - Total

Dimensão da amostra	50
Média	0,669
Variância	0,029
Desvio-padrão	0,171
Amplitude	0,700
Máximo	1,100
Mínimo	0,400
Mediana	0,625
Assimetria	0,486
Coef. Curtose	0,041

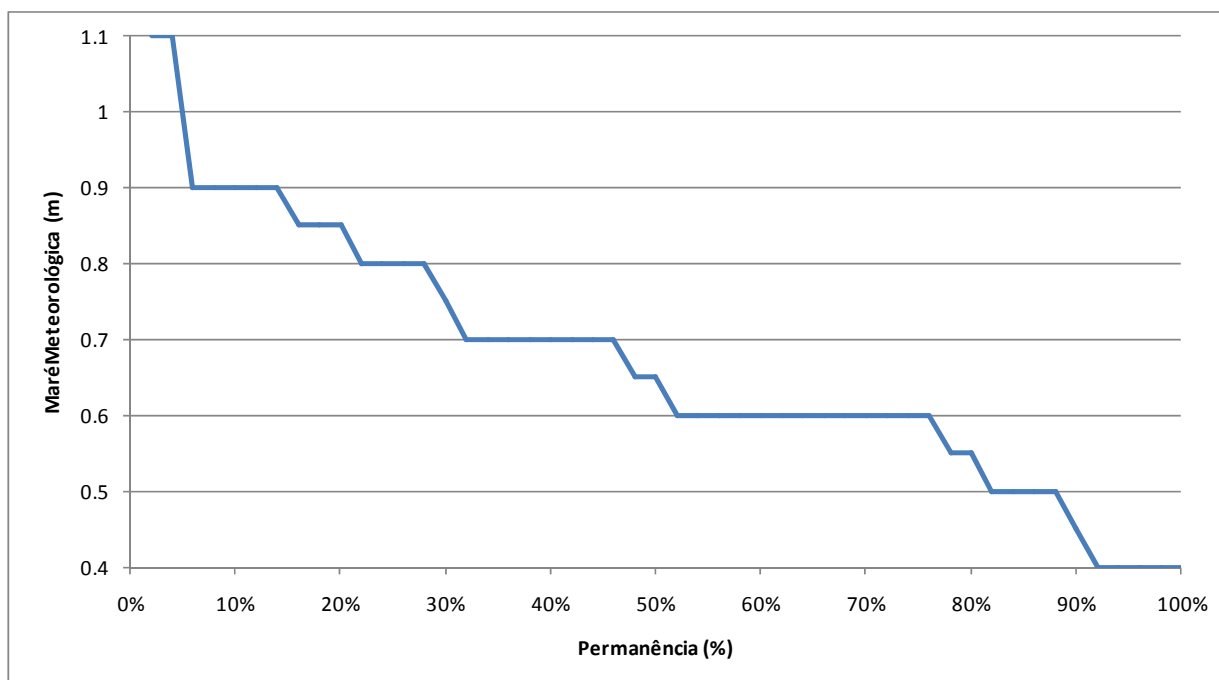


Figura 3.24 – Curva de Permanências das Máximas Marés Meteorológicas Mensais

8) Máximos Anuais:

QUADRO 3.10
MÁXIMAS MARÉS METEOROLÓGICAS ANUAIS

Ano Hidrológico		Maré Meteorológica
2001	2002	1,10
2002	2003	1,10
2003	2004	0,85
2004	2005	0,90

Principais características amostrais - Total	
Dimensão da amostra	4
Média	0.988
Variância	0.017
Desvio-padrão	0.131
Amplitude	0.250
Máximo	1.100
Mínimo	0.850
Mediana	1.000
Assimetria	-0.124
Coef. Curtose	-5.290

9) Relação entre Marés Meteorológicas e Marés Astronômicas

Foram levantados para os máximos níveis do mar observados em cada mês os valores correspondentes a maré meteorológica e a maré astronômica.

A Figura 3.25 apresenta os valores do nível do mar em vermelho, a parcela referente a maré astronômica em azul e a parcela da maré meteorológica em verde.

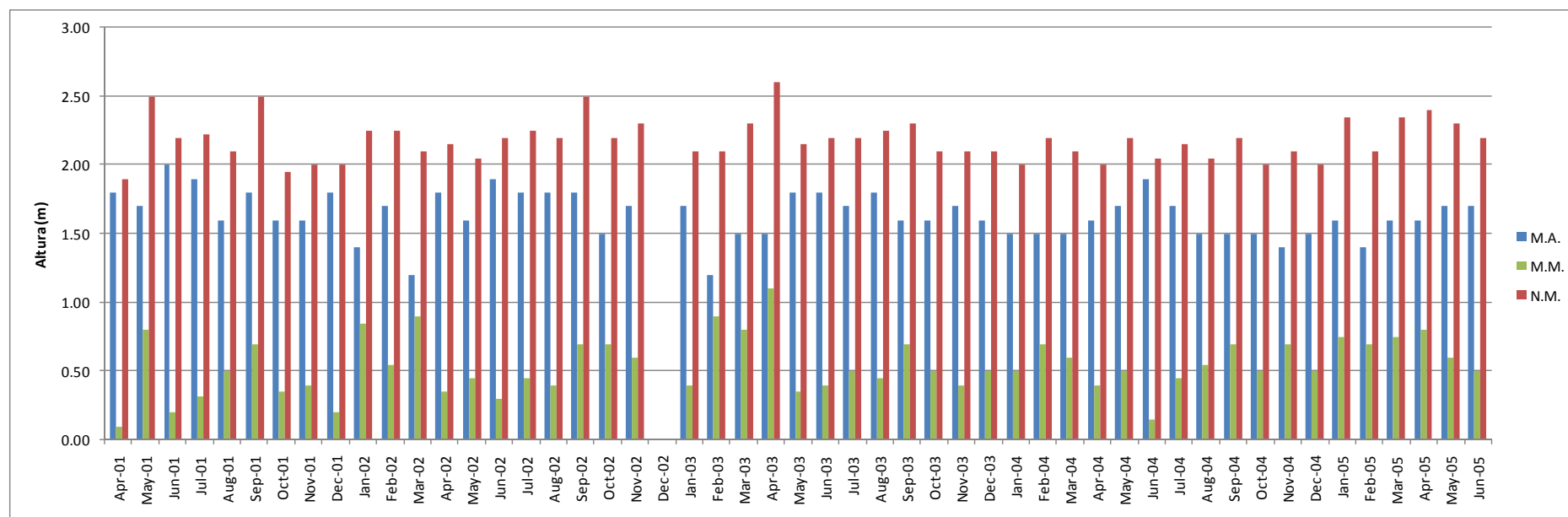


Figura 3.25 – Dados de Nível do Mar, Maré Meteorológica e Maré Astronômicas.

A Figura 3.26 apresenta a relação que caracteriza o percentual referente a maré meteorológica e o percentual referente a maré astronômica para o nível do mar observado.

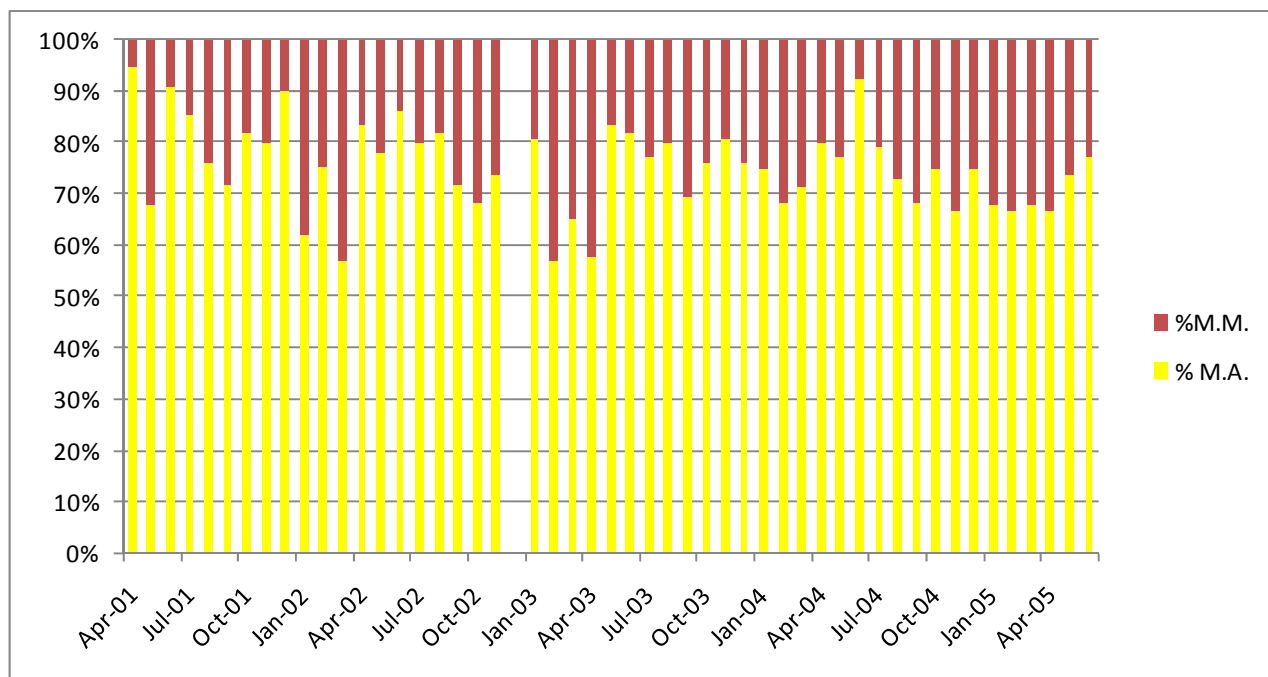


Figura 3.26 – Percentual da Maré Meteorológica e Maré Astronômica.

A avaliação do comportamento da relação entre maré astronômica e maré meteorológica para a formação dos níveis extremos do mar permitiu constatar que nos períodos chuvosos o percentual referente ao efeito meteorológico varia entre 20 a 40 % aproximadamente.

A Figura 3.27 apresenta a relação entre maré meteorológica e maré astronômica.

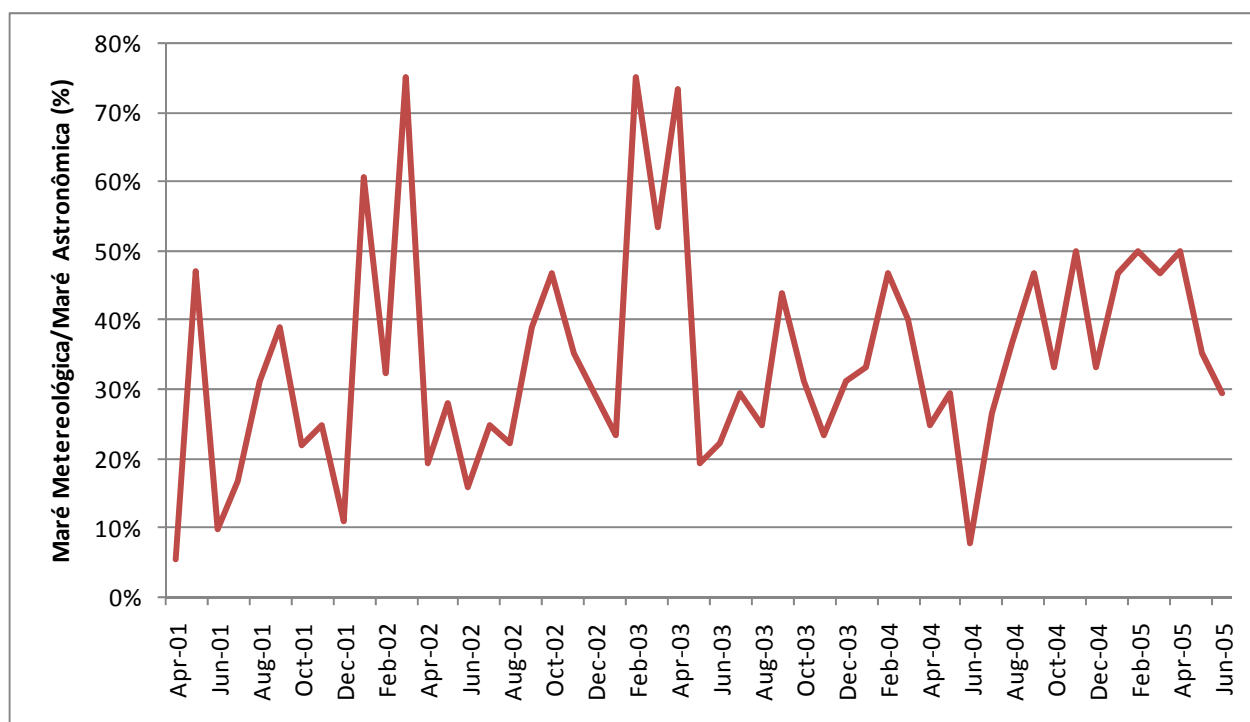


Figura 3.27 – Relação entre Maré Meteorológica e Maré Astronômica (MM/MA).

A avaliação do comportamento da relação entre maré meteorológica e maré astronômica permitiu constatar que essa proporção varia entre 10 a 70 % aproximadamente, tendo uma média de aproximadamente 40%.

3.6 ANÁLISE DO EFEITO DOS NÍVEIS DE MARÉ NA FOZ DO RIO CACHOEIRA

Utilizando ferramentas de geo-processamento e o levantamento de 2007 foram determinadas as áreas inundáveis pela ocorrência de diversos níveis de maré na baía de Babitonga. Os desenhos 3.28 a 3.32 apresentam as áreas inundáveis para os níveis 1,60 m, 1,70 m, 1,80 m, 2,0 m e 2,50 m. O Quadro 3.11 apresenta os valores de áreas inundáveis nestes mesmos níveis.

QUADRO 3.11 - ÁREAS INUNDÁVEIS POR MARÉ

Nível de Maré (m)	TR _{astronômica} (anos)	Área Inundável (km ²)		
		Área de Mangue	Área Urbanizada	Área Total
1,60	1,54	3,25	0,58	3,83
1,70	2,94	3,25	0,88	4,13
1,80	8,85	3,25	1,84	5,10
2,00	400	3,25	2,43	5,68
2,50	∞	3,25	4,66	7,91

Analisando as manchas de inundação apresentadas constata-se que:

- ✓ para o nível de maré de 1,6 m as áreas urbanizadas inundadas são de pequena monta, restringindo-se a uma área maior nas proximidades da Rua Graciliano Ramos, que atravessa o rio Cachoeira na Ponte dos Trabalhadores, e pequenas áreas em afluentes como no rio Bucarein, nas proximidades da rua Uruguai, no rio Itaum-Açu e em duas vertentes do Morro Boa Vista (Matilde Amin e Noruega). Na Rua Nove de Março, no centro da cidade há indicação de mancha de inundação no leito da rua;
- ✓ observa-se que as manchas de inundação indicadas no item anterior nos afluentes do rio Cachoeira não estão interligadas às manchas mais extensas que ocorrem nos mangues mais a jusante;
- ✓ para o nível de maré de 1,7 m as manchas de inundação são ampliadas localmente (região das ruas Graciliano Ramos, Uruguai e Nove de Março). Nas duas Vertentes do Morro Boa Vista as manchas se alastram, interligando-se ao rio Cachoeira. Em outras regiões da bacia surgem pequenas manchas de inundação;
- ✓ para o nível de maré de 2,0 m a mancha de inundação ao longo do rio Cachoeira se estende desde a foz até a região da foz do rio Mathias, com ocorrência de algumas áreas inundadas a montante. Da mesma forma, nos afluentes da margem direita do rio Cachoeira as manchas de inundação são contínuas, com maior ou menor largura de faixa, conforme as condições locais. Na margem esquerda ocorre inundação da área urbanizada em todas as Vertentes do Morro Boa Vista, situadas a jusante da Ponte dos Trabalhadores, em faixa contínua a partir da foz de cada rio;

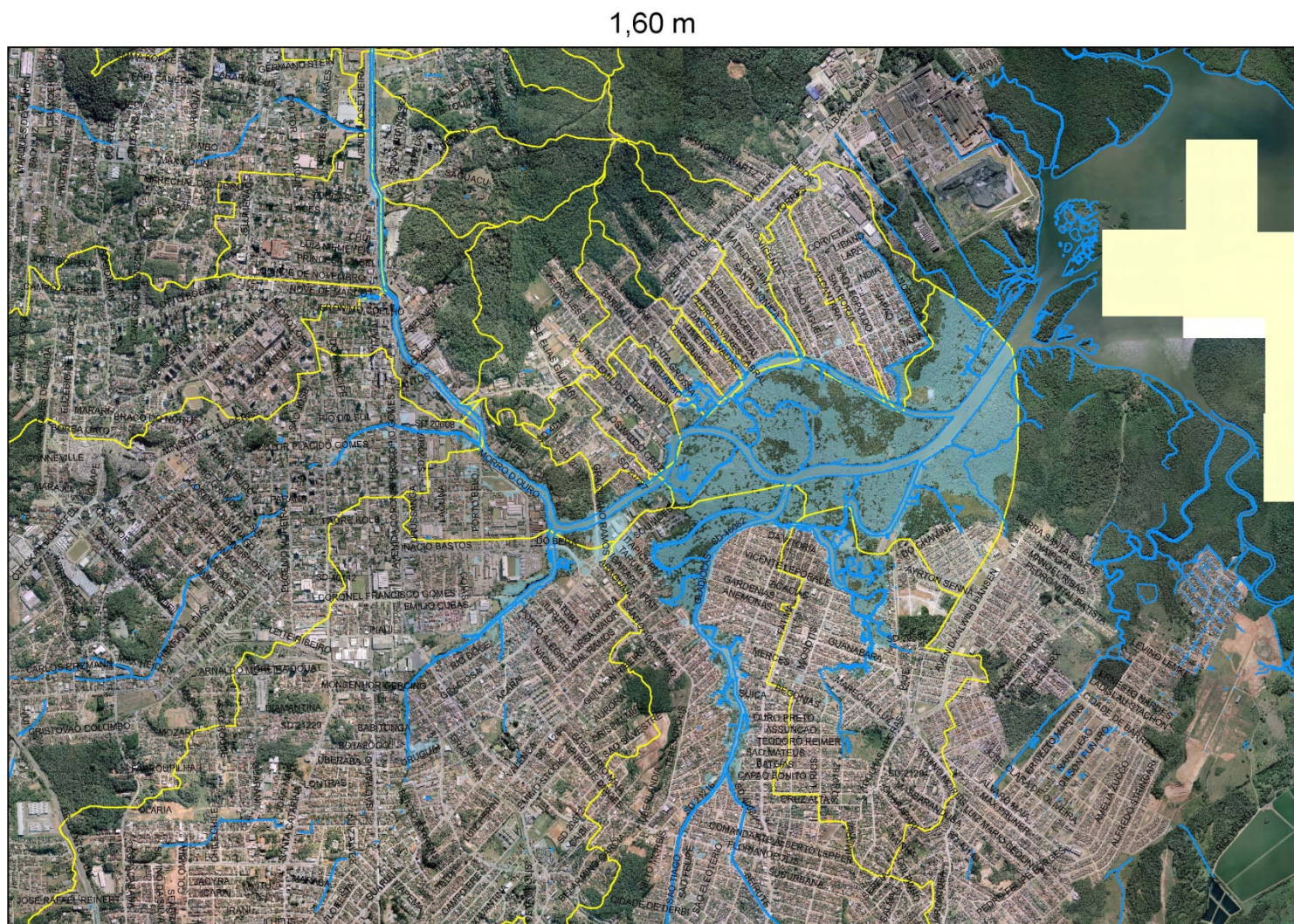


Figura 3.28 - Mancha de inundação gerada por um nível de maré de 1,60 metros.

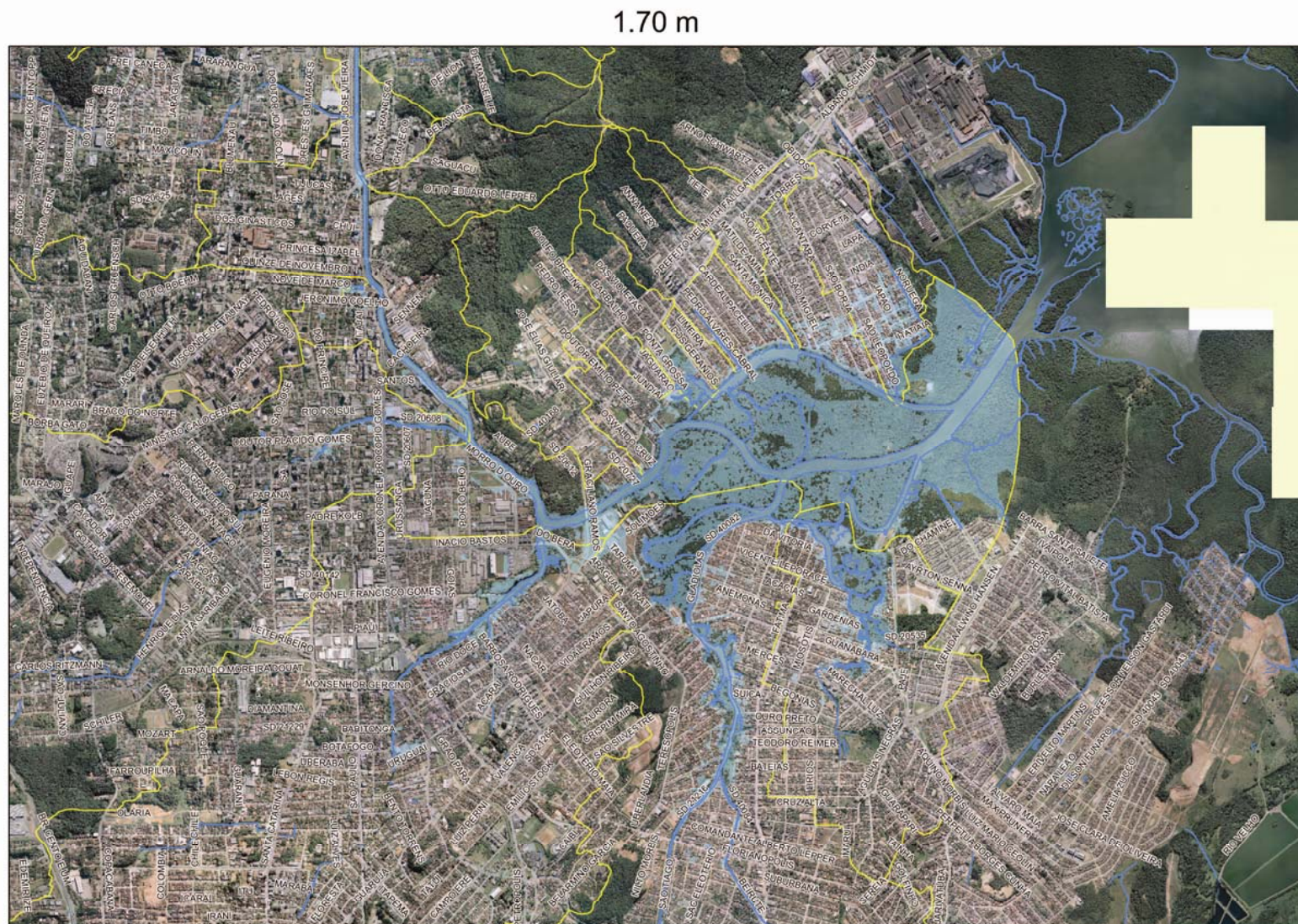


Figura 3.29 - Mancha de inundação gerada por um nível de maré de 1,70 metros.

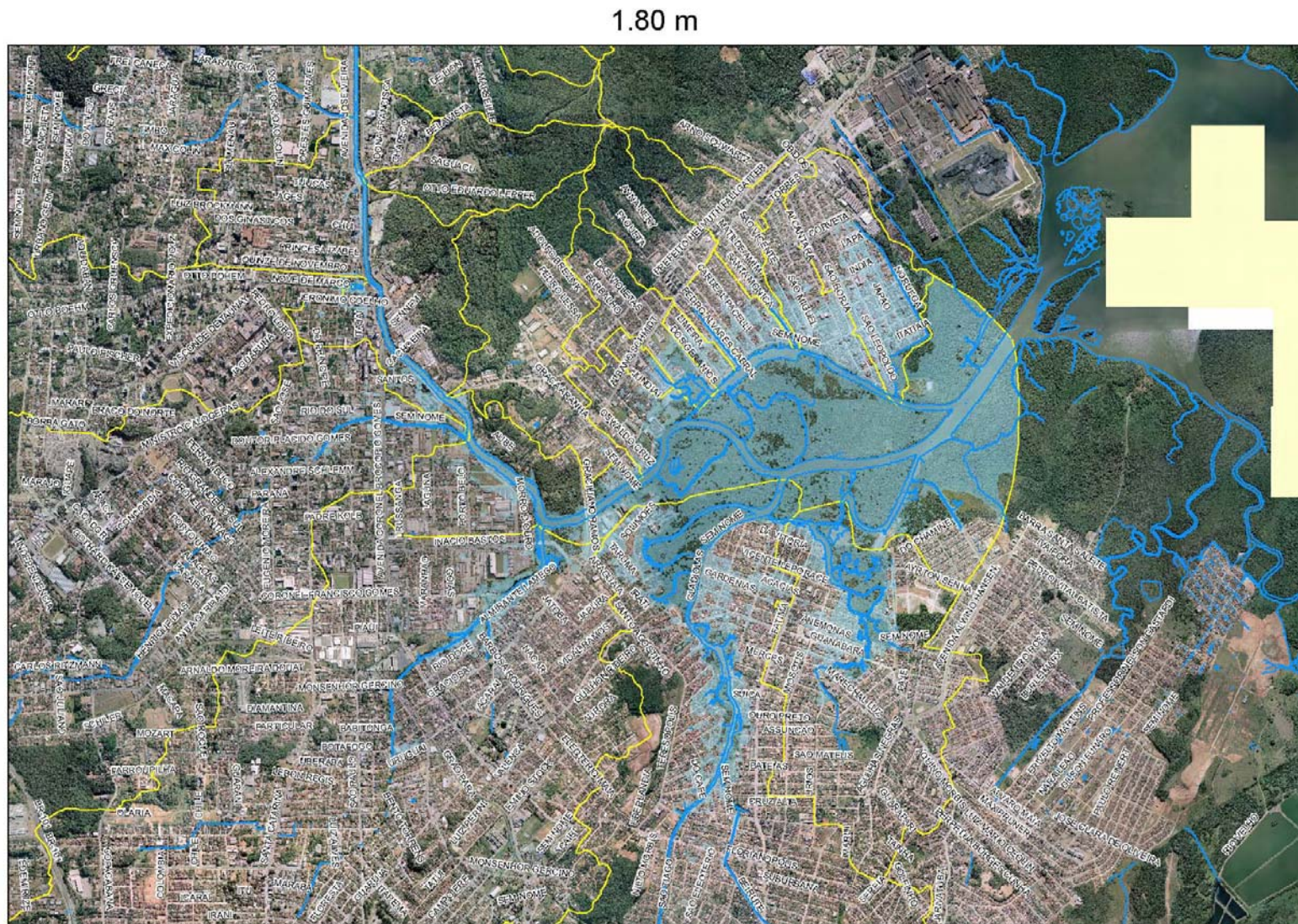


Figura 3.30 - Mancha de inundação gerada por um nível de maré de 1,80 metros.

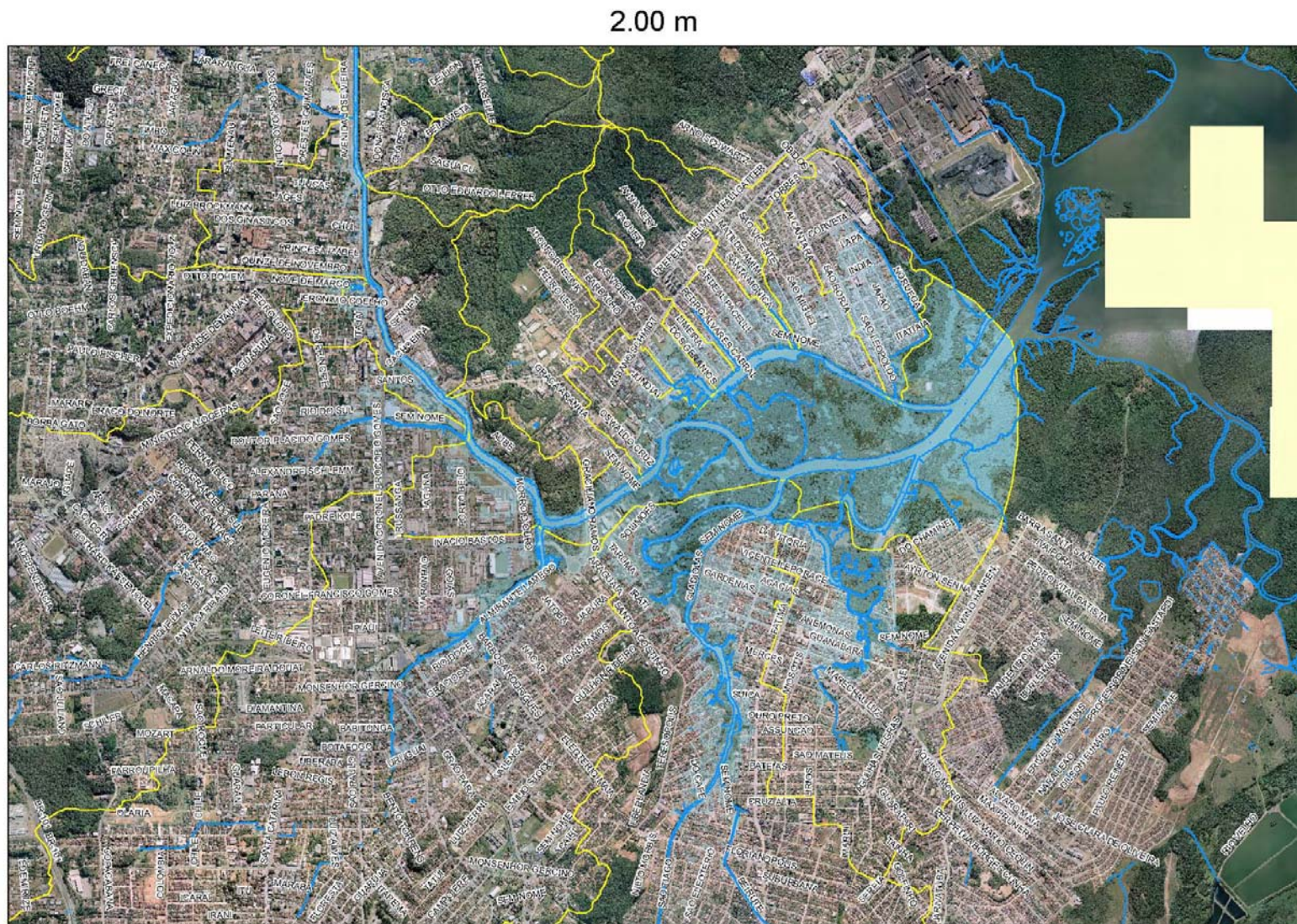


Figura 3.31 - Mancha de inundação gerada por um nível de maré de 2,00 metros.

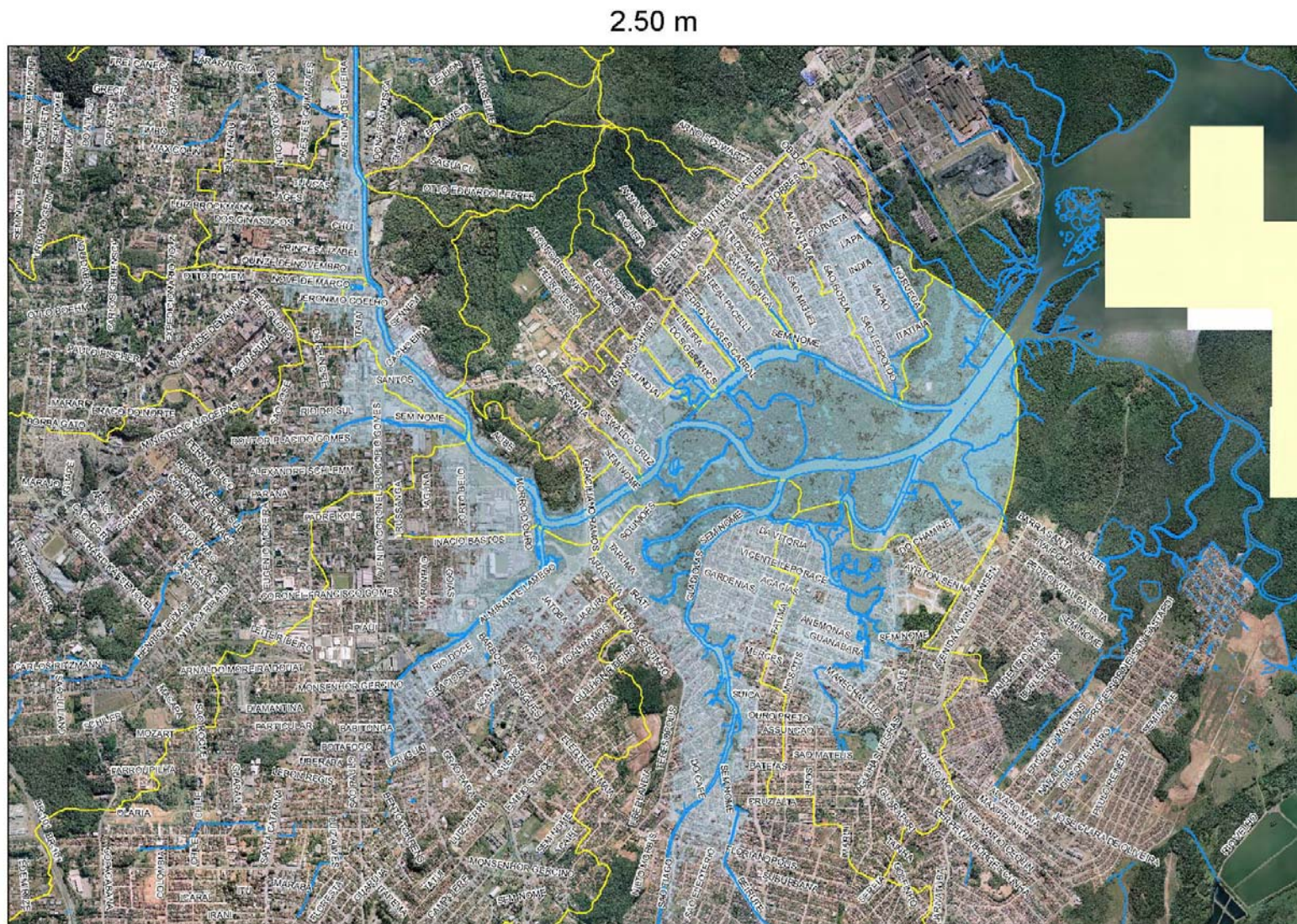


Figura 3.32 - Mancha de inundação gerada por um nível de maré de 2,50 metros.

- ✓ para o nível de maré de 2,5 m observa-se uma única grande mancha de inundação ao longo do curso do rio Cachoeira que abrange também as partes baixas dos rios Bupeva, Itaum-Açu, Bucarein e Jaguarão. Na margem esquerda a mancha de inundação se estende até as proximidades da rua Sennen, na região central da cidade de Joinville. Na margem direita, a mancha de inundação se estende para montante deste ponto, até as proximidades da foz do rio Morro Alto. Na bacia do rio Mathias a mancha se estende pelo centro da cidade até as proximidades da rua João Colin.

As considerações apresentadas permitem concluir ser o nível de maré de 1,6 m um valor implicitamente adotado pela população para construção “em seco”. Esta afirmativa é reforçada através da observação em campo, nas regiões limítrofes da área urbanizada com as áreas de mangue, da existência de pequenos aterros (altura de até 0,5 m) para implantação das construções, garantindo níveis de terreno em torno de 1,7 m.

3.7 CRITÉRIOS ADOTADOS

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 1,81 m que acrescido da maré meteorológica (admitindo o critério de 40% da maré astronômica) conduz a um nível máximo de 2,53 m, inundando uma área urbanizada de cerca de 4,7 km² (vide Quadro 3.11 e Figura 3.32). 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 1,60 m correspondente ao limite entre a área urbanizada e a região de mangues.

O dimensionamento da rede de macrodrenagem da bacia do rio Cachoeira deverá ser realizado tendo por premissa a proteção contra eventos de inundação decorrentes de precipitação intensa, para níveis máximos de preamar que não causem inundação nas regiões urbanizadas. Os níveis máximos de maré de até 1,60 m, apesar de associados a baixos períodos de retorno, refletem esta situação, garantindo a proteção contra eventos de precipitação intensa em situações de preamar baixa. Desta forma, com este critério será proposta uma proteção efetiva contra inundação quando da ocorrência desta situação.

No detalhamento da alternativa selecionada deverá ser feita a verificação do comportamento da rede de macrodrenagem da bacia do rio Cachoeira para a ocorrência simultânea de precipitações intensas e nível de maré de 2,53 m. Esse nível é resultante da ocorrência simultânea de uma maré astronômica com período de retorno de 10 anos (1,81 m) acrescida

da maré meteorológica, admitindo como critério a adoção de um valor igual a 40% da maré astronômica (0,72 m).

Com a adoção deste critério, a área urbanizada da bacia situada entre os níveis de maré de 1,60 m e o nível 2,53 m ficará protegida na situação de projeto. No caso de ocorrência de marés de até 2,53 m, haverá inundação da área, mesmo que não ocorram precipitações significativas. Para estas situações não há projeto de rede de drenagem que possa proteger a referida área. São antevistas duas soluções tecnicamente viáveis para a área nesta situação: o endicamento da área, com a construção de polders e bombeamento da área interna e/ou a remoção da área urbana da região afetada. A primeira solução é contra indicada para áreas urbanas pela possibilidade de rompimento das estruturas, pondo em risco as vidas dos que estiverem no seu interior. A segunda é uma medida não estrutural, de alto custo, com fortes implicações sociais.

Em suma, considerando a variabilidade dos níveis de maré na foz dos rios Cachoeira e seus afluentes do trecho jusante, o projeto deve ser complementado com verificações de comportamento da rede de drenagem nas seguintes situações:

- ✓ verificação e análise do comportamento da rede de drenagem para níveis altos de preamar, quando ocorrência da concomitância de níveis máximos de marés astronômica/meteorológica com precipitações intensas. O nível a ser adotado para estas verificações é o nível de maré de 2,53 m. Esta verificação deve considerar a implantação de obras e ajustes no projeto, com o intuito de garantir o funcionamento da rede de drenagem e minimizar a propagação das áreas de inundação para montante;
- ✓ verificação e análise do comportamento da rede de drenagem para níveis baixos de maré. Esta verificação tem o objetivo de verificar o comportamento dos trechos mais a jusante de cada rio e considerar a necessidade de implantação de obras de proteção e/ou soleiras visando controlar a ocorrência de erosões no leito dos rios. Para esta verificação propõe-se a adoção do nível médio de maré na régua, ou seja, 0,12 m.

4. A BACIA DO RIO CACHOEIRA

4.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS

A bacia hidrográfica do Rio Cachoeira, afluente da Baía da Babitonga, está localizada no setor leste do Município de Joinville e drena no seu exutório com latitude 26°18'13" e longitude 48°48'8" uma área de cerca de 82 km². Sob o aspecto político-administrativo, a bacia está compreendida na região urbana do município de Joinville.

Fisiograficamente a bacia tem forma larga e curta, orientando-se na direção W-E. A densidade da drenagem é considerada alta. O Rio Cachoeira, com uma extensão total de aproximadamente 15 km, apresenta sua nascente na parte noroeste da bacia e sua foz localizada na parte leste junto à Lagoa Saguazu, a qual é parte da Baía da Babitonga. Dentre os afluentes da margem direita destacam-se os rios Morro Alto, Jaguarão, Bucarein e Itaum-Açu;

na margem esquerda os tributários são de pequeno porte, destacando-se os rios Bom Retiro, Mirandinha e as Vertentes do Morro da Boa Vista.

A bacia hidrográfica do rio Cachoeira é considerada uma bacia de planície apresentando cerca de 65% de sua área compreendida entre a cota 0 e 20 metros, conforme apresentado na Figura 4.1. Destaca-se como ponto elevado da bacia, o Morro da Boa Vista com cotas extremas na ordem da elevação 225 m.

Como a bacia está localizada em sua totalidade na parte urbana do município de Joinville, a mesma apresenta uma densa ocupação com predominância de setores residenciais e comerciais. No desenho 951-PMJ-PDC-A0-P026 – Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira – Áreas Permeáveis e Impermeáveis (vide Anexo I) apresenta a delimitação da bacia do rio Cachoeira sobre imagem aérea da cidade de Joinville, podendo ser verificada a localização da mesma dentro da área urbanizada.

Na simulação hidráulica do curso principal do rio Cachoeira foi adotado um ponto localizado aproximadamente 500 m a jusante da Ponte dos Trabalhadores como exutório da bacia. As observações realizadas neste local, já em região estuarina, indicaram que neste local os níveis são dependentes do regime de marés, com pouca influência do regime de vazões no rio Cachoeira. Nas proximidades deste ponto (cerca de 250 m de distância) foi instalada a régua maregráfica utilizada no estudo. A localização deste ponto é apresentada no detalhamento das sub-bacias, apresentado na sequência.

Neste ponto a área de drenagem é de 50,72 km² e a extensão do rio Cachoeira é de aproximadamente 12 km.

Destacam-se a seguir, com maiores detalhes, outros aspectos físicos relevantes da bacia hidrográfica do rio Cachoeira.

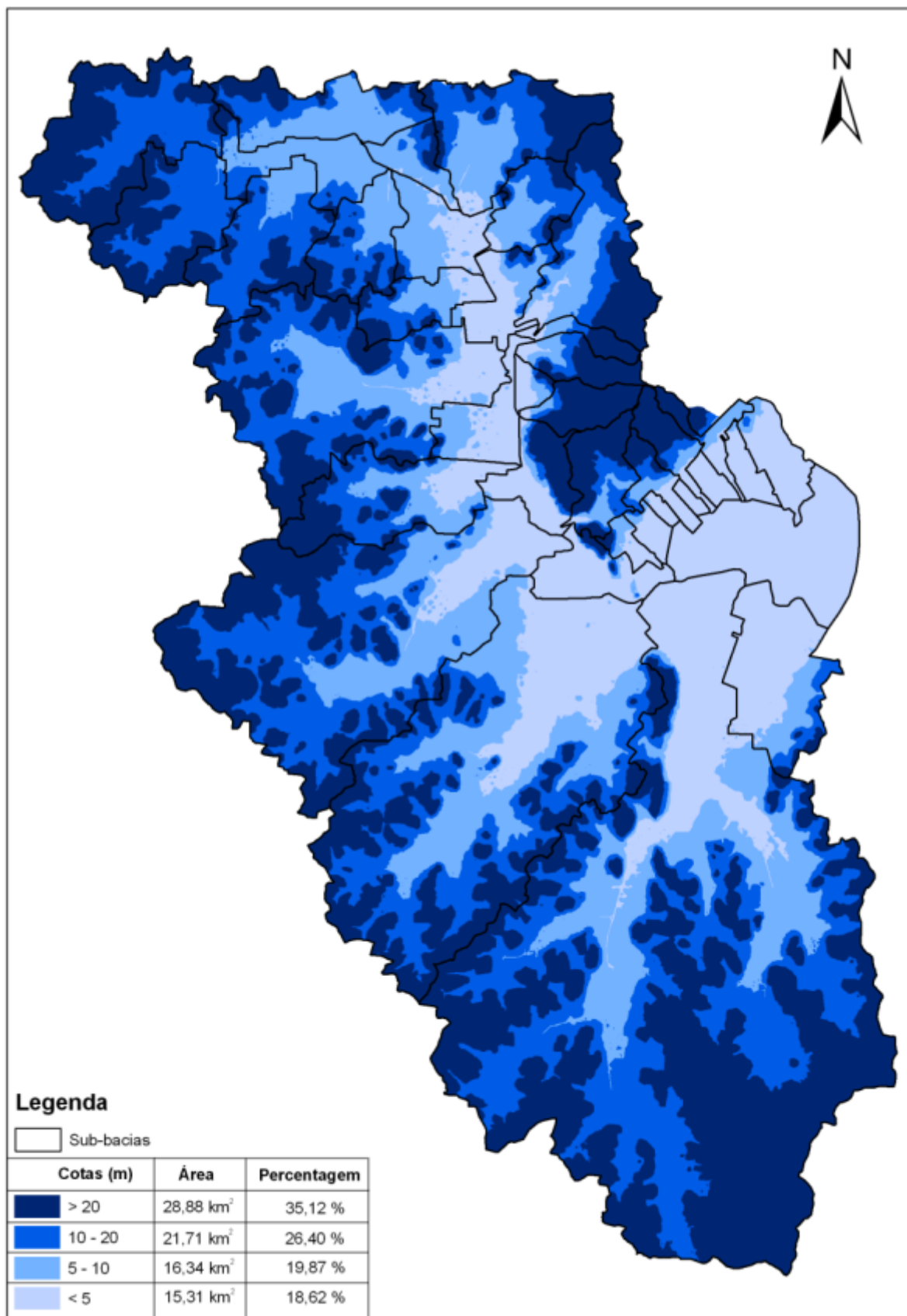


Figura 4.1 – Hipsometria da bacia hidrográfica do rio Cachoeira.

4.2 GEOLOGIA

A bacia do Rio Cachoeira está situada em região abrangida por três unidades geológicas distintas. As cabeceiras da bacia situam-se em rochas gnáissicas e gnaisses migmatíticos do embasamento cristalino Arqueano, em áreas com relevo mais acidentado, e gradiente mais elevado, ocupando uma área de 50% da bacia, que se desenvolve no sentido SW-NE.

Na região de planície mais a leste, em direção à desembocadura do rio, o fluxo se dá sobre depósitos flúvio-marinhos quaternários, compostos por sedimentos aluvionares, cascalheiras, além de sedimentos siltosos a argilosos e areias quartzosas marinhas bem selecionadas. Na região de desembocadura do rio, em direção à Baía de Babitonga ocorrem sedimentos siltosos, argilosos a arenosos típicos de ambiente de mangue, ocupando áreas marginais ao leito do Rio Cachoeira por aproximadamente 2 km de extensão até o litoral.

O desenho 951-PMJ-PDC-A1-P024 – Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira – Geologia (vide Anexo I) apresenta a geologia da bacia hidrográfica do rio Cachoeira.

4.3 A REDE DE DRENAGEM

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.

Particularmente na bacia hidrográfica do rio Cachoeira, com área de cerca de 82 km², e com rede de drenagem densa e relevo predominante de planície, as áreas sujeitas a inundação assumem grandes proporções, para uma pequena variação de cotas. Os maiores problemas verificados ocorrem devido à intensidade das precipitações, e não por conta dos volumes precipitados, diferentemente do que acontece, por exemplo, no Vale do Itajaí, região próxima a Joinville. Esse aspecto característico da bacia do rio Cachoeira dificulta a implementação de uma rede de alerta, pois os fenômenos de alagamentos dão-se muito rapidamente, função da intensidade das chuvas.

Tais fatores, associados ao crescimento desenfreado da área urbana sem um planejamento eficiente para uso e ocupação do solo acabaram gerando interferências negativas no sistema de drenagem do município. Devido aos estrangulamentos existentes e construções sem critérios técnicos, as inundações são frequentes, principalmente no período de verão, quando ocorrem as chuvas convectivas, comumente chamadas “chuvas de verão”.

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, com utilização de seções hidráulicas reduzidas. 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.

Um último, mas não menos importante aspecto a considerar para a bacia hidrográfica do rio Cachoeira, é a influência das marés no exutório da bacia, 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.

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 indicados a seguir.

4.3.1 Cartografia e Topografia

Estão disponíveis as seguintes informações cartográficas para o município de Joinville:

✓ Escala 1:250.000:

✧ Folha SG-22-Z-B - Joinville – Datum SAD69 – IBGE – 1983

✓ Escala 1: 50.000 – Folhas:

- ✧ Folha SG-22-Z-B-II-2 - São Francisco do Sul – Datum SAD69 – IBGE – 1983
- ✧ Folha SG-22-Z-B-I-4 - Garuva – Datum SAD69 – IBGE – 1983
- ✧ Folha SG-22-Z-B-II-4 - Araquari – Datum SAD69 – IBGE – 1983
- ✧ Folha SG-22-Z-B-II-1 - Joinville – Datum SAD69 – IBGE – 1983
- ✧ Folha SG-22-Z-B-I-4 - Jaraguá do Sul – Datum SAD69 – IBGE – 1983
- ✧ Folha SG-22-Z-B-I-2 - São Miguel – SGE – Datum Córrego Alegre – 1968

Em 2007 a PMJ contratou com a AEROIMAGEM a realização de sobrevoo com obtenção de imagens na escala 1:5.000 e restituição aerofotogramétrica na escala 1:1.000 com equidistância entre curvas de nível de 1,0 m. Na região do perímetro urbano do município as curvas de nível foram interpoladas com equidistância de 0,20 m.

Para a realização do PDDU foram disponibilizadas pela PMJ as imagens na escala 1:5.000 e a restituição aerofotogramétrica mencionada, cujas características principais são:

- ✓ Data do Sobrevoos 2007
- ✓ Escala 1:5.000;
- ✓ Escala da Carta Topográfica 1:1.000;
- ✓ Equidistância das Curvas de Nível: 1 metro
- ✓ Datum: SIRGAS 2000
- ✓ Datum Vertical: Marégrafo de Imbituba (SC);
- ✓ Meridiano Central: 51°W GR;
- ✓ Classe da Carta: “A”.

No âmbito dos estudos do PDDU foram efetuados levantamentos topográficos e de cadastramento do rio Cachoeira desde sua nascente até aproximadamente 500 m a jusante da Ponte dos Trabalhadores. Além do rio principal foram efetuados levantamentos nos seus afluentes.

No início das atividades foram executados os levantamentos topográficos e de cadastramento, sendo os resultados apresentados no relatório R2 – Cadastro Topográfico do Sistema de Drenagem. Posteriormente, após revisão de alguns critérios foram reavaliados os dados apresentados no relatório R2, consolidando os mesmos no relatório R7 – Levantamentos Complementares de Campo. O relatório R7 serviu como base para a caracterização do sistema de drenagem.

Os levantamentos visaram 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, foi efetuado, além do levantamento da seção do canal, o cadastro das estruturas existentes, de forma a possibilitar a demarcação da seção de escoamento atualmente existente.

4.3.2 Aspectos Hidráulicos

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.

Tais aspectos, representados por restrições nas seções de escoamento, se apresentam de forma distribuída ao longo do rio principal e seus afluentes. Observou-se que além da capacidade inadequada das calhas, o que restringe o escoamento das águas durante eventos chuvosos de maior intensidade estão relacionados à má conservação das margens, vegetação ribeirinha avançando sobre o canal, assoreamento, obstruções e entulhos lançados no canal. Ocorrem também trechos nos quais o traçado do canal apresenta mudanças de direção bruscas, dificultando o escoamento das águas, alguns destes aspectos estão ilustrados nas Fotos 4.1 a 4.5 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.



Foto 4.1 – Assoreamento no Rio Jaguarão – Rua Procópio Gomes.



Foto 4.2 – Vegetação Ribeirinha obstruindo o Rio Cachoeira.



Foto 4.3 – Obstrução da Ponte da Rua Otto Pfuetsenreuter – Rio Cachoeira.



Foto 4.4 – Assoreamento no Rio Cachoeira – Rua Cachoeira.



Foto 4.5 – Mudança Brusca de Direção – Rio Bucarein – Próximo à Rua Adolfo Konder.

4.3.3 Aspectos de Implantação

A rede de drenagem pluvial de Joinville foi implantada ao longo dos anos atendendo a critérios os mais diversos possíveis, nem sempre prevalecendo critérios técnicos sob o ponto de vista de engenharia hidráulica. A seguir são apresentados alguns exemplos de implantação da rede de drenagem pluvial que possibilitam um melhor entendimento do cadastro realizado e de aspectos aparentemente incongruentes nos desenhos apresentados do traçado da rede de drenagem e bacias de contribuição.

A Figura 4.2 apresenta uma caixa de inspeção típica da rede de drenagem pluvial na cidade de Joinville. Conforme pode ser observado, a caixa de visita não tem acesso a partir da superfície da rua, resultando que em muitos locais as redes de drenagem pluvial são inacessíveis sem a realização de obras, o que impossibilitou a realização do cadastro da rede. Nestes locais, o Consórcio realizou o cadastro das extremidades da rede, quando aparentes, inferindo sua localização com base em desenhos, informações coletadas junto a PMJ, etc.

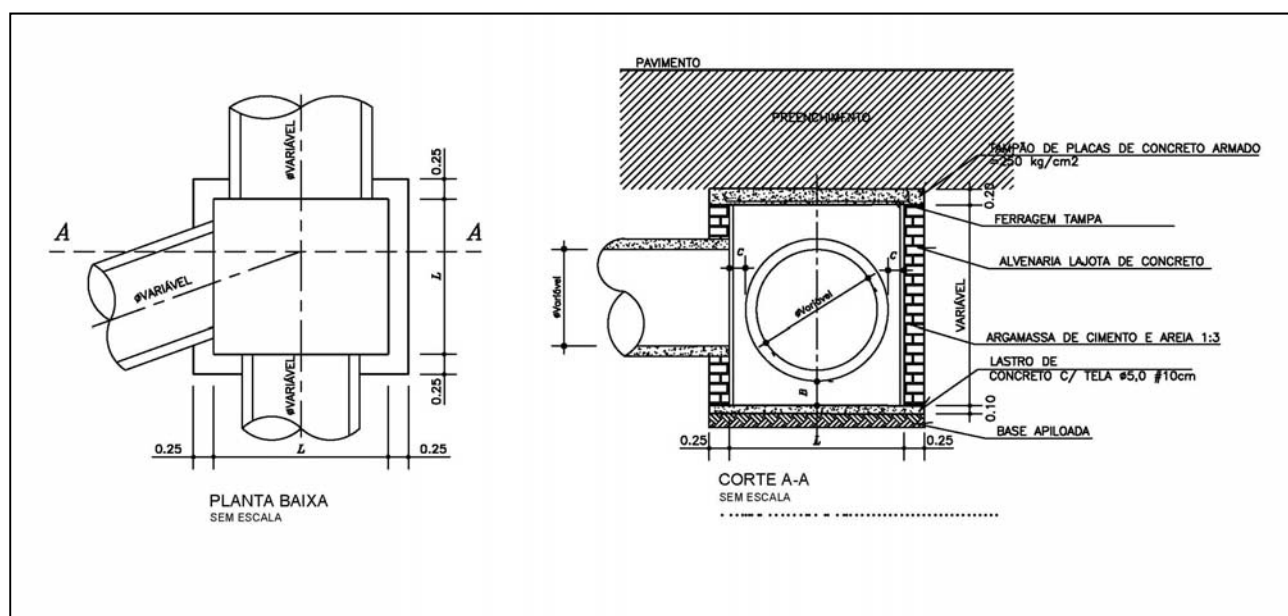


Figura 4.2 – Caixa de visita típica.

A Figura 4.3 apresenta um trecho da sub-bacia 2 - Rio Cachoeira Leito Antigo, onde o rio Cachoeira foi retificado. A linha vermelha representa o leito antigo do rio Cachoeira e a linha azul representa o trecho retificado. Quando se analisam as plantas da rede de drenagem tem-se a impressão de serem dois canais paralelos. As Fotos 4.6 e 4.7 ilustram a situação atual do antigo leito e do trecho retificado, respectivamente.



Figura 4.3 – Leito Antigo do Cachoeira – Trecho Retificado.



Foto 4.6 – Leito Antigo do Cachoeira – Situação Atual.



Foto 4.7 – Rio Cachoeira – Trecho Retificado.

A Figura 4.4 apresenta, em planta e na cor azul, a rede drenagem atualmente existente nas proximidades da rua Rui Barbosa no rio Cachoeira. Com a implantação da rede de drenagem pluvial, a drenagem natural da sub-bacia (marcada em vermelho na Figura) foi desviada para galerias na rua Valter Peters passando sua foz no rio Cachoeira para um ponto cerca de 200 m a montante do ponto original. Outra consequência da implantação desta galeria foi a de mudar a delimitação dos limites da sub-bacia, resultando na conformação apresentada. A Foto 4.8 apresenta aspectos deste local. Estas modificações resultaram também em mudanças bruscas de direção da drenagem, melhor caracterizadas a seguir.



Figura 4.4 – Rio Cachoeira - Curso desviado através de galeria pela rua Valter Peters.



Foto 4.8 – Rua Valter Peters, a partir da ponte sobre o rio Cachoeira, onde atualmente se localiza a galeria.

A Figura 4.5 apresenta, em planta a rede de drenagem do rio Itaum Mirim e seus afluentes. Neste local, quando da urbanização, o rio Itaum Mirim foi retificado acompanhando o projeto de implantação do loteamento, resultando na construção da rede de drenagem com cotovelos a 90° conforme indicado na Figura 4.5 e na Foto 4.9, a qual ilustra a curva indicada com um círculo na Figura 4.5.



Figura 4.5 – Rio Itaum Mirim - Curvas a 90° implantada na rede de drenagem.



Foto 4.9 - Rio Itaum Mirim - Curva a 90° implantada na rede de drenagem.

A Figura 4.6 apresenta, em planta, o rio Morro Alto na região da Rua Blumenau. Neste local, o rio Morro Alto que corria em canal aberto passa a correr em galeria fechada entre as ruas Blumenau e João Colin que integram o Eixo Norte-Sul, principal eixo viário de Joinville, atravessando o trecho urbanizado entre as mesmas, obliquamente às ruas e ao alinhamento dos terrenos, passando sob as construções existentes. As Fotos 4.10, 4.11 e 4.12 apresentam aspectos deste local.

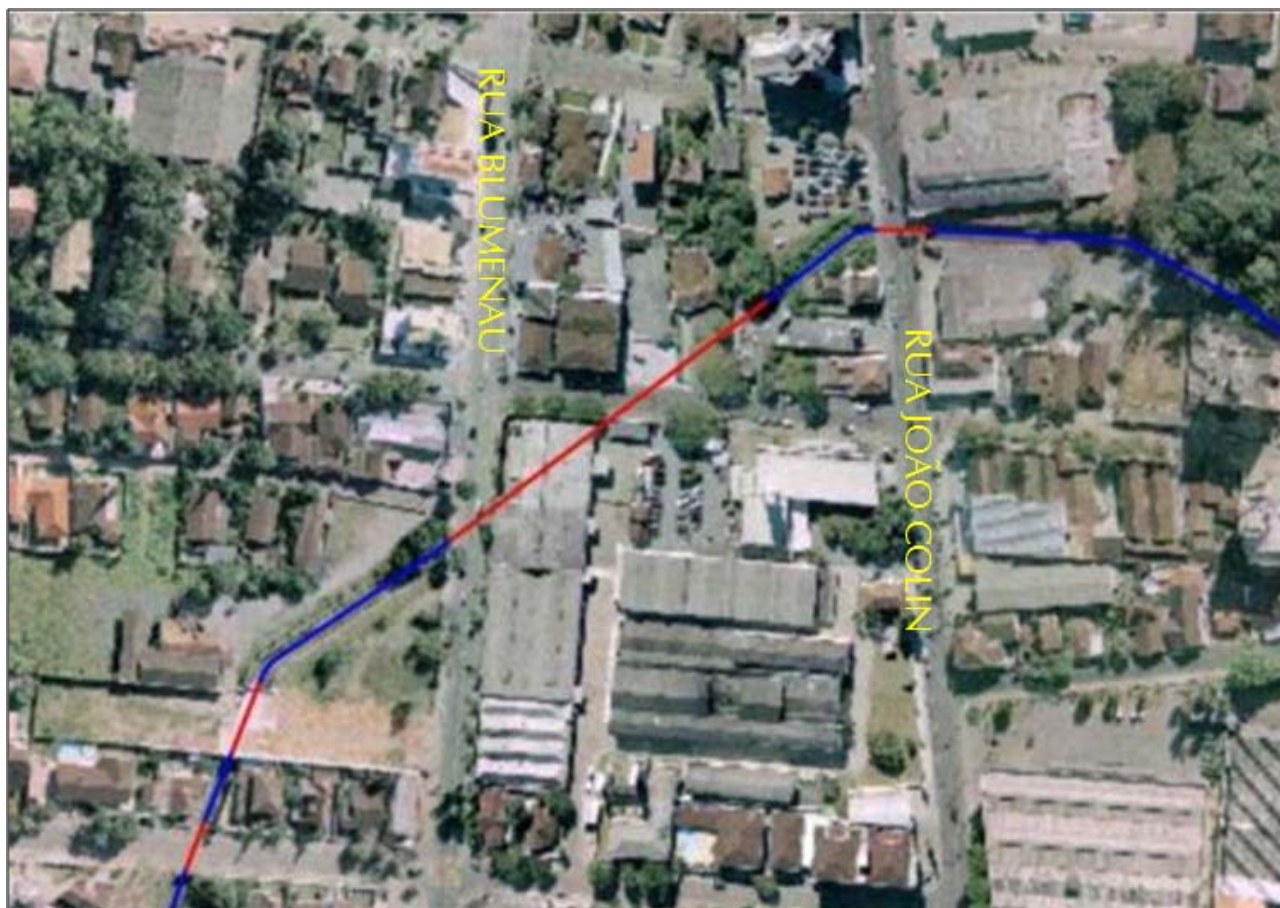


Figura 4.6 – Rio Morro Alto - Passagem sob a área urbanizada obliquamente ao alinhamento das ruas Blumenau e João Colin e ao alinhamento dos terrenos.



Foto 4.10 – Rio Morro Alto - Emboque a montante da rua Blumenau. Ao fundo construções sobre a galeria.



Foto 4.11 – Rio Morro Alto – Rua Quintino Bocaiuva sobre a Galeria. Ao fundo construções sobre a galeria.



Foto 4.12 – Rio Morro Alto - Desemboque a jusante da rua Quintino Bocaiúva. Ao fundo construções sobre a galeria.

4.4 PLANO DIRETOR URBANO

O Plano Diretor de Desenvolvimento Sustentável do Município de Joinville dispõe sobre diretrizes estratégicas e foi elaborado em consonância com a visão holística de futuro e com os princípios da Constituição Federal; da Constituição do Estado de Santa Catarina; da Lei Orgânica do Município; da Lei Federal nº 10.257, de 10 de julho de 2001 – Estatuto da Cidade e da Lei Complementar nº 27, de 27 de março de 1996 – Uso e Ocupação do Solo de Joinville e no Planejamento Estratégico de Joinville.

Em especial, através da Lei Complementar nº 27/96 e suas alterações, foi instituído um novo regime urbanístico do uso, ocupação e parcelamento do solo, e foram redefinidos os limites do perímetro urbano do município.

Em 2008 através da Lei nº 261/08 foram estabelecidas algumas alterações no zoneamento do uso do solo. Para a realização dos estudos desenvolvidos no PDDU foram utilizados os dados apresentados nesta atualização.

De acordo com a normatização estabelecida por esta lei, o zoneamento do uso do solo de Joinville apresenta a seguinte estruturação:

- I. Área Rural: área não ocupada ou não prevista para ocupação por funções urbanas, sendo destinada às atividades agrosilvopastoris que dependem de localização específica e está subdividida em:

- a) Área Rural de Conservação e Preservação (ARCP), que se subdivide em Área de Proteção Ambiental da Serra do Mar (APSM) e Área de Preservação Permanente dos Mangues (APPM).
- b) Área Rural de Utilização Controlada (ARUC).
- II. Área Urbana: área prevista para ocupação por funções urbanas, sendo destinadas às atividades residenciais, industriais e comerciais e está subdividida em:
 - c) Área Urbana de Ocupação Não Prioritária (AUNP);
 - d) Área Urbana de Ocupação Prioritária (AUP), que se subdivide em Zonas Urbanas e Setores Especiais, conforme a seguinte classificação:
 - ✓ Zonas Residenciais (ZR), destinadas à função residencial unifamiliar ou multifamiliar, facultados outros usos complementares, subdivididas em:
 - ✧ Zona Residencial Unifamiliar em Área de Uso e Ocupação Restrita (ZR1);
 - ✧ Zona Residencial Unifamiliar em Área de Uso Restrito (ZR2);
 - ✧ Zona Residencial Multifamiliar em Área de Uso e Ocupação Restrita (ZR3);
 - ✧ Zona Residencial Multifamiliar em Área de Uso Restrito (ZR4);
 - ✧ Zona Residencial Multifamiliar Prioritária (ZR5);
 - ✧ Zona Residencial Multifamiliar Diversificada (ZR6).
 - ✓ Zona Central (ZC), destinada principalmente às funções de administração pública, comércio e serviços de âmbito geral, subdividida em:
 - ✧ Zona Central Tradicional (ZCT);
 - ✧ Zona Central Expandida (ZCE).
 - ✓ Zonas Corredor Diversificado (ZCD), destinadas à concentração de usos residenciais, comerciais e de serviços, caracterizando-se como expansão da Zona Central ou como centros comerciais à escala de bairro, ou eixos comerciais ao longo de logradouros públicos subdivididos em:
 - ✧ Corredor Diversificado de expansão da Área Central (ZCD1);
 - ✧ Corredor Diversificado de Centro de Bairros (ZCD2);
 - ✧ Corredor Diversificado Principal (ZCD3);
 - ✧ Corredor Diversificado Secundário (ZCD4);
 - ✧ Corredor Diversificado de Acesso Turístico (ZCD5);
 - ✧ Corredor Diversificado de Eixo Industrial (ZCD6).

- ✓ Zona Industrial (ZI), destinada à localização de atividades industriais e complementares.
- ✓ Zona de Proteção de Áreas Rodoviárias (ZPR), destinada à proteção das rodovias, contenção da ocupação intensiva de caráter residencial e à localização preferencial de usos compatíveis com as atividades rodoviárias, subdividida em:
 - ✧ Zona de Proteção da Faixa Rodoviária da BR – 101 (ZRP1);
 - ✧ Zona de Proteção da Faixa Rodoviária da SC – 301 (ZRP2A);
 - ✧ Zona de Proteção da Faixa Rodoviária da antiga SC – 415 (ZRP2B);
 - ✧ Zona de Proteção da Faixa Rodoviária do Eixo de Acesso Sul (ZRP2C).
- ✓ Setores Especiais (SE): são áreas que em função de programas e/ou projetos de interesse público previsto, existência de características ambientais ou da sua posição na estrutura urbana, requeiram um tratamento de uso e ocupação específico, caso a caso, de maneira diferenciada das demais zonas. Classificam-se em:
 - ✧ Setor Especial do Patrimônio Ambiental Urbano (SE1): compreende as áreas que apresentam conjuntos arquitetônicos ou elementos naturais de interesse histórico, paisagístico ou cultural;
 - ✧ Setor Especial de Urbanização Específica (SE2): compreende as áreas destinadas ao desenvolvimento de assentamentos urbanos vinculados a programas de habitação popular ou programas de regularização fundiária;
 - ✧ Setor Especial Militar (SE3): compreende as áreas destinadas às instalações militares e/ou de segurança;
 - ✧ Setor Especial Educacional (SE4), compreende a área destinada à implantação do complexo do “campus” universitário e demais equipamentos educacionais;
 - ✧ Setor Especial de Áreas Verdes (SE5): compreende as áreas que pela sua situação e atributos naturais, devam ser preservados e/ou requeiram um regime de ocupação especialmente adaptado a cada caso, podendo constituir reservas biológicas, áreas residenciais de ocupação restrita, áreas de lazer, complexos turísticos, recreação e turismo;
 - ✧ Setor Especial de Interesse Público (SE6): destina-se à proteção do entorno de equipamentos urbanos existentes ou de locais onde devem ocorrer programas ou projetos de interesse público;
 - ✧ Setor Especial de Controle de Ocupação de Várzeas (SE7): compreende as áreas sujeitas a inundações, onde devem ocorrer programas ou projetos governamentais, que por suas características, requeiram um regime de ocupação específico.
- ✓ Para o estudo da bacia hidrográfica do Rio Cachoeira, foi verificado que a mesma apresenta diferentes tipos de zoneamentos. Para avaliação do uso e ocupação do solo os diversos setores foram agrupados em cinco grandes categorias:
 - ✧ Especial – correspondendo aos Setores Especiais (SE), incluindo todas suas subdivisões;

- ✧ Comercial – correspondendo à união da Zona Central (ZC) e das Zonas Corredor Diversificado (ZCD), incluindo suas subdivisões;
- ✧ Industrial – correspondendo à Zona Industrial (ZI);
- ✧ Residencial - correspondendo às zonas residenciais, ZR, incluindo todas suas subdivisões;
- ✧ Rodovia – correspondendo à Zona de Proteção de Áreas Rodoviárias (ZPR).

O desenho 951-PMJ-PDC-A1-P023 – Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira – Uso e Ocupação – Delimitação dos Bairros (vide Anexo I) apresenta a ocupação da bacia do rio Cachoeira, com o zoneamento urbano agrupado nessas categorias. Com o objetivo de possibilitar a análise espacial da ocupação, no referido desenho foram demarcadas as áreas que efetivamente deverão ser ocupadas em cada categoria, como por exemplo, as ZCD's que no Plano Diretor Urbano estão representadas pelo eixo dos arruamentos e que no desenho 951-PMJ-PDC-A1-P023 abrangem metade do quarteirão em cada lado do arruamento.

4.5 ESTUDO POPULACIONAL

Para o estudo populacional desenvolvido pelo Consórcio para o PDDU da bacia hidrográfica do rio Cachoeira foram consultadas as instituições governamentais envolvidas direta e indiretamente no trabalho e coletados dados que permitiram desenvolver o estudo populacional.

Foram consultadas as seguintes unidades da Prefeitura Municipal de Joinville:

- ✓ Secretaria de Infraestrutura – Unidade de Drenagem;
- ✓ Secretaria de Infraestrutura – Unidade de Aprovação de Projetos;
- ✓ Secretaria de Infraestrutura – Setor de Loteamentos e Urbanizações;
- ✓ Secretaria de Saúde – Gerência da Unidade de Atenção Básica;
- ✓ Secretaria de Saúde – Unidade de Vigilância Epidemiológica.

Foram também consultados e analisados os estudos populacionais do IPPUJ (Instituto de Pesquisa e Planejamento para o Desenvolvimento Sustentável de Joinville)

As informações populacionais mais consistentes foram as obtidas na Secretaria de Saúde – Unidade de Atenção Básica, que mostram a população distribuída por bairro até o ano 2008.

Dessa forma, o ano de 2008 foi utilizado como ponto de partida para a projeção, com alcance até o ano 2035.

A metodologia de determinação da taxa de crescimento populacional empregou as séries históricas realizadas pelo IBGE e da Secretaria Municipal de Saúde (SMS).

A determinação das taxas adotadas no estudo tomou como parâmetros básicos:

- ✓ Determinação da tendência de crescimento através dos dados do IBGE - série histórica de 30 anos;
- ✓ Determinação da redução anual da taxa de crescimento de Joinville com base na mesma série histórica do IBGE;

Para o município de Joinville os dados históricos analisados resultaram em taxa de crescimento anual de 1,62% em 2008 e uma redução anual média da taxa de crescimento da ordem de 0,05 %.

Adotada essa redução na taxa anual de crescimento, em 2020 resulta a taxa de 1% a.a, ou seja, a taxa vegetativa de crescimento anual.

Diante do exposto, foram calculadas as planilhas de projeção da população do município como um todo, da bacia do rio Cachoeira e das áreas das bacias por bairro, com base nas seguintes premissas:

- ✓ Horizonte de projeto: 25 anos – 2010 a 2035;
- ✓ População do município para início da projeção: 492.101 habitantes. Este valor inclui a população rural visto que quando da compartimentação por bacias, em algumas delas, essa população está incluída;
- ✓ Taxa de crescimento anual de 1,62% a.a., sendo decrescida à razão de 0,05% a.a. até o ano de 2020, onde atinge a taxa vegetativa de 1% a.a. e mantém-se com este valor até o final do período de projeto.

O Quadro 4.1 apresenta a estimativa populacional para o município de Joinville.

QUADRO 4.1
ESTIMATIVA DA POPULAÇÃO DE JOINVILLE

<i>Ano</i>	<i>População Total (Habitantes)</i>
2.008	492.101
2.009	499.827
2.010	507.657
2.011	515.591
2.012	523.631
2.013	531.778
2.014	540.033

continua...

QUADRO 4.1
ESTIMATIVA DA POPULAÇÃO DE JOINVILLE

<i>Ano</i>	<i>População Total (Habitantes)</i>
2.015	548.397
2.016	556.872
2.017	565.459
2.018	574.159
2.019	582.974
2.020	591.905
2.021	600.966
2.022	610.167
2.023	619.509
2.024	628.996
2.025	638.630
2.026	648.413
2.027	658.346
2.028	668.433
2.029	678.676
2.030	689.078
2.031	699.640
2.032	710.365
2.033	721.256
2.034	732.316
2.035	743.546

A metodologia utilizada bem como a coleta de dados e quadros finais com projeções e populações por bairros e por bacias hidrográficas são apresentados na Nota Técnica NTP-001 - Estudo Populacional, a qual encontra-se inserida no Anexo II deste documento.

5. CARACTERIZAÇÃO HIDROLÓGICA DA BACIA DO RIO CACHOEIRA

5.1 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.

A bacia do rio Cachoeira possui uma área de aproximadamente 82 km² e foi dividida em 25 sub-bacias com áreas entre 0,08 e 24,64 km². Essa divisão está apresentada no desenho 951-

PMJ-PDC-A1-P022 – Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira – Delimitação da Bacia e Sub-Bacias (vide Anexo I).

Dentre as principais sub-bacias da margem direita do rio Cachoeira destacam-se as sub-bacias dos rios Morro Alto, Jaguarão, Bucarein e Itaum-Açu; na margem esquerda as sub-bacias são de pequeno porte, destacando-se as sub-bacias dos rios Bom Retiro, Mirandinha e as Vertentes do Morro da Boa Vista.

Além das sub-bacias dos afluentes do rio Cachoeira, foram também delimitadas 13 áreas de drenagem que contribuem diretamente para curso principal do rio Cachoeira. O Quadro 5.1 apresenta a relação das sub-bacias e áreas de contribuição direta em que foi dividida a bacia do rio Cachoeira. A nomenclatura utilizada na denominação de cada sub-bacia ou área de contribuição direta acompanha a nomenclatura originalmente utilizada pela PMJ.

QUADRO 5.1
SUB-BACIAS DO RIO CACHOEIRA

<i>Número Bacia</i>	<i>Sigla da PMJ</i>	<i>Nome Sub-Bacia</i>	<i>Área (km²)</i>
SB-01	CA-NC	NASCENTE PRINCIPAL DO RIO CACHOEIRA	2,79
SB-02	CA-LA	LEITO ANTIGO DO RIO CACHOEIRA	1,55
SB-03	CA-BR	RIO BOM RETIRO	2,09
SB-04	CA-LT	RIO LUIZ TONNEMANN	1,93
SB-05	CA-WB	RIO WALTER BANDT	1,79
SB-06	CA-AV	RIO ALVINO VOHL	1,12
SB-07	CA-AR	CANAL DA RUA ARACAJU	0,83
SB-08	CA-CS	CANAL DA RUA SALVADOR	0,84
SB-09	CA-MI	RIO MIRANDINHA	2,17
SB-10	CA-MA	RIO MORRO ALTO	5,34
SB-11	CA-AM	VERTENTE RUA AGUA MARINHA	0,29
SB-12	CA-PF	VERTENTE PARQUE DE FRANCE	0,57
SB-13	CA-LS	VERTENTE LAGOA SAGUACU	0,57
SB-14	CA-MT	RIO MATHIAS	2,05
SB-15	CA-BL	VERTENTE BUSCHILE & LEPPER	0,84
SB-16	CA-UO	VERTENTE UNIDADE DE OBRAS	0,21
SB-17	CA-PG	VERTENTE PONTA GROSSA	0,08
SB-18	CA-VI	VERTENTE VICK	0,40
SB-19	CA-PE	VERTENTE RUA PEDRO ALVARES CABRAL	0,48
SB-20	CA-MD	VERTENTE RUA MATILDE AMIM	0,35
SB-21	CA-NO	VERTENTE RUA NORUEGA	0,64
SB-22	CA-JA	RIO JAGUARAO	8,53
SB-23	CA-BU	RIO BUPEVA	1,96
SB-24	CA-BC	RIO BUCAREIN	10,97

continua...

QUADRO 5.1
SUB-BACIAS DO RIO CACHOEIRA

<i>Número Bacia</i>	<i>Sigla da PMJ</i>	<i>Nome Sub-Bacia</i>	<i>Área (km²)</i>
SB-25	CA-IA	RIO ITAUM-ACU	24,64
	AD-01	RIO CACHOEIRA AD-01	1,01
	AD-02	RIO CACHOEIRA AD-02	0,50
	AD-03	RIO CACHOEIRA AD-03	0,98
	AD-04	RIO CACHOEIRA AD-04	0,79
	AD-05	RIO CACHOEIRA AD-05	0,81
	AD-06	RIO CACHOEIRA AD-06	0,21
	AD-07	RIO CACHOEIRA AD-07	0,86
	AD-08	RIO CACHOEIRA AD-08	0,85
	AD-09	RIO CACHOEIRA AD-09	0,21
	AD-10	RIO CACHOEIRA AD-10	0,08
	AD-11	RIO CACHOEIRA AD-11	0,19
	AD-12	RIO CACHOEIRA AD-12	0,29
	AD-13	RIO CACHOEIRA AD-13	2,44
BA - CA	CA - CA	RIO CACHOEIRA	82,25

Para os estudos relativos ao curso principal da bacia hidrográfica do rio Cachoeira as áreas adjacentes ao rio principal, indicadas no desenho 951-PMJ-PDC-A1-P022 – Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira – Delimitação da Bacia e Sub-Bacias (vide Anexo I), foram integradas com as sub-bacias mais próximas conforme apresentado no Quadro 5.2.

QUADRO 5.2
AGRUPAMENTO DE ÁREAS DE DRENAGEM PARA SIMULAÇÃO HIDROLÓGICA DO CURSO PRINCIPAL DO RIO CACHOEIRA

<i>Área de Drenagem Adjacente ao Rio Principal</i>	<i>Sub-Bacia</i>
AD-01	SB-02
AD-02	SB-03
AD-03	SB-07
AD-04	SB-09
AD-05	SB-13
AD-06	SB-10
AD-07	SB-15
AD-08	SB-24
AD-09	SB-16
AD-10	SB-19
AD-11	SB-10
AD-12	SB-21
AD-13	SB-23

O exutório da sub-bacia AD-8, determina o ponto terminal dos estudos da rede de macrodrenagem do Rio Cachoeira. Este ponto está localizado cerca de 500 m a jusante da Ponte dos Trabalhadores, apresentando área de drenagem de 50,72 km². A jusante deste ponto o rio Cachoeira tem seu comportamento definido pelo regime de marés na bacia de Babitonga.

5.2 PERFIL LONGITUDINAL

Foi levantado o perfil longitudinal do rio Cachoeira com base no levantamento topobatimétrico disponibilizado pela PMJ e na complementação do levantamento executado pelo Consórcio e apresentado no relatório R7 – Levantamentos Complementares de Campo.

O talvegue do rio tem uma extensão de aproximadamente 15.000 metros, desenvolvendo-se desde o entorno da cota 25 m na cabeceira, até próximo à cota -2 m na foz, junto à Lagoa do Saguçu. O desenho 951-PMJ-PDC-A1-P021 – Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira – Planta e Perfil Longitudinal (vide Anexo I) mostra a bacia do rio Cachoeira e o perfil longitudinal do rio principal. Em sua foz o NA do rio Cachoeira é determinado pelo nível de maré na baía de Babitonga, com níveis entre 0,8 m e 2,0 m para permanências entre 10% e 0,1% conforme indicado no Quadro 3.2.

5.3 CLASSIFICAÇÃO HIDROLÓGICA DOS SOLOS

Durante as tormentas, a infiltração representa o fenômeno físico principal quanto à retenção do volume precipitado no processo de formação do escoamento superficial, destacando-se dos demais fenômenos envolvidos, quais sejam: interceptação, armazenamento, evaporação e evapotranspiração.

Desta forma, a capacidade de retenção dos solos nas áreas permeáveis das bacias hidrográficas foi avaliada utilizando a metodologia sugerida pelo Soil Conservation Service (1975). Esta metodologia resume-se em avaliar o número da curva – CN (Curve Number) a partir do uso e da ocupação do solo da bacia, da cobertura vegetal e do tipo de solo. Para o estudo do PDDU optou-se por avaliar os tipos de solo existentes nas várias sub-bacias do rio Cachoeira, definindo um único valor de CN da área permeável para cada sub-bacia para as condições atual e futura. O valor adotado é obtido a partir da média ponderada dos valores de CN para os solos da sub-bacia (porção permeável), conforme destacado no Quadro 5.3.

QUADRO 5.3
NÚMEROS DE CURVA CONFORME O SOLO E A OCUPAÇÃO

Tipo e Uso do Solo / Tratamento / Condições Hidrológicas				Grupo Hidrológico			
				A	B	C	D
Uso Residencial							
Tamanho médio do lote % impermeável							
	até 500m2	65		77	85	90	92
	1000 m2	38		61	75	83	87
	1500 m2	30		57	72	81	86
Estacionamentos pavimentados, telhados				98	98	98	98
Ruas e estradas							
	pavimentadas, com guias e drenagem			98	98	98	98
	com cascalho			76	85	89	91
	de terra			72	82	87	89
Áreas comerciais (85% impermeabilização)				89	92	94	95
Distritos industriais (72% de impermeabilização)				81	88	91	93
Espaços abertos, parques, jardins:							
	boas condições, cobertura de grama > 75%			39	61	74	80
	condições médias, cobertura de grama > 50%			49	69	79	84
Pasto							
		condições ruins		68	79	86	89
		médias		49	69	79	84
		boas		39	61	74	80
	curva de nível						
		condições ruins		47	67	81	88
		médias		25	59	75	83
		boas		6	35	70	79
Campos				30	58	71	78
Floretas				45	66	77	83
		boas		36	60	73	79
		médias		25	55	70	77

Fonte: Drenagem Urbana (TUCCI ET AL., 1995, p.118).

A condição de uso do solo, que em áreas urbanas resulta na presença de áreas impermeáveis na bacia pode ser considerada através da percentagem de área impermeável em cada sub-bacia. Este modo de introdução dos dados possibilita explicitar a variação esperada de ocupação (percentagem de área impermeável) em cada sub-bacia. O cálculo do CN da sub-bacia é obtido pela média ponderada do CN da área permeável e do CN da área impermeável (considerado igual a 98), utilizando a respectiva área como fator de ponderação.

Utilizando o mapa pedológico do município elaborado por (UBERTI, 2009) foi desenvolvida uma análise do solo da bacia do rio Cachoeira. Esta análise indicou que, com base no critério do SCS (1975), a bacia do rio Cachoeira têm uma forte predominância de 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 algumas áreas (24 %) com solos mais permeáveis que podem ser classificados como tipo B. 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. É interessante perceber que os solos tipo B, mais permeáveis, estão localizados nas porções altas das sub-bacias, predominando o solo C nas porções média e baixa.

Outro aspecto que deve ser considerado na avaliação do Número da Curva (CN) é a 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 ocupadas por cada classificação de solo, calculando-se a parcela porcentual ocupada por cada um. Através de média ponderada pela área ocupada foi obtido o CN (número de curva) médio permeável de cada sub-bacia, conforme indicado no Quadro 5.4.

QUADRO 5.4
NÚMERO DE CURVA (CN) DOS SOLOS DAS SUB-BACIAS – PARCELA PERMEÁVEL

Número Bacia	Nome Sub-Bacia	Área (km ²)	Classificação do Solo			CN
			B (CN=61)	C (CN=74)	D (CN=80)	
SB-01	NASCENTE PRINCIPAL DO RIO CACHOEIRA	2,79	1%	99%	-	73,9
SB-02	LEITO ANTIGO DO RIO CACHOEIRA	2,57	5%	95%	-	73,3
SB-03	RIO BOM RETIRO	2,59	20%	80%	-	71,4
SB-04	RIO LUIZ TONNEMANN	1,93	31%	69%	-	69,9
SB-05	RIO WALTER BANDT	1,79	31%	69%	-	70,0
SB-06	RIO ALVINO VOHL	1,12	27%	73%	-	70,5
SB-07	CANAL DA RUA ARACAJU	1,81	10%	90%	-	72,7
SB-08	CANAL DA RUA SALVADOR	0,84	10%	90%	-	72,7
SB-09	RIO MIRANDINHA	2,96	5%	95%	-	73,3
SB-10	RIO MORRO ALTO	5,55	26%	74%	-	70,6
SB-11	VERTENTE RUA AGUA MARINHA	0,29	-	100%	-	73,8
SB-12	VERTENTE PARQUE DE FRANCE	0,57	13%	87%	-	72,3
SB-13	VERTENTE LAGOA SAGUACU	1,38	6%	89%	5%	73,5
SB-14	RIO MATHIAS	2,05	33%	65%	2%	69,9
SB-15	VERTENTE BUSCHILE & LEPPER	1,70	4%	83%	13%	74,2
SB-16	VERTENTE UNIDADE DE OBRAS	0,43	2%	71%	27%	75,3
SB-17	VERTENTE PONTA GROSSA	0,08	-	62%	38%	76,3
SB-18	VERTENTE VICK	0,40	11%	70%	19%	73,7
SB-19	VERTENTE RUA PEDRO ALVARES CABRAL	0,55	3%	79%	18%	74,7
SB-20	VERTENTE RUA MATILDE AMIM	0,54	-	61%	39%	76,3
SB-21	VERTENTE RUA NORUEGA	0,92	-	33%	67%	78,0
SB-22	RIO JAGUARAO	8,53	48%	51%	1%	67,9
SB-23	RIO BUPEVA	4,39	6%	24%	70%	77,4
SB-24	RIO BUCAREIN	11,82	29%	63%	8%	70,8
SB-25	RIO ITAUM-ACU	24,64	34%	61%	5%	69,9
BA-CA	RIO CACHOEIRA	50,72	24%	73%	3%	71,0

5.4 ÁREAS IMPERMEÁVEIS E ÁREAS PERMEÁVEIS

A área impermeável é um indicador mensurável do processo de urbanização. Conforme dito anteriormente 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

A PMJ forneceu cópia digital do mapeamento elaborado pela (SEPLAN, 2009) para a bacia do rio Cachoeira para utilização nos estudos do PDDU.

Foi realizada uma avaliação inicial, comparando as relações entre densidade populacional e porcentagem de área impermeável para os bairros integrantes da bacia do rio Cachoeira. Esta análise indicou terem sido utilizados critérios diferentes na identificação das áreas permeáveis. A adoção de critérios diferenciados foi testada avaliando amostras do mapeamento sobrepostas à foto aérea. Constatou-se que áreas permeáveis de pequena dimensão não haviam sido identificadas em parte do mapeamento. Nos entendimentos havidos com os técnicos da PMJ, ficou claro que em parte da região trabalhada, áreas permeáveis de pequena dimensão não haviam sido identificadas.

Posteriormente, foi recebida a revisão do referido estudo, na qual foi complementada a identificação de áreas permeáveis e identificadas as áreas de pequenas dimensões em toda a bacia.

Novamente foram selecionadas amostras do mapeamento com a identificação de áreas permeáveis na bacia do rio Cachoeira, nas quais foram visualmente avaliadas e confirmadas as áreas permeáveis. As análises efetuadas pelo Consórcio mostraram que os novos resultados obtidos para utilização no PDDU estavam adequados.

Desta forma, o levantamento de áreas permeáveis e impermeáveis realizado pela PMJ foi utilizado para a determinação das áreas impermeáveis na bacia do rio Cachoeira e suas sub-bacias, com as análises complementares descritas.

Observa-se também, no conjunto de áreas permeáveis e impermeáveis, a presença de áreas de mata dentro da área urbana da bacia do rio Cachoeira. Consultando os dados do Plano Diretor Urbano de Joinville foram identificadas as áreas de preservação existentes na área urbana, pertencentes aos Setores Especiais (SE5 e SE7), algumas delas com critérios específicos de preservação ambiental. Com base nesta identificação, as áreas permeáveis da bacia do rio Cachoeira foram subdivididas em duas classes: áreas permeáveis de uso restrito (SE5 e SE7) e áreas permeáveis de uso irrestrito.

Áreas permeáveis de uso restrito são aquelas que o Plano Diretor Urbano considera como áreas de preservação e que no horizonte de planejamento deverão permanecer na forma em que se encontram. As áreas permeáveis de uso restrito são a parcela das áreas integrantes das Áreas Especiais definidas na análise efetuada pelo Consórcio e apresentadas no desenho 951-PMJ-PDC-A1-P023 – Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira – Uso e Ocupação – Delimitação dos Bairros (vide Anexo I), para as quais o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Joinville estabeleceu normas de preservação, mantendo a atual condição de área verde. Estas áreas foram subtraídas das avaliações apresentadas a seguir e consideradas como permeáveis em todo o estudo. Nas áreas permeáveis de uso restrito foi definido, para o presente estudo, que a percentagem de áreas impermeáveis é nula.

Áreas permeáveis de uso irrestrito são aquelas que o Plano Diretor Urbano considera como passíveis de ocupação, e que no horizonte de planejamento serão objeto de ocupação pelo processo de urbanização de Joinville.

O desenho 951-PMJ-PDC-A0-P026 – Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira – Áreas Permeáveis e Impermeáveis (vide Anexo I) apresenta a identificação de áreas permeáveis e impermeáveis na situação atual na 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 determinação das porcentagens de áreas impermeáveis na bacia do rio Cachoeira no cenário futuro de ocupação da bacia foi proposto pelo Consórcio a utilização das equações apresentadas por CAMPANA e TUCCI (1994) para cidades brasileiras, razão pela qual foram realizados os estudos populacionais anteriormente apresentados.

Procurando validar este processo foram calculadas as densidades populacionais para os vários bairros integrantes da bacia do rio Cachoeira. A Figura 5.1 apresenta a plotagem dos valores obtidos para os bairros integrantes da bacia do rio Cachoeira e a curva proposta por CAMPANA e TUCCI (1994) com base em dados de algumas cidades brasileiras. Está também apresentada uma equação indicando a tendência observada na cidade de Joinville.

Observa-se que em Joinville a percentagem de áreas impermeáveis é maior do que a obtida pela curva proposta por CAMPANA e TUCCI (1994). Este fato pode, por exemplo, ser resultado de uma verticalização menor das moradias em Joinville.

Desta forma, foi proposta uma nova metodologia para avaliação da porcentagem de áreas permeáveis em cada sub-bacia do rio Cachoeira. Utilizando as fotos aéreas foi realizada análise visual da ocupação de cada sub-bacia a partir da qual foi identificada uma região da bacia na qual é observada ocupação integral da área disponível para urbanização. Para esta região foi calculado o índice 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. 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 à da amostra identificada.

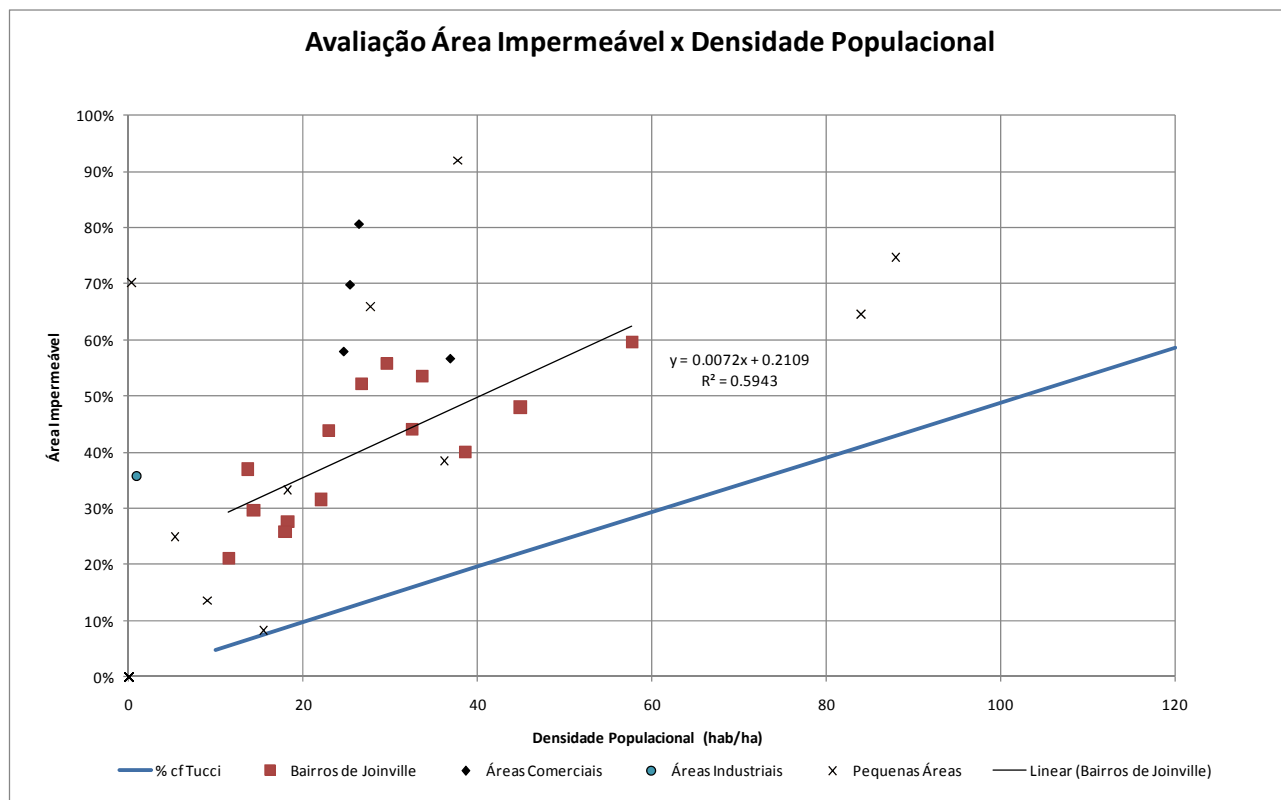


Figura 5.1 – Avaliação da área impermeável em função da densidade populacional.

Nos desenhos de áreas urbanizadas apresentados para cada sub-bacia (Volume 3 deste relatório) estão identificadas as áreas selecionadas para amostragem deste valor.

O Quadro 5.5 apresenta o resumo das informações obtidas no levantamento de áreas permeáveis e impermeáveis.

QUADRO 5.5
PERCENTUAL DE ÁREAS PERMEÁVEIS E IMPERMEÁVEIS

Número Bacia	Nome Sub-Bacia	Área (km ²)	Área Impermeável		Área Permeável	
			Atual	Futuro	Atual	Futuro
SB-01	NASCENTE PRINCIPAL DO RIO CACHOEIRA	2,79	27,50%	61,76%	72,50%	38,24%
SB-02	LEITO ANTIGO DO RIO CACHOEIRA	2,57	53,90%	71,81%	46,10%	28,19%
SB-03	RIO BOM RETIRO	2,59	50,50%	69,27%	49,50%	30,73%
SB-04	RIO LUIZ TONNEMANN	1,93	45,00%	71,31%	55,00%	28,69%
SB-05	RIO WALTER BANDT	1,79	53,50%	77,80%	46,50%	22,20%
SB-06	RIO ALVINO VOHL	1,12	34,30%	69,83%	65,70%	30,17%
SB-07	CANAL DA RUA ARACAJU	1,81	61,50%	75,39%	38,50%	24,61%
SB-08	CANAL DA RUA SALVADOR	0,84	52,00%	63,74%	48,00%	36,26%
SB-09	RIO MIRANDINHA	2,96	51,90%	62,81%	48,10%	37,19%
SB-10	RIO MORRO ALTO	5,55	44,50%	53,97%	55,50%	46,03%
SB-11	VERTENTE RUA AGUA MARINHA	0,29	28,70%	31,51%	71,30%	68,49%
SB-12	VERTENTE PARQUE DE FRANCE	0,57	25,10%	34,70%	74,90%	65,30%
SB-13	VERTENTE LAGOA SAGUACU	1,38	47,90%	56,88%	52,10%	43,12%
SB-14	RIO MATHIAS	2,05	48,60%	78,34%	51,40%	21,66%
SB-15	VERTENTE BUSCHILE & LEPPER	1,70	32,00%	63,06%	68,00%	36,94%
SB-16	VERTENTE UNIDADE DE OBRAS	0,43	57,90%	87,96%	42,10%	12,04%
SB-17	VERTENTE PONTA GROSSA	0,08	76,60%	64,44%	23,40%	35,56%
SB-18	VERTENTE VICK	0,40	48,70%	66,24%	51,30%	33,76%
SB-19	VERTENTE RUA PEDRO ALVARES CABRAL	0,55	41,50%	62,57%	58,50%	37,43%
SB-20	VERTENTE RUA MATILDE AMIM	0,54	61,00%	82,20%	39,00%	17,80%
SB-21	VERTENTE RUA NORUEGA	0,92	67,60%	96,90%	32,40%	3,10%
SB-22	RIO JAGUARA	8,53	47,10%	69,55%	52,90%	30,45%
SB-23	RIO BUPEVA	4,39	39,50%	57,33%	60,50%	42,67%
SB-24	RIO BUCAREIN	11,82	51,70%	73,81%	48,30%	26,19%
SB-25	RIO ITAUM-ACU	24,64	37,80%	60,82%	62,20%	39,18%
BA-CA	RIO CACHOEIRA	50,72	47,40%	67,92%	52,60%	32,08%

5.5 TEMPO DE CONCENTRAÇÃO

Com base nos dados da restituição aerofotogramétrica de 2007 foram determinadas as cotas das extremidades de montante e jusante de cada rio. O Quadro 5.6 apresenta 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 atual 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 (equação 5.1) e para bacias com áreas entre 0,7 e 51 km² a fórmula de Desbordes (equação 5.2) 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

(equação 5.3). 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.

$$T_c = 0,0828L^{0,24}S^{-0,16}A_{imp}^{-0,26} \quad (5.1)$$

$$T_c = 0,0869A^{0,3039}S^{-0,3832}A_{imp}^{-0,4523} \quad (5.2)$$

$$T_c = 0,0663L^{0,77}S^{-0,385} \quad (5.3)$$

Onde:

T_c – Tempo de Concentração (h);

L – Comprimento do talvegue principal (km);

A – Área de Drenagem da Bacia (km²);

A_{imp} – Fração da Área Impermeável (0,01 a 1);

S – Declividade do talvegue principal (m/m).

Utilizando esta metodologia, resultou um tempo de concentração de aproximadamente 262,77 minutos (condição atual) para a bacia do rio Cachoeira (4,5 horas aproximadamente), o que corresponde a uma velocidade média de 0,77 m/s consistente com a declividade do rio Cachoeira. Deve ser lembrado que o ponto considerado para o estudo do curso principal do rio Cachoeira está situado cerca de 500 m à jusante da Ponte dos Trabalhadores, correspondendo a uma área de drenagem de 50,72 km².

Para as sub-bacias os tempos de concentração resultaram em valores, para a condição atual da bacia, entre 14,9 e 178,2 minutos e com as velocidades médias variando entre 0,38 e 1,58 m/s, valores estes consistentes com a declividade dos afluentes do Rio Cachoeira. No Quadro 5.6 são também apresentados os resultados obtidos na determinação dos tempos de concentração para a condição atual da bacia do rio Cachoeira, a velocidade média de escoamento e o tempo de retardamento (“time lag”), obtido multiplicando-se o tempo de concentração por 0,6 conforme recomendado pelo SCS (1975).

Os tempos de concentração das sub-bacias hidrográficas e da bacia do rio Cachoeira resultaram entre 0,25 e 3,96 horas aproximadamente. Com base nos valores obtidos foram definidos os valores de duração da precipitação para a simulação hidrológica da bacia do rio Cachoeira e de cada sub-bacia, adotando durações ligeiramente superiores ao tempo de concentração de cada bacia, os quais estão apresentados no Quadro 5.6.

Aplicando a mesma metodologia foram obtidos os valores para os tempos de concentração e de retardamento para a situação futura da bacia do rio Cachoeira. O Quadro 5.7 reproduz as características das sub-bacias e bacia do rio Cachoeira para a situação futura da bacia e os resultados obtidos para os tempos de concentração para cada bacia ou sub-bacia.

Comparando os valores dos tempos de concentração para a situação atual da bacia (Quadro 5.6) e situação futura (Quadro 5.7) constata-se que os tempos de concentração das sub-bacias foram reduzidos entre 29% e 2% de seu valor atual, em decorrência da impermeabilização das bacias. Atendendo a esta redução foram modificados os tempos de duração da precipitação para a simulação hidrológica das sub-bacias onde a redução foi significativa. Os valores adotados para a duração da precipitação na situação futura estão indicados no Quadro 5.7.

5.6 PROPAGAÇÃO DA ONDA DE CHEIA

O escoamento em rios e canais pode produzir o amortecimento da onda devido à variação da capacidade de armazenamento e o efeito das forças dinâmicas do escoamento (TUCCI, 2004). A propagação da onda de cheia nos rios das bacias hidrográficas foi avaliada utilizando a formulação denominada Muskingum-Cunge, essa formulação foi apresentada por Cunge (1969) e consiste no aperfeiçoamento do modelo Muskingum desenvolvido por MacCarthy (1939). 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 e a declividade média do trecho foi definida com base nos dados dos levantamentos topobatimétricos apresentados no relatório R7 – Levantamento Complementar de Campo.

QUADRO 5.6

CARACTERÍSTICAS FISIOGRAFICAS DA BACIA E SUB-BACIAS DO RIO CACHOEIRA E DURAÇÃO PRECIPITAÇÃO DE PROJETO – SITUAÇÃO ATUAL

Sub-Bacias	Área (km²)	Cotas		Extensão (km)	Declividade (m/m)	Área Impermeável (%)	Tempo de Concentração (min)	Tempo de Retardo (min)	Velocidade Média (m/s)	Dur. Prec. de Projeto (horas)
		Montante	Jusante							
SB-01	2,79	25,74	10,00	3,03	0,0052	27,50%	100,84	60,50	0,50	2,0
SB-02	2,57	20,00	5,00	2,32	0,0065	53,92%	68,41	41,04	0,57	1,5
SB-03	2,59	64,01	5,00	2,21	0,0267	50,48%	42,98	25,79	0,86	1,0
SB-04	1,93	25,52	10,00	2,40	0,0065	44,96%	68,04	40,82	0,59	1,5
SB-05	1,79	18,09	5,00	2,24	0,0058	53,52%	64,26	38,56	0,58	1,5
SB-06	1,12	15,00	5,00	1,44	0,0069	34,34%	63,80	38,28	0,38	1,5
SB-07	1,81	25,31	0,88	1,83	0,0133	61,46%	45,71	27,43	0,67	1,0
SB-08	0,84	24,31	0,82	1,87	0,0126	52,01%	40,51	24,31	0,77	1,0
SB-09	2,96	45,08	0,82	2,85	0,0156	51,93%	53,09	31,86	0,89	1,0
SB-10	5,55	30,00	0,82	4,70	0,0062	44,53%	93,70	56,22	0,84	2,0
SB-11	0,29	100,93	0,82	1,49	0,0672	28,67%	16,65	9,99	1,49	0,5
SB-12	0,57	97,65	0,82	1,34	0,0725	25,10%	16,61	9,96	1,34	0,5
SB-13	1,38	79,01	0,82	1,13	0,0694	47,90%	27,29	16,38	0,69	0,5
SB-14	2,05	80,76	0,82	3,31	0,0242	48,62%	42,42	25,45	1,30	1,0
SB-15	1,70	66,89	0,82	1,76	0,0375	31,96%	41,15	24,69	0,71	1,0
SB-16	0,43	9,44	0,82	0,86	0,0101	57,88%	16,52	9,91	0,86	0,5
SB-17	0,08	5,00	0,82	0,58	0,0072	76,55%	15,32	9,19	0,64	0,5
SB-18	0,40	38,56	0,82	0,95	0,0397	48,70%	14,91	8,95	1,06	0,5
SB-19	0,55	100,05	0,82	1,47	0,0675	41,46%	15,55	9,33	1,58	0,5
SB-20	0,54	9,74	0,82	1,54	0,0058	60,95%	19,30	11,58	1,33	0,5
SB-21	0,92	10,22	0,82	2,29	0,0041	67,56%	54,92	32,95	0,69	1,0
SB-22	8,53	33,00	0,82	6,15	0,0052	47,12%	110,17	66,10	0,80	2,0
SB-23	4,39	5,00	0,82	4,03	0,0010	39,46%	178,23	106,94	0,38	3,0
SB-24	11,82	19,98	0,82	5,84	0,0033	51,71%	138,20	82,92	0,70	3,0
SB-25	24,64	90,19	0,82	10,32	0,0087	37,80%	137,30	82,38	1,25	3,0
Bacia Cachoeira	50,72	25,74	0,822	12,12	0,0021	47,40%	262,77	157,66	0,77	5,0

QUADRO 5.7

CARACTERÍSTICAS FISIOGRAFICAS DA BACIA E SUB-BACIAS DO RIO CACHOEIRA E DURAÇÃO PRECIPITAÇÃO DE PROJETO – SITUAÇÃO FUTURA

Sub-Bacias	Área (km²)	Cotas		Extensão (km)	Declividade (m/m)	Área Impermeável (%)	Tempo de Concentração (min)	Tempo de Retardo (min)	Velocidade Média (m/s)	Dur. Prec. de Projeto (horas)
		Montante	Jusante							
SB-01	2,79	25,74	10,00	3,03	0,0052	61,76%	71,47	42,88	0,71	1,5
SB-02	2,57	20,00	5,00	2,32	0,0065	71,81%	60,73	36,44	0,64	1,5
SB-03	2,59	64,01	5,00	2,21	0,0267	69,27%	37,93	22,76	0,97	1,0
SB-04	1,93	25,52	10,00	2,40	0,0065	71,31%	56,18	33,71	0,71	1,5
SB-05	1,79	18,09	5,00	2,24	0,0058	77,80%	55,03	33,02	0,68	1,5
SB-06	1,12	15,00	5,00	1,44	0,0069	69,83%	47,67	28,60	0,50	1,0
SB-07	1,81	25,31	0,88	1,83	0,0133	75,39%	42,11	25,26	0,72	1,0
SB-08	0,84	24,31	0,82	1,87	0,0126	63,74%	37,41	22,44	0,83	1,0
SB-09	2,96	45,08	0,82	2,85	0,0156	62,81%	49,12	29,47	0,97	1,0
SB-10	5,55	30,00	0,82	4,70	0,0062	53,97%	86,31	51,79	0,98	1,5
SB-11	0,29	100,93	0,82	1,49	0,0672	31,51%	16,37	9,82	1,52	0,5
SB-12	0,57	97,65	0,82	1,34	0,0725	34,70%	15,67	9,40	1,42	0,5
SB-13	1,38	79,01	0,82	1,13	0,0694	56,88%	25,63	15,38	0,73	0,5
SB-14	2,05	80,76	0,82	3,31	0,0242	78,34%	35,15	21,09	1,57	1,0
SB-15	1,70	66,89	0,82	1,76	0,0375	63,06%	31,57	18,94	0,93	1,0
SB-16	0,43	9,44	0,82	0,86	0,0101	87,96%	15,33	9,20	0,95	0,5
SB-17	0,08	5,00	0,82	0,58	0,0072	64,44%	15,79	9,47	0,65	0,5
SB-18	0,40	38,56	0,82	0,95	0,0397	66,24%	14,15	8,49	1,16	0,5
SB-19	0,55	100,05	0,82	1,47	0,0675	62,57%	14,48	8,69	1,69	0,5
SB-20	0,54	9,74	0,82	1,54	0,0058	82,20%	18,23	10,94	1,41	0,5
SB-21	0,92	10,22	0,82	2,29	0,0041	96,90%	47,35	28,41	0,80	1,0
SB-22	8,53	33,00	0,82	6,15	0,0052	69,55%	108,17	64,90	1,11	2,0
SB-23	4,39	5,00	0,82	4,03	0,0010	57,33%	151,26	90,76	0,43	3,0
SB-24	11,82	19,98	0,82	5,84	0,0033	73,81%	118,40	71,04	0,82	2,0
SB-25	24,64	90,19	0,82	10,32	0,0087	60,82%	111,69	67,02	1,54	2,0
Bacia Cachoeira	50,72	25,74	0,822	12,12	0,0021	67,92%	224,00	134,40	0,91	4,0

6. CARACTERIZAÇÃO HIDRÁULICA DA MACRODRENAGEM DA BACIA DO RIO CACHOEIRA

6.1 CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

A geometria do curso principal do rio Cachoeira e seus afluentes foi caracterizada utilizando a topobatimetria consolidada e apresentada no relatório R7 – Levantamento Complementar de Campo e a restituição aerofotogramétrica de 2007 (PMJ). Para possibilitar a modelagem hidráulica do sistema de drenagem foi realizado o casamento dos elementos obtidos no levantamento topográfico com a restituição aerofotogramétrica, utilizando a metodologia descrita a seguir:

- ✓ A base cartográfica fornecida pela PMJ ao Consórcio foi objeto de um tratamento com o auxílio do software SURFER. Esse tratamento consiste na geração de grades triangulares ou TIN – *Triangular Irregular Network* que são estruturas do tipo vetorial, compostas de arcos (arestas) e nós (vértices), que representam a superfície através de um conjunto de faces triangulares interligadas. Para cada um dos vértices dos triângulos, as coordenadas de localização (X,Y) e o atributo Z são armazenados, representando um valor qualquer;
- ✓ Utilizando o software POSIÇÃO (2004), os resultados dos levantamentos topográficos efetuados para cada sub-bacia foram objeto de tratamento para geração de grades triangulares ou TIN – *Triangular Irregular Network*, representando os canais da rede de macrodrenagem;
- ✓ As superfícies obtidas com os dois procesos de geração de grades triangulares foram exportadas para o software AUTOCAD CIVIL 3D (2008). Utilizando este software foi feita a união dos dois levantamentos substituindo os trechos da superfície da base cartográfica que sobrepujam a superfície do levantamento topográfico;
- ✓ No software AUTOCAD CIVIL 3D é possível criar uma superfície combinando vários tipos de objetos para garantir a precisão do modelo digital do terreno. No presente caso foram combinados os objetos denominados “3D Faces” da união da base cartográfica e do levantamento topográfico, mantendo as faces da triangulação das duas superfícies.
- ✓ No software AUTOCAD CIVIL 3D foi criado um alinhamento selecionando a polilinha do eixo do rio que foi determinada no levantamento topográfico.
- ✓ Tendo por base o alinhamento foram definidos pontos para o traçado de seções transversais com os seguintes critérios:
 - ✧ em toda inflexão horizontal do alinhamento do eixo do rio;
 - ✧ a montante dos dispositivos de drenagem;
 - ✧ a jusante dos dispositivos de drenagem;

- ✧ Em regiões onde ocorram estrangulamentos ou alargamentos pontuais;
- ✧ Todas as seções transversais têm uma distância inferior a 30 m entre si (a não ser quando um dispositivo de drenagem tenha mais de 30 m de comprimento);

Todas as seções foram definidas com extensão de 200 m a partir do eixo para cada margem.

Utilizando este processo, foram levantadas as seções transversais de cada sub-bacia, utilizando as ferramentas disponíveis no software AUTOCAD CIVIL 3D. Estas seções foram posteriormente exportadas para o programa HEC-RAS.

A Figura 6.1 apresenta um detalhe da locação dessas seções transversais e dos dispositivos de drenagem num trecho do rio Cachoeira.

O levantamento topobatimétrico também caracterizou o material constituinte das margens e do fundo do rio através da descrição dos tipos de revestimento. Essa descrição possibilitou a classificação da superfície quanto as suas características hidráulicas. Essas características estão apresentadas no Volume 2 do Relatório R7 – Levantamentos Complementares de Campo.

Em regiões urbanas, muitas vezes as várzeas são ocupadas por edificações e outras obras que interrompem o fluxo da água que naturalmente escoaria por sobre a várzea. Estes locais passam a funcionar como reservatório quando da ocorrência de cheias, em decorrência de sua inundação, sem contribuir para o escoamento da cheia para jusante. A Foto 6.1 apresenta um exemplo deste tipo de situação. O rio Morro Alto, situado ao fundo na foto, tem seu leito menor transversal à Rua Frederico Hubner. Os muros e construções ao longo da rua interceptam o escoamento, mas a inundação ocorre tanto na rua como dentro dos imóveis.

Com base nos trabalhos de campo realizados durante o levantamento topográfico e na análise das imagens de fotos aéreas (Sobrevoô de 2007) foram identificadas as regiões ribeirinhas (várzeas) onde não ocorre escoamento, para posterior consideração na modelagem hidráulica-computacional.

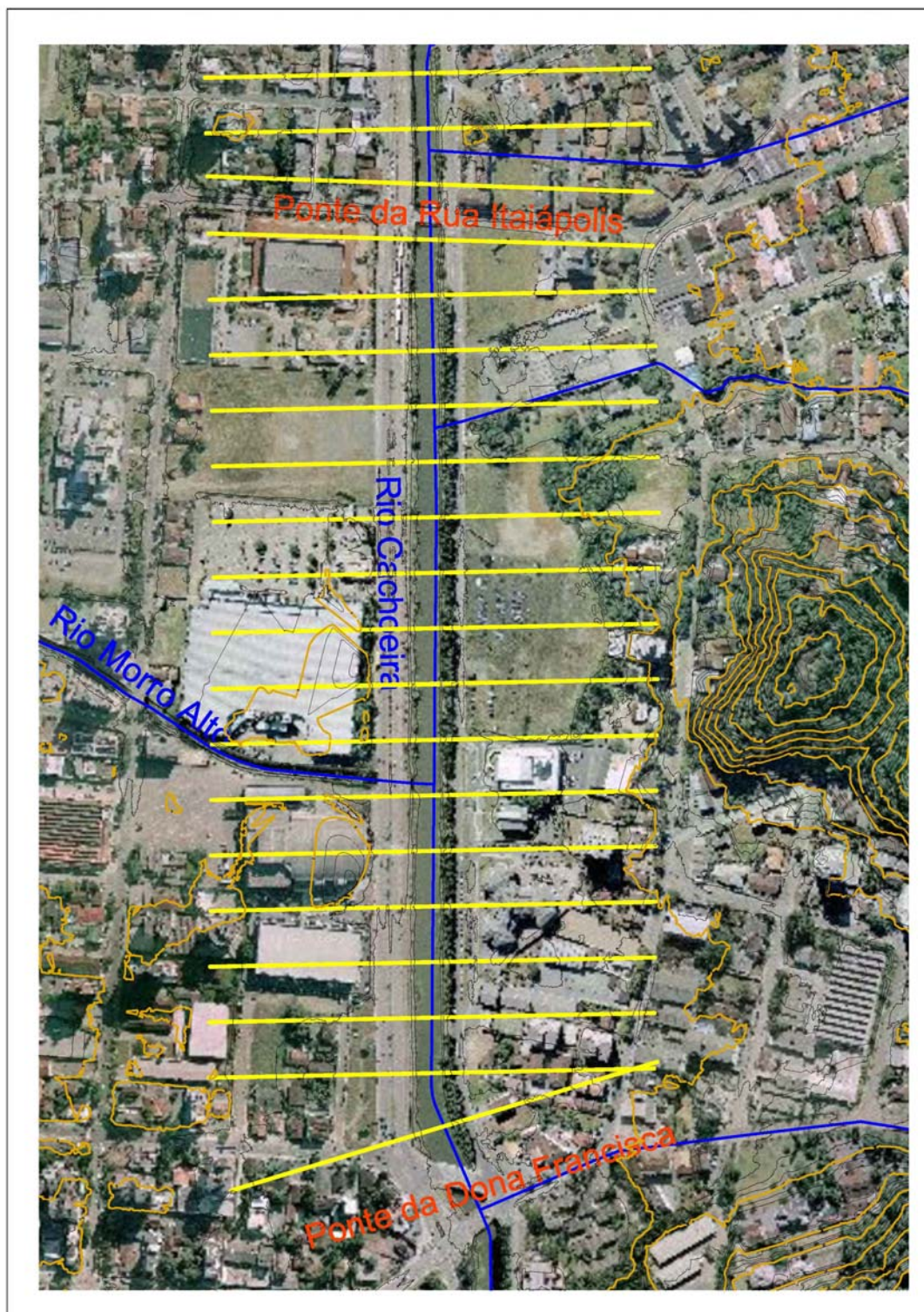


Figura 6.1 – Detalhe da localização das seções de um trecho do rio Cachoeira entre a Rua Itaiópolis e a Rua Dna. Francisca.



Foto 6.1 – Inundação no cruzamento da rua Frederico Hubner com rua Jaraguá.

6.2 DISPOSITIVOS DE DRENAGEM

Os dispositivos de drenagem são singularidades como galerias ou pontes no talvegue do rio, inseridos na rede de canais de drenagem para possibilitar a implantação de travessias e outras obras necessárias no ambiente urbano.

A caracterização geométrica desses dispositivos de drenagem foi apresentada no relatório R7 - Levantamento Complementar de Campo. O desenho 951-PMF-PDC-A0-P625 – Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira – Identificação dos Dispositivos de Drenagem (vide Anexo I) apresenta a identificação e localização dos dispositivos de drenagem existentes no rio Cachoeira e em seus afluentes.

O levantamento topobatimétrico também caracterizou o material constituinte dos dispositivos de drenagem através da descrição dos tipos de revestimentos. Essa descrição possibilitou a classificação da superfície quanto às suas características hidráulicas. Complementando a descrição dos dispositivos, o emboque e desemboque dos mesmos foram apresentados neste relatório através de uma série de fotografias tiradas durante os levantamentos.

✓ Bueiros/Galerias

São obras prismáticas, fechadas, em geral de seção constante, destinadas a dar continuidade ao escoamento nos locais em que os talvegues são interceptados por aterros de vias ou quadras.

As Fotos 6.2 e 6.3 apresentam exemplos de uma galeria tubular metálica corrugada e de uma galeria retangular em concreto, respectivamente.



Foto 6.2 – Travessia da BR101 - Galeria Tubular Metálica Corrugada.



Foto 6.3 – Rua Dona Marieta Stock - Galeria Celular de Concreto.

✓ Pontes

São obras-de-arte destinadas a vencer os talwegues formados pelos cursos d'água, com pouca ou nenhuma interferência no leito menor do rio. A Foto 6.4 apresenta um exemplo de ponte.



Foto 6.4 – Rua Dona Francisca – Ponte de Concreto.

6.3 CÁLCULO DO ESCOAMENTO NOS CANAIS

Na natureza as grandezas do escoamento em rios e canais variam continuamente tanto no tempo como ao longo de seu percurso. Para a caracterização do escoamento na rede de drenagem de Joinville nas condições do diagnóstico e prognóstico, foi selecionado o escoamento permanente gradualmente variado. Esta condição é crítica para o dimensionamento, pois desconsidera o amortecimento natural nas várzeas.

Para o cálculo do escoamento nesta condição foram utilizadas as equações da continuidade e de conservação da energia (Bernoulli), as quais são apresentadas a seguir:

$$Q = V_1 A_1 = V_2 A_2$$

$$Z_1 + Y_1 + \frac{a_1 V_1^2}{2.g} = Z_2 + Y_2 + \frac{a_2 V_2^2}{2.g} + h_e$$

Q – vazão (m³/s);

Z – cota do leito na seção de cálculo (m);

Y – profundidade na seção de cálculo (m);

V – velocidade média na seção de cálculo (m/s);

a – coeficiente de energia cinética;

g – aceleração da gravidade (m/s²);

h_e – perda de carga entre as duas seções de cálculo (m);

A – área da seção transversal (m²).

No caso de escoamento fluvial, as condições de escoamento são determinadas por uma condição de jusante, e no caso do escoamento torrencial, são determinadas por uma condição de montante. O cálculo do escoamento deve acompanhar esta condição.

O equacionamento apresentado é válido somente para escoamento gradualmente variado. Nos casos de escoamento bruscamente variado a equação de conservação de energia deve ser substituída pela equação da conservação da quantidade de movimento.

Os afluentes da bacia hidrográfica do rio Cachoeira apresentam declividades baixas, o que usualmente resulta em escoamento fluvial e gradualmente variável. No entanto, deve ser verificada a possibilidade de ocorrência de regime bruscamente variado e, caso necessário utilizar o equacionamento apropriado.

6.3.1 Perdas de Energia por Atrito

As perdas de energia decorrentes do atrito do escoamento foram calculadas utilizando a equação de Manning:

$$V = \frac{1}{n} \cdot R_h^{2/3} \cdot i^{1/2}$$

R_h – raio hidráulico (m);

n – coeficiente de rugosidade de Manning;

V – velocidade média (m/s);

i – declividade do trecho (m/m);

No Quadro 6.1 estão apresentados os valores recomendados por PORTO (2003) para vários tipos de superfície e os valores adotados pelo Consórcio para a simulação hidráulica.

Nos trechos em canal aberto, com presença de várzea ou leito maior junto às margens o escoamento foi subdividido em três porções para os quais foram definidos três coeficientes de rugosidade: canal principal, margem direita e margem esquerda.

Para obter a capacidade total de escoamento do canal foi utilizada a metodologia de soma das debitâncias dos canais parciais, dada pelas equações:

$$K = \frac{1}{n} \cdot A \cdot R_h^{2/3}$$

$$Q = \sum K_i \cdot S_f^{1/2}$$

K_i – debitância do canal i

QUADRO 6.1
COEFICIENTES DE MANNING

<i>Material / Revestimento</i>	<i>Coefficiente de Manning</i>		
	<i>Menor</i>	<i>Maior</i>	<i>Adotado</i>
Galerias Pré-moldada	0,012	0,018	0,016
Tubos de Concreto	0,012	0,016	0,016
Canais em Pedra sem Revestimento	0,017	0,030	0,020
Canais em Terra	0,017	0,030	0,030
Canais com Vegetação nos Taludes	0,030	0,040	0,035
Canais em Gabião-Manta*	0,022*	0,027*	0,026*

Fonte: (PORTO, 2003).

* Fonte: (Canholi, 2005).

6.3.2 Perda de Carga por Variação da Seção no Canal

Para calcular a perda de energia em canais abertos, decorrentes da variação da velocidade de escoamento entre duas seções, foi adotada a formulação recomendada pelo USACE no Reference Manual do HEC-RAS (2008) que considera esta perda proporcional à variação da energia cinética:

$$h = C \left| \frac{a_2 V_2^2}{2g} - \frac{a_1 V_1^2}{2g} \right|$$

h – perda de carga localizada (m);

C – Coeficiente de perda por contração ou expansão;

V – velocidade média na seção de cálculo (m/s);

a – coeficiente de energia cinética;

g – aceleração da gravidade (m²/s);

Foram utilizados os coeficientes recomendados na mesma publicação:

- ✓ coeficiente de perdas por contração do escoamento0,10
- ✓ coeficiente de perdas por expansão do escoamento0,30

6.4 CÁLCULO DO ESCOAMENTO EM DISPOSITIVOS DE DRENAGEM

Para o cálculo do escoamento em dispositivos de drenagem foram consideradas as condições de escoamento em cada situação. Foi adotada a formulação e coeficientes recomendada pelo USACE no Reference Manual do HEC-RAS (2008).

Para o cálculo foram adotadas as seguintes metodologias:

- ✓ Escoamento em canais

Nos casos de pontes e galerias, em que a seção no dispositivo de drenagem apresenta pequena variação com relação à seção dos canais afluentes e defluentes e o escoamento não sofre interferência do teto do dispositivo, o cálculo foi realizado como canal, obtendo as perdas por atrito pela equação de Manning e as perdas localizadas conforme indicado anteriormente.

Os pilares das pontes foram considerados nos estudos, pois representam obstruções ao escoamento.

- ✓ Escoamento em Bueiros e Galerias

Nos casos de bueiros e galerias que apresentam uma redução significativa da seção de escoamento quando comparados com os canais a montante e a jusante foi utilizado equacionamento que considera:

- ✓ cálculo das perdas por atrito no interior da galeria utilizando a equação de Manning, considerando o escoamento livre ou em pressão;
- ✓ cálculo de perdas localizadas na entrada do dispositivo utilizando a fórmula:

$$h_{en} = k_{en} \frac{V_{en}^2}{2g}$$

h_{en} – perda de carga na entrada (m);

k_{en} – coeficiente de perda na entrada;

V_{en} – velocidade média do escoamento na entrada do dispositivo (m/s);

g – aceleração da gravidade (m/s²);

Para o coeficiente de perdas na entrada foi adotado o valor de 0,50 ("square cut end of pipe").

- ✓ cálculo de perdas localizadas na saída do dispositivo considerando a perda total da variação de energia cinética, ou seja:

$$h_{ex} = k_{ex} \left(\frac{a_{ex} V_{ex}^2}{2g} - \frac{a_2 V_2^2}{2g} \right)$$

h_{ex} – perda de carga na saída (m);

k_{ex} – coeficiente de perda na saída. Adotado = 1 (perda total da variação de energia);

V_{ex} – velocidade média do escoamento na saída do dispositivo (m/s);

V_2 – velocidade média do escoamento na seção a jusante do dispositivo (m/s);

a_{ex} – coeficiente de energia cinética na saída do dispositivo;

a_2 – coeficiente de energia cinética na seção a jusante do dispositivo;

g – aceleração da gravidade (m/s²);

- ✓ Escoamento em Orifícios

Nos casos em que o dispositivo de drenagem tem seção transversal com dimensões da mesma ordem de grandeza ou inferiores à sua extensão (por exemplo nas pontes), para o escoamento em pressão foi considerado o equacionamento de escoamento em orifício como:

$$Q = C_o A \sqrt{2gH}$$

Q – vazão (m³/s);

C_o – coeficiente de descarga do orifício;

A – área do orifício (m²);

H – carga hidráulica (m);

g – aceleração da gravidade (m/s²);

Para o coeficiente de descarga do orifício foi adotado o valor de 0,80.

- ✓ Extravasamento sobre a Estrutura

O extravasamento por sobre as estruturas de travessia que contém os dispositivos de drenagem podem ocorrer em duas situações: por afogamento pelo escoamento a jusante e por falta de capacidade do dispositivo de drenagem.

No primeiro caso o cálculo do escoamento é efetuado normalmente, utilizando a equação de Manning, dando continuidade aos cálculos do tramo a jusante da estrutura.

No caso do extravasamento ocorrer por falta de capacidade do dispositivo de controle, a obra de travessia passa a funcionar como soleira vertente e o cálculo do escoamento é efetuado utilizando a fórmula de vertedouros:

$$Q = C_v L H^{3/2}$$

Q – vazão (m³/s);

C_v – coeficiente de descarga do vertedor;

L – largura da soleira vertente (m);

H – carga hidráulica sobre a soleira (m);

Para o coeficiente de descarga do vertedouro foi adotado o coeficiente de 1,40.

7. MODELAGEM COMPUTACIONAL

Para a modelagem computacional da bacia do rio Cachoeira e suas sub-bacias foram escolhidos os programas computacionais desenvolvidos pelo USACE (United States Army Corps of Engineers):

- ✓ HEC-HMS – Hydrologic Engineering Center - Hydrologic Modeling System
- ✓ HEC -RAS – Hydrologic Engineering Center - River Analysis System

A seleção destes programas computacionais decorreu da credibilidade que os mesmos tem no meio técnico para representação dos fenômenos hidrológicos e hidráulicos envolvidos, aliada ao fato de serem programas de domínio público.

7.1 MODELAGEM COMPUTACIONAL HIDROLÓGICA

A modelagem computacional do processo de transformação chuva vazão foi realizada utilizando o programa HEC-HMS em sua versão 3.4 de Agosto de 2009. O programa HEC-HMS simula os processos de transformação chuva vazão e de encaminhamento (“routing”) das vazões nos elementos hidrológicos que compõem uma bacia.

O programa HEC-HMS inclui vários modelos matemáticos para representação dos fenômenos que ocorrem em uma bacia hidrográfica. Entre estes está incluído o método do hidrograma unitário do SCS, definido anteriormente para representação da transformação chuva vazão no presente estudo.

Para representar o encaminhamento das vazões na calha do rio foi selecionado o método de Muskingum-Cunge.

O programa HEC-HMS utiliza os seguintes elementos hidrológicos para a representação de uma bacia hidrográfica que serão utilizados na modelagem da bacia do rio Cachoeira:

✓ Sub-bacia – SB-XX

O elemento sub-bacia representa a bacia de drenagem física. Dada uma precipitação, a vazão efluente da bacia é calculada subtraindo as perdas na precipitação e transformando o excesso de precipitação em vazões efluentes da sub-bacia, às quais são adicionadas as vazões de base. Na modelagem computacional serão denominadas pela sigla SB seguida da identificação numérica da sub-bacia, conforme apresentado no item 5.1.

Para cada sub-bacia devem ser fornecidos os seguintes parâmetros de cálculo: área de drenagem, método de transformação (Hidrográfica Unitária do SCS), “time-lag”, método do cálculo de perdas (SCS Curve Number), CN e porcentagem da área com cobertura impermeável.

✓ Trecho - P-XX

O elemento trecho é utilizado para o encaminhamento de vazões para jusante na modelagem da bacia. As vazões afluentes na extremidade montante de cada trecho são encaminhadas para jusante considerando os efeitos de translação e atenuação.

Para cada trecho devem ser fornecidos os seguintes parâmetros de cálculo: método de encaminhamento (Muskingum-Cunge), comprimento do canal, declividade do trecho, dimensões transversais características e coeficiente de rugosidade de Manning.

Na modelagem computacional os trechos estão denominados com a sigla P e são numerados de montante para jusante em cada sub-bacia.

✓ Junção – J-XX

As junções são utilizadas para conectar vários elementos hidrológicos a montante com um único a jusante. Seu uso não é obrigatório, mas facilitam a análise da composição de vazões nos pontos de confluência.

Na modelagem computacional as junções estão denominadas com a sigla J e são numeradas de montante para jusante em cada sub-bacia.

✓ Reservatório – R-XX

Os reservatórios são elementos hidrológicos utilizados para simular os efeitos de atenuação de picos de cheia em bacias de detenção, cujo emprego venha a ser avaliado para utilização na bacia do rio Cachoeira.

Na modelagem computacional os reservatórios estão denominados com a letra R e são numerados sequencialmente conforme a utilização.

A Figura 7.1 apresenta um exemplo de um diagrama topológico parcial de uma bacia.

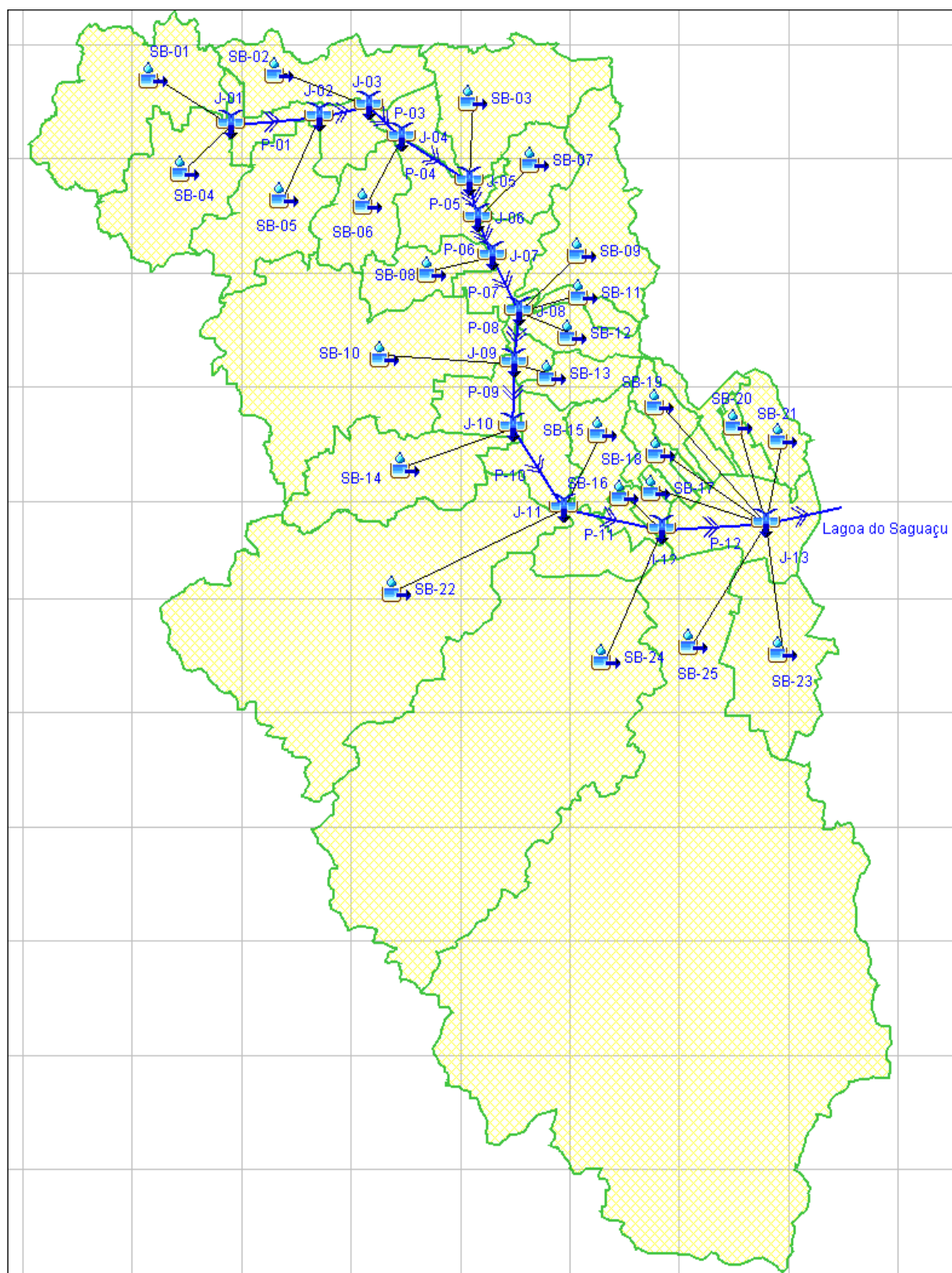


Figura 7.1 – Exemplo de Diagrama Topológico de Bacia.

O passo de simulação adotado foi de 2 minutos.

7.2 *MODELAGEM HIDRÁULICA COMPUTACIONAL*

A modelagem computacional do comportamento do escoamento da cheia nos rios foi realizada utilizando o programa HEC-RAS em sua versão 4.0 de Março 2008. O programa HEC-RAS simula os processos de escoamento das vazões que afluem ao rio.

O programa HEC-RAS inclui vários modelos matemáticos para representação dos fenômenos que ocorrem no escoamento em rios, canais e estruturas hidráulicas. Entre estes está incluído o método de escoamento em regime permanente que utiliza a equação da continuidade e da conservação de energia, definida anteriormente para representação do comportamento do escoamento no presente estudo.

Para representar o comportamento hidráulico dos rios da bacia do rio Cachoeira foi selecionado o método de escoamento em regime permanente gradualmente variado.

O programa HEC-RAS utiliza os seguintes elementos para a representação do leito do rio e caracterização das vazões afluentes que serão utilizados na modelagem da bacia do rio Cachoeira:

✓ Geometria do Rio

A geometria do rio apresenta as características físicas do leito principal e suas várzeas. Para a caracterização desse elemento faz-se uso das seções transversais e dos dispositivos de drenagem no modelo computacional.

A Figura 7.2 apresenta o diagrama topológico no modelo computacional.

✓ Seção Transversal

A seção transversal caracteriza o leito do rio através dos elementos geométricos mencionados no item 6. Na modelagem computacional serão denominadas através de algarismos arábicos em ordem decrescente de montante para jusante.

Para cada seção devem ser fornecidos os seguintes parâmetros: perfil transversal, coeficiente de rugosidade das margens e do fundo, distância à seção de jusante, coeficientes de contração/expansão e área onde não ocorre escoamento (“ineffective flow area”).

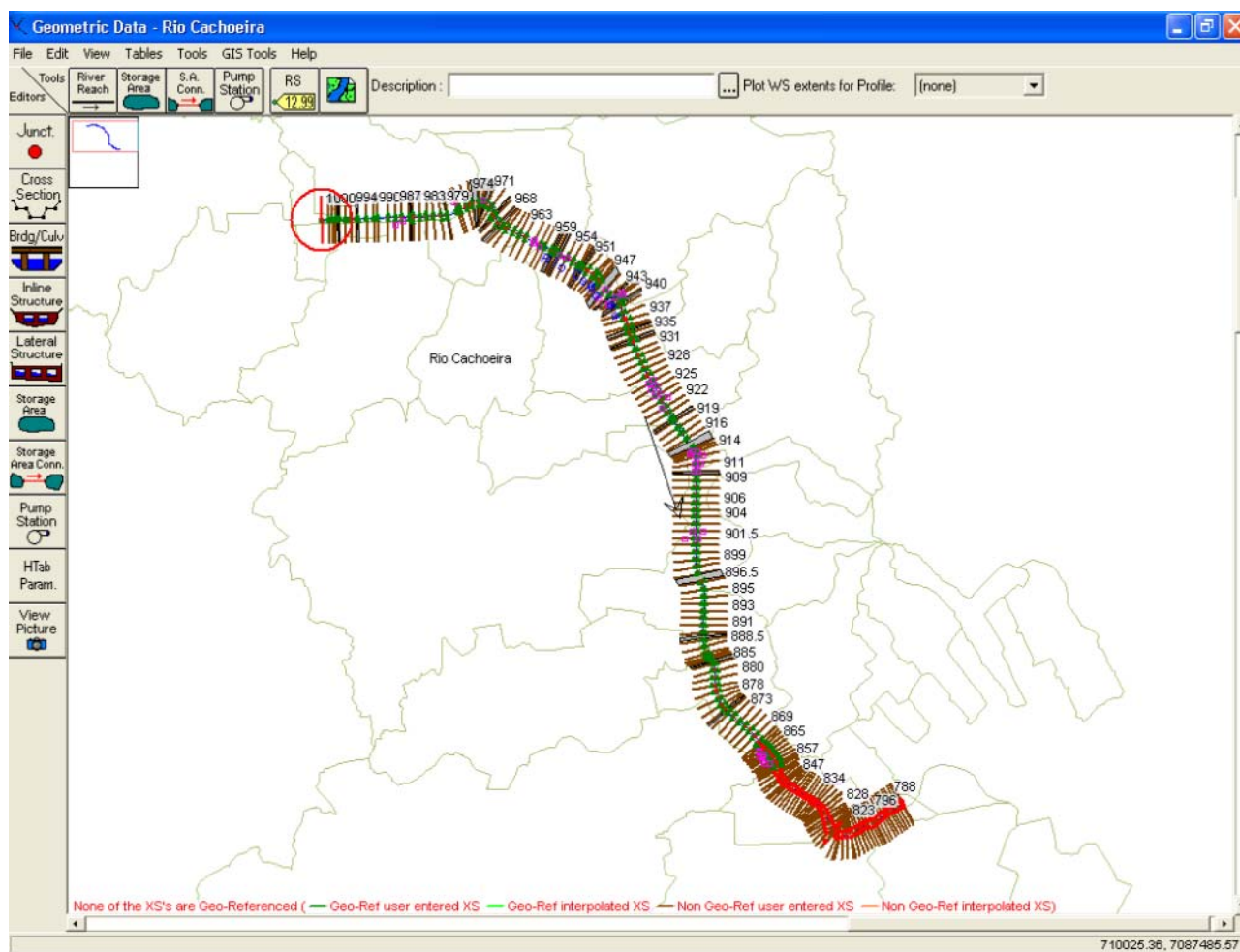


Figura 7.2 – Diagrama Topológico da Bacia no Modelo Hidráulico.

A Figura 7.3 apresenta a caracterização de uma seção transversal no modelo computacional.

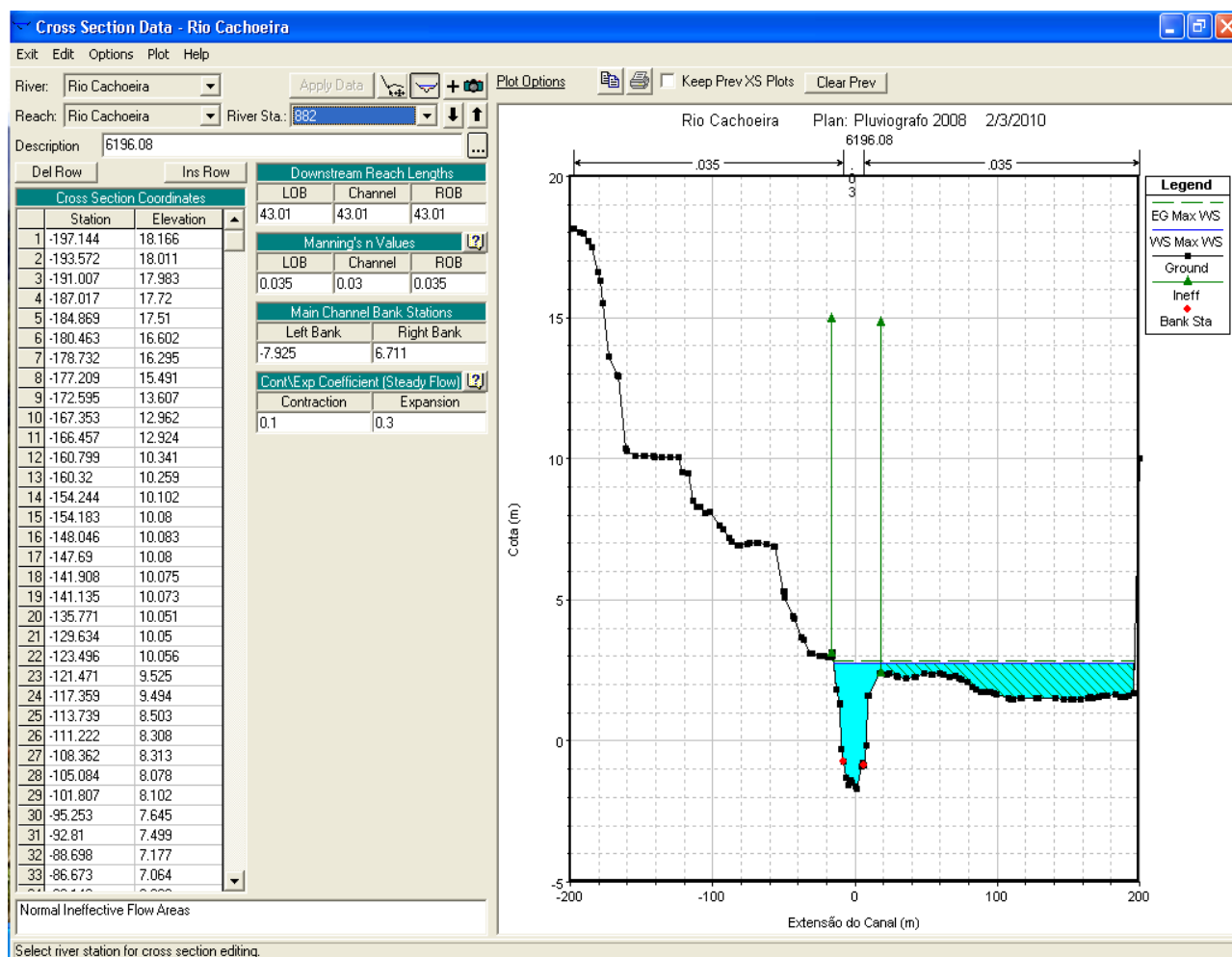


Figura 7.3 – Caracterização da Seção Transversal do rio Cachoeira – HEC-RAS.

✓ Dispositivos de Drenagem

✧ Pontes

As pontes são dispositivos transversais presentes ao longo dos rios que apresentam menor interferência nas travessias dos rios. Não apresentam perdas de carga significativa na entrada e saída. Seus elementos geométricos são caracterizados conforme mencionado no item 6.2. Na modelagem computacional serão denominadas através de algarismos arábicos em ordem decrescente de montante para jusante.

Para cada ponte devem ser fornecidos os seguintes elementos: seção transversal, extensão, cotas do tabuleiro e elementos geométricos de pilares, caso existirem.

✧ Galerias

As galerias são dispositivos transversais que apresentam perdas significativas por atrito ao longo do seu conduto, na entrada e na saída. Seus elementos geométricos são caracterizados conforme mencionado no item 6.2. Na modelagem computacional serão denominadas através de algarismos arábicos em ordem decrescente de montante para jusante, assim como as pontes.

Para cada galeria devem ser informados os seguintes elementos: seção transversal, extensão, cota de fundo de montante e jusante, coeficiente de rugosidade, coeficiente de perda de carga na entrada e na saída e características da plataforma ("deck").

A Figura 7.4 apresenta a caracterização de uma galeria no modelo computacional.

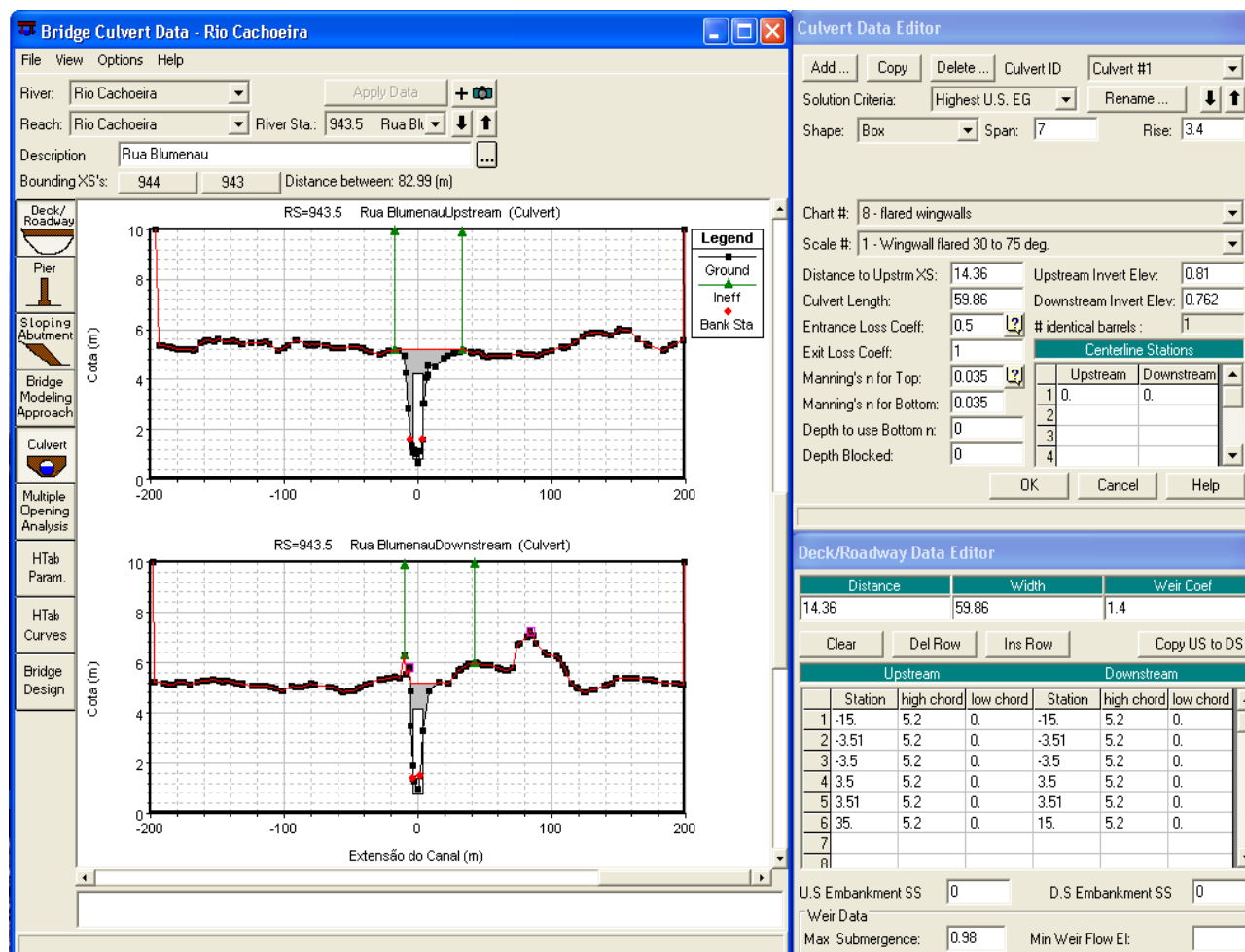


Figura 7.4 – Caracterização do Dispositivo de Drenagem em Galeria do rio Cachoeira – HEC-RAS.

✓ Vazões de Pico

Para simulação em regime permanente, ou seja, vazão constante ao longo do tempo foram adotadas as vazões de pico constantes ao longo dos trechos compreendidos entre duas junção do modelo hidrológico.

✓ Condições de Contorno

Os rios da bacia hidrográfica do rio Cachoeira apresentam escoamento em regime fluvial. Conforme mencionado no item 6.2, rios com escoamentos em regime fluvial necessitam de uma condição de contorno a jusante para determinação dos níveis da água.

Nas sub-bacias que não sofrem influência da maré as simulações hidráulicas foram realizadas estabelecendo como condição de contorno na sua foz o nível correspondente ao limite sem inundação no rio Cachoeira. Esse nível foi adotado com o intuito de avaliar o comportamento hidráulico da sub-bacia sem considerar os efeitos das cheias causadas pelo rio Cachoeira.

Nas sub-bacias que sofrem influência da maré as simulações hidráulicas foram realizadas estabelecendo como condição de contorno da sua foz o nível de 1,60 conforme apresentado no item 3.7.

Para as simulações no modelo computacional foram informados os níveis da água na seção de jusante para cada rio. Esses níveis servem como condição de contorno para determinação do comportamento do escoamento ao longo do rio.

8. AFERIÇÃO DA MODELAGEM

8.1 SELEÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO EVENTO

Para aferição do modelo utilizado na simulação hidrológica e hidráulica no Rio Cachoeira foi selecionado o evento chuvoso ocorrido no mês de novembro de 2008.

As enchentes de 2008 ocorreram após um período de grandes chuvas durante o mês de novembro de 2008, afetando em torno de 60 cidades e mais de 1,5 milhões de pessoas no estado de Santa Catarina. O total precipitado no mês de novembro de 2008 do posto 2648036 JOINVILLE - UNIVILLE foi de 974,3 mm.

O evento chuvoso que ocorreu em Joinville foi registrado nas estações pluviométricas localizadas na Estação Ferroviária (2648014) e na UNIVILLE (2648036). O Quadro 8.1 e a Figura 8.1 apresentam os totais diários precipitados na semana que ocorreu o evento.

QUADRO 8.1
PRECIPITAÇÕES TOTAIS DIÁRIAS NO EVENTO DE NOVEMBRO DE 2008

	17/11/2008	18/11/2008	19/11/2008	20/11/2008	21/11/2008	22/11/2008	23/11/2008
2648014 – Estação RVPSC	3,5	5,0	9,0	20,0	85,7	172,0	35,0
Estação da Univille	9,2	3,9	1,4	102,7	72,4	99,0	232,1

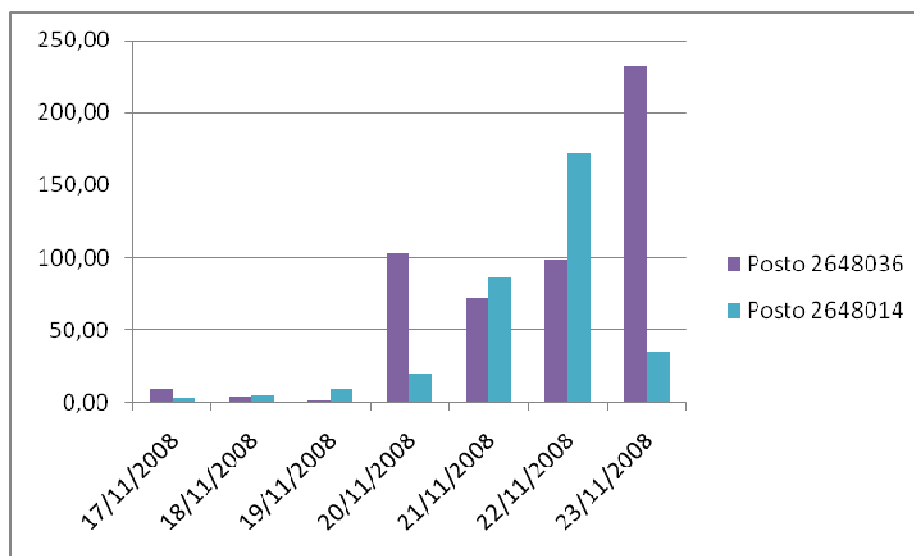


Figura 8.1 – Precipitações Totais Diárias no Evento de Novembro de 2008.

Conforme pode ser observado no Quadro 8.1 e na Figura 8.1 o posto pluviométrico JOINVILLE (RVPSC) (2648014), localizado na área urbana de Joinville e na parte central da bacia do rio Cachoeira, apresenta um incremento gradual das precipitações na semana do evento de 2008, registrando um pico de precipitação na leitura do dia 22/11/2008. O posto JOINVILLE - UNIVILLE (2648036), localizado também na área urbana de Joinville, porém fora da bacia do rio Cachoeira e próximo ao limite norte da mesma (desenho 951-PMJ-PDC-A1-P027), registra um primeiro pico de precipitação no dia 20 de novembro, precipitações intensas nos dias 21 e 22 e o máximo registrado de precipitação no dia 23 de novembro, superior ao registrado pelo posto da JOINVILLE (RVPSC) no dia anterior.

Foram analisados os dados de precipitação dos postos pluviométricos situados nas imediações, para avaliar as diferenças apontadas. A Figura 8.2 apresenta os totais diários precipitados nesses postos na semana do evento de 2008.

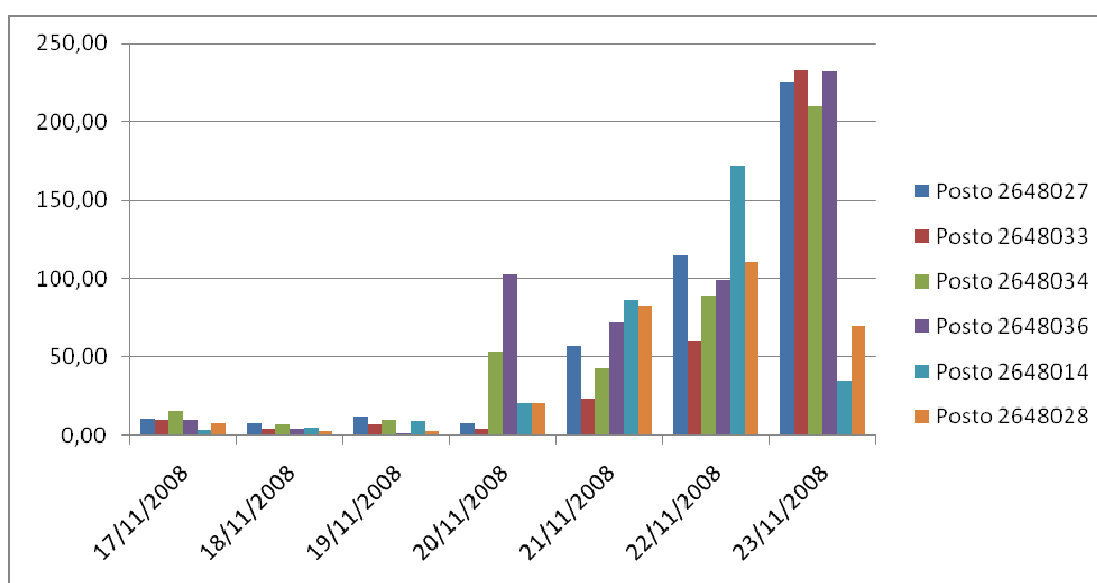
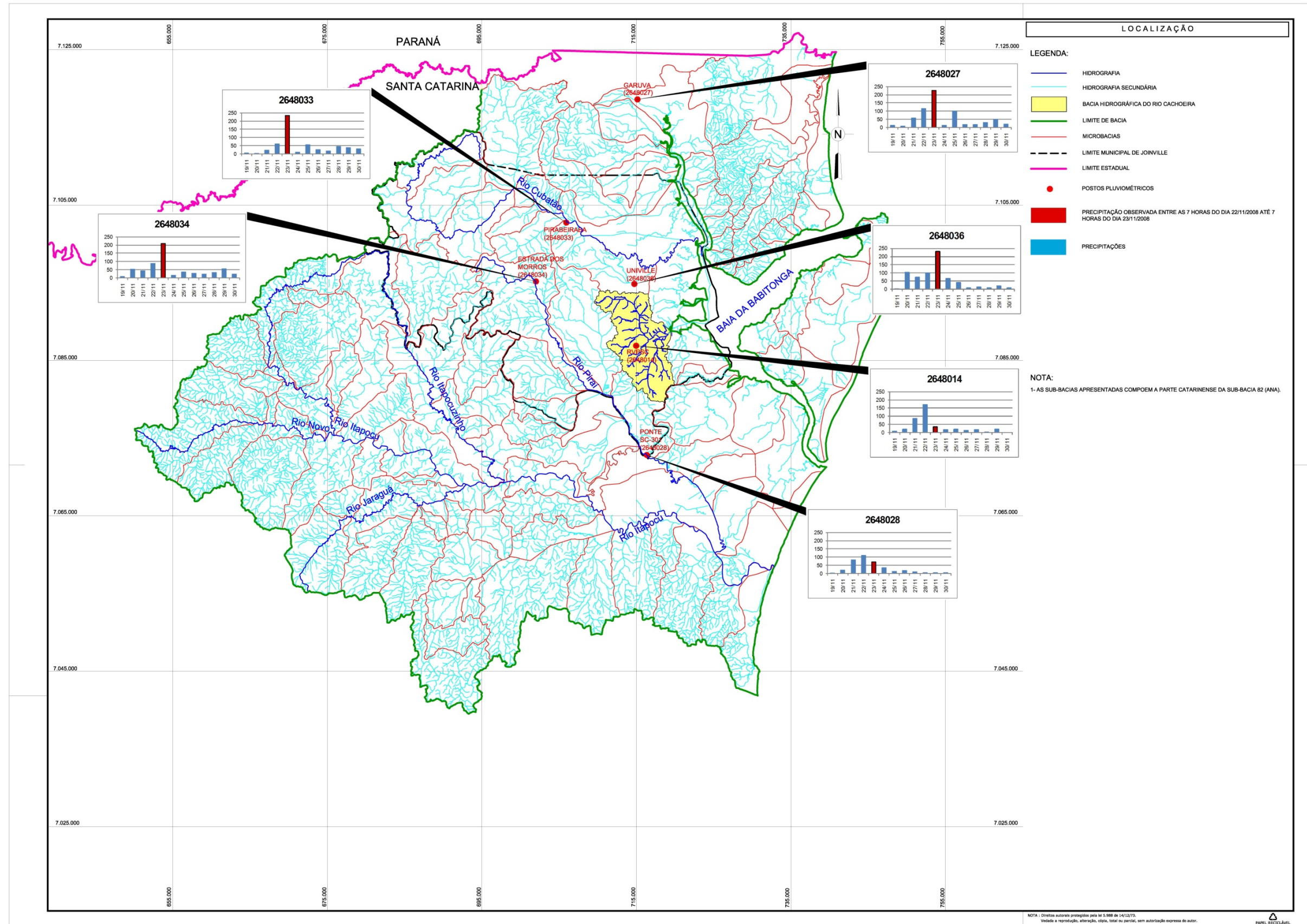


Figura 8.2 – Totais precipitados na região de Joinville na semana do evento de 2008.

Conforme pode ser observado na Figura 8.2, o posto pluviométrico PONTE SC-301 (2648028) tem comportamento semelhante ao posto JOINVILLE (RVPSC) (2648014), registrando incremento da precipitação até o máximo no dia 22 e com decréscimo no registro do dia 23. Para os demais postos percebe-se um incremento no total precipitado até o máximo registrado no dia 23, com exceção do pico inicial registrado somente nos postos ESTRADA DOS MORROS (2648034) e JOINVILLE - UINVILLE (2648036). A Figura 8.3 apresenta a localização desses postos em relação à bacia do rio Cachoeira e os respectivos totais diários de precipitação. Conforme pode ser observado na Figura 8.3 o posto PONTE SC-301 (2648028) situa-se ao sul da bacia do rio Cachoeira, enquanto os demais situam-se ao norte da bacia do rio Cachoeira, indicando um comportamento diferenciado entre as duas regiões e confirmando as diferenças observadas no Quadro 8.1.

No município de Joinville foram observados eventos extremos no dia 22 de novembro de 2008 onde ocorreram inúmeros pontos de inundação no município, incluindo a bacia do Rio Cachoeira. Esses eventos de inundação foram registrados pela PMJ e pela Defesa Civil. As Figuras 8.4 e 8.5 apresentam os resultados desse registro fornecidos pela PMJ ao Consórcio. Na Figura 8.4 está também apresentada a localização das Fotos 8.1 a 8.24 que registram aspectos da inundação no dia 22 de Novembro. Na legenda de cada foto está indicada a cota máxima do NA no local, conforme apurada pela PMJ e pelo Consórcio em levantamento realizado após o evento. O NA real por ocasião da tomada da foto é desconhecido.

Durante a realização das reuniões com os representantes da sociedade civil e com a população, no âmbito do presente trabalho, foram realizadas consultas verbais sobre os limites dos trechos inundados durante a cheia, com o que o Consórcio ajustou e corrigiu os limites anteriormente definidos, resultando no mapa de inundação apresentado na Figura 8.6.



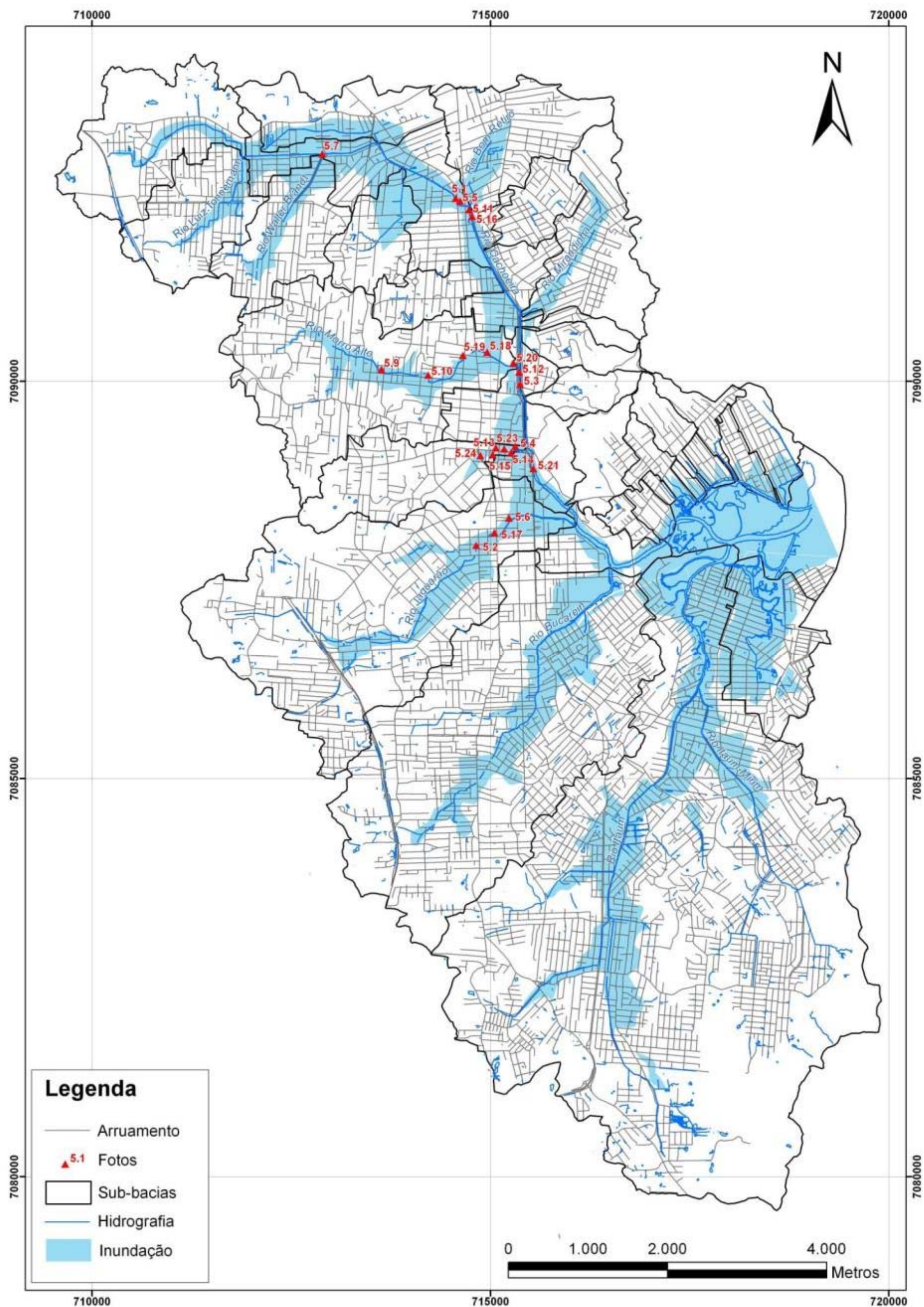


Figura 8.4 – Mapa de Inundação 22/11/2008 – Elaborado pela Defesa Civil – Indicação das Fotos Apresentadas.

Plano Diretor de Drenagem Urbana – PDDU – da Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira no Município de Joinville
R3 – Formulação de Cenários, Diagnóstico e Prognóstico - Volume 2

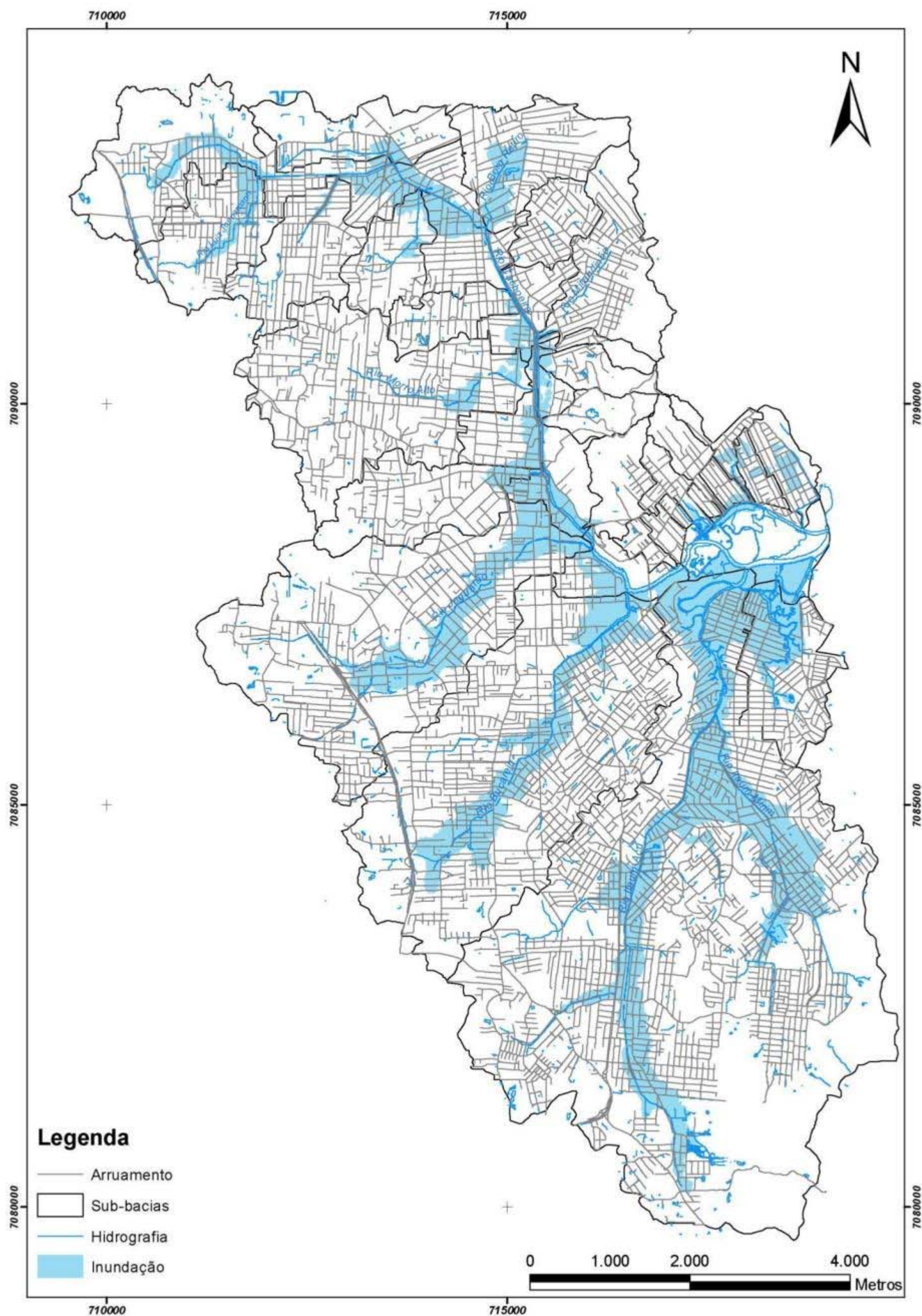


Figura 8.6 – Mapa de Inundação 22/11/2008 – Elaborado pelo Consórcio.



Foto 8.1 – Cruzamento da Rua Almirante Jaceguay com a Rua Blumenau – Cota Máxima de Inundação: 5,30 m.



Foto 8.2 – Cruzamento da Rua Eugênio Moreira com a Rua Paraná - Cota Máxima de Inundação: 3,76 m.



Foto 8.3 – Cruzamento da Avenida Beira Rio com a Rua Max Colin – Cota Máxima de Inundação: 2,51 m.



Foto 8.4 – Cruzamento da Rua Nove de Março com a Rua Dr. João Colin – Cota Máxima de Inundação: 3,15 m.



Foto 8.5 – Cruzamento da Rua Dr. João Colin com a Rua Dona Francisca – Cota Máxima de Inundação: 5,26 m.



Foto 8.6 – Cruzamento da Avenida Getulio Vargas com a Rua Plácido Gomes – Cota Máxima de Inundação: 3,24 m.



Foto 8.7 – Rua Vice-Prefeito Luís Carlos Garcia – Pontilhão próximo ao Colégio Giovani Faraco - Cota Máxima de Inundação: 7,43 m.



Foto 8.8 – Rua Jaraguá – Bairro América - Cota Máxima de Inundação: 2,65 m.



Foto 8.9 – Rua Alceu Koentopp – Bairro América - Cota Máxima de Inundação: 6,75 m.



Foto 8.10 – Rua Timbó – Bairro América - Cota Máxima de Inundação: 5,31 m.



Foto 8.11 – Rua Blumenau – Terminal Norte - Cota Máxima de Inundação: 5,30 m.



Foto 8.12 – Rua Dona Francisca – Museu do Sambaqui - Cota Máxima de Inundação: 3,38 m.



Foto 8.13 – Rua do Príncipe – Centro - Cota Máxima de Inundação: 2,49 m.



Foto 8.14 – Cruzamento da Rua do Príncipe com a Rua XV de Novembro - Cota Máxima de Inundação: 2,49 m.



Foto 8.15 – Cruzamento da Rua do Príncipe com a Rua Nove de Março - Cota Máxima de Inundação: 2,49 m.



Foto 8.16 – Cruzamento da Rua João Colin com a Rua Prudente de Moraes - Cota Máxima de Inundação: 4,96 m.



Foto 8.17 – Cruzamento da Rua Plácido de Oliveira com a Avenida Getulio Vargas – Cota Máxima de Inundação: 3,28 m.



Foto 8.18 – Rua Frederico Hubner – Cota Máxima de Inundação: 4,67 m.



Foto 8.19 – Cruzamento da Rua Frederico Hubner com a Rua Jaraguá – Cota Máxima de Inundação: 4,65 m.



Foto 8.20 – Rua Orestes Guimarães – Proximidades do Hipermercado BIG - Cota Máxima de Inundação: 3,27 m.



Foto 8.21 – Praça do Mercado Público - Cota Máxima de Inundação: 2,33 m.



Foto 8.22 – Rua Princesa Isabel – Centro - Cota Máxima de Inundação: 2,26 m.



Foto 8.23 – Rua Engenheiro Niemeyer – Frente ao Shopping Mueller - Cota Máxima de Inundação: 3,25 m.



Foto 8.24 – Terminal de Ônibus Urbano - Centro - Cota Máxima de Inundação: 2,57 m.

8.2 SIMULAÇÃO HIDROLÓGICA

8.2.1 Modelagem Computacional

O processo de transformação da chuva em escoamento superficial foi feito através do modelo computacional HEC-HMS (HEC-HMS 2008), utilizando o hidrograma unitário sintético sugerido pelo SCS.

A precipitação de simulação utilizada foi apresentada no Quadro 2.6 e ilustrada na Figura 8.7, correspondendo ao evento ocorrido no dia 22 de novembro de 2008 com duração de 30 horas e registrado no posto pluviométrico JOINVILLE – UNIVILLE (2648036). A precipitação excedente foi calculada através do método do número da curva do SCS, utilizando o valor de CN permeável apresentado no Quadro 4.4 e do percentual de área impermeável na situação atual apresentada no Quadro 4.5.

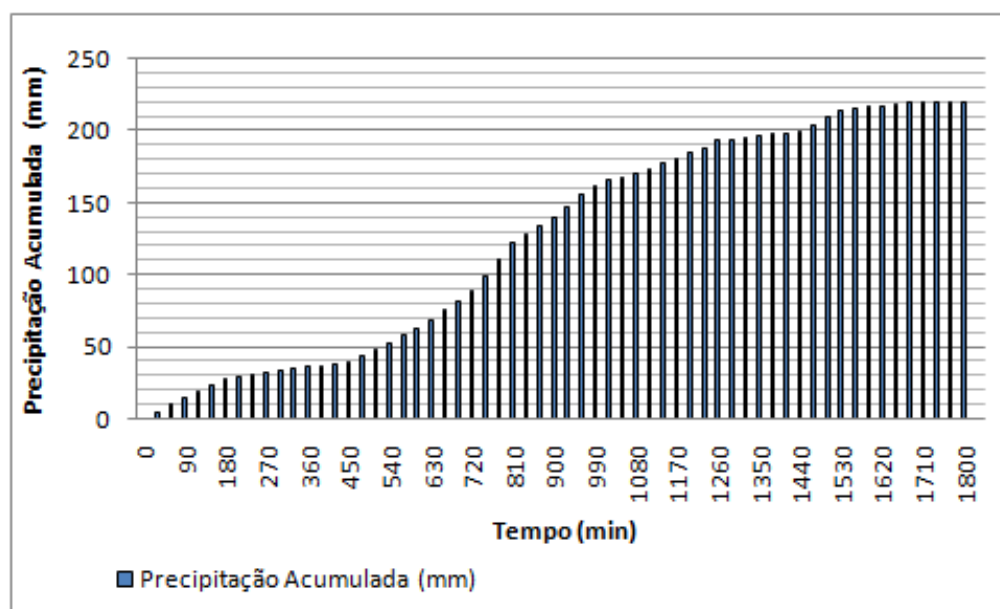


Figura 8.7 – Precipitação acumulada do evento de Novembro de 2008.

As áreas de drenagem das sub-bacias do rio Cachoeira e os tempos de concentração foram avaliados e apresentados no Quadro 4.6. A Figura 8.8 apresenta o diagrama topológico da bacia do rio Cachoeira incluindo as sub-bacias e os pontos de junção utilizados para a simulação hidrológica. A junção J-10 representa o ponto de confluência da sub-bacia do rio Mathias a montante da rua Nove de Março no centro da cidade. A junção J-12 representa a seção da bacia até a Ponte dos Trabalhadores local onde a área de drenagem é de 50,72 km². Já a junção J-13 engloba também as sub-bacias que contribuem diretamente ao estuário e representa a seção do exutório de toda a bacia do rio cachoeira na Lagoa do Saguau com área de drenagem de aproximadamente 82 km².

O Quadro 8.2 apresenta a localização na cidade de Joinville dos pontos de junção, para possibilitar uma melhor visualização espacial da modelagem.

QUADRO 8.2
BACIA RIO CACHOEIRA – LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE JUNÇÃO

<i>Junção</i>	<i>Localização Hidrológica</i>	<i>Localização Geográfica</i>
J-01	Ligação do Afluente Nascente do Rio Cachoeira e Afluente Luiz Tonnemann ao Rio Principal. No exutório das sub-bacias 01-CA-NC e 04-CA-LT	Próximo a rua Afonso Baumer.
J-02	Ligação do Afluente Walter Brandt ao Rio Principal. No exutório das sub-bacia 05-CA-WB	Rua Hermann Lange.
J-03	Ligação do Afluente Leito Antigo ao Rio Principal. No exutório da sub-bacia 02-CA-LA	Próximo ao cruzamento da rua Marquês de Olinda com a rua Vice-Prefeito Luiz Carlos Garcia.
J-04	Ligação do Afluente Alvino Vohl ao Rio Principal. No exutório da sub-bacia 06-CA-AV	Próximo ao final da rua Guilherme Berner.
J-05	Ligação do Afluente Bom Retiro ao Rio Principal. No exutório da sub-bacia 03-CA-BR	Rua Maceió, próximo a rua Dona Francisca.
J-06	Ligação do Afluente Canal da Rua Aracajú. No exutório da sub-bacia 07-CA-AM	Rua Aracajú.
J-07	Ligação do Afluente Canal da Rua Salvador. Exutório da sub-bacia 08-CA-CS	Rua Marconi.
J-08	Ligação dos Afluentes Mirandinha, Água Marinha e Parque de France. No exutório das sub-bacias 09-CA-MI, 11-CA-AM e 12-CA-PF	Rua Beira Rio, próximo a rua Capinzal.
J-09	Ligação dos Afluentes Morro Alto e Lagoa Saguacu. No exutório das sub-bacias 10-CA-MA e 13-CA-LS	Avenida José Vieira, próximo ao Hipermercado Big.
J-10	Ligação do Afluente Mathias ao Rio Principal. Exutório das sub-bacias 14-CA-MT	Final da rua Gustavo Grossembacher.
J-11	Ligação dos Afluentes Busche e Lepper e Rio Jaguarão ao Rio Principal. No exutório das sub-bacias 15-CA-BL e 22-CA-JA	Próximo a esquina da rua Doutor Plácido Olímpio de Oliveira com a rua Porto Belo.
J-12	Ligação dos Afluentes Unidade de Obras e Rio Bucarein. No exutório da sub-bacia 16-CA-UO e 24-CA-BU	Final da rua Doutor Emílio Petry.
J-13	Ligação dos Afluentes Vick, Ponta Grossa, Rua Pedro Alvares Cabral Matilde Amim, Noruega, Rio Bupeva e Rio Itaum-açu ao Rio Principal. No exutório da sub-bacia 17-CA-VI, 18-CA-PG, 19-CA-PE, 20-CA-MD, 21-CA-NO, 23-CA-BU e 25-CA-IA	Foz com a Lagoa do Saguacu.

O passo de simulação adotado para a simulação hidrológica foi de 2 minutos.

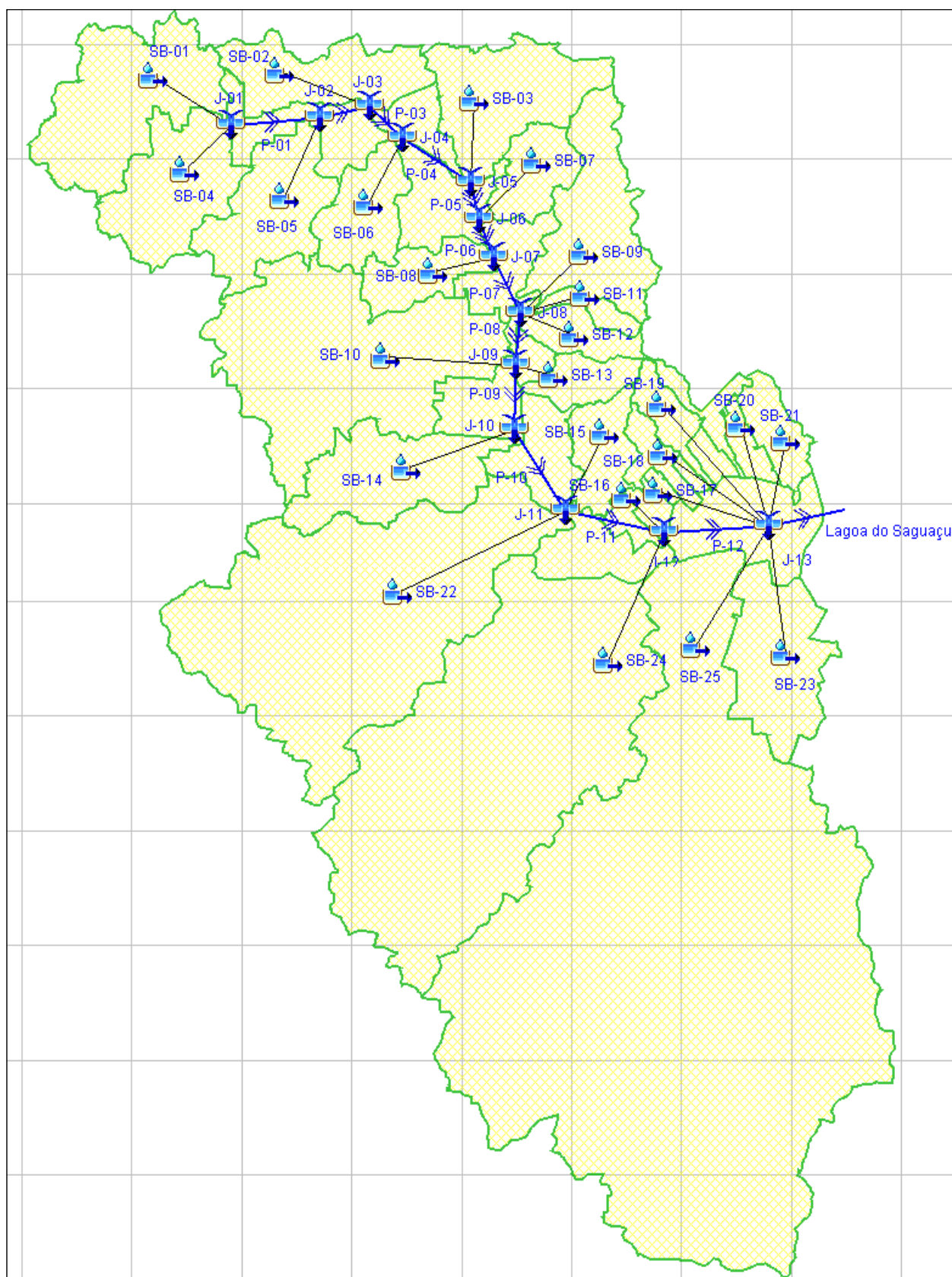


Figura 8.8 – Diagrama Topológico da Bacia no Modelo Hidrológico.

8.2.2 Resultados Obtidos

Em cada junção do modelo topológico foi obtido o valor total da contribuição afluyente ao rio Cachoeira. Os hidrogramas afluentes dessas contribuições, ou seja, do conjunto das sub-bacias conectadas em cada junção, obtidos nas simulações do processo chuva-vazão estão apresentados nas Figuras 8.9 a 8.21. Esses hidrogramas são compostos pelas vazões dos hidrogramas efluentes das sub-bacias afluentes em cada seção do rio Cachoeira, conforme indicado nas Figuras 8.9 a 8.21, servindo de base para a simulação hidráulica do curso principal do rio Cachoeira. As seções indicadas nas figuras são apresentadas com a nomenclatura adotada no modelo hidráulico.

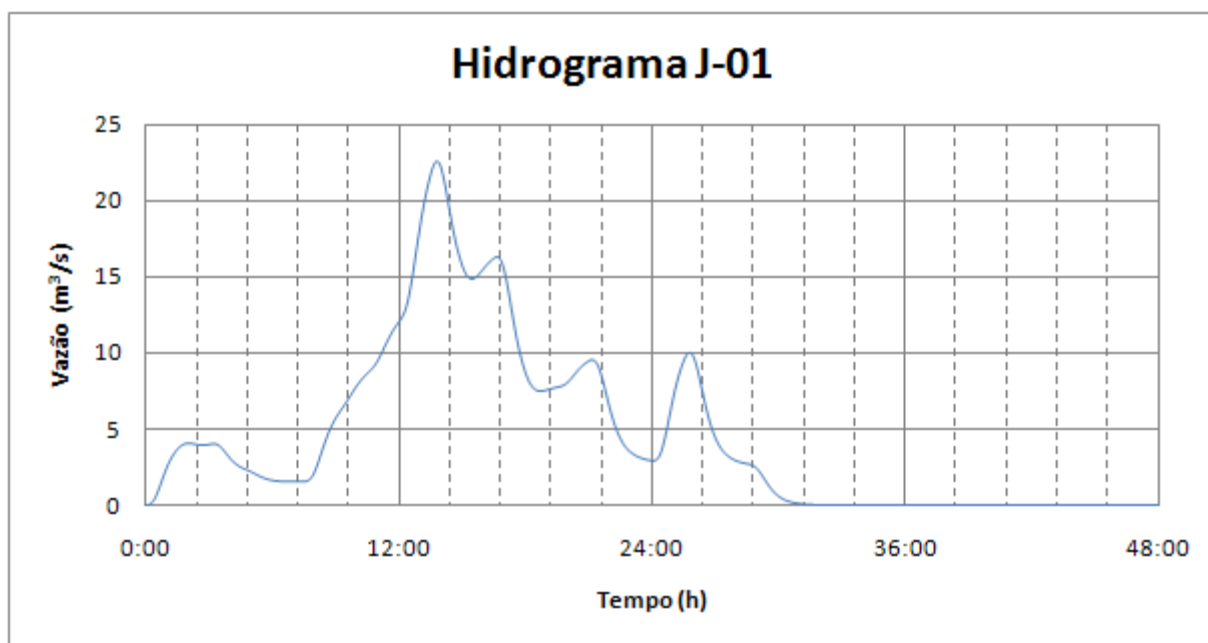


Figura 8.9 – Junção J-01 – Hidrograma da Contribuição Lateral Afluyente na Seção 1000 .

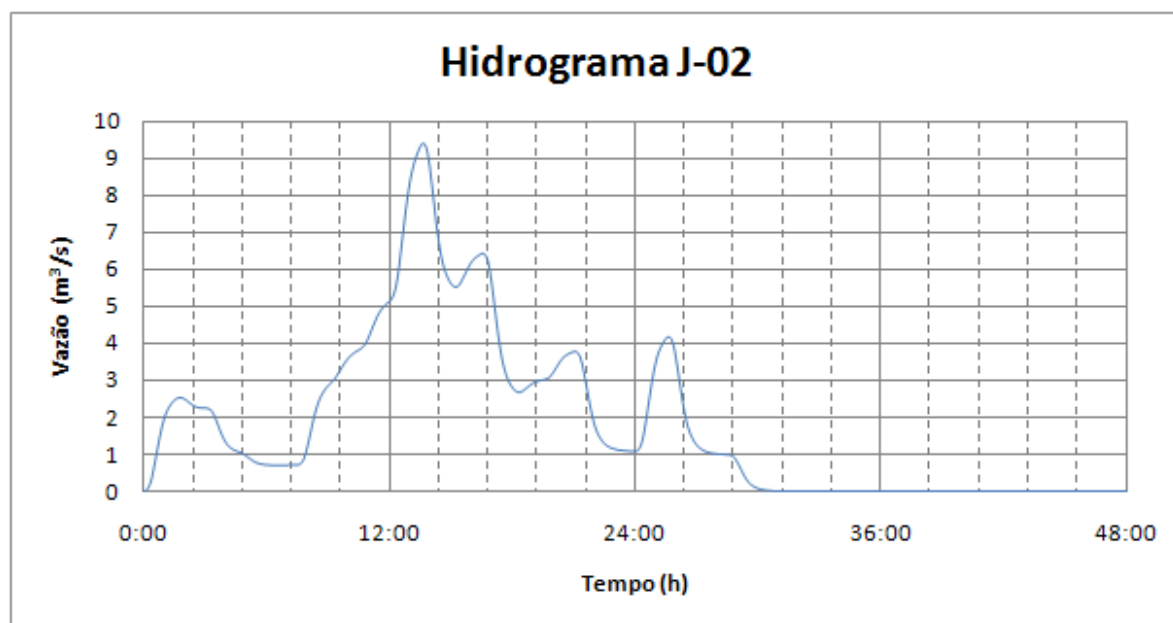


Figura 8.10 – Junção J-02 – Hidrograma da Contribuição Lateral Afluyente na Seção 986.

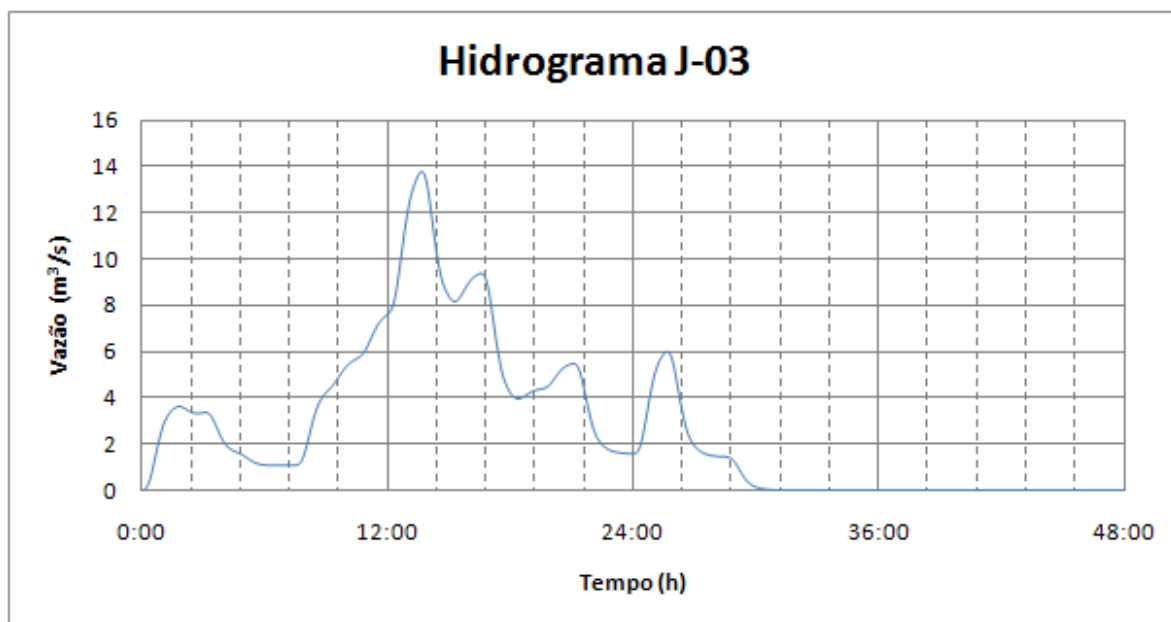


Figura 8.11 –Junção J-03 – Hidrograma da Contribuição Lateral Afluente na Seção 972.

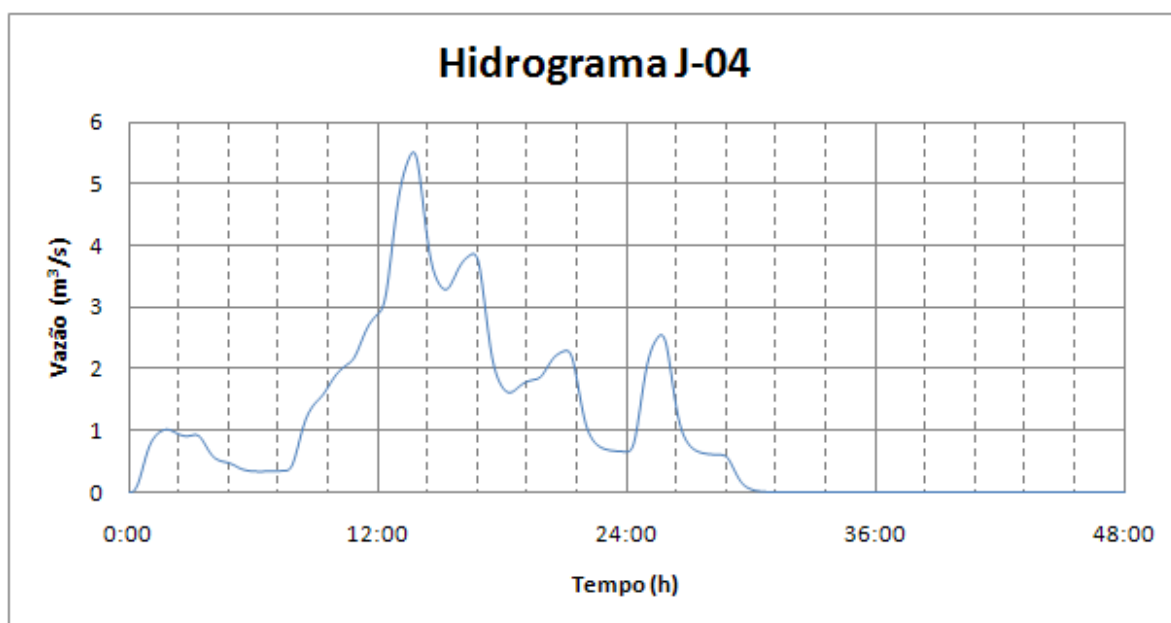


Figura 8.12 – Junção J-04 – Hidrograma da Contribuição Lateral Afluente na Seção 961.

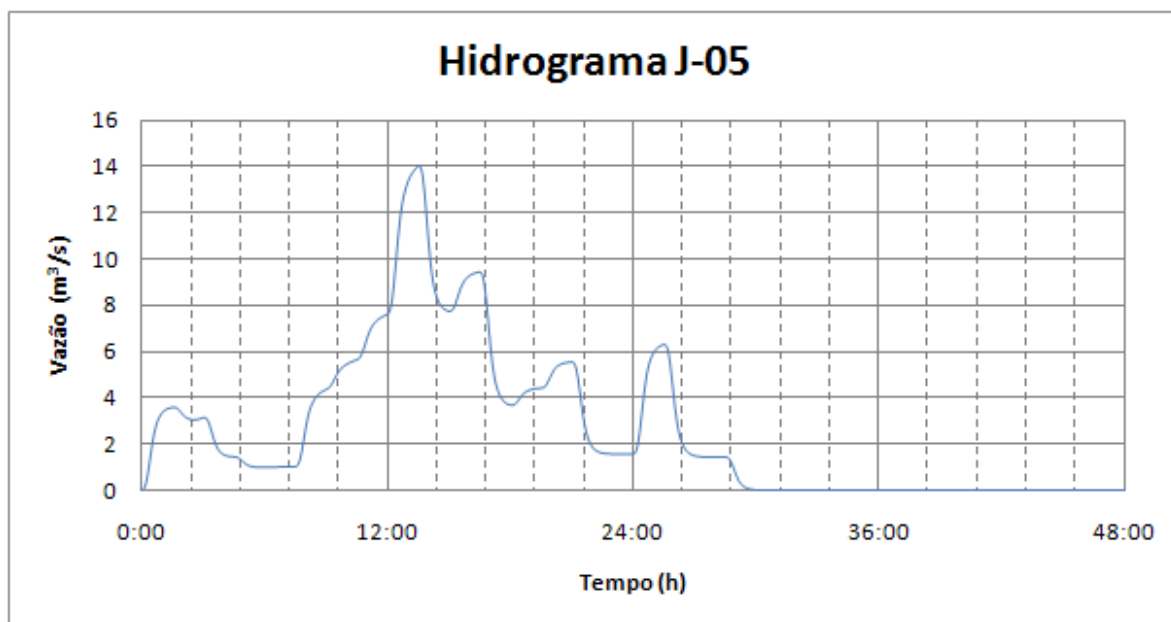


Figura 8.13 – Junção J-05 – Hidrograma da Contribuição Lateral Afluente na Seção 940.

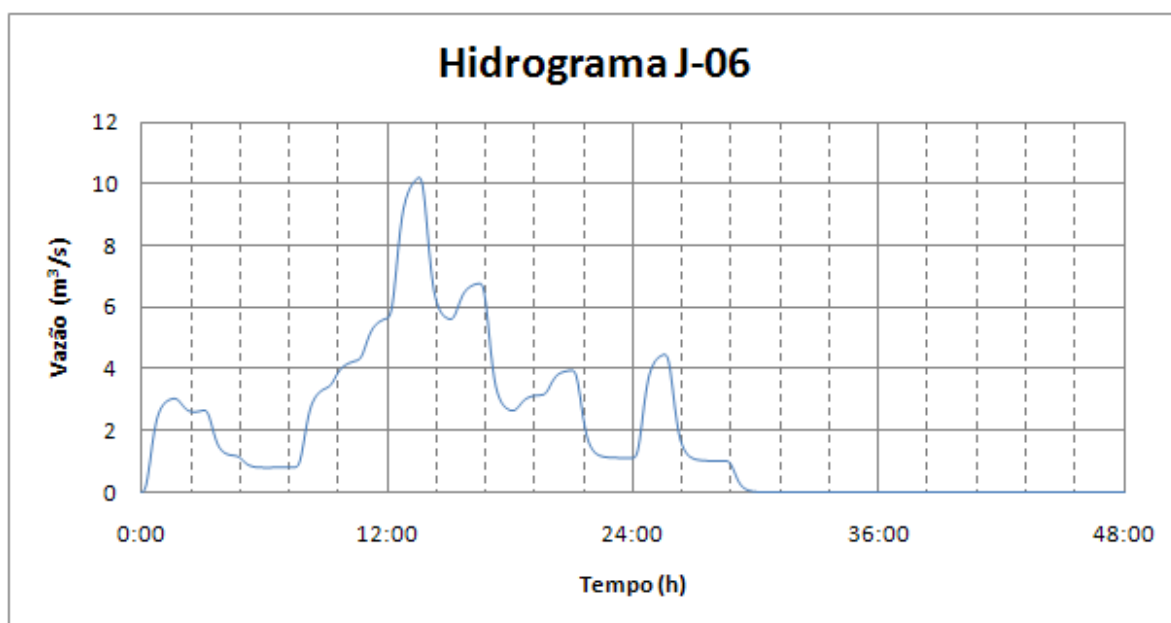


Figura 8.14 – Junção J-06 – Hidrograma da Contribuição Lateral Afluente na Seção 929.

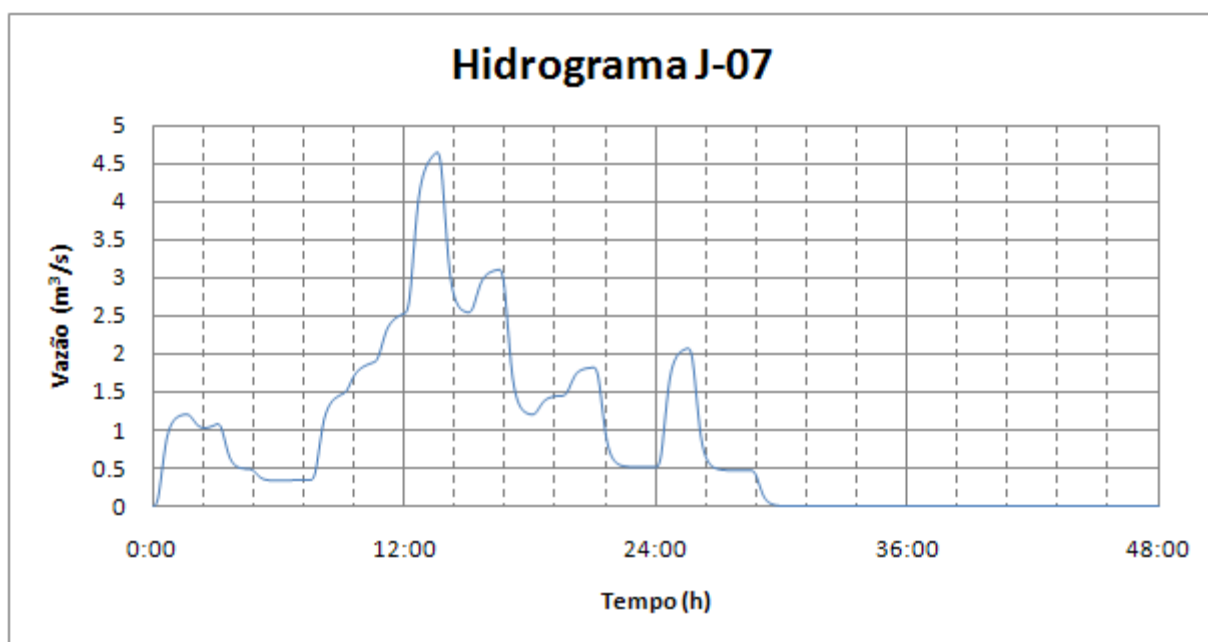


Figura 8.15 – Junção J-07 – Hidrograma da Contribuição Lateral Afluente Na Seção 922 .

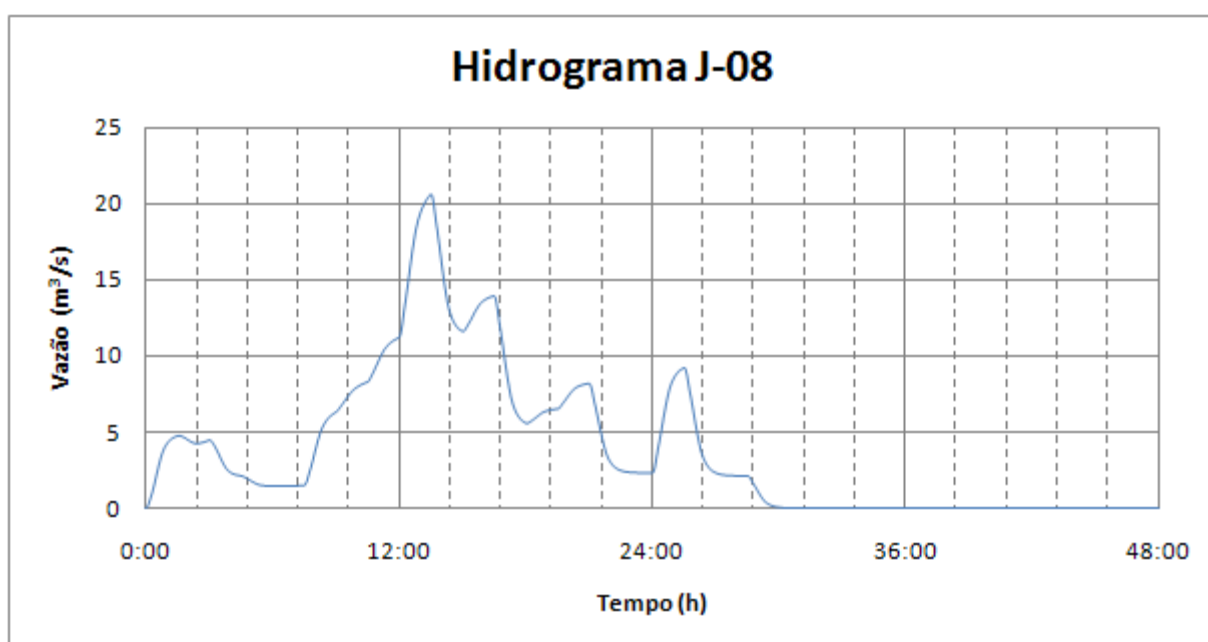


Figura 8.16 – Junção J-08 – Hidrograma da Contribuição Lateral Afluente na Seção 913.

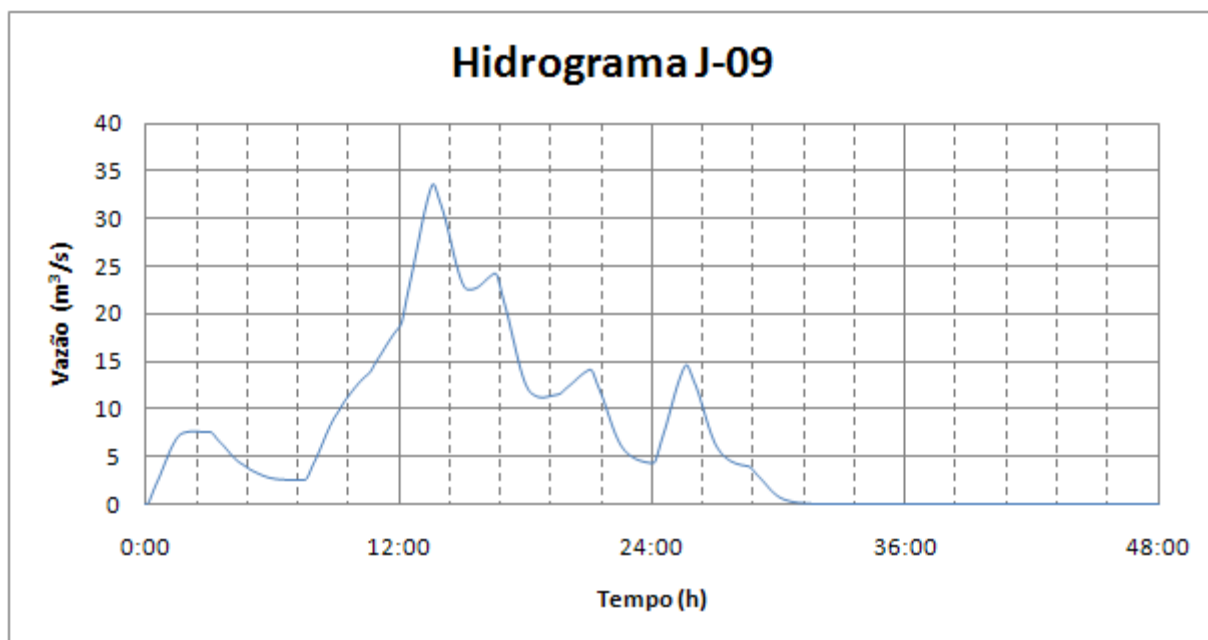


Figura 8.17 – Junção J-09 – Hidrograma da Contribuição Lateral Afluente na Seção 901,5.

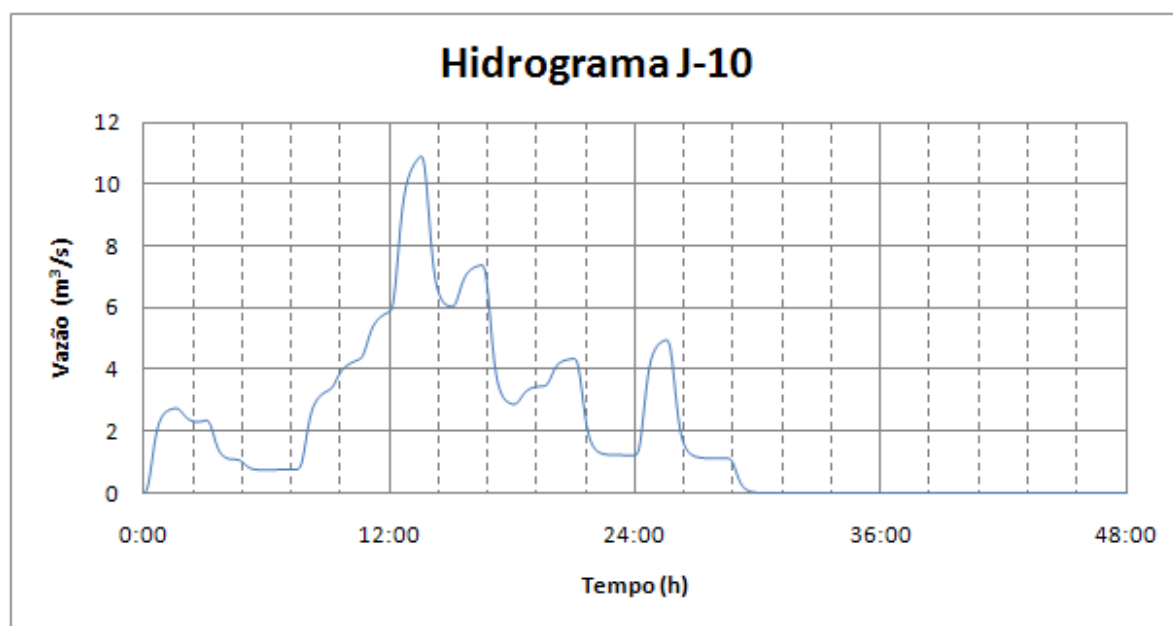


Figura 8.18 – Junção J-10 – Hidrograma da Contribuição Lateral Afluente - Seção 886.

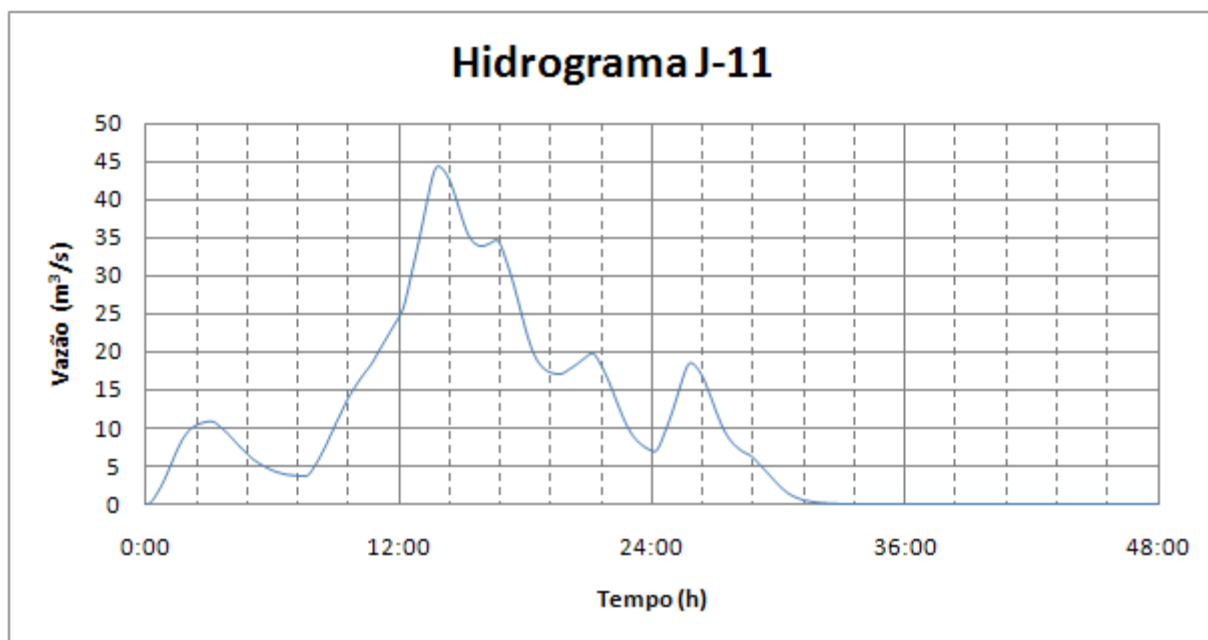


Figura 8.19 – Junção J-11 – Hidrograma da Contribuição Lateral Afluyente na Seção 850.

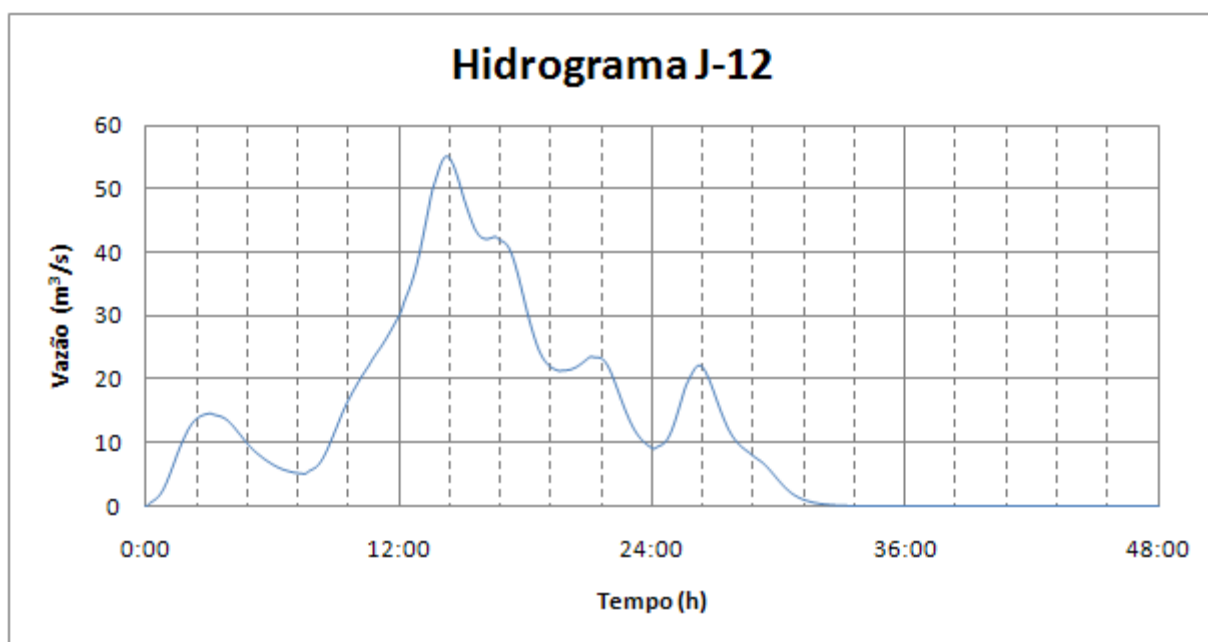


Figura 8.20 – Junção J-12 – Hidrograma da Contribuição Lateral Afluyente na Seção 818.

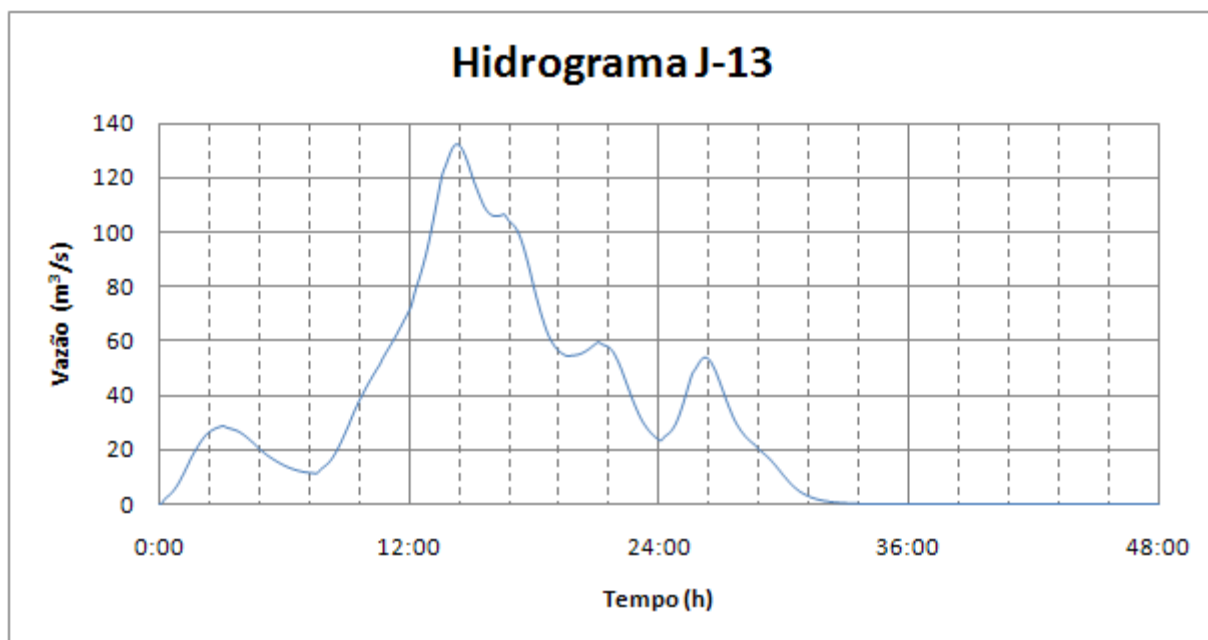


Figura 8.21 – Junção J-13 - Hidrograma da Contribuição Lateral Afluente.

Os hidrogramas de cheia resultantes para o curso do rio Cachoeira a jusante das junções, obtidos do modelo de simulação hidrológica, estão apresentados em conjunto na Figura 8.22.

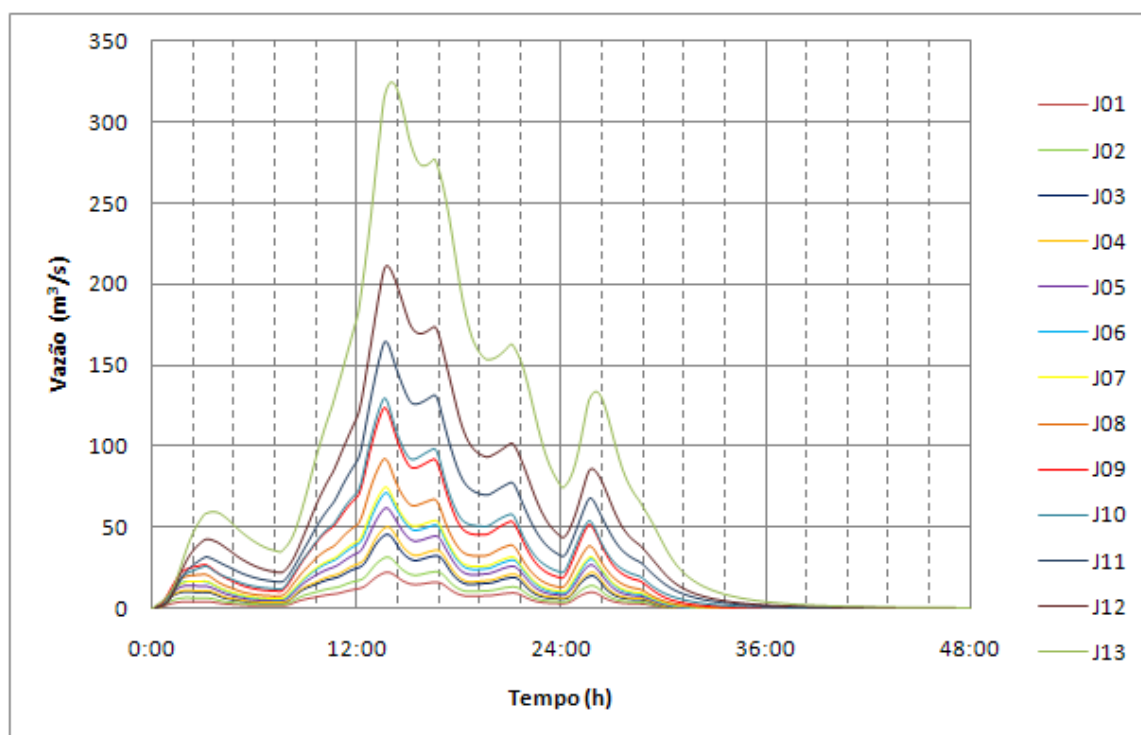


Figura 8.22 – Rio Cachoeira - Hidrogramas Efluentes das Junções.

8.3 SIMULAÇÃO HIDRÁULICA

8.3.1 Modelagem Computacional

O processo para caracterizar o comportamento das inundações foi feito através do modelo computacional HEC-RAS (HEC-RAS 2008), utilizando o regime transiente gradualmente variável de escoamento para a simulação.

As seções transversais e os dispositivos de drenagem existentes no rio Cachoeira foram caracterizados e apresentados no relatório R7 – Levantamentos Complementares de Campo. O desenho 951-PMJ-PDC-A1-P174 – Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira – Caracterização Hidráulica (vide Anexo I) apresenta o canal do rio Cachoeira e os dispositivos de drenagem existentes. A Figura 8.23 apresenta o diagrama topológico da bacia do rio Cachoeira no modelo hidráulico HEC-RAS. Deve ser lembrado que o ponto considerado como foz para o estudo do curso principal do rio Cachoeira está situado cerca de 500 m a jusante da Ponte dos Trabalhadores. Esse ponto representa o exutório da bacia até a Ponte dos Trabalhadores, local onde a área de drenagem é de 50,72 km², apresentando a região à jusante características estuarinas.

Os hidrogramas de simulação utilizados estão apresentados nas Figuras 8.9 a 8.20 e correspondem a transformação chuva-vazão apresentada no item 8.2.

O nível na foz do Rio Cachoeira utilizado como condição de contorno para a simulação hidráulica foi de 0,58 m correspondente a máxima preamar astronômica do dia 22 de novembro de 2008, conforme apresentado no item 3.4.1.

O intervalo para a simulação conforme recomendado por USACE deve ser acompanhado por um estudo de sensibilidade do modelo, onde a precisão e a estabilidade da solução são testadas para vários intervalos de tempo. Para o presente estudo foi efetuado este estudo e o passo de simulação adotado para a modelagem hidráulica foi de 2 minutos e a duração de simulação foi de 48 horas.

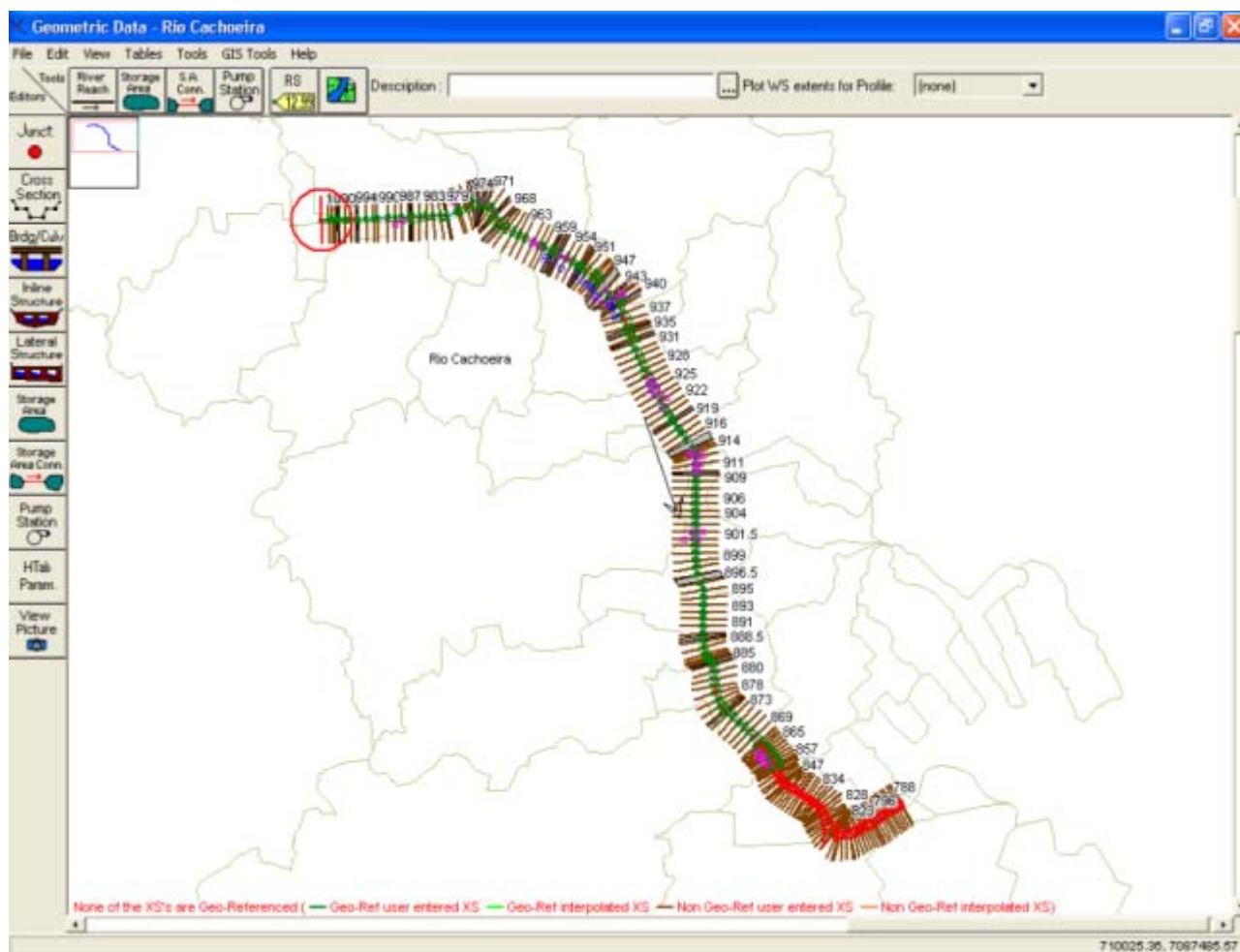


Figura 8.23 – Diagrama Topológico do Rio Cachoeira no Modelo Hidráulico.

8.3.2 Resultados Obtidos

As Figuras 8.24 e 8.25 apresentam o perfil do nível d'água máximo obtido para a simulação do evento do dia 22 de novembro de 2008. Nas Figuras 8.24 e 8.25 também são apresentados 11 pontos que representam níveis d'água observados na cheia ocorrida no Rio Cachoeira, conforme registros apresentados no Quadro 8.3.

QUADRO 8.3
NÍVEIS D'ÁGUA OBSERVADOS NA CHEIA DE NOVEMBRO DE 2008

Seção	Localização	N.A. Observado	N.A. Calculado*
986	Montante da Rua Hermann Lang	7,20	7,17
971	Montante da Ponte da Rua Prefeito Luiz Carlos Garcia	6,82	6,87
955	Montante da Rua Professor Ludwing Freitas	5,89	5,70
949,5	Rua Expedicionário Estevão da Silva	5,41	5,38
945	Montante da Rua Blumenau	5,20	5,24
917	Jusante da Rua Padre Antonio Vieira	3,95	3,75

continua...

QUADRO 8.3
NÍVEIS D'ÁGUA OBSERVADOS NA CHEIA DE NOVEMBRO DE 2008

<i>Seção</i>	<i>Localização</i>	<i>N.A. Observado</i>	<i>N.A. Calculado*</i>
914,5	Montante da Ponte da Avenida José Vieira	3,66	3,55
913	Jusante da Ponte da Avenida José Vieira	3,44	3,32
903	Montante da Foz do Rio Morro Alto	3,35	3,14
901,5	Avenida Beira Rio em frente ao Centro Eventos	3,20	3,13
863	Jusante da Rua Cachoeira	2,30	2,32

*Os valores na coluna N.A. calculado consideram a obstrução na galeria da rua Blumenau

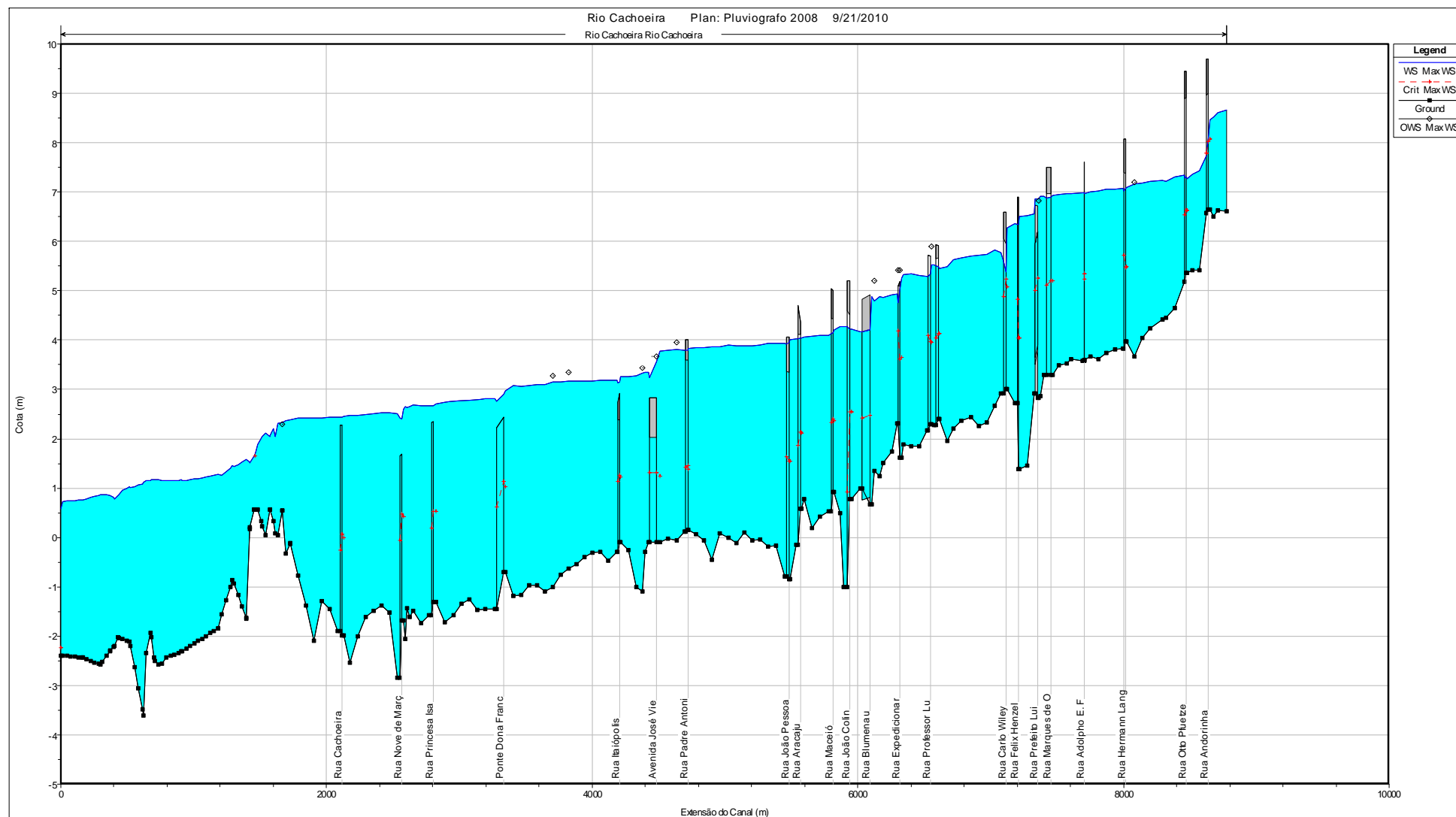


Figura 8.24 – Perfil Longitudinal do Rio Cachoeira – Aferição.

Pode-se observar que os níveis da água simulados apresentam boa aderência aos níveis observados.

No ponto localizado a montante da rua Nove de Março constata-se uma diferença entre o nível observado e o nível simulado. No entanto, analisando o Quadro 8.2, constata-se que o N.A. observado de 2,3 m na Rua Nove de Março é igual ao N.A. observado a jusante da Rua Cachoeira, cerca de 2.000 m a jusante e com duas pontes inundadas (Rio Cachoeira e Rua 9 de Março) entre as duas seções. Esta situação é impossível em se tratando de um rio escoando na cheia, indicando um erro no registro dos níveis. Conclui-se que o registro de N.A. a montante da Rua Nove de Março está abaixo do nível máximo ocorrido nesse evento, pois em virtude das perdas de carga no trecho, o nível de montante (rua Nove de Março) deveria ser superior ao nível de jusante (rua Cachoeira), ou seja, próximo ao nível calculado na simulação.

Na seção a montante da rua Blumenau a diferença entre os níveis d'água observado e calculado é da ordem de 0,30 m, porém com uma diferença significativa que é a do transbordamento observado no evento de Novembro de 2008 não estar representado no cálculo efetuado. Analisando as fotos tiradas no local durante a realização do cadastro das obras de drenagem de Joinville pode-se observar a presença de blocos no interior da galeria, tanto a montante como a jusante, fato este que pode gerar perdas de carga significativas em seu interior (Foto 8.25). Com o intuito de avaliar o efeito de estrangulamentos na galeria, foi analisado o efeito de uma redução constante da seção da galeria em 20% de sua área. Com esta hipótese ocorre o transbordamento por sobre a rua Blumenau e o N.A. a montante resulta em valor próximo ao observado (nível d'água calculado de 5,30 m ante um valor observado de 5,20 m).



Foto 8.25 – Galeria da Rua Blumenau.

A Figura 8.25 apresenta o perfil do nível d'água máximo obtido para a simulação do evento do dia 22 de novembro de 2008 considerando a obstrução na galeria da Rua Blumenau.

Utilizando os valores máximos de N.A. calculados para o rio Cachoeira e apresentados graficamente na Figura 8.25 foi calculada e elaborada a mancha de inundação resultante no entorno desse rio. A Figura 8.26 apresenta justapostas as manchas de inundação calculada e a obtida pelo Consórcio (Figura 8.3). Analisando essa Figura pode-se observar que:

- ✓ os resultados do modelo entre a rua João Colin e a foz do rio Cachoeira apresentaram boa aderência aos observados.
- ✓ a análise confronta a mancha gerada computacionalmente para a simulação do sistema de macro-drenagem com a mancha de inundação observada em campo que considera os sistemas de macro-drenagem e micro-drenagem. Na mancha observada sem que haja extravassamento do canal em muitos locais há bloqueio da micro-drenagem gerando inundações na região ribeirinha. Em muitos locais a galeria de micro-drenagem descarrega na metade da altura do canal de macro-drenagem.
- ✓ entre a foz do rio Walter-Bandt e a foz do rio Bom Retiro foram observadas inundações locais que o modelo não retratou; essas inundações podem ter ocorrido nos afluentes ou na micro-drenagem daquela região.
- ✓ algumas áreas, como no quarteirão entre as ruas Visconde de Mauá, Antônio Braga, General Osório e Paulo Berner, apresentam pontos altos no centro do quarteirão em que a mancha de inundação gerada através dos resultados da simulação se apresentam como não inundada. Na mancha observada essas regiões constavam como inundadas. Essa característica é observada em algumas regiões da mancha de inundação. Na Figura 8.26 a seta vermelha indica a localização desse quarteirão.
- ✓ as inundações nos afluentes apresentadas na mancha observada não foram objeto da aferição. Em virtude disso as inundações observadas nos rios Walter Brandt, Bom Retiro, Alvino Vöhl, Morro Alto, Jaguarão, Bucarein e Itaum não foram avaliadas na calibração.

Em consequência dos resultados obtidos e da análise efetuada pode-se concluir que as modelagens hidrológica e hidráulica da bacia do rio Cachoeira estão adequadas para representar os fenômenos de transformação chuva x vazão na bacia do rio Cachoeira e de escoamento na calha do rio, podendo ser utilizadas na elaboração do PDDU do rio Cachoeira.

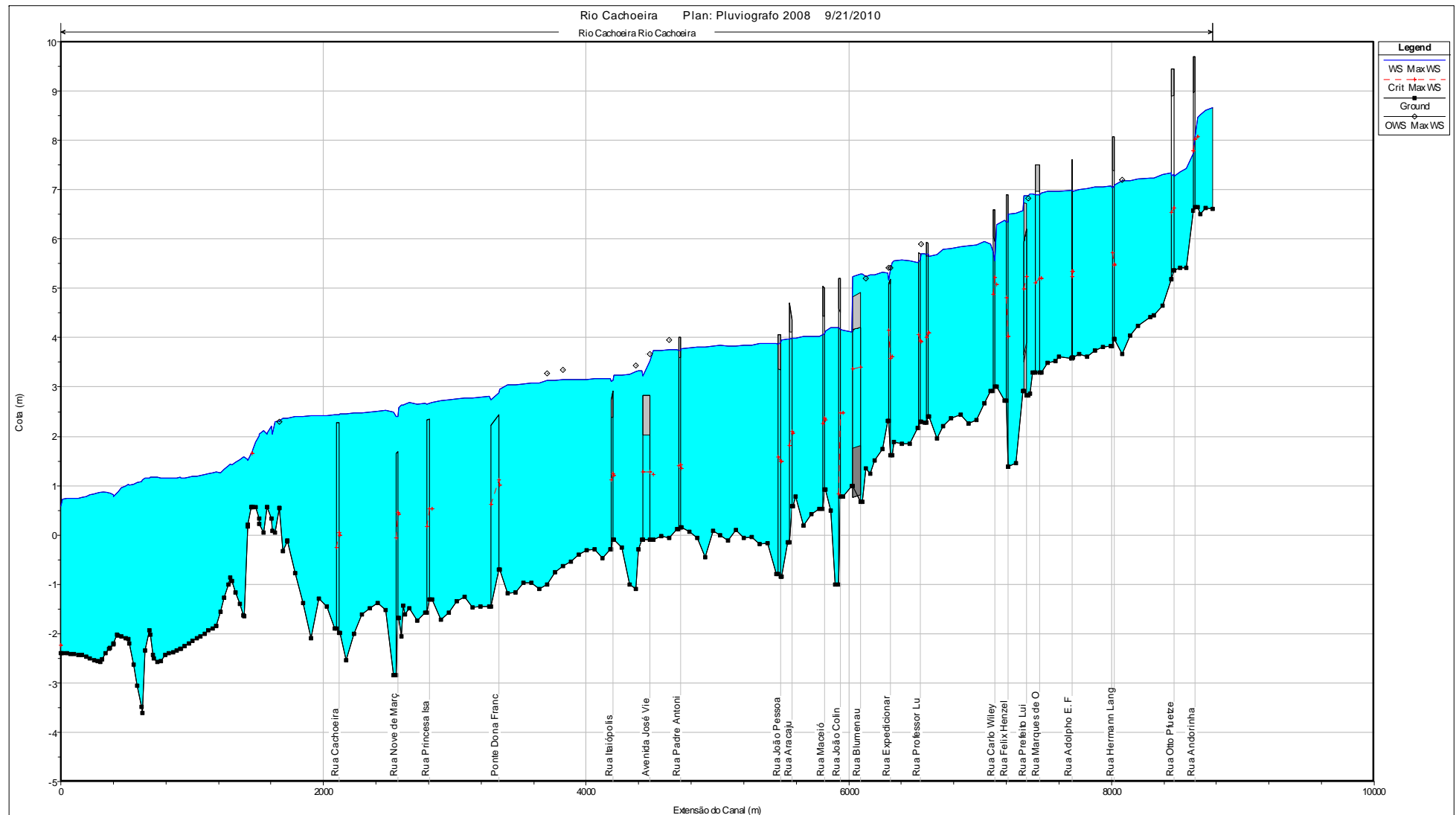


Figura 8.25 – Perfil Longitudinal do Rio Cachoeira – Aferição considerando obstrução na galeria da rua Blumenau.

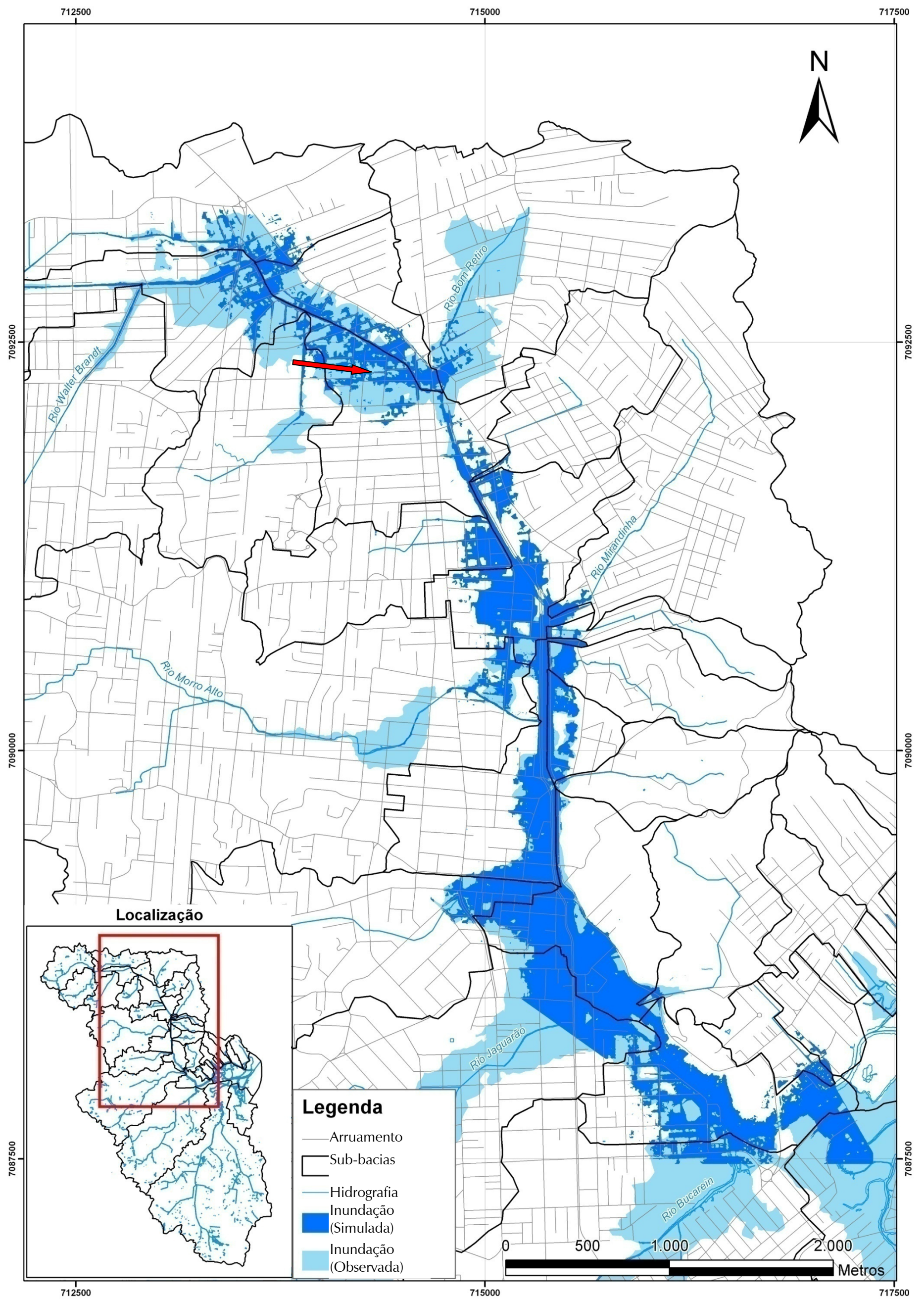


Figura 8.26 – Mapa comparativo entre a Mancha de Inundação Observada e a Simulada.

9. CENÁRIOS

9.1 DEFINIÇÃO DOS CENÁRIOS

Conforme definido nos Termos de Referência, os cenários deverão possibilitar a avaliação da eficiência das medidas de controle propostas, otimizar as soluções e fornecer elementos para o Plano Municipal de Drenagem (PMD) a ser desenvolvido na fase final do PDDU.

Para tanto devem ser estabelecidos e estudados os seguintes cenários:

- ✓ Cenário Atual, no qual deve ser estudado o impacto da urbanização atual sobre o sistema de drenagem existente. Os estudos de diagnóstico, apresentados neste relatório, identificam o comportamento atual da bacia do rio Cachoeira face ao processo de urbanização existente na cidade de Joinville;
- ✓ Cenário Tendencial, no qual deve ser estudado o impacto da urbanização futura sobre o sistema de drenagem existente. Este cenário representará a tendência de aumento dos prejuízos provocados pelas inundações considerando-se a expansão da mancha urbana sem a implantação das medidas de controle propostas no PDDU. Os estudos de prognóstico, apresentados neste relatório, avaliam o comportamento esperado da bacia do Rio Cachoeira considerando o crescimento urbano da cidade de Joinville conservando o sistema de drenagem pluvial em suas condições atuais;
- ✓ Cenários Alternativos de Planejamento, que representarão os efeitos das diversas alternativas de controle estudadas no PDDU. A formulação das alternativas de controle, passíveis de serem implantadas na bacia do rio Cachoeira é o objeto do presente item;
- ✓ Cenário Proposto que, dentre os Cenários Alternativos de Planejamento, será o que apresentar maior eficiência considerando-se os critérios de melhor relação benefício/custo e de menor impacto ambiental. O resultado dos estudos de avaliação das alternativas de controle com a seleção da melhor alternativa indicará a alternativa que irá integrar o Cenário Proposto

9.2 CENÁRIOS ALTERNATIVOS DE PLANEJAMENTO

Foram realizados estudos para avaliar a ocupação futura, no horizonte de planejamento, de cada bairro ou sub-bacia integrante da bacia do rio Cachoeira, definindo a tendência de ocupação de cada sub-bacia. Com o andamento dos estudos, optou-se por definir a situação futura de ocupação da bacia a partir da ocupação das áreas disponíveis para urbanização, conforme descrito no item 5.4 deste relatório. Desta forma foi definido um cenário único de uso e ocupação da bacia do rio Cachoeira para o horizonte de projeto.

Na elaboração de cenários alternativos de planejamento, visando a solução do problema de cheias urbanas na bacia do rio Cachoeira deve-se considerar duas vias de ação, isolada ou concomitantemente:

- a) à implantação de medidas não estruturais que possam limitar, ou mesmo diminuir, a geração de vazões na sua origem;
- b) à implantação de medidas estruturais, seja visando o rápido afastamento das vazões geradas, seja atenuando os picos de vazão possibilitando diminuir o tamanho das obras a serem implantadas para o escoamento das cheias.

O principal fator que influencia a geração de cheias em sua origem é o aumento da área impermeabilizada em cada sub-bacia. A cidade de Joinville, em decorrência de sua história, em especial do desenvolvimento que já ocorre há décadas, tem características consolidadas de ocupação urbana. As áreas urbanizadas ocupam quase toda a extensão da bacia do rio Cachoeira, deixando poucas áreas não utilizadas distribuídas na trama urbana. Entre estas, as mais notáveis são as terras situadas em morros, acima da cota 40 m, que atualmente são legalmente protegidas, constituindo espaços verdes, os quais serão mantidos, independentemente de novas diretrizes emanadas do PDDU.

A consolidação do modo de vida dos habitantes da cidade gera toda uma cultura no tratamento e no modo de ver a presença dos corpos hídricos no seio da malha urbana que dificulta e mesmo inibe a implantação de medidas que visem a melhoria do comportamento dos corpos hídricos durante os eventos de cheia.

Outro fator avaliado nas reuniões havidas entre o Consórcio e a PMJ foi que, em decorrência da dificuldade de implantação de medidas não estruturais, na prática é quase que impossível definir os resultados decorrentes de sua implantação, para poder considerar adequadamente no planejamento de obras.

Considerando estes fatores, o Consórcio e a PMJ consensaram que a implantação de medidas não estruturais no ambiente urbano de Joinville, não deveria ser considerada no estabelecimento dos cenários de planejamento. Todas as obras estudadas no PDDU deverão ser dimensionadas considerando o desenvolvimento natural da cidade e as restrições já existentes de planejamento, em especial o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano.

Esta decisão não implica em que sejam abandonados o estudo e implantação de medidas não estruturais. Estas devem ser estudadas e implantadas, visando obter melhorias adicionais na relação entre a cidade e a rede de drenagem pluvial. Em especial, diminuindo-se a capacidade de geração de cheias em qualquer sub-bacia será aumentada a proteção contra inundação das áreas ribeirinhas, ou seja, será diminuído o risco de ocorrência de enchentes para as obras implantadas ou a serem implantadas.

Em resumo, foi definido um único cenário futuro de desenvolvimento da urbanização da bacia do rio Cachoeira, o qual foi caracterizado e utilizado na elaboração do Prognóstico da bacia do

rio Cachoeira. Este mesmo cenário será utilizado no estudo de implantação de medidas estruturais para controle dos fenômenos de cheia na cidade de Joinville, sem que estes fenômenos venham a provocar enchentes. Para este cenário de desenvolvimento serão elaboradas alternativas de obras para o controle de cheias na área urbana de Joinville.

Dentro deste contexto foram, em princípio, elaboradas três alternativas de obras de drenagem para cada sub-bacia, cuja concepção geral é descrita a seguir.

9.3 ALTERNATIVA 1

A alternativa 1 é a alternativa tradicional utilizada em obras de drenagem. Nesta alternativa é analisado o incremento de capacidade de todas as obras existentes no trecho em estudo, de forma a acomodar adequadamente a cheia de projeto sem ocasionar transbordamentos e/ou inundações nas áreas ribeirinhas. Como consequência as cheias são rapidamente afastadas para jusante.

Nesta alternativa todas as obras são dimensionadas para a vazão de pico que percorre os diversos trechos da rede de macrodrenagem. Sua grande desvantagem está em que ao transferir para jusante os picos de vazão, sem a inundação das várzeas laterais, os picos de cheia dos trechos a jusante são significativamente aumentados.

Muitas vezes desprezado, o amortecimento natural que ocorre em várzeas, habitadas ou não, pode ser significativo. Para o rio Cachoeira foi feita uma avaliação da capacidade de amortecimento, apresentada no Quadro 8.3 e na Figura 8.27.

Para possibilitar o aumento de capacidade de vazão dos diversos elementos que compõem a rede de drenagem, as dimensões dos diversos canais e dispositivos devem ser ampliadas, impactando diretamente sobre as construções existentes na beira rio, resultando na remoção e realocação de moradores das áreas vizinhas.

9.4 ALTERNATIVA 2

A alternativa 2, buscando minimizar os problemas de desapropriação e, em especial, de remoção/realocação de moradores ribeirinhos, considera a construção de dispositivos que desviem parte do fluxo do canal principal para um “by-pass” construído em áreas disponíveis. Estes dispositivos complementam a capacidade de vazão dos canais existentes.

Desta forma, a grande vantagem destes dispositivos está em reduzir o impacto na população ribeirinha, pois a implantação destes dispositivos é geralmente realizada através de galerias de concreto armado de grandes dimensões sob a via pública. Em contraposição, devido à construção sob a via pública, é gerado impacto temporário durante o período de obras, com a interrupção de trânsito na via para implantação da galeria.

Através desta alternativa há uma redução no impacto das obras em relação aos moradores das margens. Este tipo de solução impacta no tráfego local onde será implantado o dispositivo de complementação de vazão, pois há a interrupção do trânsito para a implantação das galerias.

9.5 ALTERNATIVA 3

A alternativa 3 procura diminuir as vazões que percorrem o sistema de macrodrenagem da bacia do rio Cachoeira. Para atingir este objetivo, em cada sub-bacia analisada são procurados locais livres que possibilite a construção de reservatórios de retenção de cheias. Os reservatórios de retenção visam reduzir localmente a vazão de pico, e com isso diminuir a onda de cheia nos trechos a jusante.

Com a redução dos picos de cheia, esta alternativa gera um impacto de menores proporções em relação as duas alternativas anteriores no aspecto de desapropriação/relocação de populações ribeirinhas. Por se tratar de uma solução pontual que contribui para toda a bacia, reduzindo as vazões para jusante devido ao amortecimento da cheia com a retenção local do excesso de vazão, seus benefícios muitas vezes são proporcionados não na sub-bacia em estudo, mas nos trechos situados a jusante.

Sob o aspecto de funcionamento/operação existem dois tipos de bacia de retenção: com ou sem equipamentos a serem utilizados na operação do dispositivo. Nas reuniões havidas entre o Consórcio e a PMJ foi constatado que esta Prefeitura, à semelhança da maioria das municipalidades brasileiras tem dificuldades para garantir a manutenção de equipamentos que serão necessários para garantir o perfeito funcionamento dos dispositivos.

Desta maneira, os reservatórios de retenção considerados para implantação no município de Joinville são do tipo gravidade, isentos de equipamentos de manobra e/ou bombeamento. Neste tipo de dispositivos, o escoamento do reservatório se dá pela ação da gravidade. O controle de vazão é realizado por dispositivos hidráulicos que restringem a vazão de saída do reservatório fazendo com isso que o excesso da vazão se acumule no interior do reservatório. O esvaziamento do reservatório é realizado quando da diminuição da vazão afluente, ocasião em que a vazão de saída passa a superar a de entrada até o esvaziamento do reservatório.

9.6 COMPOSIÇÃO DOS CENÁRIOS

Os resultados obtidos no diagnóstico e prognóstico de cada sub-bacia e do rio Cachoeira como um todo possibilitam identificar os dispositivos cuja capacidade é insuficiente para o escoamento das vazões previstas no horizonte de planejamento.

A alternativa 1 tem aplicação bastante intuitiva, bastando para tanto dimensionar as obras para atendimento das vazões de projeto de cada trecho, definidas para o cenário de uso e ocupação da bacia no horizonte de projeto. A análise a ser realizada refere-se à seleção dos tipos de obra mais adequados/econômicos em cada situação.

Em princípio, esta alternativa pode ser implantada em qualquer trecho da macrodrenagem, a menos do aspecto custo que eventualmente possa vir a ser economicamente inviável.

Após a implantação da alternativa 1 deve ser feita a análise do conjunto de obras definido nesta alternativa, identificando aquelas que tenham seu custo determinado não pela dimensão da obra, mas, principalmente, pelos custos de desapropriação necessários. Nestes locais deve ser feita análise das condições topográficas e situacionais, buscando definir um caminho alternativo, por exemplo, utilizando as vias públicas próximas, local onde poderão ser concebidas obras de “by-pass”. Desta forma, a alternativa 2 pode estar presente ou não na análise de cada sub-bacia, seja pela possibilidade de implantação da alternativa 1 a baixo custo, seja por não existirem caminhos alternativos adequados.

Já a alternativa 3 tem outros aspectos a serem considerados para sua implantação. Como seus efeitos são produzidos a jusante e não no local de implantação, sua utilização deve ser sempre considerada quando existirem possibilidades técnicas e econômicas de implantação. Definido o traçado da rede de drenagem em uma sub-bacia, deve ser avaliada a existência de terrenos disponíveis para a implantação de reservatórios em suas proximidades e com cotas adequadas para sua implantação.

Da mesma forma que na alternativa 2, a concepção de solução adotando a alternativa 3 em cada sub-bacia estará condicionada à existência de condições adequadas para sua implantação.

10. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente volume (Volume 2 – Metodologia, Estudos Básicos e Concepções dos Cenários) apresentou as bases de trabalho para a elaboração do diagnóstico e prognóstico, incluindo, entre outros aspectos:

- ✓ caracterização geral da bacia hidrográfica do rio Cachoeira;
- ✓ metodologia empregada no estudo;
- ✓ determinação das precipitações de projeto a serem utilizadas;
- ✓ 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 compõe a rede de macrodrenagem da bacia do rio Cachoeira.

Esses estudos e seus resultados foram aferidos através de dados obtidos com o evento de cheia ocorrido em novembro de 2008 na bacia do Rio Cachoeira. Os resultados obtidos e a análise efetuada permitiram concluir que a metodologia aplicada para as modelagens hidrológica e hidráulica da bacia do rio Cachoeira está adequada para representar os fenômenos de transformação chuva x vazão na bacia do rio Cachoeira e de escoamento na calha do rio,

podendo ser utilizadas na elaboração do diagnóstico e prognóstico do PDDU da bacia do rio Cachoeira.

O diagnóstico e o prognóstico da bacia do rio Cachoeira e de cada sub-bacia será realizado usando como base a metodologia e os dados definidos no presente volume, sendo os estudos resultantes apresentados nos Volumes 3 e 4, respectivamente.

O conjunto de diretrizes que comporão os cenários alternativos de planejamento a serem utilizados na concepção de medidas estruturais na bacia do Rio Cachoeira, foi definido no capítulo 8 do presente volume. Os cenários serão melhor detalhados no relatório R5.

No Volume 1 do relatório R3 serão sintetizados os resultados obtidos, incluindo as conclusões do diagnóstico e prognóstico do comportamento hidráulico-hidrológico da bacia do rio cachoeira e suas sub-bacias.

11. BIBLIOGRAFIA

BACK, A. J. 2002. *Chuvas intensas e chuvas de projeto de drenagem superficial no estado de Santa Catarina; Epagri*, 65p. . Florianópolis : s.n., 2002.

CAMPANA, N. e TUCCI, C.E.M. 1994. *Estimativa de áreas impermeáveis de macrobacias urbanas brasileiras. RBE Revista Brasileira de Recursos Hídricos V3 N1*. 1994.

CUNNANE, C. 1978. *Unbiased plotting positions – a review. Journal of Hydrology* 37. 1978.

FRANCO, A.S. 1988. *Tides - fundamentals, analysis and prediction - 2nd. Ed, FCTH*. S. Paulo, 249p. : s.n., 1988.

GRUBBS, F. and G.Beck. 1972. *Extension of sample size and percentage points for significance tests of outlying observations. Technometrics*, 14(4). 1972.

HEC-RAS. September 2008. *Flood Hydrograph Package, Hydrologic Engineering Center River Analysis System*. US Army Corps of Engineers : s.n., September 2008.

<http://www.mar.mil.br/dhn/chm/tabuas/index.htm>, Disponível em.

HUFF, F.A. 1977 . *Time Distribution of Rainfall in Heavy Storms; Water Resources Research*. 1977 .

Manual, HEC-RAS Hydraulic Reference. March 2008. – *Version 4.0, Flood Hydrograph Package, Hydrologic Engineering Center River Analysis System, US Army Corps of Engineers*. March 2008.

National Environmental Research, Council. 1975. *U.K. Institute of Hydrology Flood Studies Report, Volume II*. Wallingford, U.K. : s.n., 1975.

OCCHIPINTI, A.G. e dos Santos, P.M. 1966. *Relação entre as Precipitações Máximas de 1 dia e de 24 horas na cidade de São Paulo*. 1966.

PFAFSTETTER, O. 1957. *Chuvas intensas no Brasil*. DNOS. 1957.

PORTO, R.M. 2003. *Hidráulica básica*. 2. ed. EESC-USP. São Carlos : s.n., 2003.

SEPLAN. 2009. *Secretaria de Planejamento – PMJ, 2009. Trabalho Técnico de Mapeamento das Áreas Permeáveis na Bacia do Rio Cachoeira, Joinville, SC. Documento interno não publicado*. Joinville, SC : s.n., 2009.

Service, Soil Conservation. 1975. *National Engineering Handbook, Section 4, Hydrology, Supplement 'A' – Hydrology Guide for use in watershed planning*. Washington, D.C. : s.n., 1975.

SHERMAN, C.W. 1939. *Actual duration of one-day and two-days rain storms*. *Civil Engineering*, 9:3. 1939.

SILVEIRA, André Luiz Lopes. 2005. *Desempenho de Fórmulas de Tempo de Concentração em Cuencas Urbanas e Rurais*, *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, Volume 10, Número 1, ISSN 1414-381X. 2005.

TUCCI, C.E.M. 2004. *Hidrologia: Ciência e Aplicação*. 3ª. Edição. s.l. : Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH., 2004.

UBERTI. 2009. Antonio A. A., 2009. *Mapa de Fragilidade Ambiental do Município de Joinville*. SEPLAN – PMJ, *Boletim Técnico: Mapa pedológico da Bacia do Rio Cachoeira, Joinville, SC*. Joinville, SC. : s.n., 2009.

ANEXO I

DESENHOS DE PROJETO

LISTA DE DOCUMENTOS

- ✓ 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

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:

BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CACHOEIRA
PLANTA E PERFIL LONGITUDINAL

ENGECORPS - HIDROSTUDIO - BRLi

DESENHISTA	M.A.G.	APROVADO	Alberto Lang Filho Coordenador Técnico	APROVADO	Danny Dalberson de Oliveira Coordenador Geral PDDU
PROJETO	A.S.M.				
Nº PMJ		DATA:		ESCALA:	FOLHA:
Nº EXECUTORA	951-PMJ-PDC-A1-P021	JAN/2011		INDICADA	01/01

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:

BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CACHOEIRA
DELIMITAÇÃO DA BACIA E SUB-BACIAS

ENGECORPS - 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 06003735/0		 CREA 0600180622

Nº PMJ	DATA:	ESCALA:	FOLHA:
Nº EXECUTORA 951-PMJ-PDC-A1-P022	08/02/2009	25:000	01/01

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:

BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CACHOEIRA
 USO E OCUPAÇÃO - DELIMITAÇÃO DOS BAIRROS

ENGEORPS - HIDROSTUDIO - BRLi

DESENHISTA	M.A.G.	APROVADO	Alberto Lang Filho Coordenador Técnico	APROVADO	Danny Dalberson do Oliveira Coordenador Geral PDDU
PROJETO	A.S.M.		 CREA 06003735/0		 CREA 0600180622

Nº PMU	DATA:	ESCALA:	FOLHA:
Nº EXECUÇÃO 951-PMJ-PDC-A1-P023	JAN/2011	25:000	01/01

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:

BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CACHOEIRA
GEOLOGIA

ENGECORPS - HIDROSTUDIO - BRLi

DESENHISTA	M.A.G.	APROVADO	Alberto Lang Filho Coordenador Técnico  CREA 06003735/0	APROVADO	Danny Dalberson de Oliveira Coordenador Geral PDDU  CREA 06004806/22
PROJETO	A.S.M.				

Nº PMJ	DATA:	ESCALA:	FOLHA:
Nº EXECUTORA 951-PMJ-PDC-A1-P024	JAN/2011	25:000	01/01

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:

BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CACHOEIRA
 PEDOLOGIA

ENGECORPS - 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 06003735/0		CREA 06004806/22

Nº PMJ	DATA:	ESCALA:	FOLHA:
Nº EXECUTORA 951-PMJ-PDC-A1-P025	JAN/2011	25:000	01/01

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:

BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CACHOEIRA
 ÁREAS PERMEÁVEIS E IMPERMEÁVEIS

ENGECORPS - 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 06003735/0		CREA 06004806/22

Nº PMJ	DATA:	ESCALA:	FOLHA:
Nº EXECUTORA 951-PMJ-PDC-A0-P026	JAN/2011	1:5.000	01/01

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:

POSTOS PLUVIOMÉTRICOS

ENGECORPS - HIDROSTUDIO - BRLi

DESENHISTA	M.A.G.	Alberto Lang Filho Coordenador Técnico	Danny Dalberson de Oliveira Coordenador de PDDU
PROJETO	A.S.M.	APROVADO _____ CHBA 060018570	APROVADO _____ CHBA 0600185622
Nº PMU	DATA :	ESCALA :	FOLHA :
Nº EXECUTORA 951-PMJ-PDC-A1-P027	JAN/2011	200.000	01/01

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:

BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CACHOEIRA
 CARACTERIZAÇÃO HIDRÁULICA

ENGECORPS - HIDROSTUDIO - BRLi

DESENHISTA			
M.A.G.		Alborto Lang Filho Coordenador Técnico	Danny Dalberson de Oliveira Coordenador Geral PDDU
PROJETO		APROVADO	APROVADO
A.S.M.		 CREA 06003135/0	 CREA 0600180622

Nº PMU	DATA:	ESCALA:	FOLHA:
Nº EXECUTORA 951-PMJ-PDC-A1-P174-R0B	JAN/2011	25.000	01/01

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:

BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CACHOEIRA
IDENTIFICAÇÃO DOS DISPOSITIVOS DE DRENAGEM

ENGECORPS - HIDROSTUDIO - BRLi

DESENHISTA	M.A.G.	Alberto Lang Filho Coordenador Técnico	Danny Dalberson do Oliveira Coordenador Geral PDDU
PROJETO	A.S.M.	APROVADO _____ CHRA 060018070	APROVADO _____ CHRA 0600180622
Nº PMU	DATA:	ESCALA:	FOLHA:
Nº EXECUTORA 951-PMJ-PDC-A0-P625	JAN/2011	15.000	01/01

ANEXO II

ESTUDO POPULACIONAL



PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE

SECRETARIA DE ADMINISTRAÇÃO

PLANO DIRETOR DE DRENAGEM URBANA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CACHOEIRA

**NT - NOTA TÉCNICA
ESTUDO POPULACIONAL**



Consórcio

ENGECORPS ♦ HIDROSTUDIO ♦ BRLI

Agosto/2009

951-PMJ-PDC-NT-P001
Rev. 0/C

PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE
SECRETARIA DE ADMINISTRAÇÃO

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

NT – NOTA TÉCNICA
ESTUDO POPULACIONAL

CONSÓRCIO ENGECORPS ♦ HIDROSTUDIO ♦ BRLi

951-PMJ-PDC-NT-P001

Agosto / 2009

Rev. 0/C

APRESENTAÇÃO

Esta nota técnica apresenta o estudo da evolução demográfica desenvolvido para o município de Joinville como um todo e posteriormente particularizado para a Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira, considerados os aspectos de adensamento e do uso e ocupação do solo das sub-bacias.

Para sua elaboração foram visitadas as instituições governamentais envolvidas direta e indiretamente no trabalho e coletados dados que permitiram desenvolver a presente Nota Técnica.

Foram consultadas as seguintes unidades da Prefeitura Municipal de Joinville:

- ✓ Secretaria de infraestrutura – unidade de drenagem;
- ✓ Secretaria de infraestrutura – unidade de aprovação de projetos;
- ✓ Secretaria de infraestrutura – setor de loteamentos e urbanizações;
- ✓ Secretaria de Saúde – gerência da unidade de atenção básica;
- ✓ Secretaria de Saúde – unidade de vigilância epidemiológica.

Foram também consultados e analisados os estudos populacionais do IPPUJ.

As informações populacionais mais consistentes foram as obtidas na Secretaria de Saúde – Unidade de atenção básica, que mostram a população distribuída por bairro até o ano 2008.

Dessa forma, o ano de 2008 foi utilizado como ponto de partida para a projeção, com alcance até o ano 2035.

A sobreposição das áreas das bacias e dos bairros juntamente com o zoneamento aprovado pelo Plano Diretor permitiu a avaliação da projeção da população até o ano de 2035 das bacias de drenagem que compõem a bacia do Rio Cachoeira.

ÍNDICE

	PÁG.
APRESENTAÇÃO.....	2
1. INTRODUÇÃO.....	6
2. DADOS OBTIDOS E FONTES CONSULTADAS.....	6
2.1 SECRETARIA DA SAÚDE – UNIDADE DE ATENÇÃO BÁSICA	6
2.2 SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA URBANA DE JOINVILLE - UNIDADE DE DRENAGEM.....	16
2.3 SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA URBANA DE JOINVILLE - UNIDADE DE APROVAÇÃO DE PROJETOS - UAP.....	17
2.4 INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DE JOINVILLE - IPPUJ.....	24
3. BASES UTILIZADAS NA PROJEÇÃO DA POPULAÇÃO	24
3.1 PARA O MUNICÍPIO DE JOINVILLE.....	24
3.2 BASE UTILIZADA NA PROJEÇÃO DA POPULAÇÃO DA BACIA DO RIO CACHOEIRA	25
4. METODOLOGIA	26
5. CONCLUSÃO.....	38

ÍNDICE DE QUADROS

PÁG.

QUADRO 2.1 POPULAÇÃO RESIDENTE POR BAIRRO - 2008.....	7
QUADRO 2.2 POPULAÇÃO RESIDENTE POR BAIRRO - 2008.....	8
QUADRO 2.3 POPULAÇÃO RESIDENTE POR BAIRRO – 2008	9
QUADRO 2.4 POPULAÇÃO RESIDENTE POR BAIRRO - 2008.....	10
QUADRO 2.5 POPULAÇÃO RESIDENTE POR BAIRRO - 2008.....	11
QUADRO 2.6 POPULAÇÃO RESIDENTE POR BAIRRO - 2008.....	12
QUADRO 2.7 POPULAÇÃO RESIDENTE POR BAIRRO - 2008.....	13
QUADRO 2.8 POPULAÇÃO RESIDENTE POR BAIRRO - 2008.....	14
QUADRO 2.9 POPULAÇÃO RESIDENTE POR BAIRRO - 2008.....	15
QUADRO 2.10 PROJEÇÃO DA POPULAÇÃO POR BAIRRO – 2006 A 2031	16
QUADRO 2.11 RELATÓRIO ANUAL - 2005.....	21
QUADRO 2.12 RELATÓRIO ANUAL - 2007.....	22
QUADRO 2.13 RELATÓRIO ANUAL - 2008.....	23
QUADRO 2.14 RELATÓRIO MENSAL – TOTAL 2006.....	24
QUADRO 4.1 REGISTROS DO IBGE PARA OS ANOS 2000 A 2008.....	27
QUADRO 4.2 TAXA DE CRESCIMENTO E POPULAÇÃO DE JOINVILLE, DESDE 1950	27
QUADRO 4.3 TAXAS DE CRESCIMENTO PARA JOINVILLE, ENTRE ANOS 2000 A 2008	28
QUADRO 4.4 POPULAÇÃO DE JOINVILLE POR BAIRROS	29
QUADRO 4.5 POPULAÇÃO DE JOINVILLE POR BAIRROS (PROFIPO+PARQUE GUARANI).....	31
QUADRO 4.6 POPULAÇÃO DE JOINVILLE POR SUB-BACIA DO RIO CACHOEIRA.....	33
QUADRO 4.7 ÁREAS DOS BAIRROS, DAS SUB-BACIAS EM CADA BAIRRO E ÍNDICES DE OCUPAÇÃO – 2008	34

ÍNDICE DE FIGURAS

PÁG.

FIGURA 2.1 – QUANTIDADE DE ALVARÁS EMITIDOS.....	18
FIGURA 2.2 – ÁREA TOTAL DE ALVARÁS EMITIDOS.....	19
FIGURA 2.3 – ÁREA MÉDIA DE ALVARÁS EMITIDOS	20
FIGURA 4.1 – MAPA COM BASE DE BAIRROS UTILIZADO PARA OBTENÇÃO DE DADOS DA SECRETARIA MUNICIPAL DE SAÚDE	30
FIGURA 4.2 – MAPA COM DESMEMBRAMENTO DOS BAIRROS PROFIPO E PARQUE GUARANI.....	32

1. INTRODUÇÃO

Descreve-se no seguimento, o desenvolvimento dos estudos populacionais da cidade de Joinville e também o direcionamento destes estudos apenas para a bacia hidrográfica do rio Cachoeira.

São apresentadas, na sua forma original, as diferentes planilhas obtidas na Secretaria de Saúde e na Secretaria de Infraestrutura Urbana, que permitiram estabelecer os condicionantes de cálculo para obtenção das populações atuais por bairro e por sub-bacia, e as correspondentes taxas anuais de crescimento.

Os registros populacionais do IBGE, que mostram desde 1950, década a década, a evolução da população de Joinville, foram de fundamental importância para consolidar a metodologia adotada, notadamente quanto ao aspecto do decréscimo das taxas anuais de crescimento.

Os demais dados obtidos, mesmo que não utilizados de forma direta, foram utilizados como complementação ou como balizadores à distribuição espacial da população no município, nas bacias de contribuição e na Bacia do Rio Cachoeira como um todo.

Com essas considerações e utilizando-se a metodologia descrita no seguimento foi elaborada a projeção da população do município, a projeção da população por bacia de contribuição, e resultante disso a da Bacia do Rio Cachoeira, inclusive de sua calha.

2. DADOS OBTIDOS E FONTES CONSULTADAS

Apresenta-se no seguimento a compilação das informações obtidas em cada uma das instituições governamentais consultadas, que permitiram consubstanciar a presente Nota Técnica.

2.1 SECRETARIA DA SAÚDE – UNIDADE DE ATENÇÃO BÁSICA

Os Quadros 2.1 a 2.9 apresentados a seguir, foram fornecidos pela Secretaria Municipal de Saúde e mostram, por faixa etária e por sexo, a distribuição da população residente por bairro de Joinville.

Estes quadros são apresentados na sua forma original, tal como foram fornecidas pela Secretaria Municipal de Saúde.

QUADRO 2.1
POPULAÇÃO RESIDENTE POR BAIRRO - 2008

FAIXA ETÁRIA	Bairro Aventureiro			Bairro América			Bairro Aliradores			Bairro Ademar Garcia			Bairro Anita Garibaldi		
	Homens	Mulheres	Total	Homens	Mulheres	Total	Homens	Mulheres	Total	Homens	Mulheres	Total	Homens	Mulheres	Total
Total	17.580	17.321	34.901	4.930	5.451	10.381	2.380	2.525	4.905	8.841	8.912	17.754	3.648	4.103	7.751
Menor de 1 ano	254	251	505	47	52	100	21	23	44	147	149	296	33	37	70
1 a 4 anos	1.112	1.096	2.208	195	216	411	89	95	184	589	593	1.182	138	155	294
5 a 9 anos	1.479	1.457	2.936	233	258	491	102	108	210	812	819	1.631	159	179	338
10 a 14 anos	1.890	1.862	3.752	400	442	841	190	201	391	1.037	1.045	2.082	293	330	623
15 a 19 anos	1.812	1.786	3.598	475	525	1.000	218	231	449	904	912	1.816	336	378	713
20 a 29 anos	3.452	3.401	6.853	913	1.009	1.923	412	437	849	1.689	1.702	3.391	632	711	1.344
30 a 39 anos	3.465	3.414	6.880	859	950	1.809	408	433	842	1.729	1.743	3.472	625	703	1.329
40 a 49 anos	2.292	2.258	4.550	784	867	1.650	376	399	775	1.124	1.133	2.257	574	646	1.220
50 a 59 anos	1.012	997	2.008	494	546	1.040	246	261	507	436	440	876	375	422	797
60 a 69 anos	497	490	987	294	325	618	167	177	345	248	250	497	255	286	541
70 a 79 anos	231	227	458	172	191	363	109	116	226	94	94	188	165	186	351
80 anos e mais	83	82	165	64	70	134	41	44	85	32	33	65	62	69	131

Fonte: SMS/GUAB/ Cadastramento e acompanhamento do Usuário/SUS.

QUADRO 2.2
POPULAÇÃO RESIDENTE POR BAIRRO - 2008

FAIXA ETÁRIA	Bairro Boa Vista			Bairro Boehmerwald			Bairro Bucarein			Bairro Bom Retiro			Bairro Centro		
	Homens	Mulheres	Total	Homens	Mulheres	Total	Homens	Mulheres	Total	Homens	Mulheres	Total	Homens	Mulheres	Total
Total	7.735	7.901	15.636	4.326	4.381	8.707	2.549	2.849	5.398	5.307	5.508	10.815	2.266	2.697	4.964
Menor de 1 ano	91	93	185	66	66	132	23	25	48	58	61	119	20	24	44
1 a 4 anos	369	377	746	302	306	608	94	105	198	248	257	505	83	99	182
5 a 9 anos	462	472	933	352	357	709	106	119	225	308	319	627	94	112	206
10 a 14 anos	744	760	1.504	452	457	909	200	223	423	459	476	934	177	211	389
15 a 19 anos	830	848	1.678	449	455	904	231	258	489	503	522	1.025	205	244	450
20 a 29 anos	1.443	1.474	2.918	816	826	1.642	441	493	934	979	1.016	1.994	392	467	859
30 a 39 anos	1.312	1.340	2.652	821	832	1.653	438	490	928	903	937	1.840	390	464	853
40 a 49 anos	1.081	1.104	2.184	555	562	1.116	405	452	857	775	804	1.579	360	428	788
50 a 59 anos	750	766	1.517	273	277	550	265	297	562	525	545	1.071	236	281	517
60 a 69 anos	398	407	805	154	156	310	181	202	383	335	348	682	161	192	352
70 a 79 anos	190	194	385	64	65	128	120	134	255	165	171	336	107	127	234
80 anos e mais	64	66	130	23	23	46	46	51	97	50	52	102	41	48	89

Fonte: SMS/GUAB/ Cadastramento e acompanhamento do Usuário/SUS.

QUADRO 2.3
POPULAÇÃO RESIDENTE POR BAIRRO – 2008

FAIXA ETÁRIA	Centro PI			Bairro Costa e Silva			Bairro Comasa			Bairro Espinheiros			Bairro Fátima		
	Homens	Mulheres	Total	Homens	Mulheres	Total	Homens	Mulheres	Total	Homens	Mulheres	Total	Homens	Mulheres	Total
Total	1.783	1.872	3.655	12.656	12.798	25.454	10.468	10.351	20.819	4.210	4.020	8.230	7.146	7.029	14.175
Menor de 1 ano	32	33	65	155	156	311	149	148	297	72	69	141	92	90	182
1 a 4 anos	134	140	274	583	590	1.173	615	609	1.224	340	325	665	403	396	799
5 a 9 anos	164	172	336	705	713	1.419	792	783	1.575	440	420	861	520	511	1.031
10 a 14 anos	164	172	337	1.113	1.126	2.239	1.082	1.069	2.151	475	453	929	782	769	1.550
15 a 19 anos	169	178	347	1.284	1.298	2.582	1.188	1.175	2.362	427	408	835	787	774	1.560
20 a 29 anos	308	324	632	2.538	2.567	5.105	1.951	1.929	3.879	718	686	1.404	1.305	1.284	2.588
30 a 39 anos	278	292	571	2.317	2.344	4.661	1.726	1.706	3.432	836	799	1.635	1.196	1.176	2.372
40 a 49 anos	211	221	432	1.952	1.974	3.926	1.431	1.415	2.847	516	493	1.009	986	969	1.955
50 a 59 anos	132	138	270	1.049	1.061	2.109	842	833	1.675	200	191	390	565	556	1.121
60 a 69 anos	101	107	208	562	568	1.130	440	435	875	117	112	229	324	319	643
70 a 79 anos	60	63	123	301	304	605	190	188	379	54	51	105	144	141	285
80 anos e mais	30	31	61	97	98	194	62	61	123	14	13	27	45	44	89

Fonte: SMS/GUAB/ Cadastramento e acompanhamento do Usuário/SUS.

QUADRO 2.4
POPULAÇÃO RESIDENTE POR BAIRRO - 2008

FAIXA ETÁRIA	Bairro Floresta			Bairro Glória			Bairro Guanabara			Bairro Itaum			Bairro Ilíngua		
	Homens	Mulheres	Total	Homens	Mulheres	Total	Homens	Mulheres	Total	Homens	Mulheres	Total	Homens	Mulheres	Total
Total	8.117	8.761	16.878	3.826	4.017	7.843	4.357	4.670	9.027	5.705	6.021	11.726	8.678	8.740	17.418
Menor de 1 ano	83	90	173	34	35	69	43	46	89	66	70	136	129	130	260
1 a 4 anos	352	380	732	146	154	300	216	231	447	330	348	677	572	576	1.149
5 a 9 anos	413	445	858	173	181	354	261	280	541	417	440	857	740	745	1.485
10 a 14 anos	700	756	1.456	305	321	626	390	418	807	587	619	1.206	966	973	1.939
15 a 19 anos	833	899	1.733	357	375	731	428	458	886	608	642	1.249	897	903	1.800
20 a 29 anos	1.495	1.613	3.108	680	714	1.393	756	810	1.565	1.014	1.070	2.083	1.614	1.626	3.240
30 a 39 anos	1.318	1.423	2.741	678	712	1.390	738	791	1.528	955	1.008	1.963	1.674	1.686	3.360
40 a 49 anos	1.212	1.308	2.520	609	639	1.248	642	688	1.329	789	833	1.622	1.100	1.108	2.207
50 a 59 anos	826	891	1.717	402	422	823	409	439	848	474	501	975	509	512	1.021
60 a 69 anos	507	547	1.054	239	251	491	268	287	555	287	303	590	309	311	621
70 a 79 anos	276	298	574	145	153	298	155	166	321	136	144	280	133	134	268
80 anos e mais	102	110	212	58	61	119	54	58	112	42	45	87	35	35	69

Fonte: SMS/GUAB/ Cadastramento e acompanhamento do Usuário/SUS.

QUADRO 2.5
POPULAÇÃO RESIDENTE POR BAIRRO - 2008

FAIXA ETÁRIA	Bairro Iririú			Bairro Jardim Iririú			Bairro Jardim Paraíso			Bairro Jardim Sofia			Bairro João Costa		
	Homens	Mulheres	Total	Homens	Mulheres	Total	Homens	Mulheres	Total	Homens	Mulheres	Total	Homens	Mulheres	Total
Total	11.258	11.440	22.698	10.820	10.816	21.637	8.197	7.785	15.981	2.203	2.164	4.367	5.633	5.445	11.078
Menor de 1 ano	141	143	284	163	163	326	153	146	299	33	32	65	95	92	187
1 a 4 anos	549	558	1.107	607	607	1.213	695	660	1.356	161	158	319	430	415	845
5 a 9 anos	705	716	1.420	919	918	1.837	923	877	1.800	228	224	452	475	460	935
10 a 14 anos	1.061	1.078	2.139	1.178	1.177	2.355	916	870	1.786	234	230	465	592	572	1.164
15 a 19 anos	1.218	1.238	2.457	1.155	1.154	2.309	840	797	1.637	208	205	413	549	531	1.080
20 a 29 anos	2.175	2.210	4.384	2.112	2.111	4.224	1.660	1.576	3.236	389	383	772	1.116	1.079	2.195
30 a 39 anos	1.861	1.891	3.751	2.010	2.009	4.019	1.447	1.374	2.821	464	456	920	1.063	1.027	2.091
40 a 49 anos	1.655	1.681	3.336	1.454	1.453	2.907	826	784	1.610	242	238	479	681	658	1.339
50 a 59 anos	1.028	1.045	2.072	691	691	1.382	404	383	787	146	143	289	331	320	651
60 a 69 anos	540	549	1.089	336	336	672	213	202	415	62	61	124	183	176	359
70 a 79 anos	247	251	498	141	141	282	93	88	181	28	27	55	85	82	166
80 anos e mais	80	81	160	55	55	110	28	27	55	8	8	16	33	32	66

Fonte: SMS/GUAB/ Cadastramento e acompanhamento do Usuário/SUS.

QUADRO 2.6
POPULAÇÃO RESIDENTE POR BAIRRO - 2008

FAIXA ETÁRIA	Bairro Jarivaluba			Bairro Morro do Melo			Nova Brasília			Bairro Paranaguamirim/Jlle			Paranaguamirim/Araquari		
	Homens	Mulheres	Total	Homens	Mulheres	Total	Homens	Mulheres	Total	Homens	Mulheres	Total	Homens	Mulheres	Total
Total	8.834	8.743	17.576	5.143	4.894	10.038	6.370	6.355	12.725	7.815	7.766	15.581	4.336	4.177	8.513
Menor de 1 ano	135	134	269	87	83	170	93	93	186	155	154	309	103	99	201
1 a 4 anos	567	561	1.128	409	389	799	389	388	777	643	638	1.281	418	403	821
5 a 9 anos	700	692	1.392	548	521	1.069	464	463	927	812	806	1.618	476	458	934
10 a 14 anos	951	942	1.893	534	509	1.043	632	630	1.262	863	858	1.721	472	455	927
15 a 19 anos	875	866	1.742	532	506	1.038	664	663	1.327	768	763	1.532	400	385	786
20 a 29 anos	1.739	1.721	3.459	1.003	955	1.958	1.164	1.161	2.324	1.462	1.452	2.914	853	822	1.675
30 a 39 anos	1.672	1.655	3.327	974	927	1.901	1.081	1.078	2.159	1.498	1.488	2.986	797	768	1.565
40 a 49 anos	1.082	1.071	2.153	557	530	1.087	862	860	1.723	872	866	1.738	417	402	819
50 a 59 anos	546	540	1.086	264	251	514	496	495	991	400	398	798	212	204	417
60 a 69 anos	297	294	591	154	147	301	315	314	629	213	211	424	119	115	234
70 a 79 anos	174	172	346	58	55	112	154	154	308	100	99	199	51	49	100
80 anos e mais	95	94	190	23	22	45	56	56	112	31	31	62	17	16	33

Fonte: SMS/GUAB/ Cadastramento e acompanhamento do Usuário/SUS.

QUADRO 2.7
POPULAÇÃO RESIDENTE POR BAIRRO - 2008

FAIXA ETÁRIA	Bairro Petrópolis			Bairro Rio Bonito			Bairro Saguau			Bairro São Marcos			Bairro Santo Antônio		
	Homens	Mulheres	Total	Homens	Mulheres	Total	Homens	Mulheres	Total	Homens	Mulheres	Total	Homens	Mulheres	Total
Total	6.770	6.810	13.580	2.813	2.567	5.379	5.166	5.633	10.799	1.305	1.343	2.648	2.710	2.716	5.426
Menor de 1 ano	88	89	177	37	34	70	64	61	125	13	14	27	32	32	65
1 a 4 anos	526	529	1.055	187	170	357	243	223	466	59	61	120	126	126	251
5 a 9 anos	484	487	970	248	226	474	351	364	715	73	75	148	152	152	304
10 a 14 anos	713	717	1.430	302	275	577	428	415	844	121	125	246	237	237	474
15 a 19 anos	716	720	1.435	301	275	576	519	509	1.028	131	135	266	270	271	541
20 a 29 anos	1.251	1.258	2.509	545	497	1.042	962	1.024	1.986	230	237	467	532	533	1.065
30 a 39 anos	1.214	1.221	2.435	475	434	909	824	938	1.762	220	227	447	486	487	972
40 a 49 anos	904	909	1.813	308	281	589	808	894	1.703	194	200	393	412	413	826
50 a 59 anos	501	504	1.004	207	189	397	495	537	1.032	123	127	250	237	238	475
60 a 69 anos	239	240	479	122	111	232	281	368	650	81	83	164	134	135	269
70 a 79 anos	103	104	206	58	53	111	153	215	368	44	46	90	70	70	140
80 anos e mais	33	33	67	24	22	45	37	85	121	15	15	30	22	22	44

Fonte: SMS/GUAB/ Cadastramento e acompanhamento do Usuário/SUS.

QUADRO 2.8
POPULAÇÃO RESIDENTE POR BAIRRO - 2008

FAIXA ETÁRIA	Bairro Santa Catarina			Bairro Vila Nova			Vila Cubatão			Zona Rural Jle			Zona Rural PI		
	Homens	Mulheres	Total	Homens	Mulheres	Total	Homens	Mulheres	Total	Homens	Mulheres	Total	Homens	Mulheres	Total
Total	6.424	6.455	12.880	10.544	10.646	21.191	670	609	1.279	4.636	4.227	8.863	5.290	5.068	10.358
Menor de 1 ano	89	89	178	140	142	282	10	9	20	74	68	142	84	80	164
1 a 4 anos	425	427	852	653	659	1.312	46	42	88	330	301	630	375	359	734
5 a 9 anos	536	538	1.074	870	878	1.748	54	49	102	405	369	774	465	446	911
10 a 14 anos	661	664	1.325	1.082	1.092	2.174	74	67	141	470	428	898	507	486	994
15 a 19 anos	674	677	1.351	1.001	1.011	2.012	71	65	136	459	419	878	529	507	1.037
20 a 29 anos	1.181	1.187	2.368	2.134	2.155	4.290	122	111	233	864	788	1.651	936	897	1.832
30 a 39 anos	1.194	1.200	2.393	2.109	2.129	4.238	100	90	190	766	698	1.465	842	807	1.649
40 a 49 anos	818	821	1.639	1.329	1.342	2.671	84	76	160	555	506	1.060	622	596	1.218
50 a 59 anos	425	427	852	667	674	1.341	46	42	88	317	289	606	394	378	772
60 a 69 anos	261	263	524	330	334	664	38	35	73	234	213	447	302	289	591
70 a 79 anos	119	120	239	177	179	356	19	17	36	117	107	224	164	157	321
80 anos e mais	41	42	83	51	52	103	6	6	12	46	42	88	70	67	137

Fonte: SMS/GUAB/ Cadastramento e acompanhamento do Usuário/SUS.

QUADRO 2.9
POPULAÇÃO RESIDENTE POR BAIRRO - 2008

FAIXA ETÁRIA	Zona Ind. Norte			Zona Ind. Tupy			Dona Francisca			TOTAL JOINVILLE			PERCENTUAL	
	Homens	Mulheres	Total	Homens	Mulheres	Total	Homens	Mulheres	Total	Homens	Mulheres	Total	BAIRROS	JOINVILLE
Total	1.385	1.271	2.656	26	30	57	173	181	354	245.030	247.071	492.101	100,00	100,00
Menor de 1 ano	20	19	39	0	0	1	3	3	6	3.427	3.422	6.849	1,75	1,71
1 a 4 anos	89	81	170	1	2	3	13	14	27	14.836	14.805	29.641	7,25	7,10
5 a 9 anos	106	97	203	2	2	4	16	17	33	18.726	18.712	37.437	9,44	9,29
10 a 14 anos	137	126	262	3	3	6	16	17	33	24.573	24.642	49.215	9,75	9,70
15 a 19 anos	142	130	272	3	3	6	16	17	34	24.968	25.099	50.067	9,95	9,99
20 a 29 anos	262	240	502	5	6	11	30	31	61	46.243	46.559	92.802	18,31	18,26
30 a 39 anos	239	219	458	4	5	9	27	28	55	44.007	44.371	88.377	17,39	17,34
40 a 49 anos	174	159	333	4	4	8	20	21	42	32.629	33.047	65.675	12,84	12,99
50 a 59 anos	104	96	200	2	3	5	13	13	26	18.056	18.346	36.402	6,91	7,04
60 a 69 anos	66	60	126	1	1	2	10	10	20	10.364	10.609	20.973	3,82	3,90
70 a 79 anos	34	31	65	0	1	1	6	6	12	5.201	5.366	10.567	1,92	1,98
80 anos e mais	14	13	26	0	0	0	3	3	6	1.828	1.913	3.741	0,67	0,70

Fonte: SMS/GUAB/ Cadastramento e acompanhamento do Usuário/SUS.

2.2 SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA URBANA DE JOINVILLE - UNIDADE DE DRENAGEM

Informações disponibilizadas:

- ✓ Dados de população em 2000 e 2002, por bairro e, consequente taxa de crescimento;
- ✓ Projeção da população para 2031 a partir de 2006, utilizando a taxa de crescimento calculada (Quadro 2.10).

Ressalta-se que a relação não inclui o bairro de Pirabeiraba, pois no ano 2000 esse bairro ainda não havia sido anexado à Joinville.

QUADRO 2.10
PROJEÇÃO DA POPULAÇÃO POR BAIRRO – 2006 A 2031

Nome do bairro	População 2000 (habitantes)	População 2002 (habitantes)	Varição 00-02 (habitantes)	Taxa de crescimento a.a. (habitantes)	População 2006 (habitantes)	População 2031 (habitantes)
1.Adhemar Garcia	14.173	15.232	1.059	3,67%	17.593	43.305
2.América	9.877	10.341	464	2,32%	11.335	20.121
3.Anita Garibaldi	7.663	7.671	8	0,05%	7.687	7.788
4.Atiradores	4.400	4.760	360	4,01%	5.571	14.888
5.Boa Vista	16.598	17.382	784	2,33%	19.063	33.942
6.Boehmerwald	8.326	8.879	553	3,27%	10.098	22.559
7.Bom Retiro	9.479	10.322	843	4,35%	12.240	35.504
8.Bucarein	5.227	5.401	174	1,65%	5.767	8.683
9.Centro	4.431	4.932	501	5,50%	6.110	23.312
10.Costa e Silva	22.299	23.246	947	2,10%	25.262	42.487
11.Fátima	13.468	13.877	409	1,51%	14.733	21.413
12.Floresta	16.990	17.308	318	0,93%	17.962	22.648
13.Glória	8.213	8.771	558	3,34%	10.003	22.750
14.Guanabara	9.465	9.692	227	1,19%	10.162	13.667
15.Iririú	21.357	22.094	737	1,71%	23.645	36.134
16.Itaum	11.568	12.074	506	2,16%	13.153	22.462
17.Itinga	15.360	16.096	736	2,37%	17.675	31.729
18.Jarivatuba	15.440	15.832	392	1,26%	16.646	22.773
19.João Costa	10.475	10.932	457	2,16%	11.907	20.305
20.Nova Brasília	11.211	11.753	542	2,39%	12.917	23.306
21.Paranaguamirim	17.187	17.450	263	0,76%	17.988	21.748
22.Parque Guaraní	11.008	11.508	500	2,25%	12.578	21.919
23.Petrópolis	13.064	13.395	331	1,26%	14.082	19.253
24.Saguacú	11.122	11.297	175	0,78%	11.655	14.167
25.Santa Catarina	11.769	12.094	325	1,37%	12.771	17.952
26.Santo Antônio	4.736	5.066	330	3,43%	5.797	13.454
27.São Marcos	2.477	2.544	67	1,34%	2.683	3.746
28.Vila Nova	15.695	17.101	1.406	4,38%	20.302	59.333
29. Zona Industrial Tupy	52	52	0	2,33%	57	101
30.Zona Industrial Norte	1.948	2.208	260	6,46%	2.837	13.581

Fonte: Secretaria Municipal de Joinville – Unidade de Drenagem

2.3 SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA URBANA DE JOINVILLE - UNIDADE DE APROVAÇÃO DE PROJETOS - UAP

Informações disponibilizadas:

- ✓ Quantidade de alvarás emitidos: série histórica de 1990 a 2008;
- ✓ Área total liberada (m²): série histórica de 1999 a 2008;
- ✓ Área média por alvará liberado (m²): série histórica de 1999 a 2008.

A seguir estão apresentados por meio de ilustrações (gráficos) os registros fornecidos pela Unidade de Aprovação de Projetos. Os relatórios anuais (2005 a 2008) também são apresentados em forma de quadros, na sequência.

PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE
SECRETARIA DE INFRA-ESTRUTURA URBANA
UNIDADE DE APROVAÇÃO DE PROJETOS -UAP

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	média/ano
Qtde de Alvarás Emitidos	1529	1282	1068	2334	2041	1704	1571	2871	1770	1660	1910	1576	1569	1296	1414	1623	1992	1879	2033	1743
Área Total Liberada (m2)	296.854,0	343.270,0	267.007,0	397.049,0	533.307,0	392.865,0	350.041,0	585.777,5	354.159,0	344.856,0	505.523,0	446.121,0	522.028,0	346.860,0	486.715,0	534.184,0	672.125,0	652.530,0	971.316,0	473.809,9
Área média por Alvará liberado (m2)	194,02	267,76	250,01	170,12	261,30	230,55	222,81	204,03	200,09	207,74	264,67	283,07	332,71	267,64	344,21	329,13	337,41	347,28	477,77	273,28

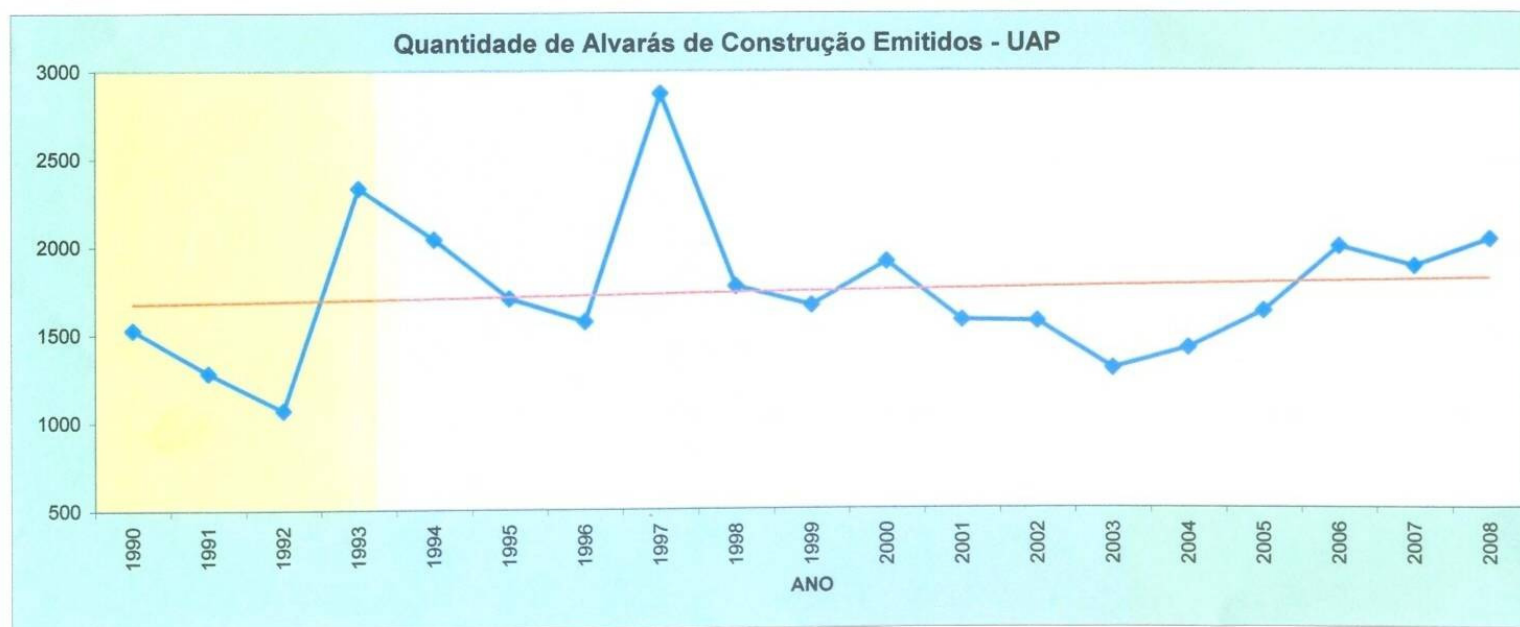


Figura 2.1 – Quantidade de alvarás emitidos

PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE
SECRETARIA DE INFRA-ESTRUTURA URBANA
UNIDADE DE APROVAÇÃO DE PROJETOS -UAP

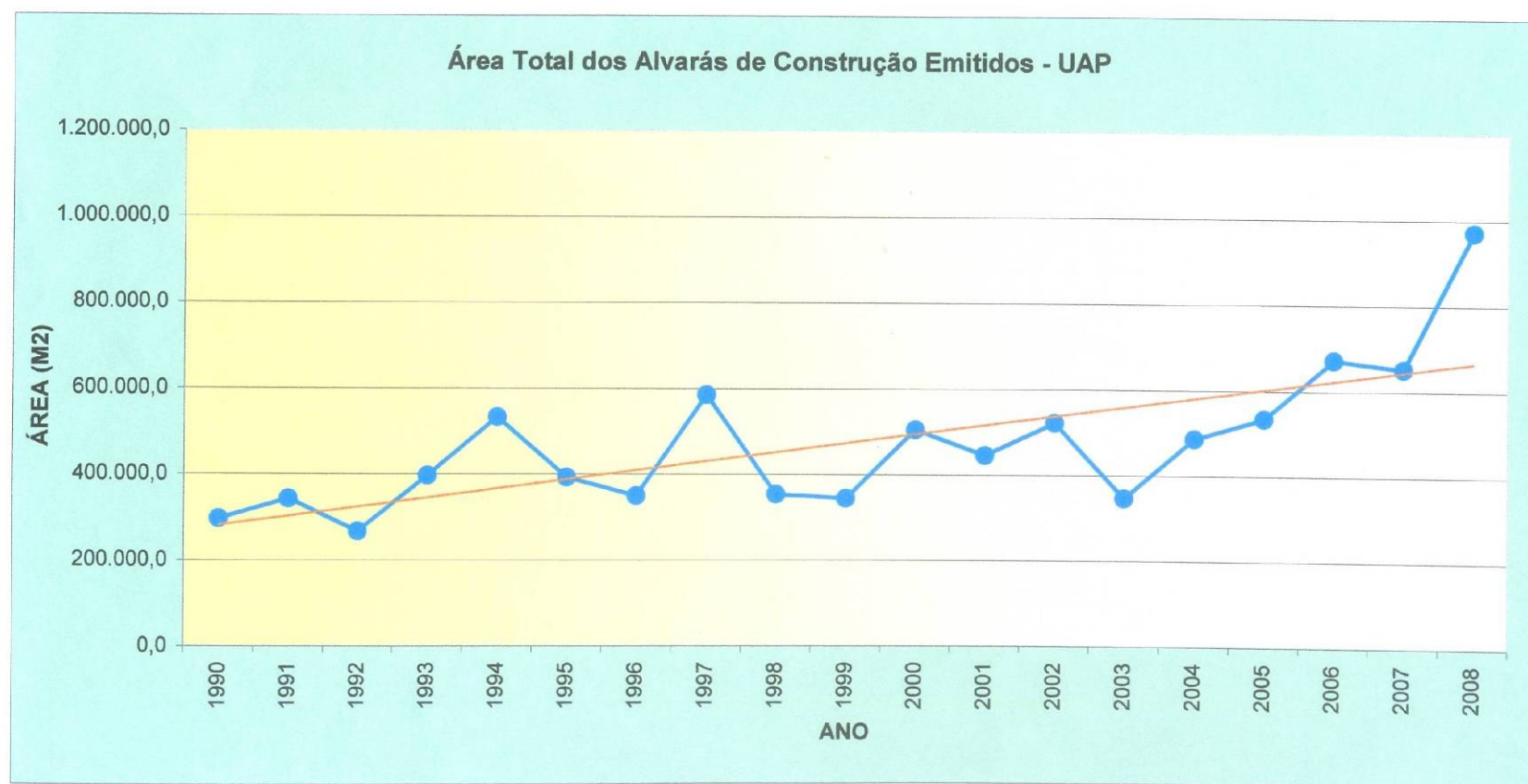


Figura 2.2 – Área total de alvarás emitidos

PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE
SECRETARIA DE INFRA-ESTRUTURA URBANA
UNIDADE DE APROVAÇÃO DE PROJETOS -UAP

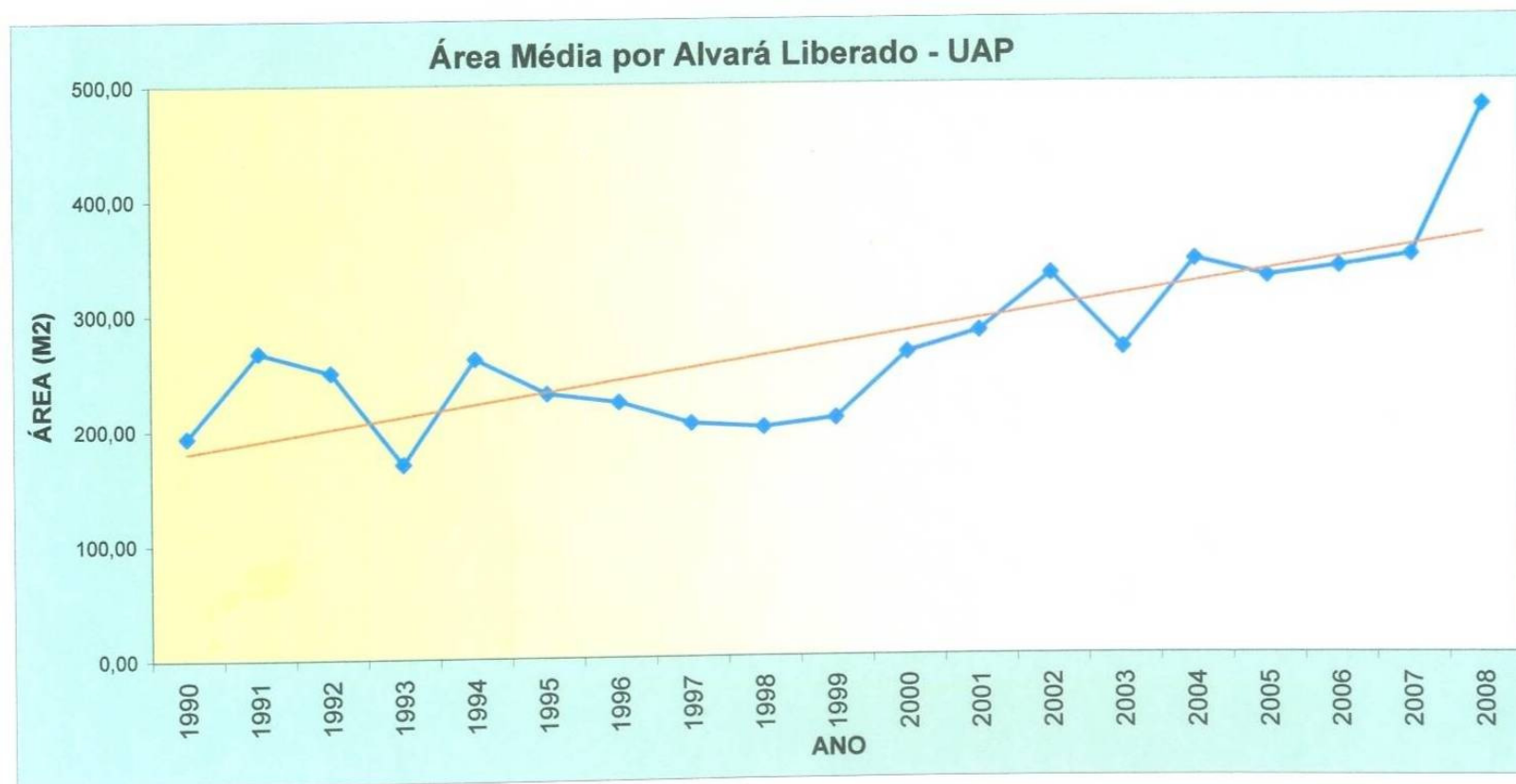


Figura 2.3 – Área média de alvarás emitidos

QUADRO 2.11
RELATÓRIO ANUAL - 2005

1) SUMÁRIO DE ATIVIDADES

ATIVIDADE	QUANTIDADE	METRAGEM	unidade
CONSULTAS PRÉVIAS (AMARELAS)	6182		
CONSULTAS PRÉVIAS (BRANCAS)	5743		
ALVARÁS DE CONSTRUÇÃO: total	2024		
1) em madeira	77	4.742,00	m2
2) em alvenaria c/ projeto	1215	502.980,00	m2
3) em alvenaria até 30,00 m2	195	5.072,00	m2
4) moradia econômica	69	4.079,50	m2
5) reformas	67	17.311,00	m2
6) muros	332	11.246,00	m
7) muros de arrimo	37	1.465,00	m
8) reaprovação	32	38.320,00	m
ALVARÁS DE DEMOLIÇÃO			
1) em madeira	660	47.990,00	m2
2) em alvenaria	473	44.295,00	m2
NUMERAÇÃO	1228		

2) ALVARÁS DE CONSTRUÇÃO COM PROJETO, POR CATEGORIA DE USO

CATEGORIA DE USO	QUANTIDADE	ÁREA (m2)
residência uni-familiar	788	140.777,00
residência multi-familiar	95	123.907,00
comércio	120	57.373,00
serviço	51	21.441,00
instituição	27	30.326,00
indústria	41	79.511,00
uso misto resid./comércio	93	49.645,00
TOTAL=====>	1215	502.980,00

3) CONSULTAS BRANCAS DEFERIDAS

CATEGORIA DE USO	QUANTIDADE
comércio	1205
serviço	2162
indústria	144
instituição	89
comércio/serviço	402
indústria/comércio	74
TOTAL=====>	4076

QUADRO 2.12
RELATÓRIO ANUAL - 2007

1) SUMÁRIO DE ATIVIDADES

ATIVIDADE	QUANTIDADE	METRAGEM	unidade
CONSULTAS PRÉVIAS (AMARELAS)	7868		
CONSULTAS PRÉVIAS (BRANCAS)	6646		
ALVARÁS DE CONSTRUÇÃO: total	2470		
1) em madeira	61	4.838,00	m2
2) em alvenaria c/ projeto	1666	647.308,00	m2
3) em alvenaria até 30,00 m2	207	4.894,00	m2
4) moradia econômica	6	327,50	m2
5) reformas	102	28.595,00	m2
6) muros	278	9.048,00	m
7) muros de arrimo	39	1.567,00	m
8) reaprovação	111	99.777,00	m
ALVARÁS DE DEMOLIÇÃO			
1) em madeira	702	50.592,00	m2
2) em alvenaria	611	64.442,00	m2
NUMERAÇÃO	1173		

2) ALVARÁS DE CONSTRUÇÃO COM PROJETO, POR CATEGORIA DE USO

CATEGORIA DE USO	QUANTIDADE	ÁREA (m2)
residência uni-familiar	1044	181.402,00
residência multi-familiar	126	151.120,00
comércio	161	54.309,00
serviço	106	64.822,00
instituição	31	27.341,00
indústria	75	105.406,00
uso misto resid./comércio	123	62.908,00
TOTAL=====>	1666	647.308,00

3) CONSULTAS BRANCAS DEFERIDAS

CATEGORIA DE USO	QUANTIDADE
comércio	826
serviço	1580
indústria	138
instituição	38
comércio/serviço	264
indústria/comércio	16
TOTAL=====>	2862

QUADRO 2.13
RELATÓRIO ANUAL - 2008

1) SUMÁRIO DE ATIVIDADES

ATIVIDADE	QUANTIDADE	METRAGEM	unidade
CONSULTAS PRÉVIAS (CONSTRUÇÃO)	11140		
CONSULTAS PRÉVIAS (LOCALIZAÇÃO)	6515		
ALVARÁS DE CONSTRUÇÃO: total	2522		
1) em madeira	50	2.879,00	m2
2) em alvenaria c/ projeto	1757	962.606,00	m2
3) em alvenaria até 30,00 m2	222	5.593,00	m2
4) moradia econômica	4	238,00	m2
5) reformas	67	19.718,00	m2
6) muros	229	7.762,00	m
7) muros de arrimo	27	1.058,00	m
8) reaprovação	166	211.242,00	m
ALVARÁS DE DEMOLIÇÃO			
1) em madeira	770	54.829,00	m2
2) em alvenaria	693	72.342,00	m2
NUMERAÇÃO	1469		

2) ALVARÁS DE CONSTRUÇÃO COM PROJETO, POR CATEGORIA DE USO

CATEGORIA DE USO	QUANTIDADE	AREA (m2)
residência uni-familiar	1095	167.985,00
residência multi-familiar	161	299.331,00
comércio	166	236.555,00
serviço	64	35.619,00
instituição	46	45.965,00
indústria	57	95.174,00
uso misto resid./comércio	168	81.977,00
TOTAL=====>	1757	962.606,00

3) CONSULTAS PRÉVIAS (LOCALIZAÇÃO) DEFERIDAS

CATEGORIA DE USO	QUANTIDADE
comércio	713
serviço	1574
indústria	108
instituição	33
comércio/serviço	244

QUADRO 2.14
RELATÓRIO MENSAL – TOTAL 2006

ALVARÁS DE CONSTRUÇÃO COM PROJETO, POR CATEGORIA DE USO

CATEGORIA DE USO	QUANTIDADE	AREA (m2)
residência uni-familiar	1179	269.607,00
residência multi-familiar	89	94.143,00
comércio	170	75.628,00
serviço	75	44.057,00
instituição	31	54.612,00
indústria	29	79.860,00
uso misto resid./comércio	128	43.737,00
TOTAL=====>	1701	661.644,00

2.4 INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DE JOINVILLE - IPPUJ

Esse instituto forneceu as bases digitais de bairros, ocupação e hidrografia, bases estas que permitiram a obtenção da distribuição espacial da população no município, nas bacias de contribuição e na Bacia do Rio Cachoeira como um todo.

3. BASES UTILIZADAS NA PROJEÇÃO DA POPULAÇÃO

3.1 PARA O MUNICÍPIO DE JOINVILLE

A base de maior relevância utilizada neste estudo populacional foi a planilha fornecida pela Secretaria de Saúde que compila os dados fornecidos mensalmente pelos agentes de saúde em todo o município.

Esses registros, além da periodicidade da coleta, se mostraram os mais adequados, pois já sofreram tratamento matemático na metodologia do IBGE, qual seja:

“Para se chegar aos novos resultados populacionais, o IBGE realizou um estudo empregando uma metodologia de conciliação censitária combinada com o Método das Componentes Demográficas, que constitui-se de uma ferramenta demográfica que visa obter as estruturas esperadas por sexo e idade das populações nos censos, à luz do conhecimento da dinâmica demográfica do país, procurando obter coerência entre os censos e contagens dos anos de 1980, 1991, 1996, 2000 e 2007.

Com base numa avaliação histórica dos censos demográficos e contagens da população do Brasil desde 1980 até 2007, o IBGE identificou, para cada ano, as estimativas dos níveis relativos e absolutos da subenumeração de pessoas nestas cinco operações censitárias.

A existência de subenumeração de pessoas não constitui uma característica exclusiva dos levantamentos censitários brasileiros. Do início da segunda metade do Século XX até os dias de

hoje, as Nações Unidas, através de sua representação para a América Latina e Caribe (CEPAL) têm efetuado avaliações da cobertura dos censos de população da região latino-americana e caribenha.

Os resultados apontaram para uma coerência bastante significativa entre os Censos Demográficos de 1970, 1980, 1991 e 2000, tomando-se como referencial o Censo de 1980, cuja cobertura populacional foi avaliada a fim de extrair a estimativa final do grau de subenumeração de pessoas e as possíveis implicações associadas à correção ou não da população de partida da projeção.

Em síntese, esses procedimentos demográficos são utilizados para avaliar e, se for o caso, corrigir, para efeito de projeções e estimativas, informações censitárias, tanto no que diz respeito ao volume como à composição da população por sexo e idade. O método consiste em obter uma coerência entre a informação dos censos e os eventos demográficos – nascimentos, mortes e migração – de tal maneira que se cumpra ou que se aproxime ao máximo do esperado pelas tendências da dinâmica demográfica.

Com vistas, especificamente, às estimativas municipais de 2008, procedeu-se a um ajuste das populações das Unidades da Federação observadas nos anos 2000 e 2007 aos valores projetados para a população do Brasil – definida após a conciliação censitária.

Os fatores de ajustes utilizados nos totais populacionais das Unidades da Federação, em 2000 e em 2007, foram aplicados também aos seus Municípios a fim de que fossem mantidos os totais ajustados para as respectivas Unidades.

Os demais dados obtidos, ou seja, os fornecidos pela Secretaria de Infraestrutura através das Unidades de Drenagem e de Aprovação de Projetos foram utilizados apenas como bases comparativas e não determinantes em função de:

Unidade de Drenagem – apesar de ter como ponto de partida os dados da Secretaria de Saúde, e ter sido imprescindível na compreensão da dinâmica da cidade em função do estudo particularizado dos bairros, baseia-se em apenas 2 anos, criando um cenário muito restrito.

Aprovação de projetos – com série histórica excelente, deu a visão de Joinville nas duas últimas décadas. Porém, nessa série apresenta a abertura em classes de uso (residenciais, comerciais, etc.) apenas a partir de 2005, além de não permitir a distinção das demandas reprimidas e da simples migração em função de verticalização, regularização e outras medidas urbanas que Joinville demonstrou nas últimas décadas.

3.2 BASE UTILIZADA NA PROJEÇÃO DA POPULAÇÃO DA BACIA DO RIO CACHOEIRA

Utilizando-se a projeção anterior e as bases digitais de bairros, ocupação e hidrografia do IPPUJ, foi calculada a população por bacia de contribuição, e resultante disso a da Bacia do Rio Cachoeira, inclusive de sua calha.

4. METODOLOGIA

A partir dos dados históricos da Secretaria Municipal de Saúde - SMS, série de 8 anos, e dos dados do IBGE para o município foi elaborada a projeção geométrica para um período de 25 anos.

Os dados da SMS já haviam sido tratados por bairro e, dessa forma, a projeção também pode acompanhar esta metodologia.

A projeção por bairro foi de extrema utilidade na fase de definição da população atual e futura das bacias de drenagem que compõem a Bacia do Rio Cachoeira.

A taxa de crescimento anual para o período considerou a base histórica do IBGE e a tendência por ela apontada. Vale ressaltar que na curva demonstrativa do comportamento histórico da taxa de crescimento há uma discrepância, na contagem de 2007.

Essa taxa se mostrava na casa de 1,87% aa com decréscimos anuais de 0,07% aa. A contagem de 2007 apontou um decréscimo de população para o município de (-1,5 %).

No ano seguinte (2008) o IBGE publica a expectativa de crescimento de Joinville para aquele ano (2008) como 1,05 %.

Com base nos dados acima fica claro que matematicamente o ano de 2007 deve ser expurgado da curva para efeito de tendência de crescimento do Município.

Ainda em termos numéricos há que se considerar que a taxa de crescimento de 1,05% aa não pode ser aplicada sobre a população de 2006.

Para efeito de correção dessa distorção a metodologia adotada foi:

- ✓ Determinação da tendência de crescimento através dos dados do IBGE - série histórica de 30 anos;
- ✓ Determinação da redução anual da taxa de crescimento de Joinville com base na mesma série histórica do IBGE;
- ✓ Desconsideração das contagens dos anos 2007 e 2008 e aplicação da taxa de crescimento apontada com tendência dos últimos 30 anos pelo IBGE a partir da população de 2008 resultante dos dados da Secretaria Municipal de Saúde.

A projeção foi linear para o município tendo em vista que:

- ✓ Os dados de taxa de crescimento diferenciados por bairro disponibilizados referem-se a um período específico, 2000-2002, não podendo ser extrapolados;
- ✓ O ponto de partida para a projeção, ano de 2008, com dados da SMS, já considera a população diferenciada por bairro;

A sobreposição das áreas das bacias e dos bairros avaliou o zoneamento com o intuito de identificar eventuais pontos de distorção na metodologia proposta.

O quadro a seguir mostra os registros populacionais do IBGE para os últimos 8 anos.

QUADRO 4.1
REGISTROS DO IBGE PARA OS ANOS 2000 A 2008

<i>Ano</i>	<i>População Urbana (habitantes)</i>	<i>População Rural (habitantes)</i>	<i>População Total (habitantes)</i>
2000	414.972	14.632	429.604
2001	430.871	15.193	446.064
2002	438.311	15.455	453.766
2003	447.037	14.539	461.576
2004	463.351	14.620	477.971
2005	470.977	16.068	487.045
2006	479.740	16.311	496.051
2007	471.452	15.551	487.003
2008 *	476.388	15.713	492.101

Fonte: Estimativa 2001 -2007, com base no Censo IBGE 2000. Secretaria Municipal de Saúde/Cadastramento e acompanhamento do Usuário/SUS 2007. *Estimativa IPPUJ 2008

No quadro a seguir estão apresentadas as taxas de crescimento e as populações observadas no município, década a década, a partir de 1950.

QUADRO 4.2
TAXA DE CRESCIMENTO E POPULAÇÃO DE JOINVILLE, DESDE 1950

<i>Anos</i>	<i>Taxas Médias %aa</i>	<i>Início da década (hab)</i>	<i>Final da década (hab)</i>
1950 a 1960	6,07	43.334	69.677
1960 a 1970	6,04	69.677	126.095
1970 a 1980	6,45	126.095	235.812
1980 a 1991	3,54	235.812	347.151
1991 a 2000	2,21	347.151	429.604
2000 a 2008	1,89	429.604	492.101

Fonte: IBGE Censo Demográfico 1960, 1970, 1980,1991, 2000 *Estimativas IBGE 2001 a 2008.

No quadro a seguir estão calculadas as taxas de crescimento anuais a partir de 2000, com base nos dados publicados pelo IBGE e na projeção do IPPUJ.

QUADRO 4.3
TAXAS DE CRESCIMENTO PARA JOINVILLE, ENTRE ANOS 2000 A 2008

Ano	População Urbana (habitantes)	População Rural (habitantes)	População Total (habitantes)	Taxa de crescimento Anual (% aa)
2000	414.972	14.632	429.604	
2001	430.871	15.193	446.064	3,83%
2002	438.311	15.455	453.766	1,73%
2003	447.037	14.539	461.576	1,72%
2004	463.351	14.620	477.971	3,55%
2005	470.977	16.068	487.045	1,90%
2006	479.740	16.311	496.051	1,85%
2007	471.452	15.551	487.003	-1,82%
2008 *	476.388	15.713	492.101	1,05%

*Estimativa Ippuj 2008

Utilizando-se a série acima, obtém-se uma taxa anual de crescimento de 1,55 % aa.

Expurgando-se o ano de 2007 a taxa passa ser igual a 1,62 % aa.

Utilizando-se os dados históricos do IBGE dos últimos 30 anos tem-se uma redução anual média da taxa de crescimento da ordem de 0,05 %.

Adotada essa redução na taxa anual de crescimento em 2020 resulta a taxa de 1% aa, ou seja, a taxa vegetativa de crescimento anual.

Diante do exposto, estão apresentadas no seguimento, as planilhas de projeção da população do município como um todo, da Bacia do Rio Cachoeira e das áreas das bacias por bairro, com base nas seguintes premissas:

- ✓ Horizonte de projeto: 25 anos – 2010 a 2035;
- ✓ População município para início da projeção: 492.101 habitantes, cabendo aí uma explicação; essa população inclui a população rural visto que quando da compartimentação por bacias, em algumas delas, essa população estará incluída;
- ✓ Taxa de crescimento anual de 1,62% aa sendo decrescida à razão de 0,05% aa até o ano de 2020 onde atinge a taxa vegetativa de 1% aa e mantém-se com este valor até o final do período de projeto.

A figura 1 apresenta os bairros segundo a divisão utilizada para a obtenção da população do quadro 4.4

Na sequência é apresentada a tabela do estudo populacional desenvolvido pelo Consórcio desmembrando os bairros Profipo e Parque Guarani. Foi utilizada uma distribuição proporcional de área para a obtenção da população residente em cada bairro. Dessa forma, apresenta-se o quadro 4.5 com a população distribuída entre os bairros de Joinville. Observa-se que na planilha não se apresenta o bairro Ulysses Guimarães desvinculado dos demais bairro devido localizar-se fora da área de estudo do Plano Diretor de Drenagem Urbana do rio Cachoeira.

QUADRO 4.4
POPULAÇÃO DE JOINVILLE POR BAIRROS

População por ano (habitantes)																												
Bairro	2,008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Aventureiro	34,901	35,447	36,002	36,565	37,138	37,719	38,309	38,909	39,518	40,136	40,764	41,402	42,050	42,703	43,364	44,033	44,711	45,397	46,091	46,794	47,506	48,226	48,955	49,693	50,440	51,195	51,960	52,734
América	10,381	10,543	10,708	10,876	11,046	11,219	11,395	11,573	11,754	11,938	12,125	12,315	12,507	12,702	12,898	13,097	13,299	13,503	13,709	13,918	14,130	14,344	14,561	14,781	15,003	15,228	15,455	15,685
Atiradores	4,905	4,982	5,060	5,139	5,219	5,301	5,384	5,468	5,554	5,641	5,729	5,819	5,910	6,001	6,094	6,188	6,284	6,380	6,478	6,576	6,676	6,778	6,880	6,984	7,089	7,195	7,303	7,411
Ademar Garcia	17,754	18,032	18,314	18,601	18,892	19,187	19,488	19,793	20,102	20,417	20,737	21,061	21,391	21,723	22,059	22,399	22,744	23,093	23,446	23,804	24,166	24,532	24,903	25,279	25,659	26,043	26,432	26,826
Anita Garibaldi	7,751	7,872	7,996	8,121	8,248	8,377	8,508	8,641	8,776	8,914	9,053	9,195	9,339	9,484	9,630	9,779	9,930	10,082	10,236	10,392	10,550	10,710	10,872	11,036	11,202	11,370	11,540	11,711
Boa Vista	15,636	15,881	16,129	16,382	16,638	16,898	17,163	17,431	17,704	17,981	18,263	18,549	18,839	19,131	19,427	19,727	20,031	20,338	20,649	20,964	21,283	21,606	21,932	22,263	22,598	22,936	23,279	23,625
Boehmerwald	8,707	8,843	8,982	9,122	9,265	9,410	9,557	9,707	9,859	10,013	10,170	10,329	10,491	10,653	10,818	10,985	11,154	11,325	11,499	11,674	11,852	12,031	12,213	12,397	12,584	12,772	12,963	13,156
Bucarein	5,398	5,482	5,568	5,655	5,744	5,834	5,925	6,018	6,112	6,208	6,305	6,404	6,504	6,605	6,707	6,810	6,915	7,021	7,129	7,237	7,348	7,459	7,572	7,686	7,801	7,918	8,036	8,156
Bom Retiro	10,815	10,984	11,156	11,331	11,508	11,688	11,871	12,057	12,246	12,437	12,632	12,830	13,030	13,233	13,437	13,645	13,855	14,067	14,283	14,500	14,721	14,944	15,170	15,399	15,630	15,864	16,101	16,341
Centro	4,964	5,042	5,121	5,201	5,282	5,365	5,449	5,534	5,621	5,709	5,798	5,889	5,981	6,074	6,168	6,263	6,359	6,457	6,556	6,656	6,757	6,859	6,963	7,068	7,174	7,282	7,390	7,500
Centro PI	3,655	3,712	3,770	3,829	3,889	3,950	4,012	4,075	4,138	4,203	4,269	4,336	4,404	4,472	4,541	4,611	4,682	4,754	4,827	4,900	4,975	5,050	5,127	5,204	5,282	5,361	5,442	5,523
Costa e Silva	25,454	25,852	26,257	26,668	27,085	27,509	27,940	28,377	28,821	29,272	29,730	30,195	30,668	31,144	31,626	32,114	32,608	33,109	33,615	34,128	34,647	35,172	35,704	36,242	36,787	37,338	37,896	38,460
Comasa	20,819	21,145	21,476	21,812	22,153	22,500	22,852	23,210	23,573	23,942	24,316	24,697	25,084	25,473	25,867	26,266	26,671	27,080	27,494	27,913	28,338	28,768	29,202	29,643	30,088	30,539	30,995	31,457
Espinheiros	8,230	8,359	8,490	8,622	8,757	8,894	9,034	9,175	9,319	9,464	9,613	9,763	9,916	10,070	10,226	10,383	10,543	10,705	10,869	11,034	11,202	11,372	11,544	11,718	11,894	12,072	12,253	12,435
Fátima	14,175	14,397	14,622	14,851	15,083	15,319	15,559	15,803	16,050	16,301	16,556	16,815	17,079	17,344	17,612	17,884	18,159	18,438	18,720	19,005	19,294	19,587	19,883	20,183	20,486	20,793	21,104	21,418
Floresta	16,878	17,142	17,410	17,683	17,960	18,241	18,526	18,816	19,111	19,410	19,713	20,022	20,335	20,651	20,971	21,294	21,622	21,954	22,289	22,629	22,974	23,322	23,675	24,031	24,392	24,758	25,128	25,502
Glória	7,843	7,966	8,090	8,217	8,346	8,476	8,609	8,744	8,880	9,019	9,161	9,304	9,450	9,596	9,745	9,895	10,047	10,202	10,358	10,516	10,676	10,837	11,001	11,167	11,335	11,505	11,677	11,850
Guanabara	9,027	9,168	9,312	9,457	9,605	9,756	9,908	10,064	10,221	10,381	10,543	10,708	10,876	11,045	11,216	11,389	11,564	11,742	11,921	12,103	12,287	12,473	12,662	12,853	13,046	13,242	13,439	13,639
Itaum	11,726	11,910	12,096	12,285	12,477	12,673	12,871	13,072	13,277	13,485	13,696	13,910	14,128	14,347	14,569	14,794	15,022	15,252	15,486	15,722	15,961	16,203	16,448	16,696	16,947	17,201	17,458	17,718
Itinga	17,418	17,691	17,967	18,249	18,534	18,824	19,119	19,418	19,722	20,031	20,344	20,663	20,986	21,312	21,641	21,975	22,314	22,656	23,003	23,353	23,709	24,068	24,432	24,800	25,173	25,550	25,932	26,318
Iririu	22,698	23,053	23,414	23,780	24,153	24,531	24,914	25,304	25,700	26,103	26,511	26,926	27,347	27,772	28,202	28,637	29,078	29,524	29,975	30,433	30,896	31,364	31,838	32,318	32,804	33,295	33,793	34,296
Jardim Iririu	21,637	21,976	22,320	22,669	23,024	23,384	23,750	24,122	24,499	24,882	25,272	25,667	26,069	26,474	26,884	27,298	27,718	28,144	28,574	29,010	29,451	29,898	30,350	30,807	31,270	31,739	32,213	32,693
Jardim Paraíso	15,981	16,231	16,485	16,743	17,005	17,271	17,542	17,816	18,095	18,378	18,666	18,958	19,255	19,553	19,856	20,162	20,473	20,787	21,105	21,427	21,753	22,082	22,416	22,754	23,096	23,442	23,792	24,147
Jardim Sofia	4,367	4,435	4,505	4,575	4,647	4,720	4,793	4,868	4,945	5,022	5,101	5,180	5,262	5,343	5,426	5,510	5,594	5,680	5,767	5,855	5,944	6,034	6,126	6,218	6,311	6,406	6,502	6,598
João Costa	11,078	11,251	11,427	11,606	11,788	11,972	12,160	12,350	12,543	12,740	12,939	13,142	13,347	13,554	13,764	13,977	14,192	14,409	14,630	14,853	15,079	15,308	15,539	15,773	16,010	16,250	16,493	16,738
Jarivatuba	17,576	17,851	18,130	18,414	18,702	18,995	19,292	19,594	19,901	20,212	20,529	20,850	21,176	21,505	21,838	22,175	22,516	22,862	23,211	23,565	23,924	24,286	24,654	25,025	25,401	25,782	26,167	26,557
Morro do Meio	10,038	10,195	10,355	10,517	10,681	10,848	11,018	11,191	11,366	11,544	11,724	11,908	12,094	12,282	12,472	12,664	12,859	13,057	13,256	13,459	13,663	13,870	14,080	14,292	14,507	14,725	14,944	15,167
Nova Brasília	12,725	12,924	13,126	13,332	13,540	13,752	13,968	14,186	14,408	14,634	14,863	15,095																

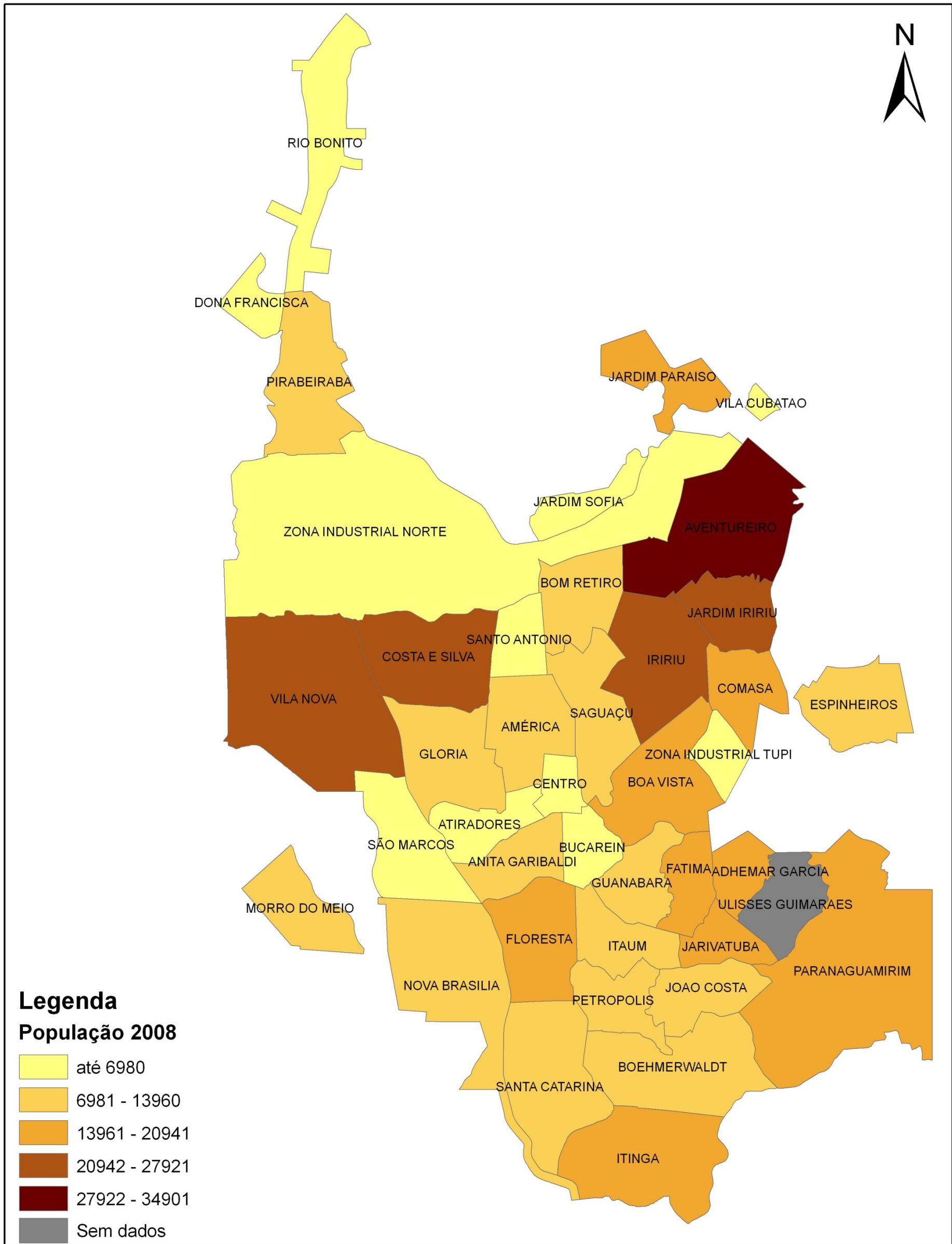


Figura 4.1 – Mapa com base de Bairros Utilizado para obtenção de dados da Secretaria Municipal de Saúde

QUADRO 4.5
POPULAÇÃO DE JOINVILLE POR BAIRROS (PROFIPO + PARQUE GUARANI)

População por ano (habitantes)																												
Bairro	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Adhemar Garcia	17,754	18,031	18,314	18,600	18,891	19,187	19,487	19,792	20,102	20,417	20,736	21,061	21,390	21,722	22,058	22,399	22,744	23,093	23,446	23,803	24,165	24,532	24,903	25,278	25,658	26,042	26,431	26,825
América	10,381	10,543	10,708	10,876	11,046	11,219	11,394	11,573	11,754	11,938	12,124	12,314	12,507	12,701	12,898	13,097	13,298	13,502	13,709	13,918	14,130	14,344	14,561	14,780	15,002	15,227	15,455	15,685
Anita Garibaldi	7,751	7,872	7,995	8,120	8,247	8,376	8,507	8,641	8,776	8,913	9,053	9,194	9,338	9,483	9,630	9,779	9,929	10,081	10,236	10,392	10,550	10,710	10,872	11,036	11,201	11,369	11,539	11,711
Atiradores	4,905	4,981	5,059	5,138	5,219	5,301	5,383	5,468	5,553	5,640	5,729	5,818	5,909	6,001	6,094	6,188	6,283	6,380	6,477	6,576	6,676	6,777	6,880	6,983	7,088	7,195	7,302	7,411
Aventureiro	34,901	35,447	36,001	36,565	37,137	37,718	38,309	38,908	39,517	40,136	40,764	41,402	42,050	42,702	43,363	44,032	44,710	45,396	46,091	46,794	47,505	48,226	48,955	49,692	50,439	51,195	51,960	52,734
Boa Vista	15,636	15,880	16,129	16,381	16,638	16,898	17,162	17,431	17,704	17,981	18,262	18,548	18,838	19,131	19,427	19,727	20,030	20,338	20,649	20,964	21,283	21,605	21,932	22,262	22,597	22,936	23,278	23,625
Boehmerwald	3,605	3,661	3,718	3,777	3,835	3,895	3,957	4,018	4,081	4,145	4,210	4,276	4,343	4,410	4,479	4,548	4,618	4,689	4,760	4,833	4,906	4,981	5,056	5,132	5,209	5,288	5,366	5,446
Parque Guarani	5,102	5,182	5,263	5,345	5,429	5,514	5,600	5,688	5,777	5,868	5,959	6,052	6,147	6,243	6,339	6,437	6,536	6,636	6,738	6,841	6,945	7,050	7,157	7,265	7,374	7,484	7,596	7,709
Bom Retiro	10,815	10,984	11,156	11,330	11,508	11,688	11,871	12,056	12,245	12,437	12,631	12,829	13,030	13,232	13,437	13,644	13,854	14,067	14,282	14,500	14,720	14,944	15,170	15,398	15,630	15,864	16,101	16,341
Bucarein	5,398	5,482	5,568	5,655	5,743	5,833	5,925	6,017	6,112	6,207	6,304	6,403	6,503	6,604	6,706	6,810	6,915	7,021	7,128	7,237	7,347	7,458	7,571	7,685	7,801	7,918	8,036	8,156
Centro	4,964	5,041	5,120	5,200	5,282	5,364	5,448	5,534	5,620	5,708	5,797	5,888	5,980	6,073	6,167	6,262	6,359	6,456	6,555	6,655	6,756	6,859	6,962	7,067	7,174	7,281	7,390	7,500
Comasa	20,819	21,144	21,475	21,811	22,153	22,499	22,852	23,209	23,572	23,941	24,316	24,697	25,083	25,472	25,867	26,266	26,670	27,079	27,494	27,913	28,337	28,767	29,202	29,642	30,088	30,538	30,995	31,456
Costa E Silva	25,454	25,852	26,256	26,667	27,085	27,509	27,939	28,376	28,820	29,272	29,730	30,195	30,667	31,144	31,626	32,114	32,608	33,108	33,615	34,127	34,646	35,172	35,703	36,242	36,786	37,337	37,895	38,460
Dona Francisca	354	359	365	370	376	382	388	394	400	407	413	419	426	433	439	446	453	460	467	474	481	489	496	504	511	519	527	534
Espinheiros	8,230	8,358	8,489	8,622	8,757	8,894	9,033	9,175	9,318	9,464	9,612	9,763	9,915	10,069	10,225	10,383	10,543	10,704	10,868	11,034	11,202	11,372	11,544	11,718	11,894	12,072	12,252	12,435
Fátima	14,175	14,396	14,622	14,850	15,083	15,319	15,559	15,802	16,050	16,301	16,556	16,815	17,078	17,343	17,612	17,883	18,159	18,437	18,719	19,005	19,294	19,586	19,883	20,182	20,486	20,792	21,103	21,417
Floresta	16,878	17,142	17,410	17,682	17,959	18,240	18,526	18,816	19,110	19,409	19,713	20,021	20,335	20,650	20,970	21,294	21,621	21,953	22,289	22,629	22,973	23,321	23,674	24,031	24,392	24,757	25,127	25,502
Gloria	7,843	7,965	8,090	8,217	8,345	8,476	8,608	8,743	8,880	9,019	9,160	9,303	9,449	9,596	9,744	9,895	10,047	10,201	10,357	10,515	10,675	10,837	11,001	11,167	11,334	11,504	11,676	11,850
Guanabara	9,027	9,168	9,311	9,457	9,605	9,755	9,908	10,063	10,221	10,381	10,543	10,708	10,876	11,044	11,215	11,388	11,564	11,741	11,921	12,103	12,287	12,473	12,662	12,852	13,046	13,241	13,439	13,639
Irlíriu	22,698	23,053	23,414	23,780	24,152	24,530	24,914	25,304	25,700	26,102	26,511	26,926	27,347	27,771	28,201	28,637	29,077	29,523	29,975	30,432	30,895	31,363	31,838	32,318	32,803	33,295	33,792	34,295
Itaum	11,726	11,909	12,095	12,285	12,477	12,672	12,871	13,072	13,277	13,484	13,695	13,910	14,127	14,347	14,569	14,794	15,021	15,252	15,485	15,721	15,960	16,202	16,447	16,695	16,946	17,200	17,457	17,717
Itinga	17,418	17,690	17,967	18,248	18,534	18,824	19,118	19,418	19,721	20,030	20,344	20,662	20,985	21,311	21,641	21,975	22,313	22,656	23,002	23,353	23,708	24,068	24,431	24,800	25,172	25,550	25,931	26,317
Jardim Irlíriu	21,637	21,975	22,319	22,668	23,023	23,383	23,749	24,121	24,499	24,882	25,271	25,667	26,069	26,473	26,883	27,298	27,718	28,143	28,574	29,010	29,451	29,897	30,349	30,807	31,270	31,738	32,212	32,692
Jardim Paraíso	15,981	16,231	16,485	16,743	17,005	17,271	17,541	17,816	18,094	18,378	18,665	18,957	19,254	19,553	19,856	20,162	20,472	20,786	21,104	21,426	21,752	22,082	22,416	22,754	23,096	23,442	23,792	24,146
Jardim Sofia	4,367	4,435	4,504	4,575	4,646	4,719	4,793	4,868	4,944	5,022	5,100	5,180	5,261	5,343	5,425	5,509	5,594	5,680	5,767	5,855	5,944	6,034	6,125	6,217	6,311	6,405	6,501	6,598
Jarivatuba	17,576	17,851	18,130	18,414	18,702	18,995	19,292	19,594	19,900	20,212	20,528	20,849	21,176	21,504	21,837	22,174	22,516	22,861	23,211	23,565	23,923	24,286	24,653	25,025	25,401	25,781	26,166	26,556
Joao Costa	11,078	11,251	11,427	11,606	11,787	11,972	12,159	12,350	12,543	12,739	12,939	13,141	13,347	13,554	13,764	13,976	14,191	14,409	14,629	14,852								

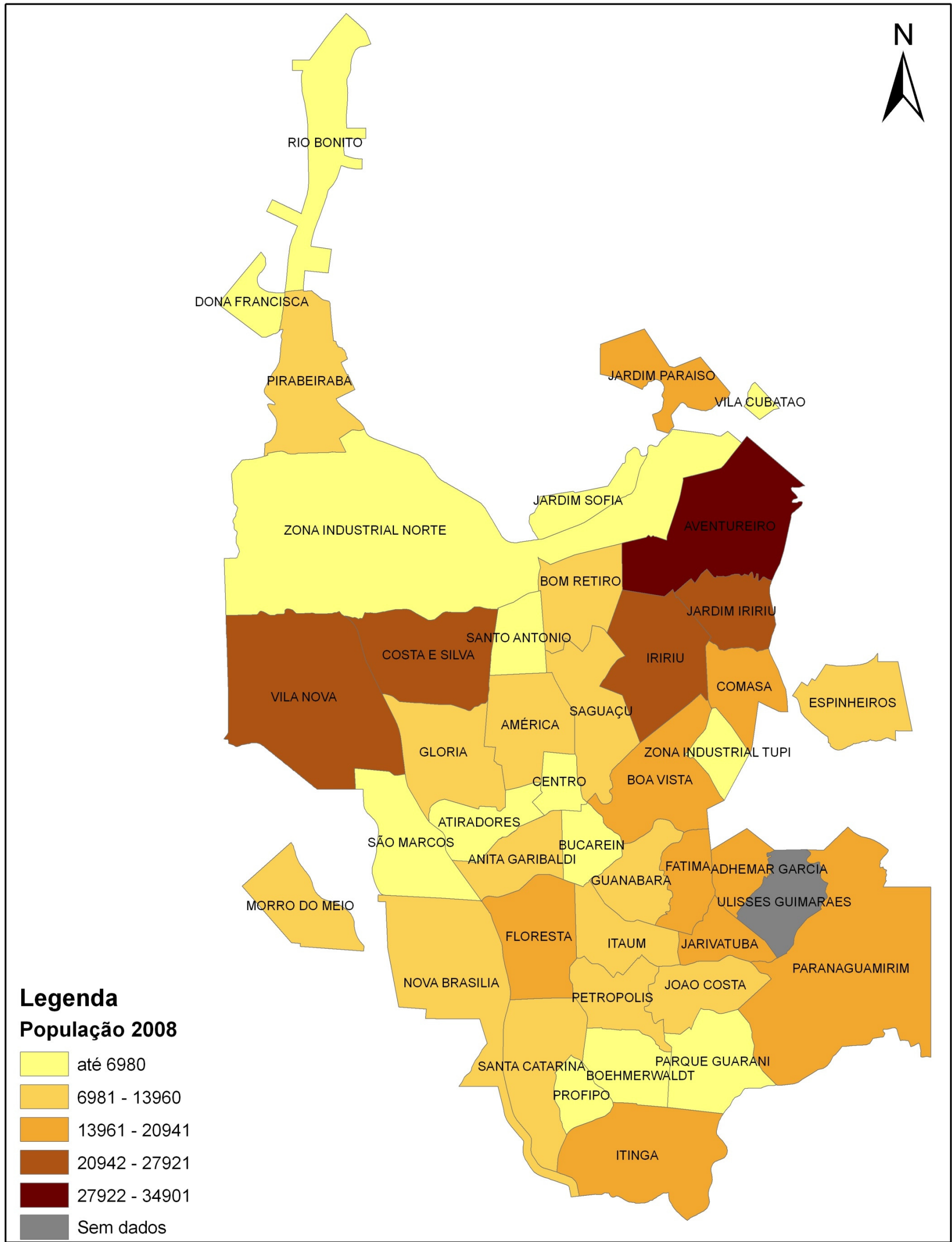


Figura 4.2 – Mapa com desmembramento dos bairros Profipo e Parque Guarani

QUADRO 4.6
POPULAÇÃO DE JOINVILLE POR SUB-BACIA DO RIO CACHOEIRA

SUB-BACIA	2,008	2,009	2,010	2,011	2,012	2,013	2,014	2,015	2,016	2,017	2,018	2,019	2,020	2,021	2,022	2,023	2,024	2,025	2,026	2,027	2,028	2,029	2,030	2,031	2,032	2,033	2,034	2,035
CANAL DA RUA ARACAJU	1,798	1,826	1,854	1,883	1,913	1,943	1,973	2,004	2,036	2,067	2,100	2,133	2,166	2,200	2,234	2,268	2,303	2,338	2,374	2,410	2,447	2,484	2,522	2,560	2,598	2,637	2,676	2,716
CANAL DA RUA SALVADOR	1,723	1,750	1,778	1,805	1,834	1,862	1,891	1,921	1,951	1,982	2,013	2,044	2,076	2,108	2,141	2,174	2,207	2,241	2,276	2,310	2,346	2,381	2,417	2,453	2,490	2,528	2,566	2,604
D1 ÁREA DE DRENAGEM	4,568	4,639	4,712	4,785	4,860	4,936	5,013	5,092	5,172	5,252	5,335	5,418	5,503	5,588	5,675	5,763	5,851	5,941	6,032	6,124	6,217	6,311	6,407	6,503	6,601	6,700	6,800	6,901
D10 ÁREA DE DRENAGEM	391	397	403	410	416	422	429	436	443	450	457	464	471	478	486	493	501	508	516	524	532	540	548	557	565	573	582	591
D11 ÁREA DE DRENAGEM	336	341	347	352	358	363	369	375	381	387	393	399	405	411	418	424	431	437	444	451	458	465	472	479	486	493	500	508
D12 ÁREA DE DRENAGEM	796	808	821	834	847	860	874	887	901	915	930	944	959	974	989	1,004	1,020	1,035	1,051	1,067	1,083	1,100	1,116	1,133	1,150	1,167	1,185	1,203
D2 ÁREA DE DRENAGEM	2,075	2,107	2,141	2,174	2,208	2,243	2,278	2,314	2,350	2,386	2,424	2,462	2,500	2,539	2,578	2,618	2,659	2,699	2,740	2,782	2,825	2,867	2,911	2,955	2,999	3,044	3,090	3,136
D3 ÁREA DE DRENAGEM	1,995	2,026	2,058	2,090	2,123	2,157	2,190	2,225	2,259	2,295	2,330	2,367	2,404	2,441	2,479	2,517	2,556	2,595	2,635	2,675	2,716	2,757	2,799	2,841	2,884	2,927	2,971	3,015
D4 ÁREA DE DRENAGEM	1,864	1,893	1,923	1,953	1,983	2,014	2,046	2,078	2,110	2,143	2,177	2,211	2,246	2,280	2,316	2,351	2,388	2,424	2,461	2,499	2,537	2,575	2,614	2,654	2,694	2,734	2,775	2,816
D5 ÁREA DE DRENAGEM	1,154	1,172	1,190	1,208	1,227	1,247	1,266	1,286	1,306	1,326	1,347	1,368	1,390	1,411	1,433	1,455	1,478	1,500	1,523	1,547	1,570	1,594	1,618	1,642	1,667	1,692	1,717	1,743
D6 ÁREA DE DRENAGEM	1,812	1,840	1,869	1,898	1,928	1,958	1,988	2,020	2,051	2,083	2,116	2,149	2,182	2,216	2,251	2,285	2,321	2,356	2,392	2,429	2,466	2,503	2,541	2,579	2,618	2,657	2,697	2,737
D7 ÁREA DE DRENAGEM	1,528	1,551	1,576	1,600	1,625	1,651	1,677	1,703	1,730	1,757	1,784	1,812	1,840	1,869	1,898	1,927	1,957	1,987	2,017	2,048	2,079	2,111	2,143	2,175	2,208	2,241	2,274	2,308
D8 ÁREA DE DRENAGEM	2,305	2,341	2,377	2,415	2,452	2,491	2,530	2,569	2,610	2,650	2,692	2,734	2,777	2,820	2,863	2,908	2,952	2,998	3,044	3,090	3,137	3,184	3,233	3,281	3,331	3,381	3,431	3,482
D9 ÁREA DE DRENAGEM	461	468	476	483	491	498	506	514	522	530	539	547	556	564	573	582	591	600	609	618	628	637	647	657	667	677	687	697
ITAUM-AÇU	66,377	67,414	68,469	69,541	70,628	71,733	72,857	73,997	75,155	76,331	77,526	78,739	79,971	81,213	82,470	83,743	85,031	86,336	87,657	88,994	90,347	91,717	93,104	94,507	95,928	97,366	98,818	100,290
JAGUARÃO	16,630	16,889	17,153	17,421	17,694	17,971	18,252	18,539	18,829	19,123	19,423	19,726	20,035	20,346	20,661	20,980	21,303	21,629	21,961	22,296	22,635	22,978	23,326	23,677	24,032	24,393	24,757	25,126
LEITO ANTIGO DO RIO CACHOEIRA	5,226	5,308	5,391	5,475	5,561	5,648	5,737	5,826	5,917	6,010	6,104	6,200	6,297	6,395	6,494	6,594	6,695	6,798	6,902	7,007	7,114	7,222	7,331	7,441	7,553	7,666	7,781	7,897
NASCENTE PRINCIPAL DO RIO CACHOEIRA	5,223	5,308	5,391	5,475	5,561	5,648	5,737	5,826	5,917	6,010	6,104	6,200	6,297	6,395	6,494	6,594	6,695	6,798	6,902	7,007	7,114	7,222	7,331	7,441	7,553	7,666	7,781	7,897
RIO ALVINO VOHL	3,107	3,155	3,205	3,255	3,306	3,358	3,410	3,464	3,518	3,573	3,629	3,686	3,743	3,801	3,860	3,920	3,980	4,041	4,103	4,166	4,229	4,293	4,358	4,424	4,490	4,558	4,626	4,695
RIO BOM RETIRO	5,783	5,873	5,965	6,058	6,154	6,250	6,348	6,447	6,548	6,650	6,754	6,860	6,968	7,076	7,185	7,296	7,408	7,522	7,637	7,754	7,871	7,991	8,112	8,234	8,358	8,483	8,610	8,738
RIO BUCAREIN	32,735	33,247	33,766	34,295	34,831	35,376	35,931	36,493	37,065	37,644	38,233	38,831	39,439	40,051	40,671	41,299	41,934	42,578	43,229	43,889	44,556	45,231	45,916	46,607	47,309	48,017	48,734	49,461
RIO BUPEVA	12,946	13,148	13,354	13,563	13,775	13,991	14,210	14,432	14,658	14,888	15,120	15,357	15,597	15,839	16,085	16,333	16,584	16,839	17,096	17,357	17,621	17,888	18,159	18,432	18,709	18,989	19,273	19,560
RIO LUIZ TONNEMANN	7,449	7,566	7,684	7,804	7,926	8,051	8,176	8,304	8,434	8,566	8,700	8,837	8,975	9,114	9,255	9,398	9,543	9,689	9,837	9,987	10,139	10,293	10,449	10,606	10,765	10,927	11,090	11,255
RIO MATHIAS	5,240	5,322	5,405	5,490	5,576	5,663	5,751	5,842	5,933	6,026	6,120	6,216	6,313	6,411	6,511	6,611	6,713	6,816	6,920	7,026	7,132	7,241	7,350	7,461	7,573	7,687	7,802	7,918
RIO MIRANDINHA	6,425	6,525	6,627	6,731	6,836	6,943	7,052	7,162	7,274	7,388	7,504	7,621	7,740	7,861	7,982	8,105	8,230	8,356	8,484	8,614	8,745	8,877	9,011	9,147	9,285	9,424	9,565	9,707
RIO MORRO ALTO	10,492	10,655	10,822	10,992	11,163	11,338	11,515	11,696	11,879	12,065	12,253	12,445	12,640	12,836	13,035	13,237	13,440	13,646	13,855	14,066	14,280	14,497	14,716	14,938	15,162	15,389	15,619	15,852
RIO WALTER BRANDT	7,209	7,322	7,437	7,553	7,671	7,792	7,913	8,037	8,163	8,291	8,421	8,552	8,686	8,821	8,958	9,096	9,236	9,377	9,521	9,666	9,813	9,962	10,112	10,265	10,419	10,575	10,733	10,893
VERTENTE DO MORRO DO BOA VISTA - BUSCHILE & LEPPER	2,393	2,430	2,468	2,507	2,546	2,586	2,627	2,668	2,709	2,752	2,795	2,839	2,883	2,928	2,973	3,019	3,065	3,113	3,160	3,208	3,257	3,306	3,357	3,407	3,458	3,510	3,563	3,616
VERTENTE DO MORRO DO BOA VISTA - LAGOA SAGUAÇU	1,134	1,152	1,170	1,188	1,207	1,225	1,245	1,264	1,284	1,304	1,324	1,345	1,366	1,387	1,409	1,431	1,453	1,475	1,497	1,520	1,543	1,567	1,590	1,614	1,639	1,663	1,688	1,713
VERTENTE DO MORRO DO BOA VISTA - PARQUE DE FRANCE	1,253	1,272	1,292	1,312	1,333	1,354	1,375	1,397	1,418	1,440	1,463	1,486	1,509	1,533	1,556	1,580	1,605	1,629	1,654	1,679	1,705	1,731	1,757	1,784	1,810	1,837	1,865	1,893
VERTENTE DO MORRO DO BOA VISTA - PONTA GROSSA	707	718	729	740	752	764	776	788	800	813	825	838	851	865	878	892	905	919	933	948	962	977	991	1,006	1,021	1,037	1,052	1,068
VERTENTE DO MORRO DO BOA VISTA - RUA ÁGUA MARINHA	689	700	711	722	733	745	756	768	780	792	805	817	830	843	856	869	883	896	910	924	938	952	966	981	996	1,011	1,026	1,041
VERTENTE DO MORRO DO BOA VISTA - RUA MATILDE AMIM	1,005	1,020	1,036	1,052	1,069	1,086	1,103	1,120	1,137	1,155	1,173	1,192	1,210	1,229	1,248	1,267	1,287	1,307	1,327	1,347	1,367	1,388	1,409	1,430	1,452	1,474	1,496	1,518
VERTENTE DO MORRO DO BOA VISTA - RUA NORUEGA	1,344	1,365	1,386	1,408	1,430	1,452	1,475	1,498	1,522	1,545	1,570	1,594	1,619	1,644	1,670	1,695	1,722	1,748	1,775	1,802	1,829	1,857	1,885	1,913	1,942	1,971	2,001	2,031
VERTENTE DO MORRO DO BOA VISTA - RUA PEDRO ÁLVARES CABRAL	1,543	1,567	1,592	1,617	1,642	1,668	1,694	1,720	1,747	1,775	1,802	1,831	1,859	1,888	1,917	1,947	1,977	2,007	2,038	2,069	2,101	2,132	2,165	2,197	2,230	2,264	2,298	2,332
VERTENTE DO MORRO DO BOA VISTA - UNIDADE DE OBRAS	636	646	656	667	677	688	698	709	721	732	743	755	767	779	791	803	815	828	840	853	866	879	893	906	920	933	947	962
VERTENTE DO MORRO DO BOA VISTA - VICK	253	257	261	265	270	274	278	282	287	291	296	300	305	310	315	320	324	329	335	340	345	350	355	361	366	372	377	383

QUADRO 4.7

ÁREAS DOS BAIRROS, DAS SUB-BACIAS EM CADA BAIRRO E ÍNDICES DE OCUPAÇÃO – 2008

<i>Bairro</i>	<i>Área</i>	<i>Und</i>	<i>Ocupação</i>
ADHEMAR GARCIA	2.017.758,58	m²	100,0%
Bacia do Rio Bupeva	403.722,60	m ²	20,01%
Bacia fora da Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira	1.614.035,98	m ²	79,99%
ULISSES GUIMARÃES	3.248.135,07	m²	100,0%
Bacia fora da Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira	3.248.135,07	m ²	100,00%
ADHEMAR GARCIA + ULISSES GUIMARÃES	5.265.893,65	m²	100,0%
Bacia do Rio Bupeva	403.722,60	m ²	7,67%
Bacia fora da Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira	4.862.171,05	m ²	92,33%
AMÉRICA	4.536.541,29	m²	100,0%
Bacia do Rio Alvino Vohl	369.792,97	m ²	8,15%
Bacia do Canal da Rua Salvador	753.464,04	m ²	16,61%
Bacia do Rio Morro Alto	2.420.242,02	m ²	53,35%
Bacia do Rio Mathias	215.570,78	m ²	4,75%
Rio Cachoeira	777.471,48	m ²	17,14%
ANITA GARIBALDI	3.051.265,24	m²	100,0%
Bacia do Rio Jaguarão	3.008.119,89	m ²	98,59%
Bacia do Rio Bucarein	43.145,34	m ²	1,41%
ATIRADORES	2.727.369,51	m²	100,0%
Bacia do Rio Mathias	946.065,31	m ²	34,69%
Bacia do Rio Jaguarão	1.392.371,58	m ²	51,05%
Bacia fora da Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira	388.932,63	m ²	14,26%
AVENTUREIRO	9.287.444,06	m²	100,0%
Bacia fora da Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira	9.287.444,06	m ²	100,00%
BOA VISTA	5.846.053,37	m²	100,0%
Vertente do Morro da Boa Vista - Buschle e Lepper	680.029,44	m ²	11,63%
Vertente do Morro da Boa Vista - Unidade de Obras	238.336,17	m ²	4,08%
Vertente do Morro da Boa Vista - Vick	94.729,49	m ²	1,62%
Vertente do Morro da Boa Vista - Ponta Grossa	264.823,83	m ²	4,53%
Vertente do Morro da Boa Vista - Rua Pedro Álvares Cabral	577.764,03	m ²	9,88%
Vertente do Morro da Boa Vista - Rua Matilde Amim	383.897,96	m ²	6,57%
Vertente do Morro da Boa Vista - Rua Noruega	372.892,03	m ²	6,38%
Rio Cachoeira	1.968.354,85	m ²	33,67%
Bacia fora da Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira	1.265.225,57	m ²	21,64%
BOEHMERWALDT	3.158.284,90	m²	100,0%
Bacia do Rio Itaum-Açú	3.158.284,90	m ²	100,00%
BOM RETIRO	3.893.846,02	m²	100,0%
Bacia do Rio Bom Retiro	1.734.442,26	m ²	44,54%
Bacia do Canal da Rua Aracajú	159.712,55	m ²	4,10%
Bacia do Rio Miranda	59.025,84	m ²	1,52%
Bacia fora da Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira	1.940.665,38	m ²	49,84%
BUCAREIN	2.042.320,78	m²	100,0%
Bacia do Rio Jaguarão	497.404,59	m ²	24,35%
Bacia do Rio Bucarein	1.090.445,78	m ²	53,39%
Rio Cachoeira	454.470,41	m ²	22,25%
CENTRO	1.315.263,64	m²	100,0%
Bacia do Rio Mathias	608.144,41	m ²	46,24%

Continua...

QUADRO 4.7
ÁREAS DOS BAIRROS, DAS SUB-BACIAS EM CADA BAIRRO E ÍNDICES DE OCUPAÇÃO – 2008

<i>Bairro</i>	<i>Área</i>	<i>Und</i>	<i>Ocupação</i>
Bacia do Rio Jaguarão	151.157,13	m ²	11,49%
Rio Cachoeira	555.962,10	m ²	42,27%
COMASA	3.089.055,11	m²	100,0%
Bacia fora da Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira	3.089.055,11	m ²	100,00%
COSTA E SILVA	6.595.128,47	m²	100,0%
Nascente Principal do Rio Cachoeira	1.127.320,28	m ²	17,09%
Leito Antigo do Rio Cachoeira	420.293,70	m ²	6,37%
Bacia do Rio Luiz Tonnemamm	1.900.914,30	m ²	28,82%
Bacia do Rio Valter Bandt	1.843.301,45	m ²	27,95%
Bacia do Rio Alvinho Vohl	266.750,80	m ²	4,04%
Bacia do Rio Morro Alto	232.573,29	m ²	3,53%
Rio Cachoeira	649.573,92	m ²	9,85%
Bacia fora da Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira	154.400,74	m ²	2,34%
DONA FRANCISCA	1.603.375,16	m²	100,0%
Bacia fora da Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira	1.603.375,16	m ²	100,00%
ESPINHEIROS	4.336.535,43	m²	100,0%
Bacia fora da Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira	4.336.535,43	m ²	100,00%
FATIMA	2.455.075,02	m²	100,0%
Bacia do Rio Bupeva	1.170.719,59	m ²	47,69%
Bacia do Rio Itaum-Açú	1.099.138,99	m ²	44,77%
Rio Cachoeira	185.216,45	m ²	7,54%
FLORESTA	5.007.710,15	m²	100,0%
Bacia do Rio Jaguarão	680.642,00	m ²	13,59%
Bacia do Rio Bucarein	4.295.262,61	m ²	85,77%
Bacia do Rio Itaum-Açú	31.805,54	m ²	0,64%
GLORIA	5.480.372,48	m²	100,0%
Bacia do Rio Morro Alto	2.794.110,55	m ²	50,98%
Bacia do Rio Mathias	523.376,31	m ²	9,55%
Bacia fora da Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira	2.162.885,63	m ²	39,47%
GUANABARA	3.044.522,62	m²	100,0%
Bacia do Rio Bucarein	1.411.522,49	m ²	46,36%
Bacia do Rio Itaum-Açú	1.297.783,52	m ²	42,63%
Rio Cachoeira	335.216,60	m ²	11,01%
IRIRIU	6.262.755,52	m²	100,0%
Bacia do Rio Bom Retiro	45.789,77	m ²	0,73%
Bacia do Rio Miranda	1.098.402,05	m ²	17,54%
Bacia fora da Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira	5.118.563,70	m ²	81,73%
ITAUM	3.178.947,48	m²	100,0%
Bacia do Rio Bucarein	1.776.739,98	m ²	55,89%
Bacia do Rio Itaum-Açú	1.402.207,50	m ²	44,11%
ITINGA	7.863.454,19	m²	100,0%
Bacia do Rio Itaum-Açú	3.936.967,62	m ²	50,07%
Bacia fora da Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira	3.926.486,57	m ²	49,93%

Continua...

QUADRO 4.7
ÁREAS DOS BAIRROS, DAS SUB-BACIAS EM CADA BAIRRO E ÍNDICES DE OCUPAÇÃO – 2008

<i>Bairro</i>	<i>Área</i>	<i>Und</i>	<i>Ocupação</i>
PARQUE GUARANI	4.457.739,09	m²	100,0%
Bacia do Rio Itaum-Açú	4.319.284,76	m²	96,89%
Bacia fora da Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira	138.454,32	m²	3,11%
ITINGA + PARQUE GUARANI	12.321.193,27	m²	100,0%
Bacia do Rio Itaum-Açú	8.256.252,38	m²	67,01%
Bacia fora da Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira	4.064.940,89	m²	32,99%
JARDIM IRIRIU	3.290.686,76	m²	100,0%
Bacia fora da Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira	3.290.686,76	m²	100,00%
JARDIM PARAÍSO	3.271.814,89	m²	100,0%
Bacia fora da Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira	3.271.814,89	m²	100,00%
JARDIM SOFIA	2.122.405,92	m²	100,0%
Bacia fora da Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira	2.122.405,92	m²	100,00%
JARIVATUBA	2.091.150,19	m²	100,0%
Bacia do Rio Bupeva	313.476,22	m²	14,99%
Bacia do Rio Itaum-Açú	720.148,11	m²	34,44%
Bacia fora da Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira	1.057.525,87	m²	50,57%
JOÃO COSTA	3.407.300,59	m²	100,0%
Bacia do Rio Itaum-Açú	3.012.137,36	m²	88,40%
Bacia fora da Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira	395.163,23	m²	11,60%
MORRO DO MEIO	3.603.164,05	m²	100,0%
Bacia fora da Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira	3.603.164,05	m²	100,00%
NOVA BRASÍLIA	9.338.424,43	m²	100,0%
Bacia do Rio Jaguarão	1.105.356,23	m²	11,84%
Bacia do Rio Bucarein	1.053.463,34	m²	11,28%
Bacia fora da Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira	7.179.604,86	m²	76,88%
PARANAGUAMIRIM	17.184.922,26	m²	100,0%
Bacia fora da Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira	17.184.922,26	m²	100,00%
PETROPOLIS	3.024.394,39	m²	100,0%
Bacia do Rio Bucarein	298.468,88	m²	9,87%
Bacia do Rio Itaum-Açú	2.725.925,51	m²	90,13%
RIO BONITO	5.770.732,76	m²	100,0%
Bacia fora da Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira	5.770.732,76	m²	100,00%
SAGUAÇU	4.894.774,27	m²	100,0%
Bacia do Canal da Rua Aracajú	614.151,84	m²	12,55%
Bacia do Rio Bom Retiro	125.682,03	m²	2,57%
Bacia do Rio Miranda	1.033.628,21	m²	21,12%
Vertente do Morro da Boa Vista - Rua Água Marinha	317.505,60	m²	6,49%
Vertente do Morro da Boa Vista - Parque de France	567.925,99	m²	11,60%
Vertente do Morro da Boa Vista - Lagoa Saguacu	515.874,65	m²	10,54%
Vertente do Morro da Boa Vista - Buschle e Lepper	260.631,43	m²	5,32%
Rio Cachoeira	1.459.374,52	m²	29,81%
SANTA CATARINA	5.443.191,29	m²	100,0%
Bacia do Rio Bucarein	962.016,45	m²	17,67%
Bacia do Rio Itaum-Açú	1.673.573,64	m²	30,75%

Continua...

QUADRO 4.7
ÁREAS DOS BAIRROS, DAS SUB-BACIAS EM CADA BAIRRO E ÍNDICES DE OCUPAÇÃO – 2008

<i>Bairro</i>	<i>Área</i>	<i>Und</i>	<i>Ocupação</i>
Bacia fora da Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira	2.807.601,20	m ²	51,58%
PROFIPO	1.612.224,81	m²	100,0%
Bacia do Rio Itaum-Açú	1.349.095,74	m ²	83,68%
Bacia fora da Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira	263.129,08	m ²	16,32%
SANTA CATARINA + PROFIPO	7.055.416,10	m²	100,0%
Bacia do Rio Bucarein	962.016,45	m ²	13,64%
Bacia do Rio Itaum-Açú	3.022.669,38	m ²	42,84%
Bacia fora da Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira	3.070.730,27	m ²	43,52%
SANTO ANTONIO	2.198.866,18	m²	100,0%
Bacia do Rio Bom Retiro	210.596,66	m ²	9,58%
Bacia do Rio Alvinho Vohl	497.893,78	m ²	22,64%
Rio Cachoeira	1.434.630,80	m ²	65,24%
Bacia fora da Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira	55.744,94	m ²	2,54%
SÃO MARCOS	4.972.843,43	m²	100,0%
Bacia do Rio Jaguarão	1.662.268,10	m ²	33,43%
Bacia fora da Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira	3.310.575,32	m ²	66,57%
VILA CUBATÃO	381.586,29	m²	100,0%
Bacia fora da Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira	381.586,29	m ²	100,00%
VILA NOVA	13.709.637,46	m²	100,0%
Nascente Principal do Rio Cachoeira	501.965,60	m ²	3,66%
Bacia do Rio Luiz Tonnemamm	57.032,02	m ²	0,42%
Bacia fora da Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira	13.150.639,84	m ²	95,92%
ZONA INDUSTRIAL NORTE	30.237.484,98	m²	100,0%
Nascente Principal do Rio Cachoeira	1.139.471,10	m ²	3,77%
Leito Antigo do Rio Cachoeira	606.410,62	m ²	2,01%
Rio Cachoeira	60.499,59	m ²	0,20%
Bacia fora da Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira	28.431.103,68	m ²	94,03%
ZONA INDUSTRIAL TUPY	1.646.948,00	m²	100,0%
Vertente do Morro da Boa Vista - Rua Noruega	215.866,66	m ²	13,11%
Vertente do Morro da Boa Vista - Rua Matilde Amim	17.076,82	m ²	1,04%
Bacia fora da Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira	1.414.004,53	m ²	85,86%

5. CONCLUSÃO

Esta Nota Técnica traz a projeção da população do município de Joinville, iniciando-se no ano de 2008 com um total de 492.101 habitantes, chegando em 2035 com 749.111 habitantes.

A população final resulta da aplicação da taxa de crescimento anual de 1,62% aa, sendo decrescida à razão de 0,05 % aa até o ano de 2020, quando alcança a taxa vegetativa de crescimento de 1% aa, estaciona e permanece com esta taxa até o final do período de projeto.

Os números acima, população e taxa anual de crescimento, refletem o porte da cidade de Joinville que, como todos os grandes pólos estaduais, ainda apresentam crescimento, mas não nos níveis acentuados verificados nas décadas passadas.

Joinville em especial justifica esta redução das taxas de crescimento pelo elevado nível de desenvolvimento de sua população.